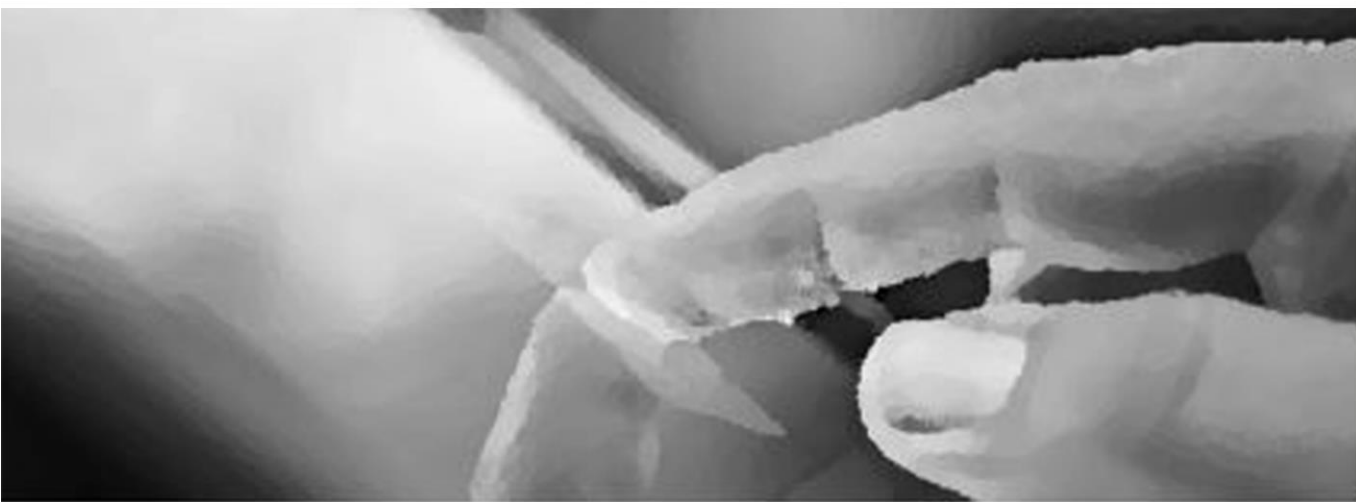


Εισαγωγή στην Αλληλεπίδραση Ανθρώπου- Υπολογιστή



Νικόλαος Αβούρης, Χρήστος Κατσάνος, Νικόλαος Τσέλιος, Κωνσταντίνος Μουστάκας



Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά
Συγγράμματα και Βοηθήματα
www.kallipos.gr

HEALINK
Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

Εισαγωγή στην Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή

Συγγραφή

Νικόλαος Αβούρης

Χρήστος Κατσάνος

Νικόλαος Τσέλιος

Κωνσταντίνος Μουστάκας

Συντελεστές έκδοσης

Γλωσσική Επιμέλεια: Νικολέτα Γιαννούτσου

Γραφιστική Επιμέλεια: Δήμητρα Ρίζου

Τεχνική Επεξεργασία: Δήμητρα Ρίζου

ISBN:

978-960-603-407-7

Copyright © ΣΕΑΒ, 2015



Το παρόν έργο αδειοδοτείται υπό τους όρους της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 3.0. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής επισκεφτείτε τον ιστότοπο <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/gr/>

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου

www.kallipos.gr

Περιεχόμενα

Πρόλογος

<i>Αντικείμενο</i>	1
<i>Από την Εργονομία στην επιστήμη Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου- Υπολογιστή</i>	2
<i>Επιπτώσεις</i>	2
<i>Σημασία για την επιστήμη υπολογιστών</i>	3
<i>Σπουδές στην επιστήμη Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή</i>	4
<i>Περιεχόμενα Τόμου</i>	5
<i>Στόχος</i>	8

1. Εισαγωγή

<i>1.1 Ορισμοί και αντικείμενο μελέτης</i>	12
<i>1.2 Ιστορική Επισκόπηση</i>	18
<i>1.3 Επιστημονική προσέγγιση του πεδίου</i>	27
<i>1.4 Κρίσιμες λειτουργίες: Ο ρόλος της διεπαφής χρήστη</i>	31
<i>1.5 Λόγοι μελέτης και αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Υπολογιστή</i>	32
<i>Λίστα ελέγχου γνώσεων</i>	36
<i>Οδηγός για περαιτέρω μελέτη</i>	36
<i>Ελληνική βιβλιογραφία</i>	37
<i>Ασκήσεις – Δραστηριότητες</i>	39

2. Ο άνθρωπος

<i>2.1 Θεωρητική Θεμελίωση</i>	44
<i>2.2 Το μοντέλο του ανθρώπινου επεξεργαστή</i>	46
<i>2.3 Μοντέλα ανθρώπινων δεξιοτήτων</i>	54
<i>2.4 Μοντέλο GOMS</i>	57
<i>2.6 Αισθητήρια Αντίληψη</i>	63
<i>2.7 Προσοχή και μνήμη</i>	66
<i>2.8 Μοντέλα αναζήτησης πληροφορίας</i>	70
<i>Λίστα ελέγχου γνώσεων</i>	75
<i>Οδηγός για περαιτέρω μελέτη</i>	75
<i>Ασκήσεις και δραστηριότητες</i>	76

3. Αλληλεπίδραση

<i>3.1 Οργάνωση γνώσης και νοητικά μοντέλα</i>	81
<i>3.2 Η χρήση μεταφορών στη διάδραση χρήστη-συστήματος</i>	83
<i>3.3 Εννοιολογικά μοντέλα συστήματος (Conceptual Models)</i>	85

3.4 Μοντέλα διερευνητικής αλληλεπίδρασης	87
3.5 Κοινωνικά Μοντέλα Αλληλεπίδρασης	91
<i>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</i>	99
<i>Οδηγός περαιτέρω μελέτης</i>	99
<i>Ευρετήριο όρων</i>	99
<i>Ασκήσεις και δραστηριότητες</i>	100
4. Διαδραστικές Συσκευές	
4.1 Συσκευές εισόδου: Συσκευές εισαγωγής κειμένου	105
4.2 Συσκευές εισόδου: Δεικτικές συσκευές	109
4.3 Συσκευές εξόδου: Οθόνες	116
4.4 Είσοδος-Έξοδος με ήχο ή ομιλία	123
4.5 Βοηθητικές τεχνολογίες για άτομα με αναπηρίες	124
<i>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</i>	126
<i>Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη</i>	126
<i>Ασκήσεις και δραστηριότητες</i>	126
5. Στυλ Αλληλεπίδρασης	
5.1 Γλώσσα εντολών	136
5.2 Επιλογή μέσω μενού	137
5.3 Συμπλήρωση φόρμας	138
5.4 Φυσική γλώσσα	141
5.5 Απευθείας χειρισμός	142
5.6 Αλληλεπίδραση στον τρισδιάστατο χώρο	146
<i>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</i>	149
<i>Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη</i>	149
<i>Ασκήσεις και δραστηριότητες</i>	150
6. Απτική Αλληλεπίδραση	
6.1 Η αίσθηση της αφής	157
6.2 Απτικές συσκευές	158
6.3 Απτική πληροφορία ως πολυμέσο	160
6.4 Αρχιτεκτονική απτικής απόδοσης	162
6.5 Απτική απόδοση	165
6.6 Εφαρμογές	167
<i>Λίστα Ελέγχου Γνώσεων</i>	172
<i>Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη</i>	172
<i>Ασκήσεις και δραστηριότητες</i>	172

7. Μοντέλα και μέθοδοι σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων

7.1 Η έννοια της σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων	177
7.2 Μοντέλα ανάπτυξης συστημάτων λογισμικού και ανθρωποκεντρική σχεδίαση	178
7.3 Έρευνα και ανάλυση απαιτήσεων: Κατανοήστε το χρήστη, τις εργασίες του και το περιβάλλον χρήσης	185
7.4 Σχεδιασμός διεπιφάνειας: Ανάπτυξη πρωτοτύπων	198
7.5 Μελέτη περίπτωσης: Το Εκδοτήριο Εισιτηρίων	202
Λίστα Ελέγχου Γνώσεων	213
Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη	213
Ασκήσεις και δραστηριότητες	213

8. Εργαλεία και μέθοδοι σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων

8.1 Σχεδιασμός αλληλεπίδρασης στον Παγκόσμιο Ιστό	223
8.2 Ιδιαιτερότητες σχεδιασμού δικτυακών τόπων και εφαρμογών	227
8.3 Κανόνες αποτελεσματικού σχεδιασμού δικτυακών τόπων	229
8.4 Πληροφοριακή αρχιτεκτονική ενός δικτυακού τόπου	231
8.5 Επισκόπηση τεχνικών σχεδιασμού της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής	235
8.6 Αξιολόγηση του μοντέλου πλοήγησης: Μετρικές Lostness	240
8.7 Εργαλεία υποστήριξης της σχεδίασης	243
Λίστα Ελέγχου Γνώσεων	250
Οδηγός για περαιτέρω μελέτη	250
Ασκήσεις και Δραστηριότητες	250

9. Τεχνικές αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων

Σκοπός	252
Προσδοκώμενα αποτελέσματα	252
Έννοιες κλειδιά	252
Εισαγωγικές παρατηρήσεις	252
9.1 Αξιολόγηση από ειδικούς	253
9.2 Μέθοδοι αξιολόγησης με τη συμμετοχή τελικών χρηστών	262
9.3 Αναλυτικές μέθοδοι αξιολόγησης	268
9.4 Εργαλεία αξιολόγησης διαδικτυακών τόπων και παράγοντες διαφοροποίησης	279
Λίστα Ελέγχου Γνώσεων	289
Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη	289
Ασκήσεις και δραστηριότητες	290

10. Οικονομική Αποτίμηση Ευχρηστίας 291

Σκοπός	292
Προσδοκώμενα αποτελέσματα	292
Έννοιες κλειδιά	292

Εισαγωγικές παρατηρήσεις	292
10.1 Εκτίμηση κόστους - ωφέλειας	293
10.2 Καθαρή παρούσα αξία	305
Λίστα ελέγχου γνώσεων	312
Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη	312
Ασκήσεις και δραστηριότητες	312

11. Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση για τη μέτρηση εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων

11.1 Βασικές έννοιες πειραματικού σχεδιασμού και στατιστικής	317
11.2 Περιγραφική στατιστική	325
11.3 Επαγωγική στατιστική: Έλεγχος υποθέσεων	330
11.4 Τυπικές στατιστικές τεχνικές ελέγχου υποθέσεων	334
11.5 Επαγωγική στατιστική: Ανάλυση συσχέτισης	345
11.6 Στατιστικά εργαλεία και πακέτα λογισμικού	347
Λίστα Ελέγχου Γνώσεων	348
Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη	348
Ασκήσεις και δραστηριότητες	349

12. Οδηγός εργαστηριακών ασκήσεων

12.1 Λειτουργίες της προσοχής και εισαγωγή στη διεξαγωγή εμπειρικών μελετών και στη στατιστική ανάλυση δεδομένων	356
12.2 Νόμος του Fitts	358
12.3 Μοντέλο πληκτρολόγησης (Keystroke Level Model, KLM)	361
12.4 Τεχνολογίες προσβασιμότητας	364
12.5 Ταξινόμηση καρτών για την οργάνωση πληροφορίας	366
12.6 Αξιολόγηση ευχρηστίας με χρήση της μεθόδου του γνωσιακού περιδιαβάσματος (cognitive walkthrough)	369
12.7 Αξιολόγηση ευχρηστίας με χρήση της μεθόδου της ευρετικής αξιολόγησης (heuristic evaluation)	371
12.8 Αξιολόγηση ευχρηστίας με χρήση του ερωτηματολογίου SUS (System Usability Scale)	374
Λίστα Ελέγχου Γνώσεων	377
Κατάλογος αναφοράς πηγών εικόνων	378
Βιβλιογραφία	381
Γλωσσάρι	397
Ευρετήριο	406

Πρόλογος

Αντικείμενο

Οι **υπολογιστές** σήμερα έχουν μετεξελιχθεί από «μηχανές υπολογισμών και αποθήκευσης πληροφορίας» που ήταν αρχικά, σε απαραίτητα εργαλεία της καθημερινής μας ζωής. Εργαλεία τα οποία μας περιβάλλουν και μας υποστηρίζουν σε πολλές δραστηριότητες αφού έχουν γίνει συγχρόνως εργαλεία επικοινωνίας, πληροφόρησης, διασκέδασης, δημιουργικότητας, επίλυσης προβλημάτων, υποστήριξης της ατομικής μας παραγωγικότητας κλπ. Επιπλέον, οι υπολογιστές αποτελούν υποδομή που επιτρέπει τη λειτουργία των επιχειρήσεων, του δημόσιου τομέα, της εκπαίδευσης και των σύγχρονων κοινωνιών εν γένει. Έτσι λοιπόν, ένας συνεχώς αυξανόμενος αριθμός πολιτών στις σύγχρονες κοινωνίες αλληλεπιδρά σε καθημερινή βάση με υπολογιστές ή με συσκευές που περιέχουν υπολογιστές (όπως είναι πολλές οικιακές συσκευές, βιομηχανικά συστήματα και διατάξεις αυτοματισμού, μηχανές τραπεζικών συναλλαγών κλπ.).

Σημαντικό στοιχείο της αλληλεπίδρασης αυτής είναι η **διεπιφάνεια χρήστη** (user interface), δηλαδή το σύνολο των στοιχείων του υπολογιστικού συστήματος με τα οποία ο χρήστης έρχεται σε επαφή και με τα οποία αλληλεπιδρά. Τέτοια στοιχεία είναι για παράδειγμα, οι οθόνες αφής που αποτελούν στοιχεία εισόδου-εξόδου, δηλαδή μέσα παρουσίασης πληροφορίας προς τον χρήστη, αλλά και μέσα με τα οποία ο χρήστης δίνει εντολές προς τη συσκευή, εισάγοντας κείμενο ή κάνοντας χειρονομίες με τα δάκτυλα του σε αντικείμενα που εμφανίζονται στην επιφάνεια. Ως συσκευές εισόδου-εξόδου λειτουργούν και το πληκτρολόγιο, το ποντίκι η οθόνη, αλλά και επί μέρους στοιχεία, όπως είναι τα γραφικά αντικείμενα, οι ήχοι και πληροφορίες που απευθύνονται στο χρήστη, οι εντολές και οι χειρισμοί που ο χρήστης του συστήματος έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει, η οργάνωση της ακολουθίας ενεργειών χρήστη - αποκρίσεων του συστήματος που συνθέτουν το διάλογο χρήστη-συστήματος, το σύνολο αισθητήρων και μηχανισμών που καταγράφουν τη θέση και τις κινήσεις του χρήστη προκειμένου το σύστημα να ανταποκριθεί ανάλογα κλπ.

Ο καλός σχεδιασμός της διεπιφάνειας χρήστη των σύγχρονων υπολογιστών αποτελεί βασική προϋπόθεση τόσο για την επιτυχή ενσωμάτωσή τους σε παραγωγικές διαδικασίες όσο και για την αποδοχή τους από τους χρήστες τους. Ειδικότερα, ο σχεδιαστής των σύγχρονων εφαρμογών και συστημάτων είναι απαραίτητο να εντάξει τη διεπιφάνεια χρήστη στη **σχεδίαση της αλληλεπίδρασης** (δηλαδή το διάλογο χρήστη-συστήματος) με στόχο τελικά η εμπειρία του χρήστη να είναι σύμφωνη με τις ανάγκες του και τα χαρακτηριστικά του. Για το λόγο αυτό, σήμερα η διαδικασία της σχεδίασης των σύγχρονων διεπιφανειών χρήστη εμπλέκει όχι μόνο τη σχεδίαση της διεπιφάνειας, αλλά και τη συνολική **εμπειρία χρήσης** (user experience).

Η περιοχή της επιστήμης που είναι γνωστή ως **Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή** (Human-Computer Interaction, HCI) έχει ως αντικείμενο αφενός τη μελέτη των φαινομένων που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση ανθρώπων και υπολογιστών, αφετέρου την **ανάπτυξη μεθόδων και εργαλείων για το σχεδιασμό, ανάπτυξη και αξιολόγηση Διαδραστικών Υπολογιστικών Συστημάτων** (interactive computer systems), δηλαδή συστημάτων που αλληλεπιδρούν σε μεγάλο βαθμό με τους χρήστες τους (ACM SIGCHI 1992).

Ο κύριος στόχος του βιβλίου αυτού, είναι η εισαγωγή του αναγνώστη στις βασικές έννοιες, το θεωρητικό υπόβαθρο, τις μεθόδους, τους κανόνες, τις αρχές σχεδιασμού και τα εργαλεία της επιστήμης της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου – Υπολογιστή. Όλα αυτά αναλύονται εδώ, μέσα από το πρίσμα της αξιοποίησής τους για τη σχεδίαση εύχρηστων υπολογιστικών συστημάτων, που είναι προσαρμοσμένα στις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά των χρηστών τους και που ικανοποιούν τις απαιτήσεις για θετική εμπειρία χρήσης.

Από την Εργονομία στην επιστήμη Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή

Το πρόβλημα της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με τις μηχανές έχει αρχίσει να απασχολεί τον άνθρωπο από την εποχή των πρώτων σύνθετων εργαλείων που εμφανίστηκαν κατά τη βιομηχανική επανάσταση. Το ζήτημα αυτό αποτέλεσε αντικείμενο της επιστήμης της **Εργονομίας** (ergonomics, βλέπε Μαρμαράς 2010). Τα τελευταία χρόνια με την ευρεία εξάπλωση των υπολογιστών, συσκευών με ιδιαίτερες δυνατότητες και ευελιξία, το πρόβλημα της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με τις μηχανές επαναπροσδιορίζεται και λαμβάνει νέες διαστάσεις, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη διαδικασία και τη μεθοδολογία σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων. Αν συγκρίνουμε τη μεθοδολογία σχεδίασης των πρώτων μηχανών με αυτή των σύγχρονων υπολογιστών, παρατηρούμε ότι η διαδικασία στο παρελθόν υπήρξε αργή, επίπονη και στηρίχτηκε σε εμπειρικές τεχνικές. Για παράδειγμα είναι εμφανής η σταδιακή βελτίωση των χειριστηρίων από την πρώτη αυτό-κινούμενη άμαξα μέχρι το σύγχρονο αυτοκίνητο και η προσαρμογή τους στα χαρακτηριστικά των χρηστών τους. Όμως μια τέτοια διαδικασία δεν είναι εφαρμόσιμη στα σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα, τα οποία έχουν έναν κύκλο πολύ μικρότερο. Επίσης, το τεχνολογικό υπόβαθρο της αλληλεπίδρασης έχει ραγδαία εξελιχθεί. Το Διαδίκτυο, συστήματα εικονικής πραγματικότητας, φορητές υπολογιστικές συσκευές, υπολογιστές ενσωματωμένοι σε ενδύματα, αυτόνομα συστήματα, χρήση αισθητήρων ήχου και ομιλίας για την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, πολλαπλά μέσα και πολλές εφαρμογές των υπολογιστών, θέτουν νέες προκλήσεις στη σχεδίαση τους. Συνεπώς, θα πρέπει να ορίζονται συνεχώς νέοι κανόνες και νέες μεθοδολογίες σχεδίασης των σύγχρονων υπολογιστών, με στοχο την ανάπτυξη **εύχρηστων** συστημάτων.

Επιπτώσεις

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η σημασία της **ευχρηστίας** (usability) των υπολογιστών καθώς και της συνολικής **εμπειρίας χρήσης** (user experience) τους είναι ιδιαίτερα μεγάλη σήμερα, λόγω της ευρείας διάδοσής τους, αλλά και λόγω των πολλαπλών χρήσεων τους. Η εξασφάλιση της ευχρηστίας είναι μάλιστα ιδιαίτερη πρόκληση για τους σχεδιαστές των συστημάτων λόγω του διαρκώς μεταβαλλόμενου τεχνολογικού περιβάλλοντος και των νέων εφαρμογών που συνεχώς επινοούνται.

Η σημασία της ευχρηστίας φαίνεται πολύ ξεκάθαρα σε ιδιαίτερες περιπτώσεις όπου οι υπολογιστές συμβάλουν αποφασιστικά στην προστασία της υγείας και της ζωής των πολιτών καθώς και σε οικονομία πόρων για τους χρήστες τους. Για παράδειγμα, υπάρχουν συστήματα που ελέγχουν κρίσιμες λειτουργίες στη βιομηχανία, στην υγεία ή στις μεταφορές. Η ευχρηστία του συστήματος στις περιπτώσεις αυτές, επιτρέπει στον χειριστή του να λαμβάνει γρήγορα και αποτελεσματικά αποφάσεις από τις οποίες εξαρτάται η ζωή και υγεία των πολιτών. Η μελέτη των συνθηκών γνωστών ατυχημάτων, όπως τα πυρηνικά ατυχήματα του Chernobyl και του Three Mile Island, καθώς και κάποιων αεροπορικών ατυχημάτων, έχει δείξει ότι

ένα μεγάλο ποσοστό ευθύνης για το συμβάν οφείλεται στον κακό σχεδιασμό της διεπιφάνειας χρήστη του συστήματος. Συγκεκριμένα, προβλήματα στη διεπιφάνεια χρήσης συνέτειναν σε κακούς χειρισμούς από τον ανθρώπινο παράγοντα, και σε συνδυασμό με αστοχία του εξοπλισμού ή με αρνητικούς εξωγενείς παράγοντες, είχαν σαν αποτέλεσμα να προκληθεί το ατύχημα.

Όμως και σε συστήματα που χρησιμοποιούνται σε λιγότερο κρίσιμες λειτουργίες, η καλή σχεδίαση της διεπιφάνειας χρήστη μπορεί να συντελέσει σε σπανιότερα σφάλματα του χρήστη, μεγαλύτερη απόδοση και περισσότερη ικανοποίησή του. Η βελτίωση της διεπιφάνειας χρήστη μπορεί να έχει συχνά ως συνέπεια μετρήσιμη οικονομία πόρων, λόγω αύξησης της παραγωγικότητας. Ένα τέτοιο κλασικό παράδειγμα είναι η επανασχεδίαση της διεπιφάνειας μίας εφαρμογής υποστήριξης πληροφοριών τηλεφωνικού καταλόγου (Springer, 1987), η οποία είχε ως συνέπεια την μείωση της μέσης διάρκειας κλήσης κατά 5% με ετήσιο κέρδος 40 εκατομμύρια δολάρια για την Αμερικανική τηλεφωνική εταιρία που χρησιμοποιούσε την εφαρμογή.

Η μελέτη της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή έχει αποκτήσει σήμερα και μία νέα σημασία στο χώρο εργασίας, αφού οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ως μηχανές υποστήριξης συνεργασίας και οργάνωσης ομάδων. Στο παρελθόν, όπου η έμφαση στο χώρο εργασίας είχε δοθεί στην αυτοματοποίηση διαδικασιών, η αποδοχή των τεχνολογικών εξελίξεων ήταν άμεση, αφού στις συνθήκες εκείνες ήταν θεμιτή η απαίτηση της άμεσης προσαρμογής της εργασιακής δομής και πρακτικής στις τεχνολογικές εξελίξεις. Οι αλλαγές ήταν ευπρόσδεκτες και είχαν κοινωνική αποδοχή καθώς οι πρώτες εργασίες που αυτοματοποιήθηκαν ήταν εργασίες ρουτίνας. Στις σημερινές επιχειρήσεις όμως, στις οποίες έχει αναγνωρισθεί η συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα στην παραγωγικότητα, η απαίτηση είναι, αντί η τεχνολογία να καθορίζει το περιεχόμενο της εργασίας και την οργανωτική δομή όπως παλιότερα, οι άνθρωποι να είναι εκείνοι που αποφασίζουν για την καλύτερη χρήση της τεχνολογίας. Ο σχεδιασμός των συστημάτων θα πρέπει συνεπώς να γίνεται με σεβασμό και προσεκτική μελέτη των χαρακτηριστικών του χρήστη είτε ως ατόμου, είτε ως μέλους μιας ευρύτερης ομάδας.

Όμως πέραν αυτών των σημαντικών επιπτώσεων στο σύγχρονο χώρο εργασίας, η σχεδίαση των υπολογιστών σήμερα, εστιάζεται όλο και περισσότερο σε δραστηριότητες που αφορούν την καθημερινή μας ζωή και λαμβάνουν χώρα στα σπίτια μας, ή ενώ είμαστε σε κίνηση. Η σχεδίαση της αλληλεπίδρασης των υπολογιστών σε αυτή την περίπτωση, που περιγράφεται ως το τρίτο κύμα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή από τη Bodker (2006), αποτελεί την πιο σημαντική πρόκληση της επιστημονικής αυτής περιοχής.

Σημασία για την επιστήμη υπολογιστών

Η επιστημονική κοινότητα της πληροφορικής και η βιομηχανία λογισμικού έχει ενσωματώσει στην πρακτική της και το γνωστικό της αντικείμενο πορίσματα της επιστήμης αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή, όπως για παράδειγμα τις τεχνικές ευχρηστίας, αναγνωρίζοντας το σημαντικό ρόλο της τελευταίας στο σχεδιασμό υπολογιστικών συστημάτων. Φαίνεται δηλαδή, ότι το επιστημονικό πεδίο της αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή έχει αντίκρισμα σε αυξανόμενο βαθμό στην αγορά εργασίας και επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη προϊόντων. Διεθνείς επιστημονικές και επαγγελματικές ενώσεις όπως η ACM Special Interest Group in Computer-Human Interaction (SigCHI) και η Usability Professionals Association (UPA) έχουν απήχηση σε ολοένα περισσότερες χώρες του κόσμου.

Αυτή η διάδοση του πεδίου, σε επιστημονικό και επαγγελματικό επίπεδο, δεν οδηγεί απαραίτητα σε βελτίωση της ποιότητας των συστημάτων και των προϊόντων. Έτσι, διαφήμιση συστημάτων ως «φιλι-

κών προς τον χρήστη», συχνά καταλήγει να υπονοεί μόνο το γεγονός της ενσωμάτωσης διαδραστικών τεχνολογιών και να αποκρύπτει, σε ορισμένες περιπτώσεις, σοβαρές δυσλειτουργίες του προϊόντος. Είναι γνωστό ότι η παραγωγή εύχρηστου λογισμικού δεν είναι εύκολη διαδικασία, καθώς απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και εμπειρία. Ειδικότερα, η υψηλή ευχρηστία ενός συστήματος προκύπτει, όπως έχει αποδειχθεί, ως αποτέλεσμα της εφαρμογής στο σχεδιασμό διαδραστικών συστημάτων, τόσο της θεωρίας και των κανόνων που διέπουν την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή όσο και μιας επίπονης διαδικασίας ανάλυσης και αξιολόγησης.

Τέλος, η εκτεταμένη ανάγκη ανάπτυξης διαδικτυακών συστημάτων έχει επιταχύνει τον κύκλο ανάπτυξης λογισμικού, ενώ έχει προκαλέσει αύξηση του πλήθους ανθρώπων που παράγουν λογισμικό. Επίσης, έχει επιταχύνει το χρόνο που απαιτείται μεταξύ της ολοκλήρωσης μιας εφαρμογής και της έναρξης χρήσης της από πραγματικούς χρήστες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να παρατηρείται από πολλούς ότι στο Διαδίκτυο υπάρχει ένα σοβαρό έλλειμμα ευχρηστίας (Nielsen 1999). Κατά συνέπεια, σήμερα γίνεται πιο επιτακτική η ανάγκη να μελετηθεί η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή και να εφαρμοστούν ευρέως τα πορίσματά της στη βιομηχανία της πληροφορικής και υπολογιστών.

Σπουδές στην επιστήμη Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή

Οι γνώσεις που απαιτούνται για την ανάπτυξη εύχρηστων διαδραστικών συστημάτων και εφαρμογών παρουσιάζουν μια μοναδικότητα, αφού αφορούν μεταξύ άλλων μελέτη και κατανόηση του ανθρώπου ως χρήστη του υπολογιστή. Μέχρι πρότινος, στις τυπικές σπουδές της επιστήμης των υπολογιστών, ο άνθρωπος δεν αποτελούσε αντικείμενο μελέτης. Οι σπουδαστές αποκτούσαν έτσι καλή γνώση της τεχνολογίας αλλά τους διέφευγε η ανάγκη μελέτης και κατανόησης των ανθρώπινων χαρακτηριστικών που αφορούν τη χρήση των υπολογιστικών συστημάτων. Αυτό ακριβώς το κενό στις σπουδές πληροφορικής και υπολογιστών ήρθε να καλύψει και να συμπληρώσει η επιστήμη της αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή, αφού παρέχει τις πρόσθετες εκείνες γνώσεις που απαιτούνται για την ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών. Η **Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή** έχει καθιερωθεί τα τελευταία χρόνια ως μια από τις θεμελιώδεις ενότητες του προγράμματος σπουδών Πληροφορικής και Επιστήμης Υπολογιστών. Μάλιστα, και στη χώρα μας έχει δοθεί έμφαση στο αντικείμενο αυτό, όπως φαίνεται από επισκόπηση προγραμμάτων σπουδών τμημάτων πληροφορικής, μηχανικών υπολογιστών, αλλά και τμημάτων σχεδίασης, μέσων μαζικής επικοινωνίας, και άλλων σχετικών πεδίων. Η κοινή ομάδα ACM/IEEE που πρότεινε ένα πρότυπο πρόγραμμα σπουδών Πληροφορικής (Sahami et al. 2013) έχει συμπεριλάβει το αντικείμενο αυτό, ως ένα από τα εννέα θεμελιώδη αντικείμενα του κορμού του προγράμματος σπουδών¹, ήδη από τη δεκαετία του '90. Τα Ελληνικά Πανεπιστήμια έχουν ενσωματώσει σχετικά μαθήματα στο πρόγραμμα σπουδών των Τμημάτων Υπολογιστών και Πληροφορικής, συνήθως ως μαθήματα επιλογής στα τελευταία έτη σπουδών. Σε κάποιες περιπτώσεις, κύρια σε Αγγλοσαξονικές και Σκανδιναβικές χώρες, τα αντί-

¹ Τα 18 θεμελιώδη γνωστικά αντικείμενα της Επιστήμης Υπολογιστών κατά την κοινή επιτροπή ACM/IEEE είναι: AL-Algorithms and Complexity, AR-Architecture and Organization, CN-Computational Science, DS-Discrete Structures, GV-Graphics and Visualization, HCI-Human-Computer Interaction, IAS-Information Assurance and Security, IM-Information Management, IS-Intelligent Systems, NC-Networking and Communication, OS-Operating Systems, PBD-Platform-based Development, PD-Parallel and Distributed Computing, PL-Programming Languages, SDF-Software Development Fundamentals, SE-Software Engineering, SF-Systems Fundamentals, SP-Social Issues and Professional Practice

στοιχα μαθήματα είναι υποχρεωτικά μαθήματα κορμού. Επίσης, σχετικά μαθήματα εμφανίζονται σε σχολές και τμήματα με αντικείμενο τη σχεδίαση (design), αρχιτεκτονική, μέσα επικοινωνίας, γνωστική ψυχολογία κλπ.

Περιεχόμενα Τόμου

Το βιβλίο αυτό, έχει προκύψει από τη συσσωρευμένη εμπειρία της συγγραφικής ομάδας στη διδασκαλία του αντικειμένου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση επί σειρά ετών. Απευθύνεται κυρίως σε φοιτητές Τμημάτων Υπολογιστών και Πληροφορικής. Επίσης, μπορεί να φανεί χρήσιμο σε ερευνητές και φοιτητές που μελετούν την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή από την οπτική γωνία άλλων επιστημών (εργονομία, γνωστική ψυχολογία κλπ.). Ακόμη, ενδιαφέρει όσους εμπλέκονται στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη, τη σύνταξη προδιαγραφών και την αξιολόγηση λογισμικού - υπολογιστικών συστημάτων που αλληλεπιδρούν με τους χρήστες τους.

Το υλικό του βιβλίου έχει δομηθεί σε 12 κεφάλαια. Κάθε κεφάλαιο συνοδεύεται από προτεινόμενες ασκήσεις και δραστηριότητες, ενώ το τελευταίο κεφάλαιο περιλαμβάνει ενδεικτικά εργαστηριακά θέματα. Το περιεχόμενο του βιβλίου εμπλουτίζεται από υλικό που βρίσκεται στο δικτυακό τόπο του βιβλίου, ενώ συνοδευτικό υλικό, υπό μορφή διαλέξεων, ασκήσεων, διαφανειών, κλπ, διατίθεται στο ανοικτό μάθημα με τίτλο: «Επικοινωνία Ανθρώπου-Μηχανής και Σχεδίαση Διαδραστικών Συστημάτων» που βρίσκεται στον ιστότοπο ανοικτών μαθημάτων του Πανεπιστημίου Πατρών (eclass.upatras.gr) και στο Εθνικό αποθετήριο (opencourses.gr)

Η διάταξη και το περιεχόμενο των κεφαλαίων είναι το εξής:

- Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή. Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η προβληματική της περιοχής Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή (ΑΑΥ), γίνεται αναφορά στις εμπλεκόμενες επιστήμες, πραγματοποιείται μία ιστορική επισκόπηση του πεδίου και παρουσιάζονται βασικές έννοιες της ΑΑΥ. Ακόμη, συζητώνται οι προοπτικές της ΑΑΥ σε συνάρτηση με την εξέλιξη της τεχνολογίας. Στο κεφάλαιο αναλύονται παραδείγματα από την περιοχή της αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή και εξετάζονται βασικοί λόγοι για τους οποίους είναι χρήσιμη η μελέτη της γνωστικής αυτής περιοχής.
- Κεφάλαιο 2: Ο άνθρωπος. Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η εισαγωγή σε θεωρίες και μοντέλα που περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά του ανθρώπου με έμφαση στον τρόπο με τον οποίο το άτομο αντιλαμβάνεται τα εξωτερικά ερεθίσματα (αντίληψη), τα επεξεργάζεται (επεξεργασία) και αντιδρά (αντίδραση) σε αυτά. Το κεφάλαιο αυτό εξετάζει τα γνωστικά μοντέλα όπως είναι το Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή, την αντίληψη και μάλιστα την οπτική αντίληψη, τους νόμους οργάνωσης οπτικών ερεθισμάτων Gestalt, το μηχανισμό της προσοχής και τη λειτουργία της μνήμης, καθώς και και την οργάνωση της γνώσης. Επίσης στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται μοντέλα ανθρώπινων δεξιοτήτων, όπως είναι ο νόμος εξάσκησης, ο νόμος Hick-Hyman, ο νόμος Fitts, τα μοντέλα GOMS και το μοντέλο πληκτρολογήσεων, αλλά και μοντέλα διαδραστικής αναζήτησης πληροφορίας όπως είναι τα μοντέλα Snif-ACT, CoLiDeS και MESA.
- Κεφάλαιο 3: Αλληλεπίδραση. Το κεφάλαιο αυτό περιγράφει διαστάσεις της αλληλεπίδρασης του χρήστη με τον υπολογιστή. Ειδικότερα, γίνεται εισαγωγή στα νοητικά μοντέλα χρήστη (ιδιότητες νοητικών μοντέλων, νοητική περιστροφή) και διάκριση μεταξύ δομικών και λειτουργικών μοντέλων συσκευών. Αναλύεται η χρήση μεταφορών για τη δόμηση των νοητικών μοντέλων και εξηγείται πώς αυτά τα νοητικά μοντέλα αξιοποιούνται για τη σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων.

Περιγράφεται η ανάπτυξη του μοντέλου χρήστη και του μοντέλου σχεδιαστή, και αναλύεται πώς το μοντέλο συστήματος χρησιμοποιείται για να επικοινωνηθεί στο χρήστη το εννοιολογικό μοντέλο σχεδιαστή. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το μοντέλο αλληλεπίδρασης επτά σταδίων του D. Norman, και ο ρόλος των δυνατοτήτων (affordances) των τεχνουργημάτων στη δόμηση του νοητικού μοντέλου χρήστη. Επίσης, παρουσιάζονται εναλλακτικά μοντέλα μελέτης της αλληλεπίδρασης ατόμου ή ομάδων με την τεχνολογία. Τέλος, επιχειρείται μία εισαγωγή στα κοινωνικά μοντέλα αλληλεπίδρασης, όπως είναι τα μοντέλα διαλόγου και συνομιλίας, η θεωρία της δραστηριότητας και τα κοινωνιοτεχνικά μοντέλα ανάλυσης.

- Κεφάλαιο 4: Διαδραστικές συσκευές. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται εισαγωγή στις τεχνολογίες διαδραστικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στο υλικό (hardware) των υπολογιστικών συστημάτων που αφορά την αλληλεπίδραση με το χρήστη, δηλαδή στις συσκευές εισόδου (πληκτρολόγια και διατάξεις, δεικτικές συσκευές ειδικού σκοπού, ακουστική είσοδος) και στις συσκευές εξόδου (οθόνες σε διάφορες μορφές και μεγέθη, ακουστική έξοδος). Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην αλληλεπίδραση με κείμενα και σε κανόνες αναγνωσιμότητας. Επίσης, επιχειρείται μια σύντομη εισαγωγή σε συσκευές για άτομα με ειδικές ανάγκες (βοηθητικές τεχνολογίες).
- Κεφάλαιο 5: Στυλ αλληλεπίδρασης. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται διαφορετικά στυλ αλληλεπίδρασης (interaction styles) ανθρώπου-υπολογιστή, με ιδιαίτερη έμφαση στο στυλ «απευθείας χειρισμού» (direct manipulation), το οποίο αποτελεί και το κυρίαρχο στυλ αλληλεπίδρασης στις σύγχρονες γραφικές διεπιφάνειες. Ακόμη, γίνεται αναφορά σε άλλα στυλ, όπως είναι η αλληλεπίδραση στον τρισδιάστατο χώρο και η αλληλεπίδραση μέσω γραμμής εντολών, μενού επιλογών, συμπλήρωσης φορμών και φυσικής γλώσσας.
- Κεφάλαιο 6: Απτική αλληλεπίδραση. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι βασικές μέθοδοι απτικής αλληλεπίδρασης καθώς και τα σημαντικότερα είδη απτικών διεπαφών, ενώ δίνονται παραδείγματα εφαρμογών τους. Η απτική αλληλεπίδραση είναι μία νέα και αναδυόμενη μορφή αλληλεπίδρασης, η οποία συμπληρώνει την παραδοσιακή οπτικοακουστική επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής.
- Κεφάλαιο 7: Μοντέλα και μέθοδοι σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων. Το κεφάλαιο αυτό εστιάζεται σε μοντέλα ανάπτυξης συστημάτων λογισμικού. Εισάγεται η έννοια της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων (Human-Centred Design) και γίνεται αναφορά στο πρότυπο ISO 9241-210 που περιγράφει τον κύκλο ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων. Μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στις φάσεις ανάλυσης και σχεδιασμού διαδραστικών εφαρμογών. Για τις φάσεις αυτές περιγράφονται κατάλληλες μέθοδοι και τεχνικές. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται μία μελέτη περίπτωσης που αφορά στις φάσεις ανάλυσης και σχεδιασμού ενός διαδραστικού εκδοτηρίου εισιτηρίων. Τα επόμενα κεφάλαια συμπληρώνουν τη διαδικασία ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων από πλευράς οδηγιών, μεθόδων προδιαγραφών, εργαλείων ανάπτυξης και αξιολόγησης.
- Κεφάλαιο 8: Εργαλεία και μέθοδοι σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ζητήματα σχεδιασμού αλληλεπίδρασης με την προσέγγιση του χρηστοκεντρικού σχεδιασμού. Η συζήτηση οργανώνεται μέσα από ζητήματα που αφορούν στην αλληλεπίδραση με διαδικτυακές εφαρμογές με ιδιαίτερη αναφορά στην αναζήτηση πληροφορίας. Και αυτό γιατί ο σχεδιασμός τέτοιου είδους δικτυακών τόπων και εφαρμογών αποτελούν ένα από τα κυρίαρχα παραδείγματα αλληλεπίδρασης της εποχής μας. Στο πλαίσιο του κεφαλαίου παρουσιάζονται οι πλέον διαδεδομένες προσεγγίσεις για την κατανόηση του προφίλ των χρηστών, για το σχεδιασμό της

πληροφοριακής αρχιτεκτονικής όπως η ταξινόμηση καρτών αλλά και για την αναγνώριση συγκεκριμένων στόχων χρηστοκεντρικού σχεδιασμού που λαμβάνουν υπόψη το διττό στόχο ενός δικτυακού τόπου ή εφαρμογής: Την υλοποίηση ενός λογισμικού που την ίδια στιγμή εμπεριέχει (σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό) και στοιχεία ενός υπερκειμενικού συστήματος.

- Κεφάλαιο 9: Τεχνικές αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι βασικές μέθοδοι και τεχνικές αξιολόγησης ευχρηστίας διαδραστικού λογισμικού. Η αξιολόγηση συνιστά μια κρίσιμη και αυτονόητη απαίτηση για την ανάπτυξη αξιόλογου διαδραστικού λογισμικού. Η ταξινόμηση και η παρουσίαση των μεθόδων γίνεται ανάλογα με το αν σε αυτές συμμετέχουν ή όχι τελικοί χρήστες.
- Κεφάλαιο 10: Οικονομική αποτίμηση ευχρηστίας: Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται οι βασικές τεχνικές για την κοστολόγηση υπηρεσιών αξιολόγησης ευχρηστίας καθώς και για τον υπολογισμό της προσδοκώμενης οικονομικής απόδοσης από την εφαρμογή τέτοιων τεχνικών. Αν και για τον αναγνώστη του συγγράμματος η σημασία και η αξία του χρηστοκεντρικού σχεδιασμού φαίνεται αυτονόητη, σε ένα εταιρικό περιβάλλον οι αποφάσεις επηρεάζονται από οικονομοτεχνικές μελέτες που καταδεικνύουν με μετρήσιμο αποτέλεσμα τη σημασία της υιοθέτησης τέτοιων πρακτικών. Για το λόγο αυτό, κρίνεται αναγκαίο να εξοικειωθεί ο φοιτητής τόσο με τις βασικές αρχές κοστολόγησης υπηρεσιών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού όσο και με τρόπους να εκτιμηθεί το συγκεκριμένο όφελος, που θα έχει ο πελάτης-εταιρία, με όρους απομείωσης κόστους, ανάπτυξης, αύξησης πωλήσεων-επισκεψιμότητας καθώς και αύξησης αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια της χρήσης της υπηρεσίας
- Κεφάλαιο 11: Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση για τη μέτρηση εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων. Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει ζητήματα μεθοδολογίας έρευνας του πεδίου αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή, εστιάζοντας στην περίπτωση του πειραματικού σχεδιασμού. Ειδικότερα, γίνεται μία επισκόπηση των βασικών στατιστικών εννοιών και μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση πειραματικών δεδομένων τα οποία προκύπτουν από τη μέτρηση της εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων. Το κεφάλαιο εστιάζεται στην επιλογή του κατάλληλου στατιστικού τεστ στις προϋποθέσεις χρήσης του καθώς και στην ερμηνεία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων του, και όχι στην περιγραφή των μαθηματικών του υπολογισμών ή στη χρήση κάποιου συγκεκριμένου στατιστικού πακέτου για την εφαρμογή του. Αν και η έμφαση δίνεται στη μέτρηση της εμπειρίας του χρήστη διαδραστικών συστημάτων, οι πειραματικές διαδικασίες και στατιστικές μέθοδοι που παρουσιάζονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή και ποσοτική ανάλυση δεδομένων σε διάφορα πλαίσια επιστημονικής έρευνας.
- Κεφάλαιο 12: Το παρόν κεφάλαιο, συμπληρωματικό του κυρίως υλικού του βιβλίου, παρουσιάζει ενδεικτικές εργαστηριακές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν την εφαρμογή τεχνικών για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων. Επιλέξαμε να παρουσιάσουμε τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν στο σύντομο χρονικό πλαίσιο μίας εργαστηριακής δραστηριότητας, έχουν ελάχιστες απαιτήσεις σε εξειδικευμένο εξοπλισμό και υποστηρίζονται από λογισμικό που διατίθεται δωρεάν. Ως εκ τούτου, οι προτεινόμενες δραστηριότητες μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν για το εργαστηριακό σκέλος ενός εξαμηνιαίου μαθήματος. Ασφαλώς, υπάρχει πληθώρα επιπρόσθετων μεθόδων που έχουν προταθεί στο πεδίο Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή οι οποίες δεν είναι δυνατόν να συμπεριληφθούν στο παρόν κεφάλαιο.

- Παράρτημα. Το παράρτημα περιέχει ένα Γλωσσάρι των όρων που χρησιμοποιούνται μέσα στο βιβλίο.

Το παρόν σύγγραμμα είναι προϊόν συνεργατικής προσπάθειας πολλών ανθρώπων. Η ανθρωποκεντρική σχεδίαση προκρίνει μία επαναληπτική διαδικασία ανάπτυξης. Έτσι, και το παρόν σύγγραμμα ακολούθησε μία επαναληπτική διαδικασία συγγραφής. Αρχικά, ορίστηκε ένας υπεύθυνος συγγραφής κάθε κεφαλαίου. Συγκεκριμένα, ο υπεύθυνος συγγραφής για τον πρόλογο και τα κεφάλαια 1, 2 και 3 είναι ο καθ. Νικόλαος Αβούρης, για τα κεφάλαια 4, 5, 7, 11 και 12 ο δρ. Χρήστος Κατσάνος, για τα κεφάλαια 8, 9 και 10 ο επ. καθ. Νικόλαος Τσέλιος και για το κεφάλαιο 6 ο επ. καθ. Κωνσταντίνος Μουστάκας. Ακολουθούσε, κριτική ανάγνωση του κάθε κεφαλαίου τόσο από την επιμελήτρια των κειμένων δρ. Νικολέτα Γιαννούτσου όσο και από κάποιον από τους υπόλοιπους συγγραφείς. Έπειτα, ο υπεύθυνος συγγραφής του κεφαλαίου προχωρούσε σε αναθεωρημένη έκδοσή του, και ο κύκλος επαναλαμβανόταν για κάθε ένα από τα κεφάλαια του βιβλίου. Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει και στην κ. Δήμητρα Ρίζου για την καλλιτεχνική και γραφιστική επιμέλεια τόσο των επιμέρους εκδόσεων των κεφαλαίων όσο και του τελικού βιβλίου.

Στόχος

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη του βιβλίου αυτού θα πρέπει να είστε σε θέση να αναφέρετε επιγραμματικά τις κύριες θεωρίες της γνωστικής ψυχολογίας και της κοινωνιολογίας που αφορούν την ανθρώπινη συμπεριφορά και να δώσετε παραδείγματα που να εξηγούν πώς τα μοντέλα που προτείνουν οι θεωρίες αυτές, επηρεάζουν το σχεδιασμό διαδραστικών συστημάτων. Ακόμη, θα πρέπει να είστε σε θέση να περιγράψετε την τρέχουσα τεχνολογία διαδραστικών συστημάτων, τις κυριότερες συσκευές εισόδου-εξόδου και να προσδιορίσετε παραμέτρους που επηρεάζουν την επιλογή κατάλληλης τεχνολογίας κατά το σχεδιασμό ενός διαδραστικού συστήματος. Θα πρέπει να μπορείτε να δώσετε παραδείγματα επιλογής τεχνολογίας για άτομα με ειδικές ανάγκες. Επίσης, θα πρέπει να είστε σε θέση να σχεδιάσετε κατάλληλο διαδραστικό σύστημα για να αντιμετωπίσετε ένα δοθέν πρόβλημα, ακολουθώντας βήμα-προς-βήμα τη μεθοδολογία ανθρωπο-κεντρικού σχεδιασμού. Στη συνέχεια, θα πρέπει να είστε σε θέση να ορίσετε μετρήσιμους στόχους ευχρηστίας του συστήματος και να αξιολογήσετε το αποτέλεσμα με διαφορετικές εναλλακτικές αναλυτικές ή εμπειρικές μεθόδους. Στο πλαίσιο της διαδικασίας αυτής, θα πρέπει να είστε σε θέση να συντάξετε τις προδιαγραφές της διεπιφάνειας χρήστη ενός συστήματος χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές. Θα πρέπει, τέλος, να γνωρίζετε και να είστε σε θέση να χρησιμοποιήσετε, τους ειδικούς κανόνες που αφορούν το σχεδιασμό και την αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων για εφαρμογές Διαδικτύου.

Ευχαριστίες,

Το υλικό του βιβλίου αυτού είναι αποτέλεσμα εμπειρίας διδασκαλίας του αντικειμένου του από τους συγγραφείς σε Πανεπιστήμια και ΤΕΙ της χώρας μας για πάνω από 20 χρόνια, σε επίπεδο προπτυχιακών και μεταπτυχιακών μαθημάτων καθώς και σε επίπεδο διδακτορικής έρευνας στην περιοχή της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Γενιές φοιτητών έχουν αλληλεπιδράσει με τους διδάσκοντες στις αίθουσες διδασκαλίας και τα εργαστήρια, συνεισφέροντας τις ιδέες και τον ενθουσιασμό τους, συμβάλλοντας σε μεγάλο βαθμό στη διαμόρφωση του περιεχομένου του βιβλίου. Τους ευχαριστούμε ολόθερμα. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλονται στο Πρόγραμμα «Κάλλιπος Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα», που επιχορήγησε την ανάπτυξη του υλικού του βιβλίου με τη μορφή Ανοικτού Ηλεκτρονικού Ακαδημαϊκού Συγγράμματος,

επιτρέποντας την ευρύτερη δυνατή διάδοσή του με ελεύθερη άδεια χρήσης. Η χρηματοδότηση προέρχεται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και δια βίου μάθησης του Υπουργείου Παιδείας (ΕΣΠΑ 2007-2013). Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα πρέπει να δοθούν στην δρ. Νικολέτα Γιαννούτσου που επιμελήθηκε τα κείμενα και στην κ. Δήμητρα Ρίζου για την καλλιτεχνική και γραφιστική επιμέλεια.

1

Εισαγωγή

Σκοπός

Σκοπός αυτού του αρχικού κεφαλαίου είναι η εισαγωγή στις βασικές έννοιες της περιοχής Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή (στο εξής: ΑΑΥ), η ιστορική θεμελίωση της περιοχής και συζήτηση των προοπτικών της σε συνάρτηση με την εξέλιξη της τεχνολογίας, καθώς και η ανασκόπηση βασικών λόγων που επιβάλλουν την μελέτη του γνωστικού αυτού αντικείμενου στο πλαίσιο των σπουδών πληροφορικής.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Όταν ολοκληρωθεί η μελέτη του κεφαλαίου αυτού θα πρέπει να είστε σε θέση:

- Να διατυπώσετε τους ορισμούς: Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή, διαδραστικό σύστημα, ευχρηστία και εμπειρία χρήσης διαδραστικών συστημάτων.
- Να κάνετε αναφορά στους κυριότερους σταθμούς και συντελεστές στην ιστορία της ΑΑΥ.
- Να αναφέρετε τις συνιστώσες επιστήμες του πεδίου ΑΑΥ με την αντίστοιχη συνεισφορά τους.
- Να γνωρίζετε τους λόγους για τους οποίους ο επιστήμονας πληροφορικής είναι υποχρεωμένος να μελετήσει τις θεωρίες της ΑΑΥ και να έχει λειτουργική γνώση των τεχνικών χρηστο-κεντρικής σχεδίασης και αξιολόγησης διαδραστικών τεχνολογιών.
- Να γνωρίζετε τις περιοχές έρευνας της επιστήμης ΑΑΥ και τις προοπτικές και προκλήσεις της περιοχής καθώς η τεχνολογία και η χρήση της εξελίσσεται.

Έννοιες Κλειδιά

Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (Human-Computer Interaction), Διαδραστικά υπολογιστικά συστήματα (Interactive Computer Systems), Σχεδιασμός διεπιφάνειας Χρήστη (User Interface Design), Ευχρηστία λογισμικού (Software Usability), Εμπειρία χρήστη (User Experience) Χρηστο-κεντρικός σχεδιασμός (User-centred design).

1.1 Ορισμοί και αντικείμενο μελέτης

Η ανάγκη αλληλεπίδρασης όλο και περισσότερων ανθρώπων με υπολογιστικά συστήματα διαφόρων τύπων αυξάνεται καθώς η χρήση των υπολογιστών επεκτείνεται και οι υπολογιστές υπεισέρχονται ολοένα και περισσότερο σε νέες πτυχές της ζωής μας στις σύγχρονες κοινωνίες. Η ανάγκη συνεπώς να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή γίνεται επιτακτική. Η μελέτη αυτή έχει σκοπό να οδηγήσει στη βελτίωση της **διεπιφάνειας ανθρώπου-υπολογιστή** (human-computer interface), δηλαδή του ενδιάμεσου που διευκολύνει την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση μεταξύ του ανθρώπου και των μηχανών με τις οποίες αλληλεπιδρά. Η μελέτη αυτή είναι αντικείμενο της επιστημονικής περιοχής που είναι γνωστή ως "Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (ΑΑΥ)" (Human-Computer Interaction, HCI). Σύμφωνα με την ACM², η Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή είναι η γνωστική περιοχή της πληροφορικής που μελετάει το *σχεδιασμό, ανάπτυξη και αξιολόγηση διαδραστικών υπολογι-*

2

<http://www.sigchi.org/>

ACM: Association of Computing Machinery, Η γνωστή διεθνής Επιστημονική Ένωση Πληροφορικής

στικών συστημάτων (interactive computer systems) δηλαδή συστημάτων που αλληλεπιδρούν σε σημαντικό βαθμό με τους χρήστες τους. Τα κύρια πορίσματα και η συσσωρευμένη εμπειρία της γνωστικής αυτής περιοχής υπό μορφή εμπειρικών κανόνων και μεθόδων, έχουν ως στόχο να υποστηρίξουν τη σχεδίαση υπολογιστικών συστημάτων τα οποία παρέχουν θετική εμπειρία χρήσης, και είναι εύχρηστα και προσαρμοσμένα στις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά των χρηστών τους.

Η Επιστήμη Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή εστιάζεται σε δύο θέματα. Αφενός μελετάει φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση των ανθρώπων με τις σύγχρονες τεχνολογίες και τους υπολογιστές, αφετέρου δε, προτείνει εργαλεία, μεθόδους, και θεωρητικά μοντέλα που επιτρέπουν την καλύτερη σχεδίαση **διαδραστικών συστημάτων (interactive systems)** δηλαδή συστημάτων τα οποία έχουν ισχυρή αλληλεπίδραση με τον άνθρωπο.

Όμως αρχικά θα πρέπει να αναρωτηθεί κανείς τι σημαίνει «διαδραστικό σύστημα». Ειδικότερα, χρειάζεται να σκεφτεί κανείς αν όλες οι τεχνολογίες που μας περιβάλλουν είναι διαδραστικού χαρακτήρα. Υπάρχουν τεχνολογίες οι οποίες εξυπηρετούν μεν τον άνθρωπο αλλά δεν αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο. Για παράδειγμα το λογισμικό ενός δρομολογητή του διαδικτύου δεν έχει διαδραστικό χαρακτήρα. Μπορεί ο μηχανικός που το εγκαθιστά και το συντηρεί να αλληλεπιδρά για λίγο με αυτό, αλλά δεν είναι αυτό το κύριο χαρακτηριστικό του. Αντίθετα, οι περισσότερες εφαρμογές σε προσωπικούς υπολογιστές ή στα κινητά τηλέφωνα, οι περισσότερες ιστοσελίδες και εφαρμογές του διαδικτύου σήμερα είναι ισχυρά διαδραστικές, καθώς αλληλεπιδρούν σε μεγάλο βαθμό με τους χρήστες τους. Η αλληλεπίδραση πρέπει να οριστεί σαν μια διαδικασία δράσης - ανάδρασης που πραγματοποιείται σε έναν κύκλο στο χρόνο, ο οποίος είναι περιορισμένος. Τα χρονικά όρια μεταξύ δράσης-ανάδρασης σχετίζονται με τα γνωστικά χαρακτηριστικά του τυπικού χρήστη, όπως ο χρόνος που παραμένει ένα ερέθισμα στη βραχυχρόνια μνήμη, ο μηχανισμός της προσοχής κλπ., τα οποία είναι θέματα που θα συζητήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο του βιβλίου. Η επικοινωνία με τους υπολογιστές διέπεται από παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά της επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων, όπου διακρίνουμε διαφορετικές μορφές επικοινωνίας, όπως σύγχρονη, ή ασύγχρονη. Για παράδειγμα η ανταλλαγή email ή μηνυμάτων κειμένου μέσω φορητών συσκευών είναι συνήθως ασύγχρονη, ενώ αντίθετα, η επικοινωνία μέσω εφαρμογών άμεσου κειμένου (πχ chat) είναι συνήθως σύγχρονη, και η επικοινωνία σε ένα σύστημα τηλεδιάσκεψης ή μια τηλεφωνική επικοινωνία είναι πάντοτε σύγχρονη.

Γιατί θεωρούμε ότι αυτό το γνωστικό αντικείμενο είναι σημαντικό για τις επιστήμες του μηχανικού και της πληροφορικής και πρέπει να εντάσσεται σε ένα κύκλο σπουδών τους; Ο λόγος είναι ότι όσοι σχεδιάζουν νέες τεχνολογίες και υπολογιστικά συστήματα θα πρέπει να είναι σε θέση να εφαρμόζουν εργαλεία, να αξιοποιούν μεθόδους και να γνωρίζουν εκείνες τις θεωρίες οι οποίες θα τους επιτρέπουν να σχεδιάζουν συστήματα κατάλληλα για τους ανθρώπους στους οποίους απευθύνονται.

Συνοψίζοντας, στόχος αυτού του βιβλίου είναι να βοηθήσει τους νέους μηχανικούς και επιστήμονες πληροφορικής και υπολογιστών να αποκτήσουν τις δεξιότητες και γνώσεις ώστε όταν κληθούν να σχεδιάσουν ένα διαδραστικό σύστημα, να είναι σε θέση να το υλοποιήσουν με τέτοιο τρόπο ώστε η αλληλεπίδραση του χρήστη με αυτό να είναι αποτελεσματική, αποδοτική και να αποτελεί μια θετική εμπειρία για αυτόν, μια εμπειρία που του παρέχει ικανοποίηση.

Στη συνέχεια παρέχεται ένα μεθοδολογικό περίγραμμα που περιγράφει το αντικείμενο μελέτης της γνωστικής περιοχής ΑΑΥ και εισάγονται τα κύρια συστατικά της μελέτης, η έννοια της ευχρηστίας και της χρηστοκεντρικής σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων, τέλος αναλύεται η σχέση της γνωστικής αυτής περιοχής με την επιστήμη των υπολογιστών και της πληροφορικής.

1.1.1 Μεθοδολογικό περίγραμμα

Η μέθοδος εργασίας και έρευνας στη γνωστική περιοχή της ΑΑΥ καθορίζεται σε στενή σχέση με τα συστατικά της στοιχεία. Αυτά τα στοιχεία λοιπόν, τα οποία και συνοδεύουν τον ορισμό της κατά την ACM, είναι δύο. Αφενός ο **άνθρωπος**, οι γνωστικές λειτουργίες του οποίου μελετώνται και αναλύονται ενώ η συμπεριφορά του μοντελοποιείται με βάση τα ερεθίσματα που δέχεται από τον υπολογιστή. Αφετέρου ο **υπολογιστής**, ο οποίος σύμφωνα με την εκάστοτε τεχνολογία είναι ικανός να έχει συγκεκριμένη λειτουργία και να παράγει ερεθίσματα ορισμένου τύπου με ορισμένα μέσα. Σε αυτό το δίπολο πρέπει να προστεθεί η **κοινωνική διάσταση** η οποία εστιάζεται στις συνέπειες της εισαγωγής υπολογιστών σε ομάδες ανθρώπων που συνυπάρχουν και συνεργάζονται. Η μελέτη των παραπάνω διαστάσεων παίρνει συγκεκριμένη μορφή μέσω παραδειγμάτων και μελετών περιπτώσεων. Τα παραδείγματα αυτά χρησιμεύουν για την **ανάπτυξη μεθόδων και εργαλείων**, με τα οποία είναι δυνατή η σχεδίαση εύχρηστων διαδραστικών συστημάτων. Στο πλαίσιο αυτών των μεθοδολογιών, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις **τεχνικές αξιολόγησης**, δηλαδή στη μέτρηση της **ευχρηστίας** των διαδραστικών συστημάτων, είτε κατά τη σχεδίαση (διαμορφωτική αξιολόγηση), είτε κατά την φάση παραγωγής του τελικού πρωτοτύπου.

1.1.2 Ευχρηστία υπολογιστικών συστημάτων

Καθώς η επιστήμη ΑΑΥ, πέραν του θεωρητικού χαρακτήρα της, παράγει γνώση τεχνολογικού και μεθοδολογικού χαρακτήρα, η έννοια που τείνει να αποκτήσει κεντρικό ρόλο, είναι αυτή της **Ευχρηστίας συστημάτων** (system usability). Όροι όπως τεχνολογία ευχρηστίας (usability engineering) και μηχανικός ευχρηστίας (usability engineer) έχουν ήδη καθιερωθεί, ενώ τα τελευταία χρόνια, έχουν δημιουργηθεί συνέδρια και περιοδικά που έχουν ως κύριο θέμα τους την ευχρηστία συστημάτων και ειδικότερα την ευχρηστία λογισμικού.

Ο όρος Ευχρηστία καθιερώθηκε, αντί για τον πολυχρησιμοποιημένο και όχι αυστηρά προσδιορισμένο όρο, "φιλικότητα προς το χρήστη". Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 9241, η ευχρηστία ενός συστήματος είναι η ικανότητα του να λειτουργεί αποτελεσματικά και αποδοτικά, ενώ παρέχει ικανοποίηση στους χρήστες του. Η Ευχρηστία του συστήματος αναλύεται στις εξής παραμέτρους:

- (α) ευκολία εκμάθησης,
- (β) υψηλή απόδοση εκτέλεσης έργου,
- (γ) χαμηλή συχνότητα σφαλμάτων χρήστη,
- (δ) ευκολία συγκράτησης της γνώσης χρήσης του
- (ε) υποκειμενική ικανοποίηση χρήστη.

Σε επόμενα κεφάλαια του βιβλίου αυτού, θα μελετηθούν τεχνικές που επιτρέπουν την μέτρηση της ευχρηστίας ενός συστήματος, καθώς και μέθοδοι σχεδίασης της διεπιφάνειας χρήστη με στόχο την επίτευξη προκαθορισμένων επιπέδων ευχρηστίας.

1.1.3 Ευχρηστία ως παράμετρος σχεδίασης

Η έννοια της ευχρηστίας είναι θεμελιώδης για τη γνωστική περιοχή της ΑΑΥ, αφού η ευχρηστία είναι ουσιαστικά το ζητούμενό της και ο βασικός της στόχος. Με άλλα λόγια, η επιστήμη της ΑΑΥ μελετάει τα κύρια χαρακτηριστικά της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με τον υπολογιστή με στόχο το σχεδιασμό εύχρηστων συστημάτων. Η ευχρηστία λοιπόν, είναι μια έννοια κλειδί για τη σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων. Ένα εύχρηστο σύστημα έχει ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να προσδιορίσουμε

και να είμαστε σε θέση και να τα μετρήσουμε όταν ολοκληρωθεί η σχεδίαση, να μπορούμε δηλαδή να αποφανθούμε σε ποιο βαθμό το σύστημα είναι εύχρηστο. Άρα η έννοια της ευχρηστίας, πρέπει να αποκτήσει όχι μόνο ποιοτικά αλλά και ποσοτικά χαρακτηριστικά, να μπορεί δηλαδή να μετρηθεί.

Το πρότυπο ISO-9241, όπως ήδη αναφέρθηκε, ορίζει ότι ευχρηστία είναι η ιδιότητα ενός προϊόντος, -συσκευής ή λογισμικού, ιστοσελίδας κλπ,- να είναι **αποτελεσματικό, αποδοτικό** και να προσφέρει **ικανοποίηση** σε αυτόν που θα το χρησιμοποιεί. Για να εξηγήσουμε καλύτερα τον ορισμό θα σχολιάσουμε τη σημασία των τριών προϋποθέσεων που θέτει. (α) Τι σημαίνει «να είναι ένα προϊόν αποτελεσματικό»; Σημαίνει ότι πρέπει να κάνει αυτό για το οποίο σχεδιάστηκε ή να κάνει αυτό που προσδοκά ο χρήστης του από το προϊόν. (β) Τί σημαίνει για ένα προϊόν «να είναι αποδοτικό»; Με όρους ευχρηστίας, αποδοτικό σημαίνει ότι το προϊόν λειτουργεί με την βέλτιστη χρήση των πόρων. Για παράδειγμα, ένας πολύ βασικός πόρος είναι ο χρόνος κατά συνέπεια το σύστημα για να είναι αποδοτικό θα πρέπει να είναι σε θέση ό,τι κάνει να το κάνει γρήγορα. Επίσης, οι πόροι μπορεί να αφορούν κι άλλες διαστάσεις που σχετίζονται και με την απαιτούμενη υπολογιστική ισχύ κλπ. (γ) Τέλος να επιτελεί τα παραπάνω (α και β), ενώ παρέχει ικανοποίηση στον χρήστη.

Ο ορισμός όμως της ευχρηστίας δεν περιορίζεται μόνο στις τρεις βασικές έννοιες που αναφέραμε πριν (αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και ικανοποίηση χρήστη), θέτει κάποιους όρους: τη δυνατότητα ενός προϊόντος που χρησιμοποιείται από **καθορισμένους χρήστες με καθορισμένους στόχους**, υπό **καθορισμένες συνθήκες χρήσης** να είναι αποτελεσματικό, αποδοτικό και να παρέχει υποκειμενική ικανοποίηση. Αυτό σημαίνει ότι τίθενται τρεις προϋποθέσεις: το προϊόν δηλαδή, πρέπει να είναι αποτελεσματικό, αποδοτικό και να παρέχει ικανοποίηση, όχι όμως για οποιονδήποτε, ούτε για ο,τιδήποτε θέλει ο χρήστης να κάνει ούτε υπό οποιεσδήποτε συνθήκες. Αντίθετα ο ορισμός αναφέρεται σε συγκεκριμένο τύπο χρήστη ή συγκεκριμένη ομάδα χρηστών, που έχουν σκοπό να κάνουν κάτι συγκεκριμένο, και έχουν σκοπό να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Υπό αυτούς τους όρους μόνο, έχει νόημα να μετρηθεί η ευχρηστία. Συνεπώς μέσα από τα όρια και προϋποθέσεις που τίθενται, έμμεσα αντιλαμβανόμαστε ότι για να μετρήσουμε την ευχρηστία πρέπει πρώτα απ' όλα να μάθουμε και να ορίσουμε από πριν, ποιοι είναι οι καθορισμένοι χρήστες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να προσδιορίσουμε τι θέλουν να κάνουν οι χρήστες και να προβλέψουμε υπό ποιες συνθήκες το κάνουν. Αν δεν έχουμε προσδιορίσει σαφώς όλα τα παραπάνω, τότε δεν είναι δυνατόν να μετρήσουμε την ευχρηστία του προϊόντος.

Ο προσδιορισμός αυτών των παραμέτρων (ποιος είναι ο χρήστης, για ποιο σκοπό χρησιμοποιεί το προϊόν, και κάτω από ποιες συνθήκες) δεν είναι πάντοτε απλή υπόθεση. Έτσι λοιπόν, για να κατανοήσουμε ποιος θα είναι ο χρήστης του συστήματος που σχεδιάζουμε, θα πρέπει να προσδιορίσουμε τις ομάδες χρηστών που θα αλληλεπιδράσουν με την τεχνολογία και να καταγράψουμε τα κύρια χαρακτηριστικά τους, επιχειρώντας έτσι να καταλάβουμε όχι μόνο τους χρήστες, αλλά και τις εργασίες που σκοπεύουν να κάνουν με το προϊόν και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες θα το χρησιμοποιήσουν. Το επόμενο βήμα είναι να ορίσουμε μετρικές για να μετρήσουμε την αποτελεσματικότητα, την αποδοτικότητα και την ικανοποίηση των χρηστών από την εμπειρία της αλληλεπίδρασης. Εδώ αγγίξαμε απλώς επιφανειακά το ζήτημα της ευχρηστίας. Στη συνέχεια, ιδιαίτερα στα κεφάλαια 8-10, θα μελετήσουμε πιο αναλυτικά τις τεχνολογίες ευχρηστίας δηλαδή πώς θα κάνουμε πιο συστηματική την διαδικασία μέτρησης της ευχρηστίας, έτσι ώστε η ευχρηστία να είναι στο τέλος εντός αποδεκτών ορίων.

1.1.4 Ανθρωποκεντρική Σχεδίαση

Μια ακόμη σημαντική παράμετρος της επιστημονικής περιοχής της ΑΑΥ, είναι η διαδικασία σχεδίασης διαδραστικών τεχνολογιών. Σχεδίαση είναι, όπως γνωρίζουμε και από άλλες περιοχές της επιστήμης, η

διαδικασία κατά την οποία ξεκινάμε από κάποια ιδέα ενός καινούργιου προϊόντος ή υπηρεσίας, και προχωράμε βήμα-βήμα να το περιγράψουμε, πρώτα ως ένα πρωτότυπο και μετά με μεγαλύτερη λεπτομέρεια, ώστε να το υλοποιήσουμε ως νέο προϊόν. Στη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, θα πρέπει οπωσδήποτε να μετρήσουμε εάν το προϊόν αυτό θα ικανοποιεί τις ανάγκες και τις αρχικές απαιτήσεις ευχρηστίας. Το ερώτημα όμως που τίθεται εδώ είναι πως το επιτυγχάνουμε αυτό, γιατί σε αντίθεση με τα άλλα προϊόντα που σχεδιάζουμε και επιθυμούμε να έχουν ορισμένη απόδοση, στις διαδραστικές τεχνολογίες εισάγεται ένας παράγων αβεβαιότητας, που σχετίζεται με τη συμπεριφορά του χρήστη. Γι' αυτό, στα διαδραστικά συστήματα, δε μετράμε απλώς την απόδοση ενός προϊόντος, αλλά μετράμε την απόδοσή του σε τυπικές συνθήκες χρήσης του, περιλαμβάνοντας έτσι και την συμπεριφορά του χρήστη. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι ο τυπικός χρήστης και το προϊόν καθώς και η αλληλεπίδρασή τους, αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο, μία ενότητα. Αυτή η ενότητα αποτελεί μία σημαντική διάσταση στο σχεδιασμό ενός διαδραστικού συστήματος και άρα πρέπει να την προβλέψουμε και στο πλαίσιο της να αποφανθούμε στο τέλος εάν για το συγκεκριμένο χρήστη το προϊόν αυτό είναι εύχρηστο ή όχι. Συνεπώς, εισάγουμε τον άνθρωπο μέσα στο παρατηρήσιμο πλαίσιο, κάτι που σημαίνει ότι εισάγουμε την αβεβαιότητα του ανθρώπινου παράγοντα. Αυτό σημαίνει ότι δημιουργούνται συνθήκες όπου το παρατηρήσιμο δεν είναι πλέον ένα φυσικό σύστημα ή ένα τεχνούργημα, αλλά είναι ένα σύστημα που περιλαμβάνει τον άνθρωπο, και ειδικότερα τη δράση του και τη συμπεριφορά του, κάτι που δεν είναι πάντοτε εύκολο να προβλεφθεί ή να προσδιοριστεί με ακρίβεια, γι' αυτό γίνεται πιο δύσκολη η παρατήρηση και η μέτρηση.

Στη διαδικασία σχεδιασμού λοιπόν, το ζητούμενο είναι να αποφανθούμε ότι το προϊόν θα είναι εύχρηστο όταν τεθεί σε παραγωγική χρήση, με βάση μια μελέτη του προϊόντος όταν ήταν πρωτότυπο. Υπάρχει όμως, μια εγγενής δυσκολία στο συλλογισμό αυτό, αφού για να ισχυριστούμε ότι είναι εύχρηστο ένα προϊόν, πρέπει να έχουμε βάλει και τον τυπικό χρήστη στην εξίσωση. Ο άνθρωπος όμως, όπως είπαμε νωρίτερα, δημιουργεί αβεβαιότητα. Μία μορφή αυτής της αβεβαιότητας εκφράζεται στο παρακάτω ερώτημα: Πως μπορούμε να αποφανθούμε τελεσίδικα ότι κάτι θα είναι εύχρηστο, αφού μπορεί να είναι εύχρηστο για κάποιον χρήστη όχι όμως για κάποιον άλλον. Η απάντηση σε αυτό το πρόβλημα παρέχεται από εργαλεία όπως η στατιστική ή πειραματική μέθοδος, τα οποία πιθανόν να μας βοηθήσουν να αναιρέσουμε κάποια από την αβεβαιότητα που έχει εισάγει η έννοια του ανθρώπου ως αντικείμενο της μελέτης. Στην ίδια κατεύθυνση για να αντιμετωπίσουμε το παραπάνω πρόβλημα, συμβάλλουν προσπάθειες σχετίζονται με την λεγόμενη **ανθρωποκεντρική ή χρηστο-κεντρική σχεδίαση (user centered design, UCD)**. Η ιδέα να σχεδιάζουμε προϊόντα θέτοντας τον άνθρωπο και τις δραστηριότητες του στο κέντρο της σχεδίασης είναι μια ιδέα θεμελιώδης για την επιστημονική περιοχή της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ιδέα, ότι αν σχεδιαστεί ένα προϊόν με κέντρο τον άνθρωπο, δηλαδή τον χρήστη του, στο τέλος του σχεδιαστικού κύκλου (όταν δηλαδή είναι έτοιμο το προϊόν) θα έχουμε μεγαλύτερο βαθμό βεβαιότητας ότι το προϊόν αυτό είναι εύχρηστο, θα ικανοποιεί δηλαδή τους κανόνες ευχρηστίας.

Η σχεδίαση με κέντρο τον άνθρωπο στηρίζεται στις εξής αρχές:

1. Ξεκινάμε τη σχεδίαση από τον άνθρωπο, από την κατανόηση δηλαδή του τυπικού χρήστη. Αυτό, όπως επισημάνθηκε νωρίτερα, δεν είναι τόσο εύκολο γιατί πρέπει πρώτα να προσδιοριστεί ποιος είναι ο τυπικός χρήστης, κάτι που πολλές φορές προσπαθούμε να φανταστούμε, μέσα από σενάρια και αφηγηματικές περιγραφές.
2. Ζητάμε τη γνώμη των χρηστών από την αρχή και συνεχώς, κάτι που σημαίνει ότι ακόμα και σε πρώιμες φάσεις, όταν δεν υπάρχει κανένα προϊόν αλλά μόνο μια ιδέα, θα πρέπει να απευθυνθούμε

σε έναν πιθανό χρήστη και να διερευνήσουμε την ιδέα μαζί του, π.χ. να ρωτήσουμε εάν σχεδιάζαμε αυτό το αντικείμενο ποια θα ήταν η άποψή του;

3. Πραγματοποιούμε διαδοχικούς κύκλους μελέτης με τους χρήστες. Όπως αναφέρθηκε πριν, μπορούμε να ξεκινήσουμε από πρώιμα πρωτότυπα για να εμπλέξουμε τους χρήστες στη διαδικασία σχεδιασμού όσο πιο γρήγορα γίνεται. Για το σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές που έχουν σαν στόχο να βοηθήσουν το χρήστη να φανταστεί πώς θα είναι το σύστημα που θα δημιουργηθεί. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο Μάγος του Οζ (Wizard of Oz). Αυτή η τεχνική είναι χρήσιμη όταν δεν υπάρχει λειτουργικό πρωτότυπο (μπορεί αντ' αυτού να υπάρχει μία σειρά από σχεδιασμένες οθόνες). Εδώ οι χρήστες κάνουν κάποιες ενέργειες πάνω στο πρωτότυπο αλλά σε αυτές τις ενέργειες δεν ανταποκρίνεται ο υπολογιστής αλλά ένας άνθρωπος που βλέπει τις ενέργειες του χρήστη και ανταποκρίνεται με τον τρόπο που θα ανταποκρινόταν το λογισμικό αν ήταν λειτουργικό. Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ακόμη και ηθοποιοί, οι οποίοι παίζουν ρόλους χρησιμοποιώντας το υπό σχεδίαση προϊόν που είναι ακόμη σε πρωτότυπο ή δημιουργούν μία αφήγηση που περιλαμβάνει και το προϊόν. Στόχος αυτών των τεχνικών είναι να επιτρέψουν στους σχεδιαστές να φανταστούν και να προσπελάσουν νέες πτυχές της τεχνολογίας και της χρήσης της. Όταν τα πρωτότυπα γίνονται πιο λειτουργικά είναι χρήσιμο να τα δίνουμε σε πολλούς χρήστες και να συγκεντρώνουμε την ανάδρασή τους με στόχο τη διαρκή βελτίωση του συστήματος, έτσι ώστε να βεβαιωθούμε ότι το σύστημα που σχεδιάζεται είναι αποτελεσματικό, αποδοτικό και μπορεί να παρέχει ικανοποίηση στο χρήστη.

Η ανθρωποκεντρική σχεδίαση με στόχο την ευχρηστία είναι ένα μείγμα τέχνης και τεχνικής, πράγμα που σημαίνει ότι έχει αρκετές δυσκολίες στην εφαρμογή της και ότι σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να μην καταφέρουμε να είμαστε αποτελεσματικοί. Στα κεφάλαια αυτού του βιβλίου θα αναλύσουμε κάποιες από τις τεχνικές της μεθόδου αυτής, θεωρώντας ότι η τέχνη μπορεί να αναπτυχθεί αν γνωρίζεις κανείς καλά και την τεχνική.

1.1.5 Η σχέση της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή και της Επιστήμης Υπολογιστών

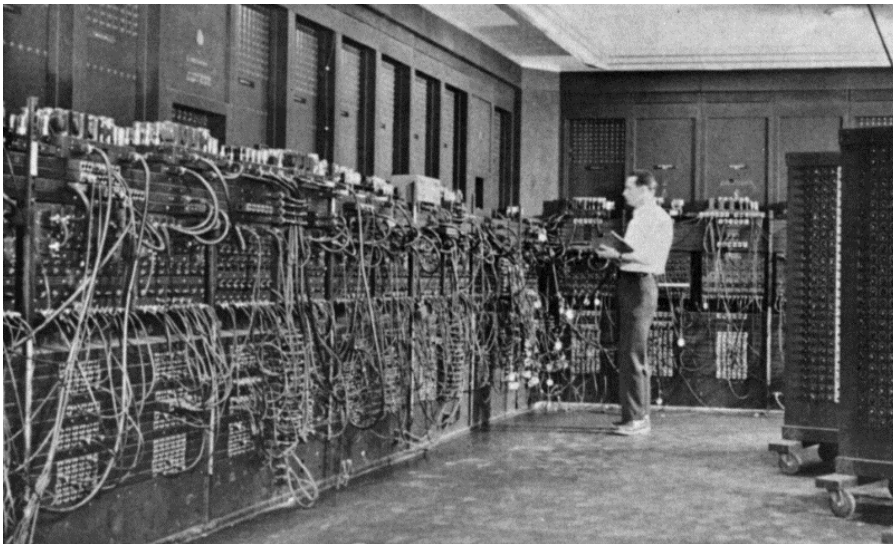
Αν και η γνωστική περιοχή Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή μπορεί να προσεγγιστεί και να ενταχθεί σε διαφορετικά γνωστικά πεδία, μία επιλογή είναι να μελετηθεί από την πλευρά της Επιστήμης Υπολογιστών. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η περιοχή αυτή αναπτύχθηκε ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Αρχικά η αλληλεπίδραση των ανθρώπων με τους υπολογιστές αντιμετωπίστηκε ως ένα αντικείμενο δευτερεύουσας σημασίας, αφού τα κύρια θέματα που απασχολούσαν το πεδίο των υπολογιστών σχετιζόνταν με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και όχι με την αλληλεπίδραση των χρηστών με αυτή. Σήμερα όμως, οι τεχνολογίες που αναπτύσσονται, καταλήγουν στα χέρια όλων σχεδόν των πολιτών των σύγχρονων κοινωνιών. Κατά συνέπεια είναι υποχρέωση των μηχανικών να τις σχεδιάσουν με φροντίδα για τον χρήστη. Σε όλο τον κόσμο, αλλά και στη χώρα μας, οι σπουδές της επιστήμης ΑΑΥ έχουν αποτελέσει κεντρικό αντικείμενο στις σχολές υπολογιστών και πληροφορικής, αλλά και σε σχολές μέσων μαζικής επικοινωνίας, βιομηχανικής σχεδίασης, σχεδίασης χώρου -σύγχρονης αρχιτεκτονικής και πολεοδομίας, επιστήμης της πληροφορίας και βιβλιοθηκονομίας, πολιτισμικής τεχνολογίας, γραφιστικής, γνωστικής ψυχολογίας, εφαρμοσμένων κοινωνικών επιστημών κλπ. Ακόμη, σε διεθνές επίπεδο υπάρχουν κύκλοι σπουδών δευτέρου επιπέδου (μεταπτυχιακά διπλώματα) σε αυτό το αντικείμενο ενώ γίνεται πολλή έρευνα και μελέτες σε επίπεδο διδακτορικών σπουδών. Στη χώρα μας υπάρχουν ενεργές ερευνητικές ομάδες στα περισσότερα πανεπιστήμια και ΤΕΙ, καθώς και στα Ερευνητικά Ινστιτούτα. Παράλληλα, στο αντικείμενο εστιάζουν

και ιδιωτικές εταιρείες ανάπτυξης εφαρμογών όπου επί μέρους στελέχη ή εξωτερικοί συνεργάτες έχουν το ρόλο του “ειδικού ευχρηστίας”, ή “ειδικού εμπειρίας χρήστη”.

Στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου 1 επιχειρείται μία περεταίρω ανάλυση του θέματος. Συγκεκριμένα, στην ενότητα 1.2 πραγματοποιείται μια ιστορική επισκόπηση του γνωστικού αντικείμενου, περιγράφονται οι γνωστικές περιοχές που εμπλέκονται και γίνεται αναφορά στις σύγχρονες κατευθύνσεις έρευνας και ανάπτυξης. Στην ενότητα 1.3 γίνεται μια επιστημολογική προσέγγιση του πεδίου. Στην ενότητα 1.4 παρουσιάζονται παραδείγματα με τα οποία φαίνεται η σημασία του πεδίου. Τέλος, στην ενότητα 1.5 παρουσιάζονται λόγοι για τους οποίους η μελέτη του πεδίου έχει σημασία για τον μηχανικό υπολογιστών και πληροφορικής.

1.2 Ιστορική Επισκόπηση

1.2.1 Η έλευση του προσωπικού υπολογιστή: νέα διαδραστικότητα



Εικόνα 1.1 Ο χειριστής του υπολογιστή ENIAC (1947), πηγή: commons.wikimedia.org

Έχει ενδιαφέρον να επιχειρήσουμε μια σύντομη ιστορική επισκόπηση της περιοχής ΑΑΥ. Θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η περιοχή αυτή ακολουθεί στενά και επηρεάζεται από τις εξελίξεις της τεχνολογίας. Αυτό σημαίνει ότι η περιοχή αυτή είναι υποχρεωμένη να επανατοποθετεί το πρόβλημα κάθε φορά που μια καινούργια τεχνολογική εξέλιξη επηρεάζει τον υπολογιστή με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν.

Η ΑΑΥ δεν είχε νόημα στα πρώτα χρόνια της επιστήμης των υπολογιστών, αφού δεν υπήρχε διαδραστικότητα των πρώτων υπολογιστών με τον άνθρωπο. Στα πρώτα στάδια οι υπολογιστές ήταν μηχανές υπολογισμών, όπως υπαινίσσεται ο όρος που χρησιμοποιήθηκε για να τους περιγράψει, αν και όπως θα δούμε στη συνέχεια και κατά την περίοδο αυτή υπήρξαν οραματιστές, όπως ο D. Engelbart που επηρέασαν τις μεταγενέστερες εξελίξεις.

Μετά την έλευση των πρώτων προσωπικών υπολογιστών στα τέλη της δεκαετίας του 1970, άρχισε η ευρεία χρήση τους και προέκυψε η ανάγκη να μελετηθεί η αλληλεπίδραση των χρηστών τους με αυτούς. Έτσι, η επιστήμη της ΑΑΥ άρχισε να έχει ουσιαστικό πεδίο εφαρμογής. Σήμερα με την ευρεία χρή-

ση του διαδικτύου και των φορητών συσκευών (όπως είναι οι ταμπλέτες και τα έξυπνα τηλέφωνα), με τα δίκτυα αισθητήρων, με τη διάδοση τεχνολογιών που μας περιβάλλουν (ubiquitous computing) και με την ύπαρξη πολλών και διαφορετικών τρόπων με τους οποίους οι πολίτες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις τεχνολογίες, η γνωστική αυτή περιοχή έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία.



Εικόνα 1.2 IBM XT-AT ο πρώτος προσωπικός υπολογιστής ευρείας διάδοσης (1981). Η έλευση του προσωπικού υπολογιστή σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη της περιοχής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή.

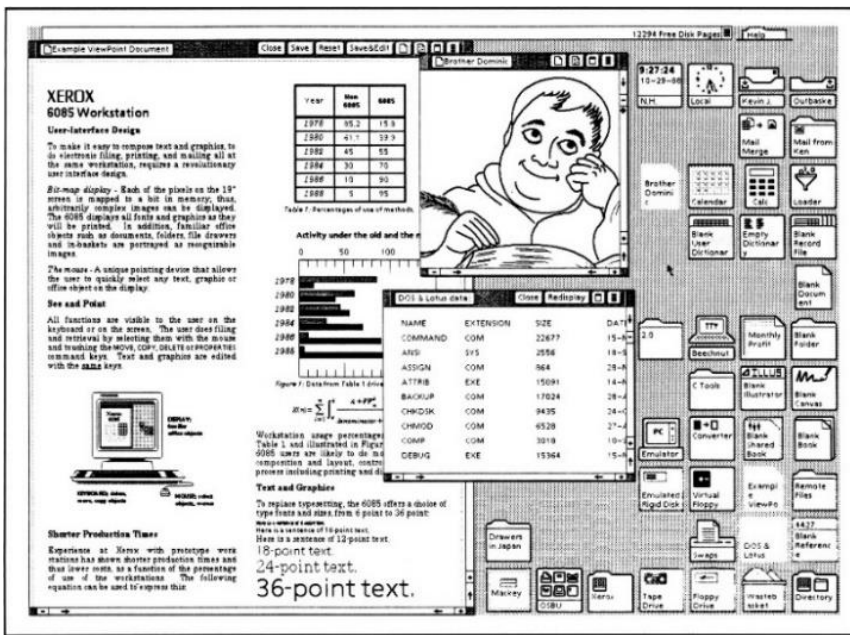
Πριν από την έλευση του «προσωπικού υπολογιστή», οι υπολογιστές ήταν προορισμένοι να αλληλεπιδρούν μόνο με ειδικευμένους "χειριστές". Αυτοί, ήταν έτοιμοι να συγχωρήσουν τις ιδιοσυγκρασίες των συστημάτων που χειρίζονταν καθώς είχαν γνώσεις της κατασκευής και δομής τους. Κάτι που είναι σε αντιδιαστολή με το σήμερα, που χρήστες υπολογιστών είναι ευρεία στρώματα του πληθυσμού, σχεδόν όλοι οι πολίτες στις σύγχρονες κοινωνίες, οι οποίοι δεν είναι απαραίτητο να έχουν καλή γνώση της δομής υπολογιστικών συστημάτων, και συχνά δεν διαθέτουν χρόνο να εκπαιδευτούν στη χρήση τους, έχουν όμως υψηλές απαιτήσεις σε θέματα αλληλεπίδρασης από τους σχεδιαστές των συστημάτων αυτών. Συσκευές και εφαρμογές που δεν είναι εύκολες στη χρήση και δεν ικανοποιούν τους χρήστες τους ώστε απρόσκοπτα να εκτελέσουν το έργο που επιθυμούν μέσω αυτών, παύουν να χρησιμοποιούνται και αντικαθίστανται από άλλες καλύτερα σχεδιασμένες. Έτσι λοιπόν παρατηρούμε το φαινόμενο προϊόντα ή συστήματα να αποτυγχάνουν εμπορικά ή να μη γίνονται αποδεκτά στο χώρο εργασίας (Norman, 1988).

Ιστορικά η επιστήμη ΑΑΥ ακολούθησε την εξέλιξη των διαδραστικών υπολογιστικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά αναπτύχθηκαν αρχικά κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 70, με την εμφάνιση του **προσωπικού υπολογιστή** (personal computer, pc). Η ανάπτυξη και εξάπλωση τους συνεχίζεται μέχρι και τις μέρες μας. Οφείλεται δε, στην μεγάλη πρόοδο του υλικού και λογισμικού υπολογιστών. Ειδικότερα, η εξέλιξη των διαδραστικών υπολογιστικών συστημάτων συνδέεται με την ανάπτυξη των διαδραστικών γραφικών μέσων - όπως είναι οι οθόνες υψηλής ανάλυσης, γραφικοί επεξεργαστές και μνήμες αποθήκευσης γραφικής πληροφορίας-, με τις εξελίξεις στην ανάπτυξη και υλοποίηση αλγορίθμων γραφικής απεικόνισης, και με την πρόοδο στην ανάπτυξη νέων συσκευών και τρόπων αλληλεπίδρασης.

Σε μια ιστορική αναδρομή του πεδίου πρέπει να γίνει ειδική αναφορά στην ερευνητική δουλειά του Alan Kay και των συνεργατών του στο εργαστήριο της εταιρίας Xerox PARC (Palo Alto Research Center) στην Καλιφόρνια κατά τη δεκαετία του 1970. Η δουλειά αυτή οδήγησε στην ανάπτυξη του σταθμού εργασίας Alto και μετέπειτα του σταθμού εργασίας Star. Σύμφωνα με τους Johnson et al. (1989) η

επίδραση του Star ήταν μεγάλη στην μετέπειτα εξέλιξη του προσωπικού υπολογιστή καθώς εκεί δημιουργήθηκε ο πρώτος υπολογιστής με γραφική διεπιφάνεια χρήστη (graphical user interface) και διάδραση χρήστη-συστήματος που υποβοηθείται από δεικτική συσκευή (ποντίκι). Στην εικόνα 1.3, φαίνεται ένα τυπικό δείγμα της επιφάνειας εργασίας αυτού του προγόνου των σύγχρονων προσωπικών υπολογιστών.

Το 1975 οι ερευνητές της Xerox PARC (Palo Alto Research Center), μεταφέρθηκαν στη μόνιμη έδρα τους κοντά στο Πανεπιστήμιο του Stanford στο Πάλο Άλτο της Καλιφόρνιας. Ο Jacob Goldman είχε ιδρύσει το Ερευνητικό Κέντρο PARC το 1970, και ήδη σε αυτό το σύντομο χρονικό διάστημα η πρωτοπόρα αυτή ερευνητική ομάδα είχε αναπτύξει πολλές από τις ιδέες που διαμόρφωσαν το μέλλον της διαδραστικότητας των υπολογιστών.



Εικόνα 1.3 Τυπική οθόνη από το σταθμό εργασίας Star. Θεωρείται ο πρώτος γραφικός σταθμός εργασίας (graphical user interface GUI). Περιλαμβάνει οθόνη bitmap με WYSIWYG αλληλεπίδραση με κείμενο, γραμματοσειρές με αναλογική αραίωση, ενσωμάτωση γραφικών και κειμένου.

Πηγή: <http://www.guidebookgallery.org/>

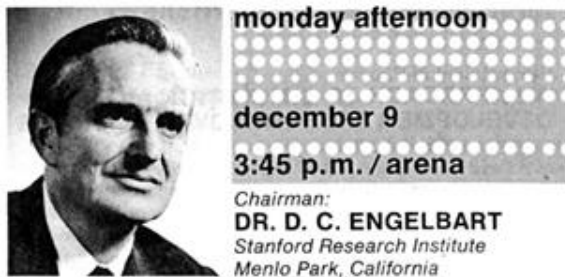
Η αποστολή του Palo Alto Research Center, όπως καθορίστηκε από τη διοίκηση της Xerox, ήταν να σχεδιάσει το γραφείο του μέλλοντος. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκαν πολλές από τις τεχνολογίες που θεωρούμε σήμερα δεδομένες στο σύγχρονο γραφείο, όπως δικτυωμένοι υπολογιστές, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, επεξεργασία κειμένου, και εκτυπωτές λέιζερ. Η πιο σημαντική καινοτομία στο PARC ήταν η γραφική διεπαφή χρήστη (Graphical User Interface, GUI), που επέτρεψε την διαδραστικότητα με τους υπολογιστές και οδήγησε στην ανάπτυξη της γνωστικής περιοχής Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή.

Το γραφικό περιβάλλον αλλάζει την εμπειρία αλληλεπίδρασης με τους υπολογιστές. Η οθόνη δεν περιλαμβάνει πλέον απλώς γραμμές κώδικα και εντολές, αλλά γραφικά που επιτρέπουν μια αληθινή αναπαράσταση των τυπογραφικών στοιχείων και εικόνων. Η bitmapped οθόνη GUI θα βοηθήσει στην προώθηση της έννοιας της WYSIWYG («what you see is what you get»), αυτό που βλέπετε είναι και αυτό που παίρνετε), επιτρέποντας στους χρήστες να βλέπουν και να αλληλεπιδρούν με αντικείμενα (όπως για παράδειγμα στοιχεία ενός κειμένου), τα οποία με την ίδια ακριβώς μορφή μπορούν να αναπαράγουν σε μια

εκτύπωση λέιζερ. Μάλιστα, με τη χρήση δεικτικών συσκευών, οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν απευθείας με τα στοιχεία αυτά, με έναν τρόπο που ονομάζεται απευθείας χειρισμός (direct manipulation) και περιγράφεται αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 5.

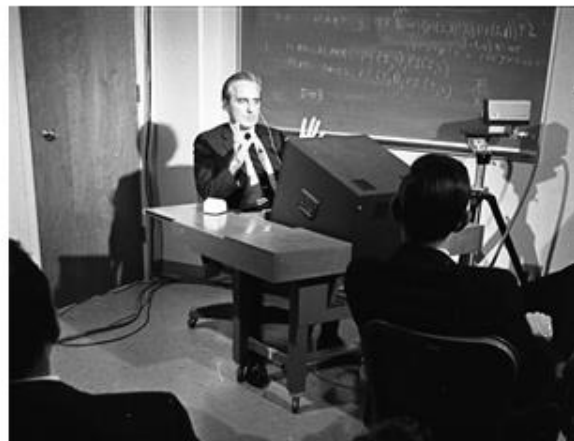
Θα πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι στους σταθμούς εργασίας του παρελθόντος, τα γραφικά και οι εντολές ήταν διαχωρισμένα μεταξύ διαφορετικών οθονών. Μία οθόνη περιλάμβανε διανυσματικά γραφικά, μία άλλη χρησιμοποιούνταν για την απεικόνιση κειμένου με σκοπό την εισαγωγή εντολών προς τον υπολογιστή, ενώ υπήρχε και μία τρίτη οθόνη γραφικών raster που συνδύαζε τα παραπάνω. Οι ερευνητές του Xerox PARC συνδύασαν αυτές τις διαφορετικές τεχνολογίες σε μια οθόνη γραφικών ράστερ μαζί με έναν ευκολότερο τρόπο έκδοσης εντολών: αναδύμενο μενού, εικονίδια, και επιφάνεια εργασίας με γραφική διεπαφή χρήστη.

Η έμπνευση για την προσπάθεια αυτή θα πρέπει να αναζητηθεί αρκετά νωρίτερα στα κείμενα και πρωτότυπα δημιουργήματα ενός οραματιστή, του μηχανικού του Stanford Research Institute (SRI) Douglas Engelbart (1925-2013). Ο Engelbart ήδη το 1968, σε μια παρουσίαση που έκανε στο Συνέδριο Fall Joint Computer Conference στο Σαν Φραντσίσκο (βλέπε εικόνα 1.4), σκιαγράφησε μια οραματική πρόβλεψη για τη ζωή στον 21ο αιώνα: παρουσίασε το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, το υπερ-κείμενο, την επεξεργασία κειμένου, την τηλεδιάσκεψη και το ποντίκι ως δεικτική συσκευή στην οθόνη ενός υπολογιστή.



a research center for augmenting human intellect

This session is entirely devoted to a presentation by Dr. Engelbart on a computer-based, interactive, multiconsole display system which is being developed at Stanford Research Institute under the sponsorship of ARPA, NASA and RADC. The system is being used as an experimental laboratory for investigating principles by which interactive computer aids can augment intellectual capability. The techniques which are being described will, themselves, be used to augment the presentation.

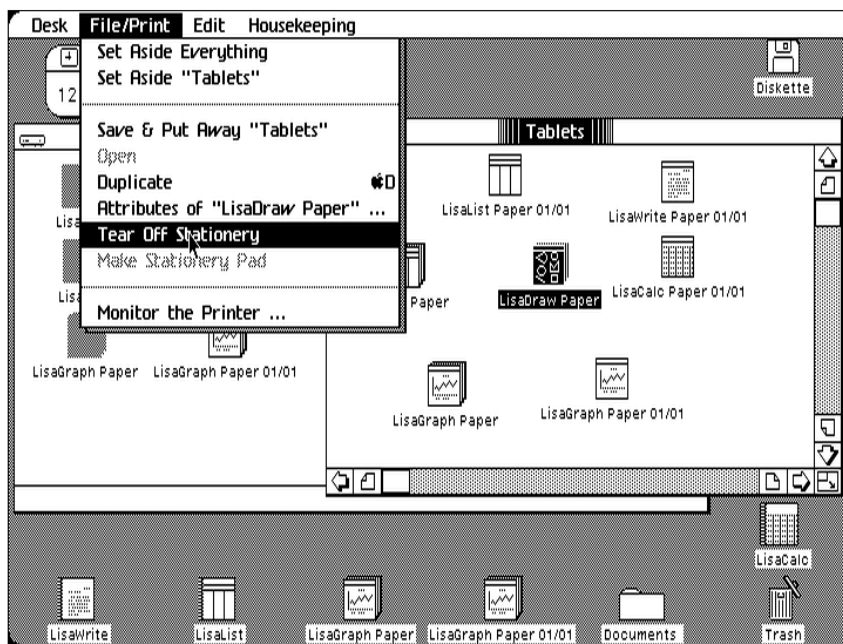


Εικόνα 1.4 α) Η ανακοίνωση για την επίδειξη του D. Engelbart (1968), πη-

γή: <http://web.stanford.edu/dept/SUL/library/extra4/sloan/MouseSite/dce1968conferenceannouncement.jpg>, β) Σκηνή από την επίδειξη, πηγή: <http://sriinternational.tumblr.com/>



Εικόνα 1.5 Το πρωτότυπο του ποντικιού που κατασκευάστηκε από τους D. Engelbart και B. English . Ο Engelbart έκανε αίτηση για δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για το ποντίκι το 1967. Το ονόμασε "x-y position indicator." Η περιγραφή στην αίτηση αναφέρει: Ο X-Y position indicator κινείται με το χέρι σε κάποια επιφάνεια ώστε να κινήσει το δρομέα (cursor) σε οθόνη καθοδικού σωλήνα.

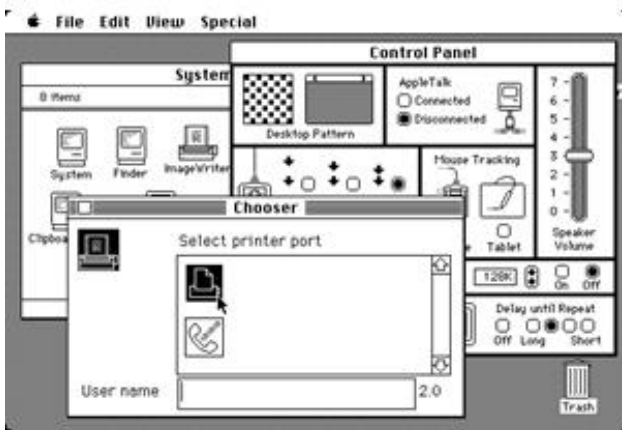


Εικόνα 1.6 Επιφάνεια εργασίας στον υπολογιστή Lisa OS 3.1 (1983) Πηγή: <http://www.guidebookgallery.org/>

Στο πλαίσιο του ιστορικού αυτού σημειώματος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο Engelbard είχε επηρεαστεί και αυτός με τη σειρά του από την προηγούμενη γενιά ερευνητών, όπως ο Vannevar Bush (1890 – 1974) ο οποίος το 1945 δημοσίευσε το άρθρο με τίτλο "As We May Think" («Όπως ίσως σκεφτόμαστε») το οποίο θεωρείται προάγγελος της νέας πληροφοριακής επανάστασης και του διαδικτύου. Πολλοί ερευνητές, μεταξύ των οποίων και ο Douglas Engelbart, εμπνεύστηκαν και προχώρησαν σε υλοποίηση των ιδεών του Bush. Όπως αναφέρουν οι Johnston, και Webber, (2005) οι ιδέες του V. Bush σχετικά με την αλληλεπίδρασή των χρηστών με διασυνδεδεμένες πληροφορίες είναι επίκαιρες ακόμη και στις μέρες

μας. Επιπλέον, εξακολουθούν να έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη γενικότερη πληροφοριακή παιδεία των πολιτών.

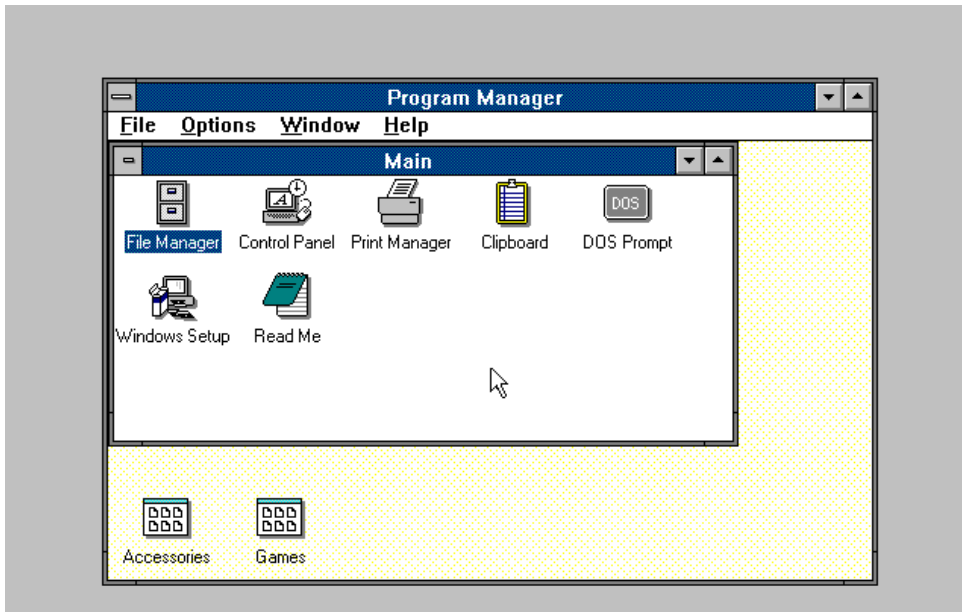
Οι ιδέες και οι πρώτοι υπολογιστές που αναπτύχθηκαν στο Xerox PARC δεν περιορίστηκαν στο χώρο αυτό, αντίθετα, αποτέλεσαν έμπνευση και εξελίχθηκαν περαιτέρω από άλλες εταιρίες. Ιδιαίτερο ρόλο στην πορεία αυτή έπαιξε η εταιρεία Apple. Ήδη από τη δεκαετία του '70, ο Steve Jobs και ο συνιδρυτής της εταιρείας Steve Wozniak κατασκεύασαν τον υπολογιστή Apple II, με περιορισμένες όμως δυνατότητες³. Ο Steve Jobs και ο Jef Raskin επηρεασμένοι από τα πρωτότυπα του Xerox PARC, ανέπτυξαν τον υπολογιστή Lisa (1983) και μετέπειτα τον Macintosh (1984), που είχε εμπορική επιτυχία. Πολλές από τις ιδέες που αναπτύχθηκαν στον υπολογιστή Star ενσωματώθηκαν στους υπολογιστές της Apple. Σε αυτό συνέτεινε το γεγονός ότι αρκετοί μηχανικοί της Xerox μετακινήθηκαν στην νέα εταιρεία που βρισκόταν ούτως ή άλλως σε κοντινή απόσταση στην Καλιφόρνια.



Εικόνα 1.7 Λειτουργικό Mac System 3 (1986), Πηγή: <http://www.guidebookgallery.org/>, Εικόνα Macintosh 128k Πηγή: <https://commons.wikimedia.org>

Σύντομα ακολούθησαν και άλλες εταιρείες με παρόμοιες προσπάθειες να στηρίξουν την αλληλεπίδραση των χρηστών με προσωπικούς υπολογιστές σε γραφικές οθόνες και το πρότυπο WIMP (Windows, icons, menus, pointer). Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει στην εταιρεία Microsoft, η οποία εμπνευσμένη από τα προϊόντα που είχαν ήδη κυκλοφορήσει προσπάθησε να δημιουργήσει ένα γραφικό περιβάλλον για το λειτουργικό της σύστημα MS-DOS. Οι πρώτες δύο εκδόσεις του νέου γραφικού περιβάλλοντος Windows 1.0 και 2.0 δεν είχαν μεγάλη επιτυχία, όμως η έκδοση 3.0 που κυκλοφόρησε το 1990 είχε τεράστια επιτυχία και συνέτεινε στη μεγάλη ανάπτυξη της εταιρείας που κυριάρχησε ως τις μέρες μας στην αγορά των προσωπικών υπολογιστών, με διαδοχικές εκδόσεις οι οποίες δεν άλλαξαν ουσιαστικά την αρχική ιδέα.

³ Στην ταινία Steve Jobs (2015), που σκηνοθέτησε ο D. Boyle, περιγράφεται η σύγκρουση μεταξύ των Jobs και Wozniak για την εξέλιξη των πρώτων αυτών προσωπικών υπολογιστών που πήρε εσωτερικά τη μορφή σύγκρουσης μεταξύ του Apple II και του Macintosh



Εικόνα 1.8 Αποψη από το λειτουργικό Windows 3. (1990), το πρώτο επιτυχημένο γραφικό περιβάλλον του λειτουργικού συστήματος Windows. Πηγή: <http://www.guidebookgallery.org/>

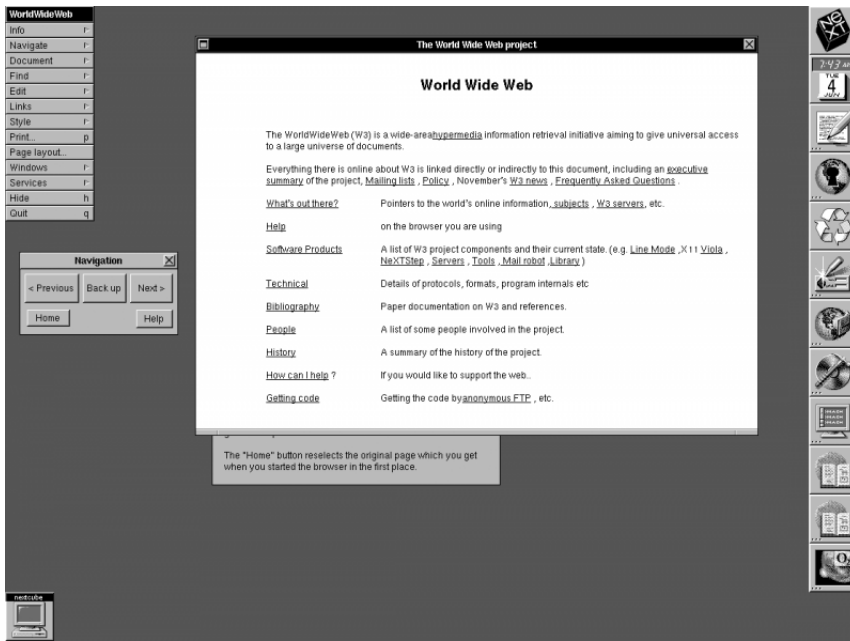
1.2.2 Αλλαγές παραδείγματος στους υπολογιστές

Στο πλαίσιο της ιστορικής αυτής αναδρομής για την επιστήμη ΑΑΥ, θα πρέπει να εξετάσουμε α) ποιες είναι οι μεγάλες αλλαγές παραδείγματος⁴ στην επιστήμη και τεχνολογία υπολογιστών και β) πώς οι αλλαγές αυτές επηρέασαν την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή.

Η πρώτη τέτοια ριζική αλλαγή σχετίζεται με την έλευση νέας γενιάς προσωπικών υπολογιστών στους οποίους η αλληλεπίδραση γίνεται με απευθείας χειρισμό αντικειμένων. Με βάση τα όσα αναφέραμε νωρίτερα, προκύπτει ότι η ανάπτυξη αυτών που ονομάζονται διαδραστικά γραφικά (interactive graphics) διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της ΑΑΥ. Για να φτάσουμε όμως στις γραφικές επιφάνειες εργασίας, προϋπόθεση ήταν να αναπτυχθεί το υλικό ώστε να αποκτήσουμε πιο γρήγορους επεξεργαστές, να διαθέτουμε περισσότερη μνήμη για να αποθηκεύουμε την γραφική πληροφορία κλπ., δηλαδή ήταν απαραίτητο να πληρούνται μία σειρά από προϋποθέσεις σχετικά με το υλικό και τις αρχιτεκτονικές υπολογιστών. Από την στιγμή όμως, που έγινε εφικτό να απεικονιστούν γραφικά αντικείμενα εύκολα αναγνωρίσιμα από το χρήστη, έγινε ένα μεγάλο βήμα στην αλληλεπίδραση του υπολογιστή με τον άνθρωπο. Πριν, όταν η πληροφορία που παρουσίαζε ο υπολογιστής ήταν αλφαριθμητικού χαρακτήρα, η διάδραση είχε κυρίως γλωσσική μορφή, ήταν πιο περιορισμένη και πιο αυστηρή (χρήση γλώσσας εντολών). Καθώς λοιπόν ο χρήστης είναι πλέον σε θέση να χειρίζεται ένα αντικείμενο (π.χ. να το μεταφέρει σε μια νέα θέση, και να το βλέπει κατά συνέπεια να κινείται), νιώθει ότι είναι δική του η ενέργεια της μετατόπισης του αντικειμένου και έτσι η σχέση του χρήστη με την πληροφορία μετεξελίσσεται καθώς αποκτάει πιο χειροπιαστά χαρακτηριστικά.

⁴ Η «αλλαγή παραδείγματος» (paradigm shift) ορίζεται ως ριζική αλλαγή στον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε μια τεχνολογία. Στους υπολογιστές ως αλλαγές παραδείγματος θεωρούμε την έλευση του προσωπικού υπολογιστή, του διαδικτύου και την διάχυτη υπολογιστικότητα.

Ίσως έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον να επισημάνουμε, ότι η νέα αυτή διαδραστικότητα επέτρεψε τη δημιουργία νέων εφαρμογών που είχαν διαδραστικά χαρακτηριστικά. Ένα τέτοιο παράδειγμα ήταν η εφαρμογή *visicalc* που αναπτύχθηκε αρχικά για τους υπολογιστές Apple II. Η εφαρμογή αυτή είναι ο πρόγονος της εφαρμογής διαχείρισης λογιστικών φύλλων Microsoft Excel και συντέεινε στη διάδοση των προσωπικών υπολογιστών της εποχής, αφού αυτοί ήταν σε θέση πλέον να προσφέρουν εφαρμογές που υποστήριζαν την ανάπτυξη της προσωπικής παραγωγικότητας των χρηστών τους.



Εικόνα 1.9 Μια ιστοσελίδα στον πρώτο φυλλομετρητή που σχεδίασε ο T. Berners Lee , πηγή: <http://first-website.web.cern.ch/> .

Μια δεύτερη μεγάλη αλλαγή παραδείγματος σχετίζεται με την ευρεία διάδοση χρήστης του διαδικτύου. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 ωρίμασαν οι συνθήκες για μια ραγδαία εξέλιξη στις τεχνολογίες. Οι νέες συνθήκες που δημιουργήθηκαν συντέειναν σε μια νέα αλλαγή παραδείγματος και αλλαγή της τυπικής χρήσης τους καθώς η τελευταία εξελίχθηκε ώστε να περιλαμβάνει και τις δραστηριότητες της επικοινωνίας και διασκέδασης. Ήδη από τη δεκαετία του '60, ο Ted Nelson είχε προτείνει την έννοια του υπερ-κειμένου (hypertext), δηλαδή του μη γραμμικού κειμένου. Σε ένα τέτοιο κείμενο μια λέξη γινόταν σύνδεσμος τον οποίο μπορούσε ο χρήστης να επιλέξει ώστε να πλοηγηθεί σε ένα άλλο κείμενο με αποτέλεσμα τη δημιουργία διασυνδεδεμένου κειμένου, του υπερ-κειμένου. Την ιδέα αυτή, ο Tim Berners - Lee, ερευνητής στο CERN στη Γενεύη το 1989, τη συνδύασε με το διαδίκτυο (πρωτόκολλα TCP/IP) και δημιούργησε τον παγκόσμιο ιστό (world wide web). Ο παγκόσμιος ιστός στηρίχτηκε σε συνδυασμό τεχνολογιών που υπήρχαν ήδη. Ορίστηκε μια γλώσσα μορφοποίησης υπερ-κειμένων (η HTML), ένα πρόγραμμα εμφάνισης τους στον υπολογιστή του χρήστη (φυλλομετρητής - browser), ένα πρωτόκολλο πελάτη-εξυπηρετητή HTTP για ανταλλαγή υπερ-κειμένων μεταξύ των φυλλομετρητών και των εξυπηρετητών ιστού και τέλος καθορίστηκε μια μέθοδος διευθυνσιοδότησης ιστοσελίδων (URL). Αυτές οι τεχνολογίες διαδόθηκαν σύντομα και συντέειναν στην ραγδαία ανάπτυξη μιας παγκόσμιας πληροφοριακής υποδομής, που σύντομα πήρε τη μορφή υπηρεσιών και εφαρμογών διαδραστικού χαρακτήρα, με δυνατότητα εύκολης και γρήγορης πλοήγησής των χρηστών σε αυτές.

Ένα σχετικό πιο πρόσφατο νέο παράδειγμα σχετίζεται με το διάχυτο υπολογισμό και τις διασυνδεδεμένες φορητές συσκευές. Ο Nicholas Negroponte, ερευνητής με σημαντική συνεισφορά στο πεδίο, πειραματίστηκε, στο Media Lab (MIT), με πρωτότυπους τρόπους αλληλεπίδρασης εστιάζοντας σε υπολογιστές με διάχυτο υπολογισμό, δηλαδή συσκευές που αλληλεπιδρούν ανάλογα με την θέση τους και έχουν μία σειρά από ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα συνδυασμό από αισθητήρες και συσκευές τις οποίες αντιλαμβάνονται οι αισθητήρες με συνέπεια ο χρήστης να αναγνωρίζεται από το περιβάλλον και αυτό να είναι σε θέση να ανταποκριθεί στην παρουσία του, ή σε ενέργειές του. Αυτές οι νέου τύπου αλληλεπιδράσεις συχνά δεν οφείλονται στην πρόθεση του χρήστη. Ο Mark Weiser, της Xerox, όρισε το διάχυτο υπολογισμό (ubiquitous computing), ως μια κατάσταση στην οποία ο υπολογιστής τείνει να εξαφανιστεί, συνεπώς η αλληλεπίδραση του χρήστη μαζί του και η διεπαφή χάνεται. Η διεπαφή μπορεί να γίνει το ίδιο το σώμα και η θέση του ανθρώπου, ή οι κινήσεις του. Για παράδειγμα, ο χρήστης εισέρχεται σε ένα νέο χώρο και αλλάζει ο φωτισμός ή η θερμοκρασία, αφού ο χώρος αναγνωρίζει την παρουσία του. Εδώ υπάρχει υπολογιστής, όμως η διεπαφή μαζί του έχει νέα χαρακτηριστικά αφού διαχέεται στις δραστηριότητες και τις κινήσεις του υποκειμένου. Ένα άλλο παρόμοιο παράδειγμα είναι οι μεγάλες οθόνες σε δημόσιους χώρους. Οι οθόνες αυτές, αντιδρούν στην παρουσία των περαστικών και ενεργοποιούν ανάλογα με τους χρήστες, κατάλληλα μηνύματα ή διαφημίσεις. Στο νέο πλαίσιο αλληλεπίδρασης με υπό εξαφάνιση υπολογιστές, εγείρονται νέα θέματα που αφορούν την αλληλεπίδραση. Έτσι λοιπόν προκύπτει το εξής εύλογο ερώτημα: ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που λαμβάνει η αλληλεπίδραση των χρηστών στην περίπτωση του διάχυτου υπολογισμού; Οι συσκευές αυτές αντιλαμβάνονται την ύπαρξη των χρηστών, άρα το αντικείμενο που μελετάμε εδώ επαναπροσδιορίζεται. Μάλιστα, μερικοί ισχυρίζονται ότι κινούμαστε προς μια κατεύθυνση όπου ο υπολογιστής τείνει να εξαφανιστεί τελείως, και συνεπώς δεν υπάρχει αντικείμενο με το οποίο να αλληλεπιδράσει ο χρήστης. Η αλληλεπίδραση γίνεται πλέον φυσική καθώς ο χρήστης δεν καταβάλλει καμία προσπάθεια να αλληλεπιδράσει με τον υπολογιστή.

Μια πρόσφατη περιοχή έρευνας που σχετίζεται με το θέμα του διάχυτου υπολογισμού, είναι αυτή των ευφυών πόλεων (smart cities) στο πλαίσιο της οποίας μελετώνται και αναπτύσσονται τα χαρακτηριστικά που θα έχουν οι σύγχρονες πόλεις. Εκτός λοιπόν από τις υπάρχουσες υποδομές, οι ευφυείς πόλεις θα έχουν και διαύλους που μεταφέρουν δεδομένα έτσι ώστε να υποστηρίζουν τις δραστηριότητες των πολιτών, π.χ. πληροφορίες που σχετίζονται με την ζωή της πόλης, με τις μετακινήσεις σε αυτή, με τις υπηρεσίες που παρέχονται προς τους πολίτες κλπ. Σε ένα κοντινό ίσως μέλλον αυτές οι πληροφορίες μπορεί να εξειδικεύονται ανάλογα με τον πολίτη, δηλαδή ο κάθε ο πολίτης να παίρνει τις πληροφορίες που τον αφορούν ιδιαίτερα ανάλογα με τη θέση του, τη δραστηριότητά του, κλπ. Η πληροφορία τύπου smart city συσχετίζεται με τον χώρο και την δραστηριότητα, με αποτέλεσμα η αλληλεπίδραση με την πληροφορία να αποκτήσει τοπικότητα και να εντάσσεται σε ένα πλαίσιο νοηματοδοτημένης δράσης του χρήστη.

1.2.3 Προοπτικές

Γίνεται φανερό από όσα είπαμε μέχρι τώρα, ότι η ΑΑΥ επαναπροσδιορίζεται και αποκτάει καινούργιες διαστάσεις καθώς το κυρίαρχο παράδειγμα που διέπει τους υπολογιστές εξελίσσεται. Αυτό βέβαια εκτός του ότι καθιστά το αντικείμενο ιδιαίτερα ενδιαφέρον προσδιορίζει και ένα νέο πεδίο για μελέτη και σχεδιασμό. Έχει για παράδειγμα ιδιαίτερο ενδιαφέρον, εάν και εφόσον υπάρχουν καινούργιες τεχνολογίες, να μελετήσουμε τη χρησιμότητά τους και τις συνέπειες που έχουν και τις δραστηριότητές τους αλλά και να σχεδιάσουμε νέους τρόπους αλληλεπίδρασης του χρήστη με αυτές τις τεχνολογίες. Συνήθως οι τεχνολογίες οδηγούν την ανάπτυξη, δηλαδή δεν αναπτύσσονται με προκαθορισμένο σκοπό αλλά παρέχουν δυνατότητες και ευκαιρίες βάσει των οποίων, καταβάλλεται εκ των υστέρων προσπάθεια να προσαρμοστούν

στις ανάγκες και στα χαρακτηριστικά των χρηστών τους. Φαίνεται λοιπόν ότι υπάρχει μία ιδιαίτερη, όχι αυτονόητη, σχέση ανάμεσα στην ανάπτυξη της τεχνολογίας, την υιοθέτησή της από τους χρήστες και την ΑΑΥ, που έχει ενδιαφέρον να μελετηθεί και να κατανοηθεί.

1.3 Επιστημονική προσέγγιση του πεδίου

Η ΑΑΥ παρουσιάζει ιδιαιτερότητες και διαφέρει από τους άλλους κλάδους της πληροφορικής, επειδή είναι υποχρεωμένη από το αντικείμενο της να μελετήσει, όχι μόνο τεχνολογίες, μεθόδους σχεδιασμού και λειτουργίας υπολογιστικών συστημάτων, αλλά και την συμπεριφορά του ατόμου που μπορεί να λειτουργεί είτε ως μονάδα είτε ως μέλος μιας ομάδας, όταν η συμπεριφορά αυτή υποβοηθείται από τους υπολογιστές.

1.3.1 Σύνθεση διεπιστημονικού πεδίου

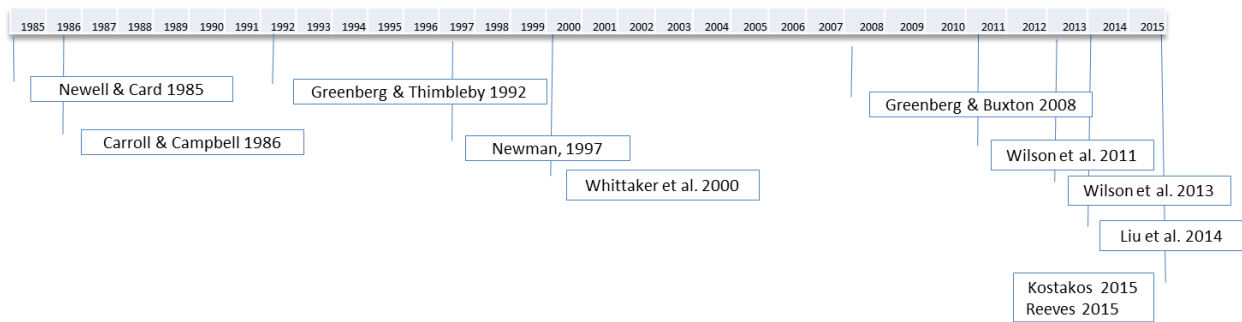
Συνέπεια της ιδιαιτερότητας αυτής, είναι ότι η ΑΑΥ άπτεται πολλών επιστημονικών κλάδων από τους οποίους αντλεί μεθόδους, γνώσεις και εργαλεία. Οι κύριες γνωστικές περιοχές που εμπλέκονται στη μελέτη της αλληλεπίδρασης ανθρώπου με υπολογιστές αναφέρονται επιγραμματικά:

1. Η **Πληροφορική** η οποία παρέχει γνώση που αφορά τις δυνατότητες της τεχνολογίας (συσκευές διάδρασης), τεχνικές και εργαλεία για ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων (τεχνολογία λογισμικού), τεχνικές για ανάπτυξη ευφώνων και προσαρμοζόμενων συστημάτων αλληλεπίδρασης (τεχνητή νοημοσύνη) κλπ.
2. Η **Γνωστική Ψυχολογία** (Cognitive Psychology) που μελετά τις γνωστικές λειτουργίες του ανθρώπου, όπως η οπτική αντίληψη, η μνήμη, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων. Η περιοχή αυτή προσπαθεί να κατανοήσει λειτουργίες όπως η διαδικασία απόκτησης γνώσης και η επίτευξη στόχων από ένα άτομο (Ρούσσοσ, 2011).
3. Η **Κοινωνική Ψυχολογία** που μελετά την ανθρώπινη συμπεριφορά στο πλαίσιο του κοινωνικού περιβάλλοντος. Η γνωστική αυτή περιοχή παρέχει γνώσεις και μεθοδολογικά εργαλεία για να μελετήσουμε την επίδραση που έχει η εισαγωγή της τεχνολογίας σε οργανισμούς, (π.χ. μεγάλες επιχειρήσεις, δημόσιες υπηρεσίες κλπ.), αλλά και σε μεγάλες ομάδες ανθρώπων, στις οποίες η τεχνολογία τροποποιεί την συμπεριφορά.
4. Η **Εργονομία** (Μαρμαράς 2010) η οποία ασχολείται με το σχεδιασμό συσκευών και εργαλείων που είναι κατάλληλα για ανθρώπινη χρήση, μελετά συσκευές εισόδου-εξόδου και θέτει τις προϋποθέσεις ευχρηστίας του λογισμικού.
5. Άλλες επιστημονικές περιοχές σε μικρότερο βαθμό, όπως η γλωσσολογία, η φιλοσοφία, η ανθρωπολογία, η επιστήμη του βιομηχανικού σχεδιασμού, η αισθητική (γιατί βεβαίως σχεδιάζοντας διεπαφές με τις οποίες αλληλεπιδρούν οι χρήστες, η αισθητική της διεπαφής διαμορφώνει την εμπειρία της αλληλεπίδρασης) κλπ.

Ένα ερώτημα που έχει τεθεί με έμφαση τα τελευταία χρόνια, είναι αν η περιοχή αυτή έχει τα χαρακτηριστικά και ακολουθεί τις μεθόδους της επιστημονικής μεθόδου. Αν μπορεί δηλαδή, να ονομαστεί «επιστήμη», με την αυστηρότητα που έχει ο όρος κυρίως στις θετικές επιστήμες. Δύο πρόσφατες θέσεις που έχουν διατυπωθεί από τους Liu et al. (2014), και Kostakos (2015) επισημαίνουν ότι αν παρακολουθησει κανείς την εξέλιξη του πεδίου, μέσω των δημοσιεύσεων ερευνητικών εργασιών, διαπιστώνει ότι λείπουν τα χαρακτηριστικά της ερευνητικής μεθόδου: αναπαραξιμότητα (replication) και γενικευσιμότητα πορι-

σμάτων (generalization), συσσώρευση επιστημονικής γνώσης (accumulation). Ο Reeves (2015) σε πρόσφατη ανασκόπηση του θέματος αυτού, κάνει μια αναφορά στις διάφορες πλευρές που τοποθετούνται επί του θέματος αυτού από το 1985 έως σήμερα (βλέπε εικόνα 1.10) για τις κύριες αναφορές, και διατείνεται ότι δεν είναι δόκιμο να γίνεται σύγκριση της περιοχής αυτής με τις θετικές / φυσικές επιστήμες που ακολουθούν διαφορετικό παράδειγμα, και προσπαθούν να επιλύσουν διαφορετικά προβλήματα. Ακόμη, λαμβάνοντας υπόψη την ιδιαιτερότητα της ΑΑΥ ως κατεξοχήν διαθεματική επιστήμη, επισημαίνει την επίδραση της διαθεματικότητας της περιοχής στην επιστημονική μέθοδο, και το ρόλο που παίζουν στη διαμόρφωση της μεθοδολογίας της περιοχής οι επιστημονικές θεωρίες της γνωστικής επιστήμης και κλάδων των κοινωνικών επιστημών, που εξετάζουν το πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσεται η ανθρώπινη δράση, είτε αυτή είναι ατομική είτε είναι ομαδική.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό της γνωστικής αυτής περιοχής είναι ότι έχει απλωθεί σε βαθμό που δύσκολα διακρίνουμε τα όρια της και ότι έχει διαπεράσει πολλές δραστηριότητες της επιστήμης των υπολογιστών. Για παράδειγμα, αν εξετάσουμε την έρευνα στην επιστήμη του διαδικτύου και του παγκόσμιου ιστού, πολλά θέματα αφορούν την αλληλεπίδραση με τον χρήστη, τις κοινωνικές διαστάσεις της αλληλεπίδρασης, την αξιοποίηση τεχνολογιών για αύξηση της διαδραστικότητας, κλπ. Όλα αυτά θα μπορούσε κάποιος να τα εντάξει στην περιοχή της αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή ή να τους δώσει άλλες ετικέτες. Στην ουσία όμως αφορούν αυτό το αντικείμενο.



Εικόνα 1.10 Οι κύριες συνιστώσες της συζήτησης για την επιστημολογική οριοθέτηση της περιοχής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή

Σχετικά λοιπόν με το ζήτημα της «επιστημονικότητας» της ΑΑΥ, χρειάζεται να επισημάνουμε ότι τα όρια που χαράζονται μεταξύ επιστημονικών περιοχών είναι ρευστά. Η επιστήμη και ο χώρος της γνώσης είναι ενιαίος και συνεχής. Αυτό μάλιστα γίνεται καλύτερα αντιληπτό στην εποχή του διαδικτύου. Δεν υπάρχουν στεγανά μεταξύ γνωστικών αντικειμένων. Παρόλα αυτά, για να μπορέσει ο άνθρωπος να αντιμετωπίσει την συνεχή αύξηση της ανθρώπινης γνώσης χρειάζεται να χαρακτηρίσει γνωστικές περιοχές και υπο-περιοχές ώστε να μπορέσει να τις μελετήσει. Στο πλαίσιο τους αναπτύσσονται μέθοδοι επιστημονικής έρευνας, εργαλεία και συνεκτικές θεωρίες. Στεγανά όμως στη γνώση και επιστήμη δεν υφίστανται, μάλιστα ανακαλύπτουμε συνεχώς ότι χρειαζόμαστε να κατανοούμε ή να μοιραζόμαστε μεθόδους και εργαλεία μεταξύ επιστημονικών περιοχών, κάτι που είναι ολόένα και περισσότερο εμφανές. Επίσης, υπάρχουν γνωστικά αντικείμενα που εξ ορισμού βρίσκονται στα όρια διαφορετικών επιστημονικών περιοχών δανειζόμενα θεωρίες, μοντέλα, γνώσεις από διαφορετικά αντικείμενα. Τέτοια χαρακτηριστικά έχει η επιστήμη αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή που μελετάμε εδώ. Ειδικότερα, στο πλαίσιο της ΑΑΥ, αφενός πρέπει να κατανοηθεί ο διαδραστικός χαρακτήρας των μηχανών, αφετέρου δε πρέπει στο ίδιο πλαίσιο να κατανοηθεί και ο άνθρωπος και ιδιαίτερα πώς αυτός αντιλαμβάνεται τα ερεθίσματα που προ-

έρχονται από τον εξωτερικό κόσμο, πώς τα επεξεργάζεται και πώς αντιδρά σε αυτά ώστε να επιτύχει τους στόχους του. Άρα, για να μελετήσουμε την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τις μηχανές δεν θα πρέπει να την δούμε μόνο από την πλευρά της μηχανής, άλλα όπως ήδη αναφέρθηκε, πρέπει να ξεκινήσουμε τη συζήτηση από την οπτική γωνία του ανθρώπου, και για να το κάνουμε αυτό θα πρέπει να εμβαθύνουμε σε μοντέλα της γνωστικής ψυχολογίας. Αυτή όμως δεν είναι η μόνη προσέγγιση που θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας. Το πρόβλημα είναι ακόμη πιο σύνθετο γιατί καθώς τα πράγματα εξελίσσονται, αναγκαζόμαστε να δανειζόμαστε και από άλλες επιστημονικές περιοχές παραδείγματα και γνώσεις. Σκεφτείτε λοιπόν το εξής: αρχικά, οι υπολογιστές είχαν το χαρακτήρα ατομικής χρήσης, ήταν δηλαδή μηχανές, που η αλληλεπίδραση μαζί τους μπορούσε να μελετηθεί εστιάζοντας στο δίπολο χρήστης-μηχανή. Ένας τυπικός χρήστης αλληλεπιδρούσε με μια εφαρμογή στο εργαστήριο, γινόταν καταγραφή και στη συνέχεια ανάλυση της συμπεριφοράς του. Αντίθετα σήμερα, ο υπολογιστής έχει νόημα ως μηχανή συνδεδεμένη στο διαδίκτυο, και μέσω αυτού συνδέεται με άλλες μηχανές και άλλους χρήστες, αφού έχει καταστεί σε μεγάλο βαθμό εργαλείο επικοινωνίας και πλατφόρμα συνεργασίας. Συνεπώς, για να μελετηθεί η αλληλεπίδραση με το «διασυνδεδεμένο» πλέον υπολογιστή, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι κοινωνικές διαστάσεις της αλληλεπίδρασης, να εξεταστεί η συμπεριφορά του χρήστη ως μέλος της ομάδας κλπ, στοιχεία που κάνουν εμφανή την ανάγκη για την συμβολή των κοινωνικών επιστημών στο πεδίο της ΑΑΥ.

Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί, ότι το διαδίκτυο στην αρχή ήταν αντικείμενο μελέτης των μηχανικών, ήταν κύρια τεχνούργημα. Οι μηχανικοί δηλαδή εξέταζαν τα πρωτόκολλα επικοινωνίας αξιοποιώντας μεθοδολογικά εργαλεία όπως η θεωρία γράφων, θεωρία ουρών, κλπ., επειδή αντιμετώπιζαν το διαδίκτυο ως ένα σύνολο από διασυνδεδεμένους υπολογιστικούς κόμβους. Σήμερα όμως ολοένα και περισσότερο, επιστήμονες που προέρχονται από τις κοινωνικές επιστήμες μελετούν την κοινωνική διάσταση του διαδικτύου καθώς αυτό έχει εξελιχθεί σε ένα μεγάλο εργαστήριο των κοινωνικών επιστημών. Μάλιστα, οι μέλη των κοινωνικών επιστημών βοηθούν ιδιαίτερα στην ανάπτυξη και των τεχνολογιών του διαδικτύου.

1.3.2 Η σχέση με την παράδοση του σχεδιασμού

Μια περιοχή με την οποία η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή σχετίζεται αλλά έχει προβληματική σχέση είναι η περιοχή του σχεδιασμού (design). Ο όρος χρησιμοποιείται σε διαφορετικούς κλάδους της επιστήμης του μηχανικού. Ο μηχανικός σχεδιάζει αντικείμενα. Η έννοια όμως του σχεδιασμού έχει μια ευρύτερη χρήση. Για παράδειγμα ο βιομηχανικός σχεδιασμός και ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, χρησιμοποιούν τον ίδιο όρο με αρκετά διαφορετική προσέγγιση. Ο σχεδιασμός όπως τον αντιλαμβάνεται ο μηχανικός που σχεδιάζει ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, ένα λογισμικό, ή ένα προϊόν, ακολουθεί μια πιο συστηματική διαδικασία τεχνικού τύπου, η οποία απαιτεί έλεγχο ποιότητας τελικού αποτελέσματος και για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται μετρητικές τεχνικές. Ο σχεδιασμός όμως, υπό την ευρύτερη έννοια, όπως προσεγγίζεται από άλλες περιοχές, περιλαμβάνει μία διαδικασία ή ένα μονοπάτι όπου δεν υπάρχει καμία «βέλτιστη» λύση. Βεβαίως και στα προβλήματα σχεδιασμού του μηχανικού δεν υπάρχει μονοσήμαντη λύση, αφού συνήθως είναι πιθανές πολλές λύσεις μεταξύ των οποίων μπορούμε να επιλέξουμε, αλλά στην παράδοση του σχεδιασμού δεν υπάρχουν καν διατυπωμένα κριτήρια επιλογής της βέλτιστης λύσης, στοιχείο που μπορεί να προκαλέσει αρκετά ζητήματα κυρίως στο επίπεδο της αξιολόγησης. Για να καταδείξουμε πόσο διαφοροποιούνται οι περιπτώσεις σχεδιασμού μεταξύ τους κυρίως ως προς το θέμα των κριτηρίων επιλογής βέλτιστης λύσης, θα πάρουμε ένα κάπως «ακραίο» παράδειγμα αυτό των έργων τέχνης και της αξιολόγησής τους από τους κριτικούς. Ένας κριτικός τέχνης εξετάζει ένα έργο και διατυπώνει μια άποψη για την αξία του, η οποία παρ' όλο που βασίζεται σε ένα γενικότερο πλαίσιο που καθορίζει ως πού είναι αξιολογητέα τέχνη και τί όχι, έχει και πολλά υποκειμενικά στοιχεία. Αυτή είναι μια

προσέγγιση εντελώς διαφορετική από την αξιολόγηση που κάνουμε στη σχεδιαστική λύση ενός διαδραστικού συστήματος χρησιμοποιώντας μεθόδους που θα εξετάσουμε στο κεφάλαιο 9 του βιβλίου. Ο Simon (1996) αναγνωρίζοντας τις ιδιαιτερότητες των διαφορετικών σχεδιαστικών προσεγγίσεων, προσπάθησε να γεφυρώσει το μεταξύ τους χάσμα, με τον ορισμό των «σχεδιαστικών χώρων», στο βιβλίο *The Sciences of the Artificial*.

Στο πεδίο της αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή έχει αναπτυχθεί μια συζήτηση σχετικά με τις προσεγγίσεις αυτές. Συγκεκριμένα, τίθεται το εξής ερώτημα: αυτό που σχεδιάζουμε είναι ένα προϊόν που μπορούμε να ελέγξουμε αν είναι αποδεκτό με μετρήσεις ποσοτικού τύπου και δείκτες ποιότητας, με απαντήσεις σε λίστα ερωτημάτων ναι/όχι κλπ., ή είναι ένα δημιούργημα το οποίο θα εξετάσουν κάποιοι ειδικοί και αυτοί θα αποφανθούν για την αξία του ακολουθώντας μία διαδικασία αποτίμησης-αξιολόγησης παρόμοια με αυτή του κριτικού τέχνης που αποφαινεται για ένα πίνακα στο μουσείο και ερμηνεύει τον καλλιτέχνη.

1.3.3 Θέματα έρευνας και ανάπτυξης

Η ΑΑΥ είναι μια επιστημονική περιοχή με ραγδαία ανάπτυξη και έντονη δραστηριότητα τα τελευταία χρόνια. Η περιοχή αυτή διαδραματίζει εξέχοντα ρόλο στην ανάπτυξη και χρήση σύγχρονων διαδραστικών υπολογιστικών συστημάτων, έχοντας πολλές περιοχές ερευνητικής δραστηριότητας και ανάπτυξης. Επιλέγουμε εδώ ενδεικτικά ορισμένα θέματα που αναπτύσσονται και σχετίζονται άμεσα με την επίδραση της ΑΑΥ στην κοινωνία μας και στην ανάπτυξη εφαρμογών: την τεχνολογία ευχρηστίας, ανάπτυξη τεχνολογιών για άτομα με ειδικές ανάγκες, εφαρμογές υποστήριξης συνεργασίας, ενσωμάτωση μεθόδων ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού στην τεχνολογία λογισμικού. Ακολουθεί μια σύντομη επισκόπηση των περιοχών αυτών.

Τεχνολογία Ευχρηστίας (Usability Engineering): Η σημασία της ευχρηστίας στο σχεδιασμό συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή είναι μεγάλη, όπως έχει περιγραφεί στην υποενότητα 1.1.2. Η ερευνητική δραστηριότητα εδώ έχει στόχο την ανάπτυξη μεθόδων και εργαλείων για τη μέτρηση της ευχρηστίας και για την εισαγωγή της ευχρηστίας στον κύκλο ζωής διαδραστικού λογισμικού, όπως αναφέρεται στα κεφάλαια 7-10. Η περιοχή αυτή εξελίσσεται το τελευταίο διάστημα ως εμπειρία χρήσης, που αποτελεί ευρύτερη έννοια από εκείνη της ευχρηστίας, και σχετίζεται λιγότερο με την απόδοση του συστήματος και περισσότερο με αισθητική της διεπαφής και συναισθήματα που δημιουργούνται στο χρήστη κατά την αλληλεπίδραση.

Συστήματα για άτομα με ειδικές ικανότητες: Η περιοχή αυτή έχει παραδοσιακά αποτελέσει αντικείμενο μελέτης και έρευνας της ΑΑΥ. Ο σχεδιασμός και η προσαρμογή των συσκευών και του λογισμικού ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άτομα με ειδικές ανάγκες-ικανότητες ή και από άτομα τρίτης ηλικίας αποτελεί επιτακτική ανάγκη για τις σύγχρονες κοινωνίες, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 4.

Εφαρμογές συνεργασίας με υπολογιστή. Οι υπολογιστές εισάγονται σε περιβάλλοντα εργασίας και υποστηρίζουν τη συνεργασία απομακρυσμένων ατόμων και εικονικών ομάδων. Όμως, τα αποτελέσματα δεν είναι πάντα τα προσδοκώμενα. Οι εφαρμογές υποστήριξης συνεργασίας με υπολογιστή (computer-supported cooperative work CSCW) έχουν αποτελέσει τα τελευταία χρόνια αντικείμενο της ΑΑΥ, ώστε να μελετηθούν τα κοινωνικά χαρακτηριστικά των ομάδων των χρηστών τους και να κατανοηθούν οι αιτίες που οι εφαρμογές αυτές δεν επιτυγχάνουν. Ιδιαίτερη αναφορά σε συστήματα υποστήριξης συνεργασίας θα γίνει στο κεφάλαιο 2.

Ενσωμάτωση μεθόδων ανθρωπο-κεντρικού σχεδιασμού (user-centered design) στον κύκλο ζωής λογισμικού, δηλαδή μεθόδων που πρεσβεύουν την εμπλοκή σε μεγάλο βαθμό των χρηστών κατά τη σχεδίαση λογισμικού. Οι τεχνικές αυτές της ΑΑΥ δεν έχουν ακόμη ενσωματωθεί στην τεχνολογία λογισμικού και οι δύο γνωστικές περιοχές (τεχνολογία λογισμικού και ΑΑΥ) συνυπάρχουν μέχρι σήμερα χωρίς να επηρεάζουν σημαντικά η μία την άλλη. Γίνεται προσπάθεια τα τελευταία χρόνια τα πορίσματα της ΑΑΥ να λάβουν τέτοια μορφή ώστε να ενσωματωθούν σε καθιερωμένες τεχνικές ανάπτυξης συστημάτων λογισμικού.

Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι για την Επιστήμη των Υπολογιστών και την Πληροφορική, η σημασία της ΑΑΥ γίνεται ολοένα και πιο μεγάλη, αφού η στροφή προς τον χρήστη και τις ανάγκες του είναι τεχνολογική αλλά και κοινωνική απαίτηση. Η ανάλυση μάλιστα της εμπειρίας από αποτυχημένα έργα πληροφορικής, αποδεικνύει ότι η παράβλεψη του παράγοντα «χρήστης» και του ρόλου της ΑΑΥ, είναι συνήθως αιτία χαμηλής αποδοχής συστημάτων, με συνέπεια μεγάλες σπατάλες πόρων και δυσλειτουργίες.

Συνεπώς, ο καλός σχεδιασμός της διεπιφάνειας χρήστη, σύμφωνα με μεθοδολογίες που έχει αναπτύξει η ΑΑΥ και λαμβάνουν υπόψη τους τούς χρήστες, αποτελεί βασική παράμετρο επιτυχίας έργων ανάπτυξης διαδραστικού λογισμικού. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του σχεδιασμού διαδραστικών τεχνολογιών για το χώρο εργασίας, η μελέτη της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή σήμερα, περιλαμβάνει γενικότερα μελέτη της οργανωτικής δομής και του αντικειμένου της εργασίας, καθώς και καταγραφή των παραμέτρων που αφορούν το περιβάλλον εργασίας, τις συνήθειες λειτουργίες και ροές εργασιών, τα κίνητρα και τις σχέσεις των ομάδων εργασίας αλλά και ανάλυση της σχέσης όλων αυτών των παραγόντων με την εισαγόμενη τεχνολογία. Ιδιαίτερη σημασία μάλιστα, έχουν όλοι αυτοί οι παράγοντες στην περίπτωση κρίσιμων λειτουργιών που αναφέρονται στην επόμενη ενότητα.

1.4 Κρίσιμες λειτουργίες: Ο ρόλος της διεπαφής χρήστη

1.4.1 Κρίσιμες λειτουργίες

Η σημασία της καλής σχεδίασης της διεπιφάνειας χρήστη, που αποτελεί τον κύριο στόχο της περιοχής Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή, γίνεται πιο προφανής σε περιπτώσεις κρίσιμων λειτουργιών. Η σχεδίαση της διεπιφάνειας είναι πιο δύσκολη στις περιπτώσεις εκείνες, όπου τα συστήματα έχουν υψηλό βαθμό συνθετότητας και αυτοματοποιούν μεγάλο αριθμό λειτουργιών, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση συστημάτων παρακολούθησης βιομηχανικών και άλλων κρίσιμων διεργασιών. Ο ρόλος του χρήστη στην περίπτωση αυτή, περιορίζεται συχνά στην παρακολούθηση της διεργασίας και στην παρέμβαση σε περιπτώσεις σφαλμάτων ή απρόσμενων συμβάντων. Όμως, εδώ, η παρέμβαση του χρήστη, αν και πιο σπάνια, είναι πιο καταλυτική. Η εισαγωγή νέων αυτοματισμών και νέων συσκευών δημιουργεί «*νέους τρόπους ύπαρξης και ένα πλαίσιο αλληλεπίδρασης που προηγουμένως δεν υπήρχε*» (Winograd 1977, κεφ.12). Όμως, αυτό το νέο πλαίσιο αντί να κάνει τον ανθρώπινο ρόλο πιο εύκολο, μπορεί να δημιουργήσει πρόσθετες δυσκολίες. Αυτό συμβαίνει, γιατί συνήθως αυτοματοποιούνται οι εύκολες λειτουργίες ρουτίνας, ενώ οι δύσκολες παραμένουν στον άνθρωπο, ο οποίος μετά από συνθήκες απραξίας, όταν δημιουργηθεί σφάλμα ή προκύψει κάτι, πρέπει να αντιδράσει γρήγορα και αποφασιστικά, ενώ το σύστημα, συχνά, αντί να τον διευκολύνει, τον πλημμυρίζει με άχρηστες πληροφορίες που δυσχεραίνουν το έργο του (Thurman, 1995). Γίνεται λοιπόν φανερό, πόσο σημαντικός είναι σε αυτές τις περιπτώσεις ο ρόλος της διεπιφάνειας χρήστη και η καλή σχεδίαση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή.

1.4.2 Περιπτώσεις ατυχημάτων

Έχουν καταγραφεί περιπτώσεις ατυχημάτων για τα οποία η διεπιφάνεια χρήστη του συστήματος φέρει σημαντική ευθύνη. Τέτοιο είναι το πυρηνικό ατύχημα που συνέβη στο Three Mile Island κατά τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Αν και δεν υπάρχει απόλυτη συμφωνία σχετικά με ακριβείς αιτίες του ατυχήματος αυτού, που οδήγησε σε οικολογική καταστροφή, πολλές εκθέσεις συμφωνούν ότι το ατύχημα θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί, αν η διεπιφάνεια χρήστη του κέντρου ελέγχου του πυρηνικού σταθμού είχε σχεδιαστεί καλύτερα. Μερικά από τα προβλήματα που εντοπίστηκαν είναι:

- Μια ενδεικτική λυχνία υπεδείκνυε εσφαλμένα ότι μια βαλβίδα είχε κλείσει.
- Μια κρίσιμη ένδειξη στο πάνελ ελέγχου, κρυβόταν από μια πινακίδα που είχε κρεμαστεί σε διπλανό χειριστήριο.
- Το σύστημα συναγερμών παρείχε ηχητικές και οπτικές ενδείξεις για 1500 συμβάντα, τα οποία όμως δεν μπορούσαν να ακυρωθούν το καθένα ξεχωριστά, με αποτέλεσμα οι χειριστές να μην απενεργοποιούν τις σχετικές ενδείξεις λόγω του φόβου απώλειας χρήσιμης πληροφορίας.

Από τα παραπάνω προκύπτουν δύο βασικά συμπεράσματα σε σχέση με το σχεδιασμό της διεπιφάνειας χρήστη: α) δεν ήταν σε θέση να υποδείξει νωρίς στους χειριστές την αιτία του σφάλματος β) όταν προέκυψε το σφάλμα, παρείχε στους χειριστές υπερ-πληροφόρηση λόγω των πολλών ενδείξεων συναγερμών που προκλήθηκαν από την αρχική αιτία, στοιχείο που δυσχέραινε την προσπάθεια εντοπισμού του σφάλματος (Lee 1992).

Μία άλλη περίπτωση που έχει ενδιαφέρον για την ΑΑΥ, αφορά ένα ατύχημα των κινεζικών αερογραμμών κατά το οποίο ο πιλότος του αεροσκάφους έχασε τον έλεγχο του για δύο λεπτά με αποτέλεσμα αυτό να χάσει απότομα ύψος και να υποστεί σημαντικές βλάβες. Εδώ, έχουν ενδιαφέρον τα σχόλια ενός βετεράνου πιλότου, του P. Garisson, ο οποίος είπε ότι σε μεγάλο βαθμό το ατύχημα οφείλεται στον τρόπο που έχει σχεδιαστεί το λογισμικό ελέγχου του αεροπλάνου: *"Ο ρόλος του πληρώματος του αεροπλάνου έχει αλλάξει με την εισαγωγή του συστήματος. Η κύρια δραστηριότητα τους είναι να παρακολουθούν τη λειτουργία των συστημάτων τα οποία θεωρούνται γενικά αξιόπιστα. Οι άνθρωποι είναι κακοί παρατηρητές, ενώ για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά χρειάζονται να δίνουν εντολές και να βλέπουν τις αποκρίσεις του συστήματος"* (Lee, 1992)⁵.

1.5 Λόγοι μελέτης και αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Υπολογιστή

Οι υπολογιστές, και τα ψηφιακά μέσα γενικότερα, γίνονται όλο και πιο διαδραστικά και ενσωματώνονται στην καθημερινότητα μας, διαπερνώντας πλέον όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Συνεπώς η αλληλεπίδραση μαζί τους, είναι ένα κεντρικό θέμα στον τρόπο ζωής των σύγχρονων κοινωνιών. Με βάση τα στοιχεία που αναφέρθηκαν ως τώρα, παραθέτουμε στην τελευταία αυτή ενότητα του κεφαλαίου, βασικούς λόγους για τους οποίους αξίζει κανείς να εμβαθύνει σε αυτό το αντικείμενο είτε ως μηχανικός είτε ως ερευνητής.

⁵ Ο Lee (1992) κάνει εκτεταμένη περιγραφή ατυχημάτων σε διάφορες δραστηριότητες, που οφείλονται σε κακό σχεδιασμό της διεπιφάνειας χρήστη.

1.5.1 Κοινωνική διάσταση

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην ιστορική ανασκόπηση, αρχικά οι υπολογιστές σχετίζονταν αποκλειστικά με «σοβαρά» θέματα (π.χ. με την διοίκηση του κράτους, τους υπολογισμούς για επίλυση κρίσιμων και δύσκολων προβλημάτων), και οι χρήστες τους ήταν συνεπώς κάποιοι «ειδικοί», οι οποίοι έπρεπε να εκπαιδευτούν στη χρήση των συστημάτων αυτών και κατά συνέπεια να υπομείνουν πιθανόν την κακή τους σχεδίαση. Σήμερα όμως, οι υπολογιστές σχετίζονται με τα πάντα, με την επικοινωνία μας, τη διασκέδαση, τις κοινωνικές μας επαφές κλπ., άρα η αλληλεπίδραση με τους υπολογιστές είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινότητας των σύγχρονων πολιτών. Συνεπώς δεν επιτρέπεται να την παραβλέψουμε και να την αγνοήσουμε, αντίθετα η αλληλεπίδραση αυτή πρέπει να μελετηθεί συστηματικά και σε βάθος αφού αφορά όλους τους πολίτες.

Γίνεται δηλαδή φανερό, ότι η υποχρέωση σχεδίασης εύχρηστων συστημάτων, και καλής γνώσης των εργαλείων και των κανόνων της ΑΑΥ, αφορά ένα πολύ μεγάλο τμήμα των λογισμικών και των εφαρμογών που αναπτύσσονται σήμερα. Έχει υπολογιστεί ότι από κάθε εκατό γραμμές κώδικα λογισμικού που γράφεται παγκοσμίως οι 70 περίπου αφορούν την αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Άρα, για να σχεδιάζουμε και να υλοποιούμε συστήματα αποτελεσματικά ως προς την εμπειρία του τελικού χρήστη πρέπει να γνωρίζουμε πολύ καλά και διεξοδικά τη σχετική γνωστική περιοχή.

1.5.2 Ηθική διάσταση: η ευθύνη του σχεδιαστή

Ένας δεύτερος λόγος που καθιστά αναγκαία την μελέτη της ΑΑΥ, είναι η ευθύνη του μηχανικού που σχεδιάζει συστήματα και εφαρμογές. Ο μηχανικός ή ο σχεδιαστής γενικότερα, έχει μία ιδιαιτερότητα: σχεδιάζει τεχνουργήματα - κατασκευές τις οποίες θα χρησιμοποιήσει κάποιος άλλος. Οι μηχανικοί υπολογιστών κατασκευάζουν ψηφιακά συστήματα, τεχνολογίες οι οποίες θα ενταχθούν στην καθημερινότητα και στη ζωή άλλων ανθρώπων. Η ευθύνη των μηχανικών αυτών, που σχετίζεται με την ευθύνη των μηχανικών γενικότερα, αυτή έχει μια ηθική και μια νομική διάσταση. Σύμφωνα με τη νομική διάσταση, οι μηχανικοί είναι υπεύθυνοι για την καλή σχεδίαση αυτού που κατασκευάζουν ούτως ώστε να προστατευτεί η υγεία, η περιουσία, η ζωή, ανάλογα με το πόσο σημαντικό είναι το τεχνουργήμα, ενός ανθρώπου που θα το χειριστεί ή θα επηρεαστεί από τους χειρισμούς του. Η ηθική ευθύνη για τη σχεδίαση ενός διαδραστικού συστήματος δεν έχει σαφώς καθορισμένα όρια. Υπάρχει σημαντική βιβλιογραφία σχετικά με τα όρια της ευθύνης αυτού που κατασκεύασε ένα αντικείμενο και της ευθύνης των χειριστών του. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το εξής: Ας υποθέσουμε ότι ο σχεδιαστής κατασκευάζει ένα προϊόν, του οποίου η χρήση είναι πολύ δύσκολη, είναι, όπως θα λέγαμε τεχνικά, προϊόν χαμηλής ευχρηστίας. Ως αποτέλεσμα του σχεδιασμού αυτού, ο χρήστης κάνει λάθη χειρισμών και αυτό με τη σειρά του συντελεί ώστε ο ίδιος ο χρήστης ή κάποιος τρίτος που επηρεάζεται από το σύστημα, να πάθει βλάβη. Το ερώτημα είναι ποιος είναι υπεύθυνος για τη βλάβη. Ένα παράδειγμα από την βιβλιογραφία σχετίζεται με τη λειτουργία ενός ακτινο-θεραπευτικού μηχανήματος. Στην περίπτωση αυτή, το χειριστήριο για λόγους κακού σχεδιασμού δεν έκανε σαφή την επιλογή της δόσης της θεραπείας. Η ποσότητα της ακτινοβολίας εμφανιζόταν με τέτοιο τρόπο ώστε εύκολα κανείς μπορούσε να εισάγει εσφαλμένη δοσολογία. Κατά τη λειτουργία του συγκεκριμένου μηχανήματος, η στατιστική διαπίστωσε ότι οι ασθενείς υφίσταντο βλάβη σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με άλλο αντίστοιχο μηχάνημα το οποίο είχε διαφορετικό σχεδιασμό. Τότε έγινε αντιληπτό το λάθος. Τυπικά η ευθύνη ήταν του χειριστή του μηχανήματος, διότι ήταν υποχρεωμένος να προσέξει τη δοσολογία, τίθεται όμως και το ερώτημα αν έμμεσα υπάρχει συν-ευθύνη του σχεδιαστή που το κατασκεύασε.

Το ίδιο φαινόμενο έχει μελετηθεί σε αεροπορικά ή ακόμα και σε βιομηχανικά ατυχήματα. Κατά τη μελέτη του ατυχήματος, έχουν καταγραφεί περιπτώσεις, όπου αρχικά ως αιτία εμφανίζεται μόνο το ανθρώπινο λάθος. Όταν όμως μελετηθεί βαθύτερα ο εξοπλισμός, συχνά αποκαλύπτεται ότι μια βασική αιτία που οδήγησε στο ατύχημα ήταν, ότι το σύστημα είχε αρχικά σχεδιαστεί ώστε να μην προστατεύει τον χρήστη από το ανθρώπινο λάθος και άρα προκύπτει συνυπευθυνότητα για το σχεδιαστή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν είναι πάντα τόσο κρίσιμη η δραστηριότητα, ώστε να αφορά τη ζωή των ανθρώπων. Υπάρχουν περιπτώσεις, συχνά δευτερεύουσας σημασίας, όπου ο κακός σχεδιασμός μπορεί να προκαλεί απλώς σύγχυση και εκνευρισμό στο χρήστη. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι επειδή τα ζητήματα αυτά είναι μικρότερης σημασίας- σε σχέση με ζητήματα ζωής για παράδειγμα- απαλείφεται και η ευθύνη του σχεδιαστή για το αποτέλεσμα. Υπάρχουν και άλλες περιπτώσεις όπου η σχεδίαση μπορεί να μην έχει αρνητικά αποτελέσματα όπως αυτά που αναφέραμε, αντίθετα μπορεί να έχει περισσότερο ή λιγότερο θετικά αποτελέσματα, δηλαδή να συμβάλει ώστε ο χρήστης να γίνει πιο παραγωγικός, ή να κάνει οικονομία, ή να έχει περισσότερα κέρδη (π.χ. μία επιχείρηση), ή να συμβάλλει ώστε η ζωή του χρήστη να γίνει πιο εύκολη. Σε όλες τις περιπτώσεις, η καλή σχεδίαση αποτελεί στοιχείο της ευθύνης του μηχανικού απέναντι στους ανθρώπους που θα χρησιμοποιήσουν τις τεχνολογίες που αυτός σχεδιάζει.

1.5.3 Καταπολέμηση του κοινωνικού αποκλεισμού

Μια τρίτη διάσταση που καθιστά απαραίτητη τη μελέτη της περιοχής της ΑΑΥ, σχετίζεται με την έννοια της προσβασιμότητας (accessibility) και με το κριτήριο του «μη αποκλεισμού» (inclusion). Η προσβασιμότητα είναι ένας τεχνικός όρος. Αφορά την ιδιότητα των συστημάτων που σχεδιάζουμε ώστε να απευθύνονται στο ευρύτερο δυνατό κοινό χρηστών και άρα να ικανοποιούν έναν σημαντικό αριθμό πιθανών χρηστών. Μάλιστα, επειδή το κανάλι επικοινωνίας που χρησιμοποιούμε με τους υπολογιστές είναι σε μεγάλο βαθμό το οπτικό κανάλι, συχνά η προσβασιμότητα ή το κριτήριο του μη αποκλεισμού, σχετίζεται και με υποστήριξη σε άτομα που έχουν προβλήματα όρασης. Έτσι λοιπόν, μία μεγάλη πρόκληση για τους σχεδιαστές είναι να δημιουργήσουν εφαρμογές οι οποίες να είναι σε θέση να απευθυνθούν και σε μεγάλες κατηγορίες ατόμων με ειδικές ανάγκες, όπως σε άτομα με μειωμένη ή και χωρίς καθόλου όραση. Τα θέματα της προσβασιμότητας λόγω της σπουδαιότητάς τους δεν είναι απλώς λόγος μελέτης της ΑΑΥ, όπως αναφέραμε στην αρχή αυτής της ενότητας, αλλά αποτελούν και μια ειδική περιοχή της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα το ζήτημα της προσβασιμότητας και το κριτήριο του «μη αποκλεισμού» θα εξετάσουμε το παράδειγμα των ATM και συγκεκριμένα θα συζητήσουμε, κατά πόσο τα ATM είναι προσβάσιμα για διάφορες κατηγορίες πολιτών. Μερικοί θεωρούν ότι είναι απόλυτα προσβάσιμα. Για να δούμε αν ισχύει αυτό, θέτοντας τα εξής ερωτήματα: α) Ένα άτομο της τρίτης ηλικίας είναι σε θέση να κάνει ανάληψη της σύνταξής του από την τράπεζα της περιοχής του; Για ποιους λόγους δεν μπορεί να το κάνει; β) Ένας άνθρωπος σε αναπηρικό καροτσάκι μπορεί να χρησιμοποιήσει το ATM κοντά στο σπίτι του; Αν μελετήσουμε το πρόβλημα μπορεί να διαπιστώσουμε ότι σε κάποιες περιπτώσεις η προσβασιμότητα της συσκευής αυτής σχετίζεται με τις συνθήκες, όπως είναι για παράδειγμα η γωνία του ήλιου. Επιχειρώντας να αντιμετωπίσουμε το θέμα από την πλευρά της ΑΑΥ χρειάζεται να εξετάσουμε μία σειρά από ζητήματα όπως τα παρακάτω: θα μπορούσαν να είχαν σχεδιαστεί διαφορετικά οι συσκευές αυτές; Με ποιους τρόπους θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα; Υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογικές λύσεις; Αξίζει τον κόπο να επιλεγούν; Ποιο είναι το κόστος των εναλλακτικών λύσεων; Πως θα μετρήσουμε αν αυτές οι λύσεις είναι κατάλληλες και για ποιους; Σε πόσο ευρύ τμήμα του πληθυσμού αξίζει να απευθυνθεί ο σχεδιαστής; Ολοκληρώνοντας, γίνεται φανερό ότι η αντιμετώπιση του θέματος

της προσβασιμότητας δεν είναι απλό ζήτημα, είναι όμως ιδιαίτερα σημαντικό αν θέλουμε η τεχνολογία να μπορεί να ενταχθεί πραγματικά μέσα στην κοινωνία.

1.5.4 Οργανωτικός ρόλος της τεχνολογίας

Μια τελευταία διάσταση που αναδεικνύει την αναγκαιότητα μελέτης της ΑΑΥ, σχετίζεται με τη ανάγκη μελέτης της αλληλεπίδρασης ομάδων ανθρώπων με υπολογιστές. Αναφέρθηκε η χρήση της τεχνολογίας διαδραστικού τύπου, ως εργαλείο για την υποστήριξη μικρών ή μεγάλων ομάδων ανθρώπων. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι τα πληροφοριακά συστήματα τα οποία αποτελούν τη ραχοκοκαλιά των επιχειρήσεων, είτε πρόκειται για μικρές είτε για μεγάλες επιχειρήσεις και οργανισμούς. Πάνω στο πληροφοριακό σύστημα στηρίζεται ουσιαστικά όλη η διαδικασία της οργάνωσης, της διοίκησης και της παραγωγής. Στην ενότητα αυτή, αναφερόμαστε στα οργανωτικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας, γιατί στην ουσία μια επιχείρηση είναι μια ομάδα ανθρώπων με ένα κοινό στόχο. Το πώς σχεδιάζουμε τις τεχνολογίες που υποστηρίζουν αυτή την ομάδα ανθρώπων να οργανωθεί προκειμένου να πετύχει τον στόχο της, είναι ένα θέμα πολύ σύνθετο που σχετίζεται με την αλληλεπίδραση των ανθρώπων με τις τεχνολογίες. Μάλιστα κάποιες μελέτες λένε ότι ολοένα και περισσότερο η οργάνωση, ο οργανωτικός δηλαδή χαρακτήρας της επέμβασης της τεχνολογίας, είναι πιο σημαντικός από τον εξοπλισμό (το υλικό και το λογισμικό) που σχεδιάζεται. Αυτή η διάσταση μάλιστα, αφορά ολοένα και περισσότερο και μεγάλες κοινότητες, κοινωνίες ολόκληρες, και επιδρά σε θέματα όπως η αποτελεσματική διακυβέρνηση, η σχέση του κράτους με τους πολίτες, η συμμετοχή του πολίτη στις αποφάσεις κλπ. Φαίνεται δηλαδή ότι η τεχνολογία αποκτά ένα ρόλο και στη διαμόρφωση του χαρακτήρα της δημοκρατίας. Η καλή σχεδίαση των συστημάτων που σχετίζεται με θέματα οργάνωσης, έχει πολιτικές και κοινωνικές επιπτώσεις στις σύγχρονες κοινωνίες όπως εξάλλου έχουν αποδείξει και σύγχρονα ιστορικά γεγονότα, τα τελευταία χρόνια.

Λίστα ελέγχου γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του εισαγωγικού αυτού κεφαλαίου, θα πρέπει να είστε σε θέση να αναφέρετε τους ορισμούς εννοιών της επιστήμης αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή (ΑΑΥ), όπως είναι οι έννοιες του διαδραστικού συστήματος, της διεπιφάνειας χρήσης, της ευχρηστίας και της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων. Θα πρέπει επίσης να είστε σε θέση να περιγράψετε τη σχέση της επιστημονικής περιοχής της ΑΑΥ, με άλλα επιστημονικά πεδία καθώς και τη σχέση της με την επιστήμη της πληροφορικής. Θα πρέπει να είστε σε θέση να αφηγηθείτε τα κύρια ορόσημα και τους συντελεστές της ιστορικής εξέλιξης της περιοχής. Ακόμη θα πρέπει να είστε σε θέση να περιγράψετε τη συμβολή της επιστημονικής αυτή περιοχής προς την κοινωνία, με αναφορές στην αποφυγή του κοινωνικού αποκλεισμού και την υποστήριξη της οργάνωσης ομάδων. Τέλος θα πρέπει να είστε σε θέση να γνωρίζετε τις κύριες βιβλιογραφικές πηγές, ελληνικής και διεθνούς, στο γνωστικό αυτό αντικείμενο.

Οδηγός για περαιτέρω μελέτη

Τα προτεινόμενα συγγράμματα παρατίθενται στη συνέχεια με σύντομο σχολιασμό:

Διεθνής βιβλιογραφία

- Card, S., Moran, T., Newell, A. (1983). *The psychology of human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. Θεμελιώδες θεωρητικό έργο. Περιέχει θεωρίες της γνωστικής ψυχολογίας όπως το μοντέλο GOMS και μοντέλο πληκτρολόγησης τις οποίες θα μελετήσουμε στα κεφάλαια 5 και 8.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., Beale, R. (2004), *Human-computer interaction*. New York: Prentice Hall. 3rd Edition: Ένα από τα κλασικά βιβλία εισαγωγής στην ΑΑΥ. Ήδη στη 3η έκδοση του. Δίνει έμφαση σε αυστηρές μεθοδολογίες σχεδιασμού και περιγραφές σχετικών συμβολισμών. Παρέχει καλή κάλυψη του θέματος αξιολόγησης συστημάτων και μετρήσεων ευχρηστίας (κεφάλαιο 11).
- Hix, D., Hartson, H. (1993), *Developing user interfaces. Ensuring usability through product and process*. New York: John Wiley & Sons, (1993). Ένα καλό εισαγωγικό βιβλίο γεμάτο παραδείγματα και οδηγίες σχεδιασμού καθώς και μεθοδολογίες σχεδιασμού. Παρέχει πλήρη περιγραφή του συμβολισμού UAN.
- ISO 9241 *Ergonomics of Human System Interaction* :Ένα σύνολο οδηγιών για τη διαδικασία σχεδιασμού και ελέγχου ευχρηστίας που έχουν πάρει το χαρακτήρα διεθνούς προτύπου.
- Nielsen, J. (1993) *Usability engineering*. San Diego: Academic Press. Ένα κλασικό βιβλίο πρακτικής παρουσίασης τεχνολογίας ευχρηστίας με συμβουλές και οδηγίες για πειραματική χρήση της τεχνολογίας αυτής από επαγγελματίες ανάπτυξης λογισμικού.
- Norman, D. (1988) *The Design of Everyday Things*. New York: Basic Books. (1988). Το βιβλίο αυτό έχει επίσης εκδοθεί σε χαρτόδετη μορφή από τον εκδοτικό οίκο Currency-Doubleday, New York. Το ίδιο βιβλίο έχει προγενέστερα εκδοθεί με τον τίτλο: *The Psychology of Everyday Things*. Το βιβλίο αυτό ίσως είναι ο καλύτερος τρόπος εισαγωγής στην επιστήμη ΑΑΥ. Περιγράφει με εύληπτο τρόπο και παραδείγματα από την καθημερινή μας ζωή τι σημαίνει καλός σχεδιασμός διεπιφάνειας χρήστη συσκευών. Εισάγονται έννοιες όπως αντιστοιχήσεις, υπαινισσόμενη χρήση συ-

σκευών και χειριστηρίων. Αν και δεν αναφέρεται ειδικά σε υπολογιστικά συστήματα, συστήνεται σαν ένας καλός τρόπος εισαγωγής στην επιστήμη ΑΑΥ.

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H. (2015), *Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction*, 4th Ed., J. Wiley & Sons: Το βιβλίο αυτό είναι σήμερα ένα πλήρες εισαγωγικό σύγγραμμα στην επιστήμη ΑΑΥ. Καλύπτει σχεδόν όλα τα θέματα της ΑΑΥ και είναι γραμμένο με παιδαγωγικό τρόπο και πολλά παραδείγματα. Επίσης ίσως δίνει μεγαλύτερη έμφαση σε θέματα ψυχολογίας και όχι σε θέματα σχεδιασμού λογισμικού.

Shneiderman B., Plaisant C., Cohen M., Jacobs S., (2015), *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (5th Edition) Διαδικτυακός τόπος του βιβλίου: www.aw.com/DTUI. Το βιβλίο αυτό είναι πολύ γνωστό εισαγωγικό βοήθημα που έχει ήδη φτάσει στην 5η του έκδοση. Καλύπτει τις περισσότερες πλευρές του θέματος της ΑΑΥ, με έμφαση σε πρακτικά θέματα όπως οδηγίες σχεδιασμού και παρουσίαση της τρέχουσας τεχνολογίας, π.χ. σχεδίαση εφαρμογών διαδικτύου.

Carroll, J.M. (ed.) (2003), *HCI Models, Theories and Frameworks*, Morgan Kaufmann Publ. Το βιβλίο αυτό είναι ένα εξαιρετικό βοήθημα για τη μελέτη της θεωρητικής θεμελίωσης της περιοχής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Καλύπτει τις γνωστικές προσεγγίσεις ενώ εκτείνεται σε θεωρητικά πλαίσια όπως η θεωρία δραστηριότητας, κατανεμημένη νόηση, κλπ. Κεφάλαια του βιβλίου αυτού έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως αναφορές στον τόμο αυτό. Το βιβλίο συστήνεται ως βοήθημα σε μεταπτυχιακό μάθημα στην περιοχή.

Ελληνική βιβλιογραφία

Η βιβλιογραφία με αντικείμενο την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή στην Ελληνική γλώσσα, έχει ιστορία που πλησιάζει τις 2 δεκαετίες. Το πρώτο, ευρείας διάδοσης, διδακτικό σύγγραμμα κυκλοφόρησε το 2000, ενώ έκτοτε η βιβλιογραφία έχει εμπλουτιστεί με πάνω από δέκα (10) γενικού σκοπού συγγράμματα τα οποία είτε έχουν ως συγγραφείς Έλληνες επιστήμονες ή είναι μεταφράσεις γνωστών διεθνών συγγραμμάτων, όπως η μετάφραση των βιβλίων των Dix κ.α., Rogers κ.α., και Shneiderman κ.α.

Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι ως τώρα, όλα τα Ελληνικά συγγράμματα είναι μονογραφίες, ενώ τα αντίστοιχα μεταφρασμένα είναι αποτέλεσμα ομαδικής δουλειάς. Με αυτή την έννοια, το βιβλίο αυτό, έχει την πρωτοτυπία εκτός από το να διατίθεται ως ανοικτό βιβλίο με άδεια διάθεσης creative commons, να είναι και το πρώτο Ελληνικό διδακτικό σύγγραμμα με αντικείμενο την εισαγωγή στην επιστημονική περιοχή της ΑΑΥ, το οποίο αποτελεί αποτέλεσμα συλλογικής δουλειάς.

Με κριτήριο το έτος κυκλοφορίας τους, τα κύρια συγγράμματα της περιοχής αυτής στην Ελληνική γλώσσα είναι τα εξής:

Ν.Αβούρης, Ν. (2000) *Εισαγωγή στην επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή*, Εκδόσεις Δίαυλος, ISBN 978-960-531-098-1 (274 σελ.)

Πρόκειται για το πρώτο βιβλίο στην περιοχή που ακόμη χρησιμοποιείται σε Πανεπιστήμια της χώρας μας. Το υλικό του αποτελεί τη βάση για το σύγγραμμα αυτό.

Ακουμιανάκης, Δ. (2006) *Διεπαφή Χρήστη-Υπολογιστή: Μια σύγχρονη προσέγγιση*, Έκδοση: 1η, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, ISBN: 960-209-975-5 (544 σελ.)

Το βιβλίο αυτό είναι ίσως η πιο πλήρης Ελληνική συνεισφορά στην βιβλιογραφία. Η προσέγγιση που ακολουθεί, αποσκοπεί στη θεωρητική, μεθοδολογική και πρακτική μελέτη της περιοχής της ΑΑΥ, με έμ-

φαση στο σχεδιασμό, την κατασκευή, και την αξιολόγηση διεπαφών χρήστη, στο πλαίσιο ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων και υπηρεσιών.

- Dix, A., Finlay J., Abowd, G., Beale R., (2007), *Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή*, Μανιτσάρης, Αθηνάσιος (Επιμελητής), Μαυρίδης, Ιωάννης (Επιμελητής), Γκαγκάτσιου, Ελένη (Μεταφραστής), Εκδ. Γκιούρδας, Αθήνα, μετφ. Dix et al. *Human-Computer Interaction*, 3rd ed. Ο ιστότοπος βιβλίου <http://www.mgiurdas.gr/biblia/epikoinonia-anthropoy-ypologisti-3i-ekdosi> Πρόκειται για μετάφραση του διεθνούς εγχειριδίου με μακρά ιστορία και χρήση σε πανεπιστήμια διεθνώς.
- Κουτσαμπάσης, Π. (2011) *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου - Υπολογιστή: Αρχές, μέθοδοι και παραδείγματα*, ISBN: 978-960-461-439-4, εκδ. Κλειδάριθμος, Αθήνα, (312 σελ.) ιστότοπος βιβλίου: <http://www.klidarithmos.gr/allhlepidrash-an8rwroy-ypologisth-arxes-me8odoi-kai-paradeigmata>
- Συρμακέσης, Σ. (2010) *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή*, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 2003
- Shneiderman, B., Plaisant, C., (2010). *Σχεδίαση διεπαφής χρήστη, Στρατηγικές για αποτελεσματική επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή*, Μετφ. 5ης Έκδοσης, Καλάκης, Γιώργος (Μεταφραστής), Κατσαβούνης, Στέφανος (Επιμελητής), Εκδ. Τζιόλα, Θεσσαλονίκη. Πολύ καλή έκδοση του εγχειριδίου (5η έκδοση) με έμφαση σε πρακτικές, κανόνες σχεδίασης και παραδείγματα διαδραστικών τεχνολογιών.
- Rogers, Y., Sharp, H., Preece, J., (2013). *Σχεδίαση διαδραστικότητας επεκτείνοντας την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή*, Σαμαράς, Γιάννης Β. (Μεταφραστής), Εκδ. Γκιούρδας <http://www.mgiurdas.gr/biblia/shediasi-diadrastikotitas-3i-ekdosi> Επίσης σημαντικό εγχειρίδιο με έμφαση στη σχεδίαση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή.
- Χωριανόπουλος Κ. (2015). Προγραμματισμός της Διάδρασης, Από τον επιτραπέζιο στον κινητό και διάχυτο υπολογισμό. Βιβλίο διαθέσιμο ως ebook από τον ιστότοπο: ribook.gr Το βιβλίο αυτό περιγράφει σύγχρονες τάσεις στο σχεδιασμό της διάδρασης με έμφαση σε σχεδίαση φορητών συσκευών και διάχυτων υπολογιστικών περιβαλλόντων.

Ασκήσεις – Δραστηριότητες

Άσκηση 1.1

Να επιλέξετε και να σχολιάσετε ποιους από τους παρακάτω όρους πρέπει ένα σύστημα να πληροί για να είναι εύχρηστο :

- (α) Είναι εύκολο να μάθει να το χειρίζεται ο χρήστης του.
- (β) Στη διεπιφάνεια του έχουν περιληφθεί πολλά γραφικά εικονίδια με τα οποία ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει.
- (γ) Δεν ξεχνιέται η χρήση του εύκολα με παρέλευση κάποιου χρόνου.
- (δ) Η εγκατάσταση του σε πολλές διαφορετικές πλατφόρμες είναι εύκολη και δεν απαιτεί πρόσθετη προγραμματιστική προσπάθεια.
- (ε) Είναι φιλικό προς τον χρήστη του.
- (ζ) Εκτελεί γρήγορα και σωστά το έργο που είναι σχεδιασμένο να κάνει.
- (η) Παρέχει ικανοποίηση στον χρήστη του.

Άσκηση 1.2

Σύμφωνα με ένα πρότυπο του Αμερικανικού Στρατού⁶ οι στόχοι σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων είναι:

- (Α) Να επιτευχθεί προκαθορισμένη απόδοση (χρόνος εκτέλεσης συγκεκριμένου έργου) από χειριστές, προσωπικό ελέγχου και συντήρησης εξοπλισμού.
- (Β) Να ελαχιστοποιηθούν οι απαιτήσεις όσον αφορά τις ικανότητες του προσωπικού και ο χρόνος εκπαίδευσης του.
- (Γ) Να επιτευχθεί η απαιτούμενη αξιοπιστία (αριθμός σφαλμάτων / χρόνος λειτουργίας) του συνδυασμένου συστήματος άνθρωπος-εξοπλισμός.
- (Δ) Να ικανοποιούνται οι ανάγκες τυποποίησης στο σύστημα και μεταξύ συστημάτων.

Να αντιστοιχίσετε τους στόχους του προτύπου με τις παραμέτρους ευχρηστίας που δόθηκαν στο κεφάλαιο αυτό.

Άσκηση 1.3

Με βάση τον ορισμό που δόθηκε στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο, να περιγράψετε την ευχρηστία των παρακάτω συσκευών από τη ζωή στο σπίτι:

- (α) ένα πλυντήριο (β) μια ηλεκτρική κουζίνα, (γ) τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα μιας σύγχρονης κατοικίας. Εντοπίστε προβλήματα ευχρηστίας και προτείνετε λύσεις.

⁶ (US Military Standard 1989), από την πηγή Shneiderman & Plaisant.

Άσκηση 1.4

Για τις παρακάτω συσκευές στο σπίτι σας: ένα ραδιόφωνο, μια ηλεκτρική κουζίνα, ένα ηλεκτρικό ψυγείο, ένα στεγνωτήριο μαλλιών, μια ηλεκτρική ξυριστική μηχανή, να κάνετε τα παρακάτω:

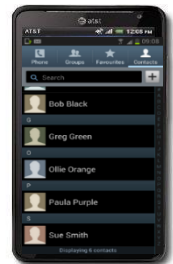
- (α) Να περιγράψετε τους τυπικούς χρήστες για τους οποίους έχει σχεδιαστεί η κάθε συσκευή.
- (β) Να περιγράψετε τις τυπικές εργασίες που υποστηρίζει (στόχους που ο χρήστης μπορεί να ικανοποιήσει με αυτά). Να αναλύσετε ιεραρχικά κάθε μια από τις εργασίες σε υπο-εργασίες που είναι απαραίτητες για να πραγματοποιηθεί η κάθε εργασία.
- (γ) Περιγράψτε τη διεπιφάνεια χρήστη της συσκευής
- (δ) περιγράψτε στοιχεία της συσκευής που δεν ανήκουν στη διεπιφάνεια χρήστη

Άσκηση 1.5

Να κάνετε μια αναφορά σχετικά με τα πρότυπα ευχρηστίας που μπορείτε να βρείτε αναζητώντας πληροφορίες στο διαδίκτυο. Χρησιμοποιήστε ως λέξεις κλειδιά τον όρο usability ή usability evaluation. Αναζητήστε πηγές για τεχνικές και εργαλεία μέτρησης ευχρηστίας

Άσκηση 1.6

Περιγράψτε βήμα-βήμα όλες τις νοητικές, αισθητηριο-κινητικές λειτουργίες που εμπλέκονται κατά τις παρακάτω λειτουργίες του προσωπικού σας κινητού τηλεφώνου: αναζήτηση επαφής, κλήση, συγγραφή και αποστολή μηνύματος. Στο πλαίσιο αυτό να περιγράψετε τη διεπαφή χρήσης της συσκευής και ιδιαίτερα τα χειριστήρια με τα οποία γίνεται πλοήγηση, εισαγωγή, επιλογή πληροφορίας.



Άσκηση 1.7 (Μεταπτ. Επίπεδο)

Με αφετηρία την εργασία Reeves (2015) και το σχήμα 1.10 να σχολιάσετε το επιστημολογικό παράδειγμα της Επιστημονικής Περιοχής Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή. Να εξετάσετε ιδιαίτερα τις απόψεις που σχετίζονται με τα εξής θέματα: «interaction science», τυπικές μέθοδοι (formal methods), σύγκριση με επιστημονική μέθοδο των φυσικών επιστημών, εφαρμογή του κριτηρίου της αναπαραξιμότητας (reproducibility).

Άσκηση 1.8 (Μεταπτ. Επίπεδο)

Με βάση τη συζήτηση της ηθικής ευθύνης του σχεδιαστή διαδραστικών τεχνολογιών να εξετάσετε σε βάθος ένα παράδειγμα κάποιου κρίσιμου ατυχήματος-/συμβάντος (σε χώρους όπως βιομηχανία, μεταφορές, κλπ.) και να εστιάσετε στα χαρακτηριστικά του ανθρώπινου παράγοντα.

Άσκηση 1.9 (Μεταπτ. Επίπεδο)

Αναλύστε την εργασία του V. Bush (1945) “As we may think” εστιάζοντας στις προτάσεις του για το μέλλον των ψηφιακών μέσων και της τεχνολογίας και λαμβάνοντας υπόψη το ιστορικό και τεχνολογικό πλαίσιο της εποχής του. Απαντήστε στα εξής ερωτήματα: ποια από τα θέματα που έθεσε η αρχική εργασία έχουν επιτευχθεί; Ποια είναι ζητούμενα; Ποιος είναι ο λόγος που ο συγγραφέας έθεσε στο ιστορικό

εκείνο πλαίσιο τον προβληματισμό αυτό; Πώς νομίζετε ότι η αρχική εργασία του Bush (1945) σχετίζεται με τις σημερινές ανάγκες;

2

Ο άνθρωπος

Σκοπός

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η εισαγωγή σε θεωρίες και μοντέλα που περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά του ανθρώπου με έμφαση στην αντίληψη εξωτερικών ερεθισμάτων, την επεξεργασία τους και την αντίδραση σε αυτά. Βασικές έννοιες που πραγματεύεται το κεφάλαιο αυτό αφορούν το μοντέλο ανθρώπινου επεξεργαστή, και μοντέλα ενθρόπινων δεξιοτήτων, την οπτική αντίληψη και τις λειτουργίες της, το μηχανισμό της προσοχής και τη λειτουργία της μνήμης, καθώς και μοντέλα αναζήτησης πληροφορίας.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Όταν έχετε ολοκληρώσει το κεφάλαιο αυτό θα πρέπει να είστε σε θέση:

- Να περιγράψετε τα στάδια επεξεργασίας πληροφορίας σύμφωνα με το μοντέλο ανθρώπινου επεξεργαστή και να περιγράψετε τα διάφορα τμήματα του πολυεπίπεδου μοντέλου της ανθρώπινης μνήμης.
- Να αναφέρετε τους νόμους οργάνωσης οπτικών ερεθισμάτων και να εξηγήσετε τη χρησιμότητα τους στην κατανόηση ερεθισμάτων.
- Να δώσετε τους ορισμούς της προσοχής, των περιφερειακών ερεθισμάτων και των κανόνων σχεδίασης που βασίζονται στην εστίαση προσοχής.
- Να περιγράψετε τους νόμους που περιγράφουν τις ανθρώπινες δεξιότητες
- Να περιγράψετε τις βασικές λειτουργίες της οπτικής αντίληψης και τους νόμους που τη διέπουν
- Να διακρίνετε τις διαφορές μεταξύ των μοντέλων αναζήτησης πληροφορίας

Έννοιες κλειδιά

Μοντέλο ανθρώπινου επεξεργαστή, αισθητήρια μνήμη (sensor memory), μνήμη εργασίας (working memory), μακροχρόνια μνήμη (Long term memory), νόμοι Gestalt, μοντέλο GOMS, μοντέλο πληκτρολόγησης, αισθητήρια αντίληψη, προσοχή και μνήμη, μοντέλο SNIF-ACT, μοντέλο CoLiDeS, μοντέλο CoLiDeS+, μοντέλο MESA.

2.1 Θεωρητική Θεμελίωση

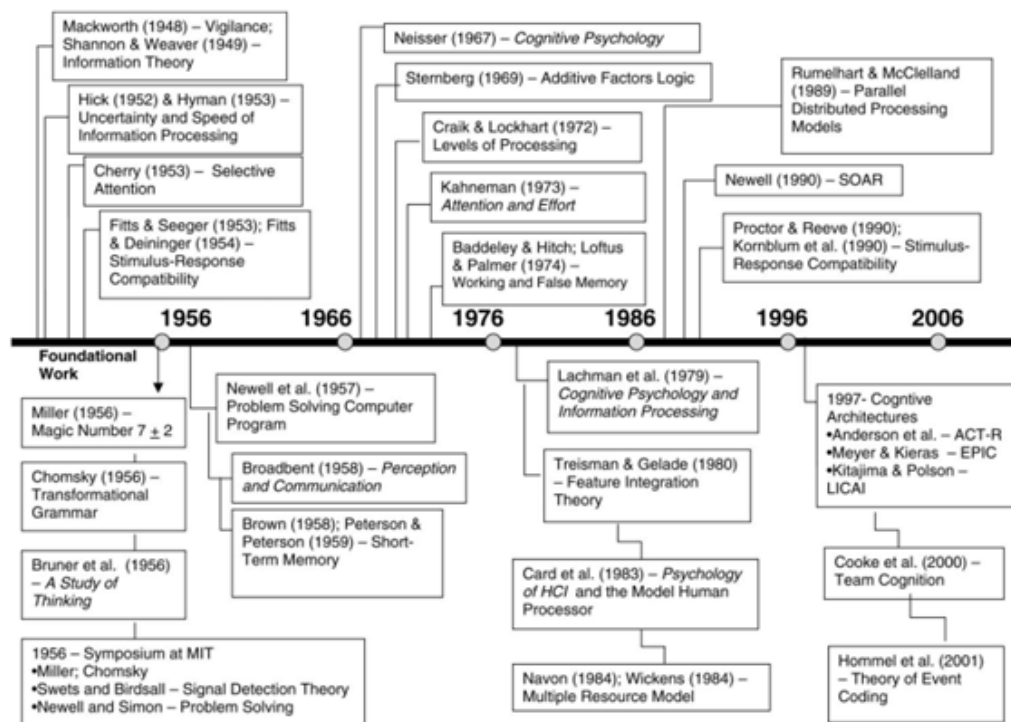
2.1.1 Η συμβολή της Γνωστικής Επιστήμης

Η μελέτη και κατανόηση των λειτουργιών του ανθρώπου όταν αυτός εμπλέκεται σε γνωστικές διεργασίες⁷ με σκοπό να εκτελέσει ενέργειες ώστε να επιτύχει τους στόχους του, υπήρξε αντικείμενο του επιστημονικού πεδίου της ψυχολογίας που ονομάζεται **Γνωστική Ψυχολογία** (Cognitive Psychology). Το πεδίο αυτό καλύπτει ένα ευρύ φάσμα περιοχών έρευνας, εξετάζοντας ερωτήματα που σχετίζονται με τη λει-

⁷ Γνωστικές διεργασίες είναι αυτές που συνεπάγονται ή αφορούν απόκτηση γνώσης, όπως η κατανόηση, ενθύμηση, ανάπτυξη συλλογισμών, απόκτηση ικανοτήτων, δημιουργία νέων ιδεών κλπ.

τουργία της μνήμης, την προσοχή, την αντίληψη, την αναπαράσταση της γνώσης, τη σκέψη, δημιουργικότητας και τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Καθώς όλα αυτά τα στοιχεία «της γνωστικής δραστηριότητας» του ατόμου βρίσκονται στο υπόβαθρο της αλληλεπίδρασής του με την τεχνολογία, γίνεται φανερό ότι η γνωστική ψυχολογία δεν έχει απλώς έχει μία ιδιαίτερη σχέση με την επιστήμη αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή αλλά αποτελεί και το κύριο θεωρητικό της υπόβαθρο.

Ένας ιδιαίτερος κλάδος της γνωστικής ψυχολογίας είναι η προσέγγιση του **ανθρώπου ως επεξεργαστή πληροφορίας** (human information processing). Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, ο άνθρωπος μοντελοποιείται με όρους που προσομοιάζουν τις συσκευές επεξεργασίας πληροφορίας, όπως είναι οι υπολογιστές. Πάνω από μισός αιώνας έχει περάσει από τις πρώτες μελέτες που ακολούθησαν την προσέγγιση αυτή. Σε μια ανασκόπηση του πεδίου, με την ευκαιρία της συμπλήρωσης 50 χρόνων (1956-2006) από την επονομαζόμενη «γνωστική επανάσταση», οι Proctor και Vu (2006) ισχυρίζονται ότι, αν και τα πορίσματα της περιοχής αυτής είναι παλιά, ανήκουν δηλαδή στην εποχή που οι υπολογιστές ήταν στα πρώτα τους βήματα και η επιστήμη αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή δεν είχε την σημερινή της εξέλιξη, συνεχίζουν να έχουν ισχύ και εφαρμόζονται σε πολλά πεδία της έρευνας και της πρακτικής, όπως εξηγείται και στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού. Στην εικόνα 1 (αναφορές από το Proctor & Vu, 2006) παρατίθενται συνοπτικά τα κυριότερα επιτεύγματα της περιοχής αυτής, μεταξύ των οποίων οι μελέτες του Miller (1956) για το μέγεθος της μνήμης εργασίας, οι μελέτες του Broadbent (1958) για τη λειτουργία της προσοχής, των Hick (1952) και Hyman (1953) για την επεξεργασία πληροφορίας υπό συνθήκες αβεβαιότητας, οι μελέτες των Fitts και συνεργατών (Fitts & Seeger, 1953, Fitts & Deiniger 1954) για την λειτουργία αντιστοίχισης ερεθίσματος απόκρισης, οι μελέτες των Craik & Lockhart (1972) για τη λειτουργία της μνήμης. Όμως η εργασία που συνθέτει σε μεγάλο βαθμό τις προγενέστερες μελέτες είναι αυτή των Card, Moran & Newell (1983), που πρότειναν τη γνωστική αρχιτεκτονική του **Μοντέλου του Ανθρώπινου Επεξεργαστή** (Model Human Processor, MHP) καθώς και το μοντέλο ανάλυσης **GOMS** (Goals, Operators, Methods, Selection rules).



Εικόνα 2.1 Βασικές ερευνητικές εργασίες της Γνωστικής Ψυχολογίας για τον άνθρωπο ως επεξεργαστή πληροφορίας- *Human Information Processing (1956-2006)*, που περιγράφονται στην εργασία Proctor & Vu (2006).

Η γνωστική αρχιτεκτονική του μοντέλου του ανθρώπινου επεξεργαστή και το μοντέλο ανάλυσης GOMS που τη συνοδεύει, επιτρέπουν την πρόβλεψη του χρόνου εκτέλεσης μιας εργασίας από στοιχειώδεις ενέργειες του χρήστη, που εμπλέκουν τον αισθητήριο, γνωστικό και κινητήριο επεξεργαστή. Στη συνέχεια γίνεται μια ανασκόπηση των πορισμάτων της περιοχής αυτής της γνωστικής ψυχολογίας και σκιαγραφείται η συμβολή τους στην ερμηνεία της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή.

2.2 Το μοντέλο του ανθρώπινου επεξεργαστή

Όπως είδαμε στο κεφάλαιο 1, στις αρχές της δεκαετίας του '80 ένας σημαντικός αριθμός ερευνητών που διερευνούσαν και ανέπτυσαν νέους τρόπους αλληλεπίδρασης με υπολογιστές είχε συγκεντρωθεί στο Ερευνητικό Κέντρο Xerox PARC. Δύο νέοι ερευνητές στο Εργαστήριο User Interfaces του Κέντρου, ήταν ο Stuart Card και ο Thomas Moran. Οι ερευνητές αυτοί είχαν μακρά συνεργασία με τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Carnegie Mellon, Allen Newell (1927-1992). Ο τελευταίος, επόπτης καθηγητής του διδακτορικού του Card, είχε ήδη σημαντική πορεία στην Τεχνητή Νοημοσύνη και τη Γνωστική Ψυχολογία. Η ομάδα αυτή, με το ισχυρό υπόβαθρο στη Γνωστική Ψυχολογία και την Πληροφορική, κατανόησαν την σημασία που είχαν για τη νεοσύστατη περιοχή της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή και οι δύο αυτές επιστήμες. Στις δημοσιεύσεις που έκαναν την εποχή εκείνη, διαπίστωναν ότι η στιβαρή επιστήμη των υπολογιστών με τις ποσοτικές της μεθόδους υπήρχε κίνδυνος να υποσκελίσει την ψυχολογία με τις ποιοτικές μεθόδους έρευνας. Έτσι, ξεκίνησαν μια προσπάθεια να δημιουργήσουν ένα μοντέλο του ανθρώπου με ποσοτικά χαρακτηριστικά που ήταν επηρεασμένο από τη θεωρία της πληροφορίας και βασικό-

ταν σε πορίσματα της γνωστικής ψυχολογίας. Το μοντέλο αυτό ονομάστηκε MHP (Model Human Processor – Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή) και δημοσιεύτηκε σε ένα μνημειώδες βιβλίο με τον τίτλο «Η Ψυχολογία της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή» («*The Psychology of Human-Computer Interaction*», Card, Moran & Newell, 1983), μαζί με το μοντέλο ανάλυσης GOMS (Goals, Operations, Methods and Selection Rules: Στόχοι, Λειτουργίες, Μέθοδοι και Κανόνες επιλογής), που θα περιγραφεί σε επόμενη ενότητα.

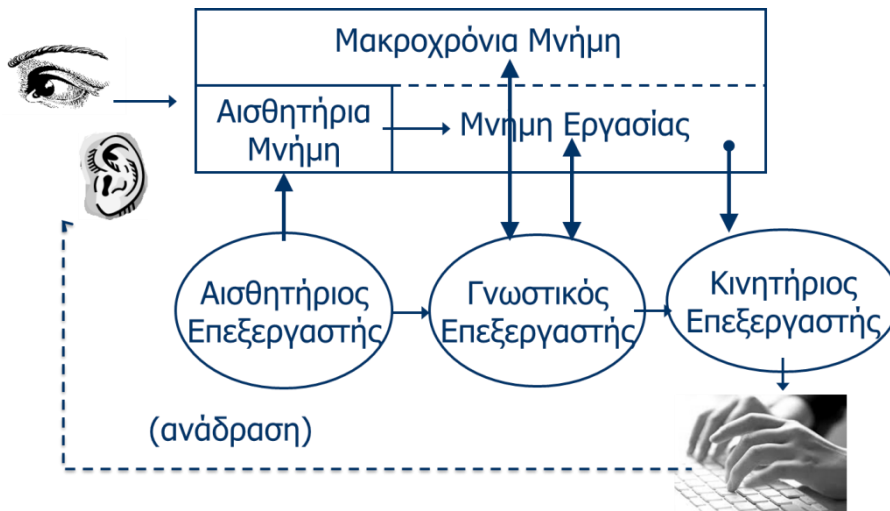
Το μοντέλο MHP, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, είναι εμπνευσμένο από τους υπολογιστές και περιγράφει την ανθρώπινη συμπεριφορά με έναν μάλλον απλοποιημένο τρόπο. Παρά την απλοποίηση αυτή, η αξία του μοντέλου έγκειται στο ότι μπορεί να προβλέψει την ανθρώπινη συμπεριφορά αν αυτή εντάσσεται σε μία εργασία που μπορεί να αναλυθεί σε επιμέρους στάδια, ακριβώς επειδή το μοντέλο βασίζεται σε ποσοτικές παραμέτρους που περιγράφουν αυτή τη συμπεριφορά.

Το MHP αποτελεί αυτό που ονομάζεται πρόταση γνωστικής αρχιτεκτονικής. Σύμφωνα με αυτή, η πληροφορία που εισέρχεται στον ανθρώπινο εγκέφαλο μέσω των αισθητήρων (ακοή, όραση) γίνεται αντικείμενο επεξεργασίας από τον άνθρωπο, αφού περάσει από μια σειρά διεργασιών. Αυτή η πρόταση γνωστικής αρχιτεκτονικής είναι επίσης γνωστή και ως η θεωρία των τεσσάρων σταδίων επειδή περιγράφει τις διεργασίες επεξεργασίας της πληροφορίας μέσα από τα εξής στάδια: στάδιο κωδικοποίησης, στάδιο σύγκρισης, στάδιο επιλογής και στάδιο εκτέλεσης. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο αυτής της αρχιτεκτονικής που βασίζεται στα πορίσματα της γνωστικής ψυχολογίας είναι η μνήμη. Ήταν ήδη γνωστό (Atkinson & Shiffrin 1968) ότι η ανθρώπινη μνήμη οργανώνεται σε διαφορετικά επίπεδα. Έτσι λοιπόν, στο MHP διακρίνονται τα εξής επίπεδα μνήμης: (α) αισθητήρια μνήμη, (β) βραχυχρόνια μνήμη ή μνήμη εργασίας και (γ) μακροχρόνια μνήμη (στη συνέχεια του κεφαλαίου θα γίνει πιο λεπτομερής περιγραφή τους). Ουσιαστικά λοιπόν, το μοντέλο έχει διαφορετικά είδη μνήμης, και διαφορετικούς επεξεργαστές. Η βασική λειτουργία και συστατικά μέρη του μοντέλου ανθρώπινου επεξεργαστή περιγράφονται στη συνέχεια, παρουσιάζονται δε στην εικόνα 2.2.

Η είσοδος πληροφορίας από τις αισθήσεις (την όραση και την ακοή) αποθηκεύεται προσωρινά στην **αισθητήρια μνήμη** (sensory memory). Ως αναλογία με το υλικό του υπολογιστή, αυτή η μνήμη παίζει το ρόλο του frame buffer, δηλαδή του προσωρινού ταμειυτήρα μιας εικόνας ή ενός ακουστικού σήματος κάθε φορά. Ο αισθητήριος επεξεργαστής (sensory processor) παραλαμβάνει το περιεχόμενο της αισθητήριας μνήμης και το επεξεργάζεται προσπαθώντας να αναγνωρίσει σύμβολα στα δεδομένα που περιέχει, δηλαδή γράμματα, λέξεις, αντικείμενα στις εικόνες. Η διαδικασία αυτή υποστηρίζεται από τη **μακροχρόνια μνήμη** (Long term memory), η οποία περιέχει σύμβολα που είναι ήδη γνωστά.

Ο **γνωστικός επεξεργαστής** (cognitive processor) παραλαμβάνει τα σύμβολα που έχουν αναγνωριστεί από τον αισθητήριο επεξεργαστή, εκτελεί τις απαραίτητες συγκρίσεις και λαμβάνει αποφάσεις. Επίσης μεταφέρει τα σύμβολα στη **μνήμη εργασίας** (η οποία σε αναλογία με το υλικό του υπολογιστή, αντιστοιχεί στη μνήμη RAM, αν και η μνήμη εργασίας είναι πολύ περιορισμένη σε μέγεθος). Ο γνωστικός επεξεργαστής κάνει τις γνωστικές λειτουργίες που θα περιγράφαμε ως σκέψεις.

Τέλος ο **κινητήριος επεξεργαστής** παραλαμβάνει εντολή μιας ενέργειας από το γνωστικό επεξεργαστή και καθοδηγεί τους μύες ώστε να την εκτελέσει.



Εικόνα 2.2 Τα κύρια στοιχεία της γνωστικής αρχιτεκτονικής Μοντέλου Ανθρώπινου Επεξεργαστή (Model Human Processor MHP).

Παρατηρώντας όμως την εικόνα 2.2 διαπιστώνουμε ότι υπάρχει ένας βρόχος ανάδρασης. Το αποτέλεσμα της δράσης του κινητήριου επεξεργαστή που αφορά τη νέα θέση του σώματος (π.χ. τη νέα θέση του χεριού που κινείται ώστε να εκτελέσει μια δράση, ανταποκρινόμενο στο ερέθισμα), γίνεται αντιληπτό από τις αισθήσεις του χρήστη, και η νέα αυτή πληροφορία χρησιμοποιείται για να διορθώσει την κίνηση σε περίπτωση που το χέρι του έχει ξεπεράσει το στόχο, σε μια συνεχή διαδικασία.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το μοντέλο αυτό δεν αντιστοιχεί στην ανατομία και νευροφυσιολογική λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου. Αντίθετα, αποτελεί μια αφαιρετική περιγραφή λειτουργιών και όχι την πραγματική περιγραφή μηχανισμών όπως η μνήμη και η λήψη αποφάσεων στο νευροφυσιολογικό επίπεδο, κάτι που σήμερα είναι εφικτό μέσω των απεικονιστικών τεχνικών που έχουν αναπτυχθεί.

Άλλοι περιορισμοί του MHP είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη του τον απτικό επεξεργαστή και την απτική μνήμη. Επίσης, αγνοεί τις υπόλοιπες αισθήσεις και τη μνήμη του κινητήριου συστήματος (μυϊκή μνήμη). Τέλος μια σημαντική έλλειψη είναι ότι το MHP δεν περιλαμβάνει μηχανισμό εστίασης της **προσοχής**, δηλαδή μηχανισμό που επηρεάζει την επεξεργασία των αισθητήριων ερεθισμάτων φιλτράροντας ποια πληροφορία τελικά θα μεταφερθεί από την αισθητήρια μνήμη στη μνήμη εργασίας. Όμως, παρά τους περιορισμούς αυτούς, το μοντέλο έχει τεράστια επίδραση στην κατανόηση μηχανισμών λειτουργίας των γνωστικών λειτουργιών του ανθρώπου και λειτουργεί με επιτυχία στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς του ανθρώπου όταν αλληλεπιδρά με μηχανές, όπως είναι οι υπολογιστές.

2.2.1 Παράμετροι Μοντέλου Ανθρώπινου Επεξεργαστή

Αυτή η ενότητα εστιάζεται στα ποσοτικά χαρακτηριστικά του μοντέλου MHP. Στον πίνακα που ακολουθεί, αναφέρονται οι κύριες παράμετροι των επί μέρους στοιχείων και φάσεων. Τα στοιχεία του πίνακα αφορούν σε ταχύτητες επεξεργαστών, χωρητικότητα μνήμης και χρόνους εξασθένησης σήματος σε επί μέρους μνήμες.

Παράμετρος	Μέση τιμή	Εύρος τιμών
Χρόνος εξασθένισης οπτικού σήματος	200 ms	90-1000 ms
Περιεκτικότητα οπτικής αισθητήριας μνήμης	17 γράμματα	7-17 γράμματα
Χρόνος εξασθένισης ακουστικού σήματος	1500 ms	90-3500 ms
Περιεκτικότητα ακουστικής μνήμης	5 γράμματα	4.4-6.2 γράμματα
Περίοδος κύκλου αισθητήριου επεξεργαστή	100 ms	50-200 ms
Περίοδος κύκλου γνωστικού επεξεργαστή	70 ms	25-170 ms
Περίοδος κύκλου κινητήριου επεξεργαστή	70 ms	30-100 ms
Χωρητικότητα μνήμης εργασίας	7 στοιχεία	5-9 στοιχεία
Χρόνος εξασθένισης μνήμης εργασίας	7 sec	5-226 sec
Χρόνος εξασθένισης 1 στοιχείου από μνήμη εργασίας	73 sec	73-226 sec
Χρόνος εξασθένισης 3 στοιχείων από μνήμη εργασίας	7 sec	5-34 sec

Πίνακας 2.1 Παράμετροι και τιμές του μοντέλου MHP

Στον πίνακα 2.1 όπου παρατίθενται οι παράμετροι του MHP, δίνεται η μέση τιμή και ένα εύρος τιμών για κάθε μία από αυτές τις παραμέτρους. Εστιάζοντας στους τρεις επεξεργαστές του μοντέλου, είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι η μέση τιμή και το εύρος τιμών αναφέρονται στην περίοδο του κύκλου λειτουργίας του κάθε επεξεργαστή. Η περίοδος του κύκλου λειτουργίας είναι ανάλογη με τον χρόνο του κύκλου ενός επεξεργαστή του υπολογιστή και είναι ο χρόνος που απαιτείται για να δεχτεί ο επεξεργαστής μια είσοδο και να παράγει την αντίστοιχη έξοδο. Όπως όλες οι παράμετροι του MHP, οι χρόνοι των κύκλων έχουν προκύψει από διάφορες παλαιότερες εμπειρικές μελέτες. Κάθε παράμετρος λοιπόν, έχει οριστεί με μια τυπική τιμή και με ένα εύρος τιμών που έχουν παρατηρηθεί. Για παράδειγμα, ο τυπικός χρόνος της περιόδου του κύκλου για τον αισθητήριο επεξεργαστή είναι $T_p=100\text{ ms}$, αλλά σε διάφορες μελέτες ψυχολογίας κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχουν αναφερθεί μέσοι χρόνοι του κύκλου μεταξύ 50 και 200 msec. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 2.1, οι τιμές της περιόδου του κύκλου του γνωστικού και του κινητήριου επεξεργαστή είναι $T_c=70\text{ ms}$ (με εύρος τιμών 50-200 ms) και $T_m=70\text{ ms}$ (με εύρος τιμών 30 – 100 ms) αντίστοιχα. Συνεπώς, ένας πλήρης κύκλος των τριών επεξεργαστών που περιλαμβάνει: αντίληψη ερεθίσματος -σύγκριση ερεθίσματος – δράση, έχει έναν κύκλο τυπικής διάρκειας $70\text{ ms} + 100\text{ ms} + 70\text{ ms} = 240\text{ ms}$. Η διάρκεια αυτού του κύκλου μπορεί να κυμανθεί από 105 ms (fastman, κατά τους Card, Moran & Newell, 1983) μέχρι 470 ms (slowman). Το εύρος τιμών που παρατηρείται στην απόδοση των επεξεργαστών, αφενός οφείλεται στις διαφορές μεταξύ διαφορετικών ανθρώπων, αφετέρου δε συνδέεται με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες ενεργοποιείται και λειτουργεί ο επεξεργαστής. Στη συνέχεια θα γίνει μια σύντομη αναφορά στα επί μέρους χαρακτηριστικά των τριών υποσυστημάτων του μοντέλου MHP.

2.2.2 Αισθητήριο υποσύστημα

Το αισθητήριο υποσύστημα, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2, περιλαμβάνει τον αισθητήριο επεξεργαστή και τις αισθητήριες μνήμες. Μετά τη δημιουργία ενός ερεθίσματος, η αναπαράσταση του ερεθίσματος εμφανίζεται στην **αισθητήρια μνήμη**. Πρόκειται για φυσική αναπαράσταση όχι για συμβολική, πχ. ο αριθμός 7 είναι μορφή, όχι τιμή. Αυτή η διαφορά μεταξύ μορφής (φυσική αναπαράσταση) και τιμής, αντιστοιχεί στη διαφορά μεταξύ αναπαράστασης αλφαριθμητικών χαρακτήρων και ακεραίων, που συναντάμε στις γλώσσες προγραμματισμού. Όταν ο αισθητήριος επεξεργαστής επεξεργασθεί το περιεχόμενο της αισθητήριας μνήμης και αυτό κατά συνέπεια κωδικοποιηθεί συμβολικά μεταφέρεται στη βραχυχρόνια μνήμη.

Η αισθητήρια μνήμη είναι διαφορετική για κάθε αισθητήριο αγωγό (ακουστική μνήμη, οπτική μνήμη κλπ). Κάθε επί μέρους αισθητήρια μνήμη συντηρεί την πληροφορία της για μικρή διάρκεια. Ο χρόνος εξασθένησης ερεθίσματος είναι 200 ms για την οπτική αισθητήρια μνήμη και 1500 ms (δηλαδή 1,5 sec) για την ακουστική αισθητήρια μνήμη. Έτσι για παράδειγμα, τα πυροτεχνήματα εμφανίζονται στην παρατηρητή τους ως συνεχείς γραμμές στον ουρανό επειδή η εικόνα συντηρείται στην αισθητήρια μνήμη για μερικά δέκατα του δευτερολέπτου. Στο χαρακτηριστικό αυτό οφείλεται η δυνατότητα να αντιλαμβανόμαστε συνεχή κίνηση από ακολουθία διαδοχικών εικόνων, φαινόμενο που χρησιμοποιείται στον κινηματογράφο και το βίντεο.

Έχει παρατηρηθεί ότι ο αισθητήριος επεξεργαστής είναι ταχύτερος (μικρότερος χρόνος κύκλου) για περισσότερο έντονα ερεθίσματα, και πιο αργός για ασθενή ερεθίσματα γι' αυτό και διαβάζουμε πιο αργά όταν το φως δεν είναι αρκετό. Ομοίως, ο γνωστικός επεξεργαστής λειτουργεί πιο γρήγορα υπό συνθήκες πίεσης. Έτσι λοιπόν, το μυαλό μας λειτουργεί πιο γρήγορα όταν οδηγούμε το αυτοκίνητο ή παίζουμε ένα βιντεοπαιχνίδι στον υπολογιστή, σε σύγκριση με την κατάσταση ανάγνωσης ενός βιβλίου για παράδειγμα. Επίσης έχει παρατηρηθεί ότι ο γνωστικός επεξεργαστής ενεργεί πιο γρήγορα σε πρακτικές εργασίες έναντι εργασιών που έχουν διανοητικό χαρακτήρα.

Κατά τη μοντελοποίηση εκτέλεσης μιας εργασίας με χρήση του MHP, θα πρέπει να χρησιμοποιούμε όχι μόνο τις τυπικές τιμές αλλά και το εύρος τιμών ώστε να αντιμετωπίσουμε την αβεβαιότητα διαφορετικών συνθηκών ή διαφορετικών χρηστών. Όσον αφορά τη λειτουργία του Αισθητήριου Επεξεργαστή, όπως αναφέρθηκε, αυτός επεξεργάζεται τα αισθητήρια σήματα με κύκλο $T_p = 100$ ms περίπου. Κατά συνέπεια, δύο συμβάντα που έχουν συμβεί σε χρόνους που απέχουν λιγότερο από 100 ms αποτυπώνονται από τον αισθητήριο επεξεργαστή ταυτόχρονα, ένα φαινόμενο που λέγεται **αντιληπτική μίξη** (perceptual fusion). Συνέπεια αυτού του φαινομένου είναι ότι αν η απόκριση του υπολογιστή είναι $< T_p$ σε μια ενέργεια του χρήστη, τότε ο χρήστης αντιλαμβάνεται την απόκριση ως στιγμιαία την οποία θεωρεί αποτέλεσμα της ενέργειάς του.

Η λειτουργία του αισθητήριου επεξεργαστή και ειδικότερα της οπτικής αντίληψης, περιλαμβάνει λειτουργίες αναγνώρισης μορφών από επί μέρους ερεθίσματα (πχ οι Νόμοι του Gestalt, ή νόμοι της μορφής, οι οποίοι καθορίζουν πώς συνθέτουμε μορφές από επί μέρους ερεθίσματα. Για αναλυτική παρουσίαση βλέπε ενότητα 2.6) αλλά και λειτουργίες νοηματοδότησης των επί μέρους συμβόλων από το πλαίσιο στο οποίο αυτά είναι ενταγμένα.

2.2.3 Το Γνωστικό Υποσύστημα

Το Γνωστικό υποσύστημα περιλαμβάνει τον γνωστικό επεξεργαστή και δύο μνήμες: τη μνήμη εργασίας και τη μακροχρόνια μνήμη.

(α) Μνήμη Εργασίας

Στη Μνήμη εργασίας (working memory) συντηρείται η πληροφορία για πολύ λίγο (15-30 sec). Ο απαιτούμενος χρόνος ανάκτησης πληροφορίας από τη μνήμη αυτή έχει μετρηθεί ότι είναι της τάξης των 70 ms. Σχετικά παλαιότερα πειράματα (Miller, 1956) έχουν αποδείξει ότι τα διακριτά αντικείμενα που μπορούν να παραμείνουν στη βραχυχρόνια μνήμη είναι από πέντε έως εννέα, (7 ± 2).

Όταν πολλαπλασιάζουμε νοητικά δύο αριθμούς, π.χ. το 6 με το 45 χρησιμοποιούμε κυρίως τη βραχυχρόνια μνήμη, αφού νοητικά πολλαπλασιάζουμε το 6 επί 5 πρώτα, τοποθετούμε το αποτέλεσμα στη βραχυχρόνια μνήμη, συνεχίζουμε με το δεύτερο σκέλος (6 επί 40=240) κλπ. Επίσης χρησιμοποιούμε και τη μακροχρόνια μνήμη, στην οποία βρίσκεται η γνώση του πίνακα πολλαπλασιασμού.

Ένα πείραμα για να αποδείξουμε τον νόμο του Miller είναι να προσπαθήσουμε να θυμηθούμε ακολουθίες αριθμών αυξανόμενου μήκους π.χ. (α) 3,4,7 (β) 4,2,8,9 (γ) 3,4,1,9,3,0 (δ) 3,2,1,8,7,4,0,3,8,2. Το πείραμα συνίσταται στα εξής βήματα: Αρχικά κοιτάζουμε μια ακολουθία αριθμών, στη συνέχεια κλείνουμε το βιβλίο και προσπαθούμε να θυμηθούμε την ακολουθία. Στις ακολουθίες (α), (β) δεν αναμένεται να δυσκολευτούμε να θυμηθούμε τους αριθμούς. Στην περίπτωση (γ) ίσως αρχίσουμε να έχουμε προβλήματα και στη (δ) είναι σχεδόν αδύνατο να θυμηθούμε όλους τους αριθμούς.

Το αποτέλεσμα του παραπάνω πειράματος εξηγείται με τον κανόνα του Miller, σύμφωνα με τον οποίο στη βραχυχρόνια μνήμη μπορούν να μείνουν μέχρι 5-9 ξεχωριστά αντικείμενα. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται στην καθημερινή μας ζωή με την ομαδοποίηση πληροφοριών. Έτσι, είναι πιο εύκολο να θυμόμαστε 10ψήφιους τηλεφωνικούς αριθμούς σαν ομάδες 3 + 3 + 4 ψηφίων, αντί για 10 ξεχωριστά ψηφία.

(β) Μακροχρόνια μνήμη

Στη μακροχρόνια μνήμη, η πληροφορία συντηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Εδώ φυλάσσονται οι γνώσεις, οι εμπειρίες μας κλπ. Η μνήμη αυτή, σε αντίθεση με τις δύο προηγούμενες (μνήμη εργασίας και αισθητήρια μνήμη), έχει μεγάλη χωρητικότητα ενώ η πρόσβαση σε αυτή είναι πολύ πιο αργή (δέκατα δευτερολέπτου). Η πληροφορία εξασθενεί πολύ πιο αργά στη μακροχρόνια μνήμη και έχουν διαμορφωθεί πολλές θεωρίες που αφορούν τον τρόπο οργάνωσης της πληροφορίας σε αυτή. Σύμφωνα με μια από αυτές τις θεωρίες, η πληροφορία οργανώνεται υπό μορφή σημασιολογικού δικτύου που συνδέει μεταξύ τους έννοιες. π.χ. ο Σνούπυ είναι σκύλος, ο σκύλος έχει 4 πόδια, κλπ. Με τον τρόπο αυτό, έννοιες από διαφορετικές γνωστικές περιοχές μπορεί να συσχετιστούν (Ο Σνούπυ έχει 4 πόδια). Άλλες θεωρίες οργάνωσης της μακροχρόνιας μνήμης είναι η επεισοδιακή οργάνωση που αφορά την σειριακή οργάνωση της γνώσης και η οργάνωση μέσω πλαισίων (frames) που μας επιτρέπουν να οργανώσουμε μαζί σύνθετες σχετιζόμενες πληροφορίες. Σύμφωνα με πολλές απόψεις, όλα αυτά τα μοντέλα οργάνωσης της μακροχρόνιας μνήμης είναι συμπληρωματικά και αφορούν διαφορετικό περιεχόμενο (στο κεφάλαιο 3 θα αναφερθούμε πιο αναλυτικά στις θεωρίες οργάνωσης της γνώσης, δηλαδή της οργανωμένης πληροφορίας, στην μακροχρόνια μνήμη).

(γ) Γνωστικές λειτουργίες

Ο γνωστικός επεξεργαστής περιλαμβάνει τον κύκλο αναγνώρισης-δράσης με περίοδο κύκλου περίπου $T_c=70$ ms. Κατά τη φάση της αναγνώρισης γίνεται ενεργοποίηση συσχετιζόμενων τμημάτων πληροφορίας στη μακροχρόνια μνήμη, ενώ κατά τη φάση της δράσης γίνεται τροποποίηση του περιεχομένου της μνήμης εργασίας.

Οι γνωστικές λειτουργίες που αφορούν σε αποφάσεις - συγκρίσεις είναι σύνθετες διαδικασίες (Rasmussen, 1983). Μια πτυχή που έχει μελετηθεί εκτενώς είναι η διαδικασία λήψης αποφάσεων με βάση δεξιότητες. Ως δεξιότητα χαρακτηρίζεται μια αυτόματη λειτουργία που είναι αποτέλεσμα εμπειρίας. Δεξιότητες είναι για παράδειγμα, η ανάγνωση, η οδήγηση, η πληκτρολόγηση κλπ. Οι αποφάσεις που λαμβάνουμε με βάση δεξιότητες έχουν το χαρακτήρα αυτόματων λειτουργιών χωρίς διάθεση πολλών πόρων προσοχής, όπως η απόφαση αλλαγής ταχύτητας κατά την οδήγηση του αυτοκινήτου.

Μία άλλη διαδικασία λήψης απόφασης είναι αυτή που βασίζεται σε κανόνες (ακολουθία κανόνων τύπου αν x τότε y). Στην περίπτωση αυτή, ο άνθρωπος εμπλέκεται συνειδητά σε λειτουργίες πιο σύνθετες από την προηγούμενη περίπτωση. Αν για παράδειγμα ο νέος οδηγός πλησιάζει μια διασταύρωση προκειμένου να αποφασίσει ποιος έχει προτεραιότητα, ανασύρει τους σχετικούς κανόνες που εφαρμόζονται για την περίπτωση αυτή.

Τέλος η πιο σύνθετη περίπτωση λήψης αποφάσεων είναι αυτή που βασίζεται σε γνώση και οι αποφάσεις αφορούν άγνωστες καταστάσεις. Παράδειγμα τέτοιας περίπτωσης, είναι η απόφαση που πρέπει να πάρει κανείς ως προς ποιες ενέργειες πρέπει να κάνει, όταν το αυτοκίνητο δεν ξεκινάει το πρωί.

Η λειτουργία του γνωστικού επεξεργαστή διέπεται από τις παρακάτω αρχές που έχουν προκύψει από προηγούμενες πειραματικές μελέτες και θεωρίες:

- Η αρχή της αβεβαιότητας στη λήψη απόφασης. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, απαιτούνται περισσότεροι κύκλοι του γνωστικού επεξεργαστή αν υπάρχουν πολλές επιλογές. Η αρχή αυτή έχει αναδειχθεί από προγενέστερες μελέτες των Hick (1952) - Hyman (1953) που στηρίζονται στη θεωρία πληροφορίας, όπως θα περιγραφεί στη συνέχεια.
- Η αρχή της μεταβλητής περιόδου. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, η αύξηση του πληροφοριακού φορτίου ή της εργασίας αυξάνει την περίοδο του κύκλου
- Η αρχή της εκμάθησης. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, ο χρόνος του κύκλου του γνωστικού επεξεργαστή μειώνεται με την εμπειρία και έτσι απαιτείται μικρότερος χρόνος εκτέλεσης μιας εργασίας σε κάθε νέα της επανάληψη.

Οι εμπειρικοί αυτοί κανόνες (αρχή της αβεβαιότητας και η αρχή της εκμάθησης) θα συζητηθούν εκτενέστερα σε επόμενη ενότητα.

Ένα άλλο σημαντικό φαινόμενο που σχετίζεται με τον γνωστικό επεξεργαστή είναι η καμπύλη της αντίστροφης σχέσης μεταξύ της ταχύτητας εκτέλεσης μιας εργασίας και της ακρίβειας εκτέλεσής της που είναι γνωστή ως speed - accuracy tradeoff (Wickelgren, 1977). Η ακρίβεια εκτέλεσης μίας εργασίας σχετίζεται με τον αριθμό των σφαλμάτων που γίνονται κατά την εκτέλεσή της. Έτσι λοιπόν, μπορούμε να υποχρεωθούμε να λάβουμε αποφάσεις πιο γρήγορα, με κόστος κάποιες από αυτές να είναι λανθασμένες. Αντίθετα, αν κάνουμε περισσότερο χρόνο για κάθε απόφαση, το αποτέλεσμα θα είναι η βελτίωση της ακρίβειας. Βεβαίως η καμπύλη ταχύτητας-ακρίβειας δεν είναι σταθερή, αφού αυτή μπορεί να μετακινηθεί προς τα επάνω από την εξάσκηση του ανθρώπου στη συγκεκριμένη εργασία.

2.2.4 Το κινητήριο υποσύστημα

Ο κινητήριος επεξεργαστής λειτουργεί με δύο τρόπους. Μπορεί είτε να δρα αυτόνομα από το αισθητήριο υποσύστημα, σε έναν ανοικτό βρόχο ελέγχου, είτε να δρα λαμβάνοντας ανάδραση από το αισθητήριο υποσύστημα σε ένα κλειστό βρόχο ελέγχου.

Στην περίπτωση του ανοικτού βρόχου, ο επεξεργαστής δεν λαμβάνει καμιά ανάδραση από το αισθητήριο υποσύστημα σχετικά με το αν οι εντολές που δίνει στο μυϊκό σύστημα (οι κινήσεις) είναι σωστές ή εσφαλμένες. Εδώ, η μέγιστη περίοδος του κύκλου εντολών είναι η $T_m = 70 \text{ ms}$.

Η δεύτερη περίπτωση είναι ο έλεγχος κλειστού βρόχου, κατά την οποία ο αισθητήριος επεξεργαστής καταγράφει την ενέργεια του κινητήριου υποσυστήματος και το γνωστικό υποσύστημα αποφασίζει για διορθωτικές κινήσεις, κατευθύνοντας το κινητήριο υποσύστημα να καταλήξει σε νέα εντολή. Στην βέλτιστη περίπτωση, ο βρόχος ανάδρασης απαιτεί χρόνο για κάθε έναν από τους εμπλεκόμενους επεξεργαστές, δηλαδή συνολικό χρόνο: $T_p + T_c + T_m \sim 240 \text{ ms}$. Μία περίπτωση ελέγχου κλειστού βρόχου, αφορά την επιλογή στόχου ορισμένων διαστάσεων σε ορισμένη απόσταση από το χέρι του χρήστη. Ο Fitts το 1950, υπολόγισε το χρόνο που απαιτείται για αυτή την επεξεργασία διατυπώνοντας τον ομώνυμο νόμο ο οποίος περιγράφεται αναλυτικά στην ενότητα 2.3.1.

2.2.5 Συνοπτική απεικόνιση και εφαρμογή του μοντέλου MHP

Όλες οι διαστάσεις του μοντέλου MHP που αναλύθηκαν σε αυτή την ενότητα μαζί με τις ποσοτικές τους παραμέτρους παρουσιάζονται συνοπτικά στην παρακάτω εικόνα.

Για να δείξουμε την αξία του μοντέλου MHP, θα επιχειρήσουμε να περιγράψουμε ένα μικρό παράδειγμα εφαρμογής του μοντέλου του στη σχεδίαση εφαρμογών αυτού. Έστω λοιπόν, ότι σε ένα βιντεοπαιχνίδι συγκρούονται δύο σφαίρες. Η σύγκρουση αλλάζει την τροχιά τους. Πόσο γρήγορα θα πρέπει να γίνει ο υπολογισμός της νέας τους τροχιάς ώστε ο παίκτης να μην αντιλαμβάνεται ότι υπάρχει διακοπή στη συνέχεια της κίνησης;

Σύμφωνα με τον περιορισμό στην περίοδο του κύκλου του αισθητήριου επεξεργαστή, για να έχουμε την αίσθηση της συνέχειας, η νέα θέση της σφαίρας θα πρέπει να υπολογιστεί και να σχεδιαστεί μέσα στον ίδιο κύκλο ($T_p=100 \text{ ms}$), ώστε να εκμεταλλευτούμε το φαινόμενο της αισθητήριας μίξης (perceptual fusion) . Μάλιστα για να καλύψουμε όλες τις περιπτώσεις και συνθήκες, θα πρέπει να καλύψουμε την περίπτωση του Fastman ($T_p=50\text{ms}$).

2.2.5 Εφαρμογή του μοντέλου MHP

Στη συνέχεια δίνεται ένα μικρό παράδειγμα εφαρμογής του μοντέλου που παρουσιάστηκε. Έστω σε ένα βιντεοπαιχνίδι συγκρούονται δύο σφαίρες. Η σύγκρουση αλλάζει την τροχιά τους. Πόσο γρήγορα θα πρέπει να γίνει ο υπολογισμός της νέας τους τροχιάς ώστε να μην υπάρχει διακοπή της συνέχειας της κίνησης;

Σύμφωνα με τον περιορισμό στην περίοδο του κύκλου του αισθητήριου επεξεργαστή, για να έχουμε την αίσθηση της συνέχειας η νέα θέση της σφαίρας θα πρέπει να υπολογιστεί και να σχεδιαστεί μέσα στον ίδιο κύκλο ($T_p=100 \text{ ms}$), ώστε να εκμεταλλευτούμε το φαινόμενο της αισθητήριας σύνθεσης. Μάλιστα για να καλύψουμε όλες τις περιπτώσεις και συνθήκες θα πρέπει να καλύψουμε την περίπτωση του Fastman ($T_p=50\text{ms}$).

2.3 Μοντέλα ανθρώπινων δεξιοτήτων

Η γνωστική ψυχολογία, μελετώντας τις ανθρώπινες δεξιότητες ανέπτυξε, στο πλαίσιο του ανθρώπινου επεξεργαστή πληροφορίας (MHP – βλέπε εικόνα 2.1), μοντέλα που είναι σε θέση να προβλέψουν την ανθρώπινη συμπεριφορά κατά την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών, υπό την παραδοχή της δεξιότητας (αλάνθαστος επιδέξιος χρήστης). Αν και οι σχετικές μελέτες είναι πια παλιές (χρονολογούνται μισό αιώνα πριν, και περισσότερο), πολλά από τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν έχουν επιβιώσει και έχουν προσαρμοστεί στις τρέχουσες τεχνολογίες αλληλεπίδρασης. Συγκεκριμένα τα μοντέλα αυτά είναι χρήσιμα εργαλεία όχι μόνο για τη μελέτη και κατανόηση γνωστικών λειτουργιών του ανθρώπου, αλλά και για τη σχεδίαση και αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων, αφού μπορούν να μοντελοποιήσουν την προσδοκώμενη συμπεριφορά του χρήστη όταν αλληλεπιδρά με το σύστημα. Πολλά από αυτά τα μοντέλα είναι επηρεασμένα από την **θεωρία πληροφορίας** (information theory), και ιδιαίτερα από το γενικό μοντέλο ενός επικοινωνιακού καναλιού με θόρυβο μέσω του οποίου μεταδίδεται πληροφορία. (Shannon, Weaver, 1949). Το πιο σημαντικό από αυτά τα μοντέλα είναι ο νόμος του Fitts, που παρουσιάζεται στη συνέχεια, ενώ ακόμη θα παρουσιαστούν ο νόμος επιλογής με συνθήκες αβεβαιότητας (νόμος των Hick - Hyman) και ο νόμος της εξάσκησης (power law of practice). Όπως ήδη αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, τα μοντέλα αυτά έχουν ήδη ληφθεί υπόψη στο MHP. Εδώ παρουσιάζονται για λόγους πληρότητας καθώς αναλύονται υπό το πρίσμα της σημερινής τεχνολογίας αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή.

2.3.1 Ο νόμος του Fitts

Ο νόμος του Fitts είναι ένα αξιοθαύμαστα ανθεκτικό μοντέλο που προβλέπει το χρόνο μιας γρήγορης κίνησης του χεριού με συγκεκριμένο στόχο, προσδιορίζοντας ότι ο χρόνος αυτός είναι γραμμικά συσχετισμένος με τη δυσκολία του εγχειρήματος. Ο Paul Fitts (1912-1965) ήταν ένας ψυχολόγος ερευνητής στο Πανεπιστήμιο του Ohio και το Πανεπιστήμιο του Michigan, που ενδιαφέρθηκε να μελετήσει την στοχοθετημένη ανθρώπινη κίνηση. Μια σειρά από πειράματα που έγιναν κατά τη δεκαετία του 1950 κατέληξε στον νόμο που πήρε το όνομά του. Η εργασία του επηρεάστηκε από το θεώρημα του Shannon (βλέπε την αναφορά στη θεωρία πληροφορίας που έγινε αμέσως πριν, στην εισαγωγή της ενότητας 2.3). Ο Fitts είδε το κινητήριο υποσύστημα ως ένα επικοινωνιακό κανάλι, το εύρος της κίνησης ως σήμα και το μέγεθος του στόχου της κίνησης ως θόρυβο (MacKenzie, 1989). Ο νόμος αυτός έχει αρκετές διαφορετικές εκφράσεις. Η αρχική διατύπωση του νόμου είναι:

$$MT = a + b * \log_2 (2D/W) [1]$$

Όπου MT ο μέσος χρόνος επίτευξης του στόχου. Όπου a, b, δύο μη αρνητικοί αριθμοί, οι οποίοι προσδιορίζονται πειραματικά και εξαρτώνται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εργασίας που εκτελεί ο χρήστης. Να σημειωθεί ότι D είναι το εύρος της κίνησης, ή η απόσταση του στόχου, και W το εύρος του στόχου. Η σταθερά 2 έχει χρησιμοποιηθεί ώστε να μην λαμβάνει αρνητικές τιμές ο λογάριθμος.

Η σχέση [1] μπορεί να συγκριθεί με το θεώρημα του Shannon, που ορίζει τη χωρητικότητα ενός καναλιού C με εύρος W, P την ένταση του σήματος και N την ένταση θορύβου στο κανάλι επικοινωνίας: $C=W*\log_2((P+N)/N)$.

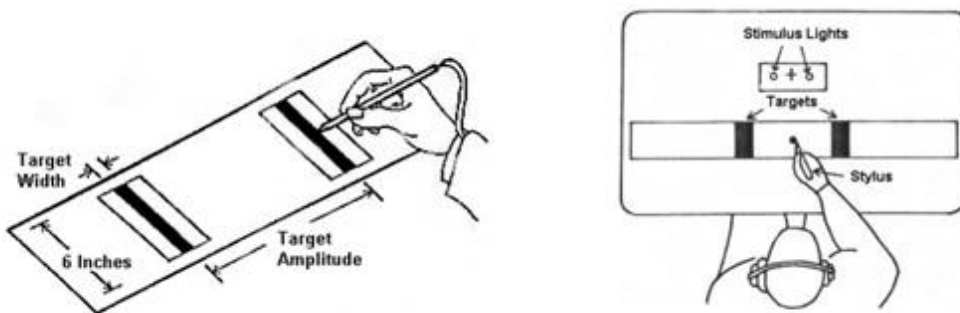
Μάλιστα ο καθηγητής Scot MacKenzie, που για χρόνια ερευνά το νόμο του Fitts, έχει προτείνει μια παραλλαγή η οποία χρησιμοποιείται ευρύτατα. Η παραλλαγή αυτή, κάνει το νόμο να προσομοιάζει ακόμη περισσότερο με το θεώρημα της θεωρίας πληροφορίας :

$$MT = a + b * \log_2 (D/W + 1) [2]$$

Αν αντικαταστήσουμε τον όρο $ID = \log_2 (D/W + 1)$ που ορίζεται ως ο όρος δυσκολίας της εργασίας του χρήστη, τότε προκύπτει η γραμμική συσχέτιση του χρόνου με τη δυσκολία του στόχου:

$$MT = a + b * ID [3]$$

Ο νόμος αυτός έχει χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη του χρόνου εκτέλεσης έργου και τον προσδιορισμό της επίδοσης του κινητήριου συστήματος σε πάρα πολλές περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να αφορούν τη μέτρηση του χρόνου για επιλογή στόχου με δεικτική συσκευή (πχ ποντίκι, γραφίδα, ή το χέρι σε οθόνες αφής), τη μέτρηση του χρόνου πληκτρολογήσεων σε διάφορα είδη πληκτρολογίων όπου τα πλήκτρα αποτελούν τους στόχους, κλπ.



Εικόνα 2.3 Πειραματική διάταξη για (α) συνεχή αλληλεπίδραση (α) serial task (Fitts, 1954) (β) διακριτές εργασίες (Fitts & Peterson, 1964).

Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι το αρχικό πείραμα, από το οποίο προέκυψε ο νόμος του Fitts, έγινε με ηλεκτρομηχανική συσκευή και μονοδιάστατη κίνηση του χρήστη προς το στόχο, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.3.

Πώς όμως θα μπορούσε να συσχετισθεί ο νόμος του Fitts με το μοντέλο MHP; Κατ' αρχάς παρατηρούμε ότι οι εργασίες που μοντελοποιούνται από το νόμο αυτό, αφορούν σε κλειστό βρόχο ελέγχου του κινητήριου υποσυστήματος που εμπλέκει συνεπώς και το αισθητηριακό και το γνωστικό υποσύστημα. Σε κάθε κύκλο γίνεται έλεγχος της προόδου της απόστασης που καλύφθηκε D και του σφάλματος ϵD , δηλαδή της απόστασης που απομένει από το στόχο. Μετά από n επαναλήψεις, εάν ο χρήστης έχει επιτύχει το στόχο του, το σφάλμα $\epsilon^n D$ είναι μικρότερο από το εύρος του στόχου $W/2$. Συνεπώς έχουμε $\epsilon^n D \leq W/2$ και $T = n(T_p + T_c + T_m)$ και τελικά $T = a + b \log_2(2D/S)$, όπου $b = -(T_p + T_c + T_m) / \log_2 \epsilon$, όπου ϵ το σφάλμα κάθε επανάληψης και a , ο χρόνος αντίδρασης που σχετίζεται με την αρχική κίνηση του χεριού.

Μια επέκταση του νόμου του Fitts αποτελεί ο «νόμος της οδήγησης» (steering law) ο οποίος είναι γνωστός και ως νόμος των Accot-Zhai. Ο νόμος αυτός αφορά την πρόβλεψη του χρόνου που θα χρειαστεί ένας χρήστης για να πλοηγηθεί επιτυχώς σε μια διδιάστατη σήραγγα, την οποία πρέπει να διαπεράσει χωρίς να χτυπήσει τα τοιχώματά της. Ο νόμος αυτός προβλέπει το χρόνο που θα απαιτηθεί ως συνάρτηση του πλάτους της σήραγγας W και του μήκους της D . Κατ' αντιστοιχία με το νόμο του Fitts, ο «νόμος της

οδήγησης» για ευθεία σήραγγα σταθερού πλάτους, ο χρόνος είναι $T=a+b(D/W)$. Για σήραγγα με μεταβλητή διατομή $W(s)$ στη θέση s , έχει προταθεί άλλος, πιο σύνθετος τύπος.

2.3.2 Ο νόμος των Hick Hyman

Ο William E. Hick (1912 –1974) ήταν ένας Βρετανός ερευνητής στο Πανεπιστήμιο του Cambridge, ο οποίος κατά τη δεκαετία του '50 μελέτησε τη σχέση ανάμεσα σε αριθμό ερεθισμάτων και την απόκριση του υποκειμένου σε εργασίες επιλογής. Ο Ray Hyman, τότε υποψήφιος διδάκτορας στο Πανεπιστήμιο Johns Hopkins επεξέτεινε λίγο αργότερα τα πειράματα του Hick, προσθέτοντας τη διάσταση μεταβλητής πιθανότητας στα διαφορετικά ερεθίσματα. Οι ερευνητές αυτοί, όπως και ο Fitts προγενέστερα, μοντελοποίησαν το πρόβλημά τους με βάση τη θεωρία της πληροφορίας, όπου η οθόνη είναι ο «πομπός πληροφορίας», κάθε διαφορετικό ερέθισμα είναι το «μήνυμα», το αισθητηριακό σύστημα είναι το «κανάλι», η σωστή επιλογή είναι ο «δέκτης πληροφορίας». Υπάρχουν δύο παραλλαγές του νόμου αυτού και αφορούν α) την ισομοιρασμένη πιθανότητα και β) τη μεταβλητή πιθανότητα των ερεθισμάτων αντίστοιχα.

Ο νόμος Hick - Hyman ουσιαστικά εκφράζει το εξής: με την αύξηση του αριθμού των πιθανών επιλογών, αυξάνεται εκθετικά και ο χρόνος απόκρισης.

$$T = I_c \log_2(n+1) [4]$$

Όπου I_c μια σταθερά $I_c \sim 150$ msec και όπου n ο αριθμός των επιλογών του χρήστη που έχουν ίση πιθανότητα μεταξύ τους.

Αντίθετα, αν υποθέσουμε ότι οι επιλογές έχουν διαφορετικές πιθανότητες, τότε ο χρόνος υπολογίζεται ως:

$$T = BH [5]$$

$$\text{όπου } H = \sum_i^{\pi} p_i \log_2\left(\frac{1}{p_i} + 1\right)$$

Όμως, όπως παρατηρεί και ο Seow (2005), ο νόμος αυτός έχει πολύ μικρότερη χρήση από τον νόμο του Fitts, παρά την κοινή τους αφετηρία και θεωρητική θεμελίωσή τους, γεγονός που οφείλεται αφενός στη δυσκολία εφαρμογής του και αφετέρου σε αμφιβολίες για την εφαρμοσιμότητά του σε διάφορες κατηγορίες προβλημάτων. Ένα κλασικό πρόβλημα που ο νόμος Hick - Hyman μπορεί να αντιμετωπίσει, είναι αυτό της βέλτιστης κατανομής ενός αριθμού X επιλογών σε μενού και υπομενού μιας εφαρμογής, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος επιλογής του χρήστη.

Ο νόμος αυτός υποδεικνύει ότι αν ο χρήστης έχει να επιλέξει μεταξύ N ισοπιθανών επιλογών, ο γνωστικός επεξεργαστής απαιτεί $\log N$ κύκλους ώστε να γίνει η επιλογή.

2.3.3 Ο νόμος της εξάσκησης

Ένας ακόμη νόμος που προέκυψε από την ίδια σχολή σκέψης ήταν ο «Power Law of Practice», ή νόμος της εξάσκησης. Ο νόμος αυτός διατυπώθηκε από τους Newell, & Rosenbloom, (1981), και αφορά ολόκληρο τον αισθητήριο-γνωστικό και κινητήριο κύκλο. Σύμφωνα με τον νόμο αυτό, εάν επαναλάβουμε την ίδια εργασία n φορές, τότε ο χρόνος ολοκλήρωσής της κατά την n επανάληψη (T_n), δίδεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Tn = T_1 n^a \text{ [6]}$$

Όπου T_1 ο χρόνος της πρώτης επανάληψης και η σταθερά a υπολογίστηκε εμπειρικά ότι παίρνει τιμές $a=0.4$, (μεταξύ 0.2 και 0.6)

Η παραδοχή του νόμου της εξάσκησης, είναι ότι δεν εμπλέκονται στην εκτέλεση της εργασίας σύνθετες νοητικές λειτουργίες. Ο νόμος αυτός αφορά κυρίως εργασίες ρουτίνας όπως για παράδειγμα ταχύτητα πληκτρολόγησης, απόκτηση δεξιοτήτων στη χρήση του ποντικιού, πληκτρολόγηση ως απόκριση σε ερεθίσματα. Γίνεται δηλαδή φανερό ότι δεν αφορά μάθηση, αλλά ανάπτυξη αυτοματισμών.

2.4 Μοντέλο GOMS

Η πρόταση των Card, Moran & Newell (1983) για την γνωστική αρχιτεκτονική του «ανθρώπινου επεξεργαστή» MHP που εστιάζεται σε επιμέρους εργασίες επιδέξιών χρηστών, παρέχει ένα πλαίσιο που είναι σε θέση να προβλέψει τα όρια εκτέλεσης των ενεργειών του χρήστη και να εξηγήσει τα φαινόμενα που παρατηρούνται κατά την εκτέλεση αυτών των ενεργειών. Για να γίνει δυνατή η χρήση του μοντέλου αυτού, προϋπόθεση είναι να πραγματοποιηθεί η **γνωστική ανάλυση εργασιών** (cognitive task analysis) του χρήστη. Αυτός είναι και ο στόχος των μοντέλων της κατηγορίας GOMS, που πήραν το όνομά τους από τα αρχικά των λέξεων Goals, Operators, Methods and Selection Rules, δηλαδή ανάλυση με βάση Στόχους, Τελεστές, Μεθόδους και Κανόνες Επιλογής. Τα μοντέλα αυτής της κατηγορίας αρχικά προτάθηκαν από τους ίδιους ερευνητές που εισήγαγαν την γνωστική αρχιτεκτονική MHP, έκτοτε όμως έχουν συμπληρωθεί από πληθώρα παραλλαγών τους. Μάλιστα, για να ξεχωρίζει το αρχικό μοντέλο ονομάζεται CMN-GOMS από τα αρχικά των ονομάτων των ερευνητών που το πρότειναν (για μια εκτενή περιγραφή των μοντέλων της κατηγορίας αυτής βλέπε John, 2003). Η ανάλυση GOMS είναι μια διαδικασία που περιγράφει την εργασία που σκοπεύει να κάνει ο χρήστης και μπορεί να βασίζεται είτε σε παρατήρηση της εργασίας στο πλαίσιο μιας εθνογραφικής μελέτης, είτε στην περιγραφή των εργασιών που προδιαγράφονται για τη χρήση ενός μελλοντικού συστήματος κατά τη φάση σχεδίασής του.

Τα μοντέλα αυτής της κατηγορίας στοχεύουν στην καταγραφή της γνώσης ή των γνωστικών λειτουργιών, που απαιτούνται από τους χρήστες του συστήματος ώστε να εκτελέσουν τις εργασίες τους. Συνήθως, τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούνται κατά τη φάση της σχεδίασης ενός συστήματος είτε για να προβλέψουν τη συμπεριφορά του χρήστη, είτε για να υποστηρίξουν τη διαδικασία αξιολόγησης πρωτοτύπων. Σε αυτό το πλαίσιο, μια εργασία είναι η ακολουθία από ενέργειες που ο χρήστης πρέπει (ή πιστεύει ότι πρέπει) να εκτελέσει ώστε να επιτύχει έναν στόχο χρησιμοποιώντας μια ή περισσότερες συσκευές. Η εργασία συνεπώς σχετίζεται με ένα στόχο και με μια ακολουθία από στοιχειώδεις ενέργειες. Σύμφωνα με τις γνωσιακές θεωρίες, μερικές από τις ενέργειες αυτές είναι φυσικές ενέργειες (πληκτρολόγηση εντολών, μετακίνηση δρομέων κλπ) και μερικές είναι γνωστικού χαρακτήρα (η επιλογή μιας εντολής, η ενθύμηση μιας ακολουθίας εντολών ή παραμέτρων).

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, τα μοντέλα τύπου GOMS βασίζονται στις γνωσιακές θεωρίες οι οποίες πρεσβεύουν ότι ο άνθρωπος στην προσπάθειά του να κατανοήσει τον κόσμο, δημιουργεί μία αναπαράσταση του κόσμου στο μυαλό του. Ο χρήστης χειρίζεται αυτήν την αναπαράσταση, και παράγει αντίστοιχα μια συμπεριφορά που εκδηλώνεται στον κόσμο και άρα μπορεί να παρατηρηθεί. Τα μοντέλα που βασίζονται σε αυτές τις θεωρίες επιδιώκουν το βέλτιστο σχεδιασμό των εργασιών αξιοποιώντας το μοντέλο της γνώσης και τα διαδοχικά στάδια γνωστικής επεξεργασίας που απαιτούνται για τις συγκεκριμένες εργασίες.

Όπως αναφέραμε, τα μοντέλα αυτής της κατηγορίας, καταγράφοντας τις γνωστικές λειτουργίες του χρήστη κατά την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών, δημιουργούν περιγραφές των μεθόδων που χρησιμοποιεί ο χρήστης για την επίτευξη των στόχων του. Κάθε μέθοδος περιέχει μια ακολουθία από βήματα (ενέργειες) που εκτελεί ο χρήστης. Όταν υπάρχουν περισσότερες από μία εναλλακτικές μέθοδοι για την επίτευξη ενός στόχου, το μοντέλο περιλαμβάνει κανόνες επιλογής της κατάλληλης μεθόδου ανάλογα με τις συνθήκες. Για παράδειγμα, ο στόχος G= «Να πάω από το Πανεπιστήμιο στο σπίτι» μπορεί να επιτευχθεί με πολλές μεθόδους: (M1)= «Να πάω το λεωφορείο», (M2)= «Να πάω με το ποδήλατο» κλπ. Οι κανόνες επιλογής μπορεί να είναι : SR1= «το ποδήλατο είναι καλή λύση αν δεν βρέχει και αν δεν είμαι κουρασμένος» κλπ. Αντίστοιχα τώρα, αν μεταφερθούμε σε μία γραφική διεπιφάνεια, όπου η ελαχιστοποίηση ενός ανοικτού παραθύρου μπορεί να γίνει με δύο εναλλακτικές μεθόδους- με επιλογή από το αντίστοιχο μενού της εντολής CLOSE WINDOW, ή κατευθείαν με πάτημα του πλήκτρου F5- τότε σύμφωνα με το μοντέλο GOMS η ενέργεια του κλεισίματος δηλώνεται ως εξής:

Selection Rule 1: Χρησιμοποίησε τη μέθοδο ΜΕΝΟΥ-ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ εκτός από την περίπτωση της εφαρμογής X που χρησιμοποιείται η μέθοδος FUNCTION-KEYO τελεστής «select» δηλώνει την ύπαρξη

```

GOAL : ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ-ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ
.   [select      GOAL : ΧΡΗΣΗ-ΜΕΘΟΔΟΥ-ΜΕΝΟΥ-ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ
.               .   ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ-ΠΟΝΤΙΚΙ-ΣΕ-ΜΠΑΡΑ-ΜΕΝΟΥ
.               .   ΕΠΙΛΟΓΗ-ΜΕΝΟΥ-ΜΕ-ΔΕΞΙ-ΠΛΗΚΤΡΟ
.               .   ΕΠΙΛΟΓΗ-ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ
.               GOAL : ΧΡΗΣΗ-ΜΕΘΟΔΟΥ-FUNCTION-KEY
.               .   ΠΑΤΗΜΑ-ΠΛΗΚΤΡΟΥ-F5 ]

```

επιλογής μεταξύ δύο μεθόδων. Ο κανόνας επιλογής (Selection Rule 1) δηλώνει ότι μόνο στην εφαρμογή X ο χρήστης χρησιμοποιεί τη μέθοδο FUNCTION-KEY

Όπως φαίνεται, το μοντέλο GOMS είναι χρήσιμο για την περιγραφή εργασιών σε επίπεδο αρκετά μεγάλης λεπτομέρειας. Οι στόχοι μπορεί να πάρουν τη μορφή ιεραρχίας υπο-στόχων. Το βάθος της ιεραρχίας αυτής δίνει ένα μέτρο του μνημονικού φορτίου του χρήστη. Ακόμη το μοντέλο αυτό, συνδυασμένο με ένα μοντέλο προβλεπόμενου χρόνου πληκτρολογήσεων ή γενικότερα στοιχειωδών ενεργειών του χρήστη, μπορεί να δώσει πρόβλεψη μετρήσεων απόδοσης μίας εφαρμογής. Αυτού του είδους η χρήση του μοντέλου GOMS, θα συζητηθεί στη συνέχεια.

Έστω ότι επιθυμούμε να αναλύσουμε την εργασία φωτοτύπησης ενός άρθρου από ένα βιβλίο. Υποθέτουμε ότι το άρθρο φωτοτυπείται σελίδα-σελίδα και ότι είμαστε υποχρεωμένοι να κλείσουμε το κάλυμμα του φωτοτυπικού μηχανήματος κάθε φορά πριν βγάλουμε μια φωτοτυπία. Αν επιθυμούμε να χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο GOMS για να περιγράψουμε τη διαδικασία, μια πιθανή αναπαράσταση είναι η εξής:


```

GOAL : ΦΩΤΟΤΥΠΙΑ-ΑΡΘΡΟΥ
.
GOAL : ΕΥΡΕΣΗ-ΑΡΘΡΟΥ
.
GOAL : ΦΩΤΟΤΥΠΙΣΗ-ΣΕΛΙΔΑΣ επανάληψη μέχρι τέλους άρθρου
.
.
GOAL : ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΛΙΔΑΣ
.
.
.
ANOΙΓΜΑ-ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ
.
.
.
ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ
.
.
.
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΥ
.
.
.
ΚΛΕΙΣΙΜΟ
.
.
.
ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ
GOAL : ΦΩΤΟΤΥΠΙΣΗ
.
.
.
ΠΑΤΗΜΑ-ΠΛΗΚΤΡΟΥ-ΦΩΤΟΤΥΠΙΣΗΣ
GOAL : ΕΛΕΓΧΟΣ-ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ
.
.
.
ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ-ΔΙΣΚΟΥ-ΕΞΟΔΟΥ
.
.
.
ΕΛΕΓΧΟΣ-ΣΕΛΙΔΑΣ
GOAL : ΑΝΑΚΤΗΣΗ-ΦΩΤΟΤΥΠΙΑΣ
.
.
.
ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ-ΔΙΣΚΟΥ-ΕΞΟΔΟΥ
.
.
.
ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΩΝ ->> ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ
GOAL : ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΥ
.
.
.
ANOΙΓΜΑ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ

```

Μια παρατήρηση που μπορεί να γίνει στην παραπάνω ανάλυση εργασιών είναι ότι ο τελικός στόχος (ανάκτηση αντιγράφων) επιτυγχάνεται πριν από την ολοκλήρωση εργασιών (εκκρεμούν ακόμη άνοιγμα βιβλίου, ανάκτηση βιβλίου, κλείσιμο καλύμματος). Αυτό, από πλευράς σχεδιασμού έχει το εξής πρόβλημα: επειδή συχνά με την επίτευξη του τελικού στόχου παραλείπονται οι υπόλοιπες εργασίες, παρατηρείται το φαινόμενο να ξεχνιέται το πρωτότυπο έγγραφο μέσα στο φωτοτυπικό μηχάνημα. Παρόμοια συμπεριφορά παρατηρείται επίσης σε τραπεζικά μηχανήματα ATM αν η λήψη των χαρτονομισμάτων προηγείται της επιστροφής της κάρτας.

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για περαιτέρω ανάπτυξη γνωστικών αρχιτεκτονικών και μοντέλων ανάλυσης γνωστικών λειτουργιών, ώστε αφενός να εξελιχθούν για να είναι ικανά να περιγράψουν την αλληλεπίδραση με σύγχρονα συστήματα και αφετέρου να αυτοματοποιηθεί η εφαρμογή τους με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων περιγραφής και αποτύπωσής τους. Μια σημαντική δουλειά στο πεδίο αυτό, έχει γίνει από την καθηγήτρια γνωστικής ψυχολογίας Bonnie John που ανέπτυξε το εργαλείο CogTool, (cogtool.com) το οποίο στηρίζεται στην γνωστική αρχιτεκτονική ACT-R, στο πλαίσιο της ερευνητικής της εργασίας στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon.

2.4.1 Μια απλοποιημένη έκδοση του μοντέλου GOMS: Το μοντέλο πληκτρολογήσεων KLM

Το μοντέλο πληκτρολογήσεων (Keystroke Level Model, KLM) προτάθηκε στο πλαίσιο του γνωστικού μοντέλου GOMS, από τους Card, Moran και Newell. Είναι η απλούστερη και η πιο διαδομένη τεχνική⁸ στο πλαίσιο της οικογένειας των μοντέλων GOMS. Η πρώτη περιγραφή της τεχνικής αυτής βρίσκεται στο βιβλίο των Card Moran Newell (1983), ενώ μία πλήρης περιγραφή της με παραδείγματα εφαρμογής βρίσκονται στην εργασία της John (2003).

Η τεχνική KLM στηρίζεται στην παραδοχή ότι ο χρήστης του συστήματος είναι έμπειρος και δεν κάνει σφάλματα. Η τεχνική είναι επίπονη, ειδικά αν πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε εκτεταμένα τμήματα της διεπιφάνειας, αλλά συχνά είναι σε θέση να δώσει αποτελέσματα με αξιοσημείωτη ακρίβεια. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για συγκριτική μελέτη μεταξύ προτεινόμενων εναλλακτικών σχεδιασμών ή για λεπτο-

⁸ Η λ. «τεχνική» χρησιμοποιείται εδώ για να περιγράψει την εφαρμογή του μοντέλου.

μερή ανάλυση συχνά επαναλαμβανόμενων εργασιών με στόχο τη βελτίωση τους. Για παράδειγμα, έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία η επιτυχής εφαρμογή του μοντέλου KLM, στην ανάλυση των πληκτρολόγησεων που απαιτούνται για τη λειτουργία σταθμών υποστήριξης χειριστών τηλεφωνικών κέντρων (John 1990).

Η εφαρμογή του KLM, προϋποθέτει την ύπαρξη ενός λεπτομερούς μοντέλου ανάλυσης εργασιών, το οποίο προβλέπει την ακολουθία ενεργειών του χρήστη και την αντίστοιχη ανάδραση του συστήματος για την επίτευξη ενός στόχου. Στη συνέχεια, αν είναι γνωστός ο μέσος χρόνος που απαιτείται για κάθε ενέργεια του χρήστη και την ανάδραση του συστήματος, μπορεί να γίνει πρόβλεψη του συνολικού χρόνου που θα απαιτηθεί για την εκτέλεση του έργου με τη χρήση του συστήματος. Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται οι μέσοι χρόνοι τυπικών ενεργειών του χρήστη σε περιβάλλον επιτραπέζιου υπολογιστή.

Τελεστής	Περιγραφή	Τυπικός Χρόνος
T _K	Χρόνος πληκτρολόγησης	0,28 sec μέση τιμή 0,08 έμπειρος
T _B	Χρόνος πληκτρολόγησης ποντικιού	0,1 sec down/up 0,2 sec (κλικ)
T _P	Χρόνος μετακίνησης της δεικτικής συσκευής σε σημείο της οθόνης	1,1 sec
T _H	Χρόνος μετακίνησης του χεριού του χρήστη προς τη συσκευή.	0,4 sec
T _D	Χρόνος για σχεδίαση πολυγωνικής γραμμής μήκους L cm, αποτελούμενης από N τμήματα	0,9N+0,16L
T _M	Χρόνος νοητικής προετοιμασίας (TM).	1,35 sec
T _R	Χρόνος απόκρισης συστήματος	(διαφορετική τιμή κατά περίπτωση)

Πίνακας 2.2 Τελεστές και χρόνοι τυπικών εργασιών στο μοντέλο KLM

Για να γίνει περισσότερο κατανοητό το μοντέλο KLM, αναλύουμε στη συνέχεια τους διαφορετικούς χρόνους που παρουσιάστηκαν στον πίνακα.

1. Χρόνος πληκτρολόγησης (keystroke T_K): Πρόκειται για το χρόνο που απαιτείται για το πάτημα ενός πλήκτρου στο πληκτρολόγιο. Ο χρόνος αυτός εξαρτάται από την ικανότητα πληκτρολόγησης του χρήστη. Η μέση τιμή που προτείνεται από τους Olson & Olson (1990), είναι **0,28 sec**. Όμως τα όρια, ανάλογα από την περίπτωση, μπορεί να είναι από 0,08 sec για την περίπτωση έμπειρου δακτυλογράφου μέχρι 1,20 sec για χρήστη που δεν έχει καθόλου εμπειρία με τη διάταξη χαρακτήρων στο συγκεκριμένο πληκτρολόγιο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το συγχρονισμένο πάτημα συνδυασμού πλήκτρων π.χ. Shift, Ctrl, Alt κλπ δεν υπολογίζεται ως μία αλλά ως διαφορετικές - ξεχωριστές πληκτρολογήσεις. Το ίδιο ισχύει και για σύνθετους χαρακτήρες όπως είναι τα τονούμενα γράμματα στο Ελληνικό αλφάβητο. Ένας ενδεικτικός πίνακας χρόνου πληκτρολόγησης με βάση την ταχύτητα δακτυλογράφησης είναι ο εξής: 0,08 (για επαγγελματία δακτυλογράφο με ταχύτητα 135 wpm), 0,12 (90 wpm: καλός δακτυλογράφος), 0,20 (55 wpm: μεσαίας ταχύτητας δακτυλογράφος), 0,28 (40 wpm: μέση ταχύτητα πληκτρολόγησης για μη επαγγελματία δακτυλογράφο), 0,50 (δακτυλογράφηση τυχαίων χαρακτήρων), 0,75 (δακτυλογράφηση σύνθετου κώδικα), 1,20 (χρήστης όχι έμπειρος με το συγκεκριμένο πληκτρολόγιο).

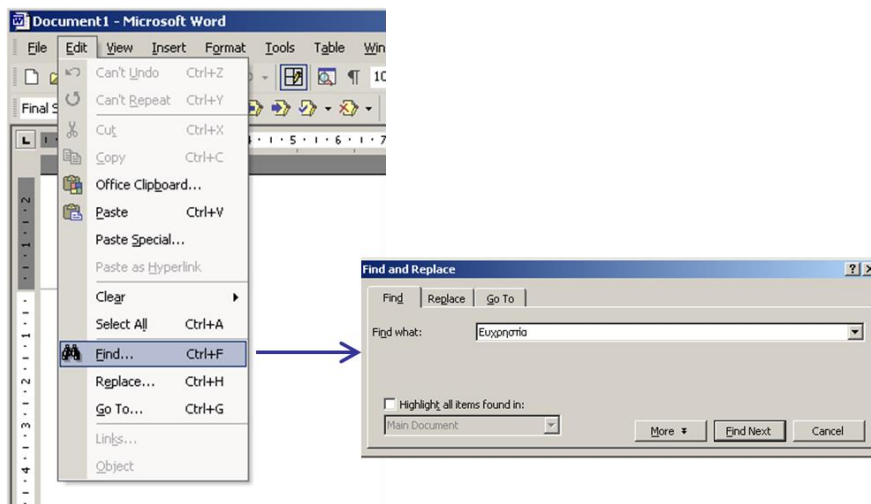
2. *Χρόνος πληκτρολόγησης του ποντικιού.* Αντιστοιχεί ουσιαστικά στη χρήση των πλήκτρων του ποντικιού. Εδώ διακρίνουμε ότι απαιτούνται δύο χρόνοι: ο ένας είναι $T_B = 0.1 \text{ sec}$ για πάτημα του πλήκτρου προς τα κάτω ενώ απαιτείται ο ίδιος χρόνος για ελευθέρωση του πλήκτρου. Συνεπώς για πλήρες πάτημα (κλικ) ο χρόνος θα είναι $2T_B = \mathbf{0.2 \text{ sec}}$
3. *Χρόνος μετακίνησης της δεικτικής συσκευής σε σημείο της οθόνης (pointing T_P):* Ο χρόνος αυτός ποικίλει, ανάλογα με την απόσταση του στόχου στον οποίο πρέπει να κατευθυνθεί ο δρομέας και τις διαστάσεις του στόχου. Ο εμπειρικός νόμος του Fitts καθορίζει τον χρόνο αυτό, οι τιμές δε ποικίλουν μεταξύ 0,80 και 1,50 sec. Μια μέση τιμή για χρήση ποντικιού ή άλλης αντίστοιχης συσκευής όπως χειριστήριο joystick, είναι **1.10 sec**.
4. *Χρόνος μετακίνησης του χεριού του χρήστη προς τη συσκευή (T_H).* Όταν ο χρήστης μετακινήσει το χέρι του από μια συσκευή σε άλλη, πρέπει να υπολογίσουμε το χρόνο που απαιτείται για τη μετακίνηση του προς τη νέα συσκευή (πληκτρολόγιο, δεικτική συσκευή ή πλήκτρα ελέγχου). Ο μέσος χρόνος για την ενέργεια αυτή έχει υπολογιστεί ότι είναι **0,40 sec**.
5. *Χρόνος για σχεδίαση πολυγωνικής γραμμής μήκους $L \text{ cm}$ αποτελούμενης από N τμήματα (T_D).* Αυτή η ενέργεια επίσης εξαρτάται από τις ικανότητες του χρήστη. Γενικά, έχει προταθεί ο εμπειρικός κανόνας $T_D = \alpha N + \beta L \text{ sec}$. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για τις ειδικές συνθήκες χρήσης ποντικιού και χάραξης γραμμών σε τετραγωνικό καμβά με βήμα 0,56 cm, ο χρόνος είναι: $T_D = \mathbf{0,90 N + 0,16 L \text{ sec}}$.
6. *Χρόνος νοητικής προετοιμασίας (T_M).* Η ενέργεια αυτή, σε αντίθεση με τις προηγούμενες, είναι νοητικού χαρακτήρα, αφορά δηλαδή τον γνωστικό επεξεργαστή του μοντέλου MHP. Συγκεκριμένα, αφορά τον χρόνο που απαιτείται για την προετοιμασία του χρήστη, προκειμένου να λάβει κάποια απόφαση. Σε κάθε περίπτωση που ο χρήστης ερωτάται από το σύστημα, ή χρειάζεται να αποφασίζει για να ξεκινήσει την εκτέλεση μιας νέας εργασίας, υποθέτουμε ότι προηγείται της ενέργειάς του στο σύστημα, το στάδιο της νοητικής του προετοιμασίας. Υπενθυμίζεται ότι ο χρήστης είναι έμπειρος και αλάνθαστος, συνεπώς δεν απαιτείται χρόνος εκτεταμένης σκέψης σχετικά με την επόμενη ενέργεια. Ο μέσος χρόνος για τον τελεστή αυτόν είναι $T_M = \mathbf{1,35 \text{ sec}}$. Ειδικά για την περίπτωση επιλογής μεταξύ εναλλακτικών περιπτώσεων, όπως συχνά γίνεται στην περίπτωση των μενού, έχει προταθεί ο χρόνος $T_M = 1,20 \text{ sec}$.
7. *Χρόνος απόκρισης συστήματος (T_R).* Ο χρόνος αυτός αφορά την αναμονή του χρήστη λόγω καθυστέρησης του συστήματος. Ο χρόνος αυτός, ποικίλει κατά περίπτωση.

Παρατηρούμε ότι ενέργειες όπως είναι για παράδειγμα το σύρσιμο (dragging) ενός αντικειμένου στην οθόνη, δεν προβλέπονται από το μοντέλο. Στην περίπτωση αυτή το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την αντιστοίχιση των ενεργειών αυτών με υφιστάμενες ενέργειες, όπως είναι «ο χρόνος μετακίνησης της δεικτικής συσκευής σε σημείο της οθόνης».

2.4.2 Παράδειγμα μοντέλου πληκτρολόγησης

Στη ενότητα αυτή αναλύεται ένα παράδειγμα εφαρμογής του μοντέλου KLM.

Το ζητούμενο είναι να βρείτε τον προβλεπόμενο χρόνο που απαιτείται για την εξής εργασία του χρήστη: Με χρήση του μενού στον επεξεργαστή κειμένου MS Word, αναζητήστε τη λέξη «ευχρηστία» σε ένα κείμενο που επεξεργάζεστε (βλέπε στην εικόνα 2.4 την ακολουθία των ενεργειών του χρήστη στο σύστημα μενού της εφαρμογής).



Εικόνα 2.4 Αναζήτηση της λέξης «Ευχρηστία» σε κείμενο επεξεργαστή κειμένου

Αρχικά ο χρήστης τοποθετεί το χέρι του στη δεικτική συσκευή (T_H), μετά από νοητική προετοιμασία μεταφέρει τον δρομέα στο μενού Edit (T_M+T_P) και ανοίγει το μενού (T_B). Κάνει την κατάλληλη επιλογή από το μενού (νοητική προετοιμασία, μετακίνηση στην επιλογή Find, πάτημα πλήκτρου δεικτικής συσκευής: $T_M+ T_P+T_B$).

Εδώ υπάρχουν δύο περιπτώσεις όταν αναδύεται το παράθυρο αναζήτησης, ανάλογα με τη σχεδίαση της διεπαφής:

1. Ο δρομέας δεν έχει εστιάσει στο πλαίσιο κειμένου: Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται να μετακινήσει ο χρήστης το δρομέα στο πλαίσιο κειμένου πριν αρχίσει να πληκτρολογεί, συνεπώς πρέπει να προστεθεί η ακολουθία: $T_M+T_P+T_B$
2. Το αναδύμενο παράθυρο έχει ήδη τον δρομέα στη θέση του πλαισίου κειμένου. Στην περίπτωση αυτή παραλείπεται η προηγούμενη ακολουθία (1)

Στη συνέχεια ο χρήστης μετακινεί το χέρι στο πληκτρολόγιο και πληκτρολογεί στο πεδίο του νέου παραθύρου το όνομα της λέξης T_K (Ευχρηστία), Προηγείται ο τελεστής νοητικής προετοιμασίας πριν την έναρξη της πληκτρολόγησης, άρα $T_M+10 T_K$

Τέλος υποθέτουμε ότι η εντολή εκτελείται με την επιλογή του πλήκτρου “Enter” στο πληκτρολόγιο, άρα αρκεί η προσθήκη ενός ακόμη χρόνου T_K

Αν υποθέσουμε ότι ο χρόνος απόκρισης του συστήματος είναι αμελητέος ($T_R=0$), ο συνολικός χρόνος είναι: **H** (Hand on mouse), **MP** (Edit), **B** (click on mouse button - press/release), **MP** (Find), **B** (click on mouse button), **H** (Hand on keyboard), **M10K** (Type «ευχρηστία» στο Find dialogue box), **K** (Enter key on dialogue box- start find process)

Χρόνοι: $H = 0.40$, $P = 1.10$, $B = 0.20$, $M = 1.35$, $K = 0.28$ ο συνολικός χρόνος είναι: $T= 2H + 2P + 2B + 3M + 10 K = 2*0,4+2*1,1+2*0,2+3*1,35+10*0,28 = \mathbf{10,05 \text{ secs}}$

Μια ερώτηση που μπορεί να προκύψει από το παραπάνω παράδειγμα αφορά τον αριθμό πληκτρολογήσεων που απαιτούνται για την εισαγωγή του ονόματος του αρχείου "ευχρηστία". Παρατηρούμε ότι αν και η λέξη αποτελείται από εννέα χαρακτήρες, ο συνολικός αριθμός πληκτρολογήσεων του χρήστη είναι δέκα αφού υπάρχει ένας τονούμενος χαρακτήρας.

Ένα άλλο πρόβλημα που απασχολεί τους χρήστες της μεθόδου KLM είναι η εφαρμογή του νοητικού τελεστή. Κάποιοι εμπειρικοί κανόνες είναι οι εξής:

6. Πρέπει να προβλέψουμε νοητική προετοιμασία πριν από πληκτρολογήσεις (K) που δεν αποτελούν τμήμα μιας συμβολοσειράς, όπως η ολοκλήρωσή της με πληκτρολόγηση εντολής.
1. Νοητική προετοιμασία πριν από επιλογή μεταξύ εναλλακτικών επιλογών P.

2.4.3 Περιορισμοί του μοντέλου KLM

Οι περιορισμοί του μοντέλου KLM είναι οι εξής: Καταρχάς, το μοντέλο αυτό υπολογίζει μόνο το χρόνο εκτέλεσης και όχι το χρόνο εκμάθησης της εργασίας. Επίσης λαμβάνει υπόψη μόνο τους έμπειρους χρήστες. Όπως γνωρίζουμε σε γενικές γραμμές, οι χρήστες διαφέρουν όσον αφορά τις γνώσεις και την εμπειρία των διαφορετικών συστημάτων και καθηκόντων, τις κινητικές δεξιότητες και την τεχνική ικανότητά τους. Ακόμη το μοντέλο KLM εφαρμόζεται μόνο σε εργασίες ρουτίνας, ενώ η μέθοδος εκτέλεσης της εργασίας πρέπει να περιγράφεται αναλυτικά. Τέλος, το μοντέλο βασίζεται στην παραδοχή ότι η εκτέλεση της μεθόδου πρέπει να γίνεται χωρίς σφάλματα.

Παρά τους περιορισμούς αυτούς, το μοντέλο KLM είναι ιδιαίτερα χρήσιμο και έχει εφαρμοστεί σε πολλές περιπτώσεις αλληλεπίδρασης με υπολογιστές. Λόγω της χρησιμότητάς του αυτής γίνεται προσπάθεια να επεκταθεί και σε οθόνες αφής όπου οι χειρισμοί διαφέρουν αισθητά από τους χειρισμούς στον υπολογιστή (πχ γίνονται χειρονομίες pinch, tap, zoom κλπ.) ενώ η υπόθεση της απόλυτης προσοχής του χρήστη δεν μπορεί πλέον να ισχύει, λόγω της χρήσης των συσκευών αυτών σε συνθήκες μεγάλου πληροφοριακού φορτίου του περιβάλλοντος χώρου. Στο κεφάλαιο 9 θα αναφερθούμε σε παραδείγματα χρήσης του μοντέλου πληκτρολογήσεων κατά την αξιολόγηση σχεδίασης νέων διεπαφών χρήστη από ειδικούς.

2.6 Αισθητήρια Αντίληψη

2.6.1 Οπτική Αντίληψη

Στην ενότητα 2.2 έγινε περιγραφή της λειτουργίας του αισθητήριου επεξεργαστή, ο οποίος μετατρέπει οπτικά και άλλα ερεθίσματα σε σύμβολα, τα οποία φέρουν νόημα και με τα οποία ο χρήστης μπορεί να λάβει αποφάσεις. Στην ενότητα αυτή θα εστιάσουμε στα κύρια χαρακτηριστικά της αισθητήριας αντίληψης δίνοντας έμφαση στην οπτική αντίληψη. Η οπτική αντίληψη επιλέχθηκε, διότι είναι σημαντικός παράγοντας στην αλληλεπίδραση ανθρώπου- υπολογιστή. Το πιο συνηθισμένο μέσο με το οποίο ο υπολογιστής επικοινωνεί με τον χρήστη του είναι η οθόνη του. Στην περίπτωση αυτή, ο χρήστης χρησιμοποιεί την οπτική διάυλο για να αντιληφθεί την πληροφορία. Τα σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα χρησιμοποιούν βεβαίως πρόσθετους διαύλους αντίληψης, όπως είναι ο ήχος και η αφή, τα οπτικά ερεθίσματα, όμως, παραμένουν το πιο διαδεδομένο μέσο.

Τα γραφικά στην οθόνη του υπολογιστή επιτρέπουν τη χρήση εικόνων, οι οποίες μοιάζουν με πραγματικά αντικείμενα και προκαλούν, για το λόγο αυτό, τις ίδιες γνωστικές διαδικασίες αναγνώρισης με αυτές που ακολουθούμε στον πραγματικό κόσμο. Ένα πρόβλημα που προκύπτει στην περίπτωση αυτή, είναι η αντιστοίχιση της τρισδιάστατης πραγματικότητας που μας περιβάλλει με τις διδιάστατες εικόνες που παρουσιάζονται στην οθόνη του υπολογιστή. Βέβαια, ο ρεαλισμός σε αυτό το βαθμό δεν είναι πάντα απαραίτητος. Αν όμως απαιτηθεί, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν παρόμοια βοηθήματα με αυτά που έχει αποδειχθεί ότι μας βοηθούν να αποκτάμε την τρισδιάστατη αντίληψη του κόσμου. Τα βοηθήματα αυτά είναι: το σχετικό μέγεθος των αντικειμένων σχετικά τους θέση, δηλαδή η απόκρυψη των απόμα-

κρων αντικειμένων από τα πιο κοντινά· η μεταβολή της αντίθεσης- καθαρότητας με την απόσταση· το φαινόμενο της σκίασης· η μεταβολή στην υφή των επιφανειών με την απόσταση· η κινητική παράλλαξη για κινούμενα αντικείμενα, δηλαδή το φαινόμενο κατά το οποίο τα κοντινά αντικείμενα κινούνται ταχύτερα από τα απομακρυσμένα.

2.6.2 Ανάλυση οπτικών ερεθισμάτων

Η οπτική αντίληψη είναι μια σύνθετη διαδικασία που στηρίζεται αφενός στη λειτουργία του **οπτικού αισθητήριου** (οφθαλμού, νευρικών οδών και αντίστοιχου κέντρου του εγκεφάλου) αφετέρου δε στη γνωστική λειτουργία της **κατανόησης των προσλαμβανόμενων ερεθισμάτων**. Ο οφθαλμός προσλαμβάνει τα ερεθίσματα υπό μορφή φωτός που διεγείρει τον φωτοευαίσθητο αμφιβληστροειδή χιτώνα στο βάθος του οφθαλμού. Εκεί, είναι συγκεντρωμένες χιλιάδες απολήξεις του οπτικού νεύρου που βοηθούν ώστε να μεταφερθεί τελικά το οπτικό ερέθισμα στο αντίστοιχο κέντρο του εγκεφάλου. Η κατανόηση των οπτικών ερεθισμάτων είναι η λειτουργία που μας επιτρέπει να αναγνωρίζουμε τα τρισδιάστατα αντικείμενα, τις σχετικές τους αποστάσεις, το χρώμα, την φωτεινότητα τους κλπ.

Υπάρχουν διάφορες θεωρίες που αφορούν τη λειτουργία της οπτικής αντίληψης. Σύμφωνα με την οικοδομιστική θεωρία (constructivism), αντιλαμβανόμαστε τον γύρω μας κόσμο συνδυάζοντας τα ερεθίσματα που προσλαμβάνουμε με την προηγούμενη γνώση μας και τις εμπειρίες μας για τον κόσμο, οικοδομώντας έτσι εικόνες (Marr, 1982).

Οι **προσδοκίες** μας και τα **συμφραζόμενα** επηρεάζουν την οπτική αντίληψη. Έτσι στην εικόνα 2.5 οι χαρακτήρες διαβάζονται από αριστερά προς τα δεξιά A-B-C ενώ από πάνω προς τα κάτω 11-12-13, δηλαδή ο μεσαίος χαρακτήρας διαβάζεται διαφορετικά ανάλογα με την ακολουθία. Έτσι λοιπόν, τα συμφραζόμενα μας οδηγούν στην πρώτη περίπτωση να αναγνωρίσουμε τον ίδιο χαρακτήρα ως το γράμμα B ενώ στη δεύτερη ως τον αριθμό 12.

Η επεξεργασία του οπτικού ερεθίσματος και οι προηγούμενες εμπειρίες μας, μάς δίνουν μία σειρά από σημαντικές δυνατότητες: Μας επιτρέπουν να βλέπουμε τις εικόνες σταθερές ενώ κινούμαστε στο χώρο· Μας επιτρέπουν να βλέπουμε αναλλοίωτα το χρώμα και τη λαμπρότητα των αντικειμένων αν και το προσπίπτον σε αυτά φως αλλάζει συνεχώς· Μας επιτρέπουν να κατανοούμε ότι το μέγεθος των αντικειμένων δεν αλλάζει αν και τα βλέπουμε να μικραίνουν καθώς απομακρύνονται.

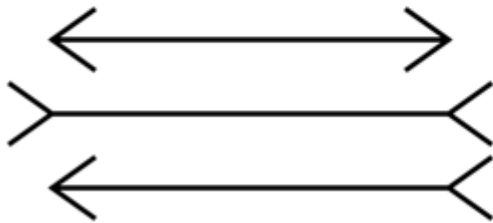
Ο ίδιος όμως μηχανισμός παρουσιάζει και ατέλειες που προκαλούν τις γνωστές οφθαλμαπάτες. Για παράδειγμα στην εικόνα 2.6 πολλοί άνθρωποι, πιστεύουν ότι η πάνω γραμμή είναι μικρότερη, ενώ στην πραγματικότητα και είναι ισομήκης με τις άλλες. Η αιτία μπορεί να βρίσκεται στο γεγονός ότι οι δύο παρουσιάζονται σαν ακμές δύο στερεών σχημάτων, εκ των οποίων το ένα είναι πιο μακριά ενώ η άλλη πιο κοντά. Παρόμοια είναι η οφθαλμαπάτη της εικόνας 2.7 η οποία ονομάζεται παραίσθηση του Ponzo. Εδώ οι γραμμές του τρένου μας κάνουν να πιστεύουμε ότι η πάνω κίτρινη γραμμή είναι μεγαλύτερη από την κάτω κίτρινη γραμμή, επειδή η πάνω γραμμή φαίνεται να είναι μακρύτερα από την αντίστοιχη κάτω γραμμή.



Εικόνα 2.5 Το πλαίσιο επιτρέπει τη νοηματοδότηση του ερεθίσματος: A-B-C, 12-13-14



Εικόνα 2.7 Οπτική απάτη του Ρονζο



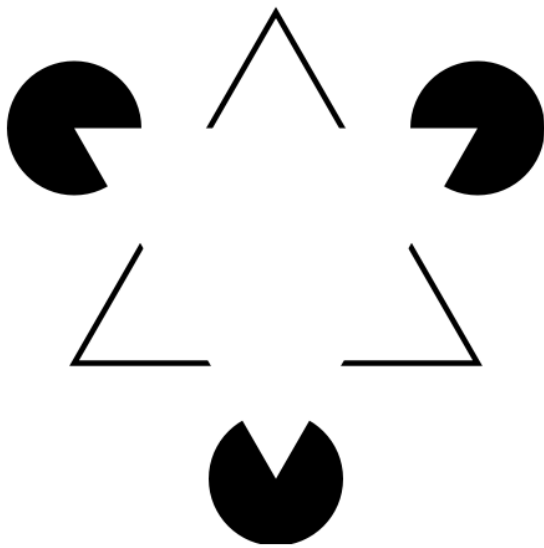
Εικόνα 2.6 οφθαλμαπάτη των Müller-Lyer

2.6.3 Αρχές Οργάνωσης οπτικών ερεθισμάτων

Η αναγνώριση οπτικών ερεθισμάτων υποβοηθείται από τις αρχές οργάνωσης της πληροφορίας, που είναι γνωστές ως αρχές του Gestalt. Σύμφωνα με τις αρχές αυτές, οι οποίες προτάθηκαν αρχικά από τον ψυχολόγο Wertheimer (1923), τα οπτικά ερεθίσματα που λαμβάνει κανείς, οργανώνονται ώστε να αποκτήσουν νόημα. Οι νόμοι αυτοί είναι οι εξής:

- α. Γειτνίαση: κοντινά αντικείμενα ομαδοποιούνται.
- β. Ομοιότητα: παρόμοια αντικείμενα ως προς το σχήμα ή το χρώμα τους παρουσιάζονται να ανήκουν στη ίδια ομάδα.
- γ. Ολοκλήρωση: μη-ολοκληρωμένα σχήματα ολοκληρώνονται νοητικά από τον παρατηρητή.
- δ. Συνέχεια: ακολουθίες από σχήματα γίνονται κατανοητές ως ομάδες.
- ε. Συμμετρία: περιοχές που περιέχονται μεταξύ συμμετρικών ορίων φαίνονται να δημιουργούν στερεά σχήματα.

Ένα παράδειγμα εφαρμογής των νόμων Gestalt φαίνεται στην εικόνα 2.8



Εικόνα 2.8 Παραδείγματα οργάνωσης οπτικών ερεθισμάτων σύμφωνα με τους νόμους του Gestalt: το τρίγωνο Kanizsa (1955)

Στην εικόνα 2.9 είναι λογικό οι περισσότεροι αναγνώστες να βλέπουν ένα λευκό τρίγωνο πάνω σε ένα άλλο τρίγωνο, είναι ο νόμος της ολοκλήρωσης του Gestalt που μας ωθεί να συμπληρώσουμε το σχήμα και όχι να δούμε τρία *pacman* και τρεις γωνίες.

2.7 Προσοχή και μνήμη

2.7.1 Εστίαση προσοχής

Η έννοια της **προσοχής** υπεισέρχεται στην μελέτη μας ως ένα χαρακτηριστικό του ανθρώπου που επηρεάζει την επικοινωνία του με το υπολογιστικό σύστημα. Ειδικά σήμερα, ο άνθρωπος βομβαρδίζεται συνεχώς από πληροφορίες και συνεπώς η εστίαση της προσοχής του κατά τη χρήση ενός υπολογιστικού συστήματος, είναι μια απαίτηση στην οποία πρέπει να επικεντρωθούμε επιλέγοντας κατάλληλες κατά περίπτωση τεχνικές. Η προσοχή ορίζεται ως η κατάσταση εκείνη κατά την οποία ένα αντικείμενο (μεταξύ πολλών πιθανών αντικειμένων ή γραμμών σκέψης που συνυπάρχουν συγχρόνως) κατέχει ολοκληρωτικά τη σκέψη και την απασχολεί κατά ζωντανό και καθαρό τρόπο. Αποτέλεσμα είναι η απομάκρυνση της σκέψης από τα άλλα αντικείμενα ώστε να επιτευχθεί η αποτελεσματική ενασχόληση της με ένα επιλεγμένο αντικείμενο (James 1890).

Ανάλογα με το αν το αντικείμενο προσοχής είναι ένα ή πολλά, αναφερόμαστε σε **εστιασμένη ή μοιρασμένη προσοχή** αντίστοιχα. Στη δεύτερη περίπτωση γίνεται χρήση της λεγόμενης περιφερειακής όρασης, όπου οπτική πληροφορία προσλαμβάνεται από την περιφέρεια του οπτικού μας νεύρου. Έτσι, η περιφερειακή όραση μας επιτρέπει για παράδειγμα να παρακολουθούμε κινήσεις σε μία αίθουσα ενώ ακούμε τον συνομιλητή μας στη διάρκεια μιας κοινωνικής εκδήλωσης, ή να παρακολουθούμε την κίνηση

στην διπλανή λωρίδα κυκλοφορίας ενώ οδηγούμε και βλέπουμε μπροστά μας. Κατά αντιστοιχία χρησιμοποιούμε και την περιφερειακή ακοή.

Κατά την «γνωστική επανάσταση» που σχετίστηκε με την ανάπτυξη της προσέγγισης του ανθρώπινου επεξεργαστή, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη μελέτη ζητημάτων της προσοχής. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ότι ο Βρετανός ψυχολόγος Donald Broadbent (1926-1993), με το βιβλίο του «*Αντίληψη και Επικοινωνία*» (*Perception and Communication*, Broadbent, 1958) πρότεινε μία από τις πιο σημαντικές θεωρίες για τη λειτουργία της προσοχής, τη θεωρία του φίλτρου. Ο Broadbent, με το έργο του, ανέδειξε ότι ο άνθρωπος έχει περιορισμούς στη δυνατότητα του να επεξεργαστεί συγχρόνως πολλαπλά ερεθίσματα που προέρχονται από τον κόσμο που τον περιβάλλει. Η θεωρία του φίλτρου συνοψίζεται ως εξής: επειδή ο μηχανισμός της ακοής δεν μας επιτρέπει να επεξεργαστούμε πάνω από ένα σήμα ταυτόχρονα, όταν υπάρχουν περισσότερα σήματα, επιλέγουμε να εστιάσουμε την προσοχή μας σε ένα και αγνοούμε τα υπόλοιπα. Για το λόγο αυτό υπάρχει μια **προσωρινή αποθήκη ερεθισμάτων** (sensory store), και ένα φίλτρο ερεθισμάτων (sensory filter). Ο ρόλος του φίλτρου, είναι να επιλέξει ένα σήμα για περαιτέρω επεξεργασία και να αγνοήσει τα υπόλοιπα. Το 'φιλτράρισμα' αυτό αφήνει **μόνο ένα σήμα** να προχωρήσει για επεξεργασία.

Παρά το γεγονός ότι θεωρίες όπως η παραπάνω ήταν ήδη γνωστές, το μοντέλο MHP που συζητήθηκε στην ενότητα 2.2 δεν κάνει ιδιαίτερη αναφορά στους μηχανισμούς εστίασης προσοχής. Λόγω αυτής της έλλειψης, μεταγενέστεροι ερευνητές έκαναν κριτική στο μοντέλο MHP.

Κατά το σχεδιασμό διεπιφανειών υπολογιστικών συστημάτων χρησιμοποιούμε τεχνικές που διευκολύνουν την εστίαση της προσοχής του χρήστη. Τέτοιες γνωστές μέθοδοι είναι η παρουσίαση πληροφορίας κατά δομημένο τρόπο, η χρήση χωρικών, χρονικών ή χρωματικών βοηθημάτων, η χρήση τεχνικών εγρήγορης με αντιστροφή οθόνης, η παροχή ακουστικών σημάτων κλπ. Στη συνέχεια παραθέτουμε μία σειρά από βασικές αρχές σχεδίασης που σχετίζονται με το πρόβλημα της εστίασης της προσοχής του χρήστη και έχουν άμεση πρακτική χρησιμότητα:

- Σημαντική πληροφορία που απαιτεί άμεση προσοχή πρέπει να τοποθετείται σε εμφανή θέση.
- Λιγότερο σημαντική πληροφορία που απαιτεί μικρότερη προσοχή πρέπει να τοποθετείται σε λιγότερο εμφανή θέση αλλά να βρίσκεται πάντα σε σταθερή θέση ώστε να διευκολύνεται η αναζήτηση της.
- Πληροφορία που δεν χρειάζεται συχνά πρέπει να εμφανίζεται μόνο κατόπιν σχετικής αίτησης (π.χ. HELP ως επιλογή μενού).
- Όταν απαιτείται η εκτέλεση πολλών παράλληλα εργασιών οι οποίες διακόπτονται διαδοχικά και επαναρχίζουν χρησιμοποιούμε **γνωστικά βοηθήματα** (cognitive aids) για την υποστήριξη της συνέχειας, π.χ. κατάλληλα μηνύματα υπενθύμισης της κατάστασης της εργασίας την τελευταία φορά που είχαμε εμπλακεί σε αυτή.

2.7.2 Αυτόματες και ελεγχόμενες διεργασίες

Υπάρχουν εργασίες που δεν απαιτούν την προσοχή μας κατά την εκτέλεση τους. Αυτές είναι οι λεγόμενες αυτόματες γνωστικές διεργασίες (automatic cognitive processes). Οι διεργασίες αυτές μαθαίνονται μετά από αρκετή εκπαίδευση και είναι αισθησιο-κινητικού χαρακτήρα π.χ. δακτυλογράφηση, οδήγηση κλπ. Οι ικανότητες που συνδέονται με τις διεργασίες αυτές είναι δύσκολο να αλλάξουν. Έτσι για παράδειγμα, αν σε ένα λογισμικό, ο συνδυασμός πλήκτρων «CTRL – B» σημαίνει μετατροπή ενός κειμένου σε έντονους χαρακτήρες και σε επόμενη έκδοση του λογισμικού αλλάξει η σημασία του, τότε παρατηρείται ότι χρή-

στες που είχαν αυτοματοποιήσει τη λειτουργία αυτή, συνεχίζουν για κάποιο διάστημα να χρησιμοποιούν το συνδυασμό πλήκτρων με την πρώτη σημασία (μετατροπή σε έντονα γράμματα), όπως παρατηρείται και να συνεχίζουμε να ακολουθούμε το δρόμο προς το παλιό μας σπίτι για κάποιο διάστημα αφού πλέον έχουμε μετακομίσει αλλού. Είναι προφανές ότι το φαινόμενο αυτό μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες αν αλλάξει μια αυτόματη διεργασία που συνδέεται με κρίσιμη λειτουργία ενός ευαίσθητου για την ασφάλεια συστήματος. Οι σχεδιαστές τέτοιων συστημάτων, όπως είναι για παράδειγμα τα συστήματα βιομηχανικού ελέγχου, πρέπει να λαμβάνουν ιδιαίτερα υπόψη τους το στοιχείο αυτό, ειδικά επειδή σε συστήματα που χρησιμοποιούνται μακροχρόνια, οι χειριστές στηρίζουν μεγάλο τμήμα των ενεργειών τους σε αυτόματες διεργασίες (βλέπε Rasmussen, 1986).

Ένα γνωστό πείραμα που αναφέρεται ως φαινόμενο Stroop και σχετίζεται με αυτόματες διεργασίες είναι το εξής: Δίνονται οι δύο λίστες λέξεων Α και Β που φαίνονται στην εικόνα 2.9. Μετρήστε τον χρόνο που απαιτείται για την ανάγνωση **του χρώματος** των λέξεων κάθε λίστας (χρώματα μαύρο, κόκκινο, μπλε, κίτρινο, φούξια). Παρατηρούμε ότι η ανάγνωση της λίστας (Β) απαιτεί περισσότερο χρόνο από τη λίστα (Α) παρόλο που και οι δύο λίστες έχουν τον ίδιο αριθμό λέξεων. Αυτό, οφείλεται στο γεγονός ότι η εργασία αυτή απαιτεί δύο γνωστικές διεργασίες: αυτή της ανάγνωσης και αυτή της αναγνώρισης χρωμάτων. Και οι δύο αυτές διεργασίες είναι αυτόματες για έναν ενήλικα, συνεπώς στην περίπτωση της λίστας (Β) υπάρχει σύγκρουση μεταξύ δύο αυτόματων διεργασιών που καθυστερεί την εκτέλεση της εργασίας.

Βιβλίο	πράσινο
δένδρο	μπλε
σπίτι	κίτρινο
κουτί	κόκκινο
νύχτα	μαύρο

Εικόνα 2.9 Φαινόμενο Stroop: Οι χρόνοι ανάγνωσης των δύο λιστών λέξεων διαφέρουν λόγω σύγκρουσης αυτόματων διεργασιών (αναγνώριση χρώματος και ανάγνωση)

2.7.3 Περιορισμοί μνήμης

Η γνωστική διεργασία της **ενθύμησης** στηρίζεται στη λειτουργία της μνήμης. Η διεργασία αυτή αφορά πολλές καθημερινές δραστηριότητες του ανθρώπου και επηρεάζει την επικοινωνία του με τα υπολογιστικά συστήματα. Από την εμπειρία μας γνωρίζουμε ότι έχουμε μεγαλύτερη ευκολία να θυμόμαστε μερικούς ανθρώπους, διαδικασίες, πληροφορίες ή γεγονότα. Το ίδιο ισχύει και για διαδικασίες που αφορούν την επικοινωνία μας με υπολογιστές. Για παράδειγμα, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα εύκολο να θυμάται κανείς τη χρήση του ποντικιού ενώ είναι πιο δύσκολο να θυμάται το ακριβές νόημα της εντολής «CTRL – X» για κάποια εφαρμογή. Τις αιτίες για τις διαφορές αυτές θα αναζητήσουμε στη συνέχεια.

Σύμφωνα με μια θεωρία της ψυχολογίας που είναι γνωστή ως «**θεωρία βάθους επεξεργασίας**», κάθε ερέθισμα που αντιλαμβανόμαστε είναι δυνατόν να το επεξεργαστούμε σε διαφορετικό βάθος. Έτσι, για παράδειγμα η επεξεργασία μπορεί να παραμείνει στο *επίπεδο των αισθητήρων* όπως γίνεται όταν προσπαθούμε να αναγνωρίσουμε έναν ήχο ή μπορεί να προχωρήσει μέχρι το πιο βαθύ *σημασιολογικό επίπεδο*, όπως γίνεται όταν προσπαθούμε να καταλάβουμε το νόημα που συνοδεύει το ερέθισμα. (Craik

Lockhart 1972). Σύμφωνα με τη «θεωρία βάθους επεξεργασίας», όσο μεγαλύτερο βάθος επεξεργασίας απαιτείται για την αναγνώριση ενός αντικειμένου, τόσο περισσότερο νόημα φέρει και συνεπώς είναι πιο εύκολο να το θυμόμαστε για μεγαλύτερο διάστημα.

Η ενθύμηση συνδέεται και με την κατανόηση ενός ερεθίσματος η οποία επηρεάζεται από παράγοντες που σχετίζονται με την *εικονική δύναμη* του ερεθίσματος, δηλαδή με την δύναμη που έχει να συσχετιστεί με μια εικόνα, έτσι για παράδειγμα η φράση «κόκκινο σπίτι» έχει μεγαλύτερη εικονική δύναμη από τη φράση «ήρεμη δύναμη», καθώς επίσης και την *οικειότητα* του χρήστη με αυτό. Αντικείμενα και εντολές που είναι ήδη γνωστές στον χρήστη και έχουν εικονική δύναμη φέρουν μεγάλο σημασιολογικό περιεχόμενο. Η αξιοποίηση αυτών των πορισμάτων στο σχεδιασμό διεπιφανειών χρήστη, είχε ως συνέπεια να χρησιμοποιούνται οικεία αντικείμενα που φέρουν σημασιολογικό περιεχόμενο για να υποστηρίξουν την επικοινωνία του ανθρώπου με τον υπολογιστή, όπως για παράδειγμα η χρήση της εικόνας του κάδου απορριμάτων για την αποτύπωση της έννοιας της διαγραφής αρχείων. Βεβαίως η επιλογή αυτή δεν είναι πάντοτε αποτελεσματική γιατί δεν είναι πάντοτε εύκολη και αποδοτική η αντιστοίχιση με οικεία αντικείμενα των σύνθετων εννοιών που απαιτούνται για την επικοινωνία με τον υπολογιστή. Γενικά, η αρχή που πρέπει να διέπει τη σχεδίαση διεπιφανειών χρήστη είναι να επιλέγονται αντικείμενα και εντολές οι οποίες σχετίζονται με το ιδίωμα του χρήστη τους, με τα συμφραζόμενα και με το περιβάλλον λειτουργίας, ώστε να επιτυγχάνεται η οικειότητα αυτή.

Στο παρελθόν, υπολογιστικά συστήματα έχουν στηριχτεί τη διάλεκτο επικοινωνίας τους με τους χρήστες, σε γλώσσες εντολών πολύ φτωχών σε σημασιολογικό περιεχόμενο. Τέτοιο παράδειγμα είναι η γλώσσα κελύφους του λειτουργικού συστήματος UNIX, στην οποία συναντώνται εντολές, όπως οι *cat*, *grep*, *lint*, *mv*, *lpr*, που είναι ιδιαίτερα δύσκολο να τις θυμάται κανείς, αν δεν τις χρησιμοποιεί συχνά. Έτσι για παράδειγμα αν συγκρίνουμε τις εντολές : (α) *kill* (β) *grep*. (γ) *bc* (δ) *passwd*. με βάση τη θεωρία βάθους επεξεργασίας, οι εντολές «α» και «δ» είναι πιο εύκολο να τις θυμάται κανείς γιατί είναι λέξεις που φέρουν σημασιολογικό περιεχόμενο «*kill*=σκοτώνω, καταστρέφω», «*passwd* (*password*)= κωδική λέξη εισόδου», και συνεπώς είναι εύκολο να αντιστοιχίσει στις λέξεις αυτές τη σημασία των εντολών. Αντίθετα για τις εντολές «β», «γ» οι οποίες δεν φέρουν κάποιο σημασιολογικό περιεχόμενο, ο χρήστης δεν μπορεί να αναγνωρίσει τη λειτουργία τους αλλά χρειάζεται να τη θυμάται.

Μια άλλη τάση που συναντάται στο σχεδιασμό των σύγχρονων διεπιφανειών χρήστη είναι να ελαχιστοποιούμε τα αντικείμενα που ο χρήστης χρειάζεται να θυμάται για να επικοινωνήσει με το σύστημα. Αυτό επιτυγχάνεται με αντικατάσταση της γνωστικής λειτουργίας της *ενθύμησης* από αυτή της αναγνώρισης. Γενικά είναι πολύ ευκολότερο να αναγνωρίσουμε παρά να θυμηθούμε κάτι (Norman 1988). Έτσι, είναι πιο δύσκολο να θυμηθούμε ποιοι ήταν οι συμμαθητές μας στην τελευταία τάξη του σχολείου από το να τους αναγνωρίσουμε στην τελευταία αναμνηστική φωτογραφία. Ένα εκπληκτικό πείραμα που αποδεικνύει τη μεγάλη ικανότητα μας να αναγνωρίζουμε έγινε από τον L. Standing. (1973). Κατά το πείραμα αυτό, ένα υποκείμενο παρακολούθησε μια ακολουθία εικόνων, κάθε μια για 10 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν ζεύγη εικόνων από τις οποίες μόνο η μια είχε προηγούμενα επιδειχθεί. Το ποσοστό επιτυχών αναγνωρίσεων ήταν 95% αν και το πλήθος των εικόνων ήταν μεγάλο (10,000 εικόνες). Στις σύγχρονες διεπιφάνειες χρήστη δεν χρειάζεται να θυμόμαστε πώς να κάνουμε κάτι, συνήθως αρκεί να το αναζητήσουμε και να το αναγνωρίσουμε όταν το βρούμε, ως επιλογή σε κάποιο μενού ή ως εικονίδιο με συγκεκριμένη χρήση.

2.8 Μοντέλα αναζήτησης πληροφορίας

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε σε μοντέλα που περιγράφουν τις λειτουργίες του ανθρώπου στο πλαίσιο εργασιών αναζήτησης πληροφορίας, δραστηριότητα ιδιαίτερα συνήθης την εποχή του παγκόσμιου ιστού. Η αναζήτηση πληροφοριών στον ιστό είναι μια σύνθετη ανθρώπινη δραστηριότητα που απαιτεί το συντονισμό πολλών γνωστικών διεργασιών, όπως για παράδειγμα της προσοχής, της κατανόησης, της λήψης αποφάσεων και της επίλυσης προβλημάτων. Τα τελευταία χρόνια διεξάγεται συστηματική έρευνα για την κατανόηση και μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των ανθρώπων κατά τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας. Η κατασκευή τέτοιων μοντέλων είναι απαραίτητη για τη δημιουργία μεθόδων που συστηματοποιούν τη διαδικασία σχεδιασμού εύχρηστων πληροφοριακών εφαρμογών. Άλλωστε, η κατανόηση του ίδιου του μέσου (ενν. του ιστού) και της αλληλεπίδρασης των χρηστών του με αυτό, οδήγησε προσφάτως στη διαμόρφωση του πεδίου της «Επιστήμης του Ιστού» που έχει αυτή ακριβώς τη στόχευση.

Ορισμένα από τα μοντέλα που έχουν προταθεί για να περιγράψουν τη συμπεριφορά του χρήστη κατά τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια: (α) Οι Pirolli και Fu (Pirolli & Fu 2003· Fu & Pirolli 2007) θεωρούν τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας ως μετεξέλιξη των μηχανισμών αναζήτησης τροφής. (β) Οι Kitajima και συνεργάτες, (Kitajima et al. 2000) περιγράφουν τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας ως μία επαναληπτική διαδικασία εστίασης της προσοχής και κατανόησης. (γ) Οι Oostendorp & Juvina (2007) παρουσιάζουν τη διαδικασία αναζήτησης πληροφορίας ως μία διαδικασία αλληλεξαρτώμενων αποφάσεων. (δ) Οι Miller & Remington (2004) αντιλαμβάνονται τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας ως μία διεργασία εξερεύνησης ενός χώρου. Στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου αυτού, αναλύονται οι βασικές αρχές των παραπάνω μοντέλων.

2.8.1 Μοντέλο SNIF-ACT: Η πλοήγηση ως μετεξέλιξη της αναζήτησης τροφής

Το SNIF-ACT (Scent-based Navigation and Information Foraging in the ACT cognitive architecture; Pirolli & Fu 2003; Fu & Pirolli 2007) αποτελεί απόρροια της ενσωμάτωσης των υποθέσεων και των πορισμάτων της «*Θεωρίας Αναζήτησης Πληροφοριών*» (Pirolli 1997; Pirolli & Card 1999) στη γνωστική αρχιτεκτονική ACT-R. Η θεωρία αναζήτησης πληροφοριών, εμπνευσμένη από μοντέλα ορθολογικής συμπεριφοράς των επιστημών της οικολογίας (Stephens & Krebs 1986) και της μικροοικονομίας (McFadden 1974), υποθέτει ότι οι άνθρωποι αναπτύσσουν στρατηγικές ή τροποποιούν το περιβάλλον στο οποίο δρουν, έτσι ώστε να βελτιστοποιούν το λόγο απόκτησης ωφέλιμης πληροφορίας προς τη δαπανώμενη προσπάθεια. Οι εμπνευστές της θεωρίας υποστηρίζουν ότι η ικανότητα προσαρμογής της συμπεριφοράς κατά την αναζήτηση πληροφορίας είναι μια μετεξέλιξη των μηχανισμών προσαρμογής της συμπεριφοράς κατά την αναζήτηση τροφής. Με βάση αυτή την αναλογία (αναζήτηση τροφής – αναζήτηση πληροφορίας), ο χρήστης («*κυνηγός*») προσαρμόζει τη στρατηγική του, ή ακόμα και τη δομή της διεπιφάνειας, έτσι ώστε να επαυξήσει την ικανότητά του στην αναζήτηση πληροφορίας («*τροφή*»).

Σύμφωνα με το μοντέλο SNIF-ACT, οι χρήστες κατά την πλοήγηση τους στον Ιστό αξιολογούν την ωφέλεια της επόμενης ενέργειας τους στηριζόμενοι στις πληροφορίες που έχουν διαθέσιμες κάθε χρονική στιγμή. Στην οικολογία του Ιστού, ένας χρήστης χρησιμοποιεί αποσπάσματα πληροφοριών (proximal cues), όπως είναι οι ετικέτες των υπερσυνδέσμων, για να αποφασίσει ποια θα είναι η επόμενη ενέργειά του. Το μοντέλο εισάγει την έννοια της πληροφοριακής οσμής (information scent) προκειμένου να περιγράψει αυτή την ατελή αντίληψη των χρηστών για την ωφέλεια της κάθε διαθέσιμης επιλογής όπως αυτή προκύπτει από την αξιολόγηση των διαθέσιμων αποσπασμάτων πληροφορίας (Card et al. 2001).

Η κεντρική ιδέα του μοντέλου είναι ότι ο χρήστης έχει ένα πληροφοριακό στόχο και πλοηγείται στον Ιστό αξιολογώντας συνεχώς την πληροφοριακή οσμή των διαθέσιμων αποσπασμάτων πληροφορίας. Ανάλογα με την αξιολόγηση αυτή, επιλέγει κάποιον υπερσύνδεσμο και συνεχίζει την πλοήγηση σε ένα δικτυακό τόπο, εκτός και αν κρίνει ότι η απαιτούμενη προσπάθεια δεν αξίζει το προσδοκώμενο πληροφοριακό όφελος, οπότε και μεταβαίνει σε άλλο δικτυακό τόπο. Μάλιστα, οι απαιτήσεις των χρηστών για πληροφοριακό όφελος αυξάνονται ολοένα και περισσότερο, αφού το «κόστος» μετάβασης σε άλλο δικτυακό τόπο μειώνεται συνεχώς εξαιτίας της αποτελεσματικότητας των σύγχρονων διαδικτυακών μηχανών αναζήτησης.

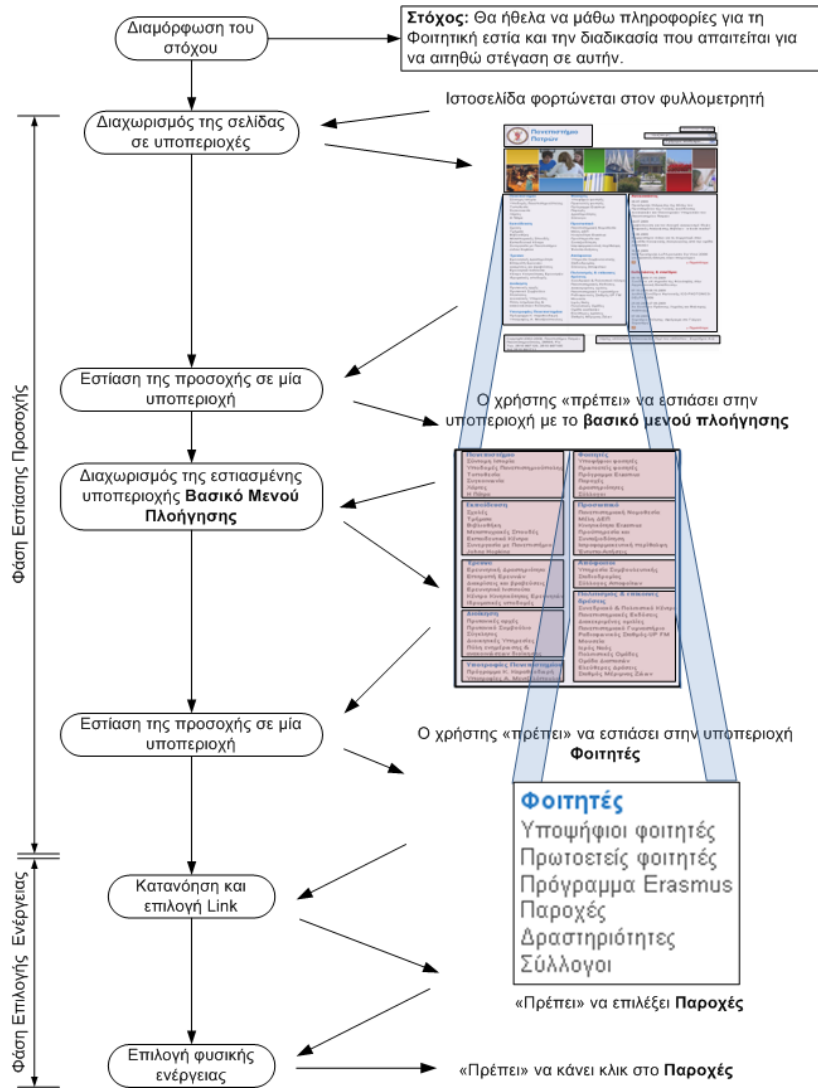
Η πρώτη έκδοση του SNIF-ACT (Pirolli & Fu 2003) στηρίχθηκε στη θεώρηση ότι ο άνθρωπος, έχοντας πρόσβαση σε απεριόριστη πληροφορία και υπολογιστική ισχύ, συμπεριφέρεται ορθολογικά. Αυτό, στο πλαίσιο των εργασιών αναζήτησης πληροφορίας, σημαίνει ότι ο χρήστης αξιολογεί όλες τις διαθέσιμες επιλογές και στη συνέχεια επιλέγει εκείνη με τη μέγιστη πληροφοριακή οσμή. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση βρίσκεται σε αντίθεση με το μοντέλο επίλυσης προβλήματος του Simon (1996). Το μοντέλο αυτό υποστηρίζει ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά χαρακτηρίζεται από έναν περιορισμένο ορθολογισμό (satisficing) καθώς οι άνθρωποι αντί να προσπαθούν συνεχώς να μεγιστοποιήσουν την πληροφοριακή ωφέλεια, θέτουν ένα επίπεδο πληροφοριακής ωφέλειας (aspiration level) με την οποία θα είναι ικανοποιημένοι. Η δεύτερη έκδοση του μοντέλου SNIF-ACT (Fu & Pirolli 2007) προσομοιώνει αυτή ακριβώς τη συμπεριφορά των χρηστών χρησιμοποιώντας δίκτυα Bayes.

2.8.2 CoLiDeS: Η πλοήγηση ως μια διαδικασία εστίασης της προσοχής και κατανόησης

Το μοντέλο CoLiDeS (Comprehension-based Linked model of Deliberate Search; Kitajima et al. 2000) είναι μία άλλη προσέγγιση για την κατανόηση των γνωσιακών διεργασιών που καθορίζουν τη συμπεριφορά των χρηστών κατά τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας σε έναν ιστότοπο. Το μοντέλο βασίζεται στη θεωρία της ενοποίησης των διεργασιών εστίασης προσοχής και κατανόησης κειμένου (Kintsch 1998). Σύμφωνα με το CoLiDeS, ο χρήστης ανά πάσα στιγμή αξιολογεί ένα σύνολο από πιθανές ενέργειες και επιλέγει εκείνη που θεωρεί πιο κατάλληλη για τον τρέχοντα στόχο του. Ο όρος «ενέργεια» αναφέρεται τόσο σε νοητικές διεργασίες (π.χ. εστίαση της προσοχής σε ένα τμήμα μιας ιστοσελίδας) όσο και σε χαμηλού επιπέδου φυσικές ενέργειες (π.χ. επιλογή ενός υπερσυνδέσμου). Το CoLiDeS ισχυρίζεται ότι κάθε χαμηλού επιπέδου φυσική ενέργεια του χρήστη είναι απόρροια μιας διαδικασίας δύο φάσεων.

Κατά την πρώτη φάση, τη *φάση εστίασης της προσοχής* (attention-phase), ο χρήστης δημιουργεί μία νοητική αναπαράσταση της ιστοσελίδας διαχωρίζοντας την σε πέντε έως δέκα υποπεριοχές που συνοδεύονται από μικρές περιγραφές. Ο διαχωρισμός γίνεται με βάση τις συμβάσεις που γνωρίζει ο χρήστης για την συγγραφή κειμένων (τίτλοι, επικεφαλίδες κλπ) αλλά και τις γνώσεις του για την εμφάνιση και χρήση ιστοσελίδων (διάταξη, μενού πλοήγησης κλπ). Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στον ανθρώπινο εγκέφαλο να διαχειριστεί το μεγάλο αριθμό ερεθισμάτων που παρουσιάζονται σε μία τυπική ιστοσελίδα, δεδομένης της περιορισμένης χωρητικότητας της βραχυχρόνιας μνήμης. Στη συνέχεια, ο χρήστης επικεντρώνει την προσοχή του στην υποπεριοχή με την περιγραφή που πιστεύει ότι προσεγγίζει καλύτερα το στόχο του. Στην περίπτωση που η υποπεριοχή στην οποία έχει εστιάσει ο χρήστης παραμένει αρκετά πολύπλοκη, επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία αναγνώρισης υποπεριοχών και εστίασης της προσοχής σε κάποια από αυτές. Στο τέλος της διαδικασίας αυτής, ο χρήστης έχει εστιάσει την προσοχή του σε μία υποπεριοχή που αποτελείται από αντικείμενα-χειριστήρια με τα οποία μπορεί να αλληλεπιδράσει άμεσα, όπως για παράδειγμα υπερσύνδεσμοι, εικόνες που επιτρέπεται να επιλέξει ή/και κουμπιά.

Κατά τη δεύτερη φάση, τη *φάση επιλογής ενέργειας* (action-selection phase), ο χρήστης δημιουργεί αρχικά μία νοητική περιγραφή για κάθε αντικείμενο-χειριστήριο που περιλαμβάνεται στην περιοχή στην οποία έχει επικεντρώσει την προσοχή του. Στη συνέχεια, επιλέγει να χρησιμοποιήσει ένα από αυτά τα αντικείμενα-χειριστήρια με βάση την προσδοκία και την αντίληψή του για την συσχέτιση της περιγραφής του αντικειμένου με το στόχο του.



Εικόνα 2.10 Παράδειγμα εφαρμογής του CoLiDeS στη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς του χρήστη κατά τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας στην κεντρική ιστοσελίδα του Πανεπιστημίου Πατρών.

Στο πλαίσιο της καλύτερης κατανόησης της λειτουργίας του μοντέλου, η εικόνα 2.10 απεικονίζει διαγραμματικά την εφαρμογή του σε ένα παράδειγμα αναζήτησης πληροφορίας στην κεντρική ιστοσελίδα του Πανεπιστημίου Πατρών. Στο παράδειγμα αυτό, ο στόχος του χρήστη είναι να βρει πληροφορίες για τις υπηρεσίες στέγασης του Πανεπιστημίου και υποθέτουμε ότι επιλέγει τελικά τον υπερσύνδεσμο που οδηγεί στη ζητούμενη πληροφορία. Κατά τη φάση εστίασης της προσοχής, ο χρήστης διαχωρίζει την ιστοσελίδα σε 9 υποπεριοχές και τις συσχετίζει με κατάλληλες περιγραφές, όπως για παράδειγμα «λογότυπο του φορέα», «μηχανή αναζήτησης», «κεντρικό μενού πλοήγησης» και «βοηθητικό μενού πλοήγησης».

σης». Στη συνέχεια, επικεντρώνει την προσοχή του στην υποπεριοχή «κεντρικό μενού πλοήγησης» και τη διαχωρίζει εκ νέου σε επιμέρους υποπεριοχές με περιγραφές που καθορίζονται από τις επικεφαλίδες του μενού πλοήγησης. Έπειτα, επικεντρώνει την προσοχή του στην πάνω-δεξιά υποπεριοχή με τίτλο «Φοιτητές». Σε αυτό το σημείο ολοκληρώνεται η φάση εστίασης της προσοχής και ξεκινά η φάση επιλογής ενέργειας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο υπερσύνδεσμος με την ετικέτα «Παροχές» αποτελεί την επιλογή που οδηγεί το χρήστη στην επίτευξη του στόχου του.

Όπως έγινε εμφανές, σύμφωνα με το CoLiDeS, οι διεργασίες της κατανόησης και επιλογής από ένα διαθέσιμο σύνολο αντικειμένων είναι αυτές που καθοδηγούν το χρήστη στην επιλογή της επόμενης ενέργειας του. Ο χρήστης αξιολογεί το προσφερόμενο σύνολο αντικειμένων, κατανοεί τη σημασία τους και επιλέγει ένα αντικείμενο με βάση την προσδοκία και την αντίληψη του για τη σημασιολογική ομοιότητα του αντικειμένου με το στόχο του. Αυτή η έννοια της σημασιολογικής ομοιότητας ενός αντικειμένου με το στόχο του χρήστη, διαδραματίζει κεντρικό ρόλο και στη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς του χρήστη σύμφωνα με τη Θεωρία Αναζήτησης Πληροφοριών, όπου αναφέρεται ως πληροφοριακή οσμή (βλέπε ενότητα 2.8.1).

2.8.3 CoLiDeS+: Η πλοήγηση ως μίας διαδικασίας αλληλεξαρτώμενων αποφάσεων

Η κεντρική ιδέα του μοντέλου CoLiDeS+ (Oostendorp & Juvina 2007) είναι ότι η απόφαση ενός χρήστη για την επιλογή ενός υπερσυνδέσμου δεν εξαρτάται μόνο από τις διαθέσιμες επιλογές σε μία συγκεκριμένη ιστοσελίδα, αλλά και από τις προηγούμενες επιλογές που τον έχουν οδηγήσει σε αυτήν. Βασιζόμενοι σε αυτή τη θεώρηση, οι Oostendorp και Juvina (2007) επέκτειναν το μοντέλο CoLiDeS (βλέπε ενότητα 2.8.2) εισάγοντας την έννοια της *καταλληλότητας της διαδρομής* (path adequacy) ενός χρήστη προς το στόχο του.

Όπως και το CoLiDeS, το CoLiDeS+ δημιουργεί μια νοητική αναπαράσταση της υπό εξέταση ιστοσελίδας διαχωρίζοντας την σε υποπεριοχές, μετακινεί το σημείο εστίασης της προσοχής σε εκείνη που έχει τη μεγαλύτερη σημασιολογική ομοιότητα με τη λεκτική περιγραφή του στόχου ενός χρήστη και στη συνέχεια αξιολογεί την καταλληλότητα των υπερσυνδέσμων στην εστιασμένη υποπεριοχή. Ωστόσο, σε αντίθεση με το CoLiDeS, το CoLiDeS+ δεν επιλέγει πάντοτε τον υπερσύνδεσμο με τη μεγαλύτερη σημασιολογική ομοιότητα.

Αντ' αυτού, το CoLiDeS+ συγκρίνει την πληροφοριακή οσμή των υπερσυνδέσμων της υπό εξέταση ιστοσελίδας με αυτήν του υπερσυνδέσμου που επιλέχθηκε στην προηγούμενη ιστοσελίδα. Στην περίπτωση που βρεθεί κάποιος υπερσύνδεσμος με πληροφοριακή οσμή μεγαλύτερη από την προηγούμενη επιλογή του χρήστη τότε επιλέγεται ως η επόμενη ενέργεια. Εάν δεν υπάρχει κάποιος τέτοιος υπερσύνδεσμος, τότε το μοντέλο αξιολογεί εάν κάποιος υπερσύνδεσμος συμβάλει σε αύξηση του δείκτη καταλληλότητας διαδρομής, ξεκινώντας από τον υπερσύνδεσμο με τη μεγαλύτερη πληροφοριακή οσμή. Με αυτό τον τρόπο μοντελοποιείται η περίπτωση κατά την οποία ένας χρήστης θεωρεί ότι ένας υπερσύνδεσμος οδηγεί προς τη σωστή κατεύθυνση, παρότι φαίνεται να έχει μικρότερη πληροφοριακή οσμή από την αμέσως προηγούμενη επιλογή του.

Στην περίπτωση που καμία από τις επιλογές της εστιασμένης υποπεριοχής δεν οδηγεί σε αύξηση του δείκτη καταλληλότητας διαδρομής, το μοντέλο μετακινεί το σημείο εστίασης προσοχής σε άλλη υποπεριοχή και αξιολογεί εκ νέου την καταλληλότητα των υπερσυνδέσμων της. Εάν έχουν αξιολογηθεί όλες οι υποπεριοχές μίας ιστοσελίδας και δεν έχει βρεθεί κάποιος υπερσύνδεσμος που να ικανοποιεί τις προαναφερθείσες απαιτήσεις, τότε το μοντέλο επιστρέφει στην προηγούμενη ιστοσελίδα και επαναλαμβάνει τον κύκλο αξιολόγησης αγνοώντας τον υπερσύνδεσμο που είχε οδηγήσει σε αδιέξοδο. Ο αλγόριθμος του

μοντέλου ολοκληρώνεται μόνο όταν βρεθεί η ιστοσελίδα που ικανοποιεί το στόχο αναζήτησης, η οποία δεν είναι προκαθορισμένη όπως στο CoLiDeS.

Είναι φανερό ότι και στο μοντέλο CoLiDeS+ είναι εμφανής ο κεντρικός ρόλος που διαδραματίζει η έννοια της πληροφοριακής οσμής στη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς του χρήστη κατά τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας στον ιστό.

2.8.4 MESA: Η πλοήγηση ως μία διαδικασία εξερεύνησης ενός χώρου

Το *MESA (Method for Evaluating Site Architectures)* είναι ένα μοντέλο πρόβλεψης της συμπεριφοράς του χρήστη κατά την πλοήγηση του σε έναν ιστότοπο που προτάθηκε από τους Miller & Remington (2004). Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη του: α) την πληροφοριακή δομή του ιστοτόπου (βάθος x πλάτος), β) την καταλληλότητα των περιγραφών των υπερσυνδέσμων και γ) τους εγγενείς γνωσιακούς περιορισμούς του χρήστη, όπως είναι για παράδειγμα η δυνατότητα εστίασης και αξιολόγησης της περιγραφής ενός μόνο υπερσυνδέσμου τη φορά. Η βασική υπόθεση του MESA είναι ότι ένας χρήστης πλοηγείται σε έναν ιστότοπο, ακολουθώντας μία προσαρμοστική στρατηγική εξερεύνησης του πληροφοριακού χώρου, βάσει ενός κατωφλίου επιλογής υπερσυνδέσμων.

Σύμφωνα με το MESA, ο χρήστης έχει έναν στόχο και ακολουθεί αρχικά τον πρώτο υπερσύνδεσμο για τον οποίο κρίνει ότι έχει πληροφοριακή οσμή που ξεπερνά μία προκαθορισμένη αρχική τιμή για το κατώφλι αυτό. Στην περίπτωση που ένας χρήστης έχει αξιολογήσει όλες τις διαθέσιμες επιλογές και εκτιμά ότι υπάρχει τουλάχιστον ένας σχετικός υπερσύνδεσμος ο οποίος αν και σχετικός δεν ξεπερνά το κατώφλι επιλογής, τότε το αναπροσαρμόζει σε μία χαμηλότερη τιμή και επαναξιολογεί τις διαθέσιμες επιλογές. Εάν σε αυτόν τον επανέλεγχο κρίνει ότι κάποιος υπερσύνδεσμος έχει πληροφοριακή οσμή μεγαλύτερη από την τιμή του νέου χαμηλότερου κατωφλίου, τότε τον ακολουθεί. Ειδικά, ο χρήστης επιστρέφει στην προηγούμενη ιστοσελίδα της τρέχουσας διαδρομής και επαναξιολογεί τις διαθέσιμες επιλογές βάσει της νέας χαμηλότερης τιμής κατωφλίου. Με αυτόν τον τρόπο, οι ιστοσελίδες που επισκέπτεται ο χρήστης εξαρτώνται από το ιστορικό των ιστοσελίδων που έχει ήδη επισκεφτεί, αφού το τελευταίο διαμορφώνει την τιμή του κατωφλίου επιλογής ενός υπερσυνδέσμου. Έπειτα από κάποιον συγκεκριμένο αριθμό επιλογών, το MESA «ξεχνάει» την τρέχουσα τιμή του κατωφλίου και το αρχικοποιεί σε μία προκαθορισμένη τιμή. Η προσέγγιση αυτή μοντελοποιεί την περιορισμένη χωρητικότητα της βραχυχρόνιας ανθρώπινης μνήμης (short-term memory).

Αξίζει να σημειωθεί ότι και στο MESA ή έννοια της πληροφοριακής οσμής διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς του χρήστη. Αν και το μοντέλο δεν προσδιορίζει κάποιο συγκεκριμένο τρόπο υπολογισμού της πληροφοριακής οσμής, οι δημιουργοί του μοντέλου χρησιμοποίησαν εκτιμήσεις τριών ειδικών ευχρηστίας για την ποσοτικοποίηση της σε μία σχετική μελέτη (Miller & Remington 2004). Επιπρόσθετα, το MESA δεν μοντελοποιεί την επίδραση της διάταξης των ιστοσελίδων στη συμπεριφορά του χρήστη. Ωστόσο, οι δημιουργοί του μοντέλου προτείνουν έναν τρόπο υπολογισμού του εκτιμώμενου μέσου χρόνου ολοκλήρωσης μιας εργασίας, ο οποίος δεν εξαρτάται από τη θέση των υπερσυνδέσμων στη διάταξη των ιστοσελίδων. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται ο υπολογισμός της μέσης τιμής του χρόνου που προκύπτει από την εκτέλεση πολλών προσομοιώσεων αναζήτησης πληροφορίας για τον ίδιο ιστότοπο, στον οποίο αλλάζει κάθε φορά με τυχαίο τρόπο η θέση των υπερσυνδέσμων στη διάταξη των ιστοσελίδων.

Λίστα ελέγχου γνώσεων

Ο αναγνώστης του κεφαλαίου μετά την ολοκλήρωσή του θα πρέπει να είναι σε θέση

- Να περιγράψει το μοντέλο του ανθρώπινου επεξεργαστή (human processor model) και τα συστατικά του στοιχεία: ιεραρχία μνήμης, χαρακτηριστικά του αισθητήριου, γνωστικού, και κινητήριου επεξεργαστή.
- Να αναλύσει την ανθρώπινη συμπεριφορά ως απόκριση σε εξωτερικά ερεθίσματα με βάση το μοντέλο του ανθρώπινου επεξεργαστή.
- Να κάνει ανάλυση εργασιών με βάση το μοντέλο GOMS
- Να προβλέπει τον χρόνο εκτέλεσης εργασιών με χρήση του μοντέλου πληκτρολογήσεων (KLM). Να περιγράψει τους μηχανισμούς της προσοχής.
- Να χρησιμοποιήσει τα μοντέλα δεξιοτήτων, όπως ο νόμος του Fitts, νόμος του Hick Hyman, νόμος της οδήγησης, και ο νόμος της εξάσκησης για την πρόβλεψη συμπεριφοράς χρήστη κατά την αλληλεπίδραση του με υπολογιστικά συστήματα.
- Να περιγράψει τη λειτουργία της οπτικής αντίληψης και τις αρχές οργάνωσης οπτικών ερεθισμάτων (Gestalt).
- Να περιγράψει τα βασικά μοντέλα αναζήτησης πληροφορίας (SNIF-ACT, CoLiDes, CoLiDeS+, MESA).

Οδηγός για περαιτέρω μελέτη

Card, S.K., Moran, T. P., & Newell, A. (1986). The Model Human Processor: An Engineering Model of Human Performance. In K. R. Boff, L. Kaufman, & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance*. Vol. 2: Cognitive Processes and Performance, (pp. 1–35)

Το βιβλίο αυτό είναι η καλύτερη πηγή για μελέτη του Μοντέλου του Ανθρώπινου Επεξεργαστή.

Proctor, R. W., & Vu, K. P. L. (2006). The cognitive revolution at age 50: Has the promise of the human information-processing approach been fulfilled?. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 21(3), 253-284.

Στην παραπάνω εργασία, επιχειρείται επισκόπηση όλης της γνωστικής περιοχής της Γνωστικής Ψυχολογίας που είναι γνωστή ως Human Information Processor Model (Μοντέλο του Ανθρώπινου Επεξεργαστή)

Carroll, J. M. (Ed.). (2003). *HCI models, theories, and frameworks: Toward a multidisciplinary science*. Morgan Kaufmann.

Στον τόμο αυτό, γίνεται εκτενής αναφορά τόσο στην μέθοδο ανάλυσης GOMS όσο και στην απλοποιημένη έκδοση της που είναι το μοντέλο πληκτρολογήσεων (KLM), καθώς και σε σύγχρονες εφαρμογές του νόμου του Fitts.

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Άσκηση 2.1

Δεδομένου ότι ο κύκλος του αισθητήριου επεξεργαστή είναι 100 ms:

- Πόσους ήχους θα αντιληφθεί ένα υποκείμενο αν το ερέθισμα περιλαμβάνει 20 ήχους το δευτερόλεπτο και είναι διάρκειας 5 δευτερολέπτων;
- Πόσες εικόνες το δευτερόλεπτο (frames per second, fps) πρέπει να έχει ένα σήμα βίντεο για να δώσει την αίσθηση της συνεχούς κίνησης;

Άσκηση 2.2

Ο χρήστης παρατηρεί την οθόνη, όταν εμφανίζεται συγκεκριμένο σύμβολο πατάει το πλήκτρο 'space'. Ποιος είναι ο χρόνος καθυστέρησης;

Ο χρήστης παρατηρεί στην οθόνη ακολουθίες συμβόλων, όταν το επόμενο σύμβολο είναι ίδιο με το προηγούμενο τότε πατάει 'Y' αλλιώς 'N'. Ποιος είναι ο χρόνος καθυστέρησης;

Άσκηση 2.3

Παρατηρήστε τις εικόνες για 1 λεπτό. Κλείστε το βιβλίο και προσπαθήστε να θυμηθείτε και να γράψετε όσα περισσότερα αντικείμενα μπορείτε. Συσχετίστε το αποτέλεσμα με τις θεωρίες μνήμης.



Άσκηση 2.4

Υπολογισμός των T_c , T_r , T_m

Πάρτε ένα ριγωτό φύλλο χαρτί A4. Χαράξτε όσο πιο γρήγορα μπορείτε μια γραμμή ζιγκ-ζαγκ ανάμεσα σε 2 ρίγες με τρόπο ώστε η γραμμή να ακουμπάει τη ρίγα σε κάθε ακμή της χωρίς να την ξεπερνά. Εκτελέστε τη διαδικασία για 5 sec. Περιγράψτε το πείραμα με όρους λειτουργίας του κινητήριου επεξεργαστή. Εξετάστε αν μπορείτε να μετρήσετε τις περιόδους T_c , T_r , T_m με βάση το πείραμα αυτό.

Άσκηση 2.5

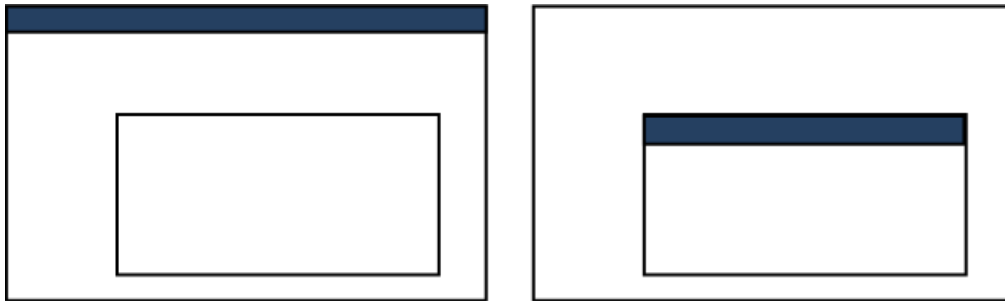
Να αναλύσετε με όρους MHP το εξής παράδειγμα: *Ερώτημα συστήματος προς τον χρήστη: "Είσαι σίγουρος για τη διαγραφή του αρχείου; " Ο χρήστης απαντάει πατώντας το πλήκτρο "ΝΑΙ".*

Άσκηση 2.6

Σκεφτείτε ένα πείραμα επιβεβαίωσης του νόμου της εξάσκησης. Τι σχέση μπορεί να έχει ο νόμος της εξάσκησης σε σχέση με στόχους ευχρηστίας μιας συσκευής (για παράδειγμα σε σχέση με τον προσδοκώμενο χρόνο εκτέλεσης εργασίας μετά από κ προσπάθειες ή πόσες προσπάθειες χρειάζονται για την επίτευξη ενός στόχου)

Άσκηση 2.7

Εξηγήστε με βάση το νόμο του Fitts ποια είναι καλύτερη επιλογή για το μενού μιας διεργασίας: (α) στην κορυφή της οθόνης, (β) στην πάνω πλευρά του παράθυρου:



Άσκηση 2.8

α) Να συγκρίνετε το δικό σας χρόνο πληκτρολογήσεων T_{k1} με τον αντίστοιχο του μοντέλου KLM (μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το <http://www.typeonline.co.uk/typingspeed.php> για τη χρονομέτρηση σας) και να περιγράψετε τη διαδικασία υπολογισμού. Σημείωση: μια μέθοδος υπολογισμού του T_{k1} είναι να χρονομετρήσετε 3 διαδοχικές φορές την πληκτρολόγηση ενός κειμένου 2 γραμμών περίπου και να πάρετε τη μέση τιμή σε words per minute wpm. Επειδή η υπόθεση είναι ότι 1 word=5 keystrokes, η μετατροπή μπορεί να γίνει σύμφωνα με τον εξής τύπο: $T_{k1}=60/(wpm*5)$

(β) Στη συνέχεια να υπολογίσετε με το μοντέλο πληκτρολογήσεων KLM, το χρόνο που απαιτείται για την παρακάτω εργασία σε δύο περιπτώσεις. Η μία περίπτωση να αφορά την ταχύτητα πληκτρολόγησης ενός πεπειραμένου προγραμματιστή και η άλλη να αφορά τη δική σας ταχύτητα πληκτρολόγησης όπως υπολογίστηκε στο (α). Η εργασία αφορά την επεξεργασία ενός κειμένου με χρήση του επεξεργαστή κειμένου MS Word. Συγκεκριμένα το σενάριο προβλέπει την τροποποίηση της φράσης:

Το πρωί ο Γιώργος είπε "καλημέρα" και έφυγε

στην παρακάτω φράση

Είπε "καλημέρα" το πρωί ο Γιώργος και έφυγε

Η τροποποίηση αυτή μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους, ο ένας τρόπος είναι διαγραφή τμήματος του κειμένου και επαναπληκτρολόγησή του, ο άλλος τρόπος περιλαμβάνει μεταφορά ενός τμήματος του κειμένου και αλλαγής κάποιων χαρακτήρων (κεφαλαία/μικρά), με χρήση ctrl-C, ctrl-V, κλπ. Να σχολιάσετε την ευαισθησία κάθε μεθόδου στην ταχύτητα πληκτρολόγησης

Άσκηση 2.9

(μεταπτ.)

Να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο CogTool για ανάλυση μιας εργασίας σας αναζήτησης σε πληροφοριακή ιστοσελίδα. Να αναλύσετε την ίδια εργασία με το μοντέλο KLM. Σχολιάστε τις διαφορές στον υπολογισμό.

Άσκηση 2.10

(μεταπτ.)

Μελετήστε το άρθρο των Miller & Remington (2004) που περιγράφει τα κύρια χαρακτηριστικά του μοντέλου MESA (ενότητα 2.8.4) και επιχειρήστε μια υλοποίηση του μοντέλου σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Χρησιμοποιήστε την υλοποίηση που κάνατε για να αναλύσετε την αλληλεπίδραση ενός χρήστη με μια ιστοσελίδα ενημερωτικού περιεχομένου (news site).

3

Αλληλεπίδραση

Σκοπός

Το κεφάλαιο αυτό περιγράφει πτυχές της αλληλεπίδρασης χρήστη και υπολογιστικού συστήματος. Αρχικά, γίνεται εισαγωγή στα νοητικά μοντέλα χρήστη, παρουσιάζονται οι ιδιότητές τους (π.χ. η ταχύτητα της νοητικής περιστροφής) και εξηγείται η διάκριση ανάμεσα σε δομικά και λειτουργικά μοντέλα χρήσης συσκευών. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η χρήση μεταφορών για τη δόμηση νοητικών μοντέλων. Συζητείται η σχέση των νοητικών μοντέλων με τη σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων, την εννοιολογική σχεδίαση, τη σχέση του μοντέλου χρήστη με το μοντέλο του σχεδιαστή δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση του μοντέλου συστήματος που δημιουργείται με στόχο να υποστηρίξει την επικοινωνία του εννοιολογικού μοντέλου του σχεδιαστή στον χρήστη. Έπειτα παρουσιάζεται το μοντέλο αλληλεπίδρασης των επτά σταδίων του D. Norman και εξηγείται η σημασία που έχουν οι αντιληπτές δυνατότητες των εργαλείων (affordances) στην υποστήριξη της αλληλεπίδρασης. Τέλος, γίνεται αναφορά σε εναλλακτικά μοντέλα περιγραφής κοινωνικών συστημάτων, όπως είναι η θεωρία δραστηριότητας και οι κατανεμημένες γνωστικές λειτουργίες, που περιλαμβάνουν στην περιγραφή τους την αλληλεπίδραση ομάδων χρηστών με τεχνολογίες.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Όταν ολοκληρώσετε το κεφάλαιο θα πρέπει να είστε σε θέση:

- Να δώσετε ορισμούς νοητικών μοντέλων.
- Να εξηγήσετε τη σημασία των μεταφορών στη δόμηση νοητικών μοντέλων χρήστη.
- Να γνωρίζετε και να είστε σε θέση να δώσετε παραδείγματα που αναδεικνύουν τη διαφορά μεταξύ δομικών και λειτουργικών μοντέλων διαφόρων συσκευών και εργαλείων.
- Να εξηγήσετε πώς οι αντιληπτές δυνατότητες των εργαλείων μπορούν να συμβάλουν στη δόμηση των νοητικών μοντέλων κατά την διερευνητική αλληλεπίδραση χρήστη συστήματος.
- Να γνωρίζετε το πρόβλημα του χάσματος εκτίμησης και του χάσματος εκτέλεσης κατά την αλληλεπίδραση χρήστη συστήματος.
- Να μπορείτε να αναγνωρίσετε τα στάδια μιας συνομιλίας για δράση μέσω της θεωρίας των "διαλόγου ενεργειών".
- Να περιγράψετε φαινόμενα θεμελίωσης της συνομιλίας σε μια διαζώσης ή διαμεσολαβούμενη συνεργατική δράση.
- Να εξηγήσετε τη σημασία των μελετών οργάνωσης και να αναφέρετε παραδείγματα συνεπειών εισαγωγής τεχνολογίας σε οργανισμούς.
- Να αναφέρετε τους κύριους άξονες ανάλυσης με βάση τη θεωρία δραστηριότητας και των κατανεμημένων γνωστικών λειτουργιών.

Έννοιες κλειδιά

Νοητικά μοντέλα (mental models), εννοιολογικά μοντέλα (conceptual models), μεταφορές (metaphores), αντιληπτές δυνατότητες (affordances), θεωρία δραστηριότητας (activity theory), κατανεμημένες γνωστικές λειτουργίες (distributed cognition)

3.1 Οργάνωση γνώσης και νοητικά μοντέλα

3.1.1 Θεωρίες αναπαράστασης και οργάνωσης γνώσης

Όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η μακροχρόνια μνήμη περιέχει τις γνώσεις και τις εμπειρίες μας. Είναι μια μνήμη που μας επιτρέπει να αλληλεπιδράσουμε με τον κόσμο που μας περιβάλλει και βέβαια και με τις συσκευές. Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό να εντάξουμε στη μελέτη της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή την οργάνωση της γνώσης στη μακροχρόνια μνήμη και τη διαδικασία οικοδόμησής της.

Υπάρχουν διαφορετικές θεωρίες για τον τρόπο αναπαράστασης των γνώσεων μας. Σύμφωνα με μια θεωρία η αναπαράσταση έχει **αναλογική** μορφή, μέσω εικονικών εννοιών. Σύμφωνα με μια άλλη θεωρία, η αναπαράσταση είναι **προτασιακού** χαρακτήρα με μορφή δηλώσεων όπως "ο άνθρωπος ζει στο σπίτι". Σύμφωνα με μία τρίτη θεωρία, η γνώση αναπαρίσταται υπό μορφή δικτύου διασυνδεδεμένων κόμβων, όπως τα νευρωνικά δίκτυα. Η γνώση στην περίπτωση αυτή προκύπτει έμμεσα από τους συνδέσμους, πρόκειται δηλαδή για **κατανεμημένη** αναπαράσταση. Οι δύο πρώτες θεωρίες εστιάζονται σε συμβολικές αναπαραστάσεις, δηλαδή βασίζονται στην επεξεργασία συμβόλων, π.χ. ένα μήλο (εικονική), το μήλο είναι στο τραπέζι (προτασιακή) ενώ η τρίτη εστιάζεται σε αυτό που ονομάζεται υπο-συμβολική αναπαράσταση.

Η γνώση θεωρείται ότι οργανώνεται περαιτέρω, είτε υπό μορφή **σημασιολογικών δικτύων** (semantic networks), είτε **σχημάτων** (schemata), που είναι γνωστά και από το επιστημονικό πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης. Τα σενάρια (script) είναι ειδικός τρόπος αναπαράστασης γνώσης υπό μορφή σχήματος (schema) που περιγράφει χαρακτηριστικά σενάρια συμπεριφοράς σε προκαθορισμένες συνθήκες. Το πιο γνωστό παράδειγμα σεναρίου, είναι αυτό που αναφέρουν οι Schank και Abelson (1977) και αφορά γνώση σχετική με συμπεριφορά στο εστιατόριο. Παράδειγμα ενός τμήματος της δομής της γνώσης στο script αυτό, φαίνεται στη συνέχεια:

Φάση	συγκεκριμένες ενέργειες
Είσοδος	εισερχόμαστε / αναζητάμε τραπέζι / απόφαση για το πού καθόμαστε / μετακινούμαστε στο τραπέζι / καθόμαστε
Παραγγελία	Κοιτάζουμε το μενού / επιλέγουμε φαγητό / δίνουμε παραγγελία σε γκαρσόνι / περιμένουμε-συζητάμε / φαγητό προετοιμάζεται από μάγειρα
Φαγητό

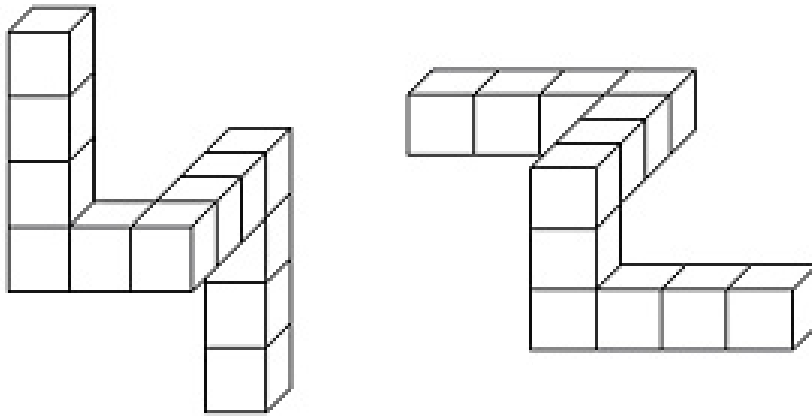
Σύμφωνα με τη θεωρία της κατανεμημένης αναπαράστασης, αυτά τα σχήματα γνώσης δομούνται σταδιακά με τη διαδοχική επανάληψη ενός σεναρίου. Έχουμε δε την ικανότητα να προσαρμόζουμε το βασικό σχήμα σε νέες απρόβλεπτες καταστάσεις, όπως για παράδειγμα όταν κληθούμε να παραγγείλουμε για πρώτη φορά σε ένα εστιατόριο fastfood, όπου το σενάριο «καθόμαστε στο τραπέζι/παραγγέλνουμε» αντικαθίσταται από ένα διαφορετικό σενάριο «παραγγέλνουμε/ παραλαμβάνουμε το φαγητό/ καθόμαστε σε τραπέζι».

Στην επικοινωνία μας με υπολογιστές, σχήματα όπως το script του εστιατορίου, μπορούν να κατευθύνουν και να διευκολύνουν τη δράση μας. "Έτσι οι χρήστες θα μπορούσαν να αναπτύξουν ένα σχήμα "χρήσης υπολογιστικής συσκευής", όπως πιθανόν έχουν ήδη αναπτύξει ένα για τη "χρήση αυτοκίνητου". Το σχήμα αυτό θα μας επέτρεπε να τυπώσουμε ένα αρχείο σε ένα νέο υπολογιστικό περιβάλλον χωρίς πρόσθετη προσπάθεια, όπως μπορούμε να οδηγήσουμε ένα άγνωστο σε μας αυτοκίνητο με ελάχιστες υποδείξεις. Δυστυχώς, ένα τέτοιο σχήμα γενικού σκοπού δεν υφίσταται για τις υπολογιστικές συσκευές αν και σημειώνεται ανάπτυξη ολοένα και μεγαλύτερης κανονικότητας στα λειτουργικά συστήματα. Έτσι, διαφορετικές εφαρμογές σε περιβάλλον Windows έχουν παρόμοια συμπεριφορά ώστε ο χρήστης να μπορεί να δομήσει ένα "script χρήσης εφαρμογής Windows".

3.1.2 Νοητικά μοντέλα

Μια ειδική κατηγορία δυναμικών και σύνθετων σχημάτων γνώσης, που αφορούν τη χρήση συσκευών ή τρόπους αντιμετώπισης προβλημάτων, είναι τα **νοητικά μοντέλα** (mental models). Τα νοητικά μοντέλα κατασκευάζονται δυναμικά ανάλογα με την περίπτωση και βασίζονται σε καταχωρημένα σχήματα γνώσης. Μέσω των μοντέλων αυτών μπορούμε να δοκιμάσουμε εναλλακτικές λύσεις ή να προβλέψουμε έκτακτα περιστατικά (Johnson-Laird 1983, 1988). Τα νοητικά μοντέλα, όπως γίνεται εν γένει με τα σχήματα, αποτελούνται είτε από εικονικές αναπαραστάσεις είτε από συνδυασμό εικονικών-προτασιακών αναπαραστάσεων.

Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η μελέτη των ιδιοτήτων ενός νοητικού μοντέλου που δομείται από έναν άνθρωπο για τη χρήση μίας συσκευής. Ερευνητές έχουν αποδείξει ότι οι νοητικές αυτές δομές μπορεί να έχουν φυσικές ιδιότητες, όπως είναι για παράδειγμα η ταχύτητα διαπέρασης του μοντέλου, ή η ταχύτητα επεξεργασίας του. Συγκεκριμένα, οι Shepard και Metzler (1971) πειραματίστηκαν με τη μέτρηση της ταχύτητας περιστροφής νοητικών αναπαραστάσεων τρισδιάστατων αντικειμένων. Στο σχετικό πείραμα που διεξήγαγαν, ζήτησαν από τους χρήστες να απαντήσουν στο ερώτημα αν δύο στερεά, όπως αυτά της εικόνας 3.1 ταυτίζονται. Οι χρήστες απάντησαν εκτελώντας νοητική περιστροφή του ενός στερεού μέχρι να συμπέσει με το άλλο. Οι ερευνητές αυτοί, παρουσιάζοντας στους συμμετέχοντες στο πείραμα μια σειρά από σχήματα με μεταβαλλόμενη σχετική γωνία περιστροφής, κατάφεραν να μετρήσουν τη νοητική γωνιακή ταχύτητα της περιστροφής. Κατάφεραν δηλαδή να μετρήσουν την ταχύτητα με την οποία τα υποκείμενα, χειρίζονται το νοητικό μοντέλο που δημιουργούσαν από την αναπαράσταση του τρισδιάστατου αντικειμένου.



Εικόνα 3.1 Αναπαράσταση 3διάστατων αντικειμένων από τα πειράματα των Shepard και Metzler (1971)

Τα νοητικά μοντέλα που αφορούν τη χρήση συσκευών διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα **δομικά μοντέλα** (structured or surrogate models) και τα **λειτουργικά μοντέλα** (functional models). Το δομικό μοντέλο μιας συσκευής περιγράφει λεπτομερώς την αρχή λειτουργίας της και την ακριβή δομή της. Τα μοντέλα αυτά είναι χρήσιμα όταν κάτι δεν λειτουργεί ικανοποιητικά. Αντίθετα το λειτουργικό μοντέλο αφορά τη λειτουργία της συσκευής και δεν έχει αντιστοιχία με δομικά χαρακτηριστικά. Αυτό γίνεται καλύτερα κατανοητό αν σκεφτούμε το εξής: στην καθημερινότητά μας περιστοιχίζομαστε από σύνθετες συσκευές των οποίων αγνοούμε τη δομή (των τρόπων με τον οποίο δουλεύουν) αλλά γνωρίζουμε ικανοποιητικά τη λειτουργία (τί πρέπει να κάνουμε για να χρησιμοποιήσουμε επιτυχώς τη συσκευή).

Συχνά, τα λειτουργικά μοντέλα δημιουργούνται με μεταφορά της εμπειρίας ενός χρήστη από άλλη συσκευή ή περιοχή γνώσης. Έτσι για παράδειγμα, η χρήση ηλεκτρονικής αριθμομηχανής στηρίζεται στη γνώση της αριθμητικής. Παρατηρείται πολλές φορές ότι αυτή η μεταφορά γνώσης δημιουργεί εσφαλμένα λειτουργικά μοντέλα. Ένα τέτοιο παράδειγμα εσφαλμένου λειτουργικού μοντέλου είναι αυτό του θερμοστάτη χώρου⁹, με βάση το οποίο χρησιμοποιούμε τη συσκευή για ρύθμιση της ταχύτητας θέρμανσης του χώρου. Ως παραδειγμα πολλοί τοποθετούν την ένδειξη του θερμοστάτη σε 40 βαθμούς μια πολύ κρύα μέρα πιστεύοντας ότι έτσι θα ζεστάνουμε το σπίτι γρηγορότερα. Το συνηθισμένο αυτό σφάλμα οφείλεται σε μεταφορά λειτουργικού μοντέλου από συσκευές όπου υπάρχει τρόπος ρύθμισης της ροής καυσίμου και συνεπώς της ταχύτητας θέρμανσης του χώρου.

3.2 Η χρήση μεταφορών στη διάδραση χρήστη-συστήματος

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, συχνά χρησιμοποιούμε γνώση από άλλη γνωστική περιοχή για να κατανοήσουμε και να μάθουμε τη χρήση μιας νέας διάταξης ή συσκευής. Έτσι για παράδειγμα, οι χρήστες επεξεργαστών κειμένου, κατά τη φάση της εκμάθησης, έκαναν αντιστοιχίσεις λειτουργιών με τη χρήση γραφομηχανών αν είχαν τέτοια εμπειρία. Μάλιστα, διάφοροι ερευνητές (Foss, 1982) έχουν μετρήσει την επίδραση της μεταφορικής χρήσης προηγούμενης γνώσης σε πειράματα κατά τα οποία απο-

⁹ Η συσκευή αυτή στην πραγματικότητα ρυθμίζει τη θερμοκρασία ενός χώρου λειτουργώντας απλώς ως διακόπτης όταν η θερμοκρασία φτάσει σε προκαθορισμένη τιμή.

δείχτηκε ότι νέοι χρήστες έμαθαν καλύτερα τη χρήση μιας διάταξης όταν κατά τη διδασκαλία χρησιμοποιήθηκαν μεταφορές με έννοιες ήδη γνωστές σε αυτούς.

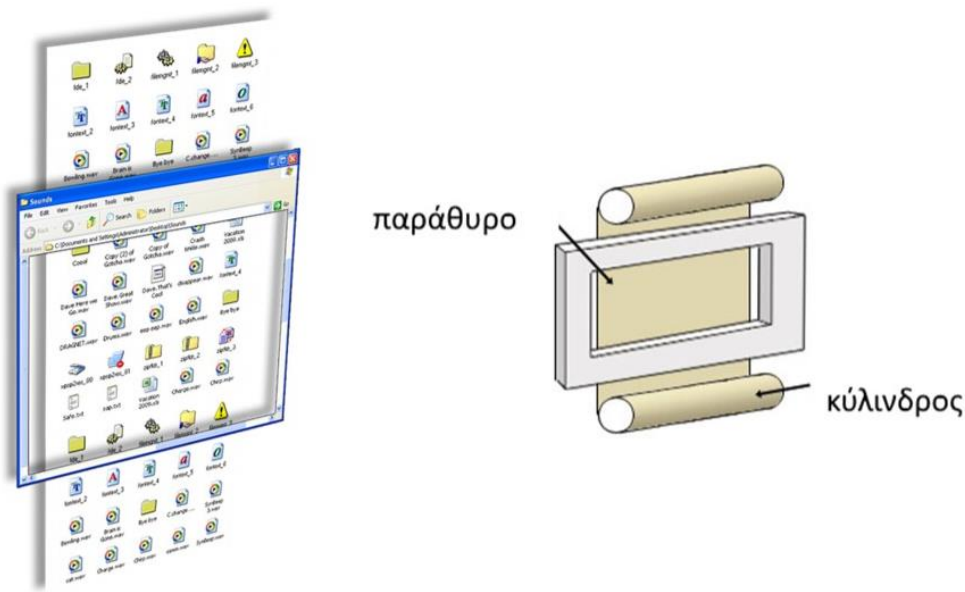
Στους υπολογιστές από νωρίς έγινε κατανοητή η σημασία μεταφορικής χρήσης εννοιών και εικόνων από τον φυσικό κόσμο ώστε να γίνει πιο εύκολη η εκμάθηση και χρήση τους. Πρωτοπόρο έργο σε αυτόν τον τομέα, έκανε ο Alan Kay και οι συνεργάτες του, στο Εργαστήριο Ερευνών της Xerox PARC στην Καλιφόρνια κατά τη δεκαετία του 1970. Αποτέλεσμα αυτού του έργου υπήρξε ο σταθμός εργασίας Star που χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τη μεταφορά του περιβάλλοντος γραφείου (desktop metaphor) στην οθόνη του υπολογιστή (βλέπε σχετική συζήτηση στο κεφάλαιο 1). Νέες, για την εποχή, ιδέες ενσωματώθηκαν στο πρωτοπόρο αυτό υπολογιστικό σύστημα. Η πιο χαρακτηριστική περίπτωση είναι η δημιουργία μεγάλης γραφικής επιφάνειας στην οθόνη, επί της οποίας μεταφέρονται γραφικά γνωστά αντικείμενα από το περιβάλλον ενός γραφείου όπως είναι τα έγγραφα, καλάθια απορριμμάτων, φάκελοι, ντουλάπια αποθήκευσης κλπ. Η άλλη χαρακτηριστική περίπτωση είναι η χρήση δεικτικής συσκευής (ποντίκι) για αλληλεπίδραση με το σύστημα. Οι ιδέες αυτές στη συνέχεια διαδόθηκαν από την εταιρία Apple με τον προσωπικό υπολογιστή Macintosh που έκανε την εμφάνιση του κατά τη δεκαετία του 1980, αργότερα προσαρμόστηκαν στην σειρά γραφικών λειτουργικών συστημάτων Windows της εταιρίας Microsoft και πλέον εφαρμόζονται στα περισσότερα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα. Στην εικόνα 3.2 που παρουσιάζεται στη συνέχεια, δίνεται ένα παράδειγμα μεταφοράς εννοιών περιβάλλοντος γραφείου σε λειτουργίες προσωπικού υπολογιστή από ένα το λειτουργικό σύστημα Mac OS X της εταιρίας Apple.



Εικόνα 3.2 Χρήση πολλαπλών μεταφορών στην επιφάνεια εργασίας του περιβάλλοντος Mac OS X της εταιρίας Apple (πηγή: <http://www.guidebookgallery.org/>)

Η χρήση μεταφοράς για την απόδοση σύνθετων εννοιών αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή δεν είναι πάντα εύκολη. Έτσι, συμβαίνει συχνά, η χρησιμοποιούμενη μεταφορά να μην είναι σαφής στους χρή-

στες και να στηρίζεται σε πολλαπλές, όχι αναγκαστικά αλληλοσυνδεόμενες, μεταφορές. Για παράδειγμα, η σύνδεση της έννοιας των *παράθρων* (μεταφορά από κατοικία) με την έννοια των *μενού επιλογής* (μεταφορά από εστιατόριο) είναι ένας συνδυασμός μη αλληλένδετων μεταφορών, που δεν αντιστοιχεί στην εμπειρία μας από το φυσικό κόσμο. Άλλο παράδειγμα είναι η μεταφορική χρήση της έννοιας των κυλίνδρων για το ξετύλιγμα μακρών κειμένων ή εικόνων (scrolling), όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 3.3. Όμως σε αυτή τη μεταφορά, η αναπαράσταση της ιδέας της κύλισης αφενός μεν δεν είναι σαφής, αφετέρου δε, δεν αντιστοιχεί στις εμπειρίες του τυπικού χρήστη, στοιχείο που μπορεί να επηρεάζει τους χρήστες των αντίστοιχων χειριστηρίων. Σήμερα, η μεταφορά αυτή χρησιμοποιείται συχνά καταχρηστικά, ακόμη και σε έγγραφα ή περιεχόμενο με μεταβαλλόμενο ή με άπειρο μέγεθος, όπως είναι για παράδειγμα ο χώρος λήψης εικόνων images.google.com, δημιουργώντας σύγχυση στους χρήστες.



Εικόνα 3.3 Η μεταφορά scroll (κύλινδροι παπύρου), εικόνα από το περιβάλλον windows (πηγή: <http://www.winstudent.com/>)

3.3 Εννοιολογικά μοντέλα συστήματος (Conceptual Models)

Τα **εννοιολογικά μοντέλα** (conceptual models) περιγράφουν τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους ένα σύστημα γίνεται αντιληπτό από τους σχεδιαστές και τους χρήστες του κατά την εμπλοκή τους στις φάσεις σχεδίασης, ανάπτυξης και λειτουργίας ενός υπολογιστικού συστήματος. Μάλιστα, κατά τη σχεδίαση ενός νέου συστήματος, η φάση του εννοιολογικού σχεδιασμού (conceptual design) αφορά ακριβώς τεχνικές σχεδίασης συστημάτων με στόχο τη δόμηση με κατάλληλες έννοιες και μεταφορές, ενός σαφούς νοητικού μοντέλου που περιλαμβάνει και τους σχεδιαστές και τους χρήστες. Ειδικότερα, αρχικά δομείται το νοητικό μοντέλο της σχεδιαστικής ομάδας που έχει αναλάβει τη σχεδίαση του συστήματος και στη συνέχεια δομείται το νοητικό μοντέλο που αναμένεται ότι θα διαμορφώσει ο χρήστης προκειμένου να κατανοήσει τη λειτουργία του συστήματος. Στόχος αυτής της διαδικασίας σχεδίασης είναι η προσέγγιση των δύο μοντέλων του σχεδιαστή και του χρήστη.

Τα **μοντέλα σχεδιαστή** ή εννοιολογικά μοντέλα συστήματος σύμφωνα με την ορολογία μεθόδων ανάλυσης συστημάτων, είναι τα νοητικά μοντέλα που οι σχεδιαστές αναπτύσσουν για το σύστημα και την αλληλεπίδραση του μελλοντικού χρήστη με αυτό (δομικά και λειτουργικά μοντέλα). Τα **μοντέλα χρήστη** είναι τα νοητικά μοντέλα που ο χρήστης τελικά αναπτύσσει κατά την εκμάθηση και χρήση του συστήματος (λειτουργικά μοντέλα).

Ιδανικά, τα δύο εννοιολογικά αυτά μοντέλα, το μοντέλο χρήστη και το λειτουργικό μοντέλο σχεδιαστή, θα πρέπει να βρίσκονται σε απόλυτη αντιστοιχία μεταξύ τους αφού πρόκειται για μοντέλα κατανόησης της λειτουργίας του ίδιου συστήματος. Όμως, συχνά εμφανίζονται διαφορές. Αυτό σημαίνει ότι ο σχεδιαστής έχει μια άποψη για το σύστημα που δεν καταφέρνει να γίνει κατανοητή στο χρήστη. Το χάσμα μεταξύ των δύο αυτών μοντέλων οδηγεί σε δυσκολίες στην κατανόηση και την αποτελεσματική χρήση του συστήματος από την πλευρά του χρήστη.



Εικόνα 3.4 Εννοιολογικά Μοντέλα σχεδίασης και χρήσης συστήματος σύμφωνα με τον Norman (1986)

Πιθανή αιτία του χάσματος αυτού είναι η ακαταλληλότητα του μοντέλου σχεδιαστή να προσαρμοστεί στις ανάγκες του συγκεκριμένου χρήστη. Έτσι, συχνά επιβάλλεται στους χρήστες ένα νοητικό μοντέλο το οποίο δεν κατανοούν όχι μόνο λόγω διαφορετικής προσέγγισης αλλά και επειδή το νοητικό μοντέλο του σχεδιαστή περιέχει ασάφειες και εσωτερικές αντιφάσεις.

Το ερώτημα που τίθεται εδώ, είναι πώς οι χρήστες ανακαλύπτουν και μαθαίνουν το εννοιολογικό μοντέλο του συστήματος, δομώντας ένα κατάλληλο νοητικό μοντέλο. Η συνήθης διαδικασία είναι η ανάγνωση των εγχειριδίων, η αλληλεπίδραση με το σύστημα (διερευνητική εκμάθηση) και γενικά η εμπειρία χρήσης του συστήματος. Τα ανωτέρω συνιστούν την «**εικόνα του συστήματος**» (System Image) προς το χρήστη. Αυτή η εικόνα αποτελεί το μέσο, με το οποίο το μοντέλο σχεδιαστή μεταβιβάζεται στον χρήστη.

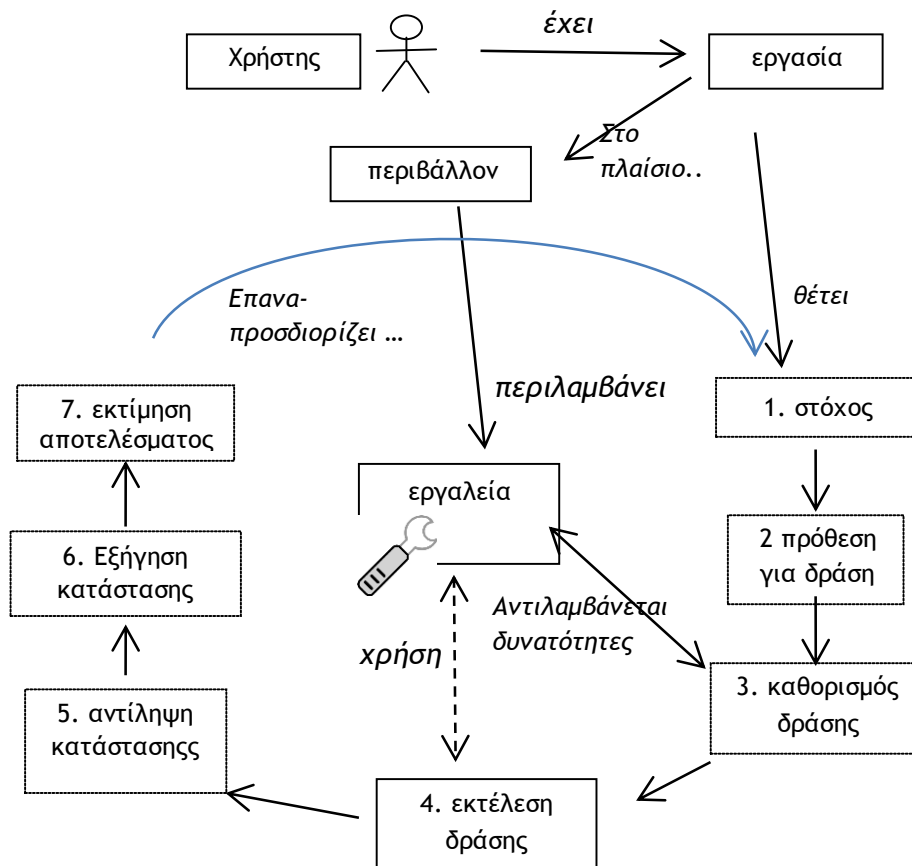
Ας επιχειρήσουμε να κατατάξουμε τα παρακάτω αντικείμενα στα εννοιολογικά μοντέλα στα οποία ανήκουν: (Α) Βιβλιοθήκη προγραμμάτων, (Β) μενού επιλογής, (Γ) εγχειρίδιο χρήστη, (Δ) εικονίδιο εκτυπωτή

Τα αντικείμενα Α και Δ ανήκουν και στο μοντέλο του σχεδιαστή, γιατί πρέπει να τα σχεδιάσει και να τα προγραμματίσει, καθώς και στο μοντέλο του χρήστη, αφού με αυτά αλληλεπιδρά, αλλά αποτελούν και τμήματα της εικόνας του συστήματος αφού ανήκουν στη διεπιφάνεια χρήστη του. Το (Α) είναι αντικείμενο που ανήκει στο μοντέλο του σχεδιαστή, ενώ το (Γ) ανήκει στην εικόνα του συστήματος και άρα αποτελεί εργαλείο έκφρασης του νοητικού μοντέλου του σχεδιαστή και ταυτόχρονα εργαλείο διαμόρφωσης του νοητικού μοντέλου του χρήστη.

3.4 Μοντέλα διερευνητικής αλληλεπίδρασης

3.4.1 Οι φάσεις διάδρασης χρήστη-συστήματος κατά Norman

Στην ενότητα αυτή αναλύεται η ανάπτυξη του νοητικού μοντέλου χρήστη κατά την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον υπολογιστή ή εν γένει με την τεχνολογία, σε ένα πλαίσιο στοχοθετημένης δράσης, δηλαδή σε ένα πλαίσιο στο οποίο ο χρήστης της τεχνολογίας έχει μια εργασία να επιτελέσει και διαθέτει κάποια εργαλεία για αυτό. Ιδιαίτερη βαρύτητα κατά τη διαδικασία αυτή έχουν οι αντιληπτές δυνατότητες (affordances) των εργαλείων.



Εικόνα 3.5 Το μοντέλο διάδρασης χρήστη-συστήματος κατά Norman (1988)

Μια μοντελοποίηση της αλληλεπίδρασης, η οποία έχει προταθεί από τον Καθηγητή της Γνωσιακής Ψυχολογίας D. Norman στο κλασικό βιβλίο του "The Design of Everyday things" (1988) είναι αυτή της θεωρίας επτά σταδίων. Η θεωρία αυτή έχει έναν διερευνητικό χαρακτήρα, σε αντίθεση με το μοντέλο GOMS (βλέπε κεφάλαιο 2) όπου οι ενέργειες του χρήστη προδιαγράφονται ως αυστηρή ακολουθία βημάτων. Ο χρήστης σύμφωνα με το μοντέλο του Norman, δεν είναι ένας έμπειρος χρήστης που έχει μάθει την ακολουθία βημάτων τα οποία εκτελεί αλάνθαστα. Αντίθετα, όπως συμβαίνει σε πολλές περιπτώσεις, έχει διαμορφώσει ένα στόχο, τον οποίο μετατρέπει σε δράση με βάση τα διαθέσιμα μέσα, διερευνώντας στη συνέχεια αν η δράση του τον οδήγησε πλησιέστερα στην επίτευξη του στόχου.

Το μοντέλο των επτά σταδίων του κύκλου διάδρασης χρήστη συστήματος κατά Norman (1988) περιλαμβάνει τις ακόλουθες νοητικές λειτουργίες (βλέπε εικόνα 3.5 για μία σχηματική αναπαράσταση):

1. Ορισμός στόχου.
2. Σχηματισμός της πρόθεσης για δράση που είναι απαραίτητη για την επίτευξη του στόχου.
3. Προσδιορισμός συγκεκριμένων ενεργειών με βάση την πρόθεση και τις δυνατότητες των εργαλείων.
4. Εκτέλεση των ενεργειών με χρήση των διαθέσιμων εργαλείων
- 5 Αντίληψη της νέας κατάστασης του περιβάλλοντος που προκύπτει λόγω των ενεργειών του χρήστη.
6. Εξήγηση της νέας κατάστασης, όπως την έχει αντιληφθεί ο χρήστης.
7. Εκτίμηση της σχέσης της νέας κατάστασης με τον αρχικό στόχο και την πρόθεση του χρήστη.

Ο κύκλος επαναλαμβάνεται με επαναπροσδιορισμό του στόχου (α) μέχρι η κατάσταση να θεωρηθεί ικανοποιητική ως προς την επίτευξη του στόχου.

Για να γίνουν τα παραπάνω περισσότερο κατανοητά θα χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο διάδρασης επτά σταδίων του Norman για να αναλύσουμε το ακόλουθο σενάριο: Έστω ότι ο χρήστης χρησιμοποιεί έναν επεξεργαστή κειμένου και προσπαθεί να συντάξει ένα κείμενο που πρέπει να μην υπερβεί τις 2 σελίδες. Τελικά όμως παράγει ένα κείμενο που φτάνει τις 2,5 σελίδες. Στη συνέχεια επιλέγει προτάσεις από το κείμενο, τις οποίες επαναδιατυπώνει με λιγότερες λέξεις και εξετάζει κάθε φορά πόσο αυτό επηρεάζει το συνολικό μήκος του κειμένου.

Ο **στόχος** είναι «το κείμενο να είναι σύμφωνο με τις προδιαγραφές». Ο χρήστης σχηματίζει την **πρόθεση** «να μικρύνει το κείμενο ώστε να περιοριστεί στις 2 σελίδες» που συνεπάγεται την **πρόθεση** «να επαναδιατυπωθούν οι πιο μεγάλες προτάσεις» που έχει ως συνέπεια τον καθορισμό των εξής **δράσεων**: «επιλογή φράσης προς επαναδιατύπωση- προσδιορισμός νέας διατύπωσης - αλλαγή και πληκτρολόγηση νέας φράσης». Ακολουθεί η εκτέλεση των ενεργειών αυτών για την επιλεγείσα πρόταση. Στη συνέχεια ακολουθούν τα στάδια εκτίμησης του αποτελέσματος των ενεργειών. Ο χρήστης **αντιλαμβάνεται την απόκριση του συστήματος** που «παρουσιάζει την νέα μορφή του κειμένου» και **εξηγεί το αποτέλεσμα** : «Το κείμενο έχει μικρύνει κατά χ γραμμές». Η εκτίμηση του αποτελέσματος γίνεται με την παρατήρηση του νέου μήκους του κειμένου. Αν το κείμενο έχει μήκος πάνω από δύο σελίδες, ο κύκλος εκτέλεσης επαναλαμβάνεται. Είναι δυνατόν το τμήμα του κύκλου που αφορά τον «προσδιορισμό νέας πρότασης - επαναδιατύπωση - πληκτρολόγηση», να επαναλαμβάνεται για έναν ορισμένο αριθμό φράσεων, πριν γίνει ο έλεγχος μήκους του νέου κειμένου, μέχρι να επαναδιατυπωθεί ένας επαρκής αριθμός προτάσεων που κατά την κρίση του χρήστη συνεπάγεται επίτευξη του στόχου.

Κεντρικό ρόλο στη διαδικασία αυτή παίζει η αντίληψη του χρήστη για τις αντιληπτές **δυνατότητες** των εργαλείων που έχει στη διάθεσή του για την επίτευξη του στόχου, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

3.4.2 Οι αντιληπτές δυνατότητες των εργαλείων

Ο όρος «affordances» που μεταφράζεται εδώ ως αντιληπτές δυνατότητες, εισήχθη για πρώτη φορά από τον Gibson (1977) στο πλαίσιο της λεγόμενης "οικολογικής" αντίληψης η οποία υποστήριζε ότι η αντίληψη των ερεθισμάτων του περιβάλλοντος στηρίζεται σε πληροφορίες διαθέσιμες στο ίδιο το περιβάλλον. Ο Gibson λοιπόν, όρισε ως «affordances» όλες τις «δυνατότητες δράσης», οι οποίες βρίσκονται σε λανθάνουσα κατάσταση στο περιβάλλον, είναι αντικειμενικά μετρήσιμες και ανεξάρτητες από την ικανότητα του ατόμου να τις αναγνωρίζει, υπάρχουν όμως σε σχέση με το άτομο και επομένως είναι εξαρτώμενες από τις δυνατότητές του. Για παράδειγμα, μια σειρά από πολύ ψηλά σκαλοπάτια δεν παρέχουν σε ένα βρέφος την «δυνατότητα» της αναρρίχησης.

Ο Norman (1988) εισήγαγε τον όρο «affordance» στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής και τον αναπροσάρμοσε για να αναφερθεί μόνο στις δυνατότητες δράσης που είναι εύκολα αντιληπτές από το άτομο. Αυτές, δεν εξαρτώνται μόνο από τις φυσικές ικανότητες του ατόμου αλλά και από τους στόχους του, τα σχέδια του, τις αξίες του, τις πεποιθήσεις του και τις εμπειρίες του παρελθόντος. Ο ορισμός του Norman περί των αντιληπτών δυνατοτήτων, περιλαμβάνει την πιθανότητα ένα αντικείμενο να υπαινίσσεται το ίδιο (από τη σχεδίαση του) τον τρόπο που κάποιος μπορεί να αλληλεπιδράσει μαζί του. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα εμφανές στα παραδείγματα που παρουσιάζει ο Norman όπου περιγράφει πόμολα σε πόρτες που υπαινίσσονται με τη μορφή τους ότι μπορεί ο χρήστης να τα περιστρέψει ή να τα πατήσει, πλήκτρα σε συσκευές που ο χρήστης μπορεί να πατήσει, κλπ. Με βάση τον επαναπροσδιορισμό του όρου affordances, ο χρήστης μπορεί επίσης να στηριχτεί στις εμπειρίες του παρελθόντος με παρόμοια αντικείμενα κατά την εκτίμηση μιας δυνατότητας ενός εργαλείου, κάτι που μπορεί να υποστηριχτεί με την χρήση των μεταφορών της διεπαφής (εικόνες, κλπ), όπως θα συζητήσουμε σε επόμενη ενότητα.

Ένα ερώτημα που τίθεται από την περιγραφή του κύκλου δράσης των επτά σταδίων, είναι πώς μπορεί να βοηθήσει σε καλύτερο σχεδιασμό των εργαλείων που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Υπάρχουν δύο σημεία στα οποία ο χρήστης θα πρέπει να υποστηριχτεί για να προσεγγίσει πιο αποτελεσματικά το στόχο του.

1. Το πρώτο σημείο αφορά στη φάση της εκτέλεσης. Κατά τη φάση αυτή, με δεδομένο τον στόχο του, ο χρήστης ελέγχει τα διαθέσιμα εργαλεία αξιολογεί τις δυνατότητες του και αποφασίζει πώς θα δράσει με αυτά τα εργαλεία ώστε να επιτύχει το στόχο του. Ο κίνδυνος εδώ είναι να υπάρξει απόσταση μεταξύ του στόχου του χρήστη και των μέσων που έχει στη διάθεσή του (όπως ο χρήστης αντιλαμβάνεται τις δυνατότητες αυτών των μέσων). Στον κύκλο αυτό φαίνεται η ύπαρξη ενός χάσματος μεταξύ του ανθρώπου και του υπολογιστή που είναι γνωστό ως **χάσμα εκτέλεσης** (gulf of execution). Το χάσμα αυτό μπορεί να οφείλεται είτε σε κακό σχεδιασμό των διαθέσιμων εργαλείων, ως προς τις απαιτούμενες λειτουργίες (δηλαδή τα εργαλεία να μην είναι κατάλληλα για τη συγκεκριμένη εργασία), ή στο γεγονός ότι τα εργαλεία είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να μην γίνονται σαφείς οι δυνατότητές τους στους χρήστες, (δηλαδή δεν υπαινίσσονται επαρκώς τη χρήση τους).
2. Το δεύτερο σημείο, αφορά στη φάση της εκτίμησης του αποτελέσματος. Στην περίπτωση αυτή, το περιβάλλον έχει αλλάξει μετά την δράση του χρήστη, όμως δεν είναι σαφές στο χρήστη αν η αλλαγή αυτή βρίσκεται στην σωστή κατεύθυνση σε σχέση με την επίτευξη του στόχου. Αυτό είναι γνωστό ως **χάσμα εκτίμησης** (gulf of evaluation) και οφείλεται σε πιθανή κακή σχεδίαση του διαλόγου του χρήστη με το εργαλείο, το οποίο δεν κάνει σαφή τη νέα κατάσταση. Για παράδειγμα, αν η ενέργεια του χρήστη έχει οδηγήσει το περιβάλλον σε νέα κατάσταση προς λάθος κατεύθυνση, θα πρέπει αυτό να γίνεται σαφές στο χρήστη π.χ. με την παραγωγή ενός μηνύματος λά-

θους που θα υποδεικνύει τις ενέργειες ανάληψης από αυτό. Επίσης, η κατάσταση του συστήματος θα πρέπει να γίνεται γνωστή στον χρήστη σε γλώσσα αντιληπτή από αυτόν.

Ο στόχος του σχεδιαστή εργαλείων θα πρέπει να είναι, σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, η κατά το δυνατόν ελάττωση εμφάνισης των δύο αυτών χασμάτων. Υπάρχουν οδηγίες προς τους σχεδιαστές που προκύπτουν ως συνέπεια των ανωτέρω παρατηρήσεων:

1. *Προβολή.* Ο χρήστης θα πρέπει να είναι σε θέση να αντιληφθεί την κατάσταση των εργαλείων και του περιβάλλοντος όπως επίσης και τις εναλλακτικές λύσεις για την ανάληψη δράσης (δυνατότητες εργαλείων, affordances).
2. *Επαρκές εννοιολογικό μοντέλο.* Ο σχεδιαστής θα πρέπει να παρέχει ένα σαφές εννοιολογικό μοντέλο στον χρήστη, το οποίο να διακρίνεται από συνέπεια στην παρουσίαση των εργασιών και των αποτελεσμάτων και να παρουσιάζει μια συνεκτική, συνεπή εικόνα του συστήματος.
3. *Καλές αντιστοιχίσεις.* Θα πρέπει ο χρήστης να είναι σε θέση να προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ των δράσεών του και των αποτελεσμάτων τους, μεταξύ των ελέγχων που πραγματοποιεί και των αποτελεσμάτων τους, καθώς και μεταξύ των δράσεών του και της κατάστασης του συστήματος που είναι ορατή.
4. *Ανάδραση.* Ο χρήστης λαμβάνει πλήρη και συνεχή ανατροφοδότηση σχετικά με τα αποτελέσματα των δράσεών του.

3.4.3 Διερευνητική Εκμάθηση Χρήσης

Μια ειδική εφαρμογή του μοντέλου του Norman αποτελεί η περίπτωση **διερευνητικής εκμάθησης** (exploratory learning) της χρήσης ενός νέου συστήματος.

Σύμφωνα με τη θεωρία των Polson και Lewis (1990), οι οποίοι προσάρμοσαν το μοντέλο του Norman, διακρίνονται τέσσερις επαναλαμβανόμενες φάσεις κατά τη διερευνητική εκμάθηση της χρήσης μιας νέας συσκευής ή ενός υπολογιστικού συστήματος: (α) **φάση ορισμού στόχων** που σχετίζονται με μια δεδομένη εργασία, (β) **φάση εξερεύνησης**, που έχει στόχο την ανακάλυψη ενεργειών στη διεπιφάνεια που διευκολύνουν την επίτευξη των στόχων, (γ) **φάση επιλογής** της πιο κατάλληλης ενέργειας με βάση το στόχο και τις δυνατές ενέργειες, (δ) **φάση εκτίμησης** της προόδου που έχει επιτευχθεί με βάση την απόκριση του συστήματος, ώστε να προχωρήσει ο χρήστης προς την επόμενη ενέργεια.

Έστω το εξής σενάριο διάδρασης για μία εργασία διερευνητικού χαρακτήρα: Ένας νέος πελάτης προσπαθεί να κάνει ανάληψη ενός ποσού 420 ευρώ από αυτόματη μηχανή τραπεζικών συναλλαγών. Επιλέγει το πλήκτρο "ΑΝΑΛΗΨΗ", αφού μελετά τις επιλογές. Λαμβάνει το μήνυμα ότι μπορούν να γίνουν μόνο αναλήψεις ποσών που είναι πολλαπλάσια των 50 ευρώ και του ζητείται να εισάγει το ποσό της ανάληψης. Αυτός εισάγει τον αριθμό 8 και λαμβάνει το μήνυμα λάθους, οπότε διορθώνει την ενέργεια του. Η συμπεριφορά του χρήστη σύμφωνα με τη θεωρία διερευνητικής εκμάθησης εξηγείται ως εξής:

- *Ορισμός στόχων:* ανάληψη ποσού 420 ευρώ.
- *Εξερεύνηση:* αναζήτηση στο μενού κατάλληλης επιλογής για ανάληψη.
- *Επιλογή:* ανεύρεση και επιλογή του κατάλληλου πλήκτρου: «ανάληψη».
- *Εκτίμηση προόδου:* ο χρήστης μετά την επιλογή του πλήκτρου ανάληψη, παρατηρεί την απόκριση συστήματος «μήνυμα: μπορείτε να κάνετε ανάληψη ποσών πολλαπλασίων των 50 ευρώ, πλη-

κτρολογήστε ποσόν ανάληψης» και αποφαινεται ότι έχει υπάρξει πρόοδος προς την επίτευξη του στόχου του.

- *Νέος στόχος*: πληκτρολόγηση ποσού.
- *Εξερεύνηση*: αναζήτηση τρόπου εισαγωγής του ποσού ανάληψης.
- *Επιλογή*: πληκτρολογεί τον αριθμό 8 ως πολλαπλάσιο του 50 ($8 * 50 = 400$).
- *Εκτίμηση προόδου*: Το σύστημα αποκρίνεται ότι 8 ευρώ δεν είναι αποδεκτό ποσό. Στη συνέχεια ζητείται από το χρήστη να εισάγει το ποσό ή να ακυρώσει τη δοσοληψία. Κατά συνέπεια, ο χρήστης διαπιστώνει ότι δεν υπάρχει πρόοδος λόγω εσφαλμένης ενέργειας.
- *Νέος στόχος*: Αποφασίζει να εισάγει το νέο ποσό (400).
- *Εξερεύνηση-επιλογή*: πληκτρολόγηση του ποσού «400» με χρήση αριθμητικών πλήκτρων και OK.
- *Εκτίμηση προόδου*: Λαμβάνει το μήνυμα επιβεβαίωσης από το οποίο προκύπτει ότι έγινε δεκτό το ποσό που πληκτρολογήθηκε.

Συνέχεια με το νέο στόχο κλπ.

3.5 Κοινωνικά Μοντέλα Αλληλεπίδρασης

Οι θεωρίες που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες ενότητες πηγάζουν κυρίως από πορίσματα της γνωστικής ψυχολογίας που μελετά τον άνθρωπο και τις γνωστικές του λειτουργίες ως μονάδα. Έχει διαπιστωθεί όμως, ότι αυτή η προσέγγιση δεν επαρκεί ούτε για τη μελέτη της επικοινωνίας του ανθρώπου με υπολογιστικά συστήματα ούτε, κατ'επέκταση, για την αποτελεσματική σχεδίαση διεπιφανειών ανθρώπου-μηχανής. Η διαπίστωση αυτή βασίζεται στην εξής παρατήρηση: συχνά τα υπολογιστικά συστήματα ενσωματώνονται σε περιβάλλοντα όπου αλληλεπιδρούν πολλοί άνθρωποι, γι' αυτό είναι σημαντικό να μελετηθούν επιπρόσθετα, τα **κοινωνικά χαρακτηριστικά** της ομάδας ανθρώπων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με τους υπολογιστές, καθώς και τα **οργανωτικά χαρακτηριστικά** της ομάδας αυτής στο πλαίσιο για παράδειγμα, μιας επιχείρησης ή οργανισμού.

Ανάλυση στηριγμένη σε καταναμημένα γνωστικά μοντέλα, μπορεί να αποκαλύψει τη σημασία που έχει π.χ. για μία ομάδα συνεργαζόμενων ανθρώπων να αποκτήσουν συναντίληψη γύρω από την τρέχουσα κατάσταση, προκειμένου να συγχρονίζουν και να προσαρμόζουν τη δράση τους παρατηρώντας απλώς ο ένας τις ενέργειες του άλλου, χωρίς να είναι απαραίτητη η μεταξύ τους λεκτική επικοινωνία.

Το θεωρητικό υπόβαθρο των μοντέλων που αντιμετωπίζουν το άτομο ως μέλος μίας ομάδας, βασίζεται στην κοινωνική ψυχολογία, αλλά και στη θεωρία οργάνωσης, κλπ. Τα γνωστικά αυτά πεδία καθίστανται όλο και πιο επίκαιρα καθώς η τεχνολογία των υπολογιστών επιτρέπει την ανάπτυξη συστημάτων και εφαρμογών που αφορούν πολλαπλούς συνεργαζόμενους χρήστες και ομάδες, είτε στο χώρο της εργασίας είτε σε καθημερινές κοινωνικές δραστηριότητες.

Στη συνέχεια, θα επικεντρωθούμε σε περιγραφή και παραδείγματα κοινωνικών μοντέλων για ομάδες χρηστών. Θα αρχίσουμε με τα μοντέλα συνομιλίας, που είναι ένα παράδειγμα κοινωνικών μοντέλων που εστιάζει σε ομάδες και δίνει έμφαση στην επικοινωνία. Στη συνέχεια θα γίνει σύντομη αναφορά στις μελέτες οργανωτικής συμπεριφοράς που επιτρέπουν την ανάλυση αλληλεπιδράσεων στο πλαίσιο οργανισμών, ενώ στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στα κοινωνικοπολιτισμικά μοντέλα όπως η καταναμημένη γνωστική λειτουργία και η θεωρία δραστηριότητας που επιτρέπουν να αναλύσουμε τη λειτουργία μιας

ομάδας και να μελετήσουμε το ρόλο της τεχνολογίας στην επίτευξη του συνολικού στόχου της ομάδας αυτής.

3.5.1 Μοντέλα συνομιλίας

Η μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών μιας ομάδας αρχίζει από το βασικό μηχανισμό επικοινωνίας που είναι η διαλογική συνομιλία. Η συνομιλία, όταν πρόκειται για δια ζώσης επικοινωνία, στηρίζεται σε πολλαπλά κανάλια και καθιερωμένους μηχανισμούς. Τέτοια μέσα, πέραν της ομιλίας, είναι η στάση και οι κινήσεις του σώματος, το βλέμμα, τα νεύματα που υποβοηθούν την μεταβίβαση της σειράς ομιλίας ή τη διακοπή ομιλίας, τα επιφωνήματα που επιβεβαιώνουν την προσοχή του ακροατή ή την απορία ή την αποδοκιμασία του για κάτι που ειπώθηκε. Η συνεχής αυτή επιστροφή μηνυμάτων από τον ακροατή προς τον ομιλητή γίνεται από το λεγόμενο **δευτερεύον κανάλι επικοινωνίας** (back channel) έχει δε εξαιρετική σημασία για την αποδοτική εξέλιξη της συζήτησης. Έχει παρατηρηθεί, ότι η έλλειψη ή περιορισμός του καναλιού αυτού δυσχεραίνει την επικοινωνία και δημιουργεί σύγχυση. Τέτοια σύγχυση μπορεί για παράδειγμα να παρατηρηθεί κατά την τηλεφωνική επικοινωνία, όπου το δευτερεύον κανάλι περιορίζεται σε ακουστικά ερεθίσματα μόνο χωρίς να περιλαμβάνει άλλη πληροφορία όπως αυτή που αφορά τη στάση και τις κινήσεις του σώματος κλπ. Φαίνεται λοιπόν από τα παραπάνω, ότι η επικοινωνία έχει πολλές διαστάσεις που επηρεάζουν και διαμορφώνουν την αλληλεπίδραση των ανθρώπων μεταξύ τους. Για την καλύτερη κατανόηση της επικοινωνίας, στη συνέχεια αυτής της ενότητας θα γίνει μία σύντομη εισαγωγή σε θεωρίες επικοινωνίας που επιτρέπουν την κατανόηση λειτουργίας ομάδων ανθρώπων που επικοινωνούν με κοινό στόχο.

Ένα σημαντικό θεωρητικό πλαίσιο είναι η **θεμελίωση κοινού πεδίου επικοινωνίας** που προτάθηκε από τον Herbert Clark καθηγητή γλωσσικής ψυχολογίας στο Πανεπιστήμιο του Stanford (Clark, 1996). Η **θεωρία θεμελίωσης κοινού πεδίου επικοινωνίας** (common ground theory) περιγράφει τη συνομιλία ως μία μορφή συνεργατικής δράσης. Αυτή η θεωρία της επικοινωνίας έχει εφαρμοστεί τόσο στην επικοινωνία που διαμεσολαβείται μέσω τεχνολογίας όσο και στη δια ζώσης επικοινωνία. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, μια ομάδα εργασίας θεμελιώνει τη συνομιλία της σε κοινό υπόβαθρο δηλαδή στην υπόθεση ότι τα μέλη της ομάδας μοιράζονται κάποια κοινή γνώση. Τα μέλη της ομάδας θα χρησιμοποιήσουν αυτή τη γνώση για να επιτύχουν πιο αποτελεσματική επικοινωνία. Το κριτήριο της κοινής θεμελίωσης είναι η αμοιβαία πίστη των συνομιλητών ότι, για να προχωρήσει η συνεργασία και επικοινωνία, όλοι οι εμπλεκόμενοι έχουν μια αρκετά σαφή κατανόηση των εννοιών που υπεισέρχονται στην επικοινωνία. Οι Clark και Schaefer (1989) διαπίστωσαν ότι, για την ικανοποίηση της προϋπόθεσης κοινής θεμελίωσης, ομάδες ανθρώπων χρησιμοποιούν τρεις μεθόδους για την επίτευξη μιας συμφωνίας βάσει της οποίας μπορούν να συνεργαστούν:

Νέα Συνεισφορά: Ένας συνεργάτης προτείνει μια νέα ιδέα, και περιμένει να δει αν ο συνομιλητής του εμφανίζει σημάδια σύγχυσης.

Βεβαίωση Αποδοχής: Ο εταίρος που λαμβάνει τις πληροφορίες επιβεβαιώνει ότι ο ίδιος κατανοεί χρησιμοποιώντας το δευτερεύον κανάλι επικοινωνίας, π.χ. χαμογελώντας, συγκατανεύοντας ή επιβεβαιώνοντας προφορικά.

Αίτηση για Διευκρίνηση: Ο εταίρος που λαμβάνει τις πληροφορίες ζητεί διευκρινίσεις

Μία άλλη θεωρητική προσέγγιση της επικοινωνίας η οποία όμως δίνει έμφαση στη δομή του διαλόγου, είναι η **θεωρία των δια λόγου ενεργειών** (speech acts theory). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, κάθε συμβολή ενός συνομιλητή στη συνομιλία μπορεί να χαρακτηριστεί από την ενέργεια που προκαλεί ο λόγος του. Αν κάποιος πει "άρχισα να πεινάω", η δήλωση του μπορεί να φέρει το νόημα "δώσε μου φαγη-

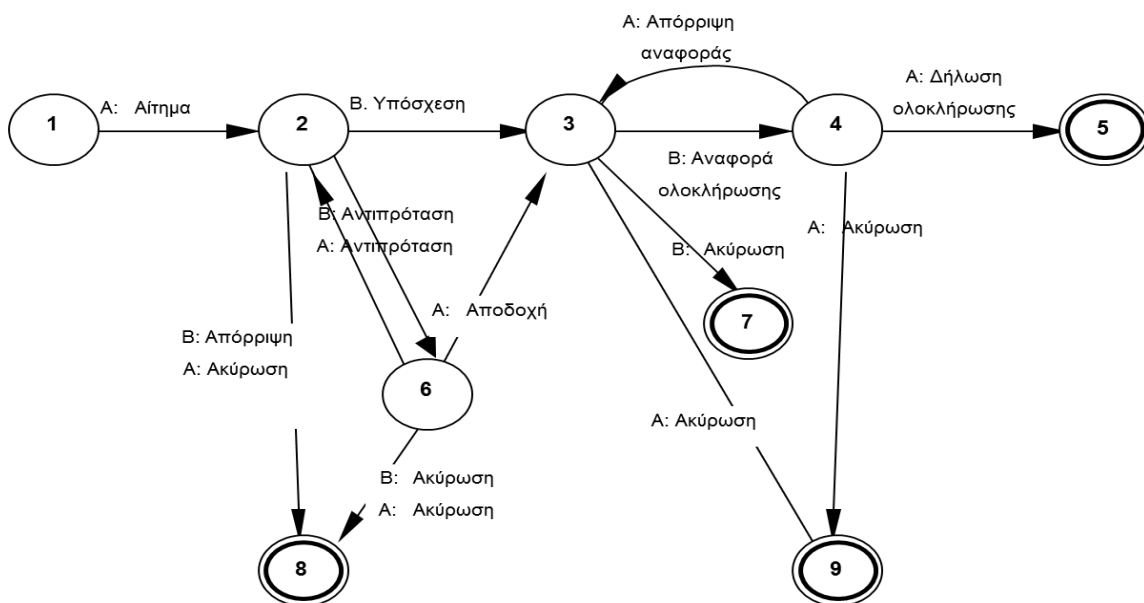
τό". Μάλιστα μερικές δια λόγου ενέργειες συνεπάγονται σημαντικές αλλαγές όπως χαρακτηριστικά, όταν ο ιερέας λέει στην ακολουθία του γάμου "στέφεται ο δούλος του Θεού Γεώργιος τη δούλη του Θεού Μαρία" δεν περιγράφει απλώς ένα γεγονός, αλλά αλλάζει την οικογενειακή κατάσταση των δύο εμπλεκόμενων. Άλλες ενέργειες μπορεί να περιέχουν υπόσχεση για δράση ή αίτημα προς τον ακροατή.

Το διάγραμμα της εικόνας 3.6 περιγράφει τις καταστάσεις από τις οποίες περνάει ο διάλογος γενικεύοντας μια πιθανή κατάσταση συνομιλίας που αναφέρεται σαν **συνομιλία για δράση** (Conversation for Action CfA). Ένα παράδειγμα είναι μια συζήτηση που περνάει από τις καταστάσεις (1-2-3-4-5):

- A: Σε παρακαλώ μου δίνεις το βιβλίο από το ράφι (κατάσταση 1 - αίτημα)
- B: Ναι περίμενε ένα λεπτό να τελειώσω αυτό που γράφω (κατάσταση 2- Υπόσχεση)
- ... λίγα δευτερόλεπτα αργότερα
- B: Ορίστε το βιβλίο σου (κατάσταση 4 – Αναφορά ολοκλήρωσης)
- A: Ευχαριστώ πολύ (κατάσταση 5- καταληκτική κατάσταση- Δήλωση ολοκλήρωσης)

Άλλες γενικευμένες δομές διαλόγου που έχουν προταθεί είναι οι: συνομιλία για αποσαφήνιση, συνομιλία για μελλοντικές επιλογές, συνομιλία για κατανόηση.

Σύμφωνα με τον Winograd (1986), η σημασία του θεωρητικού αυτού πλαισίου είναι μεγάλη γιατί οι "συζητήσεις για δράση" είναι ο κύριος μηχανισμός άσκησης διοίκησης και συντονισμού. οργανισμών.



Εικόνα 3.6 Συνομιλία για δράση σύμφωνα με Winograd, (1986), όπου A ο πρώτος ομιλητής και B ο δεύτερος ομιλητής

Ένα σύστημα που έχει εφαρμόσει την παραπάνω θεωρία στο πλαίσιο της υπολογιστικά υποστηριζόμενης συνεργασίας (computer-supported cooperative work, CSCW)¹⁰, είναι το **Coordinator** (Flores κ.α. 1988). Το σύστημα αυτό έχει χρησιμοποιηθεί για δομημένη υποστήριξη συνομιλίας, ένα είδος κατευθυνόμενου ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που παρακολουθεί την κατάσταση από την οποία περνάει ο διάλογος μεταξύ των συμμετεχόντων. .

Ειδικότερα, το Coordinator προσφέρει στο χρήστη του τη δυνατότητα να παρακολουθεί την τρέχουσα κατάσταση πολλαπλών εξελισσόμενων συνομιλιών και επιτρέπει, μέσω μενού, την προώθηση του διαλόγου. Στην εικόνα 3.7 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα από το μενού επιλογών του Coordinator, που αφορά την απάντηση σε αίτημα.

ACKNOWLEDGE FREE FORM COMMIT TO COMMIT INTERIM REPORT	PROMISE COUNTER-OFFER DECLINE REPORT-COMPLETION
--	--

Εικόνα 3.7 Μενού επιλογών Coordinator

Το Coordinator έχει επικριθεί τόσο για την έλλειψη ευελιξίας στην επιλογή εναλλακτικών δομών συνομιλίας όσο και για την αδυναμία του να συμπεριλάβει πολλές υπονοούμενες καταστάσεις από τις οποίες διέρχεται η επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων. Έχει μάλιστα επισημανθεί, ότι ένα τέτοιο εργαλείο ταιριάζει μόνο σε οργανισμούς με αυταρχικά χαρακτηριστικά, κάτι που μπορεί να ειπωθεί για πολλά εργαλεία υποστήριξης συνεργασίας. Η αιτία για αυτή την κριτική μπορεί να εντοπιστεί στο γεγονός ότι τα εργαλεία αυτά επιβάλλουν περιορισμούς στην επικοινωνία, ενώ οι άνθρωποι είναι συνηθισμένοι να επικοινωνούν με πολύ πλούσιο και ευέλικτο τρόπο ιδιαίτερα σε δια ζώσης συνομιλίες. Ωστόσο, η σαφής καταγραφή της κατάστασης μιας συνομιλίας μπορεί να βοηθήσει την εξέλιξη του διαλόγου και την ολοκλήρωση της συνομιλίας. Επίσης, στην περίπτωση μίας κατανεμημένης ομάδας, η επικοινωνία και συνεργασία που διαμεσολαβείται από την τεχνολογία είναι συχνά αναγκαία επιλογή και συνεπώς εργαλεία τέτοιας μορφής μπορεί να είναι η μόνη λύση. Θα πρέπει εδώ να παρατηρήσουμε ότι οι ελλείψεις που παρουσιάζονται στην επικοινωνία ανθρώπου-ανθρώπου μέσω υπολογιστή (π.χ. μέσω ανταλλαγής μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή χρήσης relay chat) και έχουν ως συνέπεια δυσχέρειες στη συνομιλία, οφείλονται σε ανυπαρξία δευτερεύοντος καναλιού επικοινωνίας και σε έλλειψη ανθρώπινης επαφής. Για αυτό ακριβώς το λόγο, οι άνθρωποι, κατά την ηλεκτρονική τους επικοινωνία, αντιμετωπίζουν μερικώς την έλλειψη αυτή, με χρήση ειδικών συμβόλων (τα γνωστά smilies :- (θυμωμένο πρόσωπο, ;-) κλείσιμο ματιού κλπ.), μέσω των οποίων διαβιβάζουν πρόσθετες πληροφορίες, πέραν του γραπτού κειμένου, οι οποίες σε δια ζώσης συνομιλίες παρέχονται από τον τόνο της φωνής ή τους μορφασμούς του ομιλούντος.

¹⁰ Άλλα παραδείγματα τέτοιων συστημάτων είναι τα συστήματα διαμοιρασμένων ημερολογίων (shared diaries), συστήματα τηλε-σύσκεψης (tele-conference) κλπ.

3.5.2 Μελέτες οργανωτικής συμπεριφοράς

Στο πλαίσιο της εισαγωγής υπολογιστικών συστημάτων σε οργανισμούς, είναι απαραίτητη η μελέτη της επίδρασης που θα έχει στον οργανισμό η εισαγωγή της τεχνολογίας, αφού οι ρόλοι των εργαζομένων θα επηρεαστούν και η θέση τους στον οργανισμό πιθανόν να αλλάξει. Εν γένει, είναι γνωστό ότι οι υπολογιστές έχουν αμφίσημη επίδραση στους οργανισμούς και στην εργασία γενικότερα. Αφενός μεν έχουν ως συνέπεια την υποκατάσταση δραστηριοτήτων και την απώλεια δεξιοτήτων, καθώς επίσης και την επιβολή μεγαλύτερου ελέγχου επί των εργαζομένων, αφετέρου δε παρέχουν εργαλεία για τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της δημιουργικότητας των εργαζομένων.

Η μελέτη της επίδρασης που θα έχει ένα σύστημα υπό σχεδίαση σε έναν δεδομένο οργανισμό έχει γίνει αντικείμενο πολλών και διαφορετικών μεθόδων όπως είναι η επιστημονική διαχείριση (scientific management), η κοινωνιοτεχνική προσέγγιση (sociotechnical) η θεωρία δραστηριοτήτων (activity theory), η διαχείριση ροών εργασίας (work flow management) κλπ.

Ένα γενικό συμπέρασμα των μελετών αυτών είναι ότι οι οργανωτικές παράμετροι, όπως η κατανομή εργασίας, η ανάλυση κατανομής οφέλους σε κατηγορίες χρηστών λόγω εισαγωγής νέας τεχνολογίας κλπ., πρέπει απαραίτητα να ληφθούν υπόψη κατά τη σχεδίαση νέων συστημάτων που επηρεάζουν οργανισμούς ή ομάδες συνεργαζόμενων ανθρώπων. Όταν παραβλέπονται αυτές οι παράμετροι, ο κίνδυνος είναι το σύστημα να μην γίνει αποδεκτό από τους χρήστες, οι οποίοι επηρεάζονται αρνητικά από την εισαγωγή του, και τελικώς να αποτύχει.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα παράδειγμα σχεδιασμού συστήματος που βασίζεται στην κοινωνιοτεχνική προσέγγιση. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, οι εργαζόμενοι χωρίζονται σε ομάδες οι οποίες διακρίνονται σε σημαντικό βαθμό αυτονομίας όσον αφορά τους αναγκαίους πόρους και τη δυνατότητα προγραμματισμού και εκτέλεσης του έργου τους. Τα βήματα σχεδίασης ενός συστήματος βασισμένου στην προσέγγιση αυτή είναι (Preece, 1994, Mumford, 1987):

- (α) Περιγραφή υφιστάμενης οργανωτικής δομής, διάταξης πόρων και παραγωγικών μηχανισμών.
- (β) Καταγραφή λειτουργικών ομάδων που είναι δυνατόν να αποκτήσουν έναν βαθμό αυτονομίας
- (γ) Παραλλαγές που επηρεάζουν το αποτέλεσμα.
- (δ) Κοινωνική ανάλυση υφιστάμενου συστήματος.
- (ε) Καταγραφή αντίληψης των ίδιων των εργαζομένων για τους ρόλους τους.
- (ζ) Περιγραφή των ομάδων συντήρησης και της επίδρασης τους στην παραγωγική διαδικασία.
- (η) Περιγραφή της επίδρασης των προμηθευτών και των πελατών στην παραγωγική διαδικασία.
- (θ) Περιγραφή της κατάστασης της επιχείρησης και των πλάνων ανάπτυξής της, καθώς και επίδραση των παραμέτρων αυτών στην παραγωγική διαδικασία.
- (ι) Συγκέντρωση προτάσεων βελτιώσεων.

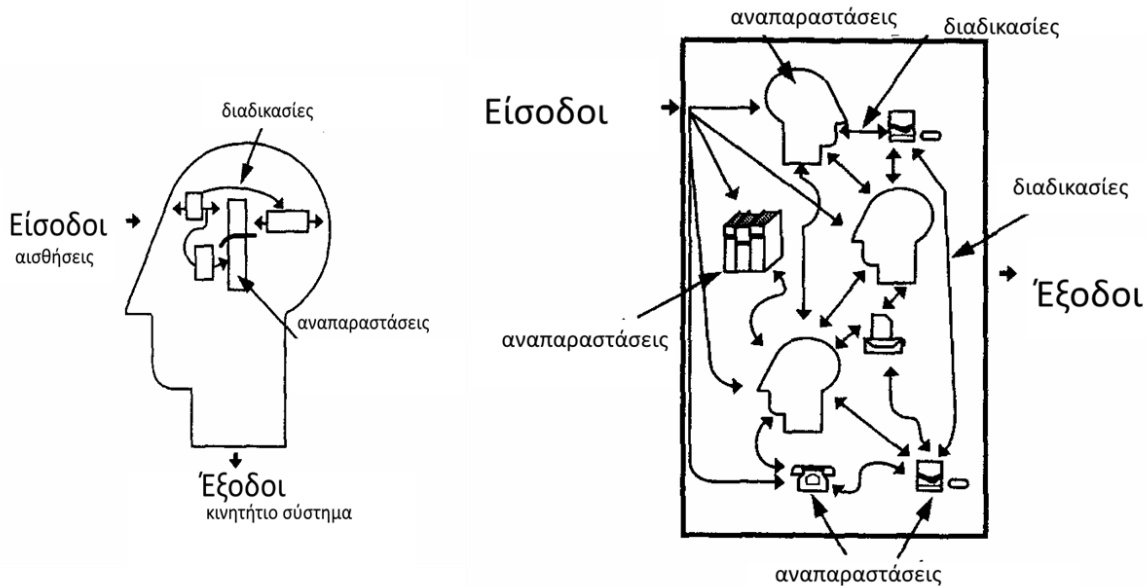
3.5.3 Κοινωνικοπολιτισμικά μοντέλα

Άλλες προσεγγίσεις στην ανάλυση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-τεχνολογίας με στόχο την σχεδίαση αποδοτικών εφαρμογών και τεχνολογίας που υποστηρίζουν δράση σε επίπεδο ομάδων, ή δράση ενταγμέ-

νη σε ένα κοινωνικό ή οργανωτικό πλαίσιο είναι οι καταναμημένες γνωστικές λειτουργίες (distributed cognition) και η θεωρία δραστηριότητας (activity theory).

Σύμφωνα με τις **καταναμημένες γνωστικές λειτουργίες**, (Salomon, 1996, Hollan κ.α. 2000, Halverson, 1995, Perry, 2003), το γνωστικό σύστημα που αναλύεται δεν είναι πλέον το άτομο που αλληλεπιδρά με το περιβάλλον, αλλά η ομάδα ατόμων μαζί με τα τεχνουργήματα που χρησιμοποιεί και τα οποία διαμεσολαβούν τη δράση της για να επιτύχει ένα στόχο (βλέπε εικόνα 3.8 από τη διατριβή του Halverson, 1995). Ο Halverson μελέτησε εκτενώς, με χρήση εθνογραφικών μεθόδων¹¹, τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι εργαζόμενοι, στο κέντρο ελέγχου ενός αεροδρομίου. Ειδικότερα, στη μελέτη αυτή παρουσιάζεται πώς οι ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας επικοινωνούσαν και χρησιμοποιούσαν αναπαραστάσεις για το συντονισμό της δράσης τους με πιλότους και κυβερνήτες αεροπλάνων που προσέγγιζαν τον εναέριο χώρο τους. Τα μοντέλα που περιγράφουν καταναμημένες γνωστικές λειτουργίες, ονομάζονται καταναμημένα γνωστικά μοντέλα (distributed cognitive models).

Όπως σχολιάζει ο Perry (2003), παρόλο που η καταναμημένη γνωστική λειτουργία μελετάει ένα γνωστικό σύστημα με εκτεταμένα όρια ως προς την παραδοσιακή γνωστική ψυχολογία, στην ουσία μεθοδολογικά έχει την ίδια οντολογική βάση.



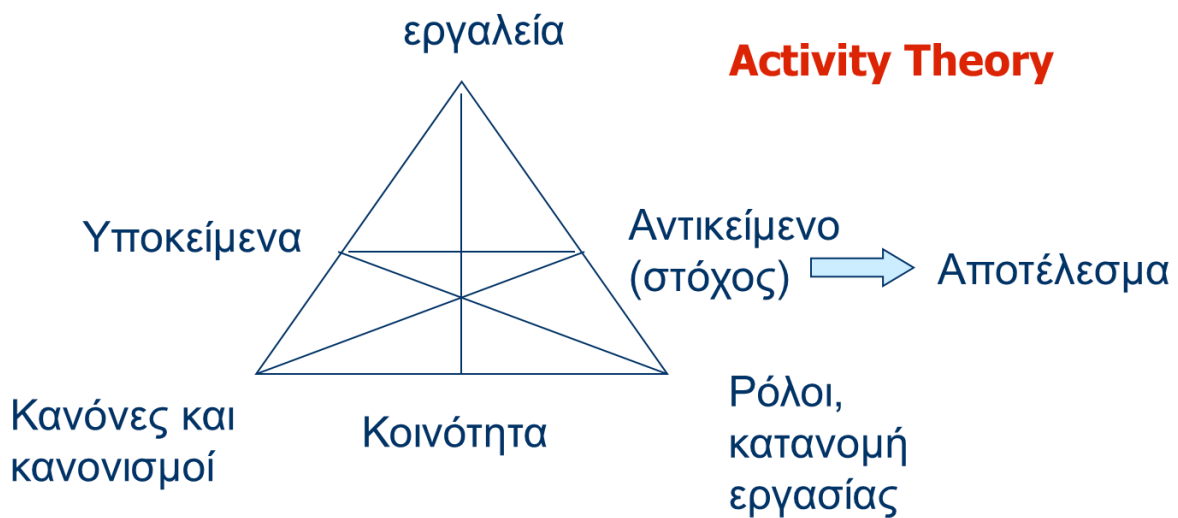
Εικόνα 3.8 Η μετάβαση από την γνωστική προσέγγιση στην καταναμημένη γνωστική λειτουργία (από τον Halverson, 1995), και στις δύο περιπτώσεις εμφανίζονται είσοδοι και έξοδοι στο σύστημα, διαδικασίες και αναπαραστάσεις, στη δεύτερη περίπτωση όμως της καταναμημένης νόησης οι αναπαραστάσεις δεν είναι μόνο εσωτερικές στα μέλη της ομάδας αλλά και εξωτερικές με τη μορφή τεχνολογικών και άλλων αντικειμένων που διαμεσολαβούν τη δράση.

Η **θεωρία της δραστηριότητας** (activity theory) ανήκει σε μια άλλη θεωρητική παράδοση. Στηρίζεται στις θεωρίες του Lev Vygotsky (1896-1934) και άλλων ψυχολόγων της σοβιετικής παράδοσης της ψυχολογίας που θεμελίωσαν την κοινωνικό-ιστορική και πολιτισμική προσέγγιση (cultural historical psy-

¹¹ Εθνογραφία είναι η συστηματική μελέτη των ανθρώπων και των πολιτισμών. Η μέθοδος αυτή αρχικά χρησιμοποιήθηκε από τους ανθρωπολόγους για την εξερεύνηση πολιτιστικών φαινομένων, όπου ο ερευνητής παρατηρεί την κοινωνία από την άποψη του αντικειμένου της μελέτης. Η μέθοδος χρησιμοποιείται και για ανάλυση μικρότερων ομάδων ανθρώπων.

chology), κυρίως στη δεκαετία ανάμεσα στο 1920 και το 1930¹². Η προσέγγιση αυτή όμως, δίνει διαφορετική έμφαση από τα μοντέλα της γνωστικής ψυχολογίας (που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 2), έχει περισσότερο ερμηνευτικά παρά προβλεπτικά χαρακτηριστικά.

Και στην περίπτωση της θεωρίας της δραστηριότητας, όπως και στην περίπτωση των γνωστικών μοντέλων, το πλαίσιο συνήθως αφορά στοχοθετημένες ανθρώπινες δραστηριότητες στο χώρο εργασίας. Το υποκείμενο της δραστηριότητας (άνθρωπος) και το αντικείμενο της δραστηριότητας αυτής (στόχος) αποτελούν δύο πόλους ενός ευρύτερου συστήματος. Η δραστηριότητα του υποκειμένου διαμεσολαβείται από πολιτισμικά εργαλεία, μεταξύ των οποίων η γλώσσα, αλλά και από αντικείμενα στο χώρο εργασίας. Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης είναι ότι εντάσσει την δραστηριότητα του ατόμου και της ομάδας σε ένα ευρύτερο κοινωνικό-πολιτισμικό πλαίσιο, το οποίο επιβάλλει κανόνες και κανονισμούς, ρόλους. Σχηματικά αυτές οι εξαρτήσεις συνδέονται με τα διαδοχικά τρίγωνα της θεωρίας δραστηριότητας που φαίνονται στην εικόνα 3.9.



Εικόνα 3.9 Το διάγραμμα της θεωρίας δραστηριότητας (Activity Diagram), παρουσιάζει πολλαπλές εξαρτήσεις μεταξύ του εργαλείου (πχ του υπολογιστή) και του υποκειμένου, καθώς και του εργαλείου με το αντικείμενο της δράσης.

Υπάρχουν πολλαπλές προσπάθειες να μετατρέψουν αυτό το θεωρητικό πλαίσιο σε εργαλείο ανάλυσης κοινωνικο-τεχνικών συστημάτων και μέθοδο σχεδίασης τεχνολογιών που διαμεσολαβούν ομάδες. Η πιο σημαντική προσπάθεια έχει γίνει από την ανθρωπολόγο Bonnie Nardi (βλέπε Nardi, 1996) που συνδυάζει την σκανδιναβική εθνογραφική προσέγγιση με το θεωρητικό πλαίσιο της θεωρίας της δραστηριότητας έχοντας ως στόχο να προτείνει πρακτικές μεθόδους και εργαλεία σχεδίασης συστημάτων.

Οι βασικές διαστάσεις της προσέγγισης αυτής, περιγράφονται επιγραμματικά στη συνέχεια:

¹² Ο Les Vygotsky είναι ψυχολόγος που δίνει μεγαλύτερη έμφαση στο πολιτισμικό πλαίσιο που επηρεάζει / διαμορφώνει τη γνωστική ανάπτυξη του ατόμου, θεωρία που έρχεται σε αντίθεση με την άποψη του Jean Piaget για καθολικά στάδια της γνωστικής ανάπτυξης του ατόμου, ανεξάρτητα από το πολιτισμικό και κοινωνικό πλαίσιο. Ο Vygotsky τοποθετεί περισσότερο (και διαφορετικά) έμφαση στο ρόλο της γλώσσας στη γνωστική ανάπτυξη αφού η γνωστική ανάπτυξη προκύπτει από την εσωτερίκευση της γλώσσας.

α. Προσανατολισμός της δράσης στο **αντικείμενο** (object orientedness) – που είναι και ο στόχος της δραστηριότητας. Το αντικείμενο εδώ δεν γίνεται αντιληπτό απλώς ως φυσικό αντικείμενο αλλά ως αντικείμενο που είναι κοινωνικά και πολιτιστικά προσδιορισμένο. Αυτό σημαίνει ότι το κοινωνικό και πολιτιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο δημιουργήθηκε και υπάρχει το αντικείμενο της δραστηριότητας προσδιορίζει και επηρεάζει τα χαρακτηριστικά του, τις πρακτικές που αναπτύσσονται γύρω από αυτό κλπ. Για παράδειγμα αν αντικείμενο μιας δραστηριότητας είναι η επιμέλεια ενός βιβλίου, αυτή προσδιορίζεται από το κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσεται.

β. Το **Υποκείμενο** (subject) εκφράζει την εσωτερική του δράση από τα άτομα που εμπλέκονται στις δραστηριότητες. Οι εσωτερικές αυτές (εσωτερικές αναπαραστάσεις) έχουν κοινά χαρακτηριστικά με τις γνωστικές λειτουργίες και αναπαραστάσεις των νοητικών μοντέλων, που είδαμε σε προηγούμενη ενότητα.

γ. **Κοινότητα** (community) ή κοινωνικό πλαίσιο, περιλαμβάνει όλα τα άτομα που εμπλέκονται στο σύστημα δραστηριότητας

δ. **Εργαλεία** (instruments) ή εργαλεία διαμεσολάβησης – μπορεί να είναι συστήματα (π.χ. γλώσσα) ή έννοιες κλπ. και χρησιμοποιούνται από τους συμμετέχοντες στο σύστημα δραστηριότητας για να υποστηρίξουν και να διευκολύνουν την δράση τους. Τα εργαλεία επηρεάζουν τις αλληλεπιδράσεις των συμμετεχόντων με τη δραστηριότητα και η αλληλεπίδραση εξελίσσεται καθώς συσσωρεύεται εμπειρία. Επίσης, τα εργαλεία επηρεάζονται από το πολιτισμικό πλαίσιο και η χρήση τους είναι ένας τρόπος συσσώρευσης και μετάδοσης κοινωνικής γνώσης και εμπειρίας.

ε. Ο **καταμερισμός της εργασίας** (division of labor)- αφορά την κοινωνική διαστρωμάτωση και τους ρόλους. Εδώ για παράδειγμα εντάσσονται στοιχεία όπως είναι η ιεραρχική δομή των συμμετεχόντων στη δραστηριότητα και η κατανομή των ρόλων μεταξύ των παραγόντων στο σύστημα δραστηριότητας.

ζ. **Κανόνες** – συμβάσεις (rules), Οι κατευθυντήριες γραμμές και οι κανόνες που διέπουν τις δραστηριότητες στο σύστημα.

Μια κριτική που γίνεται στο πλαίσιο της θεωρίας δραστηριότητας είναι ότι δεν έχει καταλήξει σε εργαλεία ούτε σε τεχνικές ανάλυσης και σχεδίασης τεχνολογίας. Μια προσέγγιση βασισμένη στη θεωρία της δραστηριότητας, που προσπαθεί να απαντήσει σε αυτή την κριτική είναι η ανάλυση αλλαγής εστίασης (focus shift analysis) που παρουσιάζεται από τους Bertelsen και Bodker (2003).

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Αφού ολοκληρώσετε το κεφάλαιο αυτό θα πρέπει να είστε σε θέση να:

- Δώσετε ορισμούς των νοητικών μοντέλων
- Να εξηγήσετε τη σημασία των μεταφορών στη δόμηση νοητικών μοντέλων χρήστη.
- Να δώσετε παραδείγματα που αναδεικνύουν τη διαφορά μεταξύ δομικών και λειτουργικών μοντέλων διαφόρων συσκευών και εργαλείων.
- Να προσδιορίσετε τη σημασία των αντιληπτών δυνατοτήτων εργαλείων και πώς αυτές μπορούν να συμβάλουν στη δόμηση των νοητικών μοντέλων κατά την διερευνητική αλληλεπίδραση χρήστη-συστήματος.
- Να προσδιορίσετε το πρόβλημα του χάσματος εκτίμησης και του χάσματος εκτέλεσης κατά την αλληλεπίδραση χρήστη-συστήματος και να γνωρίζετε κανόνες για αντιμετώπισή τους κατά τη σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων.
- Να αναγνωρίσετε τα στάδια μιας συνομιλίας για δράση μέσω της θεωρίας των "δια λόγου ενεργειών".
- Να περιγράψετε φαινόμενα θεμελίωσης της συνομιλίας σε μια δια ζώσης ή σε μία διαμεσολαβούμενη συνεργατική δράση,
- Να εξηγήσετε τη σημασία των μελετών οργάνωσης και να αναφέρετε παραδείγματα συνεπειών εισαγωγής τεχνολογίας σε οργανισμούς.
- Να αναφέρετε τους κύριους άξονες ανάλυσης ενός κοινωνικού συστήματος με βάση τη θεωρία δραστηριότητας και των κατανεμημένων γνωστικών λειτουργιών.

Οδηγός περαιτέρω μελέτης

Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. New York, NY, USA: Basic books.

Το βιβλίο του D. Norman πραγματεύεται το θέμα των νοητικών μοντέλων και των αντιληπτών δυνατοτήτων.

Carroll, J. M. (Ed.). (2003). *HCI models, theories, and frameworks: Toward a multidisciplinary science*. Morgan Kaufmann.

Στον παραπάνω τόμο, σε επί μέρους κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στην εφαρμογή της θεωρίας δραστηριότητας για την ανάλυση της χρήσης της τεχνολογίας.

Ευρετήριο όρων

Νοητικά μοντέλα, αντιληπτές δυνατότητες εργαλείων (affordances), κατανεμημένες γνωστικές λειτουργίες, θεωρία δραστηριότητας, συνομιλία για δράση, θεμελίωση κοινού πεδίου επικοινωνίας (common ground theory).

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Άσκηση 3.1

Να περιγράψετε το λειτουργικό και δομικό μοντέλο του συμπλέκτη ενός αυτοκινήτου/ μηχανής.

Άσκηση 3.2

Να εντοπίσετε και να περιγράψετε τη χρήση μεταφορών στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστικού συστήματος που χρησιμοποιείτε. Σχολιάστε πόσο χρήσιμες είναι οι μεταφορές αυτές για σας και κατά πόσο σας έχουν βοηθήσει να μάθετε τη χρήση του υπολογιστή σας.

Άσκηση 3.3

Να δώσετε παραδείγματα λεκτικών μεταφορών από μια γλώσσα εντολών που γνωρίζετε (π.χ dos commands, Unix shell). Σχολιάστε πώς οι λεκτικές αυτές μεταφορές επηρεάζουν χρήστες των αντίστοιχων συστημάτων που είναι αγγλόφωνοι και πώς επηρεάζουν αυτούς που δεν είναι αγγλόφωνοι.

Άσκηση 3.4

Χρησιμοποιήστε ένα λογισμικό για πρώτη φορά. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί κάποια εφαρμογή με την δεν έχετε καμιά προηγούμενη επαφή ή εμπειρία (για παράδειγμα αν έχετε κύρια εμπειρία σε περιβάλλον Windows, πειραματιστείτε με περιβάλλον Linux ή Macintosh). Αφού πειραματιστείτε για μερικά λεπτά με το λογισμικό να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

- Ποια είναι η κυρίαρχη μεταφορική αναπαράσταση, αν υπάρχει;
- Υπάρχουν άλλες δευτερεύουσες μεταφορικές χρήσεις εννοιών;
- Υπάρχουν παραδείγματα παρεκκλίσεων από τις μεταφορικές αναπαραστάσεις;
- Πιστεύετε ότι οι μεταφορικές αναπαραστάσεις σας βοήθησαν στην κατανόηση της εφαρμογής; Δώστε σχετικά παραδείγματα.

Άσκηση 3.5

Να γράψετε παραλλαγές της συνομιλίας του παραδείγματος της υποενότητας 3.3.1 οι οποίες ακολουθούν τις καταστάσεις 1-2-8 και 1-2-3-9 του διαγράμματος συνομιλίας για δράση.

Άσκηση 3.6

(μεταπτ.)

Να εφαρμόσετε τη μέθοδο αλλαγής εστίασης (focus shift analysis) που παρουσιάζεται από τους Bertelsen και Bodker (2003), στην ανάλυση αλληλεπίδρασης ενός χρήστη με ένα πληροφοριακό σύστημα. Να συνάγετε συμπεράσματα για τη χρήση του εργαλείου και τη σχέση του με το υποκείμενο και αντικείμενο.

Άσκηση 3.7

(μεταπτ.)

Να μελετήσετε το κεφάλαιο Monk, A. (2003) *Common Ground in Electronically Mediated Communication: Clark's Theory of Language Use* (κεφάλαιο 10 στον τόμο Carroll, 2003). Να γράψετε σύντομη περίληψη του άρθρου. Να εφαρμόσετε το θεωρητικό πλαίσιο σε δεδομένα αλληλεπίδρασης χρηστών σε συνεργατική επίλυση προβλήματος σε περίπτωση διαπροσωπικής επικοινωνίας και επικοινωνίας διαμεσολαβούμενης μέσω υπολογιστή (πχ skype group).

4

Διαδραστικές Συσκευές

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται μία εισαγωγή στις τεχνολογίες διαδραστικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στο υλικό (hardware) των υπολογιστικών συστημάτων που αφορά στην αλληλεπίδραση με το χρήστη, δηλαδή στις συσκευές εισόδου-εξόδου.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη του συγκεκριμένου κεφαλαίου, θα μπορείτε να:

- Περιγράψετε τις κύριες κατηγορίες συσκευών εισόδου-εξόδου και τις ιδιότητές τους.
- Αναφέρετε τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των κύριων συσκευών εισόδου-εξόδου.
- Επιλέξετε κατάλληλη συσκευή σύμφωνα με τις απαιτήσεις συγκεκριμένου χρήστη και εργασίας.

Έννοιες κλειδιά

Συσκευές εισόδου-εξόδου (input-output devices), συσκευές κειμένου (text devices), δεικτικές συσκευές (pointing devices), οθόνες (virtual displays), είσοδος-έξοδος με ήχο ή ομιλία (audio or speech input-output)

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Ιστορικά οι πρώτοι υπολογιστές, κύρια μηχανές υπολογισμών και μηχανές αποθήκευσης πληροφορίας, είχαν ελάχιστη διάδραση και συνεπώς η επικοινωνία των χρηστών τους με αυτούς είχε χαρακτηριστικά που σήμερα αφορούν μόνο εξειδικευμένους και έμπειρους χρήστες. Η έλευση των προσωπικών υπολογιστών (personal computer, pc) είχε ως συνέπεια αφενός την αλλαγή της κυρίαρχης χρήσης του υπολογιστή σε μηχανή υποστήριξης και αύξησης προσωπικής παραγωγικότητας, αφετέρου δε, τη διεύρυνση της ομάδας των χρηστών τους με λιγότερο έμπειρους χρήστες. Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των νέων χρηστών έγιναν τα εξής: α) άρχισε η ανάπτυξη των γραφικών διεπιφανειών που ονομάζονται διεπιφάνειες WIMP από τα αρχικά των λέξεων που θεωρούνται σήμερα τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία τους: Windows, Icons, Menus, Pointers (Παράθυρα, Εικονίδια, Μενού, Δεικτικές συσκευές), και β) αναπτύχθηκαν νέες συσκευές αλληλεπίδρασης έτσι ώστε να υποστηριχθούν οι ενέργειες του χρήστη στις WIMP διεπιφάνειες (π.χ. επιλογή ενός εικονιδίου ή αντικειμένου σε μενού, έλεγχος του δρομέα κ.λπ.).

Η ανάπτυξη αυτή έγινε σε συνδυασμό με τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις σε υλικό και λογισμικό υπολογιστών. Εδώ είναι σημαντικό να αναφερθούν και ορισμένες προσπάθειες που αποτέλεσαν σταθμούς στην ανάπτυξη που αναφέραμε όπως για παράδειγμα το σύστημα Dynabook, το περιβάλλον προγραμματισμού Smalltalk, το περιβάλλον εκπαίδευσης και προγραμματισμού LOGO, ο πρότυπος υπολογιστής Alto και η εμπορική του έκδοση Star της εταιρίας Xerox. Αυτά ήταν αποτέλεσμα της δουλειάς πολλών ερευνητών, ανάμεσα σ' αυτούς ήταν και ο οραματιστής Douglas Engelbart που εφήυρε το ποντίκι και τον πρώτο σύγχρονο σταθμό προσωπικής παραγωγικότητας, ο Seymour Papert που ανέπτυξε το εκπαιδευτικό περιβάλλον LOGO και ο Alan Kay που ηγήθηκε της ομάδας της Xerox από την οποία προέκυψαν αρχικά το πρωτότυπο Dynabook και στη συνέχεια τα πρότυπα συστήματα Alto και Star. Στα τελευταία αυτά συστήματα αναπτύχθηκε η μέχρι σήμερα κυρίαρχη μεταφορά της επιφάνειας γραφείου

(desktop metaphor) και νέοι τρόποι αλληλεπίδρασης με το χρήστη που διαφοροποιούνται σημαντικά από το γλωσσικό μοντέλο αλληλεπίδρασης (εντολές του χρήστη προς τον υπολογιστή) που επικρατούσε.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία επισκόπηση των διαδραστικών συσκευών εισόδου-εξόδου. Οι συσκευές εισόδου (input devices) είναι συσκευές μέσω των οποίων ο χρήστης μετασχηματίζει πληροφορίες σε δεδομένα, τα οποία μπορεί να κατανοήσει και να επεξεργαστεί ο υπολογιστής. Μέσω των συσκευών αυτών εισέρχονται τα δεδομένα στον υπολογιστή και δίδονται εντολές προς το σύστημα. Γενικά οι συσκευές εισόδου μπορούν να ομαδοποιηθούν σε συσκευές κειμένου (text devices) και συσκευές δεικτικές/επιλογής (pointing/selection devices). Η πιο γνωστή και διαδεδομένη συσκευή της πρώτης ομάδας είναι το πληκτρολόγιο, ενώ της δεύτερης είναι το ποντίκι. Οι συσκευές εξόδου (output devices) είναι συσκευές που μεταφέρουν δεδομένα από τον υπολογιστή στο χρήστη, έτσι ώστε ο τελευταίος να μπορεί να τα κατανοήσει και να τα χρησιμοποιήσει. Η κυριότερη διαδραστική συσκευή εξόδου, η οποία κυριαρχεί με διάφορες μορφές στα σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα, είναι η οθόνη (visual display). Το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά της μπορεί να ποικίλουν, όμως είναι σχεδόν αδύνατο να σκεφτούμε ένα σύγχρονο διαδραστικό σύστημα χωρίς οθόνη.

4.1 Συσκευές εισόδου: Συσκευές εισαγωγής κειμένου

Οι συσκευές εισαγωγής κειμένου περιέχουν συνήθως ένα σύνολο πλήκτρων που όταν πατηθούν σε συνδυασμό ή το καθένα ξεχωριστά, γενούν ηλεκτρικά σήματα προς τον υπολογιστή που αντιστοιχούν σε αλφαριθμητικά σύμβολα ή εντολές. Τα κλασικά πληκτρολόγια (keyboards) που είναι μετεξέλιξη των πληκτρολογίων των γραφομηχανών είναι η πιο γνωστή συσκευή της κατηγορίας αυτής.

4.1.1 Πληκτρολόγιο (keyboard)

Η πιο διαδεδομένη διάταξη πλήκτρων σε πληκτρολόγιο είναι η διάταξη QWERTY, το όνομα της οποίας προκύπτει από τη δεύτερη σειρά πλήκτρων (βλέπε εικόνα 4.1). Η διάταξη αυτή αποτελεί κληρονομιά της εποχής των πρώτων γραφομηχανών (από το 1878) και έχει σχεδιαστεί με στόχο να καθυστερεί επαρκώς τους χρήστες έτσι ώστε να μην μπλοκάρουν τη γραφομηχανή. Αν και έχει γίνει εκτεταμένη συζήτηση για τους περιορισμούς της διάταξης QWERTY και έχουν προταθεί εναλλακτικές διατάξεις πλήκτρων, η διάδοση της διάταξης αυτής και κατά συνέπεια ο μεγάλος αριθμός χρηστών της, κάνει την απόσυρση της μη πρακτική.

~	!	@ 2	# 3	\$ £ % §	^ ¶	&	* ✕	() °	- ±	+ ½	← Backspace		
Tab ↹	;	Ϛ	€	P ®	Τ	¥	Θ	U	I	O	Π	{ « } »	Enter ↵
Caps Lock ↑	A	Σ	S	Δ	Φ	Γ	H	Ξ	J	K	Λ	;]
Shift ↑	>	Z	X	Ψ ©	Ω	V	B	N	M	<	.	/	Shift ↓
Ctrl	Win Key	Alt								Alt Gr	Win Key	Menu	Ctrl

Εικόνα 4.1 Το πληκτρολόγιο QWERTY με ελληνικούς και αγγλικούς χαρακτήρες. Πηγή: commons.wikimedia.org.

Άλλες διατάξεις πλήκτρων είναι η διάταξη Dvorak (βλέπε εικόνα 4.2) με την οποία επιτυγχάνεται α) βελτίωση στην ταχύτητα πληκτρολόγησης, της τάξεως του 10%, σε σύγκριση με την QWERTY και β) μείωση

στης μυϊκής κόπωσης, αφού έχει μετρηθεί ότι με το Dvorak μπορεί να δακτυλογραφηθούν το 90% των αγγλικών λέξεων χωρίς τα δάκτυλα να εγκαταλείψουν τη μεσαία σειρά χαρακτήρων (Shneiderman & Plaisant, 2004).

~	!	@	#	\$	%	^	&	*	()	{	}	←
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	[]	Backspace	
Tab	"	<	>	P	Y	F	G	C	R	L	?	+	
Caps Lock	A	O	E	U	I	D	H	T	N	S	-	Enter	
Shift	:	Q	J	K	X	B	M	W	V	Z	Shift		
Ctrl	Win Key	Alt							Alt Gr	Win Key	Menu	Ctrl	

Εικόνα 4.2 Το πληκτρολόγιο Dvorak με αγγλικούς χαρακτήρες. Πηγή: commons.wikimedia.org.

Άλλη διάταξη είναι η αλφαβητική διάταξη ABCDE που προορίζεται για χρήστες χωρίς καμιά εμπειρία και γνώση δακτυλογραφίας, όπως παιδιά πρώτων σχολικών τάξεων, και η οποία διευκολύνει τη νοητική προσπάθεια αναζήτησης χαρακτήρων στο πληκτρολόγιο. Σε σχετική έρευνα όπου συμμετείχαν παιδιά σχολικής ηλικίας (Roussos, 1992), συγκρίθηκε το κλασικό QWERTY με ένα αλφαβητικό πληκτρολόγιο. Η έρευνα με τους μαθητές περιλάμβανε μια σειρά από απλά τεστ με μνημονικές δραστηριότητες και εργασίες επεξεργασίας πληροφοριών. Τα ευρήματα αποκάλυψαν υπεροχή του αλφαβητικού πληκτρολογίου, διότι η διαδικασία αναζήτησης των γραμμάτων στο κλασικό πληκτρολόγιο απαιτεί περισσότερη προσοχή από τα παιδιά, με αποτέλεσμα να επηρεάζει την απόδοσή τους (ταχύτητα, ακρίβεια και εύρος βραχυχρόνιας μνήμης κατά την εκτέλεση των συγκεκριμένων έργων). Παράλληλα φάνηκε ότι, εξαιτίας της τυχαίας διάταξης των γραμμάτων, το QWERTY πληκτρολόγιο, μπορεί να αποβεί εμπόδιο – αντί για – αποτελεσματικό εργαλείο.

Στο κλασικό πληκτρολόγιο κάθε πλήκτρο, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, είναι ένα τετράγωνο 12x12 χιλιοστά, έχει ελαφρώς κοίλη επιφάνεια για καλύτερη επαφή με τα δάκτυλα, απαιτεί δύναμη πίεσης 40 με 124 γραμμάρια για να μετατοπιστεί 3 με 4 χιλιοστά, και παρέχει και ηχητική ανάδραση. Έχει αποδειχθεί ότι η ηχητική και απτική ανάδραση, όπως επίσης και η μετατόπιση, αυξάνουν την ταχύτητα και περιορίζουν τα σφάλματα πληκτρολόγησης (Shneiderman & Plaisant, 2004).

Το κλασικό πληκτρολόγιο εκτός από τα πλήκτρα αλφαριθμητικών (πλήκτρα γραμμάτων, αριθμών, στίξης και συμβόλων), περιλαμβάνει και ειδικά πλήκτρα, όπως είναι τα πλήκτρα ελέγχου και συντομεύσεων (π.χ. CTRL, ALT, ESC), πλήκτρα διαφορετικής λειτουργικότητας ανάλογα με το πρόγραμμα (έχουν την ετικέτα F1, F2 κ.λπ.), πλήκτρα συντομευμένων εντολών (π.χ. PRINT SCREEN, CAPS LOCK), πλήκτρα επεξεργασίας κειμένου (INSERT, DELETE), πλήκτρα περιήγησης (βέλη, HOME, END, PAGE UP, PAGE DOWN), τα οποία μπορούν να υποκαταστήσουν τη δεικτική συσκευή και ειδικό αριθμητικό πληκτρολόγιο (numeric keypad), που χρησιμοποιείται για διευκόλυνση εισαγωγής μεγάλου όγκου αριθμητικών δεδομένων. Στο τελευταίο, τα πλήκτρα είναι ομαδοποιημένα σε ένα τμήμα που μοιάζει με συμβατική αριθμομηχανή, ενώ συναντάται και ως ξεχωριστή συσκευή.

Το πληκτρολόγιο, όπως και οι άλλες συσκευές εισόδου/εξόδου πρέπει να προσαρμοστεί στις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά των χρηστών του καθώς και των εργασιών που αυτοί πρόκειται να πραγματοποιήσουν. Για το λόγο αυτό, έχει αναπτυχθεί πληθώρα άλλων συσκευών εισαγωγής κειμένου, από τις

οποίες μπορεί κανείς να επιλέξει την πιο κατάλληλη, ανάλογα με το χρήστη και την εργασία. Ο ειδικός Επικοινωνίας Ανθρώπου-Υπολογιστή πρέπει κατά την ανάλυση του προβλήματος να καταγράψει τα χαρακτηριστικά αυτά και να κάνει προσεκτική επιλογή της συσκευής. Παραδείγματα εναλλακτικών τέτοιων συσκευών περιγράφονται στην επόμενη ενότητα.

4.1.2 Άλλα είδη πληκτρολογίων

(α) Φορητά πληκτρολόγια

Το μέγεθος του πληκτρολογίου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το εάν υπάρχουν ειδικά πλήκτρα, το μέγεθος των πλήκτρων, την απόσταση μεταξύ των πλήκτρων, και την εργονομική κατασκευή. Τα τελευταία χρόνια, με τη διάδοση υπολογιστών μικρών διαστάσεων (π.χ. έξυπνα τηλέφωνα, ταμπλέτες, υβρίδια κινητού τηλεφώνου-υπολογιστή), έχουν αναπτυχθεί πληκτρολόγια για το συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης. Παραδείγματα τέτοιων πληκτρολογίων φαίνονται στην εικόνα 4.3 και περιλαμβάνουν πληκτρολόγια μικρών διαστάσεων, αναδιπλούμενα ή εύκαμπτα πληκτρολόγια (foldable keyboard), και εικονικά πληκτρολόγια οθόνης (on screen keyboard) ή προβαλλόμενα σε επιφάνεια (projection keyboard). Ωστόσο, στα πληκτρολόγια αυτά οι ταχύτητες πληκτρολόγησης που επιτυγχάνουν οι χρήστες τους είναι σαφώς μειωμένες.



Εικόνα 4.3 Αριστερά: Πληκτρολόγιο QWERTZ μικρών διαστάσεων στο BlackBerry Torch. Πηγή: commons.wikimedia.org. Κέντρο: Εύκαμπτο πληκτρολόγιο της εταιρείας Micro Innovations. Πηγή: commons.wikimedia.org. Δεξιά: Εικονικό πληκτρολόγιο προβαλλόμενο σε επιφάνεια. Πηγή: commons.wikimedia.org.

(β) Πληκτρολόγια τμηματοποίησης των πλήκτρων

Πληκτρολόγια τμηματοποίησης των πλήκτρων φαίνονται στην εικόνα 4.4. Τα πληκτρολόγια αυτά στηρίζονται στην αρχή της αυτονομίας των δύο χεριών κατά τη δακτυλογράφηση και επιτυγχάνουν καλύτερη εργονομία με την τοποθέτησή τους σε μεταβλητή απόσταση, σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε χρήστη. Η εργονομική διάταξη των πλήκτρων στα πληκτρολόγια της εικόνας 4.4 προστατεύει το χρήστη από βλάβες λόγω μακροχρόνιας μυϊκής κόπωσης (repeated strain injury)



Εικόνα 4.4 Αριστερά: Πληκτρολόγιο δύο σταθερών τμημάτων της εταιρείας Truly Ergonomic. Πηγή: commons.wikimedia.org. Δεξιά: Πληκτρολόγιο ανεξάρτητων τμημάτων της εταιρείας Apple. Πηγή: commons.wikimedia.org.

(γ) Πληκτρολόγια ενός χεριού

Τα πληκτρολόγια αυτά είναι βεβαίως πιο δύσχρηστα από τα κλασσικά πληκτρολόγια, όμως υπάρχουν περιπτώσεις που είτε ο χρήστης είτε η εργασία απαιτούν τη χρήση ενός μόνο χεριού για πληκτρολόγηση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα πληκτρολόγια χορδής (chord keyboards), τα οποία εφευρέθηκαν κατά τη δεκαετία του 1970 και έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε σειρά εφαρμογών. Τα πληκτρολόγια αυτά είναι μικρές συσκευές με λίγα πλήκτρα (4 ή 6) και οι χαρακτήρες παράγονται από συνδυασμό των πλήκτρων με τον ίδιο τρόπο που οι νότες παράγονται στα έγχορδα όργανα. Ένα παράδειγμα πληκτρολογίου αυτού του είδους φαίνεται στην εικόνα 4.5. Οι χειριστές πληκτρολογίων αυτής της μορφής πρέπει να ακολουθήσουν μακροχρόνια εκπαίδευση, όμως τελικά μπορούν να επιτύχουν ταχύτητες δακτυλογράφησης υψηλότερες από αυτές των κλασσικών πληκτρολογίων. Τυπικές εφαρμογές τους είναι η τήρηση δικαστικών πρακτικών. Μια άλλη περίπτωση πληκτρολογίων αυτής της κατηγορίας είναι τα πλήρη πληκτρολόγια μιας χειρός ή ειδικά πληκτρολόγια μιας χειρός, όπως αυτό της εικόνας 4.5, που προορίζονται συνήθως για ειδικές χρήσεις ή άτομα με αναπηρίες.



Εικόνα 4.5 Αριστερά: Πληκτρολόγιο χορδής ενός χεριού. Πηγή: flickr.com. Δεξιά: Πληκτρολόγιο ειδικού σκοπού ενός χεριού της εταιρείας MALTRON (από τη συλλογή του Bill Buxton). Πηγή: flickr.com.

4.2 Συσκευές εισόδου: Δεικτικές συσκευές

Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του δρομέα, επιλογή ενός αντικειμένου ή μιας εντολής, το χειρισμό ενός αντικειμένου που έχει ήδη επιλεγεί (περιστροφή, μετακίνηση κ.λπ.), τη σχεδίαση γραμμών, τον ορισμό μιας τιμής. Αυτές οι διαδραστικές ενέργειες έχουν οριστεί από τον Foley (1984). Έχουν ιδιαίτερη σημασία για αλληλεπίδραση με μικρές συσκευές ή μεγάλες οθόνες τοίχου όπου η χρήση πληκτρολογίου ως συσκευή εισόδου δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμη.

Οι συσκευές αυτές απαιτείται να υποστηρίζουν συνεχή κίνηση και να αναπαράγουν την εικόνα του δρομέα στην οθόνη, με ταχύτητα 20 ή 30 φορές ανά δευτερόλεπτο. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η παροχή ανάδρασης στο χρήστη και η δημιουργία εντύπωσης συνεχούς κίνησης του δρομέα. Συσκευές αυτής της κατηγορίας είναι η οθόνη επαφής (touch screen), η φωτογραφίδα (light pen), ο πίνακας ψηφιοποίησης (digitizing tablet), το χειριστήριο joystick, η ιχνοσφαίρα (trackball), το ποντίκι (mouse), και τα πλήκτρα κίνησης δρομέα. Η τελευταία από αυτές είναι συστατικό του κλασσικού πληκτρολογίου και έχει ήδη αναφερθεί.

Οι διαθέσιμες δεικτικές συσκευές μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες: α) έμμεσου ελέγχου εκτός οθόνης, όπως είναι το ποντίκι, η ιχνοσφαίρα, η επιφάνεια επαφής και το χειριστήριο joystick, και β) άμεσου ελέγχου πάνω στην οθόνη, όπως είναι η οθόνη επαφής και η φωτογραφίδα. Οι συσκευές άμεσου ελέγχου είναι πιο εύκολες στην εκμάθηση, αλλά μπορεί να αποκρύπτουν τμήματα της οθόνης ή να απαιτούν τη συνεχή μετακίνηση του χρήστη σε πολύ μεγάλες διαδραστικές οθόνες. Η απόδοση εναλλακτικών δεικτικών συσκευών μπορεί να μετρηθεί με χρήση του νόμου του Fitts, ένα εμπειρικό μοντέλο που προβλέπει το χρόνο που απαιτείται για τη μετακίνηση από μία θέση εκκίνησης σε μία τελική περιοχή-στόχο στην οθόνη (βλέπε κεφάλαιο 2).

4.2.1 Δεικτικές συσκευές έμμεσου ελέγχου

(α) Ποντίκι (mouse)

Το ποντίκι (βλέπε εικόνα 4.6), είναι η πιο διαδεδομένη συσκευή αυτής της κατηγορίας, έχει δε γίνει η συνήθης δεικτική συσκευή αλληλεπίδρασης με προσωπικούς υπολογιστές και εφαρμογές αυτοματισμού γραφείου. Το ποντίκι είναι συνήθως συσκευή διαστάσεων 5x10 εκατοστών, την οποία ο χρήστης μπορεί να κινεί ελεύθερα σε επίπεδη επιφάνεια. Με την κίνηση του αυτή, μεταβάλλει τη θέση του δρομέα στην οθόνη, συνεπώς είναι έμμεση δεικτική συσκευή.

Το μηχανικό ποντίκι περιλαμβάνει μια κυλιόμενη σφαίρα στην κάτω πλευρά της συσκευής, η οποία μεταφέρει την κίνηση κατά τους άξονες X και Y σε ποτενσιόμετρα ή οπτικούς αισθητήρες που βρίσκονται στο εσωτερικό της συσκευής και μεταφέρουν τα σήματα μέσω καλωδίου στον υπολογιστή, ώστε να μεταβάλλεται ανάλογα η θέση του δρομέα στην οθόνη. Σήμερα, τα πλέον διαδεδομένα ποντίκια στηρίζονται στην αναγνώριση της οριζόντιας και κατακόρυφης κίνησης με οπτικά μέσα, τα οποία κινούνται σε κατάλληλη ανακλαστική επιφάνεια. Αυτοί οι τύποι ποντικιού είναι πιο ακριβοί αλλά επηρεάζονται λιγότερο από ρύπους και σκόνη αφού δεν φέρουν μηχανικά μέρη. Ωστόσο, συνήθως δεν λειτουργούν καλά σε επιφάνειες με υψηλό δείκτη διάθλασης, όπως είναι το γυαλί. Υπάρχουν ποντίκια με εργονομική κατασκευή, ενσύρματα ή ασύρματα, με διαφορετικό αριθμό πλήκτρων, διαφορετικό μέγεθος και βάρος, με ή χωρίς μπάρα κύλισης, από τα οποία μπορεί να επιλέξει κανείς βάσει του πλαισίου χρήσης και των αναγκών του.

Πλεονεκτήματα των συσκευών αυτών είναι: α) το χαμηλό κόστος, β) η ευκολία με την οποία μπορεί κανείς να εκτελέσει λειτουργίες όπως επιλογή από μενού και κίνηση του δρομέα, γ) το γεγονός ότι δεν απαιτείται κάποια επιφάνεια εργασίας με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Μειονεκτήματα είναι: α) καταλαμβάνει πολύτιμο χώρο εργασίας στον οποίο πρέπει να κινείται, β) στερείται την ακρίβεια που έχουν συσκευές σταθερής βάσης, γ) δεν είναι κατάλληλο για χώρους με αυξημένη ρύπανση, όπως σκόνη κ.λπ., δ) απαιτεί την ύπαρξη σταθερής επίπεδης επιφάνειας η οποία δεν διατίθεται σε πολλές περιπτώσεις όπως για παράδειγμα σε διάφορα πλαίσια χρήσης φορητών υπολογιστών.



Εικόνα 4.6 Αριστερά: Το πρώτο μηχανικό ποντίκι όπως υλοποιήθηκε από τον εφευρέτη του Douglas Engelbart. Πηγή: commons.wikimedia.org. Δεξιά: Ποντίκι laser με δύο πλήκτρα και ρόδα κύλισης της εταιρείας Microsoft. Πηγή: commons.wikimedia.org.

(β) Ιχνόσφαιρα (trackball)

Η ιχνόσφαιρα είναι συσκευή σταθερής βάσης που περιέχει μια σφαίρα διαμέτρου 1 έως 15 εκατοστών σε κατάλληλη υποδοχή, ελεύθερη να περιστραφεί από το χρήστη. Δίπλα στη σφαίρα έχουν τοποθετηθεί τα πλήκτρα επιλογής. Στην εικόνα 4.7 φαίνονται ιχνόσφαιρες με 2 και 4 πλήκτρα. Η περιστροφή της σφαίρας προς μια κατεύθυνση συνεπάγεται αντίστοιχη κίνηση του δρομέα στην οθόνη. Η ταχύτητα κίνησης της σφαίρας σχετίζεται με την ταχύτητα κίνησης του δρομέα. Η ιχνόσφαιρα επιτρέπει μεγάλη ακρίβεια κίνησης του δρομέα, καθώς είναι εύκολο να μετακινήσει κανείς τη σφαίρα κατά μικρά βήματα ώστε να προσεγγίσει έναν στόχο στην οθόνη, στη συνέχεια δε μπορεί να διατηρήσει το δρομέα σταθερό. Η ιχνόσφαιρα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικά περιβάλλοντα ενσωματωμένη σε κάποια σταθερή επιφάνεια, ώστε να μην καταλαμβάνει ιδιαίτερο χώρο, καθώς και σε φορητές συσκευές αντί για το ποντίκι.



Εικόνα 4.7 Αριστερά: Ιχνόσφαιρα με 2 πλήκτρα της εταιρείας Logitech. Πηγή: commons.wikimedia.org. Δεξιά: Ιχνόσφαιρα με 4 πλήκτρα της εταιρείας Kensington. Πηγή: commons.wikimedia.org.

(γ) Χειριστήριο joystick

Το joystick είναι συσκευή σταθερής βάσης και συνήθως έχει τη μορφή ενός μοχλού-χειριστήριου. Η κίνηση του δρομέα στην οθόνη ελέγχεται με τη μετακίνηση ή εξάσκηση πίεσης πάνω στο χειριστήριο αυτό. Το joystick ονομάζεται ισοτονικό, όταν η μετακίνηση του δρομέα είναι ανάλογη της μετατόπισης του μοχλού και ισομετρικό, όταν είναι ανάλογη της πίεσης που ασκείται.

Τα ισομετρικά joystick θεωρούνται πιο δύσκολα στη χρήση εξαιτίας της έλλειψης της ανάδρασης που δίνει στο χρήστη ένας μοχλός που κινείται. Ωστόσο, λόγω του πολύ μικρού μεγέθους τους, συχνά ενσωματώνονται σε φορητούς υπολογιστές (βλέπε εικόνα 4.8). Συνήθως, το joystick συνοδεύεται από πλήκτρα με διάφορες λειτουργίες, τα οποία βρίσκονται κοντά στο χειριστήριο ή πάνω στο χειριστήριο. Στην εικόνα 4.8 φαίνονται παραδείγματα χειριστηρίων με ένα, δύο και με τρία πλήκτρα.

Το joystick είναι συνεπώς συσκευή που επιτρέπει την ενσωμάτωση πολλαπλών εντολών, όπως παραδείγματος χάριν εντολής κατεύθυνσης κίνησης του δρομέα, καθώς και επιτάχυνσης της κίνησής του που μπορεί να υποδηλώνεται από την απόσταση του χειριστηρίου από την οριζόντια θέση ή από τον βαθμό πίεσης που εξασκείται σε αυτό. Οι συσκευές αυτές είναι ιδιαίτερα χαμηλού κόστους, καταλαμβάνουν μικρό χώρο και λόγω της ενσωμάτωσης μεγάλου αριθμού χειρισμών σε αυτές, θεωρούνται κατάλληλες για μηχανές παιχνιδιών. Επίσης, είναι διαδεδομένη η χρήση τους σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, πιλοτήρια και σε άλλες εφαρμογές.



Εικόνα 4.8 Αριστερά: Ισοτονικό χειριστήριο joystick με 1 πλήκτρο της εταιρείας Atari. Πηγή: commons.wikimedia.org. Κέντρο: Ισοτονικό χειριστήριο joystick με 2 πλήκτρα της εταιρείας Sinclair Research. Πηγή: flickr.com. Δεξιά: Ισομετρικό χειριστήριο με 3 πλήκτρα (προϊόν TrackPoint της εταιρείας IBM). Πηγή: flickr.com.

(δ) Πίνακας ψηφιοποίησης (digitalizing tablet)

Οι πίνακες ψηφιοποίησης (βλέπε εικόνα 4.9) είναι δεικτικές συσκευές σταθερής βάσης, στις οποίες ο χρήστης κινεί μια γραφίδα πάνω σε μια ειδική επιφάνεια. Η επιφάνεια αυτή, έχει την ιδιότητα να αναγνωρίζει την ακριβή θέση της γραφίδας και να την αναπαριστά στην οθόνη του υπολογιστή. Η ακρίβεια και ο ρυθμός καταγραφής είναι συνήθως πολύ μεγάλος και για αυτό οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για εφαρμογές που απαιτούν υψηλή ακρίβεια, όπως βιομηχανική σχεδίαση, χαρτογραφία κ.λπ. Το μέγεθος των πινάκων ψηφιοποίησης διαφέρει και μπορεί να φτάνει μερικά μέτρα, ενώ ο ρυθμός δειγματοληψίας της θέσης της γραφίδας μπορεί να φτάνει εκατοντάδες δείγματα το δευτερόλεπτο. Μια επέκταση του πίνακα ψηφιοποίησης αποτελούν οι τρισδιάστατοι ψηφιοποιητές, οι οποίοι με κατάλληλους δέκτες καταγράφουν συνεχώς τις συντεταγμένες (x,y,z) της γραφίδας στο χώρο.

Ένα από τα πλεονεκτήματα των πινάκων ψηφιοποίησης είναι η δυνατότητα σχετικής ή απόλυτης κίνησης της γραφίδας, δηλαδή η δυνατότητα αντιστοίχισης μιας απόστασης στον πίνακα σε μια πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια απόσταση στην οθόνη. Επίσης, η χρήση τους είναι εύκολη και προφανής. Μειονέκτημά τους είναι το μεγάλο συνήθως κόστος τους, ιδίως για μεγάλους σε μέγεθος πίνακες και η απαίτηση τους για μεγάλο χώρο εργασίας.



Εικόνα 4.9 Πίνακας ψηφιοποίησης της εταιρείας Wacom. Πηγή: flickr.com.

(ε) Επιφάνεια επαφής (touchpad)

Η επιφάνεια επαφής (βλέπε εικόνα 4.10) είναι μία δεικτική συσκευή σταθερής βάσης, που συναντάται συνήθως σε φορητές υπολογιστικές συσκευές. Πρόκειται για μία επιφάνεια που απαντάει σε διάφορες διαστάσεις και σχήματα, και προσφέρει την άνεση και ακρίβεια χρήσης μίας οθόνης επαφής (touchscreen) χωρίς να δημιουργεί προβλήματα απόκρυψης τμημάτων της οθόνης. Από την άλλη μεριά, η ενσωμάτωσή της σε μία υπολογιστική συσκευή απαιτεί επιπρόσθετο χώρο, ο οποίος συχνά δεν είναι διαθέσιμος σε μικρές φορητές συσκευές, όπως για παράδειγμα στα κινητά τηλέφωνα. Ωστόσο, σήμερα είναι διαθέσιμες και επιφάνειες επαφής ως ανεξάρτητες συσκευές που συνδέονται είτε ενσύρματα είτε ασύρματα με υπολογιστικές συσκευές (βλέπε εικόνα 4.10). Συνήθως, η επιφάνεια επαφής συνοδεύεται από πλήκτρα με διάφορες λειτουργίες, ενώ υποστηρίζει και αλληλεπίδραση μέσω χειρονομιών για διάφορες ενέργειες (π.χ. κύλιση, μεγέθυνση, περιστροφή).



Εικόνα 4.10 Αριστερά: Επιφάνεια επαφής ενσωματωμένη σε φορητό υπολογιστή (προϊόν ThinkPad R51 της εταιρείας IBM). Πηγή: flickr.com. Δεξιά: Επιφάνεια επαφής με δυνατότητες ενσύρματης και ασύρματης σύνδεσης (προϊόν Lofree MT-100). Πηγή: flickr.com.

4.2.2 Δεικτικές συσκευές άμεσου ελέγχου

(α) Οθόνη επαφής (touchscreen)

Η οθόνη επαφής έχει την ιδιότητα να αναγνωρίζει τη θέση του δακτύλου του χρήστη ή κάποιου άλλου αντικειμένου που έρχεται σε επαφή με αυτή. Στην ουσία πρόκειται για μικτή συσκευή εισόδου/εξόδου. Η αρχή λειτουργίας της στηρίζεται είτε στην ύπαρξη δεσμίδων φωτός (εκτός του ορατού φάσματος) στην επιφάνεια, οι οποίες διακόπτονται από το δάκτυλο του χρήστη, είτε σε επάλληλα πλέγματα αντιστάσεων και αγωγών των οποίων η τιμή αλλάζει με την επαφή ή την προσέγγιση του αντικειμένου στην οθόνη. Η σύγχρονη τεχνολογία πολύ-αφής (multi-touch) επιτρέπει την ανίχνευση πολλαπλών σημείων επαφής και έντασης της επαφής.

Οι συσκευές αυτές δεν απαιτούν από το χρήστη ιδιαίτερη εκπαίδευση, ούτε ιδιαίτερες ικανότητες συγχρονισμού ματιού/χεριού, όπως απαιτεί η χρήση των παραδοσιακών δεικτικών συσκευών, αφού χρησιμοποιείται συνήθως απευθείας το ανθρώπινο χέρι. Οι οθόνες επαφής είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε εφαρμογές όπου το φάσμα των χρηστών είναι μεγάλο, όπου οι χρήστες δεν έχουν δυνατότητα χρήσης ειδικών δεικτικών συσκευών ή όπου άλλες δεικτικές συσκευές ή πληκτρολόγια δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν λόγω κινδύνου βανδαλισμού ή λόγω της ρύπανσης του περιβάλλοντος χώρου. Τέτοιες εφαρμογές είναι για παράδειγμα κιόσκια παροχής πληροφοριών και υπηρεσιών προς το κοινό που βρίσκονται σε δημόσιους χώρους.

Οι συσκευές αυτές έχουν τα εξής μειονεκτήματα: α) η τοποθέτηση τους πρέπει να είναι διαφορετική από τη συνήθη κατακόρυφη θέση των οθονών, αλλιώς η χρήση τους γίνεται ιδιαίτερα κουραστική για το χρήστη, β) η συνεχής επαφή ανθρώπινων χεριών στην οθόνη τη ρυπαίνει και μειώνει την ευκρίνεια της, γ) το ανθρώπινο δάκτυλο λόγω του μεγέθους του αποκρύπτει σχετικά μεγάλα τμήματα της οθόνης, και κάνει δύσκολη την επιλογή περιοχών κάτω από αυτό, δ) η επιλογή μικρών περιοχών της οθόνης καθίσταται δυσχερής με το δάκτυλο (fat finger problem: τα μενού επιλογής και οι άλλες ευαίσθητες περιοχές της οθόνης πρέπει να έχουν μέγεθος αντίστοιχο με το μέσο ανθρώπινο δάκτυλο), ε) μερικές εργασίες όπως η χάραξη ευθύγραμμων τμημάτων είναι ιδιαίτερα δύσκολη με το ανθρώπινο χέρι.

(β) Φωτογραφίδα (lightpen)

Η φωτογραφίδα (βλέπε εικόνα 4.11), είναι μια δεικτική συσκευή που μοιάζει με στυλό, και είναι συνήθως προσαρμοσμένη μέσω καλωδίου στην οθόνη του υπολογιστή. Μέσω της συσκευής αυτής, η οποία εκπέμπει φωτεινή δέσμη, ο χρήστης δείχνει κατευθείαν στην οθόνη του υπολογιστή. Η φωτογραφίδα επιτρέπει το χειρισμό αντικειμένων στην οθόνη με μεγάλη ακρίβεια, χρησιμοποιείται δε ιδιαίτερος, είτε όταν απαιτείται αυξημένη ακρίβεια, είτε όταν δεν υπάρχει χώρος επίπεδος για τη λειτουργία άλλης επιτραπέζιας δεικτικής συσκευής.

Η φωτογραφίδα περιέχει έναν οπτικό αισθητήρα, ο οποίος αναγνωρίζει τη δέσμη ηλεκτρονίων που σαρώνει την οθόνη, όταν αυτή διέλθει από το σημείο στο οποίο δείχνει. Όταν αυτό συμβεί, στέλνεται ένα σήμα μέσω της κατάλληλης διεπιφάνειας στον υπολογιστή, ο οποίος αναγνωρίζει τις συντεταγμένες X,Y της θέσης της γραφίδας. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε κάθε σάρωση της οθόνης. Επιλογές μπορούν να πραγματοποιηθούν με ενεργοποίηση κατάλληλου πλήκτρου που βρίσκεται πάνω στη γραφίδα.



Εικόνα 4.11 Φωτογραφίδα της εταιρείας Microdigital. Πηγή: commons.wikimedia.org.

4.2.3 Δεικτικές συσκευές ειδικών χρήσεων

Εκτός από τις συσκευές που αναφέρθηκαν, υπάρχουν και άλλες συσκευές που συνεχώς αναπτύσσονται και προτείνονται για ειδικές χρήσεις. Ακολουθούν στη συνέχεια, χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων συσκευών.

(α) Δεικτικές συσκευές χωρίς χρήση χεριών

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πολύ δύσκολη ή και αδύνατη η χρήση των χεριών για τον έλεγχο μίας δεικτικής συσκευής. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στο πλαίσιο της εργασίας (π.χ. τα χέρια είναι απασχολημένα) είτε σε προσωρινά ή μόνιμα κινητικά προβλήματα στα χέρια του χρήστη (π.χ. τραυματισμός, νόσος Πάρκινσον). Στην εικόνα 4.12 παρουσιάζεται μία δεικτική συσκευή εδάφους την οποία ο χρήστης χειρίζεται με τα πόδια. Επίσης, υπάρχουν συσκευές που προσαρμόζονται στο κεφάλι (head-mounted), η κίνηση των οποίων κατευθύνει τον δρομέα (βλέπε εικόνα 4.12).



Εικόνα 4.12 Αριστερά: Δεικτική συσκευή εδάφους (προϊόν No Hands Mouse της εταιρείας Curson, από τη συλλογή του Bill Buxton). Πηγή: Αβούρης (2000). Δεξιά: Δεικτική συσκευή προσαρμοσμένη στο κεφάλι (head-stick ή head-wand) ενός χρήστη με τετραπληγία. Πηγή: en.wikimedia.org.

(β) Ανίχνευση οφθαλμικών εστιάσεων (eye-tracking)

Οι συσκευές ανίχνευσης και καταγραφής οφθαλμικών εστιάσεων (eye-trackers) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δεικτικές συσκευές, και είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για άτομα με κινητικές αναπηρίες. Οι συσκευ-

ές αυτές χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνικές αναγνώρισης εικόνας για να εντοπίζουν το τρέχον σημείο της οθόνης στο οποίο εστιάζει ο χρήστης, καθώς επίσης και τη διάρκεια της οφθαλμικής του εστίασης. Η μετακίνηση του δρομέα ακολουθεί τις οφθαλμικές κινήσεις του χρήστη (saccades), ενώ χρησιμοποιούνται οφθαλμικές εστιάσεις (fixations), με διάρκεια από 200 έως 600 χιλιοστά του δευτερολέπτου, για την επιλογή ενός αντικειμένου ή μιας εντολής. Ωστόσο, κάθε οφθαλμική κίνηση ή εστίαση του χρήστη μπορεί να ενεργοποιήσει μία επιλογή ή εντολή χωρίς τη θέλησή του (π.χ. ο χρήστης μπορεί απλά να ήθελε να διαβάσει την περιγραφή ενός υπερσυνδέσμου και όχι να τον επιλέξει), πρόβλημα που είναι γνωστό ως το “Άγγιγμα του Μίδα” και η αντιμετώπισή του αποτελεί αντικείμενο έρευνας.

(γ) Γάντι δεδομένων (dataglove ή cyberglove)

Το γάντι δεδομένων (βλέπε εικόνα 4.13) είναι μία συσκευή εισόδου στην οποία χρησιμοποιούνται αισθητήρες για την ανίχνευση της σχετικής θέσης των δακτύλων του χεριού ενός χρήστη. Ως εκ τούτου, κατάλληλο λογισμικό μπορεί να αναγνωρίσει εντολές-χειρονομίες που αντιστοιχούν σε «δείξιμο με το δείκτη του χεριού», «κλειστή γροθιά», «ανοικτή παλάμη», «σηκωμένο αντίχειρα» κ.λπ. Συνδυάζοντάς το με μία συσκευή ανίχνευσης της κίνησης του χεριού (hand-tracker), γίνεται εφικτή η αναγνώριση της τρισδιάστατης θέσης και προσανατολισμού του χεριού, και άρα η χρήση περισσότερων χειρονομιών. Με αυτόν τον τρόπο, η αλληλεπίδραση γίνεται πιο φυσική, αλλά απαιτείται σημαντική εκπαίδευση των χρηστών όταν χρησιμοποιούνται πάνω από έξι χειρονομίες (Shneiderman & Plaisant, 2004). Το γάντι δεδομένων μπορεί να καταστήσει εφικτή την ανάπτυξη εξειδικευμένων εφαρμογών, όπως η αναγνώριση κάποιων νοηματικής γλώσσας ή διεξαγωγή μίας εικονικής μουσικής παράστασης.



Εικόνα 4.13 Γάντι δεδομένων που χρησιμοποιείται ως δεικτική συσκευή. Πηγή: commons.wikimedia.org.

4.2.4 Παράδειγμα επιλογής δεικτικής συσκευής

Ένα σύνηθες πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο σχεδιαστής διαδραστικών συστημάτων, είναι η επιλογή κατάλληλης συσκευής ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των χρηστών και των εργασιών που αυτοί πρέπει να εκτελέσουν. Στην ενότητα αυτή θα αναλυθεί ένα τέτοιο πρόβλημα.

Περιγραφή προβλήματος: Έστω ότι πρέπει να επιλέξουμε κατάλληλη δεικτική συσκευή για ένα σύστημα CAD (computer-aided design) σχεδίασης κυκλωμάτων μεγάλης ακριβείας. Έστω ότι έχουμε καταλήξει στις εξής συσκευές, μεταξύ των οποίων πρέπει να επιλέξουμε: α) χειριστήριο joystick, β) ποντίκι ή γ) ιχνόσφαιρα (trackball). Επίσης, ας υποθέσουμε ότι από την ανάλυση εργασιών, έχουν προκύψει οι εξής

ειδικές εργασίες, τις οποίες πρέπει να λάβουμε υπόψη μας για την επιλογή συσκευής: α) ανάγκη συχνής μετακίνησης μεταξύ περιοχών του σχεδίου (panning) και β) εστίασης σε λεπτομέρειες του σχεδίου (zooming).

Δυνατοί χειρισμοί ανά συσκευή και εργασία: Είμαστε υποχρεωμένοι να εξετάσουμε τους χειρισμούς που μας επιτρέπει να εκτελέσουμε κάθε συσκευή, για την πραγματοποίηση των εργασιών αυτών. Στη συνέχεια, θα πρέπει να μελετήσουμε το πρόβλημα από την αρχή για την περίπτωση που χρειάζεται να γίνονται ταυτόχρονα οι δυο εργασίες (panning- zooming).

Αρχικά εξετάζουμε τους δυνατούς χειρισμούς ανάλογα με τη συσκευή.

A) Για την κίνηση στο σχέδιο:

- Χειριστήριο: πίεση του χειριστηρίου προς την κατεύθυνση κίνησης.
- Ιχνόσφαιρα: κύλιση της σφαίρας προς την κατεύθυνση κίνησης.
- Ποντίκι: μετακίνηση του ποντικιού προς την κατεύθυνση κίνησης.

B) Για την εστίαση σε περιοχή του σχεδίου:

- Χειριστήριο: στροφή του στελέχους του χειριστηρίου δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα ανάλογα με την κατεύθυνση εστίασης (μεγέθυνση = δεξιόστροφη κίνηση, σμίκρυνση = αριστερόστροφη).
- Ιχνόσφαιρα: στροφή της σφαίρας χωρίς κύλιση κατά αντίστοιχο τρόπο.
- Ποντίκι: το ποντίκι δεν υποστηρίζει την κίνηση αυτή, συνεπώς θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με λογισμικό-χειριστήριο.

Γ) Για τη συνδυασμένη κίνηση εστίασης και μετακίνησης:

- Χειριστήριο: πίεση και στροφή του χειριστηρίου.
- Ιχνόσφαιρα: κύλιση και στροφή της σφαίρας είναι σχεδόν αδύνατη.
- Ποντίκι: δεν υποστηρίζεται ο χειρισμός, θα πρέπει να δημιουργηθεί κατάλληλο σύνθετο εργαλείο-χειριστήριο από το λογισμικό.

Επιλογή Συσκευής: Για την εργασία μετακίνησης, αν αναλογιστούμε την ακρίβεια που απαιτείται κατά τη μετατόπιση σε ένα σύνθετο κύκλωμα, η ιχνόσφαιρα έχει σαφή πλεονεκτήματα. Η αμέσως επόμενη επιλογή είναι το ποντίκι και η τελευταία επιλογή είναι το χειριστήριο. Για την εργασία εστίασης, η ιχνόσφαιρα και το χειριστήριο είναι και οι δύο επαρκείς χωρίς κάποια να πλεονεκτεί έναντι της άλλης, ενώ το ποντίκι δεν είναι κατάλληλο. Τέλος για την περίπτωση της συνδυασμένης εστίασης-μετακίνησης, που είναι πιο δύσκολη εργασία, το ποντίκι είναι και πάλι ακατάλληλο, η ιχνόσφαιρα παρουσιάζει δυσκολίες, ενώ το χειριστήριο φαίνεται να είναι το πιο κατάλληλο από τα άλλα δύο για αυτή την εργασία.

Το συμπέρασμα από τη μελέτη αυτή, την οποία είμαστε συχνά υποχρεωμένοι να κάνουμε κατά τη σχεδίαση ενός διαδραστικού συστήματος, είναι ότι η επιλογή κατάλληλης συσκευής εξαρτάται σημαντικά από το είδος της εργασίας που θα εκτελέσουμε με αυτή.

4.3 Συσκευές εξόδου: Οθόνες

Οι οθόνες μπορούν να διαχωριστούν σε παραδοσιακές και επίπεδες. Οι παραδοσιακές οθόνες είναι αυτές του καθοδικού σωλήνα (Cathode Ray Tube, CRT) και αποτελούν την ιστορικά παλαιότερη τεχνολογία οθονών. Σήμερα, η χρήση οθονών CRT στους υπολογιστές έχει υποχωρήσει σε πολύ μεγάλο βαθμό, λόγω

των πρακτικών πλεονεκτημάτων των επίπεδων οθονών. Στην ενότητα αυτή περιγράφονται σύντομα τα βασικά χαρακτηριστικά και οι τεχνολογίες των οθονών έτσι ώστε ο ειδικός Επικοινωνίας Ανθρώπου-Υπολογιστή να μπορεί να κάνει προσεκτική επιλογή της συσκευής ανάλογα με τις εργασίες που θα υποστηρίζει και το πλαίσιο χρήσης της.

4.3.1 Βασικά χαρακτηριστικά οθονών

Ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά των οθονών είναι οι φυσικές διαστάσεις, η ανάλυση, ο λόγος διαστάσεων των δύο πλευρών (aspect ratio), ο αριθμός διαθέσιμων χρωμάτων, η συχνότητα ανανέωσης (refresh rate), ο λόγος αντίθεσης, η κατανάλωση ισχύος και το κόστος τους.

Οι φυσικές διαστάσεις μίας οθόνης εκφράζονται σε ίντσες (1 ίντσα = 2,54 εκατοστά) και τυπικά περιλαμβάνουν τη διαγώνιο του ορατού πλαισίου και το βάθος της. Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μία τάση για λεπτές οθόνες με ολόενα και αυξανόμενο μέγεθος διαγωνίου, ακόμη και σε φορητές συσκευές. Η ανάλυση περιγράφει το μέγιστο αριθμό εικονοστοιχείων (picture element = pixel: το μικρότερο στοιχείο από το οποίο αποτελείται μία εικόνα) που μπορεί να απεικονίσει η οθόνη σε κάθε μία από τις δύο διαστάσεις. Για δεδομένες φυσικές διαστάσεις οθόνης, υψηλότερη ανάλυση σημαίνει μεγαλύτερη λεπτομέρεια στην εικόνα και μεγαλύτερο αριθμό αντικείμενων που μπορούν να αναπαρασταθούν στην οθόνη. Ταυτόχρονα σημαίνει όμως ότι μπορούν να αναπαρασταθούν στην οθόνη και αντικείμενα μικρότερα και πιο δυσδιάκριτα. Μεγαλύτερες φυσικές διαστάσεις της οθόνης μπορούν να υποστηρίξουν μεγαλύτερη ανάλυση, αλλά ταυτόχρονα αυξάνουν το βάρος της οθόνης και μειώνουν τη δυνατότητα χρήσης της σε φορητές συσκευές. Ο λόγος διαστάσεων των δύο πλευρών του ορατού πλαισίου καθορίζει το πόσο πλατιά (wide) είναι μία οθόνη. Η τάση των τελευταίων ετών είναι για όλο και πλατύτερες οθόνες.

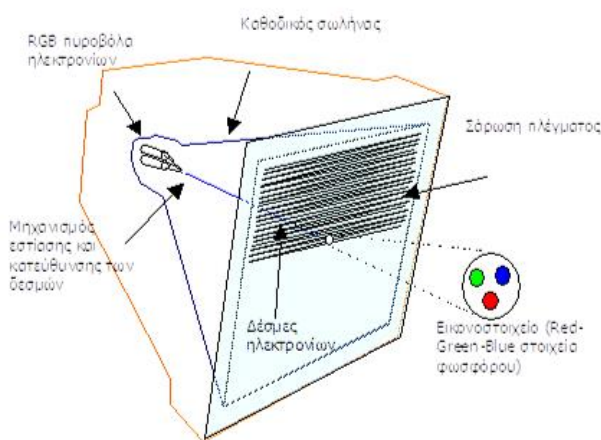
Μία οθόνη μπορεί να είναι μονόχρωμη ή να υποστηρίζει έως και εκατομμύρια χρώματα που προκύπτουν από ανάμειξη των βασικών χρωμάτων με διαφορετική ένταση (κόκκινο, πράσινο, μπλε: Red, Green, Blue=RGB). Η συχνότητα ανανέωσης μιας οθόνης μετράται σε Hertz και αναφέρεται στον αριθμό των εικόνων που προβάλλονται ανά δευτερόλεπτο προκειμένου να δημιουργείται η ψευδαίσθηση της αδιάταρακτης συνέχειας της κίνησης και είναι ιδιαίτερη σημαντική σε γρήγορα μεταβαλλόμενες εικόνες (π.χ. πολυμέσα, παιχνίδια). Ο λόγος αντίθεσης εκφράζει την αναλογία φωτεινότητας του λευκού χρώματος προς το μαύρο (π.χ. 500:1 σημαίνει ότι μπορεί να απεικονίσει το λευκό με 500 φορές μεγαλύτερη φωτεινότητα σε σχέση με το μαύρο) και είναι σημαντικός σε πλαίσιο χρήσης με πολύ ισχυρό περιβάλλοντα φωτισμό ή κατά την παρακολούθηση πολυμέσων. Σήμερα, η κατανάλωση ισχύος των οθονών είναι ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό καθώς η οθόνη αποτελεί τον πλέον ενεργοβόρο πόρο σε φορητές (portable) και φορητές (wearable) υπολογιστικές συσκευές.

4.3.2 Οθόνες καθοδικού σωλήνα (Cathode Ray Tube, CRT)

Η αρχή λειτουργίας των οθονών καθοδικού σωλήνα μοιάζει με αυτή των πρώτων τηλεοπτικών συσκευών (βλέπε εικόνα 4.14). Το κύριο τμήμα της οθόνης είναι ένας καθοδικός σωλήνας, στο πρόσθιο τμήμα του οποίου ευρίσκεται μια επίπεδη επιφάνεια καλυμμένη με στοιχεία φωσφόρου που ακτινοβολεί όταν πέφτουν πάνω του ηλεκτρόνια υψηλής ενέργειας. Τα ηλεκτρόνια παράγονται στο πίσω μέρος του σωλήνα από συσκευές που ονομάζονται πυροβόλα ηλεκτρονίων. Αυτά (ενν. τα ηλεκτρόνια), κατευθύνονται μέσω μηχανισμού εστίασης και κατεύθυνσης σε σημεία της οθόνης στα οποία διεγείρουν τους κόκκους φωσφόρου και φωτίζουν την επιφάνεια της οθόνης. Σε μονόχρωμες οθόνες CRT υπάρχει ένα πυροβόλο ηλεκτρονίων, ενώ σε έγχρωμες οθόνες CRT υπάρχουν τρία και παράγουν δέσμες ηλεκτρονίων που κατευθύνονται αντίστοιχα σε στοιχεία φωσφόρου ευαίσθητα σε καθένα από τα τρία βασικά χρώματα. Οι διαστά-

σεις των οθονών αυτής της κατηγορίας κυμαίνονται από 2 έως 30 ίντσες για τη διαγώνιο του ορατού πλαισίου και βάθος περίπου ίσο με τη διαγώνιο, με τις πιο δημοφιλείς να έχουν διαγώνιο από 11 έως 17 ίντσες (Shneiderman & Plaisant, 2004).

Στα πλεονεκτήματα των συσκευών αυτών συγκαταλέγονται ο υψηλός λόγος αντίθεσης, η δυνατότητα υποστήριξης πολλών αναλύσεων και γωνιών θέασης, η ανθεκτικότητα σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, και το χαμηλό σχετικά κόστος, ιδίως για μεσαία ανάλυση και μέγεθος. Το κύριο μειονέκτημα είναι ο όγκος που καταλαμβάνουν, ενώ έχουν εκφραστεί ανησυχίες για τις επιπτώσεις που μπορεί να προκαλούνται στην υγεία των χρηστών που εκτίθενται σε μακροχρόνια επαφή με αυτές. Τα θέματα υγείας συνδέονται με τις ακτινοβολίες (X, υπέρυθρη και υπεριώδης από τους κόκκους φωσφόρου) καθώς και με την επίδραση στον άνθρωπο, του ηλεκτροστατικού και ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τους μηχανισμούς κατεύθυνσης της δέσμης ηλεκτρονίων.



Εικόνα 4.14 Αριστερά: Αρχή λειτουργίας οθόνης καθοδικού σωλήνα ηλεκτρονίων (CRT). Δεξιά: Εύκαμπτη αναδιπλούμενη οθόνη LED-LCD. Πηγή: flickr.com.

4.3.3 Επίπεδες οθόνες

Οι επίπεδες οθόνες μπορούν να διαχωριστούν με βάση την τεχνολογία τους σε οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD), που περιλαμβάνει τις τεχνολογίες λεπτού στρώματος τρανζίστορ (Thin Film Transistor LCD, TFT-LCD) και διόδων εκπομπής φωτός (Light Emitting Diode LCD, LED-LCD), και τις οθόνες plasma. Σήμερα, οι επίπεδες οθόνες TFT-LCD είναι αυτές με την πιο μεγάλη διάδοση.

(α) Επίπεδες οθόνες LCD (Liquid Crystal Displays)

Η αρχή λειτουργίας των οθονών LCD είναι η εξής: Ένα λεπτό στρώμα υγρών κρυστάλλων βρίσκεται μεταξύ δύο πλαστικών επιφανειών. Η μπροστινή επιφάνεια είναι διαφανής ενώ η πίσω είναι ανακλαστική. Φως, που προέρχεται από μια εξωτερική πηγή, περνάει μεταξύ των υγρών κρυστάλλων, ανακλάται στην πίσω επιφάνεια και επιστρέφει στο χρήστη. Όταν αναπτυχθεί ηλεκτρική τάση ορισμένης τιμής σε κάποιο σημείο μεταξύ των δύο επιφανειών, αλλάζει η πόλωση των κρυστάλλων, με συνέπεια να αλλάζει η διαθλαστική τους συμπεριφορά και να σταματάει η διέλευση φωτός μέσω του τμήματος αυτού και συνεπώς η εκπομπή φωτός. Στο σημείο αυτό δημιουργείται ένα σκοτεινό σημείο. Με τον τρόπο αυτό, δηλαδή με-

ταβάλλοντας την τάση στα διάφορα εικονοστοιχεία, είναι δυνατή η δημιουργία συμβόλων, χαρακτήρων κ.λπ.

Οι οθόνες αυτού του τύπου είναι ελαφρές στην κατασκευή, καταλαμβάνουν ελάχιστο όγκο σε σχέση με αυτές του καθοδικού σωλήνα, είναι σχετικά οικονομικές για μικρές διαστάσεις και δεν καταναλώνουν μεγάλη ενέργεια. Για τους λόγους αυτούς έχουν μεγάλη διάδοση στους προσωπικούς υπολογιστές και σε φορητές υπολογιστικές συσκευές. Επίσης, στις οθόνες αυτές είναι αισθητά μειωμένοι οι κίνδυνοι από ακτινοβολίες και η εικόνα τους είναι πολύ πιο σταθερή λόγω των ιδιοτήτων των υγρών κρυστάλλων να παρουσιάζουν αδράνεια στην αλλαγή κατάστασης. Μειονεκτήματα είναι η μικρή φωτεινότητα της εικόνας τους, ο αργός ρυθμός ανανέωσης της εικόνας που τις κάνει ακατάλληλες για κινούμενες εικόνες και video, η χαμηλή λαμπρότητα των χρωμάτων, το μικρό εύρος γωνιών παρατήρησης από τις οποίες ο χρήστης έχει καλή οπτική εικόνα, η ανάγκη ύπαρξης ισχυρής εξωτερικής πηγής φωτός για τη δημιουργία καλής εικόνας, το πολύ υψηλό κόστος τους για οθόνες μεγάλων διαστάσεων.

(β) Επίπεδες οθόνες TFT-LCD (Thin Film Transistor LCD)

Μερικά από τα μειονεκτήματα των οθονών LCD προσπαθεί να αντιμετωπίσει η τεχνολογία λεπτού στρώματος τρανζίστορ, γνωστές ως TFT-LCD. Οι οθόνες αυτού του τύπου έχουν στην μια από τις δύο επιφάνειες που περικλείουν τους υγρούς κρυστάλλους, ένα στρώμα από μικροσκοπικά τρανζίστορ, καθένα από τα οποία ελέγχει την πολικότητα των κρυστάλλων ενός εικονοστοιχείου της οθόνης. Μέσω των τρανζίστορ αυτών επιτυγχάνεται ταχύτερος έλεγχος των εικονοστοιχείων και καλύτερη φωτεινότητα, ιδίως στις έγχρωμες επίπεδες οθόνες. Επίσης, με διάφορες τεχνικές έλεγχου της πόλωσης των κρυστάλλων (supertwisted crystals) γίνονται προσπάθειες να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της μειωμένης γωνίας θέασης του χρήστη. Καθώς βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά τους, οι επίπεδες οθόνες έχουν εξαπλωθεί παντού.

(γ) Επίπεδες οθόνες LED-LCD (Light Emitting Diode LCD)

Οι οθόνες LED-LCD χρησιμοποιούν ακριβώς την ίδια τεχνολογία με τις οθόνες LCD με μία μόνο διαφορά: το φως που πέφτει πίσω από τους υγρούς κρυστάλλους δεν αναπαράγεται με φωτισμό αλλά με μικροσκοπικά λαμπάκια LED μεγάλης φωτεινότητας. Οι οθόνες LED-LCD επιτυγχάνουν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας, φυσικότητα στην κίνηση τόσο σε βίντεο όσο και σε απαιτητικά παιχνίδια δράσης, και υψηλότερο λόγο αντίθεσης. Επίσης, παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία ως προς τον τρόπο κατασκευής τους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία εύκαμπτων οθονών (βλέπε εικόνα 4.14) με σημαντικές εφαρμογές σε φορητά υπολογιστικά συστήματα (wearable computing).

(δ) Επίπεδες οθόνες plasma

Οι επίπεδες οθόνες plasma διαθέτουν μικρές γυάλινες κυψέλες που περιέχουν κάποιο ευγενές αέριο (π.χ. νέο, ξένο) ή μίξη τους υπό χαμηλή πίεση. Όταν διοχετευτεί σε αυτούς τους θαλάμους ηλεκτρική ενέργεια υψηλής τάσης, τότε τα ευγενή αέρια διεγείρονται και εκπέμπουν υπεριώδη ακτινοβολία, η οποία με τη σειρά της διεγείρει τα μόρια του φωσφόρου που βρίσκεται στα τοιχώματα των θαλάμων, προκαλώντας έτσι την εκπομπή φωτός του αντίστοιχου χρώματος με αυτό του φωσφόρου. Η τεχνολογία plasma προσφέρει πολύ φωτεινές και καθαρές εικόνες από διάφορες γωνίες θέασης, κάτι που την καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλη για χρήση σε οθόνες μεγάλων διαστάσεων (βλέπε επόμενη ενότητα). Το κύριο μειονεκτήματός τους είναι η σχετικά υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας συγκριτικά με οθόνες LCD του ίδιου μεγέθους.

4.3.4 Μεγάλες και μικρές οθόνες

Ένα φαινόμενο που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, είναι η ανάπτυξη νέων γενιών διαδραστικών συστημάτων που χρησιμοποιούν είτε μικρές είτε μεγάλες οθόνες. Οι νέες αυτές συσκευές επιφέρουν αλλαγές στον τρόπο επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή. Επίσης, υπάρχουν οθόνες για ειδικές χρήσεις, όπως οι οθόνες Braille που χρησιμοποιούνται από άτομα τυφλά. Οι τελευταίες στηρίζουν τη λειτουργία τους στην ανύψωση ακίδων μέσα από τις τρύπες μιας επίπεδης επιφάνειας έτσι ώστε να σχηματιστούν χαρακτηριστές του κώδικα Braille, του συστήματος γραφής και ανάγνωσης των ατόμων με απώλεια όρασης.

(α) Μικρές οθόνες για φορητές συσκευές

Η χρήση φορητών συσκευών γνωρίζει πλέον ευρεία διάδοση τόσο σε οικιακές όσο και σε επαγγελματικές εφαρμογές. Ιατρικές εφαρμογές ενημερώνουν τον θεράποντα ιατρό με βάση τα βιολογικά σήματα του ασθενή, μαθητές χρησιμοποιούν μικρές οθόνες σε φορητές συσκευές για συνεργατική επίλυση προβλημάτων, ρολόγια αποτελούν πλέον υπολογιστικές συσκευές με μικρές οθόνες και διάφορες λειτουργίες.

Σε αυτό το πλαίσιο χρήσης, η επιλογή αντικειμένων ή εντολών με το δάκτυλο μπορεί να καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη και ο χρήστης να καταλήγει σε λανθασμένες επιλογές εξαιτίας του μικρού μεγέθους των στόχων ή της γειννίας τους, πρόβλημα που είναι γνωστό ως “fat-finger problem”. Επίσης, εξαιτίας του μικρού μεγέθους της οθόνης η χρήση κάποιων υπηρεσιών, όπως η αναζήτηση πληροφορίας και η πλοήγηση στον Ιστό, γίνεται ιδιαίτερα δύσκολη (Jones, Buchanan, & Thimbleby, 2003) και εγείρει νέα σχεδιαστικά ζητήματα.

Ορισμένες από τις λύσεις που έχουν προταθεί για τη μετάβαση υπηρεσιών και πληροφορίας από οθόνες κανονικού μεγέθους σε μικρές οθόνες είναι οι εξής (Mackay & Watters, 2003): α) απευθείας μετασχηματισμός του περιεχομένου σε μία ακολουθία από επιμέρους τμήματα στα οποία ο χρήστης μεταβαίνει με κατακόρυφη κύλιση λαμβάνοντας υπόψη όμως, ότι η σειριακή κατακόρυφη ανάγνωση κάνει δύσκολες τις συγκρίσεις σε διαφορετικά τμήματα του ίδιου εγγράφου, β) τροποποίηση της πληροφορίας χρησιμοποιώντας τεχνικές σύνοψης κειμένου ή δημιουργίας μικρότερων εικόνων, γ) συμπίεση της πληροφορίας που μπορεί να γίνει με τη διαγραφή κάποιων τμημάτων του εγγράφου ή με τη δειγματοληπτική επιλογή λέξεων, και δ) χρήση τεχνικών οπτικοποίησης ως μέσο πρόσβασης στην αρχική πληροφορία. Επιπρόσθετα, η μειωμένη αναγνωσιμότητα κειμένου σε οθόνη μπορεί να αποτελέσει σημαντικό πρόβλημα σε μικρές οθόνες, ιδιαίτερα σε περιβάλλον χαμηλού φωτισμού ή για άτομα με μειωμένη όραση. Ως εκ τούτου, χρειάζεται να υποστηρίζεται η δυνατότητα προσαρμογής του μεγέθους της γραμματοσειράς. Οι περισσότερες από αυτές τις τεχνικές εφαρμόζονται στον λεγόμενο προσαρμοστικό σχεδιασμό (responsive design).

Η ανάγνωση κειμένου σε μικρές οθόνες μπορεί επίσης να υποστηριχθεί αποτελεσματικά μέσω της τεχνικής της γρήγορης σειριακής οπτικής παρουσίασης (rapid serial visual presentation, rsvp), η οποία παρουσιάζει δυναμικά το κείμενο με σταθερή ταχύτητα ή με ταχύτητα που είναι προσαρμοσμένη στο περιεχόμενο. Μελέτη έχει καταδείξει ότι η χρήση της τεχνικής αυτής βελτίωσε κατά 33% την ταχύτητα ανάγνωσης μικρών κειμένων (Öquist & Goldstein, 2003).

(β) Μεγάλες οθόνες σε κοινή θέα

Οι μεγάλες οθόνες σε κοινή θέα που τοποθετούνται σε εσωτερικούς ή σε εξωτερικούς ιδιωτικούς ή δημόσιους χώρους γνωρίζουν μεγάλη εξάπλωση τα τελευταία χρόνια. Ένας διαχωρισμός που μπορεί να γίνει είναι ο εξής: α) μεγάλες οθόνες πληροφόρησης, οι οποίες παρέχουν κοινόχρηστες πληροφορίες σε χρήστες που στέκονται σε απόσταση από τις οθόνες, και β) διαδραστικές μεγάλες οθόνες, οι οποίες προσκα-

λούν τους χρήστες να έρθουν κοντά τους για να αλληλεπιδράσουν είτε μεμονωμένα είτε μαζί με άλλους ανθρώπους.

Οι μεγάλες οθόνες πληροφόρησης έχουν ευρεία εφαρμογή σε δωμάτια ελέγχου ενός συστήματος ή μίας κατάστασης (π.χ. έλεγχος κυκλοφορίας, στρατιωτικός συντονισμός, αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων), υπηρεσίες ενημέρωσης επιβατών (π.χ. δρομολόγια τρένων, αεροπλάνων), υποστήριξη ομάδων για τη συνεργατική επίτευξη ενός σκοπού (π.χ. ανταλλαγή ερευνητικών δεδομένων, λήψη μίας απόφασης, μάθηση) κ.λπ. Οι διαδραστικές μεγάλες οθόνες σε κοινή θέα μπορεί να παρέχουν μία (single-purpose) ή περισσότερες (multi-purpose) εφαρμογές/υπηρεσίες που αφορούν σε ψυχαγωγία, εύρεση διαδρομής, αναζήτηση πληροφορίας, μάθηση, ψηφοφορίες κ.λπ.

Οι διαδραστικές οθόνες σε κοινή θέα απαιτούν υψηλότερη ανάλυση, παρόμοια με επιτραπέζια συστήματα, επειδή ο χρήστης βρίσκεται σε σχετικά μικρή απόσταση από την οθόνη συγκριτικά με τις μεγάλες οθόνες πληροφόρησης σε κοινή θέα. Επίσης, στις διαδραστικές μεγάλες οθόνες, η χρήση παραδοσιακών τεχνικών επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή, όπως οι δεικτικές συσκευές έμμεσου ελέγχου και τα αναπτυσσόμενα μενού (pull down) δεν είναι πρακτική. Ακόμη και δεικτικές συσκευές άμεσου ελέγχου, όπως είναι οι οθόνες επαφής, μπορεί να καθιστούν αδύνατη ή κουραστική την επιλογή κάποιων αντικειμένων σε χρήστες με μικρότερα άκρα εξαιτίας του μεγέθους της οθόνης, της τοποθέτησής της ή του σημείου που εμφανίζεται μία επιλογή αναπτυσσόμενου μενού (π.χ. μπορεί να χρειάζεται να σκύβουν ή να μην φτάνουν ένα αντικείμενο που είναι στο πάνω μέρος της οθόνης). Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί λύσεις που βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο, όπως τα Marking Menus (Kurtenbach & Buxton, 1993), τα οποία επιτρέπουν την επιλογή αντικείμενου μέσω του σχεδιασμού γραμμών προς την κατεύθυνση τους, και τα Control Menus (Pook, Lecolinet, Vaysseix, & Barillot, 2000) που επαναφέρουν στην επικαιρότητα τις γλώσσες εντολών καθώς τις συνδυάζουν με τον απευθείας χειρισμό.

Αλλά σημαντικά ζητήματα που εγείρονται και έχουν προσελκύσει αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον είναι η ιδιωτικότητα (privacy) κατά την αλληλεπίδραση σε κοινή θέα, η χρήση πολλαπλών σημείων επαφής με την οθόνη (multi-touch) και η ταυτόχρονη χρήση της μεγάλης οθόνης από πολλούς χρήστες (multi-user).

4.3.5 Αναγνωσιμότητα κειμένου σε οθόνες

Μια δραστηριότητα που είναι συνήθης σε πολλές περιπτώσεις αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή είναι η ανάγνωση τμημάτων κειμένου από την οθόνη υπολογιστή. Σύμφωνα με μελέτες καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων (Rayner, 1998), η ανάγνωση δεν προκύπτει από ομαλή κίνηση των οφθαλμών κατά μήκος του κειμένου, αλλά αντιθέτως παρατηρούνται φαινόμενα παλινδρόμησης, διαδοχικές εστιάσεις και επιταχύνσεις επί του κειμένου. Φαίνεται όμως, ότι παρατηρούνται σημαντικές διαφορές όταν η ανάγνωση γίνεται από την οθόνη του υπολογιστή.

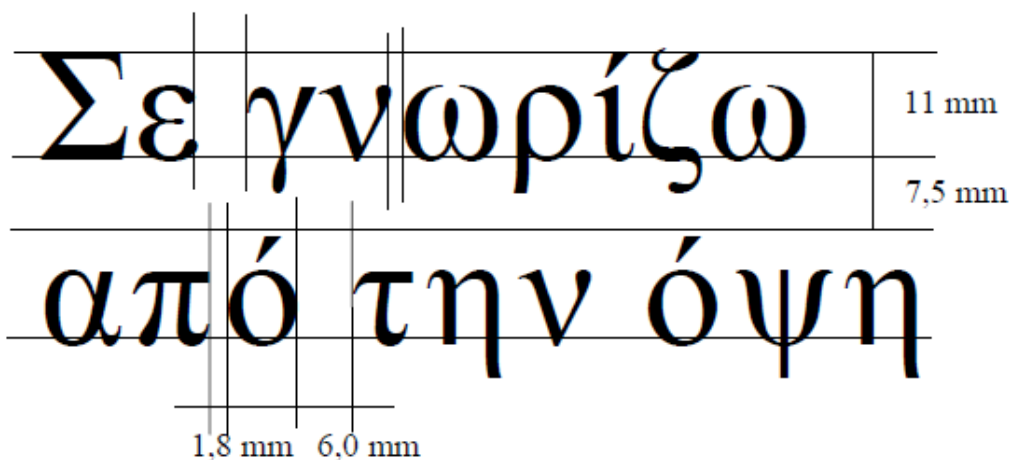
Είναι γνωστό ότι η συνήθης ταχύτητα ανάγνωσης από έντυπο υλικό είναι 200-300 λέξεις ανά λεπτό. Από μελέτες του φαινομένου έχει προκύψει ότι η αναγνωσιμότητα κειμένου (ταχύτητα ανάγνωσης και αριθμός σφαλμάτων ανάγνωσης) στην οθόνη είναι κατά 30% μειωμένη έναντι της αναγνωσιμότητας του ίδιου κειμένου σε έντυπο. Παράγοντες που επηρεάζουν την αναγνωσιμότητα είναι η ποσότητα κειμένου στην οθόνη, η γωνία ανάγνωσης, ο βαθμός συγκέντρωσης των χρηστών, ο αριθμός χαρακτήρων και λέξεων ανά γραμμή, το χρώμα και η χρωματική αντίθεση, τα διαστήματα μεταξύ χαρακτήρων και γραμμών, το μήκος των γραμμών και η γραμματοσειρά. Οι τρεις πρώτοι παράγοντες αποτελούν αιτίες της μειωμένης αναγνωσιμότητας κειμένου στην οθόνη του υπολογιστή έναντι εντύπου κειμένου με ίδια χαρακτηριστικά. Είναι γνωστό ότι η ποσότητα κειμένου στην οθόνη είναι συνήθως περιορισμένη, ενώ η

γωνία ανάγνωσης συχνά δεν μπορεί να ρυθμιστεί από το χρήστη. Τα πειράματα (Creed, Dennis, & Newstead, 1987; Van Nes, 1986; Wilkinson & Robinshaw, 1987) έγιναν σε οθόνες καθοδικού σωλήνα και με διαφορετικές μορφές παρουσίασης του κειμένου.

Από τα πειράματα αυτά προέκυψαν χρήσιμοι κανόνες για την παρουσίαση κειμένου στην οθόνη:

1. *Λέξεις με κεφαλαία γράμματα είναι κατά 20% πιο δυσανάγνωστες από τις ίδιες λέξεις με μικρά.* Ο λόγος είναι, ότι οι λέξεις που είναι γραμμένες με κεφαλαία περιέχουν λιγότερη πληροφορία, αφού λείπουν τα χαρακτηριστικά σχήματα των μικρών γραμμάτων και οι τόνοι, οι οποίοι διευκολύνουν την ανάγνωση.
2. *Η μορφή των χαρακτήρων επηρεάζει την αναγνωσιμότητα.* Κανονικές γραμματοσειρές (χωρίς έντονους ή πλάγιους χαρακτήρες) με έμφαση στις προεξοχές προς τα πάνω και κάτω των χαρακτήρων (χαρακτήρες με προεξοχές προς τα κάτω: ρχφγμ, πάνω: βδλξζ) βελτιώνουν την αναγνωσιμότητα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο προτιμούνται γραμματοσειρές τύπου serif (όπως η Times) στα περισσότερα έντυπα, αφού έχουν σχετική ένταση στις προεξοχές των χαρακτήρων.
3. *Η απόσταση μεταξύ γραμμάτων, λέξεων και γραμμών επηρεάζει επίσης την αναγνωσιμότητα.* Η χρήση κενού χώρου σε μια σελίδα κειμένου είναι θετικός παράγοντας. Η απόσταση μεταξύ των χαρακτήρων πρέπει να είναι περίπου στο 10% της απόστασης μεταξύ των λέξεων. Η απόσταση μεταξύ γραμμών πρέπει να είναι τουλάχιστον το 50% του ύψους των γραμμάτων που χρησιμοποιούνται.
4. *Αριθμός των λέξεων ανά γραμμή.* Έχει μετρηθεί ότι 8-15 λέξεις ανά γραμμή είναι ο βέλτιστος αριθμός για καλή αναγνωσιμότητα. Επίσης, το κείμενο θα πρέπει να χωρίζεται σε παραγράφους μεγέθους 3-5 γραμμών.

Επιχειρώντας να ελέγξουμε την ισχύ των παραπάνω κριτηρίων αναγνωσιμότητας στο κείμενο της εικόνας 4.15, παρατηρούμε τα εξής: Το κριτήριο 1 ισχύει αφού το κείμενο χρησιμοποιεί μικρά γράμματα. Το κριτήριο 2 ισχύει επίσης αφού η γραμματοσειρά που χρησιμοποιείται είναι τύπου serif. Σχετικά με το κριτήριο 3, η απόσταση των χαρακτήρων (1,8 mm) είναι 30% της απόστασης των λέξεων (6,0 mm) συνεπώς η αναγνωσιμότητα θα αύξανε αν οι λέξεις είχαν μεγαλύτερη ακόμη απόσταση. Η απόσταση μεταξύ γραμμών (7,5 mm) είναι μεγαλύτερη από το 50% του ύψους των γραμμάτων (11 mm). Σχετικά με το κριτήριο 4, παρατηρούμε ότι ο μικρός αριθμός λέξεων (2-3) ανά γραμμή μειώνει την αναγνωσιμότητα.



Εικόνα 4.15 Μελέτη αναγνωσιμότητας κειμένου.

4.4 Είσοδος-Έξοδος με ήχο ή ομιλία

Είναι γενικά αποδεκτό ότι ενώ το οπτικό κανάλι έχει χρησιμοποιηθεί αρκετά στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με υπολογιστές, το ηχητικό κανάλι είναι σχετικά παραμελημένο. Αυτό οφείλεται εν μέρει σε τεχνικούς περιορισμούς, όπως οι μεγάλες απαιτήσεις χώρου για ηχητικές πληροφορίες, και σε άλλα ακόμη προβλήματα της τεχνολογίας που αφορά τη σύνθεση και αναγνώριση ομιλίας. Το ηχητικό κανάλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σαν έξοδος του υπολογιστή (παραγωγή / απόκριση με φυσικούς ήχους / ομιλία) είτε σαν είσοδος (αναγνώριση ήχων / ομιλίας).

(α) *Ακουστική είσοδος.* Η δυνατότητα να εισάγουμε πληροφορίες ή να δίνουμε εντολές σε υπολογιστές μέσω της ακουστικής οδού (ομιλία) είναι ένα όνειρο του ανθρώπου που έχει συχνά αποτυπωθεί σε ταινίες επιστημονικής φαντασίας. Τα πλεονεκτήματα αλλά και οι προκλήσεις που εμπεριέχει η χρήση ομιλίας ως τρόπος αλληλεπίδρασης με υπολογιστικά συστήματα περιγράφονται στο κεφάλαιο 5. Ανάλογα με τη μορφή ομιλίας που αναγνωρίζουν οι υπολογιστές, χωρίζονται σε συστήματα αναγνώρισης διακριτών λέξεων και συστήματα αναγνώρισης συνεχούς λόγου. Όσον αφορά το πλήθος ομιλητών, διακρίνονται σε συστήματα που εξαρτώνται από τον ομιλητή και σε συστήματα ανεξάρτητα ομιλητή. Τα πρώτα συστήματα εκπαιδεύονται να αναγνωρίζουν τις ιδιαιτερότητες της φωνής του συγκεκριμένου ομιλητή. Σήμερα, η ακουστική είσοδος χρησιμοποιείται κυρίως για να διευκολύνει την επικοινωνία ανθρώπων με ειδικές αναπηρίες (κινητικά προβλήματα, μειωμένη όραση) με τον υπολογιστή αλλά και σε ειδικές εφαρμογές με περιορισμένα λεξιλόγια (π.χ. υπηρεσίες ηλεκτρονικού καταλόγου).

(β) *Ακουστική έξοδος.* Όσον αφορά τη χρήση της ακουστικής οδού για την παρουσίαση πληροφορίας από τον υπολογιστή προς τον άνθρωπο, εδώ παρουσιάζεται μεγαλύτερη ποικιλία εφαρμογών. Εκτός από πληροφορία υπό μορφή ομιλίας (σύνθεση ομιλίας) ο υπολογιστής μπορεί να παράγει φυσικούς ήχους, μουσικούς ήχους ή συνθετικούς ήχους στους οποίους να αντιστοιχηθεί κατάλληλη σημασιολογία. Εδώ εντοπίζονται οι εξής περιοχές εφαρμογών: α) χρήση ήχων ως συμπλήρωμα στις ενέργειες και τα συμβάντα που πραγματοποιεί ο χρήστης σε ένα γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης (π.χ. διαγραφή αρχείου), β) περιπτώσεις όπου ο χρήστης συνήθως αδυνατεί να παρακολουθήσει την οθόνη αφού είναι απασχολημένος σε άλλη δραστηριότητα (οδηγοί, πιλότοι, χειρουργοί κ.λπ.), γ) περιπτώσεις συνεχούς παρακολούθησης βιομηχανικών ή άλλων διεργασιών, όπου ήχοι χρησιμοποιούνται για επισήμανση εξαιρετικών συμβάντων, δ) εφαρμογές για χρήστες με δυσκολίες στην όραση ή άλλες ειδικές ανάγκες (π.χ. συσκευή Hawking), ε) ηχοποίηση δεδομένων ή αλγορίθμων.

Η σύνθεση ομιλίας (speech synthesis) από τον υπολογιστή παρουσιάζει παρόμοια προβλήματα με αυτά της αναγνώρισης ομιλίας που αναφέρθηκαν. Υπάρχουν δύο μέθοδοι σύνθεσης ομιλίας. Η πρώτη μέθοδος περιλαμβάνει τη διασύνδεση προ-ηχογραφημένων αποσπασμάτων ανθρώπινης ομιλίας (concatenated speech). Τα αποσπάσματα αυτά μπορεί να αφορούν είτε ολόκληρες προτάσεις, λέξεις ή στοιχειώδεις συλλαβές. Η σύνθεση της πρότασης που εκφέρεται γίνεται από τον υπολογιστή. Ο φυσικός τονισμός της ομιλίας που παράγεται με τον τρόπο αυτόν είναι δύσκολος και κατά συνέπεια, η ομιλία είναι μονότονη χωρίς φυσικότητα. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που ο αριθμός των εκφερομένων φράσεων είναι περιορισμένος και καθορισμένος. Η δεύτερη μέθοδος είναι η σύνθεση ομιλίας από στοιχειώδη φωνήματα¹³ με βάση φωνητικούς κανόνες και χρησιμοποιείται σε περι-

¹³ Τα φωνήματα είναι οι διακριτοί ήχοι που χρησιμοποιούνται σε μια γλώσσα, δεν αντιστοιχούν δε απαραίτητα στα γράμματα της γλώσσας. Για παράδειγμα το φώνημα *i* μπορεί να παραχθεί από διαφορετικούς συνδυασμούς γραμμά-

πτώσεις μεγάλων λεξιλογίων. Η ομιλία αυτή είναι ακόμη πιο συνθετική και πιο τεχνητή σε σύγκριση με την πρώτη μέθοδο. Το πλεονέκτημα όμως είναι, ότι δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό λέξεων που μπορούν να παραχθούν. Γενικά ο τονισμός συνθετικής ομιλίας είναι εξαιρετικά δύσκολος, αφού προϋποθέτει κατανόηση της σημασιολογίας της πρότασης. Το νόημα της φράσης διαφέρει ανάλογα με το ποια λέξη της φράσης τονίζεται, ενώ παύσεις στην ομιλία αλλάζουν το νόημα. Για παράδειγμα η χρήση παύσεων είναι διαφορετική στην εκφορά της μαθηματικής σχέσης $3X+2$ από την $3(X+2)$. Κατά συνέπεια, μια μηχανή αυτόματης ανάγνωσης θα πρέπει να είναι πρώτα μηχανή κατανόησης φυσικής γλώσσας.

4.5 Βοηθητικές τεχνολογίες για άτομα με αναπηρίες

Άτομα με αναπηρίες αλληλεπιδρούν με υπολογιστικά συστήματα μέσω βοηθητικών τεχνολογιών (assistive technologies), δηλαδή υλικό ή/και λογισμικό που τους βοηθά να ολοκληρώσουν εργασίες που δεν θα μπορούσαν να τις φέρουν εις πέρας εύκολα ή καθόλου.

Σύμφωνα με τη σχεδιαστική προσέγγιση του «Σχεδιασμού για όλους» (Design for all) και των αρχών της «Ενιαίας Πρόσβασης» (Universal Access), είναι σημαντικό να υπάρχει πρόνοια για την υποστήριξη των βοηθητικών τεχνολογιών, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η προσβασιμότητα στο διαδραστικό λογισμικό. Η προσβασιμότητα (accessibility) ορίζεται ως ο βαθμός κατά τον οποίο ένα σύστημα λογισμικού επιτρέπει την εύκολη και αποτελεσματική πρόσβαση στο μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό ανθρώπων ανεξάρτητα από α) τις ιδιαίτερες ανάγκες τους (π.χ. προβλήματα όρασης, κίνησης), β) τις χρησιμοποιούμενες συσκευές αλληλεπίδρασης (π.χ. PC, κινητό) και γ) τις συνθήκες αλληλεπίδρασης (π.χ. θόρυβος, έλλειψη φωτισμού). Μερικές λύσεις σε ζητήματα προσβασιμότητας μπορεί να δίνονται με τη βοήθεια του λειτουργικού συστήματος ή του λογισμικού που χρησιμοποιείται, π.χ. η δυνατότητα για αλλαγή του μεγέθους της γραμματοσειράς. Στη συνέχεια περιγράφονται οι κυριότερες βοηθητικές τεχνολογίες.

(α) *Εναλλακτικά πληκτρολόγια ή διακόπτες.* Είναι συσκευές υλικού ή λογισμικού που χρησιμοποιούνται από ανθρώπους με κινητικά προβλήματα και παρέχουν εναλλακτικούς τρόπους για να παράγονται οι ίδιες πληκτρολογήσεις με αυτές που θα παράγονταν από ένα κανονικό πληκτρολόγιο. Για παράδειγμα υπάρχουν πληκτρολόγια ενός χεριού (βλέπε ενότητα 4.1.2) ή πληκτρολόγια με πολύ μεγάλα ή πολύ μικρά κενά μεταξύ των πλήκτρων.

(β) *Δεικτικές συσκευές χωρίς χρήση χεριών.* Χρησιμοποιούνται από άτομα με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα και επιτρέπουν τον έλεγχο του δρομέα χωρίς τη χρήση χεριών. Μία κατηγορία συσκευών βασίζεται σε τεχνολογίες υπερήχων ή υπερύθρων ακτίνων και αναγνωρίζουν την κίνηση του ματιού, σήματα των νεύρων ή εγκεφαλικά κύματα. Παραδείγματα άλλων κατηγοριών τέτοιων συσκευών, είναι συσκευές που ενεργοποιούνται από την εισπνοή και εκπνοή (sip and puff), συσκευές που ο χρήστης τις χειρίζεται με τα πόδια του (βλέπε ενότητα 4.2.3), συσκευές που προσαρμόζονται στο κεφάλι του χρήστη (π.χ. ραβδί στόματος, ραβδί κεφαλιού).

(γ) *Συστήματα αναγνώρισης ομιλίας.* Επιτρέπουν την εισαγωγή κειμένου σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές και φορητές συσκευές μέσω ομιλίας αντί της πληκτρολόγησης. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται από άτομα με κινητικές δυσλειτουργίες ή με προσωρινούς τραυματισμούς στα χέρια. Διακρίνονται σε συστήματα υπαγόρευσης και συστήματα εντολών και ελέγχου.

των και διφθόγγων, ενώ το γράμμα ψ αντιστοιχεί σε δύο φωνήματα <p,s>. Υπάρχουν 33 φωνήματα στην ελληνική γλώσσα και 40 στην αγγλική.

(δ) *Συσκευές Braille*. Το σύστημα Braille χρησιμοποιεί 6 έως 8 ανυψωμένες βελόνες σε διάφορα σχέδια προκειμένου να αναπαραστήσει χαρακτήρες και αριθμούς έτσι ώστε να μπορούν να διαβαστούν από τα χέρια των χρηστών που έχουν σοβαρές παθήσεις των ματιών ή δεν έχουν καθόλου όραση. Τα συστήματα Braille διαφοροποιούνται αρκετά ανά τον κόσμο. Παραδείγματα διαδραστικών συσκευών αυτής της κατηγορίας είναι τα πληκτρολόγια Braille, τα ποντίκια Braille, και οι οθόνες Braille.

(ε) *Μεγεθυντές οθόνης*. Χρησιμοποιούνται κυρίως από άτομα με περιορισμένη ικανότητα όρασης ή χρωματικές δυσλειτουργίες. Μπορεί να είναι λογισμικό ή υλικό. Ως λογισμικό, επιτρέπουν να μεγεθυνθεί οτιδήποτε προβάλλεται στην οθόνη, ενώ παράλληλα παρέχουν εργαλεία ελέγχου του χρώματος και της φωτεινότητας. Ως υλικό, προσομοιώνουν τη λειτουργία ενός μεγεθυντικού φακού.

(ζ) *Αναγνώστες οθόνης (screen readers)*. Χρησιμοποιούνται από άτομα με ολική ή μερική έλλειψη όρασης. Ο αναγνώστης οθόνης είναι λογισμικό που εντοπίζει όλες τις μορφές κειμένου στη γραφική διεπιφάνεια χρήστη (π.χ. εικονίδια, κουμπιά, υπερσύνδεσμοι κ.λπ.) και τις μετασχηματίζει σε ομιλία, έτσι ώστε ο χρήστης να αντιλαμβάνεται ακουστικά το γραφικό περιβάλλον, να μπορεί να πλοηγείται με ακουστική υποβοήθηση σε αυτό και να ακούει το κείμενο. Επίσης, κάποιοι αναγνώστες οθόνης μπορούν να συνδυαστούν με οθόνες Braille έτσι ώστε να μετασχηματίζουν σε απτική μορφή την πληροφορία.

(η) *Οπτικές ειδοποιήσεις*. Μετασχηματίζουν ηχητικά μηνύματα του συστήματος (π.χ. προειδοποιήσεις, λανθασμένες ενέργειες) σε οπτική μορφή έτσι ώστε να είναι προσβάσιμα σε άτομα που είναι κωφά ή βαρήκοα.

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου που αναφέρεται στις διαδραστικές συσκευές, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε να:

- Περιγράψετε τις κύριες κατηγορίες συσκευών εισόδου-εξόδου και τις ιδιότητές τους.
- Αναφέρετε τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των κύριων συσκευών εισόδου-εξόδου.
- Επιλέξετε κατάλληλη συσκευή σύμφωνα με τις απαιτήσεις ενός συγκεκριμένου χρήστη και εργασίας.

Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη

Οι παρακάτω πηγές καλύπτουν επαρκώς τα αντικείμενα των διαδραστικών συσκευών. Όμως, επειδή οι εξελίξεις στην περιοχή αυτή είναι ραγδαίες, ο αναγνώστης είναι καλό να καταφεύγει και στο Διαδίκτυο για να ενημερώνεται σχετικά με τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις. Για βαθύτερη μελέτη θα πρέπει ο αναγνώστης, να αναφερθεί σε πρόσφατα σχετικά άρθρα των συνεδρίων που καλύπτουν την περιοχή αυτή (Computer Human Interaction, Interact, Mobile HCI, ACM Symposium on User Interface Software and Technology, Handheld and Ubiquitous Computing, International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, International Conference on Intelligent User Interfaces, Conference on Designing interactive systems, International Conference on Multimodal Interfaces κ.λπ.), τα οποία σε πολλές περιπτώσεις διατίθενται στο Διαδίκτυο από τους οργανωτές ή τους ίδιους τους συγγραφείς είτε στις επίσημες προσωπικές τους ιστοσελίδες είτε σε κοινωνικά δίκτυα για επιστήμονες και ερευνητές (ResearchGate, Academia, Mendeley κ.λπ.).

Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction* (4th edition). Boston: Addison Wesley.

Κλασικό σύγγραμμα του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή. Το κεφάλαιο 9 αφορά στην τεχνολογία διαδραστικών συσκευών.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (2004). *Human computer interaction* (3rd edition). Harlow ; Munich [u.a.]: Pearson Prentice Hall.

Ένα από τα πλέον γνωστά συγγράμματα του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή. Οι διαδραστικές συσκευές καλύπτονται εκτενώς στο κεφάλαιο 2.

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Άσκηση 4.1

Ποιο από τα παρακάτω πληκτρολόγια συναντάται συχνότερα σε διαδραστικά συστήματα;

(A) Dvorak

(B) QWERTY

(Γ) Χορδής

(Δ) ABCD

Άσκηση 4.2

Στο πληκτρολόγιο Dvorak παρατηρείται _____ συγκριτικά με το πληκτρολόγιο QWERTY.

(Α) μειωμένη ταχύτητα πληκτρολόγησης και μειωμένη μυϊκή κόπωση

(Β) μειωμένη ταχύτητα πληκτρολόγησης και αυξημένη μυϊκή κόπωση

(Γ) αυξημένη ταχύτητα πληκτρολόγησης και μειωμένη μυϊκή κόπωση

(Δ) αυξημένη ταχύτητα πληκτρολόγησης και αυξημένη μυϊκή κόπωση

Άσκηση 4.3

Ποια από τις παρακάτω συσκευές κειμένου θα επιλέγατε για ένα σύστημα τήρησης πρακτικών δικαστηρίου;

(Α) αριθμητικό πληκτρολόγιο (Numpad)

(Β) αλφαβητικό πληκτρολόγιο ABCD

(Γ) πληκτρολόγιο χορδής

(Δ) πληκτρολόγιο QWERTY

Άσκηση 4.4

Ποια από τις παρακάτω συσκευές αλληλεπίδρασης δεν είναι δεικτική συσκευή;

(Α) Ιχνόσφαιρα (trackball)

(Β) Χειριστήριο Joystick

(Γ) Φωτογραφίδα

(Δ) Χορδής

Άσκηση 4.5

Ένας τρόπος κατηγοριοποίησης των δεικτικών συσκευών είναι:

(Α) άμεσου και έμμεσου ελέγχου

(Β) πλήρους και μερικού ελέγχου

(Γ) αφής και κίνησης

(Δ) αφής και μεταφοράς

Άσκηση 4.6

Ποιο από τα παρακάτω δεν αποτελεί χαρακτηριστικό των οθονών;

(Α) Ανάλυση

(Β) Αντίθεση

(Γ) Ένταση

(Δ) Συχνότητα ανανέωσης

Άσκηση 4.7

Ποιο από τα παρακάτω δεν αποτελεί είδος οθόνης;

- (Α) Ακίδας (κρουστικές)
- (Β) Καθοδικού σωλήνα (CRT)
- (Γ) Υγρών Κρυστάλλων (LCD)
- (Δ) Braille

Άσκηση 4.8

Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή αναφορικά με την αναγνωσιμότητα κειμένου σε οθόνες;

- (Α) Λέξεις με κεφαλαία γράμματα είναι πιο ευανάγνωστες από τις ίδιες λέξεις με μικρά γράμματα
- (Β) Είναι προτιμότερη η χρήση γραμματοσειρών serif για εκτενή κείμενα
- (Γ) Το κείμενο θα πρέπει να χωρίζεται σε παραγράφους μεγέθους 15-20 γραμμών
- (Δ) Η χρήση κενού χώρου (white space) σε μία σελίδα είναι αρνητικός παράγων

Άσκηση 4.9

Ο κύριος λόγος που δεν υπάρχει διαδεδομένη χρήση της ομιλίας για την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή είναι επειδή:

- (Α) τα φωνήματα της ελληνικής γλώσσας είναι πολλά και είναι δύσκολο να συντεθούν
- (Β) ο υπολογιστής δεν είναι σε θέση να κατανοήσει τη διαφορετική χροιά της φωνής των διαφόρων χρηστών
- (Γ) προϋποθέτει την κατανόηση της φυσικής γλώσσας, που είναι εξαιρετικά πολύπλοκη
- (Δ) δεν έχει καμία πρακτική εφαρμογή

Άσκηση 4.10

Ο αναγνώστης οθόνης (screen reader) είναι:

- (Α) ένα λογισμικό που διαβάζει το περιεχόμενο της οθόνης και το αναπαράγει ακουστικά
- (Β) ένα λογισμικό που διαβάζει το περιεχόμενο της οθόνης και αφαιρεί το χρώμα υποβάθρου
- (Γ) μία ειδική συσκευή (hardware) που διαβάζει το περιεχόμενο της οθόνης και το αναπαράγει ακουστικά
- (Δ) μία ειδική συσκευή (hardware) που διαβάζει το περιεχόμενο της οθόνης και αφαιρεί το χρώμα υποβάθρου

Άσκηση 4.11

Η προσβασιμότητα ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα λογισμικού μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- (Α) με αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και ικανοποίηση σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης
- (Β) με αποτελεσματικότητα και ευκολία σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης

(Γ) από το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό ανθρώπων ανεξάρτητα από τις ιδιαίτερες ανάγκες τους, τις χρησιμοποιούμενες συσκευές αλληλεπίδρασης και τις συνθήκες αλληλεπίδρασης

(Δ) από το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό ανθρώπων ανεξάρτητα από τις ιδιαίτερες ανάγκες τους και τις συνθήκες αλληλεπίδρασης, αλλά για συγκεκριμένες συσκευές αλληλεπίδρασης.

Δραστηριότητα 4.1

Αντιστοιχήστε τις παρακάτω συσκευές κειμένου με σας εργασίες και δικαιολογήστε την επιλογή σας.

<i>A αριθμητικό πληκτρολόγιο</i>	1. Εκπαιδευτικό σύστημα για παιδιά δημοτικού σχολείου
<i>B αλφαβητικό πληκτρολόγιο ABCD</i>	2. σύστημα τήρησης πρακτικών της Βουλής των Ελλήνων
<i>Γ πληκτρολόγιο χορδής</i>	3. Σύστημα εισαγωγής στοιχείων φορολογικών δηλώσεων
<i>Δ κλασικό πληκτρολόγιο QWERTY</i>	4. Δακτυλογράφηση κειμένων ελληνικής και αγγλικής γλώσσας.

Δραστηριότητα 4.2

Το κλασικό πληκτρολόγιο προσωπικού υπολογιστή έχει δύο εναλλακτικούς τρόπους για εισαγωγή αριθμών, το κυρίως και το αριθμητικό πληκτρολόγιο (Numpad). Μετρήστε την ταχύτητα πληκτρολόγησης αριθμών με τους δύο εναλλακτικούς τρόπους. Συγκεκριμένα, μετρήστε το μέσο χρόνο εισαγωγής των αριθμητικών στοιχείων της τελευταίας σας φορολογικής δήλωσης (ακολουθία αριθμών χωρισμένων από TAB σε περιβάλλον εισαγωγής κειμένου, π.χ. notepad). Επαναλάβετε το πείραμα πέντε φορές για κάθε συσκευή και υπολογίστε τη μέση τιμή των μετρήσεων. Σχολιάστε το αποτέλεσμα. Για ομοιομορφία, πριν αρχίσετε κάθε ακολουθία μετρήσεων περάστε μια ολιγόλεπτη περίοδο εξάσκησης στα πλήκτρα που πρόκειται να χρησιμοποιήσετε, εισάγοντας μια διαφορετική ακολουθία αριθμών (π.χ. τους αριθμούς που κερδίζουν την τελευταία κλήρωση του λαχείου). Στο τέλος υπολογίστε την απόκλιση που θα είχε το Υπουργείο Οικονομικών ετησίως λόγω των δύο εναλλακτικών διατάξεων για 4.000.000 φορολογικές δηλώσεις.

Δραστηριότητα 4.3

α) Να πάρετε μια τυχαία παράγραφο (5–10 γραμμές) αγγλικού κειμένου και να μετρήσετε τη συχνότητα των γραμμάτων της μεσαίας σειράς (home row) των πληκτρολογίων QWERTY και Dvorak. Σχολιάστε το αποτέλεσμά σας. β) Να επαναλάβετε το πείραμα για κείμενο της ελληνικής γλώσσας. Υποθέστε ότι το ελληνικό πληκτρολόγιο Dvorak έχει τις ίδιες αντιστοιχίσεις λατινικών–ελληνικών χαρακτήρων με αυτές του QWERTY.

Δραστηριότητα 4.4

Βαθμολογήστε τις δεικτικές συσκευές του πίνακα με κλίμακα -5 (ακατάλληλη) έως +5 (άριστη επιλογή).

Συσκευή	Ακρίβεια	Ταχύτητα	Ευκολία Εκμάθησης	Κινητικά Προβλήματα Χρήστη	Μικρή Επιφάνεια Γραφείου	Κόστος
---------	----------	----------	-------------------	----------------------------	--------------------------	--------

Οθόνη αφής						
Φωτογραφίδα						
Πίνακας ψηφιοποίησης						
Χειριστήριο Joystick						
Ιχνόσφαιρα						
Ποντίκι						
Ποντίκι Εδάφους						

Δραστηριότητα 4.5

Αντλώντας πληροφορίες από το Διαδίκτυο, να επιλέξετε μια από τις δύο οθόνες (Α=καθοδικού σωλήνα, Β=υγρών κρυστάλλων) με βάση καθένα από τα παρακάτω κριτήρια, τεκμηριώνοντας την επιλογή σας: α) φωτεινότητα χρωμάτων, β) μακροχρόνια έκθεση χειριστή, γ) χρήση για εφαρμογές πολυμέσων, δ) περιβάλλον με μειωμένο χώρο επιφάνειας γραφείου, ε) εφαρμογή που απαιτεί συχνές μετακινήσεις της συσκευής, ζ) ανάγκη μεγάλης σταθερότητας εικόνας (χαμηλό flicker), η) κόστος, θ) ανάπτυξη κιοσκιού παροχής πληροφοριών στο κοινό, ι) απαίτηση για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Δραστηριότητα 4.6

Να προτείνετε τρόπους για τη χρήση ήχου με στόχο την πλήρη υποστήριξη της αλληλεπίδρασης ενός τυφλού χρήστη με μία ιστοσελίδα. Πιο συγκεκριμένα, επιλέξτε 3 στοιχεία (html elements) μίας ιστοσελίδας τα οποία κατά την εκτίμηση σας θα δημιουργούσαν τα σοβαρότερα προβλήματα στην αλληλεπίδραση του χρήστη, και έπειτα προτείνετε εναλλακτικό τρόπο αλληλεπίδρασης που στηρίζεται μόνο στον ήχο.

Δραστηριότητα 4.7

Να προτείνετε τρόπους ηχοποίησης ενός συστήματος σχεδίασης. Συγκεκριμένα, να προτείνετε ήχους για τις εξής λειτουργίες: α) σχεδίαση ευθύγραμμου τμήματος, β) μεταφορά αντικειμένου σχεδίασης, γ) διαγραφή αντικειμένου, δ) αντιγραφή αντικειμένου.

Δραστηριότητα 4.8

Πειραματιστείτε με έναν τυπικό αναγνώστη οθόνης (π.χ. demo του Jaws) και εξερευνήστε τις λειτουργίες που προσφέρει. Στη συνέχεια, επιλέξτε έναν προσφιλή σας ιστότοπο (π.χ. την ηλεκτρονική έκδοση μίας εφημερίδας) και εκτελέστε μία εργασία αλληλεπιδρώντας μέσω του αναγνώστη οθόνης. Προσπαθήστε να μην κοιτάτε την οθόνη ή απενεργοποιήστε την τελείως.

5

Στυλ Αλληλεπίδρασης

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται διαφορετικά στυλ - τρόποι αλληλεπίδρασης (interaction styles) ανθρώπου-υπολογιστή. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον «απευθείας χειρισμό» (direct manipulation) καθώς αυτός είναι ο κυρίαρχος τρόπος αλληλεπίδρασης στις σύγχρονες γραφικές διεπιφάνειες.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη του συγκεκριμένου κεφαλαίου, θα μπορείτε να:

- Διακρίνετε τα διαφορετικά στυλ αλληλεπίδρασης με υπολογιστικά συστήματα.
- Αναφέρετε τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των κύριων στυλ αλληλεπίδρασης.
- Επιλέξετε κατάλληλο στυλ αλληλεπίδρασης ανάλογα με το χρήστη και την εργασία.

Έννοιες κλειδιά

Στυλ αλληλεπίδρασης (interaction style), γλώσσες εντολών (command languages), επιλογή από μενού (menu selection), συμπλήρωση φόρμας (form filling), απευθείας χειρισμός (direct manipulation), εικονική πραγματικότητα (virtual reality), επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality)

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται μια συνοπτική ιστορική επισκόπηση των κυρίαρχων προτύπων αλληλεπίδρασης ανάμεσα στους χρήστες και τα υπολογιστικά συστήματα. Οι πρώτοι υπολογιστές είχαν ελάχιστη διάδραση και η επικοινωνία των χρηστών τους γινόταν με την εξής μορφή: εντολή του χρήστη προς το σύστημα διατυπωμένη με βάση συγκεκριμένο γλωσσικό κώδικα επικοινωνίας και απόκριση του συστήματος σε μορφή κειμένου.

Με την εμφάνιση των πρώτων προσωπικών υπολογιστών αναπτύχθηκε σταδιακά ένας, ριζικά, νέος τρόπος αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα, αυτός που ονομάστηκε απευθείας χειρισμός (direct manipulation). Ο όρος αυτός πρωτο-χρησιμοποιήθηκε από τον Ben Shneiderman για να περιγράψει τη μετάβαση από το γλωσσικό μοντέλο αλληλεπίδρασης (εντολές του χρήστη προς τον υπολογιστή) προς το μοντέλο απευθείας δράσης στα αντικείμενα του συστήματος που αναπαρίστανται στη διεπιφάνεια. Τα «συστήματα WYSIWYG» (What you see is what you get: αυτό που βλέπεις, αυτό παίρνεις) είναι ένας άλλος όρος που χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει αυτήν την άμεση συσχέτιση της πραγματικότητας στην οθόνη του υπολογιστή με το τελικό αποτέλεσμα στον πραγματικό κόσμο. Η χρήση πολλαπλών καναλιών αλληλεπίδρασης και συμπληρωματικών μέσων (πολυμέσων: π.χ. ήχος, βίντεο, κινούμενη εικόνα) έκανε πιο πλούσιο το περιεχόμενο της αλληλεπίδρασης και διεύρυνε τη χρησιμότητα και τη διάδοση των υπολογιστών σε νέες περιοχές, όπως είναι η εκπαίδευση, η διασκέδαση κ.λπ.

Η επόμενη μεγάλη μεταβολή στο πρότυπο διάδρασης χρήστη-υπολογιστή είναι επακόλουθο της έλευσης και ευρείας διάδοσης του Διαδικτύου (Internet) και του Παγκόσμιου Ιστού (web, WWW), που είχε ως συνέπεια την επέκταση της κυρίαρχης χρήσης του υπολογιστή σε μηχανή επικοινωνίας και συνεργασίας καθώς και σε μηχανή πρόσβασης σε μεγάλο όγκο πληροφορία που βρίσκεται σε απόσταση. Ο Ιστός υλοποιεί την έννοια του παγκόσμιου υπερκείμενου/υπερμέσου, πραγματοποιώντας το όνειρο του Ted Nelson που είχε οραματιστεί από τη δεκαετία του '60 το σύστημα παγκόσμιας διασυνδεδεμένης γνώσης Xanadu. Ο Tim Berners-Lee, ερευνητής του Κέντρου Θεωρητικής Φυσικής CERN δημιουργώντας τον Ιστό, στις αρχές της δεκαετίας του '90, συνέβαλε στην αύξηση της χρήσης του Διαδικτύου και

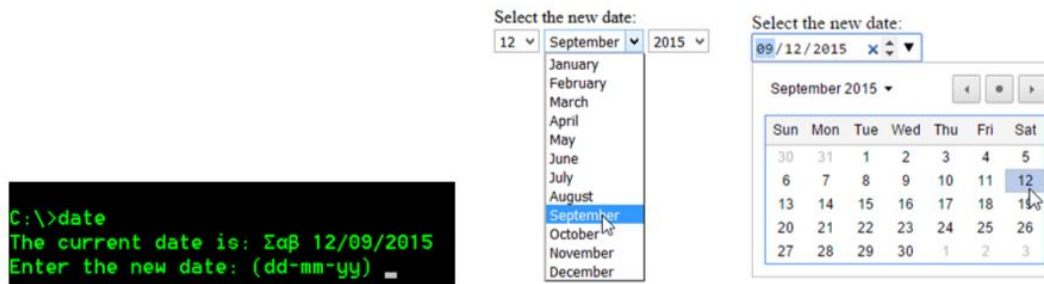
επέτρεψε την ανάπτυξη εφαρμογών συνεργασίας και επικοινωνίας μεταξύ εικονικών κοινωνιών χρηστών. Οι εφαρμογές υποστήριξης συνεργασίας (Computer Supported Cooperative Work, CSCW) και μάθησης (Computer Supported Collaborative Learning, CSCL) καθώς επίσης και τα Web 2.0 εργαλεία, που στηρίζονται και οφείλουν την ανάπτυξη τους σε μεγάλο βαθμό στο Διαδίκτυο, αποτελούν σήμερα μια σημαντική περιοχή της τεχνολογίας, η οποία έχει δημιουργήσει νέες απαιτήσεις στους σχεδιαστές διαδραστικών συστημάτων αφού τους υποχρεώνει να δημιουργήσουν νέα πρότυπα αλληλεπίδρασης χρήστη-συστήματος.

Ολοκληρώνοντας την ανασκόπηση, θα πρέπει να γίνει αναφορά σε δύο ακόμη περιοχές ανάπτυξης προτύπων αλληλεπίδρασης. Η πρώτη περιοχή είναι αυτή των μεσαζόντων χρήστη (user agents). Οι μεσαζόντες χρήστη είναι ευφυή συστήματα με σημαντικό βαθμό αυτονομίας που διευκολύνουν το χρήστη στη διάδραση του με το σύστημα και μέσω αυτού, με άλλους χρήστες. Τέτοιοι μεσαζόντες μπορεί να παίζουν το ρόλο του alter ego του χρήστη, παίρνοντας πρωτοβουλίες και αντιπροσωπεύοντας τον στο Διαδίκτυο. Από αυτήν την περιοχή έρευνας αναμένεται να προκύψουν στο μέλλον χρήσιμα αποτελέσματα υλοποιώντας κάποιες από τις υποσχέσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης για ευφείς και προσαρμοζόμενες διεπιφάνειες χρήστη. Μία από τις πλέον γνωστές προσπάθειες προς την κατεύθυνση αυτή, είναι ο σημασιολογικός Ιστός (semantic Web), μία ιδέα που πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '60 από τους Allan Collins, Ross Quillian και Elizabeth Loftus. Στον σημασιολογικό ιστό, που αποτελεί επέκταση του σημερινού συντακτικού Ιστού (syntactic Web), η πληροφορία έχει καλά καθορισμένο νόημα καθιστώντας έτσι τη συνεργασία μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών πιο αποτελεσματική.

Τέλος, η άλλη περιοχή έρευνας που παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον και προοπτικές είναι αυτή των διεπιφανειών και συσκευών αλληλεπίδρασης χρήστη-υπολογιστή σε συνθήκες του πανταχού-παρόντα υπολογιστή (ubiquitous computing). Η μεγάλη διάδοση των φορητών και φορετών υπολογιστών μεγάλης ισχύος και μικρών διαστάσεων, η εισαγωγή υπολογιστών στις περισσότερες συσκευές που μας περιβάλλουν και η δυνατότητα των συσκευών αυτών να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, έχουν ως συνέπεια ο υπολογιστής να μας συνοδεύει σε κάθε μας βήμα. Η αλληλεπίδραση των χρηστών με αυτό το διασυνδεδεμένο περιβάλλον είναι ένα θέμα με εξαιρετικό ενδιαφέρον.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται διαφορετικά πρότυπα ή στυλ αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Η αλληλεπίδραση μπορεί να θεωρηθεί ως ένας διάλογος μεταξύ του χρήστη και του υπολογιστή. Ο όρος στυλ αλληλεπίδρασης (interaction style) περιλαμβάνει όλους τους τρόπους με τους οποίους οι χρήστες επικοινωνούν ή αλληλεπιδρούν με υπολογιστικά συστήματα. Στην εικόνα 5.1 απεικονίζονται τρεις διαφορετικοί τρόποι για να εκτελέσει κανείς την ίδια εργασία, αυτή του καθορισμού μίας ημερομηνίας.

Τα κυριότερα στυλ αλληλεπίδρασης είναι η γλώσσα εντολών, η επιλογή μέσω μενού, η συμπλήρωση φόρμας, η φυσική γλώσσα, και ο απευθείας χειρισμός αντικειμένων στις διάφορες μορφές του. Στις σύγχρονες διεπιφάνειες, τα στυλ αυτά μπορεί να συνυπάρχουν ή να χρησιμοποιούνται εναλλακτικά, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της εργασίας και του χρήστη. Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφονται τα διαφορετικά στυλ αλληλεπίδρασης και επιχειρείται μια κριτική περιγραφή τους, ώστε ο σχεδιαστής ενός διαδραστικού συστήματος να είναι σε θέση να επιλέξει το πιο κατάλληλο στυλ κατά περίπτωση χρήστη και εργασίας.



Εικόνα 5.1 Τρεις διαφορετικοί τρόποι για την ίδια εργασία καθορισμού μίας ημερομηνίας. Αριστερά: Γλώσσα εντολών. Κέντρο: Επιλογή μέσω μενού. Δεξιά: Απευθείας χειρισμός.

5.1 Γλώσσα εντολών

Η γλώσσα εντολών (command language ή command entry) είναι ο πιο παλιός τρόπος αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Η εικόνα 5.1 παρουσιάζει ένα απόσπασμα αλληλεπίδρασης με χρήση μίας γλώσσας εντολών (Disk Operating System: DOS, της Microsoft). Το στυλ αυτό ήταν το μοναδικό που υποστήριζαν οι υπολογιστές στα πρώτα διαδραστικά συστήματα ενώ οι χρήστες αυτών των συστημάτων ήταν προγραμματιστές και καλοί γνώστες της εκάστοτε γλώσσας εντολών. Διεπιφάνειες επικοινωνίας με λειτουργικά συστήματα όπως το DOS και το Unix, ήταν παραδοσιακά στηριγμένες σε γλώσσες εντολών. Σήμερα, η γλώσσα εντολών είτε χρησιμοποιείται συμπληρωματικά με τον απευθείας χειρισμό (βλέπε ενότητα 5.5), είτε υποστηρίζει ειδικές χρήσεις και πεπειραμένους χρήστες.

Στο στυλ αλληλεπίδρασης μέσω της γλώσσας εντολών, ο άνθρωπος έχει την πρωτοβουλία της αλληλεπίδρασης με τον υπολογιστή ακολουθώντας μία αυστηρή γλώσσα με σύνταξη και κανόνες. Τυπικά η αλληλεπίδραση διαμορφώνεται ως εξής: ο υπολογιστής εμφανίζει στην οθόνη μια προτροπή (prompt), ένδειξη ότι είναι έτοιμος για διάλογο με το χρήστη, ενώ ο χρήστης ανταποκρίνεται με την πληκτρολόγηση μιας εντολής προς τον υπολογιστή. Στη συνέχεια, ο υπολογιστής ελέγχει τη συντακτική ορθότητα της εντολής και ανταποκρίνεται εμφανίζοντας την απόκριση του.

Οι εντολές μπορεί να έχουν τη μορφή ολόκληρων λέξεων (COPY), ακολουθίας χαρακτήρων που συνήθως προκύπτουν από συντμήσεις λέξεων (CD αντί για CHANGE DIRECTORY) ή να σχηματίζονται από συνδυασμούς πλήκτρων (π.χ. CTRL+C για την εντολή COPY). Η σύνταξη των εντολών μπορεί να στηρίζεται είτε στην ύπαρξη λέξεων κλειδιών (π.χ. COPY FROM: file1 TO: file2), είτε στη θέση κάθε λέξης (π.χ. CP file1 file2). Ο χρήστης πρέπει να θυμάται τη σύνταξη των εντολών που είναι επιτρεπτές σε κάθε περίπτωση, αφού το σύστημα δεν έχει συνήθως άμεσο τρόπο να του υπενθυμίσει αυτές τις εντολές. Επιπρόσθετα, η χρήση συντμήσεων και συντομεύσεων για την αναπαράσταση των εντολών καθιστά ακόμη δυσκολότερη την εκμάθησή τους.

5.1.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτού του στυλ αλληλεπίδρασης είναι: α) η δυνατότητα που παρέχει σε έμπειρους χρήστες να εκτελούν με γρήγορο και αποτελεσματικό τρόπο σύνθετες λειτουργίες και β) η απόλυτη πρωτοβουλία ενεργειών που δίνει στους χρήστες. Τα μειονεκτήματα που έχει είναι: α) Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άπειρους ή ευκαιριακούς χρήστες· β) Απαιτεί συνήθως μακροχρόνια εκπαίδευση και ικανότητα απομνημόνευσης και ενθύμησης των εντολών· γ) Σε περιπτώσεις σφαλμάτων δεν είναι κατα-

τοπιστικό, αφού οι συνδυασμοί εσφαλμένων εντολών που μπορεί να δώσει ο χρήστης είναι πολλοί και συνεπώς μη προβλέψιμοι. Το στυλ γλώσσας εντολών χρησιμοποιείται όλο και λιγότερο στα σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα και περιορίζεται σε ειδικές εφαρμογές και πεπειραμένους χρήστες.

5.2 Επιλογή μέσω μενού

Η χρήση μενού, από τα οποία ο χρήστης επιλέγει την επιδιωκόμενη λειτουργία, είναι ένα εναλλακτικό στυλ αλληλεπίδρασης που αντιμετωπίζει κάποια από τα προβλήματα των γλωσσών εντολών. Στο στυλ αυτό παρουσιάζονται οι δυνατές επιλογές κατά το τρέχον στάδιο της αλληλεπίδρασης και ο χρήστης καλείται να επιλέξει μία από αυτές (βλέπε εικόνα 5.1). Εδώ λοιπόν, ο χρήστης δεν απαιτείται να θυμάται τις εντολές απλώς χρειάζεται να τις αναγνωρίσει από τις εναλλακτικές επιλογές που περιέχονται στο μενού. Η γνωστική λειτουργία της αναγνώρισης είναι πολύ πιο εύκολη από αυτή της ενθύμησης, όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 2.

Ιστορικά, το στυλ αυτό αναπτύχθηκε μετά τις γλώσσες εντολών και χρησιμοποιείται εκτεταμένα ακόμη και σήμερα σε συνδυασμό με άλλα στυλ αλληλεπίδρασης στις σύγχρονες γραφικές διεπιφάνειες χρήστη. Κατά την αλληλεπίδραση στον Παγκόσμιο Ιστό, η επιλογή μέσω μενού αποτελεί τον πλέον διαδεδομένο μηχανισμό πλοήγησης. Τα πρώτα μενού επιλογών έκαναν χρήση μόνο κειμένου, αλλά πλέον υπάρχουν σε διάφορες μορφές και τύπους, όπως αναπτυσσόμενο μενού (pull down menu), αναδύόμενο μενού (pop up menu), εργαλειοθήκη επιλογών (toolbar) και κυκλικό μενού (pie menu). Τα μενού επιλογών δομούνται συνήθως ιεραρχικά σε διαδοχικά υπομενού ώστε να καταστεί δυνατή η οργάνωση και παρουσίαση όλων των επιλογών που είναι διαθέσιμες στο χρήστη σε ένα σύνθετο σύστημα.

5.2.1 Αρχές σχεδιασμού μενού

Ο τρόπος οργάνωσης των υπομενού, ο αριθμός επιλογών, το βάθος της ιεραρχίας κ.λπ., είναι θέματα σχεδιασμού του συστήματος. Σύμφωνα με καθιερωμένες αρχές σχεδιασμού, ο αριθμός των διαθέσιμων επιλογών σε κάθε μενού πρέπει να κυμαίνεται ανάμεσα στις 4 και τις 12 επιλογές. Πλήθος ερευνών έχουν καταδείξει ότι δομές με μεγαλύτερο πλάτος (breadth) και μικρότερο βάθος (depth) ιεραρχίας είναι καλύτερες από δομές με μεγαλύτερο βάθος και μικρότερο πλάτος (Landauer & Nachbar, 1985; Larson & Czerwinski, 1998; Miller, 1981; Zaphiris & Mtei, 2000).

Η ομαδοποίηση των επιλογών πρέπει να γίνεται με τρόπο που να ανταποκρίνεται στο νοητικό μοντέλο των χρηστών και σε αυτό μπορεί να βοηθήσει σημαντικά η εφαρμογή τεχνικών ταξινόμησης καρτών (βλέπε κεφάλαιο 8) ή καινοτόμα ερευνητικά εργαλεία όπως είναι το AutoCardSorter (Automated Card Sorting tool) (Katsanos, Tselios, & Avouris, 2008, 2008a). Έχει αποδειχθεί ότι μία ομαδοποίηση των επιλογών που δεν ανταποκρίνεται στο νοητικό μοντέλο των χρηστών έχει σαν συνέπεια την αύξηση του αριθμού σφαλμάτων από τους χρήστες. Το σχήμα οργάνωσης των επιλογών (Morville & Rosenfeld, 2006) μπορεί να είναι: α) Ακριβές, δηλαδή να στηρίζεται σε καλά καθορισμένες και αμοιβαία αποκλειόμενες ομάδες π.χ. αλφαβητικά, ή χρονολογικά· β) Αμφίσημο, δηλαδή να έχει διαμορφωθεί βάσει υποκειμενικών κριτηρίων οργάνωσης, όπως είναι π.χ. τα θεματικά κριτήρια (Φόντο, Παράγραφος, Στυλ), ή οι εργασίες του χρήστη (Εισαγωγή, Αναθεώρηση, Προβολή)· γ) Συνδυασμός ακριβούς και αμφίσημου τρόπου ομαδοποίησης.

Η επιλογή από μενού μπορεί να γίνει από το χρήστη είτε δείχνοντας απευθείας με τη δεικτική συσκευή, είτε με πληκτρολόγηση του αριθμού του επιλεγμένου αντικειμένου ή με χρήση κάποιας αντιπροσωπευτικής συντόμευσης του. Οι σχεδιαστές συστημάτων μενού επιλογής θα πρέπει να μεριμνούν για

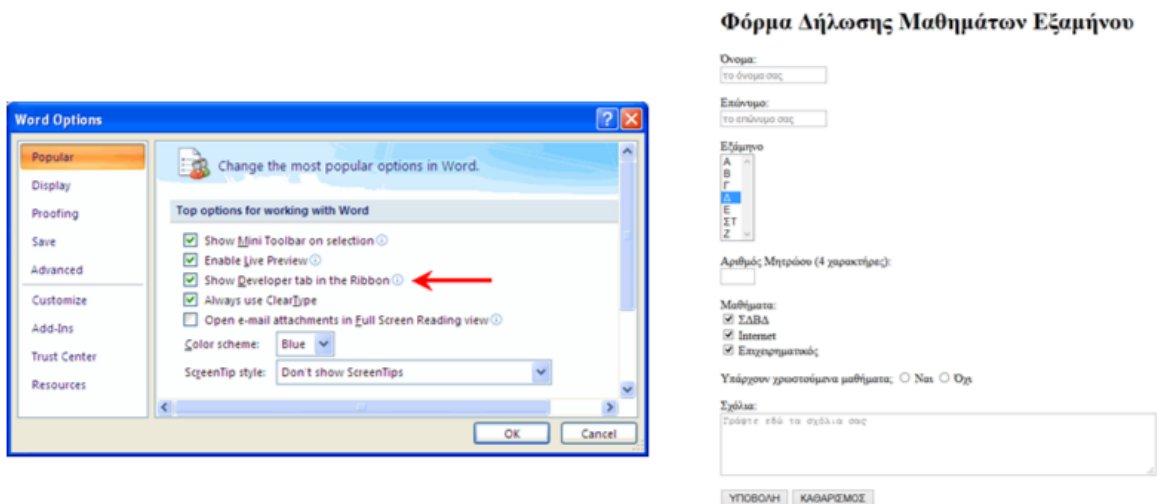
παροχή δυνατότητας γρήγορης πλοήγησης στην ιεραρχία των μενού. Ο «Νόμος της οδήγησης» (steering law), που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2, αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για το σκοπό αυτό. Επιπλέον, οι σχεδιαστές θα πρέπει να έχουν υπόψη τους ότι μενού με πολλές επιλογές ή μία μακρά ακολουθία μενού και υπομενού μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα το πρόβλημα της κάλυψης μεγάλου τμήματος της οθόνης.

5.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα της αλληλεπίδρασης μέσω μενού επιλογής είναι τα εξής: α) ο μικρός αριθμός πληκτρολογήσεων που απαιτούνται από τους χρήστες και συνεπώς ο μικρός αριθμός σφαλμάτων πληκτρολόγησης, β) οι μικρές απαιτήσεις μνημονικού φορτίου χρήστη, και γ) η δυνατότητα που παρέχουν στο σχεδιαστή για καλή δόμηση των επιλογών και του διαλόγου του χρήστη. Αντίθετα, τα μειονεκτήματα του στυλ αυτού είναι: α) η καθυστέρηση που συνεπάγεται η επιλογή μέσω μενού σε σχέση με γλώσσες εντολών, β) η κατανάλωση πολύτιμου χώρου οθόνης ιδίως σε περιπτώσεις σχοινοτενών υπομενού και γ) η δυσκολία που παρουσιάζουν στην εισαγωγή δεδομένων από το χρήστη.

5.3 Συμπλήρωση φόρμας

Η διαδικασία συμπλήρωσης εντύπων με τη μορφή φόρμας (φορολογική δήλωση, αιτήσεις κ.λπ.) είναι γνωστή σε μεγάλο αριθμό ατόμων και η μεταφορά της στον υπολογιστή χρησιμοποιεί αυτήν την προηγούμενη εμπειρία. Αυτό το στυλ αλληλεπίδρασης είναι γνωστό ως συμπλήρωση φόρμας (form filling) και είναι κατάλληλο όταν απαιτούνται πολλά πεδία εισαγωγής δεδομένων (Shneiderman & Plaisant, 2004). Κατά το στυλ αυτό, ο χρήστης συμπληρώνει τα πεδία μιας φόρμας (form filling) εισάγοντας κείμενα, αριθμούς ή σύμβολα, σύμφωνα με υποδείξεις. Στις σύγχρονες γραφικές διεπιφάνειες χρήστη είναι συχνό φαινόμενο να συναντώνται στο πλαίσιο του ίδιου διαλόγου, τα στυλ συμπλήρωσης φόρμας και επιλογής μέσω μενού. Στην εικόνα 5.2 παρουσιάζονται τέτοια τυπικά παραδείγματα σε μία παραθυρική εφαρμογή και σε μία ιστοσελίδα.



Εικόνα 5.2 Αριστερά: Συμπλήρωση φόρμας σε παραθυρική εφαρμογή (Microsoft Word). Δεξιά: Συμπλήρωση φόρμας στον Ιστό.

Αρχικά, το στυλ συμπλήρωσης φόρμας είχε χρησιμοποιηθεί σε παραδοσιακά συστήματα βάσεων δεδομένων, όμως τα τελευταία χρόνια έχει επανέλθει στο προσκήνιο με τις εφαρμογές Ιστού. Στις τελευταίες, η χρήση έχει πιο έντονα ευκαιριακό χαρακτήρα και για αυτό οι οδηγίες προς τους χρήστες πρέπει

να είναι σαφείς και ενσωματωμένες στη φόρμα. Συγκριτικά με το στυλ επιλογής μέσω μενού, η συμπλήρωση φόρμας διευκολύνει σημαντικά την εισαγωγή πληροφορίας από το χρήστη στο σύστημα.

Οι φόρμες προς συμπλήρωση αποτελούνται κυρίως από ετικέτες, πεδία εισαγωγής δεδομένων και ενέργειες (Wroblewski, 2008). Οι ετικέτες συνοδεύουν τα πεδία εισαγωγής ενημερώνοντας τους χρήστες για τον τύπο των δεδομένων τους, αν πρόκειται π.χ. για ονοματεπώνυμο, ημερομηνία ή οτιδήποτε άλλο. Στα πεδία εισαγωγής οι χρήστες εισάγουν τα κατάλληλα δεδομένα είτε μέσω πληκτρολόγησης (πεδία κειμένου), είτε μέσω επιλογής μίας ή περισσοτέρων τιμών (πεδία επιλογής τιμής) προκειμένου οι χρήστες να διευκολύνονται στην εισαγωγή των δεδομένων και να περιορίζονται τα σφάλματα πληκτρολόγησης. Παραδείγματα της πρώτης κατηγορίας είναι το απλό πεδίο κειμένου (textbox) και η περιοχή κειμένου (textarea), ενώ πεδία επιλογής τιμής αποτελούν τα κουμπιά επιλογής (radio buttons), τα κουτιά επιλογής (check boxes) και οι απλές λίστες επιλογής (list boxes). Υπάρχουν ακόμη οι σύνθετες λίστες επιλογής (combo boxes) που συνδυάζουν τη δυνατότητα επιλογής από λίστα και τη δυνατότητα πληκτρολόγησης. Τέλος, οι ενέργειες υλοποιούνται συνήθως μέσω κουμπιών (buttons). Οι πλέον συνηθισμένες ενέργειες που συναντώνται σε διαδικτυακές φόρμες είναι η υποβολή (submit) και η αρχικοποίηση (reset) τους.

Μια ειδική περίπτωση φόρμας είναι τα λογιστικά φύλλα (spreadsheets), τα οποία είναι φόρμες με μεγάλο αριθμό πεδίων (κελιών) διαταγμένων υπό μορφή δισδιάστατου πίνακα. Τα λογιστικά φύλλα προσομοιώνουν έντυπα λογιστικών πράξεων. Όμως στην περίπτωση των ηλεκτρονικών λογιστικών φύλλων είναι δυνατή η αποθήκευση συναρτήσεων που επιτρέπουν την αυτόματη διενέργεια πράξεων επί του περιεχομένου των κελιών, όπως είναι για παράδειγμα ο αυτόματος υπολογισμός του αθροίσματος μιας στήλης αριθμών. Αυτή η δυνατότητα έχει καταστήσει τα λογιστικά φύλλα εξαιρετικά χρήσιμα σε διάφορα πλαίσια εργασιών εκτός από τις λογιστικές εργασίες. Το πρώτο λογιστικό φύλλο ήταν το πρόγραμμα VisiCalc (Dan Bricklin, Πανεπιστήμιο του Harvard), ακολούθησε το Lotus 1-2-3 με μεγάλη διάδοση κατά τη δεκαετία του 1980, ενώ στις μέρες μας το πιο διαδεδομένο τέτοιο σύστημα είναι το Excel της εταιρίας Microsoft. Τα σύγχρονα λογιστικά φύλλα συνδυάζουν πολλαπλά στυλ αλληλεπίδρασης, πέραν της συμπλήρωσης φορμών, όπως είναι τα μενού και απευθείας χειρισμός.

5.3.1 Αρχές και οδηγίες σχεδιασμού φορμών

Ο σχεδιαστής διεπιφανειών συμπλήρωσης φορμών πρέπει να λαμβάνει υπόψη του βασικές αρχές σχεδιασμού που αφορούν αυτό το στυλ αλληλεπίδρασης. Ένα γνωστό σύνολο τέτοιων αρχών παρουσιάζεται στο βιβλίο των Sneiderman και Plaisant (2004). Πρόσφατες εξελίξεις σε αυτό το αντικείμενο περιγράφονται στο σύγγραμμα του Wroblewski (2008). Παρότι η έμφαση στο σύγγραμμα αυτό δίνεται σε διαδικτυακές φόρμες, οι αρχές σχεδιασμού που περιγράφονται έχουν καθολική ισχύ σε όλες τις φόρμες και είναι οι εξής: α) ελαχιστοποιήστε την απαιτούμενη προσπάθεια, β) καθοδηγήστε το χρήστη στην επιτυχή συμπλήρωση της φόρμας, γ) σχεδιάστε λαμβάνοντας υπόψη το πλαίσιο χρήσης της φόρμας, δ) διασφαλίστε έναν συνεπή τρόπο επικοινωνίας φόρμας-χρήστη. Σύμφωνα με τον Wroblewski (2008), μερικές καλές πρακτικές για το σχεδιασμό φορμών είναι:

- *Τοποθέτηση ετικετών:* να γίνεται πάνω από τα πεδία όταν οι ζητούμενες πληροφορίες είναι πολύ οικείες στο χρήστη, ενώ σε αντίθετη περίπτωση να γίνεται στην ίδια γραμμή με το πεδίο και με αριστερή στοίχιση κειμένου. Εάν υπάρχει περιορισμένος κάθετος χώρος οθόνης, οι ετικέτες να τοποθετούνται στην ίδια γραμμή με το πεδίο και με δεξιά στοίχιση κειμένου.
- *Προαιρετικά πεδία:* να αποφεύγονται, αλλά εάν υπάρχουν να διαχωρίζονται με σαφή τρόπο. Εάν τα προαιρετικά πεδία είναι περισσότερα τότε να δηλώνονται αυτά, αλλιώς να δηλώνονται τα υποχρεωτικά πεδία.

- *Μέγεθος πεδίων κειμένων*: να χρησιμοποιείται για να επικοινωνήσει το μέγεθος της ζητούμενης πληροφορίας. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό για λόγους αισθητικής, να επιλέγεται το ίδιο μέγεθος για όλα τα πεδία με τρόπο που να διασφαλίζει επαρκή χώρο για την εισαγωγή των δεδομένων.
- *Ομαδοποίηση πεδίων*: να δημιουργούνται ομάδες πεδίων με σχετιζόμενο περιεχόμενο και να αναπαρίστανται οπτικά με χρήση κατάλληλων στοιχείων (π.χ. γραμμή, ορθογώνιο πλαίσιο, χρώμα).
- *Διαχωρισμός ενεργειών χρήστη*: να διαχωρίζονται οι κύριες ενέργειες (π.χ. Αποθήκευση, Υποβολή) από τις δευτερεύουσες (π.χ. Ακύρωση, Αρχικοποίηση). Επίσης, τα χειριστήρια των κύριων ενεργειών να στοιχίζονται με τα πεδία εισαγωγής δεδομένων με τρόπο που να καθοδηγούν το χρήστη στην υποβολή της φόρμας.
- *Χρονοβόρες ενέργειες*: να ενημερώνεται ο χρήστης για την εξέλιξη χρονοβόρων ενεργειών (π.χ. ανέβασμα μεγάλου αρχείου) και κατά τη διάρκεια της εξέλιξής τους να απενεργοποιούνται ενέργειες που μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια δεδομένων (π.χ. κουμπί submit).
- *Βοήθεια και επεξηγήσεις*: να ελαχιστοποιείται ο αριθμός τους και να τοποθετούνται σε κοντινή απόσταση με το σχετιζόμενο πεδίο. Όταν οι ζητούμενες πληροφορίες είναι πολλές και μη οικείες στο χρήστη, να εμφανίζονται δυναμικά είτε αυτόματα (π.χ. on focus) είτε κατόπιν αιτήματος του χρήστη (π.χ. mouse over σε κατάλληλο εικονίδιο βοήθειας).
- *Υποστήριξη χρήσης πληκτρολογίου*: η ακολουθία tab - πληκτρολογήσεων για τη μετάβαση στα πεδία της φόρμας να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του χρήστη, βάσει της οπτικής διάταξης της φόρμας.
- *Διασφάλιση προσβασιμότητας*: να λαμβάνονται υπόψη οι οδηγίες για τη διασφάλιση της προσβασιμότητας σε άτομα με αναπηρίες π.χ. κατάλληλη χρήση HTML ετικετών <label> και <fieldset> και ιδιοτήτων tabindex και accesskey.
- *Αποτροπή σφαλμάτων*: να γίνεται έγκαιρος έλεγχος εσφαλμένων τιμών, να εμφανίζονται παραδείγματα και τυχόν περιορισμοί (π.χ. έως 500 χαρακτήρες), να υποστηρίζεται η ευέλικτη εισαγωγή δεδομένων (π.χ. για εισαγωγή IBAN να γίνεται δεκτή ακολουθία χαρακτήρων με ή χωρίς κενά και παύλες).
- *Αναγνώριση και ανάνηψη από σφάλματα*: η φόρμα να επικοινωνεί με ξεκάθαρο τρόπο ότι έχει συμβεί κάποιο σφάλμα, να κάνει εμφανές ποιο πεδίο ή ποια πεδία αφορά το σφάλμα και να επιτρέπει την άμεση διόρθωση τους.
- *Ολοκλήρωση υποβολής*: η φόρμα να επικοινωνεί με ξεκάθαρο τρόπο ότι έχει υποβληθεί σωστά.

Κατά τη συμπλήρωση φορμών, η αποδοτικότητα της αλληλεπίδρασης είναι σημαντική, ιδιαίτερα σε διαδικτυακές εφαρμογές που απευθύνονται κυρίως σε νέους και ευκαιριακούς χρήστες. Το εργαλείο Key-stroke Level Model – Form Analyzer (KLM-FA) υποστηρίζει την αξιολόγηση της αποδοτικότητας της αλληλεπίδρασης των χρηστών με διαδικτυακές φόρμες για διάφορα σενάρια αλληλεπίδρασης (π.χ. με τη χρήση μόνο πληκτρολογίου) και προφίλ χρηστών (π.χ. ηλικιωμένος χρήστης) (Karousos, Katsanos, Tselios, & Xenos, 2013; Katsanos, Karousos, Tselios, Xenos, & Avouris, 2013). Το KLM-FA που διατίθεται δωρεάν, στηρίζεται σε μοντέλα προβλεπτικής συμπεριφοράς του χρήστη και συγκεκριμένα στο μοντέλο KLM και στο Νόμο του Fitts που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 2.

5.3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Η συμπλήρωση φορμών στηρίζεται στη μεγάλη εξοικείωση που έχουν ακόμη και οι πιο αρχάριοι χρήστες με τη διαδικασία συμπλήρωσης έντυπης φόρμας, την οποία το στυλ αυτό προσομοιώνει. Συνεπώς, είναι ένα στυλ αλληλεπίδρασης που απευθύνεται σε όλες τις κατηγορίες χρηστών και απαιτεί ελάχιστη εκπαίδευση. Λόγω των χαρακτηριστικών αυτών, χρησιμοποιείται σε περιβάλλοντα με μεγάλο πλήθος νέων χρηστών (π.χ. εφαρμογές Παγκόσμιου Ιστού) για να υποστηρίξει ένα σύνολο διαφορετικών εργασιών όπως είναι η δημιουργία λογαριασμού, η αναζήτηση πληροφορίας, η ηλεκτρονική παραγγελία, η ηλεκτρονική κράτηση κ.λπ. Το στυλ αυτό υποστηρίζει δομημένη αλληλεπίδραση του χρήστη με τον υπολογιστή και δεν απαιτεί μνημονικό φορτίο από το χρήστη. Τέλος, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι ο χρήστης έχει εποπτεία μεγάλου τμήματος της φόρμας που συμπληρώνει και συνεπώς αισθάνεται ότι ελέγχει την όλη διαδικασία. Μειονεκτήματα είναι α) η μεγάλη απαίτηση για χώρο οθόνης, β) η μη καλή προσαρμογή του στυλ φόρμας στην εκτέλεση εντολών, γ) η αδυναμία να υποστηρίξει αρκετές μη γραφικές διεπιφάνειες καθώς απαιτείται η ύπαρξη μηχανισμού ελέγχου δρομέα στην οθόνη.

5.4 Φυσική γλώσσα

Το στυλ αυτό αλληλεπίδρασης αφορά την έκφραση εντολών από το χρήστη προς τον υπολογιστή σε φυσική γλώσσα (π.χ. σε καθομιλούμενα Ελληνικά) και αντίστοιχα την απόκριση του υπολογιστή με παρόμοιο τρόπο. Η είσοδος προς τον υπολογιστή μπορεί να γίνει είτε μέσω κειμένου (πληκτρολόγηση των εντολών από τον χρήστη) είτε μέσω ομιλίας. Το ίδιο ισχύει και για την έξοδο του υπολογιστή, όπου η απόκριση μπορεί να παρουσιαστεί ως κείμενο ή να συντεθεί ως ομιλία.

Αυτό το στυλ αλληλεπίδρασης προσομοιάζει περισσότερο την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων και γι' αυτό θα περίμενε κανείς τα συστήματα που το υλοποιούν να είναι πιο εύχρηστα και πιο προσιτά στον άνθρωπο. Έχει αποδειχθεί όμως εν γένει, ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει. Ειδικότερα, οι τεχνικές δυσκολίες ανάπτυξης συστημάτων αναγνώρισης και σύνθεσης φυσικής γλώσσας κάνουν αδύνατη μέχρι σήμερα την ύπαρξη επιτυχημένων διεπιφανειών γενικού σκοπού που υποστηρίζουν αλληλεπίδραση μέσω της φυσικής γλώσσας. Οι δυσκολίες αυτές αφορούν, μεταξύ άλλων, την πολυπλοκότητα της ανθρώπινης ομιλίας (μεταφορικός λόγος, επαναλαμβανόμενα νοήματα, μη-δομημένος λόγος, δυσκολία αποτύπωσης παραλεκτικής πληροφορίας κ.λπ.), την ενδεχόμενη ύπαρξη περιβαλλοντικού θορύβου, την ιδιαιτερότητα στη χροιά της φωνής διαφορετικών ομιλητών κ.λπ. Ακόμη όμως και να ξεπεραστούν οι τεχνικές δυσκολίες, η φυσική γλώσσα είναι στυλ αλληλεπίδρασης λεκτικού τύπου, όπως και η γλώσσα εντολών, και ως εκ τούτου παρουσιάζει μειονεκτήματα έναντι του μοντέλου άμεσης δράσης του χρήστη που υποστηρίζει το στυλ απευθείας χειρισμού (βλέπε επόμενη ενότητα). Επιπρόσθετα, η ασάφεια της φυσικής γλώσσας την κάνει συχνά ακατάλληλη να εκφράσει εντολές με την αυστηρότητα που απαιτεί μια μηχανή.

Παρά τους περιορισμούς αυτούς, μορφές φυσικής γλώσσας έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες περιοχές εφαρμογών για εργασίες όπως είναι υπαγόρευση και μετάφραση κειμένου, χειρισμός εφαρμογών λογισμικού (π.χ. λειτουργικό σύστημα, μηχανή αναζήτησης), παροχή πληροφοριών τηλεφωνικού καταλόγου, αλληλεπίδραση με έξυπνες φορετές (wearables) και φορητές συσκευές (π.χ. έξυπνο τηλέφωνο), αλλά και για την υποστήριξη χρηστών με αναπηρίες. Παραδείγματα εφαρμογών που στηρίζονται στο στυλ αλληλεπίδρασης φυσικής γλώσσας είναι το Google Translate με φωνητική υποστήριξη για την υπαγόρευση και μετάφραση κειμένου σε διάφορες γλώσσες και η Siri, ένας ψηφιακός βοηθός στο λειτουργικό σύστημα iOS της Apple που υποστηρίζει φωνητικές εντολές για αποστολή μηνυμάτων, πραγματοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων κ.λπ.

5.4.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Στα πλεονεκτήματα του στυλ αλληλεπίδρασης φυσικής γλώσσας συγκαταλέγονται: α) η φυσικότητά του, β) η ευελιξία του διαλόγου και γ) η υποστήριξη μικτής πρωτοβουλίας, δηλαδή το γεγονός ότι μπορούν είτε η μηχανή, είτε ο άνθρωπος να ξεκινήσουν έναν διάλογο επικοινωνίας. Τα μειονεκτήματα είναι: α) η δυσκολία να χρησιμοποιηθεί η φυσική γλώσσα με όλη της την πολυπλοκότητα για να εκφράσει εντολές με την αυστηρότητα που απαιτεί μία μηχανή, β) οι τεχνικές δυσκολίες ανάπτυξης τέτοιων συστημάτων και γ) η λανθασμένη εντύπωση - δηλαδή ένα ανθρωπομορφικό μοντέλο του υπολογιστή - που δημιουργούν τέτοια συστήματα στο χρήστη, με συνέπεια να του δημιουργούνται εσφαλμένες προσδοκίες.

5.5 Απευθείας χειρισμός

Το στυλ αλληλεπίδρασης με τη μεγαλύτερη διάδοση σήμερα είναι αυτό που ονομάζεται «απευθείας χειρισμός» (direct manipulation). Ο όρος αυτός καθιερώθηκε από τον Ben Schneiderman το 1983. Γενικά, ως περιβάλλον απευθείας χειρισμού ορίζεται μια διεπιφάνεια χρήστη στην οποία: α) τα αντικείμενα ενδιαφέροντος του χρήστη αναπαρίστανται στην οθόνη, β) οι ενέργειες του χρήστη πάνω στα αντικείμενα αυτά έχουν άμεσο αποτέλεσμα, είναι αντιστρεπτές και αυξητικού χαρακτήρα (κάθε νέα ενέργεια λαμβάνει υπόψη όλες τις προηγούμενες), και γ) αντί για εντολές ο χρήστης χειρίζεται απευθείας τα αντικείμενα του ενδιαφέροντός του, συνήθως με χρήση δεικτικής συσκευής. Οι διεπιφάνειες που εφαρμόζουν το στυλ αυτό είναι συνεπώς γραφικού τύπου και ο χρήστης, για την αλληλεπίδραση του με το σύστημα, χρησιμοποιεί δεικτική συσκευή με την οποία χειρίζεται τα αντικείμενα που παρουσιάζονται στη διεπιφάνεια.

Συνήθως, στις σύγχρονες διεπιφάνειες υπολογιστών, το στυλ αυτό συνδυάζεται με άλλα, κυρίως με μενού και φόρμες. Το μικτό αυτό στυλ έχει γίνει ευρύτερα γνωστό σαν στυλ WIMP (windows, icons, menus, pointer). Άλλος όρος που χρησιμοποιείται είναι ο GUI (graphical user interface), που δίνει έμφαση στο γραφικό χαρακτήρα της διεπιφάνειας αυτού του στυλ. Ωστόσο, οι έννοιες GUI και WIMP δεν είναι ταυτόσημες: μία WIMP διεπιφάνεια είναι σίγουρα GUI, αλλά το αντίστροφο δεν ισχύει υποχρεωτικά. Επιπρόσθετα, έχει πλέον καθιερωθεί ο όρος post-WIMP για να περιγράψει στυλ αλληλεπίδρασης που εμφανίστηκαν μετά από το WIMP. Ο van Dam (1997) ορίζει ως post-WIMP τις διεπιφάνειες που περιλαμβάνουν τουλάχιστον έναν τρόπο αλληλεπίδρασης που δεν στηρίζεται στα κλασικά διδιάστατα (2D) γραφικά στοιχεία, όπως είναι τα μενού και τα εικονίδια. Παραδείγματα τέτοιων post-WIMP περιπτώσεων είναι οι τρισδιάστατες διεπαφές (3D) που περιγράφονται σε επόμενη ενότητα, η απτική αλληλεπίδραση (βλέπε κεφάλαιο 6) και ο πανταχού-παρόν υπολογιστής (ubiquitous computing).

5.5.1 Παραδείγματα εφαρμογών απευθείας χειρισμού

Η πρώτη ευρέως διαδεδομένη διεπιφάνεια χρήστη, που προέκυψε από τα πρώτα πρωτότυπα που έχουν ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 1 (Dynabook, Xerox Star), ήταν το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή Macintosh της εταιρίας Apple το 1978. Στο σύστημα αυτό χρησιμοποιήθηκε, όπως και στα προηγούμενα πρωτότυπα, η μεταφορά της επιφάνειας γραφείου, κατά την οποία αντικείμενα ήδη γνωστά από το περιβάλλον γραφείου (έγγραφα, φάκελοι, καλάθι απορριμμάτων κ.λπ.) αναπαρίστανται στην οθόνη του υπολογιστή. Ο χρήστης με τη δεικτική συσκευή, μπορεί να μετακινήσει τα αντικείμενα αυτά και να εκτελέσει ενέργειες όπως άνοιγμα εγγράφου, μετακίνηση εγγράφου από φάκελο σε φάκελο, εμφάνιση περιεχομένων φακέλου κ.λπ.

Ακολούθησαν έκτοτε πολλά παρόμοια συστήματα. Σήμερα, αυτό το στυλ αλληλεπίδρασης έχει διαδοθεί ευρύτατα στις περισσότερες εφαρμογές, όπως σε επεξεργαστές κειμένου, σχεδιαστικά εργαλεία, εργαλεία επεξεργασίας ήχου, εικόνας και βίντεο, διεπιφάνειες λειτουργικών συστημάτων κ.λπ. Ο απευθείας χειρισμός βρήκε μεγάλη εφαρμογή στο χώρο της εκπαίδευσης και βοήθησε αποφασιστικά στη διάδοση των υπολογιστών, αφού έδωσε τη δυνατότητα για χωρική και εικονική αναπαράσταση εννοιών και έτσι βοήθησε στην κατανόησή τους, όπως ο αρχαίος άβακας, πρωτόγονο εργαλείο απευθείας χειρισμού αριθμητικών εννοιών, βοηθάει την εξοικείωση με τις αριθμητικές πράξεις. Ένα παράδειγμα τέτοιου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος είναι η γλώσσα προγραμματισμού LOGO (Papert, 1980), η δημιουργία της οποίας στηρίχτηκε στη θεωρία του Piaget, για τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών. Με τη LOGO δίνεται η ευκαιρία στον μαθητή να έρθει σε επαφή με αρχές της γεωμετρίας μέσω απευθείας χειρισμού μιας εικονικής χελώνας. Το παιδί μετακινεί τη χελώνα στην οθόνη του υπολογιστή με αποτέλεσμα αυτή να χαράζει την άμμο με την ουρά της δημιουργώντας έτσι γραμμές καθώς κινείται. Άλλα πιο πρόσφατα παραδείγματα εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που στηρίζονται σε αυτό το στυλ αλληλεπίδρασης είναι το Scratch του Πανεπιστημίου M.I.T. και το Kodu της εταιρείας Microsoft, τα οποία επιτρέπουν στο χρήστη τη δημιουργία προγραμμάτων μέσω απευθείας χειρισμού προγραμματιστικών στοιχείων αντί κειμένου (οπτικές γλώσσες προγραμματισμού).

Σήμερα, στα συστήματα εικονικής πραγματικότητας που περιγράφονται σε επόμενη ενότητα, ο απευθείας χειρισμός επεκτείνεται στον τρισδιάστατο χώρο. Εκεί ο χρήστης μπορεί να χειριστεί αντικείμενα με κατάλληλες δεικτικές συσκευές (π.χ. dataglove, datasuite κ.λπ.).

5.5.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Η αποδοχή του απευθείας χειρισμού από τους χρήστες υπολογιστικών συστημάτων και η διάδοση του υπήρξε μεγάλη και σήμερα είναι το κυρίαρχο στυλ αλληλεπίδρασης. Κατά τους Shneiderman και Plaisant (2004) αυτό οφείλεται στα πλεονεκτημάτα του, που επιγραμματικά είναι:

- Η εκμάθηση γίνεται εύκολα, μέσω παραδειγμάτων χρήσης από πιο έμπειρους χρήστες, αφού ο χρήστης απαιτείται να αναγνωρίζει χειριστήρια αντί να θυμάται εντολές, όπως συμβαίνει με τις γλώσσες εντολών.
- Παρέχεται η δυνατότητα στους έμπειρους χρήστες να ενεργούν γρήγορα, εκτελώντας ακόμη και σύνθετες λειτουργίες.
- Οι ευκαιριακοί χρήστες μπορούν εύκολα να θυμούνται τη χρήση του συστήματος.
- Απαιτούνται ελάχιστα μηνύματα σφάλματος.
- Το άμεσο αποτέλεσμα των ενεργειών συνεπάγεται επιβεβαίωση της προόδου ή έγκαιρη διάγνωση εσφαλμένων ενεργειών.
- Η αντιστρεψιμότητα των ενεργειών περιορίζει το άγχος για τις συνέπειες εσφαλμένων χειρισμών.
- Οι χρήστες έχουν εμπιστοσύνη στο σύστημα αφού αισθάνονται ότι έχουν αυτοί τον έλεγχο και είναι σε θέση να προβλέψουν τα αποτελέσματα των ενεργειών τους.

Θεωρητικές μελέτες συστημάτων που στηρίζονται στον απευθείας χειρισμό (Hutchins, Hollan, & Norman, 1986), αποδεικνύουν ότι το χάσμα εκτέλεσης και το χάσμα εκτίμησης (βλέπε κεφάλαιο 3) που αφορούν την απόσταση μεταξύ των στόχων του χρήστη και των μέσων που του παρέχονται από το σύστημα για να τους επιτύχει, γεφυρώνονται πολύ ευκολότερα σε συστήματα αυτής της κατηγορίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σε συστήματα απευθείας χειρισμού, το εργαλείο, δηλαδή το υπολογιστικό σύ-

στημα τείνει να γίνει διάφανο και να εξαφανιστεί από το γνωστικό πεδίο του χρήστη κατά την εκτέλεση του έργου του, με αποτέλεσμα να μπορεί αυτός να συγκεντρώνεται μόνο σε αντικείμενα σχετικά με το προς επίλυση πρόβλημα. Έτσι, ο χρήστης αποκτά την αίσθηση ότι χειρίζεται και αλληλεπιδρά με εκείνα ακριβώς τα αντικείμενα που του επιτρέπουν να επιτύχει τους στόχους του. Για παράδειγμα, ο σχεδιαστής αλληλεπιδρά με τα σχήματα που σχεδιάζει, ο συντάκτης ενός κειμένου με τις παραγράφους και τις λέξεις του και όχι με κάποιον ενδιάμεσο στον οποίον χρειάζεται να δίνει εντολές.

Προβλήματα του απευθείας χειρισμού αφορούν τη δυσκολία εικονικής αναπαράστασης αφηρημένων ή σύνθετων εννοιών. Για παράδειγμα όταν ορίστηκε η γραφική λειτουργία της αποκοπής-επικόλλησης (cut-paste), οι χρήστες συνάντησαν δυσκολίες στην κατανόησή της. Επίσης, πολλά εικονικά σύμβολα δεν είναι εύκολο να γίνουν άμεσα κατανοητά, αφού η έννοια που συνεπάγεται μια εικόνα διαφέρει ανάλογα με το πολιτισμικό και γνωστικό υπόβαθρο του χρήστη, σε αντίθεση με μια λέξη που είναι πιο σαφής. Άλλο πρόβλημα αφορά τη δυσκολία αναπαράστασης σύνθετων εικόνων στον περιορισμένο χώρο της οθόνης του υπολογιστή. Ένας φάκελος συστήματος αρχείων που περιέχει μερικές εκατοντάδες αρχεία, αναπαρίσταται ευκολότερα σαν αλφαβητικός κατάλογος με πληροφορίες για τα αρχεία παρά σαν σύνολο εικονιδίων. Επίσης, οι πιο έμπειροι χρήστες συχνά επιτυγχάνουν μεγαλύτερες ταχύτητες στην εκτέλεση μίας εργασίας μέσω εντολών που πληκτρολογούν παρά με χειρισμό δεικτικών συσκευών. Για παράδειγμα, πολλοί χρήστες εκτελούν πράξεις με ηλεκτρονική αριθμομηχανή στην οθόνη του υπολογιστή πιο γρήγορα όταν πληκτρολογούν τις αριθμητικές εκφράσεις, αντί να χειρίζονται τα εικονικά πλήκτρα με τη δεικτική συσκευή. Για αυτό το λόγο, πρέπει να δίνεται και η δυνατότητα συντομεύσεων με εντολές που παρακάμπτουν το στυλ απευθείας χειρισμού, ώστε να διευκολύνονται οι πεπειραμένοι χρήστες.

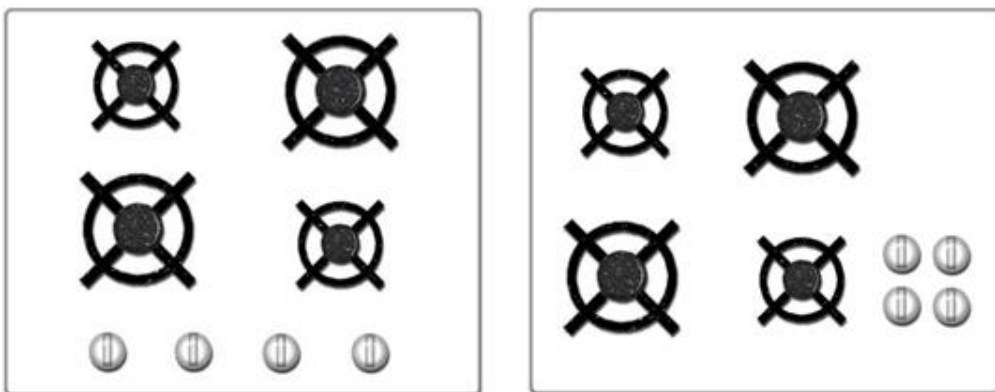
5.5.3 Αρχές σχεδιασμού απευθείας χειρισμού

Ο σχεδιασμός επιτυχημένων διεπιφανειών απευθείας χειρισμού είναι δύσκολος. Απαιτείται αρχικά σαφής καθορισμός της χρησιμοποιούμενης μεταφοράς, στη συνέχεια είναι απαραίτητος ο ορισμός των αντικειμένων που θα αναπαρασταθούν στην οθόνη του υπολογιστή, καθώς και των λειτουργιών και ιδιοτήτων των αντικειμένων αυτών. Ο Donald Norman (1988) έχει προτείνει βασικές αρχές σχεδιασμού των συστημάτων αυτών, οι οποίες μπορούν να επεκταθούν σε σχεδιασμό αντικειμένων καθημερινής χρήσης, όπως αναφέρει στο βιβλίο του «The design of everyday things». Οι κύριες αρχές σχεδιασμού αντικειμένων που υποστηρίζουν απευθείας χειρισμό είναι:

- *Αρχή της ορατότητας (visibility)*: ο οπτικός σχεδιασμός της διεπιφάνειας να επιτρέπει στους χρήστες να καταλάβουν τη λειτουργικότητα του συστήματος και να επιλέξουν το αντικείμενο που επιθυμούν. Για παράδειγμα, ενέργειες που υλοποιούνται μόνο με συντομεύσεις του πληκτρολογίου μπορεί να μην ανακαλυφθούν ποτέ από νέους χρήστες. Αυτό δεν σημαίνει ότι κάθε δυνατή ενέργεια του χρήστη θα πρέπει να αναπαρίσταται συνεχώς στη διεπιφάνεια του συστήματος, αλλά ότι θα πρέπει να γίνεται εμφανής την κατάλληλη στιγμή. Έτσι π.χ., στους σύγχρονους κειμενογράφους η επιλογή μίας εικόνας ή ενός πίνακα δεδομένων εμφανίζει δυναμικά, πρόσθετα μενού επιλογών με ενέργειες που αφορούν μόνο αυτά τα αντικείμενα (π.χ. περιστροφή εικόνας, εισαγωγή γραμμής σε πίνακα).
- *Αρχή της ανάδρασης (feedback)*: το αντικείμενο θα πρέπει να παρέχει πληροφορίες σχετικά με ποια ενέργεια έχει πραγματοποιηθεί και τι αποτελέσματα είχε. Αν, σαν συνέπεια ενεργειών του χρήστη, προκαλείται αλλαγή στην κατάσταση του αντικειμένου, αυτό θα πρέπει να γίνεται άμεσα εμφανές. Η ανάδραση μπορεί να είναι οπτική (αλλαγή εικονιδίου, αλλαγή θέσης, λεκτι-

κό μήνυμα προόδου εργασίας, κινούμενα εικονίδια κ.λπ.) ή και ακουστική (ήχος διαγραφής, μεταφοράς αρχείου κ.λπ.).

- *Αρχή της αντιληπτής δυνατότητας δράσης (affordance)*: τα αντικείμενα πρέπει να υπαινίσσονται τη χρήση τους (π.χ. με το σχήμα, την κατασκευή τους κ.λπ.). Για παράδειγμα, ένα πλήκτρο υπαινίσσεται το πάτημα του, μια καρέκλα υπαινίσσεται ότι κάποιος μπορεί να καθίσει πάνω της. Ωστόσο, υπάρχουν στην καθημερινή μας ζωή πολλά παραδείγματα από πόρτες και ντουλάπια που δεν είναι προφανές πως ανοίγουν, από συσκευές που δεν είναι προφανές πως τίθενται σε λειτουργία κ.λπ. Οι υπαινιγμοί που μπορεί κάποια συσκευή να προσφέρει διακρίνονται σε: α) οπτικούς υπαινιγμούς, β) ακουστικούς υπαινιγμούς (χαρακτηριστικοί ήχοι), και γ) ακολουθίες υπαινιγμών, κατά τις οποίες κάθε ενέργεια του χρήστη προκαλεί από τη συσκευή έναν υπαινιγμό που οδηγεί στον επόμενο χειρισμό. Για παράδειγμα, αν μεταφέρουμε το δρομέα στο άκρο ενός παραθύρου, ο δρομέας αλλάζει μορφή έτσι ώστε να υπαινίσσεται τη λειτουργία της ελαστικής αύξησης του παραθύρου προς μία κατεύθυνση, ή την ελεύθερη αύξηση του παραθύρου. Επίσης, ένα κουμπί σε μία εφαρμογή πρέπει να απεικονίζεται με τρόπο που να επικοινωνεί ότι είναι κάτι που μπορεί να πατηθεί, οπότε συχνά αναπαρίσταται με σκίαση ή με προοπτική που επικοινωνεί βάθος.
- *Αρχή αντιστοιχίας χειριστηρίων-λειτουργιών (mapping)*: θα πρέπει να υπάρχει σαφής αντιστοιχία μεταξύ χειριστηρίων-λειτουργιών. Ένα συνηθισμένο παράδειγμα κακής αντιστοίχισης χειριστηρίων-λειτουργιών είναι η διάταξη των διακοπών των εστιών μίας ηλεκτρικής κουζίνας. Η συνήθης πρακτική είναι οι διακόπτες να τοποθετούνται ο ένας κάτω ή δίπλα από τον άλλο, με συνέπεια ακόμη και καθημερινοί χρήστες τους να δυσκολεύονται να θυμηθούν την αντιστοιχία διακοπών-ηλεκτρικών εστιών. Μια πιθανή λύση στο πρόβλημα αυτό θα μπορούσε να είναι η χωρική διάταξη των διακοπών, ώστε να αντιστοιχούν στη θέση ηλεκτρικών εστιών. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι έχουμε μία ηλεκτρική κουζίνα με 4 εστίες· στην εικόνα 5.3 φαίνονται δύο πιθανές διατάξεις των διακοπών ενεργοποίησης των ηλεκτρικών εστιών. Ποια κατά τη γνώμη σας είναι η πιο εύχρηστη και γιατί;



Εικόνα 5.3 Δύο εναλλακτικές διατάξεις διακοπών ηλεκτρικών εστιών κουζίνας. Πηγή: wikipedia.org

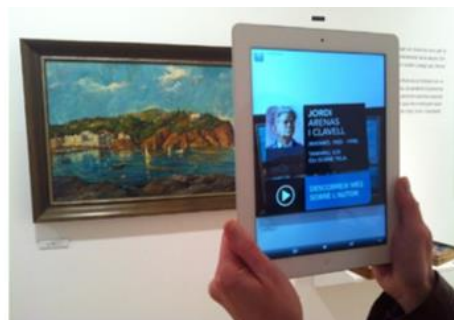
- *Αρχή τήρησης περιορισμών (constraints)*: θα πρέπει να τηρούνται οι φυσικοί, σημασιολογικοί, πολιτισμικοί και λογικοί περιορισμοί που αφορούν τα αντικείμενα. Μια μπάρα κύλισης κινείται

στο σχετικό πλαίσιο και όχι ελεύθερα, η ενέργεια αντιγραφής ή αποκοπής ενός αρχείου είναι απενεργοποιημένη όταν ο χρήστης δεν έχει επιλέξει κάποιο κείμενο κ.λπ.

- *Αρχή της συνέπειας (consistency)*: το σύστημα θα πρέπει να είναι συνεπές τόσο ως προς τον εαυτό του όσο και ως προς τις συμβάσεις που ισχύουν γενικότερα και γνωρίζουν ήδη οι χρήστες. Αντικείμενα που φαίνονται παρόμοια θα πρέπει να οδηγούν σε παρόμοια αποτελέσματα. Για παράδειγμα, τα εικονίδια και οι λέξεις που χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα θα πρέπει να έχουν το ίδιο νόημα παντού. Επίσης, τα χειριστήρια δεν θα πρέπει να αλλάζουν θέση. Έτσι π.χ., το κεντρικό μενού πλοήγησης σε έναν ιστότοπο δεν μπορεί να βρίσκεται στο πάνω μέρος μίας ιστοσελίδας και σε άλλη ιστοσελίδα του ίδιου ιστοτόπου να βρίσκεται στα αριστερά. Ακόμη, για την ανάπτυξη εφαρμογών σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα ή πλατφόρμες (π.χ. επιτραπέζιος υπολογιστής, έξυπνο τηλέφωνο, Ιστός κ.λπ.) χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη οι αντίστοιχοι κανόνες και οδηγίες σχεδιασμού που ισχύουν για κάθε ένα από τα συστήματα αυτά ή τις πλατφόρμες. Η διατήρηση συνέπειας με αυτούς τους κανόνες μειώνει το χρόνο εκμάθησης μίας νέας εφαρμογής καθώς επιτρέπει στο χρήστη να μεταφέρει την εμπειρία του από τη χρήση άλλων εφαρμογών στο ίδιο λειτουργικό σύστημα ή πλατφόρμα. Παραδείγματα αποτελούν οι λεκτικές ετικέτες και τα εικονίδια διαδομένων εντολών (π.χ. αποθήκευση, εκτύπωση), οι χειρονομίες που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές έξυπνων τηλεφώνων για διαδομένες ενέργειες (π.χ. περιστροφή, μεγέθυνση), ο χρωματισμός και η υπογράμμιση ενός υπερσυνδέσμου στον Ιστό κ.λπ.

5.6 Αλληλεπίδραση στον τρισδιάστατο χώρο

Η αλληλεπίδραση στον τρισδιάστατο χώρο περιλαμβάνει ένα εύρος συστημάτων, όπως αυτά της εικονικής πραγματικότητας (virtual reality) και της επαυξημένης πραγματικότητας (augmented reality). Στα συστήματα εικονικής πραγματικότητας, ο στόχος είναι να δημιουργηθούν και να προσομοιωθούν υπαρκτά ή φανταστικά περιβάλλοντα, από τα οποία ο χρήστης έχει τη ψευδαίσθηση ότι περιβάλλεται και στα οποία μπορεί να κινηθεί ελεύθερα, αλληλεπιδρώντας παράλληλα με τα αντικείμενα που περιλαμβάνουν, όπως θα έκανε και στον πραγματικό κόσμο. Τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργούν ένα ή περισσότερα επιπρόσθετα επίπεδα πληροφορίας ή αλληλεπίδρασης με τον υπαρκτό φυσικό κόσμο που μας περιβάλλει. Η εικόνα 5.4 παρουσιάζει παραδείγματα συστημάτων εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας.



Εικόνα 5.4 Αριστερά: Σύστημα εικονικής πραγματικότητας για εξερεύνηση της χαμένης Ατλαντίδας (*Second Life*). Πηγή: commons.wikimedia.org. Δεξιά: Σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας για την εύρεση πληροφοριών για έναν πίνακα μουσείου (*Museu de Mataró, Ισπανία*). Πηγή: commons.wikimedia.org.

Ανάλογα με το βαθμό εμβάπτισης του χρήστη, τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας διακρίνονται σε ολικής εμβάπτισης του χρήστη (immersion systems) και σε επιτραπέζια συστήματα (desktop VR systems). Στην πρώτη κατηγορία, ο χρήστης αποκόπτεται από την πραγματικότητα φορώντας οθόνη-κράνος (head-mounted display) και ειδικά γάντια (dataglove) ή φόρμα (datasuite). Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για να καταγράψουν τις κινήσεις του χρήστη και για να διαμεσολαβήσουν την αλληλεπίδρασή του με αντικείμενα του εικονικού κόσμου που προβάλλονται στην οθόνη του. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα χαμηλότερου κόστους επιτραπέζια συστήματα, στα οποία ο εικονικός κόσμος προβάλλεται σε συνήθη γραφική οθόνη υπολογιστή μέσω ταχύτατα εναλλασσόμενων τρισδιάστατων εικόνων με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλή τέτοια συστήματα, κυρίως με τη μορφή δικτυωμένων εικονικών κόσμων (networked virtual worlds), όπως είναι για παράδειγμα το Second Life, ενώ διατίθενται και πλατφόρμες ανοικτού κώδικα για την ανάπτυξη τέτοιων εικονικών κόσμων (π.χ. OpenSimulator).

Οι κύριες εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας αφορούν περιπτώσεις όπου η πραγματικότητα είναι απροσπέλαστη (π.χ. εχθρική χώρα, μακρινός πλανήτης, περιβάλλον υψηλής ραδιενέργειας), ή επικίνδυνα για πειραματισμό και εκπαίδευση (προσομοιωτές πτήσης), ή είναι διαφορετικών διαστάσεων για τις ανθρώπινες εμπειρίες (ατομικός και μοριακός κόσμος, πλανητικό σύμπαν), ενώ μπορεί να χρησιμοποιείται και για καθαρά ψυχαγωγικούς λόγους (παιχνίδια, online κοινότητες κ.λπ.). Η επαυξημένη πραγματικότητα συναντάται σε πληθώρα εφαρμογών, όπως ιατρικές, στρατιωτικές, ψυχαγωγικές, εκπαίδευσης, βιομηχανικού σχεδιασμού, τουρισμού, πλοήγησης κ.λπ.

Οι τυπικές ενέργειες του χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον είναι: το περπάτημα ή το τρέξιμο μέσα στο περιβάλλον· η τηλεμεταφορά σε σημείο του κόσμου· η αλλαγή σημείου παρατήρησης, όπως για παράδειγμα η μετάβαση από θέα πρώτου προσώπου (first person view) σε θέα από ψηλά (birds-eye view)· η εξέταση και ο χειρισμός αντικειμένων· η ευθυγράμμιση της θέσης του χρήστη σε σχέση με το σκηνικό. Οι συσκευές διάδρασης σε τέτοια περιβάλλοντα μπορεί να είναι είτε συνηθισμένες δεικτικές συσκευές, όπως το χειριστήριο joystick ή το ποντίκι, είτε εξειδικευμένος εξοπλισμός, όπως γυαλιά στερεοσκοπικής όρασης, οθόνη-κράνος, ειδικά γάντια ή φόρμες, ο οποίος συνήθως είναι και σχετικά ακριβός.

Η δημιουργία και απεικόνιση ρεαλιστικών τρισδιάστατων εικόνων με μεγάλη ταχύτητα ανανέωσης είναι βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία εικονικών κόσμων. Η απαίτηση αυτή βασίζεται σε ιδιαίτερα υψηλή υπολογιστική ισχύ. Έχει αποδειχθεί ότι, αν ο σχεδιαστής ενός τέτοιου συστήματος βρεθεί στο δίλημμα να επιλέξει μεταξύ μείωσης της ταχύτητας ανανέωσης εικόνων ή μείωσης της ρεαλιστικότητας της απεικόνισης, ώστε να ανταποκριθεί στα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού εξοπλισμού του, είναι προτιμότερη η δεύτερη επιλογή. Αυτό βασίζεται στην εξής λογική: το ανθρώπινο μάτι έχει την ιδιότητα να διορθώνει και να συμπληρώνει εικόνες όταν του λείπουν λεπτομέρειες και έτσι ο χρήστης μπορεί να εξακολουθήσει να έχει μία ποιοτική εμπειρία στον εικονικό κόσμο. Αντίθετα, η αργή ανανέωση εικόνων επειδή διαταράσσει την αίσθηση της συνέχειας διαταράσσει και την εμπειρία του χρήστη με αποτέλεσμα να τον κάνει να δυσανασχετεί.

Η χρήση ήχου σε συστήματα εικονικής πραγματικότητας διευκολύνει την αλληλεπίδραση του χρήστη. Μια τεχνική είναι η χρήση κατευθυνόμενου ήχου που παράγεται από πολλαπλά ηχεία διάσπαρτα στον χώρο και τα οποία αναπαράγουν τη χωρική κατανομή του ήχου (τρειςδιάστατος ήχος). Έχει αποδειχθεί ότι η χρήση τρισδιάστατου ήχου διευκολύνει τον εντοπισμό κινούμενων αντικειμένων στον χώρο (π.χ. διερχόμενο όχημα), υποβοηθά την πλοήγηση του χρήστη και κάνει ευκολότερο τον προσδιορισμό της θέσης του (Preece et al., 1994).

Η αλληλεπίδραση στον τρισδιάστατο χώρο αποτελεί ένα τεράστιο πεδίο έρευνας και ανάπτυξης καθώς εγείρει νέα σχεδιαστικά ζητήματα. Ορισμένα από αυτά είναι ο έλεγχος του συστήματος (π.χ. μέσω χειρονομιών), η ενσάρκωση (embodiment) των ανθρώπων στον εικονικό κόσμο και η εύρεση δρόμου (wayfinding) στον ψηφιακό κόσμο (Bowman, Kruijff, LaViola, & Rourygen, 2004). Τέλος, γίνεται σημαντική προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν και άλλα αισθητήρια κανάλια πέραν του οπτικού και του ακουστικού, ώστε να βελτιωθεί η αίσθηση αλληλεπίδρασης με αντικείμενα του εικονικού κόσμου. Η αίσθηση που έχει χρησιμοποιηθεί πειραματικά είναι η αφή. Η απτική αίσθηση μπορεί να παραχθεί με διάφορες τεχνικές οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 6.

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου που αναφέρεται στα στυλ αλληλεπίδρασης, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε να:

- Διακρίνετε τα διαφορετικά στυλ αλληλεπίδρασης με υπολογιστικά συστήματα.
- Αναφέρετε τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των κύριων στυλ αλληλεπίδρασης.
- Επιλέξετε κατάλληλο στυλ αλληλεπίδρασης ανάλογα με το χρήστη και την εργασία.

Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη

Οι παρακάτω πηγές καλύπτουν επαρκώς τα στυλ αλληλεπίδρασης. Όμως επειδή οι εξελίξεις στην περιοχή αυτή είναι ραγδαίες, ο αναγνώστης παροτρύνεται να καταφεύγει και στο Διαδίκτυο για ενημέρωση του σχετικά με τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για θέματα που άπτονται της εικονικής πραγματικότητας και των διεπαφών φυσικής γλώσσας. Για πιο ενδελεχή μελέτη, ο αναγνώστης μπορεί να αναζητήσει πρόσφατα σχετικά άρθρα από τα πρακτικά των συνεδρίων που καλύπτουν την περιοχή αυτή (Computer Human Interaction, Interact, Mobile HCI, ACM Symposium on User Interface Software and Technology, Handheld and Ubiquitous Computing, International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, International Conference on Intelligent User Interfaces, Conference on Designing interactive systems, International Conference on Multimodal Interfaces κ.λπ.). Τα άρθρα αυτά, σε πολλές περιπτώσεις, διατίθενται στο Διαδίκτυο από τους οργανωτές ή τους ίδιους τους συγγραφείς είτε στις επίσημες προσωπικές τους ιστοσελίδες είτε σε κοινωνικά δίκτυα για επιστήμονες και ερευνητές (ResearchGate, Academia, Mendeley κ.λπ.).

Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction (4th edition)*. Boston: Addison Wesley.

Κλασικό σύγγραμμα του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή. Τα κεφάλαια 6, 7 και 8 καλύπτουν τα στυλ αλληλεπίδρασης με υπολογιστικά συστήματα.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (2004). *Human computer interaction (3rd edition)*. Harlow; Munich [u.a.]: Pearson Prentice Hall.

Ένα από τα πλέον γνωστά συγγράμματα του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή. Τα στυλ αλληλεπίδρασης περιγράφονται στο Κεφάλαιο 3.

Wroblewski, L. (2008). *Web form design: filling in the blanks*. Brooklyn, NY: Rosenfeld Media.

Πρόκειται για ένα βιβλίο που πραγματεύεται το σχεδιασμό φορμών. Ο συγγραφέας εστιάζει στο σχεδιασμό φορμών για τον Παγκόσμιο Ιστό όμως, οι αρχές και οδηγίες σχεδιασμού που περιγράφονται έχουν καθολική ισχύ σε όλες τις φόρμες. Το σύγγραμμα έχει μεγάλη πρακτική αξία καθώς περιλαμβάνει πληθώρα παραδειγμάτων καλού και κακού σχεδιασμού φορμών.

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Άσκηση 5.1

Σε ποια από τις παρακάτω εφαρμογές θα επιλέγατε να χρησιμοποιήσετε το στυλ αλληλεπίδρασης που βασίζεται στη φυσική γλώσσα;

- (Α) Λογισμικό αρχιτεκτονικής σχεδίασης.
- (Β) Εκπαιδευτικό λογισμικό που εστιάζει σε κατανόηση μαθηματικών εννοιών.
- (Γ) Σύστημα διαχείρισης προβλήματος σε πυρηνικό εργοστάσιο.
- (Δ) Σύστημα παροχής πληροφοριών για δρομολόγια τρένων.

Άσκηση 5.2

Ποιο από τα παρακάτω είναι σωστό αναφορικά με το στυλ αλληλεπίδρασης που βασίζεται σε γλώσσα εντολών;

- (Α) Επιτρέπει την εκτέλεση σύνθετων λειτουργιών γρήγορα και αποτελεσματικά.
- (Β) Είναι κατάλληλο για άπειρους ή ευκαιριακούς χρήστες.
- (Γ) Μειώνει το μνημονικό φορτίο του χρήστη.
- (Δ) Δεν απαιτεί εκπαίδευση.

Άσκηση 5.3

Σήμερα, το κυρίαρχο στυλ αλληλεπίδρασης είναι:

- (Α) η γραμμή εντολών
- (Β) ο απευθείας χειρισμός
- (Γ) η φυσική γλώσσα
- (Δ) η εικονική πραγματικότητα

Άσκηση 5.4

Το πιο παλιό, ιστορικά, στυλ αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή είναι:

- (Α) η γραμμή εντολών
- (Β) ο απευθείας χειρισμός
- (Γ) τα μενού επιλογών
- (Δ) η συμπλήρωση φορμών

Άσκηση 5.5

Σε ένα περιβάλλον απευθείας χειρισμού οι ενέργειες του χρήστη πάνω σε αντικείμενα ενδιαφέροντος:

- (Α) Έχουν άμεσο αποτέλεσμα και είναι αντιστρεπτές.

- (B) Έχουν άμεσο αποτέλεσμα και δεν είναι αντιστρεπτές.
- (Γ) Έχουν έμμεσο αποτέλεσμα και είναι αντιστρεπτές.
- (Δ) Έχουν έμμεσο αποτέλεσμα και δεν είναι αντιστρεπτές.

Άσκηση 5.6

Ποιο από τα παρακάτω είναι λάθος αναφορικά με το στυλ αλληλεπίδρασης απευθείας χειρισμού;

- (A) Είναι εύκολο στην εκμάθηση και χρήση.
- (B) Επιτρέπει την έγκαιρη διάγνωση σφαλμάτων.
- (Γ) Οι ενέργειες του χρήστη δεν είναι αντιστρέψιμες.
- (Δ) Ο χρήστης αισθάνεται ότι έχει τον έλεγχο.

Άσκηση 5.7

Ποιο από τα παρακάτω είναι σωστό αναφορικά με το στυλ αλληλεπίδρασης απευθείας χειρισμού;

- (A) Είναι δύσκολο στην εκμάθηση και χρήση.
- (B) Δεν επιτρέπει την έγκαιρη διάγνωση σφαλμάτων.
- (Γ) Ο χρήστης αισθάνεται ότι δεν έχει τον έλεγχο.
- (Δ) Είναι δύσκολη η αναπαράσταση σύνθετων εννοιών.

Άσκηση 5.8

Ποια αρχή σχεδιασμού περιβαλλόντων απευθείας χειρισμού παραβιάζει η παρακάτω αναπαράσταση ενός κάδου ανακύκλωσης αρχείων;



- (A) Αρχή της αντιληπτής δυνατότητας δράσης.
- (B) Αρχή τήρησης των περιορισμών.
- (Γ) Αρχή αντιστοιχίας χειριστηρίων-λειτουργιών
- (Δ) Αρχή της ανάδρασης

Άσκηση 5.9

Ποια αρχή σχεδιασμού περιβαλλόντων απευθείας χειρισμού παραβιάζει η παρακάτω αναπαράσταση ενός κουμπιού (button) που ξεκινάει ένα βίντεο;

[Εκκίνηση](#)

- (A) Αρχή της αντιληπτής δυνατότητας δράσης.
- (B) Αρχή τήρησης των περιορισμών.
- (Γ) Αρχή αντιστοιχίας χειριστηρίων-λειτουργιών.

(Δ) Αρχή της ανάδρασης.

Άσκηση 5.10

Ποια αρχή σχεδιασμού περιβαλλόντων απευθείας χειρισμού παραβιάζει η παρακάτω αναπαράσταση ενός άδειου κάδου ανακύκλωσης αρχείων;



- (Α) Αρχή της αντιληπτής δυνατότητας δράσης.
- (Β) Αρχή τήρησης των περιορισμών.
- (Γ) Αρχή αντιστοιχίας χειριστηρίων-λειτουργιών.
- (Δ) Αρχή της ανάδρασης.

Άσκηση 5.11

Οι βασικές οδηγίες σχεδιασμού για φόρμες συνιστούν:

- (Α) Να παρέχεται πάντοτε το σύνολο της βοήθειας μέσα στην ίδια τη φόρμα.
- (Β) Να παρέχονται σύντομες επεξηγήσεις μέσα στην ίδια τη φόρμα και δυνατότητα εύκολης πρόσβασης σε επιπρόθετη βοήθεια.
- (Γ) Να μην παρέχεται καθόλου βοήθεια καθώς η χρήση φορμών είναι προφανής.
- (Δ) Να συγκεντρώνεται το σύνολο των επεξηγήσεων στο τέλος της φόρμας μετά από όλα τα πεδία.

Άσκηση 5.12

Ποιο από τα παρακάτω είναι σωστό αναφορικά με το στυλ αλληλεπίδρασης συμπλήρωση φορμών;

- (Α) Έχει μικρές απαιτήσεις για χώρο οθόνης.
- (Β) Δεν απαιτεί μνημονικό φορτίο από το χρήστη.
- (Γ) Έχει καλή προσαρμογή στην εκτέλεση εντολών.
- (Δ) Απαιτεί σημαντικό χρόνο εκπαίδευσης.

Δραστηριότητα 5.1

Να δώσετε παραδείγματα εργασιών που μπορείτε να εκτελέσετε με τουλάχιστον δύο διαφορετικά στυλ αλληλεπίδρασης στο κινητό σας τηλέφωνο. Να τα συγκρίνετε ως προς τις εξής παραμέτρους: α) χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας, β) μνημονικό φορτίο χρήστη, γ) πιθανότητα για λανθασμένο χειρισμό χρήστη.

Δραστηριότητα 5.2

Να καταγράψετε παραδείγματα απευθείας χειρισμού στο λειτουργικό σύστημα του προσωπικού σας υπολογιστή.

Δραστηριότητα 5.3

Αναζητήστε παραδείγματα καλών και κακών πρακτικών που να σχετίζονται με τις βασικές αρχές του Donald Norman για το σχεδιασμό περιβαλλόντων απευθείας χειρισμού. Ετοιμάστε μία σύντομη αναφορά που να περιλαμβάνει για κάθε αρχή: α) σύντομη περιγραφή του ζητήματος που πραγματεύεται, β) ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα κακής πρακτικής, και γ) ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα καλής πρακτικής. Να συμπεριλάβετε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για να γίνουν κατανοητά τα παραδείγματα σας (π.χ. μικρή περιγραφή, screenshot).

Δραστηριότητα 5.4

Έστω ότι σχεδιάζετε τα εικονίδια για μια εφαρμογή ζωγραφικής για παιδιά. Να σχεδιάσετε ένα εικονίδιο για την έννοια «σχεδιασμός κύκλου (design circle)» και ένα για την έννοια «ελεύθερη επιλογή περιοχών του καμβά σχεδίασης (free selection tool)». Ποια έννοια είναι πιο δύσκολο να γίνει κατανοητή από το χρήστη και γιατί;

Δραστηριότητα 5.5

Λαμβάνοντας υπόψη τις βασικές οδηγίες σχεδιασμού φορμών, να αναζητήσετε παραδείγματα καλών και κακών πρακτικών κατά το σχεδιασμό διαδικτυακών φορμών. Ετοιμάστε μία σύντομη αναφορά που να παρουσιάζει τρία (3) παραδείγματα παραβίασης και τρία (3) παραδείγματα σωστής εφαρμογής οδηγιών σχεδιασμού φορμών της επιλογής σας.

Δραστηριότητα 5.6

Υποθέστε ότι ένα αυτοκίνητο έχει σχεδιαστεί με διεπιφάνεια χρήστη στηριγμένη σε γλώσσα εντολών. Περιγράψτε τυπικά σενάρια αλληλεπίδρασης. Τι συνέπεια μπορεί να έχει η διεπιφάνεια αυτή στον οδηγό και στην οδήγηση; Δώστε παραδείγματα.

Δραστηριότητα 5.7

Έστω ότι πρόκειται να σχεδιάσετε ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας και επιθυμείτε να επιλέξετε μεταξύ συστήματος εμβάπτισης χρήστη και επιτραπέζιου συστήματος για τις παρακάτω περιπτώσεις: α) χαμηλός προϋπολογισμός κόστους συστήματος, β) εφαρμογή με απαίτηση για απτική ανάδραση, γ) ανάπτυξη συστήματος εκπαίδευσης για χρήση εξοπλισμού μεγάλης ακρίβειας, δ) ανάπτυξη συστήματος εικονικής παρουσίασης προϊόντων μέσω Διαδικτύου, ε) ανάπτυξη συστήματος με απαίτηση για αλληλεπίδραση μέσω πληκτρολογίου και ποντικιού. Σημειώστε ποιο από τα δύο συστήματα εικονικής πραγματικότητας θα χρησιμοποιήσετε σε κάθε περίπτωση και δικαιολογήστε την επιλογή σας.

Δραστηριότητα 5.8

Μελετήστε τους τρόπους αλληλεπίδρασης για άτομα με ειδικές ανάγκες που προσφέρει το λειτουργικό σύστημα του προσωπικού σας υπολογιστή. Πειραματιστείτε και καταγράψτε τις προσφερόμενες δυνατότητες

Δραστηριότητα 5.9

Επιλέξτε ποιες από τις παρακάτω είναι κατά τη γνώμη σας περιοχές εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας και δώστε από ένα παράδειγμα: α) εκπαίδευση, β) τηλε-εργασία, γ) σχεδίαση, δ) εφαρμογές για άτομα με ειδικές ανάγκες, ε) ιατρική, ζ) στρατιωτικές εφαρμογές.

Δραστηριότητα 5.10

Να συγκρίνετε τα στυλ αλληλεπίδρασης που παρουσιάστηκαν σε αυτό το κεφάλαιο, με βάση τα εξής κριτήρια: α) ευκολία εκμάθησης, β) μηνύματα σφάλματος, γ) αριθμός σφαλμάτων, δ) ευκολία ανάπτυξης εφαρμογής, ε) αποδοτικότητα, ζ) εμπειρία χρήσης.

6

Απτική Αλληλεπίδραση

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι βασικές μέθοδοι απτικής αλληλεπίδρασης καθώς και τα σημαντικότερα είδη απτικών διεπαφών. Η απτική αλληλεπίδραση είναι μία νέα και αναδυόμενη μορφή αλληλεπίδρασης, η οποία συμπληρώνει τις παραδοσιακές μορφές οπτικοακουστικής επικοινωνίας του ανθρώπου με τη μηχανή.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη του συγκεκριμένου κεφαλαίου, θα πρέπει:

- Να έχετε εξοικειωθεί με τη νέα τεχνολογία απτικής αλληλεπίδρασης.
- Να μπορείτε να αξιολογήσετε πότε είναι χρήσιμη και πότε απαραίτητη η απτική αλληλεπίδραση σε μία εφαρμογή επικοινωνίας ανθρώπου-μηχανής.
- Να μπορείτε να διακρίνετε τις διαφορετικές απτικές συσκευές.
- Να γνωρίζετε τα βασικά στοιχεία της σωλήνωσης απτικής ανάδρασης.
- Να γνωρίζετε τους διαφορετικούς τρόπους απτικής απόδοσης στο πλαίσιο της κιναισθητικής αίσθησης.
- Να γνωρίζετε τις διαφορετικές εφαρμογές της απτικής αλληλεπίδρασης.

Έννοιες κλειδιά

Απτική ανάδραση, ανίχνευση σύγκρουσης, απτική συσκευή, ανάδραση δύναμης, απτική απόδοση, βαθμοί ελευθερίας, εξομάλυνση δύναμης

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ένα σημαντικό ενδιαφέρον της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας για την περιοχή της απτικής αλληλεπίδρασης, η οποία αποτελεί μία ειδική περίπτωση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής. Το ζήτημα της βαθύτερης κατανόησης και χρήσης των απτικών –και όχι μόνο– δεξιοτήτων των ανθρώπων, έχει παρεισφρήσει σε ετερογενείς ερευνητικές περιοχές όπως είναι η ρομποτική, η τηλειατρική, η υπολογιστική γεωμετρία, τα γραφικά με υπολογιστή, η φυσιολογία οι νευροεπιστήμες κλπ.

Η απτική αλληλεπίδραση αφορά, εν γένει, τη φυσική επαφή που πραγματοποιείται με στόχο την αντίληψη ή το χειρισμό αντικειμένων. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές μπορούν να λαμβάνουν χώρα μεταξύ α) ενός ανθρώπινου χεριού και ενός πραγματικού αντικειμένου, β) ενός ρομποτικού βραχίονα και ενός πραγματικού αντικειμένου, γ) ενός ανθρώπινου χεριού και ενός εικονικού αντικειμένου (μέσω των απτικών διεπαφών που θα δούμε στη συνέχεια) ή μεταξύ διάφορων άλλων συνδυασμών ανθρώπινων ή μηχανικών μελών με πραγματικά, απομακρυσμένα ή εικονικά αντικείμενα.

Η απτική απόδοση (haptic rendering) περιγράφει τη διαδικασία με την οποία προκαλούνται από τον υπολογιστή, τα επιθυμητά και απαραίτητα ερεθίσματα στο χρήστη, ώστε να του μεταδοθεί η πληροφορία για ένα εικονικό αντικείμενο. Σε μία απλή περίπτωση απτικής απόδοσης, η πληροφορία αυτή αφορά τις

φυσικές ιδιότητες του αντικειμένου όπως είναι το σχήμα, η ελαστικότητα, η υφή, η μάζα κ.α. Όπως ένα αντικείμενο απεικονίζεται διαφορετικά στα συστήματα γραφικών ανάλογα με το αν θα χρησιμοποιηθεί μία απλή τεχνική φωτοσκίασης ή μία τεχνική ακτινιλάττησης (ray tracing), έτσι και στην απτική απόδοση, η αίσθηση που μας δίνει η αλληλεπίδραση είναι διαφορετική ανάλογα με τη μέθοδο που θα επιλέξουμε. Είναι σύνηθες βέβαια οι μέθοδοι, οι οποίες συνθέτουν τα πιο ακριβή αποτελέσματα να είναι και οι πιο υπολογιστικά πολύπλοκες, με ό,τι αυτό συνεπάγεται.

Όπως πριν από κάποιες δεκαετίες οι άνθρωποι εντυπωσιάζονταν όταν έβλεπαν τις πρώτες συνθετικές εικόνες που παρήγαγαν οι υπολογιστές, έτσι και σήμερα οι άνθρωποι εντυπωσιάζονται όταν αισθάνονται, μέσω της αφής, τα πρώτα τους εικονικά αντικείμενα. Καθώς η περιοχή της απτικής απόδοσης διανύει τις πρώτες δεκαετίες της ζωής της, είναι αναμενόμενο οι σημερινές τεχνικές της, να φαίνονται σε λίγα χρόνια τόσο παρωχημένες όσο μας φαίνονται σήμερα τα χθεσινά γραφικά των υπολογιστών.

6.1 Η αίσθηση της αφής

Η αίσθηση της αφής είναι μία από τις πέντε ανθρώπινες αισθήσεις με πολύ σημαντικό ρόλο σε διάφορες καθημερινές, συνειδητές και μη, διεργασίες. Είναι σχετικά υποτιμημένη κυρίως λόγω της μικρής (ευτυχώς) πιθανότητας να την απολέσει κανείς αλλά και επειδή δύσκολα μπορεί κανείς να φανταστεί τί σημαίνει απώλεια της αφής. Όσον αφορά την όραση και την ακοή είναι σχετικά εύκολο να φανταστεί κανείς τί σημαίνει η απώλειά τους γιατί απλώς μπορεί να κλείσει κανείς τα μάτια και τα αυτιά του. Τί γίνεται όμως με την αφή; Στο άρθρο της Robles - De - La - Torre (2006) παρουσιάζεται με ιδιαίτερα γλαφυρό τρόπο η σημασία της αίσθησης της αφής μέσω των συνεπειών της απώλειάς της. Η απώλεια λοιπόν της αφής μπορεί να έχει τις παρακάτω κρίσιμες επιπτώσεις:

- Απώλεια της ικανότητας αίσθησης της θέσης και κίνησης των μελών του σώματος.
- Σημαντική απώλεια δεξιοτήτων ακόμα και αν χρησιμοποιείται η όραση και η ακοή.
- Απώλεια της ικανότητας βάρδισης.
- Μεγάλη απώλεια της ακρίβειας και της ταχύτητας της κίνησης, ιδιαίτερα στα χέρια.
- Μεγάλη δυσκολία στη διεκπεραίωση δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν νοητικές διεργασίες και λεπτομερείς κινήσεις, όπως η γραφή.
- Μεγάλη δυσκολία στην εκμάθηση νέων δραστηριοτήτων και στην επανεκπαίδευση για τις ήδη γνωστές.
- Απώλεια της υποσυνείδητης ικανότητας επικοινωνίας μέσω της γλώσσας του σώματος.

Είναι γενικά δύσκολο ακόμα και να φανταστούμε τις συνέπειες της απώλειας της αίσθησης της αφής. Ασθενείς που υποφέρουν από την απώλειά της, έχουν μεγάλη δυσκολία ακόμα και να εξηγήσουν στον περίγυρό τους τις συνέπειες του προβλήματος τους. Αυτό εν μέρει συμβαίνει, επειδή οι άνθρωποι, στην πλειοψηφία τους, δε γνωρίζουν ότι η αφή συνεισφέρει στις ικανότητες και δεξιότητές τους. Έτσι λοιπόν, αν και μένουν ακόμη πολλά να ανακαλυφθούν για την αίσθηση της αφής, η απώλειά της θεωρείται ότι έχει πολύ πιο σημαντικές συνέπειες από εκείνες που έχει η απώλεια της όρασης και της ακοής.

Τι γίνεται όμως με τη χρήση της αίσθησης της αφής σε συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή (ΑΑΥ); Η συνήθης πρακτική είναι να δίνεται έμφαση στην όραση και σε μικρότερο βαθμό στην ακοή, ενώ σε πολύ λίγες περιπτώσεις χρησιμοποιείται η αφή ως κανάλι αλληλεπίδρασης. Έτσι όμως περιορίζονται οι δυνατότητες αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με τη μηχανή και κατ' επέκταση περιορίζεται και το εύρος των εφαρμογών που δύναται να αναπτυχθούν. Πρακτικά, ο συνδυασμός όλων των κανα-

λιών αλληλεπίδρασης θα αποτελούσε τη βέλτιστη επιλογή διότι θα επέτρεπε να δίνεται βάρος στο κάθε κανάλι ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της κάθε εφαρμογής.

6.2 Απτικές συσκευές

Οι απτικές συσκευές επιτρέπουν την επικοινωνία ανθρώπου μηχανής μέσω της αφής ανάλογα με τις κινήσεις του χρήστη. Μπορεί κανείς να τις θεωρήσει ως απτικές οθόνες που «δείχνουν» στο χρήστη απτική πληροφορία. Η θεμελιώδης διαφορά τους είναι ότι ενώ οι οθόνες είναι συνήθως ένα παθητικό μέσο προβολής (δεν αλλάζει ανάλογα με τις δράσεις του χρήστη) οι απτικές συσκευές στην πλειοψηφία τους αντιδρούν στις κινήσεις του χρήστη, ο οποίος τις μετακινεί στο χώρο για να αισθανθεί μία δύναμη. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένα απλό διάγραμμα εισόδου-εξόδου μίας τυπικής απτικής συσκευής.



Εικόνα 6.1 Είσοδος/Εξόδος μίας απτικής συσκευής. Οι απτικές συσκευές χρησιμοποιούνται εν γένει ως συσκευές εισόδου και εξόδου ταυτόχρονα. Η θέση του ακροδέκτη (end-effector) της απτικής συσκευής στέλνεται στο σύστημα και υπολογίζεται η κατάλληλη δύναμη, η οποία αποστέλλεται στην απτική συσκευή προς απόδοση.

Η απτική συσκευή δίνει στο σύστημα πληροφορία σχετικά με τη θέση της (και σε κάποιες περιπτώσεις και σχετικά με τον προσανατολισμό της) ενώ το σύστημα τη χρησιμοποιεί για να «δείξει» μία δύναμη στο χρήστη. Άρα μία συσκευή μπορεί να λειτουργήσει και ως σύστημα εισόδου και εξόδου.

Ενώ μπορεί κανείς να ορίσει πολλές κατηγοριοποιήσεις, οι απτικές συσκευές μπορούν να χωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες. Τις συσκευές ενός σημείου αλληλεπίδρασης και πολλαπλών σημείων αλληλεπίδρασης.

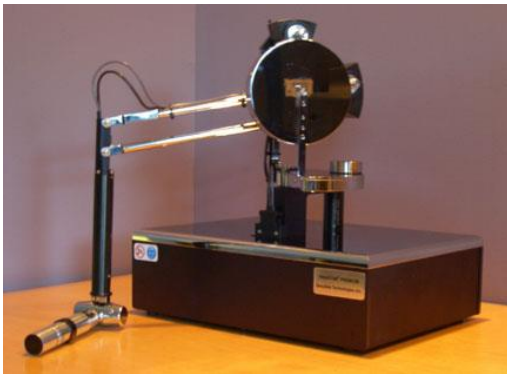
6.2.1 Συσκευές ενός σημείου αλληλεπίδρασης

Οι συσκευές που διαθέτουν ένα σημείο αλληλεπίδρασης, συνήθως αποτελούνται από μία ράβδο την οποία μπορεί να κρατήσει ο χρήστης με τη μορφή στυλό. Η αλληλεπίδραση βασίζεται στην υπόθεση ότι υπάρχει ένα απτικό αντίγραφο του ακροδέκτη (μύτη στυλό) της ράβδου, το οποίο κινείται στο εικονικό περιβάλλον. Η θέση του σημείου αυτού μεταφέρεται ως είσοδος στο σύστημα (δηλαδή στο εικονικό περιβάλλον). Ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο παράδειγμα τέτοιας συσκευής παρουσιάζεται στην εικόνα 6.2.



Εικόνα 6.2 Συσκευές ενός σημείου αλληλεπίδρασης της Sensable. Αριστερά: Phantom Desktop. Δεξιά Phantom Omni

Οι συσκευές αυτές έχουν έξι βαθμούς ελευθερίας ως προς την αίσθηση της κίνησης του χρήστη, μπορούν δηλαδή να εκτιμήσουν θέση και προσανατολισμό της ράβδου, και τρεις βαθμούς ελευθερίας ανάδρασης δύναμης, μπορούν δηλαδή να ασκήσουν μόνο δύναμη και όχι ροπή. Μία πιο προηγμένη συσκευή ενός σημείου αλληλεπίδρασης, η οποία μπορεί να δώσει και ανάδραση ροπής παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.3 Συσκευή Sensable Phantom Premium ενός σημείου αλληλεπίδρασης με έξι βαθμούς ελευθερίας ανάδραση δύναμης.

Συσκευές ενός σημείου αλληλεπίδρασης με διαφορετική τεχνική κατασκευής και αλληλεπίδρασης, όπου αντί για ράβδο οι χρήστες κρατούν μία σφαίρα, παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.4 Αριστερά: Συσκευή Omega, του Πανεπιστημίου Stanford. Δεξιά: Συσκευή Novint Falcon.

Παρά τις ομοιότητες στην κατασκευή τους, η συσκευή Omega είναι μία συσκευή ακριβείας με αρκετά υψηλό κόστος, ενώ η συσκευή Falcon είναι μία απλή κατασκευή χαμηλού κόστους που απευθύνεται στο ευρύ κοινό.

6.2.2 Συσκευές πολλαπλών σημείων αλληλεπίδρασης

Οι συσκευές πολλαπλών σημείων αλληλεπίδρασης βασίζονται σε πολλές μονάδες απτικής ανάδρασης, οι οποίες συνήθως τοποθετούνται ως εξωσκελετικό σύστημα στα δάκτυλα των χεριών. Στα περισσότερα πρωτότυπα, όπως αυτά που απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα, μπορεί να ασκηθεί δύναμη ενός βαθμού ελευθερίας (δηλαδή σε συγκεκριμένη κατεύθυνση) σε κάθε δάκτυλο του χεριού.

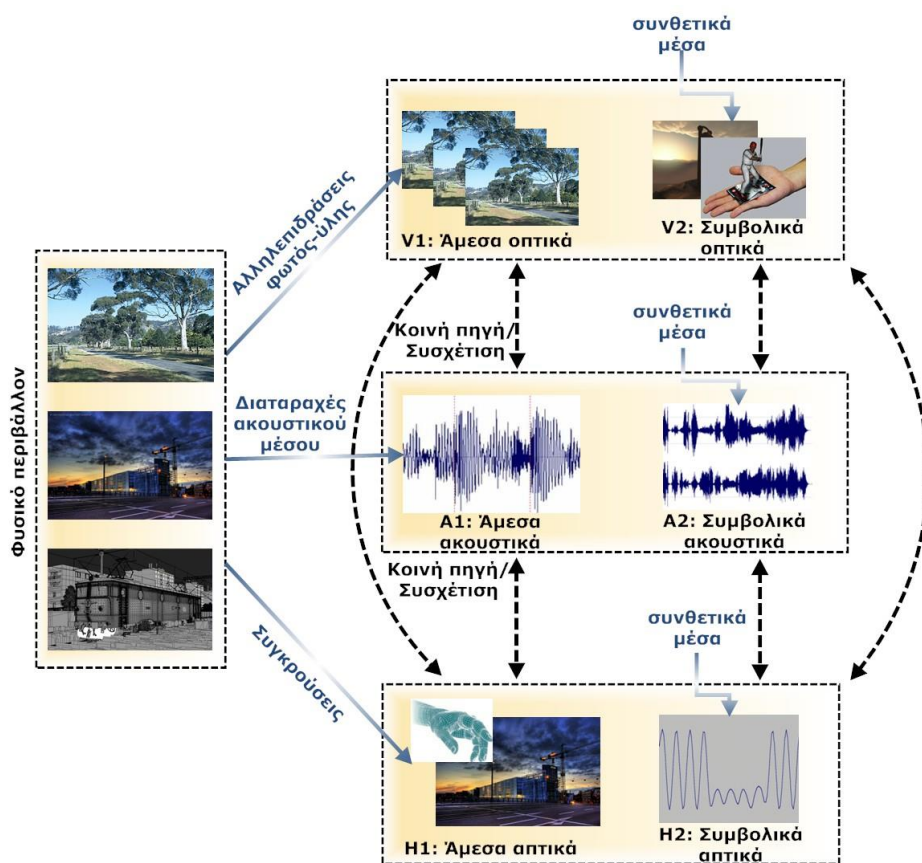


Εικόνα 6.5 Αριστερά: Συσκευή CyberGrasp της εταιρίας Immersion, με πέντε βαθμούς ελευθερίας απτικής ανάδρασης, έναν για κάθε δάκτυλο. Δεξιά: Συσκευή Rutgers Master II του πανεπιστημίου Rutgers, με τέσσερις βαθμούς ελευθερίας απτικής ανάδρασης, έναν για κάθε δάκτυλο εκτός από το μικρό.

Αυτού του είδους οι εξωσκελετικές (ή ακόμη και εσωσκελετικές) συσκευές μπορούν να περιέχουν εκ κατασκευής μόνο απτική ανάδραση και δεν μπορούν να πληροφορήσουν το σύστημα για τη θέση/κατάσταση του χεριού. Δεν μπορούν δηλαδή να χρησιμοποιηθούν απευθείας ως είσοδος σε ένα σύστημα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής. Για το λόγο αυτό συνδυάζονται με γάντια δεδομένων (datagloves), τα οποία μπορεί κανείς να διακρίνει στην εικόνα 6.5. Τα γάντια δεδομένων μπορούν να παρέχουν στο σύστημα πληροφορία σχετικά με την ακριβή θέση και προσανατολισμό όλων των φαλάγγων των δακτύλων του χεριού, η οποία πληροφορία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια, κατά τη διαδικασία της απτικής απόδοσης.

6.3 Απτική πληροφορία ως πολυμέσο

Μελετώντας την ιστορία των πολυμέσων, διαπιστώνει κανείς ότι, τελευταία, προστίθενται νέες διαστάσεις στα μέσα που χρησιμοποιούνται. Από τις διδιάστατες εικόνες προχωρήσαμε στην κινούμενη εικόνα τριών διαστάσεων και από τον μονοφωνικό και στερεοφωνικό ήχο φτάσαμε στον στερεοσκοπικό ήχο που ενισχύει την αίσθηση του βάθους σε στερεοσκοπικές απεικονίσεις. Ο εμπλουτισμός των πολυμέσων με νέες διαστάσεις εξελίχθηκε ραγδαία κατά τον 20ο κυρίως αιώνα και είναι αναμενόμενο σύντομα να προστεθούν νέες διαστάσεις στα πολυμέσα του μέλλοντος, οι οποίες ενδεχομένως να αφορούν αισθήσεις που δε χρησιμοποιούνται συστηματικά έως τώρα όπως είναι η αφή, η όσφρηση και η γεύση.



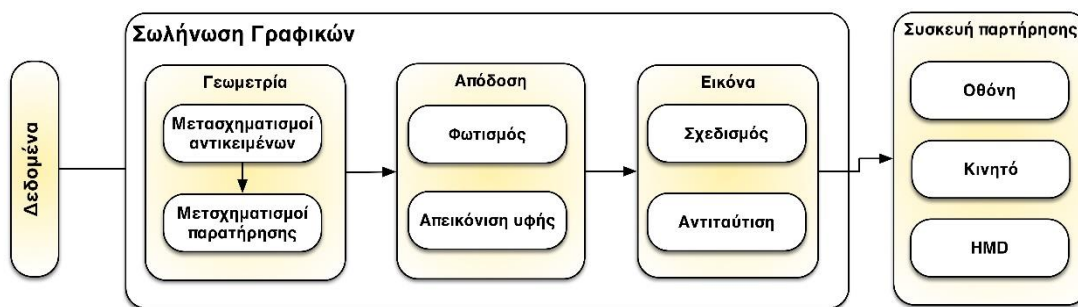
Εικόνα 6.6 Η αφή ως πολυμέσο. Αριστερά: Το φυσικό περιβάλλον είναι η πηγή όλων των «άμεσων μέσων». Οι αλληλεπιδράσεις του φωτός, οι διαταραχές του ακουστικού μέσου και οι συγκρούσεις μπορούν να θεωρηθούν ως οι πηγές των «άμεσων οπτικών», «άμεσων ακουστικών» και «άμεσων απτικών μέσων» αντίστοιχα. Τα «συμβολικά μέσα» μπορούν να προστεθούν σε όλα τα κανάλια επικοινωνίας και να παράγουν πληροφορία όπως αυτή των οπτικών εφέ, της μουσικής αλλά και των ενημερωτικών δονήσεων (συμβολική απτική πληροφορία).

Στην εικόνα 6.6 απεικονίζεται η πηγή των μέσων εικόνας, ήχου και αφής καθώς και οι πιθανές συσχετίσεις μεταξύ τους. Στο αριστερό τμήμα του διαγράμματος, το φυσικό περιβάλλον είναι η πηγή όλων των άμεσων μέσων. Πιο συγκεκριμένα, οι αλληλεπιδράσεις ύλης-φωτός, οι διαταραχές του ακουστικού μέσου και οι συγκρούσεις, μπορούν να θεωρηθούν ως οι πηγές των άμεσων οπτικών, ακουστικών και απτικών μέσων αντίστοιχα. Είναι προφανές ότι όλα τα μέσα είναι συσχετισμένα αφού πηγάζουν από την ίδια πηγή ακόμα και αν προκύπτουν από διαφορετικές αλληλεπιδράσεις. Ο πολυμεσικός χώρος που δημιουργείται μέσα από τις αλληλεπιδράσεις με τα άμεσα οπτικά, ακουστικά και απτικά μέσα, μπορεί να επαυξηθεί με επιπλέον πληροφορία η οποία αντιστοιχεί στα συμβολικά μέσα και δεν προκύπτει από το φυσικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, συμβολικά οπτικά μέσα θεωρούνται κάθε λογής οπτικά εφέ και αναπαραστάσεις επαυξημένης πραγματικότητας, συμβολικό ακουστικό μέσο μπορεί να θεωρηθεί η μουσική, ενώ ένα παράδειγμα συμβολικού απτικού μέσου είναι οι ενημερωτικές δονήσεις.

6.4 Αρχιτεκτονική απτικής απόδοσης

Ο όρος σωλήνωση απτικής ανάδρασης (haptic interaction pipeline) χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων προκειμένου να υλοποιηθεί η απτική αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής. Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η σωλήνωση απτικής ανάδρασης, θα την αναλύσουμε σε σχέση με μία άλλη σχετική διαδικασία που είναι η *σωλήνωση γραφικών* (computergraphics pipeline).

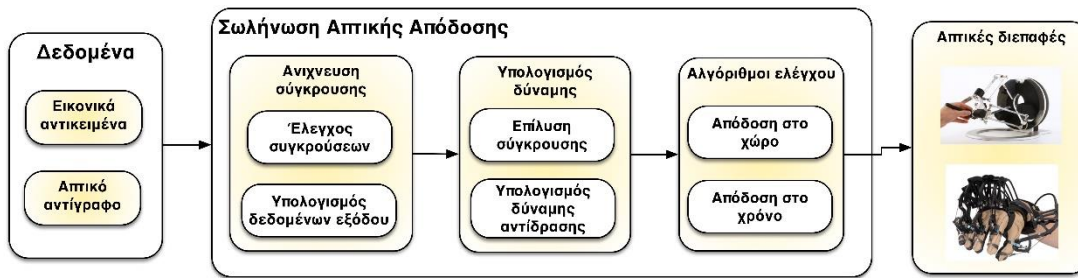
Στην πιο αφηρημένη του μορφή, ένα σύστημα γραφικών μπορεί να θεωρηθεί ως ένα «μαύρο κουτί», το οποίο δέχεται ως είσοδο κάποια δεδομένα και παράγει στην έξοδό του μία εικόνα. Πρακτικά, στα συστήματα γραφικών, όλα τα στοιχειώδη αντικείμενα μίας σκηνής υπόκεινται επεξεργασία από διάφορα υποσυστήματα, με τρόπο ακολουθιακό. Έτσι λοιπόν, ένας από τους λόγους, για τους οποίους χρησιμοποιείται η αρχιτεκτονική της σωλήνωσης σε ένα σύστημα γραφικών, είναι ότι αυτή η αρχιτεκτονική μπορεί να υποστηρίξει την παράλληλη λειτουργία όλων των υποσυστημάτων. Έτσι όταν ένα υποσύστημα ολοκληρώσει την επεξεργασία ενός στοιχειώδους αντικειμένου προωθεί το αποτέλεσμα στο επόμενο υποσύστημα ενώ ταυτόχρονα ξεκινά την επεξεργασία του επόμενου στοιχειώδους αντικειμένου.



Εικόνα 6.7 Οι διαδικασίες που εμπλέκονται στη σωλήνωση γραφικών.

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα σωλήνωσης γραφικών. Τα πολλών μορφών δεδομένα που απαιτούνται, χρησιμοποιούνται σε διάφορες φάσεις της επεξεργασίας. Ένα γεωμετρικό αντικείμενο μπορεί να θεωρηθεί ότι διασχίζει όλες τις διαδικασίες της σωλήνωσης γραφικών, έως ότου προβληθεί σε μία συσκευή απεικόνισης. Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι, αρχικά, το αντικείμενο μετασχηματίζεται γεωμετρικά ώστε να τοποθετηθεί στο κατάλληλο σημείο του συστήματος συντεταγμένων του εικονικού κόσμου. Στη συνέχεια εκτελείται η απεικόνιση υφής, η οποία δίνει και το χρώμα σε κάθε σημείο του αντικειμένου, το οποίο διαμορφώνεται τελικά κατά το φωτισμό από τις πηγές φωτός της σκηνής. Τέλος, σχεδιάζεται το αντικείμενο στις οθόνες προβολής δύο διαστάσεων και προβάλλεται σε κάποια συσκευή.

Μία παρόμοια διαδικασία λαμβάνει χώρα και κατά την απτική αλληλεπίδραση. Μόνο που αυτή τη φορά η πληροφορία δεν είναι οπτική αλλά αφής. Ο χρήστης δεν πρέπει να κοιτάξει κάποιο σημείο της σκηνής ώστε να δει το χρώμα και τη γεωμετρία του, αλλά πρέπει να αγγίξει μία περιοχή και να αισθανθεί την ανάδραση δύναμης κατά την αλληλεπίδραση (π.χ. φιλάφηση) με την περιοχή αυτή. Τι αλλάζει όμως στη σωλήνωση της απτικής αλληλεπίδρασης σε σχέση με αυτή των γραφικών; Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένα παράδειγμα της σωλήνωσης απτικής αλληλεπίδρασης.



Εικόνα 6.8 Η σωλήνωση απτικής απόδοσης περιγράφει όλες τις διαδικασίες που εμπλέκονται για την απόδοση μίας δύναμης. Η σωλήνωση απτικής απόδοσης μπορεί να διασπαστεί σε τρία κύρια υποσυστήματα που είναι τα εξής: Αλγόριθμοι ανίχνευσης σύγκρουσης, οι οποίοι παρέχουν πληροφορία σχετικά με τις συγκρούσεις που συμβαίνουν μεταξύ ενός απτικού αντιγράφου σε συγκεκριμένη θέση και των εικονικών αντικειμένων. Αλγόριθμοι υπολογισμού δύναμης, οι οποίοι επιστρέφουν τη δύναμη δράσης-αντίδρασης που ασκείται ως αποτέλεσμα της σύγκρουσης του εικονικού αντικειμένου με το απτικό αντίγραφο. Αλγόριθμοι ελέγχου, οι οποίοι υπολογίζουν τη δύναμη που πρέπει να ασκηθεί στην απτική συσκευή, ώστε να ελασχοποιηθεί το σφάλμα μεταξύ της θεωρητικής – υπολογιζόμενης δύναμης και της πραγματικής - ασκούμενης δύναμης, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς και τις ιδιότητες της απτικής συσκευής.

Οι αλγόριθμοι απτικής απόδοσης υπολογίζουν τις ακριβείς δυνάμεις αλληλεπίδρασης μεταξύ της εικονικής αναπαράστασης των απτικών διεπαφών που διαθέτει το εικονικό περιβάλλον και των εικονικών αντικειμένων που βρίσκονται σε αυτό. Με τον όρο απτικό αντίγραφο θα θεωρούμε στο εξής την εικονική αναπαράσταση της απτικής διεπαφής στο εικονικό περιβάλλον. Η επιλογή του απτικού αντιγράφου είναι άμεσα συσχετισμένη με τις δυνατότητες της απτικής διεπαφής. Ο χρήστης ελέγχει τη θέση του απτικού αντιγράφου μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Ενδεχόμενη σύγκρουση του απτικού αντιγράφου και του εικονικού περιβάλλοντος έχει ως αποτέλεσμα την άσκηση δυνάμεων δράσης (στο εικονικό περιβάλλον) και αντίδρασης (στο απτικό αντίγραφο και κατ' επέκταση στην απτική διεπαφή). Ο τύπος και η γεωμετρία του απτικού αντιγράφου παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή των δυνάμεων που θα υπολογιστούν κατά την παραπάνω διαδικασία. Για παράδειγμα, ένα χειρουργικό εργαλείο μπορεί να περιγραφεί με δύο τρόπους: Είτε ως πλήρες εικονικό αντίγραφο του πραγματικού αντικειμένου και έτσι το αποτέλεσμα να είναι δυνάμεις σε ένα διανυσματικό χώρο 6 διαστάσεων (3 για την ανάδραση δύναμης και 3 για την ανάδραση ροπής). Είτε μπορεί να περιγραφεί απλώς με ένα σημείο που είναι κρίσιμης σημασίας για την αλληλεπίδραση και αναπαριστά την κορυφή του εργαλείου. Στη δεύτερη περίπτωση, οι δυνάμεις που υπολογίζονται είναι τριών διαστάσεων μιας και δεν μπορεί να υπολογιστεί ροπή για ένα αδιάστατο σημείο.

Ένας τυπικός αλγόριθμος απτικής απόδοσης, όπως απεικονίζεται και στην εικόνα 6.8, αποτελείται από τις παρακάτω τρεις κύριες μονάδες επεξεργασίας:

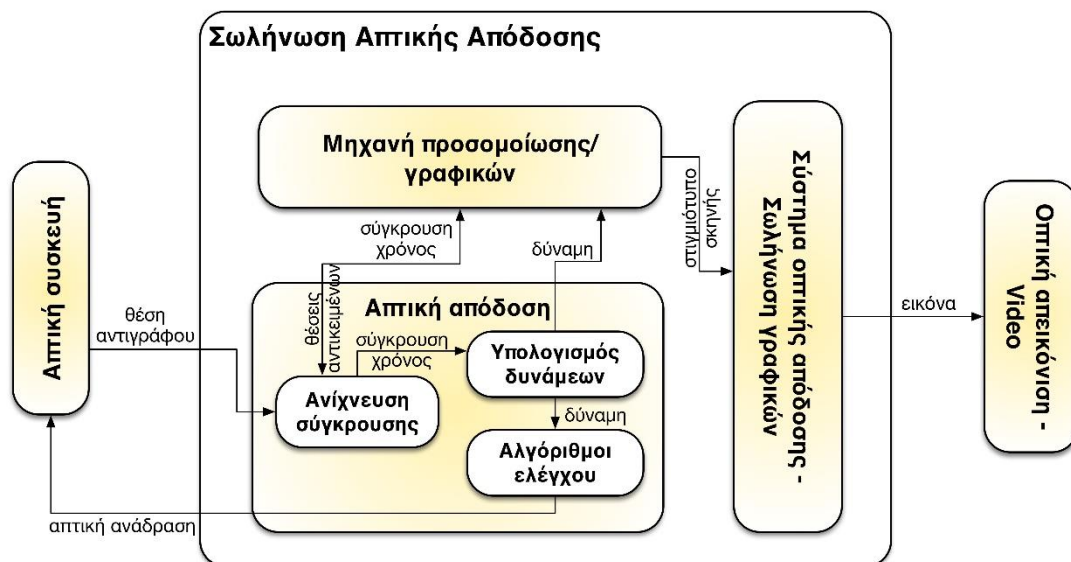
1. **Ανίχνευση σύγκρουσης:** Οι αλγόριθμοι ανίχνευσης σύγκρουσης ανιχνεύουν συγκρούσεις μεταξύ των εικονικών αντικειμένων και των απτικών αντιγράφων σε ένα εικονικό περιβάλλον και παρέχουν πληροφορία για το πότε, που και ιδανικά για το πόσο έντονη είναι η σύγκρουση που έλαβε χώρα. Το πόσο έντονη είναι η σύγκρουση μπορεί να περιγραφεί με το μήκος εισχώρησης του ενός αντικειμένου στο άλλο, την επιφάνεια ή τον όγκο τομής, κ.ο.κ

2. **Υπολογισμός δύναμης:** Οι αλγόριθμοι υπολογισμού δύναμης εκτιμούν τη δύναμη αλληλεπίδρασης μεταξύ των εικονικών αντικειμένων και των απτικών αντιγράφων, η οποία (ενν. δύναμη) προκύπτει ως αποτέλεσμα της σύγκρουσης. Η δύναμη αυτή πρέπει να προσεγγίζει όσο το δυνατόν περισσότερο τη δύναμη που θα ασκούνταν μεταξύ των αντικειμένων εάν αυτά ήταν πραγματικά. Οι αλγόριθμοι αυτοί λαμβάνουν υπόψη τους τη θέση και τη γεωμετρία του απτικού αντιγράφου και των

εικονικών αντικειμένων σε σύγκρουση και δίνουν συνήθως ως έξοδο διανύσματα ανάδρασης δύναμης και ροής.

3. *Αλγόριθμοι ελέγχου*: Λόγω περιορισμών του υλικού των απτικών συσκευών, είναι πρακτικά αδύνατο να αποδοθεί στην απτική διεπαφή η ακριβής δύναμη που υπολογίστηκε στο προηγούμενο βήμα. Ένα απλό παράδειγμα είναι μία συσκευή που μπορεί να αποδώσει δύναμη στο επίπεδο (σε δύο διαστάσεις). Ακόμα και εάν υπολογίσουμε μία δύναμη τριών διαστάσεων, αυτή δεν θα μπορέσει να αποδοθεί από τη συγκεκριμένη συσκευή. Οι αλγόριθμοι αυτοί λοιπόν, ελέγχουν την απτική συσκευή με τέτοιο τρόπο, ώστε να ελαχιστοποιείται το σφάλμα μεταξύ των ασκούμενων και των υπολογιζόμενων δυνάμεων.

Πώς όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παραπάνω σωλήνωση απτικής απόδοσης σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα; Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τη συσχέτιση καθώς και τη ροή της πληροφορίας μεταξύ ενός οπτικοαπτικού (visuohaptic) συστήματος γραφικών-εικονικής πραγματικότητας και του συστήματος απτικής απόδοσης που περιγράψαμε αμέσως πριν.



Εικόνα 6.9 Παράδειγμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος οπτικο-απτικής απόδοσης.

Έστω μία μηχανή προσομοίωσης γραφικών, η οποία ορίζει, για κάθε στιγμιότυπο της προσομοίωσης, τις θέσεις όλων των αντικειμένων της σκηνής. Ο χρήστης μπορεί να ελέγξει μέσω της απτικής συσκευής το απτικό αντίγραφο της. Έτσι, κάθε χρονική στιγμή εκτελούνται οι αλγόριθμοι ανίχνευσης σύγκρουσης, λαμβάνοντας υπόψη τις θέσεις απτικού αντιγράφου και αντικειμένων. Σε περίπτωση σύγκρουσης υπολογίζεται η δύναμη αντίδρασης, η οποία αποδίδεται στην απτική συσκευή αλλά χρησιμοποιείται και από τη μηχανή προσομοίωσης για την εφαρμογή της κατάλληλης δύναμης στο εικονικό αντικείμενο που συγκρούστηκε με το απτικό αντίγραφο. Στη συνέχεια το νέο στιγμιότυπο της σκηνής χρησιμοποιείται από το σύστημα οπτικής απόδοσης (γραφικών) και η εικόνα που συντίθεται αποστέλλεται προς απεικόνιση στην οθόνη.

Υπάρχει μία θεμελιώδης διαφορά ανάμεσα στις συσκευές οπτικής και απτικής απόδοσης και στις συσκευές που υποστηρίζουν μόνο οπτική απόδοση. Στην περίπτωση της οπτικής απόδοσης (π.χ. οθόνη) γίνεται μόνο παθητική θέαση του περιεχομένου, ενώ στην περίπτωση που η συσκευή υποστηρίζει και α-

πτική απόδοση ο χρήστης έχει και ενεργητικό ρόλο γιατί όχι μόνο αισθάνεται την συντεθείσα δύναμη αλλά μπορεί να επηρεάζει τη σκηνή μετακινώντας την ίδια και κατ' επέκταση το απτικό της αντίγραφο.

6.5 Απτική απόδοση

Στον πραγματικό κόσμο, αισθανόμαστε τις δυνάμεις της αφής όταν αγγίζουμε τα αντικείμενα του περιβάλλοντος. Οι δυνάμεις αυτές εξαρτώνται τόσο από την επιφάνεια και τις ιδιότητες του αντικειμένου όσο και από τη θέση, την ταχύτητα και την κατεύθυνση με την οποία το αγγίζουμε. Η *απτική απόδοση* μπορεί να οριστεί ως η *διεργασία της σύνθεσης των κατάλληλων δυνάμεων, ώστε να δοθεί στο χρήστη η ψευδαίσθηση της αφής εικονικών αντικειμένων*.

Η αίσθηση της αφής μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες κατηγορίες, ανάλογα με τα αισθητήρια όργανα που εμπλέκονται κάθε φορά. Η πρώτη κατηγορία είναι η *δερματική αίσθηση* που σχετίζεται με τα αισθητήρια όργανα του δέρματος και κυρίως του χεριού. Η δεύτερη κατηγορία είναι η *κιναισθητική αίσθηση* που σχετίζεται με τα αισθητήρια όργανα στις αρθρώσεις, στους μύες και στους τένοντες. Στη συνέχεια του κεφαλαίου, θα εστιάσουμε στην κιναισθητική αίσθηση και πιο συγκεκριμένα θα αναλύσουμε την περίπτωση όπου ο χρήστης θεωρείται ότι κρατάει ένα *απτικό αντίγραφο*, το οποίο αλληλεπιδρά με τα αντικείμενα της σκηνής.

6.5.1 Μοντέλο απτικού αντιγράφου

Ο αριθμός των βαθμών ελευθερίας του απτικού αντιγράφου είναι μία μεταβλητή που εξαρτάται εν πολλοίς από την εκάστοτε εφαρμογή και πρέπει κατά το δυνατόν να ελαχιστοποιείται, έτσι ώστε να μειώνεται η πολυπλοκότητα της απτικής απόδοσης. Σε πολλές εφαρμογές αρκούν τρεις βαθμοί ελευθερίας (ανάδραση δύναμης), ενώ σε περιπτώσεις όπου απαιτείται μεγάλη ακρίβεια, όπως σε ιατρικές εφαρμογές και εφαρμογές βιομηχανικού σχεδιασμού, απαιτούνται έξι βαθμοί ελευθερίας (ανάδραση δύναμης και ροπής). Ένα πρόβλημα απτικής απόδοσης κατά το οποίο το απτικό αντίγραφο αναπαρίσταται με ένα σημείο, ονομάζεται *πρόβλημα απτικής απόδοσης τριών βαθμών ελευθερίας*, ενώ όταν το απτικό αντίγραφο αναπαρίσταται με ένα στερεό τότε ονομάζεται *πρόβλημα απτικής απόδοσης έξι βαθμών ελευθερίας*.

6.5.2 Ανίχνευση σύγκρουσης

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενη παράγραφο, η ανίχνευση σύγκρουσης είναι η διεργασία η οποία για δοσμένη θέση του απτικού αντιγράφου και των αντικειμένων μίας σκηνής, ανιχνεύει τις ενδεχόμενες συγκρούσεις. Η ανίχνευση σύγκρουσης μπορεί πολύ εύκολα να γίνει η πιο χρονοβόρος υπολογιστική διεργασία ενός συστήματος απτικής απόδοσης. Η πολυπλοκότητά της εξαρτάται κυρίως από την πολυπλοκότητα της αναπαράστασης των εικονικών αντικειμένων αλλά και από τη συχνότητα εμφάνισης συγκρούσεων. Το πρόβλημα της ανίχνευσης σύγκρουσης έχει τύχει ιδιαίτερης προσοχής από την επιστημονική κοινότητα, ενώ σε περιπτώσεις ιδιαίτερα σύνθετων περιβαλλόντων, παραμένει ένα ανοικτό πρόβλημα.

Ας δουμε όμως πρώτα τι μας ενδιαφέρει να μάθουμε όταν ελέγχουμε δύο αντικείμενα για ενδεχόμενη σύγκρουση:

1. *Ανίχνευση της σύγκρουσης*: Ελέγχει εάν δύο αντικείμενα επικαλύπτονται στο χώρο ή αλλιώς εάν τα όριά τους τέμνονται σε ένα τουλάχιστον σημείο.

2. *Απόσταση*: Υπολογίζει το μήκος της μικρότερης γραμμής που ενώνει τα δύο αντικείμενα. Δοσμένων δύο συνόλων A και B που περιγράφουν τα δύο αντικείμενα η απόσταση μεταξύ τους περιγράφεται ως εξής:

$$\text{dist}(A, B) = \min_{a \in A} \min_{b \in B} |a - b|$$

τα ως εξής:

3. *Μέγεθος επικάλυψης*: Συνήθως υπολογίζεται ως η ελάχιστη απόσταση κατά την οποία πρέπει να μετατοπιστεί ένα από τα δύο αντικείμενα ώστε να μην υπάρχει επικάλυψη. Δοσμένων δύο συνόλων A και B που περιγράφουν τα δύο αντικείμενα το μέγεθος επικάλυψης ορίζεται ως:

$$\text{depth}(A, B) = \min_{\vec{v}} |\vec{v}|, \text{ so that, } \min_{a \in A} \min_{b \in B} |\overrightarrow{a - b} + \vec{v}| > 0$$

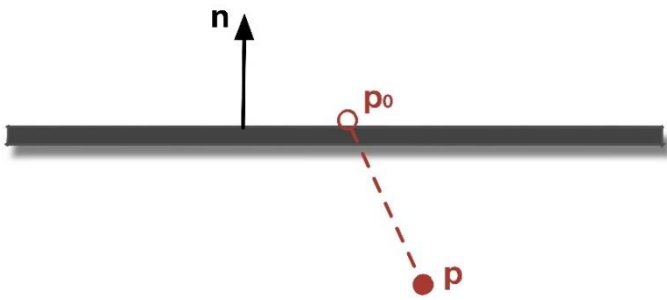
Τα ερωτήματα απόστασης μπορούν να πάρουν τρεις διαφορετικές μορφές: ακριβή, προσεγγιστική ή δυαδική. Η ακριβής μορφή αναζητά την ακριβή απόσταση μεταξύ των αντικειμένων. Η προσεγγιστική αναζητά μία προσέγγιση της απόστασης μέσα στα πλαίσια ενός προκαθορισμένου εύρους σφάλματος. Η δυαδική μορφή απλά ρωτά εάν η απόσταση είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη μίας προκαθορισμένης τιμής. Είναι προφανές, ότι ένα ερώτημα ανίχνευσης σύγκρουσης μπορεί να αναχθεί σε ένα δυαδικό ερώτημα απόστασης, όπου η προκαθορισμένη τιμή του ερωτήματος είναι το μηδέν.

6.5.3 Υπολογισμός δύναμης

Οι δύο πιο γνωστές μέθοδοι υπολογισμού της δύναμης-αντίδρασης στη σύγκρουση είναι οι μέθοδοι-ποινής (penalty-based methods) και οι μέθοδοι που βασίζονται σε πολλαπλασιαστές Lagrange. Οι τελευταίες χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων (π.χ. προσομοίωση ρευστών, ελαστικών αντικειμένων), όπου ο υπολογισμός των δυνάμεων είναι εγγενής διαδικασία της προσομοίωσης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά των μεθόδων-ποινής.

Το κύριο χαρακτηριστικό των μεθόδων ποινής είναι ότι υπολογίζονται ανάλογα με το μέγεθος της σύγκρουσης. Έτσι, όσο *μεγαλύτερη* είναι η σύγκρουση, τόσο μεγαλύτερη και η υπολογιζόμενη δύναμη. Πώς ορίζεται όμως το μέγεθος της σύγκρουσης; Συνήθως ορίζεται ως το μέγεθος επικάλυψης (βλέπε ενότητα 6.5.2), ή πιο απλά ορίζεται ως το βάθος διείσδυσης του ενός αντικειμένου στο άλλο.

Για να εξηγήσουμε καλύτερα το θέμα υπολογισμού δύναμης, ας θεωρήσουμε το απλό πρόβλημα της σύγκρουσης ενός σημειακού αντικειμένου με ένα επίπεδο, όπως απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.10 Σύγκρουση σημειακού αντικειμένου με επίπεδο

Έστω \mathbf{n} το κανονικό διάνυσμα του επιπέδου, \mathbf{p} η θέση του σημειακού αντικειμένου και \mathbf{p}_0 το σημείο της αρχικής σύγκρουσης με το επίπεδο. Τότε το μέγεθος επικάλυψης προκύπτει από τον παρακάτω τύπο:

$$depth = d = -\mathbf{n}^T (\mathbf{p} - \mathbf{p}_0)$$

Είναι σύνηθες η δύναμη να μοντελοποιείται ως ελαστική και να αυξάνει γραμμικά ανάλογα με το μέγεθος επικάλυψης ακολουθώντας το ελαστικό μοντέλο του Hook. Άρα:

$$\|F\| = k \cdot d$$

Ακόμα, η κατεύθυνση άσκησης της δύναμης είναι αυτή του κανονικού διανύσματος \mathbf{n} της τοπικής επιφάνειας. Άρα έχουμε:

$$\mathbf{F} = k \cdot d \cdot \mathbf{n} = k (-\mathbf{n}^T (\mathbf{p} - \mathbf{p}_0)) \cdot \mathbf{n}$$

Για λόγους ευστάθειας πολλές φορές προστίθεται στην παραπάνω σχέση και μία δύναμη απόσβεσης που είναι ανάλογη της ταχύτητας του σημειακού αντικειμένου. Έτσι καταλήγουμε στην ευρέως χρησιμοποιούμενη σχέση υπολογισμού της απτικής απόδοσης, η οποία βασίζεται στο κλασικό μοντέλο ελατηρίου-αποσβεστήρα:

$$\mathbf{F} = k (-\mathbf{n}^T (\mathbf{p} - \mathbf{p}_0)) \cdot \mathbf{n} - k_d \cdot \dot{\mathbf{p}}$$

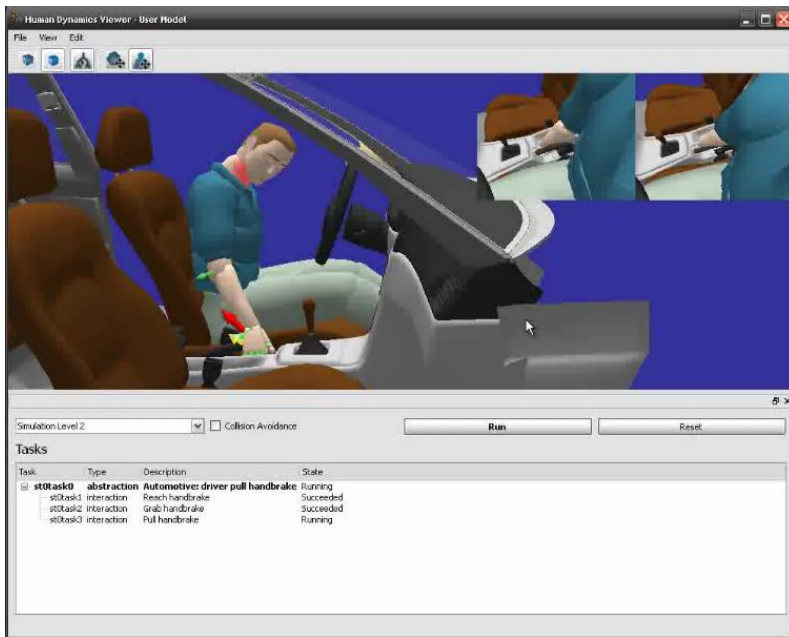
6.6 Εφαρμογές

Η απτική αλληλεπίδραση έχει πάρα πολλές εφαρμογές και αναμένεται να εισέλθει πιο έντονα στη ζωή μας όσο μειώνεται το κόστος των απτικών συσκευών. Στις παρακάτω παραγράφους περιγράφονται συνοπτικά κάποιες από τις εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιείται ήδη η απτική αλληλεπίδραση.

6.6.1 Εικονική προτυποποίηση (Virtual prototyping)

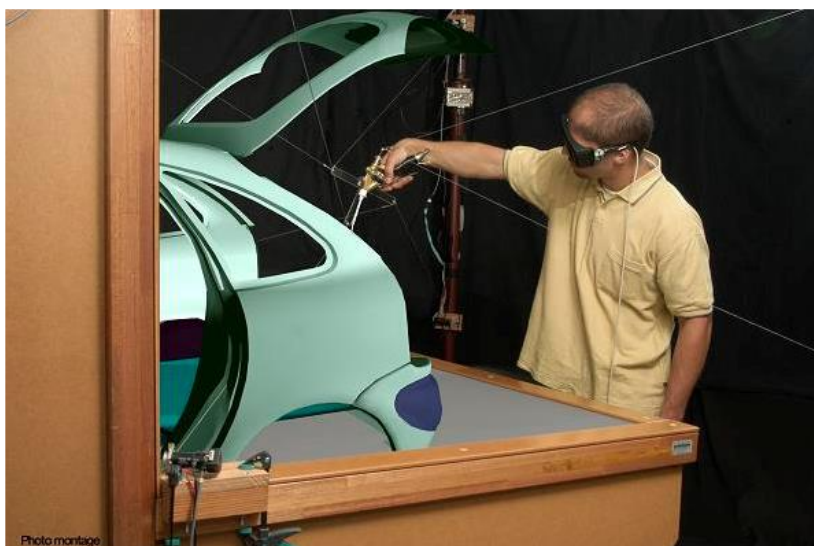
Η εικονική προτυποποίηση είναι η διαδικασία κατά την οποία μπορεί να γίνει η αξιολόγηση ενός προϊόντος σε έναν υπολογιστή χωρίς να είναι απαραίτητη η κατασκευή ενός φυσικού πρωτοτύπου. Η εικονική προτυποποίηση μπορεί να αφορά διάφορες παραμέτρους ενός προϊόντος όπως είναι η αισθητική, η εργονομία, η δυνατότητα αλληλεπίδρασης, η συναρμολόγηση, ο χειρισμός, κ.α. Στην παρακάτω εικόνα πα-

ρουσιάζεται το εικονικό μοντέλο του εσωτερικού ενός αυτοκινήτου ,το οποίο αξιολογείται ως προς την εργονομία του από έναν εικονικό άνθρωπο.



Εικόνα 6.11 Εικονική προτυποποίηση για την αξιολόγηση της εργονομίας εσωτερικού χώρου αυτοκινήτου

Η εικονική προτυποποίηση χρησιμοποιείται ευρέως σε βιομηχανικό επίπεδο για την αξιολόγηση της δυνατότητας συναρμολόγησης αλλά και για την αξιολόγηση της αλληλεπίδρασης με την επιφάνεια τρισδιάστατων εικονικών μοντέλων. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα απτικής αλληλεπίδρασης με ένα εικονικό πρωτότυπο αυτοκινήτου σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας.



Εικόνα 6.12 Απτική αλληλεπίδραση με μοντέλο αυτοκινήτου (Ortega & Coquillart 2005)

6.6.2 Ιατρικές εφαρμογές

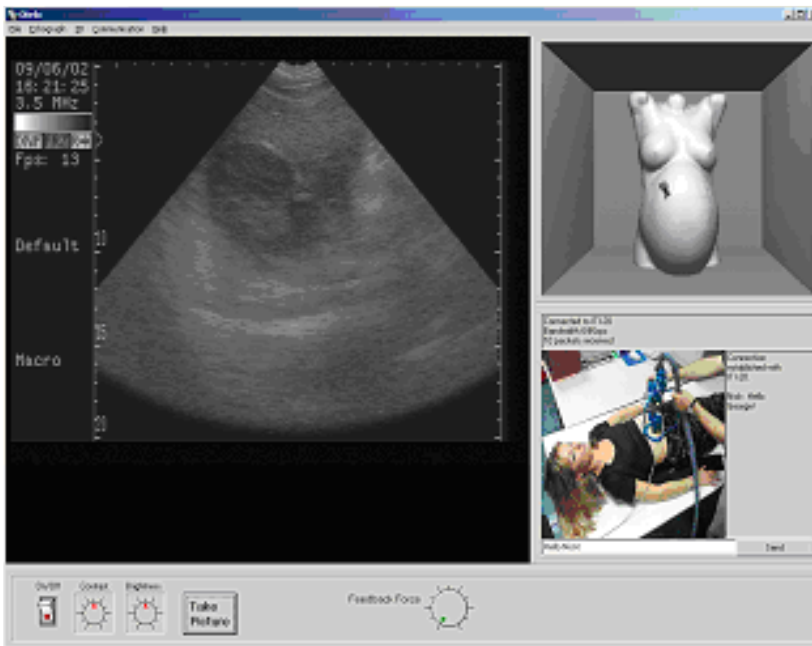
Η αίσθηση της αφής παίζει αδιαμφισβήτητα πολύ σημαντικό ρόλο την ιατρική πρακτική: από τον απλό έλεγχο του σφυγμού και την ψηλάφηση έως την ενδοσκόπηση και τις λεπτομερείς χειρουργικές επεμβάσεις, οι γιατροί χρειάζεται αρκετές φορές να συγκεντρώσουν πληροφορία περισσότερο μέσω της αφής παρά μέσω της όρασης. Έτσι, δεν αποτελεί καθόλου έκπληξη η ευρύτατη χρήση συστημάτων απτικής αλληλεπίδρασης στην ιατρική πρακτική.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το παράδειγμα ενός συστήματος εκπαίδευσης νέων χειρουργών σε ένα εικονικό περιβάλλον. Ο εκπαιδευόμενος γιατρός αντί να εκπαιδευτεί απ' ευθείας στην πράξη, περνάει πρώτα αρκετές ώρες σε αυτόν τον «προσομοιωτή χειρουργείου». Λόγω της φύσης της δουλειάς, θα ήταν αδύνατο εκπαιδευτεί σωστά εάν δεν λαμβάνει στα χέρια του τη σωστή απτική ανάδραση. Έτσι, αν και βρίσκεται στον προσομοιωτή, μπορεί να απαντήσει σε ερωτήσεις όπως: «ποια είναι η αίσθηση στο ενδοσκόπιο και στα χειρουργικά εργαλεία κατά την τομή ιστού;» ή «ποια είναι η αίσθηση κατά τη συρραφή ραμμάτων;»



Εικόνα 6.13 Εικονική χειρουργική με απτική αλληλεπίδραση (Kühnapfel et al 1997)

Ένα άλλο παράδειγμα είναι η χρήση απτικών διεπαφών για την υποστήριξη εφαρμογών τηλεϊατρικής. Στην εικόνα 6.14 φαίνεται ένα στιγμιότυπο μίας εφαρμογής όπου γιατρός και ασθενής δε βρίσκονται στο ίδιο σημείο. Ο γιατρός χειρίζεται μία απτική συσκευή «συζευγμένη» με ένα χειριστήριο υπερηχογραφήματος το οποίο κινείται ακολουθώντας τις κινήσεις της απτικής διεπαφής του γιατρού. Το αποτέλεσμα της εξέτασης μεταδίδεται και απεικονίζεται στην οθόνη του ιατρού.



Εικόνα 6.14 Παράδειγμα τηλεϊατρικής: διενέργεια υπερηχογραφήματος με χρήση απτικής αλληλεπίδρασης.

6.6.3 Εφαρμογές για άτομα με αναπηρία

Μία άλλη περιοχή όπου οι απτικές διεπαφές βρίσκουν εφαρμογή είναι η χρήση τους για υποκατάσταση χαμένων αισθήσεων και κυρίως της όρασης.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μία εφαρμογή, η οποία επεξεργάζεται ένα χάρτη και δημιουργεί το τρισδιάστατο εικονικό του αντίγραφο, στο οποίο μπορεί να περιηγηθεί ένας τυφλός χρήστης χρησιμοποιώντας μία απτική συσκευή.



Εικόνα 6.15 Τρισδιάστατος πλοηγός για άτομα με προβλήματα όρασης (Kaklanis, Votis, Moustakas & Tzouvaras 2010)

Μία πολύ ενδιαφέρουσα και επίκαιρη εφαρμογή, της οποίας τα αποτελέσματα θα δούμε στο άμεσο μέλλον, είναι η απτική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον για άτομα που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό ιδιαίτερα των άνω άκρων. Τα προσθετικά μέλη είναι αρχικά εξοπλισμένα με αισθητήρια αφής. Στη συνέ-

χεια, η πληροφορία που μετρούν οι αισθητήρες δίνεται ως ερέθισμα στα εναπομείναντα νεύρα του ατόμου ώστε να μπορεί να ανακτήσει μέρος της αίσθησης της αφής που έχει απολέσει.

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου που αναφέρεται στην απτική αλληλεπίδραση, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο:

- Έχετε εξοικειωθεί με τη νέα τεχνολογία απτικής αλληλεπίδρασης.
- Μπορείτε να αξιολογήσετε πότε είναι χρήσιμη και πότε απαραίτητη η απτική αλληλεπίδραση σε μία εφαρμογή επικοινωνίας ανθρώπου-μηχανής.
- Μπορείτε να διακρίνετε τις διαφορετικές απτικές συσκευές.
- Γνωρίζετε τα βασικά στοιχεία της σωλήνωσης απτικής ανάδρασης.
- Γνωρίζετε τους διαφορετικούς τρόπους απτικής απόδοσης στο πλαίσιο της κιναισθητικής αίσθησης
- Γνωρίζετε τις διαφορετικές εφαρμογές της απτικής αλληλεπίδρασης.

Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη

Wang D., Xiao, J., & Zhang, Y. (2014). *Haptic Rendering for Simulation of Fine Manipulation*. Springer.

Lin C., M., & Otaduy M. (2008). *Haptic Rendering: Foundations, Algorithms, and Applications*. A K Peters/CRC Press

Ming C. Lin, Miguel Otaduy (2008). *Haptic Rendering: Foundations, Algorithms, and Applications*. A K Peters/CRC Press

Τα παραπάνω συγγράμματα παρουσιάζουν τις τελευταίες εξελίξεις στην περιοχή της απτικής αλληλεπίδρασης και ειδικότερα της απτικής απόδοσης δίνοντας έμφαση σε όλες τις μονάδες επεξεργασίας ενός ολοκληρωμένου συστήματος.

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Άσκηση 6.1

Περιγράψτε με ψευδοκώδικα κάθε μονάδα της σωλήνωσης απτικής απόδοσης για την περίπτωση: ενός προσομοιωτή εικονικής χειρουργικής. Σε έναν τέτοιο προσομοιωτή ένα μοντέλο ενός εικονικού ανθρώπου υπόκειται χειρουργικής επέμβασης από έναν χειρουργό μέσω εικονικών εργαλείων. Ο χειρουργός κρατάει μία συσκευή απτικής ανάδρασης. Τι προβλήματα αναμένετε να συναντήσετε; Πώς μπορούν να λυθούν;

Άσκηση 6.2

Επαναλάβετε την άσκηση 6.1 για την περίπτωση ενός τυφλού χρήστη που περιηγείται σε ένα χάρτη μέσω μία συσκευής απτικής ανάδρασης. Τι προβλήματα αναμένετε να συναντήσετε; Πώς μπορούν να λυθούν;

Άσκηση 6.3

Έστω ένας συμπαγής κύβος. Ορίστε μία συνάρτηση που δίνει τη δύναμη της απτικής ανάδρασης για όλα τα σημεία ενός κύβου; Είναι η συνάρτηση συνεχής; Εάν όχι πώς μπορεί να λυθεί το πρόβλημα της ασυνέχειας;

Άσκηση 6.4

Έστω ότι ζητείται ο υπολογισμός της απτικής ανάδρασης για ένα συμπαγή τοίχο. Δείξτε πώς επηρεάζει την ευστάθεια του συστήματος η επιλογή της σταθεράς k (πρέπει να είναι μεγάλη για να είναι ο τοίχος «σκληρός») και ο ρυθμός ανανέωσης της προσομοίωσης (Hz).

7

Μοντέλα και μέθοδοι σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα κύρια βήματα της διαδικασίας ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος. Μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στις φάσεις ανάλυσης και σχεδιασμού. Τα επόμενα κεφάλαια συμπληρώνουν τη διαδικασία ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων από πλευράς οδηγίων, μεθόδων προδιαγραφών, εργαλείων ανάπτυξης και αξιολόγησης.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη του συγκεκριμένου κεφαλαίου, θα μπορείτε να:

- Περιγράψετε βήμα-προς-βήμα μια τυπική διαδικασία ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος.
- Αναφέρετε τις διαφορές μεταξύ της διαδικασίας ανάπτυξης συστημάτων που είναι γνωστή ως μοντέλο καταρράκτη, της εξελικτικής διαδικασίας και της αστεροειδούς διαδικασίας.
- Αναφέρετε σε ποια φάση της διαδικασίας ανάπτυξης πρέπει να παρεμβάλετε αξιολόγηση του συστήματος.
- Επιλέξετε κατάλληλη μέθοδο έρευνας, καταγραφής και ανάλυσης απαιτήσεων ενός διαδραστικού λογισμικού.
- Περιγράψετε τον τρόπο χρησιμοποίησης της μεθόδου ανάλυσης χρηστών.
- Αναφέρετε και χρησιμοποιήσετε διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης εργασιών.

Έννοιες κλειδιά

Ανθρωπο-κεντρικός σχεδιασμός συστημάτων (user-centered design), απαιτήσεις χρήστη (user requirements), ανάλυση εργασιών (task analysis), ανάπτυξη πρωτοτύπων (prototyping methods)

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στην ανάλυση απαιτήσεων και στη σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων. Μετά την περιγραφή του θεωρητικού υποβάθρου της επιστήμης Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Υπολογιστή (βλέπε κεφάλαια 2 και 3) και των υφιστάμενων διαδραστικών τεχνολογιών (βλέπε κεφάλαια 4, 5 και 6), θα αναφερθούμε στη διαδικασία ανάπτυξης συστημάτων που αλληλεπιδρούν με τους χρήστες τους. Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί ενιαία ενότητα με τα επόμενα κεφάλαια που περιέχουν αρχές και κανόνες σχεδιασμού, τεχνικές και εργαλεία για την προδιαγραφή, την ανάπτυξη και την αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων.

Η σχεδίαση επιτυχημένων διεπιφανειών χρήστη είναι μια δύσκολη διαδικασία που στηρίζεται αφενός σε τέχνη που δεν είναι εύκολο να διδαχθεί κανείς, αφετέρου σε γνώσεις και εμπειρία χρήσης κατάλληλων τεχνικών. Τα εφόδια του σχεδιαστή είναι τα θεωρητικά μοντέλα γενικού χαρακτήρα (βλέπε κεφάλαια 2 και 3), οι αρχές σχεδιασμού (design principles) και οι πρακτικές οδηγίες σχεδίασης (design guidelines) που έχουν προκύψει ως συσσωρευμένη εμπειρία από τη διαδικασία ανάπτυξης και χρήσης διαδραστικών συστημάτων (βλέπε κεφάλαιο 8). Οι αρχές ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού λογισμικού (user-centered design) που συζητούνται εδώ, αφορούν τη διαδικασία ανάπτυξης εύχρηστων συστημάτων που είναι προσαρμοσμένα στα χαρακτηριστικά των χρηστών τους. Επιγραμματικά οι γενικές αυτές αρχές όσον αφορά τη διαδικασία σχεδίασης είναι:

1. Η σχεδίαση, από τις πρώτες φάσεις του σχεδιασμού, πρέπει να εστιαστεί στους χρήστες και τις εργασίες τους έτσι ώστε η συμπεριφορά τους, τα γνωστικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά τους να γίνουν κατανοητά από τους σχεδιαστές και να ληφθούν υπόψη.
2. Όλες οι φάσεις του σχεδιασμού πρέπει να περιλαμβάνουν την καταγραφή και τη μέτρηση της αντίδρασης των χρηστών όταν αυτοί χρησιμοποιούν πρότυπες διεπιφάνειες του συστήματος, εργαλείδια και προσομοιωτές λειτουργίας του.
3. Η διαδικασία της σχεδίασης πρέπει να είναι μια επαναληπτική διαδικασία που να επιτρέπει τη βαθμιαία βελτίωση των χαρακτηριστικών της διεπιφάνειας.

Στο κεφάλαιο αυτό μελετάμε βήμα-προς-βήμα τη διαδικασία ανθρωποκεντρικής σχεδίασης μιας διαδραστικής εφαρμογής, με έμφαση στα πρώτα στάδια ανάλυσης του προβλήματος και σχεδίασης. Στο πλαίσιο αυτό περιγράφονται μέθοδοι και τεχνικές έρευνας που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση απαιτήσεων χρήστη και αποσκοπούν στην κατανόηση των χαρακτηριστικών του χρήστη, των εργασιών του και του περιβάλλοντος χρήσης με στόχο τη σχεδίαση προϊόντων λογισμικού που ικανοποιούν τις απαιτήσεις αυτές. Η διαδικασία σχεδίασης προϊόντων λογισμικού είναι αντικείμενο που μελετάει επίσης η γνωστική περιοχή της τεχνολογίας λογισμικού (software engineering). Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται μερικές από τις παραδοσιακές τεχνικές της και εξετάζεται η εφαρμοσιμότητά τους στην περίπτωση ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων. Επιπρόσθετα, αναλύονται οι βασικές αρχές του ανθρωποκεντρικού μοντέλου ανάπτυξης λογισμικού (user-centered software development). Στην επόμενη ενότητα θα διερευνηθεί η έννοια της σχεδίασης και ειδικότερα η σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων.

7.1 Η έννοια της σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων

Ο Herbert A. Simon όρισε αρχικά το 1969 την επιστήμη της σχεδίασης (design science) ως «ένα σώμα από συγκεκριμένες, αναλυτικές, μερικώς προτυποποιημένες, μερικώς εμπειρικές, ικανές να διδαχθούν, οδηγίες για τη σχεδιαστική διαδικασία (design process)» (Simon, 1969). Τέσσερα χρόνια αργότερα ο Robert McKim (1973) εισάγει τον όρο της μηχανικής του σχεδιασμού (design engineering), και το 1979 ο Archer κάνει λόγο για την ύπαρξη ενός ιδιαίτερου σχεδιαστικού τρόπου σκέψης, ο οποίος διαφέρει τόσο από τον επιστημονικό όσο και από το λογικό τρόπο σκέψης, αλλά ταυτόχρονα είναι τόσο ισχυρός όσο οι επιστημονικές και λογικές μέθοδοι όταν εφαρμόζονται στα δικά τους είδη προβλημάτων (Archer, 1979).

Η σχεδίαση είναι η προδιαγραφή ενός αντικειμένου, όπως εκφράζεται από μια ενδιάμεση αναπαράσταση (σχέδιο), το οποίο προσπαθεί να ικανοποιήσει έναν συγκεκριμένο σκοπό, σε ένα ορισμένο πλαίσιο και το οποίο αποτελείται από στοιχειώδη επιμέρους τμήματα, ικανοποιεί ορισμένες απαιτήσεις και υπόκειται σε περιορισμούς. Για παράδειγμα ένας αρχιτέκτονας σχεδιάζει ένα κτήριο με στόχο να ικανοποιήσει ανθρώπινες ανάγκες στο χώρο προσπαθώντας να λάβει υπόψη περιορισμούς που σχετίζονται με την αισθητική, την εργονομία, τον περιβάλλοντα χώρο, τις προτιμήσεις του πελάτη, την ασφάλεια κ.λπ. Η σχεδίαση αφορά στο «πώς τα πράγματα θα πρέπει να είναι», σε αντιδιαστολή με τις φυσικές επιστήμες που μελετούν το «πώς τα πράγματα είναι». Τα προβλήματα σχεδίασης είναι ασθενώς δομημένα καθώς δεν υπάρχει μία και μοναδική σωστή λύση· είναι επίσης ιδιαίτερα απαιτητικά καθώς ο σχεδιαστής καλείται να πάρει αποφάσεις χωρίς να έχει στη διάθεση του το σύνολο της πληροφορίας και ενώ υπάρχουν αντικρουόμενες ανάγκες και επιλογές που απαιτούν συμβιβασμούς (trade-offs).

Η σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων (interactive systems design) είναι μία διαδικασία που παράγει όχι μόνο την ενδιάμεση αναπαράσταση (σχέδιο) αλλά και το ίδιο το διαδραστικό μέσο (δηλαδή το τελικό προϊόν). Αποτελεί μία διαδικασία επίλυσης προβλημάτων η οποία είναι κατευθυνόμενη από τους

στόχους των χρηστών και από τον τρόπο που οι χρήστες προτίθενται να χρησιμοποιήσουν τη λύση του προβλήματος. Επιπλέον, η διαδικασία αυτή περιορίζεται από το πεδίο εφαρμογής της λύσης, τα υλικά, το κόστος, και τη δυνατότητα εφαρμογής της λύσης από τεχνική άποψη. Θεωρείται μία δραστηριότητα που συνδυάζει τη δημιουργικότητα με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων ώστε να ισοζυγίζονται τα υπέρ και κατά (balance trade-offs). Τέλος, αποτελεί μία αναπαράσταση ενός πλάνου ανάπτυξης του συγκεκριμένου συστήματος και ένα σύνολο από εναλλακτικές και διαδοχικές επεξεργασίες.

Κατά την ανάπτυξη διαδραστικών συστημάτων, ορισμένα κρίσιμα ερωτήματα είναι τα εξής: 1) Ποια είναι η διαδικασία ανάπτυξης που θα ακολουθηθεί; Από πού αρχίζει, ποιες είναι οι φάσεις της και πότε σταματάει; 2) Ποιοι είναι οι τυπικοί χρήστες του συστήματος; Πώς τους ορίζουμε και ποιες είναι οι ανάγκες τους; 3) Πώς αναπτύσσουμε σχέδια του συστήματος; 4) Πώς αξιολογούμε τη σχεδίαση;

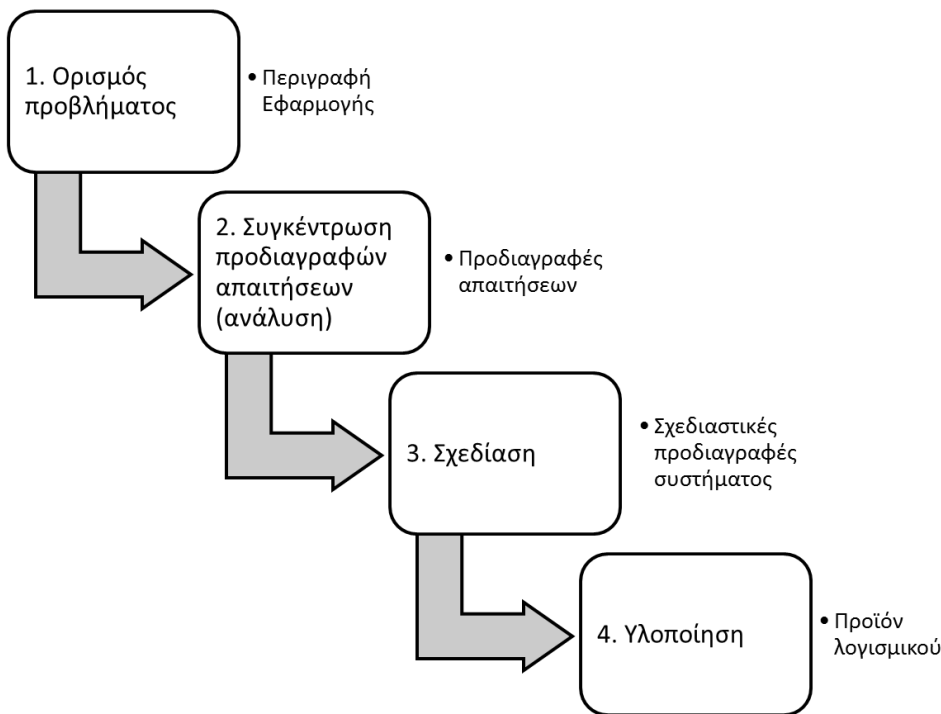
Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται προσπάθεια να δοθούν κατευθύνσεις για την απάντηση αυτών των σημαντικών και ταυτόχρονα δύσκολων ερωτημάτων. Το παρόν κεφάλαιο αφορά κυρίως στα δύο πρώτα ερωτήματα και εν μέρει στο τρίτο. Το κεφάλαιο 8 συμπληρώνει την υποστήριξη της διαδικασίας σχεδίασης με σχεδιαστικές αρχές και κανόνες καθώς επίσης και με εργαλεία προδιαγραφών διαδραστικών συστημάτων, ενώ το κεφάλαιο 9 παρουσιάζει τεχνικές αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων.

7.2 Μοντέλα ανάπτυξης συστημάτων λογισμικού και ανθρωποκεντρική σχεδίαση

Παραδοσιακά, η τεχνολογία λογισμικού έχει αναπτύξει πρότυπες διαδικασίες που επιτρέπουν τη συστηματική ανάπτυξη προϊόντων λογισμικού. Οι διαδικασίες αυτές περιγράφουν τις σημαντικές φάσεις ανάπτυξης και είναι γνωστές ως μοντέλα ανάπτυξης ή ως κύκλος ζωής συστημάτων λογισμικού. Τα μοντέλα αυτά παρέχουν ένα πλαίσιο κατανόησης της διαδικασίας ανάπτυξης, κάνουν συγκεκριμένες παραδοχές και καθοδηγούν τον τρόπο σκέψης, δράσης και συνεργασίας της ομάδας σχεδιασμού. Ο ειδικός επικοινωνίας ανθρώπου - υπολογιστή είναι απαραίτητο να έχει υπόψη του ένα εύρος από τέτοια μοντέλα έτσι ώστε να σχεδιάζει κατάλληλα τη διαδικασία ανάπτυξης, όπως άλλωστε προτείνει και το μοντέλο ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού κατά ISO 9241-210:2010 (ενότητα 7.2.4).

7.2.1 Μοντέλο καταρράκτη

Για πολλά χρόνια η διαδικασία ανάπτυξης λογισμικού είχε τη μορφή μιας αλληλουχίας διαδοχικών διακριτών βημάτων. Η σειριακή αυτή ακολουθία είναι γνωστή ως το μοντέλο καταρράκτη (waterfall model), που φαίνεται στην εικόνα 7.1.



Εικόνα 7.1 Το μοντέλο καταρράκτη.

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η διαδικασία ανάπτυξης ακολουθεί διαδοχικά στάδια. Στο αρχικό στάδιο γίνεται η γενική περιγραφή του προβλήματος και της λύσης που προτείνεται να δοθεί. Το αποτέλεσμα αυτής της φάσης είναι η αρχική «Περιγραφή της Εφαρμογής» (Application Description). Στο δεύτερο στάδιο, που είναι επίσης γνωστό ως ανάλυση του προβλήματος, συγκεντρώνονται και καταγράφονται οι απαιτήσεις της εφαρμογής, οι οποίες παίρνουν τελικά τη μορφή ενός επίσημου εγγράφου των «Προδιαγραφών Απαιτήσεων» (Requirements Specifications). Βάσει του εγγράφου αυτού γίνεται η σύνταξη συμβολαίου υποχρεώσεων μεταξύ αυτών που ορίζουν το αρχικό πρόβλημα και αυτών που αναλαμβάνουν την ανάπτυξη της εφαρμογής. Με βάση το συμβόλαιο αυτό αρχίζει η επόμενη φάση του σχεδιασμού του προϊόντος, η οποία καταλήγει στις «Σχεδιαστικές Προδιαγραφές Συστήματος» (Design Specifications) που αποτελούν λεπτομερή περιγραφή του τελικού προϊόντος επαρκή για την ανάπτυξή του. Τέλος, με βάση τις «Σχεδιαστικές Προδιαγραφές Συστήματος» γίνεται η ανάπτυξη του προϊόντος που είναι και η τελευταία φάση της διαδικασίας. Ειδικότερα, η φάση αυτή αφορά την ανάπτυξη του κώδικα εφαρμογής, των βάσεων δεδομένων, συγγραφή εγχειριδίων κ.λπ., το αποτέλεσμα της δε, είναι το «Τελικό Προϊόν» (Final Product).

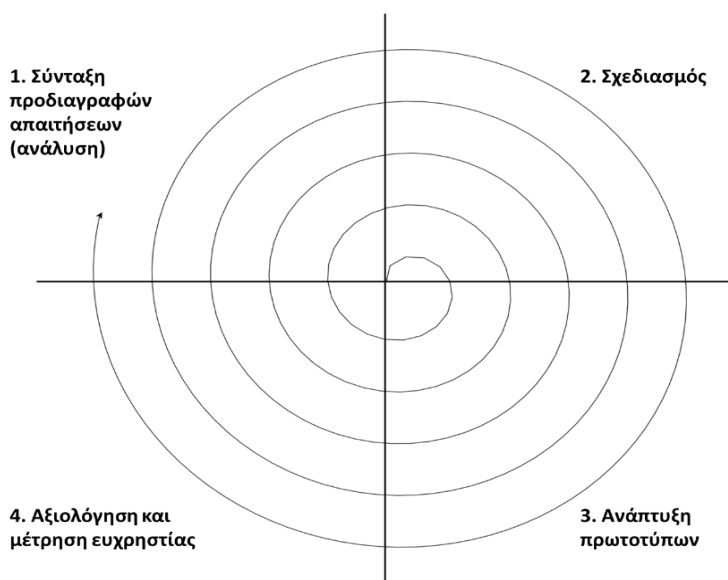
Κάθε ένα από τα στάδια αυτού του μοντέλου ανάπτυξης ολοκληρώνονται με έλεγχο που εστιάζεται α) στο κατά πόσον η αναπαράσταση είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις των πελατών και β) στο αν η αναπαράσταση είναι συνεπής με τις προδιαγραφές της προηγούμενης φάσης. Στο μοντέλο του καταρράκτη παρατηρούμε ότι κάθε φάση ανάπτυξης είναι διακριτή από τις υπόλοιπες και ότι η μετάβαση από τη μία φάση στην άλλη γίνεται μέσω εγγράφων, τα οποία συνιστούν διαδοχικές, αυξανόμενης λεπτομέρειας, αναπαραστάσεις της εφαρμογής που καταλήγουν στο τελικό προϊόν.

Το μοντέλο καταρράκτη έχει το πλεονέκτημα ότι περιγράφει με σαφήνεια τις φάσεις ανάπτυξης ενός προϊόντος, τις οποίες είναι αναπόφευκτο να συναντήσει κανείς σε οποιαδήποτε διαδικασία σχεδια-

σμού. Επίσης, αποτελεί μία εύκολα κατανοητή διαδικασία από όλους τους εμπλεκόμενους και φαινομενικά διευκολύνει τη διαχείριση του έργου (χρονοδιαγράμματα, παραδοτέα, ανάθεση εργασιών βάσει ειδικότητας). Ωστόσο, η αυστηρή τήρηση του μοντέλου παρουσιάζει προβλήματα. Το πιο σπουδαίο από τα προβλήματα αυτά είναι η αδυναμία λεπτομερούς προδιαγραφής ενός προϊόντος πριν από την υλοποίησή του. Στην πράξη, έχει αποδειχθεί ότι η ανάπτυξη λεπτομερών προδιαγραφών έχει συχνά ως συνέπεια την αναγκαστική τροποποίηση των απαιτήσεων που έχουν ήδη συνταχθεί και η υλοποίηση του προϊόντος έχει ως συνέπεια να γίνονται αναγκαστικές εκ των υστέρων τροποποιήσεις των λεπτομερών προδιαγραφών. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με την ανάπτυξη πρωτοτύπων κατά τη φάση ανάλυσης και σχεδιασμού, δηλαδή πρόχειρων, μικρών σε κλίμακα, εκδόσεων του προϊόντος που αποκαλύπτουν λεπτομέρειες του τελικού συστήματος. Η χρήση πρωτοτύπων, συνεπάγεται όμως τον ασαφή διαχωρισμό των φάσεων του μοντέλου, αφού η φάση υλοποίησης εμπλέκεται με τις φάσεις ανάλυσης και σχεδιασμού. Συνέπεια αυτής της διάχυσης των φάσεων είναι να παρουσιάζονται προβλήματα στη διαχείριση της διαδικασίας και στον έλεγχο της προόδου του έργου.

7.2.2 Ελικοειδές μοντέλο

Τα προβλήματα του μοντέλου καταρράκτη τα αντιμετωπίζει το ελικοειδές μοντέλο (spiral model) (Boehm, 1988), γνωστό και ως σπειροειδές μοντέλο ή μοντέλο εξελικτικής ανάπτυξης. Το μοντέλο αυτό παρουσιάζει την ανάπτυξη του συστήματος ως μια εξελικτική διαδικασία διαδοχικών βελτιώσεων ενός αρχικού πρωτοτύπου. Κάθε φάση του ελικοειδούς μοντέλου, όπως φαίνεται στην εικόνα 7.2, είναι μια μικρογραφία του κύκλου ζωής λογισμικού, που περιλαμβάνει ανάλυση και συγγραφή ή βελτίωση των απαιτήσεων, στη συνέχεια σχεδιασμό και τέλος ανάπτυξη ενός πρωτοτύπου του τελικού προϊόντος, το οποίο σε κάθε διαδοχική σπείρα έχει αυξανόμενο βαθμό λεπτομέρειας. Τα διαδοχικά πρωτότυπα που αναπτύσσονται, ελέγχονται έναντι των αρχικών απαιτήσεων και αξιολογούνται. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αυτής αποτελούν κάθε φορά τη βάση για τον προγραμματισμό του επόμενου κύκλου ανάπτυξης.



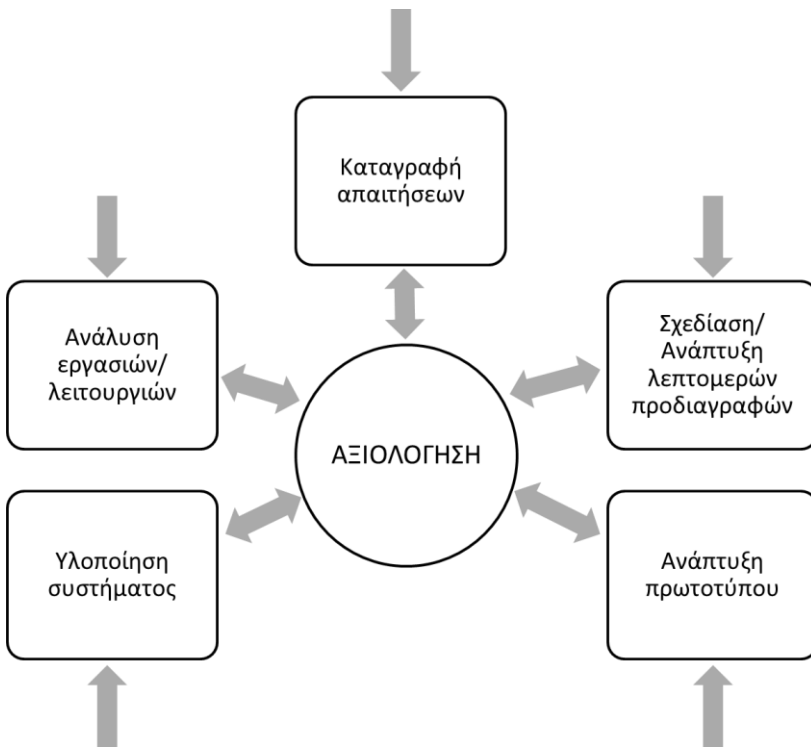
Εικόνα 7.2 Το ελικοειδές ή σπειροειδές μοντέλο.

Το ελικοειδές μοντέλο ταιριάζει ιδιαίτερα στις αντικειμενοστραφείς μεθοδολογίες ανάλυσης και σχεδιασμού (Booch 1994, UML 1998) που έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται ευρύτατα τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με τις μεθοδολογίες αυτές, κατά τη φάση της ανάπτυξης δημιουργούνται ιδεατά μοντέλα των χρηστών και των εργασιών τους που παίρνουν τη μορφή αντικειμένων. Στη συνέχεια προσδιορίζονται οι συμπεριφορές των αντικειμένων και οι μεταξύ τους σχέσεις. Με βάση αυτά τα στοιχεία σχεδιάζονται έπειτα, με αυξανόμενο βαθμό λεπτομέρειας, τα αντικείμενα του συστήματος και της διεπιφάνειας με τα οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης. Τα αντικείμενα δε αυτά ενσωματώνονται σε πρωτότυπα τα οποία αξιολογούνται.

Το μοντέλο αυτό της εξελικτικής ανάπτυξης ταιριάζει ιδιαίτερα στα χαρακτηριστικά συστημάτων που αλληλεπιδρούν έντονα με τους χρήστες τους. Η ύπαρξη πρωτότυπων στα πρώτα στάδια της διαδικασίας ανάπτυξης, επιτρέπει στους σχεδιαστές να παρουσιάσουν στους χρήστες τμήματα του τελικού προϊόντος ώστε να καταγράψουν και να μετρήσουν την αντίδρασή τους. Αυτή η πληροφορία επιτρέπει στη συνέχεια την κατάλληλη προσαρμογή των χαρακτηριστικών του συστήματος στις απαιτήσεις των χρηστών. Ο ρόλος των χρηστών στη διαδικασία ανάπτυξης των συστημάτων αυτών είναι ένα θέμα με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Σύμφωνα με τις αρχές του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού, οι χρήστες του συστήματος πρέπει να καταγραφούν και τα χαρακτηριστικά τους να αναλυθούν κατά τις φάσεις συγκέντρωσης απαιτήσεων. Όμως οι χρήστες θα πρέπει στη συνέχεια να εμπλακούν στην αξιολόγηση του συστήματος που σε μια εξελικτική διαδικασία είναι επαναλαμβανόμενη και συνεχής.

7.2.3 Αστεροειδές μοντέλο

Η νευραλγική σημασία της αξιολόγησης στην ανάπτυξη διαδραστικών συστημάτων και η έντονη συμμετοχή των χρηστών στη διαδικασία ανάπτυξης, περιγράφονται εναργώς στο αστεροειδές μοντέλο ανάπτυξης (star model) των Hix και Hartson (1993), που φαίνεται στην εικόνα 7.3.

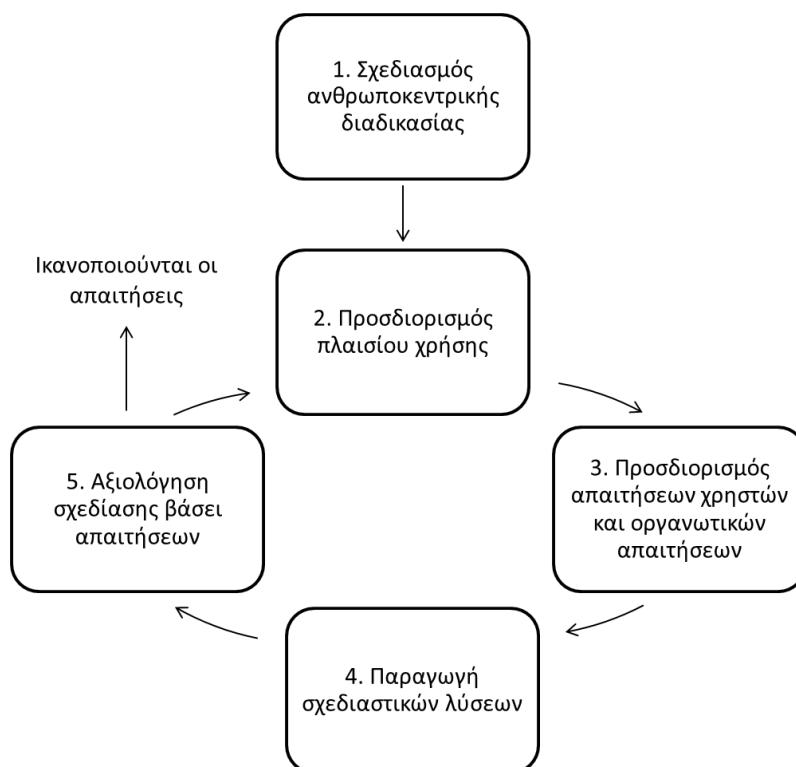


Εικόνα 7.3 Το αστεροειδές μοντέλο.

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό η αυστηρή ακολουθία των φάσεων, που εισηγούνται τα άλλα μοντέλα που αναφέρθηκαν ήδη, δεν είναι απαραίτητη. Η αξιολόγηση του συστήματος είναι η κεντρική δραστηριότητα του μοντέλου. Κάθε άλλη φάση, είτε πρόκειται για ανάλυση, είτε για σχεδιασμό, είτε για υλοποίηση, πρέπει να συμπληρωθεί από μια φάση αξιολόγησης με τη συμμετοχή είτε χρηστών του αναπτυσσόμενου συστήματος είτε ειδικών. Το μοντέλο αυτό δεν επιβάλλει αυστηρή ακολουθία φάσεων, ούτε ορίζει μονοσήμαντα το σημείο έναρξης της διαδικασίας. Για παράδειγμα, η διαδικασία μπορεί να αρχίσει με ένα πρωτότυπο που στηρίζεται σε προηγούμενο παρόμοιο σύστημα, το οποίο στη συνέχεια να αξιολογηθεί με βάση τις ανάγκες του νέου προβλήματος και από αυτήν την αξιολόγηση να προχωρήσει ο σχεδιαστής στη φάση του λεπτομερούς σχεδιασμού της νέας λύσης. Είναι φανερό ότι το αστεροειδές μοντέλο, το οποίο έχει προκύψει από την παρατήρηση πολλών ομάδων ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων (Hix & Hartson 1993), απαιτεί την ανάμιξη αναλυτικών αλλά και συνθετικών μεθόδων σχεδιασμού ενώ ενσωματώνει ενεργά τους χρήστες στην όλη διαδικασία.

7.2.4 Μοντέλο ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού κατά ISO 9241-210:2010

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9241-210:2010 (human-centred design for interactive systems), μία αναθεωρημένη έκδοση του προτύπου ISO 13407:1999, η διαδικασία ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων περιλαμβάνει τις εξής φάσεις: 1) Σχεδιασμός της ανθρωποκεντρικής διαδικασίας, 2) Προσδιορισμός του πλαισίου χρήσης, 3) Προσδιορισμός απαιτήσεων χρηστών και οργανωτικών απαιτήσεων, 4) Παραγωγή σχεδιαστικών λύσεων, και 5) Αξιολόγηση σχεδίασης βάσει απαιτήσεων. Η διαδικασία ανάπτυξης εκτελείται επαναληπτικά σύμφωνα με την εικόνα 7.4.



Εικόνα 7.4 Το μοντέλο ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού κατά ISO 9241-210:2010.

Το πρότυπο αυτό προτείνει τις παρακάτω έξι βασικές αρχές προκειμένου να διασφαλίζεται ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός ενός διαδραστικού συστήματος:

1. Ο σχεδιασμός βασίζεται σε μια σαφή κατανόηση των χρηστών, των εργασιών και του περιβάλλοντος χρήσης. Η καλή εμπειρία χρήσης για κάποιον μπορεί να μην είναι αποδεκτή για κάποιον άλλον, και αυτό πρέπει να το αποδέχεται η ομάδα σχεδιασμού.

2. Οι χρήστες εμπλέκονται σε όλη τη διάρκεια του σχεδιασμού και της ανάπτυξης. Η αρχή αυτή τονίζει ότι είναι σημαντικό να εμπλέκονται οι χρήστες σε όλες τις φάσεις της ανάπτυξης, όχι μόνο στην αρχή ή στο τέλος. Επιπλέον, το πρότυπο υπογραμμίζει ότι η ομάδα σχεδίασης πρέπει να εμπλέκει ενεργά τους χρήστες στο σχεδιασμό, δηλαδή να μην τους παρουσιάζει μία έτοιμη σχεδιαστική λύση αλλά να τους εμπλέκει στη διαδικασία δημιουργίας της. Η συνεχής και ενεργή εμπλοκή του χρήστη αποτελεί κεντρικό σημείο και του Συμμετοχικού Σχεδιασμού (participatory design ή cooperative design), μίας προσέγγισης στην ανάπτυξη συστημάτων με Σκανδιναβική προέλευση.

3. Ο σχεδιασμός οδηγείται και βελτιώνεται βάσει ανθρωποκεντρικής αξιολόγησης. Η αξιολόγηση πρέπει να γίνεται σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης και όχι μόνο στο τέλος της. Ως εκ τούτου, αξιολογούνται τόσο αρχικά πρωτότυπα και ιδέες όσο και ολοκληρωμένες εκδόσεις του συστήματος.

4. Η διαδικασία είναι επαναληπτική. Σύμφωνα με το πρότυπο, ο πλέον κατάλληλος σχεδιασμός ενός διαδραστικού συστήματος δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς να ακολουθηθεί μία επαναληπτική διαδικασία. Πίσω από αυτή την αρχή υπάρχει η άποψη ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο, αν όχι αδύνατο, για τους χρήστες να εξηγήσουν τι θέλουν από ένα σύστημα. Έτσι, για να μπορέσει η ομάδα σχεδιασμού να ανακαλύψει τι θέλουν οι άνθρωποι, χρειάζεται να τους δείξει κάτι που μάλλον δεν θέλουν (τον αρχικό σχεδιασμό) και, στη συνέχεια, με βάση τα σχόλια και τη συμπεριφορά τους να προσδιορίσει πώς να τροποποιήσει ή να βελτιώσει τον αρχικό σχεδιασμό. Η αρχή αυτή δεν μπορεί να ικανοποιηθεί με το μοντέλο καταρράκτη, αλλά συμβαδίζει με την προσέγγιση της ευέλικτης ανάπτυξης λογισμικού (agile software development, ASD).

5. Ο σχεδιασμός αφορά το σύνολο της εμπειρίας του χρήστη. Η αρχή αυτή αποτελεί νέα προσθήκη ως προς το αντίστοιχο πρότυπο ISO 13407:1999. Με αυτόν τον τρόπο, το νέο πρότυπο υπογραμμίζει ότι η έννοια της ευχρηστίας είναι ευρύτερη από αυτήν της ευκολίας χρήσης ενός συστήματος και περιλαμβάνει όλες τις αντιληπτικές και συναισθηματικές πτυχές που τυπικά σχετίζονται με την εμπειρία του χρήστη (user experience, UX).

6. Η ομάδα σχεδιασμού περιλαμβάνει διεπιστημονικές δεξιότητες και οπτικές. Δεν αποτελεί καλή πρακτική η δημιουργία μίας ομάδας που αποτελείται από άτομα με ίδιους ή παρόμοιους ρόλους, γνωστικά αντικείμενα, ή δεξιότητες (π.χ. κυρίως γραφίστες, κυρίως προγραμματιστές κ.λπ.). Αντιθέτως, είναι χρήσιμο να υπάρχει ένα ευρύ φάσμα απόψεων, που συμπεριλαμβάνει, εκτός από τις απόψεις των ειδικών της επικοινωνίας ανθρώπου - υπολογιστή, των προγραμματιστών και των γραφιστών, τις απόψεις των εμπειρογνομόνων προσβασιμότητας, των τελικών χρηστών, των ειδικών του χώρου ή του αντικειμένου, των πωλητών, των ατόμων τεχνικής υποστήριξης, των συγγραφέων τεχνικών κειμένων, των αναλυτών επιχειρήσεων κ.λπ.

7.2.5 Μοντέλα ανάπτυξης δικτυακών τόπων

Ο σχεδιασμός δικτυακών τόπων ή ιστοτόπων παρουσιάζει έναν εγγενή δυισμό που αυξάνει την πολυπλοκότητα σχεδίασης σε σχέση με άλλες εφαρμογές λογισμικού: ένας δικτυακός τόπος είναι ταυτόχρονα μια εφαρμογή με την οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης αλλά και ένας πληροφοριακός χώρος (Garrett, 2002).

Σημαντικό ρόλο, λοιπόν, στην ευχρηστία και κατ' επέκταση στη συνολική εμπειρία χρήσης ενός ιστοτόπου διαδραματίζει η πληροφοριακή αρχιτεκτονική του, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο οργανώνεται, δομείται και διασυνδέεται το περιεχόμενό του (Lazar, 2003; Morville, 2005; Rosenfeld & Morville, 1998; Saward, Hall, & Barker, 2004). Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε ορισμένα μοντέλα ανάπτυξης ιστοτόπων που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία. Το επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζει εργαλεία και τεχνικές για το χρηστοκεντρικό σχεδιασμό ιστοτόπων.

(α) Χάρτης διαδικασίας χρηστοκεντρικού σχεδιασμού (user-centered design process map).

Μία ευρέως γνωστή, χρηστοκεντρική διαδικασία για την ανάπτυξη ιστοτόπων, έχει δημοσιευτεί στο www.usability.gov από το Τμήμα Ψηφιακών Επικοινωνιών του Υπουργείου Υπηρεσιών Υγείας και Ανθρώπου της Κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών. Το μοντέλο ορίζει τέσσερις φάσεις ανάπτυξης, περιγράφοντας ταυτόχρονα επιμέρους βήματα και τεχνικές για κάθε φάση:

1. *Φάση σχεδιασμού της διαδικασίας*: αφορά τον καθορισμό του πλάνου ανάπτυξης και αξιολόγησης, τη δημιουργία της ομάδας εργασίας και την εναρκτήρια συνάντηση.

2. *Φάση ανάλυσης*: περιλαμβάνει την αξιολόγηση του υπάρχοντος ιστοτόπου, την κατανόηση των χρηστών, τη διεξαγωγή ανάλυσης εργασιών, την ανάπτυξη αρχετύπων χρηστών (personas), τη συγγραφή σεναρίων χρήσης και τον προσδιορισμό μετρήσιμων στόχων ευχρηστίας. Οι τεχνικές αυτές περιγράφονται στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου.

3. *Φάση σχεδιασμού και ανάπτυξης*: αφορά στον προσδιορισμό των απαιτήσεων του ιστοτόπου, τη σύνταξη λίστας περιεχομένων, τη διεξαγωγή πειραμάτων ταξινόμησης καρτών, τον ορισμό της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής, τη συγγραφή κειμένων με τρόπο κατάλληλο για τον Ιστό, την ανάπτυξη πρωτοτύπων και την προγραμματιστική υλοποίηση του ιστοτόπου. Η πλειοψηφία των τεχνικών αυτών περιγράφονται στο κεφάλαιο 8.

4. *Φάση ελέγχου και βελτίωσης*: περιλαμβάνει την επιλογή και εφαρμογή τεχνικών αξιολόγησης ευχρηστίας (βλεπε κεφάλαιο 9) όπως είναι μέτρηση απόδοσης και η ευρετική αξιολόγηση. Περιλαμβάνει ακόμη την ανάλυση των δεδομένων, τη δημιουργία εκθέσεων ευχρηστίας, την εκ νέου υλοποίηση του ιστοτόπου βάσει των ευρημάτων και την επαναξιολόγηση του.

Τόσο τα επιμέρους βήματα που θα υλοποιηθούν όσο και η σειρά εκτέλεσης τους καθορίζονται από την ομάδα ανάπτυξης με βάση το είδος του υπό ανάπτυξη ιστοτόπου, τις απαιτήσεις και τη σύνθεση της ομάδας, το χρονοδιάγραμμα, τις συνθήκες και τους περιορισμούς που υπάρχουν κατά την ανάπτυξη. Επιπρόσθετα, παρότι δεν δηλώνεται ρητά από το μοντέλο, είναι εμφανές ότι ακολουθείται μία επαναληπτική διαδικασία ανάπτυξης του ιστοτόπου.

(β) Στοιχεία εμπειρίας χρήστη (elements of user experience).

Τα στοιχεία εμπειρίας χρήστη (Garrett, 2002) είναι μία γενικευμένη προσέγγιση για το σχεδιασμό της εμπειρίας του χρήστη κατά την αλληλεπίδραση του με δικτυακούς τόπους και εφαρμογές. Η προσέγγιση αυτή εισάγει την παραδοχή ότι ένας ιστότοπος είναι τόσο ένας υπερκειμενικός πληροφοριακός χώρος όσο και μία διεπιφάνεια λογισμικού, και άρα πρέπει να σχεδιαστεί έχοντας υπόψη και τις δύο διαστάσεις του. Το μοντέλο του Garrett ορίζει πέντε επίπεδα σχεδιασμού και αντίστοιχες δράσεις ανά επίπεδο, τα οποία παρατίθενται στη συνέχεια από το πιο συγκεκριμένο στο πιο αφηρημένο:

1. *Επιφάνεια (Surface)*: αφορά τον οπτικό σχεδιασμό του τελικού προϊόντος με το οποίο αλληλεπιδρά ο χρήστης.

2. *Σκελετός (Skeleton)*: αφορά τη σχεδίαση της πληροφορίας, της διεπιφάνειας και των μηχανισμών πλοήγησης με τρόπο που να υποβοηθά την κατανόηση της πληροφορίας και την αλληλεπίδραση χρήστη-ιστοτόπου.

3. *Δομή (Structure)*: αφορά τη σχεδίαση τόσο της ροής του διαλόγου του χρήστη με τον ιστοτόπο όσο και της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής του.

4. *Σκοπός (Scope)*: περιλαμβάνει τη λεπτομερή καταγραφή των λειτουργικών προδιαγραφών και των προδιαγραφών περιεχομένου του ιστοτόπου.

5. *Στρατηγική (Strategy)*: αφορά την κατανόηση και την καταγραφή των στόχων των ιδιοκτητών του ιστοτόπου (εσωτερικοί στόχοι) και των στόχων των χρηστών του ιστοτόπου (εξωτερικοί στόχοι). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τεχνικές εθνογραφίας, έρευνες χρήσης, ανάλυση επιχειρηματικών στόχων, ανάλυση ανταγωνισμού κ.λπ.

Η διαδικασία ανάπτυξης με βάση το μοντέλο των στοιχείων εμπειρίας χρήστη είναι ακολουθιακή, όχι με τρόπο αυστηρό όπως στο μοντέλο καταρράκτη αλλά με σημαντικές επικαλύψεις των φάσεων έτσι ώστε τα συμπεράσματα μίας φάσης να τροφοδοτούν την επόμενη. Επίσης, το μοντέλο προτάσσει την επαναληπτική σχεδίαση του ιστοτόπου υποστηρίζοντας ότι η διαδικασία ανάπτυξης δεν ολοκληρώνεται ποτέ: η ομάδα σχεδίασης κάνει ό,τι καλύτερο μπορεί την τρέχουσα στιγμή, και προετοιμάζεται για την επόμενη έκδοση του ιστοτόπου.

7.3 Έρευνα και ανάλυση απαιτήσεων:

Κατανοήστε το χρήστη, τις εργασίες του και το περιβάλλον χρήσης

Όλα τα μοντέλα ανάπτυξης διαδραστικού λογισμικού περιλαμβάνουν μία διαδικασία έρευνας και καταγραφής απαιτήσεων (requirements). Μέσα από αυτήν τη διαδικασία παράγεται γνώση για την ανθρώπινη δραστηριότητα που μελετάται, έτσι ώστε να τεθούν οι στόχοι ανάπτυξης του συστήματος. Σύμφωνα με τον Garrett (2002) οι τελευταίοι διαχωρίζονται σε επιχειρηματικούς στόχους, σχεδιαστικούς στόχους και στόχους που αφορούν την ικανοποίηση των απαιτήσεων χρήστη (user requirements).

Ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην κατανόηση των απαιτήσεων του χρήστη. Για την έρευνα, καταγραφή και ανάλυση των απαιτήσεων χρήστη χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές, πολλές από τις οποίες περιγράφονται στη συνέχεια. Τις περισσότερες φορές χρησιμοποιούνται συνδυαστικά περισσότερες από μια τεχνικές.

7.3.1 Ανάλυση χρηστών

Γενικά, ως χρήστες ενός συστήματος δεν θεωρούνται μόνο εκείνοι που πρόκειται να το χειρίζονται άμεσα αλληλεπιδρώντας με τις συσκευές εισόδου-εξόδου του. Θα πρέπει ο σχεδιαστής του συστήματος να καταγράψει και να αναλύσει όλους τους άμεσους και έμμεσους χρήστες, των οποίων οι δραστηριότητες μπορεί να επηρεαστούν από την εισαγωγή του συστήματος και οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση και επιτυχή λειτουργία του. Έτσι λοιπόν στους χρήστες περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, αυτοί που αλληλεπιδρούν άμεσα με το σύστημα, αυτοί που ελέγχουν ή διαχειρίζονται τους άμεσους χρήστες, αυτοί που παραλαμβάνουν τα αποτελέσματα (έξοδο) του συστήματος, αυτοί που λαμβάνουν οικονομικές αποφάσεις σε σχέση με το σύστημα και αυτοί που χρησιμοποιούν ανταγωνιστικά συστήματα.

Σύμφωνα με την Macaulay (1995), διακρίνονται οι εξής τρεις κατηγορίες χρηστών:

1. *Πρωτεύοντες χρήστες*, είναι αυτοί που πρόκειται να αλληλεπιδρούν συχνά, απευθείας με το σύστημα. Οι χρήστες αυτοί πρόκειται να επηρεαστούν σε μεγάλο βαθμό από την εισαγωγή του νέου συστήματος. Ίσως υποχρεωθούν να αλλάξουν σημαντικά τον τρόπο που εκτελούσαν παλαιότερα κάποιες συγκεκριμένες εργασίες. Ως συνέπεια της αυτοματοποίησης τμήματος των εργασιών τους, ίσως να χρειαστούν λιγότεροι άνθρωποι για να εκτελέσουν το ίδιο έργο, η συνολική δε απόδοση μπορεί να αυξηθεί.

2. *Δευτερεύοντες χρήστες*, είναι αυτοί που χρησιμοποιούν το σύστημα σπανιότερα ή μέσω ενός ενδιάμεσου. Τυπική περίπτωση είναι τα διοικητικά στελέχη ενός οργανισμού και το προσωπικό συντήρησης του συστήματος. Η εισαγωγή του συστήματος ίσως αυξήσει την εξάρτηση των χρηστών αυτών από το υπολογιστικό σύστημα. Επίσης, με την εισαγωγή του συστήματος ίσως πληροφορίες που μέχρι τώρα ανήκαν μόνο σε αυτούς, τώρα να είναι διαθέσιμες σε μεγαλύτερο αριθμό ατόμων, με συνέπεια αλλαγές στην ισχύ τους στον οργανισμό.

3. *Τριτεύοντες χρήστες*. Οι χρήστες αυτοί δεν χρησιμοποιούν ποτέ απευθείας το σύστημα, αλλά επηρεάζονται από την εισαγωγή του, αφού είναι υποχρεωμένοι να μεταβάλουν κάποιες εργασίες τους, ώστε να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις του. Οι πελάτες μιας επιχείρησης για παράδειγμα μπορεί να επηρεάζονται από την εισαγωγή ενός νέου συστήματος μηχανοργάνωσης αφού η έκδοση αποδείξεων και τιμολογίων μπορεί να απαιτεί την εισαγωγή πρόσθετων στοιχείων και καθυστερήσεις στην έκδοση των παραστατικών αυτών.

Άλλες απόψεις για την αρχική φάση ανάλυσης προτείνουν να καταγραφούν και να τεθούν υπόψη της ομάδας σχεδίασης όλες οι ομάδες ενδιαφερόμενων (stakeholders). Οι ενδιαφερόμενοι είναι όλοι όσοι έχουν άμεσα ή έμμεσα επενδεδυμένο ενδιαφέρον στην εισαγωγή και χρήση του συστήματος (MacAulay, 1995). Οι κατηγορίες ενδιαφερομένων είναι:

1. Οι έχοντες ευθύνη για τη σχεδίαση και ανάπτυξη του, το τεχνικό προσωπικό, προγραμματιστές, αναλυτές, συγγραφείς εγχειριδίων κ.λπ.

2. Οι έχοντες οικονομικά συμφέροντα συνδεδεμένα με την ανάπτυξη ή αγορά του συστήματος, όπως ο υπεύθυνος πωλήσεων της εταιρίας που αναπτύσσει το προϊόν ή ο αγοραστής του.

3. Οι υπεύθυνοι για την εισαγωγή, την εγκατάσταση και τη συντήρηση του μέσα σε έναν οργανισμό, όπως οι υπεύθυνοι συντήρησης του εξοπλισμού, εκπαίδευσης του προσωπικού κ.λπ.

4. Οι ενδιαφερόμενοι για τη χρήση του, δηλαδή η διοίκηση μιας επιχείρησης καθώς και οι τρεις κατηγορίες χρηστών που αναφέρθηκαν αμέσως πριν.

Μετά τον προσδιορισμό των ομάδων των χρηστών χρειάζεται να γίνει καταγραφή των χαρακτηριστικών τους, τα οποία περιλαμβάνουν:

1. *Ατομικά χαρακτηριστικά*: ηλικία, φυσικές ικανότητες/ιδιαιτερότητες, μαθησιακή ικανότητα, γνωσιακή ικανότητα, εμπειρία-δεξιότητες, κίνητρα και φιλοδοξίες, πολιτισμικό υπόβαθρο, φοβίες, προσωπικότητα κ.λπ.

2. *Χαρακτηριστικά σε σχέση με υπολογιστές*: προηγούμενη εμπειρία σε λογισμικό και λειτουργικά συστήματα, εμπειρία σε χρήση συσκευών, προδιάθεση έναντι υπολογιστών και πληροφορικής κ.λπ.

3. *Ομαδικά χαρακτηριστικά*: στόχοι και αποστολή ομάδας, συνοχή και ομοιογένεια μελών ομάδας, αυτονομία, εξάρτηση από άλλες ομάδες, δομή και δυναμικά χαρακτηριστικά, κύρος, αυτόβουλη ή καταναγκαστική συμμετοχή.

Επίσης, είναι σημαντικό να καταγραφούν οι στόχοι, οι εργασίες και το περιβάλλον στο οποίο οι χρήστες θα εργάζονται, καθώς το καινούργιο σύστημα κατασκευάζεται ακριβώς για την υποστήριξη κάποιων εργασιών σε συγκεκριμένο περιβάλλον χρήσης. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι η καταγραφή

αυτή είναι ιδιαίτερα δύσκολη καθώς οι χρήστες συχνά δεν μπορούν να εξηγήσουν τι χρειάζονται για να επιτύχουν τους στόχους τους και σε πολλές περιπτώσεις δεν μπορούν καν να διατυπώσουν αυτούς τους στόχους. Η ανάλυση εργασιών περιλαμβάνει τεχνικές για αυτόν ακριβώς το σκοπό και περιγράφεται στην επόμενη ενότητα. Αναφορικά με το περιβάλλον του χρήστη, μεταξύ των πληροφοριών που τυπικά καταγράφονται είναι οι εξής:

1. *Περιβάλλον εργασίας*: συνθήκες θορύβου, κρύου, υγρασίας, καθαριότητα, χρήση επικίνδυνων τοξικών ουσιών.

2. *Οργάνωση χώρου εργασίας*: κανάλια επικοινωνίας χρηστών, οργανωτική δομή, επίδραση αυτοματισμού στην πρακτική εργασίας και στο περιεχόμενο της εργασίας, καταγραφή πιθανών απωλειών ικανοτήτων, απώλεια απασχόλησης, μεταβολές στη δομή εξουσίας, αποκέντρωση/συγκέντρωση εξουσίας.

3. *Συνθήκες απασχόλησης των χρηστών*: συμπληρώνονται φύλλα περιγραφής μιας τυπικής ημέρας στη ζωή του εργαζόμενου με σχόλια για το πώς αυτή θα μεταβληθεί όταν εισαχθεί το προτεινόμενο σύστημα. Στη συνέχεια θα πρέπει να αναλυθεί κάθε μία από τις ακόλουθες βασικές εργασίες: α) *οργανωτική ανάλυση*: σπουδαιότητα εργασίας, θέματα ασφάλειας, κίνητρα εκτέλεσης εργασίας, απαιτούμενο επίπεδο ικανότητας για την εκπόνησή της, εξάρτηση από άλλες εργασίες, β) *ανάλυση χρονικών περιορισμών*: συχνότητα εκτέλεσης της εργασίας, μέσος απαιτούμενος χρόνος περάτωσής της, χρόνος προετοιμασίας, τμηματοποίηση, δυνατότητα εκτέλεσης της κατά διακριτά τμήματα, και γ) *ανάλυση ανθρώπινης εμπλοκής*: υποχρεωτικός/προαιρετικός χαρακτήρας, προκαλούμενη πίεση, κριτήρια απόδοσης.

Τα χαρακτηριστικά αυτά θα πρέπει να καταγραφούν πριν από την εισαγωγή του νέου συστήματος και να περιγραφεί πώς αναμένεται να εξελιχθούν μετά την εισαγωγή του. Έτσι για παράδειγμα ένα φύλλο που αφορά τα οργανωτικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά μιας ομάδας χρηστών μπορεί να έχει την εξής μορφή:

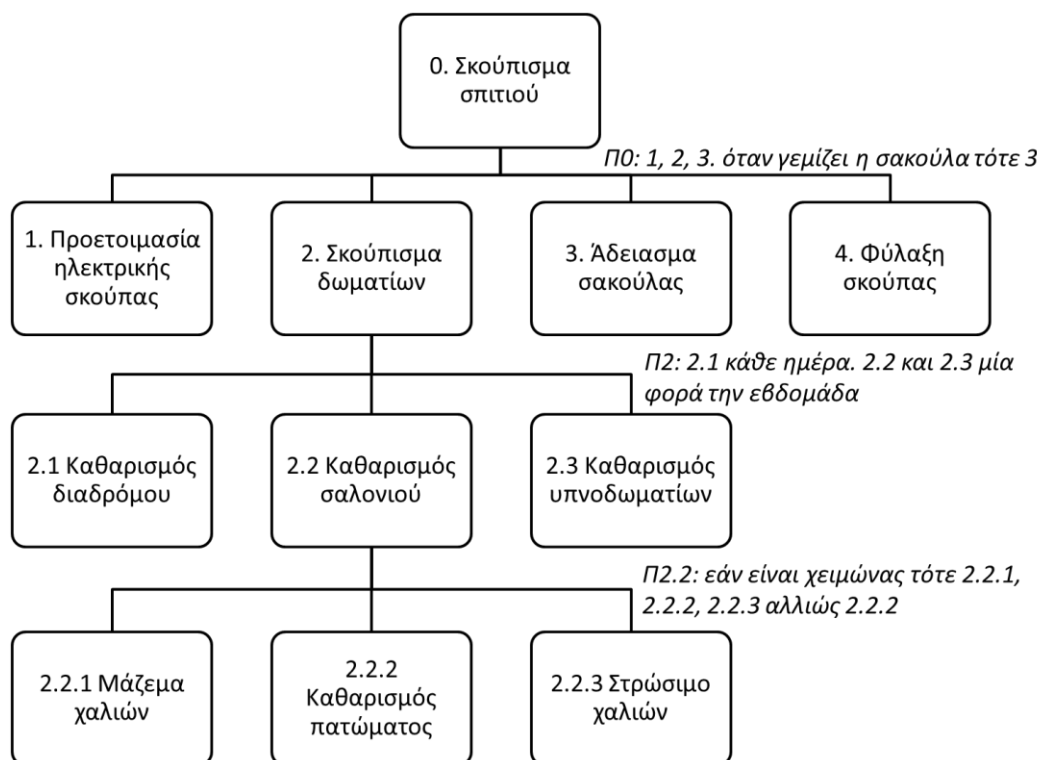
Σύστημα:	
Ομάδα χρηστών:	
Τρέχουσα κατάσταση	Μελλοντική κατάσταση
Αποστολή/ Στόχοι	
Αυτονομία	
Συνοχή	
Εξάρτηση από άλλες ομάδες	
Δυναμική	
Δομή	
Κύρος	

7.3.2 Ανάλυση εργασιών

Η ανάλυση εργασιών (task analysis) αποσκοπεί στην αναγνώριση, μελέτη, κατανόηση και περιγραφή των εργασιών στο πλαίσιο της ανθρώπινης δραστηριότητας που μελετάται. Υπό το πρίσμα αυτής της οικογένειας τεχνικών, οι εργασίες (tasks) είναι τμήματα του συνολικού έργου, που έχουν νόημα για το χρήστη και προϋποθέτουν πρόθεση εκ μέρους του. Αυτή είναι μια βασική διαφοροποίηση από άλλες τεχνικές που βλέπουν το σύστημα ως ένα σύνολο από λειτουργίες ή διεργασίες (process functions). Οι τεχνικές ανάλυσης εργασιών στοχεύουν στην ανακάλυψη και καταγραφή της γνωσιακής ικανότητας που απαιτείται για

την εκτέλεση των εργασιών εκ μέρους του χρήστη, στην καταγραφή της τρέχουσας πρακτικής που ισχύει για την εκτέλεση εργασιών και στην ανακάλυψη τμημάτων εργασιών που είναι προσφορότερες για να αυτοματοποιηθούν.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνικές που επιτρέπουν την ανάλυση εργασιών. Η πιο δημοφιλής από αυτές είναι η Ιεραρχική Ανάλυση Εργασιών (Hierarchical Task Analysis, HTA) η οποία δίνει έμφαση στον τρόπο με τον οποίο ένα έργο μπορεί να αναλυθεί και να διασπασθεί σε επιμέρους εργασίες. Το επίπεδο αυτής της ανάλυσης φτάνει μέχρι την περιγραφή στοιχειωδών μη-περαιτέρω διασπώμενων ενεργειών του χρήστη ή του συστήματος. Η δημοφιλία της Ιεραρχικής Ανάλυσης Εργασιών οφείλεται εν μέρει στην ύπαρξη διαγραμματικών τεχνικών (βλέπε εικόνα 7.5) και εργαλείων λογισμικού για την υποστήριξη της, όπως είναι για παράδειγμα το εργαλείο CMTool (Tselios & Avouris, 2003) και η νεότερη έκδοση του το TATool. Η Ιεραρχική Ανάλυση Εργασιών παράγει μια αναλυτική περιγραφή εργασιών, υπό μορφή δένδρου το οποίο περιέχει μια εργασία σε κάθε κόμβο. Κάθε αρχική εργασία που αναπαριστά κάποιον στόχο (goal) του χρήστη (π.χ. «Αγορά εισιτηρίου») διασπάται σε υπο-εργασίες (sub-goals), καθώς και πλάνα δράσης (plans), τα οποία είναι μη-διασπώμενες ακολουθίες από εργασίες ή ενέργειες. Οι εργασίες αριθμούνται κατά μοναδικό τρόπο, ώστε να είναι σαφές σε ποιον κλάδο της ιεραρχίας ανήκουν, όπως φαίνονται στην εικόνα 7.5, στην οποία παρουσιάζεται η ανάλυση της ιεραρχίας εργασιών που αφορά το σκούπισμα ενός σπιτιού. Οι περιγραφές των πλάνων δράσης μπορούν να περιληφθούν στο διάγραμμα και αφορούν στο επίπεδο του διαγράμματος που τοποθετούνται. Τα πλάνα δράσης μπορούν να ορίζουν ακολουθίες εργασιών, προαιρετικές εργασίες, αναμονή συμβάντων, παραλληλισμό εργασιών, επαναλήψεις, επιλογές ανάμεσα σε εργασίες ή οποιονδήποτε συνδυασμό των προαναφερθέντων.



Εικόνα 7.5 Ιεραρχική ανάλυση της εργασίας «σκούπισμα του σπιτιού».

Άλλη μέθοδος ανάλυσης εργασιών είναι η γνωσιακή μέθοδος GOMS (Goals-Operations-Methods-Selection Rules: Στόχοι-Ενέργειες-Μέθοδοι-Κανόνες Επιλογής). Η μέθοδος αυτή δίνει έμφαση στη γνωσιακή διαδικασία την οποία ακολουθεί ο χρήστης προκειμένου να επιλέξει τον κατάλληλο τρόπο επίτευξης των στόχων που σχετίζονται με την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας. Επίσης, υπάρχουν άλλες τεχνικές ανάλυσης εργασιών οι οποίες δίνουν έμφαση στο τι γνωρίζει ο χρήστης για την επιτελούμενη εργασία και πως είναι οργανωμένη αυτή η γνώση. Ένα παράδειγμα τέτοιας τεχνικής είναι η Ανάλυση Εργασιών για την Περιγραφή Γνώσης (Task Analysis for Knowledge Descriptions, TAKD).

Η έμφαση κατά τη φάση της ανάλυσης εργασιών πρέπει να δοθεί στις εργασίες εκείνες που θα έχουν νόημα να εκτελούνται και μετά την εισαγωγή του συστήματος σε μία πρακτική. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε, κατά τη φάση αυτή, να μην προκύψει απλώς μία περιγραφή ενός μη αυτοματοποιημένου τρόπου εργασίας που θα στερήσει το υπό σχεδίαση σύστημα από κάθε δυνατότητα πρωτοτυπίας και βελτίωσης της υπό μελέτη ανθρώπινης δραστηριότητας.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Η ανάλυση εργασιών επιτρέπει τη σε βάθος κατανόηση της υπάρχουσας κατάστασης και του υφιστάμενου τρόπου εκτέλεσης εργασιών, κάτι που είναι απαραίτητο κατά την ανάπτυξη διαδραστικών συστημάτων. Είναι δε ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιπτώσεις σχεδιασμού συστημάτων με υψηλές απαιτήσεις ασφαλείας ή όταν η εργασία είναι σχετικά άγνωστη στην ομάδα σχεδίασης. Ακόμη, μπορεί να τροφοδοτήσει τη δημιουργία εγχειριδίων χρήσης του νέου συστήματος ή να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση των χρηστών. Εκτός από το στάδιο έρευνας και καταγραφής απαιτήσεων, η ανάλυση εργασιών είναι χρήσιμη σε διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής ενός διαδραστικού συστήματος, όπως για παράδειγμα στο στάδιο της σχεδίασης (π.χ. δημιουργία σεναρίων τυπικής χρήσης) ή της αξιολόγησης, όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 9. Επίσης, αποτελεί εργαλείο συζήτησης και επικοινωνίας με τους χρήστες, τα μέλη της ομάδας εργασίας και τους ιδιοκτήτες του συστήματος, ιδιαίτερα όταν το αποτέλεσμα της μπορεί να αναπαρασταθεί σε ένα διάγραμμα, όπως στην περίπτωση της Ιεραρχικής Ανάλυσης Εργασιών.

Από την άλλη μεριά, είναι μία διαδικασία που απαιτεί χρόνο και ένα επίπεδο εκπαίδευσης - εξοικείωσης που συχνά δεν είναι διαθέσιμα στην ομάδα εργασίας. Επίσης, όταν οι εργασίες είναι σχετικά πολλές ή πολύπλοκες με πολλές υπό-εργασίες, συνθήκες, διακλαδώσεις, επαναλήψεις κ.λπ., η μοντελοποίηση τους με αυτήν την τεχνική καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη και χρονοβόρα. Τέλος, η ανάλυση εργασιών συχνά δεν καταφέρνει να αποτυπώσει την πραγματική εργασία όπως γίνεται, αλλά την καταγράφει όπως θα έπρεπε να γίνεται.

7.3.3 Παρατήρηση του χρήστη

Οι μέθοδοι παρατήρησης του χρήστη (user observation) περιλαμβάνουν έναν ερευνητή, ο οποίος παρατηρεί τους χρήστες ενώ εργάζονται και κρατάει σημειώσεις για τη δραστηριότητα που πραγματοποιείται. Η μέθοδος αυτή είναι χρήσιμη στα αρχικά στάδια της έρευνας και της καταγραφής προδιαγραφών χρήστη για την απόκτηση ποιοτικών δεδομένων. Επίσης, είναι χρήσιμη για τη μελέτη των υφιστάμενων εργασιών και διαδικασιών.

Η παρατήρηση μπορεί να είναι είτε άμεση, όπου ο ερευνητής είναι παρών κατά την εκτέλεση της δραστηριότητας, είτε έμμεση όπου η δραστηριότητα παρατηρείται με άλλα μέσα, όπως μέσω της εγγραφής βίντεο. Επίσης, μπορεί να γίνεται είτε στο φυσικό χώρο που λαμβάνει χώρα η δραστηριότητα (εθνογραφικές μελέτες ή παρατήρηση πεδίου) είτε σε συνθήκες εργαστηρίου. Ακόμη, η παρατήρηση μπορεί να διαρκεί λίγες ώρες, όπως στην περίπτωση της μικρο-εθνογραφίας, ή πολλές ημέρες. Τέλος, μπορεί να α-

φορά στην παρατήρηση μεμονωμένων ατόμων ή ομάδων. Η Συνεργατική Ανακάλυψη (co-discovery learning) αποτελεί ένα παράδειγμα μεθόδου όπου ο ερευνητής παρατηρεί δύο άτομα που εξερευνούν μαζί μία ιδέα ή ένα προϊόν και συζητούν για αυτό (Nielsen, 1993).

Η διαδικασία της παρατήρησης περιλαμβάνει τον καθορισμό των στόχων και τις απαιτήσεις πληροφορίας, την επιλογή παρατηρητών και μοντέλου καταγραφής, τη διεξαγωγή πιλοτικών συνεδριών παρατήρησης, την ενημέρωση των συμμετεχόντων και τη διασφάλιση της συναίνεσής τους, και τέλος την ανάλυση και σύνοψη των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί. Κεντρικό ρόλο στη διαδικασία διαδραματίζει το μοντέλο καταγραφής, το οποίο πρέπει να ακολουθείται από όσους παρατηρητές συμμετέχουν στη διαδικασία, να είναι κατάλληλο για την υπό μελέτη δραστηριότητα και να εξυπηρετεί τους στόχους της παρατήρησης. Για παράδειγμα υπάρχουν μοντέλα καταγραφής που υποστηρίζουν την παρατήρηση παιδιών σε υπαίθριες παιγνιώδεις δραστηριότητες (outdoor play observation scheme, Bakker, Markopoulos, & de Kort, 2008), την καταγραφή εμπειριών και συναισθημάτων (Isomursu, Tahti, Vainamo, & Kuutti, 2007) κ.λπ.

Κατά τη διεξαγωγή της παρατήρησης του χρήστη, κάποιες ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορούν να βοηθήσουν στην καταγραφή είναι οι εξής: Τι κάνει ο συμμετέχων τώρα; Τι προσπαθεί να πετύχει; Ποιος άλλος είναι παρών; Πότε συμβαίνει η δραστηριότητα; Πώς είναι ενσωματωμένη στην ευρύτερη οικολογία; Πού συμβαίνει η δραστηριότητα; Τι μας αποκαλύπτει η γλώσσα του σώματος; Ποιες είναι οι ομοιότητες και διαφορές που παρατηρούνται σε διαφορετικούς ανθρώπους που εκτελούν την ίδια εργασία;

Τέλος, υπάρχουν διάφορες στρατηγικές και πρωτόκολλα παρατήρησης του χρήστη:

- *Παθητική (passive)*: ο παρατηρητής παρακολουθεί και καταγράφει χωρίς να παρεμβαίνει. Η παθητική παρακολούθηση μπορεί να γίνεται από απόσταση με τον ερευνητή να προσπαθεί να μην γίνεται αντιληπτός, προσέγγιση γνωστή ως «μύγα στον τοίχο» (*fly-on-the-wall*). Για παράδειγμα ο ερευνητής πηγαίνει στις αίθουσες ενός μουσείου και παρακολουθεί τι συμβαίνει. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται η εισβολή στην παρατηρούμενη δραστηριότητα, αλλά γίνεται πρακτικά δύσκολη η καταγραφή λεπτομερειών της. Μία άλλη προσέγγιση παθητικής παρατήρησης είναι η λεγόμενη «ανθρώπινη σκιά» (*anthropic shadow*), σύμφωνα με την οποία ο ερευνητής ακολουθεί από κοντά τον συμμετέχοντα στην έρευνα, αφού πρώτα έχει πάρει την άδεια του. Για παράδειγμα ο ερευνητής ακολουθεί έναν γιατρό σε ένα νοσοκομείο κατά τη διάρκεια μίας ημέρας εφημερίας του. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει στον ερευνητή να μελετήσει σε βάθος τη δραστηριότητα (π.χ. να καταγράψει συνομιλίες, αντικείμενα που χρησιμοποιούνται κ.λπ.), αλλά μπορεί να δημιουργεί προβλήματα στην εκτέλεση της εργασίας ή να εγείρει ζητήματα ιδιωτικότητας στον συμμετέχοντα ή στον οργανισμό.
- *Συνομιλίας/Συζήτησης (conversational)*: ο ερευνητής παρατηρεί το χρήστη κατά την εκτέλεση της εργασίας, αλλά κατά τη διάρκεια της παρατήρησης, και όταν υπάρχει ανάγκη, τον διακόπτει και συνομιλεί μαζί του για να κατανοήσει τις σκέψεις, τις πεποιθήσεις, τα κίνητρα, τα συναισθήματα, τον τρόπο σκέψης του κ.λπ. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία ανάλογα με το πρωτόκολλο που ακολουθείται. Στο Πρωτόκολλο Ομιλούντων Υποκειμένων (Think Aloud Protocol) ζητείται από τους χρήστες να εκφράζονται μεγαλόφωνα ενώ εκτελούν την εργασία και η παρέμβαση του ερευνητή περιορίζεται στο να τους ενθαρρύνει να εκφράζονται μεγαλόφωνα. Αντιθέτως, στη Διερεύνηση Πλαισίου (Contextual Inquiry) ο ερευνητής έχει το ρόλο του «μαθητεύμενου» και όποτε κρίνει απαραίτητο κάνει ερωτήσεις στο χρήστη, ο οποίος έχει το ρόλο του «δασκάλου». Το κύριο πλεονέκτημα των μεθόδων αυτών είναι ότι παρέχουν πληροφορίες για το νοητικό μοντέλο του χρήστη, και ως εκ τούτου είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε δραστη-

ριότητες με έντονη διανοητική εργασία. Ωστόσο, συχνά είναι ιδιαίτερα δύσκολο για κάποιους χρήστες να περιγράψουν αυτό που κάνουν (π.χ. παιδιά, πεπειραμένοι χρήστες). Επίσης, η περιγραφή των σκέψεων κατά την εκτέλεση μίας εργασίας μπορεί να διαταράξει τη συγκέντρωση του χρήστη. Το Αναδρομικό Πρωτόκολλο Ομιλούντων Υποκειμένων (Retrospective Think Aloud) λύνει αυτό το πρόβλημα διαχωρίζοντας τη φάση της παρατήρησης από εκείνη της συζήτησης, αλλά τουλάχιστον διπλασιάζει τον απαιτούμενο χρόνο διεξαγωγής.

- *Συμμετοχική (participant)*: ο ερευνητής αναλαμβάνει κάποιο συγκεκριμένο ρόλο και συμμετέχει στην εκτέλεση των εργασιών μαζί με το χρήστη. Για παράδειγμα αναλαμβάνει το ρόλο του πελάτη σε ένα κατάστημα πώλησης προϊόντων. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε εργασίες που εκτελούνται από έμπειρους χρήστες οι οποίοι, εξαιτίας της ανάπτυξης αυτοματισμών κατά την εκτέλεση της εργασίας, δυσκολεύονται να εξηγήσουν λεκτικά τις ενέργειες που πραγματοποιούν για την ολοκλήρωση των εργασιών. Επίσης, η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιείται κατά την παρατήρηση ομαδικών δραστηριοτήτων έτσι ώστε να κατανοηθεί ο τρόπος οργάνωσης της ομάδας και της συνεργασίας των μελών της για την επίτευξη του στόχου της. Ωστόσο, η προσέγγιση αυτή είναι έντονα παρεμβατική για την υπό μελέτη ανθρώπινη δραστηριότητα, ενώ μπορεί να απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και χρονοβόρα εκπαίδευση του ερευνητή.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Η παρατήρηση του χρήστη προσφέρει πλούσια καταγραφή πληροφοριών για την υπό μελέτη ανθρώπινη δραστηριότητα. Η παρατήρηση δεν στηρίζεται σε διαδικασίες της μνήμης του συμμετέχοντα, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στις συνεντεύξεις (βλέπε επόμενη ενότητα), και έτσι επιτρέπει στον ερευνητή να διαπιστώσει τι πραγματικά κάνουν οι χρήστες στο πλαίσιο της, υπό μελέτη, δραστηριότητας. Συγκεκριμένα, επιτρέπει την ακριβή καταγραφή των βημάτων, διαδικασιών, εμπλεκόμενων, εργαλείων, αντικειμένων και αποφάσεων που περιλαμβάνονται στη συγκεκριμένη ανθρώπινη δραστηριότητα, καθώς επίσης εκφράσεων προσώπου και σώματος των εμπλεκόμενων.

Από την άλλη, η παρατήρηση του χρήστη είναι μια διαδικασία που απαιτεί έμπειρους παρατηρητές και είναι χρονοβόρα με αποτέλεσμα να επικεντρώνεται συνήθως σε ένα σχετικά μικρό δείγμα συμμετεχόντων. Επιπλέον, η επεξεργασία και η ανάλυση των δεδομένων της παρατήρησης (π.χ. σημειώσεις, καταγραφές φωνής, βίντεο κ.λπ.) είναι επίσης χρονοβόρα διαδικασία, η οποία πρέπει να γίνει από αυτόν που συγκέντρωσε τα δεδομένα. Επίσης, η παρατήρηση μπορεί να είναι ενοχλητική για τους συμμετέχοντες (π.χ. να έχουν πρόβλημα συγκέντρωσης γιατί κάποιος τους παρακολουθεί) ακόμη και να τους δημιουργήσει προβλήματα με τον εργοδότη τους εάν γίνεται σε χώρο εργασίας. Τέλος, είναι πιθανό οι συμμετέχοντες να τροποποιούν τη συμπεριφορά τους λόγω της παρουσίας του παρατηρητή.

7.3.4 ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ

Οι συνεντεύξεις είναι μια από τις πλέον διαδεδομένες τεχνικές. Χρησιμοποιείται ευρέως για την καταγραφή των απόψεων - εκτιμήσεων των χρηστών ενός συστήματος, υπαρχόντων ή μελλοντικών. Συχνά, συνδυάζεται και με άλλες τεχνικές καταγραφής απαιτήσεων, όπως είναι η παρατήρηση πεδίου ή τα ερωτηματολόγια. Κύριος στόχος είναι η βαθύτερη κατανόηση των εργασιών που θα πρέπει να υποστηρίζει το σύστημα.

Η διαδικασία διεξαγωγής μίας συνέντευξης περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. Επιλογή των προσώπων για συνέντευξη (Selecting interviewees).
2. Σχεδιασμός των ερωτημάτων της συνέντευξης (Designing interview questions).

3. Προετοιμασία της συνέντευξης (Preparing for the interview).
4. Διεξαγωγή της συνέντευξης (Conducting the interview).
5. Δράση παρακολούθησης μετά την συνέντευξη (Post-interview follow-up).

Στη συνέντευξη είναι χρήσιμο να συμμετέχουν τόσο άτομα με διαφορετικούς ρόλους, όπως τεχνικό προσωπικό, πωλητές, και μέλη της διοίκησης μίας επιχείρησης, όσο και άτομα με τον ίδιο ρόλο στο σύστημα, καθώς κάθε μεμονωμένη οπτική είναι εξ ορισμού μερική.

Οι συνεντεύξεις απαιτούν την προετοιμασία ενός συνόλου ερωτήσεων, οι οποίες μπορεί να απαιτούν συγκεκριμένη απάντηση (π.χ. «Πώς γίνεται η αποστολή της παραγγελίας των χρηστών;») ή να αφήνουν χώρο στον συνεντευξιζόμενο να αναπτύξει τις απόψεις του (π.χ. «Ποια είναι η γνώμη σου για το υπάρχον σύστημα διαχείρισης παραγγελιών;»). Ακόμη, οι ερωτήσεις μπορεί να είναι διερευνητικές/διευκρινιστικές (probing), οι οποίες χρησιμοποιούνται όταν κάποιες από τις απαντήσεις του συνεντευξιζόμενου δεν είναι ξεκάθαρες (π.χ. «Μπορείς να μου δώσεις ένα παράδειγμα;»). Επίσης, τα ερωτήματα πρέπει να ακολουθούν μια ροή, και οι δύο πλέον δημοφιλείς προσεγγίσεις είναι η καθοδική (top-down) και η ανοδική (bottom-up). Στην πρώτη, το πρόσωπο που συντονίζει τη συνέντευξη ξεκινά από τα γενικά ζητήματα και σταδιακά μεταβαίνει προς τα πιο συγκεκριμένα, ενώ στη δεύτερη μεταβαίνει από τα συγκεκριμένα ζητήματα προς τα πλέον γενικά. Ακολουθεί μία ενδεικτική λίστα ερωτήσεων για συνεντεύξεις με υποψήφιους χρήστες:

1. *Θα ήθελα να ξεκινήσουμε με κάποιες γενικές ερωτήσεις. Ποιος είναι ο ρόλος σας στη εταιρεία/οργανισμό και ποια είναι κάποια από τα γενικά καθήκοντα που έχετε;*
2. *Ο στόχος του έργου είναι η υλοποίηση λογισμικού για... Πώς εκτελείτε αυτή τη στιγμή την εργασία αυτή;*
3. *Απαιτούνται ειδικές δεξιότητες και εμπειρία για την εκτέλεση αυτών των εργασιών και ποιες;*
4. *Ποιες είναι κάποιες από τις προκλήσεις που σχετίζονται με την εκτέλεση αυτών των εργασιών;*
5. *Χρησιμοποιείτε αυτή τη στιγμή υπολογιστή ή πρόγραμμα για να εκτελέσετε αυτές τις εργασίες; Αν ναι, με ποιο τρόπο;*
6. *Υπάρχουν 'γενικές' συσκευές υπολογιστικής τεχνολογίας που σας υποστηρίζουν άμεσα ή έμμεσα στις εργασίες αυτές (πχ email, κινητό τηλέφωνο, λογισμικό γενικού σκοπού). Αν ναι, με ποιον τρόπο σας υποστηρίζουν;*
7. *Τι είδους λογισμικό χρησιμοποιείτε συχνά;*
8. *Ποια είναι τα σημαντικότερα εμπόδια που αντιμετωπίζετε κατά τη διάρκεια χρήσης τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών; Ποια σας δημιουργούν τη μεγαλύτερη αναστάτωση;*
9. *Ποιο είναι το πιο δυσάρεστο στοιχείο στη διαδικασία που ακολουθείτε για να εκτελέσετε τη συγκεκριμένη εργασία;*
10. *Πέρα και έξω από την τεχνολογία, ποιοι άλλοι παράγοντες μπορεί να δράσουν επιβαρυντικά στην εργασία;*
11. *Κάποιοι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τη τεχνολογία ως στοιχείο διάσπασης της προσοχής ή θεωρούν ότι τους επιβαρύνει αδικαιολόγητα (π.χ. αρχικοποίηση νέου υπολογιστή, έλλειψη συμβατότητας, ανάγκη εγκατάστασης νέου λογισμικού). Σας έχουν δημιουργήσει τέτοια ζητήματα πρόβλημα;*
12. *Έχετε κάποιες συγκεκριμένες προτάσεις για το ποιες λειτουργίες θα πρέπει να υποστηρίζει το σύστημα;*

Οι συνεντεύξεις διακρίνονται σε: α) *δομημένες (structured)*, όταν ακολουθείται αυστηρά το σύνολο και η διατύπωση των ερωτήσεων, καθώς επίσης και η σειρά που τίθενται στους συμμετέχοντες· β) *ημι-δομημένες (semi-structured)*, όταν ο ερευνητής μπορεί να αλλάξει τη σειρά των ερωτήσεων ή να θέσει επιπρόσθετες ερωτήσεις βάσει της εξέλιξης της συνομιλίας και εφόσον κρίνει ότι είναι απαραίτητο· γ) *αδόμητες (unstructured interview)*, όταν έχουν τεθεί ορισμένα θέματα προς διερεύνηση, αλλά τόσο η διατύπωση των ερωτήσεων όσο και η σειρά που θα τεθούν προκύπτει από τη συνομιλία. Η επιλογή του πρωτοκόλλου συνέντευξης εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως είναι ο βαθμός βεβαιότητας για τους στόχους-ζητήματα της συνέντευξης, το επιθυμητό επίπεδο λεπτομέρειας στα προς συλλογή δεδομένα, η εμπειρία του προσώπου που συντονίζει τη συνέντευξη, ο χρόνος που μπορούν να διαθέσουν οι συμμετέχοντες και η ομάδα σχεδίασης (όχι μόνο για τη διεξαγωγή της συνέντευξης αλλά και για την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων) κ.λπ.

Η προετοιμασία της συνέντευξης συνίσταται στη διαμόρφωση της λίστας ερωτημάτων και των προσδοκώμενων απαντήσεων καθώς και πιθανών ερωτήσεων που θα τεθούν ανάλογα με την απάντηση. Επίσης, συχνά ορίζεται προτεραιότητα στις ερωτήσεις για την περίπτωση που δεν υπάρχει αρκετός χρόνος. Θα πρέπει ακόμα να υπάρχει μια ενημέρωση του συνεντευξιζόμενου για τον τόπο, τον χρόνο, τον σκοπό και τα θέματα της συνέντευξης.

Τα βασικά μέρη της διαδικασίας διεξαγωγής μίας συνέντευξης είναι τα ακόλουθα: α) εισαγωγή (παρουσίαση, σκοπός, άδεια για μαγνητοφώνηση), β) εμπέδωση ενός κλίματος οικειότητας και εμπιστοσύνης (εύκολες μη απειλητικές ερωτήσεις για εξοικείωση), γ) κύριο μέρος (σκοπός της έρευνας), δ) ‘χαλάρωμα’ (απλές ερωτήσεις για να διαλυθεί η όποια ένταση), και ε) κλείσιμο (ευχαριστίες). Για τη διεξαγωγή μίας συνέντευξης υπάρχουν διάφορες στρατηγικές που μπορούν να εφαρμοστούν, όπως ερωταποκρίσεις, ομαδική συνέντευξη, περιήγηση στο περιβάλλον εργασίας, καθοδηγούμενη αφήγηση ιστοριών κ.λπ. (Rogers, Sharp, & Preece, 2011)

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα των συνεντεύξεων είναι ότι αποτελούν ένα ευέλικτο και προσαρμοστικό εργαλείο για να δοθούν απαντήσεις στα ερωτήματα της ομάδας σχεδίασης. Επίσης, οι συνεντεύξεις πρόσωπο με πρόσωπο προσφέρουν τη δυνατότητα τροποποίησης της διερευνητικής κατεύθυνσης, ενώ μη λεκτικές ενδείξεις μπορεί να δώσουν μηνύματα για την κατανόηση των προφορικών αποκρίσεων. Αποτελούν μία ευρέως αποδεκτή μέθοδο, η οποία δίνει αποτελέσματα γρηγορότερα από τις μεθόδους παρατήρησης.

Μειονεκτήματά τους είναι ότι αποτελούν έναν χρονοβόρο τρόπο συλλογής και ανάλυσης δεδομένων: συνεντεύξεις που διαρκούν λιγότερο από μισή ώρα σπάνια συλλέγουν αξιόλογα δεδομένα, ενώ αυτές που διαρκούν πολλή ώρα μπορεί να μειώσουν τον αριθμό των συμμετεχόντων και να οδηγήσουν σε μεροληψία για το δείγμα. Επίσης, το πρόσωπο που συντονίζει τη συνέντευξη μπορεί να χρειαστεί να αποκτήσει αρκετές γνώσεις στο πεδίο εφαρμογής πριν πραγματοποιήσει τη συνέντευξη. Τέλος, αυτά που λένε οι άνθρωποι συχνά διαφέρουν από αυτά που στην πραγματικότητα πράττουν.

7.3.5 Ομάδες εστίασης

Μία ομάδα εστίασης (focus group) είναι μία συζήτηση που περιλαμβάνει συνήθως πέντε (5) με δώδεκα (12) συμμετέχοντες και συντονίζεται από τον ερευνητή. Στόχος της είναι να συλλέξει πληροφορίες για τις στάσεις, πεποιθήσεις, επιθυμίες, αντιλήψεις και αντιδράσεις των συμμετεχόντων σχετικά με έννοιες και ιδέες που σχετίζονται με το υπό ανάπτυξη διαδραστικό σύστημα. Η διαδικασία διεξαγωγής μίας ομάδας εστίασης περιλαμβάνει τις εξής φάσεις: α) προετοιμασία, β) διεξαγωγή, γ) δημιουργία αναφοράς.

Κατά τη φάση της προετοιμασίας, καταγράφεται μία λίστα ζητημάτων προς συζήτηση, επιλέγεται ο συντονιστής της ομάδας εστίασης και τα προφίλ των συμμετεχόντων. Τα θέματα προς συζήτηση είναι ενδεικτικά και όχι περιοριστικά καθώς μπορεί να προκύψουν και άλλα ενδιαφέροντα ζητήματα από τη δυναμική της συζήτησης. Συχνά, γίνεται μία μικρή παρουσίαση, μία επίδειξη, παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα ή αντικείμενα για να χρησιμεύσουν ως βάση για να ξεκινήσει η συζήτηση. Εάν υπάρχει κάποια αρχική έκδοση του συστήματος, είναι χρήσιμο οι συμμετέχοντες να έχουν την ευκαιρία να το χρησιμοποιήσουν πριν τη συνάντηση. Οι συμμετέχοντες θα πρέπει να εκπροσωπούν όλα τα τυπικά προφίλ χρηστών που θεωρείται ότι θα χρησιμοποιούν το σύστημα, και ιδανικά συμμετέχουν περισσότερα από ένα άτομα της ίδιας ομάδας χρηστών καθώς κάθε μεμονωμένη οπτική είναι εξ ορισμού μερική.

Η διεξαγωγή της ομάδας εστίασης χρειάζεται να γίνεται από έναν έμπειρο συντονιστή, καθώς η αποτελεσματικότητα της τεχνικής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πρόσωπο αυτό. Ο συντονιστής παρουσιάζει τα ζητήματα που θα συζητηθούν· διευκολύνει την ελεύθερη συζήτηση μεταξύ των συμμετεχόντων· κατευθύνει τη συζήτηση στους στόχους που έχουν τεθεί αλλά ταυτόχρονα επιτρέπει και τη συζήτηση άλλων θεμάτων που κρίνει ότι έχουν ενδιαφέρον για την ομάδα σχεδίασης· προσπαθεί να ενθαρρύνει τους συμμετέχοντες που δεν συζητούν πολύ και ταυτόχρονα να αποτρέψει να κρατούν το μονοπώλιο της συζήτησης ορισμένοι συμμετέχοντες· τέλος διαχειρίζεται τυχόν εντάσεις που μπορεί να προκύψουν. Τυπικά, μία ομάδα εστίασης διαρκεί από μία (1) έως δύο (2) ώρες. Είναι συνηθισμένο να καταγράφεται η συνάντηση με την άδεια των συμμετεχόντων, και επιπρόσθετα να υπάρχει ένα ακόμη άτομο, εκτός από το συντονιστή της διαδικασίας, που να κρατούν σημειώσεις.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Η τεχνική των ομάδων εστίασης επιτρέπει την καταγραφή μίας μεγάλης ποικιλίας απόψεων από ένα εύρος συμμετεχόντων και πραγματοποιείται σε μικρότερο χρόνο από τη διεξαγωγή μεμονωμένων συνεντεύξεων με τα άτομα αυτά. Επιπλέον, η ίδια η δυναμική της συζήτησης με ένα σύνολο ατόμων μπορεί να αποκαλύψει, για το υπό ανάπτυξη σύστημα, χρήσιμες πληροφορίες, οι οποίες δεν θα προέκυπταν από μεμονωμένες συνεντεύξεις με τα ίδια άτομα.

Από την άλλη μεριά, υπάρχει η πιθανότητα κυριαρχίας απόψεων κάποιων συμμετεχόντων λόγω χαρακτήρα ή θέσης στην ιεραρχία του οργανισμού και ως εκ τούτου μπορεί να μην ακουστούν καθόλου απόψεις κάποιων ανθρώπων, οι οποίοι ωστόσο εκπροσωπούν τυπικές κατηγορίες χρηστών του συστήματος. Επίσης, η συζήτηση μπορεί να απαιτεί πολύ χρόνο για να καλυφθούν όλα τα θέματα και για να δοθεί σε όλους τους συμμετέχοντες η ευκαιρία να εκφράσουν τη γνώμη τους, ενώ μπορεί εύκολα να παρεκτραπεί σε άσχετα ζητήματα.

7.3.6 Έρευνες με ερωτηματολόγιο

Μία έρευνα με ερωτηματολόγιο (survey) περιλαμβάνει την κατασκευή, διανομή και ανάλυση ενός συνόλου ερωτήσεων στους χρήστες. Οι έρευνες αυτές μπορούν να βοηθήσουν στον καθορισμό των χαρακτηριστικών και αναγκών του χρήστη, των πρακτικών εργασίας, των στάσεων του χρήστη απέναντι στο υπό ανάπτυξη σύστημα κ.λπ. Τυπικά περιλαμβάνουν ένα σύνολο «κλειστών» ερωτήσεων με προκαθορισμένες απαντήσεις σε διάφορες μορφές (π.χ. πενταβάθμια κλίμακα τύπου Likert με 1=Διαφωνώ Απολύτως, 2=Διαφωνώ, 3=Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ, 4=Συμφωνώ, 5=Συμφωνώ Απολύτως) και ένα σύνολο «ανοικτών» ερωτήσεων που απαιτούν ελεύθερη διατύπωση από το συμμετέχοντα. Οι συμμετέχοντες είναι δυνατόν να συμπληρώνουν το ερωτηματολόγιο σε έντυπη μορφή, σε ηλεκτρονική μορφή μέσω email ή διαδικτυακών φορμών.

Σημαντικά ζητήματα κατά το σχεδιασμό ερωτηματολογίων είναι το μέγεθός του, η δομή του, η σύνταξη και διατύπωσή του, καθώς και ο τύπος των ερωτήσεων που χρησιμοποιούνται (Cairns & Cox, 2008). Παραδείγματα ερωτήσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μικρές τροποποιήσεις στο πλαίσιο έρευνας και καταγραφής απαιτήσεων χρήστη έχουν ήδη παρουσιαστεί στην ενότητα 7.3.4. Ακολουθούν ορισμένες πρακτικές συμβουλές για το σχεδιασμό ερευνών με ερωτηματολόγιο:

1. Κρατήστε το ερωτηματολόγιο όσο πιο σύντομο γίνεται.
2. Πριν τη συμμετοχή, ενημερώστε τους χρήστες για το χρόνο που θα απαιτηθεί, για τους στόχους της μελέτης, για ζητήματα ανωνυμίας και για το πώς θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα.
3. Κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, να παρέχετε στο συμμετέχοντα κάποιο μηχανισμό παρακολούθησης της προόδου συμπλήρωσης.
4. Διατυπώστε σαφείς και συγκεκριμένες ερωτήσεις που δεν καθοδηγούν το συμμετέχοντα. Αποφύγετε συντομογραφίες στη διατύπωση των ερωτήσεων.
5. Αριθμήστε και ομαδοποιήστε τις ερωτήσεις σε λογικές ενότητες. Μην τοποθετείτε πολλές ερωτήσεις στην ίδια σελίδα.
6. Ξεκινήστε με ερωτήσεις που μπορούν να απαντηθούν σχετικά γρήγορα. Μην τοποθετείτε τις πιο σημαντικές ερωτήσεις στο τέλος.
7. Διενεργήστε μία τουλάχιστον πιλοτική μελέτη με έναν ή δύο συμμετέχοντες για να εντοπίσετε ερωτήσεις που ίσως παρερμηνευτούν.
8. Ρωτήστε το συμμετέχοντα εάν ενδιαφέρεται να ενημερωθεί για τα αποτελέσματα της έρευνας ή εάν θέλει να πάρει μέρος σε μία εκ των υστέρων συνέντευξη.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Σημαντικό πλεονέκτημα των ερευνών με ερωτηματολόγιο είναι ότι αποτελούν μία σχετικά γρήγορη και φθηνή μέθοδο συλλογής δεδομένων καθώς είναι δυνατή η διανομή τους σε ένα μεγάλο δείγμα πληθυσμού χρηστών, ιδιαίτερα σήμερα καθώς υπάρχουν εργαλεία που δεν απαιτούν τεχνικές γνώσεις και διατίθενται δωρεάν για το σκοπό αυτό (π.χ. Google Forms). Επιπλέον, τα δεδομένα που συλλέγονται είναι πιο εύκολο να αναλυθούν καθώς είναι σαφώς πιο τυποποιημένα συγκριτικά με όλες τις υπόλοιπες τεχνικές έρευνας και καταγραφής απαιτήσεων που αναφέρονται στο κεφάλαιο αυτό.

Από την άλλη, η κατασκευή ενός ερωτηματολογίου που συλλέγει δεδομένα με έγκυρο και αξιόπιστο τρόπο δεν είναι απλή και απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις. Επιπρόσθετα, παρά τις προσπάθειες του σχεδιαστή του ερωτηματολογίου, υπάρχει πάντα η πιθανότητα κάποιες ερωτήσεις να παρερμηνευθούν χωρίς να μπορούν οι συμμετέχοντες να ζητήσουν διευκρινήσεις όπως θα μπορούσε να συμβεί κατά τη διάρκεια μίας συνέντευξης. Ακόμη, οι έρευνες με ερωτηματολόγια έχουν το ίδιο πρόβλημα με τις συνεντεύξεις: οι περιγραφές των συμμετεχόντων μπορεί να διαφέρουν από τις πράξεις τους.

7.3.7 Ημερολόγια συμβάντων

Τα ημερολόγια συμβάντων (diary studies) είναι μία μέθοδος με ρίζες στην ανθρωπολογία και τη ψυχολογία. Εδώ ζητείται από τους συμμετέχοντες να σημειώσουν τι έχουν κάνει ή έχουν βιώσει κατά τη διάρκεια της ημέρας, σε διάστημα κάποιων ημερών ή εβδομάδων, χωρίς να είναι παρών ο ερευνητής. Τα δεδομένα που συλλέγονται, αναλύονται έτσι ώστε να απαντηθούν ερωτήματα που σχετίζονται με τις απαιτήσεις του χρήστη, όπως είναι για παράδειγμα οι πληροφοριακές ανάγκες εν κινήσει χρηστών (Sohn, Li, Griswold, & Hollan, 2008).

Σημαντικά ζητήματα στις μελέτες αυτές είναι: α) πώς γίνεται η καταγραφή, β) κάθε πότε γίνεται η καταγραφή, και γ) τι ζητείται να καταγράψουν οι συμμετέχοντες. Τα ημερολόγια μπορεί να ποικίλουν από καταγραφές ανοικτής μορφής, έως πλήρως δομημένες φόρμες με συγκεκριμένα ερωτήματα. Στα πρώτα ημερολόγια συμβάντων η καταγραφή γινόταν σε χαρτί, ενώ σήμερα η τάση είναι να γίνονται με χρήση φορητών ή φορετών συσκευών, τις οποίες ο συμμετέχων έχει συνεχώς μαζί του, όπως στην περίπτωση του FootPrint Tracker (Gouveia & Karapanos, 2013) όπου συνδυάζονται κινητό τηλέφωνο και φορητή φωτογραφική μηχανή. Με τον τρόπο αυτόν, διευκολύνεται η εισαγωγή δεδομένων για τον συμμετέχοντα (π.χ. αυτόματη καταχώρηση της ημέρας/ώρας αλλά και της θέσης), αυξάνεται η ποιότητα των δεδομένων που συλλέγονται, και γίνεται πιο εύκολη η επεξεργασία και ανάλυση τους από τον ερευνητή.

Η καταγραφή στο ημερολόγιο μπορεί να γίνεται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα (π.χ. μία φορά την ημέρα, κάθε τρεις ώρες), κατόπιν αιτήματος του ερευνητή (π.χ. μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) ή όταν συμβαίνει ένα γεγονός που πληροί προκαθορισμένα κριτήρια (π.χ. την πρώτη φορά που χρησιμοποιείς το κινητό σου μέσα στην ημέρα). Η πληροφορία που καταγράφεται στο ημερολόγιο διαφέρει ανάλογα με τους στόχους του ερευνητή αλλά και με τα εργαλεία καταγραφής που χρησιμοποιούνται. Οι συμμετέχοντες δηλαδή, μπορεί να καταγράφουν κείμενο, φωτογραφίες, βίντεο, ήχο ή οποιοδήποτε συνδυασμό τους, ή ακόμη και να συλλέγουν αντικείμενα (Brandt, Weiss, & Klemmer, 2007; Carter & Mankoff, 2005).

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν διάφορες τεχνικές που μπορούν να ενταχθούν σε αυτήν την κατηγορία μεθόδων, όπως είναι για παράδειγμα η Διερεύνηση Κουλτούρας (Cultural Probes - Gaver, Dunne, & Pacenti, 1999), η Μέθοδος Δειγματοληψίας Εμπειρίας (Experience Sampling Method - Larson & Csikszentmihalyi, 1983), και το Ημερολόγιο Συναισθημάτων (Affective Diary - Stahl, Hook, Svensson, Taylor, & Combetto, 2009).

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Τα ημερολόγια συμβάντων επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων για τις δραστηριότητες, προτιμήσεις, συναισθήματα και ανάγκες των χρηστών σε αυθεντικές συνθήκες. Ιδανικά, τα συμβάντα πρέπει να καταγράφονται τη στιγμή που συμβαίνουν έτσι ώστε να μην προκύπτουν τροποποιήσεις που οφείλονται στη μνήμη του συμμετέχοντος. Η έλλειψη απευθείας εμπλοκής του ερευνητή κατά την καταγραφή των δεδομένων εξαλείφει και τον κίνδυνο λαθών που οφείλονται σε μεροληψία του ερευνητή (researcher bias).

Από την άλλη, οι τεχνικές αυτές απαιτούν σημαντικό βαθμό προσπάθειας και αφοσίωσης για τον συμμετέχοντα με αποτέλεσμα, συχνά, να παρατηρούνται αποχωρήσεις κατά τη διάρκεια μίας μελέτης. Επιπρόσθετα, απαιτείται κάποιος βαθμός εκπαίδευσης του συμμετέχοντος και καθημερινός έλεγχος των ημερολογίων από τη μεριά του ερευνητή έτσι ώστε να αποφευχθούν μεθοδολογικές παρερμηνείες και λανθασμένες καταχωρήσεις δεδομένων.

7.3.8 Ανάλυση κειμένων

Η ανάλυση κειμένων αφορά τη μελέτη των επίσημων εγγράφων που αποτυπώνουν τη ροή της εργασίας όπως αυτή υλοποιείται. Με τον τρόπο αυτόν, είναι δυνατός ο προσδιορισμός απαιτήσεων σχετικά με ζητήματα όπως οι μεταβλητές που πρέπει να καταγράφει το σύστημα, ποια στοιχεία είναι επιθυμητά και ποια απαραίτητα (όταν μελετάμε συμπληρωμένα έγγραφα), πως αξιοποιούνται δεδομένα που καταγράφονται κ.α. Κάποια κείμενα που μπορούν να τροφοδοτήσουν τη διαδικασία είναι: νομολογία, κατασταστικό του οργανισμού, φόρμες καταγραφής δεδομένων, αρχεία μισθοδοσίας, διοικητικές αποφάσεις οργανισμών, προσωπικές κάρτες, λογαριασμοί, δελτία παραγγελιών κ.α. Το πλεονέκτημα της διαδικασίας αυτής

είναι ότι δεν απαιτεί πρόσθετους ανθρώπινους πόρους, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με τις συνεντεύξεις.

Μία παρεμφερής προσέγγιση είναι αυτή της ανάλυσης κειμένων ανταγωνιστικών συστημάτων ή εταιρειών. Πρωταρχικός στόχος της διαδικασίας αυτής για την ομάδα σχεδιασμού είναι να καταγραφούν καλά και κακά στοιχεία ανταγωνιστικών λύσεων.


Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Το κύριο πλεονέκτημα της ανάλυσης κειμένων είναι ότι μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες με σχετικά λίγους πόρους καθώς δεν απαιτεί την άμεση εμπλοκή χρηστών και δεν έχει κάποιο οικονομικό κόστος. Η μελέτη επίσημων κειμένων μπορεί να δώσει πρόσβαση σε πληροφορίες που θα ήταν διαθέσιμες μόνο από συνεντεύξεις με ανώτατα στελέχη ενός οργανισμού, οι οποίοι σπανίως μπορούν να διαθέσουν χρόνο για το σκοπό αυτό. Επίσης, εφόσον υπάρχουν διαθέσιμες παλαιότερες εκδόσεις των εγγράφων, ο ερευνητής μπορεί να αποκτήσει μία εικόνα για τον τρόπο λειτουργίας και οργάνωσης του φορέα σε βάθος χρόνου.

Από την άλλη, τα επίσημα έγγραφα σε έναν οργανισμό περιγράφουν το πως θα έπρεπε να γίνονται οι εργασίες, κάτι που συχνά απέχει από το πως γίνονται στην πραγματικότητα. Επίσης, κάποια έγγραφα μπορεί να είναι εμπιστευτικά και έτσι να μην μπορούν να δοθούν στην ομάδα σχεδίασης. Ακόμη, συχνά τα επίσημα έγγραφα περιέχουν ορολογία που μπορεί να μην είναι κατανοητή από τους ερευνητές ή είναι γραμμένα σε ένα υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης χωρίς τις απαραίτητες λεπτομέρειες για να καταλάβει κανείς πλήρως την εργασία. Τέλος, υπάρχει η πιθανότητα τα έγγραφα να μην είναι πλήρως ενημερωμένα ως προς τον τρόπο εκτέλεσης των εργασιών.

7.3.9 Αρχέτυπα χρηστών

Το αρχέτυπο χρηστών (personas) είναι πλασματικοί χαρακτήρες που δημιουργούνται για να εκπροσωπούν τις διάφορες ομάδες χρηστών ενός συστήματος (Cooper, 1999). Η εικόνα 7.6 παρουσιάζει ένα τέτοιο αρχέτυπο χρήστη. Τα αρχέτυπα αυτά κατασκευάζονται από δεδομένα απαιτήσεων που έχουν συλλεχθεί μέσω τεχνικών με τη συμμετοχή χρηστών (π.χ. συνεντεύξεις, εθνογραφικές μελέτες).

	<h2>Γιάννης Ιωάννου</h2> <p>Διευθυντής προσωπικού Ανώνυμος Α.Ε.</p> <ul style="list-style-type: none">• 42 ετών• Έγγαμος, 1 παιδί• Ph.D. στη Γεωργική Οικονομία• Άνεση στη χρήση Η/Υ, πολλές ώρες χρήσης Internet καθημερινά, με σύνδεση T1 στη δουλειά και DSL 24 Mbps στο σπίτι <p>Κεντρικά χαρακτηριστικά</p> <ul style="list-style-type: none">• Συγκεντρωμένος, προσανατολισμένος σε στόχους• Ισχυρός ηγετικός ρόλος• Πολυάσχολος με ελάχιστο ελεύθερο χρόνο• Ενδιαφέρεται για τη διατήρηση ποιότητας στα έργα που επιβλέπει
<p>«Θέλω την ανάλυση προσωπικού μέχρι την Τρίτη»</p> <p>Ο Γιάννης περνά τον περισσότερο χρόνο του ζητώντας και αναθερώντας ερευνητικές αναφορές, ετοιμάζοντας memos και συνόψεις για τον επικεφαλής της υπηρεσίας και επιτηρώντας τη δουλειά του προσωπικού στην υγιεινή τροφίμων και τις επιθεωρήσεις</p>	

Εικόνα 7.6 Παράδειγμα αρχέτυπου χρήστη (persona).

Τα αρχέτυπα χρηστών απαιτείται να περιγράφουν επαρκώς τους στόχους της ομάδας χρηστών, τις συνήθειες τους, τη συμπεριφορά τους και το επίπεδο ικανοτήτων και γνώσεων τους για την τεχνολογία. Συνήθως, αποτυπώνονται σε 1 με 2 σελίδες και μπορεί να περιλαμβάνουν τα εξής στοιχεία: το όνομα της ομάδας των χρηστών που εκπροσωπούν (π.χ. «Φοιτητές», «Καθηγητές» κ.λπ.), μία φανταστική αντιπροσωπευτική φωτογραφία, ένα φανταστικό ονοματεπώνυμο, επαγγελματικό τίτλο και κύριες εργασιακές αρμοδιότητες, δημογραφικού τύπου στοιχεία (π.χ. ηλικία, επίπεδο εκπαίδευσης κ.λπ.), τους στόχους και τις εργασίες που προσπαθούν να ολοκληρώσουν με χρήση του συστήματος, και πληροφορίες για τις τεχνολογικές τους δεξιότητες και το περιβάλλον εργασίας τους.

Ο αριθμός των αρχετύπων χρηστών που απαιτούνται στο πλαίσιο ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος εξαρτάται από το μέγεθος και την ποικιλομορφία του συνόλου των τελικών χρηστών. Ο αριθμός αυτός συνίσταται να είναι μικρός, από δύο (2) έως πέντε (5). Όταν υπάρχουν πολλά αρχέτυπα χρηστών, συνηθίζεται κάποια να θεωρούνται ως κύρια και κάποια ως δευτερεύοντα.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Το κύριο πλεονέκτημα των αρχετύπων χρηστών είναι ότι αποτελούν μία μόνιμη υπενθύμιση για την ομάδα σχεδίασης να επικεντρωθεί στους ανθρώπους και όχι στην τεχνολογία. Επίσης, τα αρχέτυπα χρηστών τονίζουν και υπενθυμίζουν συνεχώς στην ομάδα ότι υπάρχουν διαφορετικές ομάδες χρηστών με συγκεκριμένες ανάγκες, τις οποίες χρειάζεται να υποστηρίξει το νέο σύστημα. Έτσι, τα κεντρικά ερωτήματα που τίθενται κατά τη σχεδίαση, αφορούν στα αρχέτυπα χρηστών (π.χ. «Πώς θα μπορούσαμε να βοηθήσουμε τον [...] να ολοκληρώσει την εργασία του πιο γρήγορα;») και όχι στην τεχνολογία ή σε προσωπικές απόψεις των εμπλεκόμενων στη σχεδίαση. Ακόμη, συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας σχεδίασης με ανωτέρους ή με τους ιδιοκτήτες του συστήματος.

Ωστόσο, τα αρχέτυπα χρηστών μπορεί να οδηγήσουν σε λανθασμένες σχεδιαστικές επιλογές όταν δεν στηρίζονται σε γνήσια δεδομένα έρευνας και ανάλυσης απαιτήσεων. Ακόμη, δεν υπάρχει τυπική διαδικασία μετασχηματισμού των διαθέσιμων δεδομένων σε αντιπροσωπευτικά αρχέτυπα χρήστη, και ως εκ τούτου η τεχνική κατηγορείται ως αντί-επιστημονική καθώς δεν παράγει αποτελέσματα που μπορούν να επαναληφθούν (Chapman & Milham, 2006). Παράλληλα, η κατασκευή τέτοιων χαρακτήρων είναι επίπονη σε συστήματα που απευθύνονται σε πολλούς διαφορετικούς πληθυσμούς χρηστών, όπως είναι η περίπτωση πολλών ιστοτόπων. Επίσης, η ύπαρξη πολλών τέτοιων αρχετύπων δημιουργεί προβλήματα στη λήψη αποφάσεων καθώς μία σχεδιαστική επιλογή είναι απίθανο να ικανοποιεί τις ανάγκες όλων. Τέλος, η τεχνική ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα με διευθυντικά στελέχη ή πελάτες καθώς οι τελευταίοι μπορεί να δυσκολεύονται να αντιληφθούν γιατί αναλώνονται πόροι στη δημιουργία φανταστικών χαρακτήρων.

7.4 Σχεδιασμός διεπιφάνειας: Ανάπτυξη πρωτοτύπων

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται σύντομα οι επόμενες φάσεις σχεδιασμού ενός διαδραστικού συστήματος, με έμφαση α) στον εντοπισμό των αντικειμένων και των δομών της διεπιφάνειας χρήστη, β) στη σύνταξη προδιαγραφών αλληλεπίδρασης, γ) στο σχεδιασμό πρωτότυπων οθονών και δ) στην ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών μέσω διαδοχικών πρωτοτύπων.

7.4.1 Εντοπισμός αντικειμένων και δομών της διεπιφάνειας χρήστη

Η πηγή πληροφορίας για τα αντικείμενα της διεπιφάνειας χρήστη είναι η ανάλυση εργασιών. Εκεί περιγράφονται οι δραστηριότητες των χρηστών και τα αντικείμενα τα οποία χειρίζονται και γνωρίζουν. Άλλες, σχετικές, πληροφορίες μπορεί να βρεθούν στον ορισμό της εφαρμογής, στον επιχειρησιακό στόχο, στην ανάλυση χρηστών καθώς και σε άλλα κείμενα που έχουν συγκεντρωθεί κατά την καταγραφή των προδιαγραφών απαιτήσεων. Σύμφωνα με τον Roberts (1998), τα αντικείμενα που καταγράφονται είναι χειροπιαστά αντικείμενα (π.χ. λεωφορεία, σταθμός, θέση), άνθρωποι που είναι υποκείμενα ή αντικείμενα των ενεργειών του χρήστη (π.χ. οδηγός λεωφορείου, ταξιδιώτες), φόρμες ή άλλα έντυπα (π.χ. εισιτήριο) και αφηρημένα αντικείμενα (π.χ. έκπτωση, ταξίδι, ώρα αναχώρησης).

Στο πλαίσιο της καταγραφής των αντικειμένων, θα πρέπει να συνταχθεί ένα κείμενο περιγραφής αυτών των αντικειμένων, το οποίο θα περιέχει μια μικρή παράγραφο για κάθε αντικείμενο. Η περιγραφή θα πρέπει να περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων και να κάνει αναφορά στη χρήση τους στο πλαίσιο της εργασίας κάθε συγκεκριμένης ομάδας χρηστών. Για παράδειγμα οι χρήστες της κατηγορίας "Τουρίστες" θα μπορούν να χειρίζονται αντικείμενα "Τουριστικοί προορισμοί" που είναι μια ειδική κατηγορία των προορισμών που αφορά μόνο αυτούς τους χρήστες.

Επίσης, θα πρέπει να κατασκευαστούν διαγράμματα περιγραφής των σχέσεων των αντικειμένων. Υπάρχουν πολλοί τρόποι αναπαράστασης σχέσεων αντικειμένων, όπως τα διαγράμματα οντοτήτων-συσχετίσεων (entity-relationship diagrams), διαγράμματα κλάσεων αντικειμένων κ.λπ., γνωστά από τις τεχνικές σχεδιασμού συστημάτων λογισμικού. Οι αναπαραστάσεις αυτές βοηθούν την κατανόηση του πεδίου εφαρμογής και το σχεδιασμό του πληροφοριακού συστήματος. Κατά τη διαδικασία αυτή, πρέπει επίσης να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με την κατάταξη μιας έννοιας στην κατηγορία του αντικειμένου ή στην κατηγορία της ιδιότητας ενός αντικειμένου ανάλογα με την έμφαση που δίνει η εφαρμογή στην έννοια αυτή. Για παράδειγμα το κάθισμα ενός λεωφορείου μπορεί να θεωρηθεί ιδιότητα του αντικειμένου «λεωφορείο» για μια εφαρμογή που αφορά τον χρονοπρογραμματισμό δρομολογίων λεωφορείων, ενώ είναι ένα ξεχωριστό αντικείμενο με δικές του ιδιότητες για μια εφαρμογή έκδοσης εισιτηρίων.

7.4.2 Σύνταξη προδιαγραφών αλληλεπίδρασης

Η περιγραφή της συντακτικής δομής της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, του λεγόμενου «διαλόγου», είναι χρήσιμη σε περίπτωση που το σύστημα είναι αρκετά σύνθετο και η ομάδα των σχεδιαστών έχει περισσότερα από ένα μέλη, είναι δε απαραίτητη για τη σαφή περιγραφή του συστήματος προς αυτούς που θα αναλάβουν την υλοποίηση του.

Η πιο απλή επιλογή γλώσσας σύνταξης τέτοιων προδιαγραφών είναι η φυσική γλώσσα, η οποία όμως στερείται της ακρίβειας και σαφήνειας που απαιτείται για την περιγραφή ενός σύνθετου υπολογιστικού συστήματος. Έτσι, έχουν αναπτυχθεί τυπικές γλώσσες με αυστηρή σύνταξη για το σκοπό αυτό, πρακτική που έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στο σχεδιασμό κυκλωμάτων, στη δημιουργία προδιαγραφών για γλώσσες προγραμματισμού κ.λπ. Οι γλώσσες αυτές χωρίζονται σε διαγραμματικές και κειμενοστραφείς.

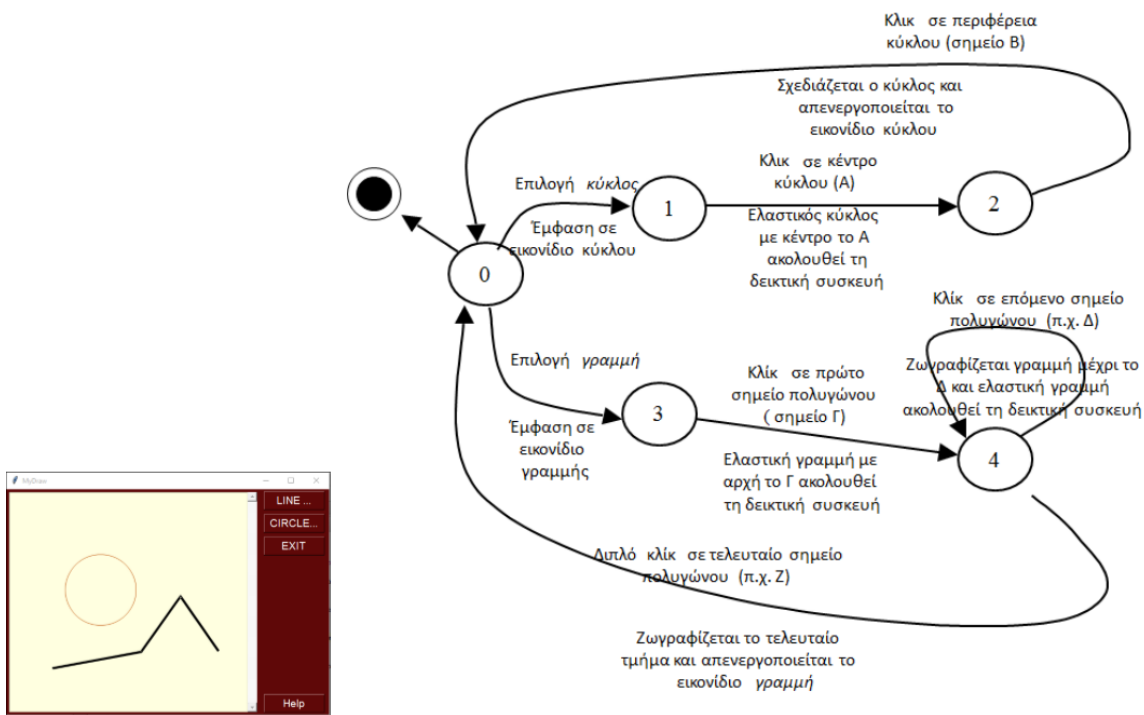
Οι διαγραμματικές προδιαγραφές τείνουν να είναι λιγότερο αυστηρές, αλλά είναι πιο ευκολονόητες και περιγράφουν καλύτερα τις διεπιφάνειες απευθείας χειρισμού. Αυτές δίνουν λιγότερη έμφαση στη σειριακή δομή του διαλόγου και στηρίζονται περισσότερο σε "συμβάντα" που προκαλούνται από τις ενέργειες του χρήστη. Παραδείγματα διαγραμματικών περιγραφών είναι τα διαγράμματα καταστάσεων (state

transition networks, STN), τα ιεραρχικά δομημένα διαγράμματα Jackson (Jackson structured diagrams, JSD), τα δίκτυα Petri κ.λπ.

Παραδείγματα κειμενοστραφών τεχνικών για τη σύνταξη προδιαγραφών είναι μεταξύ άλλων: ο συμβολισμός BNF (Backus Naur Form), γνωστός από τη χρήση του για συντακτική περιγραφή γλωσσών προγραμματισμού· οι κανόνες παραγωγής· ο συμβολισμός CSP (Communicating Sequential Process), ο οποίος επιτρέπει την περιγραφή συστημάτων με σειριακή και παράλληλη συμπεριφορά, χρησιμοποιείται δε, στην περιγραφή τηλεπικοινωνιακών πρωτοκόλλων και άλλων παρόμοιων συστημάτων· τέλος, έχει προταθεί ο συμβολισμός UAN (user action notation), που επιτρέπει τη λεπτομερή περιγραφή τόσο των ενεργειών του χρήστη όσο και της ανάδρασης της διεπιφάνειας, στο επίπεδο των πληκτρολογήσεων. Ο αναγνώστης που επιθυμεί να εμβαθύνει στο πεδίο των γλωσσών προδιαγραφών για διεπιφάνειες χρήστη, μπορεί να αναφερθεί στο σύγγραμμα των Dix, Finlay, Abowd, και Beale (2004) που καλύπτει διεξοδικά το πεδίο.

Για να εξηγήσουμε καλύτερα τη διαδικασία σύνταξης προδιαγραφών αλληλεπίδρασης, θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια τα διαγράμματα καταστάσεων.

Διαγράμματα Καταστάσεων



Εικόνα 7.7 Αριστερά: Το εργαλείο σχεδίασης MY-DRAW. Δεξιά: Διάγραμμα καταστάσεων αλληλεπίδρασης με το εργαλείο MY-DRAW.

Τα διαγράμματα καταστάσεων (state diagrams) είναι γνωστός τρόπος περιγραφής μηχανών που μπορούν να βρεθούν σε διακριτές καταστάσεις (state machines). Η χρήση τους για προδιαγραφή διεπιφανιών χρήστη είναι ευρύτατη. Ένα διάγραμμα καταστάσεων περιλαμβάνει έναν αριθμό κόμβων και κατευθυνόμενων τόξων που τους συνδέουν. Κάθε κόμβος περιγράφει μια δυνατή κατάσταση στην οποία μπορεί να

βρεθεί το σύστημα ενώ ένα τόξο που αναχωρεί από τον κόμβο, περιγράφει μια πιθανή ενέργεια του χρήστη που συνεπάγεται αναχώρηση από τη συγκεκριμένη κατάσταση της διεπιφάνειας.

Ας υποθέσουμε για παράδειγμα, ότι επιθυμούμε να περιγράψουμε μέσω ενός διαγράμματος καταστάσεων ένα απλό εργαλείο σχεδίασης, που το ονομάζουμε MY-DRAW και έχει τη δυνατότητα να σχεδιάζει πολύγωνα και κύκλους (βλέπε εικόνα 7.7). Το MY-DRAW επιθυμούμε να έχει τη συμπεριφορά που περιγράφεται στη συνέχεια. Αν ο χρήστης θέλει να σχεδιάσει έναν κύκλο, επιλέγει το εικονίδιο κύκλος. Έπειτα, με τη δεικτική συσκευή επιλέγει ένα σημείο της επιφάνειας εργασίας σαν κέντρο του κύκλου και μετακινεί τη δεικτική συσκευή προς ένα άλλο σημείο που ανήκει στην περιφέρεια του κύκλου. Κατά τη μετακίνηση της δεικτικής συσκευής για την επιλογή του σημείου της περιφέρειας, εμφανίζεται, με κέντρο το επιλεγμένο αρχικά σημείο, μια ελαστική αναπαράσταση ενός κύκλου (rubber band), που ακολουθεί τη δεικτική συσκευή. Όταν επιλέξει με τη δεικτική συσκευή το σημείο της περιφέρειας που επιθυμεί, ο κύκλος σχεδιάζεται και επανερχόμαστε στην αρχική κατάσταση, εξερχόμενοι από τη λειτουργία «σχεδίαση κύκλου», κάτι που υποδεικνύεται με απενεργοποίηση του αντίστοιχου εικονιδίου. Στο διάγραμμα καταστάσεων της εικόνας 7.7 η λειτουργία αυτή αναπαρίσταται από την ακολουθία καταστάσεων (0-1-2-0)

Αντίστοιχα, η λειτουργία σχεδίασης πολυγώνου με το MY-DRAW, με βάση το διάγραμμα καταστάσεων της εικόνας 7.7 (βλέπε καταστάσεις 0-3-4-0), μπορεί να περιγραφεί σε φυσική γλώσσα ως εξής: Αν ο χρήστης θέλει να σχεδιάσει ένα πολύγωνο, επιλέγει το εικονίδιο γραμμή. Στη συνέχεια, με τη δεικτική συσκευή επιλέγει ένα σημείο της επιφάνειας εργασίας ως αρχικό σημείο του πολυγώνου και μετακινεί τη δεικτική συσκευή προς το επόμενο σημείο. Ενώ κινείται, εμφανίζεται μια ελαστική αναπαράσταση γραμμής (rubber band) με αρχή το πρώτο σημείο, που ακολουθεί τη δεικτική συσκευή. Όταν επιλέξει (κλικ) με τη δεικτική συσκευή το επόμενο σημείο, το ευθύγραμμο τμήμα σχεδιάζεται και η ελαστική γραμμή αρχίζει να εμφανίζεται από το τελευταίο σημείο που έχει επιλεγεί. Το ίδιο επαναλαμβάνεται για κάθε επόμενο ευθύγραμμο τμήμα. Με «Διπλό-κλικ» του χρήστη στη δεικτική συσκευή, δηλώνεται η ολοκλήρωση της διαδικασίας, οπότε σχεδιάζεται το τελευταίο ευθύγραμμο τμήμα και το σύστημα επανέρχεται στην αρχική κατάσταση, εξερχόμενο από τη λειτουργία «σχεδίαση πολυγώνου», κάτι που υποδεικνύεται με απενεργοποίηση του αντίστοιχου εικονιδίου.

7.4.3 Σχεδιασμός πρωτότυπων οθονών

Ο σχεδιασμός των οθονών περιλαμβάνει πολλά ενδιάμεσα στάδια. Αρχικά, οι σχεδιαστές πρέπει να λάβουν αποφάσεις που αφορούν: α) το στυλ αλληλεπίδρασης, β) τις συσκευές αλληλεπίδρασης, και γ) την κυρίαρχη μεταφορά που θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημα. Στη συνέχεια πρέπει να προχωρήσουν στο σχεδιασμό πρωτοτύπου οπότε θα πρέπει να λάβουν αποφάσεις που αφορούν το δ) εικονικό περιεχόμενο και τη διάταξη των οθονών, ε) τη ροή του διαλόγου και ζ) το μοντέλο πλοήγησης. Εδώ ο σχεδιαστής πρέπει να ανατρέξει στο υλικό της ανάλυσης των απαιτήσεων που μπορεί να περιλαμβάνει ανάλυση άλλων παρόμοιων συστημάτων καθώς και ανάλυση των εργασιών χρηστών. Επίσης, σημαντικά βοηθήματα για τις δραστηριότητες αυτής της φάσης αποτελούν οι αρχές σχεδιασμού που περιγράφονται στο κεφάλαιο 8, η πλούσια βιβλιογραφία λεπτομερών οδηγιών, καθώς και η τεχνολογία αλληλεπίδρασης που αφορά την επιλογή κατάλληλων συσκευών αλληλεπίδρασης και περιβάλλοντος εργαλείων ανάπτυξης.

7.4.4 Ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών μέσω διαδοχικών πρωτοτύπων

Η ανάπτυξη του διαδραστικού συστήματος γίνεται μέσω διαδοχικών πρωτοτύπων που μπορούν να λάβουν διαφορετικές μορφές και τελικά να μετεξελιχθούν στο τελικό σύστημα, σύμφωνα με την επαναλη-

πτική διαδικασία ανάπτυξης. Κεντρική δραστηριότητα σε αυτή τη διαδικασία είναι η αξιολόγηση και μέτρηση της εμπειρίας χρήσης του συστήματος με αξιοποίηση τεχνικών που περιγράφονται στο κεφάλαιο 9. Το πρωτότυπο δεν χρησιμοποιείται μόνο κατά τη φάση υλοποίησης του συστήματος, αλλά και κατά τις αρχικές φάσεις της ανάλυσης των αναγκών και του σχεδιασμού. Οι τεχνικές και τα εργαλεία ανάπτυξης πρωτοτύπων ποικίλουν (από απλό χαρτί και μολύβι μέχρι χρήση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού) και περιγράφονται στο κεφάλαιο 8.

7.5 Μελέτη περίπτωσης: Το Εκδοτήριο Εισιτηρίων

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται λεπτομερώς ένα παράδειγμα ανθρωποκεντρικής ανάπτυξης ενός συγκεκριμένου διαδραστικού συστήματος σύμφωνα με τη Λογική Χρηστοκεντρική Διαδραστική Σχεδίαση (Logical User-Centered Interactive Design - LUCID), που περιγράφεται στους Shneiderman και Plaisant (2004) και Kreitzberg (1996). Η έμφαση δίνεται στη φάση ανάλυσης χρηστών, ανάλυσης εργασιών και προσδιορισμού απαιτήσεων ευχρηστίας. Στο κεφάλαιο 9 θα αναφερθούμε με ιδιαίτερη λεπτομέρεια σε τεχνικές και εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ευχρηστίας και την αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων γενικότερα.

7.5.1 Ανθρωποκεντρική ανάπτυξη σύμφωνα με τη LUCID

Η LUCID στηρίζεται στο εξελικτικό μοντέλο ανάπτυξης. Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρει κανείς στο διαδικτυακό τόπο www.cognetics.com. Σύμφωνα με τη LUCID, διακρίνονται οι εξής έξι φάσεις ανάπτυξης: α) ανάπτυξη αρχικής ιδέας, β) ανάπτυξη αναγκών και απαιτήσεων, γ) σχεδιασμός συστήματος με πρότυπη βασική οθόνη, δ) επαναληπτικός σχεδιασμός και βελτίωση πρωτοτύπου, ε) ανάπτυξη συστήματος και στ) αρχική λειτουργία. Ο εξελικτικός χαρακτήρας της διαδικασίας προκύπτει από την ανάπτυξη ενός πρωτοτύπου στη φάση γ και τη διαδοχική βελτίωση του κατά τη φάση δ. Στη συνέχεια δίνεται το περίγραμμα κάθε μιας από τις φάσεις που αναφέρθηκαν.

Φάση (Α). Ανάπτυξη αρχικής ιδέας του συστήματος

- Δημιουργία αρχικής ιδέας.
- Ορισμός επιχειρησιακού στόχου.
- Δημιουργία ομάδας σχεδιασμού ευχρηστίας.
- Προσδιορισμός τυπικών χρηστών.
- Προσδιορισμός τεχνικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων.
- Ορισμός πλάνου ανάπτυξης, προσωπικού που πρόκειται να εμπλακεί στην ανάπτυξη, χρονοπρόγραμματος, προϋπολογισμού του έργου.

Φάση (Β). Ανάλυση αναγκών και απαιτήσεων

- Χωρισμός χρηστών σε ομογενείς ομάδες και ανάλυση των χαρακτηριστικών τους.
- Ανάλυση εργασιών σε ξεχωριστές ενότητες.
- Ανάλυση των αναγκών μέσω δημιουργίας σεναρίων χρήσης με συμμετοχή των χρηστών.
- Περιγραφή των εργασιών μέσω ροών στοιχειωδών εργασιών (task flow).

- Εντοπισμός των κυρίων αντικειμένων και δομών που θα χρησιμοποιηθούν στη διεπιφάνεια χρήστη.
- Επίλυση τεχνικών προβλημάτων και περιορισμών τεχνικού χαρακτήρα.

Φάση (Γ). Σχεδιασμός συστήματος με πρότυπη βασική οθόνη

- Ορισμός ειδικών στόχων ευχρηστίας σύμφωνα με τις ανάγκες των χρηστών.
- Δημιουργία οδηγιών σχεδιασμού και οδηγού στυλ αλληλεπίδρασης.
- Ορισμός ενός μοντέλου πλοήγησης και της κυρίαρχης μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθεί στη διεπιφάνεια.
- Ορισμός της ομάδας των βασικών οθονών: εισαγωγική οθόνη, κεντρική οθόνη (home screen), βασικές οθόνες κύριων διεργασιών.
- Κατασκευή πρωτοτύπου των βασικών οθονών με χρήση εργαλείου γρήγορης πρωτυποποίησης.
- Καταγραφή της γνώμης των χρηστών και πρώτες μετρήσεις ευχρηστίας για το πρωτότυπο που κατασκευάστηκε.

Φάση (Δ). Επαναληπτικός σχεδιασμός και βελτίωση πρωτοτύπου (επαναληπτική διαδικασία των παρακάτω βημάτων)

- Επέκταση των βασικών οθονών σε πλήρες σύστημα.
- Εμπειρική αξιολόγηση διεπιφάνειας από ειδικούς διαδραστικών συστημάτων.
- Διενέργεια μετρήσεων ευχρηστίας ευρείας κλίμακας.
- Παραγωγή πλήρους πρωτοτύπου και λεπτομερών προδιαγραφών.

Φάση (Ε). Ανάπτυξη συστήματος

- Υλοποίηση του συστήματος σύμφωνα με τις προδιαγραφές που αναπτύξαμε στις προηγούμενες φάσεις. Η υλοποίηση του συστήματος, πολλές φορές μπορεί να αποτελέσει μετεξέλιξη του πρωτοτύπου της προηγούμενης φάσης, ή μπορεί να είναι ένα εντελώς νέο σύστημα.
- Προσδιορισμός των εργαλείων και πρακτικών που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση του συστήματος.
- Αντιμετώπιση των τροποποιήσεων που ενδεχομένως απαιτούνται στο σχεδιασμό του συστήματος εξαιτίας τεχνικών προβλημάτων που προκύπτουν κατά την υλοποίηση του συστήματος.
- Ανάπτυξη ηλεκτρονικών βοηθημάτων (on-line help), εγχειριδίων χρήσης και εκπαιδευτικού υλικού (tutorials).

Φάση (Στ). Φάση αρχικής λειτουργίας

- Υποστήριξη και εκπαίδευση χρηστών.
- Καταγραφή και αξιολόγηση συμβάντων.
- Συντήρηση του συστήματος.

7.5.2 Περιγραφή του προβλήματος: Το Εκδοτήριο Εισιτηρίων

Το πρόβλημα που θα μελετήσουμε είναι το εξής: Υποθέτουμε ότι στο σταθμό λεωφορείων μιας μεγάλης Ελληνικής πόλης με πολλή κίνηση, η επιχείρηση αποφασίζει να εγκαταστήσει αυτόματα εκδοτήρια εισιτηρίων για την εξυπηρέτηση του επιβατικού κοινού. Ο πρώτος σχεδιασμός αφορά το χώρο του Κεντρικού Σταθμού της πόλης, αλλά μπορεί να προβλέψουμε επεκτάσεις του συστήματος σε άλλα κεντρικά σημεία της πόλης καθώς και, εναλλακτικά, την έκδοση εισιτηρίων μέσω του Διαδικτύου.

7.5.3 Παράδειγμα ανάλυσης αρχικής ιδέας και επιχειρησιακού στόχου

Κατά τη φάση αυτή, πέραν της οργάνωσης της διαδικασίας σχεδιασμού, γίνεται ο ορισμός του προβλήματος και του επιχειρησιακού στόχου. Για το παράδειγμά σχεδίασης του «Εκδοτηρίου Εισιτηρίων», ζητείται από τον αναγνώστη, πριν προχωρήσει στη μελέτη της ενότητας αυτής, να προτείνει έναν επιχειρησιακό στόχο και να τον αναλύσει στις κύριες διακριτές εργασίες που ένας επιβάτης μπορεί να επιτελέσει χρησιμοποιώντας το Εκδοτήριο Εισιτηρίων. Στη συνέχεια, προτείνεται μια απάντηση στο ερώτημα αυτό:

Επιχειρησιακός στόχος. Η επιχείρηση επιδιώκει με την εισαγωγή του συστήματος την καλύτερη και ταχύτερη εξυπηρέτηση των πελατών της. Συγκεκριμένα, με την εισαγωγή αυτού του συστήματος επιδιώκεται η αποφυγή των ουρών που σχηματίζονται στα ταμεία κατά τις ώρες αιχμής. Επιπλέον στόχος του συστήματος είναι να κάνει πιο δημοφιλή την επιχείρηση στο επιβατικό κοινό, παρέχοντας ευκολότερη πρόσβαση στις υπηρεσίες της, δίνοντας πληροφορίες για τα δρομολόγια. Ένας άλλος στόχος είναι να χρησιμοποιηθεί το σύστημα ως μέσο διαφήμισης των τουριστικών περιοχών ή άλλων περιοχών ενδιαφέροντος, που η επιχείρηση εξυπηρετεί.

Ορισμός προβλήματος – καταγραφή κύριων εργασιών. Η λεπτομερής περιγραφή του προβλήματος περιέχει καταγραφή διακριτών εργασιών που ο επιβάτης μπορεί να επιτελέσει με το σύστημα. Τέτοιες μπορεί να είναι οι εξής:

1. *Έκδοση εισιτηρίου:* Ο χρήστης επιλέγει τον προορισμό και το δρομολόγιο (από αυτά που είναι διαθέσιμα και έχουν ελεύθερες θέσεις) που επιθυμεί. Πληροφορείται το αντίστοιχο αντίτιμο του εισιτηρίου. Καταβάλλει το αντίτιμο και παραλαμβάνει το εισιτήριο. Επιπλέον, θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα έκδοσης εισιτηρίου επιστροφής, ή να γίνει κράτηση του εισιτηρίου επιστροφής.
2. *Κράτηση θέσης:* Ο χρήστης επιλέγει τον προορισμό και το δρομολόγιο (από αυτά που είναι διαθέσιμα και έχουν ελεύθερες θέσεις) που επιθυμεί. Στη συνέχεια, παραλαμβάνει από το σύστημα ένα αποδεικτικό στοιχείο της κράτησης. Αυτό μπορεί να περιέχει κατάλληλα στοιχεία αναγνώρισης, π.χ. QR κώδικα γρήγορης απάντησης (Quick Response Code).
3. *Παρουσίαση πληροφοριών:* Δίνεται η δυνατότητα στον ενδιαφερόμενο να πάρει πληροφορίες σχετικά με διαθέσιμα δρομολόγια, π.χ. ώρες αναχώρησης και άφιξης, τιμές εισιτηρίων, καθώς και πληροφορίες για τα μέρη που τα δρομολόγια έχουν σαν προορισμό (εικόνες, video, ιστορία κ.α.).

7.5.4 Παράδειγμα ανάλυσης χρηστών

Για το εκδοτήριο εισιτηρίων η φάση ανάλυσης χρηστών μπορεί να περιλαμβάνει τα εξής συμπεράσματα.

Ανάλυση χρηστών. Αρχικά καταγράφονται όλοι οι ενδιαφερόμενοι, που περιλαμβάνουν πρωτεύοντες χρήστες (επιβάτες), δευτερεύοντες χρήστες (διοίκηση και το λοιπό προσωπικό της επιχείρησης) και τριτεύοντες χρήστες (επιβάτες που αγοράζουν εισιτήρια από τα ταμεία). Επικεντρώνουμε την ανάλυση

ση σε πρωτεύοντες χρήστες. Μετά από παρατηρήσεις εθνογραφικού χαρακτήρα των χρηστών στον υφιστάμενο χώρο έκδοσης των εισιτηρίων και συνεντεύξεις με τυπικούς χρήστες, μπορούμε να χωρίσουμε τους χρήστες σε διάφορες ομάδες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους.

Παρατηρούμε ότι οι χρήστες του συστήματος προέρχονται από ένα ευρύ φάσμα ηλικιών που περιλαμβάνει από μαθητές και φοιτητές μέχρι άτομα μεγάλης ηλικίας. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι το γνωσιακό επίπεδο των χρηστών είναι επίσης ευρύ, αφού ταξιδεύουν άτομα διαφόρων μορφωτικών επιπέδων (π.χ. αγράμματοι έως απόφοιτοι τριτοβάθμιας εκπαίδευσης με μεταπτυχιακούς τίτλους). Ανάλογες παρατηρήσεις μπορούμε να κάνουμε και για την κοινωνική τάξη που ανήκουν οι χρήστες, όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε αγρότες, εμπόρους, επιχειρηματίες, συνταξιούχους, ανέργους, φοιτητές, μαθητές, κ.λπ. Τα ποσοστά κάθε μίας από τις παραπάνω ομάδες χρηστών μεταβάλλονται ανάλογα με το κάθε δρομολόγιο, έτσι δρομολόγια από και προς την ενδοχώρα έχουν κυρίως αγροτικό χαρακτήρα, ενώ δρομολόγια προς άλλα μεγάλα αστικά κέντρα περισσότερους επαγγελματίες, φοιτητές κ.λπ.

Από την παραπάνω ανάλυση και αντιπροσωπευτικές συνεντεύξεις συνάγουμε επίσης συμπεράσματα σχετικά με την εξοικείωση των χρηστών με τους υπολογιστές. Συγκεκριμένα, αναμένεται ότι: α) το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών δεν έχει σημαντική επαφή με τους υπολογιστές αλλά δεν έχει και αρνητική προδιάθεση, β) μία μικρή ομάδα έχει αρνητική προδιάθεση γ) μια άλλη μικρή (και με την πάροδο του χρόνου μειούμενη) ομάδα χρηστών δεν έχει καμία απολύτως επαφή με τους υπολογιστές, δ) τέλος, υπάρχει κάποιο μικρό ποσοστό χρηστών πολύ εξοικειωμένων με τους υπολογιστές, που τους χρησιμοποιεί στην εργασία ή στις σπουδές του σε καθημερινή βάση.

Παρατηρώντας τους χρήστες διαπιστώνουμε ότι αρκετοί από αυτούς έχουν κάποιες ιδιαιτερότητες όσον αφορά τα φυσικά τους χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, διαπιστώνουμε ότι αρκετοί από τους χρήστες έχουν προβλήματα όρασης (τα οποία πολλές φορές μπορεί να αποβούν καθοριστικά για την αλληλεπίδρασή τους με το αυτόματο εκδοτήριο), ενώ μια μικρότερη ομάδα χρηστών παρουσιάζει και διάφορα άλλα προβλήματα – αναπηρίες κινητικού και άλλου χαρακτήρα. Τέλος, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι έχουμε χρήστες όλων των σωματικών διαπλάσεων και όλων των υψών, κάτι που μπορεί να επηρεάσει τη φυσική κατασκευή του όλου συστήματος.

Καταγραφή τυπικών διαλόγων. Εκτός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά των χρηστών καταγράφουμε τους τυπικούς διαλόγους που διαδραματίζονται στα εκδοτήρια εισιτηρίων. Για το σκοπό αυτό εφαρμόζουμε τη μέθοδο παρατήρησης του χρήστη ακολουθώντας το πρωτόκολλο συνομιλίας/συζήτησης (βλέπε ενότητα 7.3.3). Έτσι, παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών γνωρίζει τη χρονική περίοδο για την οποία θέλει να προμηθευτεί το εισιτήριο με αρκετά μεγάλη ακρίβεια, κατά συνέπεια οι διάλογοι είναι αρκετά σύντομοι και εντοπίζονται στην επιλογή του ακριβούς δρομολογίου ανάμεσα στα δρομολόγια που εκτελούνται σε κάποιο περιορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. το πρωί). Ένα άλλο είδος διαλόγων που παρατηρούνται, αφορά την ενημέρωση για το είδος των δρομολογίων που υπάρχουν (π.χ. express). Σπανιότερα, έχουμε ενημερωτικούς διαλόγους για το αν υπάρχουν δρομολόγια για συγκεκριμένους προορισμούς και ποια είναι αυτά ή διαλόγους που αφορούν τις τιμές και τα είδη των διαθέσιμων εισιτηρίων (π.χ. φοιτητικά). Τέλος, κάποιες φορές έχουμε πληροφοριακούς διαλόγους για το αν έχει φτάσει ή πότε αναμένεται κάποιο δρομολόγιο.

Περιβάλλον. Γενικά, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο χώρος λειτουργίας του συστήματος χαρακτηρίζεται από μέτριο φωτισμό τις περισσότερες ώρες της ημέρας ενώ τις ώρες που τα εκδοτήρια δεν λειτουργούν ο φωτισμός είναι ακόμα πιο περιορισμένος. Επίσης, τα επίπεδα θορύβου κατά τις ώρες αιχμής και τις ώρες που έχουμε αφίξεις και αναχωρήσεις είναι αρκετά αυξημένα, ενώ τις υπόλοιπες

ώρες βρίσκονται μέσα σε φυσιολογικά πλαίσια. Τέλος, ο τρόπος παροχής πληροφοριών είναι σχεδόν αποκλειστικά η συνομιλία με κάποιον από τους υπαλλήλους των εκδοτηρίων ή σε μερικές περιπτώσεις με το σταθμάρχη.

Ορισμός ομάδων χρηστών. Οι ομάδες χρηστών που καταγράφηκαν με την παραπάνω διαδικασία ήταν:

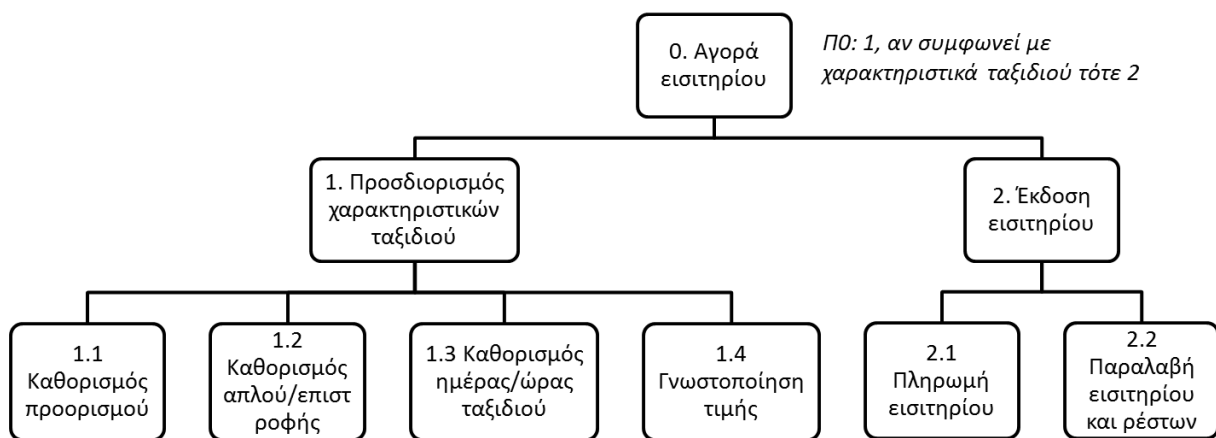
1. Συχνοί ταξιδιώτες (ταξιδιώτες που χρησιμοποιούν τα μέσα αυτά σε καθημερινή ή πολύ μεγάλη συχνότητα) με σαφείς στόχους και καλή ενημέρωση.

2. Ευκαιριακοί ταξιδιώτες. Χρησιμοποιούν τα μέσα αυτά σπάνια, χρειάζονται πολλές διευκρινήσεις και πληροφορίες για τα δρομολόγια, τιμές, θέσεις κ.λπ.

3. Νέοι ταξιδιώτες. Ταξιδιώτες που χρησιμοποιούν τα μέσα για πρώτη φορά. Μεταξύ αυτών είναι πολλοί τουρίστες (Έλληνες και ξένοι) που απαιτούν και πληροφορίες τουριστικού χαρακτήρα καθώς και σύνδεση δρομολογίων με τουριστικούς προορισμούς (π.χ. ποιο είναι το δρομολόγιο που εξυπηρετεί τους Δελφούς). Επίσης, πολλοί από αυτούς δεν μιλούν την Ελληνική γλώσσα και έχουν προβλήματα επικοινωνίας με το προσωπικό των εκδοτηρίων που δεν είναι πολύγλωσσο.

7.5.5 Παράδειγμα ιεραρχικής ανάλυσης εργασιών

Η ανάλυση εργασιών για το παράδειγμα του εκδοτηρίου εισιτηρίων μπορεί σε πρώτο επίπεδο να διασπάσει την εργασία «αγορά εισιτηρίου» στις εξής δύο κύριες εργασίες: α) επιλογή χαρακτηριστικών ταξιδιού, β) έκδοση και παραλαβή εισιτηρίου. Οι εργασίες αυτές μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω όπως φαίνεται στην εικόνα 7.8, σε ένα ακόμη ιεραρχικό επίπεδο:



Εικόνα 7.8 Ιεραρχική ανάλυση εργασίας «Αγορά Εισιτηρίου».

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ανάλυσης εργασιών (βλέπε εικόνα 7.8), μέχρι το επίπεδο που έχει γίνει η ανάλυση, δεν υπάρχει αναφορά στο αυτόματο εκδοτήριο ή στον υφιστάμενο τρόπο εξυπηρέτησης από τα ταμεία του σταθμού. Ωστόσο, ήδη από αυτό το επίπεδο ανάλυσης, προκύπτουν εργασίες που το αυτόματο εκδοτήριο θα πρέπει να υποστηρίζει. Αυτές αφορούν τη δυνατότητα καθορισμού της πόλης προορισμού, ημέρας/ώρας ταξιδιού και τύπου εισιτηρίου. Επίσης, αφορούν τη δυνατότητα εισαγωγής

χρηματικού αντιτίμου, της εκτύπωσης εισιτηρίου και της παραλαβής χρηματικού υπολοίπου κατά τη συναλλαγή.

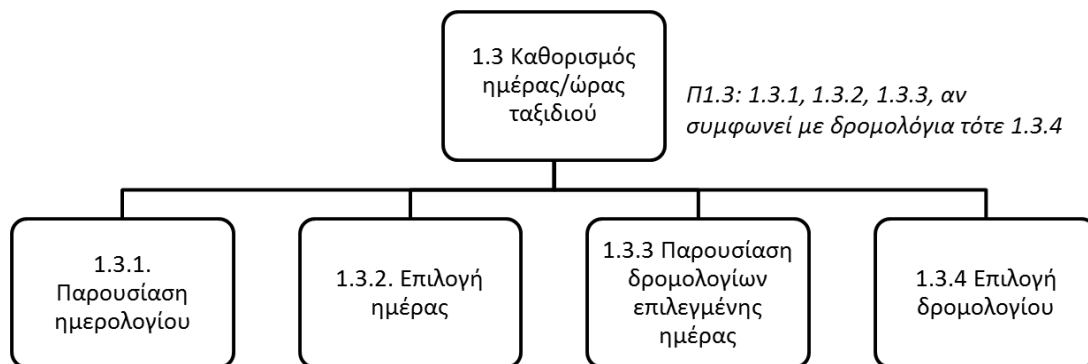
Επεκτάσεις της ανάλυσης εργασιών. Καθώς η σχεδίαση του συστήματος εξελίσσεται, το διάγραμμα ανάλυσης εργασιών εμπλουτίζεται περιλαμβάνοντας εργασίες που αφορούν το νέο σύστημα. Έτσι, στο παράδειγμα του εκδοτηρίου εισιτηρίων μπορούμε να καταγράψουμε προσθήκες στο ιεραρχικό διάγραμμα εργασιών, σύμφωνα με την προηγούμενη εμπειρία έκδοσης εισιτηρίων. Ένα πιθανό σενάριο που μας καθοδηγεί στην επέκταση του διαγράμματος είναι το εξής: Ένας φοιτητής θέλει να εκδόσει εισιτήριο με επιστροφή, για τη Θεσσαλονίκη, την προσεχή Δευτέρα το πρωί και επιθυμεί θέση δίπλα στο παράθυρο.

Ένα τροποποιημένο μοντέλο, το οποίο ικανοποιεί τις απαιτήσεις του σεναρίου αυτού θα πρέπει να περιλάβει τις εξής ακόμη υπο-εργασίες:

- 1.5: επιλογή κατηγορίας τιμής εισιτηρίου (φοιτητικό/παιδικό κ.λπ).
- 1.6: επιλογή θέσης στο λεωφορείο.

Με την τροποποίηση αυτή είναι δυνατή η ικανοποίηση του σεναρίου που προτείνεται αφού ο φοιτητής θα μπορεί να ζητήσει το εισιτήριο για Θεσσαλονίκη (εργασία 1.1), για Δευτέρα, πρωί (1.2), με επιστροφή (1.3), φοιτητική τιμή (1.5), θέση στο παράθυρο (1.6).

Έστω ότι στη συνέχεια επιθυμούμε την περαιτέρω ανάλυση της υπο-εργασίας 1.3 του διαγράμματος της εικόνας 7.8 κατά ένα ακόμη επίπεδο εργασιών. Μια πιθανή ανάλυση της εργασίας 1.3 φαίνεται στην εικόνα 7.9



Εικόνα 7.9 Ανάλυση εργασίας 1.3 του διαγράμματος της εικόνας 7.8.

Σχόλια που μπορούν να γίνουν στην ανάλυση αυτή εργασιών είναι ότι η Εργασία 1.3.3 (Παρουσίαση δρομολογίων επιλεγμένης ημέρας) θα πρέπει να περιλάβει όλα τα δρομολόγια της επιλεγμένης ημέρας για τα οποία υπάρχουν ακόμη διαθέσιμες θέσεις.

7.5.6 Παράδειγμα προδιαγραφών ευχρηστίας

Για το εκδοτήριο εισιτηρίων, οι βασικοί άξονες γύρω από τους οποίους αναπτύσσονται οι στόχοι ευχρηστίας του συστήματος, μπορεί να αφορούν: α) την ευκολία εκμάθησης από τον πρωτόπειρο χρήστη, β) το ρυθμό ολοκλήρωσης ενεργειών (ταχύτητα), γ) την ικανοποίηση που προκαλεί το σύστημα στο χρήστη.

Αναλυτικά, ένας βασικός στόχος ευχρηστίας, που αφορά την ευκολία εκμάθησης, μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: «Ο κάθε χρήστης από την πρώτη επαφή του με το σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να μάθει τις βασικές λειτουργίες του και να καταφέρει να επιτύχει τον αντικειμενικό σκοπό του, που είναι η

έκδοση του εισιτηρίου. Ο χρόνος που θα χρειαστεί για το παραπάνω πρέπει να είναι περιορισμένος και δεν μπορεί, ακόμα και για τον πιο άπειρο χρήστη, να ξεπερνά τα πέντε λεπτά».

Ένας άλλος στόχος ευχρηστίας, σχετικός με τον προηγούμενο είναι να είναι μικρός ο χρόνος επαναπροσαρμογής και επανεκμάθησης του συστήματος μετά από μακρόχρονη αποχή από τη χρήση του. Ο χρόνος αυτός πρέπει οπωσδήποτε να είναι μικρότερος από τον αρχικό χρόνο εκμάθησης και να πλησιάζει όσο το δυνατό περισσότερο το χρόνο απόκρισης ενός τακτικού χρήστη του συστήματος.

Άλλος στόχος ευχρηστίας που αφορά το ρυθμό (ταχύτητα) ολοκλήρωσης εργασιών, μπορεί να τεθεί ως προς το χρόνο που χρειάζονται χρήστες διαφόρων κατηγοριών, μετά την αρχική εξοικείωση με το σύστημα, για την επιτέλεση των συνηθισμένων εργασιών. Ένας μέσος χρήστης θα πρέπει να μπορεί να βγάλει το εισιτήριό του σε δύο λεπτά το πολύ, ενώ ένας πολύ έμπειρος χρήστης θα πρέπει να μπορεί να επιτύχει ακόμα καλύτερους χρόνους ολοκλήρωσης εργασιών, μικρότερους από το ένα λεπτό. Οι χρόνοι αυτοί προκύπτουν από μετρήσεις των χρόνων που απαιτούνται σήμερα για την έκδοση εισιτηρίων.

Επίσης, πρέπει όλα τα μηνύματα λάθους να είναι κατατοπιστικά και σαφή και να οδηγούν το χρήστη στην κατάλληλη επιλογή. Ταυτόχρονα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι οι υπάρχουσες οδηγίες και τα μενού, θα καθοδηγούν το χρήστη στις επιθυμητές επιλογές τόσο καλά, που τις περισσότερες φορές ένας τυπικός χρήστης θα μπορεί να ολοκληρώσει την εργασία που θέλει, χωρίς κανένα λάθος.

Τέλος, βασικό στοιχείο που πρέπει να μελετηθεί κατά τον έλεγχο ευχρηστίας του συστήματος είναι η αίσθηση που μένει στο χρήστη μετά τη χρήση του (ικανοποίηση που προκαλεί το σύστημα στο χρήστη). Αυτή η αίσθηση θα προσδιορίσει αν ο χρήστης θα προτιμήσει ξανά το αυτόματο σύστημα συναλλαγής ή αν θα συνεχίσει να χρησιμοποιεί το συμβατικό τρόπο έκδοσης εισιτηρίων.

Η μέτρηση των παραπάνω στόχων θα γίνει με τη δοκιμαστική χρήση του πρωτοτύπου του συστήματος από μία ομάδα τυπικών χρηστών, επαρκούς αριθμού (περίπου 6-7 ανά κατηγορία χρηστών). Κατά τη δοκιμαστική αυτή χρήση θα πρέπει να επιλεγεί ένα κατάλληλο σενάριο χρήσης, ώστε να μετρηθούν οι δείκτες ευχρηστίας και να συναχθούν συμπεράσματα σχετικά με την απόδοση του συστήματος. Μετά από τη δοκιμαστική χρήση του συστήματος πρέπει να ακολουθήσει η συμπλήρωση κατάλληλα δομημένου ερωτηματολογίου (βλέπε κεφάλαιο 9) και πιθανόν, σύντομη συνέντευξη με κάποιους χρήστες, ώστε να συνάγουμε στοιχεία σχετικά με τις εντυπώσεις τους από το σύστημα.

7.5.7 Παράδειγμα σχεδιασμού πρωτότυπων οθονών

Ενδεικτικά αναφέρονται στη συνέχεια οι επιλογές που αφορούν μια λύση του προβλήματος εκδοτηρίων εισιτηρίων.

α) *Στυλ αλληλεπίδρασης.* Ο «Απευθείας χειρισμός» φαίνεται κατάλληλος για την εφαρμογή αυτή, αφού απαιτεί ελάχιστη εκπαίδευση και παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα για πρωτόπειρους χρήστες, για ευκαιριακούς χρήστες και για χρήστες χωρίς εμπειρία υπολογιστών. Οι εντολές πρέπει να δίνονται μέσω πλήκτρων με καθαρά υπαινικσόμενη χρήση. Οι πληκτρολογήσεις πρέπει να ελαχιστοποιηθούν, συνεπώς η συμπλήρωση φορμών, όποτε απαιτείται (π.χ. όταν ζητηθούν οι λεπτομέρειες του ταξιδιού) θα πρέπει να γίνεται με επιλογή από κατάλληλα μενού. Μια εναλλακτική επιλογή για το στυλ αλληλεπίδρασης, θα μπορούσε να είναι η χρήση ομιλίας, είτε για την εισαγωγή στοιχείων (δήλωση προορισμού), είτε για την παροχή πληροφοριών και ανάδρασης από το σύστημα. Η επιλογή αυτή όμως δεν είναι κατάλληλη κυρίως γιατί το περιβάλλον χρήσης του συστήματος έχει υψηλά επίπεδα θορύβου, και διότι όπως αναφέρθηκε στα μειονεκτήματα της σχετικής ενότητας, υπάρχει σημαντική δυσκολία στην ανάπτυξη της διεπιφάνειας φυσικής γλώσσας και σύνθεσης/κατανόησης ομιλίας προς το πληροφοριακό σύστημα από

πλευράς προσπάθειας και κόστους, τέλος δε η απαίτηση για εξυπηρέτηση πολλαπλών γλωσσών κάνει το εγχείρημα αυτό ακόμη πιο σύνθετο. Γενικά, όμως θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η χρήση αυτού του στυλ αλληλεπίδρασης για εφαρμογές παροχής πληροφοριών προς το κοινό ειδικά σε συνδυασμό με τεχνολογία ομιλίας, παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα και θα πρέπει να εξετάζεται με προσοχή κατά περίπτωση. Ο ήχος σαν πρόσθετο στοιχείο ανάδρασης του συστήματος στις ενέργειες του χρήστη (όπως γίνεται στην περίπτωση πολλών τραπεζικών μηχανών ATM) κρίνεται χρήσιμος.

β) Συσκευές αλληλεπίδρασης. Η επιλογή των συσκευών αλληλεπίδρασης πρέπει να γίνει με βάση τις απαιτήσεις του προβλήματος όπως είναι π.χ. τα χαρακτηριστικά του χώρου. Ειδική μελέτη πρέπει να γίνει σχετικά με την εργονομία της συσκευής, την τοποθέτηση της σε σχέση με τις πηγές φωτός και θορύβου, το ύψος της επιφάνειας αλληλεπίδρασης κ.λπ. Με βάση την ανάλυση εργασιών, προκύπτει ότι υποστηρίζονται δύο βασικές εργασίες: (α) η παροχή πληροφοριών σχετικών με προορισμούς και τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών ταξιδιού και (β) η έκδοση εισιτηρίου.

Η δεύτερη εργασία απαιτεί την ύπαρξη χειριστηρίων όπως υποδοχή για την εισαγωγή χρημάτων και πιστωτικής κάρτας καθώς επίσης και υποδοχή για την επιστροφή κερμάτων και εισιτηρίων. Ο σχεδιασμός αυτού του τμήματος της συσκευής, θα πρέπει να λάβει υπόψη την τεχνολογία αντίστοιχων σχετικών συσκευών και δεν περιγράφεται με περισσότερη λεπτομέρεια εδώ. Ωστόσο, είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι ο διάλογος του χρήστη με αυτό το τμήμα της συσκευής πρέπει να σχεδιαστεί με βάση τις αρχές ανθρωποκεντρικών διεπιφανειών που περιγράφονται στο κεφάλαιο 8. Για παράδειγμα αρχές όπως η δυνατότητα διακοπής και ανάνηψης από πλευράς του χρήστη (πώς ο χρήστης ακυρώνει τη διαδικασία και ζητάει επιστροφή του ποσού που έχει καταβάλλει;), συνεχής ανάδραση του συστήματος (πώς γνωρίζει ο χρήστης πόσα χρήματα πρέπει να βάλει ακόμη;), ανάγκη επιβεβαίωσης πριν από μη-αναστρέψιμη ενέργεια (ερώτηση προς τον χρήστη για επιβεβαίωση πριν από την τελική εκτύπωση του εισιτηρίου) πρέπει να τηρηθούν.

Για την πρώτη εργασία (παροχή πληροφοριών) η αλληλεπίδραση είναι πιο σύνθετη και απαιτείται συσκευή με δυνατότητα παρουσίασης σύνθετης πληροφορίας αλλά και δυνατότητα παροχής επιλογών στο χρήστη. Με βάση τις σχεδιαστικές επιλογές που συναντάμε στο στυλ αλληλεπίδρασης του άμεσου χειρισμού, δεν απαιτείται η χρήση πληκτρολογίου. Αν η εφαρμογή απαιτούσε εισαγωγή στοιχείων όπως είναι το ονοματεπώνυμο του ταξιδιώτη, θα έπρεπε να επιλέξουμε ένα πληκτρολόγιο ειδικό για δημόσιους χώρους και χώρους με υψηλή ρύπανση και κίνδυνο βανδαλισμού, όπως είναι το πληκτρολόγιο μεμβράνης. Η συσκευή αλληλεπίδρασης που φαίνεται ότι έχει τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα, χρησιμοποιείται δε, σε πολλές παρόμοιες εφαρμογές (π.χ. πληροφοριακά κιόσκια κ.λπ.) είναι η οθόνη επαφής που, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι συγχρόνως συσκευή εξόδου και δεικτική συσκευή (βλέπε κεφάλαιο 4). Παράμετροι όπως είναι το κόστος και η εργονομία του χώρου καθορίζουν τις διαστάσεις και την τεχνολογία οθόνης επαφής που θα χρησιμοποιηθεί. Συνήθως όμως, οι οθόνες που επιλέγονται, λόγω των περιορισμών, είναι μικρών διαστάσεων (12" - 14"), κάτι που έχει συνέπεια στην ευκρίνεια και στην ποσότητα πληροφορίας που μπορεί να περιέχουν. Μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στις αρχές σχεδιασμού των συσκευών αυτών, όπως είναι το μέγεθος των μενού επιλογής, καθώς και στα χαρακτηριστικά ανάδρασής τους, που επηρεάζουν την αλληλεπίδραση με το χρήστη.

γ) Επιλογή κυρίαρχης μεταφοράς. Το στυλ απευθείας χειρισμού απαιτεί την ύπαρξη μιας κυρίαρχης μεταφοράς στη διεπιφάνεια χρήστη. Η χρήση μιας κυρίαρχης μεταφοράς στο πρόβλημά μας, διευκολύνει τη διερευνητική εκμάθηση του συστήματος και αυξάνει την ευχρηστία του. Η κυρίαρχη μεταφορά πρέπει να αναζητηθεί στο πεδίο του ταξιδιού, που είναι γνωστό στους χρήστες του συστήματος. Αντικείμενα όπως λεωφορείο, εισιτήριο κ.λπ., είναι σαφή στους χρήστες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μετα-

φορικό τρόπο στην οθόνη του υπολογιστή. Παραδείγματα μεταφορικών χρήσεων των αντικειμένων αυτών είναι:

- Ο χρήστης αλληλεπιδρά κατευθείαν με γραφική αναπαράσταση ενός λεωφορείου, επιλέγοντας τη θέση που επιθυμεί να ταξιδέψει. Αλληλεπιδρά με έναν χάρτη επιλέγοντας τον προορισμό του λεωφορείου. Αλληλεπιδρά με ένα ημερολόγιο, επιλέγοντας την ημέρα του ταξιδιού.
- Ο χρήστης αλληλεπιδρά κύρια με ένα εικονικό εισιτήριο το οποίο έχει τη μορφή φόρμας και στο οποίο συμπληρώνει τα πεδία προορισμός, δρομολόγιο, θέση κ.λπ. χρησιμοποιώντας κατάλληλα μενού επιλογών που επισυνάπτονται στα πεδία.

Η χρήση μιας μεταφοράς πρέπει να γίνεται με βάση το νοητικό μοντέλο του χρήστη. Για παράδειγμα η χρήση ενός χάρτη για επιλογή του προορισμού έχει πλεονεκτήματα για έναν καλό γνώστη της γεωγραφίας μιας περιοχής, αλλά μειονεκτήματα για χρήστες που δεν διαθέτουν ένα σαφές μοντέλο της γεωγραφικής τοποθεσίας του προορισμού τους. Επίσης, η ακρίβεια δήλωσης του προορισμού εξαρτάται από την κλίμακα του χάρτη. Γενικά πάντως πρέπει να δοθεί προσοχή ώστε το περιβάλλον να διατηρηθεί απλό και όχι πολύ φορτωμένο με γραφικά και άχρηστες πληροφορίες, έτσι ώστε να είναι γρήγορο στη χρήση και να μην αποσπάται η προσοχή του χρήστη από τον κύριο στόχο του που είναι η έκδοση του εισιτηρίου.

δ) *Σχεδιασμός βασικών οθονών.* Ο σχεδιασμός των οθονών είναι μια επαναληπτική διαδικασία. Υπάρχουν πολλές αρχές και κανόνες σχεδιασμού που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαδικασία αυτή¹⁴. Ειδικότερα τώρα και επιστρέφοντας στο παράδειγμα του σχεδιασμού των οθονών του εκδοτηρίου εισιτηρίων, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα εξής: Η οθόνη εισόδου (login) θα πρέπει να περιλαμβάνει κάποιες πληροφορίες για το σύστημα και πιθανόν τη δυνατότητα επιλογής γλώσσας επικοινωνίας. Επίσης, από αυτή την οθόνη, οι έμπειροι χρήστες θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα με συντομεύσεις να επιλέγουν προκαθορισμένες λειτουργίες με μεγάλη ζήτηση όπως «το επόμενο δρομολόγιο για τον προορισμό X». Σε αυτήν την οθόνη εισόδου, θα δίνεται επιπλέον και η δυνατότητα ρύθμισης βασικών παραμέτρων επικοινωνίας με το σύστημα όπως π.χ. η γλώσσα, η ένταση του ήχου ή ακόμα και το μέγεθος και η ποιότητα της βοήθειας που παρέχεται από το σύστημα στο χρήστη για να πραγματοποιήσει τη δοσοληψία που επιθυμεί. Επιπλέον, θα πρέπει το σύστημα να επιστρέφει αυτόματα στην οθόνη εισόδου, μετά από την πάροδο ενός καθορισμένου χρονικού διαστήματος. Η επόμενη οθόνη της εφαρμογής είναι η κεντρική οθόνη (home). Αυτή θα αποτελεί την κύρια οθόνη της εφαρμογής, από την οποία ο χρήστης με μία και μόνο επιλογή θα βρίσκεται σε οποιαδήποτε από τις υπόλοιπες βασικές οθόνες. Επίσης, θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα, από οποιαδήποτε οθόνη και αν βρίσκεται ο χρήστης, να γυρίζει στην κεντρική οθόνη (home) με το πάτημα μίας και μόνο επιλογής. Έτσι, ο χρήστης θα μπορεί ανά πάσα στιγμή να γυρίσει πίσω σε αυτό το σημείο αναφοράς και δεν θα κινδυνεύει να χαθεί σε κάποια «απόμακρη» οθόνη. Για τα πλήκτρα πλοήγησης [EΠΟΜΕΝΟ] [ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ], θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ευκολονόητες και παραστατικές απεικονίσεις που θα υπαινίσσονται τη χρήση τους. Επίσης, θα πρέπει να βρίσκονται στην ίδια ακριβώς θέση σε όλες τις οθόνες, σύμφωνα με την αρχή της συνέπειας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μια πρώτη προσέγγιση της σχεδίασης της κεντρικής οθόνης φαίνεται στην εικόνα 7.10. Οι προορισμοί χωρίζονται σε τοπικούς προορισμούς και υπεραστικούς. Οι τελευταίοι παρουσιάζουν, σύμφωνα με την ανάλυσή μας, περισσότερη κίνηση και απαιτούν πιο σύνθετη διάδραση του χρήστη. Οι εργασίες «επιλογή προορισμού», «επιλογή δρομολογίου» (ώρας αναχώρησης) και «επιλογή τύπου εισιτηρίου», γίνονται από αυτήν την οθόνη. Οι επιλογές αυτές επιτρέπουν την έκδοση εισιτηρίου. Πρόσθετες (προαιρετικές) επιλογές είναι η αγορά εισιτηρίου για επόμενες μέρες και επιλογή θέσης

¹⁴ Ο αναγνώστης θα ήταν χρήσιμο να ανατρέξει στο κεφάλαιο 8, όπου περιγράφονται αναλυτικά αυτοί οι κανόνες.

στο δρομολόγιο που έχει επιλεγθεί. Η πλοήγηση προς μια από τις δευτερεύουσες αυτές οθόνες ή την έκδοση εισιτηρίου καθώς και η αναίρεση των επιλογών τοποθετούνται στο κάτω μέρος της οθόνης. Η τιμή εισιτηρίου φαίνεται στο κάτω δεξί μέρος της οθόνης με έντονους χαρακτήρες. Οι προεπιλογές (default values) αφορούν:

- Προορισμός: τον προορισμό με τη μεγαλύτερη κίνηση (Αθήνα).
- Δρομολόγιο: το επόμενο δρομολόγιο με ελεύθερες θέσεις για τον επιλεγέντα προορισμό.
- Τύπος εισιτηρίου: χωρίς έκπτωση.

Σκαριφήματα, όπως αυτό της εικόνας 7.10, θα πρέπει να γίνουν για όλες τις οθόνες.

Εικόνα 7.10 Επιλογή κύριων παραμέτρων υπεραστικών δρομολογίων

7.5.8 Παράδειγμα πρωτοτύπου του εκδοτηρίου εισιτηρίων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε ενδεικτικά πρωτότυπα που μπορούν να αναπτυχθούν στο πλαίσιο της εφαρμογής του εκδοτηρίου εισιτηρίων. Στα πρωτότυπα αυτά φαίνονται οι σχεδιαστικές επιλογές που αφορούν τη διάταξη των οθονών, τη δομή του διαλόγου κ.λπ. Σύμφωνα με την ανάλυση και το σχεδιασμό που περιγράψαμε παραπάνω, σχεδιάστηκαν αρχικά οι βασικές οθόνες του συστήματος. Ένα δείγμα των σχετικών πρωτοτύπων φαίνονται στην εικόνα 7.11. Όπως φαίνεται στην εικόνα, βασικό στοιχείο του σχεδιασμού είναι η χρήση μεγάλων πλήκτρων με υπαινικσόμενη λειτουργία ώστε να μπορεί εύκολα ο άπειρος χρήστης να τα χρησιμοποιήσει μέσω της οθόνης επαφής. Επίσης, χρησιμοποιούνται μεγάλοι μεγέθους γραμματοσειρές για να είναι προσιτό το σύστημα σε άτομα με προβλήματα όρασης. Επιπλέον, γίνεται προσπάθεια οι ερωτήσεις και τα μηνύματα του συστήματος να είναι σαφή και τα μενού επιλογής να μην επιτρέπουν - κατά το δυνατόν - λάθος πληκτρολογήσεις. Τέλος, παρατηρούμε ότι το περιεχόμενο των οθονών επιχειρείται να είναι λιτό και περιεκτικό.



Εικόνα 7.11 Στιγμιότυπα από το πρωτότυπο εκδοτήριο εισιτηρίων. Αριστερά: Οθόνη επιλογής προορισμού, Δεξιά: Οθόνη επιλογής θέσης

Αρχικά, σχεδιάζεται η κύρια οθόνη του συστήματος που περιέχει όλες τις βασικές λειτουργίες όπως αυτές έχουν περιγραφεί στην ανάλυση. Κάθε οθόνη εκτός από την αρχική έχει το πλήκτρο «έξοδος», που δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να ακυρώσει ό,τι έχει κάνει και να αρχίσει από την αρχή. Επίσης, υπάρχουν και πλήκτρα που οδηγούν στην προηγούμενη οθόνη, όπου αυτό έχει νόημα.

Άλλη βασική οθόνη είναι η οθόνη επιλογής προορισμού. Στην οθόνη αυτή υπάρχουν δύο πλήκτρα συντόμευσης για προορισμούς που έχουν τη μεγαλύτερη ζήτηση (την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη), και ένα μενού για την επιλογή των υπολοίπων προορισμών. Η επιλογή μπορεί να γίνει είτε με το απευθείας πάτημα του προορισμού είτε με τη χρήση των δύο πλήκτρων κύλισης, τα οποία είναι κατασκευασμένα σε αρκετά μεγάλο μέγεθος, ώστε να είναι εύκολη η χρήση τους. Στη συνέχεια αντίστοιχες οθόνες κατασκευάζονται και για την επιλογή της ημερομηνίας και για την επιλογή της ώρας του δρομολογίου.

Μία άλλη σημαντική οθόνη είναι αυτή της επιλογής θέσης, που φαίνεται στην εικόνα 7.11. Η χρήση απευθείας χειρισμού στο πλάνο θέσεων του λεωφορείου παρουσιάζεται ως σχεδιαστική επιλογή. Επίσης η χρήση χρωματικής κωδικοποίησης με υπόμνημα διευκολύνει τον ταξιδιώτη να δει το βαθμό πληρότητας του δρομολογίου που έχει επιλέξει. Στο σημείο αυτό ζητείται από τον αναγνώστη να σκεφτεί συμπληρωματικό τρόπο απεικόνισης της πληροφορίας για την κάλυψη των θέσεων ο οποίος να μην στηρίζεται στην ανθρώπινη αντίληψη των χρωμάτων. Έτσι, η πληροφορία αυτή θα μπορεί να είναι προσβάσιμη ανεξαρτήτως συνθηκών εξωτερικού φωτισμού και ανεξαρτήτως οφθαλμικών παθήσεων που επηρεάζουν την αντίληψη των χρωμάτων (π.χ. ολική ή μερική αχρωματοψία).

Τα πρωτότυπα που αναπτύσσονται περνούν από διαδοχικές αξιολογήσεις με πραγματικούς χρήστες και ειδικούς ευχρηστίας. Τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων αυτών οδηγούν σε διαδοχικές βελτιώσεις των πρωτοτύπων. Η αξιολόγηση στο πεδίο (σταθμό λεωφορείων) είναι επίσης χρήσιμη διαδικασία που αποκαλύπτει δυσλειτουργίες. Στο κεφάλαιο 9 θα εξετάσουμε τις τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων.

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου που αναφέρεται στα μοντέλα και τις μεθόδους σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε να:

- Περιγράψετε βήμα-προς-βήμα μια τυπική διαδικασία ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος.
- Αναφέρετε τις διαφορές μεταξύ της διαδικασίας ανάπτυξης συστημάτων που είναι γνωστή ως μοντέλο καταρράκτη, της εξελικτικής διαδικασίας και της αστεροειδούς διαδικασίας.
- Αναφέρετε σε ποια φάση της διαδικασίας ανάπτυξης πρέπει να παρεμβάλεται αξιολόγηση του συστήματος.
- Επιλέξετε κατάλληλη μέθοδο έρευνας, καταγραφής και ανάλυσης απαιτήσεων ενός διαδραστικού λογισμικού.
- Περιγράψετε τον τρόπο χρήσης της μεθόδου ανάλυσης χρηστών.
- Αναφέρετε και να χρησιμοποιήσετε διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης εργασιών.

Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη

Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction* (4th edition). Boston: Addison Wesley.

Κλασσικό σύγγραμμα του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Υπολογιστή. Το κεφάλαιο 3 καλύπτει τα μοντέλα ανάπτυξης συστημάτων λογισμικού και τη μέθοδο LUCID που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη περίπτωσης αυτού του κεφαλαίου. Το κεφάλαιο 5 του βιβλίου, περιγράφει μεθόδους σύνταξης προδιαγραφών αλληλεπίδρασης καθώς επίσης και εργαλεία ανάπτυξης πρωτοτύπων.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (2004). *Human computer interaction* (3rd edition). Harlow ; Munich [u.a.]: Pearson Prentice Hall.

Ένα από τα πλέον γνωστά συγγράμματα του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Υπολογιστή. Στο κεφάλαιο 5 ορίζεται η έννοια της σχεδίασης και γίνεται εισαγωγή στις βασικές έννοιες του σχεδιασμού της αλληλεπίδρασης. Στο κεφάλαιο 6 περιγράφονται μοντέλα ανάπτυξης λογισμικού, ενώ στα κεφάλαια 7 και 8 παρουσιάζονται κανόνες και εργαλεία για την υποστήριξη της σχεδίασης και της ανάπτυξης συστημάτων. Στο κεφάλαιο 13 παρουσιάζονται τεχνικές έρευνας και καταγραφής απαιτήσεων χρηστών. Η ανάλυση εργασιών περιγράφεται εκτενώς στο κεφάλαιο 15. Στα κεφάλαια 16-18 παρουσιάζονται μέθοδοι μοντελοποίησης και σύνταξης προδιαγραφών αλληλεπίδρασης.

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Άσκηση 7.1

Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθής αναφορικά με τη διαδικασία σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων;

- (Α) Υπάρχει πάντοτε μία μοναδική σωστή λύση.
- (Β) Είναι κυρίως τέχνη και δεν μπορεί να διδαχθεί.
- (Γ) Η ίδια η αναπαράσταση της σχεδίασης μπορεί να εξελιχθεί και να γίνει το τελικό προϊόν.
- (Δ) Καμία από τις παραπάνω.

Άσκηση 7.2

Σε ποιο από τα παρακάτω μοντέλα σχεδιασμού συστημάτων λογισμικού, κάθε φάση συνοδεύεται υποχρεωτικά από μία φάση αξιολόγησης του συστήματος;

- (Α) Μοντέλο καταρράκτη.
- (Β) Ελικοειδές μοντέλο.
- (Γ) Αστεροειδές μοντέλο.
- (Δ) Ολοκληρωμένο μοντέλο.

Άσκηση 7.3

Ποιο από τα παρακάτω μοντέλα σχεδιασμού συστημάτων λογισμικού είναι το πλέον ακατάλληλο για την ανάπτυξη ισχυρά αλληλεπιδραστικών συστημάτων;

- (Α) Μοντέλο καταρράκτη.
- (Β) Ελικοειδές μοντέλο.
- (Γ) Αστεροειδές μοντέλο.
- (Δ) Ολοκληρωμένο μοντέλο.

Άσκηση 7.4

Σε ποιο από τα παρακάτω μοντέλα σχεδιασμού συστημάτων λογισμικού, η ανάπτυξη ενός συστήματος περιγράφεται ως μία εξελικτική διαδικασία βελτίωσης μιας αρχικής έκδοσης του συστήματος;

- (Α) Μοντέλο καταρράκτη.
- (Β) Ελικοειδές μοντέλο.
- (Γ) Αστεροειδές μοντέλο.
- (Δ) Ολοκληρωμένο μοντέλο.

Άσκηση 7.5

Κατά τον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό διαδραστικών συστημάτων εστιάζουμε στο:

- (Α) Σύστημα και τις εργασίες του, όσο γίνεται νωρίτερα στον κύκλο σχεδιασμού.
- (Β) Σύστημα και τις εργασίες του, λίγο πριν το τέλος του κύκλου σχεδιασμού.
- (Γ) Χρήστη και τις εργασίες του, όσο γίνεται νωρίτερα στον κύκλο σχεδιασμού.
- (Δ) Χρήστη και τις εργασίες του, λίγο πριν το τέλος του κύκλου σχεδιασμού.

Άσκηση 7.6

Ποιοι από τους παρακάτω αποτελούν δευτερεύοντες χρήστες ενός συστήματος αυτόματης έκδοσης εισιτηρίων λεωφορείων που πρόκειται να εγκατασταθεί στον κεντρικό σταθμό της πόλης;

- (Α) Το προσωπικό συντήρησης του αυτόματου εκδοτηρίου.
- (Β) Οι συχνοί επιβάτες.
- (Γ) Οι επιβάτες που αγοράζουν εισιτήρια μόνο από τα ταμεία.
- (Δ) Οι νέοι επιβάτες.

Άσκηση 7.7

Ποιοι από τους παρακάτω αποτελούν τριτεύοντες χρήστες ενός συστήματος αυτόματης έκδοσης εισιτηρίων λεωφορείων που πρόκειται να εγκατασταθεί στον κεντρικό σταθμό της πόλης;

- (Α) Το προσωπικό συντήρησης του αυτόματου εκδοτηρίου.
- (Β) Οι συχνοί επιβάτες.
- (Γ) Οι επιβάτες που αγοράζουν εισιτήρια μόνο από τα ταμεία.
- (Δ) Οι νέοι επιβάτες.

Άσκηση 7.8

Πόσα επίπεδα πρέπει να περιλαμβάνει ένα Ιεραρχικό Διάγραμμα Εργασιών;

- (Α) Το λιγότερο 3 επίπεδα.
- (Β) Το πολύ 3 επίπεδα.
- (Γ) 4 ή 5 επίπεδα.
- (Δ) Ο αριθμός διαφέρει ανάλογα με το σχεδιαστικό στόχο.

Άσκηση 7.9

Επιλέξτε τη μοναδική σωστή πρόταση αναφορικά με τη μέθοδο της παρατήρησης πεδίου.

- (Α) Δεν έχει υψηλές χρονικές απαιτήσεις.
- (Β) Είναι εύκολο να εκπαιδευτεί κανείς σε αυτήν.
- (Γ) Συλλέγει κυρίως ποσοτικά δεδομένα.
- (Δ) Επιτρέπει πλούσια καταγραφή των αναγκών του χρήστη.

Άσκηση 7.10

Σε ποιες βασικές κατηγορίες χωρίζονται οι συνεντεύξεις που πραγματοποιούνται στο πλαίσιο της ανάλυσης απαιτήσεων μίας εφαρμογής λογισμικού;

- (Α) Δομημένες και αδόμητες.
- (Β) Δομημένες, ημιδομημένες, και αδόμητες.

- (Γ) Χαμηλής και υψηλής πιστότητας.
- (Δ) Χαμηλής, ενδιάμεσης, και υψηλής πιστότητας.

Άσκηση 7.11

Ποιο από τα παρακάτω είναι λάθος αναφορικά με την τεχνική ομάδων εστίασης (focus groups);

- (Α) Ιδανικά, η δομή της ομάδος περιλαμβάνει 3 έως 10 άτομα.
- (Β) Είναι προτιμότερο οι συμμετέχοντες να έχουν ίδιους ή παρόμοιους ρόλους.
- (Γ) Ο υπεύθυνος διεξαγωγής πρέπει να φροντίσει να μην μονοπωλήσει κάποιος τη συζήτηση.
- (Δ) Συχνά καταγράφεται σε ήχο ή βίντεο, κατόπιν σχετικής άδειας από τους συμμετέχοντες.

Δραστηριότητα 7.1

Έστω ότι αποφασίσατε να σχεδιάσετε μία νέα υπηρεσία για την online δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας (online backup) για κινητά τηλέφωνα τύπου smartphone. Περιγράψτε ένα σενάριο σχεδίασης σύμφωνα με: α) το μοντέλο καταρράκτη, β) το αστεροειδές μοντέλο, και γ) το ελικοειδές μοντέλο.

Δραστηριότητα 7.2

Σχεδιάζετε ένα σύστημα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης (π.χ. Moodle) το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη εξ αποστάσεως μάθησης (distance learning) ή μικτής μάθησης (blended learning). α) Να εντοπίσετε τις ομάδες χρηστών για το συγκεκριμένο σύστημα. β) Να κατατάξετε τις ομάδες χρηστών που εντοπίσατε σε πρωτεύοντες, δευτερεύοντες και τριτεύοντες χρήστες. γ) Να αναφέρετε χαρακτηριστικά της κάθε ομάδας χρηστών τα οποία θα ήταν χρήσιμα στο σχεδιασμό του συστήματος.

Δραστηριότητα 7.3

Δημιουργήστε ένα ιεραρχικό διάγραμμα ανάλυσης εργασιών για τις εξής εργασίες: α) «Ηλεκτρονική κράτηση καταλύματος σε ξενοδοχείο», β) «Κλήση τηλεφωνικού αριθμού με χρήση κινητού τηλεφώνου».

Δραστηριότητα 7.4

Μελετήστε το άρθρο της παρακάτω πηγής. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη μέθοδο TCSD (Task-Centered System Design) και τις αρχές του χρηστο-κεντρικού σχεδιασμού, σχεδιάστε ένα παιχνίδι σε ένα μουσείο. Συγκεκριμένα, να φανταστείτε λεπτομέρειες για το παρακάτω σενάριο: με ένα κινητό τηλέφωνο τύπου smartphone οι επισκέπτες του μουσείου μπορούν να συμμετέχουν σε ένα ομαδικό παιχνίδι που περιλαμβάνει αλληλεπίδραση με τα εκθέματα και αλληλεπίδραση μεταξύ των παικτών. Υποθέστε ότι υπάρχει δίκτυο wifi στο μουσείο, ότι κάθε έκθεμα έχει ένα μοναδικό κωδικό στο καρτελάκι του και ότι το μουσείο διαθέτει μια βάση δεδομένων με πληροφορίες πολυμεσικού χαρακτήρα για όλα τα εκθέματά του. Μπορείτε να εμπνευστείτε τους κανόνες του παιχνιδιού από γνωστά παιχνίδια (π.χ. κρυφό, κυνηγητό).

Πηγή: Greenberg, S. (2002) Working through Task-Centered System Design. In Diaper, D. and Stanton, N. (Eds) *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.

Δραστηριότητα 7.5

Σας έχει ζητηθεί να σχεδιάσετε ένα νέο εκπαιδευτικό παιχνίδι για κάποιο μουσείο της χώρας (π.χ. Μουσείο Μπενάκη) το οποίο θα παρέχεται με τη μορφή εφαρμογής για κινητά τηλέφωνα (mobile app). Σχεδιάστε και διεξάγετε μία συνέντευξη για το σκοπό αυτό. Ποιες κατηγορίες συμμετεχόντων θα θέλατε να έχετε; Ποιες ερωτήσεις θα κάνατε και γιατί;

Δραστηριότητα 7.6

Στο πλαίσιο ανάπτυξης ενός συστήματος αυτόματων αεροπορικών κρατήσεων ενός ταξιδιωτικού γραφείου έχουν καταγραφεί οι εξής ομάδες χρηστών: γενικός διευθυντής, ιδιαίτερα διευθυντή, διευθυντής οικονομικών υπηρεσιών, υπάλληλοι εξυπηρέτησης κοινού. Να καταταγούν οι χρήστες αυτοί σε κατηγορίες.

Δραστηριότητα 7.7

Έστω ότι αποφασίσατε να σχεδιάσετε ένα καινούργιο σύνθετο έπιπλο που θα τοποθετήσετε στο γραφείο σας και στο οποίο θα τοποθετήσετε τον υπολογιστή σας. Περιγράψτε δύο τουλάχιστον εναλλακτικά σενάρια σχεδίασης σύμφωνα με το αστεροειδές μοντέλο.

Δραστηριότητα 7.8

Σημαντικό ρόλο κατά την ανάλυση και τον σχεδιασμό ενός προϊόντος, παίζουν οι χρήσεις διαδοχικών αναπαραστάσεων. Μπορεί κανείς να δει το σχεδιασμό ενός συστήματος - προϊόντος ως μια ακολουθία διαδοχικών μετασχηματισμών από αναπαράσταση σε αναπαράσταση με αυξανόμενη λεπτομέρεια μέχρι την τελική λεπτομερή προδιαγραφή. Ζητείται να περιγράψετε υπό την οπτική αυτή γωνία τη διαδικασία σχεδιασμού ενός νέου αυτοκινήτου από μια αυτοκινητοβιομηχανία.

Δραστηριότητα 7.9

Δίδονται τα παρακάτω κριτήρια μέτρησης ευχρηστίας συστήματος:

1. χρόνος που καταναλώνεται στη διόρθωση σφαλμάτων,
2. ποσοστό σφαλμάτων,
3. ποσοστό ανταγωνιστικών προϊόντων που εκτελούν την ίδια εργασία καλύτερα,
4. αριθμός εντολών που απαιτούνται,
5. συχνότητα χρήσης HELP και εγχειριδίων,
6. χρόνος που καταναλώνεται στη χρήση HELP και εγχειριδίων,
7. ποσοστό θετικών και αρνητικών σχολίων χρηστών,
8. αριθμός επαναλήψεως αποτυχημένων εντολών,
9. αριθμός επιτυχημένων και αποτυχημένων προσπαθειών,
10. αριθμός περιπτώσεων που το σύστημα εξαπατά το χρήστη,
11. αριθμός θετικών και αρνητικών χαρακτηριστικών που θυμάται ο χρήστης,
12. αριθμός διαθέσιμων εντολών που δεν χρησιμοποιήθηκαν.

Ζητείται να καταταγούν σε μια από τις εξής παραμέτρους ευχρηστίας: A= αποτελεσματικότητα, B= απόδοση, Γ= ικανοποίηση.

Δραστηριότητα 7.10

(θέμα εργασίας-project) Η άσκηση αυτή έχει ως στόχο να ακολουθήσετε βήμα-προς-βήμα την ανθρωποκεντρική μεθοδολογία σχεδίασης και ανάπτυξης μιας διεπιφάνειας χρήστη που περιγράφηκε στο κεφάλαιο αυτό. Θα χρησιμοποιήσετε αρχικά χαρτί και μολύβι, στη συνέχεια δε ένα εργαλείο γρήγορης προτυποποίησης (Visual Basic .NET ή όποιο άλλο επιθυμείτε).

Προδιαγραφή. Υποθέστε ότι οι κυριότερες οικιακές συσκευές έχουν διασυνδεθεί σε ενδοδίκτυα (intranet). Σαν συνέπεια μπορούν να ελεγχθούν μέσω ενός κέντρου ελέγχου. Υποθέστε ότι στόχος σας είναι ο σχεδιασμός του κέντρου αυτού. Προτείνονται οι ακόλουθοι δύο σχεδιασμοί, οι οποίοι θα πρέπει να συγκριθούν:

(α) Υποθέτουμε ότι ο έλεγχος γίνεται μέσω του τηλεοπτικού δέκτη και ενός κατάλληλου τηλεχειριστήριου που πρέπει επίσης να σχεδιαστεί.

(β) Υποθέτουμε ότι η αλληλεπίδραση με το κέντρο ελέγχου γίνεται μέσω οθόνης επαφής.

Οι λειτουργίες του σπιτιού που θα πρέπει να ελέγξετε με το Οικιακό Κέντρο Ελέγχου (ΟΚΕ) είναι οι εξής:

- φωτισμός, υποθέστε μικρό διαμέρισμα 3 δωματίων,
- βασικές λειτουργίες στερεοφωνικού συγκροτήματος (άνοιγμα κλείσιμο, επιλογή συχνότητας ραδιοφωνικού δέκτη),
- κεντρική θέρμανση/κλιματισμός,
- άνοιγμα κλείσιμο παραθύρων (ηλεκτρικών ρολών) και κεντρικής πόρτας.

Θα πρέπει να αναπτύξετε κατάλληλο πρωτότυπο και να προσομοιώσετε τη λειτουργία του τηλεχειριστήριου με ένα τμήμα του πληκτρολογίου. Αφού ολοκληρώσετε το σχεδιασμό και για τα δύο πρωτότυπα, θα πρέπει να εκτελέσετε συγκριτική αξιολόγηση.

Δεν είναι απαραίτητο να σχεδιάσετε κάποια εφαρμογή ή βάση δεδομένων. Η έμφαση θα δοθεί στη διεπιφάνεια χρήστη.

Ζητούνται: (Α) Να δοθεί ορισμός προβλήματος (σε μία πρόταση). (Β) Καθορισμός επιχειρησιακού στόχου: Τι επιδιώκεται με την ανάπτυξη του συστήματος; (Γ) Να γίνει λεπτομερής περιγραφή άλλων αντικειμένων και συστημάτων που έχουν παρόμοια λειτουργικότητα με το υπό σχεδιασμό σύστημα. Όπου αυτό είναι εφικτό να περιλάβετε φωτογραφίες και άλλο υλικό, να περιγράψετε τυπικούς διαλόγους και σενάρια χρήσης των συστημάτων αυτών και να αποκτήσετε προσωπική πείρα την οποία θα καταγράψετε με τη μορφή σημειώσεων. (Δ) Ανάλυση χρηστών (παρατήρηση χρηστών, περιγραφή τυπικών διαλόγων, καταγραφή ομάδων χρηστών). Χρησιμοποιήστε οποιοδήποτε βοήθημα κρίνετε σκόπιμο για την παρατήρηση των χρηστών (βιντεοκάμερα, καταγραφή ήχου κ.λπ.). Να περιγράψετε κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία που καθορίζουν την αλληλεπίδραση χρήστη-συστήματος (τρόπος παροχής πληροφοριών, φωτισμός, επίπεδα θορύβου κ.λπ.). (Ε) Ανάλυση εργασιών του προς σχεδιασμό συστήματος (ιεραρχικό μοντέλο, τουλάχιστον 4 επιπέδων). (Ζ) Περιγραφή ενδεικτικών σεναρίων χρήσης του συστήματος. (Η) Με βάση τα σενάρια και την ανάλυση εργασιών να καταγραφούν τα αντικείμενα και δομές που εμφανίζονται στη διεπιφάνεια χρήστη. (Θ) Να προτείνετε εννοιολογικές μεταφορές και χρήση εναλλακτικών στυλ. Να επιμείνετε ιδιαίτερα στη χρήση απευθείας χειρισμού. (Ι) Περιγραφή χαρακτηριστικών βασικών οθονών (αρχική, οθόνη αναφοράς, κύριες λειτουργίες). Να προτείνετε μοντέλο πλοήγησης.

Δραστηριότητα 7.11

Ζητείται να περιγράψετε με διάγραμμα καταστάσεων την αλληλεπίδραση της εργασίας «επιλογή ώρας» στην Οθόνη της εικόνας 7.10.

8

Εργαλεία και μέθοδοι σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται ζητήματα σχεδιασμού αλληλεπίδρασης και του χρηστοκεντρικού σχεδιασμού. Η συζήτηση οργανώνεται μέσα από ζητήματα που αφορούν στην αλληλεπίδραση με διαδικτυακές εφαρμογές που εμπεριέχουν και κάποιες εργασίες αναζήτησης πληροφορίας. Και αυτό γιατί ο σχεδιασμός τέτοιου είδους δικτυακών τόπων και εφαρμογών αποτελούν ένα από τα κυρίαρχα παραδείγματα αλληλεπίδρασης της εποχής μας.

Η συζήτηση προϋποθέτει την κατανόηση των εννοιών που πραγματεύεται το προηγούμενο κεφάλαιο, ενώ την ίδια στιγμή τις επικαιροποιεί και τις επεκτείνει στο πλαίσιο του Παγκόσμιου Ιστού. Μέσα από την παρουσίαση των βασικών αρχών του χρηστοκεντρικού σχεδιασμού για τέτοιου είδους διαδικτυακές εφαρμογές, θα είστε σε θέση να σχεδιάσετε διαδικτυακές εφαρμογές και συστήματα, έχοντας ως βασικό στόχο τη μεγιστοποίηση της ευχρηστίας τους. Στα πλαίσια αυτού του σκοπού παρουσιάζονται οι πλέον διαδεδομένες προσεγγίσεις για την κατανόηση του προφίλ των χρηστών, για το σχεδιασμό της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής όπως η ταξινόμηση καρτών αλλά και για την αναγνώριση συγκεκριμένων στόχων χρηστοκεντρικού σχεδιασμού που λαμβάνουν υπόψη το διττό στόχο ενός δικτυακού τόπου ή εφαρμογής: Την υλοποίηση ενός λογισμικού που την ίδια στιγμή εμπεριέχει (σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό) και στοιχεία ενός υπερκειμενικού συστήματος.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη του συγκεκριμένου κεφαλαίου, θα μπορείτε:

- Να διακρίνετε τις φάσεις του σχεδιασμού μιας διαδικτυακής εφαρμογής.
- Να εργαστείτε συστηματικά κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού με βάση τις αρχές της μηχανικής ευχρηστίας.
- Να κατανοήσετε το σχεδιασμό μέσα από το πρίσμα βασικών αρχών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού που είναι η ευκολία εκμάθησης, η ευκαμψία και η ευρωστία.
- Να διαπιστώσετε τις προκλήσεις που ενέχει ο χρηστοκεντρικός σχεδιασμός για εφαρμογές στον Παγκόσμιο Ιστό.
- Να χρησιμοποιήσετε κατάλληλες μεθόδους, όπως είναι η ταξινόμηση καρτών, για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής και του μοντέλου πλοήγησης μιας εφαρμογής στον Παγκόσμιο Ιστό.

Έννοιες κλειδιά

Σχεδιασμός αλληλεπίδρασης δικτυακών συστημάτων (web interaction design), ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός, διαδικτυακή εφαρμογή, σχεδιασμός πληροφοριακής αρχιτεκτονικής, ταξινόμηση καρτών, ανάπτυξη πρωτοτύπων διεπαφής (prototyping), εργαλεία ανάπτυξης πρωτοτύπων και διεπιφανειών, μετρική lostness.

Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Ο σχεδιασμός ως διαδικασία, εμπεριέχει την επίτευξη ενός συγκεκριμένου σκοπού, όπως είναι η υλοποίηση ενός τεχνουργήματος, με δεδομένο ένα σύνολο περιορισμών. Οι γενικές αρχές σχεδιασμού οποιουδήποτε συστήματος (που συζητήθηκαν εκτενώς στο προηγούμενο κεφάλαιο) έχουν εφαρμογή και στην περίπτωση του σχεδιασμού ενός δικτυακού τόπου. Την ίδια στιγμή όμως, οι διαφοροποιήσεις στο σχεδιασμό δικτυακών τόπων και εφαρμογών σε σχέση με τις συμβατικές εφαρμογές λογισμικού είναι σημαντικές. Ένας δικτυακός τόπος είναι ταυτόχρονα μια εφαρμογή με την οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης αλλά και ένας πληροφοριακός χώρος με συγκεκριμένη δομή και μέθοδο παρουσίασης της πληροφορίας. Επιπρόσθετα, το ίδιο το μέσο εισάγει εγγενείς περιορισμούς στις σχεδιαστικές αποφάσεις, όπως εύρος ζώνης, ανάγκη συμβατότητας με διάφορους φυλλομετρητές, ποικιλία οθονών και συσκευών κ.α. που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ώστε το τελικό αποτέλεσμα να υποστηρίζει αποτελεσματικά τις ανάγκες των χρηστών.

Από την άποψη αυτή, είναι σημαντικό να αναγνωριστούν τα στοιχεία εκείνα τα οποία διαμορφώνουν έναν αποτελεσματικό σχεδιασμό δικτυακών τόπων αλλά και οι τεχνικές που υπάρχουν στη βιβλιογραφία για την υλοποίηση της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής ενός δικτυακού τόπου. Μια αποτελεσματική πληροφοριακή αρχιτεκτονική θα πρέπει να απαντά, άμεσα ή έμμεσα στα εξής ερωτήματα ενός χρήστη: α) «Που βρίσκομαι;», β) «Τι υπάρχει εδώ;», και γ) «Που μπορώ να πάω από εδώ;». Βέβαια, αυτό προϋποθέτει με τη σειρά του την κατανόηση των αναγκών και των χαρακτηριστικών των χρηστών.

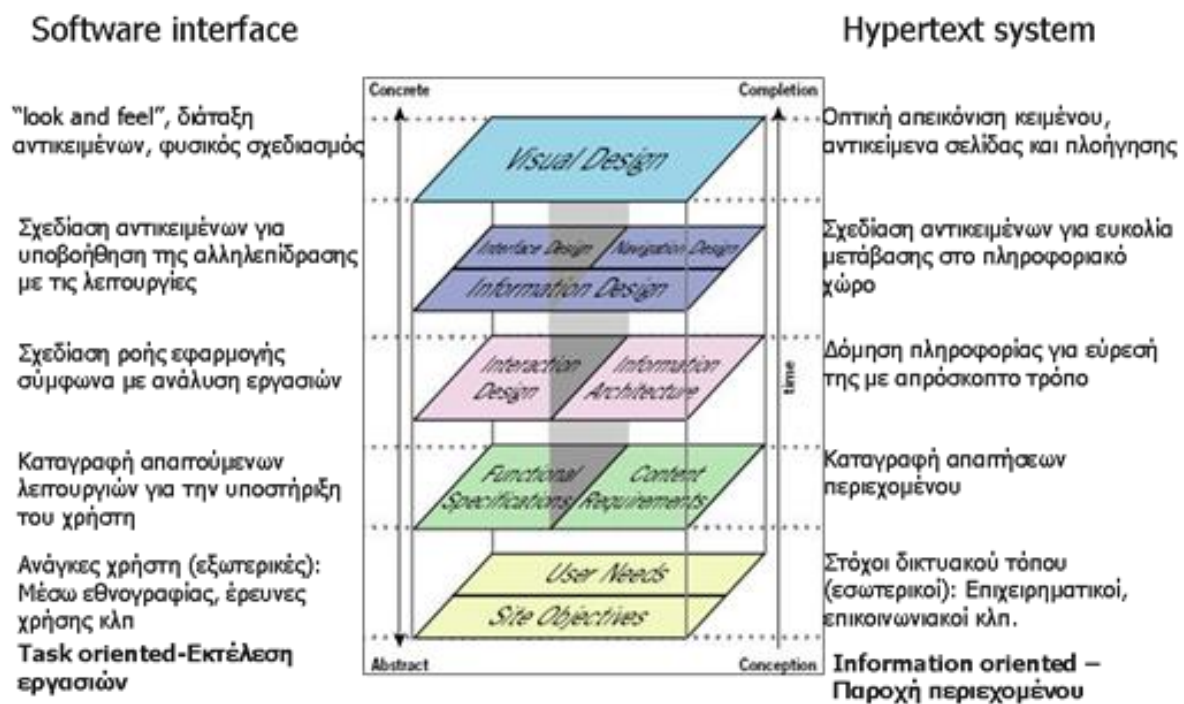
Η πλέον κλασική τεχνική για την κατασκευή της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής είναι η ταξινόμηση καρτών. Παρέχει τη δυνατότητα για διερεύνηση του νοητικού μοντέλου των χρηστών ενός δικτυακού τόπου, αποσαφηνίζοντας τον τρόπο με τον οποίο ομαδοποιούν, ταξινομούν και περιγράφουν τους στόχους και το περιεχόμενο. Άλλες τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι ο έλεγχος ευρεσιμότητας, η ελεύθερη διατύπωση εννοιών και ο έλεγχος πλοηγησιμότητας. Ακόμη, στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η μετρική Lostness μία από τις πλέον διαδεδομένες μετρικές αποτίμησης της ποιότητας του μοντέλου πλοήγησης σε ένα δικτυακό τόπο. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση εργαλείων που μπορούν να υποστηρίξουν στοιχεία της διαδικασίας σχεδιασμού ενός δικτυακού τόπου.

8.1 Σχεδιασμός αλληλεπίδρασης στον Παγκόσμιο Ιστό

Ο Παγκόσμιος Ιστός αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας του σύγχρονου ανθρώπου. Δισεκατομμύρια άνθρωποι τον χρησιμοποιούν καθημερινά για αναζήτηση πληροφοριών, διεκπεραίωση εργασιών, μάθηση και ψυχαγωγία. Ωστόσο, παρά την εκθετική αύξηση των διαθέσιμων ιστοτόπων και τη διαδεδομένη χρήση του Ιστού ο αποτελεσματικός σχεδιασμός ενός ιστοτόπου, σύμφωνα με τις ανάγκες των χρηστών του, παραμένει ένας δύσκολος στόχος προς επίτευξη. Τα περισσότερα από τα πορίσματα του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή που ισχύουν στο συμβατικό λογισμικό είναι εφαρμόσιμα και στο σχεδιασμό ιστοτόπων, με τη διαφορά ότι πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην πληροφοριακή αρχιτεκτονική του, δηλαδή στην κατάλληλη δόμηση, διασύνδεση και παρουσίαση του περιεχομένου του. Η διαδραστική αναζήτηση, δηλαδή η διερευνητική αλληλεπίδραση ενός χρήστη με έναν ιστοτόπο με στόχο την εύρεση πληροφορίας στο πλαίσιο μίας εργασίας, αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα της εμπειρίας χρήσης ενός ιστοτόπου.

Οι διαφοροποιήσεις στο σχεδιασμό δικτυακών τόπων και εφαρμογών σε σχέση με τις συμβατικές εφαρμογές λογισμικού είναι σημαντικές. Στην ανάπτυξη δικτυακών εφαρμογών ερχόμαστε αντιμέτωποι με έναν εγγενή δυϊσμό. Ένας δικτυακός τόπος είναι ταυτόχρονα μια εφαρμογή με την οποία αλληλεπιδρά

ο χρήστης αλλά και ένας πληροφοριακός χώρος, η δόμηση του οποίου, καθώς και η παρουσίαση του περιεχομένου του, απαιτούν ειδική σχεδιαστική πρόνοια. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 8.1 (αριστερά), η προσπάθεια για αποτελεσματική σχεδίαση της διεπιφάνειας χρήσης, χαρακτηρίζεται από δράσεις που εστιάζονται στην κατανόηση των απαιτούμενων λειτουργιών που πρέπει να υποστηρίξει ο δικτυακός τόπος, στην κατανόηση των εργασιών, στη σχεδίαση της ροής της εφαρμογής, στη σχεδίαση των αντικειμένων για υποβοήθηση της αλληλεπίδρασης και, τέλος, στην παρουσίαση των αντικειμένων αυτών στις επιμέρους ιστοσελίδες. Οι δράσεις αυτές, ξεκινούν από ένα υψηλότερο επίπεδο εννοιολογικού σχεδιασμού για να καταλήξουν στην αποτύπωσή τους στο φυσικό επίπεδο, δηλαδή στην απεικόνιση του δικτυακού τύπου στην οθόνη του υπολογιστή.



Εικόνα 8.1 Ο δικτυακός τόπος ως διεπιφάνεια χρήσης και ως σύστημα υπερκειμένου. (αναδημοσιεύεται μεταφρασμένο μετά από άδεια από τον Jesse James Garrett. Το διάγραμμα είναι διαθέσιμο στο <http://www.jjg.net/elements/pdf/elements.pdf>)

Για να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα της υπερκειμενικής διάστασης του δικτυακού τύπου (εικόνα 8.1-δεξιά), απαιτούνται συγκεκριμένες ενέργειες: καταγραφή των απαιτήσεων του περιεχομένου (είδος και βάθος της πληροφορίας, τρόπος παρουσίασής της), δόμηση της πληροφορίας με προσεγγίσεις που συζητήθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, σχεδίαση αντικειμένων (υπερσύνδεσμοι, λίστες περιεχομένων) που υποβοηθούν την πλοήγηση στον υπερκειμενικό χώρο και τέλος διασφάλιση της αποτελεσματικής τους απεικόνισης στο φυσικό σχεδιασμό της ιστοσελίδας (χρήση κατάλληλων χρωμάτων και γραμματοσειρών, οπτικός διαχωρισμός του περιεχομένου κλπ).

Τα προβλήματα που παρατηρούνται είναι τόσο προβλήματα που εμφανίζονται και σε ‘συμβατικές’ εφαρμογές, όπως δυσνόητοι χαρακτηρισμοί και λεξιλόγιο, αδικαιολόγητος φόρτος μνήμης για τους χρήστες και σχεδιασμός που δεν ταιριάζει στις απαιτήσεις των χρηστών, όσο και προβλήματα που εμφανίζονται μόνο σε δικτυακούς τόπους, όπως υπερβολική χρήση γραφικών, που επιβαρύνει την αίσθηση ταχύτητας της εφαρμογής.

Όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση, έτσι και στον Παγκόσμιο Ιστό ο **σχεδιασμός αλληλεπίδρασης** ως διαδικασία, εμπεριέχει την επίτευξη ενός συγκεκριμένου σκοπού, όπως είναι για παράδειγμα η υλοποίηση ενός δικτυακού τόπου, με δεδομένο ένα σύνολο περιορισμών. Ο σκοπός αφορά τον προσδιορισμό των εξής στοιχείων: σε ποιους απευθύνεται ο δικτυακός τόπος, για ποιο λόγο δημιουργείται, τι ενέργειες θα υποστηρίξει. Οι περιορισμοί αφορούν τα υλικά που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν, τις προδιαγραφές-πρότυπα με τα οποία θα πρέπει να συμμορφώνεται το τεχνούργημα, το κόστος, τους πόρους (ανθρώπινους, υλικούς) που είναι διαθέσιμοι για την ανάπτυξη. Επιπλέον, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες εφαρμογές λογισμικού στις οποίες εξερευνάται κυρίως η λειτουργικότητα της εφαρμογής στο πλαίσιο μιας εργασίας, η υπερκειμενική φύση των ιστοτόπων απαιτεί από το χρήστη να πλοηγηθεί σε έναν πληροφοριακό χώρο προκειμένου να ολοκληρώσει μία εργασία. Προβλήματα στην πληροφοριακή αρχιτεκτονική ενός ιστοτόπου έχουν ως επακόλουθο τη δημιουργία αίσθησης συνεχούς αποπροσανατολισμού στους ανθρώπους που αλληλεπιδρούν με αυτόν.

Οι περιορισμοί συχνά καθιστούν την επίτευξη του συνόλου των στόχων δύσκολη αν όχι αδύνατη. Έτσι, τις περισσότερες φορές η ομάδα σχεδιασμού καλείται να κάνει συμβιβασμούς. Δηλαδή, να χαλαρώσει τις απαιτήσεις σε δευτερεύοντα ζητήματα ώστε να διασφαλίσει την απρόσκοπτη υλοποίηση των κύριων σχεδιαστικών στόχων. Η ικανότητα ενός σχεδιαστή συχνά προσδιορίζεται, από το αν αναγνωρίζει τα σημεία στα οποία υφίσταται ανάγκη για τέτοιους συμβιβασμούς και από το αν επιλέγει κατάλληλες και λειτουργικές λύσεις. Τα κύρια ζητήματα που έχει να αντιμετωπίσει ένας σχεδιαστής δικτυακών εφαρμογών είναι τα ακόλουθα:

1. **Συντήρηση - Διαχείριση.** π.χ. Υπάρχουν σύνδεσμοι που δεν λειτουργούν; Περιλαμβάνεται ξεπερασμένη πληροφορία στον ιστότοπο;
2. **Τεχνολογικοί περιορισμοί.** Απεικονίζεται αποτελεσματικά ο δικτυακός τόπος στην εκάστοτε ζητούμενη πλατφόρμα; Υπάρχουν διαφοροποιήσεις στην εμφάνιση μεταξύ διαφορετικών μέσων; Απαιτούνται plug-in που δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα; κ.α.
3. **Περιήγηση.** Αφορά προβλήματα κύλισης και παροχής ανάδρασης για το σημείο που βρίσκεται ο χρήστης, ζητήματα κατάλληλης σχεδίασης ώστε να μην απαιτείται η χρήση του πλήκτρου 'πίσω' (back button).
4. **Δομή.** Η οργάνωση του δικτυακού τόπου ανταποκρίνεται στο νοητικό μοντέλο των χρηστών;
5. **Περιεχόμενο.** Εξυπηρετεί τις ανάγκες των χρηστών; Είναι η γλώσσα κατάλληλη;
6. **Ταίριασμα στόχων.** Συμπίπτουν οι απαιτήσεις των χρηστών με αυτές των σχεδιαστών;
7. **Διάταξη σελίδας.** Η διάταξη διευκολύνει τους χρήστες να διεκπεραιώσουν τις εργασίες τους; Είναι η σχεδίαση του δικτυακού τόπου συνεπής; Με άλλα λόγια, αντίστοιχες εργασίες διεκπεραιώνονται με παρόμοιο τρόπο σε όλα τα μέρη του δικτυακού τόπου; Η φυσική σχεδίαση είναι κοινή σε όλες τις ιστοσελίδες του;

Κάθε διαδικασία σχεδιασμού εμπεριέχει στον πυρήνα της την κατανόηση των συστατικών μερών ενός τεχνουργήματος. Στην περίπτωση του **σχεδιασμού αλληλεπίδρασης (interaction design)**, τα συστατικά μέρη δεν είναι άλλα από τον άνθρωπο και το είδος της υπολογιστικής τεχνολογίας με το οποίο έρχεται σε επαφή. Έτσι, ο άνθρωπος χαρακτηρίζεται από δυνατότητες και περιορισμούς (γνωστικής, ψυχολογικής, κινητικής υφής, ή από το κοινωνικό-οργανωτικό πλαίσιο στο οποίο δραστηριοποιείται, κ.α.), ενώ η υπολογιστική τεχνολογία χαρακτηρίζεται από περιορισμούς που εισάγουν οι φυσικές διαστάσεις της συσκευής, οι συσκευές εισόδου-εξόδου (πληκτρολόγιο, ποντίκι, οθόνη) κλπ.

Η βασική φιλοσοφία του σχεδιασμού αλληλεπίδρασης συνοψίζεται στην εξής ιδέα: κάθε τεχνούργημα πρέπει να υποστηρίζει τον άνθρωπο και όχι το αντίθετο. Από την άποψη αυτή, ο άνθρωπος αποτελεί το σημείο αναφοράς για το σχεδιασμό, ενώ κάθε σχεδιαστικός περιορισμός θα πρέπει να αφορά το 2ο στοιχείο στο δίπολο που προαναφέρθηκε: την υπολογιστική τεχνολογία. Για το λόγο αυτό στο πλαίσιο της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή, γίνεται λόγος για **ανθρωποκεντρικό** (ή χρηστοκεντρικό) **σχεδιασμό**.

Ανεξάρτητα από το στόχο του συστήματος, ο σχεδιασμός του θα πρέπει να υπηρετεί μερικές βασικές αρχές (Dix et al., 2004):

- *Ευκολία εκμάθησης*: η ευκολία με την οποία, νέοι χρήστες θα μπορούν να ξεκινήσουν να αλληλεπιδρούν αποτελεσματικά με το σύστημα και να αξιοποιήσουν πλήρως τις λειτουργίες του.
- *Ευκαμψία*: η πολλαπλότητα των τρόπων με τους οποίους διαμεσολαβείται ο διάλογος χρήστη - συστήματος.
- *Ευρωστία*: το επίπεδο υποστήριξης που παρέχεται στο χρήστη για να ολοκληρώσει με επιτυχία τους στόχους του.

Μια γενική προσέγγιση σχεδιασμού, αποτελείται από τις εξής φάσεις: καταγραφή απαιτήσεων, ανάλυση, σχεδιασμός, δημιουργία πρωτοτύπου και επαναληπτική εκτέλεση του, υλοποίηση/εγκατάσταση. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 7. Σπάνια μια διαδικασία σχεδιασμού οδηγεί σε ένα «τέλειο» αποτέλεσμα, καθώς αυτό απαιτεί πολυάριθμους πόρους και χρόνο, που συχνά δεν είναι διαθέσιμοι. Συνεπώς, οι διάφορες φάσεις του σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους χρονικούς και ανθρώπινους πόρους που είναι διαθέσιμοι. Στις επόμενες ενότητες η συζήτηση εστιάζει και εξειδικεύεται στο σχεδιασμό δικτυακών τόπων και εφαρμογών, με έμφαση στην κατασκευή της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής.

Παράδειγμα 8.1

Για να γίνει κατανοητή η σημασία του αποτελεσματικού σχεδιασμού μπορείτε να σκεφτείτε το παρακάτω σενάριο (Προσαρμογή παραδείγματος από τους Bias & Mayhew, 2005): Υποθέστε ότι ένας οργανισμός έχει 40 υπαλλήλους που συμπληρώνουν ο καθένας 80 φορές μια συγκεκριμένη διαδικτυακή φόρμα/ημέρα. Συνεπώς συνολικά χρειάζεται να συμπληρωθούν κάθε έτος

$$40 \text{ υπάλληλοι} * 230 \text{ εργάσιμες ημέρες} * 80 \text{ φόρμες/ημέρα} = 736000 \text{ φόρμες.}$$

Αν ο επανασχεδιασμός της φόρμας μείωνε 10 δευτερόλεπτα το χρόνο ολοκλήρωσης της εργασίας τότε θα είχαμε μια εξοικονόμηση $736000 * (10/3600) = 2044,44$ ώρες ή 51,1 εργατοεβδομάδες. Αν ο επανασχεδιασμός μίας διαδικτυακής φόρμας μπορεί να εξοικονομήσει πάνω από ένα ανθρωποέτος, τότε γίνεται εύκολα αντιληπτή η δραματική επίδραση που μπορεί να έχει για μία μικρή επιχείρηση, η αύξηση της ευχρηστίας στο πληροφοριακό της σύστημα.

8.2 Ιδιαιτερότητες σχεδιασμού δικτυακών τόπων και εφαρμογών

Η προσέγγιση του Διαδικτύου ως ακόμα ένα μέσο ή φυσική εξέλιξη κάποιου άλλου, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά σχεδιαστικά λάθη. Στην περίπτωση του Διαδικτύου, η σχεδιαστική προσέγγιση πρέπει να διαφοροποιείται ριζικά από εκείνη που ακολουθείται για την παρουσίαση υλικού στην τηλεόραση και τα έντυπα μέσα. Παράλληλα, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η κατασκευή ενός δικτυακού τόπου δεν ολοκληρώνεται με την πρώτη έκδοση στο Διαδίκτυο. Θα πρέπει να προβλέπεται ένα ποσό ίδιας τάξης μεγέθους με αυτό που χρειάστηκε για την κατασκευή του προκειμένου να συντηρείται, να ανανεώνεται, να ενημερώνεται και να προσαρμόζεται στις προσδοκίες των χρηστών και στις νέες τεχνολογίες που αναφέρονται.

Όταν σχεδιάζεται ένας δικτυακός τόπος πρέπει να γνωρίζουμε ακριβώς τι στόχους εξυπηρετεί. Αυτή η απλή διαπίστωση είναι κεφαλαίωδους σημασίας. Μικρή ή καθόλου σκέψη πάνω σε αυτό, οδηγεί σε προβληματικό ή ελλιπή σχεδιασμό, αφού θα έχει ως πιθανό αποτέλεσμα να προσφέρει μικρής αξίας πληροφορία στο χρήστη. Ο χρήστης πρέπει να επωφελείται από την επίσκεψή του στο δικτυακό τόπο, διαφορετικά θα τον αγνοήσει. Ο στόχος που εξυπηρετεί ένας δικτυακός τόπος είναι στενά συνδεδεμένος με τους χρήστες και τα χαρακτηριστικά τους. Συχνά όμως γίνονται παρανοήσεις στην αναγνώριση των χαρακτηριστικών των χρηστών μιας εφαρμογής. Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια εφαρμογή σε μια βιβλιοθήκη όπου οι επισκέπτες ψάχνουν στους καταλόγους της για να εντοπίσουν τα βιβλία που τους ενδιαφέρουν. Θα ήταν παρανόηση να θεωρήσουμε ότι χρήστες του συστήματος είναι μόνο οι επισκέπτες της βιβλιοθήκης. Αντίθετα, χρήστες του συστήματος είναι και ο υπάλληλος της βιβλιοθήκης ο οποίος καταγράφει τα βιβλία που δανειζόμαστε, ο υπάλληλος που καταχωρεί στη βάση δεδομένων της βιβλιοθήκης όλα τα βιβλία που αυτή περιέχει, αλλά και ο διαχειριστής-συντηρητής του συστήματος. Αν σκεφτούμε ανάλογες εφαρμογές στο Διαδίκτυο, τότε ως χρήστες μπορούν να χαρακτηριστούν οι επισκέπτες ενός ιστοτόπου, οι διαχειριστές του, κ.α.

Στο κέντρο της διαδικασίας του σχεδιασμού αλληλεπίδρασης με δικτυακές εφαρμογές είναι η κατανόηση των αναγκών και των χαρακτηριστικών των χρηστών. Η κατανόηση των χρηστών οδηγεί σε σημαντικό βαθμό την καταγραφή απαιτήσεων και την ανάλυση, καθώς τα χαρακτηριστικά τους διαμορφώνουν τους στόχους του σχεδιασμού. Η διαδικασία αυτή αποτελείται από μερικά βασικά βήματα:

- *Ποιοι είναι οι χρήστες.* Ο σχεδιαστής θα πρέπει να συλλέξει πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των χρηστών. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι: ηλικία, επίπεδο εκπαίδευσης, δεξιότητες χειρισμού υπολογιστών ή άλλων συναφών τεχνολογιών. Ορισμένες φορές, η απάντηση στην ερώτηση «ποιοί είναι οι χρήστες», μπορεί να είναι αρκετά εστιασμένη (π.χ. όταν αναπτύσσουμε λογισμικό για μια συγκεκριμένη εταιρεία). Άλλες φορές, όταν αναπτύσσουμε ένα δικτυακό τόπο γενικού σκοπού, τα προφίλ των χρηστών κυμαίνονται σε ένα πολύ μεγαλύτερο εύρος, πράγμα που σημαίνει ότι, συχνά, οι στόχοι και οι ανάγκες αυτών των χρηστών μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να σκεφτούμε πώς μπορούμε να υποστηρίξουμε αυτή τη διαφοροποίηση. Για την καταγραφή-εξαγωγή απαιτήσεων, χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως: συνεντεύξεις με ανθρώπους, παρατήρηση του τρόπου εργασίας τους, μελέτη των υλικών, κειμένων και λοιπών τεχνουργημάτων που χρησιμοποιούν κλπ. Μια από τις τεχνικές παρατήρησης που χρησιμοποιείται συχνά είναι η *εθνογραφία*, η οποία προέρχεται από το γνωστικό αντικείμενο της ανθρωπολογίας (Clifford & Marcus, 1986).
- *Πώς μπορούμε να μάθουμε περισσότερα για αυτούς.* Δύο δυνατές προσεγγίσεις υπάρχουν για να απαντηθεί το ερώτημα αυτό. Η πρώτη προσέγγιση είναι να ρωτήσουμε απευθείας τους χρήστες.

Για το σκοπό αυτό υπάρχουν διαδικασίες όπως είναι για παράδειγμα οι δομημένες και οι ημιδομημένες συνεντεύξεις. Στις δομημένες συνεντεύξεις, οι ερωτήσεις είναι αυστηρά καθορισμένες εκ των προτέρων. Στις ημιδομημένες συνεντεύξεις, είναι δυνατόν να προκύψουν και ερωτήσεις ανάλογα με τις απαντήσεις των ερωτηθέντων. Η δεύτερη προσέγγιση είναι να παρατηρήσουμε τους χρήστες. Για το σκοπό αυτό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε καταγραφικό εξοπλισμό. Εδώ αρκετές φορές, οι χρήστες μπορεί να έχουν και ενεργητικό ρόλο προκειμένου είτε να διευκολύνουν τη διαδικασία, είτε να εμπλουτίσουν τα δεδομένα που συγκεντρώνονται από την παρατήρηση. Έτσι, για παράδειγμα, μπορεί να τους παρέχεται κατάλληλη εφαρμογή (ή απλά χαρτί και μολύβι) όπου σε τακτά χρονικά διαστήματα θα πρέπει να καταγράφουν το τι κάνουν (με δομημένο τρόπο που υποδεικνύεται από τον παρατηρητή). Σε άλλη περίπτωση, μπορούν, για παράδειγμα σε ένα εργασιακό περιβάλλον, να αποκαλύψουν ποια είναι η πραγματική πρακτική (τι ακριβώς συμβαίνει) σε σχέση με τις γενικές οδηγίες που κανονικά θα έπρεπε να ακολουθούνται. Οι δύο προσεγγίσεις που παρουσιάσαμε εστιάζονται στη μελέτη του χρήστη από το σχεδιαστή προκειμένου ο τελευταίος να λάβει υπόψη του στο σχεδιασμό, τα αποτελέσματα της μελέτης του. Μία άλλη τακτική είναι, αντί η γνώση για το χρήστη να εντάσσεται έμμεσα στο σχεδιασμό (δηλαδή να βγάζει ο σχεδιαστής συμπεράσματα για το χρήστη μελετώντας τον), η γνώση αυτή να ενταχθεί άμεσα, μέσα από τη συμμετοχή του ίδιου του χρήστη στο σχεδιασμό. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται συμμετοχικός σχεδιασμός. Εδώ, οι υποψήφιοι χρήστες συνδιαμορφώνουν το σχεδιασμό καταθέτοντας τη γνώμη τους, την εμπειρία τους κλπ. Καθώς η παρουσία τους εκτείνεται σε σημαντικό βάθος χρόνου (όσο κρατά ο σχεδιασμός), αυξάνεται αντίστοιχα και η πιθανότητα για βαθύτερη κατανόηση των πρακτικών τους.

- *Συνειδητοποίηση ότι οι χρήστες είναι διαφορετικοί από το σχεδιαστή.* Η προηγούμενη πρόταση μοιάζει να είναι αυτονόητη, όμως αποτελεί μια από τις πλέον συχνές παρανοήσεις. Οι σχεδιαστές κάνουν την –αυθαίρετη– υπόθεση εργασίας, ότι οι χρήστες συμπεριφέρονται όπως ακριβώς και αυτοί, ότι δηλαδή έχουν τις ίδιες επιθυμίες, χαρακτηριστικά και στόχους. Αυτό φυσικά δεν θα μπορούσε να απέχει περισσότερο από την πραγματικότητα (εκτός και αν ο σχεδιαστής είναι ο ίδιος ο χρήστης!).
- *Σκιαγράφηση του προφίλ των χρηστών.* Συχνά, η διαδικασία παρατήρησης στο πεδίο είναι δαπανηρή ή (και) ανέφικτη. Στην περίπτωση αυτή, το έλλειμμα γνώσης για τα χαρακτηριστικά των χρηστών θα πρέπει να υποκατασταθεί από μια προσπάθεια σκιαγράφησης και εξαγωγής των χαρακτηριστικών τους με έμμεσο τρόπο. Μια πολύ χρήσιμη τεχνική στην περίπτωση αυτή, είναι η σκιαγράφηση του προφίλ κεντρικών-αντιπροσωπευτικών χρηστών του συστήματος ως «Persona». Ένα παράδειγμα δημιουργίας «persona» για μια γραμματέα σε ένα ακαδημαϊκό τμήμα θα μπορούσε να είναι το ακόλουθο: «*Η Γεωργία, 48 ετών εργάζεται 15 χρόνια στη γραμματεία. Είναι μητέρα 3 παιδιών, δεν αποφοίτησε από κάποιο πανεπιστήμιο, αλλά έχει παρακολουθήσει σεμινάρια χειρισμού υπολογιστών. Οι οικογενειακές της υποχρεώσεις δεν της επιτρέπουν περαιτέρω επιμόρφωση, αλλά μπορεί να διεκπεραιώσει επιτυχώς βασικές υπολογιστικές εργασίες. Αντιλαμβάνεται τη σημασία των υπολογιστών, αλλά η αυτοματοποίηση διαδικασιών, όπως διανομή συγγραμμάτων και εγγραφή φοιτητών, νιώθει ότι την απειλεί. Αν και έχει άριστες σχέσεις με τους συναδέλφους της, εργασίες τις οποίες θεωρεί κρίσιμες αρνείται να τις εμπιστευτεί σε τρίτους.*» Όπως φαίνεται από το παράδειγμα, συχνά η περιγραφή έχει περισσότερες πληροφορίες από αυτές που θα ήταν ενδεχομένως απαραίτητες. Αυτό όμως είναι σημαντικό καθώς όταν θα συζητηθεί μια επιλογή στην ομάδα σχεδιασμού μπορεί να τεθεί το ερώτημα: “Πώς θα αντιδρούσε η Γεωργία σε μία τέτοια δυνατότητα;”. Η λεπτομερής σκιαγράφηση της Γεωργίας θα βοηθήσει την ομάδα να διαι-

σθανθεί την πιθανή της απόκριση, γεγονός που θα καθοδηγήσει αποτελεσματικότερα το σχεδιασμό.

8.3 Κανόνες αποτελεσματικού σχεδιασμού δικτυακών τόπων

Υπάρχουν διάφοροι κανόνες σχεδιασμού δικτυακών τόπων και εφαρμογών. Αυτοί οι κανόνες είναι συχνά εμπειρικοί και έχουν προκύψει μέσα από χρόνια συσσωρευμένης εμπειρίας, παρατηρήσεων και εντοπισμού σχεδιαστικών σφαλμάτων. Κάποιοι από τους κανόνες είναι οι ακόλουθοι (Koyani et al., 2004• Nielsen & Tahir, 2001):

- *Ταχύτητα φόρτωσης των ιστοσελίδων.* Έχει παρατηρηθεί πως ένας χρήστης περιμένει να εμφανιστεί μια ιστοσελίδα κατά μέσο όρο 10 δευτερόλεπτα. Μετά, αν αυτή δεν έχει εμφανιστεί, αποχωρεί από το δικτυακό τόπο. Συνεπώς, αν σχεδιάσουμε μια πολύ ‘βαριά’ σελίδα, με πληθώρα γραφικών, τότε θα υπάρχουν μεγάλες καθυστερήσεις που θα αποθαρρύνουν τους επισκέπτες της (Spyridakis, 2000). Ιδανικός χρόνος φόρτωσης θεωρείται το 1 δευτερόλεπτο.
- *Ύπαρξη μηχανών αναζήτησης.* Ένας ιστότοπος οφείλει, ειδικά αν περιέχει πολλές πληροφορίες, να έχει μια μηχανή αναζήτησης. Έχει μάλιστα παρατηρηθεί ότι η πλειοψηφία των επισκεπτών ενός ιστοτόπου χρησιμοποιεί κατευθείαν τη μηχανή αναζήτησης χωρίς να κοιτά το περιεχόμενο του.
- *Μέγεθος των ιστοσελίδων.* Εάν μια ιστοσελίδα έχει μεγάλο μήκος, τότε οι επισκέπτες της αναγκάζονται να χρησιμοποιούν την κατακόρυφη κύλιση για να εντοπίσουν περιεχόμενο που βρίσκεται σε χαμηλότερα σημεία της σελίδας. Έχει διαπιστωθεί πως σημαντικό ποσοστό των χρηστών δεν προβαίνουν σε κύλιση της σελίδας, με συνέπεια να αυξάνεται η πιθανότητα να αγνοήσουν χρήσιμα για αυτούς στοιχεία (Nielsen, 2000).
- *Τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε έναν ιστότοπο.* Η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία και συχνά ο σχεδιαστής μπαίνει σε πειρασμό, για λόγους εντυπωσιασμού, να χρησιμοποιήσει πρακτικές σχεδίασης δικτυακών τόπων που απαιτούν τη χρήση αρθρωμάτων λογισμικού (plug in) για να πλοηγηθεί ο χρήστης σε αυτούς. Οι χρήστες, όπως είναι λογικό, δεν επιθυμούν να κατεβάσουν μια σειρά από τέτοια προγράμματα. Για να εξασφαλιστεί η πρόσβαση της πλειοψηφίας των χρηστών σε ένα δικτυακό τόπο, καλό είναι τέτοιες προσεγγίσεις να αποφεύγονται.
- *Υποστήριξη της πλοήγησης.* Ο επισκέπτης ενός δικτυακού τόπου θα πρέπει ανά πάσα στιγμή να γνωρίζει που βρίσκεται, ποια σημεία έχει ήδη επισκεφθεί και σε ποια σημεία μπορεί να μεταβεί. Μια πολύ καλή προσέγγιση είναι η απεικόνιση της ιεραρχίας στην οποία υπάγεται η συγκεκριμένη ιστοσελίδα με τη μορφή [Κεντρική σελίδα -> Κατηγορία -> Υποκατηγορία->Τίτλος τρέχουσας σελίδας]. Χωρίς επαρκείς μηχανισμούς πλοήγησης, ο χρήστης αισθάνεται συχνά απώλεια προσανατολισμού, ξεχνά ποια σημεία τον ενδιέφεραν και κατά συνέπεια είτε ξαναρχίζει τη διαδικασία εντοπισμού πληροφορίας από την αρχή, είτε φεύγει από το δικτυακό τόπο.
- *Ομοιομορφία του δικτυακού τόπου.* Υποθέσεις και παραδοχές που γίνονται σε ένα δικτυακό τόπο θα πρέπει να τηρούνται αυτούσιες σε κάθε ιστοσελίδα του, π.χ. τα εικονίδια θα πρέπει να είναι τα ίδια σε όλο τον ιστότοπο. Επίσης, θα πρέπει να τηρούνται και γενικά αποδεκτές παραδοχές, όπως ότι το χρώμα των υπερσυνδέσμων είναι μπλε, έτσι ώστε οι χρήστες να μεταφέρουν την εμπειρία χρήσης τους από άλλους δικτυακούς τόπους και να υποβοηθούνται στο να αλληλεπιδρούν πιο αποτελεσματικά και αποδοτικά.

- *Απλότητα της διεπιφάνειας χρήσης.* Σχεδιαστικές υπερβολές, καθώς και χρήση σημαντικού αριθμού χρωμάτων και γραμματοσειρών στις περισσότερες περιπτώσεις κουράζουν τους χρήστες.
- *Περιεχόμενο του δικτυακού τόπου.* Πρωτεύουσα αξία σε έναν ιστότοπο παρουσιάζει το περιεχόμενο. Για αυτό θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στον τρόπο συγγραφής και παρουσίασης του περιεχομένου. Ειδικότερα, θα πρέπει να χρησιμοποιείται λιτό κείμενο και το νόημα να περιγράφεται με συντομία (Dyson & Haselgrove, 2001). Όσον αφορά τους υπερσυνδέσμους, είναι σημαντικό να χαρακτηρίζονται από σαφήνεια. Επίσης, είναι σημαντικό το περιεχόμενο να ανανεώνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και μάλιστα να ενημερώνεται ο χρήστης σχετικά με το πότε έγινε αυτή η ανανέωση. Καλό είναι, να παρέχεται το παλαιότερο περιεχόμενο, αρχειοθετημένο κατάλληλα, ώστε να υποστηρίζεται η αποτελεσματική προσπέλασή του.
- *Εξασφάλιση του αυθύπαρκτου χαρακτήρα κάθε ιστοσελίδας.* Κάθε ιστοσελίδα θα πρέπει να δείχνει ξεκάθαρα σε ποιον ιστότοπο ανήκει και να έχει υπερσυνδέσμους με την αρχική και με άλλες σελίδες του δικτυακού τόπου. Ταυτόχρονα όμως, θα πρέπει να έχει μια αυτονομία σε περιεχόμενο. Αυτό διασφαλίζει πως ένας επισκέπτης που βρέθηκε τυχαία σε μια σελίδα κάποιου κόμβου από μια μηχανή αναζήτησης, θα μπορέσει να αντιληφθεί ποιον ιστότοπο έχει επισκεφθεί και ποιες άλλες λειτουργίες και πληροφορίες του παρέχει.

8.3.1 Φυσικός σχεδιασμός του δικτυακού τόπου

Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της διεπιφάνειας χρήσης, ή φυσικού σχεδιασμού, ενός δικτυακού τόπου, ο στόχος είναι η αποτελεσματική ενσωμάτωση των επιμέρους στοιχείων, που καθορίστηκαν σε προηγούμενες φάσεις του σχεδιασμού, σε ένα ενιαίο σύνολο. Η τελική διαμόρφωση του φυσικού σχεδιασμού θα πρέπει να υποστηρίζει τις δυνατές ενέργειες που θα πρέπει ή θα μπορεί να πραγματοποιήσει ο χρήστης. Κατά συνέπεια, προσδιορίζοντας τι κάνει ο χρήστης στο σημείο αυτό, μπορούμε να αναγνωρίσουμε ποια αντικείμενα απαιτούνται (και με ποια διάταξη), ποιες πληροφορίες και ενδεχομένως ποιες άλλες πρόσθετες λειτουργίες είναι σημαντικές (πχ σύγκριση ομοειδών αντικειμένων σε μια εφαρμογή αγοράς προϊόντων, δυνατότητα κατάταξης με βάση το όνομα ή την τιμή κλπ).

Κάποιοι κανόνες αποτελεσματικού φυσικού σχεδιασμού δικτυακών τόπων είναι οι ακόλουθοι:

- Πληροφορίες που συσχετίζονται μεταξύ τους θα πρέπει να ομαδοποιούνται αντίστοιχα και να διαφοροποιούνται ευκρινώς από άλλες.
- Το κείμενο κατά κανόνα στοιχίζεται στα αριστερά ενώ οι αριθμοί στα δεξιά.
- Αν οι αριθμοί έχουν και δεκαδικό μέρος, καλό είναι να στοιχίζονται ως προς την υποδιαστολή καθώς έτσι μπορεί πολύ πιο γρήγορα ο χρήστης να αναγνωρίσει το μεγαλύτερο και το μικρότερο στοιχείο.
- Πληροφορίες που κατανέμονται σε πολλαπλές γραμμές και στήλες θα πρέπει να έχουν υποστηρικτικά στοιχεία όπως διαφορετικό χρώμα μεταξύ των γραμμών. Αυτό είναι σημαντικό, γιατί αν οι στήλες έχουν μεγάλο πλάτος, τότε είναι δύσκολο για την ανθρώπινη όραση να αναγνωρίσει ότι ένα στοιχείο είναι σε συγκεκριμένη γραμμή και όχι στην προηγούμενη ή στην επόμενη αντίστοιχα.
- Μεταξύ τμημάτων πληροφορίας θα πρέπει να υπάρχει λευκό κενό. Στην περίπτωση αυτή, το κενό χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει παραγράφους μεταξύ τους, συστάδες αντικειμένων και επιλογών κ.α. Επίσης, λευκό κενό χρησιμοποιείται για να επικοινωνήσει διαφορετικές δομές ή να αναδείξει-υπογραμμίσει ένα σημείο της διεπιφάνειας χρήσης.

8.3.2 Αρχική σελίδα (home page)

Σε ένα δικτυακό τόπο, η αρχική σελίδα (home page) αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη σελίδα, καθώς συχνά αποτελεί το πρώτο σημείο συνάντησης του επισκέπτη με τον ιστότοπο. Σε αυτή, ο επισκέπτης κάνει μια πρώτη αξιολόγηση της ποιότητας του ιστοτόπου, ενώ συχνά επιθυμεί να υπάρξει κατατοπιστική πληροφορία για το περιεχόμενο και το στόχο του ιστοτόπου ώστε να αποφύγει την άσκοπη πλοήγηση σε αυτόν. Οι κανόνες, που προτείνονται για τη βέλτιστη σχεδίαση της αρχικής σελίδας ενός δικτυακού τόπου είναι οι εξής:

- Ο τίτλος της αρχικής σελίδας πρέπει να συνοψίζει το στόχο του δικτυακού τόπου. Αποτελεί το πρώτο δείγμα που έχουν οι χρήστες και διαμορφώνει τις προσδοκίες τους για το δικτυακό τόπο. Επίσης, ο τίτλος είναι σημαντικός επειδή οι μηχανές αναζήτησης ταξινομούν το δικτυακό τόπο με βάση την περιγραφή αυτή. Επομένως θα πρέπει να είναι λιτός, σαφής και περιεκτικός.
- Όλη η πληροφορία που αφορά τα στοιχεία επικοινωνίας, θα πρέπει να είναι συγκεντρωμένη κάτω από ένα υπερσύνδεσμο.
- Ο χρήστης πρέπει να μπορεί να ενημερωθεί για τις σημαντικότερες λειτουργίες που υποστηρίζει ο δικτυακός τόπος.
- Στην αρχική σελίδα θα πρέπει να υπάρχει μηχανισμός αναζήτησης πληροφορίας σε εμφανές σημείο, ειδικά αν ο ιστότοπος περιέχει μεγάλο όγκο πληροφορίας.
- Ο επισκέπτης θα πρέπει να ενημερώνεται γρήγορα και περιληπτικά για το περιεχόμενο του ιστοτόπου. Μια καλή προσέγγιση είναι να παρουσιάζεται πληροφορία από το πιο χαρακτηριστικό, το συχνότερα ζητούμενο ή το πιο πρόσφατο περιεχόμενο του ιστοτόπου.
- Τα ονόματα των υπερσυνδέσμων θα πρέπει να είναι λιτά, περιεκτικά, να επιτρέπουν στο χρήστη να καταλάβει το περιεχόμενό τους και να είναι διαφοροποιημένα ώστε να μην προκαλούν σύγχυση.
- Αρκετοί χρήστες επισκέπτονται έναν ιστότοπο για να εντοπίσουν ένα συγκεκριμένο άρθρο ή ένα προϊόν. Αυτή η διαδικασία μπορεί να μην είναι εύκολη αν υπάρχει μεγάλος όγκος πληροφορίας. Μια σωστή προσέγγιση για να υποστηριχθούν αυτοί οι χρήστες, είναι να υπάρχει μια λίστα με τις πιο πρόσφατες πληροφορίες του ιστοτόπου στην αρχική σελίδα, καθώς και ένας υπερσύνδεσμος με το χάρτη του ιστοτόπου.
- Σημαντικά σημεία, που παρουσιάζουν βασική πληροφορία, δε θα πρέπει να επιβαρύνονται με επουσιώδη γραφικά καθώς οι επισκέπτες συχνά τα αγνοούν θεωρώντας πως είναι διαφημίσεις.
- Τα γραφικά ή οι εικόνες που θα χρησιμοποιηθούν στον ιστότοπο θα πρέπει να σχετίζονται με το περιεχόμενο του ιστοτόπου.

Συμπληρωματικά, μπορείτε να μελετήσετε τους εγκυροποιημένους κανόνες σχεδιασμού και ευχρηστίας δικτυακών τόπων του υπουργείου Υγείας και Ανθρωπίνων Υπηρεσιών των ΗΠΑ (<http://www.usability.gov/guidelines/index.html>).

8.4 Πληροφοριακή αρχιτεκτονική ενός δικτυακού τόπου

Το σημαντικότερο στοιχείο ενός δικτυακού τόπου είναι το περιεχόμενό του. Το περιεχόμενο είναι εκείνο που προσδίδει νόημα σε ένα δικτυακό τόπο. Δημιουργείται και παρουσιάζεται με κατάλληλο τρόπο ώστε να υποστηρίζει ένα *συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης* και να είναι κατανοητό από *συγκεκριμένες ομάδες χρη-*

στών στις οποίες στοχεύει ένας δικτυακός τόπος. Η δόμηση του περιεχομένου είναι μια διαδικασία πολύ σημαντική, αλλά και ιδιαίτερα δύσκολη να περιγραφεί. Πρακτικά, μπορούμε να καταλάβουμε την αξία της καλής δόμησης περιεχομένου όταν αυτή δεν υφίσταται (Rosenfeld & Morville, 1998) δηλαδή όταν οι χρήστες αποχωρούν άπραγοι από ένα δικτυακό τόπο επειδή δεν έχουν βρει την πληροφορία που επιθυμούν.

Κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης του με το δικτυακό τόπο, ο χρήστης θα πρέπει να εντοπίσει διάφορα αντικείμενα και πληροφορίες, κατανοώντας τη λογική τους οργάνωση στην οθόνη. Επίσης, μεγάλο μέρος της αλληλεπίδρασης αφορά σε στοχοθετημένη συμπεριφορά, κατά τη διάρκειά της οποίας, ο χρήστης πραγματοποιεί μια αλληλουχία ενεργειών, έχοντας ένα τελικό σκοπό. Ο σχεδιασμός του συστήματος θα πρέπει να παρέχει ανάδραση στο χρήστη αναφορικά με το που βρίσκεται σε σχέση με το σύνολο της διαδικασίας αλληλεπίδρασης, πού ήταν προηγουμένως, πού μπορεί να πάει, τί θα συμβεί αν επιλέξει μία συγκεκριμένη ενέργεια και τί μπορεί να κάνει τη δεδομένη χρονική στιγμή. Για την παροχή τέτοιου είδους ανάδρασης στους χρήστες υπάρχουν για παράδειγμα σε ορισμένους δικτυακούς τόπους, τα λεγόμενα «breadcrumbs» τα οποία επικοινωνούν την ιεραρχία των σελίδων (π.χ. Κεντρική->Κατηγορία Α->Τρέχουσα σελίδα). Επίσης, οι σύνδεσμοι επικοινωνούν τις δυνατές επιλογές μετάβασης και οι υπερσύνδεσμοι με κόκκινο χρώμα υποδηλώνουν τις σελίδες που έχει ήδη επισκεφτεί ο χρήστης.

Παρόλα αυτά, υπάρχει το πρόβλημα ότι το νοητικό μοντέλο των χρηστών μπορεί να διαφοροποιείται αρκετά ως προς την κατανόηση των εννοιών και των συσχετίσεων που μπορεί να υπάρχουν στην ιεραρχική δομή ενός δικτυακού τόπου. Η διαπίστωση αυτή υπογραμμίζει την ανάγκη βαθύτερης κατανόησης των χρηστών. Για την εξαγωγή μιας ιεραρχικής δομής (π.χ. δόμηση σελίδων σε ένα δικτυακό τόπο) η οποία συμπεριλαμβάνει τις προτιμήσεις των αντιπροσωπευτικών χρηστών, εφαρμόζεται η τεχνική ταξινόμησης καρτών (card sorting) που περιγράφεται στη συνέχεια. Επιπρόσθετα, φαίνεται ότι οι χρήστες απεχθάνονται μια δομή με πολύ μεγάλο βάθος (πολλές κατηγορίες και υποκατηγορίες). Έτσι, σε ένα σχεδιαστικό δίλημμα μεταξύ 'πλάτους' (αρκετές επιλογές στο ίδιο επίπεδο) και 'βάθους' φαίνεται ότι η πρώτη είναι σαφώς καλύτερη επιλογή (Morville & Rosenfeld, 2006). Σε κάθε περίπτωση, στην πλειονότητα των υπό ανάπτυξη συστημάτων, θα υπάρχουν χρήστες με διαφορετικές ανάγκες, προτιμήσεις και γνώσεις. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντική η παροχή συμπληρωματικών μηχανισμών επεξήγησης για το πού βρίσκεται ανά πάσα στιγμή ο χρήστης, καθώς και η παροχή μεθόδων μετάβασης σε άλλο μέρος της ιεραρχίας, αν ο χρήστης αλλάξει γνώμη.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για την έννοια της **πληροφοριακής αρχιτεκτονικής** (*information architecture*). Σύμφωνα με τον Kalbach (2007), η πληροφοριακή αρχιτεκτονική «*αναπαριστά τις υποκείμενες δομές που δίνουν μορφή και νόημα στο περιεχόμενο και καθορίζουν τη λειτουργικότητα ενός δικτυακού τόπου*». Οι Morville και Rosenfeld (2006) ορίζουν την πληροφοριακή αρχιτεκτονική ως «*μία διαδικασία που αφορά τόσο την οργάνωση του περιεχομένου ενός ιστοτόπου σε κατηγορίες όσο και τη δημιουργία μίας κατάλληλης διεπιφάνειας που να υποστηρίζει το προαναφερθέν σχήμα οργάνωσης, έτσι ώστε να αυξάνεται η ευρεσιμότητα των πληροφοριών και να διευκολύνεται η επιτυχής ολοκλήρωση των τυπικών εργασιών των αντιπροσωπευτικών του χρηστών*». Σε αυτό το κεφάλαιο, ο όρος πληροφοριακή αρχιτεκτονική χρησιμοποιείται με αυτήν ακριβώς την έννοια.

Η διαδραστική αναζήτηση, δηλαδή η διερευνητική αλληλεπίδραση ενός χρήστη με έναν ιστοτόπο με στόχο την εύρεση πληροφορίας, αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα της εμπειρίας χρήσης ενός ιστοτόπου (Lazar, 2003). Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες εφαρμογές λογισμικού όπου εξερευνάται κυρίως η λειτουργικότητά τους στο πλαίσιο μιας εργασίας, η υπερκειμενική φύση των ιστοτόπων απαιτεί από το χρήστη να πλοηγηθεί σε έναν πληροφοριακό χώρο προκειμένου να ολοκληρώσει μία εργασία. Επομένως, η κα-

τάλληλη οργάνωση, διασύνδεση και παρουσίαση του περιεχομένου ενός δικτυακού τόπου, επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ευχρηστία και τη συνολική εμπειρία χρήσης του (Nielsen, 2009b• Nielsen, 2009a• Morville, 2005• Saward et al., 2004• Lazar, 2003• Rosenfeld & Morville, 1998).

Προβλήματα στην πληροφοριακή αρχιτεκτονική ενός ιστοτόπου έχουν ως επακόλουθο τη δημιουργία αίσθησης συνεχούς αποπροσανατολισμού στους ανθρώπους που αλληλεπιδρούν με αυτόν (Otter & Johnson 2000• Conklin 1987). Αυτό είναι ένα ευρέως καταγεγραμμένο πρόβλημα που είναι καθιερωμένο με την ονομασία «χαμένος στον υπερκειμενικό χώρο» (*lost in hyperspace*). Στην περίπτωση αυτή, οι χρήστες δυσκολεύονται να σχηματίσουν ένα νοητικό μοντέλο για τη δομή του περιεχομένου του ιστοτόπου και δεν είναι σίγουροι για την αλληλουχία των υπερσυνδέσμων που πρέπει να επιλέξουν έτσι ώστε να οδηγηθούν στο στόχο τους.

Οι Morville και Rosenfeld (2006) αναδεικνύουν εύστοχα τη σημασία του κατάλληλου σχεδιασμού της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής ενός ιστοτόπου μέσα από μία σειρά ερωτημάτων για τα σχετιζόμενα κόστη και κέρδη που επιφέρει:

1. *Το κόστος ανεύρεσης πληροφορίας*: Ποιες είναι οι επιπτώσεις μίας προβληματικής πληροφοριακής αρχιτεκτονικής στην αποδοτικότητα, αποτελεσματικότητα και υποκειμενική ικανοποίηση ενός χρήστη κατά την αλληλεπίδραση του με έναν ιστότοπο; Ειδικότερα στην περίπτωση ενός εταιρικού ενδοδικτύου (intranet), το ερώτημα είναι, τι κοστίζει στην εταιρεία η σπατάλη πέντε επιπλέον λεπτών κάθε εργαζόμενου για την ανεύρεση πληροφοριών στο πλαίσιο μίας εργασίας;

2. *Το κόστος της αδυναμίας ανεύρεσης πληροφορίας*: Πόσο πιθανό είναι ένας χρήστης να χρησιμοποιήσει ξανά έναν ιστότοπο στον οποίο δυσκολεύτηκε ή δεν κατάφερε να βρει τη ζητούμενη πληροφορία; Πόσους πελάτες χάνει ένας εμπορικός ιστότοπος στον οποίο δεν μπορούν να βρουν το προϊόν που αναζητούν ενώ προσφέρεται από το ηλεκτρονικό κατάστημα;

3. *Το κόστος επανασχεδιασμού*: Πόσο κοστίζει ο αναγκαστικός επανασχεδιασμός ενός ιστοτόπου έξι μήνες μετά την αρχική δημιουργία του, επειδή αποδεικνύεται ότι δεν υποστηρίζει την ευρεσιμότητα πληροφοριών για τους χρήστες του, ή επειδή δεν είναι επεκτάσιμη η πληροφοριακή αρχιτεκτονική του;

4. *Το κόστος συντήρησης*: Ποιο είναι το κόστος διασφάλισης μίας άρτιας πληροφοριακής αρχιτεκτονικής με την πάροδο του χρόνου; Θα γνωρίζουν οι άνθρωποι που είναι υπεύθυνοι για τη συντήρηση του ιστοτόπου πού είναι καλύτερο να τοποθετηθεί τυχόν νέο περιεχόμενο;

5. *Το κέρδος στην εταιρική ταυτότητα (brand)*: Ποιο είναι το κέρδος στην εταιρική ταυτότητα του ιδιοκτήτη ενός ιστοτόπου στον οποίο οι χρήστες του μπορούν να βρουν εύκολα αυτό που αναζητούν;

6. *Το κέρδος στην περαιτέρω εξερεύνηση ενός ιστοτόπου*: Ποιο είναι το κέρδος που προκύπτει από μία κατάλληλη οργάνωση περιεχομένου η οποία αυξάνει την πιθανότητα παράλληλης εύρεσης πληροφοριών ή υπηρεσιών που ενδιαφέρουν το χρήστη στο πλαίσιο της αρχικής του εργασίας (information serendipity);

Η δόμηση του περιεχομένου αγγίζει θέματα που σχετίζονται με έννοιες όπως η οργάνωση, η λειτουργικότητα, η περιήγηση και η αναζήτηση. Αυτές οι παράμετροι αλληλοεπηρεάζονται. Έτσι η βελτίωση μιας από αυτές, μπορεί να μειώσει την ποιότητα σε μια άλλη αναγκάζοντας ένα σχεδιαστή να κάνει συμβιβασμούς (trade offs) μέχρι να δημιουργήσει τη βέλτιστη λύση. Βασικός στόχος ενός σχεδιαστή που δημιουργεί έναν καινούριο ιστότοπο, είναι να οργανώσει με τέτοιο τρόπο την πληροφορία ώστε να είναι εύληπτη, εύκολη στην περιήγηση και στην αναζήτηση από την πλειοψηφία των χρηστών.

Ο τρόπος που οργανώνουμε, κατηγοριοποιούμε και συσχετίζουμε πληροφορίες είναι τόσο σημαντικός ώστε επηρεάζει άμεσα τον τρόπο που την αντιλαμβάνονται οι χρήστες. Επίσης, ένα από τα βασικά

προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σχεδιαστές είναι ότι η δόμηση πρέπει να γίνει με βάση κατηγορίες που κοινοποιούνται στο χρήστη μέσα από τη χρήση της γλώσσας. Όμως, η γλώσσα συχνά περιλαμβάνει λέξεις με πολύσημες ή αφηρημένες ερμηνείες. Για παράδειγμα, μια κατηγορία με τίτλο «Προϊόντα» μπορεί να έχει πολλές σημασίες οι οποίες αναφέρονται σε διαφορετικούς σκοπούς όπως η αγορά, η υποστήριξη ή η απλή επιθεώρηση των δυνατοτήτων του προϊόντος.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα, που αφορά στο σχεδιασμό, σχετίζεται με το γεγονός πως η πληροφορία που υπάρχει σε έναν ιστότοπο χαρακτηρίζεται από πολλά επίπεδα. Αν περιοριστούμε μόνο σε πληροφορία με μορφή κειμένου, για παράδειγμα, τότε η πληροφορία που αναζητάμε μπορεί να βρίσκεται σε επίπεδο βιβλίου, κεφαλαίου, παραγράφου κλπ. Πώς δομούμε την πληροφορία ώστε να καλύψουμε τις ανάγκες των χρηστών; Ποιο επίπεδο σύνοψης πρέπει να χρησιμοποιήσουμε; Πρέπει να καλύψουμε όλες τις δυνατές περιπτώσεις; Είναι αυτό εφικτό;

Ο απλούστερος τρόπος δόμησης πληροφορίας για έναν δικτυακό τόπο που περιέχει ομοειδή αντικείμενα είναι με αλφαβητική σειρά. Ενδείκνυται για λίστες ομοειδών αντικειμένων όπως είναι π.χ. τα ονόματα ενός τηλεφωνικού καταλόγου. Πρόκειται για ένα διαδομένο τρόπο δόμησης, ο οποίος είναι άμεσα αντιληπτός από τους επισκέπτες του δικτυακού τόπου, γιατί έχουν συνηθίσει να χρησιμοποιούν αυτή την κατηγοριοποίηση στην καθημερινή τους ζωή. Άλλος τρόπος με τον οποίο μπορεί να δομηθεί η πληροφορία, είναι με βάση τη χρονολογική σειρά. Συνήθως, χρησιμοποιείται από δικτυακούς τόπους για την παρουσίαση των «Νέων» και για πληροφορίες που σχετίζονται άμεσα με το χρόνο, όπως οι τελευταίες κυκλοφορίες των μουσικών δίσκων. Τέλος, αρκετά συχνά χρησιμοποιείται το χωρικό σημείο της φυσικής παρουσίας ως παράμετρος κατηγοριοποίησης, κυρίως σε δικτυακούς τόπους που παρουσιάζουν τα ξενοδοχεία μιας περιοχής.

Ένας σχεδιαστής όμως, έρχεται αντιμέτωπος με μεγαλύτερα προβλήματα όταν πρέπει να συμπεριλάβει διαφορετικά αντικείμενα σε έναν ιστότοπο. Η βασικότερη μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ομαδοποίηση των αντικειμένων. Πώς όμως γνωρίζει ένας σχεδιαστής ποια είναι η καταλληλότερη ομαδοποίηση; Είναι δυνατές πολλές και διαφορετικές ομαδοποιήσεις. Παρά τα προβλήματα που μπορεί να έχει η συγκεκριμένη μέθοδος, είναι πιο κατάλληλη για ορισμένους δικτυακούς τόπους σε σύγκριση με τις προηγούμενες μεθόδους. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός δικτυακού τόπου που προωθεί και εμπορεύεται ρούχα, δεν μπορούμε να παρουσιάσουμε τα προϊόντα με αλφαβητική σειρά (με βάση το εμπορικό τους σήμα), ούτε με χρονολογική σειρά (με βάση τη σειρά παραλαβής των εμπορευμάτων από το κατάστημα). Μπορεί όμως να γίνει ομαδοποίηση με βάση κάποιο θέμα. Στην περίπτωση ενός δικτυακού βιβλιοπωλείου για παράδειγμα, τα βιβλία μπορούν να ομαδοποιηθούν και να ταξινομηθούν ανάλογα με το αν είναι λογοτεχνικά, επιστημονικά κλπ. Μια άλλη ομαδοποίηση σχετίζεται με τις δυνατές ενέργειες του χρήστη. Για παράδειγμα, σε ένα forum συζητήσεων μπορούν να υπάρχουν κατηγορίες όπως «Διαβάστε τα μηνύματα άλλων χρηστών», «Διαβάστε τα προσωπικά σας μηνύματα», «Στείλτε ένα καινούριο μήνυμα» κτλ.

Αρκετές φορές, για τη δόμηση της πληροφορίας, χρησιμοποιούνται μεταφορές από την καθημερινότητα ώστε να υποστηρίζουν τον επισκέπτη. Αυτές οι μεταφορές συχνά έχουν αδυναμίες καθώς, πράγματα που θεωρούμε αυτονόητα σε μια συγκεκριμένη κουλτούρα, δεν έχουν την ίδια σημασία για άλλους πολιτισμούς ή κοινωνικές ομάδες. Για παράδειγμα, το άσπρο για τους ευρωπαίους υποδηλώνει την αθωότητα, ενώ για τους Ινδούς υποδηλώνει πένθος. Ο σχεδιαστής θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικός στην επιλογή μιας μεταφοράς ώστε να αποφύγει τέτοια προβλήματα. Παράλληλα, οι μεταφορές δημιουργούν στο χρήστη προσδοκίες που συχνά μια ιστοσελίδα δεν μπορεί να καλύψει. Για παράδειγμα, η χρήση με-

ταφοράς ενός ανθρωπομορφικού πωλητή βιβλίων μπορεί να ωθήσει τον επισκέπτη να προσπαθήσει να διατυπώσει ερωτήσεις που απευθύνονται σε έναν κανονικό πωλητή και όχι σε έναν εικονικό.

Τέλος, δόμηση του περιεχομένου ενός ιστοτόπου, μπορεί να γίνει και με βάση έννοιες και όρους που έχουν νόημα μόνο σε μια μικρή ομάδα ατόμων. Έτσι, αν επισκεφθούμε έναν ιστοτόπο που στοχεύει στην ενημέρωση γιατρών μπορεί να βρεθούμε στη δυσάρεστη θέση να μην καταλαβαίνουμε την ομαδοποίηση της πληροφορίας και τη χρησιμοποιούμενη γλώσσα.

Όλοι οι παραπάνω τρόποι δόμησης του περιεχομένου δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Αρκετές φορές μπορεί να υπάρξει συνδυασμός αυτών των προσεγγίσεων ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, στον ιστοτόπο ενός βιβλιοπωλείου μπορεί τα βιβλία να είναι χωρισμένα σε θεματικές ενότητες και σε κάθε ενότητα οι τίτλοι να είναι ταξινομημένοι αλφαβητικά. Η επιλογή του κατάλληλου τρόπου δόμησης του περιεχομένου αποτελεί μια ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία, καθώς το αποτέλεσμα της χαρακτηρίζει βαθιά την αποτελεσματικότητα ενός δικτυακού τόπου. Η διαδικασία αυτή, επηρεάζει σε ένα υψηλότερο επίπεδο την αρχιτεκτονική πληροφορίας του δικτυακού τόπου. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές που βοηθούν ένα σχεδιαστή να προσεγγίσει τη βέλτιστη διάταξη των ιστοσελίδων του υπό σχεδίαση ιστοτόπου, οι οποίες παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

Συχνά, η κατανομή του έργου της ανάπτυξης ενός δικτυακού τόπου σε σημαντικό αριθμό εμπλεκόμενων εμπειρέχει τον κίνδυνο να δημιουργηθεί ένα ετερόκλητο αποτέλεσμα, με μια μίξη διαφορετικών στυλ σχεδίασης. Αυτό, διασπά τη σχεδιαστική συνοχή και ομοιομορφία που αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο για την ευχρηστία ενός δικτυακού τόπου. Μια προτεινόμενη λύση, είναι η σύσταση μιας σταθερής σχεδιαστικής ομάδας η οποία θα είναι και η μόνη που θα υλοποιεί σχεδιαστικές αλλαγές σε συνεργασία με τρίτους, οι οποίοι θα έχουν το δικαίωμα να επεμβαίνουν στο περιεχόμενο και να το διατηρούν επίκαιρο.

Η ύπαρξη μίας αποτελεσματικής μηχανής αναζήτησης δε μπορεί να αντισταθμίσει τα προβλήματα που οφείλονται σε αστοχίες στη δόμηση και στη διασύνδεση του περιεχομένου ενός ιστοτόπου. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι χρήστες δεν είναι πάντα σε θέση να εκφράσουν το στόχο τους με τις κατάλληλες λέξεις-κλειδιά (Wu & Miller, 2007• Mauer, 2006). Σε μία σχετική μελέτη (Teenan et al., 2004), οι χρήστες δήλωσαν ότι προτιμούν τη διαδραστική αλληλεπίδραση με έναν ιστοτόπο σε σύγκριση με τη χρήση μιας μηχανής αναζήτησης, καθώς η πρώτη τους βοηθάει να καταλάβουν καλύτερα το συνολικό πλαίσιο του περιεχομένου και να αποκτήσουν καλύτερη αίσθηση της αξιοπιστίας του, επιπρόσθετα δήλωσαν ότι τους ενισχύει την αίσθηση ελέγχου της αλληλεπίδρασης. Σε μία παρόμοια μελέτη (Sprool, 2001) διαπιστώθηκε ότι οι συμμετέχοντες που χρησιμοποίησαν μηχανή αναζήτησης εξερεύνησαν 10 φορές λιγότερο περιεχόμενο, από αυτούς που εξερεύνησαν διαδραστικά τον ιστοτόπο. Αυτό συνέβη γιατί η διαδραστική αναζήτηση σε έναν ιστοτόπο συνεισφέρει στον εντοπισμό περιεχομένου που μπορεί να έχει ενδιαφέρον για τους χρήστες αλλά δεν ήταν αυτό που έψαχναν εξ αρχής.

8.5 Επισκόπηση τεχνικών σχεδιασμού της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται μία κριτική επισκόπηση των τεχνικών σχεδιασμού της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής ιστοτόπων.

8.5.1 Ταξινόμηση καρτών (card sorting)

Η **ταξινόμηση καρτών** (card sorting, Kuniavsky, 2003• Nielsen, 2000• Rosenfeld & Morville, 1998) παρέχει τη δυνατότητα για διερεύνηση του νοητικού μοντέλου των χρηστών ενός δικτυακού τόπου, «*αποσαφηνίζοντας τον τρόπο με τον οποίο υποσυνείδητα ομαδοποιούν, ταξινομούν και περιγράφουν τους στόχους και το περιεχόμενο*» (Morville & Rosenfeld, 2006). Η ταξινόμηση καρτών είναι μία ιδιαίτερα χρήσιμη και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την ανάπτυξη μιας χρηστοκεντρικής πληροφοριακής αρχιτεκτονικής. Μία πληθώρα μελετών (Capra, 2005• Sinha & Boutelle, 2004• Tullis & Wood, 2004) επιβεβαιώνουν τη χρησιμότητα της μεθόδου.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου παρέχεται σε αντιπροσωπευτικούς χρήστες του υπό σχεδίαση ιστοτόπου, ένα σύνολο από κάρτες που περιλαμβάνουν έναν τίτλο και (προαιρετικά) μία μικρή περιγραφή των εννοιών προς ομαδοποίηση. Στη συνέχεια, ζητείται από τους χρήστες, να οργανώσουν τις κάρτες σε ομάδες που έχουν νόημα για αυτούς. Υπάρχουν δύο βασικές παραλλαγές της τεχνικής, η *ανοιχτού τύπου ταξινόμηση (open card sorting)*, στην οποία οι συμμετέχοντες αφήνονται ελεύθεροι να δημιουργήσουν όσες κατηγορίες θέλουν και να δώσουν ονόματα στις ομάδες που δημιούργησαν, και η *κλειστού τύπου ταξινόμηση (closed card sorting)*, στην οποία οι συμμετέχοντες τοποθετούν τις κάρτες σε προκαθορισμένες κατηγορίες. Η πρώτη χρησιμοποιείται για την αρχική σχεδίαση της δομής ενός ιστοτόπου, ενώ η δεύτερη για την προσθήκη περιεχομένου ή για την αξιολόγηση της καταλληλότητας της δομής ενός ιστοτόπου. Δύο άλλες παραλλαγές της τεχνικής είναι α) η *ταξινόμηση τύπου Delphi (Delphi card sorting, Paul 2008)*, στην οποία κάθε ένας από τους συμμετέχοντες τροποποιεί εκ περιτροπής τις ομαδοποιήσεις του προηγούμενου έως ότου δεν υπάρχουν πλέον αλλαγές και β) η *διαμεσολαβούμενη από ομάδα εστίασης ταξινόμηση (focus group card sorting, Hawley 2008)* στην οποία υπάρχει πρόσθετη έμφαση στη διερεύνηση των στρατηγικών που χρησιμοποίησε ο κάθε συμμετέχοντας για να καταλήξει στην πληροφοριακή δομή που προτείνει. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα πείραμα ταξινόμησης καρτών μπορεί να συνοδεύεται και από επιπρόσθετες ερωτήσεις συγκεκριμένου ενδιαφέροντος, όπως για παράδειγμα «*Ποιες κάρτες θα θέλατε να είναι άμεσα προσβάσιμες από την αρχική ιστοσελίδα;*» και «*Υπάρχουν όροι που δεν καταλαβαίνετε στις περιγραφές των καρτών; Αν ναι ποιοι είναι αυτοί;*».

Τα βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τρία:

- Αν ο σχεδιαστής κατηγοριοποιήσει την πληροφορία λαμβάνοντας υπόψη τη γνώμη αντιπροσωπευτικού δείγματος χρηστών, τότε είναι πιθανότερο η πληροφορία να μπορεί να βρεθεί γρηγορότερα και ευκολότερα από το σύνολο των χρηστών του δικτυακού τόπου.
- Ο σχεδιαστής μπορεί να εντοπίσει, από τα πρώτα στάδια της σχεδίασης, έννοιες και χρησιμοποιούμενες ορολογίες που είναι δυσνόητες για τους χρήστες.
- Είναι μια μέθοδος που απαιτεί, σχετικά, λίγους πόρους. Κατά συνέπεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη φάση σχεδίασης, ακόμα και για την ανάπτυξη δικτυακών τόπων με χαμηλό προϋπολογισμό.

Είναι εμφανές ότι από ένα πείραμα ταξινόμησης καρτών προκύπτει πληθώρα χρήσιμων πληροφοριών ποιοτικού τύπου, όπως για παράδειγμα το λεξιλόγιο που χρησιμοποιούν οι χρήστες για να αναφερθούν στο περιεχόμενο του ιστοτόπου, έννοιες που δεν ήταν κατανοητές, περιεχόμενο που θεωρούν σημαντικό για τη θεματική κατηγορία ενός ιστοτόπου και εναλλακτικά μονοπάτια πρόσβασης στην ίδια πληροφορία βάσει των ομαδοποιήσεων που συγκεντρώθηκαν. Σε ένα πείραμα ταξινόμησης καρτών, η πιο σημαντική ποσοτική μετρική είναι η συχνότητα τοποθέτησης δύο εννοιών μαζί, επειδή αποτελεί δείκτη της συσχέτισης αυτών των εννοιών στο νοητικό μοντέλο των συμμετεχόντων. Εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει ότι

αρκούν 15 έως 20 συμμετέχοντες για να προκύψουν αξιόπιστα δεδομένα από ένα πείραμα ταξινόμησης καρτών (Nielsen 2004• Tullis & Wood 2004).

Αυτή η τεχνική εμπλέκει τους τελικούς χρήστες του δικτυακού τόπου στη διαδικασία σχεδιασμού, αποτελεί δηλαδή μια πρακτική *συμμετοχικού σχεδιασμού*. Βασικό εμπόδιο στην υλοποίησή της, αποτελούν οι διαφορετικές αντιλήψεις των χρηστών για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να δομηθεί η πληροφορία (Nielsen, 1999). Σκεφτείτε για παράδειγμα, τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους ο καθένας από μας δομεί τα προσωπικά του αρχεία στον υπολογιστή. Κάθε χρήστης έχει το δικό του τρόπο, που εξυπηρετεί τις δικές του ανάγκες π.χ. κάποιος χρήστης αποθηκεύει τα αρχεία του με βάση το θέμα, ενώ κάποιος άλλος με χρονολογική σειρά.

Για να σχεδιαστεί ένας καλά δομημένος δικτυακός τόπος θα πρέπει να ικανοποιηθούν οι ανάγκες, όσο το δυνατόν, περισσότερων χρηστών. Πρόσφατα, έχουν προταθεί και τεχνικές αυτόματης δημιουργίας πληροφοριακής αρχιτεκτονικής βασισμένες σε στατιστικές τεχνικές όπως η LSA (Latent Semantic Analysis) που εκτιμούν το βαθμό σημασιολογικής ομοιότητας μεταξύ 2 κειμένων (Katsanos, Tselios & Anouris, 2008).

8.5.2 Ελεύθερη διατύπωση εννοιών (free-listing)

Η *ελεύθερη διατύπωση εννοιών (free-listing, Morville & Rosenfeld, 2006• Sinha, 2003)* χρησιμοποιείται για να κατανοήσουν οι σχεδιαστές το πλαίσιο (context) του περιεχομένου του υπό εξέταση ιστοτόπου, καθώς και το λεξιλόγιο των αντιπροσωπευτικών του χρηστών. Σε αυτή την τεχνική, τίθεται το προς διερεύνηση θέμα και ζητείται από κάθε συμμετέχοντα, να καταγράψει όσες περισσότερες σχετιζόμενες με το θέμα έννοιες μπορεί, σε περιορισμένο χρονικό διάστημα. Τα δεδομένα που συλλέγονται με τη χρήση της μεθόδου εξαρτώνται από το αρχικό ερώτημα που τίθεται στους συμμετέχοντες. Για παράδειγμα, ένα ερώτημα του τύπου: «Κατονόμασε όλες τις εργασίες που μπορείς να κάνεις στον ιστότοπο X» συλλέγει πληροφορίες τόσο για το ποιες τυπικές εργασίες προσδοκούν οι χρήστες ότι θα είναι σε θέση να φέρουν εις πέρας στον εν λόγω ιστότοπο, όσο και για το λεξιλόγιο που χρησιμοποιούν για να τις περιγράψουν. Αντιστοίχως, ερωτήματα που ζητούν από τους συμμετέχοντες να διατυπώσουν όρους για να περιγράψουν διάφορες επιλεγμένες έννοιες-αντικείμενα, μπορούν να συγκεντρώσουν χρήσιμες πληροφορίες που βοηθούν στη δημιουργία κατάλληλων λεκτικών περιγραφών για τους υπερσυνδέσμους, τις επικεφαλίδες και τους τίτλους των ιστοσελίδων του υπό εξέταση ιστοτόπου.

Η ελεύθερη διατύπωση εννοιών μπορεί να προηγηθεί ενός πειράματος ταξινόμησης καρτών, με στόχο τη δημιουργία λεκτικών περιγραφών για τις προς ομαδοποίηση έννοιες έτσι ώστε, κατά το πείραμα ταξινόμησης, να χρησιμοποιηθεί το λεξιλόγιο των αντιπροσωπευτικών χρηστών του ιστοτόπου. Σύμφωνα με τους Weller και Romney (1988), απαιτούνται 20 με 30 συμμετέχοντες για να προκύψουν αξιόπιστα αποτελέσματα από τη διεξαγωγή μίας άσκησης ελεύθερης διατύπωσης εννοιών.

8.5.3 Έλεγχος ευρεσιμότητας (findability testing)

Η άσκηση *ελέγχου ευρεσιμότητας (findability testing, Hawley, 2008)* είναι μία τεχνική που έχει προταθεί για την επαναληπτική αξιολόγηση και βελτίωση της αποτελεσματικότητας της δομής ενός ιστοτόπου. Η τεχνική αυτή, μπορεί να εφαρμοστεί και μετά από ένα πείραμα ταξινόμησης καρτών, έτσι ώστε να αξιολογηθεί η καταλληλότητα της δομής που προέκυψε.

Κατά την εφαρμογή της τεχνικής, η ομάδα σχεδίασης αναπτύσσει αρχικά ένα πρωτότυπο του χάρτη του ιστοτόπου (site map) βάσει της εμπειρογνωσίας των μελών της, εφόσον πρόκειται για τον αρχικό

σχεδιασμό ενός ιστοτόπου, ή βάσει της υπάρχουσας υλοποίησης του ιστοτόπου, εφόσον πρόκειται για διαδικασία επανασχεδιασμού. Έπειτα, ζητείται από αντιπροσωπευτικούς χρήστες του δικτυακού τόπου να χρησιμοποιήσουν το χάρτη του ιστοτόπου για να αναζητήσουν πληροφορίες στο πλαίσιο συγκεκριμένων τυπικών σεναρίων. Ακολουθεί μία συζήτηση με κάθε χρήστη για να εντοπιστούν τυχόν προβλήματα που συνάντησε ο χρήστης αυτός στην ανεύρεση της ζητούμενης πληροφορίας και να γίνουν προτάσεις για τη βελτίωση του τρόπου οργάνωσης του περιεχομένου. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να αναλυθούν τόσο ποσοτικά, καταμετρώντας για παράδειγμα το μέσο αριθμό λανθασμένων επιλογών κάθε συμμετέχοντα σε κάθε τυπικό σενάριο, όσο και ποιοτικά, μελετώντας για παράδειγμα τα σχόλια των χρηστών για τα προβλήματα που αντιμετώπισαν και τις προτάσεις τους για βελτίωση της δομής.

8.5.4 Έλεγχος πλοηγησιμότητας (navigation stress test)

Ο έλεγχος πλοηγησιμότητας (*navigation stress test*, Instone, 1997) είναι μία τεχνική επιθεώρησης ενός ιστοτόπου με στόχο τον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων πλοήγησης που σχετίζονται με τους εξής τρεις βασικούς προβληματισμούς ενός χρήστη: α) «Που βρίσκομαι;», β) «Τι υπάρχει εδώ;» και γ) «Που μπορώ να πάω από εδώ;».

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου, ο αξιολογητής επιλέγει αρχικά μια τυχαία ιστοσελίδα που ανήκει στο χαμηλότερο επίπεδο της ιεραρχίας του ιστοτόπου. Έπειτα, καταγράφει τις απαντήσεις του στις εξής εννέα ερωτήσεις:

1. Τι πραγματεύεται η συγκεκριμένη ιστοσελίδα;
2. Τι πραγματεύεται ο ιστότοπος;
3. Ποιες είναι οι κύριες ενότητες του ιστοτόπου;
4. Σε ποια ενότητα βρίσκεται η συγκεκριμένη ιστοσελίδα;
5. Τι υπάρχει στο αμέσως ανώτερο επίπεδο από εδώ;
6. Πως μπορώ να πάω στην αρχική ιστοσελίδα από εδώ;
7. Πως μπορώ να πάω στο ανώτατο επίπεδο αυτής της ενότητας;
8. Τι υποδηλώνει κάθε ομάδα υπερσυνδέσμων;
9. Πως θα μπορούσα να έρθω εδώ από την αρχική ιστοσελίδα;

Σύμφωνα με το δημιουργό της μεθόδου (Instone, 1997), η αξιολόγηση πρέπει να πραγματοποιηθεί τόσο από άτομα που εμπλέκονται στην ανάπτυξη του ιστοτόπου όσο και από ανθρώπους που αντικρίζουν για πρώτη φορά κάποιο πρωτότυπο του υπό εξέταση ιστοτόπου. Η συγκριτική ανάλυση των απαντήσεων που καταγράφονται από τους αξιολογητές επιτρέπει τον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων πλοηγησιμότητας.

8.5.5 Επιλογή κατηγορίας, περιγραφή περιεχομένου, και κατονομασία κατηγοριών

Σε συνδυασμό με τα πειράματα ταξινόμησης καρτών συνήθως χρησιμοποιείται και ένα σύνολο αλληλοσυμπληρούμενων εμπειρικών τεχνικών (Hawley, 2008• Murray & Constanzo, 1999) που περιλαμβάνει: (α) επιλογή κατηγορίας (*category identification*), (β) περιγραφή περιεχομένου κατηγοριών (*category description*) και (γ) κατονομασία κατηγοριών (*category labeling*).

Η τεχνική επιλογής κατηγορίας (*category identification*), παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με μία ταξινόμηση καρτών κλειστού τύπου. Κατά την εφαρμογή αυτής της τεχνικής, δίνονται αρχικά στους χρήστες οι ετικέτες όλων των κατηγοριών καθώς επίσης και μικρές περιγραφές του περιεχομένου κάθε κατη-

γορίας. Έπειτα, τους ζητείται να ταιριάξουν την ετικέτα με το περιεχόμενο στο οποίο θεωρούν ότι αυτή αντιστοιχεί. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα του τρόπου δόμησης του περιεχομένου ενός ιστοτόπου.

Η τεχνική περιγραφής του περιεχομένου κατηγοριών (*category description*) περιλαμβάνει την παρουσίαση των λεκτικών περιγραφών των ομάδων περιεχομένου ενός ιστοτόπου σε αντιπροσωπευτικούς χρήστες, από τους οποίους στη συνέχεια ζητείται να περιγράψουν το περιεχόμενο που προσδοκούν να συναντήσουν πίσω από τη λεκτική περιγραφή κάθε κατηγορίας. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να αξιολογηθεί τόσο η καταλληλότητα των λεκτικών περιγραφών κάθε κατηγορίας, όσο και η πληρότητα του περιεχομένου που προσφέρει ο ιστότοπος.

Η καταλληλότητα των λεκτικών περιγραφών των ομαδοποιήσεων του περιεχομένου σε ένα ιστότοπο μπορεί να αξιολογηθεί και με την τεχνική της *κατονομασίας κατηγοριών* (*category labeling ή naming exercise*). Κατά την εφαρμογή της τεχνικής αυτής, δίνεται αρχικά στους συμμετέχοντες ένας αριθμός υποψήφιας λεκτικών περιγραφών για επιλεγμένα τμήματα του περιεχομένου του ιστοτόπου. Στη συνέχεια, τους ζητείται να επιλέξουν την περιγραφή που θεωρούν πιο κατάλληλη. Η τεχνική αυτή μπορεί να συνδυαστεί με ένα πείραμα ταξινόμησης καρτών ανοιχτού τύπου με στόχο, την περαιτέρω αξιολόγηση της καταλληλότητας των λεκτικών περιγραφών που προέκυψαν από την ανάλυση των ομαδοποιήσεων των χρηστών.

8.5.6 Άλλες τεχνικές

Υπάρχουν διάφορες άλλες τεχνικές που παράγουν χρήσιμες πληροφορίες για τη δημιουργία μιας χρηστοκεντρικής πληροφοριακής αρχιτεκτονικής. Στην ενότητα αυτή επιχειρείται μία συνοπτική περιγραφή τους.

Η *ανάλυση των καταγεγραμμένων συμβάντων* σε μία μηχανή αναζήτησης (*search log analysis*, Jansen 2006) είναι μία χρήσιμη τεχνική για την κατανόηση του λεξιλογίου που χρησιμοποιούν οι χρήστες κατά την αναζήτηση πληροφοριών και τη δημιουργία κατάλληλων λεκτικών περιγραφών για τους υπερσυνδέσμους, τις επικεφαλίδες και τους τίτλους των ιστοσελίδων ενός ιστοτόπου. Εναλλακτικά, για τον ίδιο σκοπό μπορεί να χρησιμοποιηθεί η *ανάλυση επισημειώσεων* (*tag analysis*, Morville & Rosenfeld, 2006) που έχουν προκύψει από δικτυακούς τόπους κοινωνικής δικτύωσης, όπως είναι το del.icio.us. Το συγκριτικό μειονέκτημα της ανάλυσης επισημειώσεων σε σχέση με την ανάλυση καταγεγραμμένων συμβάντων είναι ότι, στην ανάλυση επισημειώσεων, δεν είναι ελεγχόμενο το προφίλ των χρηστών, από τους οποίους έχουν προκύψει τα δεδομένα που αναλύονται.

Επιπλέον, έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία και ορισμένες τεχνικές που αποτελούν συνδυασμό μεθόδων που έχουν ήδη περιγραφεί στις προηγούμενες ενότητες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η μέθοδος «*Ταχεία Πληροφοριακή Αρχιτεκτονική*» (*Rapid Information Architecture*, Sinha & Boutelle, 2004). Η μέθοδος αυτή, προτείνει την εφαρμογή της ελεύθερης διατύπωσης εννοιών για την τροφοδότηση ενός πειράματος ταξινόμησης καρτών ανοιχτού τύπου, το οποίο ακολουθείται από ένα πείραμα ταξινόμησης καρτών κλειστού τύπου για την περαιτέρω διερεύνηση της καταλληλότητας της δομής που έχει προκύψει.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι και διάφορες άλλες τεχνικές, όπως εθνογραφικές μελέτες, πειράματα μέτρησης της απόδοσης των χρηστών και ευρετικές αξιολογήσεις, παράγουν δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση και βελτίωση της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής ενός ιστοτόπου.

8.5.7 Αδυναμίες των τεχνικών σχεδιασμού της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής

Παρά την ύπαρξη των τεχνικών που υποστηρίζουν το σχεδιασμό, μελέτες δείχνουν ότι οι αστοχίες στην πληροφοριακή αρχιτεκτονική των ιστοτόπων εξακολουθούν να δημιουργούν το μεγαλύτερο ποσοστό προβλημάτων στην εμπειρία χρήσης τους (Nielsen, 2009a• Nielsen, 2009b).

Καταρχάς, πολλές από τις προαναφερθείσες τεχνικές απαιτούν πόρους, που είναι δύσκολο να βρεθούν στους ταχύτατους σημερινούς ρυθμούς ανάπτυξης ιστοτόπων (Chi et al., 2003• Brinck & Hofer, 2002• Brajnik, 2000) και επομένως δεν εφαρμόζονται στην πράξη. Για παράδειγμα, σύμφωνα με εκτιμήσεις ειδικών ευχρηστίας, η ολοκλήρωση μίας μελέτης ταξινόμησης καρτών απαιτεί 3,5 με 7 εργάσιμες μέρες. Επιπλέον, η ίδια η στιγμιαία φύση του μέσου έχει οδηγήσει στην ανάγκη για συνεχή τροποποίηση και ενημέρωση του περιεχομένου των ιστοτόπων. Ως αποτέλεσμα, προκύπτει η ανάγκη για τη συνεχή αξιολόγηση της καταλληλότητας της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής τους και επομένως η ανάγκη για την ανάπτυξη πιο αποδοτικών μεθόδων που να μπορούν να αξιολογήσουν το σύνολο του περιεχομένου ενός ιστοτόπου γρήγορα και αποτελεσματικά.

Μία άλλη αδυναμία, που εντοπίζεται στις τεχνικές που περιγράφηκαννωρίτερα, είναι ότι ορισμένες από αυτές είναι πρακτικά αδύνατο να εφαρμοστούν σε κάποιες περιπτώσεις. Για παράδειγμα, η ανάλυση των καταγεγραμμένων συμβάντων σε μία μηχανή αναζήτησης προϋποθέτει την ύπαρξη ενός ιστοτόπου που βρίσκεται σε χρήση για κάποιο εύλογο χρονικό διάστημα, και άρα δεν μπορεί να συνεισφέρει στον αρχικό σχεδιασμό της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής ενός νέου ιστοτόπου. Αντίστοιχα, η τεχνική της ταξινόμησης καρτών, μία από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές, είναι πρακτικά αδύνατο να εφαρμοστεί για ιστοτόπους με πάνω από 100 ιστοσελίδες, επειδή αυξάνεται η πολυπλοκότητα διεξαγωγής της τεχνικής και ανάλυσης των δεδομένων που συγκεντρώνονται (Mauer & Warfel, 2004).

Τέλος, για τις περισσότερες από αυτές τις τεχνικές απαιτείται αρκετή προσπάθεια και εξειδικευμένες γνώσεις προκειμένου να μεταβεί ο σχεδιαστής από τα δεδομένα που συλλέγονται στον τελικό σχεδιασμό της δομής του ιστοτόπου (Sinha & Boutelle, 2004). Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα οι τεχνικές να μην εφαρμόζονται στην πράξη από μηχανικούς του Διαδικτύου. Σε αυτό το πρόβλημα, προστίθεται και το ζήτημα ότι διαφορετικοί αναλυτές, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που συγκεντρώνονται με αυτές τις τεχνικές, μπορούν να καταλήξουν σε διαφορετικά συμπεράσματα. Το πρόβλημα αυτό είναι καταγεγραμμένο στη βιβλιογραφία ως «η επιρροή του αξιολογητή» (evaluator effect, Hertzum & Jacobsen, 2003) και καταδεικνύει την έλλειψη της συστηματικότητας στη διαδικασία σχεδιασμού της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής ιστοτόπων. Αυτή η έλλειψη συστηματικότητας οφείλεται, σε μεγάλο βαθμό, στην έλλειψη στέρεων θεωρητικών πλαισίων και μοντέλων ερμηνείας της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή καθώς η μοναδική γενική θεωρία μοντελοποίησης χρήστη που υφίσταται στο πεδίο, είναι το μοντέλο GOMS (Goals, Operators, Methods, Selections, Card et al., 1983).

8.6 Αξιολόγηση του μοντέλου πλοήγησης: Μετρικές Lostness

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκαν τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής ενός ιστοτόπου. Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούμε στη μετρική Lostness η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της ποιότητας του μοντέλου πλοήγησης σε ένα δικτυακό τόπο. Σύμφωνα με τη μετρική αυτή, μπορεί να εκτιμηθεί ένας δείκτης L που αποτυπώνει την επιπλέον προσπάθεια εύρεσης μιας ζητούμενης σελίδας σε σχέση με την 'ιδεατή' διαδρομή που θα απαιτούσε τον ελάχιστο αριθμό μεταβάσεων (1, Tullis & Albert, 2008• Smith, 1996):

$$L = \text{sqrt}\left[\left(\frac{N}{S} - 1\right)^2 + \left(\frac{R}{N} - 1\right)^2\right] \quad (1)$$

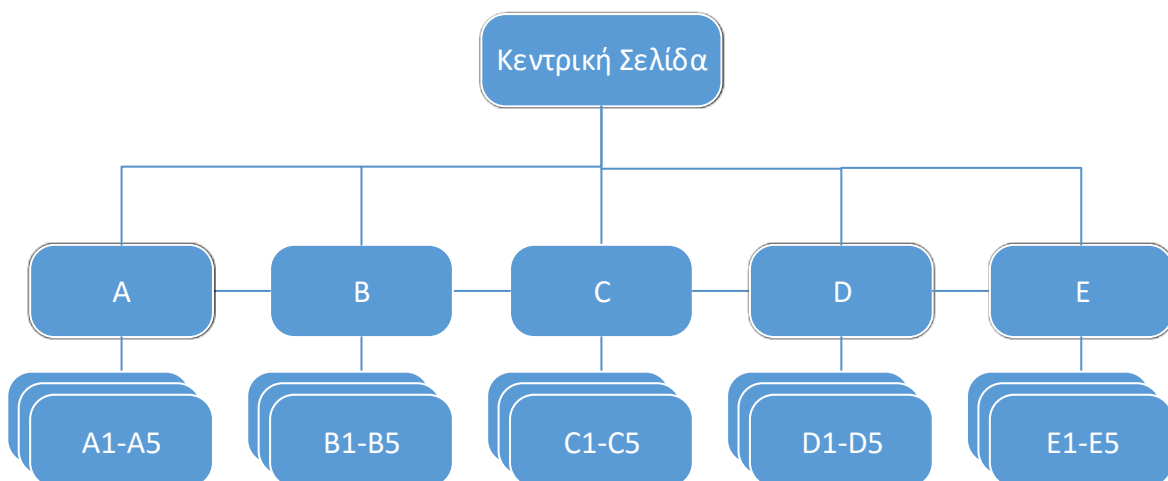
Όπου N ο αριθμός των διαφορετικών σελίδων που επισκέφθηκε ο χρήστης κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της εργασίας, S ο συνολικός αριθμός των σελίδων, προσμετρώντας και τις επανεπισκέψεις, και R ο βέλτιστος αριθμός σελίδων που χρειαζόταν ιδεατά ο χρήστης για να βρει την επιθυμητή πληροφορία. Σύμφωνα με τον Smith (1996) τιμές L μικρότερες του 0.4, υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα κατά τη διάρκεια πλοήγησης, ενώ τιμές μεγαλύτερες του 0.5 δείχνουν ότι οι χρήστες αντιμετωπίζουν προβλήματα πλοήγησης.

Παράδειγμα 8.2

Έστω χρήστης που εισέρχεται σε ένα δικτυακό τόπο με ιεραρχική δομή. Στην κορυφή της δομής υπάρχει μια κεντρική σελίδα, με διασυνδέσεις σε 5 σελίδες που βρίσκονται στο επόμενο επίπεδο (σελίδες A,B,C,D,E). Κάθε μια σελίδα που βρίσκεται στο επόμενο επίπεδο συνδέεται με τη σειρά της με 5 σελίδες στο 3^ο επίπεδο (A1-A5, B1-B5,...,E1-E5). Δεν υπάρχουν άλλες συνδέσεις μεταξύ των σελίδων. Ο χρήστης πλοηγείται στις σελίδες με το εξής πρότυπο: Από την κεντρική πηγαίνει στην A, μετά στην A1. Αν χρειαστεί, επιστρέφει στην A και μετά στην κεντρική. Ακολούθως, πηγαίνει στη B μετά στη B1, μετά στην B μετά στην B2. Αν χρειαστεί, επιστρέφει στη B και μετά στην κεντρική. Με αντίστοιχο τρόπο επισκέπτεται 3 σελίδες (C1,C2,C3) στην κατηγορία C, 4 στη D και 5 στην E.

Στόχος μας είναι να υπολογίσουμε τη μετρική Lostness, σε περίπτωση που η επιθυμητή σελίδα είναι η A1, η B2, η C3, η D4, η E5 (5 μετρικές). Σχολιάστε σύντομα τα αποτελέσματα.

Η δομή του δικτυακού τόπου που περιγράφεται στην εκφώνηση, παρουσιάζεται παρακάτω με την εξής δενδρική μορφή (Εικόνα 8.2).



Εικόνα 8.2 Η δομή του δικτυακού τόπου

Να σημειωθεί ότι, σε όλα τα σενάρια ο βέλτιστος αριθμός σελίδων που χρειάζεται να δει ο χρήστης για να βρει την επιθυμητή πληροφορία είναι 3. Συνεπώς, $R=3$ σε όλα τα σενάρια.

Στο **πρώτο σενάριο**, ο χρήστης μεταβαίνει από την Κεντρική στην Α και στην Α1.

Συνεπώς $N=3$, $S=3$, $R=3$. Επομένως, η εξίσωση (1) γίνεται:

$$L = \text{sqrt}\left[\left(\frac{3}{3} - 1\right)^2 + \left(\frac{3}{3} - 1\right)^2\right] = 0.$$

Το οποίο και υποδεικνύει μια 'ιδεατή' πλοήγηση.

Στο **δεύτερο σενάριο**, ο χρήστης μεταβαίνει από την Κεντρική στην Α και στην Α1. Ακολούθως στην Α και μετά στην Κεντρική. Ακολούθως στη Β, μετά στη Β1 και μετά στη Β και τέλος στη Β2. Συνεπώς $N=6$, $S=9$, $R=3$ και η εξίσωση (3.1) γίνεται:

$$L = \text{sqrt}\left[\left(\frac{6}{9} - 1\right)^2 + \left(\frac{3}{6} - 1\right)^2\right] = 0,60.$$

Στο **3ο σενάριο**, και αφού ολοκληρώσει τη φυλλομέτρηση του 2^{ου} σεναρίου, μεταβαίνει στη Β και μετά στην Κεντρική. Έπειτα πηγαίνει στη C, ακολούθως στη C1, στη C, στη C2, στη C και τελικά στη C3. Συνεπώς $N=10$, $S=17$, $R=3$ και η εξίσωση (1) γίνεται:

$$L = \text{sqrt}\left[\left(\frac{10}{17} - 1\right)^2 + \left(\frac{3}{10} - 1\right)^2\right] = 0,81.$$

Στο **4ο σενάριο** η πλοήγηση θα είναι από την κεντρική σελίδα (ΚΣ) $\rightarrow A \rightarrow A1 \rightarrow A \rightarrow ΚΣ \rightarrow B \rightarrow B1 \rightarrow B \rightarrow B2 \rightarrow B \rightarrow ΚΣ \rightarrow C \rightarrow C1 \rightarrow C \rightarrow C2 \rightarrow C \rightarrow C3 \rightarrow C \rightarrow ΚΣ \rightarrow D \rightarrow D1 \rightarrow D \rightarrow D2 \rightarrow D \rightarrow D3 \rightarrow D \rightarrow D4$.

Από τα παραπάνω έχουμε: $N = 15$, $S = 27$, $R = 3$ και η εξίσωση (1) γίνεται:

$$L = \text{sqrt}\left[\left(\frac{15}{27} - 1\right)^2 + \left(\frac{3}{15} - 1\right)^2\right] = 0,91.$$

Στο **5ο σενάριο** έχουμε $ΚΣ \rightarrow A \rightarrow A1 \rightarrow A \rightarrow ΚΣ \rightarrow B \rightarrow B1 \rightarrow B \rightarrow B2 \rightarrow B \rightarrow ΚΣ \rightarrow C \rightarrow C1 \rightarrow C \rightarrow C2 \rightarrow C \rightarrow C3 \rightarrow C \rightarrow ΚΣ \rightarrow D \rightarrow D1 \rightarrow D \rightarrow D2 \rightarrow D \rightarrow D3 \rightarrow D \rightarrow D4 \rightarrow D \rightarrow ΚΣ \rightarrow E \rightarrow E1 \rightarrow E \rightarrow E2 \rightarrow E \rightarrow E3 \rightarrow E \rightarrow E4 \rightarrow E \rightarrow E5$

Από τα παραπάνω έχουμε: $N = 21$, $S = 39$, $R = 3$ και η εξίσωση (1) γίνεται:

$$L = \text{sqrt}\left[\left(\frac{21}{39} - 1\right)^2 + \left(\frac{3}{21} - 1\right)^2\right] = 0,97.$$

Σχολιασμός αποτελεσμάτων. Σύμφωνα με το Smith (1996), τιμές L μικρότερες του 0,4 υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα κατά τη διάρκεια πλοήγησης, ενώ τιμές μεγαλύτερες του 0,5 δείχνουν ότι οι χρήστες αντιμετωπίζουν προβλήματα πλοήγησης. Όπως φαίνεται και στα αποτελέσματα, τα σενάρια 2-5 υποδεικνύουν μια σαφώς προβληματική πλοήγηση. Ακόμα και αν δεχτεί κανείς ότι το σενάριο 2 παρουσιάζει ένα μικρό αριθμό επισκέψεων σε ιστοσελίδες και άρα είναι σχετικά διαχειρίσιμο, στα υπόλοιπα σενάρια, ο αριθμός των επανεπισκέψεων είναι εξαιρετικά υψηλός (17,27 και 39 για το 3°, 4° και 5° σενάριο αντίστοιχα) με αποτέλεσμα η μετρική lostness να εκτινάσσεται σε πολύ υψηλά επίπεδα.

8.7 Εργαλεία υποστήριξης της σχεδίασης

8.7.1 Εργαλεία προτυποποίησης

Καθώς το αποτέλεσμα του σχεδιασμού απευθύνεται σε ανθρώπους οι οποίοι χαρακτηρίζονται από υψηλή πολυπλοκότητα και διαφοροποιήσεις, είναι εξαιρετικά πιθανό ακόμα και λεπτομερείς προδιαγραφές να οδηγούν σε μια σειρά από παραλείψεις, αστοχίες κλπ. Για το σκοπό αυτό, είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν **πρωτότυπα**, τα οποία θα πρέπει να εξεταστούν από την ομάδα ανάπτυξης αλλά και από δυνητικούς χρήστες. Κάποια μορφή ανάδρασης από τους χρήστες, μπορεί να συλλεχθεί και με μη λειτουργικά πρωτότυπα (πχ στιγμιότυπα της διεπιφάνειας χρήσης), η οποία όμως υπολείπεται από τη δοκιμή ενός πρωτοτύπου με τη συμμετοχή αντιπροσωπευτικών χρηστών .

Τα πρωτότυπα αυτά μπορούν να είναι απλά στιγμιότυπα της διεπιφάνειας χρήσης (storyboards), ή μερικώς λειτουργικά πρωτότυπα που αναπτύσσονται με γλώσσες υψηλού επιπέδου. Στην πρώτη περίπτωση (storyboards), ο στόχος είναι να απεικονίσουμε το φυσικό σχεδιασμό σε ορισμένες καταστάσεις της αλληλεπίδρασης. Η τεχνική αυτή δεν απαιτεί υποχρεωτικά τη χρήση υπολογιστικής τεχνολογίας (μπορούν να σχεδιαστούν ακόμα και με χαρτί και με μολύβι) και έλκει την καταγωγή της από τη βιομηχανία του κινηματογράφου, όπου αλληλουχίες φωτογραφιών περιγράφουν αδρομερώς την εξέλιξη μιας ταινίας. Στα μερικώς λειτουργικά πρωτότυπα, έχουν υλοποιηθεί ορισμένες από τις λειτουργίες του συστήματος, προκειμένου να εξεταστούν εναλλακτικές σχεδιαστικές λύσεις. Κατάλληλα εργαλεία για την ανάπτυξη τέτοιων πρωτοτύπων είναι γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου που ενσωματώνουν μια σειρά από εργαλεία της διεπιφάνειας χρήσης. Τέτοια εργαλεία είναι για παράδειγμα η Visual Basic σε περιβάλλον Windows ή το Hypercard σε περιβάλλον Mac OSX.

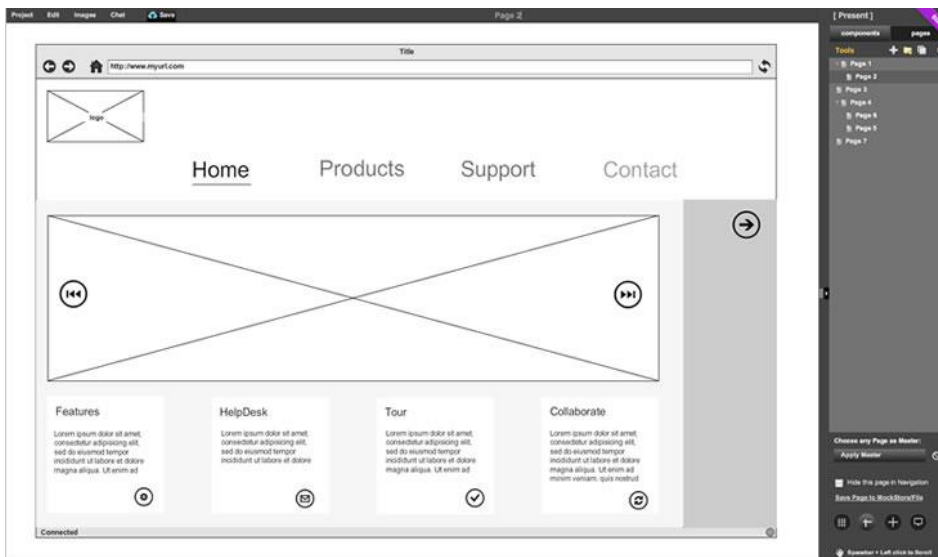
Μέσω της ανάδρασης των χρηστών που θα προκύψει από την αλληλεπίδραση με τα πρωτότυπα, αναμένεται να αναγνωριστούν προβλήματα ή θέματα, τα οποία μπορούν να κατευθύνουν τον επανασχεδιασμό του συστήματος. Θεωρητικά, η διαδικασία αυτή μπορεί να ακολουθηθεί αρκετές φορές, μέχρι να φτάσουμε σε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα το οποίο θα συμμορφώνεται με τους στόχους και τις απαιτήσεις που έχουν ήδη καταγραφεί. Αυτή η διαδικασία της διαδοχικής αξιολόγησης του πρωτοτύπου, ονομάζεται διαμορφωτική αξιολόγηση καθώς διαμορφώνει το αποτέλεσμα του σχεδιασμού (δεν το αξιολογεί απλώς) και πρακτικά ολοκληρώνεται με αυτόν.

Η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού από μόνη της (χωρίς δηλαδή την αξιολόγηση), δεν διασφαλίζει απαραίτητα ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Συχνά, οι σχεδιαστές παραγνωρίζουν θεμελιώδεις ανάγκες των χρηστών. Έτσι, μία τέτοια έκδοση όσο και να βελτιωθεί, αν δε λάβει υπόψη της τους χρήστες, θα εξακολουθεί να αποκλίνει από το ζητούμενο αποτέλεσμα. Με άλλα λόγια, σημασία έχει η διαμόρφωση του

πρώτου πρωτοτύπου να αποτελεί μια καλή αρχή που έχει μεν ενσωματώσει αποτελεσματικά τις βασικές σχεδιαστικές απαιτήσεις, αλλά αποτελεί και τη βάση για επανασχεδιασμό, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των υποψήφιων χρηστών.

Για την κατασκευή μη λειτουργικών πρωτοτύπων διεπιφανειών χρήσης διατίθενται αρκετά, δωρεάν, εργαλεία προτυποποίησης (Εικόνα 8.3). Κάποια από αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Pencil <http://pencil.evolus.vn/en-US/Home.aspx>
- Mockflow <http://www.mockflow.com/>,
- iPlotz <http://www.iplotz.com>,
- Balsamiq <http://www.balsamiq.com>
- Mocking Bird <http://gomockingbird.com>



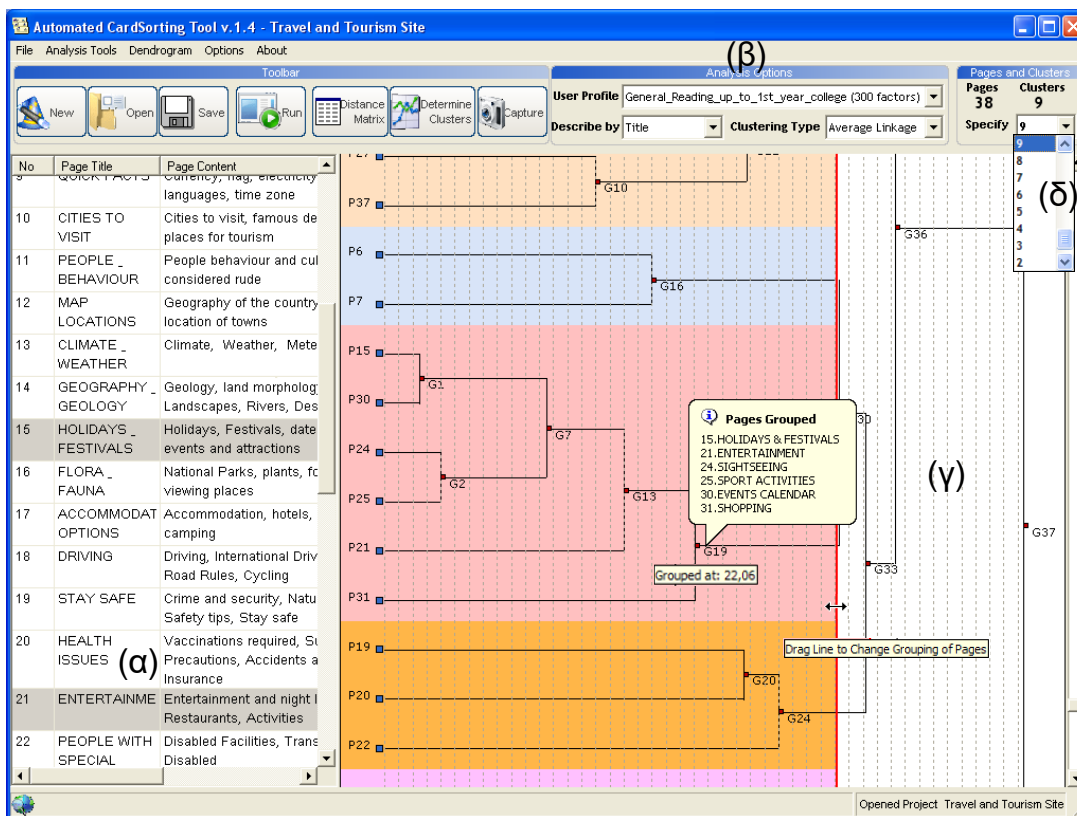
Εικόνα 8.3 Στιγμιότυπο από το εργαλείο σχεδιασμού πρωτοτύπου Mockflow (www.mockflow.com)

8.7.2 Δόμηση δικτυακών τόπων: Το εργαλείο Autocardsorter

Το AutoCardSorter (Automated Card Sorting Tool; Katsanos, Tselios & Anouris, 2008) αποτελεί ένα εργαλείο αποδοτικής σχεδίασης της δομής δικτυακών τόπων, που υποστηρίζουν την εύχρηστη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας. Το AutoCardSorter διατίθεται ελεύθερα, για μη εμπορική χρήση, έπειτα από σχετικό αίτημα στον ιστότοπο του εργαστηρίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή, του Πανεπιστημίου Πατρών (<http://hci.ece.upatras.gr/autocardsorter>). Στη συνέχεια, γίνεται αρχικά μία αναλυτική παρουσίαση των δυνατοτήτων του εργαλείου μέσω ενός τυπικού σεναρίου χρήσης του, και έπειτα παρουσιάζεται ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα δόμησης του περιεχομένου ενός ιστοτόπου με το AutoCardSorter.

Τυπικό σενάριο χρήσης του AutoCardSorter

Αρχικά, ο σχεδιαστής εισάγει ως είσοδο στο εργαλείο λεκτικές περιγραφές για τις ιστοσελίδες του υπό δόμηση ιστοτόπου (βλέπε εικόνα 8.4α). Το μεθοδολογικό πλαίσιο στο οποίο στηρίζεται το εργαλείο, κάνει την υπόθεση ότι έχει ολοκληρωθεί η φάση ανάλυσης απαιτήσεων και άρα υπάρχει μια γενική ιδέα για το περιεχόμενο που θα περιλαμβάνει η κάθε ιστοσελίδα. Επομένως, στα αρχικά βήματα σχεδιασμού εισάγονται λεκτικές περιγραφές του περιεχομένου που θα περιλαμβάνει μελλοντικά η κάθε ιστοσελίδα. Στην περίπτωση επανασχεδίασης της δομής ενός υπάρχοντος δικτυακού τόπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά το κείμενο που περιλαμβάνεται σε κάθε ιστοσελίδα, εφόσον την αντιπροσωπεύει επαρκώς και δεν έχει αποφασιστεί να τροποποιηθεί.



Εικόνα 8.4 Η κεντρική οθόνη του εργαλείου AutoCardSorter και τα επιμέρους της τμήματα: (α) λεκτικές περιγραφές των ιστοσελίδων προς ομαδοποίηση, (β) παράμετροι του αλγορίθμου δόμησης του εργαλείου, (γ) διαδραστικό δένδρογραμμα των αποτελεσμάτων, και (δ) επιθυμητός αριθμός κατηγοριών πρώτου επιπέδου.

Στη συνέχεια, ο σχεδιαστής προσδιορίζει τις παραμέτρους του αλγορίθμου δόμησης του εργαλείου (βλέπε εικόνα 8.4β), δηλαδή το μέτρο σημασιολογικής συσχέτισης και την τεχνική ομαδοποίησης που θα χρησιμοποιηθεί. Το μέτρο σημασιολογικής συσχέτισης κειμένων χρησιμοποιείται για την κατασκευή της *μήτρας σημασιολογικών ομοιοτήτων*, η οποία περιλαμβάνει μία εκτίμηση της σημασιολογικής ομοιότητας ανάμεσα στις λεκτικές περιγραφές όλων των δυνατών ζευγαριών των ιστοσελίδων. Στη τρέχουσα έκδοση του εργαλείου χρησιμοποιείται ο δείκτης LSA, εξαιτίας της διαδεδομένης χρήσης του και της ελεύθερης διαθεσιμότητας του. Εντούτοις, η υλοποίηση του AutoCardSorter στηρίζεται σε μία αντικειμενοστραφή λογική που καθιστά εφικτή την εύκολη ενσωμάτωση εναλλακτικών τέτοιων μέτρων στο μέλλον.

Ακολούθως, η προκύπτουσα μήτρα σημασιολογικών ομοιοτήτων μετασχηματίζεται σε μία μήτρα σημασιολογικών αποστάσεων πάνω στην οποία εφαρμόζεται ο επιλεγμένος αλγόριθμος ομαδοποίησης. Ιδανικά, το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ομάδων από ιστοσελίδες με σημασιολογικά κοντινές περιγραφές, από τις οποίες μπορεί να προκύψει, με κατάλληλη επεξεργασία, η συνολική δομή του ιστοτόπου. Ο πίνακας 8.1 συνοψίζει τα κύρια βήματα του αλγορίθμου του AutoCardSorter σε μορφή ψευδοκώδικα.

- 1) Ξεκίνα με ένα σύνολο λεκτικών περιγραφών για τις N ιστοσελίδες του ιστοτόπου προς δόμηση.
- 2) Δημιούργησε μία $N \times N$ μήτρα σημασιολογικών ομοιοτήτων S , υπολογίζοντας ένα δείκτη σημασιολογικής συσχέτισης sim_index (π.χ. LSA) για κάθε ζευγάρι $(i), (j)$ ιστοσελίδων έτσι ώστε:

$$S [(i), (j)] = sim_index (i, j), \text{ για κάθε } (i), (j)$$
- 3) Μετασχημάτισε τη μήτρα σημασιολογικών ομοιοτήτων S , σε μία κανονικοποιημένη μήτρα σημασιολογικών αποστάσεων D ως εξής:

$$D [(i), (j)] = d \{ S [(i), (j)] \}, \text{ με } d \text{ να ορίζεται ως εξής:}$$

$$d (i, j) = 50 (1 - sim_index (i, j)), \text{ όπου } d (i, j) \in [0,100]$$
- 4) Θεώρησε κάθε ιστοσελίδα ως μία ξεχωριστή ομάδα.
- 5) Εντόπισε το ζεύγος ομάδων $(r), (s)$ με την μικρότερη σημασιολογική απόσταση σύμφωνα με τη σχέση:

$$D [(r),(s)] = \min \{ D [(i),(j)] \}$$
- 6) Συγχώνευσε τις ομάδες (r) και (s) σε μία νέα ομάδα.
- 7) Ενημέρωσε τη μήτρα σημασιολογικών αποστάσεων D διαγράφοντας τις γραμμές και τις στήλες που αντιστοιχούσαν στις ομάδες (r) και (s) και προσθέτοντας μία νέα γραμμή και μία νέα στήλη για τη νεοσυσταθείσα ομάδα (r,s) .
- 8) Υπολόγισε την απόσταση d ανάμεσα στη νέα ομάδα (r,s) και στις υπόλοιπες προϋπάρχουσες ομάδες (k) ανάλογα με τον τύπο του επιλεγμένου αλγορίθμου ομαδοποίησης:
 - a. Εάν έχει επιλεγεί τύπος απλού-συνδέσμου τότε:

$$d[(k), (r,s)] = \min \{ D[(k),(r)], D[(k),(s)] \}$$
 - b. Εάν έχει επιλεγεί τύπος πλήρους-συνδέσμου τότε:

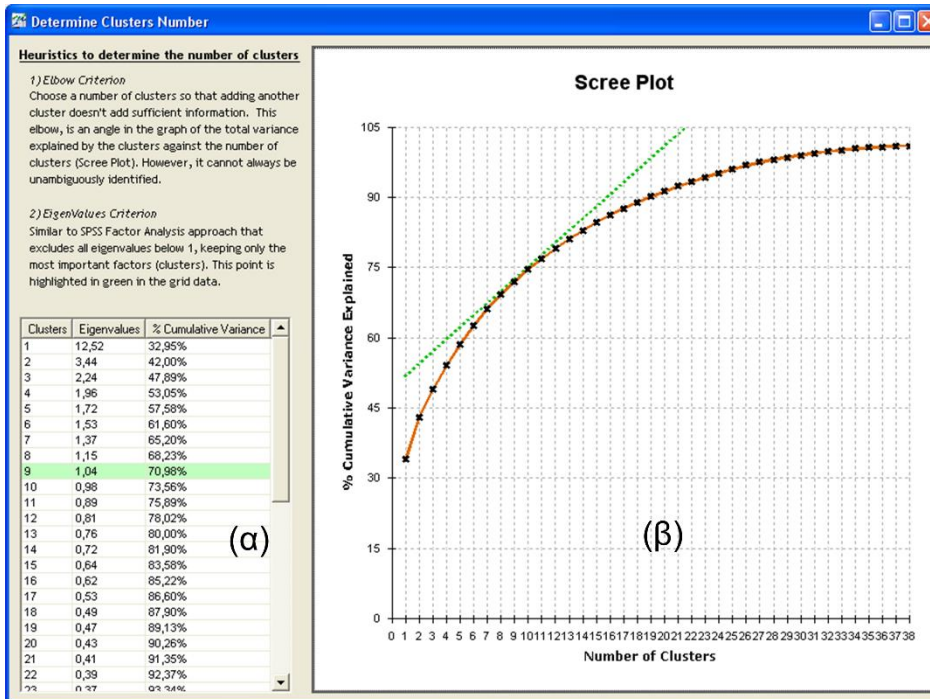
$$d[(k), (r,s)] = \max \{ D[(k),(r)], D[(k),(s)] \}$$
 - c. Εάν έχει επιλεγεί τύπος μέσου-συνδέσμου τότε:

$$d[(k), (r,s)] = (D[(k),(r)] + D[(k),(s)])/2$$
- 9) Εάν όλες οι ιστοσελίδες έχουν ομαδοποιηθεί σε μία ομάδα τότε σταμάτα, αλλιώς πήγαινε στο βήμα 5.

Πίνακας 8.1 Τα κύρια βήματα του αλγορίθμου του AutoCardSorter σε μορφή ψευδοκώδικα.

Το αποτέλεσμα της ανάλυσης του εργαλείου παρουσιάζεται με τη μορφή ενός διαδραστικού δενδρογράμματος (βλέπε εικόνα 8.4γ), το οποίο απεικονίζει μία ιεραρχική ομαδοποίηση των ιστοσελίδων του ιστοτόπου βάσει των, μεταξύ τους, σημασιολογικών συσχετίσεων. Το δενδρόγραμμα χρησιμοποιείται για την κατανομή των ιστοσελίδων σε κατηγορίες. Το εργαλείο προσφέρει τη δυνατότητα στο σχεδιαστή να επιλέξει τις επιθυμητές ομαδοποιήσεις είτε μέσω απευθείας χειρισμού, είτε μέσω μίας αναπτυσσόμενης λίστας επιλογών (drop-down list; βλέπε εικόνα 8.4δ). Για τον προσδιορισμό του επιθυμητού αριθμού κατηγοριών, ο χρήστης του AutoCardSorter μπορεί να σύρει και να εναποθέσει τη κόκκινη γραμμή (εικόνα 8.4γ), η οποία απεικονίζει τον βαθμό της σημασιολογικής συνεκτικότητας των ομάδων. Όσο πιο αριστερά βρίσκεται η κόκκινη γραμμή τόσο πιο συνεκτικές ομάδες δημιουργούνται από το εργαλείο. Σε κάθε περίπτωση, το εργαλείο αναδιοργανώνει αυτόματα και σε πραγματικό χρόνο το δενδρόγραμμα, δίνοντας στο

σχεδιαστή τη δυνατότητα να διερευνήσει διαφορετικές σχεδιαστικές προσεγγίσεις γρήγορα και με απλό τρόπο.



Εικόνα 8.5 Διεπιφάνεια του AutoCardSorter για τον προσδιορισμό του στατιστικά-βέλτιστου αριθμού κατηγοριών πρώτου επιπέδου στον υπό σχεδίαση ιστότοπο: (α) εφαρμογή Kaiser Criterion, και (β) διάγραμμα συνολικής διακύμανσης που εξηγείται συναρτήσει του αριθμού των κατηγοριών που προστίθενται.

Επιπρόσθετα, το AutoCardSorter παρέχει λειτουργίες για να υποστηρίξει το σχεδιαστή στην απόφαση του για την επιλογή του στατιστικά-βέλτιστου αριθμού κατηγοριών πρώτου επιπέδου (βλέπε εικόνα 8.5). Αυτό γίνεται εφικτό με την εφαρμογή της ανάλυσης παραγόντων στη μήτρα σημασιολογικών αποστάσεων των ιστοσελίδων και τη χρήση δύο συμπληρωματικών τρόπων για τον προσδιορισμό του στατιστικά-βέλτιστου αριθμού παραγόντων-κατηγοριών: α) το *Kaiser Criterion* (βλέπε εικόνα 8.5α), και β) το διάγραμμα της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται συναρτήσει του αριθμού κατηγοριών (βλέπε εικόνα 8.5β). Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να επιλέγεται κάθε φορά ο στατιστικά-βέλτιστος αριθμός κατηγοριών. Ορισμένες φορές, ο αριθμός αυτός οδηγεί σε ομαδοποιήσεις που δεν μπορούν να ερμηνευτούν σε εννοιολογικό επίπεδο. Οι λειτουργίες αυτές προσφέρονται υποστηρικτικά και συμπληρωματικά με την κρίση του σχεδιαστή.

```
<AutoCardSorterProject>
  <ProjectProperties>
    <ProjectType>String</ProjectType>
    <RepresentPagesBy>String</RepresentPagesBy>
    <UserProfile>String</UserProfile>
    <ClusteringType>String</ClusteringType>
    <NoOfGroupsSelected>Integer</NoOfGroupsSelected>
    <ShowGrid>Boolean</ShowGrid>
    <ShowGroupNodes>Boolean</ShowGroupNodes>
  </ProjectProperties>
  <Pages>
    <P1>
```

```

    <PageTitle>String</PageTitle>
    <PageContent>String</PageContent>
  </P1>
</Pages>
<ClusteringResults>
  <Step1>
    <GroupName>String</GroupName>
    <GroupItems>String</GroupItems>
    <GroupedAtDistance>Double</GroupedAtDistance>
  </Step1>
</ClusteringResults>
<DistanceMatrix>
  <P1-P1>Double</P1-P1>
  <P1-P2>Double</P1-P2>
  <P1-P3>Double</P1-P3>
</DistanceMatrix>
<UnFamiliarWords>
  <inPageTitles>
    <P1>
      <PageTitle>String</PageTitle>
      <Warnings>String</Warnings>
    </P1>
    </inPageTitles>
  <inPageContents>
    <P2>
      <PageContent>String</PageContent>
      <Warnings>String</Warnings>
    </P2>
    </inPageContents>
  </UnFamiliarWords>
</AutoCardSorterProject>

```

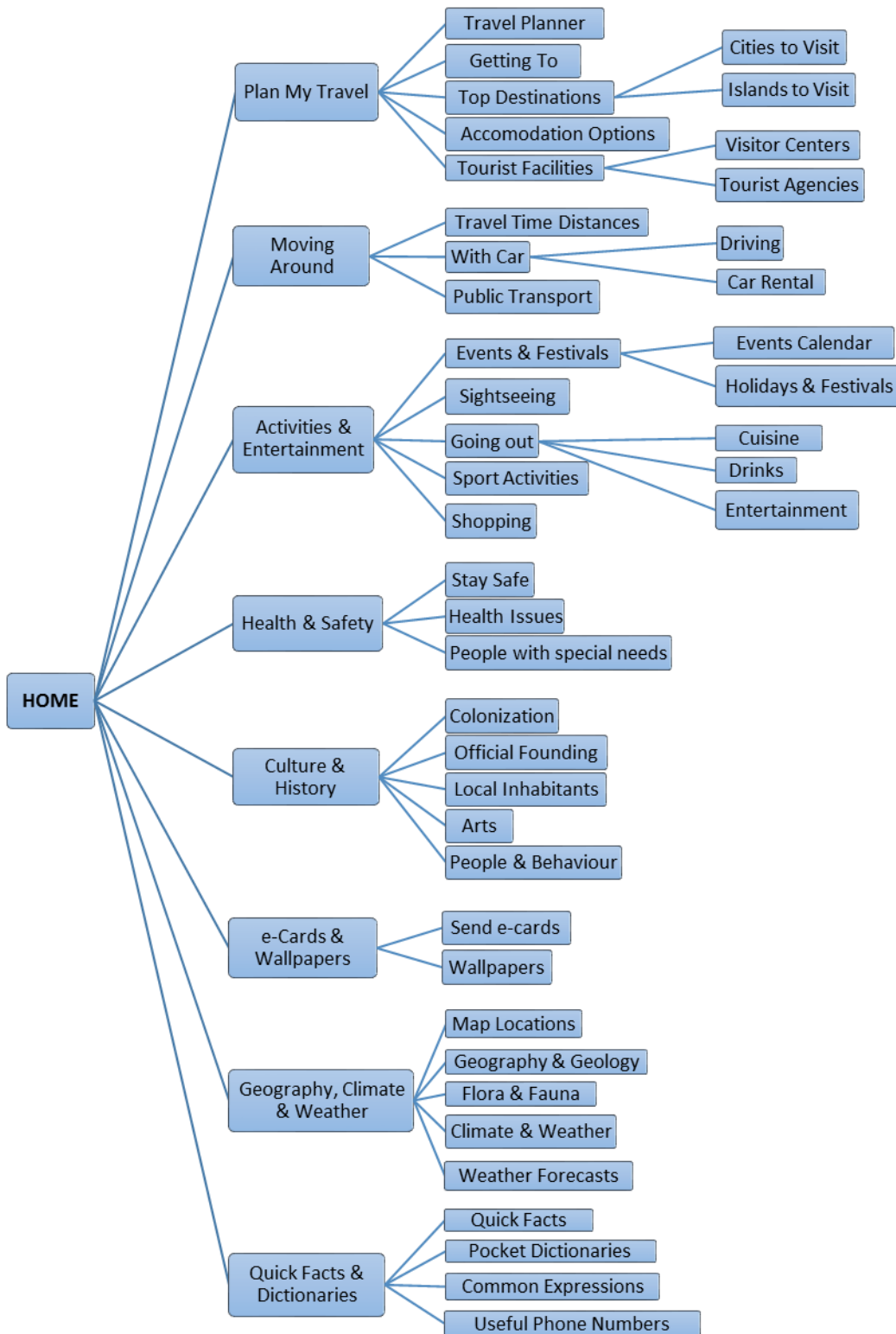
Πίνακας 8.2 Σχήμα XML που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ενός project του AutoCardSorter.

Τέλος, το AutoCardSorter προσφέρει αυξημένη ευελιξία όσον αφορά τη διαχείριση των δεδομένων του, καθώς επιτρέπει: α) την εισαγωγή των λεκτικών περιγραφών των ιστοσελίδων προς ομαδοποίηση από εξωτερικά αρχεία κειμένου ή φύλλων δεδομένων, β) την εξαγωγή του δενδρογράμματος υπό μορφή εικόνας και γ) την αποθήκευση όλων των δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων και των τελικών ομαδοποιήσεων, σε XML ή σε άλλες συχνά χρησιμοποιούμενες μορφοποιήσεις (.txt, .csv, .xls). Η δομή του σχήματος XML (XML schema) που χρησιμοποιείται από το AutoCardSorter φαίνεται στον πίνακα 8.2.

Παράδειγμα 8.3

Στο πλαίσιο της καλύτερης κατανόησης της χρήσης του AutoCardSorter παρουσιάζεται ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα, το οποίο αφορά τη σχεδίαση ενός ιστοτόπου με ταξιδιωτική και τουριστική θεματολογία. Ο υπό σχεδίαση ιστοτόπος απαρτίζεται από 38 συνολικά ιστοσελίδες, οι οποίες επιλέχθηκαν από ιστοτόπους της προαναφερθείσας θεματικής κατηγορίας που διακρίθηκαν στο διαγωνισμό Webby Awards 2007.

Αρχικά, ο σχεδιαστής εισήγαγε τις λεκτικές περιγραφές των ιστοσελίδων του υπό δόμηση ιστοτόπου στο εργαλείο AutoCardSorter. Στη συνέχεια, επέλεξε ένα γενικό σημασιολογικό χώρο για να αντιπροσωπεύσει το ευρύ κοινό στο οποίο απευθύνεται ο εν λόγω δικτυακός τόπος. Έπειτα, επέλεξε το κατάλληλο χειριστήριο από τη διεπιφάνεια του εργαλείου ώστε το τελευταίο να εκτελέσει τον αλγόριθμο που ομαδοποιεί τις ιστοσελίδες βάσει της σημασιολογικής ομοιότητας των λεκτικών περιγραφών που έχουν προσδιοριστεί (βλέπε πίνακα 8.1). Σε αυτό το σημείο, ο σχεδιαστής πειραματίστηκε με διάφορες ομαδοποιήσεις χρησιμοποιώντας το διαδραστικό δενδρόγραμμα που προέκυψε και τις αναλύσεις που προσφέρει το εργαλείο για τον εντοπισμό του στατιστικά-βέλτιστου αριθμού κατηγοριών. Η εικόνα 8.6 παρουσιάζει την ιεραρχική δομή του υπό εξέταση ιστοτόπου στην οποία κατέληξε.



Εικόνα 8.6 Η ιεραρχική δομή που δημιουργήθηκε για τον ιστότοπο του παραδείγματος χρησιμοποιώντας το εργαλείο AutoCardSorter

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου που αναφέρεται στη σχεδίαση διαδραστικού λογισμικού, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε να:

- Αναγνωρίσετε τις ιδιαιτερότητες που χαρακτηρίζουν το σχεδιασμό δικτυακών εφαρμογών.
- Περιγράψετε βήμα-προς-βήμα μια τυπική διαδικασία ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος.
- Χρησιμοποιήσετε αποτελεσματικά τη μετρική Lostness για να αποτιμήσετε την ποιότητα της πληροφοριακής δομής ενός δικτυακού τόπου.
- εφαρμόσετε σχεδιαστικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη της πληροφοριακής δομής ενός ιστοτόπου όπως η τεχνική ταξινόμησης καρτών.

Οδηγός για περαιτέρω μελέτη

Cooper, A., Reimann, R., & Cronin, D. (2012). *About face 3: the essentials of interaction design*. Indianapolis: John Wiley & Sons.

Πρόκειται για ένα από τα κλασσικά συγγράμματα για το σχεδιασμό αλληλεπίδρασης. Οι συγγραφείς παρουσιάζουν την ιδέα του στοχοθετημένου σχεδιασμού, δίνοντας έμφαση στη διαπίστωση ότι η υποστήριξη των στόχων και όχι η ποσότητα των παρεχόμενων λειτουργιών είναι αυτή που διασφαλίζει την επιτυχία ενός λογισμικού. Οι στόχοι αναλύονται σε 3 κατηγορίες: στόχοι εμπειρίας, τελικοί στόχοι και στόχοι ζωής. Μέσα από τη διεξοδική ανάλυσή τους προσδιορίζεται και το πώς οι στόχοι αυτοί διαμορφώνουν τις σχεδιαστικές αποφάσεις. Επίσης, παρουσιάζεται αναλυτικά η τεχνική των personas και των σεναρίων χρήσης. Στο βιβλίο υπάρχει πληθώρα παραδειγμάτων και μελετών περίπτωσης.

Ασκήσεις και Δραστηριότητες

Δραστηριότητα 8.1

Οργανώστε ένα πείραμα παρατήρησης ζητώντας από 2-3 φίλους ή συμφοιτητές σας να αναζητήσουν και να ανακτήσουν πληροφορίες από ένα δικτυακό τόπο. Για παράδειγμα, σε δικτυακό τόπο ενός Πανεπιστημιακού Τμήματος μπορείτε να ζητήσετε από τους χρήστες να εντοπίσουν το Πανεπιστήμιο και το έτος λήψης διδακτορικού για ένα συγκεκριμένο καθηγητή. Ακολουθώντας, με βάση την παρατήρησή σας καταγράψτε την πορεία των συμμετεχόντων και υπολογίστε τη μετρική Lostness L.

Ποιες σχεδιαστικές αλλαγές θα προτεινάτε στον δικτυακό τόπο, ώστε να βελτιστοποιήσετε την τιμή της μετρικής L;

Εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης: 90 λεπτά.

Στόχος δραστηριότητας: Εκμάθηση του τρόπου υπολογισμού της μετρικής L

9

Τεχνικές αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι βασικές μέθοδοι και τεχνικές αξιολόγησης ευχρηστίας διαδραστικού λογισμικού. Η αξιολόγηση συνιστά μια κρίσιμη και αυτονόητη απαίτηση για την ανάπτυξη αξιόλογου διαδραστικού λογισμικού. Η ταξινόμηση και η παρουσίαση των μεθόδων αξιολόγησης γίνεται ανάλογα με το αν σε αυτές συμμετέχουν ή όχι τελικοί χρήστες.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη του συγκεκριμένου Κεφαλαίου, θα μπορείτε να:

- αναγνωρίσετε τις πλέον διαδεδομένες μεθοδολογίες αξιολόγησης ευχρηστίας και να προσδιορίσετε αν σε αυτές συμμετέχουν ή όχι, τελικοί, αντιπροσωπευτικοί χρήστες,
- επιλέξετε μια μέθοδο ανάλογα με τους στόχους και τις ιδιαιτερότητες του υπό ανάπτυξη λογισμικού και να την εφαρμόσετε,
- οργανώσετε και να αναλύσετε τα δεδομένα που συγκεντρώνονται από την εφαρμογή της μεθόδου αξιολόγησης
- συντάξετε μια συνεκτική και δομημένη έκθεση που θα αναλύει τα προβλήματα ευχρηστίας και θα προτείνει συγκεκριμένες λύσεις στα προβλήματα αυτά.

Έννοιες κλειδιά

Μεθοδολογίες αξιολόγησης, ευρετική αξιολόγηση, γνωσιακό περιδιάβασμα, αξιολόγηση προσβασιμότητας, παρατήρηση χρηστών, ερωτηματολόγια, αξιολόγηση με εξοπλισμό οφθαλμικής εστίασης, ανάλυση εργασιών, μοντέλο επιπέδου πληκτρολογήσεων.

Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Η αξιολόγηση της ευχρηστίας ενός συστήματος περιλαμβάνει:

- (α) Ανάλυση των χαρακτηριστικών του συστήματος σε σχέση με ένα ορισμένο πλαίσιο χρήσης.
- (β) Ανάλυση της διαδικασίας αλληλεπίδρασης.
- (γ) Ανάλυση της αποδοτικότητας, αποτελεσματικότητας και ικανοποίησης του χρήστη.

Κάθε διαδικασία αξιολόγησης ευχρηστίας λογισμικού απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και διατύπωση συγκεκριμένων, επιθυμητών στόχων (Rubin, 1994). Οι στόχοι αυτοί, έχουν άμεση σχέση με το προφίλ των τυπικών χρηστών του συστήματος και πρέπει: α) να έχουν σαφώς προσδιοριστεί στη φάση σχεδιασμού του συστήματος και β) να περιγράφονται μαζί με το πλαίσιο τυπικής χρήσης του. Έτσι, για τη μέτρηση της ευχρηστίας ενός συστήματος θα πρέπει να συνυπολογίζονται τα προαναφερθέντα στοιχεία, τα οποία σύμφωνα με τις αρχές χρηστοκεντρικού σχεδιασμού (user-centered design) θα πρέπει να έχουν προσμετρηθεί από τους σχεδιαστές κατά τη φάση ανάπτυξης του συστήματος.

Επιχειρώντας μια ομαδοποίηση των μεθόδων αξιολόγησης, μπορεί κανείς να διακρίνει τρεις μεγάλες κατηγορίες: τις μεθόδους επιθεώρησης από ειδικούς σε θέματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή (usability inspection methods), τις μεθόδους δοκιμής και αποτίμησης από χρήστες (user testing

methods) και τις αναλυτικές μεθόδους αξιολόγησης (analytic methods), οι οποίες περιγράφονται συνοπτικά στις ενότητες 9.1 ως 9.3.

Κάθε κατηγορία παρουσιάζει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ιδιαιτερότητες και προκλήσεις για την αποτελεσματική εφαρμογή των μεθόδων που ανήκουν σε αυτή. Για παράδειγμα στις μεθόδους δοκιμής και αποτίμησης από τους χρήστες, τα υποκείμενα, που θα χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση ευχρηστίας του συστήματος, θα πρέπει να ανταποκρίνονται στο προφίλ που έχει καθοριστεί και να χρησιμοποιούν το σύστημα είτε σε πραγματικές συνθήκες, είτε σε συνθήκες προσομοίωσης της τυπικής χρήσης του συστήματος. Οι χρήστες του υπό αξιολόγηση λογισμικού θα πρέπει να χωριστούν σε ομογενείς ομάδες και τα χαρακτηριστικά τους να καταγραφούν. Η καταγραφή των ομάδων αυτών και η μέτρηση αντίστοιχων δεικτών ευχρηστίας που τους αφορούν, μπορεί να αποκαλύψουν ατέλειες του συστήματος, όπως είναι η έλλειψη σαφών οδηγιών εγκατάστασης του λογισμικού, ή η ανάγκη ειδικών γνώσεων για τη συντήρηση του.

Τέλος, θα πρέπει να γνωρίζετε ότι πολλές φορές, μπορεί να είναι χρήσιμος ένας συνδυασμός μεθόδων επιθεώρησης από ειδικούς και μεθόδων ελέγχου και δοκιμής από χρήστες. Οι πρώτες, μπορούν να εντοπίσουν προβλήματα ευχρηστίας στα πρώτα στάδια του κύκλου σχεδίασης και ανάπτυξης, ενώ όταν υπάρχει πρωτότυπο, μπορούν εφαρμοστούν, στο τέλος της διαδικασίας, μέθοδοι ελέγχου και δοκιμής με τη συμμετοχή χρηστών και να ολοκληρώσουν τον κύκλο της αξιολόγησης (Nielsen, 1993). Από τα παραπάνω, φαίνεται ότι διαφορετικές μέθοδοι παρουσιάζουν υψηλή συμπληρωματικότητα, παρά επικάλυψη, στα προβλήματα ευχρηστίας που αναγνωρίζονται.

Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται αναφορά στις λεπτομέρειες εφαρμογής ευρέως διαδεδομένων μεθόδων αξιολόγησης. Κάθε μία από τις μεθόδους αυτές, παρουσιάζεται ως προς το θεωρητικό της υπόβαθρο, τα πλεονεκτήματά της και τη διαδικασία εφαρμογής της. Με τον τρόπο αυτό, ο αναγνώστης θα είναι σε θέση να κρίνει ποια μέθοδος (ή συνδυασμός μεθόδων) είναι κατάλληλη για το λογισμικό που σχεδιάζει και αναπτύσσει.

9.1 Αξιολόγηση από ειδικούς

Σύμφωνα με τους Lewis και Rieman (1993), το βασικότερο κριτήριο αξιολόγησης ποιότητας μιας διεπιφάνειας είναι η αποτελεσματική ή όχι χρήση της από πραγματικούς χρήστες. Η διαπίστωση αυτή, που απαντάει συχνά στη σχετική βιβλιογραφία, δεν αναιρεί τη χρησιμότητα μιας εναλλακτικής κατηγορίας μεθόδων αξιολόγησης ευχρηστίας, η οποία αφορά τη συμμετοχή ειδικών αξιολόγησης. Σε αυτή την κατηγορία μεθόδων, το κοινό χαρακτηριστικό είναι οι αξιολογητές: πρόκειται δηλαδή για άτομα με γνώση κανόνων και μεθοδολογιών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού, που αξιολογούν την διεπιφάνεια χρήσης με την αξιοποίηση μεθόδων που συχνά προσομοιώνουν την αναμενόμενη τυπική χρήση του συστήματος από τους τελικούς χρήστες. Οι μέθοδοι αυτές έχουν διαμορφωτικό χαρακτήρα (επηρεάζουν δηλαδή την ανάπτυξη του συστήματος), καθώς μπορούν να εφαρμοστούν σε αρχικά στάδια του κύκλου σχεδιασμού, με συγκριτικά χαμηλότερο κόστος από την παρατήρηση χρηστών. Με τον όρο ‘διαμορφωτικές μέθοδοι’ εννοούμε εκείνες τις μεθόδους που εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της υλοποίησης αλληλεπιδραστικού λογισμικού. Έτσι, το αποτέλεσμα αυτής της αξιολόγησης, ανατροφοδοτεί, επικαιροποιεί το σχεδιασμό και τελικά διαμορφώνει το τελικό αποτέλεσμα. Οι πλέον διαδεδομένες μέθοδοι αξιολόγησης από ειδικούς είναι η ευρετική αξιολόγηση και το γνωσιακό περιδιάβασμα που περιγράφονται στη συνέχεια.

9.1.1 Ευρετική αξιολόγηση (Heuristic evaluation)

Μια απλοποιημένη μορφή μέτρησης ευχρηστίας, η οποία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε ομάδες ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων, είναι η **ευρετική αξιολόγηση** (Nielsen & Landauer, 1993• Nielsen, 1993). Είναι μια υποκειμενική μέθοδος που στηρίζεται στην εφαρμογή μικρού αριθμού, γνωστών κανόνων, σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων. Η αξιολόγηση, στην περίπτωση αυτή, γίνεται από πεπειραμένους αξιολογητές ευχρηστίας, οι οποίοι όμως δεν έχουν εμπλακεί στην ανάπτυξη του συστήματος. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι: α) η γενικευμένη εφαρμοσιμότητά της σε διαδραστικά συστήματα ποικίλου σκοπού, ακόμη και σε πολύ αρχικά στάδια σχεδιασμού και β) το σχετικά χαμηλό κόστος διεξαγωγής της. Η μέθοδος αυτή λειτουργεί με βάση ένα σχετικά μικρό αριθμό «ευρετικών κανόνων». Έρχεται δε, σε αντίθεση με τη χρήση κατευθυντήριων γραμμών (guidelines), όπου το πλήθος των οδηγιών-κανόνων καθιστούν δύσκολη την αξιοποίησή τους για σχεδιασμό ή και αξιολόγηση διεπιφάνειας χρήσης. Ενδεικτικά, τέτοια σύνολα οδηγιών (guidelines) έχουν διατυπώσει στο παρελθόν ο Mayhew (1992) με 288 οδηγίες και οι Smith και Mosier (1986) με 944 οδηγίες. Αν και ήταν σημαντική η συγκέντρωση αυτών των οδηγιών, ο μεγάλος αριθμός τους κατέστησε ιδιαίτερα δύσκολη την εφαρμογή τους κατά τη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος.

Οι πιο διαδεδομένοι κανόνες που χρησιμοποιούνται συνήθως στην ευρετική αξιολόγηση, όπως έχουν διαμορφωθεί και διατυπωθεί εμπειρικά (Molich & Nielsen, 1990) παρατίθενται στη συνέχεια. Να σημειωθεί ότι, για λόγους κατανόησης, οι κανόνες επεξηγούνται με αναφορά σε εφαρμογές διαδικτύου:

1. **Ενημέρωση για την κατάσταση του συστήματος.** Οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν σε ποιο μέρος του δικτυακού τόπου βρίσκονται καθώς και την πορεία των ενεργειών τους. Πρέπει ο δικτυακός τόπος να τους υποστηρίζει στο να αντιληφθούν αν, για παράδειγμα, οι αποστολές δεδομένων είναι επιτυχείς ή όχι.
2. **Αντιστοίχιση συστήματος-πραγματικού κόσμου:** Να είναι κατανοητό το επίπεδο της γλώσσας να χρησιμοποιούνται σαφή σύμβολα και μεταφορές (π.χ. πίσω, αριστερό βέλος, μπροστά, δεξί).
3. **Ελευθερία και έλεγχος από το χρήστη:** Καθαρές έξοδοι (π.χ. Κουμπί για κεντρική σελίδα), υποστήριξη undo/redo, (για παράδειγμα οι ενέργειες back και forward δεν υποστηρίζονται αν ανοίγει σελίδα σε νέο παράθυρο).
4. **Συνέπεια και συνέχεια και χρήση στάνταρ:** Συνεπές μοντέλο πλοήγησης και δόμησης σελίδας, κώδικας που να επιτρέπει τη συμβατότητα με τους φυλλομετρητές.
5. **Αποφυγή λαθών:** Έλεγχος για συνδέσμους που δεν οδηγούν πουθενά, έλεγχος εγκυρότητας δεδομένων πριν αποσταλούν στον εξυπηρετητή.
6. **Αναγνώριση αντί για ανάκληση:** Σωστά ονόματα στα αντικείμενα πλοήγησης ώστε να μην χρειάζεται περαιτέρω νοητική επεξεργασία.
7. **Προσαρμοστικότητα και αποδοτικότητα χρήσης:** Να επιτρέπεται η χρήση σύνθετων τεχνικών αναζήτησης, η καταχώρηση μιας ιστοσελίδας στα αγαπημένα κλπ.
8. **Καλαίσθητος και μινιμαλιστικός σχεδιασμός:** Να μην υπάρχει περιττή πληροφορία που να μπερδεύει τους χρήστες, 'καθαρός' σχεδιασμός.
9. **Αναγνώριση και ανάνηψη από λάθη:** Εξήγηση των σφαλμάτων με σαφή τρόπο παρά να χρησιμοποιούνται σφάλματα με κωδικούς.
10. **Βοήθεια:** Δεν είναι απαραίτητη σε μικρούς δικτυακούς τόπους. Μπορεί να περιλαμβάνει χάρτες πλοήγησης, επεξήγηση ενεργειών κλπ.

Η ευρετική αξιολόγηση εστιάζεται σε δύο βασικά σημεία:

- Τη γενική σχεδίαση των οθονών του συστήματος.
- Τη ροή διαλόγων, μηνυμάτων και ενεργειών που απαιτούνται για να γίνει μια συγκεκριμένη διεργασία.

Οι πεπειραμένοι αξιολογητές εξετάζουν διαδοχικά τη διεπιφάνεια χρήσης του συστήματος που αξιολογούν, σε σχέση με κάθε έναν από τους παραπάνω ευρετικούς κανόνες. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σπάνια ένας αξιολογητής θα καταφέρει να αναγνωρίσει το 100% των σφαλμάτων μιας διεπιφάνειας χρήσης. Μια πρώτη εκτίμηση οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πέντε αξιολογητές θα καταφέρουν να εντοπίσουν το 70-80% των σφαλμάτων της διεπιφάνειας χρήσης, ενώ δέκα αξιολογητές μπορούν να αναγνωρίσουν περίπου το 90% των σφαλμάτων (Nielsen & Landauer, 1993, δείτε σχετικά στο κεφάλαιο 10). Η ευρετική αξιολόγηση, με κατάλληλα προτεινόμενες τροποποιήσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ πλαίσιο εφαρμογών και σε συνδυασμό με άλλες μεθοδολογίες αξιολόγησης (όπως π.χ. παρατήρηση χρηστών). Έτσι λοιπόν, συναντάμε και εναλλακτικά σύνολα (σετ) ευρετικών κανόνων όπως για παράδειγμα ένα πλαίσιο αξιολόγησης για συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης το οποίο αποτελείται από 20 ευρετικούς κανόνες (Benson et al., 2002).

Οδηγίες εφαρμογής ευρετικής αξιολόγησης

Στην ενότητα αυτή παρατίθεται ένα αναλυτικό πρωτόκολλο το οποίο περιγράφει τον τρόπο εφαρμογής της ευρετικής μεθόδου για την αξιολόγηση ευχρηστίας.

1. Ο ειδικός πρέπει να επιθεωρήσει τους ευρετικούς κανόνες προτού επιθεωρήσει το υπό αξιολόγηση λογισμικό. Μπορεί να τροποποιήσει το εργαλείο αν κρίνεται αναγκαίο, προσθέτοντας, αφαιρώντας ή τροποποιώντας τους ευρετικούς κανόνες (συνιστάται μόνο για ιδιαίτερα πεπειραμένους αξιολογητές).

2. Προτείνεται, οι ειδικοί να διερευνήσουν για ικανοποιητικό χρόνο το λογισμικό προτού ξεκινήσουν την ευρετική αξιολόγηση. Ιδανικά, ο ειδικός πρέπει να προσπαθήσει να προσομοιώσει το ρόλο ενός τυπικού χρήστη, ο οποίος χρησιμοποιεί το σύστημα. Πριν ξεκινήσει ο έλεγχος συμμόρφωσης ως προς τους κανόνες, πρέπει να έχουν δοθεί στους ειδικούς (ή να επιχειρήσουν να ανακαλύψουν) πληροφορίες σχετικά με το σύστημα, όπως:

- Κοινό στο οποίο στοχεύει και χαρακτηριστικά των χρηστών: Μία αναλυτική περιγραφή του κοινού στο οποίο απευθύνεται το σύστημα και τα χαρακτηριστικά του (π.χ. επίπεδο γνώσεων, κίνητρο, σκοπός και δεξιότητες χρήσης υπολογιστών) θα επιτρέψει στον ειδικό να αξιολογήσει την καταλληλότητα της διεπιφάνειας χρήστη και άλλες πλευρές της ευχρηστίας του προγράμματος στο πραγματικό πλαίσιο χρήσης.
- Σκοποί και στόχοι του λογισμικού: Ο ειδικός πρέπει να γνωρίζει όσα περισσότερα γίνεται για τις ανάγκες που καλείται να καλύψει το πρόγραμμα.
- Τυπικό πλαίσιο χρήσης του προγράμματος: Ρεαλιστικά σενάρια για το πότε, που και πώς θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα, θα πρέπει να είναι στη διάθεση του ειδικού.
- Σχεδιαστικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα: Αν είναι δυνατόν, θα πρέπει να δοθεί μία περιγραφή των χαρακτηριστικών σχεδίασης που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του προγράμματος στον ειδικό, προκειμένου η κρίση του για την καταλληλότητα των στρατηγικών σχεδιασμού να είναι σε αντιστοιχία με τις προθέσεις του ειδικού για τον σχεδιασμό.

- Στάδιο ανάπτυξης του προγράμματος και δυνατότητες αλλαγών: Ο ειδικός πρέπει να ενημερωθεί σε ποια φάση ανάπτυξης βρίσκεται το πρόγραμμα (πχ αρχικό πρωτότυπο, προ-έκδοση, ή τελική έκδοση υπό εξέταση για επανασχεδιασμό).

3. Αφού ο ειδικός αφιερώσει αρκετό χρόνο για να εξοικειωθεί με τη χρήση του προγράμματος, πρέπει να αρχίσει την ευρετική αξιολόγηση, διατρέχοντας το πρόγραμμα από την ‘αρχή’ προς το ‘τέλος’ (Σε πολύ σύνθετα προγράμματα ή δικτυακούς τόπους/εφαρμογές, ο ειδικός μπορεί να διατρέξει μόνο ένα αντιπροσωπευτικό μέρος του προγράμματος).

4. Ο ειδικός πρέπει να σημειώνει κάθε πρόβλημα ευχρηστίας που εντοπίζει. Για κάθε πρόβλημα, πρέπει να βρεθεί ποιος ευρετικός κανόνας παραβιάζεται, και να προσδιοριστεί ο βαθμός σοβαρότητας του προβλήματος (ενδεικτική βαθμολογική κλίμακα παρουσιάζεται στη συνέχεια). Αν το πρόβλημα δεν μπορεί να αποδοθεί στην παραβίαση κάποιου συγκεκριμένου κανόνα, τότε απλά σημειώνεται. Ωστόσο, ο αριθμός των προβλημάτων που δεν συσχετίζονται με κάποιον ευρετικό κανόνα, θα πρέπει να είναι σχετικά μικρός. Μια κλίμακα αποτίμησης της σοβαρότητας ενός προβλήματος είναι η ακόλουθη:

1. Κοσμητικό πρόβλημα: Δε απαιτείται διόρθωση, εκτός αν υπάρχει διαθέσιμος επιπλέον χρόνος.
2. Μικρό πρόβλημα ευχρηστίας: θα πρέπει να δοθεί μικρή προτεραιότητα στην επίλυση αυτού του προβλήματος.
3. Σημαντικό πρόβλημα ευχρηστίας: η επίλυση του θεωρείται σημαντική, θα πρέπει να δοθεί υψηλή προτεραιότητα.
4. Καταστροφικό πρόβλημα ευχρηστίας: επιτακτική η επιδιόρθωσή του πριν το σύστημα διατεθεί για χρήση.

Αφού εντοπιστούν όλα τα προβλήματα ευχρηστίας, οι ειδικοί πρέπει να τα επιθεωρήσουν ξανά και να αποφασίσουν για την έκταση του προβλήματος. Μια ενδεικτική κλίμακα διαβάθμισης της έκτασης των προβλημάτων είναι:

- Συναντάται μια φορά
- Το πρόβλημα εντοπίζεται σε αρκετά σημεία του συστήματος
- Το πρόβλημα διατρέχει σημαντικό μέρος του συνόλου του συστήματος

Συνήθως, οι περισσότερες ευρετικές αξιολογήσεις εμπλέκουν 4 ή 5 ειδικούς. Όταν όλοι οι ειδικοί ολοκληρώσουν την αξιολόγησή τους, μπορούν να συγκεντρωθούν για τον απολογισμό της διαδικασίας καθοδηγούμενοι από ένα συντονιστή. Η συζήτηση για τα προβλήματα ευχρηστίας μπορεί να βιντεοσκοπηθεί για περαιτέρω ανάλυση. Αν εντοπιστούν σημαντικές διαφορές στα προβλήματα που εντοπίζονται, ο συντονιστής θα πρέπει να εξομαλύνει τις διαφορές, ώστε να επιτευχθεί συναίνεση. Επίσης, οι ειδικοί μπορούν να προτείνουν στρατηγικές επίλυσης των σημαντικότερων προβλημάτων που εντόπισαν.

Στη συνέχεια, θα πρέπει να συνταχθεί αναφορά ευρετικής αξιολόγησης. Γραφήματα, πίνακες και άλλα σχεδιαγράμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Η αναφορά μπορεί να συμπεριλαμβάνει και στιγμιότυπα οθονών, για την απεικόνιση των βασικών προβλημάτων, καθώς και προτεινόμενες βελτιώσεις. Το πιο βασικό τμήμα της αναφοράς της ευρετικής αξιολόγησης είναι ένα σύνολο προτάσεων για τη βελτίωση της ευχρηστίας του υπό αξιολόγηση συστήματος. Οι προτάσεις πρέπει να είναι όσο γίνεται πιο συγκεκριμένες, για να παρέχουν στους σχεδιαστές τις πληροφορίες που απαιτούνται, ώστε να μειωθούν τα προβλήματα και να βελτιωθεί το σύστημα.

(Για εμπέδωση των γνώσεων αυτής της ενότητας προτείνεται να κάνετε τη δραστηριότητα 9.1)

Παράδειγμα 9.1 Ευρετική αξιολόγηση

Στην παρακάτω εικόνα (9.1) παρουσιάζεται στιγμιότυπο του δικτυακού τόπου του Οργανισμού Γεωργικών Ασφαλίσεων (www.oga.gr). Να εντοπίσετε και να σχολιάσετε προβλήματα για κάθε έναν από τους τρεις κανόνες ευρετικής αξιολόγησης που ακολουθούν. Επίσης να παραθέσετε σύντομη πρόταση επίλυσης του κάθε προβλήματος που διαπιστώνετε.



Εικόνα 9.1 Δικτυακός τόπος του Οργανισμού Γεωργικών Ασφαλίσεων (www.oga.gr). Στιγμιότυπο: Ιούνιος 2015

Ευρετικοί κανόνες προς αξιολόγηση

Ενημέρωση για την κατάσταση του συστήματος. Οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν σε ποιο μέρος του δικτυακού τόπου βρίσκονται καθώς και την πορεία των ενεργειών τους. Πρέπει ο δικτυακός τόπος να τους υποστηρίζει στο να αντιληφθούν αν, για παράδειγμα, οι αποστολές δεδομένων είναι επιτυχείς ή όχι.

Συνέπεια και συνέχεια και χρήση στάνταρ. Συνεπές μοντέλο πλοήγησης και δόμησης σελίδας, κώδικας που να επιτρέπει τη συμβατότητα με τους φυλλομετρητές.

Προσαρμοστικότητα και αποδοτικότητα χρήσης: Να επιτρέπεται η χρήση σύνθετων τεχνικών αναζήτησης, η καταχώρηση μιας ιστοσελίδας στα αγαπημένα κλπ.

Σημείωση: Τα προβλήματα που παρουσιάζονται παρακάτω, διαπιστώθηκαν με την επισκόπηση του στιγμιότυπου της ιστοσελίδας και μόνο. Με τη φυλλομέτρηση του δικτυακού τόπου είναι εφικτός ο εντοπισμός και άλλων σφαλμάτων.

Ενημέρωση για την κατάσταση του συστήματος. Οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν σε ποιο μέρος του δικτυακού τόπου βρίσκονται καθώς και την πορεία των ενεργειών τους. Πρέπει ο δικτυακός τόπος να τους υποστηρίζει στο να αντιληφθούν αν, για παράδειγμα, οι αποστολές δεδομένων είναι επιτυχείς ή όχι.

1. Δεν παρουσιάζεται η διαδρομή κάτω από το οριζόντιο μενού (breadcrumb), η οποία θα έδειχνε σε ποιο σημείο του δικτυακού τόπου βρίσκεται ο χρήστης. Το γεγονός αυτό δυσχεραίνει το χρήστη κατά την πλοήγησή του στο δικτυακό τόπο. Επίσης, αν και η επιλογή 'ΣΥΝΤΑΞΕΙΣ' έχει διαφορετικό χρώμα, η επιλογή 'Υπολογισμός Σύνταξης' δεν έχει διαφοροποιηθεί.

Πρόταση επίλυσης: Παρουσίαση διαδρομής κάτω από το οριζόντιο μενού. Διαφοροποίηση συνδέσμου που έχουμε επιλέξει για να βρεθούμε στη συγκεκριμένη σελίδα.

2. Ορισμένοι υπερσυνδέσμοι στα αριστερά φαίνεται να παρουσιάζονται με εικόνα αντί για κείμενο. Η επιλογή κάποιου υπερσυνδέσμου από το μενού στα αριστερά δεν τροποποιεί ακολούθως το χρωματισμό του σχετικού υπερσυνδέσμου. Έτσι, οι χρήστες δεν γνωρίζουν ποιους συνδέσμούς έχουν ήδη επιλέξει.

Πρόταση επίλυσης: Απεικόνιση των συνδέσμων με κείμενο του οποίου το χρώμα θα διαφοροποιείται αν ο χρήστης έχει επισκεφτεί τη σελίδα στην οποία αντιστοιχεί.

Συνέπεια και συνέχεια και χρήση στάνταρ. Συνεπές μοντέλο πλοήγησης και δόμησης σελίδας, κώδικας που να επιτρέπει τη συμβατότητα με τους φυλλομετρητές.

1. Ορισμένοι σύνδεσμοι παρουσιάζονται με μορφή εικόνας, ορισμένοι με κείμενο. Επίσης κάποιοι σύνδεσμοι παρουσιάζονται σε κίτρινο πλαίσιο, κάποιοι σε πορτοκαλί, κάποιοι σε πράσινο (η διαφοροποίηση είναι εμφανής και σε ασπρόμαυρη εκτύπωση).

Πρόταση επίλυσης: Χρήση κειμένου για την παράθεση όλων των υπερσυνδέσμων. Χρωματική ομοιομορφία στα πλαίσια που εμπεριέχουν υπερσυνδέσμούς.

2. Η εισαγωγή του έτους γέννησης γίνεται με τη χρήση listbox. Όμως, παρακάτω, η εισαγωγή των ετών ασφάλισης γίνεται με πεδίο κειμένου.

Πρόταση επίλυσης: Εισαγωγή της σχετικής πληροφορίας με τον ίδιο τρόπο. Είτε με τη χρήση listbox, είτε με τη χρήση πεδίου κειμένου.

3. Υπάρχει μπάρα κύλισης σε ένα από τα 2 μενού στα αριστερά της σελίδας. Επίσης, υπάρχει μπάρα κύλισης και στο 'κεντρικό μέρος της ιστοσελίδας' όπου παρουσιάζεται η φόρμα. Η πρακτική αυτή έχει τα εξής προβλήματα: α) διαφέρει σημαντικά από τις πρακτικές σχεδιασμού που ακολουθούνται συνήθως στους ιστοτόπους, β) η ύπαρξη πολλαπλών scroll-bars μπερδεύει τον χρήστη και δεν του επιτρέπει να βλέπει το σύνολο της πληροφορίας ακόμα και αν διαθέτει οθόνη υψηλής ανάλυσης.

Πρόταση επίλυσης: Απαλοιφή της μπάρας κύλισης και στα 2 σημεία που αναφέρονται παραπάνω.

Προσαρμοστικότητα και αποδοτικότητα χρήσης: Να επιτρέπεται η χρήση σύνθετων τεχνικών αναζήτησης, η καταχώρηση μιας ιστοσελίδας στα αγαπημένα κλπ.

1. Ο σχεδιασμός που υιοθετείται είναι σταθερού πλάτους καθώς υπάρχει μεγάλο περιθώριο στα αριστερά και στα δεξιά της σελίδας. Αυτό πιθανώς θα έχει ως συνέπεια την ανάγκη για αυξημένη κύλιση προκειμένου να προσπελάσει ο χρήστης το σύνολο της πληροφορίας μιας σελίδας.

Πρόταση επίλυσης: Υιοθέτηση σχεδιασμού μεταβλητού πλάτους (πχ 90% της οθόνης) ώστε να αξιοποιείται αποτελεσματικότερα η ανάλυση οθόνης του χρήστη.

2. Δεν φαίνεται να υπάρχει διαθέσιμη επιλογή αναζήτησης.

Πρόταση επίλυσης: Υλοποίηση μηχανισμού αναζήτησης και ενσωμάτωση στο σχεδιασμό της

ιστοσελίδας στο πάνω δεξιά μέρος της.

3. Τα πεδία εισαγωγής πληροφορίας, αν και αφορούν σε αριθμούς το πολύ 2 ψηφίων έχουν υπερβολικό πλάτος. Έτσι, παρουσιάζεται μια σειρά από στοιχεία προς συμπλήρωση το ένα κάτω από το άλλο υποχρεώνοντας το χρήστη σε κύλιση.

Πρόταση επίλυσης: Περιορισμός του πλάτους των πεδίων κειμένου. Έτσι μπορούν να απεικονίζονται τα προς συμπλήρωση στοιχεία σε 2 στήλες, εξαιλείφοντας την ανάγκη για κύλιση της ιστοσελίδας ώστε να εμφανιστούν όλα τα προς συμπλήρωση στοιχεία της φόρμας.

4. Ο σύνδεσμος για την κεντρική σελίδα έχει τοποθετηθεί στο κάτω μέρος της σελίδας με την περιγραφή 'Home'. Με δεδομένο ότι οι χρήστες του συγκεκριμένου δικτυακού τόπου ενδέχεται να μη γνωρίζουν αγγλικά, θα βοηθούσε η χρήση περιγραφής στα ελληνικά.

Πρόταση επίλυσης: Αντικατάσταση της περιγραφής 'Home' με την περιγραφή 'Κεντρική Σελίδα'.

Σχόλιο: Από τα παραπάνω είναι εμφανής η αξία της ευρετικής αξιολόγησης. Ο αξιολογητής είναι σε θέση να εντοπίσει δέκα σφάλματα ευχρηστίας (άλλα ιδιαίτερα σημαντικά, άλλα σχετικά επουσιώδη) με την απλή επισκόπηση του στιγμιότυπου μιας σελίδας. Η διαπίστωση αυτή υπογραμμίζει τη σημασία της μεθόδου αλλά και το χαμηλό κόστος εφαρμογής της.

9.1.2 Γνωσιακό περιδιάβασμα (Cognitive walkthrough)

Το γνωσιακό περιδιάβασμα (cognitive walkthrough, Lewis et al., 1990) είναι μια τεχνική που αφορά την ανάλυση διαδραστικών συστημάτων όπου ο ειδικός μαθαίνει τη χρήση του συστήματος κατά διερευνητικό τρόπο (exploratory learning) ενώ αλληλεπιδρά με αυτό. Αυτή είναι τυπική περίπτωση σε πολλά σύγχρονα συστήματα, ανάμεσα στα οποία περιλαμβάνεται και το εκπαιδευτικό λογισμικό. Η ανάλυση με γνωσιακό περιδιάβασμα προσομοιώνει τη διαδικασία σταδιακής εξοικείωσης των χρηστών με το διαδραστικό σύστημα μέσω του παρακάτω μοντέλου:

Ο χρήστης αρχίζει με ένα πλάνο στόχων (Norman, 1986). Στη συνέχεια, και μέχρι την επίτευξη του στόχου του, επαναλαμβάνει τα παρακάτω βήματα (Lewis et al., 1990):

Βήμα 1: διερευνά το σύστημα μέσω της διεπιφάνειας του, αναζητώντας ενέργειες που θα συμβάλουν στην επίτευξη του στόχου του.

Βήμα 2: επιλέγει την ενέργεια εκείνη της οποίας η περιγραφή ή η εμφάνιση προσομοιάζει περισσότερο αυτό που επιθυμεί να επιτύχει.

Βήμα 3: ερμηνεύει την απάντηση του συστήματος και ελέγχει αν έχει επιτευχθεί πρόοδος ως προς την ολοκλήρωση του στόχου του.

Η πειραματική ανάλυση ενός συστήματος, κατά την εφαρμογή του γνωσιακού περιδιαβάσματος, αφορά τη συσχέτιση στόχων του χρήστη με τις λειτουργικότητες του συστήματος, στο πλαίσιο συγκεκριμένων σεναρίων χρήσης. Ο αξιολογητής της διεπιφάνειας ελέγχει την απάντηση στις εξής ερωτήσεις για κάθε συγκεκριμένο τμήμα της διεπιφάνειας:

E1: Η επόμενη σωστή ενέργεια γίνεται σαφής στο χρήστη από τη διεπιφάνεια;

E2: Ο χρήστης μπορεί να συνδέσει την περιγραφή της σωστής ενέργειας με τον στόχο του;

E3: Ο χρήστης καταλαβαίνει σωστά την απόκριση του συστήματος, δηλαδή, θα του είναι κατανοητό αν έχει κάνει σωστή ή λάθος επιλογή;

Το αποτέλεσμα της μεθόδου αυτής είναι η ανακάλυψη σχεδιαστικών ατελειών του συστήματος, δηλαδή περιοχών του, στις οποίες η απάντηση σε κάποια από τα παραπάνω E1-3 είναι αρνητική. Για κάθε ατέλεια, ο αξιολογητής αναμένεται να προτείνει και τρόπο αντιμετώπισής της.

9.1.3 Γνωσιακό περιδιάβασμα για τον ιστό (Cognitive Walkthrough for the Web)

Στην ιδανική περίπτωση πλοήγησης σε ένα δικτυακό τόπο για την εύρεση μιας πληροφορίας, ο χρήστης θα επιλέξει ένα σύνολο από k «σωστούς» υπερσυνδέσμους, οι οποίοι θα τον οδηγήσουν στην πληροφορία που αναζητά (pure forward search). Ωστόσο, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που μπορούν να «εκτροχιάσουν» τον χρήστη από το «σωστό» μονοπάτι προς την ζητούμενη πληροφορία, οι οποίοι αποτελούν ουσιαστικά προβλήματα ευχρηστίας του δικτυακού τόπου. Οι Blackmon et al. (2002), προτείνουν μια ενδιαφέρουσα μέθοδο επιθεώρησης ευχρηστίας, η οποία ονομάζεται «Γνωσιακό Περιδιάβασμα για τον Ιστό» (Cognitive Walkthrough for the Web). Η μέθοδος CWW αποτελεί ουσιαστικά μία παραλλαγή της τεχνικής του γνωσιακού περιδιαβάσματος (Cognitive Walkthrough) για την αξιολόγηση της ευχρηστίας δικτυακών τόπων και στηρίζεται στο μοντέλο CoLiDeS (βλέπε κεφάλαιο 2).

Σύμφωνα με τη CWW, τα πιθανά προβλήματα ευχρηστίας που μπορεί να αντιμετωπίσει ένας χρήστης κατά την αναζήτηση πληροφορίας στο Διαδίκτυο μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- *Άγνωστοι όροι σε υπερσύνδεσμο/επικεφαλίδα (Unfamiliar Link/Heading)*: Εμφανίζεται, όταν ο τυπικός χρήστης του δικτυακού τόπου δεν έχει το επαρκές γνωστικό υπόβαθρο για να κατανοήσει το νόημα ενός υπερσυνδέσμου ή μιας επικεφαλίδας. Τέτοια προβλήματα εμφανίζονται, όταν οι υπερσύνδεσμοι ή οι επικεφαλίδες χρησιμοποιούν τεχνικούς όρους ή όρους που δεν απαντούν συχνά στην καθημερινή ζωή μιας συγκεκριμένης ομάδας χρηστών. Ακόμη και αν αυτοί οι όροι σχετίζονται σημασιολογικά με το στόχο του χρήστη, η πιθανότητα να επικεντρώσει την προσοχή του σε αυτούς και άρα να βασίσει πάνω τους την επόμενη ενέργεια του είναι ελάχιστη, καθώς δεν αντιλαμβάνεται το νόημα τους.
- *Υπερσύνδεσμος που δεν «αναδύει επαρκή πληροφοριακή οσμή» (Weak Scent Link)*: Η περίπτωση κατά την οποία ο «σωστός» υπερσύνδεσμος δεν αναδύει επαρκή “μυρωδιά πληροφορίας” (information scent, Blackmon et al., 2003), ώστε να το συσχετίσει ο χρήστης με τον στόχο του, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχει κανένας άλλος υπερσύνδεσμος που να αναδύει επαρκή “μυρωδιά πληροφορίας”, ώστε να τον επιλέξει ο χρήστης. Αν και ο χρήστης κατανοεί τη σημασία των υπερσυνδέσμων, αδυνατεί να συσχετίσει σημασιολογικά κάποιον από αυτούς με τον στόχο του και συνεπώς να τον επιλέξει.
- *Ανταγωνιστικές επικεφαλίδες (Competing Headings)*: Εμφανίζεται, όταν κάποιος τίτλος ή επικεφαλίδα που έχει συσχετιστεί νοητικά με μία υποπεριοχή, παρουσιάζει μεγάλη σημασιολογική ομοιότητα με το στόχο του χρήστη, αλλά η εν λόγω υποπεριοχή δεν περιέχει το σωστό υπερσύνδεσμο που οδηγεί στην επίτευξη του στόχου του χρήστη. Το πρόβλημα αυτό θεωρείται αρκετά σοβαρό, καθώς μπορεί να αποσπάσει την προσοχή του χρήστη και να τον οδηγήσει σε λάθος μονοπάτι.
- *Ανταγωνιστικοί υπερσύνδεσμοι (Competing Links)*: Εμφανίζεται όταν μία σωστή ή μία συναφής περιοχή περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους υπερσυνδέσμους που παρουσιάζουν υψηλή σημασιολογική ομοιότητα με τον στόχο του χρήστη, αλλά δεν αποτελούν τμήμα της διαδρομής που οδηγεί στην επίτευξη του. Ακόμη και στην καλύτερη περίπτωση όπου ο χρήστης έχει επικεντρώσει την προσοχή του στη «σωστή» υποπεριοχή, υπάρχει το ενδεχόμενο να παρασυρθεί από κά-

ποιον ανταγωνιστικό υπερσύνδεσμο και να μην καταφέρει να πετύχει τον στόχο της αναζήτησης του.

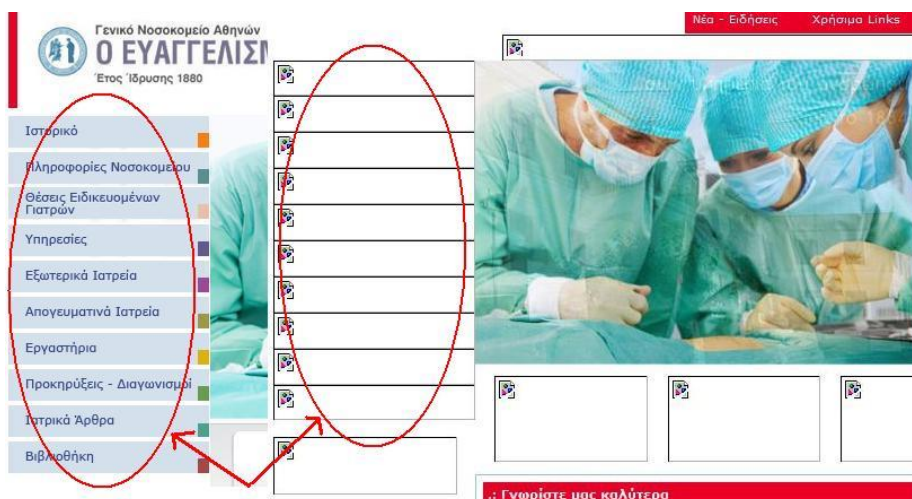
Μετά τον εντοπισμό τέτοιων προβλημάτων (με τη βοήθεια της Latent Semantic Analysis, LSA, Blackmon et al., 2003) η CWW προτείνει τρόπους για την επίλυσή τους: π.χ. η αντικατάσταση των άγνωστων όρων σε επικεφαλίδες ή υπερσυνδέσμους, η δημιουργία εναλλακτικών μονοπατιών που οδηγούν τον χρήστη στην ζητούμενη πληροφορία όταν εμφανίζονται προβλήματα ανταγωνιστικών επικεφαλίδων κλπ. (Blackmon et al., 2003).

9.1.4 Αξιολόγηση προσβασιμότητας

Η σημαντική διάδοση του Διαδικτύου (το 2013 οι χρήστες παγκοσμίως ανέρχονταν σε 2.5 δισεκατομμύρια) αλλά και η σημασία που δίνεται στην πρόσβαση στο Διαδίκτυο από όλους (εκδημοκρατισμός της πληροφορίας), δημιουργούν την απαίτηση για σχεδιασμό που υποστηρίζει τις ανάγκες και τις δυνατότητες χρηστών με κινητικές, γνωστικές και αισθητηριακές δυσκολίες. Χρήστες με ειδικές δεξιότητες (A-MEA) ή χρήστες μεγάλης ηλικίας ενδέχεται να έχουν δυσκολίες στο χειρισμό ενός δικτυακού τόπου για κάποιους από τους παρακάτω λόγους:

- Μειωμένη όραση, ακοή ή δυνατότητες κίνησης.
- Μειωμένη ικανότητα ανάγνωσης ή κατανόησης κειμένου.
- Αδυναμία αποτελεσματικού χειρισμού πληκτρολογίου ή ποντικιού.

Προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η δυνατότητα πρόσβασης σε χρήστες με τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, ο οργανισμός W3C (World Wide Web Consortium) έχει προτείνει οδηγίες **διασφάλισης και αξιολόγησης της προσβασιμότητας** του περιεχομένου σε ένα δικτυακό τόπο. Οι οδηγίες αυτές, γνωστές ως Web Content Accessibility Guidelines παρουσιάζονται στο σύνδεσμο: <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>



Εικόνα 9.2 Προβλήματα προσβασιμότητας στο Δικτυακό Τόπο του μεγαλύτερου νοσοκομείου της χώρας (πηγή hci.ece.upatras.gr/esalp)

Η τρέχουσα έκδοση των οδηγιών (2.0) περιλαμβάνει 4 αρχές (principles), οι οποίες αναλύονται σε 12 οδηγίες (Guidelines). Οι οδηγίες αυτές ουσιαστικά αποτελούν κριτήρια επιτυχίας -συμμόρφωσης, τα οποία και επιτρέπουν την αξιολόγηση των δικτυακών τόπων σε τρία επίπεδα συμμόρφωσης ως προς την

προσβασιμότητα. Αυτά είναι: A (χαμηλότερο επίπεδο συμμόρφωσης), AA (μέτριο επίπεδο συμμόρφωσης), και AAA (υψηλότερο επίπεδο συμμόρφωσης). Αν ένας δικτυακός τόπος δεν πληροί τα κριτήρια του επιπέδου συμμόρφωσης A, αυτό σημαίνει ότι συγκεκριμένες κατηγορίες χρηστών δεν θα έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε μέρος (ή στο σύνολο) του περιεχομένου. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 9.2, οι διάφορες επιλογές του μενού πλοήγησης παρέχονται μόνο με τη χρήση εικόνων. Όμως, για κάποιους χρήστες (π.χ. άτομα με περιορισμένη όραση), η μόνη δυνατότητα για πρόσβαση στην πληροφορία είναι μέσω κειμένου. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι από τους χρήστες με προβλήματα όρασης, χρησιμοποιούν αναγνώστες οθόνης, ένα πρόγραμμα, το οποίο λαμβάνει όλο το κειμενικό περιεχόμενο που περιέχεται σε μια σελίδα και το μεταφέρει σε ένα συνθέτη φωνής ή σε μια συσκευή Braille. Εάν μη κειμενικά στοιχεία έχουν κειμενικά ισοδύναμα, τότε ο αναγνώστης οθόνης μπορεί να τα διαβάσει. Εάν δεν υπάρχει κειμενικό ισοδύναμο, όπως στην περίπτωση του μενού του παραδείγματος, ο αναγνώστης οθόνης θα ενημερώσει τον χρήστη ότι εκεί υπάρχει ένα αντικείμενο χωρίς όμως να μπορεί να του δώσει επιπλέον πληροφορίες. Το κειμενικό ισοδύναμο μπορεί να παρέχεται με τη χρήση του alt tag. Έτσι, στο παράδειγμά μας, χάνεται όλο του μενού για κάποιον τυφλό χρήστη. Οι κανόνες παρουσιάζονται στο <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>

Υπάρχει μια σειρά από εργαλεία που επιτρέπουν την αυτόματη αξιολόγηση διαδικτυακών τόπων ως προς τους κανόνες προσβασιμότητας. Τα περισσότερα από αυτά υποστηρίζουν προς το παρόν τους κανόνες στην έκδοση 1.0 (ή 1.1). Κάποια από τα πιο διαδεδομένα είναι το Hera και το WAVE. Μια πλήρης λίστα σχετικών εργαλείων είναι διαθέσιμη στο <http://www.w3.org/WAI/ER/tools/complete.html>.

Για την κατανόηση των αρχών και κανόνων προσβασιμότητας, έχει αναπτυχθεί μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα διαδικτυακή εκπαιδευτική εφαρμογή με αναλυτικά παραδείγματα ανά κανόνα. Η πλατφόρμα είναι ελεύθερα διαθέσιμη στο <http://hci.ece.upatras.gr/esalp>.

9.2 Μέθοδοι αξιολόγησης με τη συμμετοχή τελικών χρηστών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται μέθοδοι δοκιμής και αποτίμησης διαδραστικών συστημάτων με τη συμμετοχή τελικών χρηστών. Αυτές οι μέθοδοι έχουν στοιχεία που απαντούν σε πειραματικές διαδικασίες. Στόχος σε μια πειραματική διαδικασία είναι η διερεύνηση της επίδρασης μιας ανεξάρτητης μεταβλητής (στην περίπτωσή μας ο σχεδιασμός μιας διεπιφάνειας χρήσης που χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένο πλαίσιο για την ολοκλήρωση ενός συγκεκριμένου στόχου) σε εξαρτημένες μεταβλητές (π.χ. χρόνος ολοκλήρωσης εργασίας, αριθμός λαθών κλπ.). Συνεπώς, είναι σημαντικό σκέλος της διαδικασίας να αναγνωρισθούν οι εξαρτημένες μεταβλητές και να διαπιστωθεί, αν οι μετρήσεις που λαμβάνουμε, χαρακτηρίζονται από αξιοπιστία και εγκυρότητα. Αξιοπιστία υπάρχει όταν μια δοκιμή είναι επαναλαμβανόμενη και παρέχει συνεπή αποτελέσματα. Εγκυρότητα υπάρχει, όταν μια ερευνητική διαδικασία μετρά τελικά αυτό που έχει στόχο να μετρήσει. Για να είναι έγκυρη μια διαδικασία, θα πρέπει να είναι και αξιόπιστη. Όμως, η ύπαρξη αξιοπιστίας δεν διασφαλίζει την εγκυρότητα της διαδικασίας. Οι μετρικές (είδη δεδομένων) που μπορούν να συλλεχθούν σε τέτοιου είδους πειράματα είναι 4 ειδών (Tullis & Albert, 2008):

1. **Ονομαστικές** (*nominal*) όπως για παράδειγμα ολοκλήρωση εργασίας (NAI/OXI), ύπαρξη λαθών (NAI/OXI). Η ανάλυση γίνεται με στατιστικές τεχνικές όπως συχνότητα εμφάνισης και Chi Square test (Field, 2009).

2. **Τακτικές** (*ordinal*), όπως π.χ. κρισιμότητα λάθους (κλίμακα 1-5) ή ιεραρχική ταξινόμηση εναλλακτικών σχεδιασμών. Η ανάλυση γίνεται με στατιστικές τεχνικές όπως συχνότητα εμφάνισης και Chi Square test, Wilcoxon rank sum tests, Spearman rank correlation (Field, 2009).

3. **Ισοδιαστημικές** (*interval*) όπως κλίμακες Likert (π.χ. αποτίμηση διεπιφάνειας σε κλίμακα με τις εξής διαβαθμίσεις: Κακή, Μέτρια, Ικανοποιητική, Πολύ Καλή, Εξαιρετική). Η ανάλυση γίνεται με εργαλεία περιγραφικής στατιστικής (για παράδειγμα μέσοι όροι, τυπική απόκλιση κλπ), και εργαλεία συμπερασματικής στατιστικής (π.χ. t-test, ANOVA, συσχέτιση (correlation), ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis)) (Field, 2009).

4. **Αναλογικές** (*ratio*) όπως χρόνοι ολοκλήρωσης, χρόνος προσοχής σε αντικείμενα της διεπιφάνειας χρήσης, αριθμός πληκτρολογήσεων κλπ. Η ανάλυση γίνεται με εργαλεία περιγραφικής στατιστικής (π.χ. μέσοι όροι, τυπική απόκλιση, διάμεσος (median) κλπ) αλλά και με εργαλεία συμπερασματικής στατιστικής (π.χ. t-test, ANOVA, συσχέτιση (correlation), ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis)) (Field, 2009).

Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με ζητήματα περιγραφικής και συμπερασματικής στατιστικής αλλά και για το σχεδιασμό μιας πειραματικής διαδικασίας αξιολόγησης διαδραστικού λογισμικού, μπορείτε να δείτε το κεφάλαιο 11 αυτού του βιβλίου, αλλά και να ανατρέξετε στο σύγγραμμα του Field (2009) και στη διαδικτυακή πηγή του Koji Yatani (<http://yatani.jp/HCIstats/HomePage>).

9.2.1 Μέτρηση απόδοσης

Μια καθιερωμένη μέθοδος για τη δοκιμή ενός συστήματος με τη συμμετοχή χρηστών είναι η μέτρηση της απόδοσης, όπου σκοπός είναι η πιστοποίηση για το αν ένας στόχος ευχρηστίας επιτυγχάνεται ή όχι. Η απόδοση των χρηστών μετράται συνήθως υποβάλλοντας μια ομάδα χρηστών σε εκτέλεση ενός προκαθορισμένου συνόλου στοιχειωδών εργασιών, συλλέγοντας στοιχεία που αφορούν σε σφάλματα που διαπιστώνονται, στους χρόνους εκτέλεσης των εργασιών, στον αριθμό ενεργειών κ.ά. Οι δοκιμές πραγματοποιούνται συνήθως σε ένα εργαστήριο ευχρηστίας λογισμικού, το οποίο έχει τον απαραίτητο εξοπλισμό για καταγραφή των ενεργειών των χρηστών (καταγραφή ήχου, εικόνας, καταγραφή οθόνης υπολογιστή κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης, αρχεία πληκτρολογήσεων), και παράλληλα προσομοιώνει τον τυπικό χώρο χρήσης του λογισμικού ελαχιστοποιώντας την αίσθηση παρακολούθησης στον χρήστη υποκείμενο.

Με μια τέτοια διαδικασία ελέγχου, μπορούν να εντοπιστούν πολλά προβλήματα ευχρηστίας. Ένα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου αξιολόγησης είναι η συγκέντρωση μετρήσιμων χρόνων και ποσοστών που καθιστά τη σύγκριση εναλλακτικών σχεδιασμών εύκολη. Δυστυχώς, στα περισσότερα έργα ανάπτυξης συστημάτων δεν υπάρχει επαρκής τεχνογνωσία ή/και πόροι για να εφαρμοστεί αυτή η μέθοδος (Nielsen, 1993). Ένα άλλο πρόβλημα με τις εργαστηριακές δοκιμές αποτελεί το γεγονός ότι είναι δύσκολη η διεξαγωγή τους σε αρχικά στάδια του σχεδιασμού, δεδομένου ότι απαιτείται υλοποιημένο πρωτότυπο του συστήματος και σημαντικός αριθμός υποψήφιων αντιπροσωπευτικών χρηστών. Επίσης, παρουσιάζονται δυσκολίες στη δειγματοληψία και επιλογή των ‘αντιπροσωπευτικών’ χρηστών – ώστε συνολικά να παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τους αναμενόμενους τελικούς χρήστες- αλλά και μεθοδολογικές αδυναμίες στον προγραμματισμό, την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των αποκτηθέντων μετρήσεων (Holleran, 1991). Τέλος, η αξιολόγηση της αποδοτικότητας σε καθημερινή χρήση απαιτεί την ανεύρεση χρηστών, που να ανταποκρίνονται πλήρως στα πραγματικά χαρακτηριστικά των ανθρώπων που χρησιμοποιούν το σύστημα.

9.2.2 Αρχεία πληκτρολογήσεων

Μια μέθοδος που μπορεί να συνδυαστεί με τη δοκιμή ευχρηστίας και τις μετρήσεις απόδοσης είναι η καταγραφή της αλληλεπίδρασης σε αρχεία πληκτρολογήσεων. Με τη μέθοδο αυτή ο υπολογιστής καταγρά-

φει αυτόματα στατιστικά στοιχεία, σχετικά με τη χρήση του προς εξέταση προγράμματος. Αποτελεί μια φτηνή μέθοδο συλλογής δεδομένων χρήσης λογισμικού, μέσω της οποίας εύκολα μπορεί να αναγνωρισθεί η συχνότητα χρήσης συγκεκριμένων εντολών και εμφάνισης γεγονότων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον (όπως μηνύματα λαθών). Για παράδειγμα, οι Senay και Stabler (1987) κατέγραψαν 52.576 συνεδρίες βοήθειας και ανακάλυψαν ότι μόλις το 10% των οθονών βοήθειας χρησιμοποιήθηκαν στο 92% των αιτήσεων βοήθειας. Το αποτέλεσμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για να βελτιωθεί η ποιότητα των τμημάτων βοήθειας που ζητήθηκαν λιγότερο συχνά σε σχέση με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν συχνότερα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την καταγραφή συνεδριών χρήσης (user sessions) και στο Διαδίκτυο. Συγκεκριμένα, στο διακομιστή ενός δικτυακού τόπου (web server), καταγράφονται πληροφορίες σχετικά με την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον δικτυακό τόπο (χρόνος πρόσβασης, IP διεύθυνση, ιστοσελίδες ή αρχεία που ζητήθηκαν κ.α.). Το βασικό πρόβλημα στην περίπτωση αυτή, πηγάζει από το γεγονός ότι το πρωτόκολλο http δεν εμπεριέχει την έννοια της κατάστασης (stateless), με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η άμεση καταγραφή της αρχής και του τέλους μιας συνεδρίας χρήσης (Tselios et al., 2001). Σε περίπτωση χρήσης μιας διαδικτυακής εφαρμογής με κωδικό χρήστη είναι δυνατή η καταγραφή της αλληλεπίδρασης με πληρέστερο τρόπο.

9.2.3 Πρωτόκολλο ομιλούντος υποκειμένου

Στο πρωτόκολλο ομιλούντος υποκειμένου (think aloud ή talk aloud), οι χρήστες εξωτερικεύουν με προφορικό λόγο τις σκέψεις τους κατά τη διάρκεια της χρήσης του συστήματος (Lewis, 1982). Μέσω αυτής της μεθόδου, οι χρήστες δίνουν την ευκαιρία στον υπεύθυνο της αξιολόγησης να κατανοήσει το πώς αντιλαμβάνονται την αλληλεπίδραση με το προς εξέταση σύστημα. Είναι μια χαμηλού κόστους μέθοδος αναγνώρισης των παρερμηνειών που κάνουν οι χρήστες σχετικά με τη διεπιφάνεια χρήσης. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη μέθοδος, καθώς εμπλέκει τους τελικούς χρήστες και προσφέρει άμεση ανατροφοδότηση ποιοτικού χαρακτήρα (με τη μορφή σχολίων) σχετικά με το σχεδιασμό της εφαρμογής που αξιολογείται (Jorgensen, 1990). Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι δεν είναι πολύ φυσικό για τους χρήστες να σκεφτούν μεγαλοφώνως. Επίσης, είναι δύσκολο για τους πεπειραμένους χρήστες να εκφράσουν με λόγια τη διαδικασία απόφασής τους δεδομένου ότι εκτελούν μέρος της εργασίας τους αυτόματα (Shiffrin & Dumais, 1981• Schneider & Shiffrin, 1977). Συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι και η δυσκολία ένταξής της σε ένα πλάνο αξιολόγησης ευχρηστίας που εστιάζεται σε ποσοτικές μετρήσεις απόδοσης.

9.2.4 Ερωτηματολόγια

Τα **ερωτηματολόγια** αποτελούν μια χρήσιμη προσέγγιση, όταν ο στόχος είναι να διερευνηθούν ζητήματα σχετικά με πιθανές ανησυχίες-παρανοήσεις των χρηστών και την υποκειμενική τους ικανοποίηση (Nielsen, 1993). Τα ερωτηματολόγια μπορούν να διανεμηθούν εύκολα σε σημαντικό αριθμό χρηστών. Επιπλέον, αποτελούν μια σχετικά ανέξοδη μέθοδο ερευνών. Εντούτοις, είναι συχνά δύσκολο να συγκεντρωθούν αντικειμενικά αποτελέσματα κατά την αξιοποίηση των ερωτηματολογίων, δεδομένου ότι οι απαντήσεις των χρηστών είναι βασισμένες σε αυτό που έχουν την αίσθηση ότι κάνουν και όχι σε αυτό που κάνουν πραγματικά (Nielsen, 1993).

Σε περιπτώσεις αξιολόγησης διεπιφανειών χρήσης διαδικτυακών τόπων (web sites), τα ερωτηματολόγια παρουσιάζουν αυξημένη χρησιμότητα, επειδή το ίδιο το μέσο (ενν. το διαδίκτυο) συμβάλλει τόσο στην εύκολη διανομή τους όσο και στην αυτόματη συλλογή και επεξεργασία των αποτελεσμάτων (Tselios et al., 2001). Στην ευρεία χρήση τους συμβάλλει και η ύπαρξη σειράς διαδικτυακών εργαλείων

ανάπτυξης, διανομής και επεξεργασίας ερωτηματολογίων (όπως το surveymonkey). Αποτελεσματικά ερωτηματολόγια ως προς την εγκυρότητα (validity) και την αξιοπιστία (reliability) των παραγόμενων αποτελεσμάτων, θεωρούνται τα SUS (System Usability Scale, Tullis & Stetson, 2004• Brooke, 1996), WAMMI (Kirakowski & Claridge, 1998) καθώς και QUIS (Tullis & Stetson, 2004).

Τα τελευταία χρόνια, μέσα από εκτεταμένες δοκιμές και διαδικασίες ελέγχου εγκυρότητας, διαπιστώνεται μια αυξανόμενη δημοφιλία του ερωτηματολογίου SUS για τους εξής λόγους:

- Παρέχεται χωρίς χρέωση.
- Η εγκυρότητά του έχει διαπιστωθεί σε μια σειρά από μελέτες όχι μόνο σε δικτυακούς τόπους αλλά και σε 'συμβατικά' λογισμικά και άλλες συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα κ.α.
- Παράγει το ίδιο ή περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σχέση με άλλα ερωτηματολόγια ακόμη και με μικρό δείγμα συμμετεχόντων (Tullis & Stetson, 2004).
- Οι Bangor, Kortur και Miller (2009), μετά από εκτεταμένες μελέτες με τη συμμετοχή περίπου 3500 χρηστών, διαπίστωσαν ότι η διάμεσος τιμή αξιολόγησης είναι το 70%, ενώ το κορυφαίο 25% των βαθμολογήσεων μετρήθηκε στο 77.8. Οι Tullis και Albert (2008a) στις 129 μελέτες που διεξήγαγαν, διαπίστωσαν ότι βαθμολογία μεγαλύτερη του 81.2 συνεπάγεται κατάταξη στο κορυφαίο 10%. Διαπιστώθηκε επίσης, ότι βαθμός μεγαλύτερος του 80% συνεπάγεται αυξημένη πιθανότητα επανεπίσκεψης σε ένα δικτυακό τόπο.

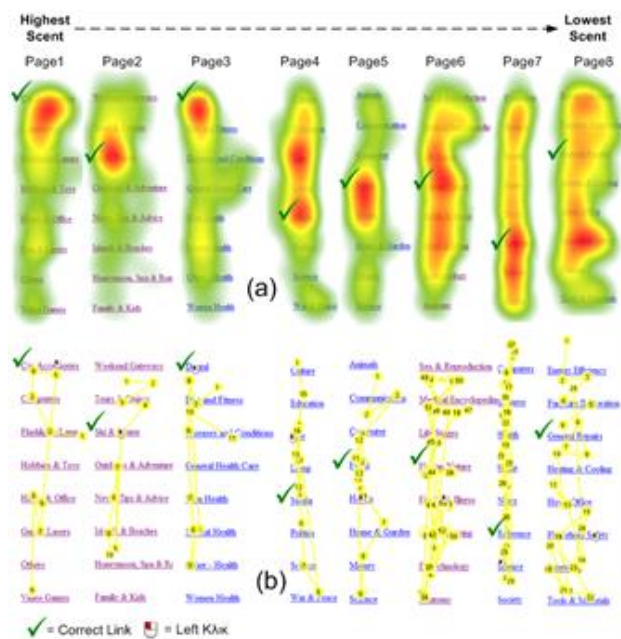
Οι 10 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου στα Ελληνικά είναι (απόδοση και εγκυροποίηση από τους Katsanos, Tselios & Xenos, 2012).

1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το δικτυακό τόπο συχνά.
2. Βρήκα αυτό το δικτυακό τόπο αδικαιολόγητα περίπλοκο.
3. Σκέφτηκα ότι αυτός ο δικτυακός τόπος ήταν εύκολος στη χρήση.
4. Νομίζω ότι θα χρειαστώ βοήθεια για να είμαι σε θέση να χρησιμοποιήσω αυτό το δικτυακό τόπο.
5. Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες σε αυτό το δικτυακό τόπο καλά ολοκληρωμένες.
6. Σκέφτηκα ότι υπήρχε μεγάλη ασυνέπεια σε αυτό το δικτυακό τόπο.
7. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθουν να χρησιμοποιούν αυτό το δικτυακό τόπο πολύ γρήγορα.
8. Βρήκα αυτό το δικτυακό τόπο πολύ περίπλοκο/δύσκολο στη χρήση.
9. Ένωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας αυτό το δικτυακό τόπο.
10. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν να μπορέσω να ξεκινήσω με αυτό το δικτυακό τόπο.

Οι ερωτήσεις 1,3,5,7,9 συνιστούν θετική κρίση και οι ερωτήσεις 2,4,6,8 συνιστούν αρνητική κρίση. Οι χρήστες βαθμολογούν σε μια 5βάθμια κλίμακα, με το αριστερό άκρο να αναγράφει 'διαφωνώ έντονα' και το δεξιό 'συμφωνώ έντονα'. Αντιστοιχίζοντας το 1 στο αριστερό άκρο και 5 στο δεξιό, η βαθμολόγηση διεξάγεται ως εξής: οι ερωτήσεις 1,3,5,7,9 βαθμολογούνται αφαιρώντας 1, ενώ οι ερωτήσεις 2,4,6,8 βαθμολογούνται αφαιρώντας από το 5 τη βαθμολογία του χρήστη έτσι ώστε τελικά, οι κανονικοποιημένες βαθμολογίες να κυμαίνονται από 0-4. Τέλος, το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζεται με το 2.5 (ώστε η τελική βαθμολόγηση να κυμαίνεται από το 0 έως το $4 \cdot 10 \cdot 2.5 = 100$).

9.2.5 Αξιολόγηση με εξοπλισμό οφθαλμικής εστίασης (eye tracking)

Η εξέλιξη της τεχνολογίας, παρέχει και νέα εργαλεία που υποστηρίζουν τη διαδικασία αξιολόγησης λογισμικού γενικότερα και διαδικτυακών τόπων ειδικότερα. Σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι συσκευές εντοπισμού οφθαλμικής εστίασης (eye tracking). Η διάταξη αποτελείται από μία οθόνη υπολογιστή και δύο κάμερες που είναι τοποθετημένες στο κάτω μέρος της, με τρόπο που δεν είναι εμφανή στο χρήστη ώστε να μην αισθάνεται ότι παρακολουθείται (εικόνα 9.3). Οι κάμερες επιτρέπουν ακριβή εκτίμηση της κίνησης των οφθαλμών των χρηστών που συμμετέχουν στο πείραμα. Έτσι, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας εργασίας μπορούν να συναχθούν μετρήσεις για το που κοιτάει ένας χρήστης, για πόσο χρόνο και με ποια σειρά. Παράλληλα, είναι δυνατή και η εξαγωγή θερμικών χαρτών (heatmaps), που απεικονίζουν γραφικά την πληροφορία αυτή (εικόνα 9.3).



Εικόνα 9.3 Επίδραση κατανοητών και μη κατανοητών υπερσυνδέσμων στη συμπεριφορά των χρηστών (από Katsanos, Tselios & Anouris, 2010a)

Σε σχετική μελέτη, για παράδειγμα, διαπιστώθηκε η σημασία των καθαρών λεκτικών περιγραφών στους υπερσυνδέσμους, ώστε να υποβοηθηθεί ο χρήστης προκειμένου να επιλέξει την κατάλληλη σελίδα σε σχέση με τον πληροφοριακό στόχο που έχει θέσει (Katsanos, Tselios & Anouris, 2010a, 2010b, Εικόνα 9.4).



Εικόνα 9.4 Συσκευή eye tracking X2-30, της εταιρείας Tobii (<http://www.tobii.com/en/>)

Από αριστερά προς τα δεξιά (εικόνα 9.4) παρουσιάζονται 8 διαφορετικές περιπτώσεις μενού επιλογών που αξιολογήθηκαν με χρήστες, ζητώντας τους να εκτελέσουν σχετικές με τις περιγραφές εργασίες. Στις τρεις πρώτες περιπτώσεις, η επιλογή που οδηγούσε στην επιθυμητή πληροφορία χαρακτηριζόταν από υψηλό βαθμό κατανόησης, ενώ όλες οι υπόλοιπες επιλογές ήταν ξεκάθαρο ότι δε σχετιζόντουσαν με τον πληροφοριακό στόχο του χρήστη. Βαθμιαία και μεταβαίνοντας στους σχεδιασμούς μέχρι και τον 8^ο, η «κατανοησιμότητα» των εργασιών ήταν διαρκώς μικρότερη, ενώ υπήρχαν και σύνδεσμοι με περιγραφές που θα μπορούσαν να είναι εν δυνάμει κατάλληλες (ανταγωνιστικοί υπερσύνδεσμοι). Το αποτέλεσμα, όπως φαίνεται στην εικόνα 9.4, είναι ότι, στις πρώτες περιπτώσεις οι χρήστες εστίαζαν την προσοχή τους αποκλειστικά σε ένα υπερσύνδεσμο και ελάχιστα στους υπόλοιπους, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις, οι χρήστες αδυνατούσαν να αναγνωρίσουν ποιος είναι ο κατάλληλος σύνδεσμος, με αποτέλεσμα να κατανέμουν την προσοχή τους σχεδόν σε όλες τις διαθέσιμες επιλογές. Αυτό είχε ως συνέπεια σημαντική χρονική επιβάρυνση για την ολοκλήρωση της εργασίας, εξαιρετικά μεγάλη αύξηση στο ποσοστό επιλογής λανθασμένων υπερσυνδέσμων και σύγχυση από πλευράς των χρηστών.

Η αξιολόγηση ενός δικτυακού τόπου, διεξάγεται συνήθως σε δύο επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο, στόχος είναι η αναγνώριση προβλημάτων στη συνολική δόμηση του δικτυακού τόπου. Στο δεύτερο επίπεδο, στόχος είναι η αναγνώριση προβλημάτων σε επίπεδο σελίδας. Στην προσπάθειά μας για αξιολόγηση της δόμησης του δικτυακού τόπου τα σημεία στα οποία πρέπει να εστιάσουμε είναι τα εξής:

- διάρθρωση κεντρικής σελίδας
- δομή πληροφορίας
- πλοήγηση και εξερεύνηση
- φιλοσοφία, λογική διασυνδέσεων και χρήση υπερσυνδέσμων
- συνολικό ύφος γραφής και αισθητική δικτυακού τόπου
- μορφοποιήσεις σελίδων
- χρησιμοποίηση κατάλληλων μεταφορών
- οπτική αναπαράσταση πληροφορίας (εικονίδια κλπ.)

Σε επίπεδο σελίδας η αξιολόγηση ευχρηστίας εστιάζεται στα εξής:

- χρήση κατανοητών επικεφαλίδων, διασυνδέσεων και εξηγήσεων

- κατανοητές φόρμες και μηνύματα λαθών
- καταχώρηση ή όχι συγκεκριμένης πληροφορίας
- επιμέρους γραφικά και εικονίδια (που δεν σχετίζονται με τη πλοήγηση)

Σε πολύ μεγάλους δικτυακούς τόπους είναι ιδιαίτερα δύσκολο, αν όχι αδύνατον, να επιθεωρηθούν όλες οι ιστοσελίδες του. Έτσι, οι έρευνες ευχρηστίας πρέπει να εστιάσουν στην ανακάλυψη των λαθών συνολικού επιπέδου. Ο εντοπισμός σφαλμάτων και σε επίπεδο σελίδας είναι χρήσιμος για να εκτιμηθεί η έκταση παρόμοιων λαθών στο σύνολο των σελίδων και να δημιουργηθεί μια λίστα με τα συχνότερα λάθη αυτού του είδους.

Για ειδικές λειτουργίες που παρέχει ο δικτυακός τόπος, όπως για σελίδες καταχώρησης στοιχείων, για αγορές ή για καταβίβαση λογισμικού, καλό είναι να δημιουργηθούν ειδικές συνεδρίες αξιολόγησης. Πέρα από τη δεδομένη αξία της δοκιμής ενός δικτυακού τόπου από αντιπροσωπευτικούς χρήστες, σημαντικά αποτελέσματα επιφέρει η εφαρμογή της ευρετικής αξιολόγησης και η κατάλληλη εκπαίδευση των ειδικών που αναπτύσσουν τις σελίδες, σε βασικές έννοιες χρηστοκεντρικού σχεδιασμού.

9.3 Αναλυτικές μέθοδοι αξιολόγησης

9.3.1 Ανάλυση εργασιών

Η **ανάλυση εργασιών** (Task Analysis – TA), μέσα από την οπτική του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή, έχει ως στόχο τη βαθύτερη κατανόηση των αλληλεπιδράσεων του χρήστη με το σύστημα και περιλαμβάνει κατά την εφαρμογή της, διαδικασίες μελέτης, συλλογής και ανάλυσης δεδομένων σχετικά με το πώς οι χρήστες εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες με ένα υπολογιστικό σύστημα (Preece et al., 1994). Ο κύριος στόχος της ανάλυσης εργασιών είναι η συστηματική κατανόηση των διεργασιών που επιτελούν οι χρήστες μέσα από τη ρητή και ενδελεχή περιγραφή των διεργασιών αυτών (Kieras, 1996). Η διαδικασία ανάλυσης μιας εργασίας αποτελείται από πέντε γενικά στάδια: α) προκαταρκτική ανάλυση, όπου προσδιορίζεται το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο χρησιμοποιείται το σύστημα που αναλύεται, ο σκοπός και το πεδίο της «ανάλυσης εργασιών», β) συλλογή των στοιχείων, όπου επιλέγεται η κατάλληλη μέθοδος συλλογής δεδομένων π.χ. παρατήρηση χρηστών που συμμετέχουν στην ανάλυση, αρχεία πληκτρολογήσεων, συνεντεύξεις, γ) μοντελοποίηση της εργασίας, όπου επιλέγεται η κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης εργασιών, δ) αναγνώριση διεργασιών και σύνθεση διαγραμμάτων διεργασιών και ε) ανάλυση του μοντέλου διεργασιών και διατύπωση αποτελεσμάτων.

Πλεονεκτήματα της ανάλυσης εργασιών

Η ανάλυση εργασιών με τη χρήση κάποιας από τις μεθόδους που προτείνονται στη βιβλιογραφία φαίνεται να υποβοηθά σημαντικά τη διαδικασία σχεδιασμού και αξιολόγησης της διεπιφάνειας χρήσης. Αναλυτικά, τα πλεονεκτήματα της είναι (Johnson & Johnson, 1991):

- Η ανάλυση εργασιών περιγράφει με φορμαλιστικό και ρητό τρόπο τη λειτουργία της διεπιφάνειας.
- Το προϊόν της ανάλυσης μπορεί να αξιολογηθεί και να αναλυθεί από την άποψη της ευχρηστίας της διεπιφάνειας.
- Το προϊόν της ανάλυσης μπορεί να γίνει αντιληπτό και από άλλους ανθρώπους, εκτός από τους αναλυτές της διεπιφάνειας, με διαφορετικό γνωστικό υπόβαθρο, όπως ειδικοί του πεδίου που υποστηρίζει το σύστημα.

- Το προϊόν της ανάλυσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για τη σχεδίαση της διεπιφάνειας χρήσης, βασισμένη στις εργασίες του χρήστη.
- Το μοντέλο μπορεί να ελεγχθεί ως προς την πληρότητα υποστήριξης των απαιτούμενων εργασιών.
- Το μοντέλο μπορεί να ελεγχθεί ως προς την καταλληλότητα του τρόπου υποστήριξης των απαιτούμενων εργασιών (αν οι εργασίες υποστηρίζονται με τρόπο που αντιλαμβάνεται ο χρήστης).

Ίσως η σημαντικότερη δυνατότητα μιας καλά εφαρμοσμένης «ανάλυσης εργασιών», είναι η παροχή μιας ολιστικής άποψης σχετικά με το πόσο καλά ταιριάζει το μοντέλο εργασιών του σχεδιαστή που περιγράφει τη λειτουργικότητα του συστήματος σε επίπεδο διεπιφάνειας χρήσης, με την αντίληψη του χρήστη για τη διεργασία σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον χρήσης. Η ευκολία και η ακρίβεια με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να αντιστοιχήσει τις επιμέρους δραστηριότητες μιας εργασίας με τη λειτουργικότητα του συστήματος, αποτελούν από μόνες τους μια μετρική ευχρηστίας (Edmondson & Simone, 1994). Επιπροσθέτως, η «ανάλυση εργασιών» παρέχει σημαντική ανατροφοδότηση σχετικά με την ενσωμάτωση του κατάλληλου βαθμού ελευθερίας στους διαλόγους της διεπιφάνειας, προκειμένου να προσφέρουν εναλλακτικούς τρόπους χειρισμού χωρίς να χάνει ο χρήστης την αίσθηση της κατάστασης του συστήματος και χωρίς το σύστημα να καταλήγει σε προβληματικές καταστάσεις (ό.π).

Χρησιμοποιώντας την ανάλυση εργασιών σε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα όπως στην αλληλεπίδραση με μια μηχανή τραπεζικών συναλλαγών (ATM), θα μπορούσε να διαπιστώσει κανείς ένα σημαντικό πρόβλημα στη διαδικασία ανάληψης μετρητών. Κατά τη διαδικασία αυτή, ο στόχος μας είναι η λήψη των χρημάτων. Συνεπώς, όταν πάρουμε τα χρήματα, εκτιμούμε ότι έχουμε ολοκληρώσει τη διαδικασία. Όμως, σε ορισμένες υλοποιήσεις, πρώτα εξέρχονται τα χρήματα και έπειτα εξέρχεται η κάρτα από το ATM! Όχι τυχαία, στις περιπτώσεις αυτές τα ποσοστά απώλειας κάρτας είναι σημαντικά υψηλότερα σε σχέση με ATM άλλων τραπεζών, όπου πρώτα εξέρχεται η κάρτα και ακολούθως τα χρήματα (βέβαια και η 2η υλοποίηση έχει ένα μειονέκτημα: μπορείτε να το διαπιστώσετε;)

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι κάθε προτεινόμενη μέθοδος αξιολόγησης ευχρηστίας παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Επίσης, η αποτελεσματικότητα των τεχνικών που προτείνονται ποικίλει ανάλογα με τη φύση του συστήματος, και το στάδιο στο οποίο εφαρμόζονται αυτές οι τεχνικές (Molich et al., 1999). Τέλος, με δεδομένο ότι συχνά ο συνδυασμός διαφορετικών μεθόδων οδηγεί σε αποτελεσματικότερες αξιολογήσεις αφού η καθε μία παράγει, σε σημαντικό βαθμό, συμπληρωματικά και όχι επικαλυπτόμενα αποτελέσματα (Karat, 1988), εφαρμόζονται πολλές φορές, για τη βελτίωση της διεπιφάνειας χρήσης ενός λογισμικού, πλαίσια συνδυαστικής αξιολόγησης.

Στην κατηγορία των αναλυτικών μεθόδων αξιολόγησης εντάσσονται και οι τεχνικές GOMS (Goals, Operators, Methods, Selection) και KLM (Keystroke Level Model, **μοντέλο επιπέδου πληκτρολογήσεων**) που απορρέουν από το μοντέλο Ανθρώπου Επεξεργαστή (Card, Moran & Newell, 1983). Παράδειγμα για τη χρήση του μοντέλου επιπέδου πληκτρολογήσεων (KLM) ως εργαλείο αξιολόγησης μίας διαδικτυακής φόρμας παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Παράδειγμα 9.2 Αξιολόγηση με τη χρήση του μοντέλου επιπέδου πληκτρολογήσεων

Έλληνας πολίτης επιχειρεί να συμπληρώσει τη φορολογική του δήλωση, με τη χρήση της διαδικτυακής εφαρμογής του taxisnet που έχει σχεδιαστεί υπό την επίβλεψη του κου Γιάννη Θεογιάννη. Για το σκοπό αυτό:

i) επιλέγει με απλό κλικ τον φυλλομετρητή Chrome, το εικονίδιο του οποίου βρίσκεται στη μπάρα εικονιδίων στο κάτω μέρος της επιφάνειας εργασίας. (Ο χρήστης αρχικά έχει το χέρι στο ποντίκι, του οποίου ο δείκτης είναι στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης και η γλώσσα του συστήματος είναι στα ελληνικά).

ii) Μετά από 1 sec ανοίγει ο φυλλομετρητής και ο χρήστης στη γραμμή διευθύνσεων εισάγει τη διεύθυνση 'www.gsis.gr' (χωρίς εισαγωγικά) και πατά enter.

iii) Η κεντρική σελίδα φορτώνει μετά από 1 sec και ο χρήστης εισάγει username και password (10 λατινικοί χαρακτήρες έκαστο, οι μισοί χαρακτήρες είναι κεφαλαία και ο χρήστης δεν χρησιμοποιεί το caps lock) σε σχετικά πεδία που επιλέγει με το ποντίκι. Ακολούθως, επιλέγει με το ποντίκι 'είσοδος' για να μεταβεί στην οθόνη συμπλήρωσης της φορολογικής δήλωσης.

iv) Κατά τη διάρκεια συμπλήρωσης της δήλωσης, ο χρήστης εισάγει αριθμητική πληροφορία της μορφής #####.## (όπου # ένα ψηφίο) σε 12 πεδία. Επίσης εισάγει κείμενο (12 γράμματα κεφαλαία ελληνικά, χρησιμοποιώντας caps lock) σε 6 πεδία, ενώ επιλέγει πληροφορίες προβαίνοντας στις σχετικές επιλογές σε 6 listboxes. Ακολούθως, επιλέγει το πλήκτρο υποβολή (χωρίς να απαιτείται κύλιση της οθόνης).

v) Μετά από 1 sec εμφανίζεται σελίδα με την επισκόπηση των στοιχείων, καλώντας το χρήστη να επιλέξει οριστική υποβολή της δήλωσης. Αφού επισκοπεί τα αποτελέσματα για 29 δευτερόλεπτα, επιλέγει το σχετικό πλήκτρο και η δήλωση υποβάλλεται.

Ζητούνται τα εξής:

α) Ποιος ο χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας για χρήστη ηλικίας <40 ετών και μέσης ικανότητας πληκτρολόγησης (χρησιμοποιήστε τους ακόλουθους χρόνους για τις ενέργειες σύμφωνα με το KLM P=1.1, M=1.2, B=0.1, H=0.4, K=0.2); Οργανώστε τη λύση σας με υπολογισμό των επιμέρους βημάτων και ακολούθως αθροίζοντας τα επιμέρους αποτελέσματα.

β) Αν υποθέσουμε ότι α) αυτός είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας για την υποβολή μιας μέσης φορολογικής δήλωσης, β) ο αριθμός των φορολογικών δηλώσεων που πρέπει να υποβληθούν ηλεκτρονικά είναι 5 εκατομμύρια και γ) μετά από κατάλληλο επανασχεδιασμό ο χρόνος μπορεί να μειωθεί κατά 21 δευτερόλεπτα, ποιο θα ήταν το όφελος σε εργατοημέρες; Επίσης, ποιο θα ήταν το οικονομικό όφελος αν υποθέσουμε ότι η εργατοημέρα έχει μέση αξία 40 ευρώ στο σύνολο της οικονομίας;

Λύση

α) Συμπλήρωση φορολογικής δήλωσης:

(i) Αρχικά γίνεται άνοιγμα του chrome με απλό κλικ

$$P + M + 2B = 2.5 \text{ sec. (1)}$$

(ii) Ακολούθως, επιλέγει τη γραμμή διευθύνσεων με το ποντίκι και μεταβαίνει στο πληκτρολόγιο για να πληκτρολογήσει 'www.gsis.gr'.

$$W + P + M + 2B + H + 2K \text{ (αλλαγή γλώσσας)} + 11K \text{ (εισαγωγή Url)} + M + K \text{ (πατά enter, η εισαγωγή του URL είναι εντολή)} = W + P + 2M + 2B + 2H + 14K = 8.3 \text{ sec.}$$

(iii) Φορτώνει η σελίδα και ο χρήστης επιλέγει και συμπληρώνει 2 πεδία με το ποντίκι και επιλέγει Submit.

$W+H+2(P+2B+M+H+15K+H)$ (10 χαρακτήρες, 5 πληκτρολογήσεις για τα πεζά και 10 για τα κεφαλαία) + $M+P+2B$ (το πλήκτρο submit και η επιλογή του συνιστά εντολή) = 16.5 sec.

(iv) για τη συμπλήρωση των 12 αριθμητικών πεδίων απαιτείται χρόνος:

$$12(P+2B+M+H+7K+H) = 56.4 \text{ sec.}$$

για τη συμπλήρωση των 6 πεδίων κειμένου απαιτείται χρόνος:

$6(P+2B+M+H+12K+H) + 2K$ για την αλλαγή γλώσσας σε ελληνικά + K για την επιλογή του caps lock (οι δύο τελευταίες ενέργειες – ελληνικά και caps lock, υποθέτουμε ότι ο χρήστης τα κάνει τη στιγμή που έχει επιλέξει το πρώτο πεδίο κειμένου) = 34.8 sec.

Για τη συμπλήρωση των 6 listboxes απαιτείται χρόνος:

$$6(2P+4B) = 15.6 \text{ sec.}$$

Για την επιλογή του πλήκτρου υποβολής της δήλωσης: $M+P+2B = 2.5 \text{ sec.}$

Συνολικός χρόνος για την ολοκλήρωση του 4ου βήματος 109.4 sec.

(v) για την επισκόπηση των αποτελεσμάτων και την οριστική υποβολή της δήλωσης απαιτείται χρόνος:

$$W1+W2+M+P+2B=1+29+2.5= 32.5 \text{ sec.}$$

Συνεπώς ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας είναι 169.1 sec.

β) Αν υποθέσουμε ότι υπάρχει εξοικονόμηση 21 δευτερολέπτων από τον επανασχεδιασμό της φόρμας, τότε για 5 εκατ. δηλώσεις εξοικονομούνται 105.000.000 δευτερόλεπτα. Με δεδομένο ότι μια εργατοημέρα έχει 8 ώρες = $8*3600=28800$ δευτερόλεπτα, αυτό σημαίνει ότι εξοικονομούνται $105.000.000/28800=3645,83$ εργατοημέρες και το όφελος για την οικονομία θα ήταν $40*3645.83=145.833,33$ ευρώ.

Παράδειγμα για τη χρήση του μοντέλου επιπέδου πληκτρολογήσεων (KLM) ως εργαλείου αξιολόγησης μίας διαδικτυακής φόρμας σε συνδυασμό με εργαλείο αυτόματου υπολογισμού του χρόνου ολοκλήρωσης εργασιών (KLM-FA), παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Το λογισμικό KLM-FA (<http://klmformalyzer.weebly.com/>) δέχεται ως παραμέτρους τους διάφορους χρόνους (TP, TH, TM κλπ.) και τη διαδικτυακή διεύθυνση προς μοντελοποίηση, ενώ εκτιμά χρόνους εκτέλεσης εργασίας (α) με χρήση καταδεικτικής συσκευής, όπως ένα ποντίκι και (β) με χρήση του πλήκτρου tab. Επίσης, μπορεί να μοντελοποιήσει το χρόνο T_p είτε (μόνο) κατά KLM, είτε λαμβάνοντας υπόψη και το νόμο του Fitts (υπολογίζοντας την ακριβή απόσταση από τον εκάστοτε στόχο, ανάλογα με την ανάλυση της οθόνης και τους συντελεστές k₁, k₂ της καταδεικτικής συσκευής). Η έξοδος του λογισμικού είναι η συμβολοσειρά των χαρακτήρων που προκύπτει από την εφαρμογή του KLM κατά περίπτωση (π.χ. $T=20TK+3TM+2TP$) και οι χρόνοι για τις προαναφερθείσες κατηγορίες χρηστών.

Παράδειγμα 9.3 Αξιολόγηση με τη χρήση του μοντέλου επιπέδου πληκτρολογήσεων και του εργαλείου KLM-FA

Διάφορες εργασίες κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής μας με μια διαδικτυακή υπηρεσία είναι κοινές και επαναλαμβανόμενες. Μια τέτοια, είναι η συμπλήρωση διαδικτυακής φόρμας, η οποία μπορεί να μοντελοποιηθεί με το μοντέλο επιπέδου πληκτρολογήσεων (Keystroke Level Model). Αυτό μπορεί να γίνει είτε με 'χειρωνακτικούς' υπολογισμούς (χρησιμοποιώντας χαρτί και μολύβι), είτε με εργαλεία αυτόματης μοντελοποίησης όπως το KLM-FA. Η διαδικασία θα πρέπει να εφαρμοστεί σε 11 δικτυακές υπηρεσίες που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε πρώτα τα ζητούμενα και τα δεδομένα της αξιολόγησης και στη συνέχεια αναλύουμε τα αποτελέσματα.

Δικτυακός τύπος	Διεύθυνση
Skrouz	https://www.skrouz.gr/login
Mediamarkt	http://goo.gl/XU9qp
Electroworld	https://www.electroworld.gr/site/register.jsp
Ikea	http://www.ikea.gr/?page=userregister&custType=0
Praktiker	http://www.praktiker.gr/Registration.aspx
Petcity	http://www.petcity.gr/user/register.html
Emarket	http://www.emarket.gr/register.php
Masoutis	http://www.masoutis.gr/swift.jsp?CMCCode=2901&mod=contact&extLang=
Mastihashop	http://www.mastihashop.com/default.php?pname=Register&la=1
Multirama	https://secure.multirama.gr/account/register
Aeroflot	https://www.aeroflot.ru/personal/signup

Για κάθε δικτυακό τύπο θα πρέπει να γίνει εκτίμηση του χρόνου εγγραφής στη δικτυακή υπηρεσία:

A) Για χρήστη ηλικίας 30 ετών, με μέση ικανότητα πληκτρολόγησης και με χρήση του ποντικιού (Επιλογές KLM_FA: Reach fields, Manipulate fields using mouse).

B) Για χρήστη ηλικίας 30 ετών, με μέση ικανότητα πληκτρολόγησης και με χρήση του πλήκτρου tab (Επιλογές KLM_FA: Reach fields, Manipulate fields using keyboard).

Γ) Για χρήστη ηλικίας 55 ετών, με μέση ικανότητα πληκτρολόγησης και με χρήση του ποντικιού (Επιλογές KLM_FA: Reach fields, Manipulate fields using mouse).

Για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, ο υπολογισμός θα πρέπει να γίνει με τη χρήση του χρόνου Tr. Μόνο για την περίπτωση Γ, θα πρέπει επιπρόσθετα να χρησιμοποιηθεί και η μοντελοποίηση σύμφωνα με το νόμο του Fitts (στο εξής αυτή η παραλλαγή της περίπτωσης Γ, θα ονομάζεται περίπτωση Δ). Να λάβετε υπόψη το αποτέλεσμα που προκύπτει, επιλέγοντας την αξιολόγηση (πλήκτρο Go), χωρίς να τροποποιείτε την πρόταση του εργαλείου για το ποια στοιχεία της φόρμας αποτελούν αντικείμενο επεξεργασίας του υπό μοντελοποίηση χρήστη, εκτός εάν για κάποιο στοιχείο προκύπτει άπειρος χρόνος. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να από-επιλέξετε το συγκεκριμένο στοιχείο (μόνο για την περίπτωση Δ). Ζητούμενα:

α. Υπολογίστε τους χρόνους ολοκλήρωσης της εργασίας για κάθε δικτυακό τόπο. Θα πρέπει να περιλαμβάνεται πίνακας με το χρόνο ολοκλήρωσης για τα σενάρια χρήσης Α-Δ, παραθέτοντας τους συμβολικούς υπολογισμούς κατά ΚΛΜ αλλά και τα αριθμητικά αποτελέσματα. Για κάθε σενάριο θα πρέπει να υπάρχει ο μέσος χρόνος, ο διάμεσος χρόνος καθώς και η ελάχιστη και μέγιστη τιμή. Υπολογίστε για κάθε δικτυακή υπηρεσία την ποσοστιαία διαφορά του χρόνου ολοκλήρωσης της εργασίας στις περιπτώσεις Γ και Δ. Επίσης, υπολογίστε για κάθε δικτυακή υπηρεσία την ποσοστιαία διαφορά του ελάχιστου από το μέγιστο χρόνο, μεταξύ των σεναρίων Α, Β, Γ, Δ. Σχολιάστε τα αποτελέσματα, αλλά και την αποτελεσματικότητα του εργαλείου.

β. Ποιο στυλ αλληλεπίδρασης από τα Α-Β φαίνεται περισσότερο αποτελεσματικό; Αναγνωρίστε τις δύο υπηρεσίες με το μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης της εργασίας και τις 2 υπηρεσίες με τον ελάχιστο χρόνο ολοκλήρωσης, σύμφωνα με τα σενάρια Γ και Δ. Σχολιάστε τα αποτελέσματα και εξηγήστε, σχεδιαστικά, πού οφείλονται οι διαφορές αυτές.

γ. Υπολογίστε το χρόνο ολοκλήρωσης της εγγραφής στο δικτυακό τόπο www.public.gr ενός χρήστη ηλικίας 30 ετών, με μέση ικανότητα πληκτρολόγησης και με χρήση του ποντικιού. Χρησιμοποιήστε το χρόνο T_p για την κατάδειξη ενός αντικειμένου. Υποθέστε ότι δεν είναι μέλος της υπηρεσίας MyClub και αποδέχεται μόνο τους όρους χρήσης του site. Υποθέστε επίσης, ότι τα πεδία κειμένου συμπληρώνονται πρώτα από το χρήστη και σε όλα χρησιμοποιεί 10 χαρακτήρες. Για τους χρόνους P,M,B,H,K χρησιμοποιήστε τους χρόνους που αναφέρονται στο ΚΛΜ-FA.

δ. Ποιες αλλαγές θα προτεινάτε στη φόρμα χωρίς να διαγράψετε καμία ζητούμενη πληροφορία; Ποια είναι η βελτίωση που επιφέρουν οι αλλαγές αυτές στο χρόνο ολοκλήρωσης της εργασίας;

Για όλους τους δικτυακούς τόπους υποθέστε ότι ο χρήστης είναι στη σελίδα εγγραφής, το χέρι του τη στιγμή εκκίνησης της διαδικασίας είναι στο πληκτρολόγιο και ο δείκτης του ποντικιού είναι στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης.

Ανάλυση αποτελεσμάτων:

α. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τα σενάρια Α,Β,Γ,Δ παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. Παρουσιάζονται, για κάθε δικτυακό τόπο, ο χρόνος ολοκλήρωσης κατά ΚΛΜ με τη χρήση του ποντικιού αλλά και του πλήκτρου Tab, με χρήση των σχετικών συμβόλων. Ακολουθώς, παρουσιάζονται οι συγκεκριμένοι χρόνοι για τα σενάρια Α,Β,Γ,Δ χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους του εργαλείου ($M=1.2$, $P=1.1$, $B=0.1$, $H=0.4$, μέση ταχύτητα πληκτρολόγησης $K=0.2$), ενώ ο πολλαπλασιαστής για την ηλικία 40-65 είναι 1.4. Ο χρόνος Β αφορά μόνο στην πίεση ή στην ελευθέρωση του πλήκτρου του ποντικιού. Συνεπώς το mouse click αναπαρίσταται σε όλες τις περιπτώσεις με 2B. Τέλος, στο σενάριο Δ έχει χρησιμοποιηθεί ανάλυση 1024x768 σε οθόνη με αναλογία 16:9.

Όλοι οι χρόνοι είναι σε δευτερόλεπτα, ενώ για κάθε σενάριο παρουσιάζονται ο μέσος χρόνος (mean), ο ελάχιστος χρόνος (min), ο μέγιστος χρόνος (max) και ο διάμεσος χρόνος (median). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε ορισμένες φόρμες το εργαλείο ΚΛΜ δεν αναγνωρίζει ορισμένα (ελάχιστα) αντικείμενα της διεπιφάνειας χρήσης. Για παράδειγμα, στο Mediamarkt δεν αναγνωρίζεται το αντικείμενο ολοκλήρωσης της αποστολής. Κατά συνέπεια, οι ακριβείς χρόνοι θα πρέπει να λάβουν υπόψη τις περιπτώσεις αυτές. Όμως, ακόμη και σε αυτές τις περιπτώσεις οι εκτιμήσεις του εργαλείου δεν στερούνται χρησιμότητας, ενώ η αποδοτικότητα της διαδικασίας συγκρινόμενη με την εναλλακτική προσέγγιση (χρήση χαρτιού και μολυβιού) είναι εξαιρετική.

Ο διάμεσος στο δείγμα μας είναι ο χρόνος συμπλήρωσης της φόρμας στο δικτυακό τόπο της Aeroflot. Δηλαδή οι 5 από τους 11 δικτυακούς τόπους έχουν σχεδιαστεί ώστε να υποστηρίζουν με μεγα-

λύτερη αποδοτικότητα τη διαδικασία συμπλήρωσης της φόρμας σε σχέση με αυτόν το δικτυακό τόπο (της Aeroflot). Από την άλλη, οι υπόλοιποι 5 δικτυακοί τόποι απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο συμπλήρωσης της φόρμας. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται (i) η διαφορά στα σενάρια Γ και Δ, καθώς και (ii) η διαφορά ταχύτερου και βραδύτερου σεναρίου ανά διαδικτυακή υπηρεσία.

	Mouse	Tab	A.30, mouse	B.30, tab	Γ.55, mouse	Δ.55, mouse,Fitts
Skroutz	9H+5M+6P+12B+40K	M+48K	25,40	10,80	35,56	31,32
Mediamarkt	13H+6M+8P+16B+60K	70K	34,80	14,00	48,72	40,45
Electroworld	13H+8M+11P+20B+60K	2M+74K	40,90	17,20	57,26	45,88
Ikea	31H+16M+27P+52B+150K	M+249K	96,50	51,00	135,10	112,08
Praktiker	15H+11M+14P+24B+70K	4M+87K	51,00	22,20	71,40	57,55
Petcity	24H+12M+24P+44B+120K	343K	78,80	68,60	110,32	85,30
Emarket	23H+13M+28P+50B+110K	2M+232K	82,60	66,80	115,64	91,53
Masoutis	11H+6M+8P+16B+50K	M+61K	32,00	13,40	44,80	36,97
Mastihashop	27H+13M+22P+40B+130K	232K	80,60	46,40	112,84	89,53
Multirama	11H+5M+8P+16B+50K	59K	30,80	11,80	43,12	36,62
Aeroflot	17H+9M+11P+22B+80K	M+94K	47,90	20,00	67,06	57,30
		mean	54,66	31,11	76,53	62,23
		min	25,4	10,8	35,56	31,32
		max	96,5	68,6	135,1	112,08
		median	47,9	20	67,06	57,3

Η διαφορά στα σενάρια Γ και Δ είναι σημαντική: 23.0%, υπολογίζοντας τη διαφορά Tr-Fitts/Fitts. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι οι εκτιμήσεις με τη χρήση του Tr ενδέχεται να έχουν διαφορά σε σχέση με τη χρήση του νόμου του Fitts. Πρόκειται για σημαντική διαφορά (σε όλες τις περιπτώσεις ο χρόνος στο σενάριο Δ είναι μικρότερος), που υπογραμμίζει ότι η διάταξη των αντικειμένων στο χώρο είναι ιδιαίτερα καλή με σχετικά μικρές αποστάσεις και ευμεγέθη αντικείμενα ή/και ότι ο αριθμός των καταδείξεων είναι σημαντικός.

	Διαφορά (Tr-Fitts)/Fitts (%)	Διαφορά Ταχύτερου- Βραδύτερου σεναρίου
Skrouz	13,5%	229,3%
Mediamarkt	20,4%	248,0%
Electroworld	24,8%	232,9%
Ikea	20,5%	164,9%
Praktiker	24,1%	221,6%
Petcity	29,3%	60,8%
Emarket	26,3%	40,0%
Masoutis	21,2%	234,3%
Mastishop	26,0%	143,2%
Multirama	17,7%	265,4%
Aeroflot	17,0%	235,3%
	23,0%	146,0%

Χαμηλή φαίνεται να είναι η ποσοστιαία διαφορά στο skrouz.gr. Αυτό οφείλεται κύρια στο μικρό αριθμό ζητούμενων πεδίων προς συμπλήρωση. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις, κατά κανόνα, ο αριθμός των πεδίων είναι σημαντικός με συνέπεια να είναι αυξημένος ο αριθμός των καταδείξεων. Έτσι, αν η διαδρομή που πρέπει να διανυθεί είναι σχετικά μικρή από πεδίο σε πεδίο, αυτό οδηγεί σε μια συσσώρευση της διαφοράς στην εκτίμηση του χρόνου κατάδειξης με Tr και του χρόνου κατά Fitts.

Οι διαφορές στα σενάρια χρήσης μεγιστοποιούνται μεταξύ των περιπτώσεων Γ και Β. Σύμφωνα με το KLM, η μεγαλύτερη ηλικία χρήστη επιφέρει καθυστέρηση στις αισθησιοκινητικές του λειτουργίες. Έτσι σε όλες τις περιπτώσεις, στο σενάριο Γ παρατηρούμε το βραδύτερο χρόνο ολοκλήρωσης της εργασίας. Στο σενάριο Β παρατηρούμε τον ταχύτερο χρόνο ολοκλήρωσης της εργασίας. Παρατηρούμε επίσης ότι οι διαφορές είναι σημαντικές (146%, αυτό σημαίνει ότι στο 'χειρότερο' σενάριο απαιτείται υπερδιπλάσιος χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις η διαφορά προσεγγίζει και το 248%). Τα αποτελέσματα αυτά υπογραμμίζουν το πόσο σημαντικό είναι να λαμβάνετε υπόψη και χρήστες μεγαλύτερης ηλικίας στις σχεδιαστικές σας υποθέσεις.

Εικόνα 9.5 Εισαγωγή της ημερομηνίας γέννησης στο emarket

β. Παρατηρούμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις το στυλ αλληλεπίδρασης Β, είναι περισσότερο αποτελεσματικό από το Α. Αυτό συμβαίνει για τους εξής λόγους:

- Υπήρχε πρόνοια στο σχεδιασμό, ώστε με τη χρήση του πλήκτρου tab να επιτρέπεται μετάβαση στο επόμενο αντικείμενο της φόρμας. Συνεπώς, δεν υφίσταται χρόνος κατάδειξης (P). Η μεγάλη διαφορά στο μέσο χρόνο (54.66 sec έναντι 31.11 sec) υπογραμμίζει τη σημασία ύπαρξης αυτής

της σχεδιαστικής προσέγγισης. Η ίδια διαπίστωση προκύπτει μελετώντας και το διάμεσο χρόνο (A:47.9 sec, B:20 sec).

- Η αδιάλειπτη χρήση του πληκτρολογίου, απαλείφει τους χρόνους μετάβασης (H) από το πληκτρολόγιο στο ποντίκι και αντιστρόφως.
- Στο σενάριο B δεν υφίσταται χρόνος διανοητικής προετοιμασίας (M) κατά τη διάρκεια επιλογής ενός πεδίου κειμένου. Η διανοητική προετοιμασία στο σενάριο αυτό υφίσταται, όταν ο χρήστης επιλέγει ένα textbox και εστιάζει στη μετάθεση του κέρσορα στο αντικείμενο. Στο σενάριο με χρήση του πλήκτρου tab, τέτοιος χρόνος δεν απαιτείται καθώς ο χρήστης είναι βέβαιος ότι η χρήση του tab θα μεταθέσει τον κέρσορα εισαγωγής κειμένου στο επόμενο textbox.
- Σε κανένα από τα δύο σενάρια δεν υφίσταται χρόνος διανοητικής προετοιμασίας κατά τη διάρκεια κατάδειξης αντικειμένων όπως radio button, checkbox, listbox κλπ. Υπάρχει όμως χρόνος διανοητικής προετοιμασίας κατά τη διάρκεια επιλογής της τελικής ενέργειας (Submit). Κάτι τέτοιο απαιτείται και κατά τη διάρκεια επιλογής ενός συνδέσμου.
- Στο σενάριο χρήσης του tab, επιβάρυνση υπάρχει όταν ο χρήστης πρέπει να επιλέξει ένα αντικείμενο από μεγάλη λίστα. Το γεγονός αυτό φαίνεται έντονα στην περίπτωση του Emarket: Στο πεδίο συμπλήρωσης έτους, η αρχική τιμή είναι στο 1901 γεγονός που σημαίνει ότι ένας χρήστης που έχει γεννηθεί πχ το 1980 θα πρέπει να κάνει 79 πληκτρολογήσεις για να επιλέξει την επιθυμητή τιμή!

Οι δύο υπηρεσίες με τον ελάχιστο (και το μέγιστο) χρόνο ολοκλήρωσης της διαδικασίας συμπλήρωσης της φόρμας σύμφωνα με τις περιπτώσεις Γ και Δ είναι:

Οι υπηρεσίες Skrouz και Multirama διακρίνονται για το μικρότερο χρόνο ολοκλήρωσης της διαδικασίας εγγραφής με 35.56 sec και 43.12 sec αντίστοιχα. Οι χρόνοι ολοκλήρωσης είναι αισθητά μικρότεροι από τη διάμεσο τιμή και υπογραμμίζουν την αποδοτικότητα διεκπεραίωσης της εργασίας. Κοινό χαρακτηριστικό και των δύο υπηρεσιών είναι ο μικρός αριθμός ζητούμενων πεδίων προς συμπλήρωση (όνομα χρήστη ή ονοματεπώνυμο στην περίπτωση του Multirama, κωδικός, επιβεβαίωση κωδικού και email).

Δεν έχω λογαριασμό και θέλω να δημιουργήσω

Επιθυμητό όνομα χρήστη
Τουλάχιστον 2 χαρακτήρες. Πρέπει να είναι μοναδικό.

Συνθηματικό
Τουλάχιστον 6 χαρακτήρες

Επαλήθευση συνθηματικού

Διεύθυνση email
Πρέπει να είναι μοναδική.

Θέλω να λαμβάνω ειδοποιήσεις από το Skrouz

Συμφωνώ με τους όρους χρήσης. Συνέχεια »

Εικόνα 9.6 Φόρμα εγγραφής στο skrouz.gr

Οι χρόνοι αυτοί, με τη μοντελοποίηση που αξιοποιεί και το νόμο του Fitts, φαίνεται να απομειώνονται περαιτέρω (31,32 sec και 36,62 sec αντίστοιχα), καθώς τα πεδία προς συμπλήρωση είναι ευμεγέθη και στοιχισμένα το ένα κάτω από το άλλο. Η επιλογή αυτή, ελαχιστοποιεί την απόσταση που απαιτείται να διανύσει ο δείκτης του ποντικιού. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η βέλτιστη σχεδιαστική προσέγγιση φαίνεται να είναι η ελαχιστοποίηση των ζητούμενων πεδίων προς συμπλήρωση. Αν η φύση της υπηρεσίας απαιτεί τη συμπλήρωση περισσότερων στοιχείων, μπορούν να ζητηθούν σε επόμενο χρόνο (πχ με την παροχή επιλογής διαμόρφωσης προφίλ), ώστε να μην αποθαρρυνθεί ο χρήστης κατά τη διάρκεια της εγγραφής του.

Εικόνα 9.7 Φόρμα εγγραφής στο petcity

Αντίθετα, το IKEA και το Emarket φαίνεται να ζητούν από το χρήστη υπερβολικό αριθμό στοιχείων, το οποίο και συνεπάγεται σημαντική χρονική επιβάρυνση για τους χρήστες (135,1sec και 115,64 sec αντίστοιχα στο σενάριο Γ, 112,08 και 91,53 στο σενάριο Δ). Για παράδειγμα, στο IKEA, αυτό οφείλεται (πέρα από τον υπερβολικό αριθμό ζητούμενων πεδίων) και στην επιλογή να γίνεται η μετάβαση από το προηγούμενο στο επόμενο πεδίο άλλες φορές οριζόντια και άλλες κάθετα. Έτσι, σε ορισμένες περιπτώσεις, η διαδρομή που πρέπει να διανυθεί είναι αυξημένη σε σχέση με την επικρατούσα σχεδιαστική προσέγγιση στις άλλες υπηρεσίες (όπου τα πεδία κειμένου είναι τοποθετημένα το ένα κάτω από το άλλο).

γ. Σύμφωνα με την εκφώνηση, υποθέτουμε ότι ο χρήστης είναι στη σελίδα εγγραφής (<https://secure.public.gr/myprofile/public/registration/registration.jsp>), το χέρι του τη στιγμή εκκίνησης της διαδικασίας είναι στο πληκτρολόγιο και ο δείκτης του ποντικιού είναι στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης.

Αρχική σελίδα > Ο λογαριασμός μου > Εγγραφή

Εγγραφή

Όνομα	Επίθετο
<input type="text"/>	<input type="text"/>
e-mail	Τηλέφωνο
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Κωδικός	Επιβεβαίωση κωδικού
<input type="text"/>	<input type="text"/>


Φύλο Ημερομηνία γέννησης

Είσαι μέλος Public MyClub? Ναι Όχι

Θέλω να γίνω μέλος Public MyClub και αποδέχομαι τους όρους χρήσης της κάρτας:

Αποδέχομαι τους όρους χρήσης του site:

Εγγραφή >



Δωρεάν μεταφορικά
σε όλη την Ελλάδα

Δες εδώ >

Εικόνα 9.8 Φόρμα εγγραφής στο *public.gr*

Υποθέτουμε ότι ο χρήστης θα συμπληρώσει πρώτα (α) τα 6 πεδία κειμένου, μετά (β) τα 4 πεδία με το φύλο και ημερομηνία γέννησης και ακολούθως (γ) τις επιλογές σχετικά με το αν είναι χρήστης στο Public MyClub και σχετικά με το αν αποδέχεται τους όρους χρήσης του site. Σύμφωνα με την εκφώνηση, ο χρήστης δεν είναι μέλος της υπηρεσίας MyClub (άρα πρέπει να επιλέξει «όχι» στο σχετικό πεδίο) και αποδέχεται μόνο τους όρους χρήσης του site (άρα αγνοεί το checkbox «θέλω να γίνω μέλος του Public MyClub»). Τέλος επιλέγει Εγγραφή, ολοκληρώνοντας τη διαδικασία.

Για το (α) υποθέτουμε σύμφωνα με την εκφώνηση ότι όλα τα πεδία απαιτούν 10 χαρακτήρες για τη συμπλήρωσή τους.

Συνεπώς η συμπλήρωση του 1ου πεδίου απαιτεί τον εξής χρόνο:

$$H+P+2B+M+H+10K$$

όπου H, ο χρόνος για να μετακινήσει ο χρήστης το χέρι του από το πληκτρολόγιο στο ποντίκι (και αντίστροφως στο 5ο βήμα), P ο χρόνος κατάδειξης του αντικειμένου, 2B ο χρόνος που απαιτείται για την πίεση του πλήκτρου του ποντικιού και την απελευθέρωσή του, M ο χρόνος διανοητικής προετοιμασίας του χρήστη και επιβεβαίωσης ότι το σύστημα έχει εστιάσει στο πεδίο κειμένου παρατηρώντας το δρομέα, και τέλος 10K η εισαγωγή των 10 χαρακτήρων.

Παρατηρούμε ότι όλα τα πεδία απαιτούν τον ίδιο χρόνο συμπλήρωσης, συνεπώς θα έχουμε συνολικά για το (α) $6(2H+P+2B+M+10K)+H$ που θα χρειαστεί κατά τη διάρκεια ολοκλήρωσης του (α) προκειμένου να μεταβεί ο χρήστης στη φάση (β).

Στο (β) παρατηρούμε ότι υπάρχουν 4 listboxes (Φύλο, Ημέρα, Μήνας, Έτος Γέννησης). Η κατάδειξη του πρώτου αντικειμένου απαιτεί χρόνο $P+2B$ (1 B για την πίεση του πλήκτρου του ποντικιού και ένα για την ελευθέρωσή του) και η επιλογή απαιτεί χρόνο πάλι $P+2B$. Το ίδιο ισχύει και για τα υπόλοιπα 3 listboxes. Συνεπώς για τα 4 αντικείμενα απαιτείται συνολικά χρόνος $8P+16B$.

Στο (γ) απαιτείται να επιλέξει «Όχι» σχετικά με το αν είναι μέλος του PublicMyClub, συνεπώς ο χρόνος είναι $P+2B$. Επίσης, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει ότι συμφωνεί με τους όρους χρήσης του site (άρα $P+2B$). Τέλος, για να επιλέξει την εγγραφή, απαιτείται χρόνος $P+2B+M$ (η επιλογή ολοκλήρωσης ή ακύρωσης μιας διαδικασίας, ή η επιλογή μιας λειτουργίας από ένα μενού, απαιτούν τη χρήση του τελεστή διανοητικής προετοιμασίας M). Συνολικός χρόνος: $3(P+2B)+M$

Τελικά θα έχουμε:

$$6(2H+P+2B+M+10K)+H + 8P+16B + 3(P+2B)+M=$$

$$12H+6P+12B+6M+60K+H+11P+22B+M=$$

$$13H+17P+34B+7M+60K$$

Χρησιμοποιούμε τις τιμές του KLM-FA v1.1.5 (διάλογος KLM Parameters) όπου $M=1.2$ sec, $P=1.1$ sec, $B=0.1$ sec, $H=0.4$ sec, K (average skilled typist)=0.2 sec.

Συνεπώς ο χρόνος είναι: **47.7** δευτερόλεπτα.

δ. Για το σενάριο χειρισμού της φόρμας με τη χρήση του ποντικιού, παρατηρούμε ότι υπάρχουν 4 listboxes (Φύλο, Ημέρα, Μήνας, Έτος Γέννησης). Για τα 4 αντικείμενα, όπως είδαμε στο προηγούμενο ερώτημα, απαιτείται χρόνος $4(2P+4B)=8P+16B$. Αν όμως, αντί για listbox παρουσιάζαμε τις επιλογές με radio buttons, κάθε αντικείμενο θα απαιτούσε χρόνο για την επεξεργασία του P και $2B$. Συνεπώς, ο χρόνος θα μπορούσε να μειωθεί κατά $4P+8B=4.4+0.8=5.2$ sec και ο τελικός χρόνος για τη συμπλήρωση της φόρμας να είναι **42.5** δευτερόλεπτα. Η επιλογή είναι συζητήσιμη για το αντικείμενο «έτος» καθώς θα έπρεπε να υπάρχουν πάνω από 110 επιλογές, κάτι που θα επιβάρυνε το φυσικό σχεδιασμό της σελίδας. Ωστόσο, σύμφωνα με το KLM επιτυγχάνουμε τη μέγιστη δυνατή απομείωση χωρίς τη διαγραφή κάποιας ζητούμενης πληροφορίας.

(Για καλύτερη εμπέδωση της ενότητας προτείνεται να κάνετε την άσκηση αυτοαξιολόγησης 9.1)

9.4 Εργαλεία αξιολόγησης διαδικτυακών τόπων και παράγοντες διαφοροποίησης

Στην Ενότητα αυτή παρουσιάζονται υπολογιστικά εργαλεία που μπορούν να υποστηρίξουν τις διαδικασίες σχεδιασμού και αξιολόγησης διαδικτυακών τόπων.

9.4.1 ISEtool: Ένα εργαλείο αποδοτικής αξιολόγησης της πληροφοριακής οσμής

Το ISEtool (InfoScent Evaluator tool • Katsanos et al., 2010), είναι ένα πρωτότυπο εργαλείο αποδοτικής αξιολόγησης της πληροφοριακής οσμής των υπερσυνδέσμων ενός ιστοτόπου. Το εργαλείο δημιουργήθηκε για να υποστηρίξει τη διαδικασία δημιουργίας σημασιολογικά κατάλληλων λεκτικών περιγραφών για τους υπερσυνδέσμους ενός ιστοτόπου. Το ISEtool διατίθεται ελεύθερα ύστερα από σχετικό αίτημα για μη εμπορική χρήση στο δικτυακό τόπο του εργαστηρίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή του Πανεπιστημίου Πατρών (<http://hci.ece.upatras.gr/isetool>).

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένα τυπικό σενάριο χρήσης του εργαλείου, μέσα από το οποίο αναδεικνύονται οι δυνατότητες του και δίνονται παραδείγματα των προβλημάτων που εντοπίζει. Παράλληλα,

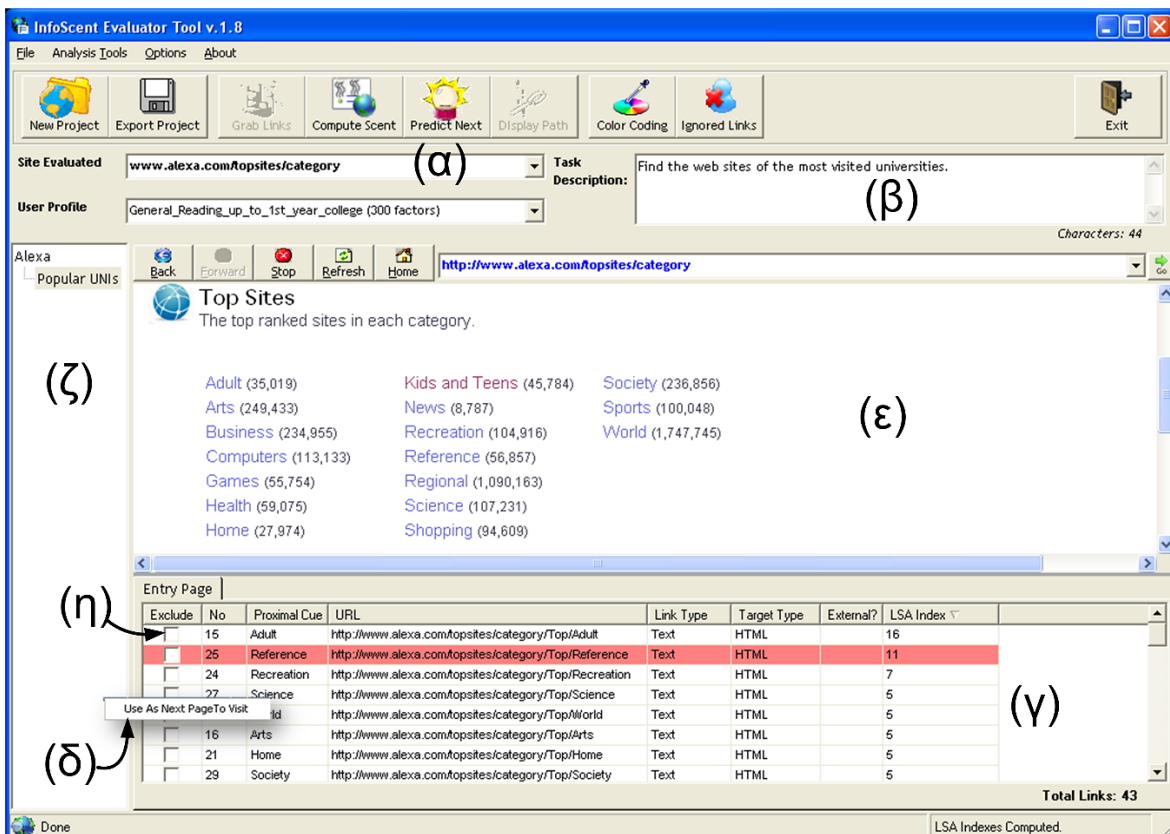
περιγράφεται ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εφαρμογής της διαμεσολαβούμενης από το ISEtool διαδικασίας αξιολόγησης.

Τυπικό σενάριο χρήσης του ISEtool

Αρχικά, ο χρήστης του εργαλείου προσδιορίζει τη URL διεύθυνση της υπό αξιολόγησης ιστοσελίδας (βλέπε εικόνα 9.9). Το εργαλείο προϋποθέτει την ύπαρξη είτε μίας πλήρως υλοποιημένης ιστοσελίδας είτε ενός αρχικού σχεδιαστικού πρωτοτύπου, που περιλαμβάνει μόνο τους υπερσυνδέσμους προς άλλες ιστοσελίδες, αγνοώντας θέματα διάταξης και αισθητικού σχεδιασμού.

Στη συνέχεια, ο αξιολογητής εισάγει μία λεκτική περιγραφή ενός τυπικού στόχου χρήστη στον κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο της διεπιφάνειας του εργαλείου (βλέπε εικόνα 9.9β) είτε με τη μορφή πρότυπων προφίλ χρηστών (personas • Cooper, 1999) είτε μέσω ελεύθερου κειμένου. Ίδανικά, οι τυπικοί στόχοι που εισάγονται, έχουν προκύψει από τη φάση ανάλυσης απαιτήσεων και με χρήση κατάλληλων τεχνικών του χρηστοκεντρικού σχεδιασμού, όπως η ανάλυση εργασιών (task analysis).

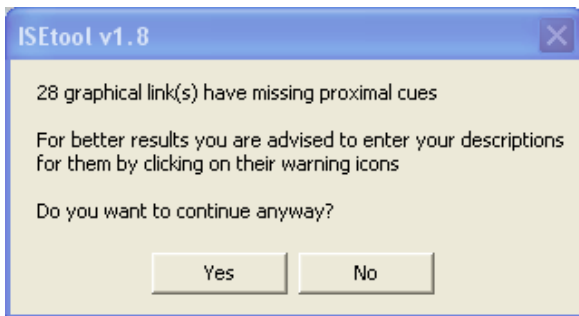
Έπειτα, ο αξιολογητής προσδιορίζει το μέτρο σημασιολογικής συσχέτισης που θα χρησιμοποιηθεί ως το υπολογιστικό μοντέλο της πληροφοριακής οσμής των υπερσυνδέσμων. Στην τρέχουσα υλοποίηση του ISEtool, χρησιμοποιείται το μέτρο σημασιολογικής συσχέτισης κειμένων LSA εξαιτίας της διαδεδομένης χρήσης του και της ελεύθερης διαθεσιμότητας του. Ωστόσο, το εργαλείο στηρίζεται σε μία αντικειμενοστραφή αρχιτεκτονική λογισμικού, που επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωση εναλλακτικών τέτοιων μέτρων στο μέλλον.



Εικόνα 9.9 Η κεντρική οθόνη του εργαλείου ISEtool και τα επιμέρους της τμήματα: (α) διεύθυνση της ιστοσελίδας προς αξιολόγηση, (β) λεκτική περιγραφή τυπικού στόχου χρήστη, (γ) διαδραστικός πίνακας αποτελεσμάτων, (δ) επιλογή

επόμενης ιστοσελίδας προς αξιολόγηση, (ε) ενσωματωμένος φυλλομετρητής, (ζ) χώρος διαχείρισης πολλαπλών project αξιολόγησης, και (η) εξαίρεση υπερσυνδέσμου(ων) από την αξιολόγηση.

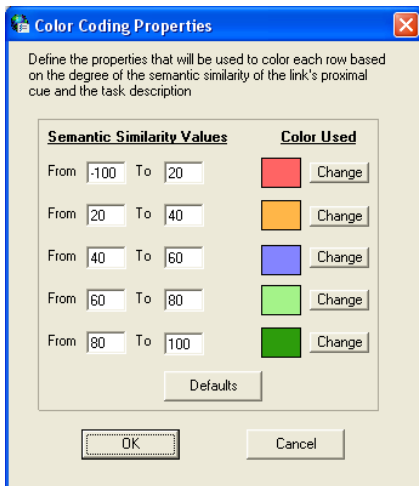
Στη συνέχεια, το ISEtool εκτελεί έναν αλγόριθμο, ο οποίος δημιουργεί αρχικά μία λεκτική περιγραφή για κάθε υπερσύνδεσμο της υπό εξέταση ιστοσελίδας. Για το σκοπό αυτό, το ISEtool συλλέγει αυτόματα τις ετικέτες όλων των υπερσυνδέσμων κειμένου, ενώ για τους γραφικούς υπερσυνδέσμους συλλέγονται οι εναλλακτικές τους περιγραφές (ALT tag). Σύμφωνα με υπάρχοντες κανόνες ευχρηστίας (Koyani et al., 2004) αλλά και διεθνή πρότυπα προσβασιμότητας (Caldwell et al., 2008), η εναλλακτική περιγραφή πρέπει να αναπαριστά επαρκώς το νόημα του γραφικού υπερσυνδέσμου. Ωστόσο, επειδή ορισμένες φορές η εναλλακτική αυτή περιγραφή παραλείπεται, έχει ληφθεί πρόνοια, ώστε το εργαλείο να προειδοποιεί το σχεδιαστή για τέτοιες περιπτώσεις και να του ζητά να εισάγει μία δική του λεκτική περιγραφή για το γραφικό υπερσύνδεσμο (βλέπε εικόνα 9.10).



Εικόνα 9.10 Προειδοποιητικό μήνυμα που εμφανίζει το ISEtool στην περίπτωση που η, υπό αξιολόγηση, ιστοσελίδα περιλαμβάνει γραφικούς υπερσυνδέσμους χωρίς εναλλακτικές λεκτικές περιγραφές (ALT tag).

Έπειτα, ο αλγόριθμος του εργαλείου ποσοτικοποιεί την πληροφοριακή οσμή κάθε υπερσυνδέσμου υπολογίζοντας τον LSA δείκτη σημασιολογικής συσχέτισης ανάμεσα στη λεκτική περιγραφή του και στον τυπικό στόχο χρήστη που έχει προσδιοριστεί. Επιπρόσθετα, ο αλγόριθμος του εργαλείου συλλέγει και άλλες χρήσιμες πληροφορίες για τους υπερσυνδέσμους, όπως ο τύπος του αρχείου με τον οποίο συνδέεται (π.χ. html, pdf, doc, gif). Ακόμη, δημιουργεί αυτόματα προειδοποιητικά μηνύματα για πιθανούς άγνωστους ή μη κατανοητούς όρους στις λεκτικές περιγραφές των υπερσυνδέσμων. Οι όροι αυτοί, εμφανίζονται με πολύ χαμηλή συχνότητα ή δεν υπάρχουν καθόλου στο προφίλ χρηστών που έχει επιλεγεί για να μοντελοποιήσει τους τυπικούς χρήστες του υπό αξιολόγηση ιστοτόπου. Επομένως, τα προειδοποιητικά μηνύματα του εργαλείου μεταφράζονται σε ενδείξεις ότι, ενδεχομένως, ο χρήστης δε θα κατανοήσει τις λέξεις στις αντίστοιχες περιγραφές των υπερσυνδέσμων και άρα θα είναι ανίκανος να τις συσχετίσει σημασιολογικά με το στόχο του.

Τα αποτελέσματα του αλγορίθμου του εργαλείου παρουσιάζονται σε μία εύληπτη μορφή διαδραστικού πίνακα (βλέπε εικόνα 9.9γ). Ο αξιολογητής έχει τη δυνατότητα να ταξινομήσει τα δεδομένα του πίνακα ως προς φθίνουσα ή αύξουσα σειρά, βάσει των τιμών της πληροφοριακής οσμής, έτσι ώστε να εντοπίσει πιθανά προβλήματα πλοηγησιμότητας. Ο χρήστης του εργαλείου έχει τη δυνατότητα να ορίσει τις δικές του χρωματικές κωδικοποιήσεις (βλέπε εικόνα 9.11) στο διαδραστικό πίνακα του εργαλείου είτε στηριζόμενος σε τέτοια κριτήρια είτε έχοντας ως στόχο τη δημιουργία ομάδων υπερσυνδέσμων με παρόμοια πληροφοριακή οσμή. Για παράδειγμα, οι προεπιλεγμένες τιμές του εργαλείου ομαδοποιούν χρωματικά τους υπερσυνδέσμους σε πέντε κατηγορίες βάσει της πληροφοριακής τους οσμής (πολύ χαμηλή, χαμηλή, μέτρια, υψηλή, πολύ υψηλή).



Εικόνα 9.11 Διεπιφάνεια ρύθμισης της χρωματικής κωδικοποίησης στο διαδραστικό πίνακα των αποτελεσμάτων του εργαλείου ISEtool.

Εφόσον η υπό αξιολόγηση ιστοσελίδα δεν είναι η ζητούμενη, με βάση τον τυπικό στόχο που έχει οριστεί, η αξιολόγηση της επόμενης ιστοσελίδας στη διαδρομή του χρήστη, μπορεί να συνεχιστεί εύκολα μέσω μίας κατάλληλης επιλογής που εμφανίζεται σε ένα αναδυόμενο παράθυρο στον πίνακα των υπερσυνδέσμων (βλέπε εικόνα 9.9δ). Επιπλέον, το εργαλείο προσφέρει τη δυνατότητα εξαγωγής των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης σε διάφορες μορφές, όπως για παράδειγμα σε μορφή λογιστικού φύλλου, για περαιτέρω ανάλυση. Ακόμη, επιτρέπει την οπτικοποίηση της διαδρομής που έχει αξιολογηθεί συνολικά. Ιδανικά, η πληροφοριακή οσμή θα πρέπει να αυξάνεται καθώς ο χρήστης πλοηγείται πιο βαθιά στην ιεραρχία του δικτυακού τόπου, έτσι ώστε να έχει το κίνητρο και την αίσθηση ότι πλησιάζει ολοένα και περισσότερο στην ικανοποίηση του στόχου του και να μην εγκαταλείψει την εργασία του.

Ορισμένες προδιαγραφές του ISEtool, προέκυψαν από φοιτητές, ερευνητές, σχεδιαστές ή ειδικούς ευχρηστίας που ζήτησαν να δοκιμάσουν το εργαλείο και από μία μελέτη που διερεύνησε την αποδοχή, από σχεδιαστές ιστοτόπων, εργαλείων που χρησιμοποιούν την LSA. Αρχικά, ενσωματώθηκε ένας φυλλομετρητής στη διεπιφάνεια του εργαλείου (βλέπε εικόνα 9.9ε), έτσι ώστε να λαμβάνεται υπόψη και η συνολική διάταξη της ιστοσελίδας κατά την αξιολόγηση της πληροφοριακής οσμής των υπερσυνδέσμων της. Ο φυλλομετρητής αυτός είναι πλήρως συγχρονισμένος με τις εγγραφές του πίνακα των αποτελεσμάτων όταν επιλέγεται ένας υπερσύνδεσμος στον πίνακα τότε εστιάζεται και χρωματίζεται αυτόματα στο φυλλομετρητή. Ακόμη, προστέθηκε η δυνατότητα διαχείρισης πολλαπλών αξιολογήσεων στο ίδιο ISEtool project (βλέπε εικόνα 9.9ζ) και η δυνατότητα να εξαιρεθούν επιλεγμένοι υπερσύνδεσμοι από την αξιολόγηση (βλέπε εικόνα 9.9η).

Παράδειγμα αξιολόγησης με το ISEtool

Στο πλαίσιο της καλύτερης κατανόησης της, διαμεσολαβούμενης από το ISEtool, αξιολόγησης της πληροφοριακής οσμής ιστοσελίδων, παρουσιάζεται ένα εκτενές παράδειγμα εφαρμογής της. Οι ιστοσελίδες που αξιολογήθηκαν παρουσιάζουν τους πιο δημοφιλείς δικτυακούς τόπους ανά θεματική ενότητα και ανήκουν στο δικτυακό τόπο της Alexa (<http://www.alexa.com/topsites/category>), μιας δημοφιλούς εταιρείας μέτρησης της επισκεψιμότητας ιστοτόπων. Ο τυπικός στόχος του χρήστη που προσδιορίστηκε για την αξιολόγηση ήταν: «Θέλω να βρω τους πιο δημοφιλείς ιστοτόπους Πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και κολλεγίων στην Αμερική». Η εικόνα 9.12 συνοψίζει τα κύρια βήματα και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

Σελίδα υπό αξιολόγηση

ISEtool

Αξιολογητής



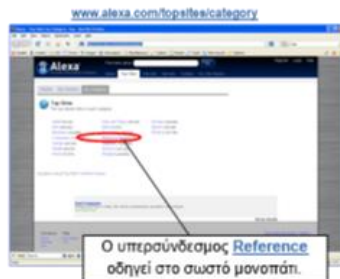
Προσδιορίζει τις παραμέτρους εισόδου :

Στόχος: Find the web sites of the most visited colleges and universities in USA.

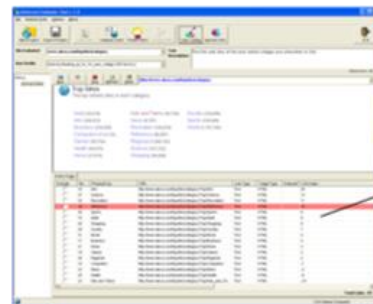
Site: www.alexa.com/topsites/category

Τυπικό Προφίλ Χρήστη: General Reading – 1st year college student

Ο αλγόριθμος του εργαλείου συλλέγει τις λεκτικές περιγραφές των υπερσυνδέσμων και υπολογίζει τη σημασιολογική τους συσχέτιση με το στόχο που έχει προσδιοριστεί.



Ο υπερσύνδεσμος [Reference](#) οδηγεί στο σωστό μονοπάτι.

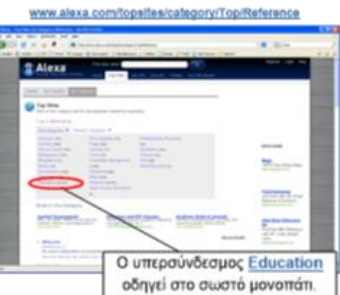


Χρησιμοποιεί τις προσφερόμενες λειτουργίες για να ερμηνεύσει τα αποτελέσματα:

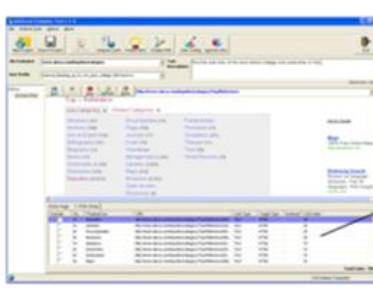
Ο υπερσύνδεσμος [Reference](#) που οδηγεί στο σωστό μονοπάτι έχει LSA δείκτη 0.10. Επομένως, η ιστοσελίδα έχει ένα πιθανό πρόβλημα ασθενοφύλαξης πληροφοριακής οσμής.

Επιλέγει τον υπερσύνδεσμο [Reference](#) ως το επόμενο βήμα στην αξιολόγηση προκειμένου να διερευνήσει αν υπάρχουν πιθανά περαιτέρω προβλήματα στο μονοπάτι που οδηγεί στη σωστή πληροφορία.

Ο αλγόριθμος του εργαλείου συλλέγει εκ νέου τις λεκτικές περιγραφές των υπερσυνδέσμων και υπολογίζει τη σημασιολογική τους συσχέτιση με το στόχο που έχει προσδιοριστεί.



Ο υπερσύνδεσμος [Education](#) οδηγεί στο σωστό μονοπάτι.

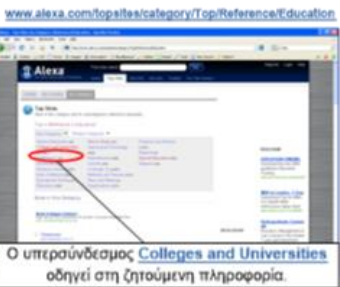


Χρησιμοποιεί τις προσφερόμενες λειτουργίες για να ερμηνεύσει εκ νέου τα αποτελέσματα:

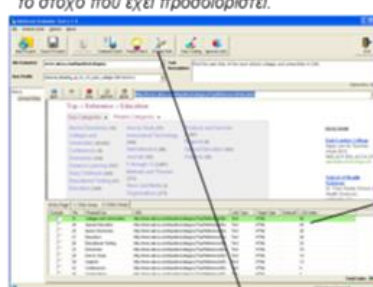
Ο υπερσύνδεσμος [Education](#) που οδηγεί στο σωστό μονοπάτι έχει LSA δείκτη 0.44. Ο αμέσως επόμενος έχει τιμή 77% της τιμής του σωστού οπότε δεν κατηγοριοποιείται ως ανταγωνιστικός. Επομένως, η ιστοσελίδα έχει επαρκή πληροφοριακή οσμή. Ωστόσο, ο υπερσύνδεσμος [Thesauri](#) έχει επισημανθεί ως πιθανός άγνωστος/μη-κατανοητός όρος για το επιλεγμένο προφίλ χρήστη.

Επιλέγει τον υπερσύνδεσμο [Education](#) ως το επόμενο βήμα στην αξιολόγηση προκειμένου να διερευνήσει αν υπάρχουν πιθανά περαιτέρω προβλήματα στο μονοπάτι που οδηγεί στη σωστή πληροφορία.

Ο αλγόριθμος του εργαλείου συλλέγει εκ νέου τις λεκτικές περιγραφές των υπερσυνδέσμων και υπολογίζει τη σημασιολογική τους συσχέτιση με το στόχο που έχει προσδιοριστεί.



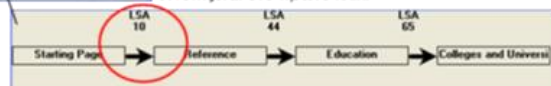
Ο υπερσύνδεσμος [Colleges and Universities](#) οδηγεί στη ζητούμενη πληροφορία.



Χρησιμοποιεί τις προσφερόμενες λειτουργίες για να ερμηνεύσει εκ νέου τα αποτελέσματα:

Ο υπερσύνδεσμος [Colleges and Universities](#) που οδηγεί στην ικανοποίηση του στόχου έχει LSA δείκτη 0.65. Ο αμέσως επόμενος έχει τιμή 61% της τιμής του σωστού οπότε δεν κατηγοριοποιείται ως ανταγωνιστικός. Επομένως, η ιστοσελίδα φαίνεται να έχει υψηλή πληροφοριακή οσμή.

Επιλέγει να δει το μονοπάτι της αξιολόγησης στο οποίο φαίνεται ότι το πρόβλημα πλοηγησιμότητας εντοπίζεται στο πρώτο κλικ:



Εικόνα 9.12 Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα χρήσης του ISEtool για την αξιολόγηση της πληροφοριακής οσμής ιστοσελίδων. Οι ιστοσελίδες που αξιολογήθηκαν ανήκουν στον ιστότοπο μιας δημοφιλούς εταιρείας μέτρησης της επισημότητας ιστοτόπων (www.alexa.com).

Αρχικά, ο αξιολογητής προσδιόρισε τη διεύθυνση της υπό αξιολόγηση ιστοσελίδας και εισήγαγε τη λεκτική περιγραφή του στόχου στο εργαλείο ISEtool. Στη συνέχεια, επέλεξε έναν γενικό σημασιολογικό χώρο για να αντιπροσωπεύσει το ευρύ κοινό στο οποίο απευθύνεται ο υπό εξέταση δικτυακός τόπος. Έπειτα, επέλεξε τα κατάλληλα χειριστήρια από τη διεπιφάνεια του εργαλείου, έτσι ώστε το τελευταίο να συλλέξει αυτόματα τις λεκτικές περιγραφές των υπερσυνδέσμων της, υπό εξέταση, ιστοσελίδας και να υπολογίσει τη σημασιολογική τους ομοιότητα με τον καθορισμένο στόχο για το καθορισμένο προφίλ χρήστη. Σε αυτό το σημείο, ο αξιολογητής ταξινόμησε το διαδραστικό πίνακα των υπερσυνδέσμων σε φθίνουσα διάταξη, ως προς την τιμή του δείκτη LSA, προκειμένου να αποκτήσει μία καλύτερη εικόνα του επιπέδου της πληροφοριακής οσμής της ιστοσελίδας. Έπειτα, εφάρμοσε τους ευρετικούς κανόνες, χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο διάλογο του εργαλείου για τη χρωματική κωδικοποίηση του πίνακα των υπερσυνδέσμων. Ως αποτέλεσμα, εντόπισε ένα πρόβλημα ασθενούς πληροφοριακής οσμής, καθώς ο υπερσύνδεσμος που οδηγούσε στο σωστό μονοπάτι (*Reference*) είχε δείκτη LSA μικρότερο από 0.20 (όταν ο σωστός υπερσύνδεσμος έχει δείκτη LSA μικρότερο από 0.30 κατηγοριοποιείται ως ασθενούς πληροφοριακής οσμής).

Στη συνέχεια, ο αξιολογητής όρισε τον υπερσύνδεσμο *Reference* ως το επόμενο βήμα στην αξιολόγηση, προκειμένου να διερευνήσει αν υπήρχαν περαιτέρω προβλήματα στο μονοπάτι που οδηγεί στη ζητούμενη πληροφορία. Το ISEtool ανέλυσε εκ νέου την ιστοσελίδα που όρισε ο αξιολογητής, συλλέγοντας τις λεκτικές περιγραφές των υπερσυνδέσμων και υπολογίζοντας την πληροφοριακή τους οσμή για το καθορισμένο προφίλ χρηστών. Ο αξιολογητής, χρησιμοποιώντας τις προσφερόμενες λειτουργίες του εργαλείου, διαπίστωσε ότι στην, υπό εξέταση σελίδα, ο υπερσύνδεσμος που οδηγεί στο σωστό μονοπάτι (*Education*) είχε επαρκή πληροφοριακή οσμή (δείκτης LSA = 0.44). Παράλληλα, δεν εντόπισε κάποιο πρόβλημα ανταγωνιστικών υπερσυνδέσμων, καθώς ο υπερσύνδεσμος με τον πιο κοντινό δείκτη LSA είχε τιμή 77% της τιμής του σωστού υπερσυνδέσμου (το κατώτερο όριο για να κατηγοριοποιηθεί ένας υπερσύνδεσμος ως ανταγωνιστικός είναι να έχει 80% της πληροφοριακής οσμής που έχει ο σωστός υπερσύνδεσμος). Ακόμη, σημείωσε την προειδοποίηση του εργαλείου για έναν υπερσύνδεσμο (*Thesauri*) με αυξημένη πιθανότητα να μην γίνεται κατανοητός από το επιλεγμένο προφίλ χρηστών.

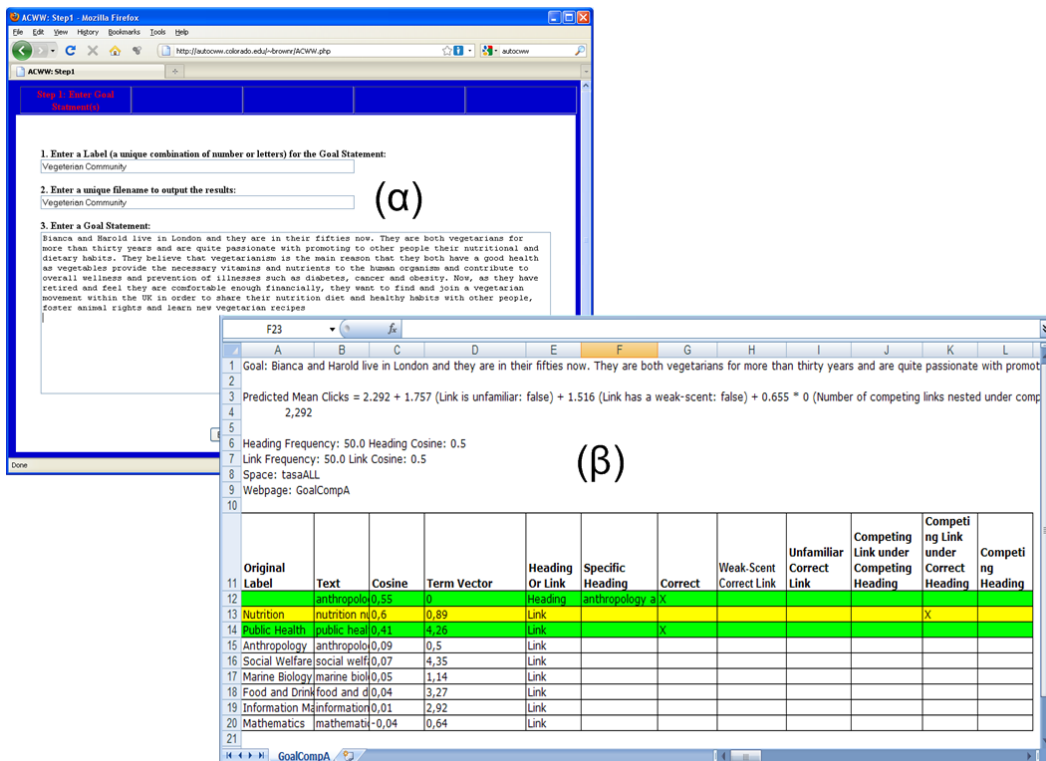
Στη συνέχεια, ο αξιολογητής συνέχισε την αξιολόγηση ζητώντας από το εργαλείο να ακολουθήσει και να αναλύσει τη σελίδα πίσω από τον υπερσύνδεσμο *Education*. Στην ιστοσελίδα αυτή, ο υπερσύνδεσμος *Colleges and Universities* οδηγεί στην ικανοποίηση του καθορισμένου στόχου. Επαναλαμβάνοντας την ίδια διαδικασία, ο αξιολογητής δεν εντόπισε κάποια πιθανά προβλήματα πλοηγησιμότητας στην ιστοσελίδα και την κατηγοριοποίησε ως υψηλής πληροφοριακής οσμής, καθώς ο σωστός υπερσύνδεσμος είχε υψηλή τιμή δείκτη LSA (0.65) και δεν υπήρχε κάποιος ανταγωνιστικός υπερσύνδεσμος. Ολοκληρώνοντας την αξιολόγηση, ο χρήστης του εργαλείου δημιούργησε μια απεικόνιση της πληροφοριακής οσμής που έχουν οι υπερσύνδεσμοι σε κάθε βήμα της διαδρομής που οδηγεί στη σωστή πληροφορία για να τη συμπεριλάβει στην έκθεσή του.

9.4.2 ACWW: Automated Cognitive Walkthrough for the Web

Το διαδικτυακό εργαλείο ACWW υποστηρίζει την ημιαυτόματη αξιολόγηση ιστοσελίδων για τον εντοπισμό προβλημάτων πλοηγησιμότητας. Παράλληλα, το εργαλείο παράγει μία εκτίμηση του μέσου αριθμού των υπερσυνδέσμων, που προβλέπεται ότι θα χρειαστεί να ακολουθήσει ένας χρήστης, μέχρι να επιλέξει εκείνον που οδηγεί στη ζητούμενη πληροφορία. Ο δείκτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ιεραρχηθούν τα προβλήματα που εντοπίζει το εργαλείο ως προς την επίδραση τους στην πλοηγησιμότητα κάθε

ιστοσελίδας. Το εργαλείο ACWW διατίθεται ελεύθερα προς χρήση στη διεύθυνση <http://autocww.colorado.edu>.

Το ACWW αποτελεί μία προσπάθεια αυτοματοποίησης του Γνωσιακού Περιδιαβάσματος για το Διαδίκτυο (*Cognitive Walkthrough for the Web*), μίας μεθόδου επιθεώρησης ευχρηστίας που έχουν προτείνει στο παρελθόν οι ίδιοι ερευνητές (Blackmon et al., 2003). Η μέθοδος αυτή είναι μία προσαρμογή της κλασικής τεχνικής του Γνωσιακού Περιδιαβάσματος (Lewis et al., 1990) στην αξιολόγηση της ευχρηστίας δικτυακών τόπων. Σύμφωνα με τη CWW, ένας ειδικός ευχρηστίας περιδιαβαίνει έναν ιστότοπο, προσπαθώντας να ικανοποιήσει έναν τυπικό στόχο και πλοηγούμενος στον ιστότοπο, προσομοιώνει την αναμενόμενη συμπεριφορά ενός χρήστη έτσι ώστε να εντοπίσει πιθανά προβλήματα πλοηγησιμότητας.



Εικόνα 9.13 Πρώτο βήμα του οδηγού εισαγωγής των παραμέτρων εισόδου του ACWW (α) και ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της έκθεσης αναφοράς που παράγει (β).

Για να χρησιμοποιήσει κανείς το ACWW, χρειάζεται αρχικά να ακολουθήσει τα βήματα ενός οδηγού εισαγωγής δεδομένων (βλέπε Εικόνα 9.13) για να προσδιορίσει: α) λεκτικές περιγραφές τυπικών στόχων από χρήστες, β) τις περιγραφές-τίτλους των υποπεριοχών στις οποίες έχει διαχωρίσει ο αναλυτής την ιστοσελίδα, σύμφωνα με το CoLiDeS, και γ) τις λεκτικές περιγραφές όλων των υπερσυνδέσμων που περιλαμβάνονται σε κάθε τέτοια υποπεριοχή. Έπειτα, ο αναλυτής χρειάζεται να προσδιορίσει την (τις) υποπεριοχή(ές) καθώς και τον(τους) υπερσύνδεσμο(ους) της ιστοσελίδας, που οδηγούν στην ικανοποίηση του, υπό εξέταση, τυπικού στόχου χρήστη. Τέλος, χρειάζεται να καθορίσει ένα σύνολο παραμέτρων που σχετίζονται με τον αλγόριθμο του εργαλείου για τον υπολογισμό της πληροφοριακής οσμής των υποπεριοχών και των υπερσυνδέσμων.

Στη συνέχεια, το εργαλείο αναλύει την ιστοσελίδα, χρησιμοποιώντας την τεχνική της *λανθάνουσας σημασιολογικής συσχέτισης (LSA)* και παράγει μία αναφορά σε μορφή αρχείου Excel, η οποία αποστέλλεται μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο χρήστη του εργαλείου. Η αναφορά περιλαμβάνει τα προβλήματα πλοηγησιμότητας που εντόπισε το ACWW και τον εκτιμώμενο, μέσο αριθμό, επιλογών που θα χρειαστεί ένας χρήστης για να επιλέξει το σωστό υπερσύνδεσμο στην υπό εξέταση ιστοσελίδα (βλέπε Εικόνα 9.13). Για την αξιολόγηση μίας άλλης ιστοσελίδας χρειάζεται να επαναληφθεί η παραπάνω διαδικασία.

Μία σειρά εμπειρικών μελετών (Blackmon et al., 2002 • Blackmon et al., 2003) κατέδειξε την αξιοπιστία της μεθόδου CWW και του εργαλείου ACWW που την υποστηρίζει. Στις μελέτες αυτές, εφαρμόστηκε αρχικά η μέθοδος CWW για τον εντοπισμό προβλημάτων πλοηγησιμότητας στις ιστοσελίδες μιας πειραματικής διαδικτυακής εγκυκλοπαίδειας. Στη συνέχεια ζητήθηκε από συμμετέχοντες να αναζητήσουν πληροφορίες στις ιστοσελίδες αυτές. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι συμμετέχοντες χρειάστηκαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό επιλογών, για να οδηγηθούν στη ζητούμενη πληροφορία σε ιστοσελίδες που η τεχνική CWW είχε εντοπίσει κάποιο πρόβλημα πλοηγησιμότητας. Ακόμη, τα δεδομένα παρατήρησης που συγκεντρώθηκαν από αυτές τις μελέτες αναλύθηκαν με την εφαρμογή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και αξιοποιήθηκαν για να δημιουργηθεί ο μαθηματικός τύπος που χρησιμοποιείται στο εργαλείο ACWW για την πρόβλεψη του μέσου αριθμού επιλογών ενός χρήστη στην υπό εξέταση ιστοσελίδα.

9.4.3 CogTool-Explorer

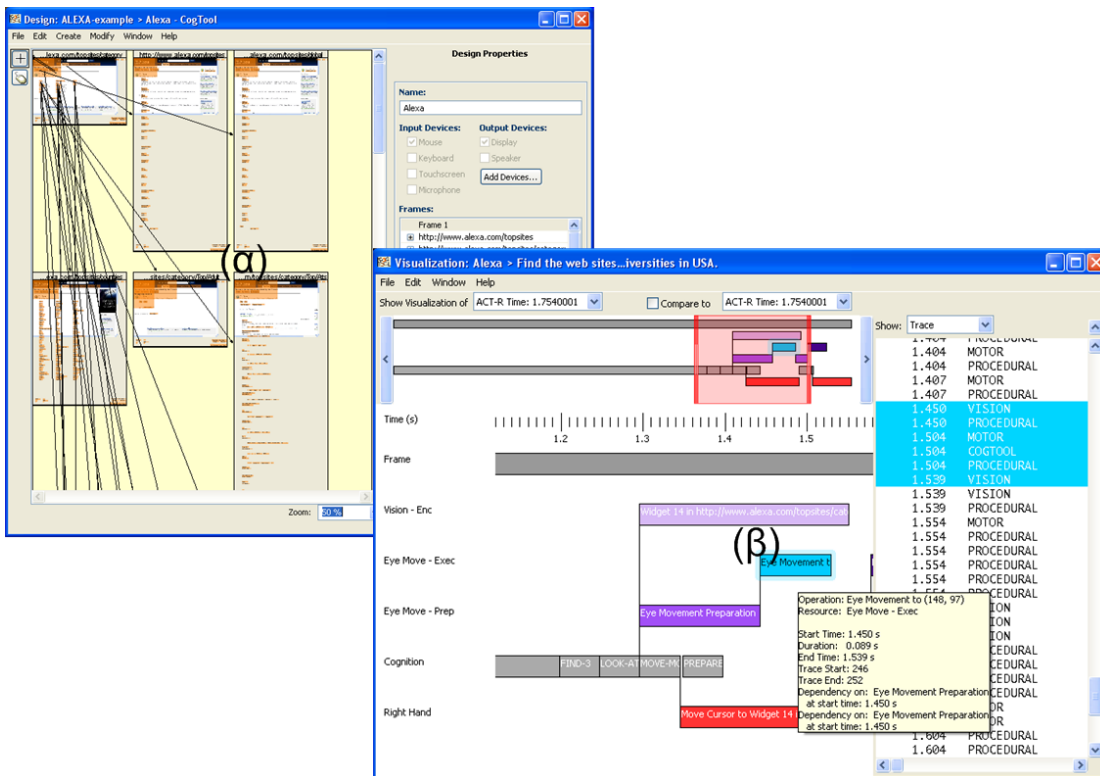
Το εργαλείο CogTool-Explorer (Teo et al., 2007 • Teo & John, 2008) είναι μία πρόταση για μία πιο ολοκληρωμένη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς ενός χρήστη κατά τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας στον Ιστό. Σε αντίθεση με τα άλλα εργαλεία που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες, το CogTool-Explorer προσπαθεί να μοντελοποιήσει υπολογιστικά το μηχανισμό της εστίασης προσοχής. Το CogTool-Explorer αποτελεί μία επέκταση του εργαλείου CogTool (John et al., 2004), ενός εργαλείου δημιουργίας σχεδιαστικών πρωτοτύπων διαδραστικών συστημάτων, το οποίο στηρίζεται στο στο μοντέλο KLM και παράγει ποσοτικές εκτιμήσεις του χρόνου που χρειάζεται ένας έμπειρος χρήστης για να ολοκληρώσει μία εργασία.

Ένα τυπικό σενάριο χρήσης του εργαλείου CogTool-Explorer είναι το εξής: Αρχικά, ο αναλυτής δημιουργεί ένα σχεδιαστικό πρωτότυπο του υπό αξιολόγηση ιστοτόπου (βλέπε Εικόνα 9.14α). Αυτό γίνεται εφικτό με τη μεταφορά και εναπόθεση σχεδιαστικών αντικειμένων από την παλέτα του εργαλείου σε αντικείμενα-πλαίσια, που αναπαριστούν τις ιστοσελίδες ενός ιστοτόπου και με τη μετέπειτα διασύνδεσή τους μέσω αντικειμένων-υπερσυνδέσμων. Εναλλακτικά, προσφέρεται η δυνατότητα εισαγωγής μίας διεύθυνσης URL για την αυτόματη δημιουργία του σχεδιαστικού πρωτοτύπου ενός υπάρχοντος ιστοτόπου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι συντακτικής ανάλυσης της γλώσσας HTML. Με δεδομένο ένα τέτοιο σχεδιαστικό πρωτότυπο ενός ιστοτόπου και μία λεκτική περιγραφή ενός τυπικού στόχου χρήστη, το εργαλείο εκτελεί έναν πρωτότυπο αλγόριθμο για να προσομοιάσει τη συμπεριφορά ενός χρήστη κατά την αλληλεπίδραση του με τον ιστότοπο. Ο αλγόριθμος αυτός συνδυάζει ένα μοντέλο εστίασης της προσοχής (Halverson & Hornof, 2007) με το μοντέλο διαδραστικής αναζήτησης πληροφοριών SNIF-ACT 2.0 (Fu & Pirolli, 2007).

Πιο συγκεκριμένα, ο αλγόριθμος του CogTool-Explorer προσομοιώνει αρχικά τον μηχανισμό εστίασης της προσοχής ενός χρήστη σε κάποιον υπερσύνδεσμο της ιστοσελίδας, έχοντας ως αρχικό σημείο εστίασης το πάνω-αριστερά σημείο της οθόνης. Στη συνέχεια, μετακινεί το σημείο εστίασης στον υπερ-

σύνδεσμο που βρίσκεται πλησιέστερα στο τρέχον σημείο εστίασης του αλγορίθμου, βάσει της ευκλείδειας απόστασης των συντεταγμένων της οθόνης. Αξίζει να σημειωθεί, ότι ο αλγόριθμος δεν εστιάζει ποτέ δεύτερη φορά στον ίδιο υπερσύνδεσμο της, υπό ανάλυση, ιστοσελίδας. Έπειτα, ο αλγόριθμος αξιολογεί την πληροφοριακή οσμή του υπερσυνδέσμου, υπολογίζοντας το δείκτη σημασιολογικής συσχέτισης LSA ανάμεσα στη λεκτική περιγραφή του εστιασμένου υπερσυνδέσμου και στη λεκτική περιγραφή του τυπικού στόχου χρήστη, που έχει καθοριστεί στην είσοδο του εργαλείου. Σε αυτό το σημείο, αποφασίζει είτε να μετακινήσει το σημείο εστίασης και να αξιολογήσει τον επόμενο διαθέσιμο υπερσύνδεσμο, είτε να επιλέξει τον υπερσύνδεσμο με τη μεγαλύτερη πληροφοριακή οσμή έως την τρέχουσα χρονική στιγμή. Η απόφαση αυτή εξαρτάται από την πληροφοριακή οσμή των υπερσυνδέσμων που έχουν αξιολογηθεί μέχρι στιγμής και από ρυθμιζόμενες παραμέτρους προσομοίωσης. Οι τελευταίες μοντελοποιούν τη διαφορετικότητα των χρηστών στην αξιολόγηση της πληροφοριακής οσμής και την τάση τους να επιλέγουν κάποιον υπερσύνδεσμο χωρίς να έχουν αξιολογήσει όλες τις διαθέσιμες επιλογές. Οι φάσεις της εστίασης προσοχής και αξιολόγησης της πληροφοριακής οσμής επαναλαμβάνονται εκ νέου μόλις επιλεγεί ένας υπερσύνδεσμος που οδηγεί σε μία άλλη ιστοσελίδα.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης των ενεργειών του χρήστη και οι εκτιμώμενοι χρόνοι τους παρουσιάζονται στην έξοδο του εργαλείου σε μορφή διαγράμματος Gantt (βλέπε Εικόνα 9.14β). Ταυτόχρονα, το εργαλείο προσφέρει τη δυνατότητα εξαγωγής των αποτελεσμάτων της ανάλυσης σε διάφορους συχνά χρησιμοποιούμενους τύπους αρχείων.

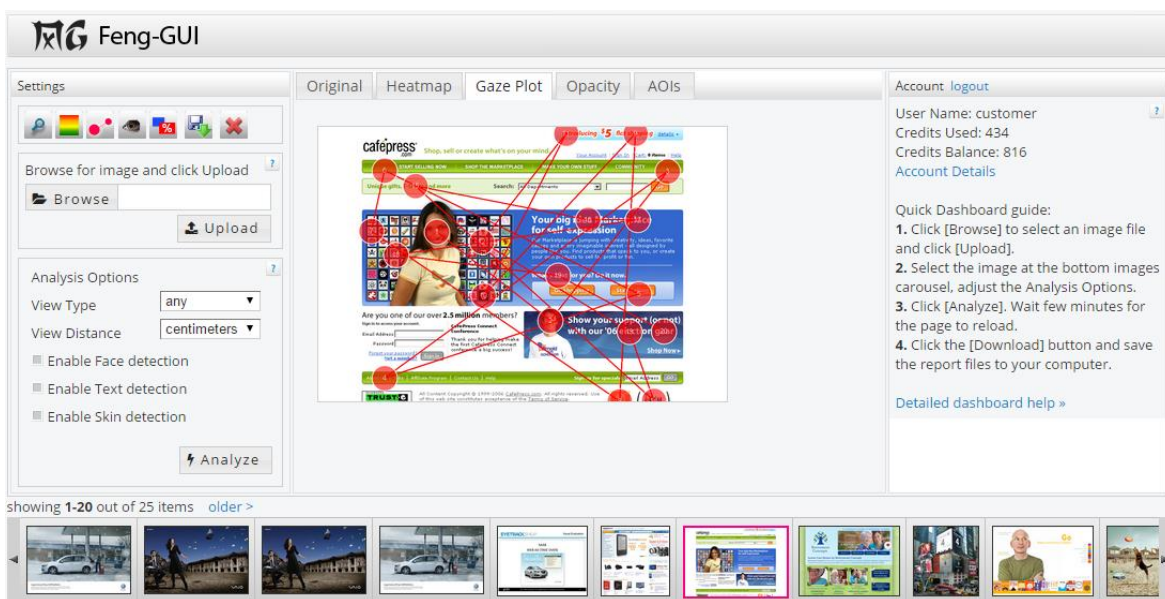


Εικόνα 9.14 (α) Μοντελοποίηση ενός ιστοτόπου στο CogTool-Explorer· (β) Οπτική αναπαράσταση των προβλεπόμενων ενεργειών του χρήστη.

Μία εμπειρική μελέτη (Teo & John, 2008) κατέδειξε την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων προσομοίωσης του CogTool-Explorer, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του εργαλείου, με δεδομένα παρατήρη-

σης χρηστών από μία προγενέστερη μελέτη άλλων ερευνητών (Blackmon et al., 2002). Τα αποτελέσματα της σύγκρισης αυτής έδειξαν ότι οι προβλέψεις του εργαλείου ήταν σε συμφωνία με την καταγεγραμμένη συμπεριφορά των χρηστών, αν και το εργαλείο είχε την τάση να υπερεκτιμά τον χρόνο που χρειάστηκαν οι χρήστες για τις ενέργειες τους. Επιπρόσθετα, βρέθηκε ότι ο εκτιμώμενος μέσος αριθμός επιλογών ανά ιστοσελίδα που προέκυπτε από τα αποτελέσματα προσομοίωσης του CogTool-Explorer ήταν σε στατιστικά σημαντική μεγαλύτερη συμφωνία με τα δεδομένα παρατήρησης των χρηστών, συγκριτικά με τον αντίστοιχο εκτιμώμενο αριθμό που παράγει το ACWW. Οι Teo και John (2008) υποστηρίζουν ότι αυτό οφείλεται στο ότι το CoLiDeS, το μοντέλο στο οποίο στηρίζεται το ACWW, δεν προσδιορίζει πώς η εστίαση της προσοχής ενός χρήστη μεταβαίνει από την μία υποπεριοχή στην άλλη ή ανάμεσα στους υπερσυνδέσμους της ίδια υποπεριοχής.

9.4.4 Feng-GUI



Εικόνα 9.15 Στιγμιότυπο από το δικτυακό τόπο του εργαλείου Feng-GUI.

Το Feng-GUI (Εικόνα 9.15) χρησιμοποιεί αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για να προσομοιώσει τη συμπεριφορά των χρηστών. Βασίζεται στην παραδοχή ότι η οφθαλμική εστίαση μπορεί να μοντελοποιηθεί ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της σελίδας, παράλληλα με τυπικές συνεπακόλουθες ενέργειες αλληλεπίδρασης. Απαιτεί τη μεταφόρτωση της εικόνας στην οποία θέλουμε να εφαρμόσουμε την προσομοίωση του eye tracking. Ακολούθως, δημιουργεί ένα θερμικό χάρτη οφθαλμικής εστίασης σύμφωνα με τους ενσωματωμένους αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης για τη μοντελοποίηση της ανθρώπινης όρασης.

Οι οπτικοποιήσεις που παρέχονται είναι θερμικοί χάρτες, σημεία ενδιαφέροντος και ακολουθίες οφθαλμικών εστιάσεων (Gaze Saccades). Πρόκειται για ένα χαμηλού κόστους υποκατάστατο της τεχνολογίας εντοπισμού οφθαλμικής εστίασης, το οποίο παρέχει μια καλή προσέγγιση της μεθόδου χωρίς το κόστος του εξοπλισμού αλλά και χωρίς να υφίσταται ανάγκη εξεύρεσης συμμετεχόντων.

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου που αναφέρεται στην αξιολόγηση λογισμικού, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε:

- Να εφαρμόσετε αποτελεσματικά μια τεχνική αξιολόγησης όπως, για παράδειγμα, την ευρετική αξιολόγηση.
- Να διανείμετε, να συλλέξετε, να επεξεργαστείτε και να αναλύσετε ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ευχρηστίας βασισμένο στο System Usability Scale.
- Να προσδιορίσετε ένα συγκεκριμένο πλάνο αξιολόγησης ευχρηστίας, ανάλογα με το είδος της εφαρμογής, τους διαθέσιμους χρονικούς και υλικούς πόρους.
- Να χρησιμοποιήσετε αποτελεσματικά το εργαλείο KLM Form Analyzer για την εκτίμηση του χρόνου συμπλήρωσης μιας διαδικτυακής φόρμας με το μοντέλο επιπέδου πληκτρολογήσεων.

Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη

Tullis, T., & Albert, W. (2008). *Measuring the User Experience*. Burlington: Morgan Kaufmann.

Πρόκειται για ένα από τα πιο εμπειριστατωμένα συγγράμματα για τη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός πλάνου αξιολόγησης ευχρηστίας. Οι συγγραφείς εστιάζουν σε τεχνικές αξιολόγησης που οδηγούν στη συλλογή μετρήσιμων και συγκεκριμένων αποτελεσμάτων. Δεν προαπαιτεί την βαθιά κατανόηση των τεχνικών αξιολόγησης, ούτε των μεθόδων στατιστικής επεξεργασίας των αποτελεσμάτων, καθώς πραγματεύεται με σαφήνεια τις βασικές διαδικασίες ανάλυσης με κατάλληλους πίνακες και παρέχει επεξηγηματικούς οδηγούς σχετικά με την εφαρμογή συγκεκριμένης στατιστικής μεθόδου ανάλογα με το είδος των μεταβλητών που έχετε συλλέξει.

MacKenzie, I.S. (2012). *Human-computer interaction: An empirical research perspective*. Oxford: Newnes.

Το σύγγραμμα εστιάζεται σε ζητήματα μεθοδολογίας έρευνας του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Υπολογιστή. Πρόκειται για ένα πολύ ενδιαφέρον σύγγραμμα, για όσους θέλουν να εμβαθύνουν σε ζητήματα επιστημονικής εγκυρότητας και αξιοπιστίας των μεθοδολογιών αξιολόγησης ευχρηστίας και να μελετήσουν τους τρόπους με τους οποίους αξιολογείται και μπορεί να βελτιωθεί η ποιότητα της σχεδίασης ενός συστήματος λογισμικού. Τα τρία πρώτα κεφάλαια παρουσιάζουν τις βασικές αρχές του πεδίου, και τα υπόλοιπα πέντε, εστιάζονται στο σχεδιασμό ενός πειράματος (ή μεθοδολογίας αξιολόγησης), την ανάλυση των αποτελεσμάτων και τη συγγραφή της τεχνικής (ή επιστημονικής) έκθεσης. Επίσης, στο βιβλίο περιλαμβάνεται και μια πληθώρα κατατοπιστικών παραδειγμάτων. Από την άποψη αυτή, το βιβλίο έχει μια έντονη πρακτική διάσταση, γεγονός το οποίο το διαφοροποιεί από άλλα κλασσικά συγγράμματα του πεδίου.

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Άσκηση Αυτοαξιολόγησης

Έστω χρήστης που βρίσκεται σε μια ιστοσελίδα (οθόνη Α), με το χέρι στο ποντίκι και το δείκτη στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης. Επιλέγοντας εκεί τον κατάλληλο σύνδεσμο, μεταβαίνει μετά από 0.30 sec στην οθόνη Β στην οποία ζητείται να συμπληρώσει τα εξής στοιχεία: Όνομα (πεδίο κειμένου, 10 χαρακτήρες), Επώνυμο (πεδίο κειμένου, 15 χαρακτήρες), Ηλικία (πεδίο κειμένου) και Φύλο (radio button με επιλογές Άνδρας/Γυναίκα και προεπιλεγμένη τιμή την 1η). Τέλος, επιλέγοντας το πλήκτρο 'επόμενο' μεταβαίνει μετά από 0.30 sec στην οθόνη Γ όπου συμπληρώνει ένα ερωτηματολόγιο SUS για την αξιολόγηση ενός δικτυακού τόπου.

Καθώς το ερωτηματολόγιο της οθόνης Γ είναι σε δοκιμαστική λειτουργία, η εκχώρηση της αριθμητικής τιμής σε κάθε ερώτηση γίνεται είτε με συμπλήρωση πεδίου κειμένου, είτε με radio button (χωρίς προεπιλεγμένη τιμή), είτε με listbox (χωρίς προεπιλεγμένη τιμή). Σε κάθε συμπλήρωση του ερωτηματολογίου εμφανίζεται μία από τις τρεις προαναφερθείσες εκδοχές με τυχαίο και ισοπίθανο τρόπο. Στη συνέχεια, ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «ολοκλήρωση». Στο 20% των περιπτώσεων, παρατηρείται ότι ο χρήστης έχει ξεχάσει να συμπληρώσει μία μόνο από τις ερωτήσεις του SUS. Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα εμφανίζει το σχετικό μήνυμα (για το οποίο ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει το πλήκτρο OK έτσι ώστε να εξαφανιστεί από την οθόνη) ενώ ο χρήστης συμπληρώνει την ερώτηση που είχε ξεχάσει και επιλέγει ξανά το πλήκτρο 'ολοκλήρωση'.

Να υπολογιστεί ο μέσος χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας, θεωρώντας ότι όλοι οι χρήστες είναι 25-35 ετών, χρησιμοποιούν το ποντίκι για την κατάδειξη των αντικειμένων της φόρμας, έχουν μέση ικανότητα πληκτρολόγησης και οι 2 από τους 3 συμμετέχοντες είναι άνδρες. Για τους τελεστές του KLM χρησιμοποιήστε τις τιμές $M=1.2$, $P=1.1$, $B=0.1$, $H=0.4$, μέση ταχύτητα πληκτρολόγησης $K=0.2$. (Μέτριας Δυσκολίας)

Δραστηριότητα 9.1

Αξιολογήστε το δικτυακό τόπο του Πανεπιστημίου Πατρών. Αρχικά, διατρέξτε το δικτυακό τόπο, ώστε να εξοικειωθείτε πλήρως με το περιεχόμενό του και ακολούθως αναγνωρίστε τουλάχιστον 2 σφάλματα ανά ευρετικό κανόνα.

Εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης: 3-4 ώρες.

Στόχος δραστηριότητας: Εμπέδωση της διαδικασίας εφαρμογής της ευρετικής αξιολόγησης.

10

Οικονομική Αποτίμηση Ευχρηστίας

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται οι βασικές τεχνικές για την κοστολόγηση υπηρεσιών αξιολόγησης ευχρηστίας καθώς και για τον υπολογισμό της προσδοκώμενης οικονομικής απόδοσης από την εφαρμογή τέτοιων τεχνικών. Αν και για τον αναγνώστη του συγγράμματος η σημασία και η αξία του χρηστοκεντρικού σχεδιασμού φαίνεται αυτονόητη, σε ένα εταιρικό περιβάλλον, οι αποφάσεις επηρεάζονται από οικονομοτεχνικές μελέτες που καταδεικνύουν με μετρήσιμο αποτέλεσμα τη σημασία της υιοθέτησης τέτοιων πρακτικών. Για το λόγο αυτό, κρίνεται αναγκαίο να εξοικειωθεί ο φοιτητής τόσο με τις βασικές αρχές κοστολόγησης υπηρεσιών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού όσο και με τρόπους να εκτιμηθεί το συγκεκριμένο όφελος που θα έχει ο πελάτης-εταιρία με όρους απομείωσης κόστους ανάπτυξης, αύξησης πωλήσεων-επισκεψιμότητας καθώς και αύξησης αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια της χρήσης της υπηρεσίας.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη του συγκεκριμένου κεφαλαίου, θα μπορείτε:

- Να αναγνωρίσετε τις πλέον διαδεδομένες τεχνικές εκτίμησης κόστους ωφέλειας από τη χρήση τεχνικών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού για την ανάπτυξη ενός προϊόντος.
- Να εκτιμήσετε την απόδοση της επένδυσης σε χρηστοκεντρικό σχεδιασμό ανάλογα με τους στόχους και τις ιδιαιτερότητες του υπό ανάπτυξη λογισμικού και να την εφαρμόσετε.
- Να επιλέξετε μεταξύ εναλλακτικών προτάσεων χρησιμοποιώντας τις τεχνικές της περιόδου αποπληρωμής καθώς και της καθαρής παρούσας αξίας.
- Να συντάξετε μια συνεκτική και δομημένη έκθεση για την κοστολόγηση των προσφερόμενων υπηρεσιών αξιολόγησης ευχρηστίας.

Έννοιες κλειδιά

Απόδοση επένδυσης, ανάλυση κόστους ωφέλειας, περίοδος αποπληρωμής, καθαρή παρούσα αξία, διαχείριση έργου.

Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Αν και τώρα πια, οι τεχνικές χρηστοκεντρικού σχεδιασμού και αξιολόγησης ευχρηστίας είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες (τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα), διαπιστώνεται μια σημαντική δυσκολία στην κοστολόγηση των υπηρεσιών αυτών. Οι νέοι μηχανικοί συχνά δεν γνωρίζουν πώς να αποτιμήσουν μια διαδικασία αξιολόγησης ευχρηστίας, ενώ επίσης δυσκολεύονται να επικοινωνήσουν με οικονομικούς όρους την αξία ενσωμάτωσης αρχών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού στον κύκλο ζωής και ανάπτυξης ενός λογισμικού.

Οι γνώσεις και οι δεξιότητες αυτές κρίνονται απαραίτητες για τον Μηχανικό του 21ου αιώνα και αποτελούν το αντικείμενο συζήτησης του Κεφαλαίου αυτού. Ειδικότερα, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία ανάλυσης κόστους – ωφέλειας, μέσα από την οποία ένας οργανισμός μπορεί να διαστασιοποιήσει οικονομικά την αξία της υιοθέτησης του χρηστοκεντρικού σχεδιασμού. Παρέχονται αναλυτικά παραδείγματα για την κοστολόγηση διάφορων τεχνικών αξιολόγησης ευχρηστίας καθώς και ο τρόπος προσδιορι-

σμού της ωφέλειας με οικονομικούς όρους (πχ αύξηση πωλήσεων, μείωση κόστους υποστήριξης, αυξημένη αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα εργαζομένων κ.α.). Τέλος, παρουσιάζονται έννοιες όπως η Καθαρή Παρούσα Αξία και ο τρόπος υπολογισμού της, καθώς και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης.

10.1 Εκτίμηση κόστους - ωφέλειας

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 είχε διαφανεί η ανάγκη για συστηματική αποτίμηση του κόστους και της προσδοκώμενης ωφέλειας από την ενσωμάτωση αρχών και τεχνικών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού στον κύκλο ζωής και ανάπτυξης ενός λογισμικού. Κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο για δύο λόγους. Πρώτον, για να υπάρχει μια βάση για την εκτίμηση των πόρων που απαιτούνται για τη συστηματική αξιολόγηση ενός έργου ανάπτυξης λογισμικού. Δεύτερον, για να μπορεί να διαστασιοποιηθεί, με οικονομικούς όρους, η αξία του χρηστοκεντρικού σχεδιασμού, στοιχείο που ήταν απαραίτητο για την περαιτέρω διάδοση και αποδοχή του πεδίου στο εταιρικό περιβάλλον.

Η πρώτη εργασία που επιχειρεί να αποτιμήσει το κόστος βελτίωσης της εμπειρίας χρήσης παρουσιάζεται από τους Mantei και Teorey (1988). Εκεί διαπιστώνεται ότι μια 'μέση' εκτίμηση του κόστους για την ενσωμάτωση των αρχών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού σε ένα τυπικό έργο λογισμικού, ανέρχεται σε 250.000 δολάρια (όπως αναφέρεται από τους Mayhew & Bias, 2005). Αυτό οδήγησε τον Karat (1990) να εξετάσει τρόπους με τους οποίους μπορεί να βελτιστοποιήσει το προσδοκώμενο όφελος, μειώνοντας παράλληλα το κόστος υιοθέτησης αρχών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού. Στο ίδιο διάστημα υπήρξε και η πρώτη συστηματική μελέτη για την αξία των τεχνικών γρήγορης προτυποποίησης χαμηλής ευκρίνειας (low fidelity prototyping methods), καθώς και της επίδρασης του αριθμού των αξιολογητών στην ποιότητα της παρεχόμενης ανάδρασης σε μια διαδικασία αξιολόγησης (Virzi, 1990).

Η πλέον διαδεδομένη διαδικασία οικονομοτεχνικής αποτίμησης της εφαρμογής χρηστοκεντρικού σχεδιασμού σε ένα έργο λογισμικού, είναι η ανάλυση κόστους-οφέλους (Cost-benefit analysis). Σύμφωνα με αυτή αρχικά υπολογίζονται τα κόστη, ακολούθως αποτιμώνται τα οφέλη και στο τέλος υπολογίζεται ο λόγος όφελος/κόστος. Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζεται η απόδοση μιας οποιασδήποτε επένδυσης (Return of Investment), που είναι το ποσοστό που προκύπτει από τη διαίρεση των κερδών με την αρχική επένδυση. Δηλαδή:

$$ROI = \frac{\text{Καθαρό κέρδος} * 100}{\text{Αρχική επένδυση}} \quad (1)$$

Για παράδειγμα, αν σε ένα έργο που απαιτεί επένδυση 35.000 ευρώ, υπάρχουν μικτά έσοδα 55.000 ευρώ, αυτό σημαίνει ότι το καθαρό κέρδος είναι 20.000 και η απόδοση της επένδυσης σύμφωνα με την (1) είναι $ROI=20.000*100/35.000=57\%$. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί ένας οργανισμός ή ένας επενδυτής να επιλέξει μεταξύ εναλλακτικών επενδύσεων, συγκρίνοντας την αναμενόμενη απόδοση κάθε επένδυσης. Όμως, πως προσδιορίζεται το κόστος και το όφελος μιας επένδυση σε μεθόδους χρηστοκεντρικού σχεδιασμού; Η απάντηση δίνεται στις επόμενες υποενότητες.

10.1.1 Εκτίμηση κόστους

Η εκτίμηση κόστους για την εφαρμογή τεχνικών χρηστοκεντρικού σχεδιασμού είναι μια σχετικά απλή διαδικασία. Το πρώτο βήμα είναι ο προσδιορισμός των τεχνικών που θα χρησιμοποιηθούν. Ακολούθως, υπολογίζονται οι απαιτούμενες ανθρωπο-ώρες και το κόστος τους όπως και το κόστος του χρησιμοποιού-

μενου εξοπλισμού. Μια τάξη μεγέθους για μια ανθρωποώρα μπορεί να εκτιμηθεί λαμβάνοντας υπόψη ότι ένας εργαζόμενος πλήρους απασχόλησης εργάζεται περίπου για $250 \times 8 = 2.000$ ώρες το χρόνο. Συνεπώς το κόστος μιας ανθρωποώρας για ένα εργαζόμενο που λαμβάνει 20.000 ετησίως (μικτά) είναι $20.000/2.000 = 10$ ευρώ. Ένα παράδειγμα υπολογισμού του κόστους διεξαγωγής μιας ευρετικής αξιολόγησης (Nielsen & Landauer, 1993• Nielsen, 1993) παρουσιάζεται στον Πίνακα 10.1, σύμφωνα με την προσέγγιση που προτείνει ο Wong (2003). Στην εκτίμηση αυτή υπολογίζονται αμοιβές 20 ευρώ/ώρα για τον υπεύθυνο διεξαγωγής της αξιολόγησης και 1000 ευρώ εφάπαξ αμοιβή για κάθε έμπειρο αξιολογητή.

Προετοιμασία αξιολόγησης	
Προετοιμασία υλικών (24 ώρες * 20 ευρώ /ώρα)	480
Διαδικασία εύρεσης 5 έμπειρων αξιολογητών (1 ώρα/αξιολογητή*5*20 ευρώ/ώρα)	100
Πληρωμή έμπειρων αξιολογητών	
1000 ευρώ /αξιολογητή *5 αξιολογητές	5000
Συγγραφή έκθεσης αποτελεσμάτων	
Καταγραφή λίστας με προβλήματα ευχρηστίας (20 ώρες*20 ευρώ/ώρα)	400
Αποτίμηση κρισιμότητας προβλημάτων και πιθανής εναλλακτικής λύσης (24 ώρες*20 ευρώ)	480
Συγγραφή τελικής έκθεσης (40 ώρες* 20 ευρώ/ώρα)	800
Τελικό κόστος	7260 ευρώ

Πίνακας 10.1 Εκτίμηση κόστους διεξαγωγής ευρετικής αξιολόγησης (Wong, 2003)

Με αντίστοιχο κόστος μπορεί να γίνει η εκτίμηση για τη διεξαγωγή ενός πειράματος αξιολόγησης ευχρηστίας (Wong, 2003). Στην περίπτωση αυτή, οι εκτιμώμενες αμοιβές είναι 20 ευρώ για τον υπεύθυνο διεξαγωγής της αξιολόγησης, 50 ευρώ για κάθε συμμετέχοντα και 1000 ευρώ για τη μίσθωση του εργαστηρίου ευχρηστίας (ανά ημέρα). Η σχετική εκτίμηση παρουσιάζεται στον Πίνακα 10.2.

Προετοιμασία αξιολόγησης	
Προετοιμασία υλικών (16 ώρες * 20 ευρώ /ώρα)	320
Διαδικασία εύρεσης συμμετεχόντων (40 ώρες*20 ευρώ/ώρα)	800
Πληρωμή συμμετεχόντων	
50 ευρώ /συμμετέχοντα *14 συμμετέχοντες	700
Μίσθωση Εργαστηρίου και εξοπλισμού	
7 ημέρες * 1000 ευρώ /ημέρα	7000
Τηλεφωνικά έξοδα/Φωτοτυπίες / Αναλώσιμα	50

Συγγραφή έκθεσης αποτελεσμάτων	
Μεταγραφή σχολίων χρηστών και δεδομένων παρατήρησης (14 συμμετέχοντες * 2 ώρες/ συμμετέχοντα*20 ευρώ/ώρα)	560
Ανάλυση δεδομένων και συγγραφή τελικής έκθεσης (40 ώρες*20 ευρώ)	800
Τελικό κόστος	10230 ευρώ

Πίνακας 10.2 Εκτίμηση κόστους διεξαγωγής πειράματος αξιολόγησης ευχρηστίας με διεξαγωγής χρηστών (Wong, 2003)

Για εμπέδωση της ενότητας, προτείνεται η Δραστηριότητα 10.1

10.1.2 Εκτίμηση οφέλους

Η εκτίμηση οφέλους συχνά είναι πιο περίπλοκη από την εκτίμηση κόστους. Κάθε σφάλμα ευχρηστίας που εντοπίζεται κατά τη διάρκεια σχεδιασμού και ανάπτυξης μιας υπηρεσίας, επιφέρει πολλαπλά οφέλη σε διάφορα επίπεδα. Για την ομάδα ανάπτυξης είναι πολύ πιο οικονομικό να επιλύσει το όποιο σφάλμα, αν αυτό εντοπιστεί στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης. Επιπρόσθετα, για μια εταιρεία, αυτό συνεπάγεται αρκετά μειωμένα κόστη υποστήριξης. Για ένα δικτυακό τόπο σημαίνει αυξημένη επισκεψιμότητα, μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα στις διαδικασίες εύρεσης ενός προϊόντος ή μιας πληροφορίας, επομένως υψηλότερες πωλήσεις ή διαφημιστικά έσοδα. Μειωμένος αριθμός λαθών και μεγαλύτερη αποδοτικότητα στη χρήση ενός λογισμικού μεταφράζεται και σε μειωμένα κόστη μισθοδοσίας για την εταιρεία που το υιοθετεί. Επίσης, μπορεί να μεταφράζεται σε μειωμένα κόστη εκπαίδευσης-επανεκπαίδευσης του προσωπικού. Ανάλογα με το είδος του προϊόντος ή της υπηρεσίας, είναι σημαντικό να εστιάζουμε στα βασικά οφέλη που επιδιώκει η εταιρεία. Έτσι, για μια εταιρεία πώλησης λογισμικού, κρίσιμοι παράμετροι είναι οι αυξημένες πωλήσεις και τα μειωμένα κόστη υποστήριξης (Mayhew & Bias, 2005).

Παράδειγμα 10.1

Υποθέστε ότι σε μια εταιρεία δύο υπάλληλοι εγγράφουν τους πελάτες, έχοντας στη διάθεσή τους τα σχετικά στοιχεία σε έντυπη μορφή. Αν μια κατάλληλα επανασχεδιασμένη φόρμα οδηγεί σε εξοικονόμηση 25 δευτερολέπτων για κάθε εγγραφή πελάτη, ποιο θα ήταν το όφελος της εταιρείας, αν υποθέσουμε ότι η εταιρεία πληρώνει τους υπαλλήλους αυτούς με 5 ευρώ την ώρα για να ολοκληρώσουν 20160 εγγραφές ο κάθε ένας; Αν το κόστος επανασχεδιασμού της φόρμας από ένα ειδικό είναι 3000 ευρώ ποια θα έπρεπε να είναι η ελάχιστη χρονική βελτίωση ώστε να συμφέρει την εταιρεία η απόφαση αυτή;

Ο επανασχεδιασμός της φόρμας οδηγεί σε εξοικονόμηση 25 δευτερολέπτων για κάθε εγγραφή πελάτη. Συνεπώς το όφελος της εταιρείας για 2 υπαλλήλους που συμπληρώνουν 20160 φόρμες ο κάθε ένας και πληρώνονται για αυτό για 5 ευρώ την ώρα είναι:

$$2 * 5 \text{ ευρώ/ώρα} * 20160 \text{ συμπληρώσεις φόρμας} * (25/3600) \text{ ώρες} = 1400 \text{ ευρώ.}$$

Αν το κόστος για την επανασχεδίαση ήταν 3000 ευρώ τότε θα έπρεπε η χρονική βελτίωση στο χρόνο συμπλήρωσης της φόρμας να είναι τουλάχιστον $25 \cdot (3000/1400) = 53.57$ δευτερόλεπτα.

Τα αποτελέσματα αυτά, υπογραμμίζουν την οικονομική σημασία της ευχρηστίας λογισμικού. Ακόμα και μικρές σχεδιαστικές βελτιώσεις μπορούν να επιφέρουν δραματική εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων σε ένα οργανισμό. Καθώς συχνά ένας εργοδότης ενδέχεται να αντιλαμβάνεται καλύτερα την αξία μιας επένδυσης με οικονομικούς όρους σε σχέση με μια 'γενική επίκληση' στη σημασία ανάπτυξης εύχρηστου λογισμικού, είναι χρήσιμο να προβάλλουμε τέτοιους στόχους και σενάρια βελτίωσης της αλληλεπίδρασης συνοδευόμενα από τους κατάλληλους οικονομικούς υπολογισμούς.

Σε σχέση με το παράδειγμα εκτίμησης του κόστους ολοκλήρωσης μιας ευρετικής αξιολόγησης (βλέπε ενότητα 10.1.1), το όφελος θα μπορούσε να υπολογιστεί ως εξής (Wong, 2003): Η αξιολόγηση γίνεται σε ένα δικτυακό τόπο ηλεκτρονικού εμπορίου με επισκεψιμότητα 120.000 χρήστες/έτος. Από τα στοιχεία της εταιρείας εκτιμάται ότι ένα ποσοστό 30% (36.000 χρήστες) είναι αυτοί που έχουν πρόθεση να αγοράσουν. Αν υποθέσουμε (π.χ. μέσα από παρατήρηση χρηστών) ότι η ολοκλήρωση μιας αγοράς έχει ποσοστό επιτυχίας 75% (Wong, 2003), τότε μια αξιολόγηση ευχρηστίας και η επίλυση των σχετικών προβλημάτων θα μπορούσε να επιφέρει ως και 25% αύξηση αγορών, δηλαδή $36.000 \cdot 25\% = 9.000$ αγοραστές επιπλέον. Αν το μέσο περιθώριο κέρδους είναι 5 ευρώ/αγορά τότε αυτό θα σήμαινε πρόσθετα κέρδη $5 \cdot 9000 = 45.000$ για ένα έτος. Σε ορίζοντα τριετίας το αντίστοιχο όφελος είναι $45.000 \cdot 3 = 135.000$ ευρώ. Επομένως το όφελος είναι $45.000 - 5260 = 39.740$ ευρώ για το πρώτο έτος και $135.000 - 5260 = 129.740$ ευρώ σε ορίζοντα τριετίας. Το αντίστοιχο ROI (απόδοση επένδυσης – Return Of Investment) υπολογίζεται σε 655% και 2366% αντίστοιχα. Με αντίστοιχο τρόπο μπορούν να γίνουν οι υπολογισμοί για να υπολογιστεί το όφελος που θα μπορούσε να επιφέρει η διεξαγωγή πειράματος ευχρηστίας με παρατήρηση χρηστών.

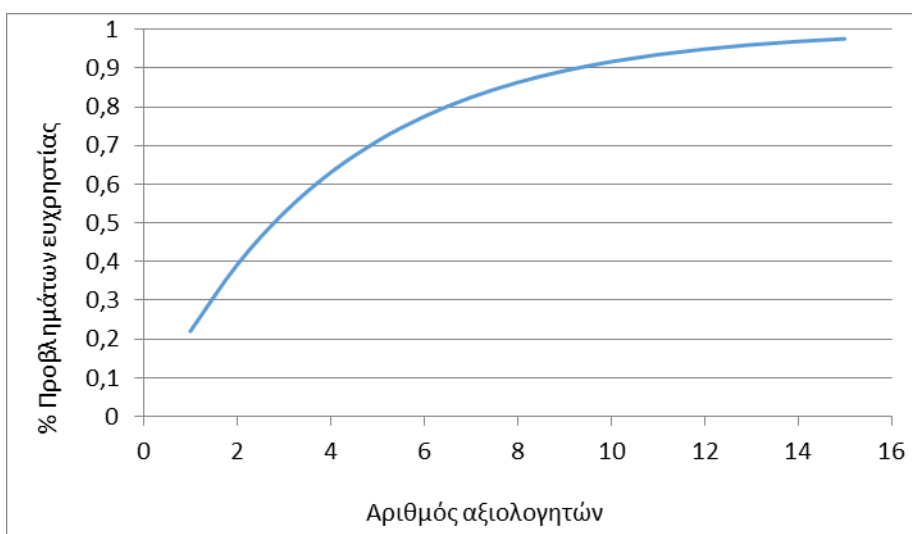
Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να γίνουν ορισμένες παρατηρήσεις:

- Το ποσοστό βελτίωσης στη διαδικασία ολοκλήρωσης της αγοράς (από 75% σε 100%) είναι υπερβολικά αισιόδοξο. Με αντίστοιχο τρόπο μπορούν να γίνουν περισσότερο μετριοπαθείς υπολογισμοί (πχ βελτίωση από 75% σε 85%).
- Το ποσοστό εύρεσης λαθών εξαρτάται από την τεχνική που θα χρησιμοποιηθεί, την εμπειρία του αξιολογητή, τον αριθμό των έμπειρων αξιολογητών ή των τελικών χρηστών που θα συμμετάσχουν στη διαδικασία κλπ. Για την ευρετική αξιολόγηση οι Nielsen και Landauer (1993), μελετώντας τα αποτελέσματα από 6 αξιολογήσεις, κατέληξαν σε μια μαθηματική μοντελοποίηση του ποσοστού σφαλμάτων σε συνάρτηση με τον αριθμό των αξιολογητών που συμμετέχουν: (2)

$$ProblemsFound(i) = N(1 - (1 - i)^i) \quad (2)$$

- Όπου ProblemsFound(i) είναι ο συνολικός αριθμός σφαλμάτων που έχουν αναγνωριστεί από i αξιολογητές, N ο συνολικός αριθμός σφαλμάτων που υπάρχουν πραγματικά στη διεπιφάνεια χρήσης, το I αναπαριστά το ποσοστό σφαλμάτων που μπορεί να βρει ένας αξιολογητής και κυμαίνεται από 0.19 έως 0.51, με μέση τιμή το 0.34. Στις μελέτες των Nielsen και Landauer (1993) το N κυμαινόταν μεταξύ 16 και 50, με μέση τιμή το 33 (και σε περίπτωση που δεν υπάρχουν άλλα διαθέσιμα δεδομένα για το συγκεκριμένο τύπο της εφαρμογής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια τιμή-στόχος που να αποτελεί κριτήριο μιας ικανοποιητικής αξιολόγησης). Η εξίσωση (2) προκύπτει

από τη διωνυμική κατανομή και η σταθερά 1 εκφράζει σφάλματα τα οποία μπορούν να ανακαλυφθούν με συγκεκριμένη πιθανότητα. Έτσι, η ποσότητα λχ. $I=0.3$ εκφράζει σφάλματα για τα οποία υπάρχει πιθανότητα 30% να τα αντιμετωπίσει ένας χρήστης. Κατά συνέπεια, σε περίπτωση που τα σφάλματα παρουσιάζουν πολύ μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης, ο αριθμός των σφαλμάτων που θα αποκαλυφθούν με τη χρήση της τεχνικής αυτής, θα είναι επίσης πολύ μικρός. Αν είναι διαθέσιμα τέτοια δεδομένα, το όφελος διεξαγωγής μίας ευρετικής αξιολόγησης μπορεί να εκτιμηθεί πολύ καλύτερα. Όπως φαίνεται στην εικόνα 10.1, μπορούμε να αναμένουμε ότι 5 αξιολογητές θα καταφέρουν να εντοπίσουν το 70-80% των σφαλμάτων της διεπιφάνειας χρήσης, ενώ 10 αξιολογητές εντοπίζουν περίπου το 90%. Συνεπώς, σε αρκετές περιπτώσεις, το κόστος που συνεπάγεται η συμμετοχή σημαντικού αριθμού αξιολογητών, δε δικαιολογείται από τα επιπρόσθετα αποτελέσματα που θα προκύψουν και επιβαρύνει απλώς την απόδοση της επένδυσης.



Εικόνα 10.1 Συσχέτιση αριθμού αξιολογητών και ποσοστού εύρεσης λαθών

Οι Nielsen και Landauer (1993) εκτιμούν το προσδοκώμενο όφελος της ευρετικής αξιολόγησης σε 15.000\$ ανά σφάλμα που ανακαλύπτεται. Η εκτίμηση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση που δεν υπάρχει άλλος τρόπος για τον υπολογισμό του οφέλους.

Παράδειγμα 10.2

Υποθέστε ότι ο ανασχεδιασμός ενός λογισμικού, σε αρχικά στάδια του κύκλου ζωής και ανάπτυξης, επιφέρει τις εξής βελτιώσεις (Mayhew & Bias, 2005):

- 1). Μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης μιας εργασίας κατά 5 δευτερόλεπτα.
- 2). Απαλοιφή ενός λάθους κατά τη διάρκεια χρήσης, εξαιτίας του προβληματικού σχεδιασμού, που επέφερε 2 λεπτά καθυστέρηση την ημέρα.
- 3). Μείωση του χρόνου εκπαίδευσης του προσωπικού κατά 10 ώρες.
- 4). 20 διορθώσεις στο λογισμικό οι οποίες ολοκληρώθηκαν έγκαιρα.

Το σωρευτικό όφελος υπολογίζεται ως εξής:

1). Υποθέτουμε 250 χρήστες που χρησιμοποιούν για 230 εργάσιμες ημέρες το λογισμικό ολοκληρώνοντας 100 φορές, ημερησίως ο καθένας, την εργασία της οποίας μειώθηκε ο χρόνος ολοκλήρωσης. Το όφελος είναι: $250*230*100*(5/3600)*25$ (ωριαία αποζημίωση)= 199.652,78 ευρώ.

2). $250*230*(120/3600)*25= 47916,67$ ευρώ.

3). $250*10*25= 62500$ ευρώ.

4). Αν υποθέσουμε 8 ώρες για την διόρθωση κάθε σφάλματος με 175 ευρώ την ώρα αποζημίωση έχουμε $20*8*175= 28000$ ευρώ. Τα ίδια σφάλματα για να διορθωθούν σε μεταγενέστερο χρόνο (μετά την παράδοση του λογισμικού) απαιτούν περίπου 4πλάσιο κόστος. Έτσι η εξοικονόμηση είναι $4*28.000-28.000= 84.000$ ευρώ.

Συνολικό όφελος: (1)+ (2)+ (3) + (4)= 394.069.44 ευρώ. Σε περίπτωση που επιθυμούμε να υπολογίσουμε το όφελος σε ορίζοντα τριετίας ή πενταετίας θα πρέπει να προσέξουμε ότι κάποια οφέλη δεν επαναλαμβάνονται (πχ δεν επαναλαμβάνεται η εκπαίδευση ή το όφελος από τις διορθώσεις στο λογισμικό).

10.1.3 Ποσοστό μετατροπής (Conversion rate)

Το ποσοστό μετατροπής είναι το ποσοστό των χρηστών που εκτελούν μια συγκεκριμένη ενέργεια (π.χ. ολοκληρώνουν μια αγορά σε ένα διαδικτυακό κατάστημα). Για παράδειγμα, αν ένα δικτυακό τόπο τον επισκέπτονται 10.000 χρήστες ένα συγκεκριμένο μήνα και στο μήνα αυτό 100 χρήστες αγοράζουν ένα προϊόν το ποσοστό μετατροπής είναι $100/10.000 = 1\%$.

Στο σύνολο των χρηστών μπορούμε να μετράμε και τις επανεπισκέψεις του ίδιου χρήστη π.χ. αν ο Γιώργος έχει επισκεφτεί το δικτυακό τόπο 3 φορές και η Μαρία 1, μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό των επισκεπτών ως 4 (μετρώντας τις επανεπισκέψεις του Γιώργου) ή ως 2 (μετρώντας μοναδικές επισκέψεις). Αντίστοιχα, αν ο Γιώργος έκανε 2 αγορές και η Μαρία 1, μπορούμε να υπολογίσουμε το συνολικό αριθμό των χρηστών που έκαναν αγορές σε 2 ή σε 3 επισκέψεις. Μπορούμε να κάνουμε όποια από τις δύο επιλογές θέλουμε, το σημαντικό όμως είναι να χρησιμοποιούμε σταθερά τον ίδιο τρόπο υπολογισμού. Γεγονότα ενδιαφέροντος μπορούν να είναι όχι μόνο οι αγορές αλλά και:

- Εγγραφή σε ένα δικτυακό τόπο.
- Καταχώρηση διεύθυνσης ή πιστωτικής κάρτας.
- Εγγραφή για λήψη ενημερωτικών email.
- Αναβάθμιση ενός συνδρομητικού σχήματος.
- Μεταφόρτωση ενός λογισμικού ή εγγράφου.
- Πλοήγηση στο δικτυακό τόπο για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από ένα καθορισμένο όριο.

Συνήθως οι επιθυμητές τιμές του ποσοστού μετατροπής κυμαίνονται στην περιοχή 1-10% (ανάλογα με το είδος της μετρικής που παρακολουθούμε και το είδος του δικτυακού τόπου ή του λογισμικού). Το 2013, οι δικτυακοί τόποι e-commerce στις ΗΠΑ είχαν ποσοστό μετατροπής περίπου 3%.

Το ποσοστό μετατροπής δεν θα πρέπει να συγχέεται με την αποτελεσματικότητα ολοκλήρωσης μιας εργασίας. Έτσι για παράδειγμα, ένας δικτυακός τόπος μπορεί να έχει ποσοστό μετατροπής 3% και αποτελεσματικότητα ολοκλήρωσης της εργασίας αγοράς ενός προϊόντος 75%. Το δεύτερο, μπορούμε να το μετρήσουμε με παρατήρηση χρηστών, όπου ζητάμε από τους χρήστες να ολοκληρώσουν τη συγκεκριμένη εργασία και παρατηρούμε τις δυσκολίες που έχουν (Tullis & Albert, 2008). Το ότι οι συμμετέχοντες ακολουθούν τις οδηγίες μας και προσπαθούν να ολοκληρώσουν την εργασία αυτή, δεν σημαίνει ότι θα

επιθυμούν να το κάνουν με την ίδια συχνότητα, όταν χρησιμοποιούν το δικτυακό τόπο για τις προσωπικές τους ανάγκες. Αν, λύνοντας τα προβλήματα ευχρηστίας, βελτιώναμε το ποσοστό αποτελεσματικότητας στο 100%, θα έπρεπε ακολούθως να αναμένουμε βελτίωση του ποσοστού μετατροπής στο 4%.

Ο Nielsen¹⁵, αναλύοντας ένα αριθμό έργων στα οποία έχει εμπλακεί προσωπικά για τον επανασχεδιασμό δικτυακών τόπων και υπηρεσιών, υπολογίζει ότι με επένδυση στο χρηστοκεντρικό σχεδιασμό του 10% του συνολικού προϋπολογισμού για τον σχεδιασμό μιας δικτυακής υπηρεσίας, η αναμενόμενη βελτίωση είναι 83% στο ποσοστό μετατροπής.

10.1.4 Περίοδος αποπληρωμής

Περίοδος αποπληρωμής είναι ο χρόνος που απαιτείται για να αποκομίσουμε όφελος ίσο με την αρχική επένδυση. Το ποσό της αρχικής επένδυσης, σε γενικές γραμμές, δεσμεύεται λίγο πριν την έναρξη της διαδικασίας. Όπως είδαμε και στην ενότητα 10.1.2 υπάρχουν διάφορα οφέλη, από την αξιολόγηση ευχρηστίας του λογισμικού. Έτσι για παράδειγμα, αν έχει επενδυθεί ποσό 200.000 ευρώ σε υπηρεσίες χρηστοκεντρικού σχεδιασμού και σε βελτιστοποίηση της ευχρηστίας μιας υπηρεσίας, και αν το μηνιαίο όφελος υπολογίζεται σε 30.000 ευρώ, τότε η περίοδος αποπληρωμής είναι (κόστος/όφελος)= 200000/30000=6.67 μήνες (6 μήνες και 20 ημέρες). Στο τέλος του έτους δηλαδή, θα υπάρχει καθαρό κέρδος (30.000*12)-200.000=160.000 ευρώ.

Η έννοια της περιόδου αποπληρωμής βοηθά να συγκρίνουμε εναλλακτικές μορφές επενδύσεων. Αν για παράδειγμα, δύο επενδύσεις έχουν αντίστοιχο προσδοκώμενο όφελος αλλά η περίοδος αποπληρωμής της πρώτης είναι πολύ μικρότερη, τότε αυτή συνιστά και την πιο ασφαλή επιλογή. Το στοιχείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε έργα πληροφορικής, όπου ο ρυθμός εμφάνισης νέων τεχνολογιών είναι πολύ υψηλός, με αποτέλεσμα το ρίσκο στον υπολογισμό της μακροπρόθεσμης απόδοσης μιας επένδυσης να αυξάνεται. 10.2 Καθαρή παρούσα αξία

Στην προηγούμενη ενότητα συζητήθηκε ο τρόπος υπολογισμού του κόστους-ωφέλειας μιας επένδυσης σε χρηστοκεντρικό σχεδιασμό αλλά και της περιόδου αποπληρωμής. Στην πραγματικότητα, οι χρηματικές εισροές σε έτη μεταγενέστερα του πρώτου, έχουν μειωμένη αξία καθώς ο πληθωρισμός απομειώνει την αξία του χρήματος. Ο υπολογισμός της καθαρής παρούσας αξίας (Net Present Value) γίνεται με τον αντίστροφο τρόπο σε σχέση με τον υπολογισμό των επιτοκίων. Συγκεκριμένα, όταν θέλουμε να υπολογίσουμε ένα ποσό π.χ. 100 ευρώ το οποίο τοκίζεται με επιτόκιο 10% για 3 έτη, θα έχουμε: σε ένα χρόνο 100+10%*100=110 ευρώ, σε 2 χρόνια 110+ 10%*110=121 ευρώ και σε 3 χρόνια 121+10%*121=133.1 ευρώ. Αντίστοιχα, για να υπολογίσουμε την παρούσα αξία χρηματικής εισροής μετά από n έτη, χρησιμοποιούμε τον τύπο: (3)

$$P = F_n * \left(\frac{1}{1+i}\right)^n \quad (3)$$

Όπου:

- P η παρούσα αξία
- F η χρηματική εισροή το έτος n
- i το προεξοφλητικό επιτόκιο (discount rate)
- n ο αριθμός ετών

¹⁵ <http://www.nngroup.com/articles/usability-roi-declining-but-still-strong/>

Αντίστοιχα, σε περίπτωση που υπάρχουν τμηματικές χρηματικές εισροές σε διάφορα έτη (1,2,...n), για να υπολογίσουμε την παρούσα αξία, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση του χρόνου στην αξία του χρήματος, θα έχουμε:

$$P = F_1 * \left(\frac{1}{1+i}\right)^1 + F_2 * \left(\frac{1}{1+i}\right)^2 + \dots + F_n * \left(\frac{1}{1+i}\right)^n \quad (4)$$

Η ποσότητα $(1/(1+i))^n$ αποτελεί το συντελεστή επιτοκίου παρούσας αξίας (Net Present Interest Factor, NPIF) ή συντελεστή προεξόφλησης. Η καθαρή παρούσα αξία (Net Present Value, NPV) υπολογίζεται αφαιρώντας από την (3) ή την (4) την καθαρή αξία της επένδυσης. Στον Πίνακα 10.3 παρουσιάζεται η παρούσα αξία για κεφάλαιο 1 ευρώ, για προεξοφλητικό επιτόκιο 10%, 11%, 12% και 13% με τους αντίστοιχους συντελεστές προεξόφλησης για κάθε έτος.

Έτη	10%	11%	12%	13%
1	0,909	0,909	0,89	0,885
2	0,8	0,811	0,79	0,18
3	0,7	0,73	0,71	0,693
4	0,68	0,65	0,63	0,61
5	0,62	0,56	0,56	0,54

Πίνακας 10.3 Συντελεστής προεξόφλησης για διάφορες τιμές προεξοφλητικού επιτοκίου

Παράδειγμα 10.3

Έστω ότι για ένα έργο γίνεται αρχική επένδυση 35.000 ευρώ. Τα κέρδη που επιφέρει είναι 20.000 την 1η χρονιά και 15.000, 10.000, 8.000 ευρώ την 2η, 3η και 4η χρονιά αντίστοιχα. Ποια είναι η παρούσα αξία, θεωρώντας προεξοφλητικό επιτόκιο 20%;

Η παρούσα αξία για κάθε χρηματική εισροή υπολογίζεται στον Πίνακα 10.4.

Χρονιά	Χρηματική Ροή για το Α	Συντελεστής Προεξόφλησης	Παρούσα Αξία
0	(35.000)	1	35.000
1	20.000	0,833	16.666
2	15.000	0,6944	10.416
3	10.000	0,5787	5.787
4	8.000	0,4823	3.858,4

Πίνακας 10.4 Συντελεστής προεξόφλησης για διάφορες τιμές προεξοφλητικού επιτοκίου

Η παρούσα αξία είναι $16.666+10.416+ 5.787+ 3.858,4= 36.727,4$. Η καθαρή παρούσα αξία είναι $36.727,4 - 35.000=1727,4$. Διαπιστώνουμε δηλαδή ότι αν και υπάρχει τελικά κέρδος από την επένδυση, αυτό είναι πολύ μικρότερο από τον υπολογισμό της απόδοσης που δε λαμβάνει υπόψη τη μεταβολή της αξίας του χρήματος στο χρόνο. Στην περίπτωση αυτή, το καθαρό κέρδος είναι $53.000-35.000=18000$ και

η απόδοση της επένδυσης υπολογίζεται σε $18.000 \cdot 100 / 35.000 = 51,42\%$ ενώ λαμβάνοντας υπόψη την καθαρή παρούσα αξία, η απόδοση είναι μόλις $1.727,4 \cdot 100 / 35.000 = 4,93\%$. Σε κάθε περίπτωση είναι ακριβέστερο να υπολογίζουμε την απόδοση μιας επένδυσης με βάση την καθαρή παρούσα αξία. Έτσι η εξίσωση (1) γίνεται:

$$ROI = \frac{\text{Καθαρή παρούσα αξία} \cdot 100}{\text{Αρχική επένδυση}} \quad (5)$$

Επίσης, μπορούν να εξεταστούν διαφορετικά σενάρια απόδοσης του έργου λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικά προεξοφλητικά επιτόκια. Από την άλλη, υπάρχει η παραδοχή ότι το επιτόκιο παραμένει σταθερό σε όλη τη διάρκεια του έργου. Η παραδοχή αυτή δεν ισχύει στην πράξη. Όμως στις σύγχρονες κοινωνίες, όπου παρατηρείται μια σχετική σταθερότητα στα επιτόκια των Κεντρικών Τραπεζών, οι διαφοροποιήσεις συχνά είναι σχετικά μικρές καθιστώντας την παραδοχή επαρκή για έργα μέσης διάρκειας (π.χ. ως 5 έτη).

Παράδειγμα 10.4

Μία επιχείρηση αποφασίζει να αυτοματοποιήσει κάποιες λειτουργίες της, αγοράζοντας ένα πληροφοριακό σύστημα. Μετά από συζητήσεις με μία εταιρεία που θα κατασκευάσει το λογισμικό, προτάθηκαν τα ακόλουθα πακέτα:

(Πα)

- Κόστος: 33.000 Ευρώ
- Παράδοση: μετά από 12 μήνες
- Αναμενόμενα οφέλη λειτουργίας: 1.000 Ευρώ μηνιαίως

(Πβ)

- Κόστος: 33.000 Euro
- Παράδοση: μετά από 24 μήνες
- Αναμενόμενα οφέλη λειτουργίας: 2.000 Ευρώ μηνιαίως

(Πγ)

- Κόστος: 50.000 Euro
- Παράδοση: μετά από 12 μήνες
- Αναμενόμενα οφέλη λειτουργίας: 2.000 Ευρώ μηνιαίως

Να συγκρίνετε τις παραπάνω επιλογές ως προς τα εξής κριτήρια:

1. Καθαρή σημερινή αξία (net present value) μετά από 3 χρόνια και μετά από 6 χρόνια.
2. Χρόνος απόσβεσης (payback period)
3. Απόδοση επένδυσης (Return on Investment, ROI) υποθέτοντας ότι το σύστημα θα είναι λειτουργικό για 6 χρόνια.

Στη μελέτη που θα κάνετε θεωρείστε ότι το προεξοφλητικό επιτόκιο (discount rate) είναι 9% με Συντελεστή Προεξόφλησης που παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Χρονιά	1	2	3	4	5	6	7
Συντελεστής προεξόφλησης	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59	0,55

Για το πρώτο προσφερόμενο πακέτο, η αξιολόγηση της επένδυσης παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Π(α)							
Χρονιά	0	1	2	3	4	5	6
Επένδυση	(33000)						
Κέρδη	0	0	12000	12000	12000	12000	12000
Συντ. Προεξόφλησης	1	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59
Πραγματική τιμή κερδών (Κέρδη Χ Συντ. Προεξόφλησης)	0	0	10100,16	9266,2	8501,1	7799,1	7155,2
Μερικό Άθροισμα (Κέρδος-Επένδυση)	-33000	-33000	-22899,8	-13633,6	-5132,5	2666,6	9821,8
NPV				9821,8			
Απόσβεση				5ος Χρόνος			
ROI				=(9821,8/33000) * 100=29%			

Το πακέτο θα παραδοθεί μετά από ένα χρόνο, επομένως οφέλη από τη χρήση του θα έχουμε από το 2ο χρόνο και μετά και όχι από τον 1ο. Το αντίστοιχο ισχύει και για τις υπόλοιπες λύσεις. Αντίστοιχα, για τις 2 άλλες επιλογές οι υπολογισμοί έχουν ως εξής:

Π(β)							
Χρονιά	0	1	2	3	4	5	6
Επένδυση	(33000)						
Κέρδη	0	0	0	24000	24000	24000	24000
Συντ. Προεξόφλησης	1	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59

Πραγματική τιμή κερδών (Κέρδη Χ Συντ. Προεξόφλησης)	0	0	0	18532,4	17002,2	15598,3	14310,4
Μερικό Άθροισμα (Κέρδος-Επένδυση)	-33000	-33000	-33000	-14467,6	2534,6	8132,9	32443,3
NPV				32443,3			
Απόσβεση				4ος Χρόνος			
ROI				=(32443,3/33000) * 100=98%			

Ενώ για το πακέτο γ οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

Π(γ)							
Χρονιά	0	1	2	3	4	5	6
Επένδυση	(50000)						
Κέρδη	0	0	24000	24000	24000	24000	24000
Συντ. Προεξόφλησης	1	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59
Πραγματική τιμή κερδών (Κέρδη Συντ. Προεξόφλησης)	0	0	20200,3	18532,4	17002,2	15598,3	14310,4
Άθροισμα (Κέρδος-Επένδυση)	-50000	-50000	-29799,7	-11267,3	5734,9	21333,2	35643,7
NPV				35643,7			
Απόσβεση				4ος Χρόνος			
ROI				=35643,7/50000 * 100=71%			

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι με βάση:

Τη Σημερινή Καθαρή Αξία (Net present value) μετά από 3 χρόνια θα έχουμε:

- για το (Πα) 13. 633 Ευρώ ζημιά
- για το (Πβ) 14.467 Ευρώ ζημιά
- για το (Πγ) 11.267 Ευρώ ζημιά

Παρατηρούμε ότι παντού η εταιρεία υφίσταται ζημιά.

και μετά από 6 χρόνια θα έχουμε:

- για το (Πα) 9.821 Ευρώ κέρδος
- για το (Πβ) 32.443 Ευρώ κέρδος

- για το (Πγ) 35.643 Ευρώ κέρδος

Φαίνεται δηλαδή, ότι έχουμε κερδοφορία σε όλα τα πακέτα.

Για το Χρόνο απόσβεσης

- για το (Πα) θα έχουμε απόσβεση τον 5ο χρόνο
- για το (Πβ) θα έχουμε απόσβεση τον 4ο χρόνο
- για το (Πγ) θα έχουμε απόσβεση τον 4ο χρόνο

και για την Απόδοση επένδυσης (ROI)

- για το (Πα) θα έχουμε 0.297 (άρα 29%)
- για το (Πβ) θα έχουμε 0.983 (άρα 98%)
- για το (Πγ) θα έχουμε 0.712 (άρα 71%)

Από τα τρία πακέτα, διαπιστώνουμε ότι το (Πα) είναι το χειρότερο σε όλες τις μετρικές. Από τα άλλα δύο μπορεί το (Πγ) να επιφέρει περισσότερα κέρδη, ωστόσο δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά από τα κέρδη που θα επιφέρει το (Πβ). Αντίθετα το (Πβ) έχει πολύ μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από το (Πγ) (σχεδόν 30%). Άρα μπορούμε να πούμε πως το (Πβ) είναι η καλύτερη επιλογή για την επιχείρηση, εκτός αν είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γίνει η παράδοση του συστήματος στους 12 μήνες και όχι στους 24 που προβλέπεται στη δεύτερη λύση.

Για εμπέδωση της ενότητας, προτείνεται η Δραστηριότητα 10.2

10.2.1 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (internal rate of return, IRR) είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο που μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία μιας επένδυσης. Συνεπώς, μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση: (6)

$$NPV = F_1 * \left(\frac{1}{1+i}\right)^1 + F_2 * \left(\frac{1}{1+i}\right)^2 + \dots + F_n * \left(\frac{1}{1+i}\right)^n - C \quad (6)$$

Όπου C είναι το κόστος της επένδυσης, αν θέσουμε NPV=0 και λύσουμε την (6) ως προς το i. Προσεγγιστικά, το IRR υπολογίζεται ως εξής: Σε περίπτωση που έχουμε υπολογίσει καθαρή παρούσα αξία >0, μπορούμε να επαναλάβουμε τους υπολογισμούς αυξάνοντας το προεξοφλητικό επιτόκιο, μέχρι το NPV να μηδενιστεί ή να γίνει οριακά αρνητικό. Αντίθετα, σε περίπτωση που έχουμε αρνητική καθαρή παρούσα αξία, μπορούμε να μειώσουμε το προεξοφλητικό επιτόκιο μέχρι να μηδενιστεί ή να γίνει θετικό το NPV. Από τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι η έννοια του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR) σχετίζεται άμεσα με την καθαρή παρούσα αξία. Όσο μεγαλύτερο είναι το NPV τόσο μεγαλύτερος θα είναι και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης.

Το IRR χρησιμοποιείται για να συγκρίνει επενδύσεις και διαφέρει από τη καθαρή παρούσα αξία, διότι λαμβάνει υπόψη και το χρόνο των ταμειακών ροών, όχι μόνο το συνολικό όγκο αυτών. Έτσι, για παράδειγμα, δύο επενδύσεις με καθαρή παρούσα αξία 500.000€ μπορούν να έχουν διαφορετικούς εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης και η επένδυση με το μεγαλύτερο IRR επιστρέφει χρήματα γρηγορότερα από αυτή με το χαμηλότερο IRR.

10.2.2 Κοστολόγηση υπηρεσιών

Όπως μπορεί να διαπιστώσει κανείς από τη συζήτηση στις προηγούμενες ενότητες, η διαδικασία κοστολόγησης των παρεχόμενων υπηρεσιών ενός μηχανικού ευχρηστίας είναι αρκετά σύνθετη. Σε κάθε περίπτωση, η κοστολόγηση θα πρέπει να προσδιορίζεται με συστηματικό τρόπο και όχι αυθαίρετα. Από την άλλη, η ακριβής κοστολόγηση των υπηρεσιών εξαρτάται και από άλλους παράγοντες που δεν αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο αυτό όπως η φάση ανάπτυξης και οι ευρύτεροι στόχοι ενός οργανισμού.

Αν οι υπηρεσίες κοστολογούνται πολύ χαμηλά, αυτό αυξάνει τις πιθανότητες ανάληψης μιας συμφωνίας, αλλά με τον τρόπο αυτό υπάρχει ο κίνδυνος της συσσώρευσης μεγάλου αριθμού έργων, το οποίο με τη σειρά του μπορεί να δημιουργήσει διάφορα προβλήματα στην ομαλή και έγκαιρη παράδοσή τους. Επίσης, αρκετές φορές, οι άνθρωποι αυθαίρετα συνδέουν την υψηλή τιμή με την ποιότητα ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Σε γενικές γραμμές, η ‘επιθετική’ κοστολόγηση μιας υπηρεσίας συνιστάται στα πρώτα έτη που επιχειρεί ένας μηχανικός ευχρηστίας, προκειμένου να αποκτήσει πρόσβαση σε ένα ικανοποιητικό πελατολόγιο.

Αν οι υπηρεσίες κοστολογούνται πολύ ψηλά, αυτό σημαίνει ότι ορισμένοι, από τους πόρους ενός οργανισμού, θα παραμείνουν αδρανείς και αναξιοποίητοι. Επίσης, είναι ιδιαίτερα πιθανή η επιλογή κάποιου ανταγωνιστή από πλευράς του πελάτη. Ακόμη, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλες παράμετροι όπως για παράδειγμα η επιθυμία μακροχρόνιας συνεργασίας με ένα πελάτη ή το ενδιαφέρον εμπλοκής σε ένα συγκεκριμένο έργο, επειδή μέσα από αυτό θα οικοδομηθούν γνώσεις και δεξιότητες που θα αξιοποιηθούν αργότερα και σε άλλα έργα.

10.2 Καθαρή παρούσα αξία

Στην προηγούμενη ενότητα συζητήθηκε ο τρόπος υπολογισμού του κόστους-ωφέλειας μιας επένδυσης σε χρηστοκεντρικό σχεδιασμό αλλά και της περιόδου αποπληρωμής. Στην πραγματικότητα, οι χρηματικές εισροές σε έτη μεταγενέστερα του πρώτου, έχουν μειωμένη αξία καθώς ο πληθωρισμός απομειώνει την αξία του χρήματος. Ο υπολογισμός της καθαρής παρούσας αξίας (Net Present Value) γίνεται με τον αντίστροφο τρόπο σε σχέση με τον υπολογισμό των επιτοκίων. Συγκεκριμένα, όταν θέλουμε να υπολογίσουμε ένα ποσό π.χ. 100 ευρώ το οποίο τοκίζεται με επιτόκιο 10% για 3 έτη, θα έχουμε: σε ένα χρόνο $100 + 10\% * 100 = 110$ ευρώ, σε 2 χρόνια $110 + 10\% * 110 = 121$ ευρώ και σε 3 χρόνια $121 + 10\% * 121 = 133.1$ ευρώ. Αντίστοιχα, για να υπολογίσουμε την παρούσα αξία χρηματικής εισροής μετά από n έτη, χρησιμοποιούμε τον τύπο: (3)

$$P = F_n * \left(\frac{1}{1+i}\right)^n \quad (3)$$

Όπου:

- P η παρούσα αξία
- F η χρηματική εισροή το έτος n
- i το προεξοφλητικό επιτόκιο (discount rate)
- n ο αριθμός ετών

Αντίστοιχα, σε περίπτωση που υπάρχουν τμηματικές χρηματικές εισροές σε διάφορα έτη (1,2,...n), για να υπολογίσουμε την παρούσα αξία, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση του χρόνου στην αξία του χρήματος, θα έχουμε:

$$P = F_1 * \left(\frac{1}{1+i}\right)^1 + F_2 * \left(\frac{1}{1+i}\right)^2 + \dots + F_n * \left(\frac{1}{1+i}\right)^n \quad (4)$$

Η ποσότητα $(1/(1+i))^n$ αποτελεί το συντελεστή επιτοκίου παρούσας αξίας (Net Present Interest Factor, NPIF) ή συντελεστή προεξόφλησης. Η καθαρή παρούσα αξία (Net Present Value, NPV) υπολογίζεται αφαιρώντας από την (3) ή την (4) την καθαρή αξία της επένδυσης. Στον Πίνακα 10.3 παρουσιάζεται η παρούσα αξία για κεφάλαιο 1 ευρώ, για προεξοφλητικό επιτόκιο 10%, 11%, 12% και 13% με τους αντίστοιχους συντελεστές προεξόφλησης για κάθε έτος.

Έτη	10%	11%	12%	13%
1	0,909	0,909	0,89	0,885
2	0,8	0,811	0,79	0,18
3	0,7	0,73	0,71	0,693
4	0,68	0,65	0,63	0,61
5	0,62	0,56	0,56	0,54

Πίνακας 10.3 Συντελεστής προεξόφλησης για διάφορες τιμές προεξοφλητικού επιτοκίου

Παράδειγμα 10.3

Έστω ότι για ένα έργο γίνεται αρχική επένδυση 35.000 ευρώ. Τα κέρδη που επιφέρει είναι 20.000 την 1η χρονιά και 15.000, 10.000, 8.000 ευρώ την 2η, 3η και 4η χρονιά αντίστοιχα. Ποια είναι η παρούσα αξία, θεωρώντας προεξοφλητικό επιτόκιο 20%;

Η παρούσα αξία για κάθε χρηματική εισροή υπολογίζεται στον Πίνακα 10.4.

Χρονιά	Χρηματική Ροή για το A	Συντελεστής Προεξόφλησης	Παρούσα Αξία
0	(35.000)	1	35.000
1	20.000	0,833	16.666
2	15.000	0,6944	10.416
3	10.000	0,5787	5.787
4	8.000	0,4823	3.858,4

Πίνακας 10.4 Συντελεστής προεξόφλησης για διάφορες τιμές προεξοφλητικού επιτοκίου

Η παρούσα αξία είναι $16.666+10.416+ 5.787+ 3.858,4= 36.727,4$. Η καθαρή παρούσα αξία είναι $36.727,4 - 35.000=1727,4$. Διαπιστώνουμε δηλαδή ότι αν και υπάρχει τελικά κέρδος από την επένδυση, αυτό είναι πολύ μικρότερο από τον υπολογισμό της απόδοσης που δε λαμβάνει υπόψη τη μεταβολή της

αξίας του χρήματος στο χρόνο. Στην περίπτωση αυτή, το καθαρό κέρδος είναι $53.000-35.000=18000$ και η απόδοση της επένδυσης υπολογίζεται σε $18.000*100/35.000=51,42\%$ ενώ λαμβάνοντας υπόψη την καθαρή παρούσα αξία, η απόδοση είναι μόλις $1.727,4*100/35.000= 4,93\%$. Σε κάθε περίπτωση είναι ακριβέστερο να υπολογίζουμε την απόδοση μιας επένδυσης με βάση την καθαρή παρούσα αξία. Έτσι η εξίσωση (1) γίνεται:

$$ROI = \frac{\text{Καθαρή παρούσα αξία} \cdot 100}{\text{Αρχική επένδυση}} \quad (5)$$

Επίσης, μπορούν να εξεταστούν διαφορετικά σενάρια απόδοσης του έργου λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικά προεξοφλητικά επιτόκια. Από την άλλη, υπάρχει η παραδοχή ότι το επιτόκιο παραμένει σταθερό σε όλη τη διάρκεια του έργου. Η παραδοχή αυτή δεν ισχύει στην πράξη. Όμως στις σύγχρονες κοινωνίες, όπου παρατηρείται μια σχετική σταθερότητα στα επιτόκια των Κεντρικών Τραπεζών, οι διαφοροποιήσεις συχνά είναι σχετικά μικρές καθιστώντας την παραδοχή επαρκή για έργα μέσης διάρκειας (π.χ. ως 5 έτη).

Παράδειγμα 10.4

Μία επιχείρηση αποφασίζει να αυτοματοποιήσει κάποιες λειτουργίες της, αγοράζοντας ένα πληροφοριακό σύστημα. Μετά από συζητήσεις με μία εταιρεία που θα κατασκευάσει το λογισμικό, προτάθηκαν τα ακόλουθα πακέτα:

(Πα)

- Κόστος: 33.000 Ευρώ
- Παράδοση: μετά από 12 μήνες
- Αναμενόμενα οφέλη λειτουργίας: 1.000 Ευρώ μηνιαίως

(Πβ)

- Κόστος: 33.000 Euro
- Παράδοση: μετά από 24 μήνες
- Αναμενόμενα οφέλη λειτουργίας: 2.000 Ευρώ μηνιαίως

(Πγ)

- Κόστος: 50.000 Euro
- Παράδοση: μετά από 12 μήνες
- Αναμενόμενα οφέλη λειτουργίας: 2.000 Ευρώ μηνιαίως

Να συγκρίνετε τις παραπάνω επιλογές ως προς τα εξής κριτήρια:

1. Καθαρή σημερινή αξία (net present value) μετά από 3 χρόνια και μετά από 6 χρόνια.
2. Χρόνος απόσβεσης (payback period)
3. Απόδοση επένδυσης (Return on Investment, ROI) υποθέτοντας ότι το σύστημα θα είναι λειτουργικό για 6 χρόνια.

Στη μελέτη που θα κάνετε θεωρείστε ότι το προεξοφλητικό επιτόκιο (discount rate) είναι 9% με Συντελεστή Προεξόφλησης που παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Χρονιά	1	2	3	4	5	6	7
Συντελεστής προεξόφλησης	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59	0,55

Για το πρώτο προσφερόμενο πακέτο, η αξιολόγηση της επένδυσης παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Π(α)							
Χρονιά	0	1	2	3	4	5	6
Επένδυση	(33000)						
Κέρδη	0	0	12000	12000	12000	12000	12000
Συντ. Προεξόφλησης	1	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59
Πραγματική τιμή κερδών (Κέρδη Χ Συντ. Προεξόφλησης)	0	0	10100,16	9266,2	8501,1	7799,1	7155,2
Μερικό Άθροισμα (Κέρδος-Επένδυση)	-33000	-33000	-22899,8	-13633,6	-5132,5	2666,6	9821,8
NPV				9821,8			
Απόσβεση				5ος Χρόνος			
ROI				= (9821,8/33000) * 100=29%			

Το πακέτο θα παραδοθεί μετά από ένα χρόνο, επομένως οφέλη από τη χρήση του θα έχουμε από το 2ο χρόνο και μετά και όχι από τον 1ο. Το αντίστοιχο ισχύει και για τις υπόλοιπες λύσεις. Αντίστοιχα, για τις 2 άλλες επιλογές οι υπολογισμοί έχουν ως εξής:

Π(β)							
Χρονιά	0	1	2	3	4	5	6
Επένδυση	(33000)						
Κέρδη	0	0	0	24000	24000	24000	24000
Συντ. Προεξόφλησης	1	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59
Πραγματική τιμή κερδών (Κέρδη Χ Συντ. Προεξόφλησης)	0	0	0	18532,4	17002,2	15598,3	14310,4

Μερικό Άθροισμα (Κέρδος- Επένδυση)	-33000	-33000	-33000	-14467,6	2534,6	8132,9	32443,3
NPV							32443,3
Απόσβεση							4ος Χρόνος
ROI							=(32443,3/33000) * 100=98%

Ενώ για το πακέτο γ οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

Π(γ)							
Χρονιά	0	1	2	3	4	5	6
Επένδυση	(50000)						
Κέρδη	0	0	24000	24000	24000	24000	24000
Συντ. Προεξόφλησης	1	0,91	0,84	0,77	0,7	0,64	0,59
Πραγματική τιμή κερδών (Κέρδη Συντ. Προεξό- φλησης)	0	0	20200,3	18532,4	17002,2	15598,3	14310,4
Άθροισμα (Κέρδος- Επένδυση)	-50000	-50000	-29799,7	-11267,3	5734,9	21333,2	35643,7
NPV							35643,7
Απόσβεση							4ος Χρόνος
ROI							=35643,7/50000 * 100=71%

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι με βάση:

Τη Σημερινή Καθαρή Αξία (Net present value) μετά από 3 χρόνια θα έχουμε:

- για το (Πα) 13. 633 Ευρώ ζημιά
- για το (Πβ) 14.467 Ευρώ ζημιά
- για το (Πγ) 11.267 Ευρώ ζημιά

Παρατηρούμε ότι παντού η εταιρεία υφίσταται ζημιά.

και μετά από 6 χρόνια θα έχουμε:

- για το (Πα) 9.821 Ευρώ κέρδος
- για το (Πβ) 32.443 Ευρώ κέρδος
- για το (Πγ) 35.643 Ευρώ κέρδος

Φαίνεται δηλαδή, ότι έχουμε κερδοφορία σε όλα τα πακέτα.

Για το Χρόνο απόσβεσης

- για το (Πα) θα έχουμε απόσβεση τον 5ο χρόνο
- για το (Πβ) θα έχουμε απόσβεση τον 4ο χρόνο
- για το (Πγ) θα έχουμε απόσβεση τον 4ο χρόνο

και για την Απόδοση επένδυσης (ROI)

- για το (Πα) θα έχουμε 0.297 (άρα 29%)
- για το (Πβ) θα έχουμε 0.983 (άρα 98%)
- για το (Πγ) θα έχουμε 0.712 (άρα 71%)

Από τα τρία πακέτα, διαπιστώνουμε ότι το (Πα) είναι το χειρότερο σε όλες τις μετρικές. Από τα άλλα δύο μπορεί το (Πγ) να επιφέρει περισσότερα κέρδη, ωστόσο δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά από τα κέρδη που θα επιφέρει το (Πβ). Αντίθετα το (Πβ) έχει πολύ μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από το (Πγ) (σχεδόν 30%). Άρα μπορούμε να πούμε πως το (Πβ) είναι η καλύτερη επιλογή για την επιχείρηση, εκτός αν είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γίνει η παράδοση του συστήματος στους 12 μήνες και όχι στους 24 που προβλέπεται στη δεύτερη λύση.

Για εμπέδωση της ενότητας, προτείνεται η Δραστηριότητα 10.2

10.2.1 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (internal rate of return, IRR) είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο που μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία μιας επένδυσης. Συνεπώς, μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση: (6)

$$NPV = F_1 * \left(\frac{1}{1+i}\right)^1 + F_2 * \left(\frac{1}{1+i}\right)^2 + \dots + F_n * \left(\frac{1}{1+i}\right)^n - C \quad (6)$$

Όπου C είναι το κόστος της επένδυσης, αν θέσουμε NPV=0 και λύσουμε την (6) ως προς το i. Προσεγγιστικά, το IRR υπολογίζεται ως εξής: Σε περίπτωση που έχουμε υπολογίσει καθαρή παρούσα αξία >0, μπορούμε να επαναλάβουμε τους υπολογισμούς αυξάνοντας το προεξοφλητικό επιτόκιο, μέχρι το NPV να μηδενιστεί ή να γίνει οριακά αρνητικό. Αντίθετα, σε περίπτωση που έχουμε αρνητική καθαρή παρούσα αξία, μπορούμε να μειώσουμε το προεξοφλητικό επιτόκιο μέχρι να μηδενιστεί ή να γίνει θετικό το NPV. Από τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι η έννοια του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR) σχετίζεται άμεσα με την καθαρή παρούσα αξία. Όσο μεγαλύτερο είναι το NPV τόσο μεγαλύτερος θα είναι και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης.

Το IRR χρησιμοποιείται για να συγκρίνει επενδύσεις και διαφέρει από τη καθαρή παρούσα αξία, διότι λαμβάνει υπόψη και το χρόνο των ταμειακών ροών, όχι μόνο το συνολικό όγκο αυτών. Έτσι, για παράδειγμα, δύο επενδύσεις με καθαρή παρούσα αξία 500.000€ μπορούν να έχουν διαφορετικούς εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης και η επένδυση με το μεγαλύτερο IRR επιστρέφει χρήματα γρηγορότερα από αυτή με το χαμηλότερο IRR.

10.2.2 Κοστολόγηση υπηρεσιών

Όπως μπορεί να διαπιστώσει κανείς από τη συζήτηση στις προηγούμενες ενότητες, η διαδικασία κοστολόγησης των παρεχόμενων υπηρεσιών ενός μηχανικού ευχρηστίας είναι αρκετά σύνθετη. Σε κάθε περι-

πτωση, η κοστολόγηση θα πρέπει να προσδιορίζεται με συστηματικό τρόπο και όχι αυθαίρετα. Από την άλλη, η ακριβής κοστολόγηση των υπηρεσιών εξαρτάται και από άλλους παράγοντες που δεν αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο αυτό όπως η φάση ανάπτυξης και οι ευρύτεροι στόχοι ενός οργανισμού.

Αν οι υπηρεσίες κοστολογούνται πολύ χαμηλά, αυτό αυξάνει τις πιθανότητες ανάληψης μιας συμφωνίας, αλλά με τον τρόπο αυτό υπάρχει ο κίνδυνος της συσσώρευσης μεγάλου αριθμού έργων, το οποίο με τη σειρά του μπορεί να δημιουργήσει διάφορα προβλήματα στην ομαλή και έγκαιρη παράδοσή τους. Επίσης, αρκετές φορές, οι άνθρωποι αυθαίρετα συνδέουν την υψηλή τιμή με την ποιότητα ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Σε γενικές γραμμές, η 'επιθετική' κοστολόγηση μιας υπηρεσίας συνιστάται στα πρώτα έτη που επιχειρεί ένας μηχανικός ευχρηστίας, προκειμένου να αποκτήσει πρόσβαση σε ένα ικανοποιητικό πελατολόγιο.

Αν οι υπηρεσίες κοστολογούνται πολύ ψηλά, αυτό σημαίνει ότι ορισμένοι, από τους πόρους ενός οργανισμού, θα παραμείνουν αδρανείς και αναξιοποίητοι. Επίσης, είναι ιδιαίτερα πιθανή η επιλογή κάποιου ανταγωνιστή από πλευράς του πελάτη. Ακόμη, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλες παράμετροι όπως για παράδειγμα η επιθυμία μακροχρόνιας συνεργασίας με ένα πελάτη ή το ενδιαφέρον εμπλοκής σε ένα συγκεκριμένο έργο, επειδή μέσα από αυτό θα οικοδομηθούν γνώσεις και δεξιότητες που θα αξιοποιηθούν αργότερα και σε άλλα έργα.

Λίστα ελέγχου γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του Κεφαλαίου που αναφέρεται στην οικονομική αποτίμηση της ευχρηστίας, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε να:

- Περιγράψετε βήμα-προς-βήμα μια διαδικασία υπολογισμού της απόδοσης (ROI) σε αξιολόγηση ευχρηστίας ενός διαδραστικού συστήματος.
- Να υπολογίσετε την καθαρή παρούσα αξία μιας επένδυσης σε χρηστοκεντρικό σχεδιασμό.
- Συγκρίνετε εναλλακτικά σενάρια αξιολόγησης ευχρηστίας διαφορετικού κόστους ανάλογα με την αναμενόμενη απόδοσή τους, την καθαρή σημερινή αξία ή το χρόνο απόσβεσης της επένδυσης.
- Να αναγνωρίσετε κρίσιμα γεγονότα ενδιαφέροντος σε ένα λογισμικό ή μια διαδικτυακή υπηρεσία για τα οποία μπορείτε να υπολογίσετε το ποσοστό μετατροπής (conversion rate).
- Να υπολογίσετε τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης μιας επένδυσης σε χρηστοκεντρικό σχεδιασμό.

Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη

Bias, R. G., & Mayhew, D. J. (Eds.). (2005). *Cost-justifying usability: An update for the Internet age*. Elsevier.

Το σύγγραμμα αυτό αποτελεί σημείο αναφοράς για ζητήματα που σχετίζονται με την οικονομική διαστασιοποίηση μεθόδων και τεχνικών του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου -Υπολογιστή. Είναι ένα πολύ ενδιαφέρον σύγγραμμα για όσους θέλουν να εμβαθύνουν στα διάφορα είδη τεχνικών κοστολόγησης ενός έργου, να μελετήσουν την ιστορική εξέλιξη της συζήτησης στα ζητήματα αυτά και να έρθουν σε επαφή με ένα πλήθος μελετών περίπτωσης από διακεκριμένους ερευνητές και επαγγελματίες του πεδίου. Πρόκειται για ένα συλλογικό τόμο, που αποτελείται από 22 κεφάλαια στα οποία παρουσιάζονται προσεγγίσεις εστιασμένες σε συγκεκριμένες περιπτώσεις όπως π.χ. διαφοροποίηση του κόστους για νεοφυείς εταιρείες (startups) ή αναλύσεις κόστους οφέλους για την αξιολόγηση προσβασιμότητας. Επίσης, στο βιβλίο παρουσιάζεται και μια πληθώρα κατατοπιστικών παραδειγμάτων. Από την άποψη αυτή, το βιβλίο έχει έντονα πρακτική διάσταση, που είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για ένα μηχανικό που θέλει να κατανοήσει το πώς θα πρέπει να κοστολογεί τις υπηρεσίες που παρέχει.

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Δραστηριότητα 10.1

Συμβουλευόμενοι και τα 2 παραδείγματα, που παρουσιάστηκαν, για την εκτίμηση του κόστους διεξαγωγής ευρετικής αξιολόγησης και παρατήρησης χρηστών, υπολογίστε το κόστος μιας ανάλυσης με το μοντέλο επιπέδου πληκτρολογήσεων (KLM) για τη συμπλήρωση 10 διαφορετικών φορμών. Υποθέστε ότι ο αξιολογητής που θα απασχοληθεί για την εργασία αυτή αμείβεται με 50 ευρώ την ώρα.

Εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης: 1 ώρα.

Στόχος δραστηριότητας: Εμπέδωση της διαδικασίας εκτίμησης κόστους μιας τεχνικής αξιολόγησης ευχρηστίας.

Δραστηριότητα 10.2

Λύστε το παράδειγμα 10.4 χρησιμοποιώντας προεξοφλητικό επιτόκιο 12%.

Εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης: 1 ώρα.

Στόχος δραστηριότητας: Εμπέδωση της διαδικασίας αξιολόγησης εναλλακτικών επενδύσεων με τη τεχνική της καθαρής παρούσας αξίας.

11

Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση για τη
μέτρηση εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ζητήματα μεθοδολογίας έρευνας του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Υπολογιστή δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον πειραματικό σχεδιασμό. Στο πλαίσιο αυτό, αναλύονται βασικές έννοιες, πρακτικές οδηγίες και μέθοδοι τόσο για το σχεδιασμό πειραμάτων όσο και για τη στατιστική ανάλυση πειραματικών δεδομένων που αφορούν στη μέτρηση της εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων. Το κεφάλαιο επίσης αναφέρεται στην επιλογή του κατάλληλου στατιστικού τεστ, στις προϋποθέσεις χρήσης του καθώς και στην ερμηνεία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων του, χωρίς όμως να αναλύονται οι μαθηματικοί του υπολογισμοί ή να γίνεται αναφορά στη χρήση κάποιου συγκεκριμένου στατιστικού πακέτου για την εφαρμογή του. Αν και η έμφαση δίνεται στη μέτρηση της εμπειρίας που έχει ο χρήστης διαδραστικών συστημάτων, οι πειραματικές διαδικασίες και στατιστικές μέθοδοι που παρουσιάζονται εδώ, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή και ποσοτική ανάλυση δεδομένων σε διάφορα πλαίσια επιστημονικής έρευνας.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη του συγκεκριμένου κεφαλαίου, θα μπορείτε να:

- Εξηγήσετε βασικές έννοιες πειραματικού σχεδιασμού και στατιστικής ανάλυσης, όπως πληθυσμός και δείγμα, ανεξάρτητη και εξαρτημένη μεταβλητή, κατηγορίες δεδομένων και κλίμακες μέτρησης.
- Αναγνωρίσετε τις πλέον διαδεδομένες τεχνικές στατιστικής ανάλυσης πειραματικών δεδομένων.
- Επιλέξετε μια μέθοδο στατιστικής ανάλυσης με βάση τον πειραματικό σχεδιασμό της μελέτης και τα δεδομένα που έχετε συλλέξει.
- Οργανώσετε και να αναλύσετε τα συλλεχθέντα δεδομένα μέτρησης εμπειρίας χρήσης με χρήση της τεχνικών περιγραφικής ή επαγωγικής στατιστικής.

Έννοιες κλειδιά

Πειραματικός σχεδιασμός (experimental design), περιγραφική στατιστική (descriptive statistics), επαγωγική στατιστική (inferential statistics), πληθυσμός (population), δείγμα (sample), ανεξάρτητη μεταβλητή (independent variable), εξαρτημένη μεταβλητή (dependent variable), μελέτη ανεξάρτητων δειγμάτων (between subjects), μελέτη εξαρτημένων δειγμάτων (within subjects), κλίμακες μέτρησης δεδομένων (level of measurement), σφάλμα δειγματοληψίας (sampling error), σφάλμα μεροληψίας (bias), διάστημα εμπιστοσύνης (confidence interval), μέτρα κεντρικής τάσης (measures of central tendency), μέτρα διασποράς (measures of variability), έλεγχος υποθέσεων (hypothesis testing), επίπεδο σημαντικότητας (level of significance), μέγεθος της επίδρασης (effect size), παραμετρικό στατιστικό τεστ (parametric test), μη-παραμετρικό στατιστικό τεστ (non-parametric test), στατιστική συσχέτιση (correlation).

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Σκοπός όλων των επιστημών είναι η περιγραφή και η ερμηνεία των φαινομένων που αποτελούν το αντικείμενο μελέτης της καθεμιάς και για να το πετύχουν αυτό ακολουθούν μία ορισμένη μεθοδολογία, αυτή

της επιστημονικής έρευνας. Η επιστημονική έρευνα προσπαθεί να δώσει απάντηση σε ένα ερώτημα που σχετίζεται με μία συγκεκριμένη ομάδα ή ομάδες ατόμων ή αντικειμένων (ή άλλων οντοτήτων) στηριζόμενη αποκλειστικά στη συστηματική μελέτη της εμπειρικής πραγματικότητας. Βασίζεται δηλαδή στην απευθείας παρατήρηση του φαινομένου για να συλλέξει και να αναλύσει μετρήσεις και στη συνέχεια, με βάση αυτή την ανάλυση, να προχωρήσει στην εξαγωγή χρήσιμων και γενικεύσιμων συμπερασμάτων. Η αναφορά σε αυτό το σύνολο μετρήσεων συνήθως γίνεται με τον επιστημονικό όρο εμπειρικά δεδομένα (empirical data) ή δεδομένα (data).

Στην επιστήμη της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Υπολογιστή (ΑΑΥ) το αντικείμενο μελέτης είναι η κατανόηση και πρόβλεψη της συμπεριφοράς του ανθρώπου κατά την αλληλεπίδραση του με υπολογιστικά συστήματα. Ως εκ τούτου, το σημείο έναρξης της επιστημονικής έρευνας στην ΑΑΥ είναι η παρατήρηση ανθρώπων κατά την αλληλεπίδρασή τους με διαδραστικά συστήματα και η συλλογή μετρήσεων. Για παράδειγμα, ο παρατηρητής μπορεί να μετρήσει το χρόνο που χρειάστηκε ο χρήστης του συστήματος για να ολοκληρώσει μία εργασία, τον αριθμό των λανθασμένων ενεργειών στις οποίες υπέπεσε, τη συχνότητα χρήσης μίας συγκεκριμένης λειτουργίας του συστήματος, το βαθμό υποκειμενικής ικανοποίησης από την αλληλεπίδρασή του με το σύστημα κ.λπ. Στο παρόν κεφάλαιο, τη διαδικασία αυτή, την ονομάζουμε μέτρηση εμπειρίας χρήστη (user experience, UX).

Ο πειραματικός σχεδιασμός (experimental design) αφορά στη συστηματική διαδικασία συλλογής αξιόπιστων δεδομένων και, σε γενικές γραμμές, καθορίζει τις στατιστικές τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν για την οργάνωση, τη συνοπτική παρουσίαση και ανάλυσή τους, με στόχο την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Τόσο ο πειραματικός σχεδιασμός όσο και οι στατιστικές τεχνικές, αποτελούν χρήσιμα εργαλεία σε πολλά και διαφορετικά πλαίσια επιστημονικής έρευνας.

Το κεφάλαιο αυτό, εισάγει τις βασικές έννοιες και στατιστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο επιστημονικών ερευνών και ειδικότερα ερευνών που αφορούν στη μέτρηση της εμπειρίας χρήστη. Ωστόσο, στο πλαίσιο ενός κεφαλαίου είναι αδύνατο να γίνει μία αναλυτική παρουσίαση όλων των στατιστικών τεχνικών ανάλυσης δεδομένων. Για τους αναγνώστες που ενδιαφέρονται να ασχοληθούν περισσότερο με τον επιστημονικό κλάδο της Στατιστικής προτείνεται το σύγγραμμα του Field (2009), το οποίο περιλαμβάνεται στον οδηγό για περαιτέρω μελέτη στο τέλος του κεφαλαίου.

11.1 Βασικές έννοιες πειραματικού σχεδιασμού και στατιστικής

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες και οι όροι του πειραματικού σχεδιασμού και της στατιστικής ανάλυσης δεδομένων. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι έννοιες του πληθυσμού και του δείγματος, των σφαλμάτων δειγματοληψίας και μεροληψίας, του διαστήματος εμπιστοσύνης, και των ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Επίσης, περιγράφονται παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος του δείγματος, οι κατηγορίες και οι κλίμακες μέτρησης των δεδομένων, οι δύο βασικές προσεγγίσεις πειραματικού σχεδιασμού και τέλος οι δύο βασικές κατηγορίες στατιστικών μεθόδων.

11.1.1 Πληθυσμός και δείγμα

Η επιστημονική έρευνα σχετίζεται με έναν γενικό προβληματισμό ή μια συγκεκριμένη ερώτηση που αφορά ομάδες ατόμων, αντικειμένων ή άλλων οντοτήτων. Οι ομάδες αυτές αποτελούν το επίκεντρο του ενδιαφέροντος σε μία μελέτη και είναι γνωστές με τον όρο πληθυσμός (population). Στην επιστήμη της ΑΑΥ, ο πληθυσμός τυπικά αφορά ομάδες ανθρώπων (subjects) που έχουν αναγνωριστεί ως χρήστες του υπό μελέτη διαδραστικού συστήματος (βλέπε μεθόδους ανάλυσης χρηστών στο κεφάλαιο 7).

Ωστόσο, σπανίως έχουμε πρόσβαση στο σύνολο του πληθυσμού των χρηστών, ενώ συχνά η μελέτη ολόκληρου του πληθυσμού είναι πρακτικά αδύνατη λόγω του μεγέθους ή του τρόπου κατανομής του (π.χ. οι χρήστες ενός ιστοτόπου με διεθνές κοινό). Για αυτό το λόγο συνήθως μελετάμε ένα υποσύνολο του πληθυσμού, που ονομάζεται δείγμα (sample) και εκπροσωπεί τον πληθυσμό στη μελέτη μας. Οι υπολογισμοί που κάνουμε για να συνοψίσουμε και να επεξεργαστούμε τα δεδομένα που συλλέγουμε από το δείγμα (π.χ. μέσος όρος) ονομάζονται στατιστικοί δείκτες (statistics) και συμβολίζονται με λατινικούς χαρακτήρες (π.χ. \bar{x} για το μέσο όρο του δείγματος). Οι στατιστικοί δείκτες αποτελούν μία εκτίμηση της αντίστοιχης άγνωστης τιμής για τον πληθυσμό, η οποία καλείται παράμετρος και συμβολίζεται με ελληνικούς χαρακτήρες (π.χ. μ για το μέσο όρο του πληθυσμού). Ο στατιστικός δείκτης, λοιπόν, αναφέρεται στο δείγμα και η παράμετρος στον πληθυσμό.

11.1.2 Δειγματοληψία και σφάλμα δειγματοληψίας

Η διαδικασία επιλογής του δείγματος αποτελεί μία εξαιρετικά σημαντική διαδικασία καθώς καθορίζει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της μελέτης. Ένα δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό (representative) του υπό μελέτη πληθυσμού, δηλαδή να περιλαμβάνει ανθρώπους που θεωρούνται χρήστες του συστήματος. Για παράδειγμα, κατά την αξιολόγηση ενός συστήματος που απευθύνεται σε γιατρούς, ένα δείγμα φοιτητών, ανεξαρτήτως του μεγέθους του, δεν είναι αντιπροσωπευτικό και δεν μπορεί να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα.

Εάν υπάρχουν διαφορετικές ομάδες χρηστών με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (βλέπε κεφάλαιο 7), το δείγμα χρειάζεται να περιλαμβάνει συμμετέχοντες από κάθε ομάδα. Στο πλαίσιο μέτρησης της εμπειρίας του χρήστη, τέτοια χαρακτηριστικά συνήθως αφορούν το επίπεδο γνώσεων του χρήστη σε κάποιο αντικείμενο (αρχάριος, μέσος, ειδικός), τη συχνότητα χρήσης (π.χ. αριθμός επισκέψεων σε έναν ιστοτόπο ανά μήνα), την εμπειρία του σε κάτι σχετικό με την εφαρμογή (τυπικά σε ημέρες, μήνες ή χρόνια), δημογραφικού τύπου στοιχεία (π.χ. ηλικία, φύλο) και συγκεκριμένες δραστηριότητες (π.χ. χρήση συγκεκριμένων λειτουργιών) (Tullis & Albert, 2008).

Τέλος, υπάρχουν διάφορες στρατηγικές δειγματοληψίας από τις οποίες οι πιο γνωστές είναι: α) τυχαία δειγματοληψία (random sampling) όπου κάθε υποκείμενο του πληθυσμού έχει την ίδια πιθανότητα να επιλεγεί· β) συστηματική δειγματοληψία (systematic sampling) όπου οι συμμετέχοντες επιλέγονται βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων (π.χ. επιλέγω κάθε δέκατο επιβάτη λεωφορείου)· γ) δείγμα ευκολίας (convenience sample) όπου περιλαμβάνεται κάθε άτομο που δηλώνει ότι επιθυμεί να συμμετάσχει σε μία μελέτη. Στην πράξη, η στρατηγική που ακολουθείται συνήθως είναι το δείγμα ευκολίας με την εύρεση των συμμετεχόντων να γίνεται με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα προσωπική επαφή, ανακοινώσεις σε κοινωνικά δίκτυα ή ηλεκτρονικές λίστες κ.λπ. Παραμένει ωστόσο σημαντικό να διασφαλίζεται η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος και σε αυτήν την περίπτωση.

Ωστόσο, όσο αντιπροσωπευτικό και αν θεωρείται ένα δείγμα, εξ ορισμού δεν μπορεί να παρέχει μία πιστή αναπαράσταση του πληθυσμού. Έτσι πάντα θα υπάρχει μία ασυμφωνία ή με άλλα λόγια ένα ποσοστό λάθους ανάμεσα στο στατιστικό δείκτη που προκύπτει από το δείγμα και την αντίστοιχη τιμή της παραμέτρου του πληθυσμού. Αυτό το ποσοστό λάθους ονομάζεται σφάλμα δειγματοληψίας (sampling error).

11.1.3 Διάστημα εμπιστοσύνης

Τις περισσότερες φορές είναι αδύνατο να συλλέξουμε μετρήσεις για κάθε υποκείμενο του πληθυσμού και για αυτό χρησιμοποιούμε αντιπροσωπευτικά υποσύνολά του, τα δείγματα. Ωστόσο, αυτό σημαίνει ότι αποδεχόμαστε πως υπάρχει πάντα ένα τουλάχιστον σφάλμα, το επονομαζόμενο σφάλμα δειγματοληψίας, το οποίο επηρεάζει την ακρίβεια των μετρήσεων μας.

Για παράδειγμα, έστω ότι η μέση βαθμολογία SUS (βλέπε κεφάλαιο 9) που έχει προκύψει από ένα τυχαία επιλεγμένο δείγμα 20 αντιπροσωπευτικών χρηστών είναι 80. Ο ισχυρισμός που μπορούμε να κάνουμε με απόλυτη βεβαιότητα είναι ότι οι 20 αυτοί χρήστες βαθμολόγησαν το σύστημα με 80 στο ερωτηματολόγιο SUS. Ωστόσο, στην πράξη ελάχιστα μας ενδιαφέρει ένας τέτοιος ισχυρισμός, αυτό που τυπικά μας ενδιαφέρει είναι να μιλήσουμε για το σύνολο του πληθυσμού των χρηστών. Μπορούμε όμως να ισχυριστούμε με απόλυτη βεβαιότητα ότι εάν επιλέξουμε 100 ακόμη τέτοια τυχαία δείγματα χρηστών η μέση SUS βαθμολογία τους θα είναι ακριβώς 80; Και εάν δεν είναι ακριβώς 80, που θα κυμαίνεται η μέση τιμή της;

Είναι εμφανές λοιπόν ότι εξαιτίας του σφάλματος δειγματοληψίας ένας στατιστικός δείκτης που υπολογίζεται σε κάποιο δείγμα αποτελεί μόνο μία εκτίμηση της αντίστοιχης παραμέτρου του πληθυσμού. Στην πραγματικότητα, υπάρχει ένα εύρος πιθανών τιμών που αναφέρονται στην υπό εκτίμηση παράμετρο, παρότι ένα μόνο από τα σημεία στο εύρος αυτό θα αντιστοιχεί στην άγνωστη πραγματική τιμή της παραμέτρου, φυσικά με κάποια πιθανότητα. Αυτό το εύρος πιθανών τιμών ονομάζεται διάστημα εμπιστοσύνης (confidence interval).

Το διάστημα εμπιστοσύνης, λοιπόν, παρέχει ένα εύρος πιθανών τιμών της παραμέτρου συνοδευόμενο από το βαθμό εμπιστοσύνης που έχουμε ότι το διάστημα αυτό περιέχει την πραγματική τιμή της παραμέτρου. Συνήθως, υπολογίζουμε συμμετρικά διαστήματα εμπιστοσύνης, τα οποία μοιράζουν το περιθώριο σφάλματος υποεκτίμησης και υπερεκτίμησης της τιμής της παραμέτρου (margin of error). Στο προηγούμενο παράδειγμα, εάν η μέση βαθμολογία των 20 χρηστών ήταν 80 και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης 10, τότε είμαστε 95% σίγουροι ότι η πραγματική τιμή του πληθυσμού βρίσκεται στο διάστημα που ορίζεται από την τιμή 70 (80-10) μέχρι την τιμή 90 (80+10). Το 95% αποτελεί αυτό που ονομάζεται επίπεδο εμπιστοσύνης (confidence level) και οι τυπικές τιμές που επιλέγονται για τα επίπεδα εμπιστοσύνης είναι 90%, 95% ή 99%.

Είναι εμφανές ότι το εύρος του διαστήματος εμπιστοσύνης εκφράζει και την ακρίβεια της μέτρησής μας. Όσο μικρότερο είναι το εύρος, τόσο πιο βέβαιοι μπορούμε να είμαστε ότι ο στατιστικός δείκτης που μετράμε, προσεγγίζει την τιμή της παραμέτρου του πληθυσμού. Το εύρος του διαστήματος εμπιστοσύνης επηρεάζεται από το επιθυμητό επίπεδο εμπιστοσύνης, τη διακύμανση των τιμών στον πληθυσμό (όπως εκτιμάται από αντίστοιχο στατιστικό δείκτη) και το μέγεθος του δείγματος.

Το σύνολο των στατιστικών εργαλείων και πακέτων λογισμικού, κάποια από τα οποία αναφέρονται στην ενότητα 11.6, παρέχουν τη δυνατότητα υπολογισμού διαστήματος εμπιστοσύνης. Χρήσιμα και δωρεάν εργαλεία που διατίθενται για το σκοπό αυτό, παρέχονται στη διεύθυνση <http://www.measuringu.com/calc.php>. Τέλος, συνηθίζεται τα διαστήματα εμπιστοσύνης να περιλαμβάνονται σε γραφήματα δεδομένων, συνήθως με τη μορφή γραμμών σφάλματος (error bars) σε γραφήματα μπάρας ή στήλης (βλέπε εικόνα 11.2 στην ενότητα 11.2.3).

11.1.4 Μέγεθος δείγματος

Η πλέον συνηθισμένη ερώτηση στις μελέτες μέτρησης της εμπειρίας του χρήστη αφορά το μέγεθος του δείγματος που πρέπει να χρησιμοποιείται έτσι ώστε να προκύψουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Από τη μία μεριά, η εύρεση συμμετεχόντων είναι πάντα μία απαιτητική διαδικασία, ιδιαίτερα σε συστήματα που απευθύνονται σε ομάδες ανθρώπων με πολύ συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (π.χ. καρδιοχειρουργοί, άτομα τυφλά κ.λπ.). Από την άλλη μεριά, ένα μεγαλύτερο δείγμα είναι πιο πιθανό να οδηγήσει σε συμπεράσματα που είναι γενικεύσιμα στον υπό εξέταση πληθυσμό.

Το ερώτημα του μεγέθους του δείγματος έχει απασχολήσει και συνεχίζει να απασχολεί έντονα την ερευνητική κοινότητα (Bevan et al., 2003; Molich et al., 1999; Nielsen & Landauer, 1993), με κάποιους ερευνητές να προτείνουν «μαγικούς αριθμούς» (π.χ. 5 χρήστες από κάθε κατηγορία χρηστών) και κάποιους να επιμένουν ότι πέντε (5) χρήστες δεν είναι ποτέ αρκετοί. Η δική μας πρόταση, σε συμφωνία με μία μερίδα ερευνητών (Sauro & Lewis, 2012; Tullis & Albert, 2008), είναι να υπολογίζεται το μέγεθος του δείγματος με βάση το στόχο της μελέτης, το επιθυμητό επίπεδο εμπιστοσύνης και το ανεκτό περιθώριο σφάλματος υποεκτίμησης ή υπερεκτίμησης της τιμής της παραμέτρου.

Αναφορικά με το στόχο της μελέτης, εάν πρόκειται για διαμορφωτική αξιολόγηση όπου ο κύριος στόχος είναι η εύρεση των πλέον σημαντικών προβλημάτων ευχρηστίας, τότε 5 αντιπροσωπευτικοί συμμετέχοντες από κάθε ομάδα χρηστών είναι ένα καλό σημείο έναρξης. Ωστόσο, ο αναγνώστης παροτρύνεται να διερευνά εάν υπάρχουν έρευνες που αφορούν το μέγεθος του δείγματος για το συγκεκριμένο στόχο μελέτης και να αναπροσαρμόζει κατάλληλα τον γενικό αυτόν κανόνα. Για παράδειγμα οι Κατσάνος, Τσέλιος και Αβούρης (2009) έχουν βρει ότι για μελέτες μέτρησης της πληροφοριακής οσμής (βλέπε ενότητα 2.8) χρειάζονται 10 συμμετέχοντες για αξιόπιστα αποτελέσματα.

Στην περίπτωση συμπερασματικής αξιολόγησης, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% που συχνά επιλέγουμε, ένας απλός κανόνας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι ο κανόνας 20/20: «Για μέγεθος δείγματος 20 το περιθώριο σφάλματος υποεκτίμησης ή υπερεκτίμησης της τιμής της παραμέτρου είναι περίπου $\pm 20\%$. Για να μειώσω το περιθώριο σφάλματος στο μισό θα πρέπει να τετραπλασιάσω το μέγεθος του δείγματος» (Sauro & Lewis, 2012). Αυτό σημαίνει ότι για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και περιθώριο σφάλματος περίπου $\pm 10\%$ χρειάζονται 80 συμμετέχοντες, ενώ για περίπου $\pm 5\%$ απαιτούνται 320 συμμετέχοντες. Επίσης, με 10 συμμετέχοντες το περιθώριο σφάλματος είναι περίπου $\pm 30\%$. Ο αναγνώστης που επιθυμεί μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό του μεγέθους του δείγματος παραπέμπεται στα κεφάλαια 6 και 7 του συγγράμματος των Sauro και Lewis (2012).

11.1.5 Κατηγορίες δεδομένων και κλίμακες μέτρησης

Υπάρχουν τέσσερα επίπεδα ή κλίμακες μέτρησης δεδομένων: ονομαστική (nominal), διάταξης (ordinal), διαστήματος (interval) και λόγου (ratio). Παρότι έχει ασκηθεί κριτική σε αυτόν τον τρόπο διαχωρισμού των δεδομένων, είναι ο πλέον διαδεδομένος τόσο στην επιστήμη της ΑΑΥ όσο και σε άλλες επιστήμες. Όπως αναλύεται στη συνέχεια, το επίπεδο ή η κλίμακα μέτρησης δεδομένων καθορίζει τους μαθηματικούς υπολογισμούς και τις στατιστικές αναλύσεις που επιδέχονται.

Η **ονομαστική κλίμακα** κατατάσσει τα δεδομένα σε διακριτές κατηγορίες, οι οποίες δεν έχουν ούτε διάταξη ούτε απόσταση και ως εκ τούτου δεν επιδέχονται αριθμητικών πράξεων ή συγκρίσεων. Παραδείγματα τέτοιων μεταβλητών στην ΑΑΥ είναι το φύλο, το επάγγελμα του χρήστη και η επιτυχής ή ανεπιτυχής εκτέλεση μίας εργασίας. Συνήθως, γίνεται αντιστοίχιση της κάθε κατηγορίας με έναν αριθμό,

όπως για παράδειγμα 0 για την αποτυχία και 1 για την επιτυχία, αλλά οι αριθμοί αυτοί αποτελούν απλά σύμβολα και αριθμητικές πράξεις με αυτούς δεν έχουν νόημα.

Στην **κλίμακα διάταξης** τα δεδομένα τοποθετούνται σε διακριτές κατηγορίες που μπορούν να μπουν σε μία διάταξη-σειρά, αλλά δεν έχουν την ιδιότητα της απόστασης. Παραδείγματα τέτοιων μεταβλητών στην ΑΑΥ είναι το επίπεδο εκπαίδευσης των χρηστών, διαφορετικά επίπεδα ολοκλήρωσης μίας εργασίας (π.χ. αποτυχία, μερική επιτυχία, επιτυχία) και η ταξινόμηση δύο ή περισσότερων ιστοτόπων βάσει της προτίμησης των χρηστών. Στην κλίμακα αυτή αποδίδονται αριθμητικές τιμές σε κάθε κατηγορία δεδομένων έτσι ώστε οι κατηγορίες να είναι ιεραρχικά τοποθετημένες με σειρά, όπως για παράδειγμα τιμή 1 για πρωτοβάθμια εκπαίδευση, τιμή 2 για δευτεροβάθμια, και τιμή 3 για τριτοβάθμια. Ωστόσο, δεν μπορεί να υπολογιστεί βαθμός διαφοράς ή σχετικό μέγεθος μεταξύ δύο κατηγοριών. Για παράδειγμα δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η δευτεροβάθμια εκπαίδευση (τιμή 2) αντιστοιχεί σε δύο φορές μεγαλύτερο επίπεδο εκπαίδευσης σε σχέση με την πρωτοβάθμια (τιμή 1) ή ότι απέχει εξίσου από την τριτοβάθμια (τιμή 3) και την πρωτοβάθμια (τιμή 1).

Η **κλίμακα διαστήματος** έχει όλα τα χαρακτηριστικά της κλίμακας διάταξης, με μία πρόσθετη ιδιότητα, αυτή της απόστασης: η διαφορά μεταξύ δύο τυχαίων διαβαθμίσεων μέσα στην κλίμακα αντιπροσωπεύει και ίση διαφορά στο μετρούμενο χαρακτηριστικό. Ωστόσο, το μηδενικό σημείο της κλίμακας επιλέγεται αυθαίρετα (δεν δηλώνει την απουσία του μετρούμενου χαρακτηριστικού) και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν αναλογικές σχέσεις. Κλασσικό παράδειγμα τέτοιας κλίμακας είναι αυτή της μέτρησης θερμοκρασίας σε βαθμούς κελσίου, όπου 30°C δεν αντιστοιχούν σε διπλάσια ζέστη συγκριτικά με 15°C. Στο πεδίο της ΑΑΥ, παραδείγματα κλίμακας διαστήματος αποτελούν το σκορ του ερωτηματολογίου SUS (βλέπε κεφάλαιο 9), αλλά και οι απαντήσεις σε ερωτήσεις που παρουσιάζονται σε μορφή κλίμακας με ίσες αποστάσεις μεταξύ των δυνατών τιμών (βλέπε εικόνα 11.1). Για τις τελευταίες, υπάρχει διαφωνία στην ερευνητική κοινότητα αναφορικά με το εάν είναι κλίμακας διαστήματος ή διάταξης. Η δική μας πρόταση, όπως και άλλων ερευνητών (MacKenzie, 2013; Tullis & Albert, 2008), είναι να θεωρούνται δεδομένα κλίμακας διαστήματος εφόσον οι δυνατές απαντήσεις στην ερώτηση ισαπέχουν τόσο εννοιολογικά όσο και οπτικά (βλέπε εικόνα 11.1). Σε αυτό μπορεί να βοηθήσει η παρουσίαση των απαντήσεων με αντιστοιχημένες αριθμητικές τιμές, και η τοποθέτηση των λεκτικών περιγραφών στις ακραίες απαντήσεις (βλέπε εικόνα 11.1). Οι Tullis και Albert (2008) προτείνουν τον εξής κανόνα: «Εάν το μεσαίο σημείο ανάμεσα σε δύο απαντήσεις της κλίμακας βγάζει νόημα τότε τα δεδομένα μπορούν να θεωρηθούν κλίμακας διαστήματος».

α) Συνολικά, η εμπειρία μου με αυτό το σύστημα ήταν:

Πολύ κακή Κακή Μέτρια Καλή Πολύ καλή

β) Συνολικά, η εμπειρία μου με αυτό το σύστημα ήταν:

Πολύ κακή (1) Πολύ καλή (5)

γ) Συνολικά, η εμπειρία μου με αυτό το σύστημα ήταν:

Πολύ κακή 1 2 3 4 5 Πολύ καλή

Εικόνα 11.1 Παραδείγματα τρόπων παρουσίασης απαντήσεων σε ερώτηση προς το χρήστη και επίπεδο μέτρησης των δεδομένων που συλλέγονται: α) δεδομένα κλίμακας διάταξης, β) δεδομένα κλίμακας διαστήματος, γ) δεδομένα κλίμακας διαστήματος.

Τέλος, το υψηλότερο επίπεδο μέτρησης είναι η **κλίμακα λόγου**. Η κλίμακα λόγου έχει όλες τις ιδιότητες της κλίμακας διαστήματος, και επιπρόσθετα διαθέτει ένα ορισμένο μηδενικό σημείο που αντιπροσωπεύει την απουσία του μετρούμενου χαρακτηριστικού. Έτσι, εδώ μπορούν να μελετηθούν και αναλογικές σχέσεις, εκτός από διαφορές. Παραδείγματα στην ΑΑΥ αποτελούν η ηλικία του χρήστη, ο αριθμός των ιστοσελίδων που επισκέφθηκε και ο χρόνος ολοκλήρωσης μιας εργασίας. Πράγματι, 30 δευτερόλεπτα αντιστοιχούν σε τριπλάσιο χρόνο ολοκλήρωσης μίας εργασίας συγκριτικά με 10 δευτερόλεπτα, ενώ το μηδέν της κλίμακας αναπαριστά ότι δεν έχει παρέλθει κάποιος χρόνος από την έναρξη της εργασίας.

Ένας άλλος συνηθισμένος διαχωρισμός των δεδομένων είναι σε ποιοτικά και ποσοτικά. Ποιοτικά ονομάζονται τα δεδομένα που δεν επιδέχονται μέτρηση, όπως για παράδειγμα το φύλο, ενώ ποσοτικά αυτά που μπορούν να μετρηθούν μέσω κάποιας κλίμακας, όπως για παράδειγμα ο χρόνος, η ηλικία κ.λπ. Τα ποιοτικά δεδομένα μπορεί να είναι οργανωμένα απλά σαν ονομαστικές κατηγορίες, όπως για παράδειγμα το φύλο, ή σαν ταξινομημένες κατηγορίες, όπως για παράδειγμα το επίπεδο ολοκλήρωσης μίας εργασίας. Τα ποσοτικά δεδομένα μπορεί να επιδέχονται μέτρηση σε κλίμακα διαστήματος ή λόγου και διακρίνονται σε συνεχή (continuous), όπως είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης μίας εργασίας, και διακριτά (discrete), όπως είναι η απάντηση σε μία πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης της ευκολίας χρήσης ενός συστήματος.

11.1.6 Ανεξάρτητες και εξαρτημένες μεταβλητές

Τις περισσότερες φορές ο στόχος της έρευνας είναι να δημιουργήσει μία σχέση αιτίου-αιτιατού ή αιτίου-αποτελέσματος (cause and effect) ανάμεσα σε δύο μεταβλητές (variables)¹⁶. Με άλλα λόγια, ο στόχος σε μία έρευνα είναι να αποδειχθεί ότι οι αλλαγές που εμφανίζονται στην τιμή μιας μεταβλητής οφείλονται στην αλλαγή της τιμής μιας άλλης μεταβλητής¹⁷.

Για να γίνει αυτό εφικτό, η επιστημονική έρευνα χρησιμοποιεί δείγματα και προσεκτικά σχεδιασμένα πειράματα, όπου ο ερευνητής μπορεί να ελέγχει την τιμή μιας μεταβλητής και ταυτόχρονα να παρατηρεί τις τιμές της άλλης μεταβλητής χωρίς η διαδικασία του πειράματος να επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες ή μεταβλητές. Η μεταβλητή που ελέγχει ο ερευνητής ονομάζεται ανεξάρτητη μεταβλητή (independent variable), ενώ αυτή που αποτελεί το αντικείμενο παρατήρησης ονομάζεται εξαρτημένη μεταβλητή (dependent variable). Το ζητούμενο για τον ερευνητή είναι να εξετάσει την επίδραση (effect) των διαφορετικών τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής στις τιμές της εξαρτημένης.

Στο πεδίο της ΑΑΥ, οι ανεξάρτητες μεταβλητές συνήθως αφορούν (Lazar et al., 2010):

- Τύπους τεχνολογιών, συσκευών ή σχεδιασμών, π.χ. χρήση εισόδου με ομιλία σε αντιδιαστολή με το πληκτρολόγιο, χρήση ποντικιού σε αντιδιαστολή με χειριστήριο joystick, στυλ αλληλεπίδρασης γραμμής εντολών σε αντιδιαστολή με απευθείας χειρισμό, ένα σχέδιο οπτικής διάταξης μίας ιστοσελίδας σε αντιδιαστολή με ένα άλλο σχέδιο.
- Χαρακτηριστικά του χρήστη, π.χ. φύλο, ηλικία, εμπειρία χρήσης υπολογιστών, εμπειρία σε κάποιο γνωστικό αντικείμενο, επίπεδο μόρφωσης, κουλτούρα και δεξιότητες.
- Πλαίσιο χρήσης τεχνολογίας, π.χ. παράγοντες που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον (π.χ. φωτισμός, θερμοκρασία, θόρυβος), την κατάσταση του χρήστη (π.χ. καθήμενος, περπατώντας,

¹⁶ Μεταβλητή ονομάζεται οποιοδήποτε χαρακτηριστικό ή κατάσταση παρουσιάζει αλλαγή ή έχει διαφορετική τιμή για διαφορετικά υποκείμενα τα οποία ανήκουν σε έναν πληθυσμό ή ένα δείγμα.

¹⁷ Δεν είναι ασυνήθιστο ο ερευνητής να ελέγχει και να παρατηρεί πολλές μεταβλητές ταυτόχρονα, αλλά στο πλαίσιο αυτού του εισαγωγικού κεφαλαίου χρησιμοποιούμε την απλούστερη περίπτωση όπου ελέγχει μία μεταβλητή και παρατηρεί μία άλλη.

τρέχοντας) και με κοινωνικούς παράγοντες (π.χ. αριθμός ατόμων, κίνητρα της ομάδας, σχέσεις των ατόμων).

Αντίστοιχα, οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται συχνότερα στο πεδίο της ΑΑΥ αφορούν (Lazar et al., 2010; Tullis & Albert, 2008):

- Αποτελεσματικότητα αλληλεπίδρασης χρήστη-συστήματος, π.χ. ποσοστό εργασίας που ολοκληρώθηκε.
- Αποδοτικότητα αλληλεπίδρασης χρήστη-συστήματος, π.χ. χρόνος ολοκλήρωσης εργασίας.
- Υποκειμενική ικανοποίηση του χρήστη, π.χ. βαθμολογία χρηστών στο ερωτηματολόγιο SUS (βλέπε κεφάλαιο 9).
- Εκμάθηση του συστήματος και διατήρηση της γνώσης χρήσης του, π.χ. χρόνος ολοκλήρωσης ή αριθμός λαθών κατά την εκτέλεση της ίδιας εργασίας μετά από μία εβδομάδα.
- Νοητικό και σωματικό φόρτο εργασίας, π.χ. βαθμολογία στο ερωτηματολόγιο NASA-TLX, επίπεδο εφίδρωσης του χρήστη.

11.1.7 Μελέτη με ανεξάρτητα ή εξαρτημένα δείγματα

Αναφορικά με τον τρόπο σχεδιασμού ενός πειράματος, υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις: α) ανεξάρτητων δειγμάτων (between samples ή between subjects) και β) εξαρτημένων δειγμάτων (within subjects ή within samples). Στις μελέτες με ανεξάρτητα δείγματα ο κάθε συμμετέχων λαμβάνει μέρος μόνο σε μία από τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής (πειραματική συνθήκη). Αντιθέτως, σε μελέτες με εξαρτημένα δείγματα, κάθε συμμετέχων λαμβάνει μέρος σε όλες τις πειραματικές συνθήκες. Με άλλα λόγια, επαναλαμβάνοντας τις μετρήσεις στο ίδιο σύνολο υποκειμένων και για διαφορετικές συνθήκες προσπαθούμε να εντοπίσουμε διαφορές στη συμπεριφορά τους. Αυτός είναι ο λόγος που οι μελέτες αυτές είναι γνωστές και ως επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures).

Οι δύο αυτές προσεγγίσεις είναι εναλλακτικές, τα πλεονεκτήματα της μίας είναι μειονεκτήματα της άλλης και αντίστροφα. Το σημαντικό πλεονέκτημα των πειραμάτων με εξαρτημένα δείγματα είναι το γεγονός ότι δεν επιτρέπουν στη διαφορετικότητα των συμμετεχόντων (π.χ. επίπεδο νοημοσύνης, μόρφωσης, κοινωνικότητας κ.λπ.) να επιδράσει στα αποτελέσματα της μελέτης, αφού συμμετέχουν όλοι σε όλες τις πειραματικές συνθήκες. Επίσης, οι μελέτες αυτές λόγω του τρόπου σχεδιασμού τους χρειάζονται μικρότερο συνολικό αριθμό συμμετεχόντων. Το βασικό μειονέκτημα αυτών των μελετών είναι ότι επειδή ακριβώς χρησιμοποιούν τον ίδιο αριθμό συμμετεχόντων σε όλες τις πειραματικές συνθήκες υπάρχει ο κίνδυνος να επιδράσουν άλλοι ανεπιθύμητοι παράγοντες στα αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα η κόπωση των συμμετεχόντων, η αυξημένη πιθανότητα οι συμμετέχοντες να βαρεθούν, και η πρότερη εμπειρία χρήσης του συστήματος που προκύπτει από τη συμμετοχή τους στις πειραματικές συνθήκες που προηγήθηκαν. Η επίδραση αυτών των ανεπιθύμητων παραγόντων μπορεί να περιοριστεί ακολουθώντας τις πρακτικές συμβουλές της ενότητας 11.1.8. Επιπρόσθετα, χρειάζεται να ληφθεί υπόψη ότι οι μελέτες με εξαρτημένα δείγματα απαιτούν περισσότερο χρόνο τόσο για τους συμμετέχοντες όσο και για τους υπεύθυνους διεξαγωγής των πειραμάτων.

Τέλος, σημειώνεται ότι υπάρχει και μία τρίτη προσέγγιση σχεδιασμού πειραμάτων, η επονομαζόμενη μελέτη μικτού-σχεδιασμού (mixed design ή split-plot), η οποία συνδυάζει τις δύο βασικές προσεγγίσεις. Με άλλα λόγια περιλαμβάνει κάποιο συνδυασμό ανεξάρτητων δειγμάτων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Ωστόσο, στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου δεν θα αναφερθούμε περαιτέρω σε αυτήν την πιο σύνθετη προσέγγιση πειραματικού σχεδιασμού.

11.1.8 Σφάλματα μεροληψίας

Τα σφάλματα μεροληψίας (biases) είναι προβλήματα στο σχεδιασμό του πειράματος που μπορεί να οδηγήσουν σε αποτελέσματα τα οποία δεν σχετίζονται με τις μεταβλητές που μελετώνται και ως εκ τούτου να μειώσουν την αξιοπιστία της μελέτης. Τέτοια σφάλματα μεροληψίας μπορεί να σχετίζονται με τα εργαλεία μέτρησης, τις πειραματικές διαδικασίες, τους συμμετέχοντες, τη συμπεριφορά των υπεύθυνων διεξαγωγής του πειράματος και παράγοντες που είναι σχετικοί με το περιβάλλον που λαμβάνει χώρα το πείραμα.

Ακολουθούν ορισμένες πρακτικές συμβουλές για την ελαχιστοποίηση των πιθανών πηγών μεροληψίας βάσει της εμπειρίας των συγγραφέων και της σχετικής βιβλιογραφίας (Lazar, Feng, & Hochheiser, 2010; Tullis & Albert, 2008):

1. Διασφαλίστε ότι το δείγμα των συμμετεχόντων στο πείραμα είναι αντιπροσωπευτικό του υπό μελέτη πληθυσμού.
2. Προτιμήστε αξιόπιστα εργαλεία συλλογής δεδομένων, π.χ. σταθμισμένα ερωτηματολόγια, αυτόματη καταγραφή του χρόνου χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση κ.λπ.
3. Καταγράψτε τις ακριβείς οδηγίες προς τους συμμετέχοντες. Όπου είναι εφικτό, χρησιμοποιήστε προ-ηχογραφημένες οδηγίες.
4. Προετοιμάστε ένα έγγραφο με αναλυτικές οδηγίες για τα ακριβή βήματα της πειραματικής διαδικασίας που πρέπει να ακολουθήσουν οι υπεύθυνοι διεξαγωγής του πειράματος.
5. Διοργανώστε μία συνάντηση ενημέρωσης και καθοδήγησης των υπεύθυνων διεξαγωγής του πειράματος. Εξηγήστε τους ότι πρέπει να είναι ήρεμοι, υπομονετικοί και ουδέτεροι με τους συμμετέχοντες στο πείραμα.
6. Προβείτε σε τυχαία ανάθεση (randomization) της σειράς των εργασιών προς εκτέλεση (test tasks) από τους συμμετέχοντες. Επίσης, σε μελέτες με εξαρτημένα δείγματα, πρέπει να είναι τυχαία και η σειρά παρουσίασης των διαφορετικών τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής, δηλαδή των πειραματικών συνθηκών (conditions).
7. Προσπαθήστε να σκεφτείτε και να καταγράψετε μεταβλητές που ενδεχομένως να αλληλεπιδρούν με την εξαρτημένη ή την ανεξάρτητη μεταβλητή του πειράματος, γνωστές ως μεταβλητές σύγχυσης (confounding variables). Αν υπάρχει τρόπος, προσπαθήστε να ελέγξετε την επίδραση τους (π.χ. ισάριθμη συμμετοχή ανδρών και γυναικών) ή να τις μετρήσετε έτσι ώστε να ληφθούν υπόψη κατά τη στατιστική ανάλυση (π.χ. καταγραφή ηλικίας, πρότερης εμπειρίας χρήσης κ.λπ.).
8. Πραγματοποιήστε πιλοτικές μελέτες έτσι ώστε να ελέγξετε την πειραματική διαδικασία, τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό, τα εργαλεία μέτρησης κ.λπ.
9. Καθησυχάστε τους συμμετέχοντες ενημερώνοντάς τους ότι αξιολογείται το σύστημα και όχι οι γνώσεις ή οι δεξιότητές τους. Προσοχή να μην το παρακάνετε γιατί θα έχει το αντίθετο αποτέλεσμα από το επιθυμητό.
10. Επαναπρογραμματίστε μία συνεδρία αξιολόγησης ή δώστε χρόνο στον ή στους συμμετέχοντες να εγκλιματιστούν εάν κάποιος φτάσει αργοπορημένος, κουρασμένος, αγχωμένος κ.λπ.
11. Εάν είναι εφικτό, ζητήστε την ταυτόχρονη συμμετοχή δύο ατόμων κατά τη διεξαγωγή του πειράματος έτσι ώστε να μοιραστεί ο φόρτος επικοινωνίας με τους συμμετέχοντες και ο φόρτος καταγραφής παρατηρήσεων.

12. Ελέγξτε την καταλληλότητα του περιβάλλοντος στο οποίο θα διεξαχθεί το πείραμα. Αν το περιβάλλον είναι εργαστηριακό, φροντίστε να είναι ήσυχο, επαρκώς φωτισμένο κ.λπ. Αν είναι εφικτό τοποθετήστε τους συμμετέχοντες στο πείραμα σε διαφορετικό δωμάτιο από αυτό του υπεύθυνου διεξαγωγής (π.χ. σε δύο δωμάτια που χωρίζονται με καθρέπτη μονής όψης). Αν πρόκειται για μελέτη πεδίου, επισκεφτείτε το χώρο πριν την προγραμματισμένη έναρξη του πειράματος έτσι ώστε να είστε σίγουροι ότι πληροί τις προϋποθέσεις της μελέτης σας.

11.1.9 Κατηγορίες στατιστικών μεθόδων

Οι στατιστικές μέθοδοι συνήθως ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες: α) περιγραφική στατιστική (descriptive statistics), και β) επαγωγική ή συμπερασματική στατιστική (inferential statistics).

Η περιγραφική στατιστική στοχεύει στην οργάνωση, την απλοποίηση και τη συνοπτική παρουσίαση των δεδομένων χρησιμοποιώντας τη δημιουργία γραφημάτων και στατιστικούς δείκτες όπως είναι ο υπολογισμός της μέσης τιμής (mean) και της τυπικής απόκλισης (standard deviation). Άλλοι περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια του κεφαλαίου. Η επαγωγική στατιστική (inferential statistics), εστιάζεται στην εξαγωγή χρήσιμων και γενικεύσιμων συμπερασμάτων για τους πληθυσμούς συγκεντρώνοντας και αναλύοντας δεδομένα που συλλέγονται από δείγματα των σχετικών πληθυσμών.

11.2 Περιγραφική στατιστική

Η περιγραφική στατιστική διευκολύνει την οργάνωση, κατανόηση και παρουσίαση πειραματικών δεδομένων που αφορούν σε ένα ή περισσότερα **δείγματα**. Η συνοπτική παρουσίαση των δεδομένων μπορεί να γίνει είτε με χρήση αριθμητικών δεικτών (π.χ. μέσος όρος, τυπική απόκλιση) είτε με χρήση γραφημάτων (π.χ. ιστόγραμμα, ραβδόγραμμα, διάγραμμα διασποράς κ.λπ.).

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τρεις τρόποι περιληπτικής περιγραφής ενός συνόλου δεδομένων: μέτρα κεντρικής τάσης, μέτρα διασποράς και γραφήματα δεδομένων. Στο τέλος της ενότητας, περιλαμβάνεται ένας συνοπτικός οδηγός για τη διαδικασία υπολογισμού των περιγραφικών στατιστικών δεικτών που περιγράφονται στη συνέχεια. Προτείνεται ιδιαίτερα, η χρήση διαστημάτων εμπιστοσύνης σε συνδυασμό με τους περιγραφικούς στατιστικούς δείκτες έτσι ώστε να υπάρχει μία εκτίμηση για την πραγματική τιμή της παραμέτρου του πληθυσμού.

11.2.1 Μέτρα κεντρικής τάσης ή θέσης

Τα μέτρα κεντρικής τάσης ή θέσης (measures of central tendency) προσδιορίζουν το σημείο γύρω από το οποίο τείνουν να συγκεντρώνονται οι περισσότερες τιμές σε ένα σύνολο δεδομένων. Με άλλα λόγια, δείχνουν το κεντρικό σημείο της κατανομής των τιμών μίας ομάδας δεδομένων. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα μέτρα κεντρικής τάσης είναι: η μέση τιμή ή αριθμητικός μέσος όρος (mean), η διάμεσος (median) και η επικρατούσα τιμή (mode).

Η **μέση τιμή ή μέσος όρος** ορίζεται ως το άθροισμα ενός συνόλου τιμών διά του πλήθους τους. Χρησιμοποιείται ως περιληπτικό μέτρο για δεδομένα κλίμακας διαστήματος ή λόγου. Η μέση τιμή επηρεάζεται σημαντικά από πολύ μεγάλες ή πολύ μικρές τιμές, γνωστές ως ακραίες τιμές (outliers). Για παράδειγμα, έστω ότι έχουμε υπολογίσει το χρόνο εγγραφής σε μία πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης για επτά χρήστες και συγκεντρώσαμε τους εξής χρόνους σε δευτερόλεπτα: {30, 120, 40, 29, 28, 40, 35}. Τα

δεδομένα μας είναι κλίμακας λόγου και ο μέσος όρος είναι 46 δευτερόλεπτα. Παρατηρήστε ότι ο μέσος όρος έχει επηρεαστεί αρκετά από το χρήστη που χρειάστηκε 120 δευτερόλεπτα. Για παράδειγμα, εάν ο χρόνος του ήταν αντίστοιχος με αυτόν των άλλων χρηστών (π.χ. 40 δευτερόλεπτα), ο μέσος χρόνος θα ήταν 34,6 δευτερόλεπτα.

Η **διάμεσος** χρησιμοποιείται ως μέτρο κεντρικής τάσης είτε όταν τα δεδομένα είναι κλίμακας διάταξης, είτε όταν θέλουμε να μετριάσουμε την επίδραση των ακραίων τιμών. Η διάμεσος αντιστοιχεί σε εκείνη την τιμή για την οποία το 50% των δεδομένων έχει τιμή ίση ή μικρότερη. Για τον υπολογισμό της διατάσσουμε τα δεδομένα σε αύξουσα σειρά και αν το πλήθος τους είναι περιττό επιλέγουμε τη μεσαία τιμή, ενώ αν είναι άρτιο, η διάμεσος υπολογίζεται ως το ημίαθροισμα των μεσαίων τιμών. Ταξινομώντας σε αύξουσα σειρά τα δεδομένα των χρόνων εγγραφής του προηγούμενου παραδείγματος έχουμε τις εξής 7 τιμές {28, 29, 30, 35, 40, 40, 120}. Η διάμεσος για αυτό το περιττό πλήθος τιμών είναι η μεσαία τιμή, δηλαδή 35 δευτερόλεπτα. Παρατηρήστε ότι η τιμή αυτή (35) είναι πιο κοντά στην κεντρική τάση του συνόλου των δεδομένων συγκριτικά με το μέσο όρο (46), και αυτό συμβαίνει γιατί η διάμεσος επηρεάζεται λιγότερο από την ακραία τιμή 120.

Τέλος, ως μέτρο κεντρικής τάσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η **επικρατούσα τιμή**. Η επικρατούσα τιμή ουσιαστικά αντιστοιχεί στην τιμή με τη μεγαλύτερη συχνότητα και χρησιμοποιείται συνήθως συμπληρωματικά με τα δύο προηγούμενα μέτρα κεντρικής τάσης ή χρησιμοποιείται όταν είναι διαθέσιμα ποιοτικά δεδομένα με τη μορφή ονομαστικών κατηγοριών, όπου δεν έχει νόημα ο υπολογισμός της μέσης τιμής ή της διαμέσου. Στο παραπάνω παράδειγμα δεδομένων η επικρατούσα τιμή είναι 40 δευτερόλεπτα.

11.2.2 Μέτρα διασποράς

Τα μέτρα διασποράς (measures of variability) δίνουν μία εικόνα σχετικά με το πόσο συγκεντρωμένες είναι οι τιμές σε ένα σύνολο δεδομένων. Τα κυριότερα μέτρα διασποράς είναι το εύρος (range), το ήμι-ενδοτεταρτομοριακό εύρος (semi-interquartile range), η τυπική απόκλιση (standard deviation) και η διακύμανση (variance).

Το **εύρος** ορίζεται ως η διαφορά της μεγαλύτερης τιμής από τη μικρότερη. Το εύρος θεωρείται ένα πρόχειρο μέτρο διασποράς καθώς βασίζεται μόνο στις ακραίες τιμές. Το εύρος επηρεάζεται πολύ από κάθε νέα τιμή ιδιαίτερα δε, αν αυτή η τιμή βρίσκεται στα άκρα και άρα μπορεί να επηρεάσει τη μικρότερη ή τη μεγαλύτερη τιμή του δείγματος. Στο προαναφερθέν δείγμα {28, 29, 30, 35, 40, 40, 120} με τους χρόνους εγγραφής σε μία πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης το εύρος υπολογίζεται σε 92 δευτερόλεπτα (120-28).

Το **ήμι-ενδοτεταρτομοριακό εύρος** ορίζεται ως το μισό του εύρους που καλύπτει το κεντρικό 50% της κατανομής δεδομένων. Επειδή το ήμι-ενδοτεταρτομοριακό εύρος επικεντρώνεται στο κεντρικό 50% της κατανομής είναι λιγότερο πιθανό να επηρεαστεί από ακραίες τιμές. Το ήμι-ενδοτεταρτομοριακό εύρος χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με τη διάμεσο. Στο παράδειγμα με τους χρόνους εγγραφής υπολογίζεται σε 5,5 δευτερόλεπτα.

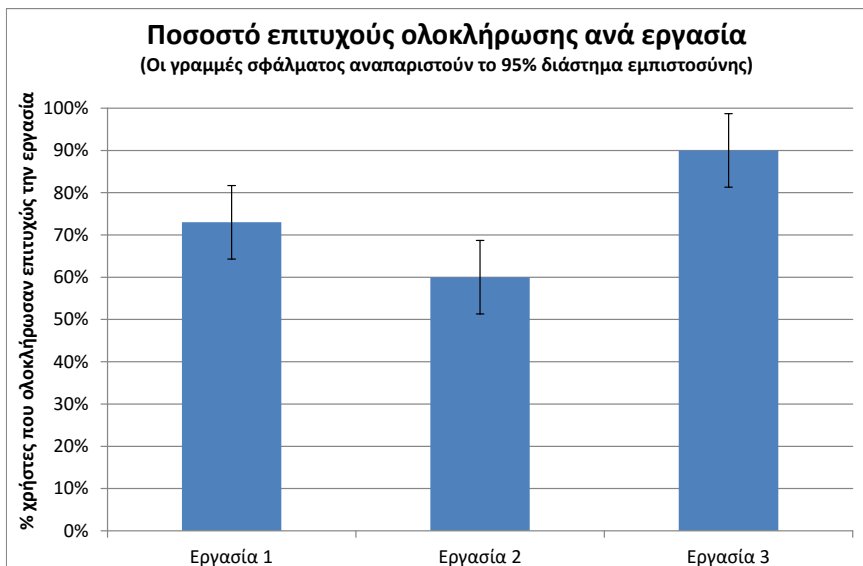
Ωστόσο ακόμη και το ήμι-ενδοτεταρτομοριακό εύρος δεν δίνει μία ακριβή εικόνα για τη διασπορά των τιμών καθώς δεν λαμβάνει υπόψη του τις πραγματικές αποστάσεις μεταξύ όλων των τιμών των δεδομένων. Για το λόγο αυτό τα πιο συνηθισμένα μέτρα διασποράς είναι η **διακύμανση** και η **τυπική απόκλιση** που χρησιμοποιούν ως σημείο αναφοράς τη μέση τιμή και λαμβάνουν υπόψη την απόσταση όλων των τιμών των δεδομένων από αυτήν. Στο παράδειγμα με τους χρόνους εγγραφής η διακύμανση υπολογίζεται σε 1089,7 δευτερόλεπτα². Παρατηρήστε ότι η διακύμανση έχει διαφορετική μονάδα μέτρησης από το αρχικό σύνολο δεδομένων (υψωμένη στο τετράγωνο), κάτι που καθιστά δύσκολη τη χρήση και ερμη-

νεία της ως προς τα αρχικά δεδομένα. Ως εκ τούτου, συνήθως χρησιμοποιείται η τυπική απόκλιση που προκύπτει από την τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης. Για το παράδειγμα μας υπολογίζεται σε 33 δευτερόλεπτα.

11.2.3 Γραφήματα δεδομένων

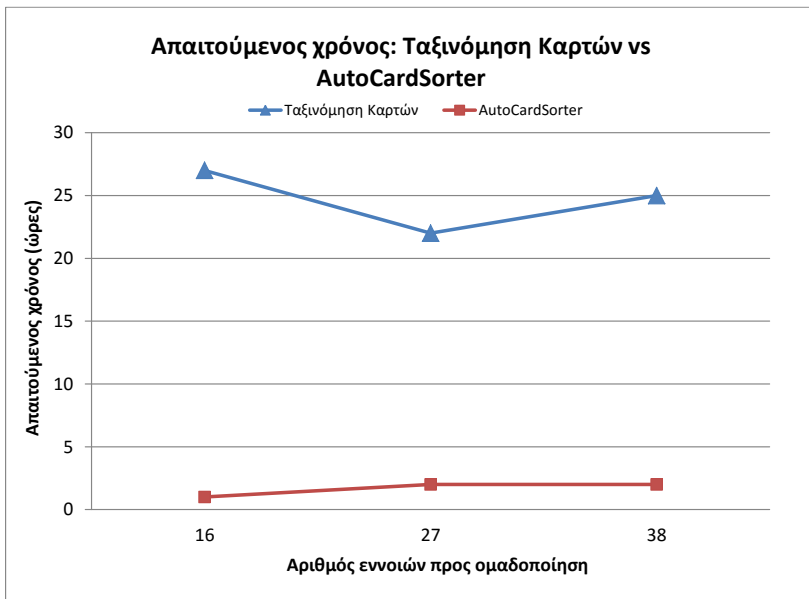
Τα γραφήματα δεδομένων είναι μία συνοπτική οπτική παρουσίαση ενός συνόλου δεδομένων. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε τους τύπους γραφημάτων δεδομένων που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στο πλαίσιο της μέτρησης εμπειρίας χρήστη.

Τα γραφήματα σε **μορφή στήλης (column graph)** και σε **μορφή μπάρας (bar graph)** αποτελούν τα πλέον συνηθισμένα γραφήματα δεδομένων εμπειρίας χρήστη. Το γράφημα στήλης έχει κατακόρυφο προσανατολισμό, ενώ το γράφημα μπάρας έχει οριζόντιο. Ωστόσο, συχνά χρησιμοποιείται ο όρος γράφημα μπάρας και για τις δύο αυτές μορφές. Τα γραφήματα αυτά, είναι κατάλληλα για την παρουσίαση ποσοτικών μεταβλητών που μπορούν να λάβουν συνεχείς τιμές (π.χ. χρόνος, ποσοστό) ως προς μεταβλητές που μπορούν να λάβουν διακριτές τιμές (π.χ. εναλλακτικοί σχεδιασμοί, εργασίες). Στην εικόνα 11.2 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα τέτοιου γραφήματος στο οποίο οι γραμμές σφάλματος αναπαριστούν το 95% διάστημα εμπιστοσύνης.



Εικόνα 11.2 Παράδειγμα γραφήματος σε μορφή στήλης.

Το **γράφημα γραμμής (line graph)** συνήθως χρησιμοποιείται για να δείξει τάσεις σε συνεχείς μεταβλητές. Για παράδειγμα, μπορεί να απεικονίζεται ο αριθμός των λαθών ή ο χρόνος ολοκλήρωσης μίας εργασίας σε σχέση με την ηλικία του χρήστη ή τον αριθμό των προσπαθειών του για την εκτέλεση της εργασίας. Στην εικόνα 11.3 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα τέτοιου γραφήματος.



Εικόνα 11.3 Παράδειγμα γραφήματος σε μορφή γραμμής.

Το **γράφημα διασποράς (scatterplot)** απεικονίζει ζευγάρια τιμών x-y, συνήθως για δύο συνεχείς μεταβλητές. Τυπικά, ο στόχος ενός τέτοιου γραφήματος είναι να απεικονίσει κάποια σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών, όπως για παράδειγμα μία αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην ηλικία του χρήστη και στο χρόνο ολοκλήρωσης μία εργασίας. Παραδείγματα γραφημάτων διασποράς παρουσιάζονται στην ενότητα 11.5.

Τα **γραφήματα σε μορφή πίτας (pie chart)** και σε μορφή **σωρευμένων στηλών (stacked bar graph)** είναι χρήσιμα για τη συγκριτική απεικόνιση των επιμέρους αναλογιών ενός συνόλου. Στο πλαίσιο της μέτρησης εμπειρίας χρήστη, η πιο συχνή χρήση τους είναι για την αναπαράσταση διαφορετικών επιπέδων ολοκλήρωσης μίας εργασίας του χρήστη (π.χ. % αποτυχία, % μερική επιτυχία, % επιτυχία).

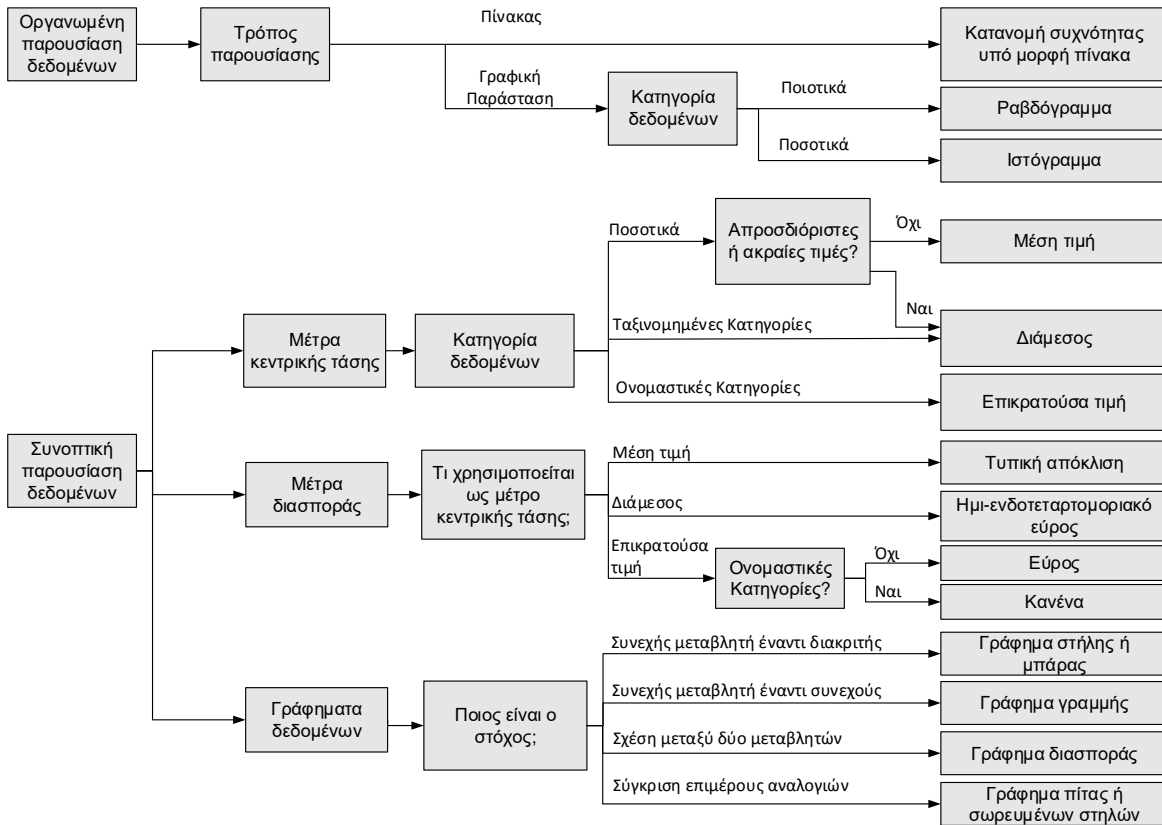
Τέλος, οι **κατανομές συχνότητας (frequency distributions)** αποτελούν μία από τις πιο γνωστές μεθόδους για την παρουσίαση της κατανομής των δεδομένων στην κλίμακα μέτρησης. Οι κατανομές συχνότητας μπορούν να δομηθούν είτε ως πίνακες, είτε ως γραφικές παραστάσεις. Ανάλογα με την κατηγορία των δεδομένων (ποσοτικά ή ποιοτικά), χρησιμοποιούνται διαφορετικές μορφές αυτών των κατανομών (ιστογράμματα ή ραβδογράμματα αντίστοιχα).

Ακολουθούν ορισμένες πρακτικές συμβουλές για τη δημιουργία γραφημάτων από τους Tullis και Albert (2008) :

- Να παρέχετε ετικέτες για τους άξονες και τις μονάδες μέτρησής τους.
- Μην χρησιμοποιείτε μεγαλύτερη ακρίβεια δεκαδικών ψηφίων από ότι απαιτεί το μετρούμενο χαρακτηριστικό.
- Μην στηρίζετε μόνο στο χρώμα για να επικοινωνήσετε μία πληροφορία.
- Να δείχνετε διαστήματα εμπιστοσύνης, όπου αυτό είναι εφικτό.
- Μην «φορτώνετε» τα γραφήματα σας με υπερβολική πληροφορία.

11.2.4 Επιλογή και τύποι υπολογισμού περιγραφικών στατιστικών δεικτών

Στη συνέχεια παρατίθεται ένα διάγραμμα αποφάσεων, που μπορεί να βοηθήσει τον αναγνώστη να επιλέξει τον πιο κατάλληλο περιγραφικό στατιστικό δείκτη ανά περίπτωση. Επιπλέον, παρουσιάζεται ένας πίνακας που συνοψίζει τους τύπους υπολογισμού των περιγραφικών στατιστικών δεικτών που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες.



Εικόνα 11.4 Διάγραμμα αποφάσεων για την επιλογή περιγραφικών στατιστικών δεικτών. Επέκταση από πηγή: Κατσάνος και Αβούρης (2008).

Περιγραφικός Στατιστικός Δείκτης	Τύποι - Διαδικασία Υπολογισμού (X : τιμή δεδομένου, N : μέγεθος πληθυσμού n : μέγεθος δείγματος)	
	Μέση Τιμή (mean)	Πληθυσμός
	Δείγμα	$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$
Διάμεσος (median)	Διάταξη δεδομένων σε αύξουσα σειρά. Η διάμεσος ισούται με: <ul style="list-style-type: none"> τη μεσαία τιμή για πλήθος τιμών περιττό το ημίθροισμα των μεσαίων τιμών για πλήθος τιμών άρτιο 	
Επικρατούσα Τιμή (mode)	Ισούται με την τιμή με τη μεγαλύτερη συχνότητα.	
Εύρος (range)	Ισούται με τη διαφορά της μεγαλύτερης από τη μικρότερη τιμή.	

Ημι-ενδοτεταρτομοριακό εύρος (semi-interquartile range)	Ισούται με το μισό του εύρους που καλύπτει το κεντρικό 50% της κατανομής των δεδομένων. Υπολογίζεται από την ημιδιαφορά του τρίτου τεταρτημορίου (Q3) από το πρώτο τεταρτημόριο (Q1).		
Διακύμανση (variance)	Πληθυσμός	$\sigma^2 = \frac{SS}{N}$	$SS = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$
	Δείγμα	$s^2 = \frac{SS}{n-1}$	$SS = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$
Τυπική απόκλιση (standard deviation - sd)	Πληθυσμός	$\sigma = \sqrt{\frac{SS}{N}}$	$SS = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$
	Δείγμα	$s = \sqrt{\frac{SS}{n-1}}$	$SS = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$

Πίνακας 11.1 Διαδικασία και μαθηματικοί τύποι υπολογισμού τυπικών περιγραφικών μέτρων πληθυσμού και δείγματος. *Επέκταση από πηγή: Κατσάνος και Αβούρης (2008).*

11.3 Επαγωγική στατιστική: Έλεγχος υποθέσεων

Ένα πείραμα τυπικά ξεκινά με κάποια υπόθεση έρευνας (hypothesis). Η υπόθεση είναι μία σύντομη και σαφής πρόταση εξήγησης ενός φαινομένου, η οποία μπορεί να ελεγχθεί με εμπειρικό τρόπο σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο (πείραμα ή εμπειρική μελέτη). Ουσιαστικά αποτελεί την πρόβλεψη του ερευνητή για την επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Με άλλα λόγια, προσπαθεί να εντοπίσει την ύπαρξη σχέσης αιτίου-αιτιατού (cause and effect). Ο έλεγχος υποθέσεων (hypothesis testing) αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της επαγωγικής στατιστικής και ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τον ερευνητή, καθώς του επιτρέπει να ελέγξει την εγκυρότητα των υποθέσεων του.

Συγκριτικά με μία υπόθεση, μία θεωρία είναι πιο γενική και έχει ευρύτερο πεδίο εφαρμογής. Γι' αυτό, η καθιέρωσή της απαιτεί τη διεξαγωγή αρκετών εμπειρικών μελετών. Για παράδειγμα, ο Νόμος του Fitts που περιγράφεται στο κεφάλαιο 2, είναι μία θεωρία που δηλώνει μία γενικευμένη σχέση ανάμεσα στο χρόνο μετακίνησης, στην απόσταση μετακίνησης και στο εύρος του στόχου. Η θεωρία αυτή καθιερώθηκε έπειτα από εκατοντάδες πειράματα με διάφορες δεικτικές συσκευές, εργασίες κατάδειξης, χρήστες διαφορετικών χαρακτηριστικών κ.λπ. Απαραίτητο εργαλείο για το σκοπό αυτό ήταν ο έλεγχος υποθέσεων για τη σχέση των παραπάνω παραμέτρων μέσα από εμπειρικές μελέτες.

Αν και υπάρχουν διάφορες παραλλαγές της μεθόδου ελέγχου υποθέσεων για κάθε ερευνητική περίπτωση, η λογική του ελέγχου υποθέσεων μπορεί να συνοψιστεί στα εξής τέσσερα βήματα: α) διατύπωση υποθέσεων, β) διαμόρφωση των κριτηρίων για την αξιολόγηση της μηδενικής υπόθεσης (για την εξήγησή της βλέπε επόμενη ενότητα), γ) συλλογή δεδομένων από δείγματα και δ) αξιολόγηση της μηδενικής υπόθεσης.

11.3.1 Βήμα 1ο: Διατύπωση των υποθέσεων

Αρχικά, διατυπώνεται η μηδενική υπόθεση H_0 (null hypothesis), η οποία είναι μία πρόταση που προβλέπει ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν έχει καμία επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή. Έτσι, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ακόμη και αν αλλάξει η ανεξάρτητη μεταβλητή οι υπόλοιπες παράμετροι του πληθυσμού θα είναι γνωστές καθώς η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν έχει επίδραση σε αυτές. Επομένως, οι τιμές

των παραμέτρων του πληθυσμού μετά την αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής είναι ίδιες με αυτές πριν την αλλαγή της. Η δεύτερη υπόθεση που διατυπώνει ο ερευνητής ονομάζεται εναλλακτική υπόθεση H_1 (alternative hypothesis) και είναι η ακριβώς αντίθετη από τη μηδενική υπόθεση, δηλαδή δηλώνει ότι η αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής επιδρά στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Ο έλεγχος υποθέσεων έχει σαν στόχο να αποδείξει ότι η μηδενική υπόθεση μπορεί να απορριφθεί με κάποιο βαθμό βεβαιότητας. Είναι προφανές ότι τα πειράματα γίνονται για να αποδείξουμε ότι η αλλαγή μιας ελεγχόμενης μεταβλητής (ανεξάρτητη) επιδρά σε μία παρατηρούμενη μεταβλητή (εξαρτημένη), δηλαδή να αποδείξουμε ότι ισχύει η εναλλακτική υπόθεση. Ωστόσο, στον έλεγχο υποθέσεων στοχεύουμε να αποδείξουμε ότι δεν ισχύει το αντίθετο, δηλαδή να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση. Με άλλα λόγια επιδιώκουμε να αποδείξουμε πως δεν ισχύει η υπόθεση ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή. Η επιλογή αυτή οφείλεται στους περιορισμούς της επαγωγικής λογικής και στο γεγονός ότι είναι γενικά πιο εύκολο να αποδείξουμε ότι κάτι δεν ισχύει παρά το αντίθετο.

11.3.2 Βήμα 2ο: Διαμόρφωση των κριτηρίων για την αξιολόγηση της μηδενικής υπόθεσης

Ο ερευνητής θα χρειαστεί να συλλέξει δεδομένα από δείγματα προκειμένου να αξιολογήσει την ισχύ της μηδενικής υπόθεσης, η οποία αφορά στον πληθυσμό. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν στατιστικοί δείκτες για να προκύψουν συμπεράσματα για τις αντίστοιχες τιμές των παραμέτρων του πληθυσμού. Ωστόσο, όσο αντιπροσωπευτικό και αν είναι το δείγμα, πάντα θα υπάρχει μια ασυμφωνία ανάμεσα στην πραγματική τιμή της παραμέτρου (που αφορά τον πληθυσμό) και του στατιστικού δείκτη (που αφορά το δείγμα) εξαιτίας σφαλμάτων, όπως είναι το σφάλμα δειγματοληψίας, και τυχαίων παραγόντων.

Γενιέται λοιπόν το κρίσιμο ερώτημα: «Η παρατηρούμενη διαφορά ανάμεσα στην τιμή του στατιστικού δείκτη πριν και μετά την επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής οφείλεται πραγματικά στην επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής ή οφείλεται απλά σε σφάλματα και τυχαίους παράγοντες;». Για παράδειγμα εάν ο ερευνητής διαλέξει δύο νέα αντιπροσωπευτικά δείγματα του πληθυσμού και μετρήσει εκ νέου τον ίδιο στατιστικό δείκτη στις ίδιες συνθήκες, θα παρατηρήσει την ίδια διαφορά στις δύο τιμές του; Σε πόσα τέτοια δείγματα πρέπει να μετρήσει το στατιστικό δείκτη και πόση διαφορά πρέπει να υπάρχει στις τιμές του έτσι ώστε να βγάλει κάποιο συμπέρασμα για τον πληθυσμό; Με άλλα λόγια, ισχύει η μηδενική υπόθεση για τον πληθυσμό ή πρέπει να απορριφθεί;

Η όποια απόφαση του ερευνητή για την ισχύ της μηδενικής υπόθεσης (η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν επιδρά στην εξαρτημένη) εμπεριέχει μία πιθανότητα λάθους. Αν τελικά αποφασίσει να απορρίψει τη μηδενική υπόθεση, είναι απαραίτητο να καθορίσει το βαθμό βεβαιότητας με τον οποίο προβαίνει σε μία τέτοια απόφαση ή με άλλα λόγια την πιθανότητα να την απορρίψει λανθασμένα ενώ ίσχυε (σφάλμα τύπου I). Η πιθανότητα αυτή ονομάζεται επίπεδο σημαντικότητας ή επίπεδο α (level of significance ή alpha level) και καθορίζει τη μέγιστη πιθανότητα λανθασμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης ενώ ίσχυε. Στις επιστημονικές μελέτες η μεγαλύτερη αποδεκτή τιμή για το α είναι 0.05, δηλαδή η μέγιστη αποδεκτή πιθανότητα σφάλματος τύπου I είναι 5%. Αν ο ερευνητής αποφασίσει να μην απορρίψει τη μηδενική υπόθεση, υπάρχει αντίστοιχα η πιθανότητα αποδοχής της ενώ δεν ίσχυε (σφάλμα τύπου II). Η πιθανότητα αυτή ονομάζεται επίπεδο β (beta level). Οι δύο τύποι λαθών σχετίζονται μεταξύ τους: αν κανείς μειώσει την πιθανότητα να απορρίψει τη μηδενική υπόθεση όταν δεν ισχύει (μικρότερο α) τότε ταυτόχρονα αυξάνει την πιθανότητα να την αποδεχθεί όταν δεν ισχύει (μεγαλύτερο β). Ο κίνδυνος σφάλματος τύπου I είναι ελεγχόμενος και τίθεται εκ των προτέρων (με μέγιστο $\alpha=0.05$), ενώ αυτός του τύπου II δεν μπορεί να εκτιμηθεί εύκολα.

11.3.3 Βήμα 3ο: Συλλογή δεδομένων από δείγματα

Επόμενο βήμα είναι η συλλογή των δεδομένων από το δείγμα ή τα δείγματα και ο υπολογισμός των κατάλληλων περιγραφικών στατιστικών δεικτών. Είναι εξαιρετικά σημαντικό να ακολουθηθούν συγκεκριμένες πρακτικές κατά τη συλλογή των δεδομένων έτσι ώστε η μέθοδος να παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα. Τέτοιες πρακτικές έχουν ήδη περιγραφεί στις ενότητες 11.1.2 και 11.1.8. Τονίζεται, ότι η διαδικασία της συλλογής των δεδομένων από το δείγμα γίνεται αφού ο ερευνητής προσδιορίσει ποιο είναι το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας (βήμα 2^ο), ώστε να αποφευχθεί ενδεχόμενη μεροληψία του ερευνητή (researcher bias).

11.3.4 Βήμα 4ο: Αξιολόγηση της μηδενικής υπόθεσης

Τελικά, ο ερευνητής αξιολογεί την ισχύ της μηδενικής υπόθεσης βάσει στατιστικών δεικτών προκειμένου να λάβει μια απόφαση σύμφωνα με τα κριτήρια που έχει θέσει στο δεύτερο βήμα. Υπάρχουν λοιπόν δύο δυνατότητες, είτε αποφασίζει να απορρίψει τη μηδενική υπόθεση (reject the null hypothesis) όταν τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το δείγμα είναι σημαντικά διαφορετικά (significantly different) από αυτά που προβλέπει η μηδενική υπόθεση, είτε οδηγείται στην απόφαση ότι απέτυχε να απορρίψει τη μηδενική υπόθεση (fail to reject the null hypothesis) όταν τα αποτελέσματα του πειράματος δεν παρέχουν επαρκείς αποδείξεις ότι η μηδενική υπόθεση δεν ισχύει.

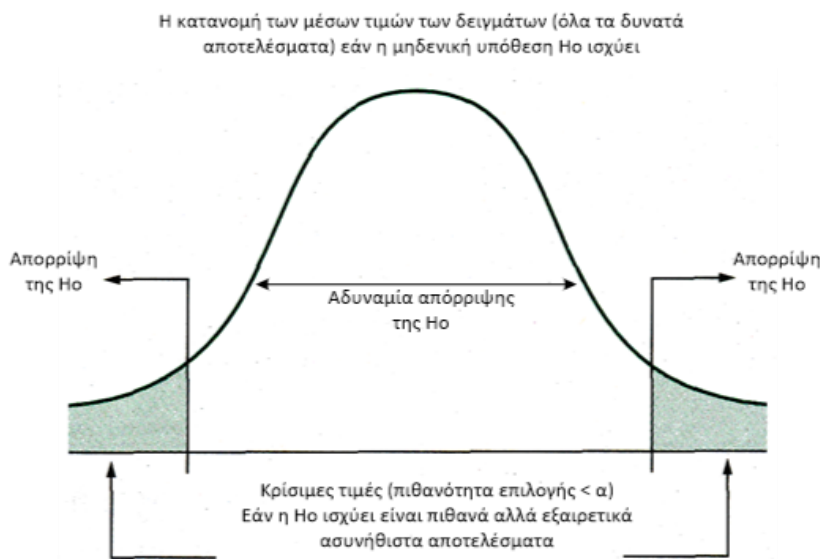
Η όποια απόφαση του ερευνητή στηρίζεται σε κάποιο στατιστικό δείκτη ελέγχου (test statistic). Όπως θα δούμε στην ενότητα 11.4, υπάρχουν διάφοροι τέτοιοι στατιστικοί δείκτες ελέγχου και η επιλογή του κατάλληλου εξαρτάται τόσο από το σχεδιασμό του πειράματος όσο και από τα δεδομένα της έρευνας. Αυτοί οι δείκτες ελέγχου, χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν αν και κατά πόσο τα αποτελέσματα του πειράματος οφείλονται αποκλειστικά και μόνο σε τυχαίους παράγοντες και σφάλματα (π.χ. σφάλμα δειγματοληψίας, ανεξέλεγκτες μεταβλητές). Συγκεκριμένα, κάθε στατιστικός δείκτης ελέγχου διαμορφώνει τον εξής λόγο:

$$\text{στατιστικό} = \frac{\text{αποτελέσματα οφείλονται στην επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής}}{\text{αποτελέσματα οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες και σφάλματα}}$$

Ως εκ τούτου, τιμές του στατιστικού δείκτη ελέγχου που είναι μεγαλύτερες από τη μονάδα, υποδηλώνουν ότι η πιθανότητα να ισχύουν τα συγκεκριμένα αποτελέσματα εξαιτίας της επίδρασης της ανεξάρτητης μεταβλητής είναι μεγαλύτερη από την πιθανότητα αυτά τα δεδομένα να οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες. Ωστόσο, ένας ερευνητής θέλει να αποδείξει ότι η πιθανότητα λήψης αυτών των αποτελεσμάτων είναι σημαντικά μεγαλύτερη, και όχι απλά μεγαλύτερη, από το να είναι τυχαία. Αυτό το επίπεδο σημαντικότητας καθορίζεται από το επίπεδο α που έχει θέσει (βήμα 2^ο). Για παράδειγμα αν ο ερευνητής έχει καθορίσει επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, αυτό σημαίνει ότι θέλει να είναι σίγουρος κατά 95% ότι τα συμπεράσματα του δεν είναι εσφαλμένα (απέρριψε λανθασμένα τη μηδενική υπόθεση). Αν και η ακριβής τιμή του κάθε στατιστικού δείκτη ελέγχου διαφέρει, σε γενικές γραμμές για $\alpha=0,05$ ο ερευνητής ζητάει τα παρατηρούμενα αποτελέσματα να εμφανίζονται στο δείγμα με περίπου διπλάσια πιθανότητα από την πιθανότητα να οφείλονται απλά στην τύχη ή σε σφάλματα, ενώ για $\alpha=0,001$ ζητάει η πιθανότητα αυτή να είναι περίπου τριπλάσια.

Στην εικόνα 11.5 φαίνεται η κατανομή όλων των δυνατών μέσων τιμών των δεδομένων που μπορούν να ληφθούν από τα δείγματα (sample means distribution) εάν ισχύει η μηδενική υπόθεση. Η κατα-

νομή αυτή είναι κανονική καθώς, εφόσον ισχύει η μηδενική υπόθεση, τα περισσότερα δείγματα αναμένεται να έχουν την ίδια μέση τιμή με τον αρχικό πληθυσμό, αφού η αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής δεν έχει καμία επίδραση. Είναι φανερό ότι οι περιοχές στις οποίες μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση (ονομάζονται κρίσιμες περιοχές) αντιστοιχούν σε μεγάλες τιμές του στατιστικού δείκτη ελέγχου. Οι τιμές αυτές εξασφαλίζουν ότι τα αποτελέσματα που έλαβε ο ερευνητής είναι αρκετά ασυνήθιστα (έχουν μεγάλη διαφορά από τη μέση τιμή του αρχικού πληθυσμού) για το επίπεδο σημαντικότητας που έχει θέσει. Η τιμή που ορίζει τις κρίσιμες περιοχές της κατανομής για τον επιλεγμένο στατιστικό δείκτη παράγεται αυτόματα από όλα τα σύγχρονα λογισμικά στατιστικής ανάλυσης. Εναλλακτικά, ο ερευνητής μπορεί να ανατρέξει σε αντίστοιχους στατιστικούς πίνακες.



Εικόνα 11.5 Η κατανομή των μέσων τιμών των δειγμάτων (όλα τα δυνατά αποτελέσματα) όταν η μηδενική υπόθεση H_0 ισχύει. Πηγή: Κατσάνος και Αβούρης (2008).

11.3.5 Κατευθυνόμενος και μη-κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων

Ο στόχος σε μία διαδικασία ελέγχου υποθέσεων, όπως έχει παρουσιαστεί μέχρι στιγμής, είναι να εξεταστεί εάν η αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής έχει οποιαδήποτε επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως μη-κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων (two-tailed hypothesis testing).

Ωστόσο, συχνά ο ερευνητής έχει κάποια πρόβλεψη για το αποτέλεσμα και δεν θέλει απλώς να εξετάσει αν η ελεγχόμενη μεταβλητή επιδρά στην παρατηρούμενη. Σε αυτές τις περιπτώσεις διατυπώνει μία διαφορετική εναλλακτική υπόθεση, η οποία δηλώνει την κατεύθυνση της επίδρασης αν δηλαδή η ανεξάρτητη μεταβλητή επηρεάζει θετικά ή αρνητικά την εξαρτημένη μεταβλητή. Ένα παράδειγμα τέτοιας εναλλακτικής υπόθεσης μπορεί να είναι το εξής: «ο νέος χρηστοκεντρικός σχεδιασμός του ιστοτόπου επιδρά θετικά στη βαθμολογία SUS των χρηστών του». Αυτό το είδος ελέγχου υποθέσεων ονομάζεται κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων (one-tailed hypothesis testing).

Σε γενικές γραμμές, ο κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων είναι λιγότερο αξιόπιστος από τον μη-κατευθυνόμενο έλεγχο υποθέσεων για το ίδιο επίπεδο α και μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένη απόρριψη

της μηδενικής υπόθεσης. Ο κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων προτείνεται να χρησιμοποιείται μόνο όταν υπάρχει μία θεωρία, σχετική βιβλιογραφία ή άλλα πειράματα που να υποστηρίζουν την πρόβλεψη του ερευνητή.

11.3.6 Μέγεθος της επίδρασης

Συνήθως, εκτός από τον εντοπισμό μίας σημαντικής επίδρασης της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη, ο ερευνητής ενδιαφέρεται και για το μέγεθος της επίδρασης (effect size). Για παράδειγμα, έστω ότι σχεδιάζουμε ένα πείραμα για να διερευνήσουμε την επίδραση δύο τρόπων επιβράδυνσης (τριβή, πάτημα φρένου) στην ταχύτητα ενός αυτοκινήτου. Αυτό που θα περιμέναμε να διαπιστώσουμε είναι ότι και οι δύο τρόποι έχουν σημαντική επίδραση στην ταχύτητα του αυτοκινήτου, αλλά το πάτημα του φρένου έχει πολύ μεγαλύτερο μέγεθος επίδρασης.

Στη βιβλιογραφία, έχουν προταθεί διάφοροι δείκτες μέτρησης του μεγέθους επίδρασης της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη (π.χ. Cohen's d, Hedge's g, Eta-squared). Ο Field (2009) προτείνει τη χρήση δεικτών συσχέτισης ως μέτρο του μεγέθους επίδρασης. Κατά την περιγραφή των αποτελεσμάτων μίας στατιστικής ανάλυσης που έχει εντοπίσει κάποια, στατιστικά σημαντική επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη, προτείνεται να περιλαμβάνονται και τέτοιοι δείκτες του μεγέθους της επίδρασης. Ωστόσο, η περιγραφή του τρόπου υπολογισμού τέτοιων δεικτών ξεφεύγει από τους στόχους αυτού του εισαγωγικού κεφαλαίου. Για το σκοπό αυτό οι αναγνώστες παραπέμπονται στο σύγγραμμα του Field (2009), το οποίο περιλαμβάνεται στον οδηγό για περαιτέρω μελέτη στο τέλος του κεφαλαίου.

11.4 Τυπικές στατιστικές τεχνικές ελέγχου υποθέσεων

Ο έλεγχος υποθέσεων αποτελεί απαραίτητο εργαλείο για τον ερευνητή, καθώς του επιτρέπει να βγάλει γενικεύσιμα συμπεράσματα για τους υπό μελέτη πληθυσμούς, στηριζόμενος σε δεδομένα που προέρχονται από δείγματα. Η επαγωγική στατιστική περιλαμβάνει πληθώρα στατιστικών τεχνικών που βασίζονται στον έλεγχο υποθέσεων και χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές ερευνητικές περιστάσεις. Οι πληροφορίες που χρειάζεται να λάβουμε υπόψη για την επιλογή της κατάλληλης τεχνικής είναι ο στόχος του πειράματος, το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών και των διαφορετικών τιμών τους, το πλήθος των εξαρτημένων μεταβλητών, ο αριθμός των διαθέσιμων δειγμάτων, η κατηγορία των δεδομένων και τέλος το είδος του στατιστικού ελέγχου σε συνδυασμό με τις προϋποθέσεις που πρέπει να ικανοποιούνται για τη χρήση του.

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι στατιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στο πλαίσιο της μέτρησης εμπειρίας χρήστη. Στόχος της ενότητας είναι να γνωρίζει ο αναγνώστης ποια μέθοδο πρέπει να χρησιμοποιήσει κάθε φορά, πότε μπορεί να τη χρησιμοποιήσει, τον τρόπο εφαρμογής της αλλά και τους περιορισμούς της. Στο τέλος της ενότητας, περιλαμβάνεται ένας συνοπτικός οδηγός για την επιλογή και τους τύπους υπολογισμού των στατιστικών δεικτών που παρουσιάζονται. Τονίζεται, ότι η στατιστική ανάλυση συνήθως γίνεται με χρήση κάποιου πακέτου λογισμικού, όπως αυτά που παρουσιάζονται στο τέλος του κεφαλαίου. Ο αναγνώστης που ενδιαφέρεται να μάθει να χρησιμοποιεί τέτοια πακέτα λογισμικού παραπέμπεται στα συγγράμματα που περιλαμβάνονται στον οδηγό για περαιτέρω μελέτη.

11.4.1 Το z στατιστικό τεστ ενός δείγματος

Το z στατιστικό τεστ (one sample z-test) ενός δείγματος χρησιμοποιεί δεδομένα που προέρχονται από ένα δείγμα για να ελέγξει υποθέσεις που σχετίζονται με τη μέση τιμή ενός πληθυσμού όταν η διακύμανση του

αρχικού πληθυσμού είναι γνωστή. Η μηδενική υπόθεση δηλώνει μία συγκεκριμένη τιμή για τη μέση τιμή του άγνωστου πληθυσμού, ο οποίος προκύπτει από την αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής. Η τιμή του στατιστικού δείκτη ελέγχου z υπολογίζεται με βάση το μαθηματικό τύπο που παρατίθεται στον πίνακα 11.2, ενώ οι κρίσιμες περιοχές βρίσκονται βάσει της τυπικής κατανομής (normal distribution).

Για να χρησιμοποιηθεί το z στατιστικό τεστ ενός δείγματος, θα πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Η διακύμανση του πληθυσμού είναι γνωστή.
- Το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού (βλέπε ενότητα 11.1.2).
- Η διακύμανση του πληθυσμού δεν μεταβάλλεται από την επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής. Αν και αυτή η συνθήκη δεν ικανοποιείται πλήρως σε πραγματικά πειράματα, συνήθως κάνουμε την παραδοχή ότι ισχύει.
- Ισχύει η υπόθεση της κανονικότητας (normality assumption), αυτό σημαίνει είτε ότι το δείγμα προέρχεται από έναν πληθυσμό με κανονική κατανομή ή η κατανομή των τιμών του δείγματος είναι κανονική. Συνήθως, ελέγχουμε την υπόθεση αυτή συνδυάζοντας επισκόπηση ενός γραφήματος της κατανομής των τιμών του δείγματος και κατάλληλων στατιστικών τεστ για τον έλεγχο της κανονικότητας μίας κατανομής (π.χ. τεστ Shapiro-Wilk, τεστ Kolmogorov-Smirnov).

Ακολουθεί μία περίπτωση ερευνητικής μελέτης στην οποία αρμόζει η χρήση του z στατιστικού τεστ ενός δείγματος. Έστω ότι έχετε αναπτύξει μία νέα εφαρμογή για κινητό τηλέφωνο και θέλετε να διερευνήσετε το επίπεδο υποκειμενικής ικανοποίησης των χρηστών του, όπως μετράται μέσω του ερωτηματολογίου SUS. Από τη βιβλιογραφία (Bangor, Kortum, & Miller, 2009) γνωρίζετε ότι η κατανομή των μέσων τιμών του SUS είναι κανονική με μέση τιμή 70,1 και διακύμανση 471,3. Θέλετε να εξετάσετε εάν η εφαρμογή που αναπτύξατε έχει χειρότερη ή καλύτερη SUS βαθμολογία από τη μέση τιμή της βιβλιογραφίας. Έτσι, μπορείτε να διατυπώσετε ως μηδενική υπόθεση την πρόταση: «Η SUS βαθμολογία της δικής μου εφαρμογής δεν διαφέρει σημαντικά από 70,1 που παρατηρείται στη βιβλιογραφία». Έπειτα, συλλέγετε SUS βαθμολογίες από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα 40 χρηστών, και υπολογίζετε τη μέση SUS βαθμολογία του δείγματος σε 73,3. Τέλος, χρησιμοποιείτε κάποιο εργαλείο στατιστικής ανάλυσης για να ελέγξετε τις προϋποθέσεις χρήσης και να εφαρμόσετε το z στατιστικό τεστ ενός δείγματος και να αξιολογήσετε την ισχύ της μηδενικής υπόθεσης. Για τα δεδομένα αυτά υπολογίζετε $z=193,12$ και $p<0,001$ το οποίο σημαίνει ότι πρέπει να απορρίψετε τη μηδενική υπόθεση. Επομένως, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p<0,001$) ανάμεσα στη υποκειμενική ικανοποίηση των χρηστών της εφαρμογής σας και στην καταγεγραμμένη μέση τιμή της βιβλιογραφίας.

11.4.2 Το t στατιστικό τεστ ενός δείγματος

Το t στατιστικό τεστ ενός δείγματος (one sample t -test) χρησιμοποιεί δεδομένα που προέρχονται από ένα δείγμα για να ελέγξει υποθέσεις που σχετίζονται με τη μέση τιμή ενός πληθυσμού όταν η διακύμανση του αρχικού πληθυσμού είναι άγνωστη. Συγκεκριμένα, γίνεται μία εκτίμηση της διακύμανσης του πληθυσμού βάσει της διακύμανσης του δείγματος. Η μηδενική υπόθεση δηλώνει και πάλι μία συγκεκριμένη τιμή για τη μέση τιμή του άγνωστου πληθυσμού που προκύπτει από την αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής. Η τιμή του στατιστικού δείκτη ελέγχου t υπολογίζεται με βάση τον τύπο που παρατίθεται στον πίνακα 11.2, ενώ οι κρίσιμες περιοχές βρίσκονται βάσει της κατανομής t και των βαθμών ελευθερίας df .

Το t στατιστικό τεστ ενός δείγματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν τηρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις, όπως για παράδειγμα:

- Το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό (βλέπε ενότητα 11.1.2).
- Η κατανομή των τιμών του δείγματος είναι κανονική (βλέπε ενότητα 11.4.1).

Μία περίπτωση ερευνητικής μελέτης στην οποία αρμόζει η χρήση του στατιστικού τεστ t ενός δείγματος περιγράφεται στη συνέχεια. Έστω ότι έχετε αναλάβει τον επανασχεδιασμό ενός συστήματος αυτόματων τραπεζικών συναλλαγών (ATM) και σχεδιάζετε ένα πείραμα για να διερευνήσετε εάν το νέο σύστημα που έχετε σχεδιάσει οδηγεί σε ταχύτερη ολοκλήρωση της πλέον δημοφιλούς συναλλαγής: της ανάληψης χρημάτων. Από το σύστημα καταγεγραμμένων συμβάντων (logfile) του ATM γνωρίζετε μόνο ότι η μέση τιμή του χρόνου ανάληψης χρημάτων με το υπάρχον σύστημα είναι 73,2 δευτερόλεπτα. Διατυπώνετε την εξής μηδενική υπόθεση: «Η εισαγωγή του νέου συστήματος δεν επιδρά στο χρόνο ολοκλήρωσης της ανάληψης χρημάτων από τους χρήστες του ATM». Στη συνέχεια, μετράτε τους αντίστοιχους χρόνους για ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα 15 χρηστών και υπολογίζετε μέσο χρόνο 69,7 δευτερόλεπτα. Έπειτα, ελέγχετε τις προϋποθέσεις χρήσης και εφαρμόζετε έναν μη-κατευθυνόμενο έλεγχο υποθέσεων με τη χρήση του t στατιστικού τεστ ενός δείγματος χρησιμοποιώντας κάποιο εργαλείο στατιστικής ανάλυσης. Για τα δεδομένα αυτά υπολογίζετε $t(14)=-2,49$ και $p<0,05$ το οποίο σημαίνει ότι πρέπει να απορρίψετε τη μηδενική υπόθεση. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα της ανάλυσης (βλέπε εικόνα 11.6) δείχνουν ότι παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά ($p<0,05$) στο χρόνο ανάληψης χρημάτων μεταξύ του νέου και του υπάρχοντος σχεδιασμού του ATM.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ATMMoneyWithdrawal_TimeSec	15	69,73	5,391	1,392

One-Sample Test

	Test Value = 73.2					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ATMMoneyWithdrawal_TimeSec	-2,490	14	,026	-3,467	-6,45	-,48

Εικόνα 11.6 Παράδειγμα αποτελεσμάτων του t στατιστικού τεστ ενός δείγματος με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.

11.4.3 Το t στατιστικό τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων

Το t στατιστικό τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων (independent t -test) χρησιμοποιεί δεδομένα που προέρχονται από δύο ξεχωριστά δείγματα για να ελέγξει υποθέσεις που σχετίζονται με τη διαφορά των μέσων τιμών δύο πληθυσμών. Στην περίπτωση αυτή, η μηδενική υπόθεση δηλώνει ότι δεν υφίσταται διαφορά ανάμεσα στις μέσες τιμές των δύο πληθυσμών. Για τον υπολογισμό της τιμής του στατιστικού δείκτη ελέγχου t και του βαθμού ελευθερίας df που καθορίζει τις κρίσιμες περιοχές στον στατιστικό πίνακα κατανομής t , χρησιμοποιούνται οι μαθηματικές σχέσεις του πίνακα 11.2.

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να ισχύουν για να χρησιμοποιηθεί το t στατιστικό τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων περιλαμβάνουν τις εξής:

- Τα δείγματα είναι αντιπροσωπευτικά (βλέπε ενότητα 11.1.2).
- Η κατανομή των τιμών των δειγμάτων είναι κανονική (βλέπε ενότητα 11.4.1).
- Οι δύο πληθυσμοί από τους οποίους έχουν επιλεγεί τα δύο δείγματα έχουν την ίδια διακύμανση, δηλαδή $\sigma_1 \approx \sigma_2$, γνωστή και ως υπόθεση της ομοιογένειας των διακυμάνσεων (homogeneity of variance assumption). Σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα, η προϋπόθεση αυτή ικανοποιείται, όταν η τιμή της μεγαλύτερης διακύμανσης ενός δείγματος είναι το πολύ διπλάσια από την τιμή της μικρότερης διακύμανσης ενός άλλου δείγματος. Ωστόσο, υπάρχουν και στατιστικά τεστ που ελέγχουν ακριβώς αυτή την υπόθεση, με πλέον διαδεδομένο το τεστ Levene.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα μελέτης στην οποία αρμόζει η χρήση του στατιστικού τεστ t ανεξάρτητων δειγμάτων. Έστω ότι θέλετε να διερευνήσετε εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των λανθασμένων ενεργειών στις οποίες υποπίπτουν οι νέοι χρήστες και οι συχνοί χρήστες κατά την αλληλεπίδραση τους με ένα αυτόματο εκδοτήριο εισιτηρίων μετρό με στόχο την έκδοση ημερήσιας κάρτας διαδρομών. Στο πλαίσιο αυτό, διατυπώνετε την εξής μηδενική υπόθεση: «Δεν υπάρχει διαφορά στον αριθμό των λαθών ανάμεσα σε νέους και συχνούς χρήστες που προσπαθούν να εκδώσουν ημερήσια κάρτα διαδρομών μετρό». Στη συνέχεια, επιλέγετε δύο αντιπροσωπευτικά δείγματα, ένα με 30 νέους επιβάτες και ένα με 30 συχνούς επιβάτες. Ζητάτε από τους συμμετέχοντες στο πείραμα να εκτελέσουν τη συγκεκριμένη εργασία και καταγράφετε τον αριθμό των λαθών τους. Έστω, ότι για το δείγμα των νέων χρηστών καταγράφετε μέση τιμή λαθών 3,5 και διακύμανση 0,8, ενώ για το δείγμα των συχνών χρηστών καταγράφετε μέση τιμή λαθών 0,8 και διακύμανση 0,5. Αρχικά, παρατηρείτε ότι η τιμή της μεγαλύτερης διακύμανσης είναι 1,7 φορές μεγαλύτερη από την τιμή της μικρότερης διακύμανσης. Επίσης βρίσκετε ότι οι δύο κατανομές των δειγμάτων δεν παραβιάζουν την υπόθεση της κανονικότητας. Έτσι πληρούνται οι βασικές προϋποθέσεις εφαρμογής ενός μη-κατευθυνόμενου ελέγχου υποθέσεων με τη χρήση του t στατιστικού τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων. Για τα δεδομένα αυτά υπολογίζετε $t(58)=12,98$ και $p<0,001$, το οποίο σημαίνει ότι πρέπει να απορρίψετε τη μηδενική υπόθεση. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα της ανάλυσης (βλέπε εικόνα 11.7) δείχνουν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p<0,001$) ανάμεσα σε νέους και συχνούς χρήστες ως προς τον αριθμό λαθών για τη συγκεκριμένη εργασία.

Group Statistics

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
NoOfErrors	0	30	3,53	,900	,164
	1	30	,83	,699	,128

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
NoOfErrors	Equal variances assumed	,650	,423	12,982	58	,000	2,700	,208	2,284	3,116
	Equal variances not assumed			12,982	54,662	,000	2,700	,208	2,283	3,117

Εικόνα 11.7 Παράδειγμα αποτελεσμάτων του *t* στατιστικού τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.

11.4.4 Το *t* στατιστικό τεστ εξαρτημένων δειγμάτων

Το *t* στατιστικό τεστ εξαρτημένων δειγμάτων (dependent *t*-test) χρησιμοποιεί δύο σύνολα μετρήσεων που προέρχονται από ένα δείγμα για να ελέγξει υποθέσεις που σχετίζονται με τη διαφορά των μέσων τιμών τους. Σε αυτήν την περίπτωση, η μηδενική υπόθεση δηλώνει ότι δεν υφίσταται διαφορά ανάμεσα στις μέσες τιμές των δύο συνόλων μετρήσεων. Η τιμή του στατιστικού δείκτη ελέγχου *t* υπολογίζεται με βάση τον τύπο που παρατίθεται στον πίνακα 11.2, ενώ οι κρίσιμες περιοχές βρίσκονται βάσει της κατανομής *t* και των βαθμών ελευθερίας *df*. Για την απλοποίηση των μαθηματικών τύπων συνήθως εισάγεται ο όρος “διαφορά μετρήσεων *D*” (difference score *D*), που εκφράζει για κάθε υποκείμενο τη διαφορά ανάμεσα στις μετρήσεις των δύο πειραματικών συνθηκών.

Για να χρησιμοποιηθεί το *t* στατιστικό τεστ πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό (βλέπε ενότητα 11.1.2).
- Η κατανομή των τιμών του *D* είναι κανονική.

Ένα παράδειγμα ερευνητικής μελέτης στην οποία αρμόζει η χρήση του *t* στατιστικού τεστ εξαρτημένων δειγμάτων, περιγράφεται στη συνέχεια. Έστω ότι θέλετε να συγκρίνετε δύο διατάξεις πληκτρολογίων (QWERTY και DVORAK) ως προς την ταχύτητα πληκτρολόγησης. Διατυπώνετε την εξής μηδενική υπόθεση: «Δεν υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα πληκτρολόγησης ανάμεσα στο QWERTY πληκτρολόγιο και στο DVORAK πληκτρολόγιο». Έπειτα, επιλέγετε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα 15 χρηστών, τους ζητάτε να εκτελέσουν ένα σύνολο εργασιών πληκτρολόγησης στις δύο διατάξεις και καταγράφετε σε δευτερόλεπτα το μέσο χρόνο πληκτρολόγησης για κάθε χρήστη. Προκειμένου να διασφαλίσετε την αξιοπιστία των μετρήσεων σας, χρησιμοποιείτε τυχαία σειρά συμμετοχής των ατόμων στις δύο συνθήκες (DVORAK, QWERTY) και τυχαία σειρά ανάθεσης των εργασιών πληκτρολόγησης σε κάθε διάταξη. Έστω ότι για το σύνολο των συμμετεχόντων έχετε καταγράψει τα εξής: στο πληκτρολόγιο QWERTY υπο-

λογίσατε μέση τιμή του χρόνου πληκτρολόγησης 87,3 και τυπική απόκλιση 13,9, ενώ στο DVORAK υπολογίσατε αντίστοιχα μέση τιμή 78,6 και τυπική απόκλιση 10,9. Έπειτα από μία αρχική επεξεργασία των δεδομένων, διαπιστώνετε ότι η κατανομή της διαφοράς D των δύο μετρήσεων του χρόνου πληκτρολόγησης, ακολουθεί την κανονική κατανομή. Επομένως, πληρούνται οι βασικές προϋποθέσεις εφαρμογής ενός μη-κατευθυνόμενου ελέγχου υποθέσεων με τη χρήση του t στατιστικού τεστ εξαρτημένων δειγμάτων. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείτε κάποιο εργαλείο στατιστικής ανάλυσης για να εφαρμόσετε το τεστ αυτό και να αξιολογήσετε την ισχύ της μηδενικής υπόθεσης. Για τα δεδομένα αυτά υπολογίζετε $t(14)=2,04$ και $p=0,06$ ($>0,05$), το οποίο σημαίνει ότι δεν μπορείτε να απορρίψετε τη μηδενική υπόθεση (βλέπε εικόνα 11.8).

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	QWERTY_TimeSec	87,33	15	13,870	3,581
	DVORAK_TimeSec	78,60	15	10,861	2,804

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 QWERTY_TimeSec - DVORAK_TimeSec	8,733	16,555	4,274	-,434	17,901	2,043	14	,060

Εικόνα 11.8 Παράδειγμα αποτελεσμάτων του t στατιστικού τεστ εξαρτημένων δειγμάτων με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.

11.4.5 Ανάλυση διακύμανσης

Όλα τα στατιστικά τεστ που έχουμε εξετάσει μέχρι στιγμής χρησιμοποιούν ένα ή δύο δείγματα για να εξετάσουν υποθέσεις για δύο τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες ο ερευνητής θέλει να εξετάσει εάν μία ανεξάρτητη μεταβλητή με τρεις ή περισσότερες τιμές επιδρά στην εξαρτημένη μεταβλητή. Η ανάλυση διακύμανσης (ANalysis Of VAriance-ANOVA) εξυπηρετεί αυτόν ακριβώς το σκοπό.

Εύλογα μπορεί να αναρωτηθεί κανείς: «Γιατί χρειαζόμαστε μία καινούρια στατιστική τεχνική για να ελέγξουμε την επίδραση τριών ή περισσότερων τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής; Δεν θα μπορούσαμε να εξετάσουμε την επίδραση όλων αυτών των δυνατών τιμών ανά δύο χρησιμοποιώντας όσες φορές χρειάζεται μία από τις στατιστικές τεχνικές που παρουσιάστηκαν προηγουμένως;». Ωστόσο, η χρήση πολλαπλών στατιστικών τεστ αυξάνει τη συνολική πιθανότητα να οδηγηθούμε σε λανθασμένα συμπεράσματα. Δεδομένου ότι σε κάθε τεστ υπάρχει μία πιθανότητα τα συμπεράσματα να είναι εσφαλμένα, η χρήση πολλαπλών τεστ αυξάνει τη συνολική πιθανότητα σφάλματος¹⁸. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται προσεγγίσεις όπως η ανάλυση διακύμανσης και εκ των υστέρων συγκρίσεις (post-hoc comparisons) για να εντοπιστεί πού ακριβώς υπάρχει η σημαντική διαφορά.

¹⁸ Η συνολική πιθανότητα σφάλματος πολλαπλών στατιστικών τεστ ισούται κατά προσέγγιση με το άθροισμα των επιμέρους πιθανοτήτων σφάλματος του κάθε τεστ. Για παράδειγμα, κατά την εφαρμογή δύο τεστ με 5% πιθανότητα σφάλματος το καθένα, η συνολική πιθανότητα σφάλματος είναι κατά προσέγγιση 10%.

Όπως και τα t στατιστικά τεστ, η ανάλυση διακύμανσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε με ανεξάρτητα δείγματα είτε με εξαρτημένα δείγματα. Επίσης, η ANOVA μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε πειράματα που ο ερευνητής θέλει να ελέγχει δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες στην ορολογία της ανάλυσης διακύμανσης ονομάζονται παράγοντες (factors). Επειδή οι περιπτώσεις αυτές αυξάνουν το βαθμό πολυπλοκότητας της στατιστικής ανάλυσης και ξεφεύγουν από τους στόχους αυτού του εισαγωγικού κεφαλαίου, στη συνέχεια θα περιγραφεί μόνο η ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (single-factor ή one-way ANOVA). Η αντίστοιχη μέθοδος εξαρτημένων δειγμάτων ονομάζεται διακύμανση ενός παράγοντα με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (single-factor repeated measures ANOVA). Ο αναγνώστης που ενδιαφέρεται για τις υπόλοιπες μεθόδους ANOVA μπορεί να ανατρέξει στα συγγράμματα που περιγράφονται στον οδηγό για περαιτέρω μελέτη στο τέλος του κεφαλαίου.

Η ANOVA ενός παράγοντα χρησιμοποιείται για τον έλεγχο υποθέσεων σε μελέτες ανεξάρτητων δειγμάτων. Ο ερευνητής επιλέγει ένα δείγμα για κάθε διαφορετική τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής και ελέγχει υποθέσεις που συγκρίνουν τις μέσες τιμές των δειγμάτων αυτών. Η μηδενική υπόθεση δηλώνει ότι δεν υφίσταται καμία διαφορά ανάμεσα στις μέσες τιμές των δειγμάτων. Έτσι, στην περίπτωση που ο ερευνητής απορρίψει τελικά τη μηδενική υπόθεση, το μόνο που μπορεί να ισχυριστεί είναι ότι τα δείγματα διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά δεν είναι σε θέση να γνωρίζει ποια συγκεκριμένα δείγματα διαφέρουν. Αν θέλει να το εξακριβώσει αυτό, μπορεί να χρησιμοποιήσει ειδικά στατιστικά τεστ μετά την ανάλυση διακύμανσης (planned contrasts ή post hoc tests).

Η τιμή του στατιστικού δείκτη ελέγχου F υπολογίζεται με βάση τον τύπο που παρατίθεται στον πίνακα 11.2, ενώ οι κρίσιμες περιοχές βρίσκονται βάσει της κατανομής F και των βαθμών ελευθερίας df_{between} και df_{within} . Η ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα χρησιμοποιεί λίγο διαφορετική σημειολογία σε σχέση με τις στατιστικές μεθόδους που έχουν παρουσιαστεί μέχρι στιγμής, η οποία οφείλεται στην αύξηση της πολυπλοκότητας της ανάλυσης. Στον πίνακα 11.2, το γράμμα k χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τον αριθμό των δυνατών τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής, το T για να προσδιορίσει το άθροισμα των μετρήσεων του κάθε δείγματος ($T = \sum X$), το N για να προσδιορίσει το συνολικό αριθμό υποκειμένων ($N = \sum n$), και το G για να προσδιορίσει το συνολικό άθροισμα των μετρήσεων όλων των δειγμάτων ($G = \sum T$).

Για να χρησιμοποιηθεί η ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα πρέπει να ισχύουν οι εξής προϋποθέσεις:

- Τα δείγματα είναι αντιπροσωπευτικά (βλέπε ενότητα 11.1.2).
- Η κατανομή των τιμών των δειγμάτων είναι κανονική (βλέπε ενότητα 11.4.1).
- Οι πληθυσμοί από τους οποίους έχουν επιλεγεί τα δείγματα έχουν την ίδια διακύμανση (βλέπε ενότητα 11.4.3).

Ακολουθεί, ένα παράδειγμα μελέτης στην οποία αρμόζει η χρήση της ανάλυσης διακύμανσης ενός παράγοντα. Έστω ότι αξιολογείτε την εμπειρία χρήσης ενός διαδραστικού εκθέματος σε ένα μουσείο και, μεταξύ άλλων, σας ενδιαφέρει να συγκρίνετε το χρόνο αυθόρμητης ενασχόλησης με το έκθεμα (ως έναν τρόπο εκτίμησης του ενδιαφέροντος που προσελκύει το έκθεμα) κατά τη διάρκεια μίας επίσκεψης για τρεις ηλικιακές ομάδες: παιδιά, ενήλικες, και ηλικιωμένοι. Έτσι, διατυπώνετε την εξής μηδενική υπόθεση: «Δεν υπάρχει διαφορά στο χρόνο αυθόρμητης ενασχόλησης με το διαδραστικό έκθεμα ανάμεσα σε παιδιά, ενήλικες και ηλικιωμένους». Έπειτα από μία μελέτη παθητικής παρατήρησης (βλέπε κεφάλαιο 7) των επισκεπτών του μουσείου για 10 ημέρες, έχετε συλλέξει τέτοιους χρόνους σε λεπτά για 17 παιδιά, 20 ενήλικες και 15 ηλικιωμένους. Συγκεκριμένα, έχετε βρει μέση τιμή χρόνου ενασχόλησης 6,5 λεπτά για παιδιά (τυπική απόκλιση 2,7), 9,7 λεπτά για ενήλικες (τυπική απόκλιση 2,2) και 8,7 λεπτά για ηλικιωμέ-

νους (τυπική απόκλιση 2,6). Έπειτα από μία αρχική ανάλυση των δεδομένων, διαπιστώνετε ότι ισχύουν οι υποθέσεις της κανονικότητας και ομοιογένειας των διακυμάνσεων για τα τρία δείγματα. Επομένως, πληρούνται οι βασικές προϋποθέσεις εφαρμογής ενός μη-κατευθυνόμενου ελέγχου ANOVA ενός παράγοντα, τον οποίο και εφαρμόζετε με χρήση ενός εργαλείου στατιστικής ανάλυσης. Για τα δεδομένα αυτά υπολογίζετε $F(2,49)=7,92$ και $p<0,01$, το οποίο σημαίνει ότι μπορείτε να απορρίψετε τη μηδενική υπόθεση (βλέπε εικόνα 11.9). Για να εντοπίσετε σε ποιες ηλικιακές ομάδες υπάρχουν σημαντικές διαφορές εφαρμόζετε επιπρόσθετες συγκρίσεις (βλέπε εικόνα 11.9). Συνολικά, τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο χρόνο αυθόρμητης ενασχόλησης με το διαδραστικό έκθεμα μεταξύ παιδιών και ενηλίκων ($p<0,001$), και μεταξύ παιδιών και ηλικιωμένων ($p<0,05$), ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ενηλίκων και ηλικιωμένων ($p>0,05$).

ANOVA

MinutesUsingExhibit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	98,689	2	49,345	7,918	,001
Within Groups	305,369	49	6,232		
Total	404,058	51			

Contrast Coefficients

Contrast	Group		
	Παιδιά	Ενήλικες	Ηλικιωμένοι
1	-1	1	0
2	-1	0	1
3	0	-1	1

Contrast Tests

		Contrast	Value of Contrast	Std. Error	t	df	Sig. (2-tailed)
Minutes Using Exhibit	Assume equal variances	1	3,23	,824	3,921	49	,000
		2	2,26	,884	2,559	49	,014
		3	-,97	,853	-1,134	49	,262
	Does not assume equal variances	1	3,23	,826	3,909	30,971	,000
		2	2,26	,937	2,416	29,829	,022
		3	-,97	,831	-1,163	27,678	,255

Εικόνα 11.9 Παράδειγμα αποτελεσμάτων της ανάλυσης διακύμανσης ενός παράγοντα με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.

11.4.6 Μη παραμετρικά τεστ

Τα στατιστικά τεστ που έχουν παρουσιαστεί μέχρι στιγμής ανήκουν στην κατηγορία των παραμετρικών τεστ (parametric tests). Τα παραμετρικά τεστ χρησιμοποιούν ποσοτικά δεδομένα και μπορούν να εφαρμοστούν μόνο όταν ικανοποιούνται ορισμένες προϋποθέσεις (π.χ. υπόθεση κανονικότητας, υπόθεση ομοιογένειας των διακυμάνσεων κ.λπ.). Τι γίνεται όμως αν ο ερευνητής έχει στη διάθεση του ποιοτικά δεδομένα ή δεν ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις των παραμετρικών τεστ;

Για αυτές τις περιπτώσεις η επαγωγική στατιστική παρέχει ένα άλλο σύνολο από στατιστικά τεστ ελέγχου υποθέσεων, τα οποία ονομάζονται μη-παραμετρικά (non-parametric tests). Όταν, λοιπόν, ένα παραμετρικό τεστ δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί, συνήθως υπάρχει ένα μη-παραμετρικό τεστ που μπορεί να το αντικαταστήσει. Αν και τα μη-παραμετρικά τεστ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περιπτώσεις που είναι δυνατή η εφαρμογή ενός παραμετρικού τεστ, συνήθως αυτό αποφεύγεται γιατί τα παραμετρικά

τεστ έχουν αυξημένη στατιστική δύναμη (statistical power), δηλαδή έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να εντοπίσουν μία επίδραση όταν όντως αυτή υπάρχει. Στην ενότητα αυτή περιγράφουμε σύντομα τέτοια μη-παραμετρικά τεστ.

(α) Το χ^2 στατιστικό τεστ (Chi-Square test). Το χ^2 στατιστικό τεστ είναι ίσως το πιο δημοφιλές μη-παραμετρικό τεστ. Αν και υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του ανάλογα με το διαθέσιμο αριθμό δειγμάτων και το στόχο της ανάλυσης, στην ενότητα αυτή εξετάζεται η πιο απλή μορφή του. Συγκεκριμένα, έστω ότι ο ερευνητής έχει στη διάθεση του ένα δείγμα ποιοτικών δεδομένων οργανωμένο σε ονομαστικές κατηγορίες και ο στόχος είναι να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα αυτά για να προσδιοριστεί η αναλογία (ή το ποσοστό) του πληθυσμού που ανήκει στην κάθε κατηγορία. Στην περίπτωση αυτή, η μηδενική υπόθεση προσδιορίζει τον αναμενόμενο αριθμό (expected frequency – fe) των υποκειμένων που ανήκει σε κάθε ονομαστική κατηγορία. Ο έλεγχος υποθέσεων που ακολουθεί συγκρίνει αυτόν τον αναμενόμενο αριθμό με τον παρατηρούμενο αριθμό των υποκειμένων ανά κατηγορία (observed frequency – fo) βάσει των μετρήσεων του δείγματος. Ο στατιστικός δείκτης ελέγχου που χρησιμοποιείται για αυτή την αξιολόγηση είναι το χ^2 και οι μαθηματικές σχέσεις υπολογισμού του δείκτη και των βαθμών ελευθερίας περιλαμβάνονται στον πίνακα 11.2, με το C να αντιστοιχεί στον αριθμό των ονομαστικών κατηγοριών και τις κρίσιμες τιμές του δείκτη να δίνονται από την κατανομή χ^2 . Τα αποτελέσματα του χ^2 στατιστικού τεστ είναι πιο αξιόπιστα όταν μεταξύ άλλων ισχύουν τα εξής:

- Τα δείγματα είναι αντιπροσωπευτικά (βλέπε ενότητα 11.1.2).
- Η αναμενόμενη συχνότητα όλων των κατηγοριών είναι μεγαλύτερη από πέντε.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα μελέτης στην οποία αρμόζει η χρήση του στατιστικού τεστ χ^2 . Έστω ότι αξιολογείτε την προτίμηση δύο ομάδων χρηστών (νέοι, ηλικιωμένοι) ανάμεσα σε δύο δεικτικές συσκευές άμεσου ελέγχου (οθόνη επαφής, φωτογραφίδα), τα βασικά χαρακτηριστικά των οποίων περιγράφονται στο κεφάλαιο 4. Η μηδενική υπόθεση που μπορείτε να διατυπώσετε είναι η εξής: «Νέοι και ηλικιωμένοι δεν παρουσιάζουν διαφορά στην προτίμηση χρήσης μεταξύ οθόνης επαφής και φωτογραφίδας». Έστω ότι οι 6 από τους 20 τυχαία επιλεγμένους νέους που ρωτήσατε είπαν ότι προτιμούν την οθόνη επαφής και οι υπόλοιποι 14 τη φωτογραφίδα. Αντίστοιχα, οι 16 από τους 20 τυχαία επιλεγμένους ηλικιωμένους που ρωτήσατε είπαν ότι προτιμούν την οθόνη επαφής και οι υπόλοιποι 4 τη φωτογραφίδα. Για τα δεδομένα αυτά υπολογίζετε $\chi^2(1)=10,1$ και $p<0,005$, το οποίο σημαίνει ότι μπορείτε να απορρίψετε τη μηδενική υπόθεση (βλέπε εικόνα 11.10).

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	10,101 ^a	1	,001	,004	,002	
Continuity Correction ^b	8,182	1	,004			
Likelihood Ratio	10,600	1	,001	,004	,002	
Fisher's Exact Test				,004	,002	
Linear-by-Linear Association	9,848 ^c	1	,002	,004	,002	,002
N of Valid Cases	40					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,00.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is -3,138.

Εικόνα 11.10 Παράδειγμα αποτελεσμάτων του χ^2 στατιστικού τεστ με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.

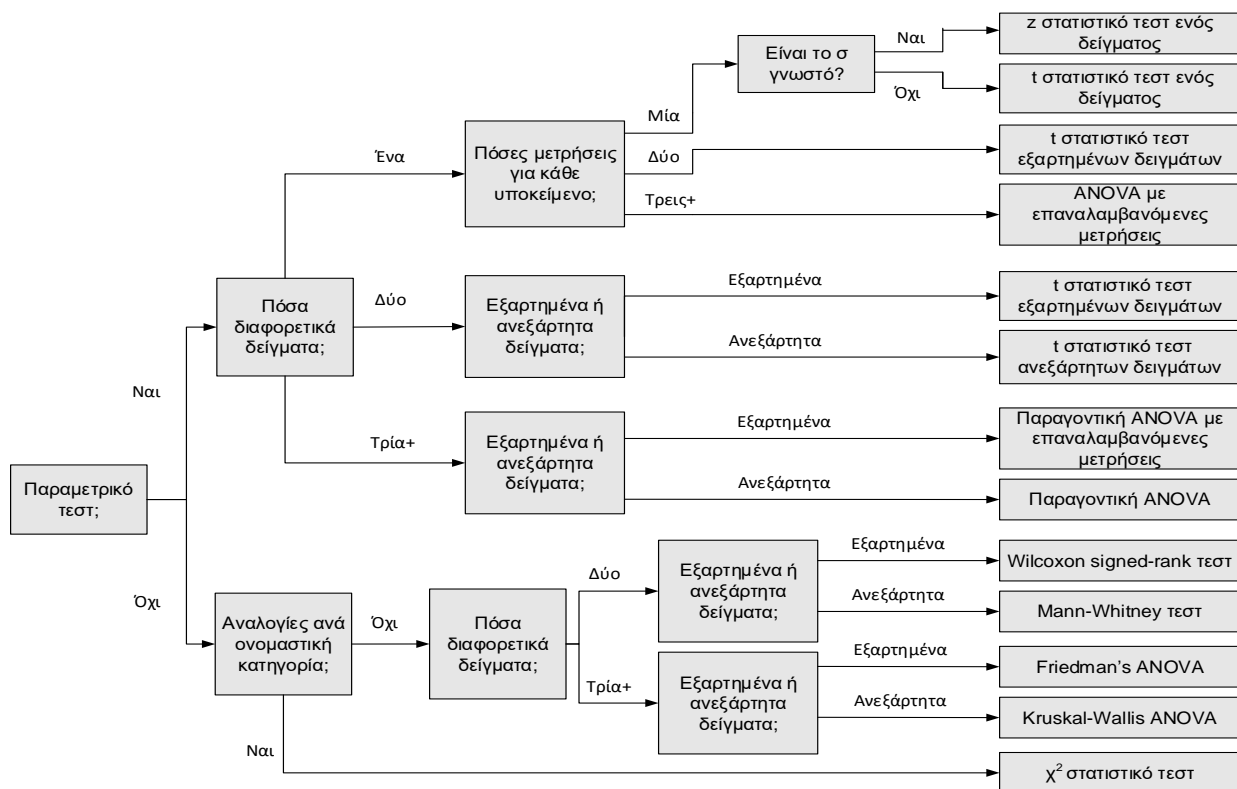
(β) Άλλα μη-παραμετρικά στατιστικά τεστ. Τα παραμετρικά τεστ που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες έχουν αντίστοιχα μη-παραμετρικά τεστ.

Το t στατιστικό τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων χρησιμοποιείται για τη σύγκριση των τιμών μίας εξαρτημένης μεταβλητής που προέρχονται από δυο ανεξάρτητα δείγματα. Όταν δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις χρήσης του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το στατιστικό τεστ Mann-Whitney. Όταν οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής προέρχονται από δύο εξαρτημένα δείγματα και ταυτόχρονα ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις για χρήση παραμετρικού τεστ, τότε εφαρμόζεται το t στατιστικό τεστ εξαρτημένων δειγμάτων. Ένα αντίστοιχο μη-παραμετρικό τεστ είναι το στατιστικό τεστ Wilcoxon signed-rank.

Στην περίπτωση που οι συγκρίσεις αφορούν σε τρία ή περισσότερα δείγματα εφαρμόζεται κάποιο τεστ ανάλυσης διακύμανσης. Για παράδειγμα όταν πρόκειται για μία ανεξάρτητη μεταβλητή και τρία ή περισσότερα ανεξάρτητα δείγματα, χρησιμοποιείται η ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα, ενώ όταν τα δείγματα είναι εξαρτημένα, χρησιμοποιείται η διακύμανση ενός παράγοντα με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Εάν δεν ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις για χρήση κάποιου παραμετρικού τεστ ανάλυσης διακύμανσης, όπως είναι αυτά που αναφέρθηκαν, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Kruskal-Wallis ANOVA για ανεξάρτητα δείγματα, και η Friedman's ANOVA για εξαρτημένα δείγματα.

11.4.7 Επιλογή και τύποι υπολογισμού τεχνικών ελέγχου υποθέσεων

Στην ενότητα αυτή παρατίθεται ένα διάγραμμα αποφάσεων που μπορεί να βοηθήσει τον αναγνώστη να επιλέξει το πιο κατάλληλο στατιστικό τεστ ελέγχου υποθέσεων. Επίσης, παρουσιάζεται ένας πίνακας που συνοψίζει τη διαδικασία υπολογισμού των στατιστικών δεικτών ελέγχου που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες.



Εικόνα 11.11 Διάγραμμα αποφάσεων για την επιλογή μιας μεθόδου ελέγχου υποθέσεων. Επέκταση από πηγή: Κατσάνος και Αβούρης (2008).

Τεστ ελέγχου υποθέσεων	Πότε χρησιμοποιείται	Στατιστικό ελέγχου	Κατανομή και κρίσιμες περιοχές
z στατιστικό τεστ ενός δείγματος	Υποθέσεις για τη μέση τιμή ενός πληθυσμού με γνωστή διακύμανση όταν έχω ένα δείγμα	$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{x}}}, \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	Τυπική κανονική κατανομή
t στατιστικό τεστ ενός δείγματος	Υποθέσεις για τη μέση τιμή ενός πληθυσμού με άγνωστη διακύμανση όταν έχω ένα δείγμα	$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{x}}}, s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$	Κατανομή t $df = n - 1$
t στατιστικό τεστ ανεξάρτητων δειγμάτων	Υποθέσεις για τη διαφορά των μέσων τιμών δύο πληθυσμών όταν έχω δύο δείγματα	$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{x}-\bar{x}}}$ $s_{\bar{x}-\bar{x}} = \sqrt{\frac{s_p^2}{n_1} + \frac{s_p^2}{n_2}}$ $s_p^2 = \sqrt{\frac{SS_1 + SS_2}{df_1 + df_2}}$	Κατανομή t $df = n_1 + n_2 - 2$
t στατιστικό τεστ εξαρτημένων δειγμάτων	Υποθέσεις για τη διαφορά των μέσων τιμών δύο συνδύλων μετρήσεων που προκύπτουν από ένα δείγμα του πληθυσμού	$t = \frac{\bar{D} - \mu_D}{s_{\bar{D}}}$ $D = X_2 - X_1$ $\bar{D} = \frac{\sum D}{n}$ $s_{\bar{D}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$	Κατανομή t $df = n - 1$
Ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα	Υποθέσεις για τη διαφορά των μέσων τιμών δύο ή περισσότερων πληθυσμών όταν έχω δύο ή περισσότερα ανεξάρτητα δείγματα	$SS_{between} = \sum \frac{T^2}{n} - \frac{G^2}{N}$, $SS_{within} = \sum SS$, $T = \sum X$, $G = \sum T$, $F = \frac{\frac{SS_{between}}{df_{between}}}{\frac{SS_{within}}{df_{within}}} = \frac{MS_{between}}{MS_{within}}$	Κατανομή F $df_{between} = k - 1$ $df_{within} = N - k$ $k =$ πλήθος πειραματικών συνθηκών, $N = \sum n$
χ^2 στατιστικό τεστ	Υποθέσεις για την αναλογία ή το ποσοστό ενός πληθυσμού που ανήκει στην κάθε ονομαστική κατηγορία	$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	Κατανομή χ^2 $df = C - 1$ $C =$ πλήθος κατηγοριών

* Όπου \bar{X} = μέση τιμή δείγματος, μ = μέση τιμή πληθυσμού, s = διακύμανση δείγματος, σ = διακύμανση πληθυσμού, n = μέγεθος δείγματος, df = βαθμοί ελευθερίας, f_o = αναμενόμενη αναλογία, f_e = παρατηρούμενη αναλογία

Πίνακας 11.2 Πληροφορίες και μαθηματικοί τύποι υπολογισμού τεχνικών ελέγχου υποθέσεων. Επέκταση από πηγή: Κατσάνος και Αβούρης (2008).

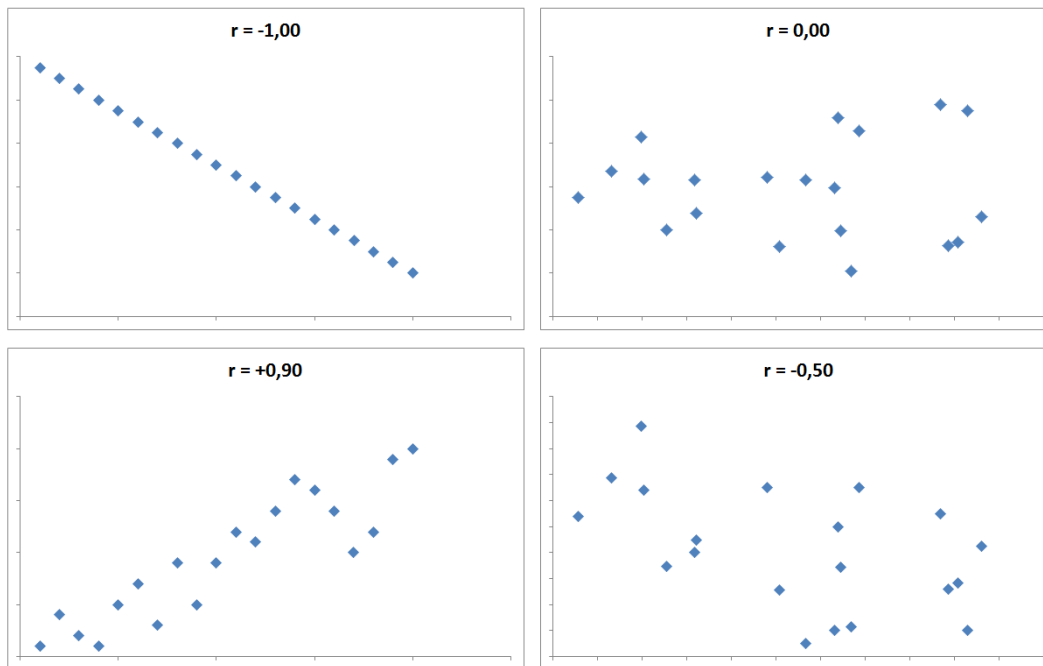
11.5 Επαγωγική στατιστική: Ανάλυση συσχέτισης

Στις προηγούμενες ενότητες εξετάσαμε επαγωγικές στατιστικές τεχνικές που αποσκοπούν στον εντοπισμό σχέσεων αιτίου-αιτιατού. Οι τεχνικές αυτές στηρίζονται στον προσεκτικό σχεδιασμό πειραμάτων, στα οποία ο ερευνητής ελέγχει την ανεξάρτητη μεταβλητή και παρατηρεί εάν υπάρχει κάποια επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Ωστόσο, συχνά ο ερευνητής μπορεί να μην είναι σε θέση να σχεδιάσει πειράματα που δεν επηρεάζονται από εξωτερικούς παράγοντες ή μπορεί να επιθυμεί να διερευνήσει και να περιγράψει με ακρίβεια τη σχέση που συνδέει δύο μεταβλητές και όχι να εξετάσει αν υπάρχει σχέση αιτίου-αιτιατού. Η ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis) είναι μία οικογένεια τεχνικών της επαγωγικής στατιστικής που εξυπηρετεί τον ερευνητή σε αυτές τις περιπτώσεις. Αυτή η εισαγωγική ενότητα εστιάζει στην αναζήτηση γραμμικών σχέσεων ανάμεσα σε μεταβλητές.

Ο υπολογισμός του συντελεστή συσχέτισης (correlation coefficient) απαιτεί τη μέτρηση δύο μεταβλητών για κάθε υποκείμενο (τα οποία συνήθως συμβολίζονται με X, Y) σε ένα μη-ελεγχόμενο περιβάλλον. Ο στόχος της τεχνικής είναι να προσδιορίσει τη σχέση που συνδέει τις δύο μεταβλητές υπολογίζοντας την τιμή του συντελεστή συσχέτισης. Για παράδειγμα ένας ερευνητής μπορεί να θέλει να προσδιορίσει και να ποσοτικοποιήσει τη σχέση που υπάρχει (αν υπάρχει) ανάμεσα στην ηλικία και το χρόνο ηλεκτρονικής υποβολής της φορολογικής δήλωσης.

Οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης κυμαίνονται από -1 έως $+1$. Θετικές τιμές του, συνεπάγονται μεταβολή των δύο μεταβλητών προς την ίδια κατεύθυνση (όταν αυξάνεται η μία αυξάνεται και η άλλη), ενώ αρνητικές τιμές του συντελεστή, συνεπάγονται μεταβολή των μεταβλητών προς την αντίθετη κατεύθυνση (όταν η μία αυξάνεται η άλλη μειώνεται). Ανεξαρτήτως προσήμου, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή συσχέτισης τόσο μεγαλύτερη είναι η σχέση που συνδέει τις δύο μεταβλητές. Στις ακραίες περιπτώσεις που δύο μεταβλητές έχουν συντελεστή συσχέτισης $+1$ ή -1 ο ερευνητής μπορεί να συμπεράνει ότι υπάρχει μία πλήρως αναλογική ή αντιστρόφως αναλογική σχέση (βλέπε εικόνα 11.12). Όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι 0 , τότε δεν υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στις μεταβλητές (βλέπε εικόνα 11.12).



Εικόνα 11.12 Παραδείγματα τιμών της στατιστικής συσχέτισης r και κατανομή των τιμών X, Y .

Ο πιο γνωστός παραμετρικός στατιστικός δείκτης είναι ο συντελεστής συσχέτισης Pearson, ο οποίος συμβολίζεται με το λατινικό γράμμα r και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για δεδομένα σε επίπεδο μέτρησης διαστήματος ή λόγου. Αντίστοιχα, ο πιο διαδεδομένος μη-παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης είναι ο Spearman rho, ο οποίος συμβολίζεται με το λατινικό γράμμα r_s και τυπικά χρησιμοποιείται για δεδομένα κλίμακας διάταξης. Σύμφωνα με τον Cohen (1992), συντελεστής συσχέτισης με τιμή 0,5 εκφράζει μεγάλο βαθμό συσχέτισης, με τιμή 0,3 εκφράζει μέτριο βαθμό συσχέτισης και με τιμή 0,1 εκφράζει μικρό βαθμό συσχέτισης.

Η τιμή του συντελεστή συσχέτισης υψωμένη στο τετράγωνο (r^2) εκφράζει το ποσοστό της διακύμανσης (αλλαγές στην τιμή) της Y μεταβλητής που μπορεί να προβλεφθεί από τη διακύμανση της X μεταβλητής. Για παράδειγμα αν ο συντελεστής συσχέτισης έχει υπολογιστεί σε $r=0,90$ τότε το $r^2=0,81=81\%$ των αλλαγών της Y μεταβλητής μπορεί να προβλεφθεί από τις αλλαγές στην X μεταβλητή. Αντίστοιχα, όταν έχει υπολογιστεί σε $r=0,3$ τότε μπορεί να προβλεφθεί μόλις το $r^2=0,09=9\%$.

Επίσης, ο συντελεστής συσχέτισης μπορεί να συνδυαστεί με τη μέθοδο του ελέγχου υποθέσεων, όταν ο ερευνητής θέλει να βγάλει συμπεράσματα και να ποσοτικοποιήσει τις σχέσεις ανάμεσα σε παραμέτρους του πληθυσμού. Σε αυτήν την περίπτωση, η μηδενική υπόθεση δηλώνει ότι δεν υπάρχει καμία συσχέτιση ανάμεσα στις δύο υπό εξέταση παραμέτρους και οι κρίσιμες περιοχές ορίζονται από τιμές που βρίσκονται σε στατιστικούς πίνακες με κρίσιμες τιμές για τον αντίστοιχο συντελεστή συσχέτισης. Ωστόσο, τονίζεται ότι η εύρεση συσχέτισης ανάμεσα σε δύο μεταβλητές δεν συνεπάγεται σχέση αιτιο-αιτιατού. Για παράδειγμα, ακόμη και εάν έχει προκύψει πολύ υψηλός συντελεστής συσχέτισης Pearson (π.χ. $r=0,95$) ανάμεσα στην ηλικία του χρήστη και στο χρόνο ολοκλήρωσης της ηλεκτρονικής υποβολής φορολογικής δήλωσης, δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η ηλικία προκαλεί αύξηση στον μετρούμενο χρόνο. Η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται σε άλλους παράγοντες που δεν έχουμε ελέγξει ή μετρήσει, όπως για παράδειγμα ο ενδεχόμενος μικρότερος βαθμός εξοικείωσης των ηλικιωμένων με τεχνολογίες

πληροφορίας και επικοινωνίας. Εάν μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε σχέση αιτίου-αιτιατού θα πρέπει να σχεδιάσουμε προσεκτικά ένα πείραμα και να εφαρμόσουμε κάποια μέθοδο ελέγχου υποθέσεων.

11.6 Στατιστικά εργαλεία και πακέτα λογισμικού

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει μία σύντομη επισκόπηση στατιστικών εργαλείων και πακέτων λογισμικού για τη στατιστική ανάλυση πειραματικών δεδομένων. Υπάρχει πληθώρα τέτοιων εργαλείων, τα οποία καλύπτουν όλες τις ανάγκες μιας στατιστικής ανάλυσης, από τις πιο απλές, όπως οι περιγραφικές και επαγωγικές τεχνικές που αναφέραμε σε αυτό το κεφάλαιο, μέχρι και τις πιο σύνθετες (π.χ. μη γραμμικές συσχετίσεις, παλινδρόμηση, εξόρυξη γνώσης κ.λπ.).

Τα πιο γνωστά στατιστικά εργαλεία είναι τα εμπορικά πακέτα λογισμικού, τα οποία μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν το SPSS, το SAS, το Stata και το STATISTICA. Τα πακέτα αυτά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για στατιστικές αναλύσεις είτε γενικού είτε ειδικού σκοπού και είναι σχετικά πολύπλοκα και ακριβά.

Αρκετά διαδεδομένη είναι και η χρήση πρόσθετων εργαλείων (add-ins) σε εμπορικά πακέτα γενικού σκοπού, που στηρίζονται στη μεταφορά του λογιστικού φύλλου, όπως για παράδειγμα το Microsoft Excel. Τα πρόσθετα εργαλεία συνήθως απαιτούν τη δαπάνη μικρότερων χρηματικών ποσών, αλλά προσφέρουν ένα υποσύνολο των στατιστικών αναλύσεων συγκριτικά με τα εμπορικά πακέτα λογισμικού. Ωστόσο, συνήθως καλύπτουν τις στατιστικές τεχνικές που χρειάζεται κανείς για να αναλύσει πειραματικά δεδομένα εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων.

Τέλος, υπάρχουν πολλά στατιστικά εργαλεία, τα οποία μπορεί κανείς να προμηθευτεί δωρεάν για να καλύψει τις ανάγκες του. Στον πίνακα 11.3 γίνεται μία επισκόπηση μερικών επιλεγμένων στατιστικών εργαλείων που διατίθενται δωρεάν.

Στατιστικό εργαλείο	Περιγραφή
JASP	Λογισμικό ανοικτού κώδικα που έχει προταθεί ως εναλλακτικό του SPSS. Περιλαμβάνει επιπρόσθετες τεχνικές στατιστικής ανάλυσης κατά Bayes.
PSPP	Λογισμικό ανοικτού κώδικα που έχει προταθεί ως εναλλακτικό του SPSS.
RStudio	Λογισμικό ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιεί τη γλώσσα R για τη στατιστική ανάλυση δεδομένων. Απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού.
Statistical Lab	Λογισμικό ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιεί τη γλώσσα R για τη στατιστική ανάλυση δεδομένων. Δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην εκπαιδευτική διάσταση και ως εκ τούτου περιλαμβάνει πληθώρα οδηγιών, οδηγιών, παραδειγμάτων κ.λπ.
Gnumeric	Περιλαμβάνει πληθώρα τεχνικών περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής ανάλυσης. Προσφέρει τις ίδιες και περισσότερες λειτουργίες με τα πρόσθετα του MS Excel. Δεν διατίθεται πακέτο εγκατάστασης για εκδόσεις των Windows.
Past	Περιλαμβάνει απλές και προχωρημένες τεχνικές στατιστικής ανάλυσης. Αν και έχει σχεδιαστεί για παλαιοντολόγους, μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξίσου αποδοτικά από όλους.

Πίνακας 11.3 Επιλεγμένα στατιστικά εργαλεία που διατίθενται δωρεάν.

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου που αναφέρεται στον πειραματικό σχεδιασμό και τη στατιστική ανάλυση δεδομένων εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε:

- Να εξηγήσετε βασικές έννοιες πειραματικού σχεδιασμού και στατιστικής ανάλυσης, όπως πληθυσμός και δείγμα, ανεξάρτητη και εξαρτημένη μεταβλητή, κατηγορίες δεδομένων και κλίμακες μέτρησης.
- Να αναγνωρίσετε τις πλέον διαδεδομένες τεχνικές στατιστικής ανάλυσης πειραματικών δεδομένων.
- Να επιλέξετε μια μέθοδο στατιστικής ανάλυσης με βάση τον πειραματικό σχεδιασμό της μελέτης και τα δεδομένα που έχετε συλλέξει.
- Να οργανώσετε και να αναλύσετε τα συλλεχθέντα δεδομένα μέτρησης εμπειρίας χρήσης με χρήση τεχνικών περιγραφικής ή επαγωγικής στατιστικής.

Οδηγός για Περαιτέρω Μελέτη

Στο παρόν κεφάλαιο μελετήθηκαν οι βασικές έννοιες και όροι του πειραματικού σχεδιασμού, καθώς επίσης και οι στατιστικές μέθοδοι και τεχνικές που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια επιστημονικών ερευνών. Είναι σαφές ότι δεν είναι εφικτό να καλύψει κανείς όλα τα ζητήματα πειραματικού σχεδιασμού και στατιστικής ανάλυσης δεδομένων σε ένα κεφάλαιο βιβλίου όταν υπάρχουν ολόκληρα βιβλία που είναι αφιερωμένα σε καθένα από αυτά τα αντικείμενα. Για περαιτέρω μελέτη, προτείνονται ισχυρά τα συγγράμματα που περιγράφονται στη συνέχεια.

Tullis, T., & Albert, W. (2008). *Measuring the User Experience*. Burlington: Morgan Kaufmann.

Πρόκειται για ένα βιβλίο που πραγματεύεται τη μέτρηση εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων. Οι συγγραφείς εστιάζουν σε τεχνικές συλλογής, ανάλυσης και παρουσίασης μετρικών ευχρηστίας και εμπειρίας χρήστη. Το βιβλίο περιλαμβάνει αρκετά παραδείγματα εφαρμογής των τεχνικών με χρήση του MS Excel. Μπορείτε να εστιάσετε στο κεφάλαιο 2, που περιγράφονται βασικές έννοιες πειραματικού σχεδιασμού και στατιστικής επεξεργασίας, καθώς και στα κεφάλαια 4, 5 και 6, που αναλύονται οι διάφορες μετρικές ευχρηστίας και ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να συλλεχθούν, αναλυθούν και παρουσιαστούν δεδομένα τέτοιων μετρικών.

Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. (2010). *Research methods in human-computer interaction*. Chichester, West Sussex, U.K.: Wiley.

Το βιβλίο αυτό παρουσιάζει ζητήματα μεθοδολογίας έρευνας του πεδίου Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή. Πρόκειται για ένα πολύ ενδιαφέρον σύγγραμμα για όσους θέλουν να εμβαθύνουν σε ζητήματα σχεδιασμού, συλλογής και ανάλυσης δεδομένων εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων. Μπορείτε να εστιάσετε στα κεφάλαια 2 και 3 όπου περιγράφονται έννοιες πειραματικής έρευνας και σχεδιασμού, στο κεφάλαιο 4 όπου εξετάζονται τεχνικές στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης, στο κεφάλαιο

λαιο 11 όπου παρουσιάζονται μέθοδοι ανάλυσης ποιοτικών δεδομένων, και στα κεφάλαια 14-15 όπου αναλύονται ζητήματα ηθικής και ακεραιότητας σε μελέτες στις οποίες συμμετέχουν άνθρωποι. Τέλος, τα κεφάλαια 5 έως 10 εστιάζουν σε ζητήματα σχεδιασμού, διεξαγωγής έρευνας και ανάλυσης δεδομένων, που αφορούν συγκεκριμένες μεθόδους αξιολόγησης και σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων (ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις κ.λπ.). Στην περίπτωση που πρόκειται να χρησιμοποιήσετε κάποια από τις μεθόδους αυτές, προτείνεται να μελετήσετε το αντίστοιχο κεφάλαιο του παραπάνω συγγράμματος πριν την εφαρμογή της κάθε μεθόδου.

Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS (3rd edition)*. London: SAGE Publications.

Το σύγγραμμα αυτό παρουσιάζει θεωρητικά και πρακτικά ζητήματα στατιστικής ανάλυσης δεδομένων με χρήση του δημοφιλούς προγράμματος IBM SPSS. Είναι εξαιρετικό σύγγραμμα για όσους θέλουν να εμβθύνουν σε ζητήματα στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων. Το βιβλίο δεν απαιτεί προτερες γνώσεις στατιστικής και περιλαμβάνει πληθώρα παραδειγμάτων όπου γίνεται βήμα-προς-βήμα εφαρμογή στατιστικών μεθόδων με χρήση του SPSS. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες στατιστικές τεχνικές που παρουσιάζονται, είναι διαθέσιμες και στο MS Excel. Μπορείτε να εστιάσετε στα κεφάλαια 1-3 όπου περιγράφονται βασικές στατιστικές έννοιες και το περιβάλλον του SPSS, στο κεφάλαιο 4 όπου παρουσιάζεται η δημιουργία γραφημάτων, στο κεφάλαιο 5 όπου αναλύεται ο έλεγχος των υποθέσεων που σχετίζονται με τα στατιστικά τεστ, καθώς και στα κεφάλαια 6, 7, 9, 10, 13 και 15 όπου παρουσιάζονται οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι στην ανάλυση δεδομένων εμπειρίας χρήστη.

Ασκήσεις και δραστηριότητες

Άσκηση 11.1

Να δώσετε έναν ορισμό του πειραματικού σχεδιασμού. Τι εννοούμε με τους όρους: «πληθυσμός», «δείγμα», «σφάλμα δειγματοληψίας», «σφάλμα μεροληψίας», «ανεξάρτητη μεταβλητή» και «εξαρτημένη μεταβλητή»; Δώστε συγκεκριμένα παραδείγματα που να εξηγούν τους όρους αυτούς.

Άσκηση 11.2

Διαβάστε τις παρακάτω προτάσεις και εντοπίστε σε καθεμία ποιες είναι οι ανεξάρτητες και ποιες οι εξαρτημένες μεταβλητές.

- I) Δεν υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα ανάγνωσης και στο βαθμό συγκράτησης της είδησης, όταν οι χρήστες διαβάζουν μία είδηση σε έναν επιτραπέζιο υπολογιστή ή σε ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο.
- II) Δεν υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα επιλογής στόχου και στον αριθμό των παρατηρούμενων λαθών ανάμεσα στο χειριστήριο joystick, την οθόνη επαφής, την ιχνόσφαιρα και την αναγνώριση χειρονομιών.
- III) Τα παιδιά που χρησιμοποίησαν την εκπαιδευτική μας εφαρμογή βελτίωσαν το βαθμό κατανόησης κειμένων συγκριτικά με τα παιδιά που δεν τη χρησιμοποίησαν.
- IV) Δεν υπάρχει διαφορά στο συνολικό αριθμό σφαλμάτων προσβασιμότητας για τους 10 ιστοτόπους που αξιολογήθηκαν.

Άσκηση 11.3

Διαβάστε τις προτάσεις της προηγούμενης άσκησης και επιλέξτε το είδος του ελέγχου υποθέσεων που θα έπρεπε να χρησιμοποιήσετε για να ελέγξετε την ισχύ τους: α) κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων, β) μη-κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων. Επαναδιατυπώστε τις προτάσεις έτσι ώστε να χρειάζεται να χρησιμοποιήσετε διαφορετικό τύπο ελέγχου υποθέσεων από αυτόν που έχετε εντοπίσει (π.χ. αν ήταν κατευθυνόμενου ελέγχου να γίνει μη-κατευθυνόμενου ελέγχου).

Άσκηση 11.4

Διαβάστε τις παρακάτω ερευνητικές περιστάσεις και για καθεμία από αυτές επιλέξτε και δικαιολογήστε την προσέγγιση σχεδιασμού του πειράματος που θα χρησιμοποιούσατε: α) ανεξάρτητων δειγμάτων, β) εξαρτημένων δειγμάτων.

I) Μία μελέτη διερευνά εάν ένα σύνολο σεμιναρίων εκπαίδευσης των εργαζομένων μίας επιχείρησης αυξάνει το βαθμό ικανοποίησης τους από το σύστημα απογραφής υλικού που χρησιμοποιούν.

II) Μία μελέτη διερευνά εάν η πρότερη εμπειρία χρήσης ενός διαδραστικού συστήματος ηλεκτρονικής εύρεσης και κράτησης καταλύματος αυξάνει τη βαθμολογία SUS για το σύστημα αυτό.

III) Μία μελέτη συγκρίνει δύο διαφορετικές εκδόσεις της διεπιφάνειας χρήσης ενός ρομποτικού βραχίονα που απευθύνεται σε καρδιοχειρουργούς ως προς το χρόνο ολοκλήρωσης ενός συγκεκριμένου τύπου μικρο-επέμβασης.

IV) Μία μελέτη διερευνά εάν υπάρχει διαφορά μεταξύ αντρών και γυναικών, αναφορικά με το συνολικό αριθμό των ιστοσελίδων που επισκέπτονται σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα πώλησης προϊόντων τεχνολογίας.

Άσκηση 11.5

Διαβάστε τα παρακάτω σενάρια και εντοπίστε ενέργειες, επιλογές ή παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν σε σφάλματα μεροληψίας. Προσπαθήστε να εκτιμήσετε την κατεύθυνση του σφάλματος, δηλαδή εάν οδηγεί σε υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση των πραγματικών τιμών του πληθυσμού.

I) Ο υπεύθυνος διεξαγωγής της αξιολόγησης ξεκινάει να δίνει οδηγίες στους συμμετέχοντες ως εξής: «Στόχος του πειράματος είναι να αξιολογήσουμε την ευχρηστία του ιστοτόπου μας. Γνωρίζουμε ήδη ότι είναι καλύτερος από τον ανταγωνισμό, αλλά η διοίκηση μας ζητάει δεδομένα που να το αποδεικνύουν».

II) Σε ένα πείραμα που διερευνά το χρόνο εκμάθησης της μεθόδου T9 για την εισαγωγή δεδομένων σε κινητά τηλέφωνα, δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιούν το T9 για πάνω από έναν χρόνο.

III) Σε ένα πείραμα που μελετά τη χρήση ιστοτόπων υγειονομικού ενδιαφέροντος από άτομα τυφλά, όλοι οι συμμετέχοντες έχουν κανονική όραση και οι υπεύθυνοι διεξαγωγής του πειράματος τους ζητάνε να αλληλεπιδράσουν με τον ιστοτόπο με χρήση αναγνώστη οθόνης έχοντας κλειστή την οθόνη του H/Y.

IV) Σε ένα πείραμα αξιολόγησης της ευχρηστίας ενός ιστοτόπου πώλησης επίπλων, η ταχύτητα του δικτύου στο εργαστήριο ευχρηστίας που βρίσκονται οι χρήστες είναι αργή την ημέρα διεξαγωγής του πειράματος. Έτσι, οι χρήστες περιμένουν αρκετή ώρα για να φορτώσει η κάθε σελίδα.

Άσκηση 11.6

Επιλέξτε την κατάλληλη στατιστική μέθοδο ανάλυσης πειραματικών δεδομένων για τις εξής περιπτώσεις μελετών:

I) Μετά από σειρά μελετών, ένας ερευνητής έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η ηλικία ενός ατόμου επιδρά στη SUS βαθμολογία του για ένα σύστημα. Στο πλαίσιο της τρέχουσας μελέτης ο ερευνητής επιθυμεί να περιγράψει με ακρίβεια τη σχέση αυτή. Έτσι, επιλέγει ένα τυχαίο δείγμα 100 ατόμων, καταγράφει την ηλικία τους και τους ζητάει να συμπληρώσουν το SUS ερωτηματολόγιο αφού έχουν αλληλεπιδράσει με 5 διαδραστικά συστήματα διαφορετικού τύπου.

II) Μία ομάδα σχεδίασης θέλει να εξετάσει αν η ύπαρξη ενσωματωμένης βοήθειας επιδρά στην εμπειρία χρήσης μίας ιατρικής εφαρμογής που έχει αναπτύξει. Για το σκοπό αυτό επιλέγει ένα σύνολο 30 ιατρών και διεξάγει δύο πειράματα στα οποία οι συμμετέχοντες καλούνται να φέρουν εις πέρας τις ίδιες εργασίες αλληλεπιδρώντας με το σύστημα. Στο πρώτο πείραμα, όλοι οι ιατροί έχουν πρόσβαση στην ενσωματωμένη βοήθεια, ενώ στο δεύτερο δεν έχουν πρόσβαση. Μετά την ολοκλήρωση του κάθε πειράματος οι συμμετέχοντες συμπληρώνουν το ερωτηματολόγιο SUS.

III) Μία ομάδα σχεδίασης θέλει να μελετήσει την επίδραση τριών εναλλακτικών τρόπων σχεδίασης του καλαθιού αγοράς ενός ηλεκτρονικού καταστήματος (e-shop) στο χρόνο ολοκλήρωσης της παραγγελίας. Στο πλαίσιο αυτό, οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε 3 ομάδες των 100 και τους ζητείται να ολοκληρώσουν την αγορά του ίδιου προϊόντος, αλλά η κάθε ομάδα χρησιμοποιεί διαφορετική έκδοση του καλαθιού αγοράς. Το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε κάθε χρήστης για την ολοκλήρωση της αγοράς του δοθέντος προϊόντος καταγράφεται αυτόματα.

Άσκηση 11.7

Έστω ότι εξετάζετε εάν οι ηλικιωμένοι χρήστες χρειάζονται περισσότερο ή λιγότερο χρόνο συγκριτικά με νέους χρήστες για την ηλεκτρονική υποβολή της φορολογικής δήλωσης μέσω ενός διαδικτυακού συστήματος. Στο πλαίσιο αυτό έχετε συλλέξει τα παρακάτω δεδομένα:

Χρόνος υποβολής φορολογικής δήλωσης (min) για 30 νέους χρήστες														
15	17	19	20	26	18	14	16	15	19	20	21	22	25	27
20	17	18	21	22	26	30	33	40	23	27	41	32	33	25

Χρόνος υποβολής φορολογικής δήλωσης (min) για 30 ηλικιωμένους χρήστες														
20	25	40	35	25	19	20	22	27	45	50	29	37	41	23
48	38	35	33	31	29	50	26	54	23	33	39	41	32	19

Ζητούμενα: Α) Οργανώστε τον τρόπο παρουσίασης των παραπάνω δεδομένων χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο τύπο γραφήματος· Β) Ποιους περιγραφικούς στατιστικούς δείκτες θα επιλέγατε για τα παραπάνω δεδομένα; Δικαιολογήστε την απάντησή σας και υπολογίστε τους· Γ) Αν υποθέσουμε ότι κάποιες από τις παραπάνω μετρήσεις ήταν 120 λεπτά, τι θα άλλαζε στην απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα; Δικαιολογήστε την απάντησή σας· Δ) Ποια είναι η ανεξάρτητη και ποια η εξαρτημένη μεταβλητή; Διατυπώστε μία μηδενική υπόθεση κατάλληλη για το παραπάνω πείραμα· Ε) Με

χρήση κάποιου στατιστικού εργαλείου (βλέπε ενότητα 11.6), εφαρμόστε την κατάλληλη στατιστική μέθοδο ελέγχου υποθέσεων (θεωρήστε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.01$). Σε τι συμπέρασμα οδηγείστε;

Άσκηση 11.8

Μία ομάδα σχεδίασης εξετάζει τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση ενός χρήστη κατά την επιλογή και χρήση ιστοτόπων κοινωνικής δικτύωσης. Στο πλαίσιο αυτό, επιλέγεται και ερωτάται ένα σύνολο από 50 χρήστες τέτοιων συστημάτων. Οι χρήστες καλούνται να επιλέξουν μόνο μία από τις εξής διαθέσιμες επιλογές: α) Διατίθεται και σε εφαρμογή κινητού τηλεφώνου· β) Αριθμός γνωστών που το χρησιμοποιούν· γ) Πολιτική προστασίας προσωπικών δεδομένων· δ) Χρόνος εκμάθησης των βασικών λειτουργιών.

<i>Διατίθεται και σε εφαρμογή κινητού τηλεφώνου</i>	<i>Αριθμός γνωστών που το χρησιμοποιούν</i>	<i>Πολιτική προστασίας προσωπικών δεδομένων</i>	<i>Χρόνος εκμάθησης των βασικών λειτουργιών</i>
18	17	7	8

Ζητούμενα: Με βάση τα παραπάνω δεδομένα διατυπώστε τη μηδενική υπόθεση και εφαρμόστε την κατάλληλη στατιστική μέθοδο με χρήση κάποιου στατιστικού εργαλείου (βλέπε ενότητα 11.6), προκειμένου να διαπιστώσετε εάν κάποιος από τους παραπάνω παράγοντες επιδρά σε μεγαλύτερο βαθμό στην απόφαση ενός χρήστη για την επιλογή και χρήση ενός ιστοτόπου κοινωνικής δικτύωσης (θεωρήστε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$). Σε τι συμπέρασμα οδηγείστε;

12

Οδηγός εργαστηριακών ασκήσεων

Σκοπός

Το παρόν κεφάλαιο, συμπληρωματικό του κυρίως υλικού του βιβλίου, παρουσιάζει ενδεικτικές εργαστηριακές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν την εφαρμογή τεχνικών για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων. Επιλέξαμε να παρουσιάσουμε τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν στο σύντομο χρονικό πλαίσιο μίας εργαστηριακής δραστηριότητας, έχουν ελάχιστες απαιτήσεις σε εξειδικευμένο εξοπλισμό και υποστηρίζονται από λογισμικό που διατίθεται δωρεάν. Ως εκ τούτου, οι προτεινόμενες δραστηριότητες μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν για το εργαστηριακό σκέλος ενός εξαμηνιαίου μαθήματος. Ασφαλώς, υπάρχει πληθώρα επιπρόσθετων μεθόδων που έχουν προταθεί στο πεδίο Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή οι οποίες δεν είναι δυνατόν να συμπεριληφθούν στο παρόν κεφάλαιο.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Ολοκληρώνοντας την εκπόνηση των προτεινόμενων εργαστηριακών ασκήσεων, θα μπορείτε:

- Να αναγνωρίσετε διαδεδομένες μεθοδολογίες αξιολόγησης ευχρηστίας.
- Να περιγράψετε τη διαδικασία διεξαγωγής μίας εμπειρικής μελέτης.
- Να εξηγήσετε τουλάχιστον τρεις (3) δυσκολίες που αντιμετωπίζουν άτομα με αναπηρίες κατά την αλληλεπίδρασή τους με υπολογιστές.
- Να εφαρμόσετε τουλάχιστον τρεις (3) μεθόδους σχεδιασμού ή/και αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων.
- Να οργανώσετε και αναλύσετε δεδομένα αξιολόγησης ευχρηστίας χρησιμοποιώντας στατιστικές τεχνικές.
- Να τεκμηριώσετε σχεδιαστικές επιλογές κατά την ανάπτυξη ενός διαδραστικού συστήματος χρησιμοποιώντας μοντέλα της ανθρώπινης συμπεριφοράς.
- Να κρίνετε τις σχεδιαστικές επιλογές ενός διαδραστικού συστήματος εφαρμόζοντας τεχνικές επιθεώρησης ευχρηστίας.
- Να συντάξετε μια συνεκτική και δομημένη έκθεση αξιολόγησης ευχρηστίας λογισμικού.

Έννοιες κλειδιά

Αξιολόγηση ευχρηστίας λογισμικού (usability evaluation), γνωσιακό περιδιάβασμα (cognitive walkthrough), εμπειρική μελέτη (empirical study), ερωτηματολόγιο ευχρηστίας (usability questionnaire), ευρετική αξιολόγηση (heuristic evaluation), μοντέλο KLM (Keystroke Level Model), νόμος Fitts (Fitts law), στατιστική ανάλυση (statistical analysis), ταξινόμηση καρτών (card sorting), τεχνολογίες προσβασιμότητας (accessibility technologies), φαινόμενο Stroop (Stroop effect).

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Σε κάθε υπόδειγμα εργαστηριακής δραστηριότητας αναφέρονται τα σχετιζόμενα κεφάλαια του παρόντος βιβλίου, τα οποία προτείνεται να μελετηθούν πριν τη διεξαγωγή της δραστηριότητας. Επιπλέον, κάθε προτεινόμενη εργαστηριακή άσκηση περιλαμβάνει τους μαθησιακούς στόχους της, σύντομη περιγραφή

του σχετιζόμενου θεωρητικού υποβάθρου, παρουσίαση της διαδικασίας διεξαγωγής της και περιγραφή της δομής του παραδοτέου - απάντησης προς υποβολή.

12.1 Λειτουργίες της προσοχής και εισαγωγή στη διεξαγωγή εμπειρικών μελετών και στη στατιστική ανάλυση δεδομένων

12.1.1 Κεφάλαια του βιβλίου προς μελέτη

- Κεφάλαιο 2. Ο άνθρωπος.
- Κεφάλαιο 11. Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση για τη μέτρηση εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων.

12.1.2 Στόχος της εργαστηριακής άσκησης

Η άσκηση αυτή εντάσσεται στη μελέτη του ανθρώπου ως επεξεργαστή πληροφορίας και ιδιαίτερα στη μελέτη φαινομένων αντίληψης και προσοχής. Στόχος της είναι να μελετηθεί η επίδραση των αντικρουόμενων ερεθισμάτων κατά την επεξεργασία τους από τον άνθρωπο και η απόκριση του ανθρώπου σε αυτά. Επιπρόσθετος στόχος είναι η εξοικείωση με τη διεξαγωγή εμπειρικών μελετών (πειραμάτων) και με τεχνικές στατιστικής ανάλυσης πειραματικών δεδομένων, ώστε να είναι εφικτή η εξαγωγή γενικεύσιμων συμπερασμάτων. Συγκεκριμένα, η εργαστηριακή άσκηση διερευνά το φαινόμενο Stroop (βλέπε κεφάλαιο 2) με τη βοήθεια κατάλληλου πειράματος. Με τα δεδομένα που προκύπτουν από το πείραμα αυτό, ζητείται να γίνει κατάλληλη στατιστική ανάλυση (βλέπε κεφάλαιο 11) ώστε να εξαχθούν γενικεύσιμα συμπεράσματα.

12.1.3 Θεωρητικό υπόβαθρο

Το φαινόμενο Stroop, το οποίο παρατηρήθηκε από τον Ridley Stroop (1935), αναφέρεται στην αύξηση του χρόνου απόκρισης του ανθρώπου στην αναγνώριση του χρώματος μιας λέξης, όταν η λέξη εκφράζει ένα χρώμα διαφορετικό από το χρώμα με το οποίο είναι γραμμένη (Εικόνα 12.1). Το κεφάλαιο 2 περιγράφει το φαινόμενο Stroop στο πλαίσιο της κατανόησης αυτόματων ανθρώπινων γνωστικών διεργασιών (automatic cognitive processes).



Εικόνα 12.1 Αριστερά: το χρώμα της λέξης είναι συμβατό (συμφωνεί) με το νόημα της λέξης. Δεξιά: το χρώμα της λέξης είναι ασύμβατο (δεν συμφωνεί) με το όνομα του χρώματος που περιγράφει.

12.1.4 Διεξαγωγή πειράματος

Χρησιμοποιήστε την εφαρμογή που βρίσκεται στη διεύθυνση <http://www.psychtoolkit.org/experiment-library/stroop.html>. Η εφαρμογή αυτή έχει σχεδιαστεί από τον Gijssbert Stoet του Πανεπιστημίου της Γλασκώβης στο πλαίσιο του PsyToolkit (<http://psychtoolkit.gla.ac.uk/>). Αφού ολοκληρώσετε το πείραμα σύμφωνα με τις οδηγίες, καταγράψτε τα αποτελέσματα σε ένα αρχείο κοινόχρηστο για όλους τους συμμετέχοντες στο εργαστήριο (π.χ. σε google docs): το χρόνο απόκρισής σας όταν το νόημα της λέξης είναι συμβατό με το χρώμα που περιγράφει (color match) και το χρόνο απόκρισής σας όταν η λέξη περιγράφει διαφορετικό χρώμα (color mismatch).

12.1.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε με ένα μικρό αριθμό ατόμων (δείγμα). Για να μπορέσουμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για το γενικό πληθυσμό θα πρέπει να κάνουμε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων μας. Στο πλαίσιο του εργαστηρίου αυτού θα χρησιμοποιήσουμε την τεχνική του ελέγχου υποθέσεων (hypothesis testing), η οποία εντάσσεται στον κλάδο της επαγωγικής στατιστικής (inferential statistics). Γενικά, ο έλεγχος υποθέσεων αποτελεί μια διαδικασία που χρησιμοποιεί δεδομένα που προέρχονται από τα δείγματα ώστε να εκτιμήσει τη δυνατότητα γενίκευσης των συμπερασμάτων στον πληθυσμό. Το κεφάλαιο 11 παρουσιάζει βασικές έννοιες πειραματικού σχεδιασμού και περιλαμβάνει στατιστικές μεθόδους ανάλυσης πειραματικών δεδομένων. Θα χρειαστεί να το μελετήσετε αν δεν είστε εξοικειωμένοι με αυτές τις έννοιες και τεχνικές.

Στη συγκεκριμένη εργαστηριακή άσκηση, ο στόχος της στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων είναι ο εξής: Να μελετήσετε εάν επιδρά στο χρόνο απόκρισης, η παρεμβολή της ανάγνωσης ως προς την κατονομασία του χρώματος όταν υπάρχει αντίφαση μεταξύ του νοήματος της λέξης και του χρώματος της.

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε κάποιο δωρεάν διαθέσιμο στατιστικό εργαλείο (βλέπε ενότητα 11.6) είτε το πακέτο εργαλείων ανάλυσης του Microsoft Excel είτε το στατιστικό πακέτο SPSS. Θεωρήστε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$. Μελετήστε τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσής σας και ελέγξτε αν η μηδενική υπόθεση που έχετε κάνει μπορεί να απορριφθεί ή όχι και γιατί.

12.1.6 Παραδοτέο

Μέχρι το τέλος του εργαστηρίου παραδίδετε μια αναφορά που περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή του φαινομένου Stroop.
- Περιγραφή του πειράματος, των ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών, ορισμό της μηδενικής υπόθεσης.
- Στατιστική ανάλυση των δεδομένων.
- Περιγραφή και εξήγηση των ευρημάτων.
- Σύνοψη με τα συμπεράσματά σας.

12.2 Νόμος του Fitts

12.2.1 Κεφάλαια του βιβλίου προς μελέτη

- Κεφάλαιο 2. Ο άνθρωπος.
- Κεφάλαιο 4. Διαδραστικές συσκευές.
- Κεφάλαιο 11. Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση για τη μέτρηση εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων.

12.2.2 Στόχος της εργαστηριακής άσκησης

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με αναλυτικά μοντέλα και τεχνικές σύγκρισης της απόδοσης συσκευών που χρησιμοποιούνται κατά την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Επιπρόσθετος στόχος είναι η περαιτέρω εξοικείωση με την διεξαγωγή εμπειρικών μελετών (πειραμάτων) και με τις τεχνικές στατιστικής ανάλυσης πειραματικών δεδομένων. Συγκεκριμένα η εργαστηριακή άσκηση αποσκοπεί στη διερεύνηση, με χρήση του νόμου του Fitts (βλέπε κεφάλαιο 2), της απόδοσης εργασιών που γίνονται με διαφορετικές δεικτικές συσκευές (βλέπε κεφάλαιο 4). Με τα δεδομένα που προκύπτουν από αυτό το πείραμα, ζητείται να γίνει κατάλληλη στατιστική ανάλυση (βλέπε κεφάλαιο 11) ώστε να εξαχθούν γενικεύσιμα συμπεράσματα.

12.2.3 Θεωρητικό υπόβαθρο

Η απόδοση μιας δεικτικής συσκευής, δηλαδή ο χρόνος T που απαιτείται για μία γρήγορη κίνηση του χεριού του χρήστη με συγκεκριμένο στόχο, είναι ένας δείκτης που μας επιτρέπει να προβλέψουμε την τυπική διάρκεια εκτέλεσης ενός έργου και να συγκρίνουμε την απόδοση εναλλακτικών δεικτικών συσκευών που χρησιμοποιούνται. Σύμφωνα με το νόμο του Fitts (1954), ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση της εργασίας επιλογής (select) δίνεται από την σχέση:

$$T = k_1 + k_2 * ID \text{ (Εξίσωση 12.1)}$$

Οι k_1 (intercept) και k_2 (slope) είναι δύο μη αρνητικοί αριθμοί, οι οποίοι προσδιορίζονται πειραματικά και εξαρτώνται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εργασίας που εκτελεί ο χρήστης (π.χ. τύπος εργασίας, δεικτική συσκευή που χρησιμοποιείται). Συχνά, αντί για k_1 χρησιμοποιείται το γράμμα a , και αντί για k_2 το γράμμα b , όπως συνηθίζεται σε γραμμικές εξισώσεις. Ο δείκτης δυσκολίας (Index of Difficulty- ID) της επιλογής ενός στόχου εύρους W (ως προς την κατεύθυνση της κίνησης) σε απόσταση D (ως προς την κατεύθυνση της κίνησης), δίνεται από τη σχέση:

$$ID = \text{Log}_2(2D/W) \text{ (Εξίσωση 12.2)}$$

Το κεφάλαιο 2 περιλαμβάνει ενότητα που καλύπτει το Νόμο του Fitts.

12.2.4 Διεξαγωγή πειράματος

Στο πρώτο μέρος της εργαστηριακής άσκησης ζητείται να υπολογίσετε τα k_1 και k_2 κατά την εκτέλεση των ίδιων εργασιών με τις εξής δεικτικές συσκευές: α) ποντίκι (mouse), β) επιφάνεια επαφής (touchpad), γ) γραφίδα (pen) και δ) ισομετρικό χειριστήριο (βλέπε κεφάλαιο 4). Για το σκοπό αυτό θα επαναλάβετε έναν ορισμένο αριθμό εργασιών επιλογής χρησιμοποιώντας διαφορετικές συσκευές δείξης. Οι εργασίες επιλογής θα εκτελεστούν στο εργαλείο IDTest που διατίθεται δωρεάν και έχει σχεδιαστεί από την IBM και το Πανεπιστήμιο του Stanford.

Στο συγκεκριμένο εργαστήριο ζητείται να εκτελέσετε το πείραμα του Fitts με κύκλους (Fitts test with circles) του εργαλείου IDTest για κάθε δεικτική συσκευή. Στο πείραμα, ζητείται να επιλέξετε τον κύκλο-στόχο που εμφανίζεται κάθε φορά. Οι διάμετροι των στόχων, ο αριθμός των επαναλήψεων (repetitions) καθώς και όποιο δεδομένο χρειαστεί, θα σας δοθούν κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου. Το εργαλείο IDTest, με βάση την επίδοσή σας στις εργασίες αυτές, θα υπολογίσει τα k_1, k_2 για την κάθε συσκευή. Επιλέξτε plot data για να πάρετε γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Αφού ολοκληρώσετε το πείραμα, ελέγξτε αν ισχύει ο νόμος του Fitts για την εργασία επιλογής με τις διαφορετικές συσκευές δείξης που χρησιμοποιήσατε.

Στο δεύτερο μέρος της άσκησης ζητείται να χρησιμοποιήσετε τεχνικές της περιγραφικής στατιστικής (βλέπε κεφάλαιο 11) για να συνοψίσετε και να παρουσιάσετε τα δεδομένα σας. Στο τελευταίο μέρος του πειράματος καταγράψτε σε ένα αρχείο κοινόχρηστο για όλους τους συμμετέχοντες στο εργαστήριο (π.χ. σε google docs) τις εξής πληροφορίες για κάθε δεικτική συσκευή: τα k_1 (intercept) και k_2 (slope) της κάθε δεικτικής συσκευής και το μέσο χρόνο εκτέλεσης T των συγκεκριμένων εργασιών στις αντίστοιχες στήλες. Μελετήστε την επίδραση που έχει ο δείκτης ID στο χρόνο εκτέλεσης.

12.2.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε με ένα μικρό αριθμό ατόμων (δείγμα). Για να μπορέσουμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με το αν οι δεικτικές συσκευές επηρεάζουν τον μέσο χρόνο της επιλογής, απαιτείται στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Χρησιμοποιήστε την τεχνική του ελέγχου υποθέσεων (hypothesis testing) και ακολουθήστε τα κατάλληλα βήματα για την εφαρμογή της τεχνικής στο συγκεκριμένο πειραματικό σχεδιασμό. Το κεφάλαιο 11 περιλαμβάνει στατιστικές μεθόδους ανάλυσης πειραματικών δεδομένων και θα χρειαστεί να το μελετήσετε αν δεν είστε εξοικειωμένοι.

Στη συγκεκριμένη εργαστηριακή άσκηση, ο στόχος της στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων είναι να μελετήσετε εάν η δεικτική συσκευή επηρεάζει το μέσο χρόνο επιλογής T .

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε κάποιο δωρεάν διαθέσιμο στατιστικό εργαλείο (βλέπε ενότητα 11.6) είτε το πακέτο εργαλείων ανάλυσης του Microsoft Excel, είτε το στατιστικό πακέτο SPSS. Θεωρήστε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$. Μελετήστε τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσής σας και ελέγξτε αν η μηδενική υπόθεση που έχετε κάνει μπορεί να απορριφθεί ή όχι και γιατί. Προσπαθήστε να εξηγήσετε τα αποτελέσματα του πειράματός σας.

12.2.6 Παραδοτέο

Μέχρι το τέλος του εργαστηρίου παραδίδετε μια αναφορά που περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή του νόμου του Fitts.
- Περιγραφή του πειράματος του Fitts με κύκλους, ερμηνεία των σταθερών k_1, k_2 .

- Γραφικές παραστάσεις και μετρήσεις που δημιουργεί η εφαρμογή IDTest, συνοδευόμενες από την ερμηνεία σας.
- Περιγραφή του τρόπου ελέγχου της ισχύος του νόμου του Fitts.
- Περιγραφή και ερμηνεία περιγραφικών στατιστικών δεικτών, μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης – Γραφικές παραστάσεις.
- Περιγραφή του πειραματικού σχεδιασμού, ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών, ορισμός της μηδενικής υπόθεσης.
- Στατιστική ανάλυση των δεδομένων.
- Περιγραφή και εξήγηση των ευρημάτων.
- Σύνοψη με τα συμπεράσματά σας – Επιπλέον να σχολιάσετε συμπεράσματα που προκύπτουν μελετώντας το δικό σας πείραμα σε σχέση με το σύνολο των πειραμάτων.

Λάβετε υπόψη ότι ο στόχος του πειράματος είναι να αξιολογηθεί η επίδραση που έχει ο δείκτης δυσκολίας ID στον χρόνο εκτέλεσης επιλογής.

12.3 Μοντέλο πληκτρολόγησης (Keystroke Level Model, KLM)

12.3.1 Κεφάλαια του βιβλίου προς μελέτη

- Κεφάλαιο 2. Ο άνθρωπος.
- Κεφάλαιο 4. Διαδραστικές συσκευές.
- Κεφάλαιο 11. Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση για τη μέτρηση εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων.

12.3.2 Στόχος της εργαστηριακής άσκησης

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με αναλυτικά μοντέλα και τεχνικές μέτρησης της απόδοσης συστημάτων που χρησιμοποιούνται κατά την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Επιπρόσθετος στόχος είναι η εξοικείωση με τη διεξαγωγή εμπειρικών μελετών (πειραμάτων) και με τις τεχνικές στατιστικής ανάλυσης πειραματικών δεδομένων ώστε να είναι εφικτή η εξαγωγή γενικεύσιμων συμπερασμάτων. Συγκεκριμένα, εφαρμόζεται αρχικά το εμπειρικό μοντέλο ανάλυσης πληκτρολογήσεων KLM (βλέπε κεφάλαιο 2), ώστε να υπολογιστεί ο εκτιμώμενος χρόνος για την εργασία εισαγωγής αριθμών σε μια φόρμα. Έπειτα, για την ίδια διεπιφάνεια και για την ίδια εργασία, καταγράφεται μέσω πειράματος ο χρόνος που απαιτείται για την εισαγωγή αριθμών με δύο εναλλακτικές συσκευές εισαγωγής κειμένου (βλέπε κεφάλαιο 4): α) κλασσικό πληκτρολόγιο QWERTY, β) αριθμητικό πληκτρολόγιο NUMPAD. Σκοπός είναι η διερεύνηση των διαφορών χρήσης αυτών των δύο εναλλακτικών τρόπων εισαγωγής κειμένου. Με τα δεδομένα που προκύπτουν από αυτό το πείραμα, ζητείται να γίνει κατάλληλη στατιστική ανάλυση (βλέπε κεφάλαιο 11) ώστε να εξαχθούν γενικεύσιμα συμπεράσματα.

12.3.3 Θεωρητικό υπόβαθρο

Το μοντέλο KLM (Keystroke Level Model) (Card, Moran, & Newell, 1980, 1983) είναι ένα εμπειρικό μοντέλο πρόβλεψης χρόνου μίας ακολουθίας ενεργειών του χρήστη. Το μοντέλο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της απόδοσης ενός συστήματος. Η παραδοχή που κάνει το μοντέλο είναι ότι ο χρήστης είναι έμπειρος και αλάνθαστος. Είναι μια ιδιαίτερα χρήσιμη μέθοδος για τη συγκριτική μελέτη εναλλακτικών σχεδιασμών διαλόγου μεταξύ χρήστη και συστήματος. Οι βασικές κατηγορίες ενεργειών περιγράφονται στον πίνακα 12.1 και εξηγούνται αναλυτικά στην ενότητα 2.4.1.

T_K	Χρόνος για την πληκτρολόγηση ενός πλήκτρου
T_B	Χρόνος για την επιλογή με το ποντίκι (πάτημα του κουμπιού του ποντικιού)
T_P	Χρόνος μετακίνησης της δεικτικής συσκευής σε σημείο της οθόνης
T_H	Χρόνος μετακίνησης του χεριού του χρήστη προς τη συσκευή.
T_D	Χρόνος για να ζωγραφιστεί μια γραμμή, κρατώντας πατημένο ένα πλήκτρο και κινώντας το ποντίκι.
T_M	Χρόνος για γνωσιακές λειτουργίες του χρήστη (νοητική προετοιμασία)
T_R	Χρόνος απόκρισης συστήματος

Πίνακας 12.1 Βασικές κατηγορίες ενεργειών στο μοντέλο KLM.

12.3.4 Διεξαγωγή πειράματος

Έστω εργασία χρήστη που αποσκοπεί στην εισαγωγή τιμών-αποτιμήσεων για μερίδια αμοιβαίων κεφαλαίων των εταιριών που ακολουθούν:

Επωνυμία	Ενεργητικό	Μερίδια	Καθαρή Τιμή	Τιμή Διάθεσης	Τιμή Εξαγοράς
Αναπτυξ. Μετοχ. Εσωτ.	118.076.039.403	4.414.484.151	26.747,41	28.084,78	26.479,94
Εισοδ. Ομολ. Εσωτ.	10.439.751.007	5.562.902.019	1.876,67	1.932,97	1.857,90

Στο πρώτο μέρος του πειράματος, ζητείται να εφαρμόσετε το εμπειρικό μοντέλο ανάλυσης πληκτρολογήσεων KLM ώστε να υπολογίσετε τον εκτιμώμενο χρόνο για την παραπάνω εργασία εισαγωγής αριθμών σε ένα λογιστικό φύλλο με χρήση του κυρίως πληκτρολογίου. Χρησιμοποιήστε τις παρακάτω τιμές για τους μέσους χρόνους των τυπικών ενεργειών του χρήστη. Καταγράψτε τις όποιες παραδοχές έχετε κάνει.

T _K	T _P	T _H	T _M	T _R
0.28 sec	1.1 sec	0.4 sec	1.35 sec	0 sec

Στο δεύτερο μέρος του πειράματος, για την ίδια διεπιφάνεια και για την ίδια εργασία θα μετρήσετε μέσω πειράματος την απόδοση δύο εναλλακτικών τρόπων εισαγωγής κειμένου μιας κλασσικής συσκευής εισόδου, του πληκτρολογίου (βλέπε κεφάλαιο 4). Το κλασσικό πληκτρολόγιο του υπολογιστή έχει δύο εναλλακτικούς τρόπους (συσκευές) για εισαγωγή αριθμών: α) τα αριθμητικά πλήκτρα, τμήμα του QWERTY πληκτρολογίου (συσκευή 1), β) το αριθμητικό πληκτρολόγιο ή numpad (συσκευή 2). Σκοπός του πειράματος είναι η διερεύνηση των διαφορών χρήσης αυτών των δύο εναλλακτικών τρόπων. Για κάθε εναλλακτικό τρόπο εισαγωγής δεδομένων, θα χρειαστεί να εισάγετε τα δεδομένα δύο φορές ώστε στη συνέχεια να διερευνηθεί εάν η εμπειρία εκτέλεσης της εργασίας επιδρά στο χρόνο καταχώρησης των δεδομένων. Μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων από όλους τους συμμετέχοντες στο εργαστήριο, θα σας δοθεί ένα αρχείο με τους χρόνους εισαγωγής δεδομένων που θα περιλαμβάνει και τους δυο εναλλακτικούς τρόπους (και για τις δυο προσπάθειες) για όλους τους συμμετέχοντες.

Ζητείται να γίνει κατάλληλη στατιστική ανάλυση ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα και να είναι εφικτή μια στατιστικά ασφαλής σύγκριση του χρόνου εισαγωγής αριθμών με τις δύο διαφορετικές συσκευές και για τις δύο προσπάθειες σε κάθε συσκευή. Επίσης, ζητείται να συγκρίνετε τον εκτιμώμενο χρόνο που υπολογίσατε με χρήση του μοντέλου KLM (πρώτο μέρος) με τους χρόνους που καταγράφηκαν για την εκτέλεση της συγκεκριμένης εργασίας (δεύτερο μέρος).

12.3.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Ζητείται να προβείτε σε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το παραπάνω πείραμα. Οι στόχοι της ανάλυσης είναι: α) Να μελετήσετε αν η εμπειρία εκτέλεσης της συγκεκριμένης εργασίας επιδρά στο χρόνο καταχώρησης των δεδομένων. β) Να μελετήσετε αν η χρήση δύο διαφορετικών

συσκευών εισαγωγής αριθμών (πληκτρολόγιο και Numpad) επιδρά στον χρόνο καταχώρησης των δεδομένων.

12.3.6 Παραδοτέο

Μέχρι το τέλος του εργαστηρίου παραδίδετε μια αναφορά που περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή του μοντέλου KLM.
- Περιγραφή του πειράματος.
- Περιγραφή της διαδικασίας εκτίμησης σύμφωνα με το KLM μοντέλο.
- Περιγραφή των μεταβλητών και της μηδενικής υπόθεσης και για τους δύο στόχους της ανάλυσης.
- Στατιστική ανάλυση των δεδομένων.
- Περιγραφή και εξήγηση των ευρημάτων.
- Σύνοψη με τα συμπεράσματα σας

Λάβετε υπόψη ότι οι στόχοι του πειράματος είναι να αξιολογηθεί η επίδραση της εμπειρίας χρήσης και των εναλλακτικών συσκευών στην απόδοση της εργασίας.

12.4 Τεχνολογίες προσβασιμότητας

12.4.1 Κεφάλαια του βιβλίου προς μελέτη

- Κεφάλαιο 2. Ο άνθρωπος.
- Κεφάλαιο 4. Διαδραστικές συσκευές.

12.4.2 Στόχος της εργαστηριακής άσκησης

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι η εξοικείωση με τεχνολογίες προσβασιμότητας και ιδιαίτερα με λογισμικό και υλικό που υποστηρίζει άτομα με ειδικές ανάγκες να αλληλεπιδράσουν με υπολογιστές. Αυτό το εξειδικευμένο λογισμικό και υλικό είναι γνωστό με τον όρο «βοηθητικές τεχνολογίες» (βλέπε ενότητα 4.5). Για τις ανάγκες αυτού του εργαστηρίου χρειάζεται να προγραμματιστεί επίσκεψη σε κάποιο χώρο (π.χ. Πανεπιστημιακή βιβλιοθήκη), ο οποίος διαθέτει σταθμούς εργασίας που προορίζονται για χρήση από άτομα με προβλήματα όρασης (μερική ή ολική τύφλωση) ή με προβλήματα κινητικότητας.

12.4.3 Ενδεικτικές δραστηριότητες

- Παρατηρήστε τον τρόπο λειτουργίας της οθόνης Braille καθώς πληκτρολογείτε στον κειμενογράφο το όνομα σας στα ελληνικά (notepad). Χρησιμοποιήστε κάποιον πίνακα αντιστοίχισης του ελληνικού αλφαβήτου για να επιβεβαιώσετε το αποτέλεσμα (*απαίτηση για οθόνη Braille*).
- Με κλειστά τα μάτια σας και με τη βοήθεια ενός αναγνώστη οθόνης (π.χ. δοκιμαστική έκδοση του Jaws) να διαβάσετε το κείμενο που θα σας δοθεί. Μετρήστε το χρόνο που χρειαστήκατε για την κατανόηση του κειμένου. Σημειώστε πιθανές δυσκολίες. Συγκρίνετε με αντίστοιχες τεχνολογίες διαθέσιμες σε σύγχρονα λειτουργικά συστήματα (*απαίτηση για αναγνώστη οθόνης*).
- Πληκτρολογήστε μια πρόταση που θα σας δοθεί με τη βοήθεια ενός αναγνώστη οθόνης (π.χ. δοκιμαστική έκδοση του Jaws) και με κλειστά τα μάτια. Μετρήστε το χρόνο που χρειαστήκατε και υπολογίστε το συντελεστή πληκτρολόγησης T_k (βλέπε κεφάλαιο 2) για την περίπτωση αυτή (*απαίτηση για αναγνώστη οθόνης*).
- Προσομοιώνοντας κινητική δυσκολία του άνω άκρου, χρησιμοποιείτε την ιχνόσφαιρα (βλέπε κεφάλαιο 4) με τον αγκώνα σας και το εικονικό πληκτρολόγιο για να πληκτρολογήσετε το κείμενο που θα σας δοθεί. Μετρήστε το χρόνο που χρειαστήκατε. Υπολογίστε το συντελεστή πληκτρολόγησης T_k (βλέπε κεφάλαιο 2) για αυτήν τη δραστηριότητα (*απαίτηση για ιχνόσφαιρα*).
- Χρησιμοποιώντας ένα πληκτρολόγιο μίας χειρός (βλέπε κεφάλαιο 4), πληκτρολογήστε το ίδιο κείμενο με την προηγούμενη δραστηριότητα, χρησιμοποιώντας το ένα χέρι σας (σημειώστε αν είστε δεξιόχειρας ή αριστερόχειρας). Μετρήστε το χρόνο που χρειαστήκατε. Υπολογίστε το συντελεστή πληκτρολόγησης T_k (βλέπε κεφάλαιο 2) σε αυτό το πλαίσιο (*απαίτηση για πληκτρολόγιο μίας χειρός*).

12.4.4 Παραδοτέο

Μέχρι το τέλος του εργαστηρίου παραδίδετε μια αναφορά που περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή των σταθμών εργασίας που χρησιμοποιήσατε.
- Περιγραφή των δραστηριοτήτων.
- Περιγραφή δυσκολιών που αντιμετωπίσατε.
- Σύνοψη με τα συμπεράσματα σας.

12.5 Ταξινόμηση καρτών για την οργάνωση πληροφορίας

12.5.1 Κεφάλαια του βιβλίου προς μελέτη

Κεφάλαιο 7. Μοντέλα και μέθοδοι σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων.

Κεφάλαιο 8. Εργαλεία και μέθοδοι σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων.

12.5.2 Στόχος της εργαστηριακής άσκησης

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τεχνικές ομαδοποίησης της πληροφορίας στη διεπιφάνεια χρήσης. Συγκεκριμένα, εφαρμόζεται η τεχνική ταξινόμησης καρτών (card sorting, CS) που αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές σχεδιασμού της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής διαδραστικών συστημάτων (βλέπε κεφάλαιο 8). Η τεχνική αυτή, επιτρέπει στο σχεδιαστή να διερευνήσει τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες ομαδοποιούν διάφορες έννοιες ή αντικείμενα, ώστε ο σχεδιασμός της πληροφοριακής αρχιτεκτονικής της εφαρμογής να ανταποκρίνεται στο νοητικό μοντέλο των χρηστών.

Συγκεκριμένα, η εργαστηριακή άσκηση αποσκοπεί στη σχεδίαση ενός ιστοτόπου με ταξιδιωτικό περιεχόμενο. Θα εφαρμόσετε την τεχνική ταξινόμησης καρτών για να ομαδοποιήσετε τις πληροφορίες και να σχεδιάσετε την πληροφοριακή δομή του ιστοτόπου. Για την ταξινόμηση των πληροφοριών θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα Usort, το οποίο έχει δημιουργηθεί από την ομάδα «Ease of Use» της IBM. Το Usort είναι ένα δωρεάν εργαλείο, που υποστηρίζει τη διεξαγωγή πειραμάτων ταξινόμησης καρτών. Στο πλαίσιο της ανάλυσης των δεδομένων ταξινόμησης καρτών, θα χρησιμοποιήσετε και τεχνικές ομαδοποίησης σε συστάδες ή ανάλυσης συστάδων (cluster analysis) με τη βοήθεια του προγράμματος Ezclac που έχει δημιουργηθεί από την ίδια ομάδα της IBM. Με τα δεδομένα που προκύπτουν από αυτό το πείραμα, ζητείται να προτείνετε και να περιγράψετε το σχεδιασμό για το μενού του ιστοτόπου καθώς και το πώς οδηγηθήκατε σε αυτή την επιλογή.

Τέλος, θα χρησιμοποιήσετε το καινοτόμο εργαλείο AutoCardSorter (Katsanos et al. 2008; 2008a), το οποίο είναι ένα αυτόματο εργαλείο που υποστηρίζει την οργάνωση και την αξιολόγηση της δομής δικτυακών τόπων, στηριζόμενο σε έναν πρωτότυπο αλγόριθμο. Το εργαλείο έχει δημιουργηθεί από την Ερευνητική Ομάδα Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή του Πανεπιστημίου Πατρών και διατίθεται δωρεάν για ερευνητικούς ή εκπαιδευτικούς σκοπούς.

12.5.3 Θεωρητικό υπόβαθρο

Ταξινόμηση Καρτών: Η μέθοδος ταξινόμησης καρτών (βλέπε κεφάλαιο 8) χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι άνθρωποι ομαδοποιούν διάφορα αντικείμενα (Spencer, 2009). Η υπόθεση πάνω στην οποία στηρίζεται η μέθοδος αυτή είναι η εξής: αν η πληροφορία δομηθεί με τον τρόπο αυτό, είναι πιθανότερο να μπορεί να βρεθεί από τους χρήστες πιο εύκολα και πιο γρήγορα. Η ταξινόμηση καρτών είναι μια μέθοδος φτηνή και εύκολη στη χρήση, δεν απαιτεί ιδιαίτερο εξοπλισμό, επιτρέπει την εμπλοκή των τυπικών χρηστών στη διαδικασία σχεδίασης και αποκαλύπτει αντικείμενα τα οποία είναι δύσκολο να ερμηνευτούν ή ορολογία που είναι δυσνόητη για τους χρήστες.

Η μέθοδος αυτή είναι εξαιρετικά χρήσιμη κατά τη φάση σχεδίασης μιας δικτυακής εφαρμογής όταν έχουν προσδιοριστεί τα βασικά αντικείμενα (π.χ. ιστοσελίδες ενός δικτυακού τόπου) και πρέπει να οργανωθούν. Επίσης, είναι χρήσιμη για την οργάνωση μενού επιλογών σε κλασικές εφαρμογές λογισμικού.

Στο πείραμα ταξινόμησης καρτών είναι αναγκαίο να συμμετέχουν αντιπροσωπευτικοί χρήστες. Σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα χρειάζονται περίπου 15 (Nielsen, 2004) με 20 (Tullis & Wood, 2004) χρήστες για να είναι τα αποτελέσματα αξιόπιστα. Ο χρόνος που απαιτείται θα πρέπει να είναι επαρκής. Ενδεικτικά, για την ταξινόμηση 50 αντικειμένων απαιτείται τουλάχιστον μια ώρα.

Η κλασική μέθοδος ταξινόμησης καρτών περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα. Αρχικά, οι υπό ταξινόμηση έννοιες τυπώνονται με μεγάλους χαρακτήρες (τουλάχιστον font 14 point) σε επιμέρους κάρτες. Στη συνέχεια, ζητείται από τους χρήστες να ταξινομήσουν τις κάρτες σε κατηγορίες οι οποίες έχουν νόημα για αυτούς. Στην κλειστού τύπου ταξινόμηση (closed sorting), ο σχεδιαστής ορίζει συγκεκριμένες κατηγορίες κάτω από τις οποίες οι χρήστες, ομαδοποιούν τις κάρτες όπως νομίζουν. Στην ανοικτού τύπου ταξινόμηση (open sorting), που χρησιμοποιείται και πιο συχνά, οι χρήστες αφήνονται ελεύθεροι να δημιουργήσουν όσες κατηγορίες θέλουν, να τις δώσουν δικά τους ονόματα και να ομαδοποιήσουν τις κάρτες σε αυτές τις κατηγορίες.

Τα πειραματικά δεδομένα ταξινόμησης καρτών αναλύονται συχνά με τη βοήθεια τεχνικών ανάλυσης συστάδων (Jain, Murty, & Flynn, 1999). Οι τεχνικές αυτές περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω και τα αποτελέσματά τους συνήθως παρουσιάζονται με τη μορφή διαγραμμάτων. Για μερικά αντικείμενα θα φανεί ότι υπάρχει γενική συμφωνία στον τρόπο με τον οποίο ταξινομούνται, ενώ για άλλα μπορεί να εκφράζονται διαφορετικές απόψεις. Τα αντικείμενα για τα οποία δεν υπάρχει συμφωνία, θα πρέπει να εξετασθούν με ιδιαίτερη προσοχή. Για παράδειγμα θα πρέπει να εξετασθεί το ενδεχόμενο μετονομασίας των αντικειμένων αυτών ή της ταξινόμησής τους σε περισσότερες από μία κατηγορίες. Ακόμη, είναι πιθανόν ορισμένα να μην τοποθετηθούν τελικά σε καμία κατηγορία, κάτι το οποίο μπορεί να σημαίνει είτε ότι ο χρήστης δεν κατάλαβε την πληροφορία που παρέχει το αντικείμενο αυτό είτε ότι δεν μπόρεσε να το εντάξει στην δομή που είχε σκεφτεί.

Τεχνικές Ανάλυσης Συστάδων: Αυτές οι τεχνικές αποτελούν έναν στατιστικό τρόπο εύρεσης ομογενών ομάδων από συγκεκριμένα αντικείμενα ή παρατηρήσεις. Στην περίπτωση μας, προσπαθούμε να ομαδοποιήσουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το πείραμα της ταξινόμησης καρτών, δηλαδή να βρούμε έναν «μέσο» τρόπο ομαδοποίησης όλων των συμμετεχόντων. Η βασική έννοια που χρησιμοποιούν αυτές οι τεχνικές είναι η απόσταση (distance) μεταξύ των αντικειμένων. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση ανάμεσα σε δύο αντικείμενα, τόσο μικρότερη είναι η μεταξύ τους σχέση. Η ομαδοποίηση των αντικειμένων γίνεται με τη βοήθεια ορισμένων αλγορίθμων με κριτήριο κάποιο μέτρο αυτής της απόστασης (π.χ. Ευκλείδεια απόσταση). Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές τέτοιων αλγορίθμων.

Κατά την ανάλυση πειραματικών δεδομένων ταξινόμησης καρτών, η οικογένεια αλγορίθμων ιεραρχικής ανάλυσης συστάδων (hierarchical clustering) είναι η πλέον διαδεδομένη. Αυτό συμβαίνει γιατί οι αλγόριθμοι αυτοί παράγουν μία ιεραρχία ομαδοποιημένων αντικειμένων χωρίς να απαιτείται καμία εκτίμηση των αναμενόμενων ομάδων εκ των προτέρων. Οι τρεις πιο γνωστές παραλλαγές αλγορίθμων ιεραρχικής ανάλυσης συστάδων είναι: α) απλού συνδέσμου (single-linkage), ο οποίος υπολογίζει την απόσταση μεταξύ δύο ομάδων ως την ελάχιστη από τις αποστάσεις ανάμεσα σε όλα τα δυνατά ζεύγη στοιχείων από τις δύο ομάδες, β) πλήρους συνδέσμου (complete-linkage), ο οποίος χρησιμοποιεί τη μέγιστη από τις αποστάσεις αυτές, και γ) μέσου συνδέσμου (average-linkage), ο οποίος χρησιμοποιεί τη μέση τιμή από τις αποστάσεις αυτές. Γενικά, είναι ευρέως αποδεκτό ότι ο αλγόριθμος πλήρους συνδέσμου τείνει να δημιουργεί πιο συμπαγείς ομάδες, ενώ ο αλγόριθμος απλού συνδέσμου έχει την τάση να δημιουργεί επιμηκυμένες ομάδες. Συχνά, επιλέγεται ως ενδιαμέση λύση ο αλγόριθμος μέσου συνδέσμου, ο οποίος τείνει να δίνει ομαδοποιήσεις αντικειμένων που είναι πιο εύκολα ερμηνεύσιμες.

12.5.4 Διεξαγωγή πειράματος

Στο πρώτο μέρος της εργαστηριακής άσκησης θα εφαρμόσετε την τεχνική ταξινόμησης καρτών για να ομαδοποιήσετε τις πληροφορίες και να σχεδιάσετε την πληροφοριακή δομή (βασικό μενού) ενός ιστοτόπου με ταξιδιωτικό περιεχόμενο. Χρησιμοποιήστε το πρόγραμμα Usort (Dong, Martin, & Waldo, 2001) για να ομαδοποιήσετε τις κάρτες που σας έχουν δοθεί. Όταν ολοκληρώσετε την ομαδοποίησή σας, αποθηκεύστε το αρχείο που δημιουργείται. Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος, θα σας δοθούν τα αρχεία ομαδοποίησης που δημιουργήθηκαν από όλους τους συμμετέχοντες στο εργαστήριο.

Στο δεύτερο μέρος της εργαστηριακής άσκησης θα εφαρμόσετε τεχνικές ανάλυσης συστάδων για να ερμηνεύσετε τα συνολικά αποτελέσματα του πειράματος και να προτείνετε έναν σχεδιασμό για το μενού του ιστοτόπου. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα Ezclac (Dong et al., 2001). Με βάση τα δένδρογράμματα που προκύπτουν από την εκτέλεση κάθε αλγορίθμου, περιγράψτε το σχεδιασμό του μενού και το πως οδηγηθήκατε σε αυτόν.

Στο τρίτο μέρος της εργαστηριακής άσκησης θα χρησιμοποιήσετε το εργαλείο AutoCardSorter (Katsanos et al. 2008; 2008a) για να ομαδοποιήσετε το ίδιο σύνολο καρτών. Στο πλαίσιο αυτό, θα εισάγετε τη λίστα με τις περιγραφές των καρτών στο εργαλείο και θα χρησιμοποιήσετε τις δυνατότητες του εργαλείου για να προτείνετε έναν σχεδιασμό για το μενού του ιστοτόπου. Στη συνέχεια, συγκρίνετε τον σχεδιασμό του μενού που προτείνετε με βάση το πείραμα ταξινόμησης καρτών (σχεδιασμός 1) με αυτόν που προτείνετε με βάση το εργαλείο AutoCardSorter (σχεδιασμός 2).

12.5.5 Παραδοτέο

Μέχρι το τέλος του εργαστηρίου παραδίδετε μια αναφορά που περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή της τεχνικής ταξινόμησης καρτών.
- Περιγραφή του πειράματος.
- Περιγραφή και αιτιολόγηση της δικής σας ομαδοποίησης ως συμμετέχων-ουσα στο πείραμα ταξινόμησης καρτών.
- Δένδρογράμματα που προκύπτουν από την εκτέλεση των δύο αλγορίθμων Complete-Linkage Hierarchical Clustering και Single-Linkage Hierarchical Clustering.
- Πρόταση και περιγραφή του σχεδιασμού του μενού του ιστοτόπου με βάση την πειραματική διαδικασία (σχεδιασμός 1). Τεκμηρίωση της επιλογής σας.
- Σύντομη περιγραφή του εργαλείου AutoCardSorter και των δυνατοτήτων του.
- Δένδρογράμματα που προκύπτουν από την εκτέλεση των τριών αλγορίθμων Complete-Linkage Hierarchical Clustering, Single-Linkage Hierarchical Clustering και Average-Linkage Hierarchical Clustering.
- Πρόταση και περιγραφή του σχεδιασμού του μενού του ιστοτόπου με βάση τα αποτελέσματα του εργαλείου AutoCardSorter (σχεδιασμός 2). Τεκμηρίωση της επιλογής σας.
- Σύγκριση του σχεδιασμού 1 και σχεδιασμού 2.

12.6 Αξιολόγηση ευχρηστίας με χρήση της μεθόδου του γνωσιακού περιδιαβάσματος (cognitive walkthrough)

12.6.1 Κεφάλαια του βιβλίου προς μελέτη

Κεφάλαιο 7. Μοντέλα και μέθοδοι σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων.

Κεφάλαιο 9. Τεχνικές αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων.

12.6.2 Στόχος της εργαστηριακής άσκησης

Η άσκηση αυτή έχει ως στόχο την εξοικείωση με τεχνικές αξιολόγησης ευχρηστίας από ειδικούς (βλέπε κεφάλαιο 9). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται η μέθοδος του γνωσιακού περιδιαβάσματος (cognitive walkthrough) προκειμένου να αξιολογηθεί η ευχρηστία ενός διαδραστικού συστήματος. Στην άσκηση αυτή θα συνεργαστείτε σε ομάδες των δύο ατόμων προκειμένου να αξιολογήσετε την ευχρηστία ενός δικτυακού τόπου που θα σας δοθεί. Σε κάθε ομάδα θα δοθούν συγκεκριμένες οδηγίες για τα σενάρια που θα εκτελέσετε σχετικά με το σύστημα. Στόχος σας είναι να συνεργαστείτε με τέτοιο τρόπο, ώστε να παράγετε μια αξιολόγηση που να είναι όσο πιο λεπτομερής γίνεται. Για να περιγράψετε τις καταστάσεις στις οποίες θα βρεθεί το σύστημα καθώς εκτελείτε τα σενάρια αξιολόγησης, θα χρησιμοποιήσετε διαγράμματα καταστάσεων (state diagrams), τα οποία περιγράφονται στο κεφάλαιο 7.

12.6.3 Θεωρητικό υπόβαθρο

Γνωσιακό περιδιάβαση: Το γνωσιακό περιδιάβαση (Wharton, Rieman, Lewis, & Polson, 1994) είναι μία τεχνική που χρησιμοποιείται για την ανάλυση διαδραστικών συστημάτων, όταν ο χρήστης μαθαίνει τη χρήση του συστήματος κατά διερευνητικό τρόπο (exploratory learning) ενώ αλληλεπιδρά με αυτό (βλέπε κεφάλαιο 9). Η αξιολόγηση εστιάζεται στη συσχέτιση ανάμεσα στους στόχους του χρήστη και τις αποκρίσεις του συστήματος στο πλαίσιο συγκεκριμένων σεναρίων χρήσης. Ο αξιολογητής περιδιαβαίνει το σύστημα βήμα-βήμα ώστε να ελεγχθεί εάν αυτό υποστηρίζει αποτελεσματικά το χρήστη. Το γνωσιακό περιδιάβαση προσομοιώνει τα βήματα αυτά ως εξής:

1. Ορίζονται τυπικά σενάρια χρήσης του συστήματος τα οποία αναλύονται σε τυπικές αναμενόμενες ακολουθίες ενεργειών για κάθε εργασία χρήστη.

2. Για κάθε τέτοια ακολουθία θα πρέπει να εξεταστεί αν ο χρήστης μπορεί να ολοκληρώσει επιτυχώς την εργασία του με βάση τα εξής κριτήρια-ερωτήματα που γίνονται σε κάθε βήμα της ακολουθίας.

E1: Η επόμενη σωστή ενέργεια γίνεται σαφής στο χρήστη από τη διεπιφάνεια;

E2: Ο χρήστης μπορεί να συνδέσει την περιγραφή της σωστής ενέργειας με τον στόχο του;

E3: Ο χρήστης καταλαβαίνει σωστά την απόκριση του συστήματος, δηλαδή, θα του είναι κατανοητό αν έχει κάνει σωστή ή λάθος επιλογή;

Το αποτέλεσμα της μεθόδου είναι η ανακάλυψη σχεδιαστικών ατελειών του υπό αξιολόγηση συστήματος, όπου προσδιορίζονται περιοχές ή χαρακτηριστικά του συστήματος στα οποία η απάντηση σε κάποιες από τις παραπάνω ερωτήσεις είναι αρνητική. Σε μια τέτοια περίπτωση προτείνεται αντιμετώπιση της ατέλειας.

Διαγράμματα καταστάσεων: Τα διαγράμματα καταστάσεων είναι ένας καθιερωμένος τρόπος περιγραφής μηχανών που μπορούν να βρεθούν σε διακριτές καταστάσεις. Η χρήση τους για προδιαγραφές διεπιφανειών χρήστη είναι αρκετά διαδεδομένη (βλέπε κεφάλαιο 7). Κάθε διάγραμμα καταστάσεων περιλαμβάνει έναν αριθμό κόμβων και κατευθυνόμενων τόξων που τους συνδέουν. Κάθε κόμβος περιγράφει μια δυνατή κατάσταση στην οποία μπορεί να βρεθεί το σύστημα, ενώ το τόξο που αναχωρεί από τον κόμβο περιγράφει μια πιθανή ενέργεια του χρήστη και συνεπάγεται αναχώρηση από την κατάσταση αυτή της διεπιφάνειας.

12.6.4 Διεξαγωγή αξιολόγησης

Συνεργαστείτε ανά δύο άτομα προκειμένου να αξιολογήσετε την ευχρηστία του δικτυακού τόπου που θα σας δοθεί, εφαρμόζοντας την τεχνική του γνωσιακού περιδιαβάσματος. Στο πλαίσιο αυτό, ορίστε τυπικά σενάρια χρήσης του συστήματος και αποτυπώστε σε διαγράμματα καταστάσεων τις αναμενόμενες ακολουθίες ενεργειών ανά εργασία χρήστη.

12.6.5 Παραδοτέο

Μέχρι το τέλος του εργαστηρίου παραδίδετε μια αναφορά που περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή του συστήματος που αξιολογήσατε και του τρόπου που εργαστήκατε.
- Σύντομη περιγραφή της τεχνικής γνωσιακού περιδιαβάσματος.
- Περιγραφή των σεναρίων που εκτελέσατε για την αξιολόγηση του ιστοτόπου.
- Διαγράμματα καταστάσεων που περιγράφουν τις τυπικές αναμενόμενες ακολουθίες ενεργειών για κάθε εργασία χρήστη.
- Προβλήματα ευχρηστίας που εντοπίσατε από την εφαρμογή της τεχνικής γνωσιακού περιδιαβάσματος. Περιγράψτε το κάθε πρόβλημα που εντοπίσατε, προσδιορίστε το ακριβές σημείο της αλληλεπίδρασης χρήστη-συστήματος που παρουσιάζει το πρόβλημα και προτείνετε τρόπο αντιμετώπισής του.
- Περιγραφή και σχολιασμό της συνδυαστικής χρήσης του γνωσιακού περιδιαβάσματος και των διαγραμμάτων καταστάσεων.

12.7 Αξιολόγηση ευχρηστίας με χρήση της μεθόδου της ευρετικής αξιολόγησης (heuristic evaluation)

12.7.1 Κεφάλαια του βιβλίου προς μελέτη

Κεφάλαιο 8. Εργαλεία και μέθοδοι σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων.

Κεφάλαιο 9. Τεχνικές αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων.

12.7.2 Στόχος της εργαστηριακής άσκησης

Η άσκηση αυτή έχει ως στόχο την εξοικείωση με τεχνικές και κανόνες αξιολόγησης ευχρηστίας λογισμικού (βλέπε κεφάλαια 8 και 9). Συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσουμε την τεχνική της Ευρετικής Αξιολόγησης (Heuristic Evaluation), η οποία στηρίζεται στη χρήση δέκα (10) απλών κανόνων (heuristics) που έχουν προταθεί από τον ερευνητή J. Nielsen. Στην εργασία αυτή, θα αξιολογήσετε την ευχρηστία ενός δικτυακού τόπου. Ο δικτυακός τόπος καθώς και συγκεκριμένες οδηγίες για τα σενάρια που θα εκτελέσετε σχετικά με το σύστημα, θα σας δοθεί κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου.

12.7.3 Θεωρητικό υπόβαθρο

Υπάρχουν πολλές τεχνικές για τη μέτρηση της ευχρηστίας ενός λογισμικού-συστήματος. Μια από τις πιο διαδεδομένες, είναι αυτή που στηρίζεται σε εμπειρικούς κανόνες με βάση τους οποίους ελέγχουμε την ευχρηστία ενός συγκεκριμένου συστήματος. Οι κανόνες αυτοί προκύπτουν συνήθως από την εμπειρία πολλών χρόνων. Υπάρχουν συλλογές κανόνων που φτάνουν μερικές εκατοντάδες και συνεπώς η χρήση τους γίνεται πολύ δύσκολη. Μια σχετικά απλή και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική αξιολόγησης είναι η ευρετική αξιολόγηση, η οποία στηρίζεται στη χρήση ενός μικρού αριθμού απλών κανόνων (heuristics).

Η ευρετική αξιολόγηση έχει προταθεί από τον ερευνητή J. Nielsen (1994) ως μια μέθοδος «φθηνής» αξιολόγησης ευχρηστίας που στηρίζεται στην εφαρμογή γνωστών κανόνων σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων. Η αξιολόγηση στην περίπτωση αυτή γίνεται από πεπειραμένους ειδικούς-αξιολογητές, οι οποίοι όμως δεν έχουν εμπλακεί στην ανάπτυξη του συστήματος. Η αξιολόγηση με τη μέθοδο αυτή εστιάζεται σε δύο βασικά σημεία: α) τη γενική σχεδίαση των οθονών του συστήματος, και β) τη ροή διαλόγων, μηνυμάτων και ενεργειών που απαιτούνται για να γίνει μια συγκεκριμένη εργασία. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τους 10 ευρετικούς κανόνες όπως τους έχει διατυπώσει ο Nielsen (1995) και έχουν μεταφραστεί στα Ελληνικά από τους συγγραφείς.

1.	Ενημέρωση για την κατάσταση του συστήματος. Πληροφορήστε το χρήστη για το τι συμβαίνει στο σύστημα. Αν η αναμονή >10 δευτερόλεπτα τότε δείξτε ένδειξη προόδου εργασίας, αν 1-10 δευτερόλεπτα τότε αλλάξτε σχήμα δρομέα.
2.	Αντιστοίχιση συστήματος-πραγματικού κόσμου. Κατανοήστε το νοητικό μοντέλο του χρήστη και υποστηρίξτε απλή και λογική για το χρήστη αλληλουχία εργασιών. Αποφύγετε χρήση όρων συστήματος και υπολογιστών. Επιδιώξτε χρήση όρων και φράσεων κατανοητών στο χρήστη. Προσοχή στη χρήση

	μεταφορών.
3.	Ελευθερία και έλεγχος από το χρήστη. Παρέχετε καθαρές εξόδους (π.χ. κουμπί για κεντρική σελίδα). Υποστηρίξτε αναίρεση/επανάληψη (undo/redo) και ακύρωση (cancel).
4.	Διατήρηση συνέπειας και χρήση στάνταρ. Ακολουθήστε τις συμβάσεις του συστήματος. Πάντα οι όροι και οι ενέργειες θα πρέπει να έχουν το ίδιο νόημα σε όλη τη διεπιφάνεια.
5.	Αποτροπή σφαλμάτων χρήστη. Σχεδιάστε για την εξάλειψη καταστάσεων που μπορεί να οδηγήσουν σε λάθη το χρήστη π.χ. επιλογή ονόματος αρχείου αντί για πληκτρολόγηση του, επιβεβαίωση πριν από επικίνδυνη ενέργεια, αποφυγή χρήσης της ίδιας εντολής με διαφορετική σημασία σε διαφορετική κατάσταση κ.λπ.
6.	Αναγνώριση αντί για ανάκληση. Υποστηρίξτε τον χρήστη ώστε να αναγνωρίζει και όχι να θυμάται. Εμφανή χειριστήρια. Χρήση προκαθορισμένων τιμών, παραδείγματα χρήσης.
7.	Προσαρμοστικότητα και αποδοτικότητα χρήσης. Παρέχετε μηχανισμούς για αυξημένη αποδοτικότητα (π.χ. συντομεύσεις, πλήκτρα εντολών, πρόβλεψη πληκτρολόγησης, επανάληψη πρόσφατων εντολών, πρόσφατα αρχεία, μακροεντολές). Οι συντομεύσεις δεν πρέπει να είναι εμφανείς σε πρωτόπειρους χρήστες. Επιτρέψτε στο χρήστη να προσαρμόσει τη διεπιφάνεια για συχνές ενέργειες.
8.	Καλαίσθητος και μινιμαλιστικός σχεδιασμός. Αποφύγετε, κατά το δυνατόν, πολυλογία, σύνθετα γραφικά, κ.λπ. Η επιπλέον πληροφορία διασπά την προσοχή του χρήστη από το στόχο του. Ομαδοποιήστε, όπου είναι δυνατόν, σχετικές πληροφορίες.
9.	Αναγνώριση και ανάνηψη από λάθη. Χρησιμοποιήστε απλή και κατανοητή γλώσσα για τα μηνύματα λάθους. Αποφύγετε κωδικοποίηση μηνυμάτων σφάλματος. Αποφύγετε επιθετική ή προσβλητική γλώσσα. Παρέχετε εποικοδομητικές υποδείξεις για την επίλυση του προβλήματος.
10.	Βοήθεια. Τα εγχειρίδια πρέπει να διευκολύνουν την αναζήτηση, να δομούνται σύμφωνα με τις εργασίες του χρήστη, να κάνουν εκτεταμένη χρήση παραδειγμάτων κ.λπ.

Πίνακας 12.2 Οι 10 ευρετικοί κανόνες του Nielsen (1995) μεταφρασμένοι στα Ελληνικά από τους συγγραφείς.

12.7.4 Διεξαγωγή πειράματος

Αξιολογήστε το δικτυακό τόπο που θα σας δοθεί με χρήση της ευρετικής αξιολόγησης. Στόχος σας είναι να αναγνωρίσετε προβλήματα ευχρηστίας, ταξινομημένα ανά κανόνα, καθώς και να προτείνετε τρόπους επίλυσης των προβλημάτων αυτών.

Για το σκοπό αυτό:

1. Αναγνωρίστε ποιες ομάδες χρηστών χρησιμοποιούν το δικτυακό τόπο, ποιες είναι οι ανάγκες τους και προσδιορίστε βασικά σενάρια χρήσης, τα οποία είναι κοινά και ευρέως χρησιμοποιούμενα για τις παραπάνω ομάδες. Επίσης, περιγράψτε τις απαιτούμενες ενέργειες για την υλοποίησή τους.
2. Αναγνωρίστε και καταγράψτε σημεία του σχεδιασμού που ‘παραβιάζουν’ την ορθή εφαρμογή του κάθε κανόνα. Επισημειώστε τη σημαντικότητα του κάθε προβλήματος χρησιμοποιώντας μία κλίμακα 1-5 (1=ελάχιστο σημαντικό, δεν επηρεάζει σημαντικά την αλληλεπίδραση του χρήστη με το δικτυακό τόπο, 5=εξαιρετικά σημαντικό, ‘καταστροφικό’ πρόβλημα που μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία ολοκλήρωσης μιας εργασίας). Για το σκοπό αυτό, διατρέξτε το δικτυακό τόπο για κάθε ένα κανόνα χωριστά έχοντας οδηγό τα ενδεικτικά σενάρια χρήσης που αναγνωρίσατε στο προηγούμενο ερώτημα. Παράλληλα, προτείνετε εναλλακτική σχεδιαστική προσέγγιση που οδηγεί σε επίλυση του προβλήματος.

12.7.5 Παραδοτέο

Μέχρι το τέλος του εργαστηρίου παραδίδετε μια αναφορά που περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή του συστήματος που αξιολογήσατε.
- Σύντομη περιγραφή της τεχνικής της ευρετικής αξιολόγησης (heuristic evaluation).
- Περιγραφή των ομάδων χρηστών που αναγνωρίσατε για τον ιστότοπο.
- Περιγραφή των σεναρίων που εκτελέσατε για την αξιολόγηση του ιστότοπου.
- Περιγραφή των προβλημάτων ευχρηστίας που εντοπίσατε. Για κάθε πρόβλημα καταγράψτε:
 - σύντομη περιγραφή που να εξηγεί το πρόβλημα,
 - εικόνες με τα τμήματα της διεπιφάνειας υπό εξέταση (screen shots) όπου αυτό είναι εφικτό,
 - τον/τους ευρετικούς κανόνες που παραβιάζει,
 - τη βαθμολογία σας για τη σημαντικότητα κάθε προβλήματος χρησιμοποιώντας μία κλίμακα 1-5 (1=ελάχιστο σημαντικό, δεν επηρεάζει σημαντικά την αλληλεπίδραση του χρήστη με το δικτυακό τόπο, 5=εξαιρετικά σημαντικό, ‘καταστροφικό’ πρόβλημα που μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία ολοκλήρωσης μιας εργασίας),
 - μία πρόταση για επίλυση του προβλήματος.
- Συγκεντρωτικό πίνακα με τον αριθμό προβλημάτων ανά κανόνα αλλά και συνολικά, το ποσοστό προβλημάτων ανά κατηγορία (1, 2, 3, 4 και 5) και τη μέση σημαντικότητα των προβλημάτων που εντοπίστηκαν.

12.8 Αξιολόγηση ευχρηστίας με χρήση του ερωτηματολογίου SUS (System Usability Scale)

12.8.1 Κεφάλαια του βιβλίου προς μελέτη

Κεφάλαιο 9. Τεχνικές αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων.

12.8.2 Στόχος της εργαστηριακής άσκησης

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τη χρήση ερωτηματολογίων για την αξιολόγηση της ευχρηστίας λογισμικού. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται το ερωτηματολόγιο System Usability Scale (SUS), το οποίο περιγράφεται στο κεφάλαιο 9. Στην άσκηση αυτή θα αξιολογήσετε την ευχρηστία ενός δικτυακού τόπου. Ο δικτυακός τόπος καθώς και συγκεκριμένες οδηγίες για τα σενάρια που θα εκτελέσετε σχετικά με το σύστημα, θα σας δοθεί κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου.

12.8.3 Θεωρητικό υπόβαθρο

Τα ερωτηματολόγια αξιολόγησης αποτελούν μια παραδοσιακή μέθοδο συστηματικής αποτίμησης της ευχρηστίας (βλέπε κεφάλαιο 9). Η εφαρμογή τους είναι σχετικά απλή, ενώ τα αποτελέσματα που μπορούν να προκύψουν είναι ιδιαίτερος χρήσιμα. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι συχνά εστιάζουν κυρίως στην αναγνώριση του προβλήματος παρά στη φύση του ή/και προτάσεις για την επιδιόρθωσή του. Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφορα ερωτηματολόγια αξιολόγησης ευχρηστίας μερικά από τα οποία συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

ASQ	After Scenario Questionnaire (Lewis, 1995)	3 ερωτήσεις
CSUQ	Computer System Usability Questionnaire (Lewis, 1995)	19 ερωτήσεις
NAU	Nielsen's Attributes of Usability (Nielsen, 1993)	5 ερωτήσεις
PUEU	Perceived Usefulness and Ease of Use (Davis, 1989)	12 ερωτήσεις
PUTQ	Purdue Usability Testing Questionnaire (Lin, Choong, & Salvendy, 1997)	100 ερωτήσεις
QUIS	Questionnaire for User Interface Satisfaction (Chin, Diehl, & Norman, 1988)	27 ερωτήσεις
SUS	System Usability Scale (Brooke, 1996)	10 ερωτήσεις
USE	USE Questionnaire (Lund, 2001)	30 ερωτήσεις

Πίνακας 12.3 Ερωτηματολόγια που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση ευχρηστίας.

Ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα ερωτηματολόγια αξιολόγησης ευχρηστίας είναι το System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996). Αυτό συμβαίνει γιατί το SUS χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό πλεονεκτημάτων: α) Παρέχεται δωρεάν· β) Είναι σύντομο καθώς περιλαμβάνει μόνο 10 ερωτή-

σεις: γ) Η εγκυρότητα του έχει διαπιστωθεί σε μία σειρά από μελέτες και για διάφορα είδη λογισμικού και συσκευών (Bangor, Kortum, & Miller, 2009; Katsanos, Tselios, & Xenos, 2012; Orfanou, Tselios, & Katsanos, 2015; Tullis & Stetson, 2004). δ) Υπάρχουν σημεία αναφοράς (benchmarks) για την ερμηνεία του SUS σκορ (Bangor et al., 2009), το οποίο κυμαίνεται από 0 έως 100 και μπορεί να γίνει κατανοητό ακόμη και σε μη-ειδικούς.

Το SUS έχει εγκυροποιηθεί και στα Ελληνικά (Katsanos et al., 2012; Orfanou et al., 2015). Οι 10 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου στα Ελληνικά είναι οι εξής (όπου το [σύστημα] προτείνεται να αντικατασταθεί με το όνομα του υπό αξιολόγηση συστήματος):

1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το [σύστημα] συχνά.
2. Βρήκα αυτό το [σύστημα] αδικαιολόγητα περίπλοκο.
3. Σκέφτηκα ότι αυτό το [σύστημα] ήταν εύκολο στη χρήση.
4. Νομίζω ότι θα χρειαστώ βοήθεια για να είμαι σε θέση να χρησιμοποιήσω αυτό το [σύστημα].
5. Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες σε αυτό το [σύστημα] καλά ολοκληρωμένες.
6. Σκέφτηκα ότι υπήρχε μεγάλη ασυνέπεια σε αυτό το [σύστημα].
7. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθουν να χρησιμοποιούν αυτό το [σύστημα] πολύ γρήγορα.
8. Βρήκα αυτό το [σύστημα] πολύ περίπλοκο/δύσκολο στη χρήση.
9. Ένιωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας αυτό το [σύστημα].
10. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν να μπορέσω να ξεκινήσω με αυτό το [σύστημα].

Οι ερωτήσεις 1,3,5,7,9 συνιστούν θετική κρίση και οι ερωτήσεις 2,4,6,8 συνιστούν αρνητική κρίση. Οι χρήστες βαθμολογούν σε μια πενταβάθμια κλίμακα με το αριστερό άκρο να αναγράφει 'διαφωνώ έντονα' και το δεξιό 'συμφωνώ έντονα'. Αντιστοιχίζοντας το 1 στο αριστερό άκρο και το 5 στο δεξιό, η βαθμολόγηση διεξάγεται ως εξής: Οι ερωτήσεις 1,3,5,7,9 βαθμολογούνται αφαιρώντας 1 από τη βαθμολογία του χρήστη, ενώ οι ερωτήσεις 2,4,6,8 βαθμολογούνται αφαιρώντας από το 5 τη βαθμολογία του χρήστη ώστε τελικώς οι κανονικοποιημένες βαθμολογίες να κυμαίνονται από 0-4. Τέλος, το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζεται με το 2,5 ώστε η τελική βαθμολόγηση να κυμαίνεται από το 0 έως το $4 \cdot 10 \cdot 2,5 = 100$.

12.8.4 Διεξαγωγή πειράματος

Στο πρώτο μέρος της άσκησης, θα επιλέξετε έναν ιστότοπο που θέλετε να αξιολογήσετε, θα κατασκευάσετε τρία σενάρια αλληλεπίδρασης με τον ιστότοπο αυτό και στη συνέχεια θα μεταφέρετε το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης SUS, σε κάποιο δωρεάν εργαλείο δημιουργίας και διανομής ερωτηματολογίων (π.χ. Google Forms). Στο δεύτερο μέρος της άσκησης, θα χωριστείτε σε ομάδες των 2 ατόμων και θα ζητήσετε από το άλλο μέλος της ομάδας σας να αλληλεπιδράσει με τον ιστότοπο που έχετε επιλέξει, εκτελώντας τα σενάρια που έχετε δημιουργήσει. Έπειτα, θα του ζητήσετε να συμπληρώσει το SUS και θα υπολογίσετε το SUS σκορ.

12.8.5 Παραδοτέο

Μέχρι το τέλος του εργαστηρίου παραδίδετε μια αναφορά που περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή του ιστοτόπου που αξιολογήσατε.
- Περιγραφή των τριών σεναρίων που δημιουργήσατε για την αξιολόγηση του ιστοτόπου.

- Τον δημοσιευμένο υπερσύνδεσμο για το SUS που έχετε κατασκευάσει.
- Το SUS score για το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από το συμμετέχοντα, στο οποίο να φαίνονται τα βήματα υπολογισμού.
- Το τεκμηριωμένο συμπέρασμα στο οποίο καταλήγεται αναφορικά με το επίπεδο ευχρηστίας του ιστοτόπου που αξιολογήσατε.

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει την εκπόνηση των προτεινόμενων εργαστηριακών ασκήσεων, αξιολογήστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε:

- Να αναγνωρίσετε διαδεδομένες μεθοδολογίες αξιολόγησης ευχρηστίας.
- Να περιγράψετε τη διαδικασία διεξαγωγής μίας εμπειρικής μελέτης.
- Να εξηγήσετε τουλάχιστον τρεις (3) δυσκολίες που αντιμετωπίζουν άτομα με αναπηρίες κατά την αλληλεπίδρασή τους με υπολογιστές.
- Να εφαρμόσετε τουλάχιστον τρεις (3) μεθόδους σχεδιασμού ή/και αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων.
- Να οργανώσετε και αναλύσετε δεδομένα αξιολόγησης ευχρηστίας χρησιμοποιώντας στατιστικές τεχνικές.
- Να τεκμηριώσετε σχεδιαστικές επιλογές κατά την ανάπτυξη ενός διαδραστικού συστήματος χρησιμοποιώντας μοντέλα της ανθρώπινης συμπεριφοράς.
- Να κρίνετε τις σχεδιαστικές επιλογές ενός διαδραστικού συστήματος εφαρμόζοντας τεχνικές επιθεώρησης ευχρηστίας.
- Να συντάξετε μια συνεκτική και δομημένη έκθεση αξιολόγησης ευχρηστίας λογισμικού.

Κατάλογος αναφοράς πηγών εικόνων

Εικόνα 4.1 Το πληκτρολόγιο QWERTY με ελληνικούς και αγγλικούς χαρακτήρες.

- Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KB_Greek.svg#/media/File:KB_Greek.svg
- Άδεια: "KB Greek" από τον StuartBrady, Deadcode, Kaede, Philly boy92 - Based on Image:KB US-International.svg and Image:KB United Kingdom.svg. Υπό την άδεια GFDL μέσω Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KB_Greek.svg#/media/File:KB_Greek.svg

Εικόνα 4.2 Το πληκτρολόγιο Dvorak με αγγλικούς χαρακτήρες.

- Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Dvorak_Simplified_Keyboard#/media/File:KB_United_States_Dvorak.svg
- Άδεια: Public domain

Εικόνα 4.3 Αριστερά: Πληκτρολόγιο QWERTZ μικρών διαστάσεων στο BlackBerry Torch. Κέντρο: Εύκαμπτο πληκτρολόγιο της εταιρείας Micro Innovations. Δεξιά: Εικονικό πληκτρολόγιο προβαλλόμενο σε επιφάνεια.

- Πηγή1: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BlackBerry_Torch_QWERTZ_Keyboard.jpg
- Άδεια1: Public domain
- Πηγή2: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Foldable_keyboard.jpg
- Άδεια 2: Creative Commons Attribution “Original uploader was Geographer at commons.wikimedia.org”
- Πηγή3: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ProjectionKeyboard_2.jpg
- Άδεια3: Creative Commons Attribution-Share Alike: “Originally posted to Flickr by Adrian Purser at <http://flickr.com/photos/80018218@N00/360851411>.”

Εικόνα 4.4 Αριστερά: Πληκτρολόγιο δύο σταθερών τμημάτων της εταιρείας Truly Ergonomic. Δεξιά: Πληκτρολόγιο ανεξάρτητων τμημάτων της εταιρείας Apple.

- Πηγή1: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:QWERTY_Truly_Ergonomic_Keyboard.jpg
- Άδεια1: Creative Commons Attribution “Original author is Hustvedt and the file is found at commons.wikipedia.org”
- Πηγή2: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apple_Adjustable_Keyboard.jpg
- Άδεια 2: Creative Commons Attribution-Share Alike: “This file comes from the All About Apple museum official web site at <http://www.allaboutapple.com>”

Εικόνα 4.5 Αριστερά: Πληκτρολόγιο χορδής ενός χεριού. Δεξιά: Πληκτρολόγιο ειδικού σκοπού ενός χεριού της εταιρείας MALTRON (από τη συλλογή του Bill Buxton).

- Πηγή1: <https://www.flickr.com/photos/mwichary/2282609327/in/photostream/>
- Άδεια1: Creative Commons Attribution “Original author is Marcin Wichary and the file is found at flickr.com”
- Πηγή2: <https://www.flickr.com/photos/dcoetzee/3885789043>
- Άδεια 2: Public domain

Εικόνα 4.6 Αριστερά: Το πρώτο μηχανικό ποντίκι όπως υλοποιήθηκε από τον εφευρέτη του Douglas Engelbart. Δεξιά: Ποντίκι laser με δύο πλήκτρα και ρόδα κύλισης της εταιρείας Microsoft.

- Πηγή1: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SRI_Computer_Mouse.jpg
- Άδεια1: Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is SRI International and the file is found at en.wikipedia.org”
- Πηγή2: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3-Tastenmaus_Microsoft.jpg Άδεια 2: Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is Darkone and the file is found at en.wikipedia.org”

Εικόνα 4.7 Αριστερά: Ιχνόσφαιρα με 2 πλήκτρα της εταιρείας Logitech. Δεξιά: Ιχνόσφαιρα με 4 πλήκτρα της εταιρείας Kensington.

- Πηγή1: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trackman_marble_wheel.JPG
- Άδεια1: Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is Brad Kennedy and the file is found at commons.wikimedia.org”
- Πηγή2: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trackball-Kensington-ExpertMouse5.jpg>
- Άδεια 2: Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is Suimasentyottohensyuushimasuyo and the file is found at commons.wikimedia.org”

Εικόνα 4.8 Αριστερά: Ισοτονικό χειριστήριο joystick με 1 πλήκτρο της εταιρείας Atari. Κέντρο: Ισοτονικό χειριστήριο joystick με 2 πλήκτρα της εταιρείας Sinclair Research. Δεξιά: Ισομετρικό χειριστήριο με 3 πλήκτρα (προϊόν TrackPoint της εταιρείας IBM).

- Πηγή1: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atari_XE_joystick_%28colour_restored%29.jpg
- Άδεια1: Creative Commons Attribution “Original author is ccwoodcock and the file is found at en.wikipedia.org”
- Πηγή2: <https://www.flickr.com/photos/79238217@N06/7099657615/in/photolist-bPnARV-69Nr3Z-2L5SQh-2L1xaa-cxgLju-fmJowp-6XGE2g-cxh1bw-6JZqnk-8xYYn5-a3A1yE-cxgSff-cxgNjo-7TtHnm-7Mny5j-59WkVd-673gUS-rRwemM-5Qv9QW-cxgR13-m1suK6-m1tp1j-cxgPMQ-cyZGcU-aF6gMp-7SHaA6-ey1PhY-ey1Hz3-7Qu5MX-4FmJzy-4E38ML-exXxZH-fGPjV9-ebEfPK-74t1gb-6RhGCC-7MnyRN-5jm97N-ebKUsf-6RhH1y-4h7k8f-67CTJ-geM5Gh-e7EUWs-4h9jux-8JNuQU-2L1x54-g4Hqus-idZ7t-fPKKU>
- Άδεια 2: Creative Commons Attribution “Original author is Bilby and the file is found at flickr.com”
- Πηγή3: <https://www.flickr.com/photos/mariosp/4254030549/in/photolist-7tV25i-7vg2Je>
- Άδεια 3: Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is Mario Sánchez Prada and the file is found at flickr.com”

Εικόνα 4.9 Πίνακας ψηφιοποίησης της εταιρείας Wacom.

- Πηγή: https://www.flickr.com/photos/vector_tf/3473403937/in/photolist-6hW6YM-6i1hnG-4bpd1w-6hW3GR-4v33Kd-4uXYMk-6ygWVx-duESSu-4v33A1-6i1f9b-6i1c1m-6hW6tD-6i1fDu-6hW4hM-6i1eKw-6i1hMj-4v36zy-4v36QN-4uY2UH-4v35HL-4uY2DM-4uY2st-4uXZ8p-4v35TU-4v358f-4uY2hV-4v35uu-4v35pu-4uXZcg-4uXZf8-4uY1xk-4uXZTX-4uY178-4v34yJ-4uY18F-4v35ys-4v34nC-4v352Q-4uY1HF-4uY2RB-4v35hq-4v36sm-4uXZrM-4v34Kj-4v34Qj-4v34sf-h6oQ6H-h6pzRC-h6qaqR-h6pigK
- Άδεια : Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is Bilby and the file is found at flickr.com”

Εικόνα 4.10 Αριστερά: Επιφάνεια επαφής ενσωματωμένη σε φορητό υπολογιστή (προϊόν ThinkPad R51 της εταιρείας IBM). Δεξιά: Επιφάνεια επαφής με δυνατότητες ενσύρματης και ασύρματης σύνδεσης (προϊόν Lofree MT-100).

- Πηγή1: <https://www.flickr.com/photos/tolbxela/16179720380/in/photolist-qDKibd-ae2oEc-bajadv-bajabB-6guDtd-agL6Wt-9h1gDh-9gX6nB-aToUX-5FQ7kR-agL6Qt-agL6Gr-5FUnas-e7cs4L-6BRT7U-7WcFnk-5FUn6y-5FUnbW-5FUn8E-dHKcCo-e7crJW-yumu4-8bSui8-cu1Tfu-7eQ5u-6PtFNv-5RMrWL-dwtKVP-e76QdK-e7crUs-bw1FpU-9npiuA-7PkWzY-pysGbx-pQHqCp-5FUnKA-5FUnGf-5FUnBy-5FQ7ec-oU6Fmb-8bVMKW-e7ct8m-bpV7mM-bpV7mt-bpV7mF-bpV7mT-bqcD2d-bqcCEf-bD7xyx-bqczLw>
- Άδεια1: Creative Commons Attribution “Original author is Tolbxela and the file is found at flickr.com”
- Πηγή2: <https://www.flickr.com/photos/qubodup/14943673767/in/photolist-5yk9cA-5ydiWH-5yk97L-5yhF9s-9nFbN7-5yhFzS-9REK42-hw5VD3-9REL1T-9REKtv-7kyhpi-bBZzh5-aoCtKf-9h1gDh-9gX6nB-9gYn9J-4g8Hj-teSz1o-6oq1oa-ao8XDb-oLwezH-7T78JD>
- Άδεια2: Creative Commons Attribution “Original author is Iwan Gabovitch and the file is found at flickr.com”

Εικόνα 4.11 Φωτογραφίδα της εταιρείας Microdigital.

- Πηγή: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PerifericosLightPen1.jpg>
- Άδεια: Public domain

Εικόνα 4.12 Αριστερά: Δεικτική συσκευή εδάφους (προϊόν No Hands Mouse της εταιρείας Curson, από τη συλλογή του Bill Buxton). Δεξιά: Δεικτική συσκευή προσαρμοσμένη στο κεφάλι (head-stick ή head-wand) ενός χρήστη με τετραπληγία.

- Πηγή1: <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/bibuxton/buxtoncollection/detail.aspx?id=153>
- Άδεια1: Αβούρης, Ν. (2000) Εισαγωγή στην επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή, Εκδόσεις Δίαυλος, ISBN 978-960-531-098-1 (274 σελ.)
- Πηγή2: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Head-wand.jpg>
- Άδεια2: Creative Commons Attribution “Original author is Joebeone and the file is found at en.wikipedia.org”

Εικόνα 4.13 Γάντι δεδομένων που χρησιμοποιείται ως δεικτική συσκευή.

- Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:P5_in_use.jpg
- Άδεια: Public domain

Εικόνα 4.14 Αριστερά: Αρχή λειτουργίας οθόνης καθοδικού σωλήνα ηλεκτρονίων (CRT). Δεξιά: Εύκαμπτη αναδιπλούμενη οθόνη LED-LCD.

- Πηγή 2: https://www.flickr.com/photos/rafael_mizrabi/14471778890/in/photolist-f61KKU-BDbu-4xK6yV-4xK6Nv-4xK938-wazkH6-ppboYk-ok875A-okjBNc-o3PW6-o3PSt3-ok7VAu-okhHib-o3R46F-o3Q8X7-oihBYu-oihNvS-on5G9a-on5DhD-on5sDV-ok2Y6g-ok34eT-o3PDF9-okhujf-oihDuW-o3Q4RT-hokLfQ
- Άδεια 2: Creative Commons Attribution “Original author is Rafael Mizrahi the file is found at flickr.com”

Εικόνα 4.16 Μελέτη αναγνωσιμότητας κειμένου.

Εικόνα 5.1 Τρεις διαφορετικοί τρόποι για την ίδια εργασία καθορισμού μίας ημερομηνίας. Αριστερά: Γλώσσα εντολών. Κέντρο: Επιλογή μέσω μενού. Δεξιά: Απευθείας χειρισμός.

Εικόνα 5.2 Αριστερά: Συμπλήρωση φόρμας σε παραθυρική εφαρμογή (Microsoft Word). Δεξιά: Συμπλήρωση φόρμας στον Ιστό.

Εικόνα 5.3 Δύο εναλλακτικές διατάξεις διακοπών ηλεκτρικών εστιών κουζίνας.

- Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_mapping_\(interface_design\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_mapping_(interface_design))
- Άδεια: Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is G5dvdye and the files are found at en.wikipedia.org”

Εικόνα 5.4 Αριστερά: Σύστημα εικονικής πραγματικότητας για εξερεύνηση της χαμένης Ατλαντίδας (Second Life). Δεξιά: Σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας για την εύρεση πληροφοριών για έναν πίνακα μουσείου (Museu de Mataró, Ισπανία).

- Πηγή1: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_view_inside_Atlantis_Second_Life.jpg
- Άδεια1: Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is Jin Zan and the file is found at commons.wikimedia.org”
- Πηγή2: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Augmented_reality_at_Museu_de_Matar%C3%B3_linking_to_Catalan_Wikipedia_%2818%29.JPG
- Άδεια2: Creative Commons Attribution-Share Alike “Original author is Kippelboy and the file is found at commons.wikimedia.org”

Βιβλιογραφία

- ACM SIGCHI, (1992). Curriculum for Human-computer Interaction, *Special Interest Group on Computer-Human Interaction Curriculum Development Group*, New York.
- Alty J. (1993). Human-Computer Interaction and Music: Squaring the Circle? In *proceedings of INTERCHI-93*, Amsterdam: ACM.
- Andrews K., (1995) Visualising Cyberspace: Information Visualisation in the Harmony Internet Browser. In *Proc. First IEEE Symposium on Information Visualization*, (pp. 97-104), Atlanta, Georgia.
- Apple Computer Inc., (1985). *Inside Macintosh*. Workingham England: Addison-Wesley.
- Archer, B. (1979). Design as a discipline. *Design Studies*, 1(1), 17–20. [http://doi.org/10.1016/0142-694X\(79\)90023-1](http://doi.org/10.1016/0142-694X(79)90023-1)
- Atkinson R.C. and R.M. Shiffrin, (1968). Human Memory: A proposed System and its Control Processes. In K.W. Spence & J.T. Spence (eds). *The Psychology of Learning and Motivation*, (vol 2., pp. 90-197). New York: Academic Press.
- Bakker, S., Markopoulos, P., & de Kort, Y. (2008). OPOS: an observation scheme for evaluating head-up play. In *Proceedings of the 5th Nordic Conference on Human-Computer interaction: Building Bridges*. NordiCHI '08, vol. 358 (pp. 33–42). ACM Press. <http://doi.org/10.1145/1463160.1463165>
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS Scores mean: adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3), 114–123.
- Barber P., (1988). *Applied Cognitive Psychology*. London: Methuen Publ.
- Barbic, J., & James, D. L. (2008). Six-DoF haptic rendering of contact between geometrically complex reduced deformable models. *IEEE Transactions on Haptics*, 1(1), 39–52.
- Barlit, A., & Harders, M. (2007). Gpu-based distance map calculation for vector field haptic rendering. In *Proceedings of Second Joint EuroHaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems*, (pp. 589–590), Tsukuba, Japan.
- Barnard P., (1991). Bridging between basic theories and the artifacts of human-computer interaction. In J.M. Carroll (ed.) *Designing Interaction: Psychology of the Human-Computer Interface*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, .
- Benson, L., Elliott, D., Grant, M., Holschuh, D., Kim, B., Kim, H., Lauber, E., Loh, S. & Reeves, T.C. (2002). Usability and Instructional Design Heuristics for E-Learning Evaluation. In P. Barker & S. Rebelsky (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, Chesapeake, VA: AACE, pp. 1615-1621.
- Bergen, G. van den. (1997). Efficient collision detection of complex deformable models using AABB trees. *Journal of Graphics Tools*, 2(4), 1–13.
- Bertelsen, O. W., & Bødker, S. (2003). Activity theory. In J.M. Carroll (ed) *HCI models, theories, and frameworks: Toward a multidisciplinary science*, (pp 291-324). Elsevier Inc. ISBN: 978-1-55860-808-5.
- Bevan, N., Barnum, C., Cockton, G., Nielsen, J., Spool, J., & Wixon, D. (2003). The “Magic Number 5”:
Is it enough for web testing? In *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 698–699). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/765891.765936>

- Bias, R. G., & Mayhew, D. J. (Eds.). (2005). *Cost-justifying usability: an update for an Internet age*. 2nd edition. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Bias, R.C. (1991). Walkthroughs: Efficient Collaborative Testing. *IEEE Software*, 8(5), 94-95.
- Blackmon, M. H., Kitajima, M., & Polson, P. G. (2003). Repairing Usability Problems Identified by the Cognitive Walkthrough for the Web. In *CHI Letters, 5: Proceedings of CHI 2003*, ACM Press.
- Blackmon, M. H., Polson, P. G., Kitajima, M., & Lewis, C. (2002). Cognitive Walkthrough for the Web. *Proceedings of CHI 2002*, ACM Press (2002), 463–470.
- Bødker, S. (2006). When second wave HCI meets third wave challenges. In *Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction: changing roles* (pp. 1-8). ACM.
- Boehm B., (1988). A spiral model of software development and enhancement. *IEEE Computer*, 21 (5) 61-72.
- Booch G., (1994). *Object-Oriented Analysis and Design with applications (2nd ed.)*, Redwood City, CA, USA: Benjamin-Cummings Publishing Co.
- Bowman, D. A., Kruijff, E., LaViola, J. J., & Poupyrev, I. (2004). *3D user interfaces: theory and practice*. Redwood City, CA, USA: Addison Wesley Longman Publishing Co.
- Brajnik, G. (2000). Automatic web usability evaluation: Where is the limit? In *Proceedings of Sixth Conference on Human Factors & the Web*. Austin, TX, USA.
- Brandt, J., Weiss, N., & Klemmer, S. R. (2007). Txt 4 L8R: lowering the burden for diary studies under mobile conditions. In *CHI '07 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2303–2308). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/1240866.1240998>
- Brinck, T. & Hofer, E. (2002). Automatically evaluating the usability of web sites. In *CHI '02 extended abstracts on Human factors in computing systems*. Minneapolis, Minnesota, USA: ACM, pp. 906-907.
- Broadbent, D (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Brooke, J. (1996). SUS: a “quick and dirty” usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor and Francis.
- Brooks F.P., Young M.O, Batter J.J. & Kilpatrick P.J., (1990). Project GROPE-Haptic Displays for scientific visualization. In *ACM SIGGRAPH'90: Proceedings of the 17th annual conference on computer graphics and interactive techniques*, pp 177-185.
- Brown C. (1988). *Human-Computer Interface Design Guidelines*; Ablex, NJ, 1988. ISBN 0893913324 [302 κανόνες]
- Burdea, G., & Coiffet, P. (2003). Virtual reality technology. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(6), 663–664.
- Bush, V(1945). As we may think. *The atlantic monthly* 176(1), 101-108. Available from: <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/>
- Cairns, P., & Cox, A. L. (2008). *Research methods for human-computer interaction* (1st ed.). Cambridge, UK ; New York: Cambridge University Press.
- Caldwell, B., Cooper, M., Reid, L.G., & Vanderheiden, G. (2008). Web content accessibility guidelines 2.0. W3C-WCAG 2.0. Available at: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>.
- Capra, M.G. (2005). Factor analysis of card sort data: an alternative to hierarchical cluster analysis. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 49th Annual Meeting* (pp. 691-695). Santa Monica, CA: HFES.

- Card, S. K., Moran, T. P. & Newell, A. (Eds.). (1983), *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A. (1980). The keystroke-level model for user performance time with interactive systems. *Communications of the ACM*, 23(7), 396–410.
<http://doi.org/10.1145/358886.358895>
- Card, S. K., Pirolli, P., Van Der Wege, M., Van, M., Wege, D., Morrison, J. B., ... Boshart, J. (2001). Information scent as a driver of Web behavior graphs: Results of a protocol analysis method for Web usability. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 498–505).
- Card, S.K., Moran, T. P., & Newell, A. (1986). The Model Human Processor: An Engineering Model of Human Performance. In K. R. Boff, L. Kaufman, & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance. Vol. 2: Cognitive Processes and Performance*, (pp 1–35).
- Carroll, J. M. (Ed.). (2003). *HCI models, theories, and frameworks: Toward a multidisciplinary science*. Morgan Kaufmann.
- Carroll, J. M. & Campbell, R. L. (1986), Softening up Hard Science: reply to Newell and Card. *Human-Computer Interaction*, 2(3), 227-249, Taylor and Francis.
- Carter, S., & Mankoff, J. (2005). When participants do the capturing: the role of media in diary studies. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 899–908). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/1054972.1055098>
- Chapman, C. N., & Milham, R. P. (2006). The personas' new clothes: Methodological and practical arguments against a popular method. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 50(5), 634–636. <http://doi.org/10.1177/154193120605000503>
- Chi, E.H., Rosien, A., Supattanasiri, G., Williams, A., Royer, C., Chow, C., Robles, E., Dalal, B., Chen, J., & Cousins, S. (2003). The bloodhound project: automating discovery of web usability issues using the InfoScent simulator. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 505-512). Ft. Lauderdale, Florida, USA: ACM.
- CHI: *Human factors in computing systems* (CHI Proceedings). New York: ACM Press, από το 1982-. (Αμερικανικό συνέδριο EAY, το μεγαλύτερο στον κόσμο)
- Chin, J. P., Diehl, V. A., & Norman, K. L. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 213–218). New York, NY, USA: ACM.
<http://doi.org/10.1145/57167.57203>
- Chung, K., & Wang, W. (1996). Quick collision detection of polytopes in virtual environments. In *ACM Symposium on virtual reality software and technology*, pp. 1–4.
- Clark H.H. (1996). *Using Language*. Cambridge University Press.
- Clark, H. H., & Schaefer, E. F. (1989). Contributing to discourse. *Cognitive science*, 13(2), 259-294.
- Clifford, J., & Marcus, G. E. (Eds.) (1986). *Writing culture: The poetics and politics of ethnography*. Univ of California Press.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159.
- Coming, D. S., & Staadt, O. G. (2008). Velocity-aligned discrete oriented polytopes for dynamic collision detection. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 14(1), 1–12.
- Conklin, J. (1987). Hypertext: An Introduction and Survey. *Computer*, 20(9), 17-41.
- Conti, F., Barbagli, F., Morris, D., & Sewell, C. (2005). CHAI-3DAn Open-Source Library for the Rapid Development of Haptic Scenes. In *IEEE World Haptics*, Pisa, Italy

- Cooper, A. (1999). *The inmates are running the asylum* (1st ed.). Indianapolis, IN, USA: Macmillan Publishing Co., Inc. ISBN:0672316498
- Craik F. & Lockhart, R. (1972). Levels of Processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 11, 671-84
- Creed, A., Dennis, I., & Newstead, S. (1987). Proof-reading on VDUs. *Behaviour & Information Technology*, 6(1), 3–13. <http://doi.org/10.1080/01449298708901814>
- CTA Inc., (1996). *User-Interface Guidelines*. NASA/Goddard Space Flight Center, Data Systems Technology Division/Code 520, Greenbelt, Maryland.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <http://doi.org/10.2307/249008>
- Dix, A., Finlay J., Abowd, G., & Russell, B. (2004). *Human-computer interaction* (3rd edition). Essex, England: Pearson Education Limited.
- Dix, A., Finlay J., Abowd, G., Beale R., (2007), *Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή*. Α. Μανιτσάρης, & Ι. Μαυρίδης (Επιμ.), Ε.Γκαγκάτσιου, (μτφρ), Εκδ. Γκιούρδας, Αθήνα, (μετφ. Dix et al. *Human-Computer Interaction*, 3rd ed).
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., Beale, R., (1998). *Human-computer interaction*. New York: Prentice Hall, παλαιότερη έκδοση του Dix et al. (2004).
- Dobkin, D. P., & Kirkpatrick, D. G. (1985). A linear algorithm for determining the separation of convex polyhedra. *Journal of Algorithms*, 6(3), 381–392.
- Dong, J., Martin, S., & Waldo, P. (2001). A user input and analysis tool for information architecture. In *proceedings of CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 23–24). Seattle, Washington: ACM. <http://doi.org/10.1145/634067.634085>
- Downton, A. (ed, 1991) *Engineering the human-computer interface*. Maidenhead: McGraw-Hill.
- Dumas, J.S., and J.Redish, (1993). *A Practical Guide to Usability Testing*, Norwood, NJ: Ablex.
- Dyson, M.C. & Haselgrove, M. (2001). The influence on reading speed and line length on the effectiveness of reading from screens. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54(4), 585–612.
- Edmondson, K.A. & Simone, H.A. (1994). Putting Task Analysis into context. *SIGCHI Bulletin*, 26(4), 59-63.
- Edwards D.N. (1992). *Speech synthesis: Technology for Disabled people*. London: Paul Chapman.
- Edwards, A. (1989) Soundtrack: an auditory interface for blind users. *Human-Computer Interaction* 4 (1), pp. 45-66.
- Ellis, C.A., Gibbs, S.J. & Rein, G.L. (1991) Groupware: Some issues and experiences, *Communications of ACM*, 34(1), 38-58.
- Ericson, C. (2004). *Real-time collision detection*. CRC Press.
- Fels, S.S. & Hinton, G.E. (1990). Building adaptive interfaces with neural networks: the glove-talk pilot study, In *Proceedings of Interact'90*, pp. 683-687, North-Holland, Amsterdam.
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Los Angeles, London: SAGE.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47(6), 381.
- Flores F., Graves, M., Hartfield, B. & Winograd, T. (1988). Computer Systems and the design of organizational interaction. *ACM Transactions on Office Information Systems*, 6 (2) 153-72.
- Foley J.D., van Dam, A., Feiner, S.K. & Hughes, J.F. (1990). *Computer Graphics: Principles and Practice* (2nd edition), Reading MA: Addison-Wesley.

- Foley J.D., Wallace, V.L. & Chan, P. (1984). The human factors of computer graphics interaction techniques, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 4 (11) 13-48.
- Foss D. & Rosson, M. (1982). The novice and the terminal: variables affecting understanding and performance, Proceedings of Psychonomic Society Conference, Minneapolis, 1982.
- Fu, W.T., & Pirolli, P. (2007). SNIF-ACT: a cognitive model of user navigation on the world wide web. *Human-Computer Interaction*, 22(4), 355–412.
- Fuhrmann, A., Sobotka, G., & Groß, C. (2003). Distance fields for rapid collision detection in physically based modeling. In *Proceedings of GraphiCon 2003* (pp. 58–65).
- Garrett, J. J. (2002). *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web*. Peachpit Press.
- Gaver, B., Dunne, T., & Pacenti, E. (1999, January 1). Design: cultural probes. *Interactions*, 6(1), 21–29.
- Georgila K., A. Tsopanoglou, N. Fakotakis, G. Kokkinakis, (1998). A Dialogue System for Telephone-based Services Integrating Spoken and Written Language. In *IVTTA '98, 4th IEEE workshop on Interactive Voice Technology for Telecommunications Applications*, Torino
- Georgila K., A. Tsopanoglou, N. Fakotakis, G. Kokkinakis, (1998). An Intergrated Dialogue System for the Automation of Call Centre Services. In *proceedings of ICSLP'98, the 5th International Conference on Spoken Language Processing*, Sydney, Australia
- Gottschalk, S., Lin, M. C., Manocha, D., & Hill, C. (1996). OBBTree: A Hierarchical Structure for Rapid Interference Detection. In proceedings of SIGGRAPH'96, (pp. 171–180).
- Gouveia, R., & Karapanos, E. (2013). Footprint tracker: supporting diary studies with lifelogging. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2921–2930). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/2470654.2481405>
- Greenberg, S., Buxton, B. (2008). Usability evaluation considered harmful (some of the time). In *Proceedings of CHI '08*. New York, NY, USA: ACM.
- Greenberg, S. & Thimbleby, H. (1992). The weak science of human-computer interaction. In *Proceedings of CHI '92, Research Symposium on HCI*, Monterey, California.
- Grudin J., (1998) Success and Failures in Groupware Adoption: Case Studies. *Keynote address, in HCI '98*, Sheffield, UK.
- Halverson, C. A. (1995). *Inside the cognitive workplace: new technology and air traffic control*. (Doctoral dissertation, University of California, San Diego).
- Halverson, T., & Hornof, A.J. (2007). A minimal model for predicting visual search in human-computer interaction. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. San Jose, California, USA: ACM, pp. 431-434.
- Hawley, M. (2008). *Extending Card-Sorting Techniques to Inform the Design of Web Site Hierarchies*. In: UXMatters. Διαθέσιμο στο: <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2008/10/extending-card-sorting-techniques-to-inform-the-design-of-web-site-hierarchies.php>
- Hayward, V., Astley, O. R., Cruz-Hernandez, M., Grant, D., & Robles-De-La-Torre, G. (2004). Haptic interfaces and devices. *Sensor Review*, 24(1), 16–29.
- Hertzum, M. & Jacobsen, N.E. (2003). The Evaluator Effect: A Chilling Fact about Usability Evaluation Methods. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 15(1), 183-204.
- Hix, D., & Hartson, H. R. (1993). *Developing user interfaces: ensuring usability through product & process*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc.

- Hollan, J., Hutchins, E., & Kirsh, D. (2000). Distributed cognition: toward a new foundation for human-computer interaction research. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7(2), 174-196.
- Holleran, P.A. (1991). A methodological note on pitfalls in usability testing. *Behaviour and information technology*, 10(5), 345-357.
- Horton W. (1994). *The Icon Book*. John Wiley. ISBN 0471599018 <http://www.horton.com/iconbook.htm>
- Hubbard, P. M. (1996). Approximating polyhedra with spheres for time-critical collision detection. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 15(3), 179–210.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. MIT press.
- Hutchins, E. L., Hollan, J. D., & Norman, D. A. (1986). Direct manipulation interfaces. In D. A. Norman & S. W. Draper (Eds.), *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction* (pp. 87–124). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Instone, K. (1997). *Navigation stress test*. Available at: <http://instone.org/navstress> .
- ISO 9241 Part 1-17: *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals*.
- Isomursu, M., Tahti, M., Vainamo, S., & Kuutti, K. (2007). Experimental evaluation of five methods for collecting emotions in field settings with mobile applications. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(4), 404–418. <http://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2006.11.007>
- Jacob R.J., (1991) The use of eye movements in Human-computer interaction techniques: What you look at is what you get. *ACM Transactions On Information Systems*, 9 (3) 152-169
- Jacobson I., Christerson, M., Jonsson, P., Overgard, G.(1995) *Object-Oriented Software Engineering: A use-case Driven Approach*. Addison-Wesley Publishing.
- Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: a review. *ACM Computing Surveys*, 31(3), 264–323. <http://doi.org/10.1145/331499.331504>
- James W. (1890). *The Principles of Psychology*. New York: Henry Holt and Company
- Jeffries, R., Miller, J.R., Wharton, C. & Uyeda, K.M. (1991) User Interface evaluation in the real world: A comparison of four techniques. In *Proceedings of ACM CHI-91 Conference* (pp. 119-124), New Orleans, LA.
- John B.E., (1990). Extensions of GOMS analyses to expert performance requiring perception of dynamic visual and auditory information. In *Proceedings of CHI-90, Human Factors in Computer Systems*, (pp. 107-115). ACM Press.
- John, B. E. (2003). Information processing and skilled behavior. In J. Carroll (Ed.) *HCI models, theories, and frameworks* (chapter 4, pp. 55-101). Morgan Kaufmann Publ.
- Johnson, H., & Johnson, P. (1991). Task knowledge structures: Psychological basis and integration into system design. *Acta Psychologica* 78, 3-26, North Holland.
- Johnson, J., Roberts, T. L., Verplank, W., Smith, D. C., Irby, C. H., Beard, M., & Mackey, K. (1989). The xerox star: A retrospective. *Computer*, 22(9), 11-26.
- Johnson-Laird P.N., (1983). *Mental Models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird P.N., (1988). *The Computer and the Mind*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Johnston, B., & Webber, S. (2005). As we may think: Information literacy as a discipline for the information age. *Research strategies*, 20 (3), 108-121.
- Jones, M., Buchanan, G., & Thimbleby, H. (2003). Improving web search on small screen devices. *Interacting with Computers*, 15(4), 479–495. [http://doi.org/10.1016/S0953-5438\(03\)00036-5](http://doi.org/10.1016/S0953-5438(03)00036-5)

- Kaklanis, N., Votis, K., Moustakas, K., & Tzovaras, D. (2010). 3D HapticWebBrowser: towards universal web navigation for the visually impaired. In *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)* New York: ACM .
- Kalbach, J. (2007). *Designing Web navigation: Optimizing the user experience* (1st ed.). O'Reilly Media.
- Karat, C. (1997). Cost-justifying usability engineering in the software life cycle. *Handbook of human-computer interaction*, 2, 653-688.
- Karat, C. M. (1990). Cost-benefit analysis of usability engineering techniques. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 34, No. 12, pp. 839-843). SAGE Publications.
- Karousos, N., Katsanos, C., Tselios, N., & Xenos, M. (2013). Effortless tool-based evaluation of web form filling tasks using Keystroke Level Model and Fitts Law. In *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1851–1856). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/2468356.2468688>
- Katsanos C., Tselios N., & Avouris, N. (2010a). Evaluating website navigability: Validation of a tool-based approach through two eye-tracking user studies. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 16(1), 195-214, doi:10.1080/13614561003605179.
- Katsanos C., Tselios N., & Xenos M. (2012). Perceived usability evaluation of learning management systems: a first step towards standardization of the System Usability Scale in Greek. *Proceedings of the 16th Pan-Hellenic Conference on Informatics, PCI 2012* (pp. 302-307), Piraeus, Greece: IEEE CPS.
- Katsanos, C., Karousos, N., Tselios, N., Xenos, M., & Avouris, N. (2013). KLM form analyzer: automated evaluation of web form filling tasks using human performance models. In P. Kotzé, G. Marsden, G. Lindgaard, J. Wesson, & M. Winckler (Eds.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2013* (pp. 530–537). Springer Berlin Heidelberg.
- Katsanos, C., Tselios N., & Avouris, N. (2008). Automated semantic elaboration of web site information architecture. *Interacting with computers*, 20(6), 535-544, doi:10.1016/j.intcom.2008.08.002.
- Katsanos, C., Tselios, N., & Avouris, N. (2008a). AutoCardSorter: designing the information architecture of a web site using latent semantic analysis. In *Proceedings of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on human factors in computing systems, CHI 2008* (pp. 875–878). Florence, Italy: ACM. <http://doi.org/10.1145/1357054.1357192>.
- Katsanos, C., Tselios, N., & Avouris, N. (2009). Are Ten Participants Enough for Evaluating Information Scent of Web Page Hyperlinks? In *Proceedings of the 12th IFIP TC13 Conference in Human-Computer Interaction, Interact 2009* (Vol. LNCS 5726, Part I, pp. 419–422). Uppsala, Sweden: Springer Verlag. http://doi.org/10.1007/978-3-642-03655-2_45
- Katsanos, C., Tselios, N., & Avouris, N. (2010b). A survey of tools supporting design and evaluation of websites based on models of human information interaction, *International journal of Artificial Intelligence Tools*, 19(6), 755-781.
- Katsanos, C., Tselios, N., & Xenos, M. (2012). Perceived usability evaluation of learning management systems: a first step towards standardization of the System Usability Scale in Greek. In *Proceedings of 2012, 16th Panhellenic Conference on Informatics (PCI)* (pp. 302–307). <http://doi.org/10.1109/PCi.2012.38>
- Kieras, D. (1996). Task analysis and the design of functionality. In A.Tucker (Ed.) *Handbook of Computer Science and Engineering*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A Paradigm for Cognition*. Cambridge University Press.

- Kirakowski, J. and Corbett, M. (1993). SUMI: the Software Measurement Inventory. *British Journal of Educational Technology*, 24 (3), 210-212.
- Kirakowski, J., & Claridge, N. (1998). Human Centered Measures of Success in Web Site Design. In *Fifth Human Factors and the Web meeting*. NY.
- Kitajima, M., Blackmon, M. H., & Polson, P. G. (2000). A comprehension-based model of Web navigation and its application to Web usability analysis. In *People and Computers XIV - Usability or Else!* (Proceedings of HCI 2000) (pp. 357–373). Springer.
- Klosowski, J. T., Held, M., Mitchell, J. S. B., Sowizral, H., & Zikan, K. (1998). Efficient collision detection using bounding volume hierarchies of k-DOPs. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 4(1), 21–36.
- Kostakos, V. (2015), The big hole in HCI research. *Interactions* 22, 2 (February 2015), pp. 48–51
- Koyani, S., Balley, R., & Nall, J. (2004). *Research-Based Web Design & Usability Guidelines*. USA: Computer Psychology.
- Kreitzberg, C., (1996). Managing for Usability. In A. Albert (ed.), *Multimedia: a management perspective* (pp. 65-88). Belmont, CA: Wadsworth.
- Kühnapfel, U. G., Kuhn, C., Hubner, M., Krumm, H.-G., Maass, H., & Neisius, B. (1997). The Karlsruhe endoscopic surgery trainer as an example for virtual reality in medical education. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 6(2), 122–125.
- Kurtenbach, G., & Buxton, W. (1993). The limits of expert performance using hierarchic marking menus. In *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 482–487). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/169059.169426>
- Landauer, T. K., & Nachbar, D. W. (1985). Selection from alphabetic and numeric menu trees using a touch screen: breadth, depth, and width. *ACM SIGCHI Bulletin*, 16(4), 73–78. <http://doi.org/10.1145/1165385.317470>
- Larson, K., & Czerwinski, M. (1998). Web page design: implications of memory, structure and scent for information retrieval. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 25–32). Los Angeles, California, United States: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co. <http://doi.org/10.1145/274644.274649>
- Larson, R., & Csikszentmihalyi, M. (1983). The experience sampling method. *New Directions for Methodology of Social and Behavioral Science*. 15, 41–56.
- Laycock, S. D., & Day, A. M. (2007). A survey of haptic rendering techniques. In *Computer Graphics Forum* 26 (1), 50–65.
- Lazar, J. (2003). The World Wide Web. In J. Jacko & A. Sears, (eds). *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies and emerging applications* (pp. 714-730). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum,.
- Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. (2010). *Research methods in human-computer interaction*. Chichester, West Sussex, U.K.: Wiley.
- Lee L., (1992). *The Day the Phones Stopped: How people get hurt when computers go wrong*. New York, D.I. Fine Inc.
- Leedham G., (1992). Input - Output hardware. In A. Downton (Ed.), *Engineering the Human-Computer Interface*, Maidenhead, UK: McGraw-Hill Int.
- Lewis C. & J. Rieman (1993). *Task-Centered User Interface Design: A Practical Introduction*, Shareware book, available from: <http://hcibib.org/tcuid/>

- Lewis, C., Polson, P., Wharton, C., & Rieman, J. (1990). Testing a Walkthrough methodology for Theory-Based Design of Walk-Up-and-Use Interfaces. In *Proceedings of ACM CHI1990*, (pp. 235-242) Seattle, Washington.
- Lewis, J. R. (1995). IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 57–78.
<http://doi.org/10.1080/10447319509526110>
- Lin, H. X., Choong, Y.-Y., & Salvendy, G. (1997). A proposed index of usability: A method for comparing the relative usability of different software systems. *Behaviour & Information Technology*, 16(4-5), 267–277. <http://doi.org/10.1080/014492997119833>
- Lin, M. C., & Otaduy, M. (2008). *Haptic rendering: foundations, algorithms, and applications*. CRC Press.
- Lindgaard, G., (1994), *Usability Testing and System Evaluation: A Guide for Designing Useful Computer Systems.*, London, U.K.: Chapman and Hall
- Liu, Y., Goncalves, J., Ferreira, D., Xiao, B., Hosio, S. & Kostakos, V. (2014), CHI 1994-2013: mapping two decades of intellectual progress through co-word analysis. In *Proceedings CHI '14*. New York, NY, USA: ACM.
- Lund, A. (2001). Measuring usability with the USE questionnaire. Usability and User Experience Newsletter of the STC Usability SIG. Retrieved from
http://www.stcsig.org/usability/newsletter/0110_measuring_with_use.html
- Macaulay L., (1995). *Human-Computer Interaction for Software Designers*. London: International Thomson Publishing.
- Macaulay L., Fowlet, C., Kirby, M. & Hutt, A. (1990) USTM: A new approach to requirements specification. *Interacting with Computers*. 2 (1) 92-108,.
- Mackay W.E., (1995). Ethics, Lies and Videotape.. In *Proceedings of CHI '95*, ACM.
- Mackay, B., & Watters, C. (2003). The impact of migration of data to small screens on navigation. *IT&Society*, 1(3), 90–101.
- MacKenzie, I. S. (1989). A note on the information-theoretic basis for Fitts' law. *Journal of motor behavior*, 21(3), 323-330.
- MacKenzie, I. S. (2013). *Human-Computer Interaction: An empirical research perspective* (1st ed.). Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- Malone, T.W., K.R.Grant,, K.Lai,, R.Rao, D.Dosenblitt, (1987). Semistructured messages are surprisingly useful for computer supported coordination, *ACM Transactions on Office Information Systems*. 5 (2) 115-131.
- Mantei, M. M., & Teorey, T. J. (1988). Cost/benefit analysis for incorporating human factors in the software lifecycle. *Communications of the ACM*, 31(4), 428-439.
- Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Mauer, D. (2006). *Four modes of seeking information and how to design for them*. Boxes and Arrows. Διαθέσιμο στο:
http://www.bboxesandarrows.com/view/four_modes_of_seeking_information_and_how_to_design_for_them
- Mauer, D., & Warfel, T. (2004). *Card sorting: a definitive guide*. Boxes and Arrows. Διαθέσιμο στο:
http://www.bboxesandarrows.com/view/card_sorting_a_definitive_guide

- Mayhew, D. (1992) *Principles and guidelines in software user interface design*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. ISBN 0137219296[288 κавόνες]
- Mayhew, D. J., & Bias, R. G. (Eds.). (1994). *Cost-justifying usability*. New York: Academic Press.
- McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In P. Zarembka (Ed.), *Frontiers in Econometrics* (pp. 105–142). New York: Academic Press.
- McKim, R. (1973). *Experiences in visual thinking*. Belmont: Brooks/Cole Publishing Co.
- McNeely, W. A., Puterbaugh, K. D., & Troy, J. J. (1999). Six degree-of-freedom haptic rendering using voxel sampling. In *ACM SIGGRAPH 1999: Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques* (p. 401-408). New York, NY, USA:ACM Press/ Addison-Wesley Publishing Co.
- Miller G.A. (1956). The Magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity to process information. *Psychological Review*. 63(2), 81-97.
- Miller, C. S., & Remington, R. W. (2004). Modeling information navigation: implications for information architecture. *Human-Computer Interaction*, 19(3), 225–271.
- Miller, D. P. (1981). The Depth/Breadth Tradeoff in Hierarchical Computer Menus. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, (Vol. 25, No 1, pp 296–300).
<http://doi.org/10.1177/107118138102500179>
- Molich, R., & Nielsen, J. (1990). Improving a human-computer dialogue. *Communications of the ACM*, 33(3), 338-348.
- Molich, R., Thomsen, A. D., Karyukina, B., Schmidt, L., Ede, M., van Oel, W., & Arcuri, M. (1999). Comparative evaluation of usability tests. In *CHI '99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 83–84). New York, NY, USA: ACM.
<http://doi.org/10.1145/632716.632768>
- Monk A. (1984). *Fundamentals of Human-Computer Interaction*. London: Academic Press,.
- Morkes, J. & Nielsen, J. (1997). *Concise, SCANNABLE, and Objective: How to Write for the Web*.
<http://www.useit.com/papers/webwriting/> .
- Morville, P. (2005). *Ambient findability: What we find, changes who we become* (1st ed.). O'Reilly Media.
- Morville, P., & Rosenfeld, L. (2006). *Information Architecture for the World Wide Web: Designing Large-Scale Web Sites* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Moustakas, K. (2013). Haptic media from an information-theoretic perspective. In *IEEE International Symposium on Haptic Audio Visual Environments and Games (HAVE)*, (pp. 81–86).
- Moustakas, K. (2015). 6DoF haptic rendering using distance maps over implicit representations. *Multimedia Tools and Applications*, 1–15.
- Moustakas, K., Nikolakis, G., Kostopoulos, K., Tzovaras, D., & Strintzis, M. G. (2007). Haptic rendering of visual data for the visually impaired. *IEEE MultiMedia*, (1), 62–72.
- Moustakas, K., Tzovaras, D., & Strintzis, M. G. (2007). SQ-Map: Efficient layered collision detection and haptic rendering. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(1), 80–93.
- Mumford E., (1987) Socio-technical systems design: evolving theory and practice. In G., Bjerknes, P. Ehn, M. Kyng, & K. Nygaard (Eds.) *Computers and Democracy: A Scandinavian Challenge*. Aldershot: Avebury
- Murray, G. & Constanzo, T. (1999). *Usability and the Web: An Overview*. *Network Notes (#61)*. Διαθέσιμο στο: http://www.tools.co.cr/art_usabilityOVERVIEW.htm.

- Myers, B. A., & Rosson, M. B. (1992, June). Survey on user interface programming. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 195-202). ACM.
- Nardi, B. A. (1996). Activity theory and human computer interaction In B. A. Nardi (Ed.), *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction* (pp. 1-8). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Newell, A., & Card, S. K. (1985), The prospects for psychological science in human-computer interaction. *Human - Computer Interaction*, 1(3), 209-242.
- Newell, A., & Rosenbloom, P. S. (1981). Mechanisms of skill acquisition and the law of practice. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 1-55). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Newman, W. M. (1997), Better or just different? On the benefits of designing interactive systems in terms of critical parameters. In *Proceedings of DIS '97.*, (pp. 239-245) New York, NY, USA: ACM.
- Newman, W. M. and Lamming, M. G. (1995). *Interactive System Design*, Harlow, England: Addison-Wesley,
- Nielsen J., (1993). *Response Times: The Three Important Limits*.
<http://www.useit.com/papers/responsetime.html>
- Nielsen J., (1999). User Interface Directions for the web. *Communications of the ACM*, 42 (1), 65-72.
- Nielsen J., and R. L. Mack, (Eds), (1994). *Usability Inspection Methods*. Wiley.
- Nielsen J., (1997) Changes in Web Usability Since 1994, *The Alertbox*.
<http://www.useit.com/alertbox/9712a.html> .
- Nielsen J., (1992) Finding Usability Problems Through Heuristic Evaluation. In *Proceedings of CHI '92*, (pp. 373-380). Monterey, California: ACM.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. San Diego: Academic Press.
- Nielsen, J. (1994). *How to conduct a heuristic evaluation*. Retrieved from
http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html
- Nielsen, J. (1995). *10 heuristics for user interface design*. Retrieved August 14, 2015, from
<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Nielsen, J. (2000). *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*. Indianapolis: New Riders Publishing.
- Nielsen, J. (2004). *Card Sorting: How many users to test*. Retrieved from
<http://www.useit.com/alertbox/20040719.html>
- Nielsen, J. (2009a). *IA task failures remain costly*. *Alertbox*. Διαθέσιμο στο:
<http://www.useit.com/alertbox/ia-mistakes.html>
- Nielsen, J. (2009b). *Top Information Architecture mistakes*. *Alertbox*. Διαθέσιμο στο:
<http://www.useit.com/alertbox/ia-failures.html>
- Nielsen, J. & Molich, R., (1990). Heuristic Evaluation of User Interfaces. In *Proceedings of CHI '90*, (pp. 249-256), Seattle, Washington: ACM.
- Nielsen, J., & Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the findings of usability problems. In *Proceedings ACM/IFIP INTERCHI'93 Conference* (pp. 206-213).
- Nielsen, J., & Tahir, M. (2001). *Homepage Usability: 50 Websites Deconstructed*. Thousand Oaks, CA: New Riders Publishing.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Norman, D. A. (1986). Cognitive engineering. In D.A. Norman, & S.W. Draper (Eds) *User Centered System Design*, (pp. 31-61). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

- Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. New York, NY, USA: Basic books.
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User-Centered System Design*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Norman, D., (1988). *The Psychology of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- Ogden, W.C. & Boyle, J.M. (1982) Evaluating human-computer dialog styles: Command versus form/fill-in for report modification. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, (vol. 26, no 6, pp. 542-545). Santa Monica CA, .
- Olson, J. & Olson, G. M., (1990). The Growth of Cognitive Modeling in Human-Computer Interaction Since GOMS, *Human-Computer Interaction*, 5, 221-265.
- Oostendorp, H. van, & Juvina, I. (2007). Using a cognitive model to generate web navigation support. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(10), 887–897.
- Öquist, G., & Goldstein, M. (2003). Towards an improved readability on mobile devices: evaluating adaptive rapid serial visual presentation. *Interacting with Computers*, 15(4), 539–558. [http://doi.org/10.1016/S0953-5438\(03\)00039-0](http://doi.org/10.1016/S0953-5438(03)00039-0)
- Orfanou, K., Tselios, N., & Katsanos, C. (2015). Perceived usability evaluation of learning management systems: Empirical evaluation of the System Usability Scale. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(2), 227–246.
- Ortega, M., & Coquillart, S. (2005). Prop-based haptic interaction with co-location and immersion: an automotive application. In/HAVE 2005- IEEE International Workshop on Haptic Audio Visual Environments and their Applications./
- Osher, S., & Fedkiw, R. (2006). *Level set methods and dynamic implicit surfaces* (Vol. 153). Springer Science & Business Media.
- Osher, S., & Sethian, J. A. (1988). Fronts propagating with curvature-dependent speed: algorithms based on Hamilton-Jacobi formulations. *Journal of Computational Physics*, 79(1), 12–49.
- Otter, M., & Johnson, H. (2000). Lost in hyperspace: metrics and mental models. *Interacting with Computers*, 13(1), 1-40.
- Palmerius, K. L., Cooper, M., & Ynnerman, A. (2008). Haptic rendering of dynamic volumetric data. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 14(2), 263–276.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas (1st ed.)*. New York, NY, USA: Basic books.
- Paul, C. (2008). A modified delphi approach to a new card sorting methodology. *Journal of Usability Studies*, 4(1), 7-30.
- Perry, M. (2003). *Distributed cognition. HCI, Models, Theories, and Frameworks*. London: Morgan Kaufman. Pp. 193-223
- Petersik, A., Pflesser, B., Tiede, U., & Höhne, K. H. (2001). Haptic rendering of volumetric anatomic models at sub-voxel resolution. In *Eurohaptics 2001, Conference Proceedings* (pp. 182–184).
- Pirolli, P. (1997). Computational models of information scent-following in a very large browsable text collection. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 3–10). Atlanta, Georgia, United States: ACM. <http://doi.org/10.1145/258549.258558>
- Pirolli, P., & Card, S. K. (1999). Information Foraging. *Psychological Review*, 106(4), 643–675.
- Pirolli, P., & Fu, W.-T. (2003). SNIF-ACT: A model of information foraging on the World Wide Web. In *User Modeling 2003* (pp. 45–54). Johnstown, PA: Springer.
- Polson, P.G. & C.H. Lewis, (1990). Theory-based design for easily learned interfaces, *Human-Computer Interaction*, 5, 191-220.

- Pook, S., Lecolinet, E., Vaysseix, G., & Barillot, E. (2000). Control menus: execution and control in a single interactor. Presented at the *CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 263–264). ACM. <http://doi.org/10.1145/633292.633446>
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S. & Carey, T. (1994). *Human-Computer Interaction*. Wokingham, England: Addison-Wesley Publishing Company.
- Proctor, R. W., & Vu, K. P. L. (2006). The cognitive revolution at age 50: Has the promise of the human information-processing approach been fulfilled? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 21(3), 253-284.
- Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 3, 257-266.
- Rasmussen, J., (1986). *On Information Processing and Human-Computer Interaction: An approach to Cognitive Engineering*. Amsterdam: Elsevier Publ.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422. <http://doi.org/10.1037//0033-2909.124.3.372>
- Reeves, S., (2015). Human-computer interaction as science. In *Proceedings of the 5th decennial conference on Critical computing*, (pp 73-84), Aarhus University Press, online: <http://cs.au.dk/~hko/Aarhus2015ProceedingsVolumeI.pdf>
- Roberts, D., Berry, D., Isensee, S., & Mullaly, J. (1998). *Designing for the user with OVID: bridging the gap between software engineering and user interface design* (1st ed.). Indianapolis: Macmillan Technical Publishing.
- Robles-De-La-Torre, G. (2006). The importance of the sense of touch in virtual and real environments. *IEEE Multimedia*, 3, 24–30.
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2011). *Interaction design: beyond human - computer interaction* (3rd ed.). Chichester, West Sussex, U.K: Wiley.
- Rogers, Y., Sharp, H. & Preece, J., (2013), *Σχεδίαση διαδραστικότητας επεκτείνοντας την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή*, (μτφ. Γ. Β. Σαμαρά). Εκδόσεις, Γκιούρδας.
- Rosenfeld, L., & Morville, P. (1998). *Information architecture for the World Wide Web* (1st ed.), O'Reilly Media.
- Roussos, P., (1992). *Effects of Keyboard Layout on Children's Performance and Interaction with Computers*, (PhD Thesis, University of Leeds).
- Rubin, J. (1994). *Handbook of Usability Testing*. New York, NY: John Wiley and Sons.
- Ruspini, D. C., Kolarov, K., & Khatib, O. (1997). The haptic display of complex graphical environments. In *Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques* (pp. 345–352).
- Sahami, et al., (2013) *Computer Science 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Computer Science*, available from <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf> .
- Salisbury, K., Conti, F., & Barbagli, F. (2004). Haptic rendering: introductory concepts. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 24(2), 24–32.
- Salomon G. (ed.), (1996). *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations (Learning in Doing - Social, Cognitive, and Computational Perspectives)*. Cambridge University Press
- Sauro, J., & Lewis, J. R. (2012). *Quantifying the User Experience: Practical Statistics for User Research* (1st ed.). Morgan Kaufmann.
- Savage, P., (1996) User Interface Evaluation in an Iterative Design Process: A Comparison of Three Techniques. In *Proceedings of CHI '96*, (pp 307-308). ACM

- Saward, G., Hall, T., & Barker, T. (2004). Assessing Usability through Perceptions of Information Scents. In *Proceedings of the Software Metrics, 10th International Symposium*. IEEE Computer Society, (pp. 337-346).
- Schank R., & R. Abelson, (1977) *Scripts, Plans, Goals and Understanding*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schneider, W., & Shiffrin, R.M. (1977). Controlled and Automatic Human Information Processing I, Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84(1), 1-66.
- Senay, H., & Stabler, E.P. (1987). Online help system usage: An empirical investigation. In *Abridged Proceedings of the 2nd International Conference on Human-Computer Interaction*, (pp. 244).
- Sethian, J. A. (1999). *Level set methods and fast marching methods: evolving interfaces in computational geometry, fluid mechanics, computer vision, and materials science* (Vol. 3). Cambridge University Press.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science, New Series*, 171 (3972), 701-703.
- Shiffrin, R.M., & Dumais, S.T. (1981). The Development of Automatism. In J.R., Anderson, (Ed.), *Cognitive Skills and their Acquisition.*, (pp 111-140). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction (4th edition)*. Boston: Addison Wesley.
- Shneiderman, B., Plaisant, C., (2010). *Σχεδίαση διεπαφής χρήστη, Στρατηγικές για αποτελεσματική επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή* (5^η έκδοση), (επιμ. Σ. Κατσαβούνης, μτφ. Γ. Καλπάκης), Θεσσαλονίκη: Εκδ. Τζιόλα.
- SIGCHI Bulletin. New York: ACM Press, ISSN 0736-6906. (1968-)
- Simon, H. A. (1996). *Sciences of the Artificial*. (3rd ed.). MIT Press.
- Sinha, R. (2003). Beyond cardsorting: Free-listing methods to explore user categorizations. Retrieved from Boxes and Arrows [Blog], available in : <http://boxesandarrows.com/beyond-cardsorting-free-listing-methods-to-explore-user-categorizations/>
- Sinha, R., & Boutelle, J. (2004). Rapid information architecture prototyping. In *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*. Cambridge, MA, USA: ACM, pp. 349-352.
- Smith, P.A. (1996). Towards a practical measure of hypertext usability. *Interacting with Computers*, 8(4), 365–381.
- Smith, S.L., & Mosier, J.N. (1986). *Design guidelines for Designing User Interface Software*, Technical Report MTR-10090. The MITRE Corporation: Bedford, MA, USA.
- Sohn, T., Li, K. A., Griswold, W. G., & Hollan, J. D. (2008). A diary study of mobile information needs. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 433–442). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/1357054.1357125>
- Spencer, D. (2009). *Card sorting: designing usable categories*. Brooklyn, N.Y.: Rosenfeld Media.
- Spool, J. (2001). Users continue after category links. In *User Interface Engineering*. Accessed from: http://www.uie.com/articles/continue_after_categories/ .
- Springer C. J. (1987). Retrieval of Information from Complex Alphanumeric Displays: Screen Formatting Variables' Effects on Target Identification Time. In *Proceedings of HCI (2)*,(pp. 375-382).
- Srinivasan, M. A., & Basdogan, C. (1997). Haptics in virtual environments: Taxonomy, research status, and challenges. *Computers & Graphics*, 21(4), 393–404.

- Stahl, A., Hook, K., Svensson, M., Taylor, A. S., & Combetto, M. (2009). Experiencing the affective diary. *Personal Ubiquitous Computing*, 13(5), 365–378. <http://doi.org/10.1007/s00779-008-0202-7>
- Stephens, D. W., & Krebs, J. R. (1986). *Foraging Theory*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Stevens, R., & Edwards, A. (1994). Analysis of Audio Approaches in MATHS Project. *Report #6*, Department of C.S., Univ. York.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662.
- Teevan, J., Alvarado, C., Ackerman, M.S., & Karger, D.R. (2004). The perfect search engine is not enough: a study of orienteering behavior in directed search. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, (pp. 415-422). Vienna, Austria: ACM.
- Teo, L., & John, B.E. (2008). CogTool-explorer: towards a tool for predicting user interaction. In *CHI '08 extended abstracts on Human factors in computing systems*. Florence, Italy: ACM, pp. 2793-2798.
- Teo, L., John, B.E., & Pirolli, P. (2007). Towards a tool for predicting user exploration. In *CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, (pp. 2687-2692) San Jose, CA, USA: ACM,.
- Teschner, M., Kimmerle, S., Heidelberger, B., Zachmann, G., Raghupathi, L., Fuhrmann, A., ...others. (2005). Collision detection for deformable objects. In *Computer graphics forum* (Vol. 24, pp. 61–81).
- Thurman, D.A., C.M. Mitchell, (1995). Multi-System Management, The next Step After Supervisory Control?, *Proc. IEEE Int. Conference on Systems, Man and Cybernetics*, (pp. 4207-4212), Vancouver, B.C.
- Tselios, N., & Avouris, N. (2003). Cognitive Task Modeling for system design and evaluation of nonroutine task domains. In *Handbook of cognitive task design* (pp. 307–332). Lawrence Erlbaum Associates.
- Tselios, N.K., Fidas, C., & Avouris, N.M. (2001). Usability evaluation of web based applications. In *Proceedings of 8th Panhellenic Conference on Informatics*, (pp. 108-117) Nicosia, Cyprus.
- Tullis, T. & Albert, W. (2008). *Measuring the User Experience*. Burlington: Morgan Kaufmann.
- Tullis, T. & Wood, L. (2004). How many users are enough for a card-sorting study? In *Proceedings of the Usability Professionals Association (UPA) Conference*. Minneapolis, MN.
- Tullis, T., & Albert, B. (2008a). Tips and Tricks for Measuring the User Experience. *Usability and User Experience 2008 UPA-Boston's Seventh Annual Mini UPA Conference*, Boston, USA.
- Tullis, T.S., & Stetson, J.N. (2004). A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability. In *Usability Professionals Association (UPA) 2004 Conference*, Minneapolis, USA.
- Van Dam, A. (1997). Post-WIMP user interfaces. *Communications of the ACM*, 40(2), 63-67
- Van den Bergen, G. (2004). *Collision detection in interactive 3D environments*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Van Nes, F.L., (1986). Space Colour and Typography on visual display terminals. *Behaviour and Information Technology*, 5(2), 99-118.
- Virzi, R. (1990). Streamlining the design process: Running fewer subjects. In *Proceedings of the Human Factors Society*, (pp. 291–294). Orlando, FL.
- Vogiannou, A., Moustakas, K., Tzovaras, D., & Strintzis, M. G. (2010). Enhancing Bounding Volumes using Support Plane Mappings for Collision Detection. *Computer Graphics Forum*, 29(5), 1595–1604. doi:10.1111/j.1467-8659.2010.01768.x

- Watkins, C. & Marenka, S.R. (1994) *Virtual Reality Excursions*. London: AP Professional.
- Weiser, M., (1991). The computer of the 21st century. *Scientific American* 265, (3:September 1991), 66-75.
- Wertheimer, M. (1923). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt, II. [Investigations in Gestalt Theory: II. Laws of organization in perceptual forms]. *Psychologische Forschung*, 4, 301–350.
- Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C., & Polson, P. (1994). The cognitive walkthrough method: a practitioner's guide. In J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), *Usability inspection methods* (pp. 105–140). New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=189200.189214>
- Whiteside, S., Bennett, J. & Holtzblatt, K. (1988). Usability Engineering: Our experience and evolution. In M. Helander (Ed.) *Handbook of Human-Computer Interaction*, (791-817). New York: North-Holland.
- Whittaker, S., Terveen, L. & Nardi, B. A. (2000). Let's stop pushing the envelope and start addressing it: a reference task agenda for HCI. *Human -Computer Interaction*. 15, (2: September 2000), 75-106.
- Wickelgren, W. A. (1977). Speed-accuracy tradeoff and information processing dynamics. *Acta psychologica*, 41(1), 67-85.
- Wilkinson, R. T., & Robinshaw, H. M. (1987). Proof-reading: VDU and paper text compared for speed, accuracy and fatigue. *Behaviour & Information Technology*, 6(2), 125–133. <http://doi.org/10.1080/01449298708901822>
- Wilson, M. L. & Mackay, W., (2011). RepliCHI—We do not value replication of HCI research: discuss (Panel). In *Proceedings of CHI '11 Extended Abstracts*. New York, NY, USA: ACM.
- Wilson, M. L., Resnick, P., Coyle, D. & Chi, E. H. (2013), RepliCHI: The workshop. In *CHI '13 Extended Abstracts* (pp. 3159-3162). New York, NY, USA: ACM.
- Winograd T. & F. Flores, (1986). *Understanding Computers and Cognition: a new foundation for design*. New York: Addison-Wesley.
- Wong, C. Y. (2003). Applying cost-benefit analysis for usability evaluation studies on an online shopping website. In *19th International Symposium on Human Factors in Telecommunication*.
- Wu, S., & Miller, C.S. (2007). Preliminary evidence for top-down and bottom-up processes in web search navigation. In *CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, (pp. 2765-2770) San Jose, CA, USA: ACM,.
- Zetie, C., (1995). *Practical user interface design: Making GUIs work*. London: McGraw-Hill,.
- Ακουμανάκης Δ. (2006). *Διεπαφή Χρήστη-Υπολογιστή*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- Κατσάνος, Χ., & Αβούρης, Ν. (2008). Στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης πειραματικών δεδομένων συνεργασίας. Κεφάλαιο στο: Ν. Αβούρης, Χ. Καραγιαννίδης, & Β. Κόμης (Επιμ.), *Συνεργατική τεχνολογία, συστήματα, και μοντέλα συνεργασίας για εργασία, μάθηση, κοινότητες πρακτικής και δημιουργία γνώσης* (σελ. 483–516). Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Κουτσαμπάσης Π., (2011). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή. Αρχές, μέθοδοι και παραδείγματα*. Αθήνα: Εκδόσεις Γκιούρδα,.
- Μαρμαράς, Ν., (2010). *Εισαγωγή στην Εργονομία*. Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ
- Ρούσσοσ Π. (2011). *Γνωστική Ψυχολογία*. Αθήνα: Εκδόσεις Τόπος.
- Χωριανόπουλος Κ. (2015). *Ο Προγραμματισμός της Διάδρασης – από τον επιτραπέζιο στον κινητό και διάχυτο υπολογισμό*. Διαδικτυακό βιβλίο διαθέσιμο από <http://www.pibook.gr>

Γλωσσάρι

Αισθητήρια μνήμη (sensory memory): Είναι η πιο βραχύβια μνήμη του μοντέλου Ανθρώπινου Επεξεργαστή. Σε αυτή διατηρούνται, για σύντομο χρονικό διάστημα, οι αισθητήριες πληροφορίες ακόμη και μετά το τέλος του ερεθίσματος. Διακρίνεται σε οπτική και ακουστική αισθητήρια μνήμη.

Αλγόριθμοι ομαδοποίησης (clustering): Οικογένεια αλγορίθμων που επιτρέπει την τμηματοποίηση ενός συνόλου δεδομένων σε ομάδες, έτσι ώστε τα στοιχεία του συνόλου των δεδομένων που ανήκουν σε μία ομάδα, να είναι περισσότερο όμοια μεταξύ τους, από ότι είναι με τα στοιχεία των άλλων ομάδων.

Ανάλυση εργασιών (task analysis): Η διαδικασία διερεύνησης ενός προβλήματος μέσω ανάλυσης των εργασιών που εκτελεί ο χρήστης, χρησιμοποιώντας υφιστάμενα ή υπό σχεδίαση συστήματα.

Ανάλυση κειμένων (document analysis): Μέθοδος που εστιάζεται στη μελέτη των επίσημων εγγράφων που αποτυπώνουν τη ροή της εργασίας που μελετάται.

Ανάλυση κόστους-ωφέλειας (cost benefit analysis): είναι μία τεχνική οικονομικής εκτίμησης που χρησιμοποιείται για τη σύγκριση του αναμενόμενου οφέλους από προτεινόμενες επενδύσεις – έργα. Η ανάλυση αυτή περιλαμβάνει τα σχετικά μεγέθη κόστους, ώστε να επιλέγεται η εναλλακτική λύση με το μέγιστο καθαρό όφελος (οφέλη μείον κόστος).

Ανάλυση χρηστών (user analysis): Η διαδικασία διερεύνησης των κύριων χαρακτηριστικών ομάδων ή/και ατόμων που έχουν άμεσο ή έμμεσο ενδιαφέρον στην εισαγωγή και χρήση ενός συστήματος.

Ανεξάρτητη μεταβλητή (independent variable): Είναι η μεταβλητή που ο ερευνητής υποθέτει ότι επιδρά σε μία άλλη μεταβλητή που παρατηρεί (εξαρτημένη). Κατά τον πειραματικό σχεδιασμό, ο ερευνητής ελέγχει τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής για να εξετάσει την επίδρασή τους στις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

Ανθρωπο-κεντρικός σχεδιασμός (human-centered design) εναλλακτικός όρος του χρηστο-κεντρικός σχεδιασμός: Μέθοδοι ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της επιστήμης ΑΑΥ, οι οποίες δίνουν έμφαση στη μελέτη του ανθρώπου - χρήστη και την εμπλοκή του κατά την ανάλυση, σχεδίαση και αξιολόγηση του συστήματος.

Ανίχνευση σύγκρουσης (collision detection): Διαδικασία του ελέγχου για το εάν είναι σε σύγκρουση το απτικό αντίγραφο με τα αντικείμενα ενός εικονικού περιβάλλοντος.

Αντιληπτές Δυνατότητες (affordances) εργαλείου, ή δυνατότητες εργαλείου: είναι οι δυνατότητες δράσης με το εργαλείο που είναι αντιληπτές στον χρήστη. Όρος που εισήχθη από τον D. Norman και βασίζεται στην οικολογική οπτική αντίληψη του Gibson.

Αντιληπτική μίξη (perceptual fusion): Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο δύο συμβάντα, που έχουν συμβεί σε χρόνους που απέχουν λιγότερο από 100 ms, αποτυπώνονται από τον αισθητήριο επεξεργαστή ταυτόχρονα.

Αξιολόγηση ευχρηστίας (usability evaluation): Η διαδικασία συλλογής στοιχείων από τη λειτουργία ενός λογισμικού ώστε να μετρηθεί η ευχρηστία του.

Απευθείας χειρισμός (direct manipulation): Ένα στυλ αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή σύμφωνα με το οποίο τα αντικείμενα ενδιαφέροντος του χρήστη αναπαρίστανται στην επιφάνεια του υπολογιστή και ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τα χειριστεί μέσω των δεικτικών συσκευών.

Απόδοση επένδυσης (return on investment): είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης ή για να συγκρίνει την αποδοτικότητα διαφορετικών επενδύσεων. Για τον υπολογισμό του, το όφελος μιας επένδυσης διαιρείται με το κόστος της και το αποτέλεσμα εκφράζεται ως ποσοστό.

Απτική αλληλεπίδραση (haptic interaction): Επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή με χρήση της αφής.

Απτική απόδοση (haptic rendering): Η διαδικασία του υπολογισμού της κατάλληλης δύναμης που πρέπει να ασκηθεί κάθε στιγμή στο χέρι του χρήστη μέσω της απτικής συσκευής.

Απτική συσκευή (haptic device): Συσκευή με την οποία μπορεί να ασκηθεί η επιθυμητή δύναμη πάνω στο χέρι του χρήστη.

Απτικό αντίγραφο (haptic interaction point): Εικονικό αντίγραφο της απτικής συσκευής, το οποίο την αναπαριστά σε ένα εικονικό/συνθετικό περιβάλλον.

Αρχές Gestalt (gestalt principles): Η αναγνώριση οπτικών ερεθισμάτων υποβοηθείται από τις αρχές οργάνωσης της πληροφορίας, που είναι γνωστές ως αρχές του Gestalt και προτάθηκαν αρχικά από τον ψυχολόγο Wertheimer (1923).

Αρχέτυπα χρηστών (personas): Πλασματικοί χαρακτήρες, που δημιουργούνται για να εκπροσωπούν τις διάφορες ομάδες χρηστών ενός συστήματος και περιγράφουν τους στόχους της ομάδας χρηστών, τις συνήθειες τους, τη συμπεριφορά τους και το επίπεδο ικανοτήτων και γνώσεών τους για την τεχνολογία.

Αστεροειδές μοντέλο (star model): Μοντέλο ανάπτυξης προϊόντων λογισμικού στο οποίο η αξιολόγηση του συστήματος είναι η κεντρική δραστηριότητα και κάθε άλλη φάση πρέπει να συμπληρωθεί από μια φάση αξιολόγησης με τη συμμετοχή, είτε χρηστών του αναπτυσσόμενου συστήματος, είτε ειδικών.

Γλώσσα εντολών (command Language): Στυλ αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή σύμφωνα με το οποίο, ο χρήστης εισάγει στο σύστημα εντολές αυστηρής σύνταξης συνήθως μέσω του πληκτρολογίου.

Γνωσιακό περιδιάβαση (cognitive walkthrough): Μέθοδος αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων από ειδικούς, στους οποίους δίνεται ένα πρότυπο και ένα σενάριο χρήσης, κατά την εκτέλεση του οποίου, περιδιαβαίνουν το σύστημα και ανακαλύπτουν σχεδιαστικά προβλήματα.

Γνωστική Ψυχολογία (cognitive Psychology): Το επιστημονικό πεδίο της ψυχολογίας που επιδιώκει να ερμηνεύσει τα φαινόμενα της αντίληψης και των διανοητικών διεργασιών, ώστε να εξηγήσει την ανθρώπινη συμπεριφορά.

Γραμμές σφάλματος (error bars): Γραμμές σε ένα γράφημα που εκφράζουν το ποσοστό σφάλματος στη μέτρηση μίας μεταβλητής.

Δεδομένα κλίμακας διαστήματος (interval data): Αριθμητικά δεδομένα που ικανοποιούν τόσο την ιδιότητα της διάταξης όσο και την ιδιότητα της απόστασης. Όμως, το 0 της κλίμακας μέτρησής τους επιλέγεται αυθαίρετα (δεν δηλώνει την απουσία του μετρούμενου χαρακτηριστικού) και ως εκ τούτου δεν μπορούν να μελετηθούν αναλογικές σχέσεις μεταξύ τους.

Δεδομένα κλίμακας λόγου (ratio data): Αριθμητικά δεδομένα, που ικανοποιούν τόσο την ιδιότητα της διάταξης όσο και την ιδιότητα της απόστασης. Η κλίμακα μέτρησης τους διαθέτει ένα ορισμένο 0 που αντιπροσωπεύει την απουσία του μετρούμενου χαρακτηριστικού

Δείγμα (sample): Ένα υποσύνολο του υπό μελέτη πληθυσμού, που τον εκπροσωπεί στο πλαίσιο μίας μελέτης για πρακτικούς λόγους καθώς συνήθως η μελέτη ολόκληρου του πληθυσμού είναι πρακτικά αδύνατη.

Δειγματοληψία (sampling): Η διαδικασία επιλογής δείγματος έτσι ώστε να είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

Διαγράμματα καταστάσεων (state transition diagrams): Διαγραμματική αναπαράσταση ενός συστήματος, η οποία περιλαμβάνει όλες τις δυνατές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί και τους τρόπους μετάβασης από τη μια κατάσταση στην άλλη.

Διάστημα εμπιστοσύνης (confidence interval): Εύρος τιμών που βασίζεται σε παρατηρήσεις ενός δείγματος και είναι καθορισμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει μια συγκεκριμένη πιθανότητα ότι θα περιέχει την άγνωστη πραγματική τιμή μιας παραμέτρου. Για παράδειγμα, συνηθίζεται από τους ερευνητές να καθορίζουν διαστήματα εμπιστοσύνης που έχουν 90%, 95% ή 99% πιθανότητα να περιέχουν την πραγματική τιμή του πληθυσμού.

Δια λόγου ενέργειες (speech acts): στη γλωσσολογία και στη φιλοσοφία της γλώσσας, γλωσσικές πράξεις ονομάζονται φράσεις που έχουν επιτελεστική λειτουργία (π.χ. όταν ο ιερέας λέει στην ακολουθία του γάμου "*στέφεται ο δούλος του Θεού Γεώργιος τη δούλη του Θεού Μαρία*" δεν περιγράφει απλά ένα γεγονός, αλλά αλλάζει την οικογενειακή κατάσταση των δύο εμπλεκόμενων). Ο όρος στηρίζεται σε διαπίστωση του J. L. Austin ότι η γλωσσική σημασία δεν εξαντλείται στην περιγραφική δυνατότητα της γλώσσας.

Διατάξιμα δεδομένα ή δεδομένα κλίμακας διάταξης (ordinal data): Δεδομένα μεταβλητών που μπορούν να μπου σε μία διάταξη-σειρά, αλλά δεν έχουν την ιδιότητα της απόστασης (δεν μπορεί να υπολογιστεί βαθμός διαφοράς ή σχετικό μέγεθος μεταξύ δύο κατηγοριών).

Δραστηριότητας, Θεωρία (activity theory): Είναι ένα ερμηνευτικό πλαίσιο που αφορά στοχοθετημένες ανθρώπινες δραστηριότητες στο χώρο εργασίας. Το υποκείμενο και το αντικείμενο της δραστηριότητας αποτελούν δύο πόλους ενός συστήματος δραστηριοτήτων. Η δραστηριότητα διαμεσολαβείται από πολιτισμικά εργαλεία, μεταξύ των οποίων και η γλώσσα, όπως και από εργαλεία στο χώρο εργασίας.

Δυνατότητες (affordances) εργαλείου επίσης, **αντιληπτές δυνατότητες εργαλείου:** είναι οι δυνατότητες δράσης με το εργαλείο που είναι αντιληπτές στον χρήστη. Όρος που εισήχθη από τον D. Norman, και βασίζεται στην οικολογική οπτική αντίληψη του Gibson.

Εθνογραφικές μελέτες (ethnographic studies): Μέθοδοι αξιολόγησης ενός συστήματος με παρατήρηση των χρηστών στον φυσικό χώρο στον οποίο επιτελούν το έργο τους, ενώ χρησιμοποιούν το σύστημα.

Εικονική πραγματικότητα (virtual reality): Η κατάσταση κατά την οποία ο χρήστης έχει την αίσθηση εισόδου του σε έναν εικονικό τρισδιάστατο κόσμο που δημιουργείται από τον υπολογιστή.

Έλεγχος υποθέσεων (hypothesis testing): Η πλέον σημαντική μέθοδος της επαγωγικής στατιστικής που στηρίζεται σε δεδομένα δειγμάτων για να βγάλει γενικεύσιμα συμπεράσματα για τους πληθυσμούς. Αποσκοπεί στον εντοπισμό σχέσεων αιτίου-αιτιατού (cause and effect) ανάμεσα σε ελεγχόμενες και παρατηρούμενες μεταβλητές.

Ελικοειδές μοντέλο (spiral model): Μοντέλο ανάπτυξης προϊόντων λογισμικού που παρουσιάζει την ανάπτυξη του συστήματος λογισμικού ως μια εξελικτική διαδικασία διαδοχικών βελτιώσεων ενός αρχικού πρωτοτύπου.

Εναλλακτική υπόθεση (alternative hypothesis): Πρόταση της μεθόδου ελέγχου υποθέσεων που προβλέπει ότι η αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής επιδρά στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Εννοιολογικά μοντέλα συστήματος (conceptual models): Τα εννοιολογικά μοντέλα είναι ένας γενικός όρος που περιγράφει όλα τα νοητικά μοντέλα που εμπλέκονται κατά τις φάσεις σχεδίασης ανάπτυξης και λειτουργίας ενός υπολογιστικού συστήματος. Περιγράφει δηλαδή ο όρος αυτός, τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους το σύστημα γίνεται αντιληπτό από τους σχεδιαστές και τους χρήστες του.

Εξαρτημένη μεταβλητή (dependent variable): Είναι η μεταβλητή που αποτελεί το αντικείμενο παρατήρησης του ερευνητή. Κατά τον πειραματικό σχεδιασμό ο ερευνητής ελέγχει τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής για να εξετάσει την επίδραση τους στις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

Επαγωγική στατιστική (inferential statistics): Σύνολο στατιστικών τεχνικών οι οποίες επιτρέπουν την ανάλυση δεδομένων που από συλλέγονται δείγματα έτσι ώστε να γίνει εφικτή η εξαγωγή χρήσιμων και γενικεύσιμων συμπερασμάτων για τους πληθυσμούς.

Επίπεδο εμπιστοσύνης (confidence level): Ο βαθμός εμπιστοσύνης που αφορά ένα διάστημα εμπιστοσύνης, δηλαδή η πιθανότητα ότι το διάστημα αυτό, θα περιέχει την πραγματική τιμή της παραμέτρου. Συνηθισμένες τιμές του επιπέδου εμπιστοσύνης είναι 90%, 95% ή 99% πιθανότητα το διάστημα εμπιστοσύνης να περιέχει την πραγματική τιμή του πληθυσμού.

Επίπεδο σημαντικότητας (level of significance or alpha level): Καθορίζει τη μέγιστη πιθανότητα το αποτέλεσμα μιας στατιστικής ανάλυσης έλεγχου υποθέσεων να οφείλεται σε σφάλματα ή τυχαίους παράγοντες.

Εργονομία (ergonomics ή human factors): Εφαρμοσμένη επιστήμη που έχει ως αντικείμενο το σχεδιασμό μηχανών, μεθόδων και περιβάλλοντος εργασίας με στόχο την καλύτερη προσαρμογή τους στις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά των χειριστών. Εστιάζει κύρια σε μορφολογικές και φυσικές παραμέτρους της τεχνολογίας.

Έρευνα με ερωτηματολόγιο (survey): Μέθοδος που περιλαμβάνει την κατασκευή ενός συνόλου ερωτήσεων, τη διανομή τους στους συμμετέχοντες και την ανάλυση των απαντήσεων από τους ερευνητές. Χρησιμοποιείται σε διάφορες φάσεις ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος, η πιο διαδεδομένη χρήση τους όμως τοποθετείται στη φάση της αξιολόγησης διαδραστικών συστημάτων.

Ευρεσιμότητα (findability): Ιδιότητα ενός ιστοτόπου που εκφράζει την ευκολία με την οποία ανευρίσκονται και ανακτώνται, οι διάφορες πληροφορίες.

Ευρετική αξιολόγηση (heuristic Evaluation): Μέθοδος αξιολόγησης ευχρηστίας συστήματος κατά την οποία οι αξιολογητές επιθεωρούν το σύστημα και ελέγχουν κατά πόσον ικανοποιεί γνωστούς εμπειρικούς (ευρετικούς) κανόνες ευχρηστίας.

Ευχρηστία (usability): Η ικανότητα ενός υπολογιστικού συστήματος να λειτουργεί αποτελεσματικά και αποδοτικά, ενώ παρέχει υποκειμενική ικανοποίηση στους χρήστες του (ISO 9241).

Ημερολόγια συμβάντων (diary studies): Μέθοδος συλλογής δεδομένων από τους χρήστες, σύμφωνα με την οποία ζητείται από τους συμμετέχοντες να σημειώσουν τι έχουν κάνει ή βιώσει κατά τη διάρκεια της ημέρας, για διάστημα που ποικίλει από κάποιες ημέρες έως εβδομάδες, χωρίς να είναι παρών ο ερευνητής. Χρησιμοποιείται για την έρευνα και καταγραφή απαιτήσεων διαδραστικών συστημάτων.

Θεμελίωση κοινού πεδίου επικοινωνίας (common ground theory): Αυτή η θεωρία της επικοινωνίας περιγράφει πώς μια ομάδα εργασίας θεμελιώνει τη συνομιλία της σε κοινό υπόβαθρο, δηλαδή στην υπόθεση κοινής γνώσης. Τα μέλη της ομάδας χρησιμοποιούν αυτή τη γνώση για να επιτύχουν πιο αποτελεσματική επικοινωνία.

Θεωρία δραστηριότητας (activity theory): Είναι ένα ερμηνευτικό πλαίσιο που αφορά στοχοθετημένες ανθρώπινες δραστηριότητες στο χώρο εργασίας. Το υποκείμενο και το αντικείμενο δραστηριότητας αποτελούν δύο πόλους ενός συστήματος δραστηριοτήτων. Η δραστηριότητα διαμεσολαβείται από πολιτισμικά εργαλεία, μεταξύ των οποίων είναι και η γλώσσα, όπως και από εργαλεία στο χώρο εργασίας.

Ιεραρχική ανάλυση εργασιών (hierarchical Task Analysis HTA): Μέθοδος ανάλυσης εργασιών του χρήστη κατά ιεραρχικό τρόπο.

Καθαρή παρούσα αξία (net Present Value): είναι το άθροισμα που προκύπτει από τις παρούσες αξίες των εισερχόμενων και εξερχόμενων ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου.

Κανονικό διάνυσμα (normal vector): Το κάθετο διάνυσμα στην τοπική επιφάνεια ενός αντικειμένου.

Κατανεμημένες γνωστικές λειτουργίες (distributed cognition): Τα γνωστικά αυτά μοντέλα περιγράφουν τη ροή πληροφορίας στο ολοκληρωμένο σύστημα λειτουργίας στο οποίο μπορεί να συνυπάρχουν πολλαπλοί συνεργαζόμενοι δρώντες και τεχνολογικά συστήματα που υποστηρίζουν τη δράση τους.

Κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων (one-tailed hypothesis testing): Παραλλαγή του κλασσικού ελέγχου υποθέσεων (two-tailed), σύμφωνα με την οποία η εναλλακτική υπόθεση δηλώνει την κατεύθυνση της επίδρασης της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη.

Κατηγορικά δεδομένα (categorical data): βλέπε «Ονομαστικά Δεδομένα».

Κοινού πεδίου επικοινωνίας, θεμελίωση (common ground theory): Η θεωρία αυτή της επικοινωνίας περιγράφει πώς μια ομάδα εργασίας θεμελιώνει τη συνομιλία της σε κοινό υπόβαθρο δηλαδή στην υπόθεση κοινής γνώσης. Τα μέλη της ομάδας χρησιμοποιούν αυτή τη γνώση για να επιτύχουν πιο αποτελεσματική επικοινωνία.

Κύκλος ζωής λογισμικού: βλέπε «Μοντέλα ανάπτυξης λογισμικού»

Μακροχρόνια μνήμη (long term memory): Είναι η μνήμη στην οποία φυλάσσονται πληροφορίες για μεγάλη χρονική διάρκεια (μοντέλο ανθρώπινου επεξεργαστή).

Μελέτη ανεξάρτητων δειγμάτων (between-subjects study): Μελέτη στην οποία ο κάθε συμμετέχων λαμβάνει μέρος μόνο σε μία από τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής (πειραματική συνθήκη).

Μελέτη εξαρτημένων δειγμάτων (within-subjects study): Μελέτη στην οποία ο κάθε συμμετέχων λαμβάνει μέρος σε όλες τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής (πειραματική συνθήκη).

Μενού (menu): Στυλ αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, σύμφωνα με το οποίο παρουσιάζονται από το σύστημα προς το χρήστη εναλλακτικές επιλογές, η επιλογή μιας από τις οποίες αλλάζει την κατάσταση του συστήματος.

Μεταφορά (metaphor): Η χρήση προηγούμενης γνώσης για να υποστηριχθεί η κατανόηση μιας καινούργιας έννοιας ή συστήματος με τρόπο παρόμοιο με αυτόν του μεταφορικού λόγου, παράδειγμα η μεταφορά της επιφάνειας γραφείου (desktop metaphor).

Μέτρο διασποράς (measure of variability): Αριθμητικό περιγραφικό μέτρο που προσδιορίζει το πόσο συγκεντρωμένες είναι οι τιμές σε ένα σύνολο δεδομένων. Παραδείγματα τέτοιων μέτρων είναι η διακύμανση και η τυπική απόκλιση.

Μέτρο κεντρικής τάσης (measure of central tendency): Αριθμητικό περιγραφικό μέτρο που προσδιορίζει το σημείο γύρω από το οποίο τείνουν να συγκεντρώνονται οι περισσότερες τιμές σε ένα σύνολο δεδομένων. Παραδείγματα τέτοιων μέτρων είναι η αριθμητική μέση τιμή και η διάμεσος.

Μηδενική υπόθεση (null hypothesis): Πρόταση της μεθόδου ελέγχου υποθέσεων που προβλέπει ότι η αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής δεν έχει καμία επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Μη-παραμετρικό τεστ (non-parametric test): Στατιστικά τεστ ελέγχου υποθέσεων που δεν ικανοποιούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις, όπως για παράδειγμα την υπόθεση της κανονικότητας.

Μνήμη εργασίας (working memory): Στο «Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή», η «Μνήμη Εργασίας» είναι ένα, περιορισμένης χωρητικότητας, υποσύστημα μνήμης, που είναι υπεύθυνο για την παροδική αποθήκευση και επεξεργασία είτε νέων, είτε ήδη αποθηκευμένων πληροφοριών.

Μοντέλα ανάπτυξης λογισμικού: Πρότυπες διαδικασίες που περιγράφουν τις σημαντικές φάσεις ανάπτυξης προϊόντων λογισμικού.

Μοντέλο CoLiDeS (comprehension-based Linked model of Deliberate Search): Το μοντέλο αυτό, το οποίο βασίζεται στη θεωρία ενοποίησης της κατανόησης κειμένου και επίλυσης προβλήματος (Kintsch 1998), αποτελεί μία προσέγγιση για την κατανόηση των γνωσιακών διεργασιών που καθορίζουν τη συμπεριφορά των χρηστών κατά τη διαδραστική αναζήτηση πληροφορίας σε έναν ιστότοπο.

Μοντέλο GOMS (goals, Operators, Methods, Selection rules): Διαδικασία ανάλυσης στοχοθετημένης ανθρώπινης συμπεριφοράς

Μοντέλο KLM (keystroke Level model): Μοντέλο αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή, στο οποίο περιλαμβάνονται ποσοτικά στοιχεία των ενεργειών του χρήστη, στο επίπεδο χειρισμού συσκευών (πληκτρολογήσεων).

Μοντέλο MESA (method for Evaluating Site Architectures): Το μοντέλο αυτό, που προτάθηκε από τους Miller & Remington (2004), προσομοιώνει τη συμπεριφορά ενός χρήστη κατά την πλοήγηση του σε έναν ιστότοπο, λαμβάνοντας υπόψη την πληροφοριακή δομή του ιστοτόπου, την καταλληλότητα των περιγραφών των υπερσυνδέσμων και εγγενείς γνωσιακούς περιορισμούς των χρηστών

Μοντέλο SNIF-ACT (scent-based Navigation and Information Foraging στη γνωστική αρχιτεκτονική ACT): Το μοντέλο αυτό είναι απόρροια της ενσωμάτωσης των υποθέσεων και πορισμάτων της Θεωρίας Αναζήτησης Πληροφοριών στη γνωστική αρχιτεκτονική ACT-R.

Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή (model Human Processor, MHP): Γνωστικό μοντέλο που αναπτύχθηκε από τους Card, Moran & Newell (1983), το οποίο προβλέπει το χρόνο εκτέλεσης ορισμένων εργασιών από το χρήστη.

Μοντέλο καταρράκτη (waterfall model): Μοντέλο ανάπτυξης προϊόντων λογισμικού που περιγράφει τη διαδικασία ανάπτυξης ως μία αλληλουχία διαδοχικών, διακριτών βημάτων, που επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω επίσημων εγγράφων.

Νοητικό μοντέλο (mental model): Μια αναπαράσταση γνώσης που χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο για την οργάνωση της εμπειρίας του που αφορά την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον και αντικείμενα.

Νόμος Fitts (Fitts Law): Μοντέλο της ανθρώπινης κίνησης και συγκεκριμένα της πράξης της κατάδειξης (ενσυνείδητη γρήγορη κίνηση με συγκεκριμένο στόχο), το οποίο προβλέπει τον χρόνο που απαιτείται για μετακίνηση από μια θέση εκκίνησης σε μια τελική περιοχή-στόχο, ως συνάρτηση της απόστασης από το στόχο και του μεγέθους του στόχου.

Νόμος Hick-Hyman (Hick-Hyman law): Ο νόμος αυτός προβλέπει το χρόνο που απαιτείται για ένα χρήστη να επιλέξει μεταξύ διαφορετικών ερεθισμάτων.

Νόμος της Εξάσκησης (power law of practice): Ο νόμος αυτός που διατυπώθηκε από τους Newell, & Rosenbloom, (1981), προβλέπει την βελτίωση εκτέλεσης μια εργασίας μετά από ορισμένο αριθμό επαναλήψεων.

Νόμος της οδήγησης (steering law): Ο νόμος αυτός, γνωστός επίσης ως νόμος των Accot-Zhai, αφορά στην πρόβλεψη του χρόνου που θα χρειαστεί ένας χρήστης για να πλοηγηθεί επιτυχώς σε μια 2διάστατη σήραγγα

Οθόνη καθοδικού σωλήνα (cathode ray tube - CRT): διαδεδομένη συσκευή εξόδου.

Οθόνη υγρών κρυστάλλων (Liquid Crystal Display LCD): επίπεδη οθόνη, που χρησιμοποιείται σαν συσκευή εξόδου, κυρίως σε μικρού μεγέθους υπολογιστές και συσκευές.

Ομάδα εστίασης (focus group): Μέθοδος που εμπλέκει μία μικρή ομάδα από επιλεγμένα άτομα τα οποία καλούνται να συζητήσουν πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη κατά τη φάση έρευνας και καταγραφής απαιτήσεων ενός διαδραστικού συστήματος.

Ονομαστικά δεδομένα ή δεδομένα σε ονομαστική κλίμακα (nominal data): Δεδομένα μεταβλητών που απεικονίζουν κατηγορίες οι οποίες δεν έχουν ούτε διάταξη ούτε απόσταση, και ως εκ τούτου δεν επιδέχονται αριθμητικών πράξεων ή συγκρίσεων.

Οφθαλμική εστίαση (eye-fixation): Σημείο στο οποίο παραμένουν οι οφθαλμοί σχετικά ακίνητοι (κινούνται με ταχύτητα κάτω από 15 με 100 degrees per second) για ένα ελάχιστο χρονικό διάστημα (τυπικά 100 με 200 ms).

Παράμετρος (parameter): Αριθμητικό περιγραφικό μέτρο (π.χ. πληθυσμιακή μέση τιμή) που αφορά ολόκληρο τον πληθυσμό και εκτιμάται με χρήση αντίστοιχου στατιστικού δείκτη.

Παρατηρήσεις πεδίου (field observation) ή εθνογραφικές μελέτες: Μέθοδοι αξιολόγησης ενός συστήματος με παρατήρηση των χρηστών στον φυσικό χώρο στον οποίο επιτελούν το έργο τους, ενώ χρησιμοποιούν το σύστημα

Πειραματικός σχεδιασμός (experimental design): Συστηματική διαδικασία συλλογής αξιόπιστων δεδομένων που υπαγορεύει και τις τεχνικές στατιστικής ανάλυσης αυτών των δεδομένων, για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Περιγραφική στατιστική (descriptive statistics): Σύνολο στατιστικών τεχνικών για την οργάνωση, την απλοποίηση και τη συνοπτική παρουσίαση ενός συνόλου δεδομένων.

Περίοδος αποπληρωμής (payback period): είναι ο χρόνος που απαιτείται για να αποκομίσουμε όφελος ίσο με την αρχική επένδυση.

Πληθυσμός (population): Ομάδα ατόμων, αντικειμένων ή άλλων οντοτήτων που αποτελούν το επίκεντρο του ενδιαφέροντος σε μία μελέτη.

Πληκτρολόγιο QWERTY: Η διάταξη των πλήκτρων του πιο διαδεδομένου πληκτρολογίου. Ο όρος έχει προκύψει από τα πλήκτρα των αλφαβητικών χαρακτήρων που βρίσκονται στην πάνω σειρά και στο αριστερό της μέρος.

Πληκτρολόγιο χορδής (chord keyboard): Συσκευή εισόδου (κειμένου) μιας χειρός, στην οποία οι χαρακτήρες παράγονται από συνδυασμό πλήκτρων.

Πληροφοριακή αρχιτεκτονική (information architecture): Περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο το περιεχόμενο ενός ιστοτόπου πρέπει να οργανωθεί, να διασυνδεθεί και να παρουσιαστεί, έτσι ώστε να υποστηρίζει την εύχρηστη ανεύρεση πληροφοριών από τους αντιπροσωπευτικούς του χρήστες.

Πληροφοριακή οσμή (information scent): Η ατελής αντίληψη των χρηστών για την ωφέλεια της κάθε διαθέσιμης επιλογής, η οποία προκύπτει από την αξιολόγηση αποσπασμάτων πληροφορίας που την αντιπροσωπεύουν, όπως είναι για παράδειγμα οι λεκτικές περιγραφές των υπερσυνδέσμων ενός ιστοτόπου.

Πλοηγησιμότητα (navigability): Ιδιότητα ενός ιστοτόπου, που εκφράζει την ευκολία με την οποία οι χρήστες μπορούν να πλοηγηθούν σε έναν ιστότοπο προκειμένου να ικανοποιήσουν τους στόχους τους.

Ποιοτικά δεδομένα (qualitative data): Δεδομένα που δεν επιδέχονται μέτρηση και είναι οργανωμένα σε ονομαστικές ή ταξινομημένες κατηγορίες.

Ποσοτικά δεδομένα (quantitative data): Δεδομένα που επιδέχονται μέτρηση σε κλίμακα διαστήματος ή λόγου. Διακρίνονται σε συνεχή (continuous) και διακριτά (discrete).

Προσβασιμότητα (accessibility): Ο βαθμός κατά τον οποίο ένα σύστημα λογισμικού επιτρέπει την εύκολη και αποτελεσματική πρόσβαση στο μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό ανθρώπων, ανεξάρτητα από τις ιδιαίτερες ανάγκες τους (π.χ. προβλήματα όρασης, κίνησης), τις χρησιμοποιούμενες συσκευές αλληλεπίδρασης (π.χ. PC, smartphone) και τις συνθήκες αλληλεπίδρασης (π.χ. θόρυβος, έλλειψη φωτισμού).

Προσοχή (attention): Η κατάσταση εκείνη του ατόμου κατά την οποία ένα αντικείμενο μεταξύ πολλών άλλων, κατέχει ολοκληρωτικά τη σκέψη του χρήστη.

Πρωτόκολλο ομιλούντων υποκειμένων (think aloud protocol): Μέθοδος συλλογής δεδομένων με συμμετοχή των χρηστών, κατά την οποία οι χρήστες εκφράζουν μεγαλόφωνα τις σκέψεις τους, ενώ εκτελούν μία εργασία.

Πρωτοτύπων, μέθοδοι ανάπτυξης (prototyping methods): Μέθοδοι ανάπτυξης συστημάτων που περιλαμβάνουν την δημιουργία πειραματικών, μη-ολοκληρωμένων, εκδόσεων του συστήματος κατά τις αρχικές φάσεις του σχεδιασμού, ώστε να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητά του.

Στατιστικός δείκτης ή στατιστικό (statistic): Αριθμητικό περιγραφικό μέτρο (π.χ. δειγματική μέση τιμή) που υπολογίζεται με βάση τα δεδομένα ενός δείγματος και αποτελεί εκτίμηση της άγνωστης αντίστοιχης παραμέτρου του πληθυσμού.

Στοιχεία εμπειρίας χρήστη (elements of user experience): Γενικευμένη προσέγγιση σχεδιασμού της εμπειρίας του χρήστη κατά την αλληλεπίδραση του με δικτυακούς τόπους και εφαρμογές. Η προσέγγιση αυτή εισάγει την παραδοχή ότι ένας ιστότοπος είναι τόσο ένας υπερκειμενικός πληροφοριακός χώρος όσο και μία διεπιφάνεια λογισμικού. Ως εκ τούτου, πρέπει να σχεδιαστεί έχοντας υπόψη και τις δύο διαστάσεις του.

Στυλ αλληλεπίδρασης (interaction styles): Διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με τον υπολογιστή (π.χ. γλώσσα εντολών, μενού, απευθείας χειρισμός).

Συμπερασματική στατιστική (inferential statistics): βλέπε Επαγωγική Στατιστική.

Συμπλήρωση φόρμας (form filling): Στυλ αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, σύμφωνα με το οποίο, ο υπολογιστής παρουσιάζει στο χρήστη μια φόρμα προς συμπλήρωση, ανάλογα με τα προς συμπλήρωση έντυπα.

Συνέντευξη (interview): μέθοδος κατά την οποία ο ερευνητής θέτει ερωτήσεις προφορικά σε κάποιον για να μάθει την άποψή του σε διάφορα θέματα. Η συνέντευξη μπορεί να είναι αδόμητη, ημι-δομημένη ή δομημένη, ανάλογα με το πόσο αυστηρά ακολουθείται η διατύπωση και η σειρά παρουσίασης των ερωτημάτων. Χρησιμοποιείται σε διάφορες φάσεις ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος (π.χ. καταγραφή απαιτήσεων, αξιολόγηση).

Συντελεστής στατιστικής συσχέτισης (correlation coefficient): Ποσοτική μέτρηση της έντασης της σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών. Οι τιμές του κυμαίνονται από -1 έως +1, με το 0 να δηλώνει ότι δεν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των μεταβλητών.

Συσκευή, δεικτική (pointing device): Συσκευές εισόδου που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του δρομέα, την επιλογή μιας εντολής/αντικειμένου ή το χειρισμό ενός αντικειμένου που έχει ήδη επιλεγεί. Η πιο τυπική δεικτική συσκευή είναι το ποντίκι.

Συσκευή εισόδου (input device): Μια συσκευή της υπολογιστικής διάταξης που επιτρέπει τον μετασχηματισμό της πληροφορίας που παρέχει ο χρήστης ή της πληροφορίας που βρίσκεται στον εξωτερικό κόσμο, σε μορφή κατάλληλη για επεξεργασία από τον υπολογιστή.

Συσκευή εξόδου (output device): Μια συσκευή της υπολογιστικής διάταξης που μετασχηματίζει την πληροφορία από ηλεκτρονική μορφή σε ερέθισμα ή σε μορφή κατανοητή από τον χρήστη

Συσκευή καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (eye-tracker): Υλικό και λογισμικό που επιτρέπει την καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων ενός χρήστη, με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη γνωσιακή λειτουργία της προσοχής ενός χρήστη.

Συσκευή κειμένου (text device): Συσκευή εισόδου για την εισαγωγή πληροφορίας στον υπολογιστή υπό μορφή κειμένου, η πιο τυπική συσκευή κειμένου είναι το πληκτρολόγιο.

Σύστημα ολικής εμβάπτισης χρήστη (immersion system): Σύστημα εικονικής πραγματικότητας στο οποίο ο χρήστης αποκόπτεται από την πραγματικότητα χρησιμοποιώντας συσκευές εισόδου - εξόδου (οθόνη-κράνος).

Σφάλμα δειγματοληψίας (sampling error): Το ποσοστό λάθους ανάμεσα σε μία μέτρηση που προκύπτει από ένα δείγμα (στατιστικός δείκτης) και την αντίστοιχη άγνωστη τιμή του πληθυσμού (παράμετρος).

Σφάλμα μεροληψίας (bias): Προβλήματα στο σχεδιασμό του πειράματος που μπορεί να οδηγήσουν σε αποτελέσματα τα οποία δεν σχετίζονται με τις μεταβλητές που μελετώνται και ως εκ τούτου μειώνουν την αξιοπιστία της μελέτης.

Σχεδίαση (design): Η σχεδίαση είναι η προδιαγραφή ενός αντικειμένου, όπως εκφράζεται από μια ενδιάμεση αναπαράσταση (για παράδειγμα ένα σχέδιο ή ένα μοντέλο), το οποίο προσπαθεί να ικανοποιήσει έναν συγκεκριμένο σκοπό, σε ένα ορισμένο πλαίσιο, που αποτελείται από στοιχειώδη επί μέρους τμήματα, ικανοποιεί ορισμένες απαιτήσεις και υπόκειται σε περιορισμούς.

Ταξινόμηση καρτών (card sorting): Τεχνική που παρέχει τη δυνατότητα στο σχεδιαστή για τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι χρήστες ομαδοποιούν, ταξινομούν και περιγράφουν διάφορες έννοιες ή αντικείμενα. Στόχος αυτής της τεχνικής είναι να υποβοηθήσει τον καλύτερο σχεδιασμό της εφαρμογής.

Υπόθεση της κανονικότητας (normality assumption): Υπόθεση ότι ένα σύνολο δεδομένων ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Φυσική γλώσσα, στυλ αλληλεπίδρασης (natural language): Στυλ αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, σύμφωνα με το οποίο ο υπολογιστής είναι σε θέση να δεχτεί εντολές από το χρήστη σε ελεύθερη σύνταξη, όπως στην περίπτωση της επικοινωνίας ανθρώπου-προς-άνθρωπο.

Χάρτης διαδικασίας χρηστοκεντρικού σχεδιασμού (user-centered design process map): Ευρέως γνωστή χρηστοκεντρική διαδικασία, που έχει προταθεί από υπηρεσίες της Κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών για την ανάπτυξη ιστοτόπων. Το μοντέλο ορίζει τέσσερις φάσεις ανάπτυξης: σχεδιασμός της διαδικασίας, ανάλυση, σχεδιασμός και ανάπτυξη, έλεγχος και βελτίωση.

Χάρτης θερμότητας (heatmap): Γραφικός τρόπος αναπαράστασης των τιμών μίας μεταβλητής με τη μορφή χρωμάτων, αποτυπωμένων πάνω σε έναν δισδιάστατο χάρτη. Ένα παράδειγμα είναι η αναπαράσταση μεταβλητών που συγκεντρώνονται από μία συσκευή καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (π.χ. συνολικός αριθμός ή διάρκεια οφθαλμικών εστιάσεων).

Χρηστοκεντρικός σχεδιασμός (user-centered design): ή εναλλακτικά **ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός:** Οικογένεια μεθοδολογιών του πεδίου ΑΑΥ για την ανάπτυξη διαδραστικών συστημάτων, που τοποθετούν το χρήστη και τις ανάγκες του στο κέντρο της διαδικασίας σχεδίασης του συστήματος.

Ευρετήριο

Αβούρης: 8, 37, 114, 320, 329, 330, 333, 343, 344, 380, 396

Αισθητήρες: 26, 109, 115, 171

Αισθητήρια μνήμη (sensory memory): 44, 47, 48, 49, 50, 51, 397

Ακοή: 47, 67, 157, 261

Ακουμιανάκης: 37, 396

Ακουστικά: 92, 125, 128, 129, 161

Ακουστική: 6, 50, 123, 125, 145, 397

Αλγόριθμοι ομαδοποίησης (Clustering): 367, 397

Ανάλυση χρηστών: 6, 18, 31, 57, 80, 91, 95, 107, 118, 128, 176, 177, 181, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 191, 194, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 213, 216, 217, 218, 227, 238, 239, 252, 259, 262, 263, 268, 272, 280, 287, 295, 312, 318, 333, 335, 336, 337, 342, 366, 397, 402, 403

Ανάλυση εργασιών (Task analysis): 31, 57, 59, 60, 75, 107, 116, 176, 177, 180, 181, 184, 186, 187, 188, 189, 191, 197, 199, 201, 202, 203, 204, 206, 207, 209, 213, 215, 216, 218, 252, 263, 268, 269, 280, 324, 358, 359, 397, 400, 402

Ανάλυση κειμένων (Document analysis): 121, 184, 196, 197, 227, 245, 280, 349, 397

Ανάλυση κόστους-ωφέλειας (Cost benefit analysis): 292, 293, 397

Αναπηρίες: 108, 115, 123, 124, 140, 141, 205, 354, 377

Ανεξάρτητη μεταβλητή (Independent variable): 262, 316, 322, 323, 324, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 339, 340, 343, 345, 348, 349, 397, 399, 400, 401

Ανθρωποκεντρική σχεδίαση: 8, 15, 16, 17, 178, 202, 218

Ανίχνευση σύγκρουσης (Collision detection): 156, 163, 164, 165, 166, 397

Αντιληπτές δυνατότητες: 80, 81, 87, 88, 89, 99, 397, 399

Αντιληπτική μίξη: 50, 397

Αξιολόγηση ευχρηστίας (Usability evaluation): 4, 7, 8, 14, 30, 36, 74, 183, 184, 202, 203, 212, 218, 231, 240, 252, 253, 254, 255, 256, 259, 260, 263, 264, 267, 268, 269, 281, 282, 285, 289, 292, 293, 294, 295, 296, 299, 312, 313, 320, 350, 354, 369, 370, 371, 373, 374, 376, 377, 397, 400

Απευθείας χειρισμός (Direct manipulation): 21, 134, 135, 136, 139, 141, 142, 143, 150, 208, 380, 397, 404

Απόδοση επένδυσης (Return on investment): 292, 293, 296, 297, 299, 301, 302, 304, 305, 307, 308, 309, 310, 312, 398

Απτική αλληλεπίδραση (Haptic interaction): 6, 142, 148, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 162, 163, 167, 168, 169, 170, 172, 398

Απτική απόδοση (Haptic rendering): 106, 156, 157, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 167, 172, 398

Απτική συσκευή (Haptic device): 106, 142, 156, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 169, 170, 172, 173, 398

Απτικό αντίγραφο (Haptic interaction point): 158, 163, 164, 165, 397, 398

Αρχές gestalt: 65, 75, 396, 398

Αρχέτυπα χρηστών (Personas): 197, 198, 398

Αστεροειδές μοντέλο (Star model): 181, 182, 214, 216, 217, 398

Γιαννούτσου: 8, 9

Γκαγκάτσιου: 38, 384

Γλώσσα εντολών (Command language): 6, 24, 69, 100, 135, 136, 137, 141, 143, 150, 153, 372, 380, 398, 404

Γλωσσολογία: 27, 399

Γνωσιακό περιδιάβασμα (Cognitive walkthrough): 252, 254, 259, 260, 354, 369, 398

Γνωστική ψυχολογία: 5, 8, 17, 27, 29, 36, 44, 45, 46, 47, 54, 59, 68, 75, 91, 92, 96, 97, 396, 398

Γραμματοσειρά: 20, 122, 128, 211, 224, 230

Γραμμές σφάλματος (Error bars): 143, 327, 398

Γραφίδα: 55, 111, 113, 359

Γραφικά: 1, 20, 21, 24, 39, 63, 84, 142, 156, 157, 210, 231, 266, 268, 372

Γραφιστική: 8, 9

Γραφομηχανή: 83, 105

Δακτυλογράφηση: 60, 67, 107, 129

Δεδομένα κλίμακας διαστήματος (Interval data): 321, 322, 325, 346, 398

Δεδομένα κλίμακας λόγου (Ratio data): 322, 325, 326, 346, 398, 399

Δείγμα (Sample): 20, 111, 191, 193, 195, 211, 231, 236, 265, 274, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 348, 349, 351, 357, 359, 398, 399, 400, 404, 405

Δειγματοληψία (Sampling): 111, 196, 263, 316, 317, 318, 319, 331, 332, 349, 399, 405

Δεικτική συσκευή: 6, 20, 21, 55, 61, 62, 104, 105, 106, 109, 112, 113, 114, 115, 116, 127, 137, 142, 143, 144, 201, 209, 358, 359, 380, 404

Δια λόγου ενέργειες (Speech acts): 93, 123, 140, 147, 254, 399

Διαγράμματα καταστάσεων (State transition diagrams): 199, 200, 369, 370, 399

Διάστημα εμπιστοσύνης (Confidence interval): 316, 319, 327, 399, 400

Διεπιφάνεια: 1, 3, 20, 32, 39, 40, 58, 87, 90, 125, 134, 142, 144, 153, 184, 203, 209, 218, 224, 247, 248, 253, 255, 259, 264, 282, 284, 296, 361, 362, 366, 369, 372, 404

Δυνατότητες (Affordances): 2, 23, 26, 27, 64, 80, 81, 87, 88, 89, 90, 99, 112, 153, 158, 163, 225, 256, 261, 279, 332, 368, 379, 397, 399

Εθνογραφικές μελέτες (Ethnographic studies): 189, 197, 239, 399, 403

Εικονική πραγματικότητα (Virtual reality): 2, 134, 143, 146, 147, 148, 149, 150, 153, 154, 164, 168, 380, 399, 405

Εκδοτήριο Εισιτηρίων: 202, 204, 205, 206, 207, 212, 337

Έλεγχος υποθέσεων (Hypothesis testing): 316, 330, 331, 333, 334, 342, 349, 350, 357, 399, 401

Ελικοειδές μοντέλο: 180, 181, 214, 216, 399

Εναλλακτική υπόθεση (Alternative hypothesis): 331, 333, 399, 401

Εννοιολογικά μοντέλα συστήματος (Conceptual models): 85, 86, 399

Εξαρτημένη μεταβλητή (Dependent variable): 316, 322, 324, 330, 331, 333, 334, 339, 343, 345, 348, 349, 397, 399, 400, 401

Επαγωγική στατιστική (Inferential statistics): 316, 325, 330, 334, 341, 345, 347, 348, 357, 399, 400, 404

Επίπεδο εμπιστοσύνης (Confidence level): 193, 316, 319, 320, 400

Επίπεδο σημαντικότητας (Level of significance or alpha level): 316, 331, 332, 333, 352, 357, 359, 400

Εργονομία (Ergonomics ή human factors): 2, 5, 27, 107, 167, 168, 177, 209, 396, 400

Έρευνα με ερωτηματολόγιο (Survey): 194, 195, 289, 400

Ευρεσιμότητα (Findability): 223, 232, 233, 237, 400

Ευρετική αξιολόγηση (Heuristic evaluation): 184, 252, 254, 255, 256, 257, 259, 268, 289, 290, 294, 296, 297, 312, 354, 371, 373, 400

Ευχρηστία (Usability): 2, 3, 4, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 27, 30, 33, 36, 39, 40, 61, 62, 74, 77, 183, 184, 202, 203, 207, 208, 209, 212, 217, 218, 222, 226, 231, 233, 235, 240, 252, 253, 254, 255, 256, 259, 260, 263, 264, 267, 268, 269, 281, 282, 285, 289, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 299, 305, 310, 311, 312, 313, 320, 348, 350, 354, 369, 370, 371, 373, 374, 376, 377, 397, 400

Ηλικιωμένοι: 340, 341, 342, 351

Ημερολόγια συμβάντων (Diary studies): 195, 196, 400

Ημιδομημένη συνέντευξη: 193, 215, 228

Θεμελίωση κοινού πεδίου επικοινωνίας (Common ground theory): 92, 99, 400, 401

Θεωρία δραστηριότητας (Activity theory): 6, 37, 80, 81, 92, 96, 97, 98, 99, 399, 400

Ιεραρχική ανάλυση εργασιών (Hierarchical task analysis hta): 188, 189, 206, 263, 400

Ιστόγραμμα: 325, 329

Ιστός: 25, 134, 135, 146, 223

Ιστοσελίδες: 13, 25, 71, 74, 126, 149, 224, 225, 229, 235, 237, 239, 240, 243, 245, 246, 247, 248, 264, 268, 280, 282, 283, 286, 322, 350, 367

Ιστότοποι: 74, 146, 184, 185, 223, 225, 227, 229, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 244, 245, 246, 248, 249, 250, 279, 281, 286, 287, 318, 333, 350, 352, 366, 368, 370, 376, 400, 402, 403

Ιχνόσφαιρα: 109, 110, 116, 127, 130, 349, 364, 379

Καθαρή παρούσα αξία (Net present value): 292, 293, 299, 300, 301, 304, 305, 306, 307, 310, 312, 313, 401

Κανονικό διάνυσμα (Normal vector): 167, 401

Καταναμημένες γνωστικές λειτουργίες (Distributed cognition): 80, 81, 96, 99, 401

Κατευθυνόμενος έλεγχος υποθέσεων (One-tailed hypothesis testing): 333, 334, 350, 401

Κατηγορικά δεδομένα (Categorical data)Κύκλος ζωής λογισμικού: 178, 401

Μακροχρόνια μνήμη (Long term memory): 44, 47, 50, 51, 68, 81, 401

Μαρμαράς Ν.: 2, 27, 396

Μαυρίδης: 38, 384

Μελέτη εξαρτημένων δειγμάτων: 316, 323, 334, 338, 340, 350, 401

Μελέτη ανεξάρτητων δειγμάτων (Between-subjects study): 316, 323, 334, 336, 337, 338, 340, 350, 401

Μενού (Menu): 6, 21, 56, 58, 61, 62, 67, 69, 71, 72, 73, 77, 81, 85, 86, 90, 94, 104, 110, 113, 121, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 145, 146, 150, 208, 209, 210, 211, 212, 258, 262, 267, 279, 366, 367, 368, 380, 401, 404

Μεταφορά (Metaphor): 77, 83, 84, 85, 104, 127, 130, 138, 142, 144, 145, 201, 203, 209, 210, 235, 286, 347, 401

Μέτρο διασποράς (Measure of variability): 325, 326, 329, 401

Μέτρο κεντρικής τάσης (Measure of central tendency): 325, 326, 329, 401

Μη-παραμετρικό τεστ (Non-parametric test): 316, 341, 401

Μηδενική υπόθεση (Null hypothesis): 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 346, 352, 357, 359, 360, 363, 401

Μνήμη εργασίας (Working memory): 24, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 68, 74, 191, 196, 397, 401

Μνήμη: 5, 13, 24, 27, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 66, 68, 71, 74, 75, 76, 81, 106, 191, 196, 224, 397, 401

Μοντέλα ανάπτυξης λογισμικού: 6, 141, 176, 178, 183, 184, 185, 213, 399, 401, 402

Μοντέλο ανθρώπινου επεξεργαστή: 5, 44, 45, 46, 47, 48, 54, 57, 67, 75, 397, 401, 402

Μοντέλο καταρράκτη (Waterfall model): 176, 178, 179, 180, 183, 185, 213, 214, 216, 402

Μουσείο: 30, 147, 190, 216, 217, 340, 380

Μουσική: 115, 161

Νοητικό μοντέλο (Mental model): 82, 85, 86, 137, 190, 210, 225, 232, 233, 236, 366, 371, 402

Νόμος Hick-Hyman: 5, 54, 56, 75, 402

Νόμος Fitts (Fitts law): 5, 54, 55, 56, 61, 75, 77, 330, 354, 358, 359, 402

Οθόνη καθοδικού σωλήνα (Cathode ray tube - crt): 22, 117, 118, 119, 122, 128, 380, 402

Οθόνη υγρών κρυστάλλων (Liquid crystal display lcd): 118, 119, 128, 403

Ομάδα εστίασης (Focus group): 193, 194, 216, 236, 403

Οφθαλμικές κινήσεις: 115, 121, 212, 288, 405

Οφθαλμική εστίαση (Eye-fixation): 115, 252, 266, 288, 403

Παράμετρος (Parameter): 14, 15, 49, 234, 318, 403, 405

Παρατηρήσεις πεδίου (Field observation): 223, 403

Πείραμα: 51, 55, 68, 69, 76, 77, 82, 129, 236, 237, 239, 250, 266, 324, 325, 330, 334, 336, 337, 347, 350, 351, 352, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 363, 366, 367, 368

Πειραματικός σχεδιασμός (Experimental design): 7, 315, 316, 317, 356, 358, 361, 403

Περιγραφική στατιστική (Descriptive statistics): 263, 316, 325, 347, 348, 359, 399, 403

Περίοδος αποπληρωμής (Payback period): 292, 299, 403

Πληθυσμός (Population): 316, 318, 329, 330, 348, 349, 403

Πληκτρολόγιο χορδής (Chord keyboard): 108, 127, 129, 378, 403

Πληκτρολόγιο: 1, 60, 61, 62, 105, 106, 107, 108, 125, 127, 129, 130, 209, 225, 270, 273, 276, 277, 278, 322, 338, 361, 362, 363, 364, 378, 403, 405

Πληροφοριακή αρχιτεκτονική (Information architecture): 7, 70, 184, 185, 222, 223, 225, 226, 232, 233, 235, 236, 237, 239, 240, 280, 366, 402, 403

Πληροφοριακή οσμή (Information scent): 70, 71, 73, 74, 260, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 287, 320, 403

Πλοήγηση: 40, 70, 71, 73, 74, 120, 148, 211, 224, 231, 242, 243, 267, 268, 298, 402

Πλοηγησιμότητα (Navigability): 223, 238, 281, 284, 285, 286, 403

Ποιοτικά δεδομένα (Qualitative data): 238, 322, 326, 341, 403

Ποντίκι: 1, 20, 21, 22, 55, 84, 104, 105, 109, 110, 116, 130, 147, 225, 270, 271, 276, 278, 290, 359, 361, 378, 404

Ποσοτικά δεδομένα (Quantitative data): 215, 238, 322, 341, 404

Προσβασιμότητα (Accessibility): 34, 35, 124, 129, 140, 183, 252, 261, 262, 281, 312, 349, 354, 364, 404

Προσοχή (Attention): 5, 13, 44, 45, 48, 52, 63, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 75, 92, 106, 165, 189, 192, 209, 210, 260, 261, 263, 267, 286, 287, 288, 324, 356, 367, 372, 404, 405

Πρωτόκολλο ομιλούντων υποκειμένων: 190, 191, 404

Ρίζου: 8, 9

Στατιστικός δείκτης ή στατιστικό Στοιχεία εμπειρίας χρήστη: 7, 184, 223, 229, 318, 402, 404

Στυλ αλληλεπίδρασης (Interaction styles): 6, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 149, 150, 151, 152, 154, 158, 201, 203, 208, 209, 235, 273, 275, 322, 397, 398, 401, 404, 405

Συμπερασματική στατιστική (Inferential statistics): 263, 325, 404

Συμπλήρωση φόρμας (Form filling): 134, 135, 138, 139, 140, 141, 152, 259, 271, 272, 274, 275, 276, 279, 289, 290, 296, 380, 404

Συνέντευξη (Interview): 191, 192, 193, 195, 208, 217, 404

Συντελεστής στατιστικής συσχέτισης: 345, 346, 404

Συσκευή εισόδου (Input device): 1, 104, 105, 107, 109, 113, 115, 126, 158, 225, 362, 403, 404, 405

Συσκευή εξόδου (Output device): 1, 104, 105, 107, 113, 117, 126, 158, 209, 225, 402, 403, 405

Συσκευή καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (Eye-tracker) Συσκευή κειμένου (Text device): 20, 21, 61, 62, 77, 83, 104, 105, 106, 107, 127, 129, 137, 142, 143, 144, 262, 271, 361, 362, 380, 402, 403, 405

Σύστημα ολικής εμβάπτισης χρήστη: 147, 405

Σφάλμα δειγματοληψίας (Sampling error): 316, 318, 319, 331, 332, 349, 405

Σφάλμα μεροληψίας (Bias): 316, 324, 349, 350, 405

Σχεδίαση (Design): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 44, 53, 54, 57, 60, 61, 62, 63, 67, 69, 80, 85, 86, 89, 91, 95, 96, 97, 98, 99, 109, 111, 116, 130, 150, 153, 154, 175, 176, 177, 178, 182, 183, 185, 186, 189, 193,

194, 197, 198, 200, 201, 202, 204, 207, 210, 213, 214, 216, 217, 218, 224, 225, 229, 231, 235, 236, 237, 243, 244, 247, 248, 250, 253, 255, 256, 269, 289, 351, 352, 366, 367, 369, 371, 393, 394, 397, 399, 405, 406

Σχεδιασμός: 1, 3, 6, 7, 12, 29, 30, 31, 34, 36, 144, 153, 176, 182, 183, 185, 192, 198, 201, 202, 203, 204, 209, 210, 218, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 230, 232, 254, 258, 262, 315, 316, 317, 333, 356, 358, 361, 366, 368, 372, 397, 403, 405, 406

Ταξινόμηση καρτών (Card sorting): 7, 137, 184, 222, 223, 232, 236, 237, 238, 239, 240, 250, 328, 354, 366, 367, 368, 405

Τηλεϊατρική: 169, 170

Υπερσύνδεσμοι: 71, 125, 224, 232, 258, 260, 267, 282, 284

Φόρμα: 139, 140, 147, 152, 226, 258, 273, 276, 277, 278, 295, 361, 404

Χάρτης διαδικασίας χρηστοκεντρικού σχεδιασμού: 184, 405

Χάρτης θερμότητας Χειρονομίες: 1, 63, 115, 146

Χρηστοκεντρικό: 184, 226, 222, 292, 299, 305, 312, 333, 406

Χρηστοκεντρικός σχεδιασμός (User-centered design): 222, 333, 406

Χρώμα: 64, 65, 122, 128, 129, 140, 162, 229, 230, 232, 258, 328, 356, 357

Ψυχολογία: 5, 27, 44, 45, 46, 47, 54, 91, 96, 195, 396, 398

Abelson: 81, 394

Abowd: 36, 38, 126, 149, 200, 213, 384

Accessibility (Προσβασιμότητα): 34, 124, 261, 354, 382, 387, 404

Accessibility (Προσβασιμότητα): 34, 124, 261, 354, 382, 387, 404

Accot: 55, 402

Accuracy: 52, 396

ACM: 1, 3, 4, 12, 14, 126, 149, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396

Acquisition: 391, 394

Activity theory (Θεωρία δραστηριότητας): 81, 95, 96, 97, 381, 391, 399, 400

Adaptive: 384, 392

Affective: 196, 395

Affordances (Δυνατότητες): 6, 80, 81, 87, 89, 90, 99, 145, 397, 399

Algorithms: 4, 172, 384, 389, 392

Alike: 378, 379, 380

Aloud Think (protocol): 190, 191, 264, 404

Alternative hypothesis (Εναλλακτική υπόθεση): 331, 399

Anderson: 391, 394

ANOVA: 263, 339, 340, 341, 343

Apple: 23, 25, 84, 108, 142, 378, 381

Archer: 177, 381

Atari: 111, 379

Atkinson: 47, 381

Attention (Προσοχή): 71, 394, 404

Audio: 104, 390, 392, 395

Auditory: 384, 386

Augmented Reality: 134, 146

Austin: 382, 399

AutoCardSorter: 137, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 328, 366, 368, 387

Avouris: 137, 141, 188, 237, 244, 266, 387, 395

Bakker: 190, 381

Barbagli: 383, 393

Barillot: 121, 393

Barker: 184, 381, 394

Bayes law: 71, 347

Beale: 36, 38, 126, 149, 200, 213, 384

Been: 75, 393

Belmont: 388, 390

Benson: 255, 381

Berners: 25, 134

Bertelsen: 98, 100, 381

Between-subjects study Bevan: 320, 381

Bias (Σφάλμα μεροληψίας): 196, 226, 293, 295, 297, 312, 316, 324, 332, 382, 390, 405
 BlackBerry: 107, 378
 Blackmon: 260, 261, 285, 286, 288, 382, 388
 Bødker: 3, 98, 100, 381, 382
 Boehm: 180, 382
 Boff: 75, 383
 Booch: 181, 382
 Boutelle: 236, 239, 240, 394
 Bowman: 148, 382
 Boyle: 23, 392
 Braille πληκτρολόγιο: 120, 125, 128, 262, 364
 Brajnik: 240, 382
 Brandt: 196, 382
 Brinck: 240, 382
 Broadbent: 45, 67, 382
 Brooke: 265, 374, 382
 Buchanan: 120, 386
 Burlington: 289, 348, 395
 Bush: 22, 40, 41, 382
 Button: 62, 151, 225, 276, 290
 Buxton: 108, 114, 121, 378, 380, 385, 388
 Cairns: 195, 382
 Caldwell: 281, 382
 Capra: 236, 382
 CAPS: 106, 270, 271
 Card sorting (Ταξινόμηση καρτών): 137, 232, 236, 244, 354, 366, 385, 389, 391, 392, 394, 395, 405
 Card: 36, 45, 46, 47, 49, 57, 59, 70, 75, 137, 232, 236, 240, 244, 269, 354, 361, 366, 382, 383, 385, 389, 391, 392, 394, 395, 402, 405
 Carroll: 37, 75, 99, 101, 381, 383, 386
 Carter: 196, 383
 Categorical data (Κατηγορικά δεδομένα)CERN: 25, 134
 Chapman: 198, 383, 384, 389
 Checkbox: 276, 278
 CHI: 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 393, 395, 396
 Chin: 374, 383
 Choong: 374, 389
 Chord keyboard (Πληκτρολόγιο χορδής): 108, 403
 Claridge: 265, 388
 Clark: 92, 383
 Clifford: 227, 383
 Clustering (Αλγόριθμοι ομαδοποίησης): 247, 248, 367, 368, 386, 397
 Cognition: 81, 96, 386, 387, 392, 396, 401
 Cognitive psychology (Γνωστική Ψυχολογία): 27, 44, 47, 381, 383, 392, 395, 398
 Cognitive Walkthrough: 259, 260, 284, 285, 354, 369, 382, 389, 396, 398
 CogTool: 59, 78, 286, 287, 288, 395
 Cohen: 37, 346, 383
 CoLiDeS: 5, 44, 71, 72, 73, 74, 75, 260, 285, 288, 402
 Collision detection (Ανίχνευση σύγκρουσης): 381, 383, 384, 385, 386, 388, 390, 395, 397
 Combetto: 196, 395
 Command language (Γλώσσα εντολών): 134, 136, 398
 Common ground theory (Κοινού πεδίου επικοινωνίας, θεμελίωση): 92, 99, 101, 400, 401
 Conceptual models (Εννοιολογικά μοντέλα συστήματος): 81, 85, 399
 Confidence interval (Διάστημα εμπιστοσύνης): 316, 319, 336, 338, 339, 399
 Confidence level (Επίπεδο εμπιστοσύνης): 316, 319, 400
 Conklin: 233, 383
 Constanzo: 238, 390
 Conti: 383, 393
 Cooper: 197, 250, 280, 382, 384, 392
 Coquillart: 168, 392
 Correlation coefficient: 345, 404

Cost benefit analysis (Ανάλυση κόστους-ωφέλειας): 293, 387, 389, 396, 397

Craik: 45, 68, 384

CRT: 117, 118, 128, 380, 402

CSCW: 30, 94, 135

Csikszentmihalyi: 196, 388

CTRL: 67, 68, 77, 106, 136

CWW: 260, 261, 285, 286

Czerwinski: 137, 388

Dataglove: 115, 143, 147

Datasuite: 143, 147

Davis: 374, 384

Delphi: 236, 392

Dependent variable (Εξαρτημένη μεταβλητή): 316, 322, 400

Descriptive statistics (Περιγραφική στατιστική): 316, 325, 403

Design (Σχεδίαση): 5, 6, 12, 16, 29, 31, 36, 37, 85, 88, 99, 116, 120, 124, 126, 144, 149, 153, 176, 177, 178, 179, 182, 183, 184, 192, 202, 213, 216, 222, 225, 250, 252, 316, 317, 323, 381, 382, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 403, 405, 406

Diary studies (Ημερολόγια συμβάντων): 195, 382, 383, 385, 395, 400

Diehl: 374, 383

Direct manipulation (Απευθείας χειρισμός): 6, 21, 134, 142, 386, 397

Distributed cognition (Κατανεμημένες γνωστικές λειτουργίες): 81, 96, 386, 392, 393, 401

Document analysis (Ανάλυση κειμένων)DOS: 23, 136

Draper: 386, 391, 392

Dumais: 264, 394

Dunne: 196, 385

DVORAK Πληκτρολόγιο: 338, 339

Dvorak: 106, 126, 127, 129, 130, 378

Dynabook: 104, 142

Dyson: 230, 384

Edmondson: 269, 384

Engelbart D.: 18, 21, 22, 104, 110, 378

Ergonomics: 2, 36, 382, 383, 387, 390, 392, 400

Error bars (Γραμμές σφάλματος): 320, 398

Ethnographic studies (Εθνογραφικές μελέτες)Evaluation: 40, 89, 254, 354, 371, 373, 381, 382, 385, 386, 387, 389, 390, 391, 392, 393, 395, 396, 397, 400

Excel: 25, 139, 286, 347, 348, 349, 357, 359

Experimental design (Πειραματικός σχεδιασμός): 316, 317, 384, 386, 395, 403

Feng: 288, 324, 348, 388

Field observation (Παρατηρήσεις πεδίου): 381, 403

Findability (Ευρεσιμότητα): 237, 390, 400

Finlay: 36, 38, 126, 149, 200, 213, 384

Fitts: 5, 45, 53, 54, 55, 56, 61, 75, 77, 109, 141, 272, 273, 274, 275, 277, 330, 354, 358, 359, 360, 384, 387, 389, 402

Flicker: 108, 111, 112, 118, 378, 379, 380

Flores: 94, 384, 396

Focus group (Ομάδα εστίασης): 193, 216, 236, 403

Foley: 109, 384, 385

Foraging Theory: 70, 392, 395, 402

Form filling (Συμπλήρωση φόρμας): 134, 138, 149, 387, 404

Form: 134, 138, 140, 149, 200, 289, 387, 392, 404

Forum: 234, 388, 395

Foss: 83, 385

Fuhrmann: 385, 395

Gaver: 196, 385

Gestalt: 5, 44, 50, 65, 66, 75, 396, 398

Gibson: 89, 397, 399

Goldstein: 121, 392

GOMS: 5, 36, 44, 45, 46, 47, 57, 58, 59, 75, 88, 189, 269, 386, 392, 402

Google: 85, 142, 195, 357, 359, 375

Gouveia: 196, 385

Grant: 381, 385, 389

Graphics: 4, 24, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 388, 390, 392, 393, 394, 395

Greenberg: 216, 385

Griswold: 195, 394

Groupware: 384, 385

GUI: 20, 142, 288

Guidelines: 176, 254, 261, 262, 382, 384, 388, 390, 393, 394

Hall: 36, 126, 149, 184, 213, 384, 389, 390, 394

Halverson: 96, 286, 385

Haptic device (Απτική συσκευή): 385, 392, 398

Haptic interaction point (Απτικό αντίγραφο)Haptic interaction (Απτική αλληλεπίδραση): 162, 381, 382, 383, 385, 387, 388, 389, 390, 392, 393, 394, 398

Haptic rendering (Απτική απόδοση): 156, 172, 381, 388, 389, 390, 392, 393, 398

Haptic: 156, 162, 172, 381, 382, 383, 385, 388, 389, 390, 392, 393, 398

Harlow: 126, 149, 213, 391

Hartson: 36, 181, 182, 385

Haselgrove: 230, 384

Hawley: 236, 237, 238, 385

HCI: 1, 4, 12, 37, 75, 99, 126, 149, 381, 382, 383, 385, 386, 388, 392, 394, 396

Heatmap (Χάρτης θερμότητας): 266, 405

Hertzum: 240, 385

Heuristic evaluation (Ευρετική αξιολόγηση): 254, 354, 371, 373, 381, 391, 400

Hick: 5, 45, 52, 54, 56, 75, 402

Hill: 384, 385, 388, 396

Hochheiser: 324, 348, 388

Hofer: 240, 382

Holleran: 263, 386

Hook: 167, 196, 395

Hornof: 286, 385

HTA (Hierarchical Task Analysis): 188, 400

HTML: 25, 130, 140, 281, 286

Hutchins: 144, 386

Hyman: 5, 45, 52, 54, 56, 75, 402

Hyperspace: 233, 392

Hypertext: 25, 383, 394

Hypothesis testing (Έλεγχος υποθέσεων): 316, 330, 333, 357, 359, 399, 401

IBM: 19, 111, 112, 349, 379, 389

IDTest: 359, 360

IEEE: 4, 381, 382, 383, 385, 387, 388, 390, 392, 393, 394, 395

IFIP: 387, 391

Immersion system (Σύστημα ολικής εμβάπτισης χρήστη): 147, 392, 405

Immersion: 147, 160, 392, 405

Independent variable (Ανεξάρτητη μεταβλητή): 316, 322, 397

Inferential statistics (Συμπερασματική στατιστική): 316, 325, 357, 400, 404

Information architecture (Πληροφοριακή αρχιτεκτονική): 4, 70, 232, 239, 384, 387, 390, 391, 393, 394, 402, 403

Information scent (Πληροφοριακή οσμή): 70, 260, 383, 387, 388, 392, 394, 402, 403

InfoScent: 279, 383

Input device (Συσκευή εισόδου): 104, 105, 405

Instone: 238, 386

INTERACT: 387, 388

Interaction styles (Στυλ αλληλεπίδρασης): 6, 134, 392, 404

INTERCHI: 381, 391

Interval data (Δεδομένα κλίμακας διαστήματος): 398, 399

Interview (Συνέντευξη): 191, 192, 193, 404

ISEtool: 279, 280, 281, 282, 283, 284

ISO: 6, 14, 15, 36, 178, 182, 183, 386, 400

Isomursu: 190, 386

Jacobsen: 240, 385

Jain: 367, 386

Jaws: 131, 364
Johnson: 19, 82, 233, 268, 386, 392
Johnston: 22, 386
Joystick: 61, 109, 111, 116, 127, 130, 147, 322, 349, 379
Jovina: 70, 73, 392
Kaklanis: 170, 387
Kalbach: 232, 387
Karapanos: 196, 385
Karat: 269, 293, 387
Karousos: 140, 141, 387
Katsanos: 137, 140, 141, 237, 244, 265, 266, 279, 366, 368, 375, 387, 392
Kaufman: 75, 383, 392
Kaufmann: 37, 75, 99, 289, 348, 382, 383, 386, 389, 391, 393, 395
Kensigton: 110, 379
Keyboard: 62, 105, 107, 108, 272, 393, 403
Keystroke level model (Μοντέλο KLM): 59, 60, 61, 63, 75, 77, 78, 140, 141, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 279, 286, 289, 290, 312, 354, 361, 362, 363, 387, 402
Kieras: 268, 387
Kintsch: 71, 387, 402
Kirakowski: 265, 388
Kitajima: 70, 71, 382, 388
Klemmer: 196, 382
KLM (Keystroke Level Model): 59, 60, 61, 63, 75, 77, 78, 140, 141, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 279, 286, 289, 290, 312, 354, 361, 362, 363, 387, 402
Kort: 190, 381
Kortum: 335, 375, 381
Kostakos: 27, 388, 389
Koyani: 229, 281, 388
Krebs: 70, 395
Kreitzberg: 202, 388
Kruijff: 148, 382
Kühnapfel: 169, 388
Kurtenbach: 121, 388
Kuutti: 190, 386
Laird: 82, 386
Landauer: 137, 254, 255, 294, 296, 297, 320, 388, 391
Larson: 137, 196, 388
LaViola: 148, 382
Lawrence: 36, 216, 383, 386, 388, 391, 392, 394, 395
Lazar: 184, 233, 322, 323, 324, 348, 388
LCD: 118, 119, 120, 128, 380, 403
Lecolinet: 121, 393
LED: 118, 119, 380
Lewis: 90, 253, 259, 264, 285, 320, 369, 374, 382, 388, 389, 392, 393, 396
Likert: 194, 263
Lindgaard: 387, 389
Lisa: 22, 23
Listbox: 258, 270, 271, 276, 278, 279, 290
Lockhart: 45, 69, 384
Lofree: 112, 379
Logitech: 110, 379
LOGO: 104, 143
Long term memory (Μακροχρόνια μνήμη): 44, 47, 401
LSA: 237, 245, 246, 261, 280, 281, 282, 284, 286, 287
LUCID: 202, 213
Lund: 374, 389
MHP: 48, 49, 53
Macaulay: 185, 389
Macintosh: 23, 84, 100, 142, 381
Mackay: 120, 389, 396
MacKenzie: 54, 289, 321, 389
MALTRON: 108, 378
Mankoff: 196, 383
Mantei: 293, 389

Markopoulos: 190, 381
 Mataró: 147, 380
 Mauer: 235, 240, 389
 Mayhew: 226, 254, 293, 295, 297, 312, 382, 390
 McFadden: 70, 390
 McKim: 177, 390
 Mediamarkt: 272, 274, 275
 Memory: 44, 47, 51, 74, 381, 384, 388, 397, 401
 Mendeley: 126, 149
 Mental model (Νοητικό μοντέλο): 81, 82, 386, 392, 402
 Menu (Μενού): 23, 104, 121, 134, 137, 142, 388, 390, 393, 401
 MESA: 5, 44, 74, 75, 78, 402
 Metaphor (Μεταφορά): 81, 84, 105, 401
 Method for evaluating site architectures (Μοντέλο MESA)Metzler: 82, 83, 394
 MHP: 45, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 57, 61, 67, 77, 402
 Microsoft: 23, 25, 84, 110, 136, 138, 139, 143, 347, 357, 359, 378, 380
 Milham: 198, 383
 Miller: 45, 51, 70, 74, 78, 137, 235, 265, 335, 375, 381, 386, 390, 396, 402
 MIT: 26, 386, 391, 394
 Mitchell: 388, 395
 Mobile: 126, 149, 217, 382, 386, 392, 394
 Molich: 254, 269, 320, 390, 391
 Monk: 101, 390
 Moran: 36, 45, 46, 47, 49, 57, 59, 75, 269, 361, 383, 402
 Morgan: 37, 75, 99, 289, 348, 382, 383, 386, 389, 391, 392, 393, 395
 Morville: 137, 184, 232, 233, 236, 237, 239, 390, 393
 Mosier: 254, 394
 Mouse: 62, 109, 114, 140, 272, 273, 274, 359, 380
 Moustakas: 170, 387, 390, 395
 Mumford: 95, 390
 Murray: 238, 390
 Murty: 367, 386
 Museu: 147, 380
 Nachbar: 137, 388
 Nardi: 97, 391, 396
 NASA: 323, 384
 Natural languageNavigability (Πλοηγησιμότητα): 387, 403
 Navigation: 70, 238, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 392, 396, 402
 Nelson T.: 25, 134
 Newell A.: 36, 45, 46, 47, 49, 56, 57, 59, 75, 269, 361, 383, 391, 402
 Nielsen J.: 4, 36, 190, 229, 233, 236, 237, 240, 253, 254, 255, 294, 296, 297, 299, 320, 367, 371, 372, 374, 381, 390, 391, 396
 Nominal dataNormal vector (Κανονικό διάνυσμα)Normality assumption (Υπόθεση της κανονικότητας): 335, 405
 Norman D.: 6, 19, 36, 69, 80, 86, 87, 88, 89, 90, 99, 144, 153, 259, 374, 383, 386, 391, 392, 397, 399
 Notepad: 129, 364
 NPIF (Net Present Interest Factor): 300, 306
 NPV (Net Present Value): 300, 302, 303, 304, 306, 308, 309, 310
 Null hypothesis (Μηδενική υπόθεση): 330, 332, 401
 Numpad (αριθμητικό πληκτρολόγιο): 127, 129, 361, 362, 363
 Olson: 60, 392
 Oostendorp: 70, 73, 392
 Öquist: 121, 392
 Ordinal data (Διατάξιμα δεδομένα ή δεδομένα κλίμακας διάταξης)Orfanou: 375, 392
 Otaduy: 172, 389
 Otter: 233, 392
 Output device (Συσκευή εξόδου): 104, 105, 405

Pacenti: 196, 385
 Papert: 104, 143, 392
 Parameter (Παράμετρος): 279, 391, 403
 Payback period (Περίοδος αποπληρωμής): 301, 308, 403
 Perception: 67, 75, 382, 383, 386
 Perceptual fusion (Αντληπτική μίξη): 50, 53, 397
 Persona: 184, 197, 197, 228, 250, 280, 383, 398
 Piaget: 97, 143
 Pirolli: 70, 71, 286, 383, 385, 392, 395
 Plaisant: 37, 38, 39, 106, 115, 118, 126, 138, 139, 143, 149, 202, 213, 394
 Pointing device (Συσκευή, δεικτική): 104, 105, 404
 Polson: 90, 369, 382, 388, 389, 392, 396
 Pook: 121, 393
 Rouryrev: 148, 382
 Preece: 37, 38, 95, 148, 193, 268, 393
 Probes: 196, 385
 Proctor: 45, 46, 75, 393
 Prototyping methods (Πρωτοτύπων, μέθοδοι ανάπτυξης): 176, 293, 394, 404
 Prototyping: 167, 176, 222, 293, 394, 404
 Psychology: 27, 36, 44, 47, 97, 381, 383, 384, 386, 388, 392, 395, 398
 Qualitative data (Ποιοτικά δεδομένα): 390, 403
 Quantitative data (Ποσοτικά δεδομένα) Questionnaire: 354, 374, 389, 395
 QUIS: 265, 374
 QWERTY (πληκτρολόγιο): 105, 106, 127, 129, 130, 338, 361, 362, 378, 403
 QWERTZ (πληκτρολόγιο): 107, 378
 Rasmussen: 52, 68, 393
 Rayner: 121, 393
 Reeves: 28, 40, 381, 393
 Remington: 70, 74, 78, 390, 402
 Rieman: 253, 369, 388, 389, 396
 Roberts: 199, 386, 393
 Robinslaw: 122, 396
 Robles: 157, 383, 385, 393
 Rogers: 37, 38, 193, 393
 ROI: 293, 296, 302, 303, 304, 308, 308, 309, 312
 Rosenbloom: 56, 391, 402
 Rosenfeld: 137, 149, 184, 232, 233, 236, 237, 239, 390, 393, 394
 Rosson: 385, 391
 Roussos P.: 106, 393
 Rubin: 252, 393
 Rules: 45, 47, 57, 98, 189, 393, 402
 Saccades: 115, 288
 Sahami: 4, 393
 Salomon: 96, 393
 Salvendy: 374, 389
 Sample (Δείγμα): 316, 318, 323, 333, 335, 336, 338, 339, 398
 Sampling error (Σφάλμα δειγματοληψίας): 316, 319, 405
 Sampling (Δειγματοληψία): 196, 316, 318, 319, 388, 390, 399, 405
 Sauro: 320, 393
 Saward: 184, 233, 394
 Schaefer: 92, 383
 Schank: 81, 394
 Schneider: 264, 394
 Senay: 264, 394
 Sensory memory (Αισθητήρια μνήμη): 44, 47, 48, 49, 50, 51, 397
 Sethian: 392, 394
 Shepard: 82, 83, 394
 Shiffrin: 47, 264, 381, 394
 Shneiderman B.: 37, 38, 39, 106, 115, 118, 126, 134, 138, 139, 143, 149, 202, 213, 394
 Simon: 30, 71, 177, 394
 Simone: 269, 384
 Sinclair: 111, 379
 Sinha: 236, 237, 239, 240, 394

Smartphone: 216, 404
 Smith: 240, 241, 243, 254, 386, 394
 SNIF Act theory: 44, 70, 71, 75, 385, 392, 402
 Sohn: 195, 394
 Spearman test: 263, 346
 Speech acts (Δια λόγου ενέργειες): 92, 399
 Spiral model: 180, 382, 399
 Stahl: 196, 395
 Star model (Αστεροειδές μοντέλο): 181, 386, 398
 Star: 19, 20, 23, 84, 104, 142, 181, 386, 398
 State transition diagrams (Διαγράμματα καταστάσεων): 200, 399
 Statistic (Στατιστικός δείκτης ή στατιστικό): 316, 318, 325, 332, 336, 338, 339, 342, 347, 349, 354, 357, 384, 393, 400, 403, 404
 Stetson: 265, 375, 395
 Strintzis: 390, 395
 Stroop: 68, 354, 356, 357, 395
 Survey (Έρευνα με ερωτηματολόγιο): 194, 265, 383, 386, 387, 388, 391, 400
 SUS: 265, 290, 319, 321, 323, 333, 335, 350, 351, 374, 375, 376, 381, 382
 Svensson: 196, 395
 Tablet: 109, 111
 Tahir: 229, 391
 Task analysis (Ανάλυση εργασιών): 57, 176, 187, 188, 189, 216, 268, 280, 384, 387, 388, 395, 396, 397, 400
 Teevan: 235, 395
 Text device (Συσκευή κειμένου): 104, 105, 392, 405
 TFT: 118, 119
 Thimbleby: 120, 385, 386
 Think aloud protocol: 190, 404
 ThinkPad: 112, 379
 Three Mile Island: 2, 32
 Thurman: 31, 395
 Torre: 157, 385, 393
 Touchscreen: 112, 113
 Trackball: 109, 110, 116, 127
 TrackPoint: 111, 379
 Tselios N.: 137, 141, 188, 237, 244, 264, 265, 266, 375, 387, 392, 395
 Tullis: 236, 237, 240, 262, 265, 289, 298, 318, 320, 321, 323, 324, 328, 348, 367, 375, 395
 Tzovaras: 170, 387, 390, 395
 UAN: 36, 200
 Unix: 100, 136
 UPA: 3, 395
 Usability evaluation: 40, 354, 381, 382, 385, 386, 387, 389, 390, 391, 392, 393, 395, 396, 397, 400
 Usability (Ευχρηστία): 2, 3, 12, 14, 30, 36, 40, 184, 253, 265, 289, 312, 354, 374, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 400
 Usefulness: 374, 384
 User analysis: 176, 189, 382, 383, 384, 387, 388, 389, 390, 395, 396, 397
 User-centered design (Χρηστοκεντρικός σχεδιασμός): 16, 31, 176, 177, 184, 202, 252, 385, 386, 388, 391, 392, 397, 405, 406
 Usort: 366, 368
 Vainamo: 190, 386
 Vaysseix: 121, 393
 Virtual reality (Εικονική πραγματικότητα): 134, 146, 382, 383, 388, 396, 399
 Virzi: 293, 395
 VisiCalc: 25, 139
 Votis: 170, 387
 Voxel: 390, 392
 Wacom: 112, 379
 Waldo: 368, 384
 Wang: 172, 383
 Warfel: 240, 389
 Waterfall model (Μοντέλο καταρράκτη): 178, 402
 Watters: 120, 389
 WAVEWebber: 22, 386

Weiser: 26, 396
Weiss: 196, 382
Wertheimer: 65, 396, 398
Wharton: 369, 386, 389, 396
Wickelgren: 52, 396
Wikimedia: 18, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 114,
115, 147, 378, 379, 380
Wikipedia: 146, 378, 379, 380
Wilcoxon test: 263, 343
Wilkinson: 122, 396
WIMP: 23, 104, 142, 395
Windows: 23, 24, 82, 84, 85, 100, 104, 142, 243,
347
Winograd: 31, 93, 384, 396
Within-subjects studyWong: 294, 295, 296, 396
Wood: 236, 237, 367, 395
Working memory (Μνήμη εργασίας): 44, 51, 381,
401
Wroblewski: 139, 149
WYSIWYG: 20, 134
Xenos M.: 141, 265, 375, 387
Xerox PARC: 19, 20, 21, 23, 46, 84
Xiao: 172, 389
Zhai: 55, 402

Ο κύριος στόχος του βιβλίου αυτού, είναι η εισαγωγή του αναγνώστη στις βασικές έννοιες, το θεωρητικό υπόβαθρο, τις μεθόδους, τους κανόνες, τις αρχές σχεδιασμού και τα εργαλεία της επιστήμης της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου – Υπολογιστή. Όλα αυτά αναλύονται εδώ, μέσα από το πρίσμα της αξιοποίησής τους για τη σχεδίαση εύχρηστων υπολογιστικών συστημάτων, που είναι προσαρμοσμένα στις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά των χρηστών τους και που ικανοποιούν τις απαιτήσεις για θετική εμπειρία χρήσης.

Το βιβλίο αυτό, έχει προκύψει από τη συσσωρευμένη εμπειρία της συγγραφικής ομάδας στη διδασκαλία του αντικειμένου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση επί σειρά ετών. Απευθύνεται κυρίως σε φοιτητές Τμημάτων Υπολογιστών και Πληροφορικής. Επίσης, μπορεί να φανεί χρήσιμο σε ερευνητές και φοιτητές που μελετούν την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή από την οπτική γωνία άλλων επιστημών (εργονομία, γνωστική ψυχολογία κλπ.). Ακόμη, μπορεί να φανεί χρήσιμο σε όσους εμπλέκονται στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη, τη σύνταξη προδιαγραφών και την αξιολόγηση λογισμικού υπολογιστικών συστημάτων που αλληλεπιδρούν με τους χρήστες τους.

Το υλικό του βιβλίου έχει δομηθεί σε 12 κεφάλαια. Κάθε κεφάλαιο συνοδεύεται από προτεινόμενες ασκήσεις και δραστηριότητες, ενώ το τελευταίο κεφάλαιο περιλαμβάνει ενδεικτικά εργαστηριακά θέματα. Το περιεχόμενο του βιβλίου εμπλουτίζεται από υλικό που βρίσκεται στο δικτυακό τόπο του βιβλίου, ενώ συνοδευτικό υλικό, υπό μορφή διαλέξεων, ασκήσεων, διαφανειών, κλπ, διατίθεται στο ανοικτό μάθημα με τίτλο: «Επικοινωνία Ανθρώπου-Μηχανής και Σχεδίαση Διαδραστικών Συστημάτων» που βρίσκεται στον ιστότοπο ανοικτών μαθημάτων του Πανεπιστημίου Πατρών (eclass.upatras.gr) και στο Εθνικό αποθετήριο ανοικτών μαθημάτων (ocw.kallipos.gr).



Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά
Συγγράμματα και Βοηθήματα
www.kallipos.gr

HEALLINK
Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ