ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Διπλωματική Εργασία Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών
υπό το θέμα

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ ΜΕ ΚΑΤΑΔΙΩΞΗ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ

Επισκόπηση Τεχνικών Αλληλεπίδρασης και Σχεδίαση Εφαρμογής σε Μελέτη Περίπτωσης

Εκπόνηση:
Νούσα Ευαγγελία (511/2003070)

Επιβλέπων Καθηγητής:
Κουτσαμπάσης Παναγιώτης

Εξεταστική Επιτροπή:
Κουτσαμπάσης Παναγιώτης
Σταυράκης Μόδεστος
Παπακωστόπουλος Βασίλης

Ερμούπολη, Σύρος
2012

"The eye is a window to the mind"
Anonymous.

ΑΦΙΕΡΩΣΗ.

Στον πατέρα μου Παναγιώτη Νούσα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.

Στην οικογένειά μου για την υποστήριξη τους με την εμπιστοσύνη και την υπομονή που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.

Ιδιαιτέρως δε στον καθηγητή και επιβλέπων της εργασίας μου Παναγιώτη Κουτσαμπάση για την κατανόηση του, την εμπιστοσύνη και τη συμβολή του στη Διπλωματική μου Εργασία.

Δηλώνω, υπεύθυνα, ότι η Διπλωματική Εργασία είναι εξ᾽ολοκλήρου δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντεγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Όπου έχω βασιστεί σε ιδέες ή κείμενα άλλων, έχω προσπαθήσει με όλες μου τις δυνάμεις να το προσδιορίσω σαφώς, μέσα από την καλή χρήση αναφορών, ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καταδίωξη βλέμματος (gaze tracking) έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων, που παίρνουν ως είσοδο το βλέμμα του χρήστη και του επιτρέπουν να αλληλεπιδρά απλά με τις κινήσεις των ματιών του. Η σχεδίαση των σχετικών διεπαφών (gaze interfaces) και εφαρμογών απαιτεί την επινόηση και υλοποίηση τεχνικών αλληλεπίδρασης (interaction techniques) που επιτρέπουν στον χρήστη να κάνει διάφορες δράσεις όπως επιλογή, μετακίνηση, και χειρισμό αντικειμένων, εισαγωγή κειμένου (με το βλέμμα), κ.ά, με απλές κινήσεις των ματιών του. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει ως στόχο την κριτική επισκόπηση και ταξινόμηση των πιο σημαντικών Τεχνικών Αλληλεπίδρασης με το βλέμμα (gaze interaction techniques), καθώς και τηνσχεδίαση διεπαφής με χρήση κατάλληλων τεχνικών αλληλεπίδρασης για την εφαρμογή σε δημόσιο χώρο.

Λέξεις κλειδιά
Καταδίωξη βλέμματος, Τεχνικές Αλληλεπίδρασης, Μουσείο, Διεπαφή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 5

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 12

ΣΤΟΧΟΙ & ΔΟΜΗ 13

ΜΕΡΟΣ 1^{Ο} ΕΡΕΥΝΑ

1 ^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16

ΚΑΤΑΔΙΩΞΗ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ

1.1 Ιστορική Ανασκόπηση 16
1.2 Βασικές Έννοιες 18
1.2.1 Δομή του ανθρώπινου ματιού 18
1.2.2 Κινήσεις του ματιού 20
1.3 Βασικές Τεχνολογίες 22
1.4 Λειτουργία ενός Ανιχνευτή Βλέμματος 24
1.4.1 Βαθμονόμηση 25
1.5 Χαρακτηριστικά Καταδίωξης Βλέμματος 26
1.6 Εφαρμογές της Καταδίωξης Βλέμματος 27
1.7 Σύνοψη 28

2 ^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ 29

Η ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΔΙΩΞΗ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ

2.1 Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή 29
2.1.1 Το Βλέμμα ως Μέσο Αλληλεπίδρασης 29
2.2 Περιβάλλον Διεπαφής 31
2.3 Βασικά Προβλήματα 32
2.3.1 Νόμος του Fitts 34
2.4 Αρχές Αλληλεπίδρασης με Καταδίωξη Βλέμματος 35
2.5 Σύνοψη 37

3 ^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ 38

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΔΙΩΞΗ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ

3.1 Επιλογή Αντικειμένου 40
3.1.1 Κατάδειξη MAGIC 41
3.1.1.1 Ελεύθερη προσέγγιση MAGIC 41
3.1.1.2 Συντηρητική Προσέγγιση MAGIC 42
3.1.2 Χρονική Παραμονή (Dwell time) 43
3.1.3 Κοίταγμα & Αυτόματη Ενεργοποίηση (Look & Shoot) 43
3.1.4 «Quick Glance» 44
3.1.4.1 Δυαδική Επιλογή (Binary Choice) 45
3.1.5 Εμφάνιση μενού & Επιλογή 45
3.1.6 Αξιολόγηση 47
3.2 Μετακίνηση Αντικειμένου 48
3.2.1 Επιλογή με το Βλέμμα & Μεταφορά με το Ποντίκι 48
3.2.2 Επιλογή & Μεταφορά με το Βλέμμα 48
3.2.3 Αξιολόγηση 49
3.3 Μεγέθυνση Αντικειμένου 50
3.3.1 Ενδεχόμενη Σημασιολογική Μεγέθυνση 50
3.3.2 Δυναμική Επέκταση Στόχου 50

3.3.3 Fisheye 51
3.3.4 Zoom Navigator 52
3.3.5 EyePoint 53
3.3.6 Αξιολόγηση 54
3.4 Κύλιση 55
3.4.1 Κύλιση με υποβοήθηση (Manual Scrolling) 55
3.4.1.1 Gaze Marker 56
3.4.2 Αυτόματη Κύλιση με το Βλέμμα 57
3.4.2.1 Ομαλή Κύλιση με επανατοποθέτηση του βλέμματος 58
3.4.2.2 Eye in the Middle 58
3.4.2.3 Διακριτική Κύλιση με επανατοποθέτηση του βλέμματος 59
3.4.2.4 Επιλογές Κύλισης περιμετρικά της Οθόνης (Off-screen target) 59
3.4.3 Αξιολόγηση 61
3.5 Επίδειξη Ιδιοτήτων Αντικειμένου 62
3.5.1 Συνεχής Επίδειξη Ιδιοτήτων 62
3.6 Εναλλαγή Μεταξύ Παραθύρων 63
3.6.1 Εναλλαγή & επιλογή με το βλέμμα 63
3.6.2 EyeWindows 64
3.6.2.1 Εναλλαγή παραθύρων μέσω Μεγέθυνσης 64
3.6.2.2 Alt+ Tab 66
3.6.2.3 Flip & Flip3D 66
3.6.3 EyeExposé 67
3.6.4 Αξιολόγηση 69
3.7 Εισαγωγή Κειμένου 70
3.7.1 Άμεση Χρήση του Βλέμματος 70
3.7.2 Τεχνικές πληκτρολόγησης 71
3.7.2.1 Dwell time στη γραφή με το βλέμμα 72
3.7.2.2 Blink/Wink στη γραφή με το βλέμμα 72
3.7.3 Αξιολόγηση 73
3.8 Ανατροφοδότηση 74
3.9 Άλλες Τεχνικές Αλληλεπίδρασης με το Βλέμμα 76
3.9.1 «Χειρονομίες» Βλέμματος 76
3.9.1.1 Λειτουργία & Τεχνικές Gaze Gestures 77
3.9.1.2 «Blinks & Winks» 78
3.9.2 Αξιολόγηση 78
3.10 Σύνοψη 79
3.10.1 Γενικά συμπεράσματα 79
3.10.2 Λύσεις σε Προβλήματα Αλληλεπίδρασης 80

4 Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 81

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

4.1 Πολυμέσα 81
4.1.1 "iGaze" 81
4.1.2 "NeoVisus" 83
4.1.2.1 Παιχνίδι Μνήμης 83
4.1.2.2 Προβολή Φωτογραφιών 84
4.1.2.3 Αναπαραγωγή Μουσικής 84
4.1.3 "EyeTube" 85
4.1.4 "EyeDraw" 86
4.1.5 "EyeChess" 88
4.2 Εισαγωγή Κειμένου με το Βλέμμα 89
4.2.1 "GazeTalk" 89
4.2.2 "VisionKey" 90

4.2.3 "StarGazer" 90
4.2.4 "Dasher" 91
4.3 Σύνοψη 92

ΜΕΡΟΣ 2^{Ο} ΕΙΔΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

5 ^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ 94

ΜΟΥΣΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΔΙΩΞΗ ΒΛΕΜΜΑΤΟΣ

5.1 Νέες Τεχνολογίες & Μουσεία 95
5.2 Η Καταδίωξη Βλέμματος στο Μουσείο 96
5.3 Εφαρμογές για Μουσεία 98
5.3.1 Εφαρμογή σε Μουσείο του Παρισιού 103
5.3.2 Experimentarium: EyeCatcher 104
5.3.2.1 «EyeCons» 104
5.3.3 Eye Vision Bot 105
5.4 Το Ελληνικό Περιβάλλον 106
5.5 Σύνοψη 107

6 ^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ 108

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

6.1 Στόχοι 109
6.2 Η Εφαρμογή στο Μουσείο 109
6.3 Προκλήσεις στη Σχεδίαση 110
6.4 Αρχές Αλληλεπίδρασης στην Καταδίωξη Βλέμματος 111
6.5 Σχεδιαστικές Απαιτήσεις 112
6.6 Πλαίσιο Χρήσης 114
6.6.1 Απευθυνόμενο Κοινό 115
6.6.2 Χώρος 116
6.6.3 Τεχνικός Εξοπλισμός 117
6.6.4 Σενάρια Χρήσης 119
6.7 Τεχνικές Αλληλεπίδρασης 121
6.8 Σύνοψη 124

7 ^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ 125

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗΣ ΔΙΕΠΑΦΗΣ

7.1 Περιεχόμενο Διεπαφής 125
7.2 Η Διεπαφή στην Καταδίωξη Βλέμματος 126
7.3 Οθόνες Διεπαφής 130
7.4 Διεπαφή & Τεχνικές Αλληλεπίδρασης 138
7.5 Σενάρια & Οδηγίες Χρήσης 142
7.5.1 Οδηγίες Χρήσης 144
7.6 Συζήτηση & Προτάσεις 145
7.7 Σύνοψη 145

ΕΠΙΛΟΓΟΣ 146

ΣΥΜΒΟΛΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 148

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 149

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 150

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 159

Ευρετηριο Εικονων

Εικονα 1-1. Εξωτερικη αναπαρασταση του οφθαλμου..... 18
Εικονα 1-2. Δομη του ανθρωπινου ματιου 19
Εικονα 1-3. α) Βολβος ματιου με μυωπια, β) Βολβος ματιου με πρεσβυωπια..... 20
Εικονα 1-4. α) Φακος ματιου με μυωπια, β) Φακος ματιου με πρεσβυωπια 20
Εικονα 1-5. Φακος επαφης. 23
Εικονα 1-6. Αναγνωριση των κινησεων και της θεσης των ματιων. 23
Εικονα 1-7. Εμφανιση αντανακλασης κερατοειδους και φωτεινης κορης. 24
Εικονα 1-8. Η θεση της αντανακλασης του κερατοειδη 24
Εικονα 1-9. Ενδεικτικες οθονες βαθμονομησης. 25
Εικονα 3-1. Οθονη απο πειραματικη μελετη για την επιλογη αντικειμενου με το βλεμμα. 40
Εικονα 3-2. Η τεχνικη ελευθερης προσεγγισης MAGIC. 42
Εικονα 3-3. Η τεχνικη συντηρητικης προσεγγισης MAGIC. 42
Εικονα 3-4. Ενδεικτικη οθονη ATM για την εισαγωγη κωδικου PIN με τη χρηση του βλεμματος. . 43
Εικονα 3-5. Παραδειγμα εμφανισης στοχου για την τεχνικη Quick Glance. 44
Εικονα 3-6. Binary Choice. 45
Εικονα 3-7. Εμφανιση ενος μενου απο τον τιτλο..... 46
Εικονα 3-8. Δυναμικη επεκταση στοχου και διορθωση στη βαθμονομηση. 51
Εικονα 3-9. Εφαρμογη της τεχνικης μεγεθυνσης Fisheye. 52
Εικονα 3-10. Στιγμιοτυπα απο εφαρμογη της μεθοδου Zoom Navigator. 53
Εικονα 3-11. EyePoint. Οι διαδοχικες δρασεις κατα την χρηση της τεχνικης. 54
Εικονα 3-12. Τα βελη Page Up, Page Down στην εφαρμογη του Jacob R.J.K. 55
Εικονα 3-13. Εφαρμογη τεχνικης κυλισης με τα βελη σε τηλεφωνικο καταλογο 56
Εικονα 3-14. Η τεχνικη Gaze Marker στην κυλιση με το βλεμμα. 57
Εικονα 3-15. Συνηθεστερος τροπος αναγνωσης. Υπολογισμος ταχυτητας αναγνωσης (Δy/Δt). 57
Εικονα 3-16 Τεχνικη ομαλης κυλισης με επανατοποθετηση του βλεμματος.. 58
Εικονα 3-17. Τεχνικη "Eye in the middle".. 59
Εικονα 3-18. Η Διακριτικη Κυλιση. 59
Εικονα 3-19. Τεχνικη οπτικων στοχων εκτος οθονης. 61
Εικονα 3-20. Οθονη απο το συστημα παρακολουθησης ματιου του Jacob R.J.K. σ. 62
Εικονα 3-21. Τεχνικη εναλλαγης Hotkeys (περιπτωση 4 παραθυρων). 64
Εικονα 3-22. EyeWindows.. 65
Εικονα 3-23. Μια ψηφιακη εικονα με εννεα εικονιδια.. 66
Εικονα 3-24. Για την επιλογη ενος νεου παραθυρου ο χρηστης βλεπει το εικονιδιο, ενω. 66
Εικονα 3-25. Τρισδιαστατη εναλλαγη παραθυρων σε περιβαλλον Windows Vista & 7..... 67
Εικονα 3-26. Άποψη προβολης ανοικτων εφαρμογων σε περιβαλλον Mac OS X 68
Εικονα 3-27. EyeExpose.. 68
Εικονα 3-28. Μια μορφη εικονικου πληκτρολογιου και οθονη προβολης παραγομενου κειμενου. 71
Εικονα 3-29. Εικονικο πληκτρολογιο απο το συστημα γραφης με το βλεμμα "Erica" 72
Εικονα 3-30. Η συρρικνωση στο συστημα ERICA. 75
Εικονα 3-31. Τεχνικες αναδρασης συστηματος. 75
Εικονα 3-32. Gaze Gestures απο το πρωτοτυπο «EdgeWrite». 77
Εικονα 4-1. iGaze: προβολη των αλμπουμ 82
Εικονα 4-2. iGaze: προβολη εικονας..... 82
Εικονα 4-3. Οπτικη ανατροφοδοτηση που παρεχεται απο gidgets. 83
Εικονα 4-4. Στιγμιοτυπο απο το πρωτοτυπο «Παιχνιδι Μνημης» 83
Εικονα 4-5. NeoVisus, προβολη φωτογραφιων.. 84
Εικονα 4-6. NeoVisu, προβολης καλλιτεχνων. 85
Εικονα 4-7. NeoVisus, προβολη αλμπουμ και τραγουδιων. 85
Εικονα 4-8. Απλη εκδοση οθονης διεπαφης για το Eye Tube. 86

Εικονα 4-9. Πλουσια εκδοση διεπαφης για το Eye Tube. 86
Εικονα 4-10. Ζωγραφικη στο EyeDraw. 87
Εικονα 4-11. Κυρια οθονη απο το EyeChess. 88
Εικονα 4-12. EyeChess. 88
Εικονα 4-13. EyeChess. 89
Εικονα 4-14. Στιγμιοτυπο του συστηματος GazeTalk13. 89
Εικονα 4-15. Συστημα γραφης με το βλεμμα, VisionKey. 90
Εικονα 4-16. Στιγμιοτυπο απο το StarGazer. 91
Εικονα 4-17. Dasher. Συστημα γραφης με το βλεμμα. 92
Εικονα 5-1. Διαφημιστικη αφισα της Διεθνους Αμνηστιας. 96
Εικονα 5-2. "Big Smile" εργο του καλλιτεχνη Brian Knep για αλληλεπιδραση με το βλεμμα. 97
Εικονα 5-3. Εικονα απο πειραμα που δειχνει τις προσηλωσεις και τα μονοπατια σαρωσης. 97
Εικονα 5-4. Διεπαφη για αλληλεπιδραση βασισμενη στο χρονο εστιασης 99
Εικονα 5-5. Η κινηση του κερσορα (A) στην περιοχη (B). 100
Εικονα 5-6. Παραδειγμα gaze-aware εφαρμογης παροχης πληροφοριων σε μουσειο. 102
Εικονα 5-7. Μια πιθανη gaze-aware εφαρμογη. 102
Εικονα 5-8 . Παραδειγμα gaze-controlled εφαρμογης για ιστοσελιδα μουσειου. 103
Εικονα 5-9. Απεικονιση της εγκαταστασης EyeCatcher. 104
Εικονα 5-10. Ακολουθια ενεργοπιησης του κουμπιου EyeCon για το συστημα EyeCather. 105
Εικονα 5-11. Eye Vision Bot στο μουσειο media του ZKM. 106
Εικονα 6-1. Φορητος ανιχνευτης βλεμματος με τη μοναδα επεξεργαστη. 118
Εικονα 6-2. Ενδεικτικη απεικονιση χωρου εγκαταστασης. 119
Εικονα 7-1. Αρχικη οθονη διεπαφης. 131
Εικονα 7-2. Αρχικη οθονη κατηγοριας «Κρασια». 132
Εικονα 7-3. Οθονη «Κρασια». Πληροφοριες για τα κρασια στις Κυκλαδες. 132
Εικονα 7-4. Οθονη «Οινοποιεια». Επιλογη Οινοποιειου. 133
Εικονα 7-5. Οθονη «Οινοποιεια». 133
Εικονα 7-6. Οθονη «Οινοποιεια». Αριστερη πλοηγηση, επιστροφη στα προηγουμενα. 134
Εικονα 7-7. Οθονη «Οινοποιεια». 134
Εικονα 7-8. Οθονη «Τυποι Κρασιων». Επιλογη κατηγοριας κρασιου. 135
Εικονα 7-9. Προβολη διαθεσιμων προϊοντων κατηγοριας. 135
Εικονα 7-10. Οθονη «Εικονες». 136
Εικονα 7-11. Μεγεθυμενη προβολη επιλεγμενης εικονας και σχετικες πληροφοριες. 136
Εικονα 7-12. Οθονη «Βιντεο». 137
Εικονα 7-13. Οθονη προβολης επιλεγμενου Βιντεο. 137
Εικονα 7-14. Αναδραση κατα την επιλογη με την τεχνικη Dwell time. 138
Εικονα 7-15. Αναδραση κατα την επιλογη με την τεχνικη Look & Shoot. 139
Εικονα 7-16. Αναδραση με την τεχνικη Dwell time στα κουμπια χειρισμου προβολης βιντεο. 139
Εικονα 7-17. Αναδραση κατα την επιλογη με την τεχνικη Look & Shoot. 140
Εικονα 7-18. Εικονικη αναπαρασταση του ηχου στη διεπαφη. 140
Εικονα 7-19. Ενημερωση για την εφαρμογη και Οδηγιες Χρησης της 144
Εικονα Π-1. Φορητος Ανιχνευτης Βλεμματος της Tobii. 162
Εικονα Π-2. Φορητος ανιχνευτης βλεμματος της SMI (SensoMotoric Instruments) 164
Εικονα Π-3. Φορητος ανιχνευτης βλεμματος (NeXt Generation Mobile Eye XG) απο την ASL. 166

Ευρετηριο Πινακων

Πινακας 7-1. Η αναδραση του συστηματος για καθε στοιχειο της διεπαφης και για καθε τεχνικη αλληλεπιδρασης που χρησιμοποιειται. 141
Πινακας 7-2. Η πλοηγησης για την πληροφορια της διεπαφης, στη θεματικη ενοτητα «Κρασια».142

Ευρετηριο Διαγραμματων

Διαγραμμα 4-1. Διαγραμμα μεταβασης δρασεων και αλλαγης καταστασης στο EyeDraw..... 87
Διαγραμμα 6-1. Storyboard χρησης της εφαρμογης. 120
Διαγραμμα 7-1. Wireframe. Διαταξη στοιχειων στις οθονες της διεπαφης. 127
Διαγραμμα 7-2. Ιεραρχηση οθονων διεπαφης. 128
Διαγραμμα 7-3. Αναπαραστάση εργασιας του χρηστη στη διεπαφη. 143

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Λόγω της τεράστιας προόδου στην τεχνολογία των υπολογιστών τις τελευταίες δεκαετίες, οι δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών (Η/Υ) αυξήθηκαν εντυπωσιακά και η εργασία με έναν υπολογιστή έγινε μια φυσιολογική δραστηριότητα για όλους. Με όλες τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει ένα υπολογιστικό σύστημα, δεν θα έπρεπε να παρουσιάζονται περιοριστικοί παράγοντες μεταξύ των ανθρώπων και της αλληλεπίδρασής τους. Αυτό οδήγησε σε πολλές έρευνας στον τομέα της Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (Human Computer Interaction - HCI) με στόχο να καταστήσει την αλληλεπίδραση πιο εύκολη, πιο έξυπνη και πιο αποτελεσματική. Η αλληλεπίδραση δεν περιορίζεται πια στο πληκτρολόγιο και το ποντίκι. Διαφορετικά είδη συσκευών κατάδειξης, επιφάνειες αφής, οθόνες υψηλής ανάλυσης, μικρόφωνα και ηχεία αποτελούν συνήθεις διατάξεις για την αλληλεπίδραση με υπολογιστή σήμερα. Έχουν ανακαλυφθεί και χρησιμοποιούνται νέες μορφές για την αλληλεπίδραση με τον Η/Υ, όπως η αλληλεπίδραση με το λόγο, εισαγωγή δεδομένων με χειρονομίες ή με αισθητήρες. Μια περαιτέρω μορφή εισόδου είναι το βλέμμα των ανθρώπινων ματιών που βρίσκει σήμερα την εφαρμογή του σε συστήματα πρόσβασης που οδηγούν στη γέννηση της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος (gaze tracking). Τέτοια συστήματα συνήθως χρησιμοποιούν το βλέμμα ως μοναδική είσοδο, αλλά εκτός του τομέα προσβασιμότητας, το βλέμμα μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες μορφές εισόδου.

Τα μάτια είναι το πιο εκφραστικό μέσο του ανθρώπου στην επικοινωνία του και μια πλούσια πηγή για τη συλλογή πληροφοριών στην καθημερινή ζωή. Ως εκ τούτου, το ανθρώπινο βλέμμα θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως μια μέθοδος αλληλεπίδρασης πέρα από τον τομέα της προσβασιμότητας στα υπολογιστικά συστήματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία του υπολογιστή, όπως το ποντίκι και το πληκτρολόγιο. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι είναι ένα πολύ καλό μέσο για τον εντοπισμό της προσοχής ή της πρόθεσης του χρήστη για τις ενέργειες που επιθυμεί. Χρησιμοποιώντας το για τη συλλογή πληροφοριών ως μορφή εισροής, μπορεί να επιτρέψει σε ένα σύστημα να κερδίσει περισσότερες γενικές πληροφορίες σχετικά με το έργο του χρήστη, και στη συνέχεια θα μπορούσε να λειτουργήσει ως μοχλός για την σχεδίαση διεπαφών που είναι πιο διαισθητικές και έξυπνες.

Η τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος αφορά την παρακολούθηση των μετακινήσεων των ματιών μας και τον υπολογισμό των σημείων εστίασης τους από τον Η/Υ σε πραγματικό χρόνο. Η χρησιμότητα της προαναφερθείσας τεχνολογίας στο πεδίο της αλληλεπίδρασης, αφορά τόσο την σχεδίαση νέων τρόπων φυσικής αλληλεπίδρασης, όσο και την αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη βάση της ερμηνείας αποτελεσμάτων της καταδίωξης. Ο σχεδιασμός τεχνικών αλληλεπίδρασης, που χρησιμοποιούν το βλέμμα για

την παροχή πληροφοριών στα υπολογιστικά συστήματα, έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τις παραδοσιακές μορφές αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή και όχι να αντικαταστήσει τις υπάρχουσες. Προσφέροντας βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις αλληλεπίδρασης, όπου οι χρήστες μπορεί να επιλέξουν ανάλογα με τις ικανότητες, τα καθήκοντα και τις προτιμήσεις τους.

Στοχοι & Δομη

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία θέτει ως στόχους:

- Την κριτική επισκόπηση και ταξινόμηση των πιο σημαντικών τεχνικών αλληλεπίδρασης με το βλέμμα (gaze interaction techniques).

- Τη σχεδίαση διεπαφής με χρήση κατάλληλων τεχνικών αλληλεπίδρασης για εφαρμογή σε δημόσιο χώρο.

Η Διπλωματική Εργασία, σύμφωνα με αυτούς τους στόχους, χωρίζεται σε δυο μέρη και συνολικά επτά κεφάλαια.
Στο πρώτο μέρος (Έρευνα) περιλαμβάνονται τα τέσσερα πρώτα κεφάλαια, που αφορούν την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος σχετικά με την αλληλεπίδραση της και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Στο δεύτερο μέρος (Ειδική Περίπτωση Μελέτης) περιλαμβάνονται τα τρία τελευταία κεφάλαια που αφορούν την ειδική περίπτωση μελέτης για τη σχεδίαση εφαρμογής για περιβάλλον μουσείου και το σχεδιασμό διεπαφής που θα ενσωματώνει τεχνικές αλληλεπίδρασης για την καταδίωξη βλέμματος.

1ο Κεφάλαιο (Καταδίωξη Βλέμματος).
Ο αναγνώστης εισάγεται στην τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος. Αναφορά στην εξελικτική της πορεία μέχρι σήμερα, στις βασικές τεχνολογίες που απαιτούνται και τον τρόπο που λειτουργεί, στα χαρακτηριστικά της και τους τομείς που βρίσκει εφαρμογή.

2ο Κεφάλαιο (Η Αλληλεπίδραση στην Καταδίωξη Βλέμματος).
Επικεντρώνεται στην έννοια της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής, όπως αυτή λειτουργεί για την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος. Παρουσιάζεται το περιβάλλον διεπαφής της, με τα προβλήματα που εντοπίζονται και ορισμένες βασικές αρχές για επιτυχημένη αλληλεπίδραση κατά την χρήση της.

3ο Κεφάλαιο (Τεχνικές Αλληλεπίδρασης στην Καταδίωξη Βλέμματος).
Αποτελεί το κύριο κεφάλαιο. Περιλαμβάνει την έρευνα, τη συλλογή, την ταξινόμηση και την παρουσίαση των τεχνικών που χρησιμοποιούνται κατά την αλληλεπίδραση με καταδίωξη βλέμματος.

4ο Κεφάλαιο (Συστήματα Εφαρμογών).
Παρουσιάζονται ορισμένα συστήματα εφαρμογής, που ενσωματώνουν διάφορες τεχνικές αλληλεπίδρασης. Στόχος είναι να καταλάβει ο αναγνώστης/ερευνητής, πως μπορούν να συνδυαστούν οι τεχνικές σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα εφαρμογής.

5ο Κεφάλαιο (Μουσεία και Καταδίωξη Βλέμματος).
Ερευνά το αντικείμενο που θα απασχολήσει την σχεδίαση εφαρμογής και το οποίο αφορά ένα περιβάλλον μουσείου. Γίνεται μια σύντομη έρευνα για τις ήδη υπάρχουσες εφαρμογές σε μουσεία.

6ο Κεφάλαιο (Επισκόπηση Σχεδίασης Εφαρμογής).
Παρουσιάζεται η σχεδίαση της εφαρμογής, όσο αφορά, αρχές αλληλεπίδρασης για την καταδίωξη βλέμματος, ανάλυση του πλαισίου χρήσης, καθορισμός σχεδιαστικών απαιτήσεων και επιλογή τεχνικών αλληλεπίδρασης.

7ο Κεφάλαιο (Σχεδιασμός Διεπαφής).
Μελετά και παρουσιάζει το σχεδιασμό της διαδραστικής διεπαφής για την εφαρμογή: καθορίζονται οι σχεδιαστικές προδιαγραφές της και αναλύεται η σχεδίαση της διεπαφής και η εφαρμογή των τεχνικών αλληλεπίδρασης.

ΜΕΡΟΣ 1ο

ΕΡΕΥΝΑ

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Καταδίωξη Βλέμματος

Η τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος (eye tracking / eye gaze technology) εφαρμόζεται για περισσότερα από τριάντα χρόνια τώρα και αποτελεί ένα εργαλείο για την καταγραφή των κινήσεων του οφθαλμού ενός χρήστη, κατά τη διάρκεια της παρατήρησης οπτικών σκηνών που προβάλλονται σε μία οθόνη ηλεκτρονικού υπολογιστή, χρησιμοποιώντας έναν ανιχνευτή βλέμματος (eye tracker). Ο ανιχνευτής βλέμματος είναι μια συσκευή (κάμερα) που εντοπίζει και υπολογίζει την κατεύθυνση του βλέμματος του χρήστη.

Ο όρος ανίχνευση ματιού (eye tracking) σημαίνει την εκτίμηση της κατεύθυνσης του βλέμματος του χρήστη. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η εκτίμηση της κατεύθυνσης του βλέμματος, σημαίνει την αναγνώριση του αντικειμένου πάνω στο οποίο επικεντρώνεται η προσοχή του χρήστη. Στην περίπτωση μιας πρότυπης συσκευής ηλεκτρονικού υπολογιστή, οι συντεταγμένες στην οθόνη προσδιορίζουν το αντικείμενο του βλέμματος. Η ερμηνεία της κατεύθυνσης του βλέμματος είναι πιο περίπλοκη για την παρακολούθηση των ματιών σε 3D εικονικούς κόσμους και γίνεται δύσκολη όταν αλληλεπιδρούν με τον πραγματικό κόσμο. [Drewes 2010]

1.1 Ιστορική Ανασκόπηση

Η μελέτη και εφαρμογή πάνω στον τομέα της καταδίωξης βλέμματος (Jacob et al. [2003], Majaranta [2009], Mohamed et al. [2008], Richardson et al. [2004], [w2], [w20], [w32]) ξεκινά κοντά στα τέλη του 1800, όπως διαπιστώθηκε μετά από έρευνα, ξεπερνώντας την ευρεία χρήση των υπολογιστικών συστημάτων. Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του, οι κινήσεις των ματιών μελετήθηκαν, κυρίως μόνο για να παρατηρηθεί η φύση των κινήσεων του ανθρώπινου ματιού, παρά για να χρησιμοποιηθούν για την επικοινωνία.

1879: Ο Louis Emile Javal παρατηρεί ότι οι άνθρωποι δεν διαβάζουν με ένα ομαλό πέρασμα των ματιών κατά μήκος του κειμένου, αλλά μέσα από μια σειρά σύντομων σταθεροποιήσεων του ματιού που δεν είναι δυνατόν να γίνουν αντιληπτές και να ελεγχτούν από τους ίδιους.

Δεκαετία 1900: Οι Dodge και Cline, το 1901, ανέπτυξαν την πρώτη ακριβή μη επεμβατική τεχνική παρακολούθησης ματιού, χρησιμοποιώντας το φως που αντανακλάται από τον κερατοειδή (μέχρι τότε μέθοδοι εντοπισμού της προσοχής του βλέμματος ήταν παρεμβατικές με άμεση μηχανική επαφή με τον κερατοειδή).

Δεκαετία 1930: Ο Miles Tinker εφαρμόζει κάποιες τεχνικές από τη φωτογραφία, για τη μελέτη των κινήσεων των οφθαλμών κατά την ανάγνωση (καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων σε φιλμ). Και το 1931 οι Earl, James και Carl Taylor δημιούργησαν τα Ophthalmograph και Metronoscope, συσκευές που χρησιμοποιούνταν για την καταγραφή των κινήσεων των οφθαλμών κατά την ανάγνωση γενικά, αλλά και ως εκπαιδευτικά εργαλεία για την εκμάθηση πιο αποτελεσματικής ανάγνωσης.

Δεκαετία 1940: Οι Paul Fitts, Jones και Milton, το 1947, χρησιμοποίησαν κάμερες για τον έλεγχο των κινήσεων των ματιών παρακολουθώντας τις αντιδράσεις των πιλότων, κατά τη διάρκεια προσγείωσης του αεροπλάνου. Ενώ, το 1948 οι Hartridge και Thompson εισάγουν τον πρώτο ανιχνευτή βλέμματος που θα στηρίζεται στο κεφάλι (head-mounted eye tracker). Η καινοτομία τους απελευθερώνει τους συμμετέχοντες σε μελέτες, από τους αυστηρούς περιορισμούς στις κινήσεις του κεφαλιού.

Δεκαετία 1950: Σημαντική πρόοδο προκαλεί η εφεύρεση του Mackworth, το 1958, για την καταγραφή των κινήσεων του ματιού μέσα από την αλλαγή της οπτικής σκηνής σε σχέση με τη θέση του παρατηρητή.

Δεκαετία 1960: Ο Shackel, το 1960, και οι Mackworth και Thomas, το 1962, δημιουργούν νέα συστήματα ανίχνευσης βλέμματος με στήριξη στο κεφάλι, λιγότερο ενοχλητικά και με ακόμα μεγαλύτερη μείωση των περιορισμών στις κινήσεις του κεφαλιού.

Δεκαετία 1970: Μεγάλο μέρος των μελετών επικεντρώνεται σε έρευνες για τη διερεύνηση του πώς το ανθρώπινο μάτι λειτουργεί και τι μπορεί να αποκαλύψει για αντιληπτικές και γνωστικές διεργασίες. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται σε τεχνικές βελτιώσεις για την αύξηση της ακρίβειας και τη μείωση των επιπτώσεων στα μάτια των συμμετεχόντων. Η ανακάλυψη ότι οι πολλαπλές αντανακλάσεις από το μάτι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το διαχωρισμό των διαφόρων θέσεων του ματιού από τις κινήσεις του κεφαλιού, βελτίωσε την ακρίβεια εντοπισμού του ματιού και προετοίμασε το έδαφος για περαιτέρω εξελίξεις με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ελευθερία κινήσεων του ατόμου.

Δεκαετία 1980: Με την ανάπτυξη των υπολογιστών, οι ερευνητές άρχισαν να διερευνούν τους τρόπους εφαρμογής της τεχνολογίας ανίχνευσης βλέμματος για την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή σε πραγματικό χρόνο. Οι πρώτες εφαρμογές επικεντρώθηκαν κυρίως σε χρήστες με ειδικές ανάγκες. Οι Just και Carpenter διατύπωσαν την υπόθεση «Strong Eye-mind», σύμφωνα με την οποία, όταν ένας χρήστης κοιτά σε ένα σημείο σκέφτεται ταυτόχρονα και δεν υπάρχει διαφορά με την ενέργεια που πραγματοποιεί. Η υπόθεση αυτή, μέχρι και σήμερα, λαμβάνεται ως δεδομένη κατά την έναρξη κάθε ερευνάς καταδίωξης βλέμματος. Επόμενο βήμα, οι ομάδες μάρκετινγκ άρχισαν να χρησιμοποιούν τις μελέτες παρακολούθησης ματιών για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των διαφημίσεων στα έντυπα.

Δεκαετία 1990: Μεγάλοι οργανισμοί άρχισαν να χρησιμοποιούν την τεχνολογία ανίχνευσης βλέμματος για μετρήσεις των αντιδράσεων στην προβολή της πληροφορίας που λαμβάνεται μέσω του Διαδικτύου, αλλά και για το σχεδιασμό των ιστοσελίδων. Όσο αφορά την πρόοδο της ίδιας της τεχνολογίας ανίχνευσης βλέμματος, οι ερευνητές στράφηκαν στην τεχνολογία αυτή, για να χρησιμοποιηθεί ως μέσο εισόδου δεδομένων σε

ηλεκτρονικά συστήματα π.χ. Jacob [1991], Morimoto et al [1999], Starker & Bolt [1990], Vertegaal [1999].

2001 μέχρι σήμερα: Η εταιρία Tobii Technology, αλλά και άλλες εταιρείες, έχει αναπτύξει τεχνολογίες εντοπισμού βλέμματος, που επιτρέπουν στο χρήστη Η/Υ να αλληλεπιδρά με κάποια διαδραστική εφαρμογή και πολύ περισσότερο, εξυπηρετεί άτομα με ειδικές ανάγκες να ελέγχουν συσκευές χρησιμοποιώντας μόνο τα μάτια τους. Τέλος, αποτελεί εργαλείο των σχεδιαστών για να κατανοήσουν πώς οι χρήστες βλέπουν σε μια ιστοσελίδα.

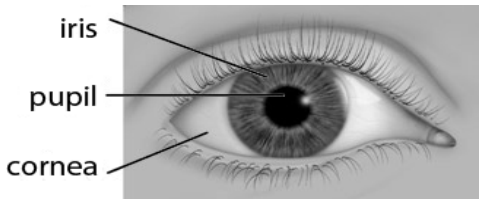
1.2 Βασικές Έννοιες

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να γίνουν γνωστές ορισμένες βασικές έννοιες για την εφαρμογή της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος. Κύριο όργανο στο οποίο στηρίζεται η τεχνολογία αυτή είναι τα μάτια του ανθρώπου, των οποίων οι αντιδράσεις, σε συνδυασμό με κάποιους άλλους παράγοντες, καθορίζουν την επιτυχία ή αποτυχία της εφαρμογής της.

1.2.1 Δομή του ανθρώπινου ματιού

Ο οφθαλμός αποτελεί ένα από τα βασικά όργανα του ανθρώπινου σώματος και άλλων ζωντανών οργανισμών, μέσω του οποίου πραγματοποιείται η λειτουργία της όρασης. Είναι από τα κύρια όργανα που λαμβάνουν ερεθίσματα και συμβάλλουν στην αντίληψη του περιβάλλοντος γύρω μας. [Morimoto 2004], [w8]

Το μάτι έχει σχεδόν σφαιρικό σχήμα με ακτίνα κοντά στα 12 mm και βρίσκεται μέσα στον οφθαλμικό κόγχο του κρανιακού οστού. Η λειτουργία του υποστηρίζεται και προστατεύεται από τα βλέφαρα, τη δακρυϊκή συσκευή και τους εξωβολβικούς μύες. Τα βλέφαρα προστατεύουν το βολβό του ματιού, η δακρυϊκή συσκευή εκκρίνει τα δάκρυα που διατηρούν τα βλέφαρα και την επιφάνεια του βολβού υγρά, ενώ οι εξωβοβλικοί μύες ελέγχουν τις κινήσεις του ματιού. Τα εξωτερικά ορατά μέρη του ματιού είναι η ίριδα (iris), η κόρη (pupil) που βρίσκεται στο κέντρο της ίριδας και ο κερατοειδής χιτώνας (sclera), (*Εικόνα 1-1*).



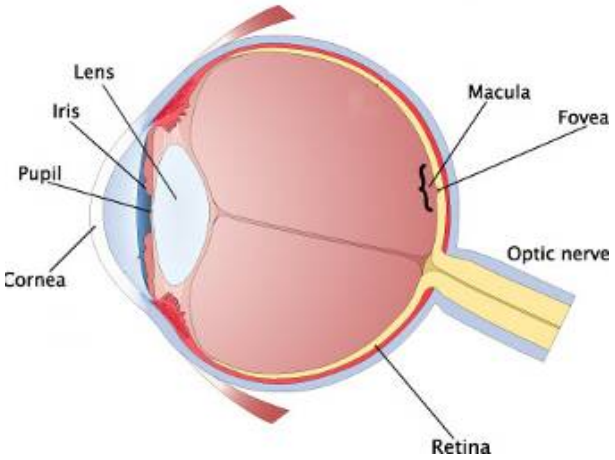
Εικόνα 1-1. Εξωτερική αναπαράσταση του οφθαλμού

Ο *κερατοειδής* (cornea) είναι μια προστατευτική διαφανής μεμβράνη, χωρίς αιμοφόρα αγγεία, που προεξέχει στο μπροστινό μέρος του ματιού, καλύπτοντας και προστατεύοντας την ίριδα και ολόκληρο τον οφθαλμικό βολβό. Επίσης, είναι υπεύθυνος για ένα μέρος της διάθλασης του φωτός που είναι απαραίτητη για την εστίαση.

Η *κόρη* (pupil) είναι το μεταβλητό σε μέγεθος άνοιγμα του ματιού που μπορεί να διαστέλλεται ή να συστέλλεται, καθώς αλλάζουν τα επίπεδα του φωτός, ρυθμίζοντας με αυτό τον τρόπο το φως που εισέρχεται στο μάτι. Το χρώμα της φαίνεται μαύρο, γιατί το φως που τη διαπερνά απορροφάται από τους ιστούς στο εσωτερικό του ματιού.

Η *ίριδα* (iris) περιβάλλει την κόρη και είναι ο κύριος και υπεύθυνος μυς για τη μεταβολή του μεγέθους της. Επίσης, είναι αυτή που φέρει το χρώμα των ματιών και διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο.

Συνεχίζοντας προς το εσωτερικό του οφθαλμικού βολβού, πίσω από την ίριδα και την κόρη βρίσκεται ο φακός (lens), ο αμφιβληστροειδής χιτώνας (retina), το κεντρικό βοθρίο (fovea) και τέλος το οπτικό νεύρο (optic nerve), (*Εικόνα 1-2*).



Εικόνα 1-2. Δομή του ανθρώπινου ματιού

Ο *φακός* (lens) αποτελείται από μια αμφίκυρτη πολυστρωματική δομή (ένα σταθερό και έναν εύκαμπτο φακό), το σχήμα του οποίου αλλάζει κατά τη διάρκεια της οπτικής ενέργειας. Το φως και η παρατηρούμενη εικόνα μετά από την εστίαση τους στο φακό μεταφέρονται σε ένα άλλο σημείο εστίασης στον αμφιβληστροειδή χιτώνα.

Ο *αμφιβληστροειδής* (retina) βρίσκεται στο πίσω μέρος του ματιού και αποτελείται από ένα στρώμα με διαφορετικά είδη κυττάρων. Τα περισσότερα είναι νευρικά κύτταρα, αλλά υπάρχουν και δύο είδη κυττάρων ιδιαίτερα ευαίσθητα στο φως και το χρώμα, τα κωνία και τα ραβδία ή αλλιώς φωτοϋποδοχείς. Στον αμφιβληστροειδή υπάρχει μια ωχρή κηλίδα - μια μικρή, αλλά ιδιαίτερη περιοχή - γνωστό ως το κεντρικό βοθρίο.

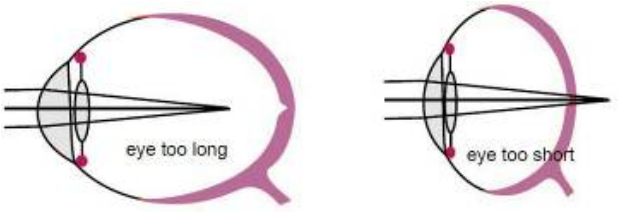
Το *κεντρικό βοθρίο* (fovea) συγκεντρώνει τα περισσότερα από τα φωτοευαίσθητα κύτταρα και αποτελεί την κεντρική και ευκρινέστερη όραση, απαραίτητη για κάθε δραστηριότητα και αντίληψη εικόνων/σκηνών με μικρές λεπτομέρειες (π.χ. οδήγηση, ανάγνωση).

Όταν το φως εισέρχεται στην κόρη, εστιάζεται μέσω του κερατοειδή χιτώνα και του φακού στον αμφιβληστροειδή, όπου τα κύτταρα φωτοϋποδοχέων στην επιφάνεια του αντιδρούν στο φως, παράγοντας μικροσκοπικά ηλεκτρικά δυναμικά. Αυτά τα σήματα με μία διαδικασία μεταγωγής σήματος καταλήγουν στο οπτικό νεύρο. Το *οπτικό νεύρο* (optic nerve) είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά αυτών των σημάτων/πληροφοριών στον εγκέφαλο. Έτσι, η πληροφορία που εισέρχεται μέσω της όρασης γίνεται αντιληπτή και κατανοητή.

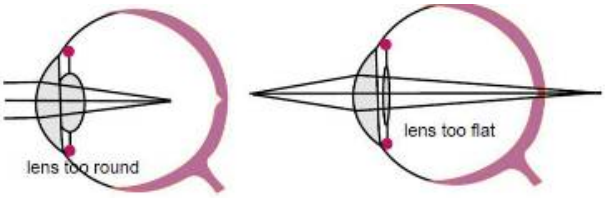
Ένα σημαντικό θέμα, στο οποίο το μάτι κατέχει σημαντικό ρόλο, είναι η συγκέντρωση της οπτικής προσοχής σε κάποιο αντικείμενο. Η δυνατότητα επικέντρωσης του βλέμματός μας εξαρτάται από δύο κύριους παράγοντες:

I. Το μέγεθος του οφθαλμικού βολβού, (*Εικόνα 1-3*),

II. Το μέγεθος του οπτικού φακού, (*Εικόνα 1-4*).



Εικόνα 1-3. α) Βολβός ματιού με μυωπία, β) Βολβός ματιού με πρεσβυωπία



Εικόνα 1-4. α) Φακός ματιού με μυωπία, β) Φακός ματιού με πρεσβυωπία

Η οπτική προσοχή είναι το αντικείμενο που απασχολεί την καταδίωξη βλέμματος. Ο προσδιορισμός της και η ανάλυσή της είναι που δίνουν ώθηση και πραγματοποιούν μια ανίχνευση ματιού για την λειτουργία πολλών εφαρμογών, όπως θα αναφερθούν παρακάτω.

1.2.2 **Κινήσεις του ματιού**

Οι άνθρωποι είναι πολύ «οπτικά όντα» καθώς διαρκώς χρησιμοποιούν τα μάτια τους για να λάβουν πληροφορία από τις πολλαπλές απόψεις γύρω τους, ώστε να πάρουν αποφάσεις σχετικά με τον κόσμο. Το μάτι μας λειτουργεί σα φωτογραφική μηχανή, που σχηματίζει μια «εικόνα» του περιβάλλοντος χώρου. Στην πραγματικότητα όμως, όλη αυτή η διαδικασία είναι μία παραπλανητική μεταφορά, γιατί ποτέ δεν υπάρχει μία στατική εικόνα, καθώς τα μάτια κινούνται διαρκώς. Οι κινήσεις αυτές έχουν σκοπό την τοποθέτηση του αντικείμενου ενδιαφέροντος στο κεντρικό βοθρίο και τη διατήρηση της εικόνας σταθερής στο μάτι, ανεξάρτητα από τη μετακίνηση του αντικειμένου ή τις κινήσεις του κεφαλιού.

Οι κινήσεις των ματιών μας μπορεί να είναι τόσο συνειδητές όσο και ασυνείδητες. Συνήθως δεν σκεφτόμαστε για τις κινήσεις αυτές, γίνονται σχεδόν αυτόματα, ωστόσο μπορούμε να τις ελέγξουμε σύμφωνα με τη θέλησή μας, εάν χρειαστεί.

Οι περισσότεροι άνθρωποι δε γνωρίζουν ότι τα μάτια μας κινούνται τουλάχιστον δύο φορές ανά δευτερόλεπτο, μετακινούμενα πολύ γρήγορα από το ένα σημείο στο άλλο σε μια ευθεία γραμμή. Επίσης, δε γνωρίζουν ότι ενώ ψάχνουν για κάτι, π.χ. ένα γράμμα στο πληκτρολόγιο, τα μάτια κάνουν παύσεις μέχρι και τέσσερις φορές κάθε δευτερόλεπτο και προσηλώνονται/εστιάζουν στιγμιαία, π.χ. σε κάθε πλήκτρο, πριν προχωρήσουν. Οι

πληροφορίες συλλέγονται κατά τη διάρκεια των εστιάσεων, έτσι το μάτι καταφέρνει να αντιληφθεί τα πλήκτρα του πληκτρολογίου, τα χαρακτηριστικά του προσώπου ενός ατόμου, ή οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο.

Αναλυτικότερα, οι κινήσεις που πραγματοποιεί το ανθρώπινο μάτι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στους πέντε παρακάτω τύπους κινήσεων [Jacob 1995]:

I. *Σακκαδικές κινήσεις (saccades).* Πρώτη και βασική κίνηση, κατά την όραση, είναι η σακκαδική κίνηση, μια ξαφνική και γρήγορη κίνηση μεταφοράς του βλέμματος από ένα σημείο σε άλλο, που εκτελείται στο κεντρικό βοθρίο, ώστε να προβάλλεται κάθε διαφορετικό τμήμα της οπτικής σκηνής. Είναι η βασική κίνηση κατά την οποία «σαρώνουμε» μια εικόνα. Κατά τη διάρκεια μιας εστίασης το βλέμμα μένει σταθερό για 200 – 600 ms (χιλιοστά δευτερολέπτου). Ενδιάμεσα των εστιάσεων όμως πραγματοποιείται η σακκαδική κίνηση που διαρκεί περίπου 30 – 120 ms, ενώ το οπτικό εύρος που καλύπτει κυμαίνεται μεταξύ 1 - 40 βαθμών της οπτικής γωνίας (συνηθέστερα 15-20 μοίρες). Κάθε σακκαδική κίνηση είναι βαλλιστική, δηλαδή, από τη στιγμή που θα ξεκινήσει δεν μπορεί να διακοπεί ούτε να αλλάξει η κατεύθυνσή της. Η κίνηση αυτή πραγματοποιείται ακόμα και χωρίς την ύπαρξη στόχου (ακόμα και στο σκοτάδι).

II. *Μικροσακκαδικές κινήσεις (microsaccades).* Διάφοροι τύποι μικρών ασταθών κινήσεων που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια μιας εστίασης. Μοιάζει με τη σακκαδική κίνηση αλλά είναι πολύ πιο μικρή σε διάρκεια. Η ύπαρξή της εξυπηρετεί τη διόρθωση του φαινομένου μετατόπισης της εικόνας, προκειμένου να διατηρείται η θέση της εικόνας σταθερή στη περιοχή του βοθρίου, ώστε να γίνει αντιληπτή.

III. *Κίνηση καταδίωξης (pursuit motion).* Ένας άλλος τύπος κινήσεων που πραγματοποιείται σε περίπτωση ύπαρξης κινούμενου αντικείμενου/στόχου στο οπτικό μας πεδίο. Πρόκειται για μια κίνηση καταδίωξης πολύ πιο αργή από τη σακκαδική κίνηση, η οποία συγχρονίζεται με το παρακολουθούμενο εν κινήσει αντικείμενο, ακολουθώντας με ομαλό ρυθμό. Μια τέτοια κίνηση απαιτεί πάντα κάποιο κινούμενο ερέθισμα γι' αυτό και δεν μπορεί να προκληθεί οικειοθελώς.

IV. *Νυσταγμός (nystagmus).* Ένα είδος κίνησης, που πραγματοποιείται σε περιπτώσεις κίνησης ολόκληρου του κεφαλιού. Ο νυσταγμός μπορεί να προκληθεί εξαιτίας επιτάχυνσης, για παράδειγμα, σε περιπτώσεις όπως όταν το άτομο στρέφει το κεφάλι του ή στριφογυρίζει ολόκληρο γρήγορα, ή ακόμα όταν κοιτάζει ένα κινούμενο στόχο με επαναλαμβανόμενο μοτίβο.

V. *Σύγκλιση (vergence).* Ένα είδος κίνησης που πραγματοποιείται και από τα δυο μάτια σε συνεργασία μεταξύ τους. Η κίνηση αυτή είναι υπεύθυνη για να διασφαλίζει ότι ο οπτικός στόχος θα παρακολουθείται και από τα δυο μάτια, καθώς η απόσταση του από αυτά θα μεταβάλλεται. Όταν τα μάτια κοιτάζουν ένα κοντινό αντικείμενο οι οπτικές τους γραμμές συγκλίνουν, ενώ για μακρινά αντικείμενα έχουν παράλληλες οπτικές γραμμές (gaze lines). Επίσης, η κίνηση του βολβού του ματιού και η οπτική του γραμμή καθορίζεται από μια μικρή περιστροφή γύρω από έναν άξονα που εκτείνεται από το κεντρικό βοθρίο του οφθαλμού σε σχέση με τη γωνία του αυχένα και άλλους παράγοντες.

1.3 **Βασικές Τεχνολογίες**

Εδώ και ένα αιώνα από την εμφάνιση της καταδίωξης βλέμματος, ποικιλία τεχνολογιών έχουν εφαρμοστεί, για την πραγματοποίηση εντοπισμού θέσεως του ματιού. Σε σχέση με τα πρώτα συστήματα που ήταν αρκετά παρεμβατικά και απαιτούσαν άμεση μηχανική επαφή με το μάτι, οι τρέχουσες τεχνολογίες έχουν εξελιχθεί σε πιο ακριβείς και μη παρεμβατικές, χρησιμοποιώντας κυρίως τη μέθοδο αντανάκλασης του φωτός από τον κερατοειδή χιτώνα. Ορισμένες χρησιμοποιούνται για εργαστηριακά πειράματα ή στην ιατρική και άλλες στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. [Duchowski 2007], [Jacob 1995], [Majaranta 2009]

Γενικά, θα μπορούσαμε να χωρίσουμε τις τεχνολογίες καταδίωξης βλέμματος που συναντάμε μέχρι και σήμερα, σε δυο βασικές κατηγορίες:
I. Ανίχνευση της θέσης του ματιού σε σχέση με το κεφάλι.
II. Ανίχνευση της θέσης του ματιού με βάση τον προσανατολισμό του στο χώρο, ή του σημείου προσοχής του (point of regard, POR).

Κάθε τεχνολογία όμως, μπορεί να χρησιμοποιεί διαφορετικές μεθόδους για την ανίχνευση του ματιού. Οι μέθοδοι αυτές αφορούν τον υπολογισμό των κινήσεων των ματιών και χωρίζονται σε τέσσερις γενικές κατηγορίες:

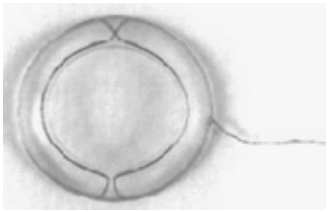
- την ηλεκτροοφθαλμολογία (Electro-OculoGraphy/EOG),
- τους ηλεκτρομαγνητικούς φακούς επαφής,
- τη φωτοοφθαλμογραφία (Photo-OculoGraphy/POG) ή βιντεοοφθαλμογραφία (Video-OculoGraphy/VOG),
- την καταγραφή μέσω βίντεο του συνδυασμού αντανακλάσεων στην κόρη και τον κερατοειδή.

I. Ανίχνευση θέσης του ματιού σε σχέση με το κεφάλι.

Βρίσκει κύρια εφαρμογή στην ηλεκτροοφθαλμογραφία (Electro-OculoGraphy, EOG) και στους ηλεκτρομαγνητικούς φακούς επαφής.

Η ηλεκτροοφθαλμογραφία καταγράφει τα ηλεκτρικά δυναμικά του δέρματος, μέσω της τοποθέτησης ηλεκτροδίων γύρω από την οφθαλμική κοιλότητα. Καθότι ο αμφιβληστροειδής είναι πολύ πιο ηλεκτρικά ενεργός σε σύγκριση με το υπόλοιπο μάτι, δημιουργείται διαφορά δυναμικού μεταξύ αυτού και του κερατοειδή η οποία και προσμετρείται. Η ηλεκτροοφθαλμογραφία είναι ένα από τα λιγότερο ακριβά και πιο απλά τεχνολογικά συστήματα εντοπισμού βλέμματος και είναι κυρίως χρήσιμη για τη διάγνωση νευρολογικών προβλημάτων που διαπιστώνονται κατά το νυσταγμό (μια από τις κινήσεις του ματιού, § 1.2.2).

Στους ηλεκτρομαγνητικούς φακούς επαφής είναι απαραίτητη η φυσική επαφή με το βολβό του ματιού, αλλά γενικά παρέχουν πολύ ευαίσθητες μετρήσεις. Το προφανές μειονέκτημα είναι η απαίτηση της χρήσης του ειδικού φακού επαφής ο οποίος έχει ενσωματωμένη στη περιφέρεια του μια σπείρα μετάλλων. Τα δεδομένα θέσης του ματιού παράγονται με την ταυτόχρονη μετακίνηση της σπείρας μετάλλων κατά την κίνηση του ματιού. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν φακούς επαφής εφαρμόζονται κυρίως σε ψυχολογικές ή φυσιολογικές μελέτες που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια.



Εικόνα 1-5. Φακός επαφής με ενσωματωμένες μεταλλικές σπείρες για την εύρεση της θέσης προσοχής του ματιού.

Εικόνα 1-6. Αναγνώριση των κινήσεων και της θέσης των ματιών με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων περιφερειακά του οφθαλμικού βολβού.

II. Ανίχνευση θέσης του ματιού με βάση τον προσανατολισμό στο χώρο.

Σήμερα, ίσως η πιο ευρέως εφαρμοσμένη τεχνική ανίχνευσης θέσεως του ματιού, που χρησιμοποιείται κυρίως για τη μέτρηση του προσανατολισμού του ματιού στο χώρο ή αλλιώς του σημείου προσοχής του [1], είναι η μέθοδος που βασίζεται στην αντανάκλαση του κερατοειδούς.

Για τη λειτουργία της μεθόδου απαιτούνται τουλάχιστον δυο σημεία αναφοράς. Το πρώτο σημείο προέρχεται από την αντανάκλαση στον κερατοειδή που προκαλείται καθώς η ορατή επιφάνεια του βολβού του ματιού φωτίζεται, σχεδόν κάθετα προς αυτή, με μια ακτίνα υπέρυθρου φωτός. Το δεύτερο σημείο αφορά το περίγραμμα της κόρης του ματιού. Η αντανάκλαση στον κερατοειδή και το περίγραμμα της κόρης παρατηρούνται από την ίδια κάμερα/ιχνηλάτη. Μετά από τριγωνομετρικό συσχετισμό των θέσεων των δυο αντανακλάσεων, που εκτελεί ένα λογισμικό επεξεργασίας εικόνας, βρίσκεται το σημείο προσοχής του χρήστη. Επίσης, η μέθοδος προσφέρει ελευθερία κίνησης του κεφαλιού τόση, όσο να παραμένει στο οπτικό πεδίο της κάμερας.

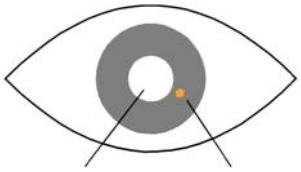
Συγκριτικά με άλλες τεχνολογίες και μεθόδους η παρούσα έχει αποδειχτεί ότι είναι η πιο κατάλληλη για χρήση σε προσωπικούς υπολογιστές, καθώς τίποτα δεν έρχεται σε επαφή με το χρήστη. Ο ανιχνευτής ματιού βρίσκεται αρκετά μακριά από τον χρήστη, και οι κινήσεις του κεφαλιού περιορίζονται μόνο στο βαθμό που είναι αναγκαίο να διατηρηθεί η κόρη του ματιού στο οπτικό πεδίο της κάμερας που παρακολουθεί και ανιχνεύει το μάτι.

Τέλος, η τεχνολογία ανίχνευσης του σημείου προσοχής μπορεί να διαιρεθεί περαιτέρω στα επί της κεφαλής συστήματα (head mounted) και τα επιτραπέζια συστήματα (table mounted) καταδίωξης βλέμματος, ανάλογα με τη θέση που τοποθετείται ο ιχνηλάτης, δηλαδή στο κεφάλι του χρήστη ή στην επιφάνεια εργασίας του. [Duchowski 2007]

1.4 Λειτουργία ενός Ανιχνευτή Βλέμματος

Προς το παρόν μέχρι σήμερα, τα περισσότερα συστήματα καταδίωξης βλέμματος χρησιμοποιούν τη μέθοδο συνδυασμού των αντανακλάσεων από την κόρη και τον κερατοειδή για να ανιχνεύσουν τις κινήσεις του ματιού. Αυτού του είδους οι ανιχνευτές (eye tracker), συνήθως αποτελούνται από έναν τυπικό προσωπικό υπολογιστή με μια υπέρυθρη κάμερα τοποθετημένη κάτω, πάνω ή δίπλα στην οθόνη και ένα λογισμικό επεξεργασίας εικόνας που θα εντοπίζει και θα προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά του ματιού, για να προσδιοριστεί το σημείο προσοχής. [Poole & Linden, 2005]

Στην πράξη, ένα υπέρυθρο φως, από ένα LED ενσωματωμένο στην υπέρυθρη κάμερα, κατευθύνεται προς το μάτι του χρήστη προκειμένου να δημιουργηθούν ισχυρές αντανακλάσεις σε αυτό, ώστε να είναι πιο εύκολο να εντοπίζονται και να παρακολουθούνται τα δυο απαραίτητα χαρακτηριστικά σημείο. Το φως εισέρχεται από τον αμφιβληστροειδή και ένα μεγάλο ποσοστό του αντανακλάται πίσω, κάνοντας τη κόρη του ματιού να εμφανίζεται πιο φωτεινή, σαν έναν καλά ορισμένο κυκλικό δίσκο. Η αντανάκλαση του κερατοειδούς, που επίσης προκαλείται από το υπέρυθρο φως, εμφανίζεται ως μια μικρή λάμψη.



Κόρη του οφθαλμού Φωτεινή αντανάκλαση

Εικόνα 1-7. Εμφάνιση αντανάκλασης κερατοειδούς και φωτεινής κόρης, μέσω υπέρυθρης κάμερας.

Όταν το λογισμικό επεξεργασίας εικόνας εντοπίσει το κέντρο της κόρης και τη θέση της αντανάκλασης του κερατοειδούς, υπολογίζει το μεταξύ τους διάνυσμα και με τριγωνομετρικούς υπολογισμούς μπορεί να προσδιοριστεί και η απόλυτη οπτική γραμμή του βλέμματος προς την οθόνη διεπαφής, δηλαδή το σημείο προσοχής. Παρόλο που το σημείο προσοχής θα μπορούσε να προσδιοριστεί μόνο από την αντανάκλαση του κερατοειδή (*εικόνα 1-7*), συνυπολογίζοντας και την κόρη, αποδεσμεύεται το κεφάλι από κινήσεις που πριν μπορεί να ήταν απαγορευτικές.

Πάνω από τη κάμερα Κατευθείαν στην κάμερα Πάνω και δεξιά από την κάμερα

Εικόνα 1-8. Η θέση της αντανάκλασης του κερατοειδή αλλάζει σύμφωνα με το σημείο προσοχής. Π.χ. όταν το σημείο προσοχής είναι κάτω από την κάμερα, τότε η αντανάκλαση από το κερατοειδή θα βρίσκεται πάνω.

Προϋπόθεση για τη λειτουργία του λογισμικού είναι η διαδικασία της βαθμονόμησης. Η βαθμονόμηση είναι αυτή που εισάγει τα δεδομένα τα οποία συσχετίζονται για να βρεθεί το σημείο προσοχής.

1.4.1 **Βαθμονόμηση**

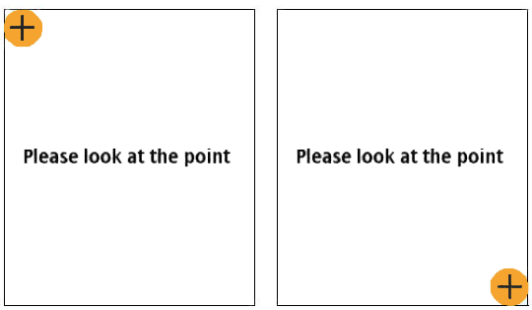
Πριν από την έναρξη κάθε εφαρμογής ανίχνευσης ματιού, προϋποτίθεται μια διαδικασία προκειμένου να υπολογιστεί και να μετρηθεί η κατεύθυνση του βλέμματος για το συγκεκριμένο χρήστη. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται βαθμονόμηση (calibration). [Majaranta 2009], [Jacob 1995], [Ohno 2004]

Κατά τη βαθμονόμηση ο χρήστης καλείται να ακολουθεί ορισμένα κύρια σημεία, ένα κάθε φορά, καθώς αυτά εμφανίζονται στην οθόνη, κινώντας μόνο τα μάτια του (όχι ολόκληρο το κεφάλι),προκειμένου να καταγραφεί το σημείο προσοχής του. Τα σημεία αυτά παρουσιάζονται στην οθόνη ανά τακτά ισόχρονα διαστήματα και σε ίσες αποστάσεις. Η επιλογή για την ποσότητα των κύριων σημείων μπορεί να γίνει από το χρήστη ή να προκαθορίζεται από τον προγραμματιστή του λογισμικού. Το πλήθος τον εμφανιζόμενων σημείων κυμαίνεται από 6 μέχρι 16 σημεία (6, 9, 12, 16), αν και συνηθέστερα επιλέγονται τα 9 σημεία.

Οι εικόνες του ματιού, που λαμβάνονται κατά τη διαδικασία, αναλύονται από το ειδικό λογισμικό ανίχνευσης ματιού, και κάθε εικόνα μεταφράζεται σε αντίστοιχες συντεταγμένες οθόνης, δηλαδή καταγράφεται η σχέση του κέντρου της κόρης του ματιού και της αντανάκλασης του κερατοειδή σε αντιστοιχία με συγκεκριμένες συντεταγμένες (x, y) ενός pixel στην οθόνη. Στη συνέχεια, αυτά τα κύρια σημεία χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό οποιουδήποτε άλλου σημείου στην οθόνη, μέσω παρεμβολής των δεδομένων.

Κατά τη βαθμονόμηση ο ανιχνευτής βλέμματος θα πρέπει να έχει απρόσκοπτη θέα του οφθαλμού και ειδικότερα της κόρης, ώστε να είναι σε θέση να παρακολουθεί το μάτι και τις κινήσεις του. Συνήθως, μια σωστή βαθμονόμηση διαρκεί περίπου δυο με τρία λεπτά. Η ακρίβεια και αξιοπιστία των συστημάτων καταδίωξης βλέμματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επιτυχία της βαθμονόμησης. Σε περίπτωση μη ικανοποιητικής βαθμονόμησης θα πρέπει να επαναλαμβάνεται.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας συναντώνται ορισμένα προβλήματα που προέρχονται από τα βλέφαρα ή τις βλεφαρίδες (που πιθανόν καλύπτουν εν μέρει την κόρη), το ατμοσφαιρικό φως ή τις αντανακλάσεις από το περιβάλλον και την χρήση φακών επαφής ή γυαλιών οράσεως (γιατί ως δεδομένο λαμβάνεται η αντανάκλαση στην επιφάνεια του φακού, αντί αυτής του κερατοειδούς χιτώνα του ματιού). Προβλήματα, επίσης, εμφανίζονται και σε περιπτώσεις ακούσιας κίνησης του κεφαλιού ή του ματιού. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η βαθμονόμηση μπορεί να είναι εντελώς αδύνατη ή πολύ ανακριβής.



Εικόνα 1-9. Ενδεικτικές οθόνες βαθμονόμησης. Ο χρήστης καλείται να κοιτάζει το σημείο που εμφανίζεται για ορισμένο χρονικό διάστημα, ώστε να καταγραφεί το σημείο προσοχής του. Τα σημεία μπορούν να εμφανίζονται σε καίριες αλλά και τυχαίες θέσεις στην οθόνη.

1.5 Χαρακτηριστικά Καταδίωξης Βλέμματος

Εφόσον το βλέμμα χρησιμοποιείται ως μέσω για την εισαγωγής δεδομένων σε ένα σύστημα, κατά το σχεδιασμό διεπαφών και τεχνικών αλληλεπίδρασης βασισμένες στη κίνηση του ματιού, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ορισμένα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος. [Jacob 1993], [Jönsson 2005]

- *Γρήγορο:* Οι κινήσεις των ματιών είναι πολύ πιο γρήγορες σε σχέση με όποιο άλλο μέσο εισαγωγής δεδομένων. Συνήθως, σε κάθε εφαρμογή, όταν ο χρήστης θέλει να ενεργοποιήσει κάποιο αντικείμενο της διεπαφής πρώτα το εξετάζει και στη συνέχεια χρησιμοποιεί μια συσκευή εισαγωγής. Το βλέμμα προσφέρει την πιο γρήγορη εισαγωγή από κάθε άλλη συσκευή.

- *Εύκολο στην χρήση:* Είναι φυσική ενέργεια να κοιτάζουμε το αντικείμενο ενδιαφέροντός μας και μέσα από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι η αλληλεπίδραση με τα μάτια μπορεί να είναι φυσική, διαισθητική και εύκολη στην εκμάθηση της. Δεν απαιτεί κατάρτιση, παρά μόνο εξοικείωση από τον χρήστη.

- *Πάντα "on":* Το μάτι είναι μια συσκευή πάντα ενεργοποιημένη ("on"). Η εισαγωγή δεδομένων μπορεί να είναι συνεχής, αντίθετα από τις υπόλοιπες χειροκίνητες συσκευές που ενεργοποιούνται κατ' επιλογή του χρήστη. (Σημαντικό στοιχείο κατά τη δημιουργία τεχνικών αλληλεπίδρασης με χρήση του βλέμματος.)

- *Ελευθερία:* Ο εντοπισμός του βλέμματος μπορεί να γίνει χωρίς φυσική επαφή, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει ακόμα και αν δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει τα χέρια του (είτε λόγω ανικανότητας, είτε γιατί είναι κατειλημμένα). Επίσης, η εισαγωγή μέσω βλέμματος αποτελεί πρακτική λύση σε περιπτώσεις που ο διαθέσιμος χώρος δεν επαρκεί για τη χρήση ποντικιού και πληκτρολογίου.

- *Εντοπίζει την προσοχή του ματιού:* Το βλέμμα του χρήστη μπορεί εύκολα να εντοπιστεί απλώς υπολογίζοντας το σημείο οπτικής του χρήστη.

- *Πρόσθετη εισαγωγή:* Σε περιπτώσεις που και τα δυο χέρια είναι κατειλημμένα, η χρήση του βλέμματος μπορεί να γίνει το «τρίτο χέρι». Ωστόσο, αυτή η μορφή αλληλεπίδρασης με το βλέμμα μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση διαφόρων άλλων μεθόδων και μορφών εισαγωγής.

- *Μείωση κούρασης:* Λόγω του ότι δεν αποτελεί χειροκίνητη συσκευή, δεν χρησιμοποιούνται τόσο έντονα ή και καθόλου τα χέρια, επομένως μειώνεται η κούραση και αποτρέπονται τραυματισμοί.

- *Midas Touch:* Όπου κι αν κοιτάξει ο χρήστης, μια εντολή θα ενεργοποιείται. Όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα της αλληλεπίδρασης με το βλέμμα.

1.6 Εφαρμογές της Καταδίωξης Βλέμματος

Σύμφωνα με τον Duchowski [2002], οι διάφορες εφαρμογές που βρίσκει η καταδίωξη βλέμματος μπορούν να διαχωριστούν σε *διαγνωστικές* και *διαδραστικές*. Στις *διαγνωστικές εφαρμογές* το βλέμμα ενδιαφέρει από την σκοπιά της προσήλωσης και της οπτικής, ενώ στις *διαδραστικές* το βλέμμα απασχολεί για την απόκριση και την αλληλεπίδραση του χρήστη με μια διεπαφή.

Χρησιμοποιείται στην ανάλυση της αλληλεπίδρασης χρήστη-οθόνης, στη διεξαγωγή χαρτογραφικών και ψυχολογικών πειραμάτων, καθώς σε πειράματα διαφόρων επιστημονικών αντικειμένων, όπου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο η κατεύθυνση και η θέση του ανθρώπινου ματιού. Τα αποτελέσματά της προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για το ποιές είναι οι περιοχές ή τα στοιχεία που αιχμαλωτίζουν το βλέμμα του χρήστη, ποιά στοιχεία προκαλούν σύγχυση και ποιά αγνοούνται εντελώς, αναγνωρίζοντας τις αντιληπτικές και γνωστικές διεργασίες του ατόμου. Βρίσκει ευρεία εφαρμογή στη διευκόλυνση προσβασιμότητας και χρήσης Η/Υ από άτομα με ειδικές ανάγκες.

- *Έρευνα Αγοράς και Διαφήμιση.* Τμήματα, όπως το μάρκετινγκ σε μια επιχείρηση, χρησιμοποιούν την ανίχνευση βλέμματος για να εξετάσουν και να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως «Κοιτάζει ο χρήστης το προϊόν;» ή «Πόση ώρα κοίταξε το λογότυπο της εταιρείας;», κ.ά. Ακόμα, για να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα εφαρμογών όπως διαδραστικές παρουσιάσεις, αγγελίες, γραφικές παραστάσεις ή και αφίσες διαφημιστικής καμπάνιας. Σε διαφορετική περίπτωση, είναι δυνατό να εντοπιστεί τι ελκύει την προσοχή του χρήστη σε ένα προϊόν λόγω χρώματος, μορφής συσκευασίας ή τοποθέτησης του μεταξύ άλλων.

- *Ευχρηστία.* Ένας άλλος τομέας εμπορικού ενδιαφέροντος είναι ο έλεγχος και η ανάλυση της ευχρηστίας. Όταν δίνεται για χρήση μια νέα συσκευή ή εφαρμογή σε έναν χρήστη, που θα παρακολουθούνται οι κινήσεις των ματιών του, είναι εύκολο να παρατηρηθεί πως κινείται το βλέμμα του και άρα η πρόθεσή του για να εκτελέσει μια διαδικασία. Επίσης, με την εξέλιξη του διαδικτύου ως εμπορική πλατφόρμα, η χρησιμότητα και ευχρηστία των ιστοσελίδων έγινε ένα σημαντικό θέμα, καθότι οι διεπαφές χρήστη που παρέχονται από τις ιστοσελίδες, είναι πολύ συχνά η μόνη επαφή της επιχείρησης με τον πελάτη.

- *Προσβασιμότητα.* Ευρεία χρήση βρίσκει από άτομα με ειδικές ανάγκες (τετραπληγίες, απώλεια ελέγχου μυών, κ.ά.) προσφέροντας τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με τον κόσμο. Τα συστήματα αυτά παρέχουν μια διεπαφή που έχει είσοδο την πληκτρολόγηση με το μάτι και έξοδο ένα κείμενο σε ομιλία. Επιπλέον, άλλα συστήματα διευκολύνουν, για παράδειγμα, τον έλεγχο ενός αναπηρικού οχήματος ή της αλλαγής καναλιού στην τηλεόραση.

- *Ψυχολογία.* Οι ιχνηλάτες ματιών είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την έρευνα στην οπτική, την αντίληψη, τη γνωστική λειτουργία, και την ψυχολογία. Από τις πρώτες εφαρμογές ήταν η μελέτη της διαδικασίας ανάγνωσης.

- Ιατρική: *Έρευνα, Διάγνωση και Αποκατάσταση.* Οι ιχνηλάτες ματιών είναι πολύτιμο εργαλείο για την ιατρική έρευνα και τη διάγνωση στα πλαίσια της εξέτασης της λειτουργίας των ματιών (χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της επιτυχίας της φυσικής αποκατάστασης), ιδίως σε ανθρώπους με οφθαλμικούς τραυματισμούς ή εγκεφαλική βλάβη που προκαλούν μερική απώλεια της όρασης.

- *Βιομηχανία.* Μελέτες σχετικά με λειτουργίες που απαιτούν περισσότερα μέτρα ασφάλειας, χρόνο αντίδρασης, ακρίβεια και συνδέονται με την ανθρώπινης απόδοση. Στην αυτοκινητοβιομηχανία γίνεται έρευνα με σκοπό την ανάπτυξη βοηθητικών συστημάτων για τα αυτοκίνητα (π.χ. προειδοποίηση του οδηγού όταν χάνει την επαφή του με το δρόμο.). Όμως, αυτό το πεδίο εφαρμογής δεν είναι ακόμα διαθέσιμο στο εμπόριο και χρήζει περαιτέρω έρευνα.

1.7 **Σύνοψη**

Στο 1^{ο} κεφάλαιο δόθηκε μια γενική εικόνα του χώρου της τεχνολογίας της καταδίωξης βλέμματος, όσον αφορά την εξέλιξή της, τη μορφή της τεχνολογίας της, τη λειτουργία και τις απαιτήσεις της, τα χαρακτηριστικά και τις εφαρμογές της.

Όπως είδαμε, η παρακολούθηση των κινήσεων των ματιών και η ανίχνευση του σημείου που εστιάζουν, έχει απασχολήσει τους ερευνητές από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Η προσπάθεια για δημιουργία τεχνολογίας για την καταδίωξη βλέμματος ξεκινά από το πρώτο μισό του 20^{ου} αιώνα και από τότε βρίσκεται σε μια διαρκή εξέλιξη ή ακόμη καλύτερα προσαρμογή. Η τεχνολογία της αφορά την ανίχνευση του ματιού και κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι μέθοδοι για την επίτευξή της. Η τεχνολογία που θα απασχολήσει την παρούσα ΔΕ αφορά τον εντοπισμό του σημείου προσοχής του ανθρώπινου ματιού και πάνω στο τομέα αυτό θα στηρίζονται και οι τεχνικές αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιούνται για την αλληλεπίδραση με ένα σύστημα καταδίωξης βλέμματος (Κεφάλαιο 3).

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει δίνει τη δυνατότητα και σημαντικές προοπτικές για την χρήση της σε διάφορους τομείς. Τα τελευταία 20 χρόνια οι εφαρμογές της έχουν επεκταθεί στα πλαίσια της επιστήμης, της έρευνας, αλλά και της καθημερινότητας.

Όπως θα φανεί στην συνέχεια, το παρόν κεφάλαιο δημιούργησε την εισαγωγή για να κατανοήσει ο αναγνώστης-μελετητής την αλληλεπίδραση στο χώρο της καταδίωξης βλέμματος και ότι αυτή προαπαιτεί.

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Η Αλληλεπίδραση στην Καταδίωξη Βλέμματος

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται εισαγωγή στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή για την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος, σε συνδυασμό με το περιβάλλον της και τα προβλήματα που συναντώνται κατά την εφαρμογή της.

2.1 Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή

Ως Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (Human Computer Interaction, HCI) ορίζουμε την γνωστική περιοχή που μελετάει τη σχεδίαση, την ανάπτυξη, την αξιολόγηση και την εφαρμογή κάθε μορφής διαδραστικών πληροφοριακών συστημάτων, καθώς και τη μελέτη όλων των σημαντικών φαινομένων που τα περιβάλλουν. [Dix et al, 2004]

Όταν μιλάμε για αλληλεπίδραση ανθρώπου υπολογιστή δεν αναφερόμαστε κατ' ανάγκη σε ένα μεμονωμένο άνθρωπο/χρήστη με ένα υπολογιστικό σύστημα. Με τον όρο *χρήστης* (user) μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε άνθρωπος ο οποίος προσπαθεί να ολοκληρώσει μια εργασία χρησιμοποιώντας την τεχνολογία, επίσης μπορεί να εννοηθεί ένας μεμονωμένος χρήστης μέχρι μια ομάδα ατόμων. Με τον όρο *υπολογιστής* εννοούμε οποιαδήποτε τεχνολογία υπολογιστών, από ένα συμβατικός ηλεκτρονικός υπολογιστής μέχρι ένα υπολογιστικό σύστημα ευρείας κλίμακας, τα συστήματα ελέγχου διεργασιών ή ένα ενσωματωμένο σύστημα. Με τον όρο *διάδραση ή αλληλεπίδραση* εννοούμε οποιαδήποτε επικοινωνία μεταξύ ενός χρήστη και ενός υπολογιστή, ανεξάρτητα από το εάν πρόκειται για άμεση ή έμμεση. Η άμεση διάδραση σχετίζεται με διάλογο, ανάδραση και έλεγχο καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας εργασίας, ενώ η έμμεση διάδραση περιλαμβάνει μαζική επεξεργασία ή επεξεργασία στο παρασκήνιο.

2.1.1 Το Βλέμμα ως Μέσο Αλληλεπίδρασης

Η ιδέα να αξιοποιηθεί το βλέμμα και να χρησιμοποιηθεί η καταδίωξη βλέμματος στην Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (HCI) δεν είναι καινούργια. Οι Hutchinson et al., το 1989, περιγράφουν ένα σύστημα ηλεκτρονικών υπολογιστών για την εξυπηρέτηση ατόμων με ειδικές ανάγκες, μέσω της επικοινωνίας και του έλεγχου του περιβάλλοντος

τους. Ο Jacob [1991] περιγράφει διάφορους τρόπους χρήσης των οφθαλμικών κινήσεων ως εισροές αλληλεπίδρασης και ο Glenstrup [1995] υποστηρίζει επίσης, ότι είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί το βλέμμα του χρήστη για τον έλεγχο μιας εφαρμογής. Το 1998, ο Edwards είχε προτείνει ένα αναπτυξιακό εργαλείο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εφαρμογών λογισμικού υπό την εποπτεία και την χρήση του βλέμματος, το οποίο θα μπορεί να προσαρμόζεται σε πραγματικό χρόνο και να αλλάζει ανάλογα με τη φυσική συμπεριφορά και πρόθεση του βλέμματος του χρήστη.

Ο Zhai στη μελέτη του σχετικά με το σύστημα κατάδειξης MAGIC (Manual And Gaze Input Cascaded pointing) [Morimoto et al, 1999] αναφέρει:

> *«Όταν μια εφαρμογή ελέγχου χρειάζεται να εντοπίσει την οπτική αντίληψη, δεν θα πρέπει να έρχεται σε αντίθεση με το φυσικό νοητικό μοντέλο των χρηστών, κατά το οποίο, τα μάτια κάνουν την αναζήτηση εύρεσης της πληροφορίας και το χέρι παράγει προϊόν με το να χειρίζεται εξωτερικά αντικείμενα.»*

Με τη δήλωση του αυτή, ο Zhai επισημαίνει ότι μελλοντικά τα μάτια θα πρέπει να χρησιμοποιούνται φυσικά, χωρίς να εξαναγκάζονται για συγκεκριμένες αφύσικες ενέργειες, διότι διαφορετικά έρχονται σε αντίθεση με τη φυσική τους λειτουργία. Αντίθετα, τα χέρια είναι αυτά τα οποία θα μπορούν να προορίζονται για την εκτέλεση των δράσεων.

Ο Jacob [1990] στη δημοσίευση της μελέτης του «What you look is what you get» εισήγαγε αρκετές τεχνικές αλληλεπίδρασης, που βασίζονται στο βλέμμα, για την επιλογή των αντικειμένων, τη συνεχή απεικόνιση χαρακτηριστικών, τη μετακίνηση ενός αντικειμένου, την ελεγχόμενη από το μάτι κύλιση κείμενου, τις εντολές σε μενού και σε παράθυρα διαλόγου. Στη μελέτη αυτή αναφέρει:

> *«Αυτό που χρειάζεται είναι κατάλληλες τεχνικές αλληλεπίδρασης που θα ενσωματώνουν τις οφθαλμικές κινήσεις στο διάλογο χρήστη-υπολογιστή με ένα βολικό και φυσικό τρόπο για το χρήστη.»*

Σε μεταγενέστερη μελέτη, οι Sibert και Jacob [2001] καταλήγουν στο συμπέρασμα:

> *«Η αλληλεπίδραση με το βλέμμα είναι μια χρήσιμη πηγή πρόσθετων εισροών και στο μέλλον θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό των διεπαφών.»*

Η εκτεταμένη έρευνα και εργασία του Jacob R.J.K. στη παρακολούθηση και καταδίωξη του ματιού, έθεσε τα θεμέλια για τη μελέτη και τη χρήση του βλέμματος ως μια μορφή εισόδου σε υπολογιστικά συστήματα.

Πολλά συστήματα αλληλεπίδρασης με το βλέμμα έχουν παρουσιαστεί σε πολλά από τα συνέδρια του SIGCHI (Special Interest Group of Computer Human Interaction) με ολοένα και αυξανόμενες μελέτες/ έρευνες τα τελευταία χρόνια. Οι περισσότερες από τις μελέτες, επικεντρώνονται στις διαδραστικές (interactive) εφαρμογές τις καταδίωξης βλέμματος, παρόλα αυτά έχει ήδη αρχίσει να εμφανίζεται και η διαγνωστική (diagnostic) εφαρμογή (ο διαχωρισμός των εφαρμογών αναλύθηκε στο Κεφ.1 - §1.6). Οι διαδραστικές χρήσεις των ιχνηλατών ματιού συνήθως ενδιαφέρονται για τον τρόπο που το βλέμμα καταδεικνύει όπως, για παράδειγμα, με παρόμοιο τρόπο καταδεικνύει ο δείκτης του ποντικιού. Οι πιο κοινές και «ευδιάκριτες» εφαρμογές αφορούν την επιλογή αντικειμένων διεπαφής (μενού, κουμπιά, κ.λπ.), καθώς και στην επιλογή αντικειμένων ή περιοχών στην εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality, VR). Μια πρωτοποριακή εφαρμογή, σε πραγματικό χρόνο, αποτέλεσε η εισαγωγή κειμένου μέσω του βλέμματος (eye type) που εξυπηρέτησε ιδιαίτερα τους ανάπηρους χρήστες.

Άλλες χρήσεις της καταδίωξης βλέμματος, στο ευρύτερο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, αφορούν τη χρήση της ως έμμεση συσκευή κατάδειξης, είτε ως άμεση ενίσχυση της κατάδειξης προς μια διεπαφή χρήστη. Οι διαγνωστικές χρήσεις των ιχνηλατών οφθαλμού γίνονται σε μελέτες χρηστικότητα, δηλαδή, για τον έλεγχο της

αποτελεσματικότητας διεπαφών, με έρευνα πάνω στα σημεία που κοιτάζουν οι χρήστες πάνω στην οθόνη.

Σήμερα, πολλές από τις τεχνικές αλληλεπίδρασης που βασίζονται στην καταδίωξη βλέμματος του χρήστη, και έχουν παρουσιαστεί στο παρελθόν, έχουν επεκταθεί συνδυάζοντας το βλέμμα με τις συμβατικές συσκευές εισόδου, ενώ συνεχίζεται η αναζήτηση, όσο είναι δυνατόν, για τη δημιουργία νέων πρακτικών τεχνικών αλληλεπίδρασης με βάση το βλέμμα.

2.2 **Περιβάλλον Διεπαφής**

Η αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη και υπολογιστή γίνεται στο επίπεδο της διεπιφάνειας / διεπαφής χρήστη (user interface) που περιλαμβάνει τόσο το λογισμικό (software) όσο και το υλικό (hardware).

Από τους πρώτους υπολογιστές μέχρι σήμερα, τα περιβάλλοντα διεπαφής ή αλληλεπίδρασης με το χρήστη, έχουν εξελιχθεί σε διαφορετικές γενιές και στυλ:
i. ομαδική επεξεργασία (batch programming),
ii. γραμμή εντολών (command-line interfaces),
iii. περιβάλλοντα παραθύρων (WIMP- Windows Icons Menus Pointers),
iv. γραφικά περιβάλλοντα διεπαφής (Graphical User Interfaces, GUI),
v. περιβάλλοντα αλληλεπίδρασης χωρίς εντολές (non-command).
Σε πολλά από τα προηγούμενα στυλ αλληλεπίδρασης (όπως γραμμή εντολών, μενού, πλήρη οθόνη, φυσική γλώσσα, WIMP) αναμένεται η λήψη και η απόκριση σε ρητές εντολές από τον χρήστη προς τον υπολογιστή.

Επειδή, οι κινήσεις των ματιών είναι πολύ διαφορετικές από τις συνήθεις εισόδους του υπολογιστή, η προσέγγιση για το σχεδιασμό τεχνικών αλληλεπίδρασης στην καταδίωξη βλέμματος έχει στόχο, όσο είναι δυνατό, τη λήψη πληροφοριών από τις φυσικές κινήσεις των ματιών, ενώ βλέπουν την οθόνη, χωρίς να απαιτείται από τον χρήστη να προβεί σε συγκεκριμένες εκπαιδευμένες κινήσεις του ματιού για να ενεργοποιήσει το σύστημα. Στο τελευταίο στυλ αλληλεπίδρασης, που αναφέρθηκε («χωρίς εντολή»-non command), ο χρήστης δεν δίνει συγκεκριμένες εντολές αντί αυτού, ο υπολογιστής παρατηρεί παθητικά τον χρήστη και ανταποκρίνεται παρέχοντας τις κατάλληλες απαντήσεις. Πρόκειται για μια αλλαγή στον τρόπο εισαγωγής των δεδομένων, όπου παρατηρούνται οι κινήσεις του σώματος του χρήστη (π.χ. μετακίνηση του κεφαλιού, των χεριών ή των ματιών), προκειμένου να έχουμε εισροή στο σύστημα.

Ο Nielsen [1990] περιγράφει αυτή τη νέα μορφή, ως αλληλεπίδραση βασιζόμενη στην απουσία εντολών (non-command interaction):

> *«Η πέμπτη γενιά διεπαφών φαίνεται να επικεντρώνεται γύρω από τους διαλόγους «χωρίς εντολή». Αυτός ο όρος μπορεί να είναι ένας αρνητικός τρόπος για να χαρακτηριστεί η νέα μορφή αλληλεπίδρασης, αλλά μέχρι στιγμής, η έννοια του φαίνεται να είναι ακριβώς η εγκατάλειψη της αρχής που διαπνέουν όλα τα προηγούμενα παραδείγματα αλληλεπίδρασης: ότι ένας διάλογος πρέπει να ελέγχεται και να βασίζεται σε συγκεκριμένες και ακριβείς εντολές που δίνονται από τον χρήστη και στις οποίες μετά από επεξεργασία θα απαντήσει ο υπολογιστής. Οι νέες διεπαφές μπορεί να μην παρουσιάζονται ως διάλογος με την παραδοσιακή έννοια του όρου, παρά το γεγονός ότι μπορούν να προσεγγιστούν*

και να αναλυθούν αφού περιέχουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός διαλόγου σε κάποιο επίπεδο τους, δεδομένου ότι περιλαμβάνουν την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ ενός χρήστη και του υπολογιστή του.»

Το νέο στυλ αλληλεπίδρασης απαιτεί τη χρήση νέων συσκευών (π.χ. κάμερες, ανιχνευτές οπτικής γραμμής ματιού) και αλλαγές στο λογισμικό της διεπαφής, λόγω της ανάγκης για συνεχείς και παράλληλες ροές εισροών σε πραγματικό χρόνο και με χρονικούς περιορισμούς, σε αντίθεση με τους συμβατικούς διαλόγους που βασίζονται σε μεμονωμένα δεδομένα εισροών. Αντίθετα από τα παραδοσιακά μέσα εισαγωγής εισροών, όπως τα πληκτρολόγια και τα ποντίκια, τα νέα μέσα στοχεύουν περισσότερο στην παθητική παρακολούθηση του χρήστη και την όσο το δυνατόν λιγότερο σκόπιμη ενεργοποίηση μιας συσκευής ή την έκδοση της εντολής. Όπως γράφει και ο Jacob [1993], για την καταδίωξη βλέμματος:

«Η νέα μορφή αλληλεπίδρασης χαρακτηρίζεται από την αλλαγή από ρητές (command) σε υπονοούμενες (non-command) εντολές και την αλλαγή από προσχεδιασμένες σε αυθόρμητες, ταυτόχρονες και παράλληλες αλληλεπιδράσεις».

Αυτό οδηγεί στην αλλαγή από τις συμβατικές συσκευές σε παθητικό εξοπλισμό που εντοπίζει τις αισθήσεις του χρήστη, όπως είναι οι τρισδιάστατοι ιχνηλάτες, συσκευές εντοπισμού της θέσης του κεφαλιού, απομακρυσμένες κάμερες, ανιχνευτές εντοπισμού των κινήσεων των ματιών και οι φυσιολογικές οθόνες.

2.3 **Βασικά Προβλήματα**

Έχει αναπτυχθεί μια σειρά τεχνικών λύσεων στα προβλήματα αυτά, συμπεριλαμβανομένων μοντέλων που βασίζονται στη μέθοδο κατάδειξης με το βλέμμα που επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση του κεφαλιού, υψηλής ταχύτητας ανίχνευση βλέμματος και επεξεργασία για τη βελτίωση της ακρίβειας σταθεροποίησης του βλέμματος, καθώς και πολλαπλές αντανακλάσεις του κερατοειδούς για βελτιωμένη ακρίβεια και αξιοπιστία.

Χρησιμοποιώντας το βλέμμα ως μια μέθοδο εισόδου δεδομένων, παρουσιάζονται μεγάλες δυνατότητες στη διεπαφή ανθρώπου υπολογιστή, ωστόσο ορισμένοι περιορισμοί μπορούν να δυσχεραίνουν την πρακτική χρήση του βλέμματος στην αλληλεπίδραση. Όπως έχει αναφερθεί, οι κινήσεις των ματιών γίνονται τόσο συνειδητά όσο και ασυνείδητα. Επιπλέον, το βλέμμα μας δεν υποδηλώνει πάντα και το σημείο όπου βρίσκεται η προσοχή μας: μπορούμε να κοιτάζουμε σε κάτι, αλλά η προσοχή μας να είναι αλλού. Αυτό δημιουργεί προβλήματα όταν το βλέμμα χρησιμοποιείται ως μέθοδος εισόδου για τον έλεγχο και την απόκτηση πληροφοριών.

Τα προβλήματα που προκύπτουν, μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις (I, II, III) βασικές κατηγορίες:

I. Προβλήματα Υλικού.

Πολλές φορές, τα πλεονεκτήματα που έχει και οι διευκολύνσεις που μπορεί να προσφέρει ένα σύστημα καταδίωξης βλέμματος, εμποδίζονται από το γεγονός ότι είναι αρκετά ακριβό στην απόκτηση του απαιτούμενου υλικού εξοπλισμού και την εφαρμογή του. Το πρόβλημα αυτό συναντάται κυρίως από άτομα με ειδικές ανάγκες ή στην ανάγκη και κατά τη διάρκεια πειραμάτων.

II. Αδυναμίες της Τεχνολογίας.

Οι περιορισμοί που προέρχονται από αδυναμίες της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των ματιών, αφορούν την *ακρίβεια*, την *ταχύτητα*, την *ευχρηστία* και την *αξιοπιστία*, όπως και λόγω των φυσιολογικών ιδιοτήτων του οφθαλμού.

Ακρίβεια.

Εάν ένας χρήστης επιθυμεί να χρησιμοποιήσει το βλέμμα του ως την κύρια μέθοδο για τον έλεγχο ενός γραφικού περιβάλλοντος του υπολογιστή, τότε η ακρίβεια των σημείων μέτρησης του βλέμματος μπορεί να είναι ένα πρόβλημα. Η ανακρίβεια μπορεί να παρουσιαστεί κατά τη βαθμονόμηση, αλλά και κατά τη διάρκεια χρήσης του συστήματος. Ένας από τους κύριους λόγους που την προκαλούν είναι ο «θόρυβος» (noise), ή αλλιώς το «τρεμόπαιγμα» (drift) του ματιού. [Jacob & Sibert 2001], [Ware & Mikaelian 1987]

Κατά τη διάρκεια μιας εστίασης, ο χρήστης γενικά νομίζει ότι κοιτάζει συνεχώς σε ένα μοναδικό συγκεκριμένο σημείο, χωρίς να γνωρίζει ότι εκείνη τη στιγμή γίνονται ασυνείδητα πολλές μικρές κινήσεις (το μάτι «τρεμοπαίζει»). Το πρόβλημα παρουσιάζεται, όταν η αρχική μέτρηση για τον υπολογισμό της θέσης του ματιού κατά τη βαθμονόμηση, με την πάροδο του χρόνου μετατοπίζεται και διαφέρει από τη θέση του κέντρου του αντικειμένου που βλέπει ο χρήστης. Αυτή η μετατόπιση προκαλείται από τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά των ματιών, που οφείλονται κυρίως σε αλλαγές στο μέγεθος της κόρης, αλλά και από κινήσεις του κεφαλιού που έχουν ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση του ματιού από την κάμερα και την απώλεια της αρχικής βαθμονόμησης.

Το πρόβλημα της ανακρίβειας αντιμετωπίζεται, με την αύξηση του μεγέθους των στόχων στην οθόνη και τη δυνατότητα αναβαθμονόμησης, ενώ η εφαρμογή βρίσκεται σε εξέλιξη. Εξαιτίας του γεγονότος ότι πολλά από τα αντικείμενα-στόχους σε μια γραφική διεπαφή είναι μικρότερα από την ικανή περιοχή εστίασης του οφθαλμού, η αύξηση του μεγέθους των στόχων στην οθόνη καθίστα πιο εύκολη την επιλογή τους και βελτιώνει την επίδοση του ματιού ως εισροή. Ακόμα, η ανακρίβεια μπορεί να διορθωθεί με αναπροσδιορισμό της θέσης του βλέμματος κατευθείαν στο αντικείμενο που βρίσκεται εκείνη τη στιγμή στο κέντρο ενδιαφέροντος του χρήστη. Έχει παρατηρηθεί ότι, όταν ο χρήστης επιθυμεί να επιλέξει, κοιτάζει πάντα στο κέντρο του επιθυμητού αντικειμένου. Έτσι, αν το μετρούμενο σημείο του βλέμματος δεν ταιριάζει με τις συντεταγμένες του κέντρου του αντικειμένου, είναι δυνατόν να διορθωθεί αυτή η παρεκτροπή με αναπροσαρμογή των μετρήσεων για τη θέση του βλέμματος, κατά τη διάρκεια της εφαρμογής, ώστε να ταιριάζει με αυτή του κέντρου του αντικειμένου.

Ταχύτητα.

Η ταχύτητα στην καταδίωξη βλέμματος απασχολεί δυο περιπτώσεις: πρώτον την ταχύτητα κίνησης του οφθαλμού, και δεύτερον το χρόνο που απαιτείται για να φτάσει ο χρήστης από το σημείο που βρίσκεται, στο επόμενο σημείο που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει. [Jacob 1993]

Ως ταχύτητα στην καταδίωξη βλέμματος θεωρούμε, το χρόνο που απαιτείται για να φτάσει ο χρήστης από το σημείο που βρίσκεται, στο επόμενο σημείο που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει. Από τη στιγμή που το βλέμμα του ατόμου εντοπίζει το αντικείμενο ενδιαφέροντός του, μέχρι τη στιγμή της ενεργοποίησης της ενέργεια που τελικά επιθυμεί να πραγματοποιήσει ο χρήστης, υπάρχει ένα κρίσιμο χρονικό διάστημα. Αυτό το χρονικό διάστημα απασχολεί τους σχεδιαστές τεχνικών αλληλεπίδρασης στην καταδίωξη βλέμματος.

Όμως, και η ταχύτητα και η ακρίβεια συνδέονται με τους περιορισμούς της ευχρηστίας και την αξιοπιστία. Εάν μια τεχνική αλληλεπίδρασης, σε ένα σύστημα είναι εύκολα κατανοητή, στην εφαρμογή της και ικανοποιεί με ακρίβεια και ταχύτητα, την επιθυμητή ενέργεια του χρήστη, τότε γίνεται αξιόπιστη.

III. Midas Touch.

Αποτελεί ίσως το πιο σοβαρό πρόβλημα για τους χρήστες, κατά την αλληλεπίδρασή τους με μια διεπαφή μέσω της καταδίωξης βλέμματος. Το πρόβλημα που ονομάζεται «Άγγιγμα του Μίδα» ("Midas Touch" problem) προκύπτει, όταν ο χρήστης εστιάζει σε κάποιο σημείο αποκλειστικά και μόνο για να συλλέξει πληροφορίες και το πρόγραμμα το ερμηνεύει ως εντολή εισόδου. [Bolt 1982], [Jacob 1991 & 1993], [Drewes & Schmidt 2007], [Tall Martin w3]

Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι οι άνθρωποι δεν έχουν συνηθίσει να χρησιμοποιούν συσκευές μετακινώντας τα μάτια τους. Ο χρήστης περιμένει ότι θα είναι σε θέση να κοιτάζει σε ένα σημείο χωρίς απαραίτητα το βλέμμα του να ενεργοποιήσει κάποια εντολή. Εάν υπήρχε η δυνατότητα να βλέπουμε τι θέλουμε, χωρίς την πρόκληση κάποιας αντίδρασης/ενέργειας, θα μπορούσαν να σχεδιαστούν πολύ χρήσιμες διεπαφές. Η απουσία αυτής της δυνατότητας είναι που μας οδηγεί στο πρόβλημα «Άγγιγμα του Μίδα» ("Midas Touch"): όπου κοιτάζουμε, μια εντολή ενεργοποιείται αυτόματα. Αν θεωρήσουμε ότι το μάτι είναι μια συσκευή, τότε η συσκευή αυτή βρίσκεται πάντα σε λειτουργία ("on"). Σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ δύσκολο να διαχωριστεί η περίπτωση όπου ο χρήστης χρησιμοποιεί το ίδιο μέσο αλλά για κάποιο άλλο σκοπό, και όχι για να αλληλεπιδράσει με τον υπολογιστή.

Η λύση που θα εξαλείψει εντελώς αυτό το πρόβλημα δεν έχει βρεθεί ακόμα. Αντιμετωπίζεται όμως, με συνδυασμό τεχνικών αλληλεπίδρασης και συνήθως χρειάζεται εξοικείωση από το χρήστη με το εκάστοτε λογισμικό ανίχνευσης βλέμματος.

2.3.1 **Νόμος του Fitts**

Από τη στιγμή που ο Paul Fitts δημοσίευσε τη μελέτη του, "The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement", το 1954, θεωρείται πλέον ότι η ταχύτητα και η ακρίβεια της κίνησης των μυών είναι δυο μεγέθη που εξαρτώνται το ένα από το άλλο. [Jacob 2001, 2003], [Surakka et al. 2004], [Drewes 2010], [w10]

Το ερώτημα «Ο νόμος του Fitts εφαρμόζεται και για τις κινήσεις των ματιών;» έχει απασχολήσει αρκετά την κοινότητα της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή. Ο ίδιος ο Fitts (Fitts, Jones & Milton, το 1950) είχε κάνει έρευνα πάνω στη καταδίωξη ματιού προτού δημοσιεύσει το διάσημο έργο του. Ο νόμος του Fitts αφορά το χρόνο μετακίνησης από σημείο σε έναν στόχο, το εύρος της κίνησης (την απόσταση από το στόχο), και την έκταση της επιφάνειας του στόχου στην οθόνη (π.χ. ένα μεγάλης ή μικρής επιφάνειας κουμπί). Έχει αποδειχθεί μια σημαντική ποσοτική ανάλυση για τον έλεγχο, και ένα εργαλείο πρόβλεψης διαθέσιμο για την έρευνα των εισροών και την αξιολόγηση της συσκευής και των τεχνικών που χρησιμοποιούνται.

Παρά τα πειράματα και τις μελέτες που έγιναν κατά καιρούς [2], ο νόμος του Fitts δεν έχει, ακόμα, αποδειχθεί αν εφαρμόζεται πλήρως σε κάθε μορφή εφαρμογής της

καταδίωξης βλέμματος. Όμως, τα συμπεράσματα και οι προτάσεις [3] από τη μελέτη των Fitts et al., 1950 για την εισαγωγή με το βλέμμα, συνεχίζουν μέχρι και σήμερα να είναι πολύ χρήσιμα.

2.4 Αρχές Αλληλεπίδρασης με Καταδίωξη Βλέμματος

Μέσα από μελέτες, [Kumar 2007], [Κουτσαμπάσης 2011], για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση της αλληλεπίδρασης με καταδίωξη βλέμματος και των τεχνικών που χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές, προκύπτουν ορισμένες αρχές.

- *Διατήρηση της φυσικής λειτουργία των ματιών.* Όπως ήδη έχει αναφερθεί και από τους Zhai, Jacob και άλλους, είναι επιτακτική η ανάγκη να διατηρείται η φυσική λειτουργία του ματιού κατά το σχεδιασμό αλληλεπιδράσεων που βασίζονται στο βλέμμα. Τα μάτια μας έχουν δημιουργηθεί για να βλέπουν και όχι να εκτελούν επιτηδευμένες κινήσεις. Έτσι λοιπόν, η χρήση τους για οποιονδήποτε άλλο σκοπό μπορεί να επιβαρύνει το οπτικό κανάλι, με αποτέλεσμα να γίνουν μη επιθυμητές ενέργειες στις εφαρμογές βασιζόμενες στο βλέμμα. Υπάρχουν ωστόσο εξαιρέσεις στον κανόνα αυτό, όπως κατά το σχεδιασμό διεπαφών για χρήστες με ειδικές ανάγκες που δεν έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν κάποια εναλλακτική προσέγγιση.

- *Έμφαση στο σχεδιασμό της αλληλεπίδρασης.* Ο προσεκτικός σχεδιασμός της αλληλεπίδρασης για τη χρήση του βλέμματος είναι η πιο αποτελεσματική προσέγγιση για την αντιμετώπιση του προβλήματος Midas Touch. Κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να προβλέπεται:
  - *η φυσική λειτουργία των ματιών:* πολλές φορές οι γρήγορες κινήσεις των ματιών μπορεί να διακόψουν μια δράση ή να μην επιτρέψουν να εκτελεστεί, γι' αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η φυσική λειτουργία και η κίνηση του οφθαλμού (όπως έχουν αναφερθεί στο 1ο Κεφάλαιο).
  - *η σωστή τοποθέτηση των αντικείμενων και το μέγεθός τους:* τα αντικείμενα στόχοι και το μέγεθος τους θα πρέπει να διαφέρει από τα μέχρι τώρα συνηθισμένα.
  - *ο αριθμός και η σειρά των βημάτων για μια ενέργεια στην αλληλεπίδραση:* αν υπάρχουν πολλαπλές ενέργειες επί των αντικειμένων, θα πρέπει να εφαρμόζονται σταδιακά από την πιο διακριτική στην πιο δραστική, π.χ. πρώτα «φωτίστε», μετά επιλέξτε, μετά ενεργοποιήστε.
  - *το χρονικό διάστημα που χρειάζεται:* αφορά το χρόνο αναμονής για κάθε κίνηση αλληλεπίδρασης, αλλά και την χρονική διάρκεια για την περάτωση μιας ολοκληρωμένης δράσης σε μια εφαρμογή.
  - *το κόστος ενός λάθους ή αποτυχίας εφαρμογής:* η ύπαρξη ανάδρασης για κάθε ενέργεια του συστήματος μπορεί να προβλέψει και να αποτρέψει πιθανά λάθη.
  - *το γνωστικό φορτίο που παρέχεται ή επιβάλλεται στον χρήστη:* αναφέρεται στον όγκο και το είδος πληροφορίας που δίνεται.
  - το ποσό της κόπωσης που προκαλεί η αλληλεπίδρασης.

- *Συμπλήρωση και όχι αντικατάσταση.* Η αλληλεπίδραση με καταδίωξη βλέμματος θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως επαυξημένη είσοδος. Η προσπάθεια για αντικατάσταση των υπαρχουσών τεχνικών αλληλεπίδρασης, με αυτή της

καταδίωξης βλέμματος, μπορεί να μην αποδώσει τόσο, όσο αν απλά προστεθεί και το βλέμμα στις παραδοσιακές τεχνικές και συσκευές εισόδου της πληροφορίας. Νέες τεχνικές μπορεί να αναπτυχθούν, συνδυάζοντας το βλέμμα με τις παρούσες τεχνικές αλληλεπίδρασης. Π.χ. επιλογή αντικειμένου με το βλέμμα και ενεργοποίηση του με το πληκτρολόγιο ή φωνητική εντολή.

- *Βελτίωση της ερμηνείας των κινήσεων των ματιών.* Καθώς το βλέμμα αποτελεί μια δύσκολη πηγή εισαγωγής πληροφοριών, λόγω των πολλαπλών κινήσεων του, θα πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά πώς θα ερμηνευτεί το που βρίσκεται η προσοχή και να εκτιμηθεί η πρόθεση του χρήστη. Οι τρόποι για να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός, περιλαμβάνουν τη χρήση αλγορίθμων για τη βελτίωση της κατάταξης και της ανάλυσης των δεδομένων του βλέμματος, αναγνώριση προτύπων και χρήση σημασιολογικής πληροφορίας ή πρόσθετα δεδομένα από αισθητήρες που παρακολουθούν τις κινήσεις των ματιών του χρήστη.

- *Προσέγγιση με γνώμονα την εφαρμογή.* Το βλέμμα μπορεί να μην είναι κατάλληλο για όλες τις εφαρμογές. Για παράδειγμα, η χρήση του βλέμματος για την αλλαγή ραδιοφωνικών σταθμών σε ένα αυτοκίνητο δεν είναι καλή ιδέα για προφανείς λόγους. Επίσης, θα ήταν επίσης επιθυμητή σε εφαρμογές, όπως το Photoshop το οποίο σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτεί λεπτούς χειρισμούς. Θα πρέπει λοιπόν, να εξετάζεται η εφαρμογή και το σενάριο χρήσης πριν το σχεδιασμό της αλληλεπίδρασης, ώστε στην πορεία να εισαχθούν και οι κατάλληλες τεχνικές.

- *Ενεργητική έναντι παθητικής χρήσης του βλέμματος.* Ο εντοπισμός του ματιού ως μια μορφή εισόδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ενεργητικά, όπου το βλέμμα χρησιμοποιείται για τον άμεσο έλεγχο και εφαρμογή ορισμένων ενεργειών, είτε με παθητικό τρόπο, όπου το βλέμμα χρησιμοποιείται για την ενημέρωση του συστήματος, αλλά η επίδραση του βλέμματος του χρήστη δεν είναι άμεσα εμφανής. Ένα παράδειγμα για την κατανόηση αυτών των ενεργειών δίνεται μέσα από την αλλαγή ραδιοφωνικών σταθμών στο αυτοκίνητο. Για τη δράση αυτή (αλλαγή σταθμού) απαιτείται ενεργητική χρήση του βλέμματος. Στην αντίθετη περίπτωση, της παθητικής δράσης, μπορεί να ανιχνεύεται η κατεύθυνση του βλέμματος του χρήστη και στην περίπτωση που η προσοχή του δεν είναι στο δρόμο να ενημερώνεται με ένα χαρακτηριστικό ήχο. Η περίπτωση αυτή αποτελεί μια παθητική χρήση, γιατί ο χρήστης δεν χρειάζεται συνειδητά να εκτελέσει μια δράση. Επομένως, θα πρέπει να εξετάζονται οι τρόποι με τους οποίους θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παθητική πληροφορία που δίνει το βλέμμα πριν από την ενεργητική της δράση. Και αυτό γιατί έχει παρατηρηθεί ότι η παθητική χρήση προάγει τη φυσική λειτουργία των ματιών.

- *Διεπαφή στα μέτρα του χρήστη.* Όπως έχει αναφερθεί, το βλέμμα χρησιμεύει για τον εντοπισμό της προσοχής και της πρόθεσής του χρήστη. Κατά συνέπεια, οι πληροφορίες αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν για το σχεδιασμό αλληλεπιδραστικής διεπαφής, ώστε να ταιριάζει απόλυτα με τη ροή εργασίας του χρήστη. Για παράδειγμα, την παρακολούθηση και το συντονισμό πολλαπλών οθονών, ή σε περιπτώσεις ατόμων με ειδικές ανάγκες για την προσαρμογή της διεπαφής και την ευκολότερη αλληλεπίδρασή τους με αυτή.

2.5 **Σύνοψη**

Το 2^{ο} κεφάλαιο επικεντρώθηκε στην έννοια της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Μηχανής εισάγοντας το βλέμμα ως ένα διαφορετικό μέσο για την αλληλεπίδραση, σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα. Παρατέθηκαν απόψεις διαφόρων μελετητών του χώρου και μέσα από την έρευνα διαπιστώνεται ότι το βλέμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί αρκετά καλά και ότι έχει προοπτικές για αποδοτική αλληλεπίδραση ενός χρήστη με μια εφαρμογή. Επιπλέον, παρουσιάστηκε το απαιτούμενο περιβάλλον διεπαφής για την υλοποίηση της αλληλεπίδρασης με καταδίωξη βλέμματος, το οποίο εντάσσεται στα πλαίσια της αλληλεπίδρασης «χωρίς εντολές».

Όπως είναι αναμένεται σε κάθε νέα τεχνολογία κατά τις εφαρμογές της και τις προσπάθειες εξέλιξή της, διαπιστώθηκε ότι παρουσιάζονται προβλήματα τα οποία μπορεί να δυσχεραίνουν αρκετά την αλληλεπίδραση, αλλά με ικανοποιητικό εξοπλισμό, καλώς σχεδιασμένες διεπαφές και σωστή εκπαίδευση των χρηστών μπορούν να αντιμετωπιστούν. Για το λόγο αυτό καταγράφηκαν ορισμένες βασικές αρχές που εντοπίστηκαν για την σχεδίαση επιτυχημένης αλληλεπίδρασης στον τομέα της καταδίωξης βλέμματος.

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Τεχνικές Αλληλεπίδρασης στην Καταδίωξη Βλέμματος

Από τη στιγμή που η τεχνολογία για τον εντοπισμό και τη μέτρηση των κινήσεων των οφθαλμών και την αναφορά τους σε πραγματικό χρόνο έχει βελτιωθεί, αυτό που χρειάζεται είναι κατάλληλες τεχνικές αλληλεπίδρασης που ενσωματώνουν τις οφθαλμικές κινήσεις σε ένα «διάλογο» χρήστη-υπολογιστή με εύχρηστο και φυσικό τρόπο. Από τη δεκαετία του 1980, μέχρι σήμερα, έχουν ανακαλυφθεί και δημιουργηθεί πολλές τεχνικές αλληλεπίδρασης που εξυπηρετούν την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος.

Μια *τεχνική αλληλεπίδρασης* (interaction technique) ορίζεται ως ένα ζεύγος δράσεων σε ένα διάλογο ανθρώπου-υπολογιστή: μιας δράσης του χρήστη και μιας (ανά)δρασης του συστήματος που αλληλεπιδρά, [Κουτσαμπάσης 2011]. Μπορεί να υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι να χρησιμοποιηθεί μια συσκευή για να εκτελεστεί η ίδια εργασία. Για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει το ποντίκι για να επιλέξει μια εντολή από ένα αναδυόμενο ή ένα σταθερό μενού (παλέτα ή εργαλειοθήκη), με πολλαπλά κλικ, που περιβάλλουν την επιθυμητή εντολή, ή ακόμη και γράφοντας το όνομα της εντολής. Ενώ, οι τεχνικές αλληλεπίδρασης είναι ειδικά τεχνήματα που μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα στις πρακτικές εφαρμογές, οι πιο χρήσιμες από τις οποίες είναι αρκετά γενικές ώστε να χρησιμοποιηθούν σε μια ποικιλία εφαρμογών, όπως π.χ. το αναδυόμενο μενού.

Καταδίωξη Βλέμματος έναντι Ποντίκι Υπολογιστή

Ποντίκι Υπολογιστή.

Πολλές έρευνες για τις τεχνικές αλληλεπίδρασης ξεκινούν παρατηρώντας με ποιο τρόπο οι χρήστες χρησιμοποιούν το ποντίκι για την κατάδειξη (pointing) και την επιλογή (selection) στην καθημερινή τους εργασία. Αν και έχουν παρατηρηθεί ατομικές διαφορές στο πώς οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με τον υπολογιστή, σχεδόν όλοι χρησιμοποιούν το ποντίκι και όχι το πληκτρολόγιο για εργασίες, όπως η επιλογή συνδέσεων ή η περιήγηση στο διαδίκτυο.

Για να δημιουργηθεί μια αποτελεσματική και λειτουργική εφαρμογή με αλληλεπίδραση μέσω του βλέμματος, θα πρέπει να είναι σε θέση να πραγματοποιεί τις βασικές πράξεις/ενέργειες όπως και το συμβατικό ποντίκι σε μια παραδοσιακή γραφική διεπαφή

χρήστη (GUI), δηλαδή την κατάδειξη, την επιλογή, την μετακίνηση και την απόθεση. Άλλα καθήκοντα, για τα οποία χρησιμοποιείται το ποντίκι, περιλαμβάνουν την έναρξη εφαρμογών, είτε από την επιφάνεια εργασίας, είτε από το μενού έναρξης, την πλοήγηση σε φακέλους, την ελαχιστοποίηση, μεγιστοποίηση ή κλείσιμο μιας εφαρμογής, τη μετακίνηση παραθύρων, την τοποθέτηση του κέρσορα κατά την επεξεργασία κειμένου, το άνοιγμα πλαισίων μενού και την περιήγηση πάνω από τα κουμπιά/επιλογές για να ενεργοποιηθούν επεξηγήσεις και εντολές.

Οι βασικές λειτουργίες του ποντικιού που διεξάγονται για την επίτευξη των παραπάνω δράσεων είναι η γνωστή με ένα μόνο κλικ, με διπλό κλικ, δεξί κλικ, τοποθέτηση του κέρσορα επάνω στην επιλογή, και σύρσιμο με πατημένο κουμπί. Στην ιδανική περίπτωση μια τεχνική αλληλεπίδρασης που θα χρησιμοποιεί το βλέμμα για την επιλογή, θα πρέπει να είναι ικανή να υποστηρίξει όλες τις παραπάνω θεμελιώδεις πράξεις.

Καταδίωξη Βλέμματος.

Στην περίπτωση της καταδίωξης βλέμματος οι τεχνικές αλληλεπίδρασης μπορεί να βασίζονται στη χρήση ρητών εντολών (command based) ή απουσία αυτών (non-command based) για την εκτέλεση μιας εφαρμογής. Στην πρώτη περίπτωση (command based) το βλέμμα του χρήστη χρησιμοποιείται με τον ίδιο τρόπο όπως μια συσκευή κατάδειξης (ποντίκι υπολογιστή), παραδείγματος χάριν κατά την επιλογή ενός αντικειμένου. Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (2^{ο}), η καταδίωξη βλέμματος στις περισσότερες περιπτώσεις απασχολεί διεπαφές που ανήκουν στη δεύτερη περίπτωση (non-command based), όπου το βλέμμα καταχωρείται και αναλύεται για να ανακαλύψει που βρίσκεται η προσοχή του χρήστη (point of regard).

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί πως στόχος όλων των ερευνών, που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, δεν είναι η αντικατάσταση του ποντικιού, αλλά ο σχεδιασμός αποτελεσματικών τεχνικών κατάδειξης με το βλέμμα, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια βιώσιμη εναλλακτική λύση για τους χρήστες που επιλέγουν να μην χρησιμοποιούν το ποντίκι, ανάλογα με τις ικανότητες, τα καθήκοντα, ή τις προτιμήσεις τους. Αυτές οι τεχνικές δεν πρέπει κατ'ανάγκη να ξεπερνούν τη χρήση του ποντικιού, αλλά να εκτελούνται αρκετά καλά, ώστε να αξίζει να εξετασθούν και να εφαρμοστούν.

Στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται και αναλύονται, οι περισσότερες από τις τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για την καταδίωξη βλέμματος και συναντώνται κατά την αλληλεπίδραση των χρηστών σε υπολογιστή και τις διάφορες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται. Για το λόγο αυτό, η οργάνωση και ο διαχωρισμός τους γίνεται, πολλές φορές, σκεπτόμενοι τη δράση που καλείται να πραγματοποιηθεί.

Τις τεχνικές αυτές μπορούμε να τις διαχωρίσουμε ως εξής:
i. επιλογή αντικειμένου,
ii. μετακίνηση αντικειμένου,
iii. μεγέθυνση αντικειμένου,
iv. εμφάνιση ιδιοτήτων αντικειμένου,
v. εναλλαγή μεταξύ παραθύρων,
vi. κύλιση,
vii. εισαγωγή κειμένου,
viii. ανατροφοδότηση.

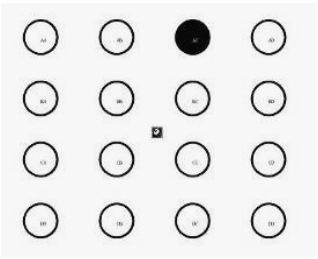
Στη συνέχεια, αναλύονται οι περισσότερες τεχνικές αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές, όπως αυτές έχουν αναφερθεί και από τους Drewes et al.

[2007], [2010], Jacob R.J.K. [1991], [1993], [1994], [1995], [2000], [2003], Kumar et al. [2007], Majaranta P. [2009], Morimoto et al. [1999], [2004], Tall Martin [2008], [w3].

3.1 Επιλογή Αντικειμένου

Η *επιλογή αντικειμένου* (Object Selection) είναι μια ενέργεια που προηγείται κάθε άλλης καθ' όλη τη διάρκεια που χρησιμοποιείται ένα σύστημα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής. Πριν, όμως από την ενέργεια της επιλογής προηγείται η ενέργεια της επισήμανσης/κατάδειξης (pointing), η οποία στην πράξη δεν διαχωρίζεται από την επιλογή.

Ο στόχος, εδώ, είναι να επιλεχθεί ένα αντικείμενο/στοιχείο μεταξύ πολλών, όπως αυτά εμφανίζονται στην επιφάνεια εργασίας ή σε μία εφαρμογή. Για παράδειγμα, μια από τις πολλές εικόνες αρχείων σε μια επιφάνεια εργασίας ή, όπως φαίνεται στην *Εικόνα 3-1*, ένας από του πολλούς κύκλους [Jacob 1990, 1991].



Εικόνα 3-1. Οθόνη από πειραματική μελέτη για την επιλογή αντικειμένου με το βλέμμα. Η επιλογή του χρήστη φαίνεται με τον επισημασμένο μαύρο κύκλο.

Προτού, όμως, παρουσιαστούν και περιγραφούν οι τεχνικές που αφορούν την επιλογή θα πρέπει να γίνει αποσαφήνιση των εννοιών «κατάδειξη» (pointing) και «επιλογή» (selection) καθότι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι δυο ενέργειες δεν είναι εύκολο να διαχωριστούν. Δηλαδή, ο χρήστης ενώ αλληλεπιδρά με ένα σύστημα ή εφαρμογή θεωρεί την κατάδειξη ως ενσωματωμένη πράξη δίνοντας τον ορισμό «επιλογή» και για τις δυο ενέργειες. Ωστόσο, στην καταδίωξη βλέμματος οι δυο ενέργειες διαχωρίζονται, διαφορετικά προκαλείται πιο έντονα το πρόβλημα Midas Touch. Έτσι:

- Ως *κατάδειξη* ορίζεται η διαδικασία που εντοπίζει το βλέμμα του χρήστη σε ένα σημείο επί της οθόνης.
- Η *επιλογή* θα αφορά την βούληση του χρήστη για ενεργοποίηση της οποιαδήποτε λειτουργίας προκαλείται από το σημείο εκείνο.

Ποντίκι Υπολογιστή.

Με το παραδοσιακό ποντίκι του υπολογιστή, η επιλογή γίνεται συνήθως με την κατάδειξη του αντικειμένου και στη συνέχεια, πατώντας ένα κουμπί για την επιλογή του (συνήθως αριστερό κλικ).

Καταδίωξη Βλέμματος.

Με τον ιχνηλάτη βλέμματος, δεν υπάρχει φυσικός τρόπος για το πάτημα του κουμπιού. Για το λόγο αυτό έχουν δημιουργηθεί αρκετές τεχνικές για την επίτευξη του αρχικού

στόχου. Σε γενικές γραμμές, οι τεχνικές αλληλεπίδρασης για την επιλογή αντικειμένου στηρίζονται σε δυο τρόπους:
Στον *πρώτο*, ο χρήστης βλέπει (~150 msec) το επιθυμητό αντικείμενο (το οποίο «φωτίζεται» (highlighted)) και έπειτα με μια άλλη δράση θα το επιλέξει.
Στον *δεύτερο*, χρησιμοποιείται το χρονικό διάστημα παραμονής (dwell time). Εάν ο χρήστης συνεχίζει να κοιτάζει το αντικείμενο επίμονα (περίπου για 1sec), αυτό θα επιλεγεί χωρίς περαιτέρω δράσεις.

Πρακτικά, οι δυο αυτοί τρόποι όταν εφαρμόζονται μπορεί να περιέχουν μικρές παραλλαγές που οδηγούν σε ξεχωριστές τεχνικές για την επιλογή. Όμως, μπορούν να εφαρμόζονται και ταυτόχρονα.

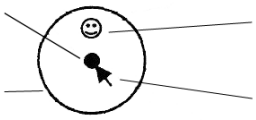
3.1.1 **Κατάδειξη MAGIC**

Η κατάδειξη (pointing) με την τεχνική MAGIC (Manual And Gaze Input Cascaded, ή Manual Acquisition with Gaze Initiated Cursor) περιλαμβάνει δυο διαφορετικούς τρόπους κατάδειξης/επισήμανσης. Ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματικότητά τους, είναι ο προσδιορισμός του στόχου που ο χρήστης προτίθεται να «αποκτήσει». Οι δύο τεχνικές επισήμανσης, διαχωρίζονται μεταξύ τους σε ελεύθερη και συντηρητική, από την άποψη της αναγνώρισης του στόχου και την τοποθέτηση του κέρσορα. [Morimoto et al. 1999], [Drewes 2010], [Kumar 2007]

3.1.1.1 Ελεύθερη προσέγγιση MAGIC

Στην ελεύθερη προσέγγιση γίνεται μετακίνηση του κέρσορα σε κάθε νέο αντικείμενο που κοιτάζει ο χρήστη (*Εικόνα 3-2*). Ο χρήστης μπορεί να ελέγξει τον κέρσορα γύρω ή επάνω στο στόχο με το χέρι, ή να το αγνοήσει και να αναζητήσει τον επόμενο στόχο. Στην πράξη, ένα νέο αντικείμενο/στόχος ορίζεται από απόσταση περίπου 120 pixels από την τρέχουσα θέση του κέρσορα, εκτός αν ο κέρσορας ελέγχεται με το χέρι. Δεδομένου ότι υπάρχει ένα όριο 120-pixel, ο κέρσορας δεν θα αλλάξει όταν ο χρήστης κάνει συνεχή χειραγώγηση, όπως η κατάρτιση. Σημειώνεται ότι αυτή η τεχνική είναι διαφορετική από τον παραδοσιακό έλεγχο με το βλέμμα, όπου ο χρήστης χρησιμοποιεί το βλέμμα του στο σημείο που βρίσκεται ο στόχος, είτε με κέρσορα είτε χωρίς, και ακολουθεί συνεχώς τις κινήσεις του βλέμματος.

Η ελεύθερη αυτή προσέγγιση, μπορεί να εμφανιστεί πριν την ενεργοποίηση, δεδομένου ότι ο κέρσορας μπορεί να αναμένει στην περιοχή του ή σε κάθε πιθανό στόχο. Ο χρήστης μπορεί να μετακινήσει τον κέρσορα μόλις αποφασίσει να «αποκτήσει» το στόχο πάνω στον οποίο βρίσκεται. Διαφορετικά, μπορεί να δίνεται η αίσθηση ότι ο κέρσορας είναι ενεργός, ενώ απλά κοιτάζει ένα στόχο, παρότι μπορεί να προσαρμοστεί σταδιακά και να αγνοήσει αυτήν τη συμπεριφορά.

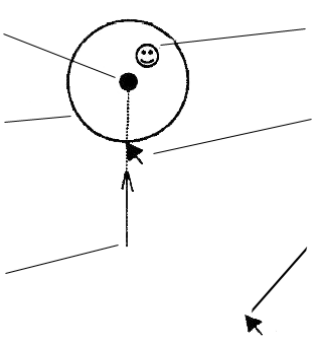


Εικόνα 3-2. Η τεχνική ελεύθερης προσέγγισης MAGIC. Ο κέρσορας τοποθετείται στην περιοχή του στόχου που εντοπίζεται η οπτική προσοχή του χρήστη.

3.1.1.2 Συντηρητική Προσέγγιση MAGIC

Η πιο συντηρητική προσέγγιση της τεχνικής επισήμανσης MAGIC, δεν τοποθετεί απευθείας τον κέρσορα σε ένα στόχο μέχρι να ενεργοποιηθεί με το χέρι. Όταν ενεργοποιηθεί, ο κέρσορας βρίσκεται στον έλεγχο του βλέμματος βάση των δεδομένων που δίνει ο ανιχνευτής βλέμματος. Αυτή η περιοχή πρέπει να βρίσκεται κοντά στο στόχο. Ο χρήστης θα κατευθύνει στη συνέχεια τον κέρσορα προς το στόχο με το χέρι, για να ολοκληρώσει την επιλογή του.

Όπως φαίνεται στην *Εικόνα 3-3*, για να ελαχιστοποιηθεί η αβεβαιότητα της κατεύθυνσης όταν εμφανιστεί ο κέρσορας στη συντηρητική τεχνική, εισάγεται μια «έξυπνη πρόληψη κίνησης». Αντί, ο κέρσορας, να είναι τοποθετημένος στο κέντρο της περιοχής του βλέμματος, θα βρίσκεται στα όρια της περιοχής οπτικής προσοχής του χρήστη και στην κατεύθυνση που είχε ορίσει ο χρήστης κατά τη μετακίνηση του με το χέρι. Αυτό σημαίνει ότι μόλις ο κέρσορας πλησιάσει την περιοχή οπτικής προσοχής είναι πιθανότερο να εμφανίσει κίνηση προς το στόχο, ανεξάρτητα από το ότι μπορεί ο χρήστης να τον ενεργοποιεί με το χέρι. Πιστεύετε ότι με τη μέθοδο της «έξυπνης πρόληψης κίνησης» ο χρήστης δεν θα χρειάζεται να ενεργοποιεί τον κέρσορα, να τον διατηρεί στη θέση του και να αποφασίσει σε ποια κατεύθυνση να κατευθύνει το δρομέα με κόστος της αυξημένης σε εύρος κίνησης του χεριού του, γιατί θα υπολογίζεται η θέση και η τελική ενεργοποίηση του στόχου από το βλέμμα του.



Εικόνα 3-3. Η τεχνική συντηρητικής προσέγγισης MAGIC.

3.1.2 **Χρονική Παραμονή (Dwell time)**

Η πιο διαδεδομένη τεχνική αλληλεπίδρασης στην καταδίωξη βλέμματος είναι η *dwell time* (χρονική παραμονή). Σε αυτήν την τεχνική ο χρήστης καλείται να κοιτάξει επίμονα για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (χρόνος παραμονής) σε μια περιοχή στην οθόνη, ώστε να ενεργοποιήσει μια ενέργεια. Αυτή η χρονική παραμονή είναι συνήθως κάτω από 1000msec (1sec). [Hansen et al. 2003]

Η τεχνική έχει διαπιστωθεί πως είναι αρκετά απλή, έξυπνη και εύκολη στην εκμάθηση και εφαρμογή της. Πολλά εξαρτώνται από τον χρησιμοποιούμενο χρόνο παραμονής. Οι σύντομες χρονικές παραμονές και η αμεσότητα της δράσης επιτρέπουν τη γρήγορη παραγωγή εργασίας, αλλά είναι πιθανό να παράγουν λάθη από ανεπιθύμητες προσηλώσεις λόγω του προβλήματος Midas Touch. Ένα άλλο πλεονέκτημα, εκτός από την ευκολία χρήσης, είναι ότι δεν υπάρχει καμία ανάγκη για επιπλέον χρήση κάποιου κουμπιού. Το μειονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι η ανάγκη για μια διαδικασία βαθμονόμησης.

Ένα παράδειγμα χρήσης που βρίσκει καλή εφαρμογή η τεχνική dwell time είναι η εισαγωγή κωδικού σε μηχάνημα ATM [Drewes et al. 2007].

Εικόνα 3-4. Ενδεικτική οθόνη ATM για την εισαγωγή κωδικού PIN με τη χρήση του βλέμματος.

3.1.3 **Κοίταγμα & Αυτόματη Ενεργοποίηση (Look & Shoot)**

Μια άλλη μέθοδος, που ανήκει πλέον στις πρώτες και συνηθέστερες τεχνικές αλληλεπίδρασης με το βλέμμα, είναι η τεχνική *Look & Shoot,* δηλαδή κοίταγμα και αυτόματη ενεργοποίηση, χωρίς την απαίτηση για χρονική παραμονή του βλέμματος στο στόχο.

Εδώ, ο χρήστης προσηλώνεται σε ένα αντικείμενο στην οθόνη και ταυτόχρονα «χτυπά» (πατάει) ένα κουμπί για την ενεργοποίηση της δράσης. Οι Ware et al. [1987] μελέτησαν και κατέληξαν, ότι αυτή η τεχνική είναι πολύ εύκολη στη χρήση και ιδιαίτερα γρήγορη, καθώς δεν απαιτείται χρονική παραμονή στην προσήλωση για την ενεργοποίηση.

Παρόλα αυτά και σε αυτήν την τεχνική υπάρχει η ανάγκη για τη διαδικασία βαθμονόμησης.

3.1.4 «Quick Glance»

Η τεχνική επιλογής *Quick Glance* προσφέρει ένα γρήγορο και απλό τρόπο για να επιλεχθεί ένα αντικείμενο-στόχος. Ο χρήστης δεν χρειάζεται να κάνει σκόπιμες κινήσεις με τα μάτια, παρά μόνο να κοιτάξει το στόχο που επιθυμεί. Η λογική της τεχνικής είναι παρόμοια με αυτή σε μια κανονική γραφική διεπαφή χρήστη (GUI) όπου, αφού βρεθεί ο στόχος επιλέγεται με το ποντίκι. [Ohno 1998]

Το χαρακτηριστικό της τεχνικής Quick Glance είναι ότι ο στόχος είναι χωρισμένος σε δύο μέρη, το όνομα της εντολής (command name) και την περιοχή επιλογής (selection area) που θα περιέχει ένα διακριτό σημάδι (selection mark), *Εικόνα 3-5*. Όταν θέλουμε να επιλεχθεί η εντολή, αρκεί να εξεταστεί το σημάδι στην περιοχή επιλογής, αντί του ονόματός της.

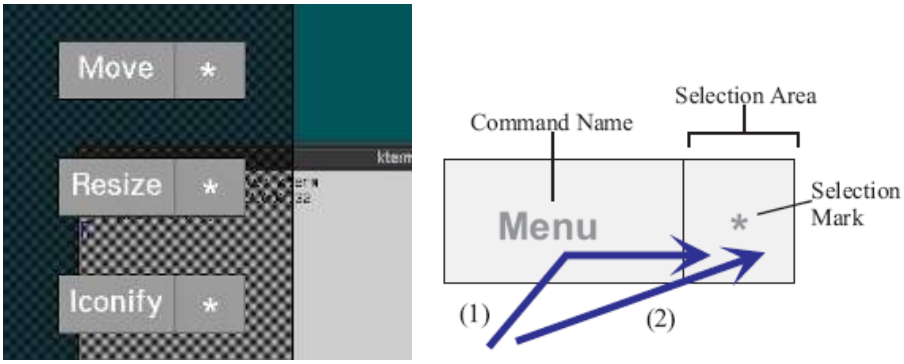
Υπάρχουν δύο τρόποι για να επιλεχθεί ο στόχος:

I. Έμμεση επιλογή:

Στον πρώτο τρόπο αρκεί το βλέμμα να προσηλωθεί επάνω στην περιοχή του ονόματος της εντολής (*Εικόνα 3-5*) και η ολοκλήρωση της επιλογής θα πραγματοποιηθεί όταν εξεταστεί το διακριτό στοιχείο. Στην προσέγγιση αυτή, χρειάζονται δύο σακκαδικές κινήσεις για να επιλεχθεί ο στόχος (*Εικόνα 3-5.(B). βέλος (1)*). Έχει παρατηρηθεί ότι χρήση του πρώτου τρόπου κάνουν συνήθως αρχάριοι, που δεν ξέρουν τα στοιχεία, π.χ. σε ένα μενού, ή που δεν έχουν εξοικειωθεί με τη μέθοδο.

II. Άμεση Επιλογή:

Στον δεύτερο τρόπο η περιοχή επιλογής εξετάζεται άμεσα (*Εικόνα 3-5.(B). βέλος (2)*). Όταν ο χρήστης έχει εξοικειωθεί, μπορεί απλά να κοιτάξει το στόχο εκτελώντας μια μόνο κίνηση.



(A). (B).

Εικόνα 3-5. Παράδειγμα εμφάνισης στόχου για την τεχνική Quick Glance.

3.1.4.1 Δυαδική Επιλογή (Binary Choice)

Παρόμοια τεχνική, με την Quick Glance, προτείνει και ο Martin Tall [2008] στα πλαίσια του συστήματος NeoVisus, και την ονομάζει *Δυαδική Επιλογή* (Binary Choice). Η λειτουργία είναι ίδια και η διαφορά της έγκειται στη εμφάνιση του κουμπιού.

Εικόνα 3-6. Binary Choice. Εμφάνιση του βασικού ορθογωνίου μαζί με την εμφάνιση της περιοχής ενεργοποίησης. Αριστερά παρουσιάζεται απενεργοποιημένο, ενώ δεξιά έχει ενεργοποιηθεί και η εικόνα του ορθογωνίου εμφανίζει τη θετική ανατροφοδότηση.

Η τεχνική αυτή μοιάζει με το παραδοσιακό κουμπί, που μπορεί είτε να επιλεχθεί (on) ή να καταργηθεί (off). Η τεχνική αποτελείται από ένα ορθογώνιο στο οποίο, όταν εντοπιστεί επάνω του η προσοχή του βλέμματος, επεκτείνεται μια δεύτερη περιοχή η οποία θα αποτελεί την περιοχή στόχου για ενεργοποίηση.

Το δυαδικό στοιχείο «Επιλογή» (Choice) διαθέτει μια περιοχή-στόχο για το εικονίδιο ενεργοποίησης που είναι μεγαλύτερο από το εικονίδιο. Αυτό μειώνει τα προβλήματα από το τρεμόπαιγμα του ματιού (jitter), καθώς η θέση του βλέμματος δεν χρειάζεται να είναι ακριβώς πάνω από το εικονίδιο για όλη τη διάρκεια της παραμονής.

3.1.5 **Εμφάνιση μενού & Επιλογή**

Μια διαφορετική τεχνική αλληλεπίδρασης αντικειμένου είναι και η *επιλογή εντολής από μενού*.

Μια γραμμή μενού είναι μια περιοχή στην διεπαφή της οθόνης ή της εφαρμογής που περιέχει ορισμένες επιλογές. Όταν ο χρήστης επιλέξει μια από αυτές, θα ανοίξει μια στήλη μενού που θα περιέχει κάποιες επιπλέον επιλογές / εντολές. Ο λόγος ύπαρξης γραμμών μενού, είναι η κοινή μορφή μεταξύ παραθύρων και ειδικών εφαρμογών για την πρόσβαση σε λειτουργίες, όπως το άνοιγμα αρχείων, αλληλεπίδραση με άλλη εφαρμογή, ή την προβολή βοηθητικών εγγράφων ή εγχειριδίων, κ.ά. Επίσης, η ύπαρξη μενού εξυπηρετεί την οργάνωση των πολλών δυνατοτήτων που μπορεί να προσφέρει η κάθε εφαρμογή (π.χ. σχεδιαστικά προγράμματα).

Ποντίκι υπολογιστή.

Με το παραδοσιακό ποντίκι του υπολογιστή, ο χρήστης επιλέγει τον επικεφαλίδα του μενού και με ένα κλικ ξετυλίγεται, συνήθως σε μια στήλη προς τα κάτω το σώμα του (καταδυόμενο μενού (pull-down/drop-down menu). Με το πέρασμα του ποντικιού από τις επιλογές που προσφέρονται, αυτές φωτίζονται και μπορούν να επιλεχθούν, ενώ με κλικ πάλι πάνω στον τίτλο του μενού, το σώμα κλείνει.

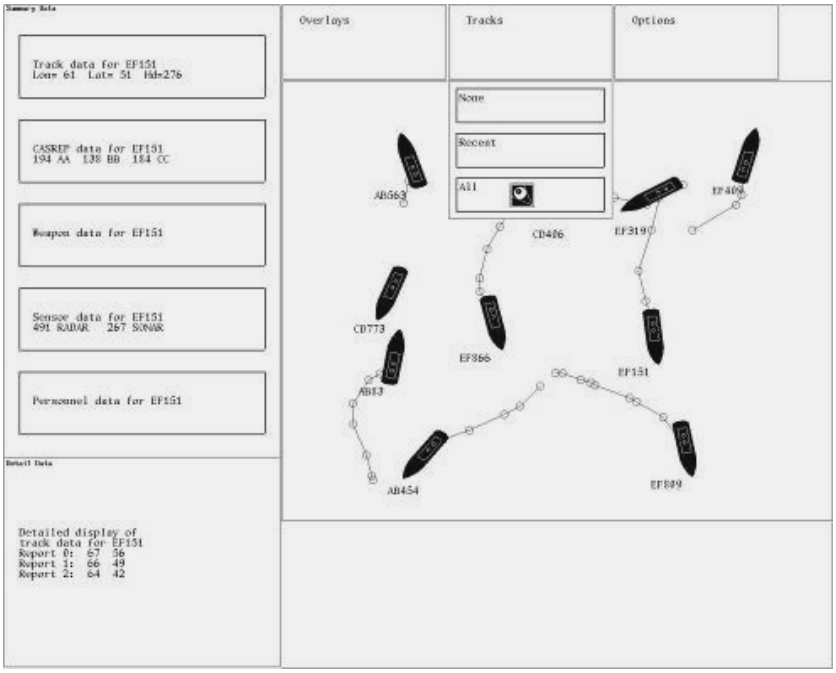
Εμφάνιση Μενού με το Βλέμμα

Στην τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος η ενεργοποίηση ενός καταδυόμενου μενού (pull-down/drop-down menu) και επιλογή από αυτό θα γίνεται με το βλέμμα του χρήστη. Όταν ο χρήστης κοιτάζει την επικεφαλίδα ενός μενού για κάποιο χρονικό διάστημα (περίπου 400ms), το σώμα του μενού θα προβληθεί στην οθόνη. [Jacob 1991]

Στο σημείο αυτό, μπορεί να εξεταστούν τα στοιχεία που περιλαμβάνει. Μετά από μια σύντομη προσήλωση (100ms) στην επιθυμητή επιλογή, αυτή θα φωτιστεί ή θα υπογραμμιστεί, αλλά η εντολή δεν θα εκτελεστεί ακόμη. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να εξετάσει και τα υπόλοιπα διαφορετικά στοιχεία επιλογών που του δίνει το μενού. Εάν όμως, ο χρήστης κοιτάξει εκτός ορίων του μενού (για 600ms), αυτό απενεργοποιείται και καμία εντολή δεν εκτελείται.

Στη συνέχεια, υπάρχουν δυο τεχνικές για την επιλογή και εκτέλεση ενός στοιχείου από μενού:

- Αν ο χρήστης κοιτάξει επίμονα (dwell time) το επισημασμένο στοιχείο, για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (περίπου 1sec), η εντολή του θα εκτελεστεί και το μενού θα σβηστεί από την οθόνη.
- Εναλλακτικά, αφού έχει επιλέξει με το βλέμμα το στοιχείο, η εντολή του θα εκτελεστεί αμέσως με το πάτημα ενός κουμπιού και το μενού θα κλείσει αυτόματα.



Εικόνα 3-7. Εμφάνιση ενός μενού από τον τίτλο. Στη συγκεκριμένη φαίνεται ότι το βλέμμα του χρήστη βρίσκεται στην επιλογή "A11" με τίτλο "Tracks".

3.1.6 **Αξιολόγηση**

Επιλογή.

Κατά πρώτη εκτίμηση η προσέγγιση της τεχνικής dwell time αποδείχθηκε πολύ πιο βολική, σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές επιλογής. Ενώ, μια παραμονή μεγάλης χρονικής διάρκειας (dwell time) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να εξασφαλίσει ότι δεν θα γίνεται αυτόματη επιλογή, απλά κοιτάζοντας γύρω στην οθόνη, αυτό μετριάζει την ταχύτητα και το πλεονέκτημα της χρήσης των οφθαλμικών κινήσεων για την είσοδο.

Εάν το αποτέλεσμα επιλογής λάθος στοιχείου μπορεί να αναιρεθεί, τότε η τεχνική σύντομης χρονικής παραμονής (dwell time) μπορεί να χρησιμοποιηθεί (η επιλογή ενός λάθος αντικειμένου ακολουθείται από την επιλογή του κατάλληλου αντικειμένου και δεν προκαλούνται δυσμενείς επιπτώσεις – δηλαδή, η δεύτερη επιλογή αντικαθιστά αμέσως την πρώτη). Η προσέγγιση αυτή, χρησιμοποιώντας 150 - 250 msec χρόνο παραμονής δίνει άριστα αποτελέσματα. Η χρονική καθυστέρηση μεταξύ της κίνησης των ματιών και της απόκρισης του συστήματος είναι μετά βίας ανιχνεύσιμη από τον χρήστη, αλλά αρκετά μεγάλη για να συσσωρεύσει επαρκή δεδομένα για την αναγνώριση της εστίασης και την επεξεργασία των δεδομένων.

Σε καταστάσεις όπου η επιλογή ενός αντικειμένου είναι δυσκολότερο να ανατραπεί, για τη μείωση των λαθών είναι προτιμότερη η τεχνική με χρήση πλήκτρου επιβεβαίωσης, παρά η επιλογή με χρονική σταθεροποίησης του βλέμματος (dwell time). Το πάτημα του είναι προαιρετικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποφευχθεί το χρονικό διάστημα που απαιτεί η χρονική παραμονή για να ενεργοποιηθεί η επιλογή.

Το μειονέκτημα της τεχνικής αλληλεπίδρασης με χρονική σταθεροποίηση είναι ότι αυξάνοντας τον απαιτούμενο χρόνο σταθεροποίησης, ώστε να μην επιλέγονται ασυνείδητα αντικείμενα της διεπαφής, μετριάζεται το πλεονέκτημα της ταχύτητας και μειώνεται, επίσης, η ανταπόκριση της διεπαφής. Παρόλα αυτά, σε μελέτη του Jacob [1991], η τεχνική επιλογής και ενεργοποίησης με το βλέμμα αποδείχτηκε πιο αποδοτική.

Αντίθετα, όσο αφορά, την εμφάνιση και επιλογή μενού μέσω του βλέμματος μελέτες έδειξαν ότι, μετά την επιλογή στοιχείου με το βλέμμα η τεχνική εκτέλεσής (ii) (με το πάτημα ενός πλήκτρου) είναι πιο εύχρηστη, έναντι της τεχνικής (i) (με χρονική παραμονή) του βλέμματος (dwell time). Διαπιστώθηκε ότι η δυσκολία οφείλεται στο γεγονός, ότι η διάρκεια προσήλωσης στο στόχο πριν την εκτέλεση, πρέπει να είναι αρκετά υψηλή, περισσότερο από το φυσιολογικό χρόνο που απαιτείται για να διαβαστεί ένα άγνωστο στοιχείο. Η πράξη αυτή αποτελεί μια αφύσικη λειτουργία για το ανθρώπινο βλέμμα, σε σχέση με το φυσικό χρόνο που αφιερώνει σε μια προσήλωση. Παρόλα αυτά και οι δυο τεχνικές αποδείχθηκαν αρκετά αποτελεσματικές για την εκτέλεση εντολής από μενού.

3.2 **Μετακίνηση Αντικειμένου**

Μια σημαντική τεχνική αλληλεπίδρασης, ιδιαίτερα για συστήματα που απαιτούν την απασχόληση των χεριών, είναι η *μετακίνηση* ενός αντικείμενου στην οθόνη (π.χ. ένα από τα πολλά αρχεία που βρίσκονται στην επιφάνεια εργασίας) μέσω του ιχνηλάτη ματιών.

Ποντίκι Υπολογιστή.
Στην περίπτωση του γνωστού ποντικιού του υπολογιστή μπορούν να εκτελούνται δυο διακριτές εργασίες: πρώτον η επιλογή του αντικείμενου που πρόκειται να μετακινηθεί, και δεύτερον η εκτέλεση της μετακίνησης (drag & drop).

Καταδίωξη Βλέμματος.
Στην αλληλεπίδραση με ιχνηλάτη βλέμματος οι εργασίες που αναφέρθηκαν, μπορούν να διαχωριστούν και η καθεμία να εκτελείται από διαφορετική συσκευή εισόδου.

Παρουσιάζονται δυο τεχνικές για την πραγματοποίηση μιας μετακίνησης αντικειμένου εντός των ορίων της οθόνης. [Jacob 1990]

3.2.1 **Επιλογή με το Βλέμμα & Μεταφορά με το Ποντίκι**

Η πρώτη τεχνική αλληλεπίδρασης συνδυάζει την ανίχνευση ματιού για την επιλογή και το ποντίκι ή άλλη συσκευή εισόδου (π.χ. trackball) για την υλοποίηση της μετακίνησης. Έχει εφαρμοστεί ως εκ τούτου η τεχνική με την οποία το μάτι επιλέγει το αντικείμενο (μεταφέρθηκε στο χάρτη, στην προκειμένη περίπτωση) και το ποντίκι για να το μετακινήσει. Η επιλογή μέσω βλέμματος γίνεται με τεχνικές αλληλεπίδρασης που έχουν περιγραφεί προηγουμένως (§ 3.1). Στη συνέχεια, ο χρήστης χρησιμοποιεί το ποντίκι και με το πάτημα του πλήκτρου μπορεί να «σηκώσει» και να σύρει το αντικείμενο προς την επιθυμητή κατεύθυνση, και μετά να το τοποθετήσει απελευθερώνοντας το πλήκτρο. Δεν υπάρχει κανένας ορατός κέρσορας καθότι το σημείο προσήλωσης του βλέμματος θα είναι πάντα ο κέρσορας που χρησιμοποιείται για να δίνει τη σχετική θέση και θα αρχίζει να κινείται από όπου και αν βρίσκεται το βλέμμα.

3.2.2 **Επιλογή & Μεταφορά με το Βλέμμα**

Στη δεύτερη τεχνική αλληλεπίδρασης χρησιμοποιείται το βλέμμα και για την επιλογή και για τη μετακίνηση του αντικειμένου σε συνδυασμό με το πάτημα ενός πλήκτρου για το «σήκωμα» και την τοποθέτηση σε νέα θέση στην οθόνη. Ο χρήστης επιλέγει το στοιχείο με το βλέμμα του και στη συνέχεια πατάει ένα καθορισμένο κουμπί. Ενώ το κουμπί είναι πατημένο, το βλέμμα θα μετακινεί το αντικείμενο. Όταν το κουμπί απελευθερωθεί το αντικείμενο θα παραμείνει στη νέα του θέση. Σύμφωνα με την επεξεργασία που γίνεται σε αυτή την τεχνική, το επιλεγμένο αντικείμενο αλλάζει θέση ανάλογα με τις προσηλώσεις που πραγματοποιεί το ανθρώπινο μάτι από τη φύση του (περίπου ανά 100ms), και μένει σταθερό στη θέση αυτή μέχρι την επόμενη καθήλωση (παρά το φυσικό τρεμόπαιγμα που κάνει το μάτι).

3.2.3 **Αξιολόγηση**

Μετακίνηση.

Ως αρχική υπόθεση σε μελέτες, είχε θεωρηθεί ότι η μετακίνηση με το βλέμμα θα ήταν μια δύσκολη διαδικασία για να χρησιμοποιηθεί. Συγκριτικά με το ποντίκι, που δίνει καλύτερο έλεγχο της κίνησης, οι κινήσεις των ματιών θα ήταν ενοχλητικές για την επιλογή ενός αντικειμένου, αλλά και για την εκτέλεση ενεργειών, όπως να «σηκώσουν» και να μετακινήσουν, αναλόγως την επιθυμία και ανάγκη του χρήστη.

Η αρχική υπόθεση, όμως, δεν επιβεβαιώθηκε. Αν και η πρώτη τεχνική (επιλογή με το βλέμμα μετακίνηση με το ποντίκι) λειτουργεί καλά, ο χρήστης ενσωματώνει γρήγορα την δεύτερη τεχνική (επιλογή και μεταφορά με το βλέμμα), η οποία αποδείχθηκε και πιο εύχρηστη. Όταν ο χρήστης συνηθίσει να αναγνωρίζεται από το σύστημα η οπτική του προσοχή, η χρήση του ποντικιού για τη μετακίνηση αντικειμένου φαίνεται δύσκολη και αργή.

Στη μελέτη του Jacob [1991] οι χρήστες αφού κοιτάξουν το επιθυμητό πλοίο και πατώντας το πλήκτρο «pick up», θα πρέπει ως επόμενη φυσική κίνηση να δουν την κατεύθυνση και το σημείο που επιθυμούν να μετακινηθεί το πλοίο. Σε αυτό το σημείο, μια σκέψη μπορεί να είναι «Εφόσον έχω βρει και κοιτάζω ήδη το σημείο προορισμού, γιατί θα πρέπει να χρησιμοποιήσω το ποντίκι για να σύρω το πλοίο εδώ;». Με τις κινήσεις των ματιών το σύρσιμο του πλοίου φαίνεται αρκετά ομαλό και προβλέψιμο, αλλά και στιγμιαίο. Η δεύτερη τεχνική λειτουργεί καλύτερα όταν στον προορισμός της κίνησης υπάρχει κάποιο αναγνωρίσιμο χαρακτηριστικό στην οθόνη (άλλο πλοίο, ή κάποιο λιμάνι του χάρτη). Όταν ο προορισμός είναι μια αυθαίρετη κενή θέση, η διαδικασία γίνεται πιο δύσκολη, καθώς το μάτι συνηθίζει να δίνει πάντα προσοχή σε χαρακτηριστικά του στόχου.

3.3 Μεγέθυνση Αντικειμένου

Η τεχνική της *μεγέθυνσης* (zoom) δίνει τη δυνατότητα της μεγέθυνσης περιοχών της οθόνης του υπολογιστή, επιτρέποντας στον χρήστη να εκτελέσει μια δράση στην περιοχή που έχει επιλέξει με πιο αξιόπιστο τρόπο καθιστώντας το στόχο μεγαλύτερο και αποκαλύπτοντας ευκρινέστερα κάποιες λεπτομέρειες.

3.3.1 Ενδεχόμενη Σημασιολογική Μεγέθυνση

Ο Kumar [2007] παρατηρώντας ότι η πραγματική περιοχή ενδιαφέροντος υποδεικνύεται πάντα από το βλέμμα του χρήστη, πρότεινε την χρήση του βλέμματος για την πρόκληση της μεγέθυνσης της εκάστοτε περιοχής ενδιαφέροντος. Ο στόχος μιας σημασιολογικής μεγέθυνσης είναι να επιτρέψει στον χρήστη να καθορίζει την περιοχή που επιθυμεί απλώς με το κοίταγμα και στη συνέχεια να την ενεργοποιεί με τον ίδιο τρόπο. Η μεγέθυνση μπορεί να ενεργοποιηθεί από την χρήση οποιασδήποτε προσέγγισης, όπως το πάτημα ενός πλήκτρου στο πληκτρολόγιο ή χρησιμοποιώντας τα κουμπιά του ποντικιού.

3.3.2 Δυναμική Επέκταση Στόχου

Αρχικά, η μεγέθυνση στόχου ήταν στατική, αλλά στην πορεία, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες του ματιού ως μέσω εισόδου, η προσέγγιση αυτή τροποποιήθηκε με την αντικατάσταση της στατικής μεγέθυνσης σε δυναμική. Παρότι έχει υποστηριχθεί [Miniotas et al. 2004], ότι η στατική μεγέθυνση στόχου είναι πιο λογική για τα μάτια (λόγω του νευρικού χαρακτήρα των κινήσεών τους), πιστεύεται ότι η δυναμική προσέγγιση θα μπορούσε να είναι πιο χρήσιμη σε ορισμένες περιπτώσεις, ιδιαίτερα για την αλληλεπίδραση στις γραφικές διεπαφές που αποτελούνται από πολλά στοιχεία σε 2Δ χώρο. Η δυναμική μεγέθυνση για πρώτη φορά εφαρμόστηκε με επιτυχία στην εκτέλεση εφαρμογών απόκτησης στόχων σε συμβατικές συσκευές κατάδειξης (ποντίκι). Ωστόσο, αποδείχθηκε ότι και στην καταδίωξη βλέμματος η μεγέθυνση στόχου μπορεί να διευκολύνει την απόδοση.

Η δ*υναμική επέκταση στόχου (expanding target)*, είναι μια τεχνική με την οποία οι στόχοι επεκτείνονται/μεγεθύνονται μετά από μια εστίαση, δηλαδή μόλις γίνει σταθεροποίηση του βλέμματος πάνω τους. Η περιοχή που θέλει να αλληλεπιδράσει ο χρήστης, μεγεθύνεται σε ένα ευκρινέστερο και πιο «φιλικό» μέγεθος.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση επιλογής στοιχείου από μια λίστα μενού, όταν ο χρήστης προσηλώνεται σε ένα από αυτά θα επεκτείνεται κάθετα. Εάν ο χρήστης μετατοπίσει το βλέμμα του σημαντικά, το σύστημα θεωρεί ότι έχει γίνει μια εσφαλμένη επιλογή και αναλόγως την κατεύθυνση του βλέμματος, μπορεί να μεγεθυνθεί το πάνω ή κάτω στοιχείο αντί αυτού που πραγματικά επιθυμείται. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι η σταθεροποίηση του βλέμματος να γίνει πιο συγκεκριμένη και σαφής. Σε αυτό το σημείο το σύστημα θεωρεί ότι η επιλογή είναι σωστή και εκτελεί την επιλογή.

Στην *Εικόνα 3-8* μπορούμε να δούμε ένα παράδειγμα χρήσης της τεχνικής, στην περίπτωση επιλογής από μια λίστα μενού. Όταν ο χρήστης δεν κοιτάζει στο μενού, αυτό εμφανίζεται στην τυπική μορφή του (*Εικόνα 3-8.Α*). Υποθέτουμε ότι ο χρήστης έχει ως στόχο να επιλέξει το στοιχείο «μενού 2» από το βασικό μενού. Λόγω της μετακίνησης στη βαθμονόμηση, ωστόσο, ο ιχνηλάτης ματιού εντοπίζει ως σημείο προσοχής το στοιχείο που

βρίσκεται κάτω από το πραγματικό στόχο (δηλαδή «μενού 3»). Τότε το στοιχείο «μενού 3» τονίζεται από ένα διακεκομμένο περίγραμμα για να υποδείξει τον υποψήφιο στόχο (*Εικόνα 3-8.Β*). Μετά από ένα σύντομο χρονικό διάστημα παραμονής (dwell time), ο στόχος επεκτείνεται σε κατακόρυφη κατεύθυνση. Καθώς μεγεθύνεται ο στόχος, τα άλλα στοιχεία του μενού μετατοπίζονται κάθετα: όσο βρίσκονται από πάνω , μετακινούνται προς αυτήν την κατεύθυνση, ενώ όσα είναι από κάτω θα μετακινηθούν προς τα κάτω (*Εικόνα 3-8.Γ*). Σημειώνεται ότι το όνομα εντολής από το επιλεγμένο στοιχείο θα παραμένει στην ίδια θέση κατά τη διάρκεια των αλλαγών. Ως πρόσθετη ανατροφοδότηση, η επέκταση χαρακτηρίζεται από μια αλλαγή στα χρώματα του φόντου και τον τίτλο του επιλεγμένου στοιχείου.

Α. Β. Γ. Δ.

Εικόνα 3-8. Δυναμική επέκταση στόχου και διόρθωση στη βαθμονόμηση.

Η τεχνική δυναμικής μεγέθυνσης στόχου αποτελεί μια λύση στο πρόβλημα του περιορισμένου χώρου στις οθόνες, για παράδειγμα σε εφαρμογές κινητών τηλεφώνων, με μεγαλύτερη ευκολία και ευστοχία στην επιλογή του χρήστη.

3.3.3 **Fisheye**

Ο Ashmore et al. [2005] παρουσιάζουν μια προσέγγιση στην οποία χρησιμοποιείται ένας ειδικός φακός, που καλείται *Fisheye*, για να μεγεθυνθεί το σημείο προσοχής. Η τεχνική με τον ειδικό αυτό φακό, έχει εφαρμοστεί ως μια τεχνική για τη βελτίωση της απόδοσης στην επιλογή με το βλέμμα. Όταν ο χρήστης προσηλωθεί σε μια συγκεκριμένη περιοχή της οθόνης για ορισμένο χρονικό διάστημα, ένας φακός Fisheye εμφανίζεται. Αυτός ο φακός μεγεθύνει το συγκεκριμένο τμήμα της οθόνης.

Στη μελέτη των Ashmore και Duchowski [2005], συγκρίνονται προσεγγίσεις στις οποίες ο φακός Fisheye είτε εμφανίζεται μόνιμα ακολουθώντας και υποδηλώνοντας την κίνηση των ματιών, είτε εμφανίζεται δυναμικά μετά από την εστίαση.

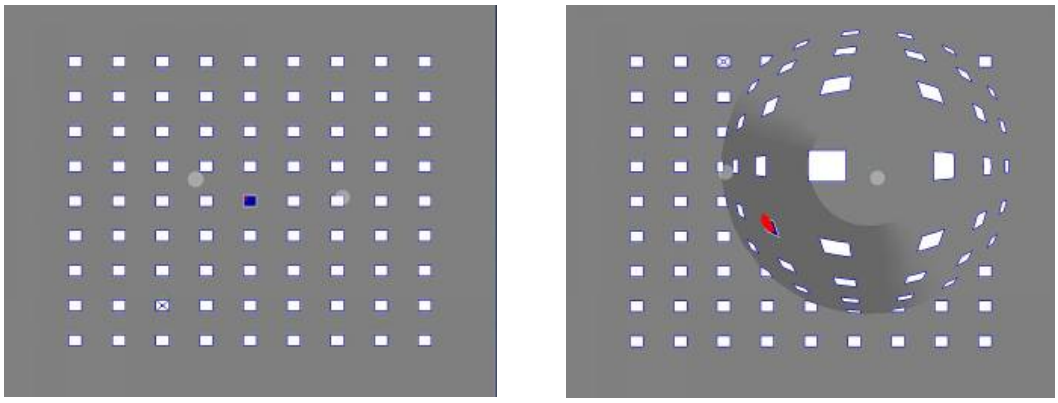
Οι διάφορες παραλλαγές της τεχνικής, που έχουν εντοπιστεί, είναι:

- Η θέση του φακού μπορεί να εντοπίζει το σημείο προσοχής του παρατηρητή.
- Πρώτα θα πρέπει να γίνεται η προσήλωση και σταθεροποίηση του βλέμματος και μετά να εμφανιστεί ο φακός.
- Ο φακός είναι πάντα ορατός και ακολουθεί την κίνηση του βλέμματος του χρήστη.

Σταθερή επιλογή χωρίς τη βοήθεια ενός φακού έχει επίσης εφαρμοστεί. Όσον αφορά αυτήν την περίπτωση, μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εφαρμογής των φακών, όπως ένας

διάφανος popup φακός ο οποίος καθιστά την Fisheye μεγεθυμένη προβολή πάνω από την αντίστοιχη περιοχή της οθόνης που παρακολουθείται.

Η τυπική επιλογή θα μπορούσε να υλοποιηθεί χωρίς την ανάγκη για ένα αναδυόμενο μενού, ως μια ενιαία ομάδα που θα εμφανίζει μόνο το σημείο προσοχής που απαιτείται. Στην περίπτωση της πανταχού παρουσίας του φακού Fisheye, ως μόνιμο πρόσθετο θα μπορούσε να ενσωματωθεί το στοιχείο που εμφανίζει το στόχο.



A. Πειραματική εγκατάσταση (χωρίς την ύπαρξη φακού Fisheye. Υποδεικνύεται το αρχικό σημείο που πρέπει να εστιαστεί και ο επόμενος ορατός στόχος κάτω αριστερά. Οι δύο ημιδιαφανής δίσκοι δείχνουν τις θέσεις των ματιών του χρήστη.

B. Εμφάνιση του φακού Fisheye. Η διάμετρος του κεντρικού τμήματος του φακού καλύπτει το 20% του πλάτους της οθόνης και το υπόλοιπο σώμα του έως το 60% του πλάτους της οθόνης.

Εικόνα 3-9. Εφαρμογή της τεχνικής μεγέθυνσης Fisheye.

Ο Furnas [1986] πρότεινε ότι, εάν η οθόνη μπορεί να συμπεριφέρεται σαν ένας Fisheye φακός, τότε ο χρήστης θα είναι σε θέση να οργανώσει στο χώρο του μεγάλο αριθμό παραθύρων χωρίς να επικαλύπτονται μεταξύ τους. Έχουν γίνει πολλές μελέτες για την χρήση του Fisheye απόψεις, ιδίως σε groupware συστήματα. Σε μια Fisheye άποψη η μεγέθυνση ή ο «συντελεστής μεγέθυνσης» ενός παραθύρου εξαρτάται δυναμικά από την απόστασή του από το σημείο υπόδειξης. Ο φακός Fisheye προκαλεί το παράθυρο εστίασης για επέκταση/μεγέθυνση προς το σημείο που βρίσκεται η θέση του δείκτη, ενώ τα υπόλοιπα παράθυρα κινούνται προς το άλλο άκρο της οθόνης.

3.3.4 **Zoom Navigator**

Το *Zoom Navigator* [Hegner et al. 2008] είναι μια τεχνική που λειτουργεί μεγεθύνοντας τη γύρω περιοχή από τη θέση που βρίσκεται ο δρομέας μέχρι το σημείο που θα είναι δυνατή η παροχή επαρκών πληροφοριών για να εκτελεστεί ξεκάθαρα μια επιλογή. Ο σκοπός δημιουργίας αυτής της μεθόδου είναι η πραγματοποίηση ενεργειών σε ένα περιβάλλον (π.χ. Windows) που δεν είναι εφικτό να γίνουν υπό τη λειτουργία μιας «θορυβώδους» συσκευής κατάδειξης, όπως στη περίπτωσή μας είναι ένας ανιχνευτής βλέμματος. Η μεγέθυνση χρησιμοποιείται για να επικεντρωθεί ο χρήστης στον παρακολουθούμενο αντικείμενο και τελικά να κάνει μια επιλογή.

Το Zoom Navigator επιτρέπει ενέργειες ανάλογες με αυτές που γίνονται με ένα συμβατικό ποντίκι. Ένα τυπικό σενάριο χρήσης του Zoom Navigator θα λειτουργεί ως εξής:

Ο χρήστης κοιτάζει προς το επιλεγόμενο αντικείμενο και η εφαρμογή αρχίζει να μεγεθύνει το σημείο αυτό. Εάν γίνονται διορθωτικές κινήσεις κατά τη διάρκεια της μεγέθυνσης προς το αντικείμενο, τότε η διαδικασία θα σταματήσει και θα επανέλθει στην αρχική εικόνα για ένα μικρό χρονικό διάστημα. Από τη στιγμή που το βλέμμα θα σταθεροποιηθεί και πάλι, θα αρχίσει η μεγέθυνση στο νέο σημείο της οπτικής προσοχής. Οι τελικές επιλογές θα γίνονται, όταν η διαδικασία μεγέθυνσης σταματήσει.

Α. Σημείο επισκόπηση ενός μέρους της διεπαφής.

Β. Μεγέθυνση προς το επιλεγμένο αντικείμενο.

Γ. Κλείσιμο για να κάνει μια ενεργοποίηση.

Δ. Τόσο κοντά που η ενεργοποίηση εκτελείται.

Εικόνα 3-10. Στιγμιότυπα από εφαρμογή της μεθόδου Zoom Navigator. Η ακολουθία κατά τη μεγέθυνση ενός αρχείου των Windows. Ο κόκκινος κύκλος υποδεικνύει πάντα το σημείο από το οποίο προέρχεται η μεγέθυνση, ενώ η υπόλοιπη περιοχή θα παρουσιάζει το αποτέλεσμα της μεγέθυνσης.

3.3.5 **EyePoint**

Το *EyePoint* [Kumar et al, 2007] είναι μια τεχνική κατάδειξης και επιλογής που συνδυάζει ένα αναδυόμενο παράθυρο με ένα πλήκτρο «κλειδί» από το πληκτρολόγιο. Ο χρήστης, ενώ κοιτάζει το στόχο που θα επιλέξει με το βλέμμα του, θα πρέπει να κρατά πατημένο το πλήκτρο «κλειδί» ενεργοποίησης από το πληκτρολόγιο. Στη συνέχεια, θα ενεργοποιείται (μέσω του πλήκτρου) ένα αναδυόμενο παράθυρο που θα περιέχει μια μεγεθυμένη εικόνα της περιοχής, γύρω από το τρέχον σημείο προσοχής. Στο σημείο αυτό, ο χρήστης μπορεί να δει ευκρινέστερα το στόχο του και να κάνει την επιλογή απελευθερώνοντας το πλήκτρο «κλειδί».

Η τεχνική αυτή βασίζεται σε έναν αλγόριθμο φιλτραρίσματος του βλέμματος για να βελτιώσει την ακρίβεια των επιλογών. Όπως και με το φακό fisheye, αυτό είναι ένα παράδειγμα που βασίζεται στη χρήση αναδυόμενων παραθύρων. Μια επιτροπή εμφανίζοντας τα στοιχεία στόχος πρέπει να υλοποιηθεί, μαζί με μια ομάδα popup για να

εμφανίζεται η μεγεθυμένη περιοχή. Μια υλοποίηση ενός αλγορίθμου φιλτραρίσματος βλέμματος είναι επίσης απαραίτητη.

Εικόνα 3-11. EyePoint. Οι διαδοχικές δράσεις κατά την χρήση της τεχνικής.

3.3.6 **Αξιολόγηση**

Μεγέθυνση.

Αποτελέσματα από τις μελέτες έχουν δείξει ότι η τεχνική μεγέθυνσης στοιχείων με δεδομένο μέγεθος, επιτυγχάνει 91% ακρίβεια στην επιλογή, ένα αξιοσημείωτο ποσοστό επιτυχίας για την αλληλεπίδραση με το βλέμμα σε σχέση με άλλες μορφές εισόδου. Ωστόσο, η τεχνική παρουσιάζει το μειονέκτημα αύξησης του χρόνου επιλογής, καθότι απαιτείται ένα μικρό χρονικό διάστημα για την πραγματοποίηση και εμφάνιση της μεγέθυνσης. Έχει υπολογιστεί περίπου 24% για την επιλογή μέσω μεγέθυνσης έναντι της απευθείας επιλογής με κάποια άλλη τεχνική.

Επίσης, οι Ashmore και Duchowski [2005] αναφέρουν στη μελέτη τους για το φακό Fisheye, ότι η οπτική παραμόρφωση που προκαλείται μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους χρήστες, αλλά και να δημιουργήσει την εντύπωση της κίνησης των αντικειμένων στο εσωτερικό του φακού διότι το πραγματικό οπτικό πεδίο έρχεται σε αντίθεση με την κατεύθυνση που δίνεται από το φακό (δηλαδή τα παράθυρα να κινούνται προς την αντίθετη κατεύθυνση από το δείκτη του κινήματος). Για τους ίδιους λόγους, ο Gutwin [2002] υποστήριξε ότι η συνεχής μεγέθυνση fisheye επιβραδύνει την εστίαση στο παράθυρο στόχευσης. Θεωρήθηκε ακόμα, ότι μπορεί να είναι επιζήμια για τα μάτια καθώς προσπαθούν να ελέγξουν το στόχο.

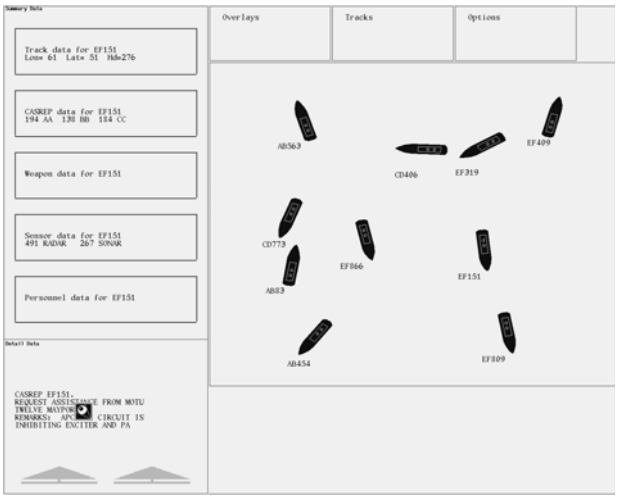
3.4 **Κύλιση**

Η *κύλιση* (scrolling) είναι μια αναπόσπαστη ενέργεια στην καθημερινή διάδραση με τον υπολογιστή. Είναι ένας τρόπος προβολής πληροφοριών που εμφανίζονται στις ηλεκτρονικές οθόνες και οι οποίες παρέχουν μεν απεριόριστη ποσότητα πληροφοριών, αλλά περιορισμένη προβολή τους, λόγω της έκτασης κάθε οθόνης.

Τις τεχνικές που βασίζονται στη χρήση του βλέμματος για την πραγματοποίηση της κύλισης (gaze-controlled scrolling techniques) μπορούμε να τις διαχωρίσουμε σε «χειροκίνητες» και αυτόματες.

3.4.1 **Κύλιση με υποβοήθηση (Manual Scrolling)**

Όταν ένα παράθυρο που περιέχει κείμενο εμφανιστεί, δεν είναι δυνατόν να προβληθεί ταυτόχρονα όλη η πληροφορία που περιέχει, για το λόγο ότι δεν χωράει στην οθόνη. Βέλη (Page Up, Page Down) θα εμφανίζονται κάτω από την τελευταία γραμμή του κειμένου και επάνω από την πρώτη γραμμή, δηλώνοντας ότι υπάρχει πρόσθετο υλικό που μπορεί να προβληθεί. Όταν ο χρήστης κοιτάζει πάνω σε κάποιο βέλος, το κείμενο αρχίζει να μετακινείτε. Ενώ το κείμενο κινείται, τα μάτια του χρήστη παρακολουθούν την κινούμενη οθόνη ξεφεύγοντας από το βέλος, όποτε η κύλιση θα σταματήσει και η προβαλλόμενη πληροφορία μπορεί εύκολα να διαβαστεί. Όταν η ανάγνωση φτάσει στο τέλος του παραθύρου, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αν θα ανακτήσει το επόμενο τμήμα του κειμένου κοιτάζοντας και ενεργοποιώντας το βέλος από την τελευταία γραμμή. Τα βέλη (Page Up, Page Down) είναι ορατά επάνω ή/και κάτω από το κείμενο και εμφανίζονται μόνο όταν υπάρχει πρόσθετο υλικό κύλισης προς αυτή την κατεύθυνση. Η λειτουργία της κύλισης είναι ενεργή όσο το βλέμμα βρίσκεται επάνω στα βέλη και σταματά όταν το βλέμμα απομακρυνθεί από αυτά.



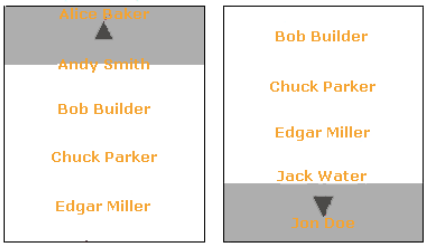
Εικόνα 3-12. Τα βέλη Page Up, Page Down στην εφαρμογή του Jacob R.J.K.

Η εφαρμογή των Page Up, Page Down βασίζεται στην προσδοκία ότι ο χρήστης θα χρησιμοποιεί το κουμπί στη μπάρα κύλισης ή το αντίστοιχο βέλος Page Down, μόνο όταν εξετάζει την τελευταία γραμμή της σελίδας. Ωστόσο, έχει διαπιστωθεί ότι οι χρήστες πολλές φορές χρησιμοποιούν την προς τα κάτω κύλιση της σελίδας προκειμένου να δουν το τέλος της. Αυτό συνεπάγεται ο χρήστης να φτάνει στην τελευταία γραμμή του

κειμένου και κατά συνέπεια, για να μεταβεί στο σημείο που είχε σταματήσει την ανάγνωσή του να πρέπει χρησιμοποιήσει τα βέλη πλοήγησης.

Μια από τις εφαρμογές της τεχνικής κύλισης με τα βέλη αναφέρεται από τους Drewes et al. [2007] για την αλληλεπίδραση στα κινητά τηλέφωνα και ειδικότερα για την αναζήτηση στον κατάλογο των επαφών. Η εφαρμογή αποτελείται από μια λίστα ονομάτων, η οποία μπορεί να κυλάει προς τα πάνω και προς τα κάτω, και τα ονόματα μπορούν να επιλεχθούν για να ξεκινήσει μια κλήση. Η ενεργοποίηση της κύλιση του καταλόγου βασίζεται στη χρονική παραμονή (dwell time).

Στην *Εικόνα 3-13* παρουσιάζεται η οθόνη χωρισμένη σε τρία μέρη. Το άνω και κάτω τέταρτο της οθόνης χρησιμοποιείται για την κύλιση. Αν ένας χρήστης κοιτάζει έναν από τους τομείς για περισσότερο από δύο δευτερόλεπτα η λίστα μετακινείται προς τα πάνω ή αντίστοιχα προς τα κάτω. Όσο περισσότερο παραμένει το βλέμμα στην περιοχή, τόσο πιο γρήγορα πραγματοποιείται η κύλιση του κατάλογου. Για να ενεργοποιηθεί ένα όνομα, το εσωτερικό 1/3 μέρος της οθόνης πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Αν ένα όνομα είναι μέσα σε αυτόν τον τομέα μπορεί να επιλεγεί με τη τεχνική της χρονικής παραμονής, όπως για την ενεργοποίηση της κύλισης.



Εικόνα 3-13. Εφαρμογή τεχνικής κύλισης με τα βέλη σε τηλεφωνικό κατάλογο κινητού τηλεφώνου.

3.4.1.1 Gaze Marker

Μια διαφορετική τεχνική για την προς τα κάτω κύλιση της σελίδας, στηρίζεται στην παρακολούθηση του βλέμματος και της προσοχής του χρήστη. Όταν ο χρήστης πατήσει το οπτικό πλήκτρο Page Down, η περιοχή που κοιτούσε πριν την ενέργεια αυτή θα φωτίζεται. Αυτή η επισήμανση θα ονομάζεται «*Gaze Marker*» («σημείωση προσοχής βλέμματος»), [Kumar et al. 2007]. Η επισημασμένη περιοχή θα ανεβαίνει προς το επάνω μέρος του παραθύρου στην οθόνη. Το φωτισμένο τμήμα κειμένου θα εμφανίζεται στην αρχή της οθόνης, ενώ οποιαδήποτε ενέργεια κύλισης του υπόλοιπου κείμενου θα πραγματοποιείται χωρίς να το επηρεάζει και να χαθεί. Αυτό εξασφαλίζει ότι το βλέμμα του χρήστη θα παραμένει στο κείμενο ανάγνωσης του, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη να το επανακτήσει μετά την κύλιση. Από τη στιγμή που ο χρήστης επανέλθει και συνεχίζει την ανάγνωσή του ομαλά, η φωτισμένη επισήμανση πάνω στο κείμενο θα εξασθενεί σιγά-σιγά μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.

Α. Η προσοχή του βλέμματος πριν πατήσει το πλήκτρο Page Down.

Β. Η περιοχή κάτω από τα μάτια του χρήστη φωτίζεται με Gaze Marker (επισήμανση προσοχής βλέμματος) και κινείται προς την κορυφή του παραθύρου.

Γ. Η κίνηση του Gaze Marker καθοδηγεί το βλέμμα του χρήστη μέχρι την κορυφή της σελίδας, κρατώντας το τελευταίας σημείο ανάγνωσης. Το Gaze Marker εξασθενεί μετά από δευτερόλεπτα.

Εικόνα 3-14. Η τεχνική Gaze Marker στην κύλιση με το βλέμμα.

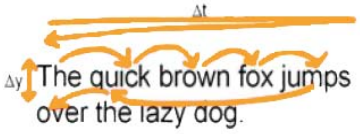
3.4.2 **Αυτόματη Κύλιση με το Βλέμμα**

Κατανοώντας τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας ανάγνωσης και πώς οι χρήστες διαχειρίζονται τις οπτικές πληροφορίες, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν νέες τεχνικές για την κύλιση, οι οποίες θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν το βλέμμα για να ελέγχεται αυτόματα η εμφάνιση και η ταχύτητα μετακίνησης πληροφοριών ή να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που δίνει η καταδίωξη βλέμματος ως ενίσχυση υπαρχουσών τεχνικών κύλισης.

Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται διάφορες τεχνικές για την αυτόματη εκκίνηση, στάση και λήξη της κύλιση, ανάλογα με τη θέληση του χρήστη. Οι τεχνικές διαφέρουν σε λεπτομέρειες, όπως αν η κύλιση θα γίνεται *ομαλά* ή *διακριτικά*. Στην περίπτωση της *ομαλής κύλισης*, η ταχύτητα κύλισης ρυθμίζεται με βάση την εκτιμώμενη ταχύτητα ανάγνωσης του χρήστη, επιτρέποντας στο χρήστη να διαβάσει το κείμενο, ενώ είναι σε κίνηση. Στην περίπτωση της *διακριτικής κύλιση*, ο χρήστης διαβάζει, μόνο, όταν η πληροφορία είναι «σταματημένη». Διερευνώνται επίσης, εικονικά κουμπιά που ενεργοποιούνται με το βλέμμα και επιτρέπουν στον χρήστη να διαχειρίζεται την κύλιση.

Εκτίμηση Ταχύτητας Ανάγνωσης.

Για πολλές από τις τεχνικές που παρουσιάζονται, είναι χρήσιμο να είναι σε θέση να μετρήσουν την ταχύτητα ανάγνωσης του χρήστη. Οι Beymer et al. [2005], έδειξαν ότι η πλειοψηφία των χρηστών ακολουθεί το μοντέλο ανάγνωσης όπως στην *Εικόνα 3-15*. Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση για τη μέτρηση της ταχύτητας είναι ο τρόπος με τον οποίο ο χρήστης βλέπει τα κατακόρυφα pixel. Ο υπολογισμός γίνεται, αν μετρηθεί ο χρόνος της οριζόντια σάρωση (Δt) και ο αριθμός των κάθετων pixels κατά τη διάρκεια του ίδιου χρόνου (Δy). Η στιγμιαία «ταχύτητα ανάγνωσης» προκύπτει από την διαίρεση τους (Δy / Δt). Η ταχύτητα ανάγνωσης παρέχει μια καλύτερη εκτίμηση του ρυθμού, με τον οποίο ο χρήστης βλέπει τα στοιχεία που εμφανίζονται στην οθόνη. [Kumar et al. 2007 (d)]



Εικόνα 3-15. Συνηθέστερος τρόπος ανάγνωσης. Υπολογισμός ταχύτητας ανάγνωσης (Δy/Δt).

Παρουσιάζονται τέσσερις τεχνικές [Kumar et al. 2007] που αξιοποιούν την παρακολούθηση βλέμματος για να εκτελέσουν την κύλιση αυτόματα:

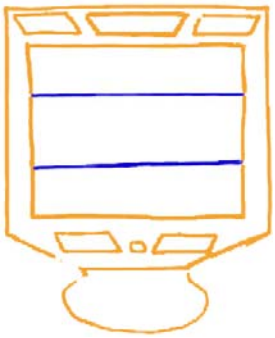
3.4.2.1 Ομαλή Κύλιση με επανατοποθέτηση του βλέμματος

Η προσέγγιση αυτή στηρίζεται στην χρήση πολλαπλών αόρατων γραμμών που λειτουργούν ως όρια μέσα στην οθόνη (*Εικόνα 3-16*). Όταν το βλέμμα του χρήστη πέφτει κάτω από τη γραμμή ορίου, που ορίζεται ως γραμμή «εκκίνησης» για την κύλιση, το έγγραφο αρχίζει να μετακινείτε αργά. Η ταχύτητα κύλισης έχει ρυθμιστεί έτσι, ώστε ο χρήστης να μπορεί να διαβάσει άνετα το κείμενο, ακόμη και κατά τη κίνηση του. Η ταχύτητα κύλισης είναι ελαφρώς πιο γρήγορη από την ταχύτητα ανάγνωσης του χρήστη, ώστε σιγά-σιγά το βλέμμα του χρήστη να μετακινείται προς το επάνω μέρος της οθόνης. Όταν το βλέμμα φτάσει στην οριακή γραμμή «παύσης», η κύλιση διακόπτεται, το κείμενο σταθεροποιείται και ο χρήστης μπορεί να συνεχίσει την ανάγνωση της σελίδας κανονικά. Εάν το βλέμμα πέσει κάτω από το όριο «ταχείας κύλισης», η οθόνη αρχίζει να κυλάει πιο γρήγορα από την προηγούμενη περίπτωση. Η υπόθεση εδώ είναι ότι, είτε η αργή ταχύτητα κύλισης ήταν πολύ αργή, είτε ο χρήστης κάνει σάρωση και προτιμά μια ταχύτερη κύλιση. Όταν το βλέμμα εκτείνεται πάνω από το όριο εκκίνησης της κύλισης, η ταχύτητα μειώνεται στην κανονική ταχύτητα κύλισης. Η ταχύτητα κύλισης μπορεί να ρυθμιστεί με βάση την ταχύτητα ανάγνωσης του κάθε ατόμου.

Εικόνα 3-16 Τεχνική ομαλής κύλισης με επανατοποθέτηση του βλέμματος. Επιτρέπει την ανάγνωση και τη σάρωση του περιεχομένου, ενώ η κύλιση ξεκινά και σταματά ανάλογα με τη θέση του βλέμματος σε σχέση με τις αόρατες γραμμές ορίων στην οθόνη.

3.4.2.2 Eye in the Middle

Κατά την προσέγγιση αυτή η ταχύτητα ανάγνωσης του χρήστη μετράται και το ποσοστό της κύλισης προσαρμόζεται δυναμικά, ώστε κατά την ανάγνωση το βλέμμα να διατηρείται στο μεσαίο τρίτο της οθόνης (*Εικόνα 3-17*). Η τεχνική αυτή βασίζεται στην επιτάχυνση ή επιβράδυνση των ποσοστών κύλισης με βάση την στιγμιαία ταχύτητα ανάγνωσης. Εφαρμόζεται καλύτερα για την ανάγνωση κείμενου και όχι τόσο για εικόνες που μπορεί να περιλαμβάνονται, όπου ο τρόπος επεξεργασίας τους από το χρήστη διαφέρει.



} Περιοχή ανάγνωσης (Μεσαίο τρίτο της οθόνης)

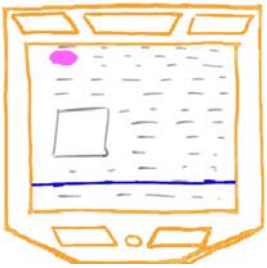
Εικόνα 3-17. Τεχνική "Eye in the middle". Η ταχύτητα κύλισης ρυθμίζεται αυτόματα για να ταιριάζει με την ταχύτητα ανάγνωσης του χρήστη και το κείμενο ανάγνωσης να παραμένει στο μεσαίο τρίτο της οθόνης.

3.4.2.3 Διακριτική Κύλιση με επανατοποθέτηση του βλέμματος

Αυτή η προσέγγιση εκμεταλλεύεται τη προσέγγιση των οπτικών κουμπιών Page Up / Page Down με το βλέμμα. Όταν τα μάτια του χρήστη κοιτάξουν κάτω από ένα καθορισμένο όριο στην οθόνη, το σύστημα ενεργοποιεί την εντολή αποστολής κύλισης μιας σελίδας προς τα κάτω, που έχει ως αποτέλεσμα το Gaze Marker στο σημείο που κοιτούσε ο χρήστης αλλά και την κύλιση της σελίδας. Η κίνηση της κύλισης πραγματοποιείται ομαλά για να διατηρεί την προσοχή της ανάγνωσης του χρήστη σχετικά με την επισημασμένη περιοχή, αλλά αρκετά γρήγορα για την κύλιση ώστε να εμφανίζεται μια σελίδα κάθε φορά. Η προσέγγιση αυτή εξασφαλίζει ότι οι χρήστες θα διαβάζουν μόνο το κείμενο, όταν αυτό βρίσκεται σταθερό (σε αντίθεση με τις προσεγγίσεις «Ομαλή Κύλιση» ή «Eye in the Middle» που περιγράφηκαν προηγουμένως).

Α. Η προσοχή του βλέμματος όταν το μάτι πέφτει κάτω από το όριο κύλισης.

Β. Όταν το βλέμμα παραμείνει κάτω από το κατώτατο όριο για διάρκεια ~ 150-200ms, το σύστημα εκτελεί μια Page Down εντολή, ταυτόχρονα φωτίζεται το τελευταίο κείμενο ανάγνωσης.



Γ. Η κίνηση του Gaze Marker καθοδηγεί το βλέμμα του χρήστη μέχρι την κορυφή της σελίδας, κρατώντας το τελευταίο σημείο ανάγνωσης. Το Gaze Marker εξασθενεί μετά από δευτερόλεπτα.

Εικόνα 3-18. Η Διακριτική Κύλιση αξιοποιεί προηγούμενη τεχνική με επιπλέον παράμετρο, τη γραμμή κατώτερου ορίου κύλισης, αυτοματοποιώντας ορισμένες ενέργειες για διευκόλυνση του χρήστη.

3.4.2.4 Επιλογές Κύλισης περιμετρικά της Οθόνης (Off-screen target)

Ένας ανιχνευτής βλέμματος παρέχει τις επαρκείς πληροφορίες, ώστε να είναι σε θέση να εντοπίσει εάν το βλέμμα του χρήστη είναι εκτός των ορίων της οθόνης. Σε αυτή την περίπτωση δίνεται η δυνατότητα στοιχείων ελέγχου πλοήγησης που θα βρίσκονται εκτός των σημείων της οθόνης, στη στεφάνη της (Off-screen targets), (*Εικόνα 3-19*).

Παρουσιάζονται τέσσερις (I, II, III, IV) διαφορετικές περιπτώσεις με πλήκτρα πλοήγησης που βρίσκονται στη στεφάνη της οθόνης του υπολογιστή:

I. Πλήκτρα πλοήγησης εκτός της οθόνης: Δεξιά & Αριστερά

Η τεχνική αυτή παρέχει τα πλήκτρα Home και End επάνω στην στεφάνη της οθόνης στην αριστερή πλευρά της και τα πλήκτρα Page Up και Page Down στη δεξιά πλευρά της στεφάνης της οθόνης. Για την ενεργοποίηση των πλήκτρων εκτός οθόνης χρησιμοποιείται η τεχνική dwell time μαζί με ένα ηχητικό σήμα που παρέχει ανάδραση για την πραγματοποίηση της ενεργοποίησης. Ο χρόνος παραμονής έχει οριστεί σε 450ms όπως προκύπτουν από προηγούμενες έρευνες [Majaranta et al, 2004, 2007]. Η λειτουργία αυτής της τεχνικής έχει αποδειχθεί αξιόπιστη και οφείλεται στη τοποθέτηση του στην οθόνη αλλά και στο τρόπο με τον οποίο ενεργοποιούνται, ελάχιστες περιπτώσεις ακούσιων ενεργοποιήσεων έχουν σημειωθεί. Το όφελος για τη χρήση ενός πλήκτρου στο πληκτρολόγιο είναι ελάχιστη, αλλά είναι ένα ευπρόσδεκτο βήμα προς την κατεύθυνση για ελεύθερη ανάγνωση χωρίς χρήση των χεριών.

II. Πλήκτρα πλοήγησης εκτός της οθόνης: Δεξιά & Κάτω

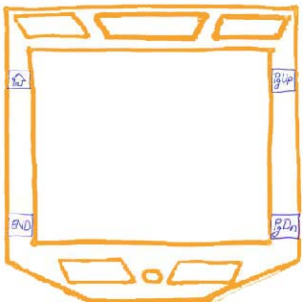
Παρέχει τα πλήκτρα κύλισης Πάνω, Κάτω, Αριστερά και Δεξιά, τα οποία βρίσκονται εκτός οθόνης κατά μήκος της δεξιάς πλευράς και στο κάτω μέρος της οθόνης. Η τοποθεσία των κουμπιών είναι παρόμοια με τη θέση που έχουν επάνω στην οθόνη. Τα κουμπιά Page Up και Page Down βρίσκονται δεξιά και τα κουμπιά με τα βέλη Αριστερά και Δεξιά στο κάτω μέρος της οθόνης. Όλα είναι διαρκώς ενεργοποιημένα και λειτουργούν όσο χρονικό διάστημα το βλέμμα βρίσκεται επάνω τους. Η περιφερειακή όραση του χρήστη επιτρέπει να ελέγχεται, ταυτόχρονα, αν το περιεχόμενο της οθόνης έχει κινηθεί αρκετά, ώστε να σταματήσει την κύλιση.

III. Πλήκτρα πλοήγησης εκτός της οθόνης: Κέντρο

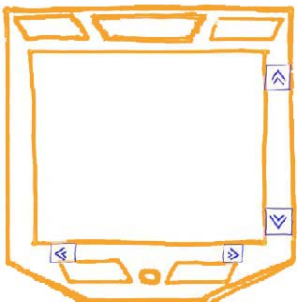
Παρέχει τα πλήκτρα Πάνω, Κάτω, Αριστερά και Δεξιά τα οποία βρίσκονται μεν έξω από την οθόνη, αλλά στο κέντρο κάθε μιας από τις τέσσερις πλευρές της οθόνης. Σε αντίθεση με την προηγούμενη τεχνική, σε αυτή την προσέγγιση η θέση των κουμπιών είναι σε σημεία όπου ο χρήστης ούτως ή άλλως θα στέψει το βλέμμα του, γιατί θέλει να κινηθεί προς αυτήν την κατεύθυνση. Όπως και πριν, αυτά τα κουμπιά είναι διαρκώς ενεργοποιημένα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ολόκληρη η στεφάνη της οθόνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στόχος για την ενεργοποίηση κάθε είδους κύλιση κάθετη ή οριζόντια.

IV. Πλήκτρα πλοήγησης εκτός της οθόνης: 8 σημεία

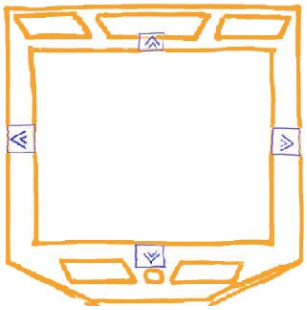
Ως επέκταση των κεντρικών πλήκτρων πλοήγησης εκτός οθόνης εφαρμόζεται μια τεχνική με τον καθορισμό 8 σημείων ελέγχου εμφάνισης του περιεχομένου μιας σελίδας στην οθόνη. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί τη dwell time ενεργοποίηση για την αποφυγή εσφαλμένων ενεργοποιήσεων όταν ο χρήστης κοιτάζει γύρω από την οθόνη χωρίς να θέλει να αλληλεπιδράσει, αλλά η διάρκεια της παραμονής είναι μειωμένη (περίπου 200ms, σε αντίθεση με 450ms), προκειμένου να ενεργοποιείται πιο γρήγορα η περιοχή των 8 σημείων ελέγχου όταν ο χρήστης επικεντρώσει το βλέμμα του σε ένα από αυτά.
Ένα παράδειγμα που βρίσκει εφαρμογή αυτή η τεχνική, είναι οι περιπτώσεις όπου η εικόνα που χρειάζεται να προβληθεί είναι μεγαλύτερη από αυτή που είναι δυνατόν να φιλοξενηθεί στην τρέχουσα οθόνη (π.χ. εμφάνιση χάρτη). Όταν ο χρήστης βλέπει σε μια συγκεκριμένη περιοχή για ορισμένη χρονική διάρκεια, θα αποκαλύπτονται οι εκτός οθόνης περιοχές. Επίσης, έχει επεκταθεί η προσέγγιση αυτή να χρησιμοποιούν εικονικές επιφάνειες εργασίας, όπου ο χρήστης μπορεί να φέρει μια εικονική επιφάνεια εργασίας στην άποψη απλά με την εξέταση εκτός οθόνης στην κατεύθυνση της εικονικής τοποθεσίας επιφάνεια εργασίας.



Α. τα πλήκτρα Home, End, Page Up και Page Down ενεργοποιούνται με παραμονή του βλέμματος περίπου 400-500 msec.



Β. τα κουμπιά κύλισης ενεργοποιούνταιμε μικρή-παραμονή περίπου 150 - 200ms.



Γ. τα κουμπιά κύλισης που βρίσκονται στο κέντρο κάθε πλευράς πρέπει να ευθυγραμμίζονται με την κατεύθυνση του βλέμματος του χρήστη.

Δ. 8 σημεία ελέγχου. Ενεργοποιούνται με μικρή παραμονή του βλέμματος διάρκειας 150-200ms.

Εικόνα 3-19. Τεχνική οπτικών στόχων εκτός οθόνης για την ενεργοποίηση και διαχείριση της κύλισης με το βλέμμα.

3.4.3 **Αξιολόγηση**

Κύλιση.

Μελέτες και πειραματικές διαδικασίες [Kumar, 2007] έχουν αποδείξει ότι, η ενισχυμένη με το βλέμμα κύλιση έχει τη δυνατότητα να μειώσει δραστικά τον αριθμό των ενεργειών που πρέπει να εκτελεί ένας χρήστης για να «σερφάρει» στο διαδίκτυο ή για να διαχειρίζεται πληροφορίες που εμφανίζονται σε ηλεκτρονική μορφή και σε περιορισμένο χώρο οθονών.

Με την ενσωμάτωση κάμερας στα υπολογιστικά συστήματα και σε οθόνες [w14] και την επικείμενη μείωση του κόστους της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος, οι τεχνικές κύλισης με βάση το βλέμμα αποκτούν μεγαλύτερη σημασία και παρέχουν στους χρήστες μια φυσική εναλλακτική λύση για την αλληλεπίδρασή τους με ηλεκτρονικές εφαρμογές.

Τέλος, διαπιστώθηκε ότι οι ατομικές διαφορές στην ανάγνωση και τα πρότυπα σάρωσης οδήγησαν στην αξιοποίηση, παραπάνω από μια, τεχνικών για να ικανοποιηθούν διαφορετικές προτιμήσεις των χρηστών ή για να είναι κατάλληλη για διαφορετικούς χρήστες.

3.5 Επίδειξη Ιδιοτήτων Αντικειμένου

Μια καλή χρήση της τεχνικής αλληλεπίδρασης για επιλογή αντικειμένου είναι η ανάγκη ή απαίτηση για συμπληρωματικά στοιχεία ή χαρακτηριστικά ενός από τα αντικείμενα που εμφανίζονται σε μια οθόνη (object Attribute Display).

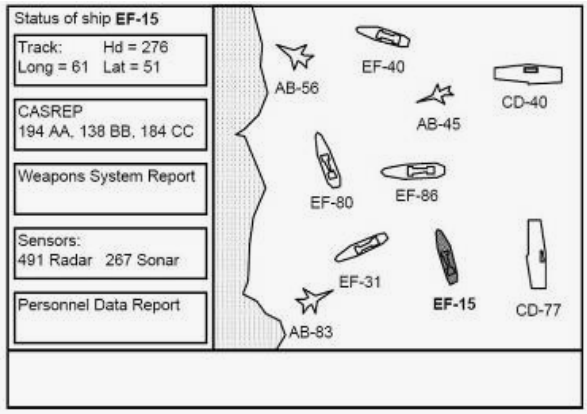
Με το παραδοσιακό ποντίκι υπολογιστή, ο χρήστης για να δει τις ιδιότητες ενός αντικειμένου (π.χ. για ένα αρχείο το μέγεθος, το δημιουργό, κλπ), επιλέγει το αντικείμενο και με δεξί κλικ πατάει τις ιδιότητες.

Με τον ιχνηλάτη ματιών ο χρήστης κοιτάει το αντικείμενο (το οποίο «φωτίζεται») για μικρό χρονικό διάστημα περίπου 150 msec και σε ξεχωριστό μέρος της οθόνης φαίνονται οι ιδιότητες του.

3.5.1 Συνεχής Επίδειξη Ιδιοτήτων

Στην εφαρμογή του Jacob [1991] γίνεται μια επέκταση της παρούσας τεχνικής, όπου στόχος είναι η ύπαρξη ενός ξεχωριστού χώρου στην οθόνη που θα εμφανίζονται συνεχώς οι ιδιότητες του αντικειμένου που έχει επιλεγεί.

Στην *Εικόνα 3-20*, το παράθυρο στα δεξιά είναι μια γεωγραφική απεικόνιση τοποθεσίας πλοίων, ενώ το παράθυρο κειμένου στα αριστερά δείχνει κάποια χαρακτηριστικά ενός από τα πλοία (π.χ. το EF-15), που έχει επιλεχθεί με το βλέμμα. Η ιδέα πίσω από το συγκεκριμένο παράδειγμα, είναι ότι ο χρήστης θα μπορεί να κοιτάζει γύρω από το εικονίδιο του πλοίου, όμως κάθε φορά που θα κοιτάζει στο παράθυρο κειμένου θα βρίσκει πάντα τα χαρακτηριστικά του τελευταίου αντικειμένου που είχε επιλεχθεί. Ωστόσο, ακόμα και αν κοιτάζει μόνο στο δεξί παράθυρο και σπάνια ή καθόλου το παράθυρο κειμένου, δεν χρειάζεται να ανησυχεί ότι θα προκληθούν αλλαγές στις πληροφορίες. Το παράθυρο κειμένου είναι ρυθμισμένο έτσι, ώστε οι αλλαγές στο περιεχόμενό του να είναι δύσκολα αντιληπτές από τον χρήστη, καθότι η εναλλαγή ανάλογα από που περνάει το βλέμμα, γίνεται πάρα πολύ γρήγορα. Για να εμφανιστούν νέες πληροφορίες ιδιοτήτων θα πρέπει να επιλεχθεί, με την τεχνική που αναφέρθηκε πιο πάνω, ένα καινούργιο πλοίο.



Εικόνα 3-20. Οθόνη από το σύστημα παρακολούθησης ματιού του Jacob R.J.K. Κάθε φορά που ο χρήστης κοιτάζει ένα πλοίο στο δεξί παράθυρο, το πλοίο επιλέγεται (φωτίζεται) και πληροφορίες σχετικά με αυτό εμφανίζονται στο αριστερό παράθυρο της οθόνης.

3.6 **Εναλλαγή Μεταξύ Παραθύρων**

Η εναλλαγή μεταξύ εφαρμογών και παραθύρων σε μια διεπιφάνεια, αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής χρήσης στα υπολογιστικά συστήματα. Οι χρήστες ασχολούνται σχεδόν πάντα με περισσότερα από ένα καθήκοντα στους υπολογιστές τους. Αυτό μεταφράζεται σε μεγαλύτερο αριθμό ανοιχτών παραθύρων στην επιφάνεια εργασίας. Κατά μέσο όρο, οι χρήστες έχουν 8 ή περισσότερα ανοικτά παράθυρα στο 78,1% του χρόνου που ασχολούνται στον υπολογιστή. Ενώ έχει υπάρξει εκτενής έρευνα στον τομέα διαχείρισης παραθύρων και διαχείρισης εργασιών, παρόλα αυτά λίγες από αυτές βρίσκουν εφαρμογή. [Kumar et al. 2007]

Για την πραγματοποίηση της εναλλαγής μεταξύ παραθύρων και εφαρμογών έχουν δημιουργηθεί πολλές διαφορετικές τεχνικές, ανάλογα και με το λογισμικό που χρησιμοποιείται. Οι τεχνικές εναλλαγής παραθύρων μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις προσεγγίσεις: *Χρονική*, *Χωρική* και *Υβριδική*.

- Στην *χρονική προσέγγιση* τα παράθυρα ταξινομούνται με βάση το χρόνο της τελευταίας πρόσβασης, και επομένως η σειρά με την οποία θα εμφανίζονται, κατά αίτηση του χρήστη, θα γίνεται ανάλογα με το ποια εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε τελευταία φορά. Οι τεχνικές, σε αυτήν την προσέγγιση, εξυπηρετούν στη διαχείριση της χρονικής μνήμης του χρήστη και καθιστούν πιο αποτελεσματική τη μετάβαση μεταξύ των παραθύρων.
- Στην *χωρική προσέγγιση* πραγματοποιείται μια διάταξη με βάση το πότε ξεκίνησε η εφαρμογή ή το πού βρίσκεται στην οθόνη. Η σχετική διάταξη εμφάνισης των παραθύρων δεν αλλάζει, παρά μόνο στην περίπτωση που θα υπάρξει αλλαγή στον αριθμό των ανοικτών εφαρμογών ή αλλαγή στην τοποθέτηση τους στην επιφάνεια εργασίας.
- Στην *υβριδική προσέγγιση* χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός των χρονικών και χωρικών χαρακτηριστικών των ανοικτών παραθύρων. Οι Υβριδικές προσεγγίσεις, οι οποίες χρησιμοποιούν μια χρονική προσέγγιση, αλλά επιτρέπουν την τυχαία πρόσβαση (σε αντίθεση με την διαδοχική πρόσβαση, π.χ. Alt+Tab των Windows) γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς. Το Windows XP PowerToy TaskSwitch [Microsoft PowerToys for Windows XP: Alt-Tab Replacement -TaskSwitch] δείχνει μια μικρογραφία της τρέχουσας αίτησης και επιτρέπει στους χρήστες τη μετάβαση στις ανοικτές εφαρμογές είτε κυκλικά, πατώντας επανειλημμένα Alt+Tab, είτε χρησιμοποιώντας το κλικ του ποντικιού στο εικονίδιο με την εφαρμογή που επιθυμείται. Η οργάνωση των εικονιδίων των παραθύρων στη γραμμή εργασίας ακολουθεί την χωρική προσέγγιση, ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε οποιαδήποτε ανοικτή εφαρμογή κάνοντας κλικ σε ένα εικονίδιο (εικονική αναπαράσταση της εφαρμογής). Η θέση του εικονιδίου της εφαρμογής στη γραμμή εργασιών είναι σταθερή και συνεπώς, η προσέγγιση αυτή εκμεταλλεύεται την χωρική μνήμη του χρήστη.

3.6.1 **Εναλλαγή & επιλογή με το βλέμμα**

Για να εφαρμοστεί η τεχνολογία της καταδίωξης βλέμματος στην εναλλαγή παραθύρων χρησιμοποιούνται κυρίως τέσσερις διαφορετικές τεχνικές [Kumar et al. 2007]:

I. Ανίχνευση βλέμματος και ενεργοποίηση επιλογής (Εστίαση + Πλήκτρο).

Η τρέχουσα συντεταγμένη του βλέμματος στην οθόνη χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του παράθυρου-στόχου. Αφού το παράθυρο-στόχος έχει επιλεχθεί θα ενεργοποιηθεί με το πάτημα ενός καθορισμένου πλήκτρου από το πληκτρολόγιο.

II. Ανίχνευση βλέμματος με αυτόματη επιλογή (Εστίαση + Αυτόματη Ενεργοποίηση).

Ο εντοπισμός του, επί της οθόνης, βλέμματος χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του παράθυρου-στόχου. Το παράθυρο στόχος ενεργοποιείται αμέσως μετά την προσήλωση του βλέμματος σε αυτό.

III. Ανίχνευση βλέμματος και ποντίκι.

Ένας κέρσορας, παρουσιάζεται και τοποθετείται πάνω στο παράθυρο-στόχο, ως αποτέλεσμα της ανίχνευσης εντοπισμού του βλέμματος. Το παράθυρο στόχος, αφού έχει επιλεχθεί με το βλέμμα, ενεργοποιείται με το πάτημα του αριστερού πλήκτρου του ποντικιού.

IV. Hotkeys.

Στην τεχνική αυτή τα παράθυρα της οθόνης συνδέονται με τα πλήκτρα λειτουργιών F1-F12 και χρησιμοποιούνται για την επιλογή του παραθύρου οθόνης που τους αντιστοιχεί.

Η λειτουργία της τεχνικής αναλύεται ως εξής: Όταν παρουσιάζονται 4 παράθυρα οθονών θα αντιστοιχούν στα πλήκτρα F1-F4. Όταν θα υπάρχουν 8 παράθυρα οθονών, στην πρώτη γραμμή των παραθύρων αντιστοιχούν τα πλήκτρα F1-F4, και στη δεύτερη σειρά αντιστοιχούν στα πλήκτρα F5-F8 ενώ στα 12 παράθυρα οθονών, προστίθεται και μια τρίτη σειρά με τα πλήκτρα F9-12. (Η τεχνική βρίσκει εφαρμογή, κυρίως, στο λογισμικό των MAC OS X.) Ο χρήστης κοιτάζει στο επιθυμητό σημείο και επιλέγει με πατώντας το συγκεκριμένο πλήκτρο.

Εικόνα 3-21. Τεχνική εναλλαγής Hotkeys (περίπτωση 4 παραθύρων).

3.6.2 **EyeWindows**

Το *EyeWindows* είναι ένα σύστημα των Fono & Vertegaal [2005] που αξιοποιεί την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος για την επιλογή μεταξύ πολλών παραθύρων.

3.6.2.1 Εναλλαγή παραθύρων μέσω Μεγέθυνσης

Οι Fono και Vertegaal [2005] χρησιμοποίησαν για την μεγέθυνση αντικειμένου την ανίχνευση βλέμματος με το σύστημα EyeWindows. Προτείνουν την χρήση της τεχνικής των ελαστικών παράθυρων που μεγεθύνονται και συρρικνώνονται ανάλογα με το σημείο εστίασης του ματιού.

Παρουσιάζονται δυο τεχνικές που βασίζονται στην τεχνική μη επικαλυπτόμενων παραθύρων και χρησιμοποιούν την τεχνική της αυτόματης μεγέθυνσης του εστιαζόμενου παραθύρου. Στην πρώτη περίπτωση παρουσιάζεται η χρήση των ελαστικών παραθύρων για την περιήγηση μεταξύ πολλών εφαρμογών. Στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιείται μια υβριδική ελαστική τεχνική παραθύρων που επιτρέπει την αυθαίρετη τοποθέτηση των παραθύρων στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή.

Το παράθυρο που θα επιλεχθεί μεγεθύνεται, ενώ όλα τα υπόλοιπα σμικρύνονται ως ανενεργά. Η λειτουργία αυτή δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να διατηρεί στην περιφερική του όραση τον έλεγχο τους ενώ ασχολείται με το ενεργό παράθυρο.

A. Ο χρήστης επικεντρώνεται σε ένα μόνο παράθυρο εστίασης. Τα υπόλοιπα παράθυρα αλλάζουν μέγεθος, αλλά παραμένουν ορατά.

B. Ο χρήστης επιλέγει το κάτω δεξί παράθυρο ως το νέο παράθυρο–στόχο. Αυτό το παράθυρο μεγεθύνεται σε πλήρη ανάλυση, ενώ τα υπόλοιπα μικραίνουν και μετατοπίζονται.

Εικόνα 3-22. EyeWindows. Τεχνική με ανίχνευση βλέμματος για την εναλλαγή μεταξύ μη επικαλυπτόμενων παραθύρων. Όταν ο χρήστης βλέπει ένα συγκεκριμένο παράθυρο, αυτό θα μεγεθυνθεί στην πλήρη διάστασή του, ενώ όλα τα άλλα παράθυρα μικραίνουν με χρήση ενός ελαστικού αλγορίθμου.

Οι *Εικόνες 3-23* και *3-24* δείχνουν πώς τα παράθυρα μπορούν να μεγεθυνθούν και να αποκαλυφθούν περισσότερες λεπτομέρειες. Ο χρήστης επιλέγει ένα παράθυρο εστίασης κοιτώντας το και πατώντας το πλήκτρο διαστήματος (space bar). Μετά την επιλογή, το επιλεγμένο παράθυρο μεγεθύνεται αυτόματα σε ένα προκαθορισμένο μέγεθος. Όλα τα υπόλοιπα παράθυρα που διατηρούνται ανενεργά, αυτόματα θα σμικρυνθούν σε ξεχωριστή περιοχή της οθόνης, δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη να διατηρεί στην περιφερική του όραση τον έλεγχο τους. ενώ εξετάζει το ενεργό παράθυρο.

Εικόνα 3-23. Μια ψηφιακή εικόνα με εννέα εικονίδια. Το κεντρικό παράθυρο είναι το ενεργό παράθυρο εστίασης.

Εικόνα 3-24. Για την επιλογή ενός νέου παράθυρου ο χρήστης βλέπει το εικονίδιο, ενώ κρατά πατημένο το πλήκτρο διαστήματος. Ενώ το εικονίδιο μεγεθύνεται, τα υπόλοιπα συρρικνώνονται.

3.6.2.2 Alt+ Tab

Στο περιβάλλον των Windows περιλαμβάνεται μια διαφορετική εναλλαγή εφαρμογών, ο συνδυασμός των πλήκτρων Alt και Tab, που ανήκει στην κατηγορία χρονικής προσέγγισης. Η τεχνική Alt+Tab (χρονική προσέγγιση) οργανώνει τις εφαρμογές με τη σειρά τελευταίας εμφάνισης τους και επιτρέπει στους χρήστες να βλέπουν ζωντανά, μικρογραφίες αυτών που τρέχουν τη στιγμή εκείνη, να πλοηγηθούν στη λίστα που παρουσιάζονται με διαδοχική χρονική αναφορά, έως ότου φθάσουν στην εφαρμογή που επιθυμούν.

Επίσης, μια επέκταση της τεχνικής υπάρχει για τα Windows Vista και 7, όπου καθώς ο χρήστης περνάει το ποντίκι πάνω από τη γραμμή εργασιών (Task bar) των Windows εμφανίζονται σε σμίκρυνση τα παράθυρα των ανοιχτών εφαρμογών.

3.6.2.3 Flip & Flip3D

Στα Windows Vista περιλαμβάνεται μια νέα τεχνική εναλλαγής εφαρμογών. Η λειτουργία του Alt+Tab έχει ενημερωθεί με το Windows Flip και Flip3D, [4]. Η γραμμή εργασιών στα Windows εμφανίζει σμίκρυνση των ανοιχτών εφαρμογών, όταν ο χρήστης περνάει το ποντίκι πάνω από αυτή. Το Flip επιτρέπει στους χρήστες να βλέπουν ζωντανά μικρογραφίες των αιτήσεων, καθώς πατιέται το Alt+Tab. Με την τρισδιάστατη εναλλαγή παραθύρων (Flip3D) τα ανοιχτά παράθυρα (για παράδειγμα, ανοιχτών αρχείων, φακέλων και εγγράφων) εμφανίζονται σε στοίβα τρισδιάστατων ζωντανών προεπισκοπήσεων και η προεπισκόπηση τους μπορεί να γίνει εύκολα χωρίς να χρειαστεί επιλογή από τη γραμμή εργασιών (*Εικόνα 3-25*). Στο επάνω μέρος της στοίβας φαίνεται ένα ανοιχτό παράθυρο και για το έλεγχο των υπολοίπων, μπορεί να γίνει εναλλαγή μεταξύ των περιεχομένων της στοίβας με το περιστροφικό κουμπί του ποντικιού ή κάποιο ορισμένο πλήκτρο από το πληκτρολόγιο.

Εικόνα 3-25. Τρισδιάστατη εναλλαγή παραθύρων σε περιβάλλον Windows Vista & 7

Οι 2 παραπάνω τεχνικές που αναφέρθηκαν μπορούν να υλοποιηθούν και με τη χρήση της καταδίωξης βλέμματος. Οι εναλλαγή μπορεί να γίνεται με το βλέμμα με χρήση Dwell Time ή Look&Shoot και η επιλογή παραθύρου μπορεί να πραγματοποιηθεί με τις τεχνικές που έχουν αναφερθεί στην παράγραφο 3.1.

3.6.3 **EyeExposé**

Η δημιουργία του EyeExposé έχει στηριχτεί στο προϋπάρχον σύστημα Exposé για το λογισμικό Mac OS X και είναι μια παρόμοια έννοια με αυτή του EyeWindows και του Flip/Flip3D. Η εναλλαγή μεταξύ εφαρμογών πραγματοποιείται απλά με το κοίταγμα της εφαρμογής που ο χρήστης θέλει να μεταβεί. [Kumar 2007]

Η τεχνική EyeExposé εντάσσεται στην κατηγορία χωρικής προσέγγισης και παρέχει τακτοποίηση όλων των ανοικτών εφαρμογών σε μια οπτική αναπαράσταση. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται στον χρήστη να πατά ένα πλήκτρο άμεσης πρόσβασης (F9 ή F3) στο πληκτρολόγιο και να βλέπει αμέσως όλα τα ανοιχτά παράθυρα σε μια ενιαία προβολή (*Εικόνα 3-26*). Τα παράθυρα, μειώνονται και τακτοποιούνται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κάθε ανοικτή εφαρμογή να είναι ορατή στην οθόνη, λαμβάνοντας υπόψη την προηγούμενη χωρική τους διάταξη. Για τη μετάβαση σε μια εφαρμογή ο χρήστης μετακινεί το ποντίκι ή το βλέμμα του επάνω της και με ένα κλικ ή σταθεροποίηση μερικών msec προκαλεί την εμφάνισή της στο προσκήνιο. Κάθε ανοικτό παράθυρο εφαρμογής επανέρχεται στο αρχικό του μέγεθος, ενώ το επιλεγμένο παράθυρο επικαλύπτει τα υπόλοιπα και γίνεται το ενεργό παράθυρο εργασίας.

Εικόνα 3-26. Άποψη προβολής ανοικτών εφαρμογών σε περιβάλλον Mac OS X

Το σύστημα EyeExposé, συνδυάζει μια πλήρη οθόνη δισδιάστατης προβολής μικρογραφιών των ανοικτών εφαρμογών που βασίζεται στην επιλογή με το βλέμμα. Το EyeExposé έχει υλοποιηθεί και σε Microsoft Windows χρησιμοποιώντας τον ανιχνευτή βλέμματος Tobii 1750 για να υποστηρίξει την επιλογή.

Στην *Εικόνα 3-27* Παρουσιάζεται μια τυπική οθόνη για το πώς λειτουργεί το EyeExposé. Για να γίνει η μετάβαση από μια εφαρμογή σε μια άλλη, ο χρήστης πατά και κρατά πατημένο ένα πλήκτρο άμεσης πρόσβασης (hotkey). Το EyeExposé αποκρίνεται με την παρουσίαση μικρογραφιών όλων των εφαρμογών που είναι ανοικτές στην επιφάνεια εργασίας. Ο χρήστης κοιτάζει απλά στο στόχο του, δηλαδή στην επιθυμητή εφαρμογή και απελευθερώνει το πλήκτρο πρόσβασης (hotkey).

Η χρήση του βλέμματος αντί του ποντικιού για την επισήμανση, είναι μια φυσική επιλογή. Είτε ο χρήστης αλληλεπιδρά με το βλέμμα είτε με το ποντίκι, η αναζήτηση για να βρει την εφαρμογή που θέλει μεταξύ των μικρογραφιών είναι ένα απαραίτητο προαπαιτούμενο βήμα. Με τη χρήση του βλέμματος σε ρητή δράση (με απελευθέρωση του πλήκτρου hotkey) μπορεί να αξιοποιηθεί η φυσική οπτική αναζήτηση του χρήστη, ώστε να οδηγηθεί στην επιθυμητή επιλογή.

Εικόνα 3-27. EyeExposé. Πιέζοντας (press) και κρατώντας το hotkey του EyeExposé πατημένο, φαίνονται σε μικρά πλακίδια όλες οι ανοιχτές εφαρμογές στην οθόνη. Ο χρήστης κοιτάζει (look) στην επιθυμητή εφαρμογή και απελευθερώνει (release) το πλήκτρο πρόσβασης για εναλλαγή εφαρμογών (hotkey), με αποτέλεσμα την εμφάνιση της εφαρμογής ως το ενεργό παράθυρο.

Ειδικότερα, η προσέγγισή της τεχνικής αυτής, συνδυάζει την χρήση μιας δισδιάστατης διάταξης, για την προβολή όλων των ανοιχτών εφαρμογών, με την χρήση του εντοπισμού βλέμματος, για την επιλογή του επιθυμητού παραθύρου. Μελέτες έχουν δείξει ότι αυτός ο

συνδυασμός του βλέμματος και της οπτικής παρουσίασης των ενεργών εργασιών, επιτρέπει στους χρήστες την εναλλαγή μεταξύ εφαρμογών με γρήγορο και φυσικό τρόπο.

Έχει παρατηρηθεί ότι, η χρήση βλέμματος μπορεί να συμπληρώσει τις υπάρχουσες τεχνικές, αλλά οι χρήστες τείνουν να χρησιμοποιούν σθεναρά αυτήν την τεχνική εναλλαγής μεταξύ εφαρμογών σε σύγκριση με άλλες εναλλακτικές λύσεις.

3.6.4 **Αξιολόγηση**

Εναλλαγή Παραθύρων.

Στο EyeWindows, οι Fono και Vertegaal [2005] εξερευνούν δύο τεχνικές διαχείρισης παράθυρων για μη επικαλυπτόμενα παράθυρα χρησιμοποιώντας έναν ελαστικό αλγόριθμο παραθύρων που επιτρέπει την χωρική προβολή στα παράθυρα εφαρμογών. Όμως, έχουν εντοπιστεί δυο σοβαρά μειονεκτήματα για την τεχνική αυτή. Πρώτον, η τεχνική περιορίζεται στη χρήση με μη επικαλυπτόμενα παράθυρα (όλες οι τεχνικές που έχουν περιγραφεί στο παρελθόν παρέχουν επικαλυπτόμενα παράθυρα). Δεύτερον, η εναλλαγή μεταξύ των εφαρμογών στα παράθυρα EyeWindows απαιτεί τη μεγέθυνση τους σε πολλές κατευθύνσεις, η οποία μπορεί να αποσπά την οπτική προσοχή του χρήστη.

Το EyeExposé για το Mac OS X [Kumar 2007] προσφέρει μια καθιερωμένη και πολύ εύκολη στην χρήση τεχνική για την εναλλαγή μεταξύ των εφαρμογών. Δυστυχώς, μέχρι σήμερα, η ερευνητική βιβλιογραφία είναι ανύπαρκτη, για την επιστημονική αξιολόγηση των διαφόρων τεχνικών εναλλαγής εφαρμογών (Alt+Tab / Cmd+Tab εναντίον Taskbar / Dock εναντίον Exposé εναντίον Flip/Flip3D). Στοιχεία που δεν έχουν εκδοθεί, εντούτοις, έχουν δείξει ότι η προσέγγιση Exposé είναι στις προτιμήσεις των χρηστών για τυχαία πρόσβαση σε ανοικτές εφαρμογές, ενώ η προσέγγιση Alt+Tab/Flip προτιμάται για την πρόσβαση στην τελευταία εφαρμογή που χρησιμοποιείται.

Όπως έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 2, η ακρίβεια των ιχνηλατών ματιού είναι ανεπαρκής σε μικρούς στόχους, έτσι μια τεχνική μεγεθυμένης εικόνας για την υπέρβαση των εν λόγω περιορισμών μπορεί να το αντιμετωπίσει. Αντίθετα, για τους σκοπούς της εναλλαγής εφαρμογών, το μέγεθος των πλακιδίων των παραθύρων του Exposé είναι συνήθως αρκετά μεγάλο και έτσι η ακρίβεια από την ανίχνευση του βλέμματος δεν αποτελεί πρόβλημα και η επιλογή του παραθύρου-στόχου το βλέμμα είναι δυνατή.

3.7 Εισαγωγή Κειμένου

Τα συστήματα που χρησιμοποιούν την ανίχνευση ματιού, για την εισαγωγή κειμένου υπάρχουν από τη δεκαετία του 1970. Τα μάτια μπορούν να πραγματοποιήσουν εισαγωγή κειμένου με διάφορους τρόπους. Οι μέθοδοι εισαγωγής κειμένου χωρίζονται σύμφωνα με την τεχνική της εισόδου που χρησιμοποιείται.

Η διάκρισή τους γίνεται σε τρεις τύπους τεχνικών γραφής, όπου ο χρήστης χρησιμοποιεί ένα εικονικό πληκτρολόγιο, [Majaranta & Raiha, 2002]:

- Η πρώτη τεχνική αφορά την *άμεση χρήση του βλέμματος* στην εισαγωγή κειμένου (το βλέμμα / μάτι «πληκτρολογεί»).
- Μια δεύτερη τεχνική αφορά την εισαγωγή κειμένου με *κινήσεις του ματιού* που χρησιμοποιούνται σαν *«διακόπτες»* (eye switches) και επιτρέπουν την εισαγωγή κειμένου σε ανθρώπους με περιορισμένη δυνατότητα κίνησης των ματιών.
- Η τρίτη τεχνική αφορά τις *συνεχείς «χειρονομίες» βλέμματος* (gaze gestures).

Η πρώτη τεχνική εισαγωγής κειμένου (I) είναι αυτή που ενδιαφέρει την παρούσα μελέτη και αναλύεται παρακάτω. Για τις άλλες δυο τεχνικές (II, III) γίνεται λόγος σε επόμενη παράγραφο.

3.7.1 Άμεση Χρήση του Βλέμματος

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος χρήσης του βλέμματος για εισαγωγή κειμένου είναι η *άμεση κατάδειξη* στο επιθυμητό γράμμα. Μια τυπική εγκατάσταση αποτελείται από ένα εικονικό πληκτρολόγιο με στατική διάταξη, μια συσκευή εντοπισμού του ματιού που παρακολουθεί που βρίσκεται η προσοχή του βλέμματος του χρήστη (ιχνηλάτης ματιού - eye tracker), και ένα λογισμικό υπολογιστή που αναλύει τη συμπεριφορά του βλέμματος.

Στην τεχνική πληκτρολόγησης με το βλέμμα, ο χρήστης επιλέγει το επιθυμητό γράμμα εστιάζοντας σε ένα από τα πλήκτρα του, επί της οθόνης, πληκτρολογίου. Το σύστημα παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με το στόχο εστίασης, για παράδειγμα, είτε υπογραμμίζοντας ή φωτίζοντας την επιλογή, είτε με μετακίνηση του κέρσορα πάνω στο πλήκτρο εστίασης.

Σε πολλές περιπτώσεις, η εστίαση, η ανατροφοδότηση και η επιλογή συνδέονται με τρόπο τέτοιο, ώστε ο χρήστης μπορεί να μην τις αντιλαμβάνεται ως ξεχωριστές εργασίες.

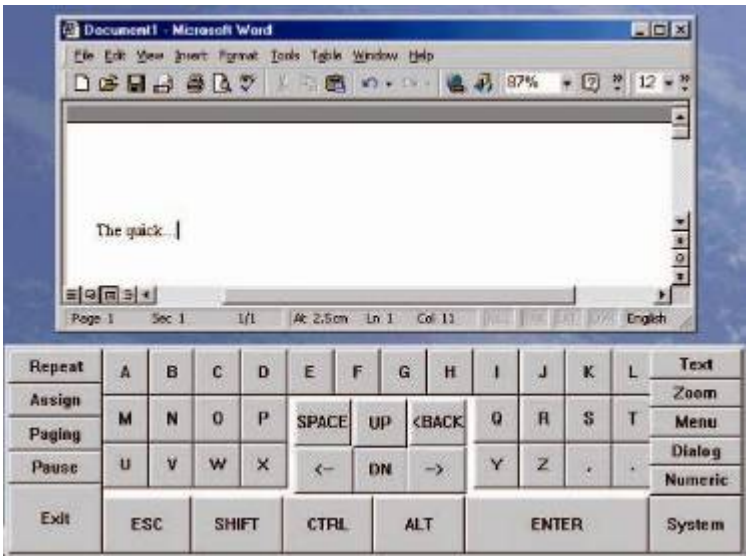
Μόλις γίνει επιτυχής εστίαση, το στοιχείο μπορεί να επιλεχθεί μέσω:

- μικρού χρονικού διαστήματος (dwell time) που το βλέμμα θα πρέπει να παραμείνει στο στόχο,
- του πατήματος ενός πλήκτρου - «κλειδί» ενεργοποίησης,
- μιας κίνησης του ματιού (ανοιγοκλείσιμο «blink»),
- κάποιας κίνησης από όλο το πρόσωπο (gaze gesture).

Για τα άτομα με ειδικές ανάγκες, ο χρόνος παραμονής (dwell time) είναι συχνά ο καλύτερος και ο μόνος τρόπος επιλογής. Εάν ο χρόνος παραμονής χρησιμοποιείται για εστίαση, το σύστημα παρέχει συνήθως ανατροφοδότηση στον χρήστη με την ένδειξη της εξέλιξης του χρόνου παραμονής. Η πληκτρολόγηση στην περίπτωση αυτή, μπορεί να είναι αργή, γιατί οι χρόνοι παραμονής δυσχεραίνουν την ανάπτυξη ταχείας παραγωγής κειμένου [5].

Το γραπτό κείμενο που παράγεται θα εμφανίζεται στο πεδίο κειμένου, το οποίο συνήθως βρίσκεται πάνω από το εικονικό πληκτρολόγιο. Το σύστημα μπορεί, επίσης, να παρέχει ανατροφοδότηση για την επιτυχή επιλογή με χρήση ηχητικών μηνυμάτων, είτε αναφέροντας το όνομα του γράμματος, είτε με το άκουσμα ενός «κλικ» (οι διαφορετικές τεχνικές ανάδρασης θεωρούνται ξεχωριστή ενότητα στην εισαγωγή κειμένου με το βλέμμα και θα αναλυθούν σε παρακάτω παράγραφο).

Γενικά, έχει παρατηρηθεί ότι απαιτείται χρόνος για να σκεφτεί ο χρήστης τι θα πληκτρολογήσει, για να κάνει αναζήτηση του επόμενου πλήκτρου στο πληκτρολόγιο, για να διορθώσει λάθη, κλπ. Στους έμπειρους χρήστες ο χρόνος παραμονής μπορεί να μειωθεί σημαντικά (περίπου 200-300 msec), και κατ' επέκταση να αυξηθεί ο ρυθμός εισαγωγής κειμένου.



Εικόνα 3-28. Μια μορφή εικονικού πληκτρολογίου και οθόνη προβολής παραγόμενου κειμένου με χρήση του βλέμματος.

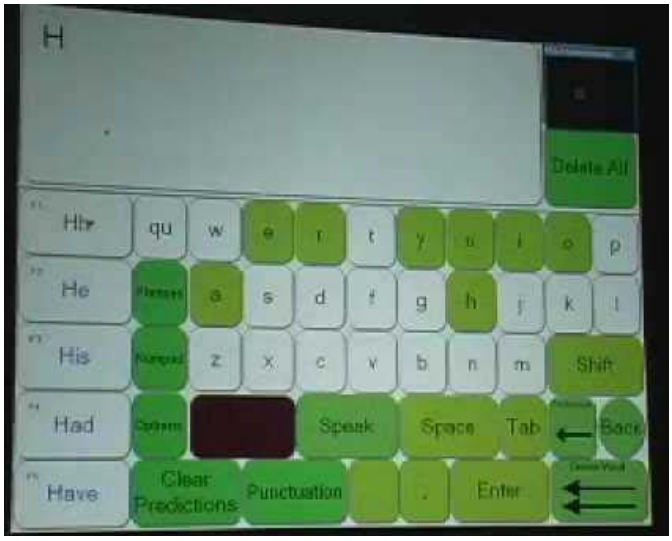
3.7.2 **Τεχνικές πληκτρολόγησης**

Τυπικά, σε μια «επίπεδη» σχεδίαση διάταξης πληκτρολογίου όταν όλοι οι χαρακτήρες είναι ορατοί, μόνο το πάτημα ενός πλήκτρου ανά χαρακτήρα (KSPC) είναι απαραίτητο, δεδομένου ότι τα περισσότερα γράμματα μπορεί να είναι άμεσα επισημασμένα και επιλεγμένα. Μερικές φορές δεν είναι δυνατή η πλήρης εμφάνιση του πληκτρολογίου, λόγω προβλημάτων ακρίβειας και βαθμονόμησης. Σε μια τέτοια περίπτωση, μόνο μερικά πλήκτρα μπορεί να εμφανίζονται κάθε στιγμή, εμποδίζοντας την χρήση πλήρους μεγέθους πληκτρολογίου, όπως ένα πλήρες πληκτρολόγιο QWERTY [6].

Ειδικές τεχνικές, όπως η αυτόματη πρόβλεψη λέξης μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να επιταχυνθεί η διαδικασία εισαγωγής κειμένου, με τη συνεχή μεταβαλλόμενη και επαναπροσαρμοζόμενη διάταξη του πληκτρολογίου [Hansen et al. 2003]. Η αυτόματη πρόβλεψη μέσω τον πλήκτρων επί της οθόνης (αντί των φυσικών πλήκτρων), τα κλειδιά και οι έλεγχοι μπορούν να οργανωθούν ιεραρχικά σε μενού και υπομενού.

Υπάρχουν δύο είδη της κοινής γραφής του πληκτρολογίου. Στην περίπτωση της άμεσης γραφής, ένα πληκτρολόγιο με τα πλήκτρα κατ' αλφαβητική σειρά ή μια τυπική διάταξη πληκτρολογίου θα εμφανίζεται στην οθόνη. Σε αντίθεση με αυτό, το multi-tap

πληκτρολόγιο βασίζεται σε μια ιεραρχική διάταξη των γραμμάτων. Εδώ, συγκεντρώνονται μαζί αρκετοί χαρακτήρες γραμμάτων ανά πλήκτρο και ο χρήστης θα πρέπει να πατήσει επανειλημμένα το πλήκτρο για να πάρει το επιθυμητό γράμμα. Αυτή η μέθοδος που χρησιμοποιείται συχνά σε κινητά τηλέφωνα, λειτουργεί με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και κατά τη γραφή με το βλέμμα. Ο χρήστης πρέπει να εστιάσει σε ένα συγκεκριμένο σημείο για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, για να πατήσει ένα πλήκτρο.



Εικόνα 3-29. Εικονικό πληκτρολόγιο από το σύστημα γραφής με το βλέμμα "Erica", με πληκτρολόγιο QWERTY.

3.7.2.1 Dwell time στη γραφή με το βλέμμα

Η τεχνική dwell time (χρονική παραμονή), μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την εστίαση όσο και την επιλογή. Γενικά, έχει παρατηρηθεί ότι ο χρόνος παραμονής είναι και για την εισαγωγή κειμένου, η πιο κοινή μέθοδος τόσο στην εστίαση όσο και στην επιλογή ενός στοιχείου (γράμματος). Ένας τυπικός χρόνος παραμονής είναι μεταξύ 600 και 1000 msec. Η διαδικασία επιλογής μπορεί να διακοπεί απλά με την μετακίνηση του βλέμματος μακριά από το εστιασμένο στοιχείο, πριν το πέρας της προαπαιτούμενης διάρκειας για χρονική παραμονή.

3.7.2.2 Blink/Wink στη γραφή με το βλέμμα

Μια εναλλακτική τεχνική στην εισαγωγή κειμένου είναι η χρήση ανοιγοκλείσιμου ή νεύματος του ματιού (blink or wink) [Majaranta et al. 2002]. Εάν το ανοιγοκλείσιμο χρησιμοποιηθεί ως «διακόπτης» (switch) ενεργοποίησης της επιλογής γράμματος, θα πρέπει να διαφοροποιηθεί από τη φυσική κίνηση ανοιγοκλείσιμου που συμβαίνει ασυναίσθητα (§1.2.2). Οι οριζόντιες ή κάθετες θέσεις του ματιού μπορεί να προκαλέσει μια δράση, έτσι θέσεις των ματιών αριστερά, δεξιά, επάνω ή κάτω μπορούν να ερμηνευθούν ως εντολή για την επιλογή ή την κατάργηση ενός στοιχείου.

3.7.3 **Αξιολόγηση**

Εισαγωγή Κειμένου.

Παρότι το βλέμμα για την εισαγωγή κειμένου υπήρχε και ήταν σε χρήση για δεκαετίες, θέματα σχεδιασμού ειδικών τεχνικών δεν έχουν μελετηθεί λεπτομερώς. Ως εκ τούτου, η εισαγωγή κειμένου με το βλέμμα αποτελεί ένα πλούσιο θέμα για μελέτη τόσο από πλευράς έρευνας όσο και πρακτικής. Η έρευνα μας έδειξε ότι η εισαγωγή κειμένου με το βλέμμα είναι αργή, αλλά η ταχύτητα πληκτρολόγησης μπορεί να αυξηθεί με την υπόδειξη γράμματος και των μεθόδων πρόβλεψης λέξεων.

Η μέτρηση του σημείου προσοχής δεν είναι τόσο ακριβής ως είσοδος, όπως η κατάδειξη με τη βοήθεια ενός συμβατικού ποντικιού. Αν ο χρήστης κάνει ακούσιες κινήσεις των ματιών ή του κεφαλιού, τότε η ακρίβεια μπορεί να μειωθεί ακόμη περισσότερο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι στόχοι επί της οθόνης πρέπει να είναι αρκετά μεγάλοι, με αποτέλεσμα μερικές φορές την εμφάνιση μόνο λίγων στοιχείων κάθε φορά. Στην πιο συνηθισμένη περίπτωση εμφανίζεται ένα μεγάλο πληκτρολόγιο που δείχνει το πλήρες αλφάβητο (χρήση της διάταξη QWERTY, με την οποία οι περισσότεροι χρήστες είναι εξοικειωμένοι). Αυτό όμως οδηγεί στο πρόβλημα ότι το πληκτρολόγιο καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της οθόνης και δεν υπάρχει πολύς χώρος για άλλες εφαρμογές.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η παρατήρηση του πόσο γρήγορα αρχάριοι χρήστες μπορούν να μάθουν την πληκτρολόγηση με το βλέμμα σε μία τυπική εγκατάσταση (ένα επί της οθόνης πληκτρολόγιο και χρήση της τεχνικής χρόνου παραμονής). Οι αξιολογήσεις πειραμάτων που έχουν διεξαχθεί [Majaranta 2009], έδειξαν ότι απαιτείται αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα η τεχνική πληκτρολόγηση με χρονική παραμονή να θεωρείται αργή.

Τέλος, για την γραφή με το βλέμμα κρίνεται πολύ σημαντική η παροχή ανατροφοδότησης. Ενώ το βλέμμα ασχολείται με την διαδικασία της πληκτρολόγησης, ο χρήστης δεν μπορεί παράλληλα να μετακινήσει το βλέμμα του από το πληκτρολόγιο προς το πεδίο εισαγωγής κειμένου, προκειμένου να εξετάσει την ορθότητα του αποτελέσματος. Η ανάγκη για εναλλαγή μεταξύ του πληκτρολογίου και του πεδίου κειμένου μπορεί να μειωθεί με την ενίσχυση της ανάδρασης, έτσι ώστε ο χρήστης να αισθάνεται σίγουρος για την επιλογή χωρίς να χρειάζεται να ελέγχει συνεχώς το αποτέλεσμα του κειμένου.

3.8 **Ανατροφοδότηση**

Η *ανατροφοδότηση ή ανάδραση* (feedback) είναι ένας μηχανισμός, διαδικασία ή σήμα για τον έλεγχο μιας ενέργειας, που συμβαίνει από έναν χρήστη προς ένα σύστημα.

Ποντίκι Υπολογιστή.

Κατά τη χρήση των παραδοσιακών συσκευών εισαγωγής (πληκτρολόγιο, ποντίκι), ο χρήστης μπορεί να αισθανθεί τα πλήκτρα και να ακούσει τον χτύπο τους, κατά την πληκτρολόγηση ή το πάτημα του ποντικιού. Επίσης, μπορεί να παρατηρεί τις αλλαγές στην οθόνη, με την εμφάνιση των γραμμάτων, το σχηματισμό των λέξεων, την εναλλαγή των εικόνων ή οθονών, το άνοιγμα ή το κλείσιμο παραθύρων.

Καταδίωξη Βλέμματος.

Στην περίπτωση της καταδίωξης βλέμματος, ενώ έχει γίνει η εστίαση σε ένα στόχο θα πρέπει να δοθεί ανατροφοδότηση που θα δηλώνει ότι η εστίαση αντιστοιχεί στον επιθυμητό στόχο. Οι Istance et al, 1996, παρατήρησαν ότι οι χρήστες μερικές φορές δεν αντιλαμβάνονται σε ποιο σημείο δίνεται έμφαση από το βλέμμα τους, με αποτέλεσμα να λειτουργούν σε λάθος στοιχεία.

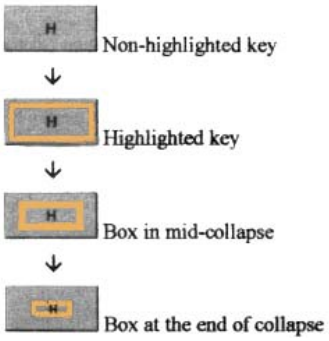
Τώρα πια στα περισσότερα, ελεγχόμενα με το βλέμμα, συστήματα δίνεται η δυνατότητα για την εμφάνιση της θέσης του κέρσορα στην οθόνη είτε με τη συνηθισμένη μορφή του βέλους, είτε με την εμφάνιση ενός κύκλου (διάφανου ή χρωματιστού), είτε με κάποιο άλλο εμφανές σχήμα.

Ένα παράδειγμα δίνεται από το σύστημα «EyeDraw» [Hornof et al. 2004]. Όταν ο χρήστης δημιουργεί μια ζωγραφιά με μέσο τα μάτια του και η ανατροφοδότηση είναι αρκετά σαφής, καθότι ο κέρσορας αφήνει μια γραμμή ως αποτέλεσμα της διαδρομής που ακολουθεί το βλέμμα.

Η ανατροφοδότηση θα πρέπει να αντικατοπτρίζει σαφώς τη διαδικασία επιλογής: ποιο στοιχείο είναι εστιασμένο, και πότε μπορεί να επιλεγεί. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ανατροφοδότησης, που μπορεί να διαφοροποιούνται αναλόγως την εφαρμογή. Ο πιο συνηθισμένος είναι η φωτεινή επισήμανση (highlight). Ο δρομέας ή η επισήμανση μπορεί να αλλάζει χρώμα ως ένδειξη για το στάδιο της διαδικασίας επιλογής. Το σύστημα μπορεί να προειδοποιεί τον χρήστη, ότι ο χρόνος παραμονής είναι περίπου στο τέλος και το αντικείμενο σύντομα θα επιλεγεί.

Στο σύστημα ERICA (Eye Response Interface Aid), χρησιμοποιείται η συρρίκνωση του αντικειμένου για να δείξει πως γίνεται η διαδικασία της επιλογής. Πρώτα, ένα ορθογώνιο υποδεικνύει το πλήκτρο πάνω στο οποίο είναι το βλέμμα του χρήστη. Αν ο χρήστης διατηρεί την προσοχή του εκεί, το ορθογώνιο θα αρχίσει να μικραίνει. Όταν σταματήσει, το πλήκτρο έχει επιλεχθεί και η ενέργεια που του αντιστοιχεί εκτελείται, [Lankford 2000].

Μερικά συστήματα παρέχουν επίσης ακουστική ανατροφοδότηση. Για παράδειγμα, μπορεί να παράγεται ένας απλός ήχο, όπως ένα «μπιμ» ή «κλικ», όταν το στοιχείο εστιάζεται ή επιλέγεται. Η τεχνική αυτή προσομοιάζει τους ήχους που ακούγονται κατά την χρήση του τυπικού πληκτρολογίου. Πολλές φορές, τα ηχητικά εφέ χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με την οπτική ανατροφοδότηση.



Εικόνα 3-30. Η συρρίκνωση στο σύστημα ERICA.

Μέσα από την έρευνα και μελέτη πολλών επιστημονικών άρθρων και πειραματικών διαδικασιών παρατηρήθηκε ότι, για όλες τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε μια αλληλεπιδραστική εφαρμογή, υπάρχουν ορισμένες μέθοδοι που παρέχουν την ανατροφοδότηση στη δράση του χρήστη, [Majaranta et al. 2004]
Τρεις διαφορετικές τεχνικές ανάδρασης χρησιμοποιούνται:

- *Ηχητική:* Η λειτουργία του Λόγου δεν χρησιμοποιεί καμία οπτική ανατροφοδότηση. Ένα ηχητικό σήμα (χαρακτηριστικός ήχος ή ομιλία) ακούγεται όταν γίνει η επιλογή.
- *Οπτική (επίπεδο Α):* Όλο το πλαίσιο του στοιχείου αλλάζει χρώμα (π.χ. κόκκινο) όταν έχει επιλεχθεί.
- *Οπτική (επίπεδο Β):* Το στοιχείο τονίζεται όταν εστιαστεί και έπειτα, κατά την επιλογή του, θα αλλάζει χρώμα.

Feedback mode	While focused	When selected
Speech	none h	letter spoken h
1-Level Visual	none h	red background h
2-Level Visual	highlight h	red background h

Εικόνα 3-31. Τεχνικές ανάδρασης συστήματος.

Η επαρκής ανάδρασης είναι ιδιαίτερα σημαντική για άτομα με ειδικές ανάγκες, που ενδεχομένως να μην έχουν τη δυνατότητα έλεγχου και διόρθωσης των ενεργειών τους. Για παράδειγμα, οι προγραμματιστές της LC Eyegaze Systems (Chapman, 1991) παρατήρησαν, ότι αρχικά οι περισσότεροι χρήστες αντιμετώπισαν δυσκολίες στην ανίχνευση του σημείου για το που βρίσκεται το βλέμμα τους. Έτσι, ένας μικρός κόκκινος κέρσορας προστέθηκε, για να δείχνει τη θέση του σημείου προσοχής τους στην οθόνη.

3.9 Άλλες Τεχνικές Αλληλεπίδρασης με το Βλέμμα

Εκτός από τις τεχνικές αλληλεπίδρασης που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν και κάποιες ακόμα που χρησιμοποιούν το βλέμμα, αλλά από διαφορετική σκοπιά. Η πιο βασική τεχνική αφορά τις «χειρονομίες» βλέμματος (gaze gestures).

3.9.1 «Χειρονομίες» Βλέμματος

Οι χειρονομίες βλέμματος (gaze gestures) είναι μια γνωστή έννοια στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Το βλέμμα, όμως, με την έννοια της χειρονομίας (gaze gesture), έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο εισόδου.

Η ιδέα πίσω από τις χειρονομίες είναι το γεγονός ότι έχουμε συνηθίσει να χρησιμοποιούμε τις κινήσεις του σώματος, κυρίως τα χέρια και το κεφάλι, για να επικοινωνήσουμε ή για να υποστηριχθεί/ενισχυθεί η επικοινωνία μας. Πρόσφατα, έχει μελετηθεί και εφαρμοστεί ως μια ειδική κατηγορία τεχνικών αλληλεπίδρασης στην καταδίωξη βλέμματος [Drewes et al. 2007]. Η ιδέα είναι παρόμοια με τις «χειρονομίες» που προκαλούνται από την χρήση του ποντικιού.

Τυπικά παραδείγματα αυτού του είδους χειρονομιών είναι το κλείσιμο του ματιού, η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση με το μάτι, ή η μετακίνηση με τα μάτια. Αυτές οι κινήσεις μπορεί να περιλαμβάνουν κινήσεις των βλεφάρων και των φρυδιών και μπορεί να θεωρηθούν ως μέρος των εκφράσεων του προσώπου. Από τις κινήσεις αυτές όμως, γίνεται περιορισμός σε αυτές των ματιών μέσω των ιχνηλατών που αναζητούν και ανιχνεύουν την κατεύθυνση του βλέμματος. Για τους λόγους αυτούς οι χειρονομίες που εκτελούνται με το μάτι ονομάζονται χειρονομίες βλέμματος και όχι χειρονομίες ματιού.

Οι χειρονομίες βλέμματος έχουν λύσει κάποια από τα πιο σοβαρά προβλήματα της αλληλεπίδρασης με το βλέμμα και όπως έχει αναφερθεί [Drewes & Schmidt 2007], παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με προαναφερθείσες προσεγγίσεις τεχνικών. Κατά την εφαρμογή τους χρησιμοποιούν μόνο σχετικές κινήσεις των ματιών και κατά συνέπεια δεν υπάρχει η απαίτηση για τη διαδικασία της βαθμονόμησης. Δεδομένου ότι η ποικιλία των χειρονομιών του βλέμματος καλύπτει μεγάλο εύρος της οπτικής γωνίας, η ακρίβεια δεν αποτελεί πρόβλημα. Αυτό σημαίνει, ότι οι χειρονομίες βλέμματος θα μπορούν να ανιχνευτούν από χαμηλής τεχνολογίας ιχνηλάτες ματιών, όπως μια μέτριας ανάλυσης κάμερα σε συνδυασμό με υπέρυθρο φως LED (το υπέρυθρο φως παράγει το φαινόμενο κόκκινων ματιών, που απλοποιεί την αναγνώριση της κόρης του ματιού, λόγω μεγαλύτερης αντίθεσης με την ίριδα). Τέλος, με την χρήση αυτής της τεχνικής δεν παρουσιάζεται τόσο έντονο το πρόβλημα «Αφής του Μίδα» και απαλλάσσει τον χρήστη από την αίσθηση ότι δεν του επιτρέπεται να εξετάσει κάποιο σημείο στην οθόνη για μεγάλο χρονικό διάστημα [7].

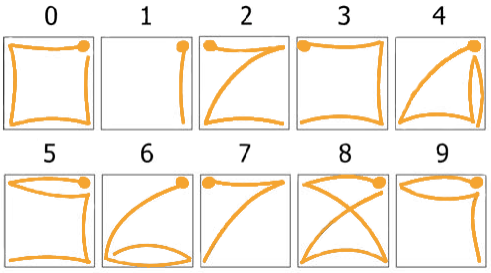
Το πλεονέκτημα των χειρονομιών βλέμματος είναι ότι ο αριθμός των εντολών μπορεί να αυξηθεί με την αύξηση του συνόλου των χειρονομιών. Ταυτόχρονα όμως, αυτό μπορεί να αποτελεί και μειονέκτημα της τεχνικής, καθώς απαιτεί την εκμάθηση μιας σειράς κινήσεων και τη σημασιολογία τους. Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζεται η ανάγκη για αύξηση των εντολών που οδηγεί σε ένα μεγαλύτερο κατάλογο προκαλώντας πρόβλημα χώρου. Για το λόγο αυτό, η χρήση τους στην αλληλεπίδραση με τον υπολογιστή έχει θεωρηθεί πιο ικανοποιητική για ειδικούς ή για πολύ συγκεκριμένους σκοπούς. Έτσι βρίσκουν καλή εφαρμογή στην αλληλεπίδραση με μικρές οθόνες. Μερικά παραδείγματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ικανοποιητικά είναι η περίπτωση των συσκευών αφής

(π.χ. iPhone), τα οποία έχουν ως εισροή την αφή στην επιφάνεια της οθόνης τους και κατ' επέκταση μπορεί και με τη χρήση εντολών μέσω των ματιών.

3.9.1.1 Λειτουργία & Τεχνικές Gaze Gestures

Η χρήση των χειρονομιών βλέμματος στηρίζεται στην χρήση ενός αλγορίθμου που αναλύει την κάθε κίνηση και τη μεταφράζει σε εντολή για τον υπολογιστή. Για την εφαρμογή τους απαιτείται να είναι πατημένο ένα ειδικό κουμπί, προκειμένου να εκτελεστεί η χειρονομία. Όταν το κουμπί ελευθερωθεί, η κίνηση των ματιών αναλύεται για τη συγκεκριμένη δράση.

Ένα παράδειγμα λειτουργίας του αλγορίθμου δίνεται από το πρωτότυπο «EdgeWrite» που αναπτύχθηκε από τους Wobbrock et al. [2003] ως μέθοδος εισαγωγής κειμένου για συσκευές χειρός. Η ευκολία χρήσης της μεθόδου οδήγησε και στην εφαρμογή της και για τις χειρονομίες βλέμματος. Οι χειρονομίες ακολουθούν το περίγραμμα των ψηφίων με σκοπό να βοηθηθεί ο χρήστης στην εκμάθηση τους. Και εδώ η χρήση του πλήκτρου ενεργοποίησης είναι σημαντική, διότι χωρίς αυτό οι χειρονομίες για τα ψηφία 9 και 5 της *Εικόνας 3-31*, δεν θα ήταν διακριτές.



Εικόνα 3-32. Gaze Gestures από το πρωτότυπο «EdgeWrite».

Μια χειρονομία βλέμματος μπορεί να είναι ανεξάρτητη από τη θέση στην οθόνη και να στηρίζεται μόνο σε σχετικές αλλαγές της κατεύθυνσης του βλέμματος, ή μπορεί να βασίζεται σε ορισμένα σημεία (hot spots ή περιοχές-στόχους) για να απενεργοποιηθεί η οθόνη. Για παράδειγμα, ο Isokoski το 2000, και οι Istance et al. το 2008, αναφέρουν τη χρήση τεσσάρων στόχων εκτός οθόνης για την εναλλαγή μεταξύ των τρόπων μεταφοράς, κατά την οποία ο χρήστης μπορεί να εισάγει μια εντολή κοιτάζοντας σε ορισμένο σημείο εκτός οθόνης. Η χρήση των εκτός οθόνης στόχων, δίνει την δυνατότητα να διατηρηθεί πλήρης η οθόνη για άλλους σκοπούς. Ο Milekic [2003] πρότεινε τις χειρονομίες βλέμματος για τη χειραγώγηση της τέχνης (π.χ. φωτογραφίες από έργα ζωγραφικής ή γλυπτικής). Για παράδειγμα, μια γρήγορη ματιά προς τα πάνω «αρπάζει» το αντικείμενο και μια γρήγορη ματιά προς τα κάτω το «αφήνει», το αποτέλεσμα της εκτέλεσης βασίζεται στην τεχνική «drag and drop», όπως συνηθίζεται και με το ποντίκι.

Το βλέμμα ως χειρονομία επιτρέπει μια γρήγορη και εύκολη αλλαγή μεταξύ των διαφόρων ενεργειών του ποντικιού: μια γρήγορη ματιά προς τα κάτω ενεργοποιεί το σύρσιμο, μια ματιά προς τα αριστερά ενεργοποιεί το αριστερό κλικ του ποντικιού, μια ματιά προς τα δεξιά αφήνει το ποντίκι στη θέση του προς αναμονή (η οποία επιτρέπει την προβολή ενός ξεχωριστού μενού και την ενεργοποίηση μιας εντολής), καθώς και μια γρήγορη ματιά επάνω απενεργοποιεί τον έλεγχο με το μάτι.

Ένα ακόμα παράδειγμα χρήσης είναι τα ΑΤΜ. Λόγο του ότι είναι ήδη εξοπλισμένα με κάμερες ασφαλείας, η ανάπτυξη της τεχνικής με χειρονομίες βλέμματος είναι μια εύκολη διαδικασία και εφαρμογή. Επίσης, ο χώρος στην οθόνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλήρως για την απεικόνιση των απαιτούμενων πληροφοριών, καθότι δεν υπάρχει ανάγκη για αντικείμενα αλληλεπίδρασης.

Περαιτέρω, θα μπορούσε σε μεγάλο βαθμό να βρει εφαρμογή σε περιβάλλοντα υγιεινής (υπάρχει η απαίτηση τίποτα να μην αγγίζεται), όπου μια διεπαφή για άμεση χρήση από διαφορετικούς ανθρώπους (χωρίς βαθμονόμηση) είναι απαραίτητη.

3.9.1.2 «Blinks & Winks»

Οι κινήσεις του ανοιγοκλεισίματος (blink) ή των νευμάτων (wink) των ματιών ανήκουν στην κατηγορία των χειρονομιών του βλέμματος. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα με διαταραγμένο έλεγχο του ματιού. Κάποια άλλη μυϊκή δραστηριότητα του πρόσωπου θα μπορούσε, επίσης, να χρησιμοποιηθεί για να επιλεγεί ένα εστιασμένο στοιχείο, αλλά μπορεί να είναι κουραστικό ή αδύνατο για ορισμένους χρήστες. Ωστόσο, εάν η κίνηση του σώματος απαιτεί μια μεγάλη προσπάθεια, οι κινήσεις των ματιών θα μπορούσαν πιθανότατα να είναι λιγότερο κουραστικές.

Μελέτες όμως, έχουν δείξει πως η χρήση ανοιγοκλείσιμου του ματιού (blink) απορρίπτεται, γιατί μειώνει την φυσικότητα των κινήσεων των ματιών στην αλληλεπίδραση με μια οθόνη, καθώς απαιτείται από τον χρήστη να σκεφτεί όταν πρέπει να ανοιγοκλείσει για να επιλέξει.

3.9.2 **Αξιολόγηση**

Gaze Gestures.

Οι χειρονομίες βλέμματος είναι μια εναλλακτική και ενδιαφέρουσα προσέγγιση για την αλληλεπίδραση με το βλέμμα των ματιών. Η απουσία της διαδικασίας της βαθμονόμησης καθιστά δυνατή τη σχεδίαση διεπαφών για άμεση χρήση από διαφορετικούς ανθρώπους. Επίσης αντιμετωπίζει ένα ακόμα κύριο πρόβλημα της καταδίωξης βλέμματος, την χαμηλή ακρίβεια, καθότι δίνει τη δυνατότητα κινήσεων σε μεγάλη κλίμακα. Σε γενικές γραμμές, όμως δεν φαίνεται ιδιαίτερα εύκολη και εύχρηστη, γιατί ο χρήστης πρέπει να αποκτήσει δεξιότητες προκειμένου να τη χρησιμοποιήσει, δηλαδή να μάθει το αλφάβητο και το νόημά της.

3.10 **Σύνοψη**

Στο 3^{ο} κεφάλαιο παρουσιάστηκαν όλες οι τεχνικές αλληλεπίδρασης που αφορούν την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος, μέχρι σήμερα. Παρακάτω, παραθέτονται ορισμένα συγκεντρωτικά συμπεράσματα και λύσεις σε προβλήματα αλληλεπίδρασης με παρακολούθηση βλέμματος.

3.10.1 **Γενικά συμπεράσματα**

Η αλληλεπίδραση με χρήση του βλέμματος ως μέθοδος εισαγωγής, είναι πιο γρήγορη και πιο φυσική από τις μέχρι σήμερα τρέχουσες μεθόδους. Οι άνθρωποι μπορούν να κινήσουν τα μάτια τους εξαιρετικά γρήγορα και με λίγη συνειδητή προσπάθεια.

Η δυνατότητα που δίνεται σε ορισμένες περιπτώσεις για χρήση του χεριού (πάτημα πλήκτρων) και όχι για εξ' ολοκλήρου έλεγχο με τα μάτια, καθιστά την αλληλεπίδραση πιο φυσική.

Μελέτες απέδειξαν ότι η προσοχή του χρήστη αποσπάται, όταν γνωρίζει που βρίσκεται το βλέμμα του, επειδή συνειδητά προσπαθεί να ελέγξει τη θέση του. Σε μελέτες ευχρηστίας ο Kumar [2007] διαπίστωσε, ότι η απόδοση των ανθρώπων μειώθηκε όταν εφάρμοσε ένα χρωματιστό σημείο το οποίο ακολουθούν τα μάτια, δηλαδή δημιουργώντας μια οπτική ανατροφοδότηση του σημείου προσοχής.

Πολλά από τα λάθη κατά την χρήση εφαρμογών, προέρχονταν λόγο έλλειψης εμπειρίας με τη συγκεκριμένη τεχνολογία (π.χ. επιλογή στοιχείου που έχει εξεταστεί μόνο με την περιφερειακή όραση).

Επίσης, οι εφαρμογές μπορεί να μην λειτουργήσουν επιτυχώς για ορισμένους ανθρώπους, όπως εκείνους που φοράνε γυαλιά οράσεως (με αυξημένη μυωπία ή πρεσβυωπία) ή φακούς επαφής.

Σε μελέτες του Kumar [2007] διαπιστώθηκε ότι σε περιπτώσεις επισήμανσης και γραφής η προσέγγιση της καταδίωξης βλέμματος ανταποκρίνεται πιο γρήγορα σε σχέση με την χρήση του ποντικιού, παρότι το ποσοστό λάθους (20%) ήταν αρκετά υψηλό. Συνολικά όμως, προτιμήθηκε η χρήση του «EyePoint», έναντι του ποντικιού (ποσοστό περίπου 90% των χρηστών).

Η κατάλληλη ανατροφοδότηση κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική όταν η ίδια τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για είσοδο και για έξοδο.

Τέλος, έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού τεχνικών για την πραγματοποίηση μιας ενέργειας.

3.10.2 **Λύσεις σε Προβλήματα Αλληλεπίδρασης**

Καθώς οι άνθρωποι δεν είναι εξοικειωμένοι στο χειρισμό μιας συσκευής απλά με την κίνηση των ματιών τους, συνηθίζουν να ψάχνουν αυτό που ζητούν στη διεπαφή και στη συνέχεια να το επιλέγουν. Με το ενδεχόμενο, όμως, το κάθε κοίταγμα να ενεργοποιεί μια εντολή, οι αρχάριοι χρήστες δεν μπορούν να κοιτάξουν οπουδήποτε χωρίς έκδοση μιας εντολής, είναι το γνωστό πρόβλημα «Αφή του Μίδα» (Midas Touch). Ένα περαιτέρω πρόβλημα προκύπτει, επειδή οι άνθρωποι δεν κινούν τα μάτια τους με σταθερό τρόπο όπως στις συμβατικές συσκευές εισαγωγής. Τα μάτια μετακινούνται συνεχώς από σημείο σε σημείο, γρήγορα και ξαφνικά με αποτέλεσμα, ακόμα και όταν ο χρήστης κοιτάξει ένα αντικείμενο, τα μάτια του να μην παραμένουν αρκετά σε αυτό.

Στο Κεφάλαιο 2 αναφέρθηκαν ορισμένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα (§2.3) που αντιμετωπίζει η αλληλεπίδραση με καταδίωξη βλέμματος, όπως τα δυο παραπάνω. Έχοντας συλλέξει και αναλύσει τις τεχνικές αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιούνται ήδη σε συστήματα, μπορούν να δοθούν ορισμένες λύσεις για την αντιμετώπισής τους. Παρατηρήθηκε, μάλιστα, ότι ορισμένες από τις τεχνικές δημιουργήθηκαν ως ανάγκη για την βελτίωση ή και εξάλειψη των δυσκολιών αυτών.

- Η τεχνική Μεγέθυνσης Στόχου (zoom) δίνει μια ικανοποιητική λύση στα προβλήματα ακρίβειας. Παρέχοντας στο χρήστη μεγεθυμένο το στόχο που επιθυμεί, αποκλείεται η επιλογή και ενεργοποίηση λάθος εντολής.

- Ο σχεδιασμός μικρών εφαρμογών για διεπαφές (widgets), με πλήκτρα μεγαλύτερα από αυτά που παραδοσιακά παρουσιάζονται σε άλλα μέσα αλληλεπίδρασης, μπορεί να συγκεντρώσει πιο εύκολα την οπτική προσοχή του χρήστη. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι για τα συστήματα γραφής με το βλέμμα.

- Οι τεχνικές ανάδρασης με επισήμανση του σημείου προσοχής δίνουν τη δυνατότητα αποφυγής του προβλήματος Αφής του Μίδα. Επίσης, βοηθητικά μέσα εισαγωγής, όπως η ομιλία ή το πάτημα ενός συγκεκριμένου πλήκτρου σε συνδυασμό με το βλέμμα, μπορούν να συμβάλλουν αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση του ίδιου προβλήματος.

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Συστήματα Εφαρμογών

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν ορισμένα συστήματα καταδίωξης βλέμματος, τα οποία συνδυάζουν αρκετές τεχνικές αλληλεπίδρασης όπως αυτές αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 3).

Στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να κατανοήσει ο αναγνώστης-μελετητής πως λειτουργεί μια εφαρμογή της καταδίωξης βλέμματος, αξιοποιώντας τις τεχνικές που έχουν δημιουργηθεί για αυτήν την τεχνολογία.

Υπάρχουν διάφοροι τομείς στους οποίους βρίσκουν εφαρμογή. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά ορισμένα συστήματα που κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το πεδίο που εξυπηρετούν:

- προβολή και επιλογή μεταξύ εικόνων, μουσικής
- σχεδιασμός / ζωγραφική
- γραφή
- κ.ά.

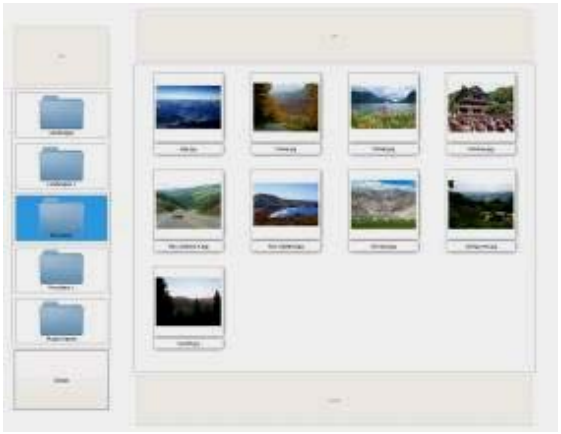
4.1 **Πολυμέσα**

Ο τομέας των πολυμέσων αφορά την προβολή εικόνων, την αναπαραγωγή μουσικής, τα παιχνίδια σε υπολογιστή κ.ά.

4.1.1 **"iGaze"**

Η διεπαφή iGaze [Koh et al. 2009] δημιουργήθηκε για την πλοήγηση σε ένα σύνολο ομαδοποιημένων εικόνων (άλμπουμ) χρησιμοποιώντας, ως βασική μέθοδο εισόδου δεδομένων, τις κινήσεις των ματιών. Η iGaze παρέχει τις τεχνικές της *κύλισης* σε μια λίστα με άλμπουμ, της επιλογής, της *μεγέθυνσης* του επιθυμητού άλμπουμ σε μια προβολή σειράς φωτογραφιών, και τέλος, τη μεγέθυνση της επιλεγμένης εικόνας σε προβολή πλήρους οθόνης. Ως τεχνική επιλογής έχει χρησιμοποιηθεί η *dwell time* (ο χρόνος προσήλωσης ορίζεται σε 200 msec, που εξυπηρετεί την ταχύτητα και την ακρίβεια στην επιλογή).

Στην *Εικόνα 4-1*, η διεπαφή εμφανίζει τη λίστα των άλμπουμ στην αριστερή πλευρά και το πλέγμα των μικρογραφιών του τρέχοντος επιλεγμένου άλμπουμ στη δεξιά πλευρά. Επίσης, τόσο ο κατάλογος των άλμπουμ όσο και η λίστα εικονιδίων μπορεί να μεταβεί πάνω-κάτω με τα «UP» και «DOWN» κουμπιά.



Εικόνα 4-1. iGaze: προβολή των άλμπουμ

Στην *Εικόνα 4-2*, η μικρογραφία της εικόνας που έχει επιλεγεί από το άλμπουμ εμφανίζεται μεγεθυμένη στην επάνω δεξιά γωνία της οθόνης. Στο κάτω μέρος, εμφανίζονται οριζόντια μικρογραφίες άλλων φωτογραφιών στο άλμπουμ με τη δυνατότητα κύλισης με τα κουμπιά αριστερά ή δεξιά. Στην αριστερή πλευρά υπάρχει και κουμπί που δίνει τη δυνατότητα για επιστροφή στην προβολή όλων των άλμπουμ.

Εικόνα 4-2. iGaze: προβολή εικόνας

Στην *Εικόνα 4-3*, φαίνεται ο τρόπος ανάδρασης για να γίνει η επιλογή ενός στοιχείου. Ένα φωτισμένο χρώμα περιβάλει κάθε εικόνα ανάλογα με την κατάσταση στην οποία θα βρίσκεται. Το μπλε χρώμα υποδεικνύει ότι το βλέμμα περνάει από τη συγκεκριμένη φωτογραφία. Η αλλαγή από μπλε σε κόκκινο γίνεται καθώς αυξάνεται η χρονική διάρκεια της προσήλωσης και όταν το κόκκινο εμφανίζεται αρκετά λαμπερό το αντικείμενο είναι έτοιμο να επιλεχθεί.

Εικόνα 4-3. Οπτική ανατροφοδότηση που παρέχεται από gidgets.

4.1.2 **"NeoVisus"**

Το σύστημα NeoVisus, που δημιούργησε ο Martin Tall [2008], αφορά τον συνδυασμό πολλών τεχνικών αλληλεπίδρασης με το βλέμμα για την πραγματοποίηση διαφόρων εφαρμογών, όπως παιχνίδια, μουσική, προβολή εικόνων. Στα πλαίσια του συστήματος δημιουργήθηκαν ορισμένα πρωτότυπα χρήσης, όπως παρουσιάζονται παρακάτω.

4.1.2.1 Παιχνίδι Μνήμης

Το πρώτο πρωτότυπο αφορά την εκδοχή του κλασικού παιχνιδιού καρτών μνήμης (σκοπός του η απομνημόνευση της θέση των καρτών και η εύρεση των ζευγαριών). Συνολικά 30 φύλλα είναι κλειστά στην επιφάνεια σε πλέγμα 6x5. Οι κάρτες ενεργοποιούνται με *dwell time* για να «γυρίσουν», δηλαδή ο χρήστης πρέπει να διατηρήσει σταθερό το βλέμμα του στην κάρτα για περισσότερο από 700 msec. Μετά κοιτάζοντας πάνω από τα φύλλα ένα λεπτό μπλε περίγραμμα αναφέρει που εντοπίζεται η θέση του βλέμματος. Όταν το βλέμματος σε ένα συγκεκριμένο φύλλο του επιμείνει, αυτό θα ενεργοποιηθεί και θα επισημανθεί με ένα κόκκινο περίγραμμα. Το σύμβολο «σφαίρα» στο πάνω μέρος της κάρτας στη συνέχεια θα επισημανθεί με ένα λαμπερό λευκό περίγραμμα που αναπτύσσεται σε μέγεθος μέχρι η απαιτούμενη χρονική παραμονή να ολοκληρωθεί και το σύμβολο της κάρτας (π.χ. σημαία) θα εμφανιστεί στην οθόνη. Ο χρήστης συνεχίζει στην επόμενη κάρτα.

Εικόνα 4-4. Στιγμιότυπο από το πρωτότυπο «Παιχνίδι Μνήμης» για το NeoVisus. Με σταθεροποίηση του βλέμματος σε μια κάρτα το περιεχόμενό της αποκαλύπτεται. Όταν βρεθεί ένα ζευγάρι που ταιριάζει οι κάρτες απομακρύνονται από τον πίνακα. Το πρωτότυπο χρησιμοποιεί τεχνική Dwell time.

4.1.2.2 Προβολή Φωτογραφιών

Το δεύτερο πρωτότυπο χρησιμοποιεί τη *δυναμική επέκταση στόχου*. Όταν ο χρήστης επικεντρώσει το βλέμμα του σε μια από τις φωτογραφίες, το μέγεθος της περιοχής της θα επεκτείνεται παρέχοντας ένα μεγεθυμένο αποτέλεσμα. Σε αυτό το σημείο μια πρόσθετη γραμμή μενού ξεδιπλώνεται στο κάτω μέρος του πίνακα. Το μενού διαθέτει ένα εικονίδιο *χρονικής παραμονής* (dwell time) το οποίο όταν ενεργοποιηθεί, φέρνει τη φωτογραφία σε πλήρη προβολή. Κοιτάζοντας εκτός του πλαισίου της φωτογραφίας ο χρήστης μπορεί να επιστρέψει πίσω στην εμφάνιση των μικρογραφιών. Με τη μεγέθυνση της φωτογραφίας που επιθυμεί ο χρήστης ως ενεργή στην οθόνη μπορεί να χρησιμοποιήσει με πιο αποτελεσματικό και δυναμικό τρόπο. Επιπλέον, έκτος από το περιεχόμενο της που λαμβάνουν περισσότερο χώρο, αποκαλύπτονται και άλλες συνδεδεμένες επιλογές για κάθε αντικείμενο. Αυτό επιτρέπει στη διεπαφή να γίνει πιο ελεύθερη και διαισθητική δεδομένου ότι οι γραμμές μενού και τα κουμπιά θα εμφανίζονται μόνο για το στατικό πρότυπο της εκάστοτε στιγμής.

Εικόνα 4-5. NeoVisus, προβολή φωτογραφιών. Όταν μια φωτογραφία εντοπιστεί, διευρύνεται και αποκαλύπτεται μια γραμμή μενού στο κάτω μέρος (αριστερά). Όταν εστιαστεί το εικονίδιο επέκτασης στη γραμμή μενού, η εικόνα θα μεγεθυνθεί. Κοιτώντας εκτός της εικόνας επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση (δεξιά).

4.1.2.3 Αναπαραγωγή Μουσικής

Το πρωτότυπο αναπαραγωγής μουσικής περιλαμβάνει μια μουσική βιβλιοθήκη η οποία μπορεί να πλοηγηθεί με το βλέμμα. Ο χρήστης επιλέγει συνήθως έναν καλλιτέχνη ή ένα άλμπουμ και στη συνέχεια τα τραγούδια του για να τα προσθέσει σε μια λίστα αναπαραγωγής (playlist). Η πλοήγηση στη λίστα μπορεί να γίνει από τις τέσσερις επιλογές για τον έλεγχο αναπαραγωγής (αναπαραγωγή, διακοπή, προηγούμενο ή επόμενο τραγούδι). Γενικά η εμφάνιση της διεπαφής ακολουθεί το πρότυπο του Windows Media Player.

Επιπρόσθετα, μπορεί να χρησιμοποιεί το Δυαδικό Στοιχείο Επιλογής (Binary Choice) για την επιλογή των τραγουδιών, ώστε να συμπεριληφθούν στη λίστα αναπαραγωγής. Η εναλλαγή μεταξύ των άλμπουμ γίνεται από ένα κουμπί *χρονικής παραμονής*, το οποίο αφού επιλεχθεί μια γρήγορη ματιά στο άλμπουμ θα αρκεί για να κάνει τα τραγούδια να εμφανιστούν. Η προσθήκη των τραγουδιών στη λίστα αναπαραγωγής παρέχεται σε δυο φάσεις: αρχικά το φόντο του στοιχείου «τραγούδι» αλλάζει και έπειτα ο τίτλος του τραγουδιού προστίθεται στη λίστα επάνω δεξιά.

Εικόνα 4-6. NeoVisu, προβολής καλλιτεχνών. Κοιτάζοντας τους καλλιτέχνες αποκαλύπτεται ένα εικονίδιο ενεργοποίησης κάτω από τη φωτογραφία. Με σταθεροποίηση σε αυτό εμφανίζονται τα άλμπουμ και τα τραγούδια τους. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει στη συνέχεια μια λίστα αναπαραγωγής επιλέγοντας τραγούδια τα οποία εισάγονται στην περιοχή ελέγχου στην επάνω δεξιά γωνία.

Εικόνα 4-7. NeoVisus, προβολή άλμπουμ και τραγουδιών. Χρησιμοποιείται η δυαδική επιλογή για επιλογή και κατάργηση. Επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργεί μια λίστα αναπαραγωγής (πάνω δεξιά). Με την εξέταση του άλμπουμ περιλαμβάνει τον κατάλογο των τραγουδιών άμεσα αλλαγές. Το κουμπί με ένα εικονίδιο σημείωσης είναι ένα κουμπί dwell time που επιστρέφει στην προβολή του καλλιτέχνη.

4.1.3 **"EyeTube"**

Το πρωτότυπο «EyeTube», προσφέρει μια ελεγχόμενη διεπαφή χειρισμού με τα μάτια για την υπηρεσία «YouTube». Η κλασσική αλληλεπίδραση για αναζήτηση στο διαδίκτυο με τη χρήση ενός δείκτη ποντικιού αντικαθιστάται από την καθοδήγηση όλων των ενεργειών μέσω του βλέμματος. Προσφέρεται ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (γνωστών από το YouTube), όπως η έρευνα λέξης κλειδιού, δημοφιλή βίντεο (video feeds), αγαπημένα και κοινωνικές ενέργειες όπως σχολιασμός σε βίντεο, εγγραφή, κ.ά. Οι ιδιαίτερα βελτιστοποιημένες διεπαφές βελτιώνουν την αλληλεπίδραση, παραγκωνίζοντας το πρόβλημα Αφής του Μίδα. [w23]

Το EyeTube προβλέπει δύο διαφορετικές οθόνες για τη διεπαφή. Η απλοποιημένη εκδοχή (*Εικόνα 4-9*) ενδείκνυται για μικρότερα παιδιά ή άτομα με νοητικές διαταραχές, και βασίζεται σε απλά εικονίδια. Η δεύτερη έκδοση (*Εικόνα 4-8*) είναι κατάλληλη για τους ανθρώπους που μπορούν να πλοηγηθούν μέσα από πιο πολύπλοκες οπτικές

αναπαραστάσεις του περιεχομένου. Στις περισσότερες διεπαφές βλέμματος η επιλογή γίνεται με ορισμένη χρονική παραμονή του βλέμματος σε ένα κουμπί (dwell time), προκειμένου να το ενεργοποιήσει. Στη διεπαφή EyeTube η επιλογή γίνεται με σταθεροποίηση σε ένα στοιχείο για έμφαση, και μια δεύτερη σταθεροποίηση στο κουμπί, για την ενεργοποίηση και εκτέλεση της λειτουργίας του. Αυτό αφαιρεί την πίεση από το χρήστη για την ανάγκη συνεχής κίνησης των ματιών του, και αποφεύγεται η ακούσια ενεργοποίηση.

Εικόνα 4-8. Απλή έκδοση οθόνης διεπαφής για το Eye Tube.

Εικόνα 4-9. Πλούσια έκδοση διεπαφής για το Eye Tube.

4.1.4 **"EyeDraw"**

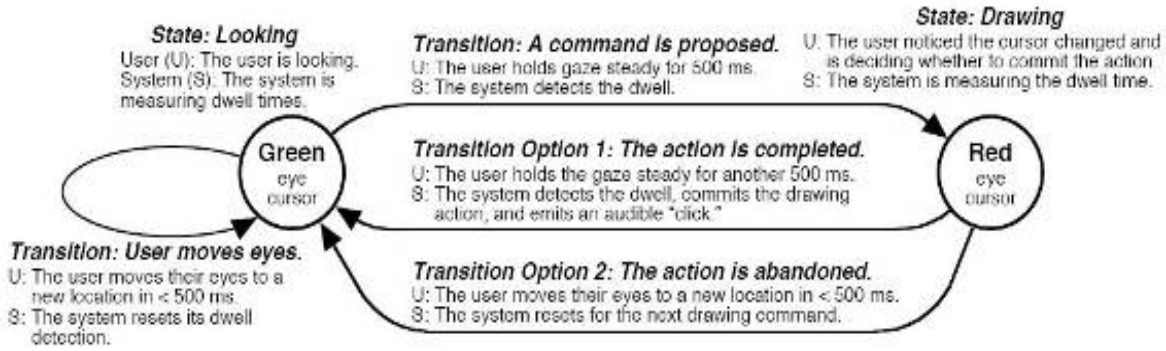
Το EyeDraw [Hornof et al. 2004] είναι ένα πρόγραμμα λογισμικού που επιτρέπει σε παιδιά και ενήλικες με σοβαρά κινητικά προβλήματα να χρησιμοποιήσουν έναν ιχνηλάτη ματιού για να ζωγραφίσουν εικόνες με τα μάτια τους, έτσι ώστε να μπορούν να έχουν τις ίδιες δημιουργικές αναπτυξιακές εμπειρίες με τους υπόλοιπους ανθρώπους.

Το πρόγραμμα EyeDraw (*Εικόνα 4-10*) περιλαμβάνει μια σειρά από εργαλεία που ελέγχονται με το βλέμμα, για τη σχεδίαση και την επεξεργασία στη ζωγραφική. Ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει υποβοηθούμενος από τα εργαλεία, αντί να προσπαθεί να σχεδιάσει με «ελεύθερο μάτι». Για παράδειγμα, για να σχεδιάσει μια γραμμή, επιλέγει πρώτα το κουμπί «σχεδίαση γραμμής» στο μενού των εργαλείων. Το κουμπί *τονίζεται* (*highlighted*), μετά από *χρονική παραμονή* του βλέμματος (*dwell time*) και ενεργοποιείται. Για να σχεδιαστεί η γραμμή, ο χρήστης μετακινεί το δρομέα στη θέση που θέλει να ξεκινήσει το σχέδιο του και πραγματοποιεί μια χρονική παραμονή. Ο δρομέας αλλάζει χρώμα υποδεικνύοντας ότι

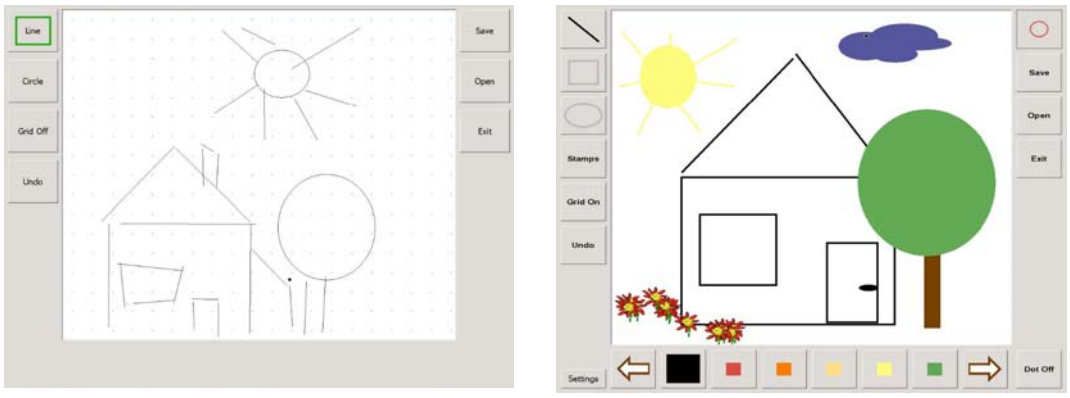
το σημείο εκκίνησης έχει οριστεί. Στη συνέχεια μια γραμμή θα ακολουθεί το βλέμμα του χρήστη. Για να οριστεί το σημείο τέλους της γραμμής, θα πρέπει να γίνει πάλι σταθεροποίηση του βλέμματος του για ορισμένο χρόνο.

Ο καθορισμός του σημείου εκκίνησης σε μια κενή επιφάνεια σχεδίασης είναι κάπως δύσκολος, καθώς το μάτι δεν σταθεροποιείται με ευκολία χωρίς να υπάρχει ένα αντικείμενο-στόχος. Ως εκ τούτου, το EyeDraw παρέχει ένα πλέγμα από κουκκίδες που λειτουργούν ως οπτικές «άγκυρες» και βοηθά στον προσδιορισμό της αφετηρίας και του τέρματος. Το πρόγραμμα θα παρέχει και ανατροφοδότηση σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση (μπορεί να είναι είτε «περιήγηση» είτε «σχεδίαση») μέσω αλλαγής του χρώματος του δείκτη, *Διάγραμμα 4-1*.

Το EyeDraw έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς από τα άτομα με ειδικές ανάγκες για την παραγωγή σχεδίων, αν και για τα παιδιά μπορεί να φαίνεται δύσκολο γιατί δεν έχουν την υπομονή για να μάθουν τα εργαλεία και τις διαφορετικές καταστάσεις.



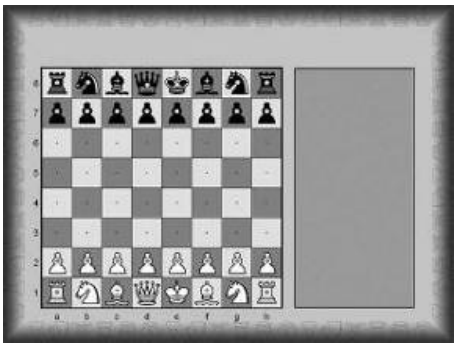
Διάγραμμα 4-1. Διάγραμμα μετάβασης δράσεων και αλλαγής κατάστασης του δρομέα κατά τη διαδικασία σχεδίασης στο EyeDraw.



Εικόνα 4-10. Ζωγραφική στο EyeDraw. Στην πρώτη έκδοση (αριστερά)υποστηρίζεται μόνο ο σχεδιασμός, ενώ στη δεύτερη έκδοση (δεξιά) δίνεται η δυνατότητα και για προσθήκη χρώματος.

4.1.5 **"EyeChess"**

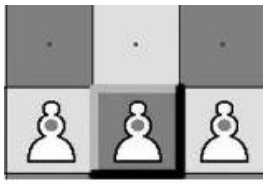
Το λογισμικό EyeChess σχεδιάστηκε ως ένα plug-in για την εφαρμογή iComponent. Η οθόνη του παιχνιδιού EyeChess παιχνίδι φαίνεται στην *Εικόνα 4-11*. Η κύρια μορφή καταλαμβάνει το πλήρες μέγεθος της οθόνης. [Špakov 2005]



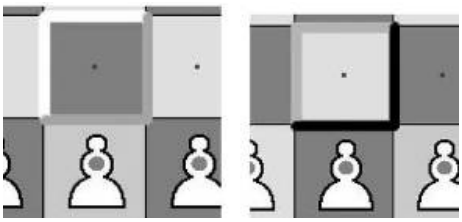
Εικόνα 4-11. Κύρια οθόνη από το EyeChess. Το πεδίο της σκακιέρας έχει μέγεθος από 512x 512 pixels. Περιέχει 64 τετράγωνα (64x64 pixels το κάθε ένα). Κάθε πιόνι και τετράγωνο έχει μια τελεία, η οποία χρησιμεύει ως σημείο αναφοράς για το βλέμμα. Η δεξιά πλευρά του πλαισίου είναι "ένα δοχείο" που συλλέγει τα πιόνια που κερδίζει ο κάθε παίκτης. Το πεδίο πάνω από την σκακιέρα χρησιμοποιείται για την παροχή οδηγιών και άλλες πληροφορίες.

Ερευνήθηκαν τρεις τεχνικές αλληλεπίδρασης για την επιλογή και μεταφορά των πιονιών: η *dwell time*, οι *gaze gestures* και ανοιγοκλείσιμο του ματιού (*blink*). Για την επιλογή με χειρονομίες ματιού (gaze gestures) απαιτούνται στόχοι εκτός οθόνης που τοποθετούνται σε τέσσερις γωνίες της οθόνης του υπολογιστή. Παρότι, οι τεχνικές gaze gestures και ανοιγοκλείσιμο του ματιού αποφεύγουν το πρόβλημα Αφής του Μίδα, απαιτούν αφύσικη συμπεριφορά των ματιών και μπορεί να είναι ενοχλητικές σε ορισμένες περιπτώσεις, τελικά επιλέχθηκε η χρονική παραμονή (dwell time) για την αλληλεπίδραση στο παιχνίδι EyeChess. Διαπιστώθηκε, μετά από πειράματα, πως είναι η πιο κατάλληλο για μια τέτοια περίπτωση.

Αφού ο ανιχνευτής βλέμματος ξεκινήσει την καταδίωξη της κατεύθυνσης του βλέμματος, ο παίκτης είναι σε θέση να ελέγξει και να επιλέξει τα πιόνια του. Για κάθε δράση που πραγματοποιείται δίνεται ανατροφοδότηση με διαφορετική επισήμανση αναλόγως την περίπτωση (*Εικόνα 4-12, 4-13*).



Εικόνα 4-12. EyeChess. Φωτεινή επισήμανση και 3Δ απεικόνιση που φανερώνουν την ενεργή θέση.



Εικόνα 4-13. EyeChess. Ένδειξη επιτρεπόμενης (αριστερά) και μη επιτρεπόμενης (δεξιά) κίνησης.

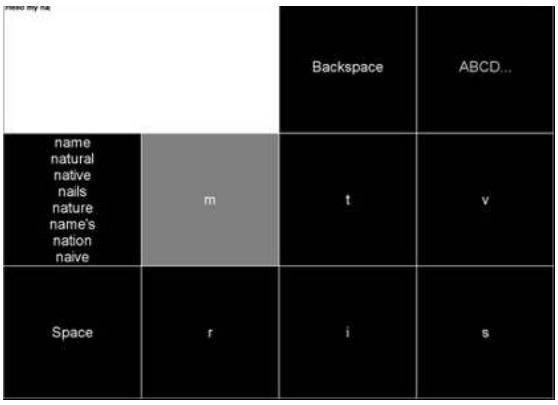
4.2 Εισαγωγή Κειμένου με το Βλέμμα

Διάφορα συστήματα έχουν δημιουργηθεί, για να αξιοποιήσουν τα μάτια, μέσω ενός ιχνηλάτη βλέμματος, για την εισαγωγή κειμένου. Παρακάτω, παρουσιάζονται ορισμένα από τα πιο γνωστά συστήματα γραφής που αξιοποιούν τις τεχνικές αλληλεπίδρασης για την τεχνολογία αυτή.

4.2.1 "GazeTalk"

Στο σύστημα GazeTalk13 (*Εικόνα 4-14*) προβλέπονται μεγάλα κουμπιά που είναι εύκολο να επιλεχθούν και «χτυπηθούν». Για να επιταχυνθεί η οπτική «δακτυλογράφηση», παρέχεται μια λίστα με τις επόμενες πιθανές λέξεις, προβλέποντας το κείμενο που έχει γραφτεί μέχρι εκείνη τη στιγμή. Εάν ο χρήστης επιλέξει το κελί με τη λίστα των λέξεων, τα κύτταρα που αρχικά περιέχουν ατομικές γράμματα θα πρέπει να συμπληρωθούν με τις λέξεις. [Hansen et al. 2003]

Τα μεγάλα πλήκτρα τα οποία οι χρήστες διευκολύνουν την επιλογή, τη διατήρηση καλής βαθμονόμησης και μπορεί εξυπηρετούν στην χρήση ενός ιχνηλάτη ματιού με χαμηλή χωρική ανάλυση. Βοηθά, επίσης, στην ταχύτητα δακτυλογράφησης, αλλάζοντας τη διάταξη πληκτρολογίου, χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο γλώσσας που προβλέπει το πιο πιθανό επόμενο γράμμα.



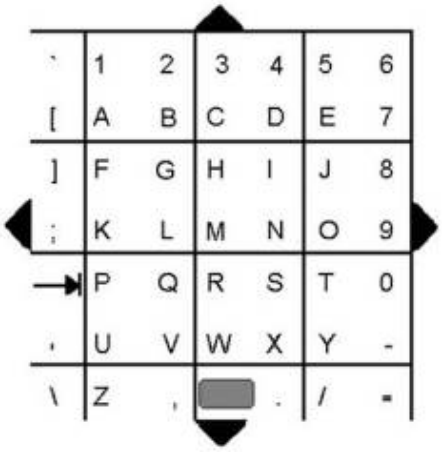
Εικόνα 4-14. Στιγμιότυπο του συστήματος GazeTalk13. Προβλέπει μεγάλα κουμπιά που είναι εύκολο να επιλεχθούν και «χτυπηθούν». Για να επιταχυνθεί η οπτική «δακτυλογράφηση», παρέχει μια λίστα με τις επόμενες πιθανές λέξεις, προβλέποντας το κείμενο που έχει γραφτεί μέχρι εκείνη τη στιγμή. Εάν ο χρήστης επιλέξει το κελί με τη λίστα των λέξεων, το πλαίσιο που περιέχει κείμενο θα συμπληρώσει αυτόματα τη λέξη.

4.2.2 **"VisionKey"**

Στο σύστημα VisionKey των Kahn et al. 1999 [Majaranta & Räihä, 2002], εφαρμόζεται μια διαφορετική και ενδιαφέρουσα τεχνική επιλογής. Η μέθοδος στηρίζεται περισσότερο σε *gaze gestures*, χρησιμοποιώντας αρκετά τυπικές κινήσεις. Τα γράμματα εμφανίζονται στην οθόνη μέσα σε ένα πλέγμα, όπου το κάθε κελί περιέχει τέσσερις χαρακτήρες. Ο χρήστης μπορεί να κοιτάξει γύρω από την οθόνη χωρίς να επιλέγει, αποφεύγοντας το πρόβλημα «Αφής του Μίδα».

Για να ξεκινήσει μια δράση (*Εικόνα 4-15*) ο χρήστης πρέπει αρχικά να κάνει μια γρήγορη ματιά (glance) σε μια γωνιά του πίνακα και μετά να κοιτάξει πίσω στο κέντρο του. Με την κίνηση αυτή υποδεικνύει τη θέση που κατέχει το επιθυμητό γράμμα στο αντίστοιχο κελί που το θα περιέχει.

Αν για παράδειγμα το επιθυμητό γράμμα είναι το «G», τότε η πρώτη του κίνηση (βήμα 1) θα είναι να κοιτάξει στην επάνω δεξιά γωνία του πίνακα. Στη συνέχεια (βήμα 2), θα κοιτάξει το κελί που περιέχει το γράμμα ή πιο απλά κατευθείαν το γράμμα «G» και αυτό θα γίνει πιο έντονο από τα υπόλοιπα κελιά. Το κελί που ανήκει το «G» θα επισημανθεί μετά από ορισμένη χρονική παραμονή (dwell time), μέχρι να ακουστεί ένας ήχος «μπιπ», που θα υποδείξει την επιτυχημένη επιλογή. (VisionKey 1995).



Εικόνα 4-15. Σύστημα γραφής με το βλέμμα, VisionKey.

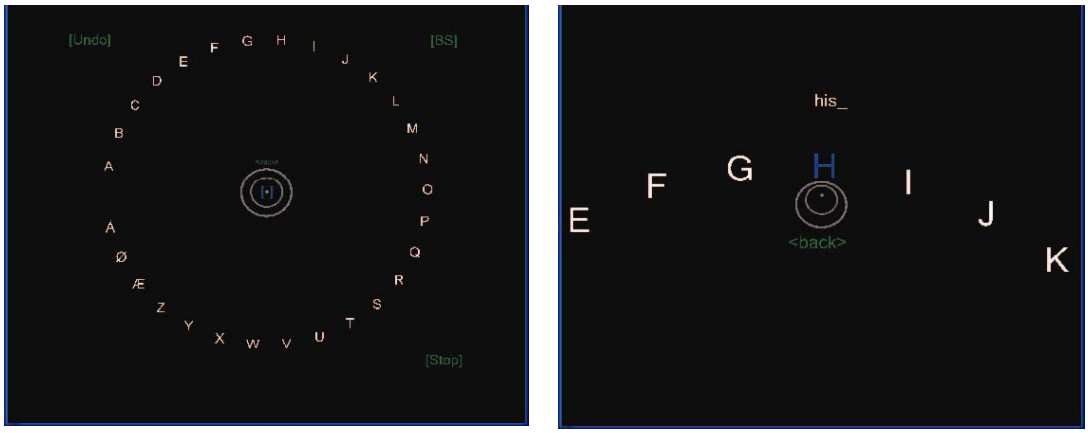
4.2.3 **"StarGazer"**

Το «StarGazer», είναι ένα τρισδιάστατο σύστημα που αναπτύχτηκε από μια ερευνητική ομάδα στην αλληλεπίδραση βλέμματος, στο πανεπιστήμιο «ΤΟ» της Κοπεγχάγης. Είναι ένα ακόμα σύστημα εισαγωγής κειμένου που εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες της μεγέθυνσης. [Hansen et al. 2008]

Στην αρχή, όλοι οι χαρακτήρες εμφανίζονται σε κυκλική μορφή και με αλφαβητική σειρά (*Εικόνα 4-16*, αριστερά). Οι ειδικοί χαρακτήρες για το διάστημα (backspace), αναίρεση (delete), καθώς και οι ενέργειες που σταματούν τοποθετούνται στις γωνίες της οθόνης. Η περιήγηση των χρηστών («πετάει») στον 3Δ χώρο των χαρακτήρων γίνεται με την εξέταση του επιθυμητού χαρακτήρα. Ο 3Δ δρομέας (τρεις ομόκεντροι κύκλοι) δείχνει το σημείο της πλοήγησης. Η οθόνη μεγεθύνεται ως προς το γράμμα-στόχο, δείχνοντας το γράμμα να έρχεται πιο κοντά προς το κέντρο της οθόνης. Ο στόχος θα αρχίσει να

μεγαλώνει, υποδεικνύοντας ότι το βλέμμα του χρήστη τον πλησιάζει. Ο χρήστης πάντα θα επιστρέφει στην αρχική προβολή μετά από κάθε επιλογή του.

Έχει αποδειχθεί ότι με αυτό το σύστημα γραφής με το βλέμμα, ο χρήστης, μπορεί να γράψει με ταχύτητα περισσότερους από 20 χαρακτήρες το λεπτό. Και η ταχύτητα μεγέθυνσης μπορεί να αυξηθεί αρκετά, μόλις ο χρήστης εξοικειωθεί με το σχεδιάγραμμα και την αλληλεπίδραση. Η εφαρμογή περιλαμβάνει πρόβλεψη λέξεων και αναμένει ότι οι άνθρωποι με κάποια κατάρτιση, μπορούν να γράψουν περισσότερους από 50 χαρακτήρες το λεπτό.



Εικόνα 4-16. Στιγμιότυπο από το StarGazer. Ο χρήστης ξεκινά τη διαδικασία γραφής πάντα από το κέντρο του κύκλου (αριστερά), που εμφανίζονται αλφαβητικά τα γράμματα. Στη συνέχεια μπορεί να πλοηγηθεί προς το γράμμα που επιθυμεί, το οποίο θα διαφοροποιηθεί από τα υπόλοιπα όταν το εντοπίσει (δεξιά).

4.2.4 **"Dasher"**

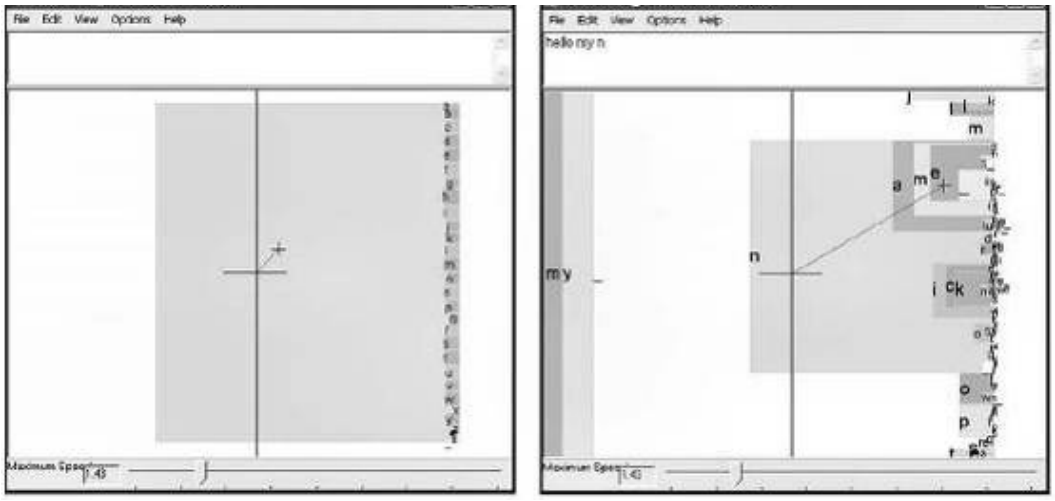
Το Dasher είναι μια διεπαφή εισαγωγής κειμένου που βασίζεται στην αποδοτική χρήση πληροφοριών και χρησιμοποιεί φυσικές, συνεχείς χειρονομίες του βλέμματος (gaze gestures). Το Dasher αποτελεί ανταγωνιστική μέθοδο εισαγωγής κειμένου σε περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατή η χρήση πληκτρολογίου κανονικών διαστάσεων (π.χ. υπολογιστής τσέπης (palmtop)). [Majaranta & Räihä 2007]

Η λειτουργία του βασίζεται στην εστίαση με χειρονομίες βλέμματος και τη μεγέθυνση. Στην αρχή, τα γράμματα της αλφαβήτου βρίσκονται σε μια στήλη στη δεξιά πλευρά της οθόνης και ταξινομούνται αλφαβητικά. Ο χρήστης μετακινεί μέσω του βλέμματος του, τον κέρσορα στο σημείο που βρίσκεται η περιοχή που περιλαμβάνει το επιθυμητό γράμμα. Η περιοχή του επιλεγμένου γράμματος αρχίζει να μεγεθύνεται και να μετακινείται προς τα αριστερά, πιο κοντά στο κέντρο της οθόνης.

Ταυτόχρονα, το πρότυπο γλωσσικής πρόβλεψης που παρέχεται από το σύστημα προβλέπει το πιθανότερο επόμενο γράμμα ή και συμπλήρωση της πιθανής λέξης. Τα πιο πιθανά κομμάτια καταλαμβάνουν μεγαλύτερο χώρο, ώστε να μπορούν να επιλέγονται πιο εύκολα και γρήγορα. Τα λιγότερο πιθανά κομμάτια (π.χ. λέξεις με ορθογραφικά λάθη) καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο και άρα η εισαγωγή τους είναι δυσκολότερη. Το γλωσσικό μοντέλο «μαθαίνει» συνεχώς, δηλαδή, αφού χρησιμοποιηθεί μια νέα λέξη, την επόμενη

φορά θα μπορεί να γραφεί πιο εύκολα. Η ακύρωση του τελευταίου γράμματος γίνεται με στρέψη του βλέμματος προς τα αριστερά. [w6]

Έχει υπολογιστεί ότι ένας έμπειρος χρήστης ένας έμπειρος χρήστης μπορεί να γράφει κείμενο με την ίδια ταχύτητα που θα το έγραφε και με το χέρι ή το ποντίκι (περίπου 32 λέξεις το λεπτό). Επίσης, σε μια συγκριτική αξιολόγηση διαπιστώθηκε ότι, οι χρήστες έκαναν λιγότερα λάθη με το Dasher, από ότι με ένα πρότυπο πληκτρολόγιο QWERTY. Ένα ακόμα, βασικό πλεονέκτημα του Dasher, σε σχέση με άλλες εφαρμογές εισαγωγής κειμένου με πρόβλεψη λέξεων, είναι ότι δεν χρησιμοποιεί διαφορετικές λειτουργίες για τη γραφή και την αποδοχή προβλέψεων μοντέλου.



Εικόνα 4-17. Dasher. Σύστημα γραφής με το βλέμμα. Η εισαγωγή κειμένου διευκολύνεται μέσω μεγέθυνσης των γραμμάτων. Στην αρχική κατάσταση, τα γράμματα κατ 'αλφαβητική σειρά εμφανίζονται στη δεξιά πλευρά της οθόνης (αριστερά). Καθώς ο χρήστης κοιτάζει το επιθυμητό γράμμα, η έκτασή του αρχίζει να αυξάνεται και ταυτόχρονα το σύστημα πρόβλεψης δίνει περισσότερο χώρο για το επόμενο πιο πιθανό γράμμα. Στην εικόνα στα δεξιά, ο χρήστης είναι στη μέση της γραφής "name", με το "n" να έχει ήδη επιλεγεί.

4.3 **Σύνοψη**

Το Κεφάλαιο 4 ασχολήθηκε με την παρουσίαση και περιγραφή ορισμένων ολοκληρωμένων εφαρμογών στην καταδίωξη βλέμματος. Στόχος του κεφαλαίου ήταν να δείξει πως συνδυάζονται και χρησιμοποιούνται οι τεχνικές αλληλεπίδρασης στην πράξη, ώστε να γίνει πιο κατανοητή η επιλογή και η χρήση τους από τον αναγνώστη/μελετητή. Επιπλέον, δημιουργεί μια πρώτη εικόνα για ότι θα παρουσιαστεί στα επόμενα κεφάλαια που αφορούν το σχεδιασμό διεπαφής για συγκεκριμένη εφαρμογή.

Μερος 2ο

Ειδικη Περιπτωση Μελετης

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Μουσεία και Καταδίωξη Βλέμματος

Η καταδίωξη βλέμματος δεν περιορίζεται μόνο στην αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα που εμφανίζονται σε μια οθόνη υπολογιστή. Μερικές από τις πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η καταδίωξη βλέμματος μπορεί να επηρεάσει δραματικά την αποτελεσματικότητα της μεταφοράς γνώσης και τη διατήρησης της.

Ο ρόλος των μουσείων μετά την εισαγωγή των ψηφιακών μέσων, μετατοπίζεται από τη διατήρηση και τη συντήρηση για την εκπαίδευση και τη διάδοση της γνώσης, αυτό μπορεί να παίξει κρίσιμο ρόλο στο πώς οι πληροφορίες σε ένα μουσείο θα αποδίδονται τόσο σε φυσικό χώρο όσο και σε διαδικτυακό (Web museum).

Το Μουσείο.

Σύμφωνα με τον ορισμό της ICOM (International Council of Museums), του Διεθνούς Συμβουλίου Μουσείων, δίνεται ο ορισμός:
«Μουσείο ονομάζεται ένα μόνιμο ίδρυμα, μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, στην υπηρεσία της κοινωνίας και της ανάπτυξής της, ανοικτό στο κοινό, που έχει ως έργο του τη συλλογή, τη μελέτη, τη διατήρηση, τη γνωστοποίηση και την έκθεση τεκμηρίων του ανθρώπινου πολιτισμού και περιβάλλοντος, με στόχο τη μελέτη, την εκπαίδευση και την ψυχαγωγία.»

Από μια γενική εκτίμηση, η καταδίωξη βλέμματος μπορεί να αποδειχθεί ένα ισχυρό εργαλείο για μελέτες που αφορούν το περιβάλλον και τους επισκέπτες ενός μουσείου.

Ο Milekic Slavko [2010] έχει εκφράσει την άποψη:

> *«Οι τεχνολογίες παρακολούθησης των ματιών έχουν τεράστια προοπτική για χρήση στους τομείς της φυσικής εμπειρίας επισκεπτών των μουσείων.»*

5.1 Νέες Τεχνολογίες & Μουσεία

Αρχικά οι νέες τεχνολογίες στα μουσεία έβρισκαν εφαρμογή στη διαχείριση των συλλογών τους στα πλαίσια της συντήρησης, της καλύτερη προστασίας και της τεκμηρίωσής τους. Σήμερα, ένας από τους πιο εντυπωσιακούς τομείς εφαρμογής έχει να κάνει με την ένταξη τους μέσα στη εμπειρία που δημιουργεί και προσφέρει ένα μουσείο. Έτσι παρατηρείται εξάπλωση της χρήσης τους όχι μόνο για την παροχή πληροφοριακού υλικού για τα αντικείμενα, αλλά και για τη δημιουργία εμπειριών για τους επισκέπτες, το ζωντάνεμα άλλων εποχών και πολιτισμών και την ένταξη του κοινού σε αυτές. Παράλληλα, η κοινωνία της πληροφορίας έχει βάλει σε νέες βάσεις τη σχέση επιμελητών και καλλιτεχνών (Dietz, 1998).

Τα τελευταία χρόνια, ακολουθώντας τις ευρύτερες κοινωνικές αλλαγές και το μεταλλασσόμενο ρόλο του μουσείου, ξεφεύγοντας από τη χρήση τους ως βοηθητικό εργαλείο στη διοργάνωση εκθέσεων, οι νέες τεχνολογίες (χρήση ΜΜΕ και πολυμέσων) έχουν στηρίξει νέους τρόπους επικοινωνίας, ενισχύοντας τις διάφορες μεθόδους τεκμηρίωσης (πινακίδες, λεζάντες, χάρτες κλπ) που συνοδεύουν αντικείμενα ή έργα τέχνης στις εκθέσεις των μουσείων και δίνοντας μεγαλύτερες δυνατότητες επιλογής και συμμετοχής στο κοινό που τα επισκέπτεται.

Τα πολυμέσα είναι μία ιδιαίτερη και αρκετά ευρεία κατηγορία εκπαιδευτικών μέσων προς αξιοποίηση τους από τα μουσεία. Μπορούν να παρουσιάσουν οπτικοακουστικές πληροφορίες για εκθέματα, μπορούν να αποτελέσουν συστήματα αναζήτησης και περιήγησης ή σταθμούς πληροφόρησης. Μπορούν να παρέχουν συμπληρωματικό υλικό, τρισδιάστατες αναπαραστάσεις και πολλές άλλες πληροφορίες, ακόμα και ηλεκτρονική ξενάγηση, να λειτουργήσουν δηλαδή ως εργαλείο προσανατολισμού, παρέχοντας χάρτες ή διευκρινίσεις για την περιήγηση του επισκέπτη στους χώρους του μουσείου.

Υπολογιστές, οθόνες αφής, φορητές συσκευές ή συσκευές χειρός που επιτρέπουν επεμβάσεις των χρηστών στα εκθέματα, έχουν βρει τη θέση τους δίπλα στα εκθέματα των μουσείων, πινακοθηκών ή και σε αρχαιολογικούς χώρους. Τα σχετικά συστήματα σχεδιάζονται για να υποστηρίζουν την ανεξάρτητη κίνηση του επισκέπτη, χωρίς απαραίτητα να δεσμεύεται μπροστά από μία οθόνη υπολογιστή. Ένα καλοσχεδιασμένο πρόγραμμα μπορεί να προσφέρει τη δυνατότητα για πληροφορίες σε διαφορετικά επίπεδα, είτε ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και το προφίλ του κάθε χρήστη, είτε συνδυάζοντας την επικοινωνία μεταξύ των μελών μιας ομάδας επισκεπτών στο μουσείο, μεταξύ επισκεπτών και προσωπικού ή ειδικών, ή και μεταξύ εικονικών και πραγματικών επισκεπτών, προσφέροντας σε κάθε περίπτωση το αντίστοιχο πρόγραμμα πληροφοριών Για κάποιους χρήστες, η δυνατότητα ανεξάρτητης πλοήγησης σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα τους είναι προτιμότερη σε σχέση με πιο παραδοσιακούς τρόπους επίσκεψης.

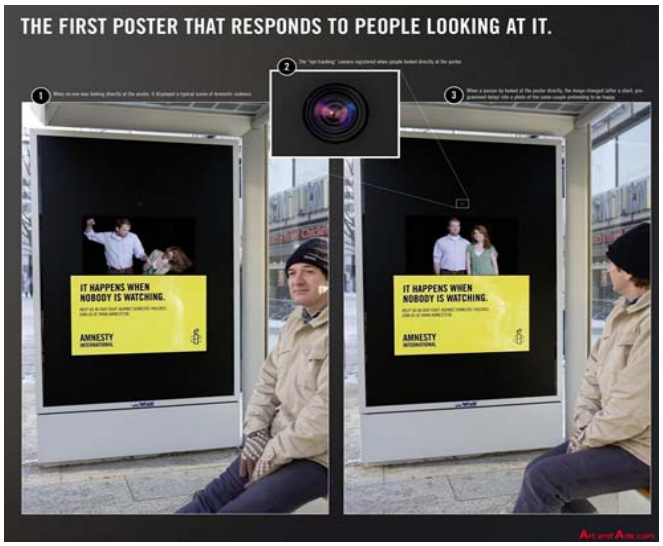
Από την άλλη πλευρά, πολλές από τις εφαρμογές βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο και φαίνονται αρκετά δύσχρηστες, καθότι δε στηρίζουν αποτελεσματικά την επικοινωνία των επισκεπτών. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι τέτοια μέσα μπορούν να απομακρύνουν το ενδιαφέρον των επισκεπτών από τα αντικείμενα της έκθεσης ή ακόμα και να αποξενώσουν τους επισκέπτες που δεν αισθάνονται εξοικειωμένοι με τις νέες τεχνολογίες. [Οικονόμου 2004].

5.2 Η Καταδίωξη Βλέμματος στο Μουσείο

Από μια γενική εκτίμηση, η καταδίωξη βλέμματος μπορεί να αποδειχθεί ένα ισχυρό εργαλείο για μελέτες που αφορούν το περιβάλλον και τους επισκέπτες ενός μουσείου. Εντούτοις, η χρήση της αποτελεί μια πολύ περιορισμένη εφαρμογή στον χώρο των μουσείων, κυρίως λόγω των προβλημάτων που σχετίζονται με την έλλειψη γνώσης των υφιστάμενων τεχνολογιών, καθώς και τις δυσκολίες απόκτησης και εγκατάστασης του εξοπλισμού για ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών επισκεπτών.

Οι πρόσφατες εξελίξεις στην αγορά, σχετικά με την προσοχή του ματιού σε μια οθόνη, καθώς και μια σειρά από διαδραστικές εγκαταστάσεις στον χώρο των τεχνών που χρησιμοποιούν την παρακολούθηση του βλέμματος, έχουν αποδείξει ότι οι εν λόγω τεχνολογία είναι αρκετά ώριμη για χρήση σε δημόσιους χώρους.

Για παράδειγμα, η Διεθνής Αμνηστία έχει υποστηρίξει την ανάπτυξη μιας αφίσας που αυξάνει την ευαισθητοποίηση για την ενδοοικογενειακή βία. Η αφίσα με τίτλο «It happens when nobody is watching» («Συμβαίνει όταν κανείς δεν κοιτάζει») απεικονίζει ένα φαινομενικά φυσιολογικό και αγαπημένο ζευγάρι, μόνο όταν κάποιος κοιτάζει άμεσα στην αφίσα. Όταν όμως το βλέμμα στραφεί προς άλλη κατεύθυνση, η εικόνα αλλάζει δραματικά σε μια σκηνή βίας. (*Εικόνα 5-1*).

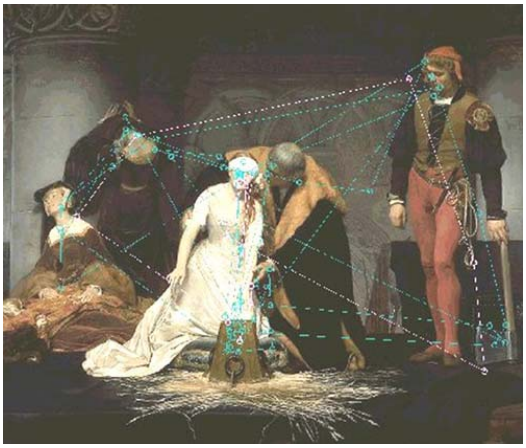


Εικόνα 5-1. Διαφημιστική αφίσα της Διεθνούς Αμνηστίας που χρησιμοποιεί την καταδίωξη βλέμματος.

Η εγκατάσταση βίντεο «Big Smile» από τον καλλιτέχνη πολυμέσων Brian Knep χρησιμοποιεί την ίδια τεχνολογία, *Εικόνα 5-2*. Ένα μεγάλο χαμογελαστό πρόσωπο (smiley) θα απεικονίζεται και θα αναβοσβήνει για όσο διάστημα κανένα βλέμμα δεν εντοπίζεται άμεσα στην επιφάνεια του. Τη στιγμή, όμως, που θα εντοπιστεί κάποιο βλέμμα προς την κατεύθυνσή του, θα παρουσιαστεί ένα πρόσωπο χωρίς χαμόγελο. Το έργο είναι τοποθετημένο σε ένα παράθυρο μιας γκαλερί και είναι ορατό και από τις δύο πλευρές, αλλά αλληλεπιδρά μόνο με τους επισκέπτες έξω από την γκαλερί.
[Knep 2003, w17]

Εικόνα 5-2. "Big Smile" έργο του καλλιτέχνη Brian Knep για αλληλεπίδραση με το βλέμμα.

Μια από τις πρώτες μεγάλες κλίμακας μελέτες που εισάγουν τη χρήση του εξοπλισμού καταδίωξης σε μουσείο έγινε από την Εθνική Πινακοθήκη του Λονδίνου, κατά τη διάρκεια της έκθεσης "Telling Time" (*Εικόνα 5-3*). Η εφαρμογή συνέβαλε στην απόδειξη ότι είναι δυνατή η χρήση της τεχνολογίας eye-tracking σε μεγάλης έκτασης εκθέματα, αλλά δεν έδωσε ουσιαστικά στοιχεία που αφορούν την εμπειρία των επισκεπτών του Μουσείου, όπως αρχικά είχαν σκεφτεί πως θα βοηθήσει.



Εικόνα 5-3. Εικόνα από πείραμα που δείχνει τις προσηλώσεις και τα μονοπάτια σάρωσης των συμμετεχόντων. Έργο: "The Execution of Lady Jane Grey" του Paul Delaroche (Εθνική Πινακοθήκη, Λονδίνο & Εφαρμοσμένης Vision Research Unit του Ινστιτούτο Επιστημών Συμπεριφοράς, Darby, Έκθεση "Telling Time")

5.3 **Εφαρμογές για Μουσεία**

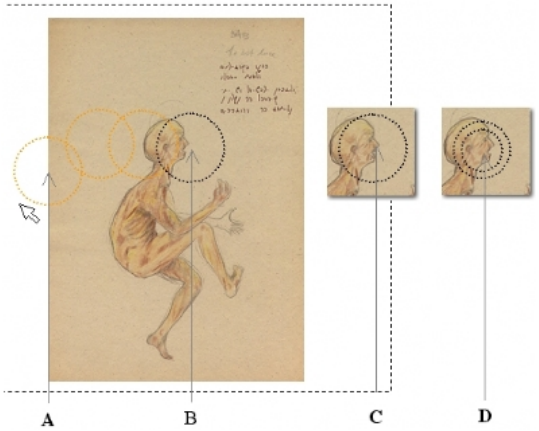
Οι εφαρμογές που παρουσιαστεί, έχουν βασιστεί στις διαθέσιμες τεχνολογίες και μεθοδολογίες που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε άλλους τομείς, όπως το μάρκετινγκ ή ο σχεδιασμός προϊόντων. Παρόλα αυτά, ακόμη και ένα σύστημα βασισμένο στην αλληλεπίδραση με το βλέμμα που έχει σχεδιαστεί ειδικά για χρήση σε μουσείο θα πρέπει να παρέχει λύσεις για τα γενικά προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση του βλέμματος ως είσοδο.

Στη βιβλιογραφία [Milekic 2003] το θέμα αυτό προσεγγίζεται αναλύοντας τρία διαφορετικά μοντέλα που μπορούν να οδηγήσουν σε λύσεις προβλημάτων, όπως η «Αφή του Μίδα». Τα μοντέλα αυτά διαφέρουν ως προς τη σκοπιά της αλληλεπίδρασης, που σχετίζεται με: το *χρόνο*, το *χώρο* και τις *ενέργειες του χρήστη*. Ως κοινό τους στοιχείο εντοπίζεται η ύπαρξη δύο καταστάσεων λειτουργίας:
- η παρατήρηση: κατάσταση λειτουργίας όπου ο θεατής/χρήστης παρατηρεί το αντικείμενο/έκθεμα.
- η δράση: κατάσταση λειτουργίας όπου ο θεατής/χρήστης θέλει να εκτελέσει μια ενέργεια πάνω στο αντικείμενο που παρατηρεί.

Διεπαφή βασισμένη στο χρόνο.

Μια διεπαφή βασισμένη στο χρόνο φαίνεται θα επικεντρώνεται στο βλέμμα του χρήστη και το χρόνο προσήλωσής του. Ένα ιδανικό πλαίσιο λειτουργίας για αυτόν τον τύπο διεπαφής είναι μια υψηλής ευκρίνειας προβολή ενός εκθέματος (π.χ. ένας πίνακας ζωγραφικής) σε μια οθόνη και ένα σύστημα ανίχνευσης των ματιών μπροστά από το χρήστη/επισκέπτη. Όσο η θέση του βλέμματος θα βρίσκεται σε μη ενεργή περιοχή (δηλαδή εκτός των ορίων του πίνακα), θα υποδεικνύεται από ένα παραδοσιακό κέρσορα. Όταν όμως ο χρήστης μετατοπίζει το βλέμμα στο αντικείμενο (πίνακας) ο δρομέας θα αλλάζει μορφή σε έναν αχνό κύκλο, δείχνοντας ότι το βλέμμα εστιάζει στην περιοχή αυτή. Η επιλογή του κυκλικού σχήματος έγινε επειδή θεωρήθηκε ότι δεν παρεμποδίζει την παρατήρηση του θεατή, ακόμα κι αν δείχνει την πιθανή αλληλεπίδραση. Όσο ο χρήστης συνεχίζει να παρατηρεί το έκθεμα στο σύνολό του δεν γίνεται καμία αλλαγή κατάστασης. Ωστόσο, αν αποφασίσει να επικεντρωθεί σε μια συγκεκριμένη περιοχή για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 600 msec), τότε ο κύκλος θα αρχίσει να συρρικνώνεται (zoom), πραγματοποιώντας μια μεγέθυνση του παρατηρούμενου σημείου προσοχής.

Το παράδειγμα της *Εικόνα 5-4* δείχνει το δρομέα να μεταμορφώνεται καθώς μετατοπίζεται από τη θέση (A) προς την περιοχή εστίασης που το αντικείμενο παρατηρείται. Η θέση (B) σηματοδοτεί την περίοδο σχετικής ακινησίας του δρομέα και την έναρξη της διαδικασίας μεγέθυνσης σε συγκεκριμένο σημείο. Στη θέση (C) παρατηρείται μια μικρή σχετική αλλαγή στο μέγεθος της περιοχής που δείχνει ότι η εστίαση έχει πραγματοποιηθεί. Η εμφάνιση των ομόκεντρων κύκλων στη θέση (D) υποδεικνύει την επικείμενη δράση. Ο θεατής μπορεί να βγει από την κατάσταση αυτή, μετακινώντας το σημείο παρατήρησης του έξω από την τρέχουσα περιοχή εστίασης.



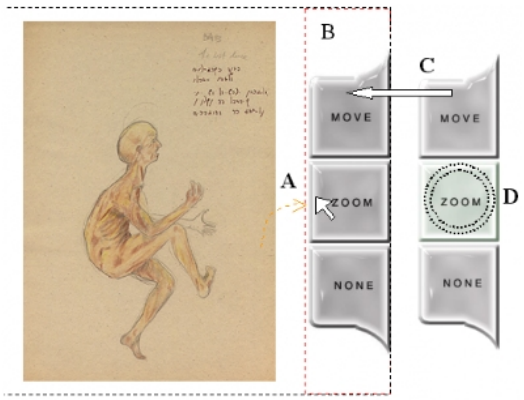
Εικόνα 5-4. Διεπαφή για αλληλεπίδραση βασισμένη στο χρόνο εστίασης. Διαδικασία μεγέθυνσης συγκεκριμένου σημείου.

Η διεπαφή αλληλεπίδρασης που ενεργοποιείται με την εστίαση στο αντικείμενο των περιοχών ενδιαφέροντος παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα:
- *πρόβλημα επιστροφής στη λειτουργία παρατήρησης.* Κάθε ενέργεια που ενεργοποιείται με την εστίαση σε ένα συγκεκριμένο σημείο πρέπει είτε να τερματίζεται αυτόματα όταν το βλέμμα ξεφύγει του σημείου, είτε πρέπει να παρέχεται ένας απλός μηχανισμός που θα επιτρέπει στο χρήστη να επιστρέφει στη λειτουργία παρατήρησης (π.χ. εστιάζοντας έξω από τα όρια του αντικειμένου).
- *πρόβλημα επιλογής πολλών δράσεων.* Με βάση το χρόνο εστίασης υπάρχει η πιθανότητα ενεργοποίησης πολλών διαφορετικών δράσεων. Δεδομένου ότι οι δράσεις συνδέονται με τα αντικείμενα, η αλλαγή του σχήματος του κέρσορα αναφέρει ποια δράση πρόκειται να λάβει χώρα και ο χρήστης δεν έχει ουσιαστικά άλλη επιλογή παρά να δεχτεί την προκαθορισμένη ενέργεια. Αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα όταν οι προκαθορισμένες ενέργειες είναι σημαντικές και ανταποκρίνονται στις προσδοκίες του θεατή. Ωστόσο, μπορεί να δημιουργήσει σύγχυση σε περίπτωση που στο ίδιο σημείο μπορεί να παρέχονται εμφανίσεις που προκαλούν την έναρξη διαφόρων δράσεων.
- *πρόβλημα διακοπής ή αναμονή.* Ο χρήστης/θεατής πρέπει πάντα να περιμένει για να εκτελεστεί μια ενέργεια, και δεδομένου ότι γνωρίζει τι να περιμένει να συμβεί, ο χρόνος αναμονής φαίνεται μεγάλος, με πρόκληση απογοήτευσης του θεατή. Το πρόβλημα μπορεί να μειωθεί σε κάποιο βαθμό με τη σταδιακή μείωση της απαραίτητης διάρκειας εστίασης για την ενεργοποίηση της δράσης. Ωστόσο, μπορεί να οδηγήσει σε μια ακόμα απογοήτευση, καθώς θα αναγκάζεται να στρέφει συνεχώς το βλέμμα γύρω-γύρω, προκειμένου να παραμείνει στη λειτουργία παρατήρησης και όχι στη ενεργοποίηση κάποιας άλλης ενέργειας.

Παρά τα παραπάνω προβλήματα, το μοντέλο που βασίζεται στο χρόνο μπορεί να είναι μια αποτελεσματική λύση για χρήση σε μουσείο, όπου πλέον η παρατήρηση του χώρου μπορεί να παρέχει στο ενδιαφέρον του επισκέπτη-θεατή περισσότερες πληροφορίες. Μια άλλη χρήσιμη προσέγγιση είναι η χρήση της κατεύθυνσης του βλέμματος ως εισροή με την παροχή πρόσθετων πληροφοριών μέσω ενός άλλου τρόπου (όχι οπτικού). Σε αυτή την περίπτωση, ο θεατής δεν χρειάζεται να πάρει οπτική ανάδραση, αντί αυτού εστιάζοντας σε μια περιοχή ενδιαφέροντος μπορεί να προκληθεί ηχητική ανάδραση (χαρακτηριστικός ήχος ή αφήγηση) που θα σχετίζεται με το ενδιαφέρον του θεατή.

Διεπαφή βασισμένη στο χώρο.

Ένας τρόπος παρουσίασης και αλληλεπίδρασης στις διεπαφές είναι ο διαχωρισμός του χώρου παρατήρησης (έκθεμα) και του χώρου ελέγχου (πλήκτρα) και ενεργειών του χρήστη, με άλλα λόγια εννοείται η τοποθέτηση των στοιχείων στη διεπαφή. Ο λόγος για να γίνει αυτό, στα πλαίσια ενός μουσείου, είναι να ελαχιστοποιηθεί η απόσπαση της προσοχής του χρήστη/θεατή, ενώ παρατηρεί το έκθεμα.



Εικόνα 5-5. Η κίνηση του κέρσορα (A) στην περιοχή (B) που αλληλεπιδρά με το βλέμμα και μετατόπιση του πλαισίου με τα κουμπιά ενεργειών από την περιοχή (C).

Το παράδειγμα της *Εικόνας 5-5* εξηγεί ότι εστιάζοντας σε οποιοδήποτε κουμπί, επιλέγεται η καθορισμένη ενέργεια και εκτελείται όταν το βλέμμα επιστρέφει στο αντικείμενο ενδιαφέροντος. Το πλαίσιο των κουμπιών δράσης μετατοπίζεται εκτός του οπτικού πεδίου, μόλις το βλέμμα μετακινηθεί από την περιοχή (B). Το κουμπί που είναι εστιασμένο από το βλέμμα του θεατή γίνεται αμέσως ενεργό (D), την η αλλαγή κατάστασης σηματοδοτείται με την εμφάνιση ενός κύκλου εστίασης και με την αλλαγή του χρώματός του. Το σημείο προσοχής πλέον υποδηλώνεται με έναν δρομέα στη μορφή μεγεθυντικού φακού που επιτρέπει μια πιο στενή επιθεώρηση του εκθέματος. Ο θεατής/χρήστης θα μπορεί να επιστρέψει στη λειτουργία παρατήρησης επιλέγοντας το κουμπί «NONE» (καμία ενέργεια).

Η διεπαφή αλληλεπίδρασης βάση του χώρου μπορεί να επεκταθεί εννοιολογικά με την εισαγωγή της έννοιας της ενεργού επιφάνειας. Δηλαδή, τα κουμπιά θα υπάρχουν για μια και μόνο λειτουργία το καθένα. Δεν έχει σημασία ποιο μέρος του κουμπιού εστιάζεται (φυσικά ή με πίεση) - το αποτέλεσμα είναι πάντα το ίδιο. Σε αντίθεση, μια επιφάνεια μπορεί να δίνει πολλά σημεία εστίασης και ενεργοποίησης διαφορετικών δράσεων στο κάθε ένα, με αποτέλεσμα τη σταδιακή μελέτη ενός αντικειμένου.

Τα πλεονεκτήματα της αυτού του είδους διεπαφής είναι η εισαγωγή πιο σύνθετων και επιπρόσθετων ενεργειών με το βλέμμα και η δυνατότητα ταχείας μετατόπισης μεταξύ της κατάστασης παρατήρησης και σε άλλες καταστάσεις που θα προκαλούνται από ενέργειες του χρήστη/θεατή. Το μειονέκτημα είναι ότι γενικά ο αριθμός των ενεργειών είναι περιορισμένος και ότι η επιφάνεια, αν και οπτικά μη παρεμβατική, παραμένει ένα σημαντικό μέρος της οθόνης.

Διεπαφή βασισμένη στις ενέργειες του χρήστη.

Η διεπαφή θα επικεντρώνεται στις κινήσεις που κάνει το βλέμμα, ως μέσο για την εναλλαγή μεταξύ της παρατήρησης και των δράσεων που επιλέγει ο χρήστης. Σε αυτό το μοντέλο, αν και η μετάβαση μεταξύ της κατάστασης παρατήρησης και του τρόπου δράσης εξαρτάται από τη θέση εστίασης του βλέμματος, ο έλεγχος της αλληλεπίδρασης βασίζεται στο βλέμμα (εστιάζοντας στην ενεργή επιφάνεια).

Το μοντέλο αυτό μπορεί να μη φαίνεται ιδιαίτερο αξιόπιστο, επειδή φυσιολογικά η οπτική συμπεριφορά του ανθρώπου προσανατολίζεται, κατά κύριο λόγο, προς τη συλλογή πληροφοριών και όχι στον έλεγχο και στον τρόπο εμφάνισης τους. Στην ανίχνευση του βλέμματος ο εντοπισμός του σημείου εστίασης του χρήστη αποδίδεται σε μια σειρά από διαδοχικές σταθεροποιήσεις του σε μια συγκεκριμένη περιοχή, η μέτρηση δίνει έμφαση στην θέση και τη διάρκειας σταθεροποίησης του βλέμματος.

Ωστόσο, το μοντέλο επικεντρώνεται σε δύο χαρακτηριστικά της κίνησης του βλέμματος που μπορεί να αξιοποιηθούν για να υποδείξουν την πρόθεση του θεατή, αυτές είναι: η κατεύθυνση της κίνησης του βλέμματος, και η ταχύτητα της πορείας του. Ο λόγος για την επιλογή των χαρακτηριστικών αυτών είναι διττός. Πρώτον, τα μάτια μπορεί να κινηθούν πολύ πιο γρήγορα από ότι το χέρι [Jacob et al. 2000]. Δεύτερον, η κατεύθυνση του βλέμματος συχνά χρησιμοποιείται και στην επικοινωνία των ανθρώπων μεταξύ τους, δίνοντας περαιτέρω νοήματα. Αποτέλεσμα αυτών είναι η δημιουργία ενός μοντέλου διεπαφών με το πλεονέκτημα να επιτρέπει στο χρήστη να ενεργεί στο αντικείμενο σύμφωνα με τη βούληση του, χωρίς περιορισμούς χρόνου και θέσης. Είναι απλό και διαισθητικό, γιατί είναι ανάλογο των φυσικών κινήσεων.

Συνοψίζοντας όσα αναφέρθηκαν παραπάνω και έχοντας μελετήσει την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος στα προηγούμενα κεφάλαια, φαίνεται ότι οι εφαρμογές που συναντώνται σε μουσεία, αλλά και γενικά σε χώρους εκθέσεων, μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο βασικές κατηγορίες [Milekic 2010]:

I. Εφαρμογές που παρακολουθούν το βλέμμα (gaze-aware applications),

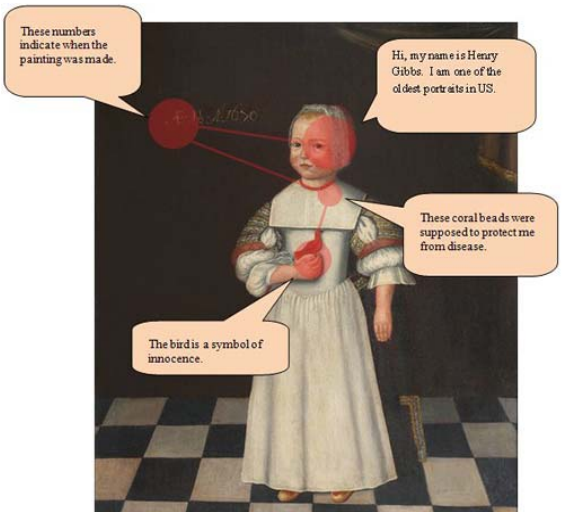
II. Εφαρμογές που ελέγχονται με το βλέμμα (gaze-controlled applications).

Φυσικά, είναι απολύτως δυνατή, η δημιουργία εφαρμογών που θα χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό των προσεγγίσεων.

I. Gaze-aware Εφαρμογές

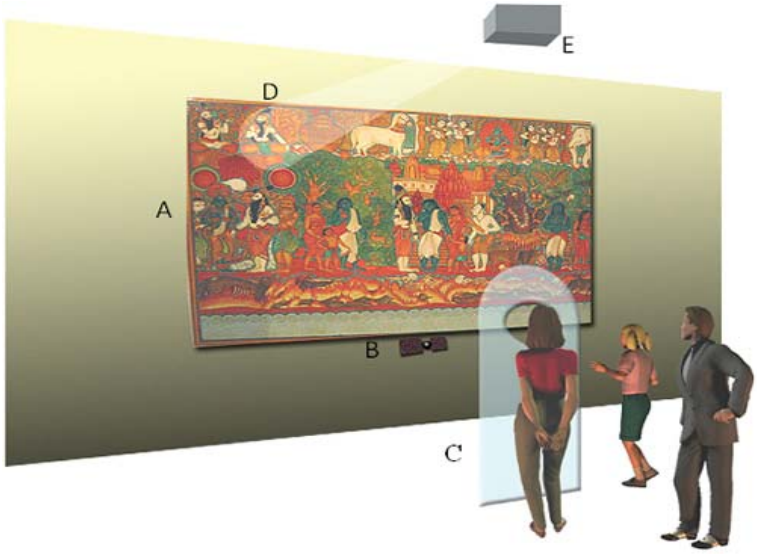
Οι gaze-aware εφαρμογές είναι εκείνες στις οποίες εντοπίζεται η κατεύθυνση του βλέμματος του χρήστη και η θέση καθήλωσης του και με βάση τις πληροφορίες αυτές, η εφαρμογή μπορεί να εκτελέσει μια λειτουργία. Τα παρατηρούμενα εκθέματα μπορεί να είναι έργα ζωγραφικής, μεγάλης κλίμακας προβολές, οθόνες, ακόμη και γλυπτά. Το αποτέλεσμα των λειτουργιών αφορά, συνήθως, την παροχή πρόσθετων πληροφοριών που είναι σχετικές με το σημείο που παρατηρεί ο θεατής πάνω στο έκθεμα, όπως αυτό ορίζεται από την κατεύθυνση του βλέμματος.

Στην *Εικόνα 5-6* απεικονίζεται μια πιθανή gaze-aware εφαρμογή για το περιβάλλον ενός μουσείου, όπως αυτή σχεδιάστηκε στη διαδραστική εφαρμογή του Milekic [2010]. Η εμπειρία του επισκέπτη στο μουσείο θα είναι όχι μόνο να βλέπει τα έργα τέχνης, αλλά και να ενημερώνεται για αυτά με αναδυόμενες πληροφορίες, αναλόγως του σημείου που κοιτάζει πάνω στο έκθεμα. Εστιάζοντας την προσοχή του σε ορισμένες λεπτομέρειες (π.χ. του προσώπου) θα ενεργοποιούνται κατάλληλες επεξηγήσεις, που θα προβάλλονται μέσα από τετράγωνα επεξήγησης, δίπλα στο σημείο προσοχής του βλέμματος.



Εικόνα 5-6. Παράδειγμα gaze-aware εφαρμογής παροχής πληροφοριών σε μουσείο. Κόκκινοι κύκλοι δείχνουν τα σημεία προσήλωσης του βλέμματος, ενώ τα πλαίσια την ενεργοποίηση επεξηγηματικών πληροφοριών. (Έργο του Clay Center, Charleston)

Στην *Εικόνα 5-7* παρουσιάζεται μια παρόμοια προσέγγιση για την προβολή μιας ενός έργου μεγάλης έκτασης. Το έργο, μια τοιχογραφία που απεικονίζει μια ακολουθία διαφορετικών σκηνών, εξετάζεται μέσα από διακριτική εγκατάσταση με ένα ωοειδές άνοιγμα («παράθυρο παρακολούθησης») εξασφαλίζοντας ότι τα μάτια του θεατή θα είναι σε συγκεκριμένη θέση, ώστε να είναι πάντα ανιχνεύσιμα. Στην εφαρμογή αυτή, οι επεξηγήσεις θα δίνονται φωνητικά.

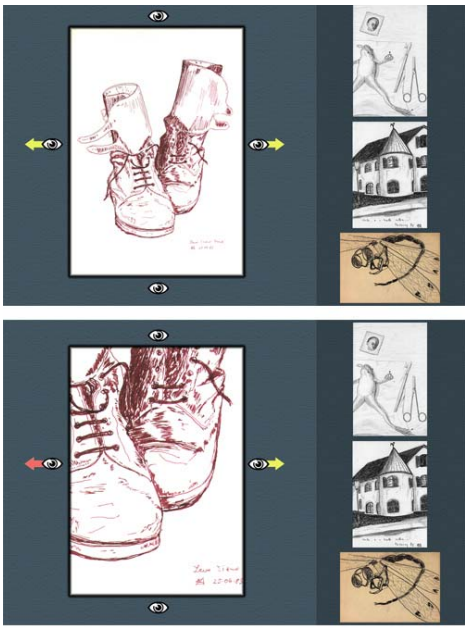


Εικόνα 5-7. Μια πιθανή gaze-aware εφαρμογή. Η σήμανση στα τμήματα της εγκατάστασης είναι η εξής: (A) έκθεμα, (B) ιχνηλάτης ματιών (συνδυασμός εκπομπής υπέρυθρου φωτός & κάμερας), (C) σημείο παρατήρησης για το επισκέπτη με ενσωματωμένο ηχεία, (D) φωτισμός του σημείου προσοχής τη συγκεκριμένη στιγμή, (E) προβολέας υπολογιστή.

II. Gaze-controlled Εφαρμογές

Οι gaze-controlled εφαρμογές είναι εκείνες στις οποίες ο χρήστης μπορεί να συμμετάσχει ενεργά στο περιεχόμενο που παρατηρεί (απεικονιζόμενο σε μια οθόνη, ή σε προβολή) με τη χρήση των κινήσεων των ματιών του. Συνηθέστερα, η προσέγγιση αυτή αφορά τη χρήση εφαρμογών στο Διαδίκτυο που βασίζονται στο περιεχόμενο ενός μουσείου που έχει ψηφιοποιηθεί και παρουσιάζεται σε μια οθόνη.

Οι παρακάτω εικόνες αποτελούν παράδειγμα αλληλεπίδρασης με έλεγχο από το βλέμματος, σε εκθέματα στο περιβάλλον του μουσείου (χρησιμοποιώντας μια οθόνη προβολής) ή σε μια οθόνη υπολογιστή σε διαδικτυακό μουσειακό περιβάλλον. Η προτεινόμενη διεπαφή επιτρέπει την επιλογή ενός αντικειμένου (στον κάθετο πίνακα δεξιά), αφού το κοιτάξει ο επισκέπτης. Το επιλεγμένο αντικείμενο εμφανίζεται στην προβολή πίνακα στα αριστερά. Χρησιμοποιώντας «χειρονομίες» του ματιού είναι δυνατόν να zoom-in (ματιά προς τα αριστερά), zoom-out (ματιά προς τα δεξιά), πιάσε (ματιά επάνω) και αφήσετε το αντικείμενο (βλέμμα κάτω). Ενώ το αντικείμενο είναι επιλεγμένο μπορεί να ακολουθεί την κατεύθυνση του βλέμματος, και να εξετάσει διαφορετικές περιοχές υπό μεγέθυνση, μέχρι να το αφήσει και να περάσει σε επόμενο.



Εικόνα 5-8 . Παράδειγμα gaze-controlled εφαρμογής για ιστοσελίδα μουσείου. Η κίνηση του ματιού προς τα αριστερά μεγεθύνει την εικόνα. Κοιτάζοντας θα "τραβήξει" την εικόνα και θα είναι δυνατός ο έλεγχος των διαφόρων τμημάτων της. Μια κυλιόμενη στήλη στα δεξιά επιτρέπει την επιλογή άλλης εικόνας έργου.

5.3.1 **Εφαρμογή σε Μουσείο του Παρισιού**

Ο ανιχνευτής ματιού εγκαταστάθηκε τον Σεπτέμβριο του 1986 στο Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette στο Παρίσι.

Το 1986 οι Buquet et al. [1988], [Glenstrup & Engell-Nielsen, 1995] εγκαθιστούν μια συσκευή εντοπισμού του βλέμματος στηριζόμενη στην αντανάκλαση με τον κερατοειδή, σε ένα μουσείο στο Παρίσι. Μετά από ενάμιση χρόνο την εγκατάσταση είχαν επισκεφτεί 9000 άτομα, από τα οποία 153 άτομα δοκίμασαν την εφαρμογή με ποσοστό επιτυχίας 84,3%, το 9,8% απέτυχε στην φάση της εγκατάστασης, το 1,3% απέτυχε στην αυτόματη

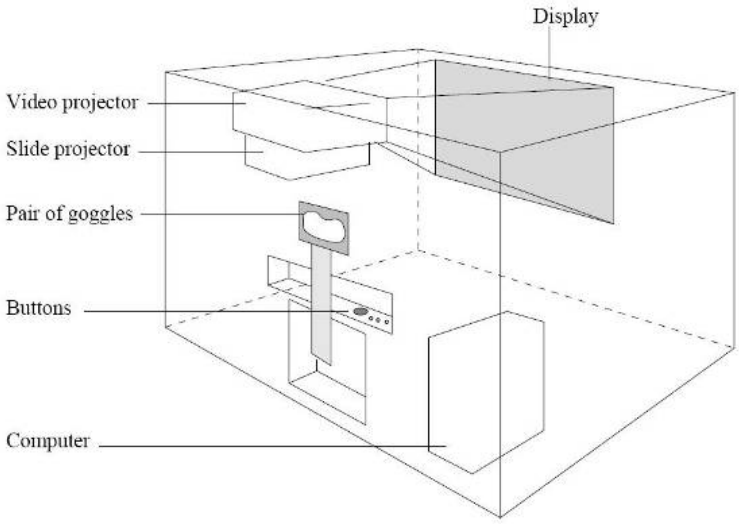
ρύθμιση της εστίασης και το 4,6% απέτυχε στη βαθμονόμηση. Η λειτουργία του συστήματος ήταν αρκετά απλή, παρείχε μόνο προβολή διαφανειών, για παράδειγμα εικόνες του κειμένου.

Πιστεύεται ότι αυτά τα αποτελέσματα είναι αρκετά ενθαρρυντικά. Το γεγονός, όμως, ότι δεν περιγράφονται στο άρθρο όλοι οι συμμετέχοντες, οδηγεί στη σκέψη ότι τα αποτελέσματά πρέπει να βασίστηκαν σε μια επιλεγμένη ομάδα ατόμων, που πιθανότατα αποτελούνταν από ενήλικες που ενδιαφέρονταν για την τέχνη και τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν για την εγκατάσταση.

Ο Buquet κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η καταγραφή των κινήσεων του ματιού μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα δημόσιων εγκαταστάσεων χωρίς καμία τεχνική επίβλεψη. Επίσης, αν ρυθμιστούν οι παράγοντες της ταχύτητας και της ακρίβειας των ματιών, η ανίχνευση του βλέμματος καθίσταται μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους για την επικοινωνία ανθρώπους - μηχανής.

5.3.2 **Experimentarium: EyeCatcher**

Το Εθνικό Εργαστήριο Risø στο Roskilde της Δανίας δημιούργησε ένα σύστημα ανίχνευσης βλέμματος, το οποίο χρηματοδότησε το Experimentarium σε συνεργασία με δέκα χορηγούς. Το σύστημα έγινε προσβάσιμο για το κοινό την 1η Ιουνίου 1995, αλλά υπήρχε και λειτουργούσε στα πλαίσια της έκθεσης από τα μέσα του Μαΐου 1995, έτσι οι επισκέπτες στο Experimentarium είχαν τη δυνατότητα να δοκιμάσουν το σύστημα. Το σύστημα ονομάζεται EyeCatcher (στη δανική γλώσσα Blikfangeren) και εισάγει ένα νέο είδος κουμπιού επί της οθόνης του υπολογιστή, το EyeCon. [Glenstrup & Engell 1995]



Εικόνα 5-9. Απεικόνιση της εγκατάσταση EyeCatcher.

5.3.2.1 «EyeCons»

Το EyeCon είναι ένα ελεγχόμενο με το μάτι κουμπί, που ενσωματώθηκε στο σύστημα EyeCatcher (γραμμένο για περιβάλλον Microsoft Windows). Η σκέψη για την δημιουργία του ήταν η επίλυση του προβλήματος «Αφής του Μίδα», χωρίζοντας την επισήμανση που γίνεται με το βλέμμα προς το στόχο από την επιλογή αντικειμένου (στην περίπτωση του EyeCatcher ο στόχος ήταν πάντα κείμενο). Το κουμπί έχει σχήμα τετραγώνου με ακμή

ισοδύναμη με το ύψος 3 γραμμών του κειμένου και απεικονίζει τη μορφή ενός ματιού. Η επιλογή του επιλέγεται (οπτική συνθήματα δείχνουν ότι είναι πατημένο), όταν σταθεροποιείται, αλλά η επιλογή δεν συντελείται αμέσως. Το επιλεγμένο αντικείμενο τοποθετείται δίπλα στο κουμπί και έτσι ο χρήστης μπορεί να εξετάζει τη δυνατότητα επιλογής αντικειμένου με μικρότερο κίνδυνο για μια κατά λάθος ενεργοποίηση ενός EyeCon. Η επιλογή γίνεται ορατή με μια σειρά από εικόνες που δείχνουν ένα μάτι που αρχίζει να κλείνει όταν το βλέμμα αρχίζει να σταθεροποιείται σε ένα σημείο. Όταν το μάτι στο EyeCon είναι κλειστό η ενεργοποίηση έχει γίνει (*Εικόνα 5-10*).

Εικόνα 5-10. Ακολουθία ενεργοποίησης του κουμπιού EyeCon για το σύστημα EyeCather.

Διαπιστώθηκε ότι ο βέλτιστος χρόνος ενεργοποίησης για έναν αρχάριο είναι το μισό δευτερόλεπτο (0,5 sec). Για προχωρημένους χρήστες ο βέλτιστος χρόνος ελαττώνεται, αλλά θα πρέπει να καθορίζεται για τον καθένα ξεχωριστά (διαδικασία βαθμονόμησης). Ένα πλεονέκτημα του EyeCon είναι ότι διευκολύνει την αόρατη αναβαθμονόμηση κατά τον χρόνο εκτέλεσης, η οποία αποδείχθηκε ότι είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τη διατήρηση σωστής βαθμονόμησης, όταν το σύστημα χρησιμοποιείται για αρκετό χρονικό διάστημα.

5.3.3 **Eye Vision Bot**

Το Σεπτέμβριο του 2004, στο μουσείο Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης του ZKM (Zentrum Für Kunst und Medientechnologie) παρουσιάζεται μια εγκατάσταση που βασίζεται στην ανίχνευση του βλέμματος και ονομάζεται Eye-Vision-Bot. Ο επισκέπτης –χρήστης μπορεί πλέον να χρησιμοποιήσει την εγκατάσταση και να αλληλεπιδράσει με μια προβολή ενός πλέγματος με φωτογραφίες, σκίτσα, κείμενα και εικόνες. Κάθε εικόνα που εντοπίζει το βλέμμα του θα μεγεθύνεται ελαφρώς και θα γίνεται όλο και πιο φωτεινή. Όταν το βλέμμα την ξεπεράσει θα συρρικνωθεί και κάποια άλλη θα αυξηθεί. που συνδέονται με εκείνες του επισκέπτη βρίσκονται πιο ενδιαφέροντα 0.2 Eye-Vision-Bot πριν. Αυτή τελικά θα ανακαλύψουν ότι αυτή είναι η αναζήτηση. Είναι, στην πραγματικότητα, έχουν ήδη ξεκινήσει την εύρεση. [Scherffig 2005]

Η εγκατάσταση αποτελείται από ένα κάθισμα, ένα τραπέζι (όπου είναι τοποθετημένα μια κάμερα και μια μάσκα) και την προβολή εικόνων. Η κάμερα βλέπει πάντα τη δεξιά πλευρά της μάσκας, που θα φοράει ο επισκέπτης-χρήστης, από την πλευρά αυτή θα ανιχνεύεται και το βλέμμα του δεξί ματιού. Το ύψος της κατασκευής προσαρμόζεται για κάθε χρήστη. Στο τραπέζι υπάρχει, επίσης, ένα μικρό πράσινο κουμπί. Εάν παραμείνει αχρησιμοποίητο, η προβολή εμφανίζει κάποιες εικόνες και κάποιο κείμενο, που χρησιμεύουν ως οδηγίες χρήσης της εγκατάστασης. Ο επισκέπτης υπακούοντας τις οδηγίες αυτές θα καθίσει στην καρέκλα και θα κάνει της απαραίτητες προσωπικές ρυθμίσεις στη μάσκα και την κάμερα και στη συνέχεια θα πατήσει το πράσινο κουμπί, η προβολή θα αλλάξει. Ένα σύντομο κείμενο δίνει περαιτέρω οδηγίες και ακολουθεί η βαθμονόμηση.

Εικόνα 5-11. Eye Vision Bot στο μουσείο media του ZKM. Ο χρήστης κάθεται στο τραπέζι που είναι τοποθετημένη η συσκευή ανίχνευσης βλέμματος και μπορεί να αλληλεπιδράσει με την προβολή εικόνων απέναντί του.

5.4 **Το Ελληνικό Περιβάλλον**

Από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον τομέα της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος και τη σχέση της με τα μουσεία στο διεθνή και ελληνικό χώρο, προέκυψαν στοιχεία σχετικά με την κατάσταση που επικρατεί σήμερα στο ελληνικό περιβάλλον.

Διαπιστώθηκε ότι τα ελληνικά μουσεία ακολουθούν τις τάσεις της εποχής προκειμένου να διαθέτουν ενημερωμένες και σύγχρονες συλλογές και να προσελκύουν περισσότερο κοινό. Η έμφαση δίνεται στη δημιουργία συλλογών που χαρακτηρίζονται από τις νέες τεχνολογίες, την άμεση και απρόσκοπτη πρόσβαση, την έγκυρη και τεκμηριωμένη ενημέρωση καθώς και την διασκέδαση και ψυχαγωγία του κοινού. [Οικονόμου 2004], [Πυρπύλη 2006]

Ωστόσο, η τεχνολογία ανίχνευση βλέμματος δεν είναι ευρέως αναπτυγμένη όπως συμβαίνει στο εξωτερικό σε πρακτικό ή σε πειραματικό επίπεδο. Η ανάπτυξη νέων μορφών στα μουσεία εντοπίζεται κυρίως στη δημιουργία των διαδικτυακών εκδοχών τους, όπου παρέχονται περισσότερες πληροφορίες σχετικές με τους χώρους, εκδηλώσεις που διοργανώνονται, εκθέσεις συντηρούνται μόνιμα αλλά και άλλες που δημιουργούνται περιστασιακά στα φυσικά μουσεία ή χώρους εκθέσεων. Όμως, η καταδίωξη βλέμματος δεν έχει εισαχθεί ακόμα στους ελληνικούς χώρους εκθέσεων.

Παραδείγματα ψηφιακών μουσείων αποτελούν:

- Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης: http://www.amth.gr/
- Εθνικό Μουσείο Σύγχρονης Τέχνης: http://www.emst.gr/
- Μουσείο Ακρόπολης: http://www.theacropolismuseum.gr/
- Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού: http://www.mbp.gr/
- Μουσείο Μπενάκη: http://www.benaki.gr/
- Οδυσσεύς (Διαδικτυακή Πύλη του Ελληνικού Πολιτισμού): http://odysseus.culture.gr/

5.5 **Σύνοψη**

Το 5^{ο} κεφάλαιο ασχολήθηκε με την καταδίωξη βλέμματος, όπως αυτή έχει εισαχθεί στο χώρο των μουσείων. Στόχος ήταν να γίνει μια εισαγωγή και να κατανοήσει ο αναγνώστης–μελετητής το χώρο που θα απασχολήσει την σχεδίαση αλληλεπιδραστικής εφαρμογής.

Αρχικά δόθηκε μια ευρύτερη εικόνα των νέων τεχνολογιών και πως αυτές έχουν επηρεάσει χώρους, όπως ένα μουσείο. Ακολούθησε περιγραφή συγκεκριμένα για την καταδίωξη βλέμματος όσο αφορά και τη σκοπιά της αλληλεπίδρασης που μπορεί να επικεντρωθεί η σχεδίαση μιας διεπαφής σε μουσείο, καταλήγοντας στις μεθόδους των εφαρμογών που έχουν υλοποιηθεί. Στην συνέχεια, παρουσιάστηκαν ορισμένες σημαντικές εφαρμογές που έχουν πραγματοποιηθεί σε μουσεία, ώστε να γίνει πιο κατανοητή η υλοποίηση τους και η αντιμετώπιση που είχαν σε κάθε περίπτωση από το επισκεπτόμενο κοινό.

Τέλος, ερευνήθηκε η εξέλιξη για το ελληνικό περιβάλλον διαπιστώνοντας ότι δεν υπάρχουν παραδείγματα υλοποίησης ή πειραματικής μελέτης για την εφαρμογή της καταδίωξης βλέμματος, σε αντίθεση με άλλες μορφές νέων τεχνολογιών, τόσο σε μουσεία ή γκαλερί όσο και σε δημοσίους χώρους ενημέρωσης.

6^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Σχεδίαση Εφαρμογής

Η σχεδίαση, εν γένει, αφορά τη δημιουργική διαδικασία που προσπαθεί να δώσει υπόσταση σε κάτι καινούριο και χρήσιμο, το οποίο δεν υπήρχε μέχρι τώρα. Στο πλαίσιο της ανάπτυξης υπολογιστικών συστημάτων, ο όρος σχεδιασμός αφορά ένα τμήμα της διαδικασίας ανάπτυξης, διακριτό από τα υπόλοιπα, όπως η ανάλυση, η υλοποίηση και ο έλεγχος των συστημάτων. Αξίζει να σημειωθεί, όμως, ότι συχνά ο όρος σχεδιασμός χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα μεγαλύτερο τμήμα της διαδικασίας ανάπτυξης συστημάτων, μερικές φορές και ολόκληρη τη διαδικασία.

Η σχεδίαση εφαρμογής αλληλεπίδρασης που ενσωματώνει το βλέμμα ως κύριο μέσο εισόδου, δημιουργεί μερικές μοναδικές προκλήσεις για τους σχεδιαστές αλληλεπίδρασης. Καθότι, δεν υπάρχει ακόμα η εξοικείωση στο να συμβαίνει πάντα κάτι στην οθόνη όταν ένα αντικείμενο κοιτάζεται, έτσι και η σχεδίαση διεπαφής που θα αποκρίνεται σε κάθε κίνηση του βλέμματος, δεν έχει νόημα. Εκτός από την υπέρβαση των περιορισμών της ακρίβειας για τον ανιχνευτή ματιού (eye tracker) και του γνωστού προβλήματος Midas touch, οι σχεδιαστές πρέπει επίσης να συνυπολογίσουν και διάφορα άλλα θέματα. Τα θέματα αυτά εντοπίζονται σε αρχές ευχρηστίας και αλληλεπίδρασης, στο περιβάλλον εγκατάστασης, στο απευθυνόμενο κοινό, στην απαιτούμενη τεχνολογία και οδηγούν στην ανάπτυξη των σχεδιαστικών απαιτήσεων του συστήματος.

Επομένως, χρειάζεται προσεκτική σχεδίαση των στοιχείων και των αποκρίσεων του συστήματος για την αποφυγή προβλημάτων, την αποτελεσματική χρήση του και την ικανοποίηση των χρηστών.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο (5^{ο}) έγινε η γνωριμία για την σχέση που έχει και την εφαρμογή που βρίσκει η καταδίωξη βλέμματος σε χώρους μουσείων. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία σχεδίασης αλληλεπιδραστικής εφαρμογής, βασισμένη στην τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος στα πλαίσια χρήσης της σε περιβάλλον μουσείου, ως εναλλακτική μορφή αλληλεπίδρασης των επισκεπτών με τα εκθέματα.

Το περιβάλλον που θα φιλοξενήσει την εφαρμογή αφορά ένα ελληνικό μουσείο έκθεσης τοπικών προϊόντων στο νομό Κυκλάδων. Πρέπει να επισημανθεί ότι το μουσείο δεν έχει υλοποιηθεί ως φυσικός χώρος, επομένως οι προτάσεις που γίνονται στηρίζονται σε επινόηση βάση αρχών σχεδίασης και όχι σε απαιτήσεις που συζητήθηκαν και ζητήθηκαν από τους υπεύθυνους του μουσείου.

6.1 **Στόχοι**

Η σχεδίαση της εφαρμογής και της διεπαφής που θα περιλαμβάνει, έγινε με σκοπό να προταθεί η καταδίωξη βλέμματος ως εναλλακτικό μέσω αλληλεπίδρασης των επισκεπτών σε μουσείο.

Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, η σχεδίαση μελέτησε τεχνικές αλληλεπίδρασης της καταδίωξης βλέμματος κατάλληλες για την συγκεκριμένη εφαρμογή και ακολούθησε μεθοδολογία και αρχές που κρίνονται απαραίτητες για το σχεδιασμό κάθε συστήματος, αλλά και ειδικές αρχές βασισμένες στη φύση της τεχνολογία που χρησιμοποιείται.

Συνεπώς, κατά την έναρξη της διαδικασίας τέθηκαν οι στόχοι:

- Σχεδίαση διεπαφής για αλληλεπίδραση μέσω του βλέμματος.
- Σχεδίαση διεπαφής σύμφωνα με ότι ορίζεται από τις αρχές ευχρηστίας και από τις αρχές σχεδίασης για την αλληλεπίδραση με καταδίωξη βλέμματος.
- Επιλογή κατάλληλων τεχνικών αλληλεπίδρασης που θα εξυπηρετούν και θα προάγουν την χρήση της εφαρμογής.

6.2 **Η Εφαρμογή στο Μουσείο**

Σύμφωνα με όσα παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 5 (§5.3) για την καταδίωξη βλέμματος σε χώρους μουσείων, δίνεται το υπόβαθρο να γίνουν οι κατάλληλες επιλογές για τη σχεδίαση της διεπαφής στη συγκεκριμένη εφαρμογή αλληλεπίδρασης με καταδίωξη βλέμματος με τα εκθέματα του μουσείου.

Όπως αναφέρθηκε, εντοπίζονται δυο βασικές κατηγορίες που αφορούν:

- *Εφαρμογές που παρακολουθούν το βλέμμα (gaze aware applications):*
- Η εφαρμογή για να εκτελέσει μια λειτουργία (π.χ. παροχή πρόσθετης πληροφορίας επί του εκθέματος) εντοπίζει την κατεύθυνση και τη θέση καθήλωσης του βλέμματος.
- *Εφαρμογές που ελέγχονται με το βλέμμα (gaze controlled applications):*
- Ο χρήστης μπορεί να συμμετάσχει ενεργά στο περιεχόμενο που παρατηρεί (π.χ. επιλέγοντας το είδος πληροφορία που θα λάβει).

Από τις παραπάνω περιπτώσεις έχει επιλεχθεί ο σχεδιασμός διεπαφής που θα απευθύνεται σε εφαρμογές που ελέγχονται με το βλέμμα. Με τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στο χρήστης να επιλέγει τη ροή της παρεχόμενης πληροφορίας στον χρόνο που επιθυμεί να τη λάβει και να την επεξεργαστεί.

6.3 **Προκλήσεις στη Σχεδίαση**

Κατά τη σχεδίαση διεπαφής ο σχεδιαστής θα πρέπει να λάβει υπόψη του, ότι υπάρχουν ορισμένα προβλήματα που προκύπτουν από την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος.

Τα προβλήματα - προκλήσεις ορίζονται παρακάτω:

- *Κινήσεις των ματιών είναι «θορυβώδεις»:* Οι κινήσεις των ματιών είναι σακκαδικές (Κεφ.1-§1.2.2), κάνοντας πολλές σταθεροποιήσεις/εστιάσεις (fixations) στα αντικείμενα, ενώ παράλληλα πραγματοποιούνται πολλές μικροκινήσεις που δεν γίνονται αντιληπτές από το άτομο. Όλες αυτές οι κινήσεις προκαλούν το «τρεμόπαιγμα» και το «θόρυβο» του βλέμματος, (Κεφ.2-§2.3). Κάθε εφαρμογή που στηρίζεται στη εισαγωγή δεδομένων του βλέμματος πρέπει πρώτον να προβλέπει τη φυσική κίνηση του ματιού και το «θόρυβο» που δημιουργεί και δεύτερον να είναι ικανή να ερμηνεύει τις πληροφορίες με σκοπό την απόδοση των σωστών αποκρίσεων βάση του σημείου προσοχής. Συνήθως η απαίτηση αυτή καλύπτεται με τη χρήση ικανών αλγορίθμων για την ανάλυση της κατεύθυνσης του βλέμματος και την εξαγωγή σωστών αποκρίσεων από το σύστημα, [Kumar 2007].

- *Διατήρηση φυσιολογικής λειτουργίας των ματιών:* Ενέργειες όπως το ανοιγοκλείσιμο ή οι χειρονομίες με το μάτι (gaze gestures), που μπορεί να κληθούν να εκτελέσουν οι χρήστες προκειμένου να χρησιμοποιήσουν μια εφαρμογή, δημιουργούν υπερφόρτωση στη φυσιολογική λειτουργία των ματιών και μπορεί να γίνουν πολύ ενοχλητικές προς τον χρήστη. Είναι επιτακτική η ανάγκη για κάθε τεχνική αλληλεπίδρασης με το βλέμμα να μπορεί να διατηρήσει τη φυσιολογική λειτουργία των ματιών και να μην τα επιβαρύνει.

- *Ακρίβεια:* Οι ανιχνευτές ματιών είναι σε θέση να παρέχουν περιορισμένη ακρίβεια, δημιουργώντας προβλήματα στη χρήση των δεδομένων που λαμβάνονται (π.χ. μη λειτουργία του συστήματος). Ο σχεδιασμός της αλληλεπίδρασης πρέπει να είναι σε θέση να προβλέπει την έλλειψη ακρίβειας του ανιχνευτή και να δίνει τρόπους για να ξεπεραστεί. Επιπλέον, η ακρίβεια εντοπισμού μπορεί να διαφέρει από άτομο σε άτομο, συνεπώς θα πρέπει να παρέχονται στοιχεία ελέγχου και προσαρμογής της εφαρμογής για κάθε χρήστη (π.χ. αναβαθμονόμηση, αυτόματη ή και όχι). Το πρόβλημα της ακρίβειας μπορεί να ξεπεραστεί με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών αλληλεπίδρασης για κάθε δράση που καλείται να κάνει ο χρήστης στην εφαρμογή.

- *Υστέρηση του αισθητήρα ανίχνευσης:* Είναι σχεδόν αδύνατο για τον ανιχνευτή βλέμματος να παρέχει απόλυτα σωστή σε πραγματικό χρόνο παρακολούθησης των ματιών, δεδομένου ότι πάντα θα υπάρχει μια υστέρηση μεταξύ του χρήστη που βλέπει κάτι και του ανιχνευτή που εντοπίζει τη νέα θέση του βλέμματος. Επιπλέον, οι αλγόριθμοι που καταγράφουν και αναλύουν τα δεδομένα παρακολούθησης των ματιών μπορεί να δημιουργήσουν πρόσθετες καθυστερήσεις επεξεργασίας,

- *Midas Touch:* Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, το πρόβλημα «Αφής του Μίδα» είναι η πιο κρίσιμη πρόκληση κατά το σχεδιασμό αλληλεπίδρασης που βασίζεται στο βλέμμα. Αυτό που χρειάζεται είναι η αποσαφήνιση μεταξύ αυτού που ο χρήστης ψάχνει και αυτού που προτίθεται να δράσει. Σε αντίθετη περίπτωση, μπορεί να οδηγήσει σε ψευδείς ενεργοποιήσεις και στην ενόχληση του χρήστη, αλλά μπορεί να είναι επικίνδυνο δεδομένου ότι μπορεί να προκαλέσει λάθος ενέργειες που ο χρήστης δεν μπορεί να προβλέψει και να αναιρέσει.

- *Ανάδραση:* Ο σχεδιαστής θα πρέπει να προσέξει τον τρόπο που θα παρέχεται η ανατροφοδότηση. Η παροχή οπτικής ανατροφοδότησης παρακινεί τους χρήστες να κοιτάξουν προς το σημείο που υποδεικνύεται, όμως μια τέτοια προσέγγιση θα μπορούσε να οδηγήσει σε μη φυσική λειτουργία του ματιού, π.χ. η περίπτωση γραφής με το βλέμμα όπου ο χρήστης θα πρέπει να κοιτάζει και το κείμενο που παράγεται. Η χρήση ηχητικών σημάτων κρίνεται καταλληλότερη για ορισμένες εφαρμογές που απαιτούν από τα μάτια να είναι μέρος της τεχνικής της αλληλεπίδρασης.

6.4 Αρχές Αλληλεπίδρασης στην Καταδίωξη Βλέμματος

Οι παραπάνω προκλήσεις μπορούν να προβλεφθούν και να αντιμετωπιστούν λαμβάνοντας υπόψη, κατά το σχεδιασμό, τις αρχές αλληλεπίδρασης για την καταδίωξη βλέμματος, όπως ορίστηκαν και αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 2 (§2.5). Στο σημείο αυτό θα γίνει η ενθύμηση τους επιγραμματικά και θα μελετηθεί πως συμβάλουν στη συγκεκριμένη εφαρμογή.

- *Διατήρηση της φυσικής λειτουργία των ματιών.* Η εφαρμογή επιδιώκει όσο το δυνατόν πιο φυσική κίνηση των ματιών του χρήστη.

- *Έμφαση στο σχεδιασμό της αλληλεπίδρασης.* Ο προσεκτικός σχεδιασμός συμβάλει στην αντιμετώπιση του προβλήματος Midas Touch. Οι παράμετροι που εμπεριέχει είναι:
  - η φυσική λειτουργία των ματιών.
  - *η σωστή τοποθέτηση των αντικείμενων και το μέγεθός τους:* το μέγεθος των αντικειμένων που δίνονται ως στόχοι θα διαφέρει από τα συνηθισμένα.
  - *ο αριθμός και η σειρά των βημάτων για μια ενέργεια:* αποφεύγονται οι πολύπλοκες συνδέσεις μεταξύ των οθονών στη διεπαφή.
  - *το χρονικό διάστημα που χρειάζεται:* ο χρήστης θα πρέπει να οδηγείται σύντομα στη πληροφορία που θέλει.
  - *το κόστος ενός λάθους ή αποτυχίας εφαρμογής:* κατάλληλη ανάδραση (οπτική ή/και ηχητική) θα προλαμβάνει πιθανά λάθη χρήσης.
  - *το γνωστικό φορτίο που παρέχεται ή επιβάλλεται στον χρήστη:* η πληροφορία που προβάλλεται θα είναι εύκολα διαχειρίσιμη.
  - *το ποσό της κόπωσης που προκαλεί η αλληλεπίδρασης:* σκοπός είναι η διασκέδαση κα η ενημέρωση του επισκέπτης όχι δημιουργία κόπωσης και δυσαρέσκειας.

- *Συμπλήρωση και όχι αντικατάσταση.* Στην προκειμένη περίπτωση η αλληλεπίδραση θα επιδιώκει τον πλήρη έλεγχο της εφαρμογής με τη χρήση των ματιών.

- *Βελτίωση της ερμηνείας των κινήσεων των ματιών.* Αφορά την υλοποίηση της εφαρμογή από τη πλευρά του λογισμικού (π.χ. αλγόριθμοι βελτίωσης της κατάταξης και ανάλυσης των δεδομένων του βλέμματος) κάτι που δεν θα ασχοληθεί σε βάθος η παρούσα σχεδίαση.

- *Προσέγγιση με γνώμονα την εφαρμογή.* Το κεφάλαιο 5 έδειξε ότι η τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος μπορεί να βρει εφαρμογή σε μουσεία. Οι κατάλληλες τεχνικές αλληλεπίδρασης μπορούν να οδηγήσουν σε ένα λειτουργικό αποτέλεσμα.

- *Ενεργητική έναντι παθητικής χρήσης του βλέμματος.* Όπως έχει αναφερθεί, η διεπαφή θα ανήκει σε εφαρμογές που ελέγχονται με το βλέμμα, επομένως θα υποστηρίζεται η ενεργητική χρήση και οι αλλαγές θα είναι άμεσα εμφανής.

- *Διεπαφή στα μέτρα του χρήστη.* Λόγω του κοινού που απευθύνεται η διεπαφή πρέπει να ικανοποιήσει πολλές διαφορετικές ομάδες χρηστών. Έτσι καλό είναι η σχεδίαση να γίνεται με γνώμονα τη διαφορετικότητα του κοινού της και παρέχοντας τρόπους εξατομίκευσης, όπου είναι δυνατόν.

6.5 **Σχεδιαστικές Απαιτήσεις**

Συλλέγοντας τις παραπάνω πληροφορία, εξάγονται οι σχεδιαστικές απαιτήσεις της εφαρμογής. Οι απαιτήσεις αυτές οδηγούν μετέπειτα στις σχεδιαστικές προδιαγραφές του συστήματος.

Μέσα από τις σχεδιαστικές απαιτήσεις περιγράφονται οι στόχοι, οι λειτουργίες, τα χαρακτηριστικά και άλλες πληροφορίες που προσεγγίζουν το σχεδιαζόμενο σύστημα. Στην ουσία αποτελούν έναν οδηγό της σχεδιαστικής διαδικασίας από την αρχή ως το τέλος της. Οι απαιτήσεις αποτελούν και κριτήριο αξιολόγησης του τελικού συστήματος, καθότι όπως αναφέρθηκε η αξιολόγηση είναι μια διαδικασία, που στην ιδανική περίπτωση, θα πρέπει να λαμβάνει χώρα καθ' όλη τη διάρκεια της σχεδίασης.

I. Χαρακτηριστικά.

Αναγνωρίζονται και προσδιορίζονται οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του συστήματος. Λόγω φύσης της εφαρμογής, τα χαρακτηριστικά εξετάζονται ως προς τη λειτουργία, τον τρόπο εγκατάστασης και πρόσβασης, και ως προς το περιεχόμενο και τα τεχνικά στοιχεία.

- Εγκατάσταση & Πρόσβαση:
  - Η εγκατάσταση πρέπει να βρίσκεται σε χώρο ικανό να υποστηρίζει και να εξυπηρετεί την ιδιαίτερη φύση της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος.
  - Εύκολα προσβάσιμη: πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιείται από όλες τις ομάδες χρηστών.
  - Σταθερή θέση παρατήρησης: να ορίζεται η θέση από όπου ο επισκέπτης/ χρήστης θα μπορεί να παρατηρεί τη διεπαφή κατά την αλληλεπίδραση.
  -
- Λειτουργία Λογισμικού:

Παρότι η ΔΕ δεν ασχολείται με το σχεδιασμό λογισμικού για την εφαρμογή, κρίνεται σημαντικό να γίνουν γνωστές οι απαιτήσεις που ζητούνται για την υποστήριξη και υλοποίησή της. Το λογισμικό πρέπει:

- να είναι λειτουργικό: να εκπληρώνει βασικούς σκοπούς γενικότερου πλαισίου χρήσης, με απλά λόγια να λειτουργεί.
- να είναι εύχρηστο: να μπορεί να χρησιμοποιείται με ευκολία.
- να είναι αξιόπιστο: να λειτουργεί χωρίς προβλήματα και να εκπληρώνει ανάγκες χρήσης του.
- να είναι αλληλεπιδραστικό: να υπακούει σε ενέργειες άμεσου χειρισμού.

- να επιτρέπει αναβαθμονόμηση κατά τη διάρκεια αλληλεπίδρασης: εξυπηρετεί στη διατήρηση του εντοπισμού του σημείου προσοχής του χρήστη.

- Τεχνικός Εξοπλισμός:
  - Ελευθερία κίνησης του χρήστη/επισκέπτη: να μην περιορίζει τις κινήσεις του επισκέπτη π.χ. διατηρώντας το κεφάλι του ακίνητο.
  - Να διατηρείται η φυσιολογική κίνηση των ματιών.
  - Κάλυψη των αναγκών της τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος.

- Περιεχόμενο Διεπαφής:
  - Πρέπει να προσελκύει τον επισκέπτη να το χρησιμοποιήσει.
  - Το περιεχόμενο της διεπαφής θα πρέπει να πληροί τον ενημερωτικό χαρακτήρα του, αυτό σημαίνει ότι πρέπει:
  - να είναι σύντομο και περιεκτικό: να μην κουράζει το χρήστη με πολλές πληροφορίες και να είναι εύκολα διαχειρίσιμο.
  - να είναι κατανοητό: η παρεχόμενη πληροφορία πρέπει να εκφράζεται με λέξεις, φράσεις και έννοιες οικίες στο χρήστη και να δίνεται η επιλογή αλλαγής μεταξύ ελληνικής και αγγλικής γλώσσας.
  - να είναι καλαίσθητο και ευχάριστο: να προδιαθέτει το χρήστη να συνεχίσει την αλληλεπίδραση με την διεπαφή.

II. Λειτουργικές απαιτήσεις.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις σχετίζονται με τη συμπεριφορά του συστήματος, δηλαδή απαντούν σε ερωτήματα όπως σε ποιους απευθύνεται το λογισμικό, τι σκοπό θα εξυπηρετεί, ποιο είναι το επίπεδο των χρηστών, κτλ.

- Εγκατάσταση & Εξοπλισμός:
  - Ένας χρήστης κάθε φορά: λόγω της φύσης της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας, η βαθμονόμηση και συνεπώς η αλληλεπίδραση μπορεί να πραγματοποιείται μόνο για ένα άτομο κάθε φορά.
  - Ταυτόχρονη παρακολούθηση από άλλους επισκέπτες: παρότι μόνο ένα άτομο θα χρησιμοποιεί την εφαρμογή, είναι δυνατή η παρακολούθηση των προβαλλόμενων στοιχείων σύμφωνα με τις αλλαγές που προκαλεί ο χρήστης.
  - Σωστός φωτισμός: πρέπει να παρέχεται καλός και σταθερός φωτισμός, ώστε ο χρηστής να βλέπει καθαρά τα στοιχεία της διεπαφής ενώ προβάλλονται στην επιφάνεια.
  - Ασφάλεια εξοπλισμού: θα προβλέπεται η ασφαλής διατήρηση και χρήση του ανιχνευτή βλέμματος.

- Αλληλεπίδραση:
  - Οδηγίες χρήσης: θα πρέπει να περιλαμβάνονται οδηγίες χρήσης για τον τρόπο αλληλεπίδρασης με την καταδίωξη βλέμματος στη διεπαφή.
  - Κατάλληλος σχεδιασμός των αντικειμένων για την καταδίωξη βλέμματος: στόχοι μεγάλου μεγέθους με σαφή κενά μεταξύ τους για πιο εύκολη εστίαση και επιλογή, ώστε να αποφευχθούν οι λανθασμένες ενεργοποιήσεις και να μην κουράζει τον χρήστη.
  - Συνέχεια και συνέπεια στην ακολουθία των οθονών της διεπαφής.
  - Αποτελεσματική πλοήγηση: η συνέπεια στη διάταξη των στοιχειών πλοήγησης διευκολύνει την περιήγηση.

  - Ανάδραση: - Σαφής ένδειξη εξέλιξης εργασίας (θέση του χρήστη μέσα στο περιεχόμενο της διεπαφής, ακύρωση ενέργειας. - Ευκρινής επισήμανση της επιλογής του χρήστη και του αποτελέσματός της.

- Περιεχόμενο:
  - Σταθερή διάταξη στοιχείων (layout) οθόνης.
  - Διακριτοί στόχοι: αποφεύγεται η άσκοπη περιήγηση και κούραση των ματιών του χρήστη.
  - Τα στοιχεία πολυμέσων (ήχος, γραφικά) πρέπει να είναι καλής οπτικής ανάλυσης και ακουστικής.

III. Περιορισμοί.

- Επιλογή τεχνικών αλληλεπίδρασης:
  - σύμφωνες για την καταδίωξη βλέμματος.
  - κατάλληλων για τις ανάγκες της διεπαφής και την αποτελεσματική της χρήση.
- Σχεδιασμός που τις υποστηρίζει.

IV. Μετρικές Απόδοσης/Επίδοσης.

Οι μετρήσεις απόδοσης ή επίδοσης αποσκοπούν στην επαλήθευση/αξιολόγηση του σχεδιαζόμενου συστήματος προτού μεταβεί στο στάδιο της υλοποίησης του, αποτελούν δηλαδή το εργαλείο στην αξιολόγηση. Οι μετρικές απόδοσης/επίδοσης καθορίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις που έχουν ζητηθεί και εξετάζουν κατά πόσο το σύστημα ικανοποιεί τις λειτουργίες, τα χαρακτηριστικά και τους περιορισμούς του συστήματος. Μπορεί να φαίνεται ότι χρησιμεύουν μόνο στο τελικό στάδιο, αλλά η χρήση τους είναι απαραίτητη τόσο κατά τη διάρκεια της σχεδίασης και της πειραματικής υλοποίησης, όσο και της εγκατάστασης.

6.6 **Πλαίσιο Χρήσης**

Για την υλοποίηση της εφαρμογής ορίζεται και αναλύεται το πλαίσιο χρήσης. Θα περιλαμβάνει:

- το κοινό στο οποίο απευθύνεται η εφαρμογή,
- το περιβάλλοντα χώρο που θα γίνει η εγκατάσταση της εφαρμογής,
- την υποδομή τεχνικού εξοπλισμού που απαιτείται για την λειτουργία της,
- τα σενάρια χρήσης της.

Κρίνεται σημαντικό και χρήσιμο να γίνουν κατανοητά τα χαρακτηριστικά των αιθουσών ενός μουσείου, αλλά και η συμπεριφορά των ατόμων μέσα σε αυτούς. Πρόκειται για δύο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν το σχεδιασμό.

Σκοπός του πλαισίου χρήσης είναι να προσδιοριστούν και να αναλυθούν οι ανάγκες του χώρου, τα χαρακτηριστικά του απευθυνόμενου κοινού, αλλά και οι δυνατότητες της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος. Μέσα από την εξέταση όλων αυτών των βασικών στοιχείων προκύπτει, μετέπειτα, ο καθορισμός των απαιτήσεων και των χαρακτηριστικών της εφαρμογής.

6.6.1 **Απευθυνόμενο Κοινό**

Εφόσον η εφαρμογή καλείται να υλοποιηθεί στο χώρο ενός μουσείου, αυτόματα το απευθυνόμενο κοινό θα αποτελεί τους επισκέπτες του. Δηλαδή, όλοι όσοι επισκέπτονται το μουσείο και επιθυμούν να αλληλεπιδράσουν με την εφαρμογή που παρέχει ενημερωτικό υλικό για τα εκθέματά του, θα αποτελούν πιθανούς χρήστες της.

Επισκέπτες Μουσείου.

Σύμφωνα με τα γνωρίσματα συμπεριφοράς που έχουν παρατηρηθεί, [Mayr et al. 2009], [Falk 2010], [Sparacino 2002], οι επισκέπτες χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- τους *απαιτητικούς επισκέπτες* που θέλουν να μάθουν και να δουν όσο το δυνατόν περισσότερα.
- τους *επιλεκτικούς επισκέπτες* που αφιερώνουν χρόνο σε αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν ορισμένες έννοιες, παραμελώντας εντελώς κάποια άλλα.
- τους *πολυάσχολους επισκέπτες* που προτιμούν να κάνουν μια βόλτα στο μουσείο και να πάρουν μια γενική ιδέα της έκθεσης χωρίς να ξοδέψουν πολύ χρόνο στα εκθέματα.

Ένα σύστημα, όμως, που λειτουργεί σε κάποιο μουσείο πρέπει να ελκύει και να κρατά την προσοχή του επισκέπτη ζωντανή. Η τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος δεν είναι ένας ιδιαίτερα διαδεδομένος τρόπος αλληλεπίδρασης στο χώρο μουσείων για τα ελληνικά δεδομένα. Επομένως, πιστεύεται ότι η εισαγωγή της θα επιδράσει θετικά στην προσέλκυση του ενδιαφέροντος του κοινού με στοιχεία όπως η διαφορετικότητα, η περιέργεια, ο εντυπωσιασμός.

Για τη σχεδίαση της εφαρμογής κρίθηκε σκόπιμο να αναγνωριστούν οι χρήστες, που αναμένεται να το χρησιμοποιήσουν, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις γνώσεις τους, όσο και τη γλώσσα που επιθυμούν να χρησιμοποιούν κατά την πλοήγηση τους στη διεπαφή. Η κίνηση αυτή, υπαγορεύεται από την ανάγκη να ικανοποιηθεί όχι μια συγκεκριμένη ομάδα ατόμων, αλλά όλοι οι επισκέπτες του μουσείου ανεξαρτήτως μορφωτικού επιπέδου, εθνικότητας και δυνατοτήτων.

Οι ομάδες διαχωρίζονται βάσει την ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο τη γλώσσα και τις περαιτέρω ικανότητες και δεξιότητες (εννοούνται μαθησιακά ή κινητικά προβλήματα) των επισκέπτες του μουσείου και εν δυνάμει χρηστών της εφαρμογής.
Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ο εντοπισμός ομάδων χρηστών, όπως παρακάτω:

- Άτομα με γλωσσικές διαφορές.
- Άτομα με εξοικείωση ή μη στη χρήση νέων μορφών αλληλεπίδρασης.
- Άτομα με κινητικά προβλήματα ή χρήση αναπηρικού αμαξιδίου.

Η εξέταση της διαφορετικότητας μεταξύ των χρηστών δημιουργεί ορισμένες ανάγκες για το σύστημα της εφαρμογής.

- Γλωσσικές διαφορές: ανάγκη για απόδοση της πληροφορίας στα ελληνικά και σε τουλάχιστον ακόμα μια γλώσσα ευρέως ομιλούμενη, δηλαδή αγγλικά.
- Εξοικείωση στη χρήση νέων μορφών αλληλεπίδρασης: ανάγκη για σαφής οδηγίες χρήσης της διεπαφής και κατανοητό περιεχόμενο κατά την περιήγηση.
- Κινητικά προβλήματα ή χρήση αναπηρικού αμαξιδίου: ανάγκη για εύκολη πρόσβαση και χρήση της εφαρμογής (απευθύνεται κυρίως στο χώρο και τον τρόπο εγκατάστασης).

Οι ανάγκες που δημιουργούνται από το κοινό μπορεί να επηρεάσουν από το σχεδιασμό της διεπαφής μέχρι και τον τρόπο εγκατάστασης της εφαρμογής.

6.6.2 **Χώρος**

Η λειτουργία ενός συστήματος, η έκθεση στο σύνολο της και η αυθόρμητη αλληλεπίδραση με το προσωπικό και τους άλλους επισκέπτες είναι σημαντικά στοιχεία για την εμπειρία στο μουσείο. Τα μέσα μπορούν να δώσουν πληροφορία, να παρέχουν κάποιου είδους εμπειρίες, δεν μπορούν όμως να ταυτιστούν με τη συνολική εμπειρία που παρέχει το μουσείο. Είναι σημαντικό, λοιπόν, να έχει γίνει κατανοητή η σχέση της εφαρμογής με το περιβάλλον, γιατί ο ειδικός σχεδιασμός της και το πόσο καλά δουλεύει συχνά εξαρτάται από τη σχέση του με όλο το περιβάλλον.
[Hein et al. 1998], [Kelly 2011]

Ο Χώρος.

Ένας σημαντικός παράγοντας είναι το φυσικό πλαίσιο (περιβάλλον χώρος) μέσα στο οποίο λειτουργεί η εφαρμογή. Οι Hein & Alexander [1998] υποστηρίζουν ότι:

> *«Στο μουσείο η άνεση του επισκέπτη είναι απαραίτητη, αν θέλουμε να χρησιμοποιήσει το σύστημά μας. Ο προσανατολισμός αλλά και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες παίζουν ένα σημαντικό ρόλο. Τα επίπεδα φωτισμού, τα χρώματα των τοίχων, η τοποθέτηση των εξόδων και των εισόδων, ο θόρυβος, το πλήθος, η ροή των επισκεπτών, όλα επηρεάζουν τις αισθήσεις και την άνεση των επισκεπτών.»*

Σε ένα μουσείο, οι άνθρωποι πηγαίνουν εκεί που θέλουν, κάνουν αυτό που θέλουν επηρεαζόμενοι από μια μεγάλη ποικιλία παραγόντων που επιδρούν καταλυτικά σε αυτές τις αποφάσεις τους. Το μουσείο ανήκει στην κατηγορία των δημόσιων χώρων. Ως δημόσιος χώρος είναι τρισδιάστατος, οπτικός, ακουστικός και κυρίως δυναμικός. Τα μέσα που σχεδιάζονται για δημόσιους χώρους πρέπει να προσαρμόζονται στα χαρακτηριστικά του, όπως ακριβώς το περιεχόμενο της πληροφορίας στα χαρακτηριστικά των χρηστών. Εντοπίζονται, λοιπόν, ορισμένα καίρια σημεία που αφορούν την υλοποίηση της εγκατάστασης και της λειτουργίας του συστήματος εφαρμογής και μπορεί να επηρεάσουν και το σχεδιασμό της διεπαφής.

Για την επιτυχία του σχεδιαζόμενου συστήματος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι του χώρου που αφορούν: έλεγχο του φωτισμού, του ήχου και του περιβάλλοντος της αίθουσας. Στην παρούσα περίπτωση, όλα αυτά θα μελετηθούν σε υποθετικό επίπεδο καθότι δεν υφίσταται, ακόμα, ο φυσικός χώρος. Θα εμπεριέχονται, ωστόσο, ως λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος για την υλοποίηση του.

Προτείνεται χώρος εγκατάστασης με τα εξής χαρακτηριστικά:

- *Μοναδικός χώρος:* Υποθέτοντας ότι η έκθεση του μουσείου θα αποτελείται από αρκετούς διαφορετικούς θεματικούς τομείς προτείνεται η εγκατάσταση της εφαρμογής σε ένα χώρο μοναδικό. Με τον όρο μοναδικός, εννοείται ότι θα είναι διαμορφωμένος ειδικά για την εγκατάσταση και τη χρήση της εφαρμογής, ώστε να μην ενοχλούνται όσοι χρησιμοποιούν το σύστημα από τον πιθανό συνωστισμό που θα δημιουργείται μπροστά στην εγκατάσταση και να μην κατακλύζεται η αίθουσα από επισκέπτες που απλώς θέλουν να περιηγηθούν στον περιβάλλοντα χώρο.
- *Θέση παρατήρησης:* Η θέση παρατήρησης κρίνεται καλό να είναι σταθερή, ώστε να υπάρχει μια ισορροπία στο οπτικό πεδίο του χρήστη, να διευκολύνεται η φυσική κίνηση των ματιών του και παράλληλα να εντοπίζεται με μεγαλύτερη ακρίβεια το σημείο προσοχής.
- *Παροχή καθίσματος:* Προτείνεται η προαιρετική παροχή καθίσματος για την εξυπηρέτηση ατόμων με κινητικά προβλήματα ή ατόμων με ειδικές ανάγκες, αλλά και γενικότερα για την δημιουργία αίσθησης στον επισκέπτη/χρήστη ότι μπορεί να

περάσει κάποιο χρόνο χωρίς να ενοχλεί ή/και να ενοχλείται από τους παρευρισκόμενους.

- *Επιφάνεια προβολής:* Απαιτείται μια επιφάνεια που θα προβάλλεται η διεπαφή, όπως θα τη βλέπει ο χρήστης και θα καλείται να ενεργήσει.

6.6.3 **Τεχνικός Εξοπλισμός**

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η εφαρμογή θα ελέγχεται με το βλέμμα του χρήστη (gaze controlled application) και το χώρο που θα χρησιμοποιείται, επιλέχθηκε η κατάλληλη τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος.

Για την εφαρμογή θα χρησιμοποιηθεί ένας φορητός ανιχνευτής βλέμματος (mobile eye tracker), ώστε να εξασφαλίζεται η ελευθερία κίνησης του χρήστη και η ευκολία στις επιλογές του.

Μορφή & Λειτουργία Φορητού Ανιχνευτή Βλέμματος.

Υπάρχουν διάφοροι ανιχνευτές ματιών και μέθοδοι ανάλυσης για τον καθορισμό της θέσης του σημείου προσοχής.

- *Μορφή:* Η πιο συνηθισμένη περίπτωση φορητού ανιχνευτή βλέμματος έχει τη μορφή γυαλιών οράσεως με δυο κάμερες εγκατεστημένες επάνω του και μια εξωτερική μονάδα επεξεργαστή.
- *Λειτουργία:* Η μια κάμερα καταγράφει το μάτι του συμμετέχοντα, (προβλέπονται τρεις αόρατες υπέρυθρες τελείες), ενώ η δεύτερη κάμερα καταγράφει τη σκηνή από την οπτική γωνία του θεατή. Η βαθμονόμηση για θα δώσει ακριβή στοιχεία για τις κινήσεις των ματιών και το σημείο προσοχής του κάθε ατόμου, πραγματοποιείται από τα δεδομένα που δίνουν οι κάμερες. Και οι δύο εικόνες αποθηκεύονται χρησιμοποιώντας μια συσκευή εγγραφής των βίντεο. Η πιο χρήσιμη μορφή εξόδου των φορητών ανιχνευτών βλέμματος είναι ένα βίντεο που συνδυάζει τη σκηνή που παρατηρείται και τη θέση προσοχής του βλέμματος η οποία επισημαίνεται με ένα δείκτη (π.χ. μικρό κόκκινο σημάδι). Το βίντεο δεν μπορεί να αναλυθεί μέσω συμβατικού λογισμικού ανάλυσης βίντεο.

[Mayr et al 2009]

Ήδη υπάρχουν διάφοροι φορητοί ανιχνευτές βλέμματος (Βλ. Παράρτημα Π.2) σχεδιασμένοι για να ικανοποιούν πολλούς τομείς εφαρμογών.

Ο πιο σύγχρονος τεχνολογικά, αυτή τη στιγμή, είναι ο φορητός ανιχνευτής βλέμματος της εταιρείας "Tobii Technology". Η τεχνολογία που έχει αναπτύξει έχει ευρύ πεδίο εφαρμογών σε διάφορους τομείς (ερευνητικούς, εκπαιδευτικούς, ιατρικούς, εμπορικούς, ασφάλειας, ψυχαγωγίας). Επίσης, έχει αναπτύξει λογισμικά εφαρμογών (Tobii EyeAsteroids™, παιχνίδι απολύτως ελεγχόμενο με το βλέμμα) και φορητό υπολογιστή με δυνατότητα ελέγχου με το βλέμμα (Tobii Lenovo laptop). [w27], [w28], [w29]
Συνεπώς, κρίνεται ότι μπορεί να αποτελέσει λειτουργήσει με αξιόπιστα αποτελέσματα.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η τυπική συσκευή φορητού ανιχνευτή βλέμματος με την εξωτερική μονάδα επεξεργαστή, για την καταγραφή των δεδομένων από την παρακολούθηση των ματιών του χρήστη. Στο μέρος των γυαλιών είναι ενσωματωμένη η κάμερα που παρακολουθεί και καταγράφει την πορεία του βλέμματος, όπως αυτή προσδιορίζεται επάνω στην επιφάνεια που κοιτάζει ο χρήστης.

Εικόνα 6-1. Φορητός ανιχνευτής βλέμματος με τη μονάδα επεξεργαστή. (προϊόν της εταιρίας Tobbi Tecnology)

Ο υπόλοιπος εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- Λογισμικό: Ο φορητός ανιχνευτής βλέμματος υποστηρίζεται από λογισμικό ειδικά σχεδιασμένο να υποστηρίζει τις ιδιαίτερες απατήσεις της λειτουργίας του (π.χ. ο φορητός ανιχνευτής της Tobii υποστηρίζεται από το Tobii Studio Analysis Software). Απαιτήσεις εγκατάστασης στον υπολογιστή για την υποστήριξη του λογισμικού:
  - Είναι συμβατό με περιβάλλον Windows (XP, Vista και 7 (32 και 64-bit)).
  - Εγκατάσταση επιπρόσθετα Microsoft. NET Framework 3.5 SP1.
  - Εγκατάσταση DirectX, έκδοση 9 ή μεγαλύτερη (DirectX 10 για τα Windows Vista).

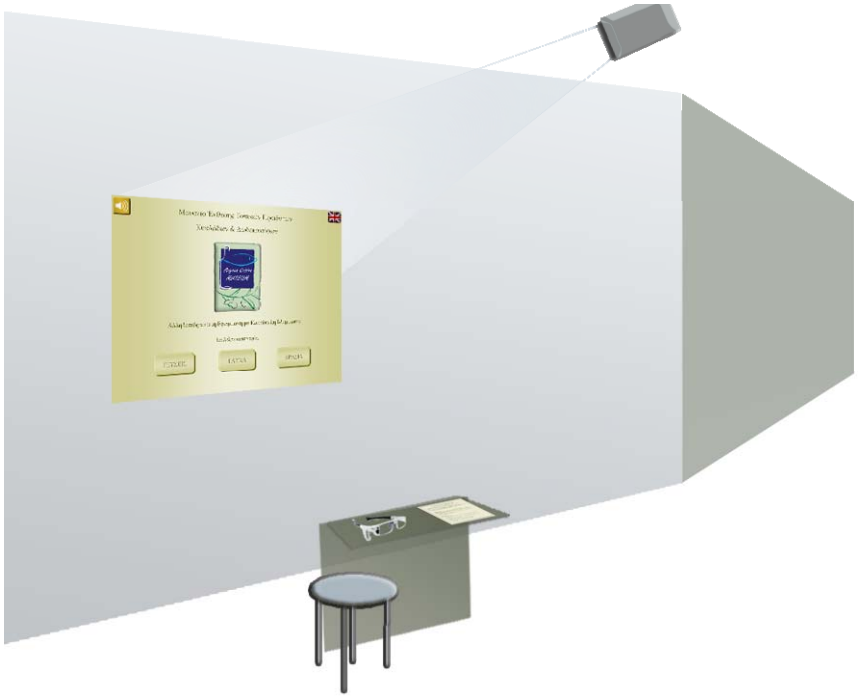
- Κάμερα σκηνής (scene camera): Θα προβάλλει τις οθόνες της διεπαφής στην επιφάνεια προβολής. Η κάμερα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον ανιχνευτή βλέμματος.

- Ηχητική εγκατάσταση: Μεγάφωνα για την παροχή ήχου απευθείας από την εφαρμογή ή παροχή ακουστικών στο χρήστη.

Αναπαράσταση Εγκατάστασης & Περιγραφή

Παρουσιάζεται μια εικονική, ενδεικτική αναπαράσταση του χώρου με την εγκατάσταση της εφαρμογής και τον εξοπλισμό της.

- Ο χώρος εγκατάσταση βρίσκεται σε ξεχωριστό σημείο του μουσείου, χωρίς να παρεμβάλλεται από την υπόλοιπη έκθεση.
- Μια σταθερή κάμερα προβάλει τη διεπαφή στην επιφάνεια ενός τοίχου.
- Η θέση παρατήρησης ορίζεται με τη ύπαρξη ενός σταθερού τραπεζιού (stand table): Ο χρήστης μπορεί να πλησιάσει στη διεπαφή μέχρι το σημείο που βρίσκεται ο φορητός ανιχνευτής βλέμματος και οι οδηγίες χρήσης της εφαρμογής.
- Στο ίδιο σημείο, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το κάθισμα που του παρέχεταιι, για όσο χρησιμοποιεί την εφαρμογή.



Εικόνα 6-2. Ενδεικτική απεικόνιση χώρου εγκατάστασης. Επιφάνεια προβολής, κάμερα προβολής, κάθισμα, stand table για την παροχή ενημέρωσης σχετικά με τη εφαρμογή και τοποθέτηση του φορητού ανιχνευτή βλέμματος.

6.6.4 **Σενάρια Χρήσης**

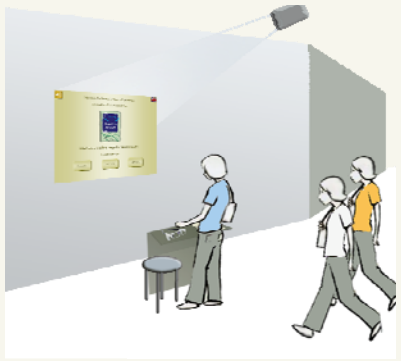
Η επίσκεψη στο μουσείο και η ενασχόληση με ένα σύστημα εφαρμογής που λειτουργεί σε μια αίθουσά του, μπορεί να αποτελεί μια κοινωνική εμπειρία. Ιδιαίτερα η χρήση της εφαρμογής μπορεί συχνά να παρακινεί συζητήσεις ανάμεσα στους επισκέπτες.

Διαδικασία Χρήσης.

Ο επισκέπτης αφού εισέλθει στο χώρο εγκατάστασης της εφαρμογής θα πραγματοποιεί μια σειρά ενεργειών:

- Ενημερώνεται για το είδος της εφαρμογής.
- Διαβάζει τις οδηγίες χρήσης και τις τεχνικές που διατίθενται για την αλληλεπίδραση.
- Φοράει τα γυαλιά gaze tracker.
- Γίνεται η βαθμονόμηση και τα στοιχεία που προκύπτουν καταχωρούνται στη μονάδα επεξεργαστή για όσο διαρκεί η αλληλεπίδραση.
- Ο επισκέπτης μπορεί πλέον να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή.

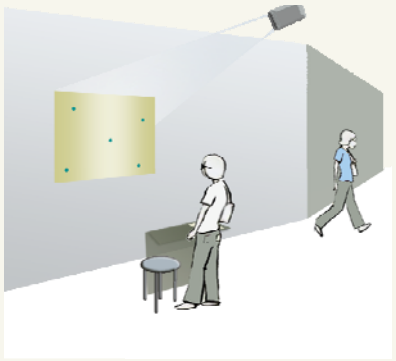
Παρακάτω δίνεται μια ακολουθία κινήσεων (storyboard) που παρουσιάζουν την πιθανή συμπεριφορά του κοινού και της χρήσης της εφαρμογής.



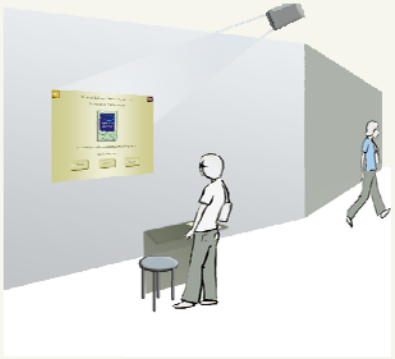
1. Ένας χρήστης ολοκληρώνει την περιήγηση του με την εφαρμογή, ενώ κάποιοι επισκέπτες πλησιάζουν.

2. Αφού ο χρήστης τελειώσει, συζητά με τους υπόλοιπους.

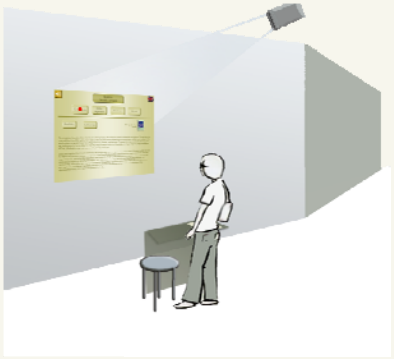
3. Ο ένας επισκέπτης παίρνει τον εξοπλισμό.



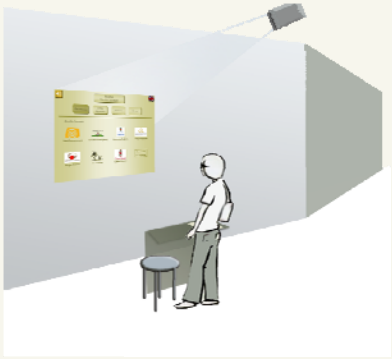
4. Φοράει τον εξοπλισμό. Γίνεται η βαθμονόμηση.



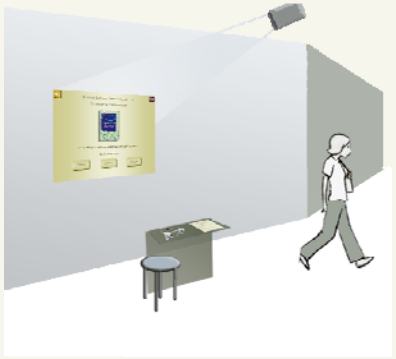
5. Ξεκινά την περιήγηση. Κοιτάει την προβολή και εμφανίζεται η αρχική οθόνη της διεπαφής.



6. Επιλέγει ένα σύνδεσμο και εμφανίζεται κείμενο / ή και φωνή που του αφηγείται το κείμενο.



7. Επιλέγει έναν άλλο σύνδεσμο και του εμφανίζονται εικόνες για να επιλέξει.



8. Ολοκληρώνει την αλληλεπίδραση, ικανοποιημένος.

Διάγραμμα 6-1. Storyboard χρήσης της εφαρμογής.

6.7 **Τεχνικές Αλληλεπίδρασης**

Οι τεχνικές αλληλεπίδρασης αποτελούν ζωτικό στοιχείο της εφαρμογής. Για να δημιουργηθεί μια αποτελεσματική και λειτουργική εφαρμογή με αλληλεπίδραση μέσω του βλέμματος, θα πρέπει να είναι σε θέση να πραγματοποιεί τις βασικές πράξεις/ενέργειες, όπως και το συμβατικό ποντίκι σε μια παραδοσιακή γραφική διεπαφή χρήστη (GUI), δηλαδή την κατάδειξη, την επιλογή, την μετακίνηση και την απόθεση.

Στην παρούσα εφαρμογή δεν απαιτείται να χρησιμοποιούνται όλες οι παραπάνω πράξεις. Για την αλληλεπίδραση των χρηστών με τη διεπαφή της εφαρμογής επιλέχθηκαν τεχνικές αλληλεπίδρασης αναλόγως με τις ανάγκες που προβάλουν τα διάφορα στάδια αλληλεπίδρασης και οι δράσεις που πρέπει να επιτευχθούν. Οι τεχνικές θα απασχολήσουν την *επιλογή*, την *προβολή* στοιχείων και την *ανάδραση* του συστήματος προς το χρήστη για την ορθότητα των ενεργειών του.
Η επιλογή των τεχνικών αλληλεπίδρασης γίνεται σύμφωνα με όσα έχουν παρουσιαστεί στο Κεφάλαιο 3.

I. Τεχνική Επιλογής Στοιχείου.

Η επιλογή είναι μια ενέργεια που συντελείται με δυο δράσεις την «κατάδειξη» (pointing) και την «επιλογή» (selection) ως ενεργοποίηση, οι οποίες όμως δεν γίνονται αντιληπτές από το χρήστη στην πράξη. Για την καταδίωξη βλέμματος. από άποψη σχεδιασμού της αλληλεπίδρασης, είναι πολύ σημαντικό να διαχωρίζονται σαφώς οι δράσεις αυτές για την αποφυγή πολλαπλών ή/και ψευδών ενεργοποιήσεων (Midas Touch) με αποτέλεσμα την ενόχληση του χρήστη.

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές για την υπόδειξη και την ενεργοποίηση στοιχείου:
- Χρονική Παραμονή (Dwell time) (§3.1.2).
- Κοίταγμα και Αυτόματη Ενεργοποίηση (Look & Shoot) (§3.1.3).
- Quick Glance & Δυαδική Επιλογή (Binary Choice) (§3.1.4): δεν επιλέχθηκε. Η τεχνική μπορεί να μπερδέψει τους χρήστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος.
- Εμφάνιση και Επιλογή από μενού (§3.1.5): δεν επιλέχθηκε. Η διεπαφή δεν παρουσιάζει την ανάγκη ύπαρξης μενού.

Για την εφαρμογή, τελικά, επιλέχθηκαν να χρησιμοποιηθούν οι τεχνικές «Dwell time» και «Look & Shoot».

- «Dwell time»

  Με την τεχνική Dwell time, ο χρήστης μπορεί να κοιτάξει σε ένα αντικείμενο και αφού σταθεροποιήσει το βλέμμα πάνω του για ορισμένο χρονικό διάστημα θα πραγματοποιηθεί η ενέργεια που «κρύβει» το αντικείμενο από πίσω.

  Σύμφωνα με το φορητό ανιχνευτή βλέμματος που προτείνεται για την εφαρμογή, η τεχνική αυτή εξυπηρετεί την ελευθερία κίνησης και τη φυσιολογική λειτουργία των ματιών του χρήστη. Ωστόσο, απαιτεί καλή βαθμονόμηση για να έχει επιτυχία και να μην κουράζει το χρήστη κατά τη προσπάθεια του να ενεργοποιήσει ένα στοιχείο.

- «Look & Shoot»

Με την τεχνική Look & Shoot, ο χρήστης κοιτάζει σε ένα αντικείμενο και ταυτόχρονα πατά ένα κουμπί για να ενεργοποιήσει μια δράση, χωρίς να απαιτείται χρονική παραμονή του βλέμματος στο στόχο.
Η τεχνική μπορεί να υποστηρίξει ελευθερία κίνησης και φυσιολογική λειτουργία των ματιών. Ο φορητός ανιχνευτής βλέμματος, όμως, μπορεί να την υποστηρίξει εν μέρει,

γιατί δεν προβλέπεται από το σχεδιασμό του η ύπαρξη κουμπιού που θα πατάει ο χρήστης όποτε επιθυμεί ενεργοποίηση. Η ανάγκη αυτή μπορεί να καλυφθεί από την εγκατάσταση της εφαρμογής. Με τη δημιουργία σταθερής θέσης παρατήρησης μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα επίπεδο το κουμπί ενεργοποίησης ή να δίνεται η δυνατότητα χρήσης ασύρματης συσκευής χειρισμού.

II. Τεχνική Προβολής Στοιχείου.

Λόγω χώρου και αισθητικής δεν είναι δυνατή η προβολή πολλών πληροφοριών σε μια οθόνη, έτσι δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη αν επιθυμεί να επιλέξει την προβολή επιπλέον πληροφοριών για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο. Η προβολή στοιχείων, όπως π.χ. μεγαλύτερη φωτογραφία για καλύτερη οπτική, επεξηγηματικές πληροφορίες για ένα αντικείμενο, θα στηριχτεί στις τεχνικές μεγέθυνσης αντικειμένου. Έχουν παρουσιαστεί οι εξής:

- Δυναμική Επέκταση Στόχου (expanding target) (§3.3.2).
- Fisheye (§3.3.3): δεν επιλέχθηκε. Η εμφάνιση της μεγεθυμένη περιοχή μπορεί να κουράσει τους χρήστες.
- Zoom Navigator (§3.3.4): δεν επιλέχθηκε. Είναι τεχνική που βρίσκει καλύτερη εφαρμογή σε γραφικά περιβάλλοντα όπως τα Windows, εδώ δεν επιθυμείται μεγέθυνση προκειμένου να γίνει μια πιο ειδική επιλογή πάνω στη περιοχή προσήλωσης.
- EyePoint (§3.3.5).

Η προβολή στοιχείου θα βασιστεί στη μεγέθυνση, με τις τεχνικές «Δυναμική Επέκταση Στόχου» (expanding target) και «EyePoint».

- «Expanding Target»

Στη δυναμική επέκταση στόχου (expanding target), οι στόχοι μεγεθύνονται μόλις σταθεροποιηθεί το βλέμμα πάνω τους. Αποτελεί μια λύση στο πρόβλημα του περιορισμένου χώρου στις οθόνες, προβάλλοντας το αντικείμενο/στόχο με μεγαλύτερη ευκρίνεια.

- «EyePoint»

Το EyePoint είναι μια τεχνική που χρησιμοποιεί το βλέμμα για να εντοπίσει το στόχο και τη χρήση ενός κουμπιού για να την ενεργοποίηση ενός αναδυόμενου παράθυρου που περιέχει το στόχο μεγεθυμένο. Όσο ο στόχος βρίσκεται σε μεγέθυνση ο χρήστης μπορεί να κάνει επιλογές όπως στη περίπτωση του κανονικού μεγέθους του.

III. Τεχνική Ανάδρασης (feedback).

Η παροχή ανάδρασης του συστήματος για την ορθότητα της επισήμανσης και της επιλογής του χρήστη ή για την υπόδειξη λάθους αποτελεί ακόμα μεγαλύτερη ανάγκη για εφαρμογές που ελέγχονται με το βλέμμα. Όπως αναλύθηκε (§3.8), η ανάδραση στην καταδίωξη βλέμματος εντοπίζεται με τρεις βασικές τεχνικές:

- *Ηχητική:* Η λειτουργία του Λόγου δεν χρησιμοποιεί καμία οπτική ανατροφοδότηση. Ένα ηχητικό σήμα (χαρακτηριστικός ήχος ή ομιλία) ακούγεται όταν γίνει η επιλογή.
- *Οπτική (επίπεδο Α):* Όλο το πλαίσιο του στοιχείου αλλάζει χρώμα (π.χ. κόκκινο) όταν έχει επιλεχθεί.
- *Οπτική (επίπεδο Β):* Το στοιχείο τονίζεται όταν εστιαστεί και έπειτα, κατά την επιλογή του, θα αλλάζει χρώμα.

Για την εφαρμογή θα χρησιμοποιηθούν και οι δυο περιπτώσεις: οπτική και ηχητική ανάδραση.

- Οπτική ανάδραση.

Η οπτική ανάδραση θα παρέχεται με την επισήμανση του βλέμματος όταν βρίσκεται πάνω σε ευαίσθητο αντικείμενο, δηλαδή σε αντικείμενο που μπορεί να προκαλέσει κάποια ενέργεια. Η επισήμανση θα έχει τη μορφή ενός χρωματιστού κυκλικού σημαδιού.

- Ηχητική ανάδραση.

Η ηχητική ανάδραση θα παρέχεται μετά από ενεργοποίηση της από το χρήστη. Η δυνατότητα ενεργοποίησης/απενεργοποίησης (on/off) δίνεται καθ' όλη τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης με τη διεπαφή. Το είδος του ηχητικού σήματος μπορεί να είναι ένας απλός ήχο, όπως ένα «μπιπ» ή «κλικ», όταν το στοιχείο εστιάζεται ή επιλέγεται, ή ηχητικό μήνυμα (ομιλία) που θα περιγράφει με συντομία την κάθε ενέργεια.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ηχητική ανάδραση δεν θα παραγκωνίζει την οπτική, αλλά θα τη συμπληρώνει εάν επιλεχθεί η ενεργοποίηση της. δηλαδή οι τεχνικές θα λειτουργούν συνδυασμένες.

Η καλή εφαρμογή και η αποδοτική λειτουργία των τεχνικών αλληλεπίδρασης εξαρτάται πρώτα απ᾽όλα από το σχεδιασμό της διεπαφής. Η ευχρηστίας τους εξαρτάται από τον αξιόπιστο τεχνικό εξοπλισμό και από την υποκειμενική άποψη των χρηστών βάση των ικανοτήτων τους κατά τη χρήση τους στην αλληλεπίδραση με τη διεπαφή.

Τελική επιλογή τεχνικών αλληλεπίδρασης.

Οι απαιτήσεις της εφαρμογής και η λειτουργία κάθε τεχνικής οδηγούν στην τελική επιλογή για την αλληλεπίδραση με την δημιουργία ενός συνδυασμού των παραπάνω, με δυο περιπτώσεις, που θα αφορούν την επιλογή και την προβολή. Η επιλογή των τεχνικών ανά συνδυασμό έγινε βάση των απαιτήσεων λειτουργίας τους, για να αποφευχθεί η σύγχυση του χρήστη.

- Περίπτωση 1: Συνδυασμός των τεχνικών «Dwell time» και «Δυναμική Επέκταση Στόχου» (expanding target).

Οι τεχνικές μπορούν να συνδυαστούν γιατί και οι δυο λειτουργούν μόνο με τη χρήση του βλέμματος για την επιλογή και την ενεργοποίηση ενεργειών.

- Περίπτωση 2: Συνδυασμός των τεχνικών «Look & Shoot» και «EyePoint».

Οι τεχνικές μπορούν να συνδυαστούν γιατί και οι δυο απαιτούν την χρήση ενός κουμπιού ενεργοποίησης της επιλογής που έχει γίνει με το βλέμμα.
Ο συνδυασμός αυτός δίνει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης σε χρηστές που δεν έχουν καλό έλεγχο στη σταθεροποίησης των ματιών τους και η εξολοκλήρου χρήση του βλέμματος θα αποτελεί κουραστική διαδικασία.

- Ανάδραση.

Ένα χαρακτηριστικό σημάδι θα ακολουθεί πάντα το βλέμμα του χρήστη (όπως συμβαίνει με τον κέρσορα ή δρομέα) υποδεικνύοντας τη θέση του βλέμματος κάθε στιγμή. Οι τεχνικές ανάδρασης για τις δυο περιπτώσεις θα εμφανίζονται με τον ίδιο τρόπο, αλλά μικρές διαφοροποιήσεις.

Η εφαρμογή των τεχνικών αλληλεπίδρασης θα παρουσιαστεί στο επόμενο Κεφάλαιο ($7^{ο}$).

6.8 **Σύνοψη**

Στο Κεφάλαιο 6 περιγράφηκε ένα εννοιολογικό πλαίσιο που αφορά το σχεδιασμό εφαρμογής για χρήση σε μουσεία, η οποία θα βασίζεται στον έλεγχο με το βλέμμα του χρήστη.

Ακολουθήθηκε μια σταδιακή ανάλυση των σχεδιαστικών αρχών που διέπουν το σχεδιασμό διεπαφών. Μελετήθηκαν οι αρχές σχεδίασης συγκεκριμένα για την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος και τα είδη εφαρμογών σε μουσεία. Περιγράφηκε το περιβάλλον της εγκατάστασης, το κοινό που θα απευθύνεται και το σενάρια χρήσης. Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, εντοπίζονται και καταγράφονται οι σχεδιαστικές απαιτήσεις που πρέπει να ακολουθεί η σχεδίαση για την εφαρμογή.

Τέλος, έγινε επιλογή των τεχνικών που θα χρησιμοποιούνται για την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή μέσω της διεπαφής που σχεδιάστηκε. Η σχεδίαση και η εφαρμογή τους παρουσιάζεται και αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο.

7^{Ο} ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Σχεδίαση Διαδραστικής Διεπαφής

Για την επιτυχία μιας εφαρμογής πολυμέσων καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει η σχεδίαση της διεπαφής χρήστη. Αποτελεί το σύνορο αλλά και το μέσο επικοινωνίας της εφαρμογής με τον χρήστη. Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στη σχεδίαση της διεπαφής, ώστε η εφαρμογή να αποτελεί ένα ελκυστικό, εργονομικό, φιλικό και αλληλεπιδραστικό τρόπο πληροφόρησης.

Σύμφωνα με ότι έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια (2^{ο}, 3^{ο}) υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που δημιουργεί η εφαρμογή της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος και επηρεάζουν τη σχεδίαση μιας διεπαφής με αυτό το μέσο αλληλεπίδρασης.

Όπως, αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (6^{ο}) δημιουργήθηκαν οι υποδομές για την σχεδίαση αλληλεπιδραστικής εφαρμογής για την υλοποίηση της σε ένα χώρο μουσείου παρέχοντας ενημερωτικό υλικό σε τμήμα εκθεμάτων προς τους επισκέπτες.

Το παρόν κεφάλαιο, λοιπόν, συνοψίζει όλα όσα αναλύθηκαν και συνθέτει τη γνώση που αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια αυτής της έρευνας, εντοπίζοντας τις προκλήσεις στον σχεδιασμό με το βλέμμα ως μέσο για την αλληλεπίδραση και παρουσιάζοντας τη σχεδιαστική πρόταση για εφαρμογή της σε ένα χώρο μουσείου.

7.1 **Περιεχόμενο Διεπαφής**

Πηγή έμπνευσης του θέματος αποτέλεσε η δημιουργία μουσείου έκθεσης τοπικών προϊόντων από νησιά του Νοτίου Αιγαίου (νομός Κυκλάδων, νομός Δωδεκανήσων).

Αφορμή στάθηκε η πρωτοβουλία «AegeanCuisine» (ένα σύστημα μελών-επιχειρήσεων των νησιών του Νοτίου Αιγαίου) με σκοπό την αξιοποίηση της ιδιαίτερα πλούσιας αιγαιοπελαγίτικης οίνο-γαστρονομίας, προς όφελος της ανάδειξης και προβολής των

τοπικά παραγόμενων προϊόντων, ιδιαίτερα δε των κρασιών (Βλ. Παράρτημα Π.4). Από την κίνηση αυτή έγινε και η άντλησης του περιεχομένου της διεπαφής.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφερθεί ότι η σχεδίαση αυτής της εφαρμογής δεν αποτελεί ολοκληρωμένη πρόταση για χρήση της σε χώρο μουσείου, αλλά ένα πρωτότυπο της διεπαφής. Για το λόγο αυτό η ανάπτυξη της περιορίστηκε σε μια μόνο θεματική ενότητα και όχι σε όλο το εύρος της πληροφορίας, που θα μπορούσε να καλύψει σε όποια άλλη περίπτωση.

7.2 Η Διεπαφή στην Καταδίωξη Βλέμματος

Ο όρος διεπαφή χρήστη (user interface) είναι το σύνολο των συστατικών ενός συστήματος το οποίο επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ συστήματος και χρήστη.

Η σχεδίαση εφαρμογής και διεπαφής του χρήστη (user interface) είναι μια περιοχή που παρουσιάζει ειδικές προκλήσεις για συστήματα που σχεδιάζονται για μουσεία. «Πώς ξεκινά, σταματά, διακόπτεται;», «Πώς ο χρήστης επικοινωνεί με αυτό;», «Ένα σύστημα στο μουσείο πρέπει να είναι εύκολο να το μάθεις.», «Η τεχνολογία πρέπει να είναι "προφανής"», είναι ορισμένα ερωτήματα που πρέπει να θέτει ο σχεδιαστής, κατά τη διαδικασία σχεδίασης.

Για τη σχεδίαση της θα ακολουθηθούν κάποιες προδιαγραφές, όπως ορίζονται παρακάτω. Οι σχεδιαστικές προδιαγραφές απαντούν στις απαιτήσεις που ορίστηκαν στο κεφάλαιο 6 για την εφαρμογή. Είναι πιο ειδικές και συγκεκριμένες οδηγίες για τη λειτουργία της διεπαφής και αφορούν:

- τη διάταξη των στοιχείων (layout),
- το μέγεθος στόχου,
- τα γραφικά,
- την πλοήγηση,
- την προβαλλόμενη πληροφορία.

Σκοπός τους είναι η δημιουργία μιας διεπαφής που θα επιτρέπει στο χρήστη να εντοπίζει, να επεξεργάζεται και να κατανοεί εύκολα και γρήγορα την πληροφορία και ταυτόχρονα να διευκολύνεται η αλληλεπίδρασή του με καταδίωξη βλέμματος.

I. Διάταξη Στοιχείων (layout).

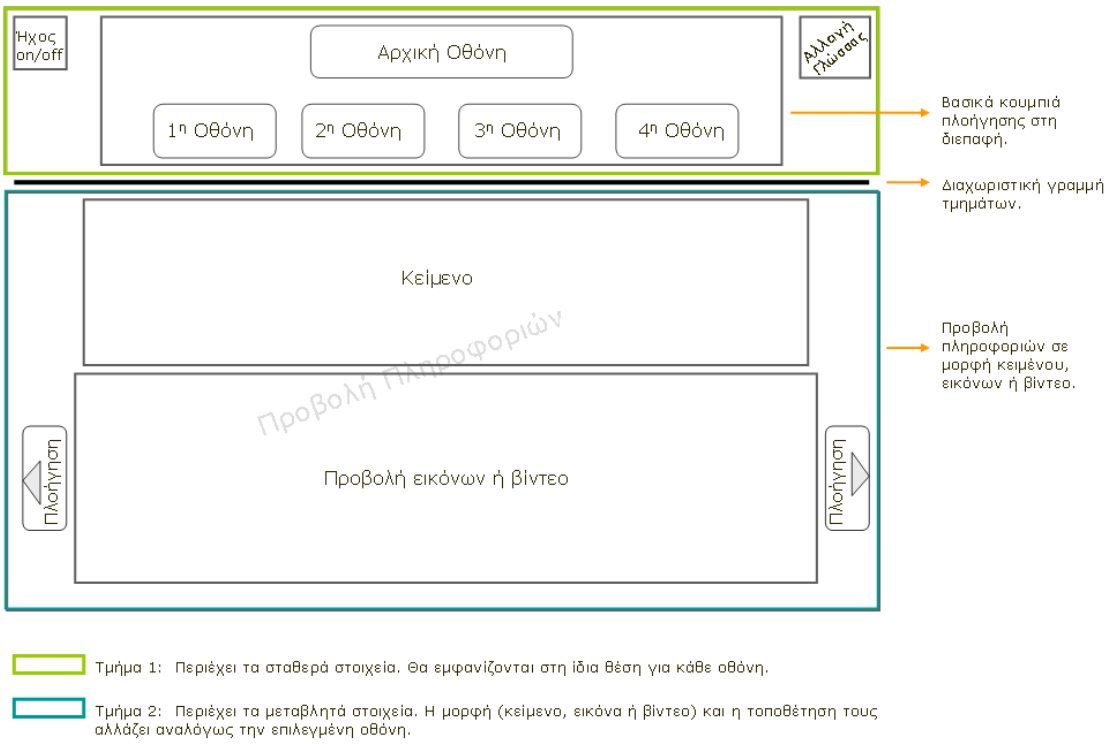
Σε μια προσπάθεια ανάδειξης της διάταξης των στοιχείων της διεπαφής σχεδιάστηκε αφηρημένα σε επίπεδο πλαισίων (wireframes) η απεικόνιση μιας βασικής σελίδας. Κατά τη σχεδίαση ενός πρωτοτύπου σε πλαίσια (wireframes), αρχικά καταγράφονται οι σημαντικές κατηγορίες και η μορφή του περιεχομένου και στη συνέχεια τοποθετούνται σε πλαίσια ανάλογα με τη σημαντικότητά τους. Όπως υποστηρίζει ο Κουτσαμπάσης [2011], για τη σχεδίαση πρωτοτύπων σε πλαίσια, η σημαντικότερη σχεδιαστική απόφαση είναι η προτεραιότητα του περιεχομένου από την οπτική του χρήστη.

Έτσι, λήφθηκε υπόψη ποιο περιεχόμενο είναι το πιο σημαντικό για το χρήστη και σε ποια μορφή. Το layout της οθόνης, η πλοήγηση και η ορολογία που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι απλά, ξεκάθαρα και συνεπή.

Η διάταξη χωρίζεται σε δυο οριζόντια τμήματα, ίδια για όλες τις οθόνες της διεπαφής.

- Πρώτο τμήμα: περιέχει τα σταθερά στοιχεία που εμφανίζονται στη ίδια θέση για κάθε οθόνη και εξυπηρετούν στην πλοήγηση μεταξύ τους.
- Δεύτερο τμήμα: περιέχει μεταβλητά στοιχεία που αφορούν την προβολή πληροφορίας αναλόγως το θέμα της οθόνης που έχει επιλέξει να δει ο χρήστης. Οι διαστάσεις του παραμένουν σταθερές κάτι που οδηγεί στον περιορισμό της προβαλλόμενης πληροφορίας. Η μορφή της πληροφορίας είναι κείμενο, εικόνες και βίντεο.

Στο *Διάγραμμα 7-1* παρουσιάζεται η βασική διάταξη που ακολουθήθηκε για την σχεδίαση των οθονών στη διεπαφή και επεξηγείται το είδος πληροφορίας που παρέχεται σε κάθε περιοχή.



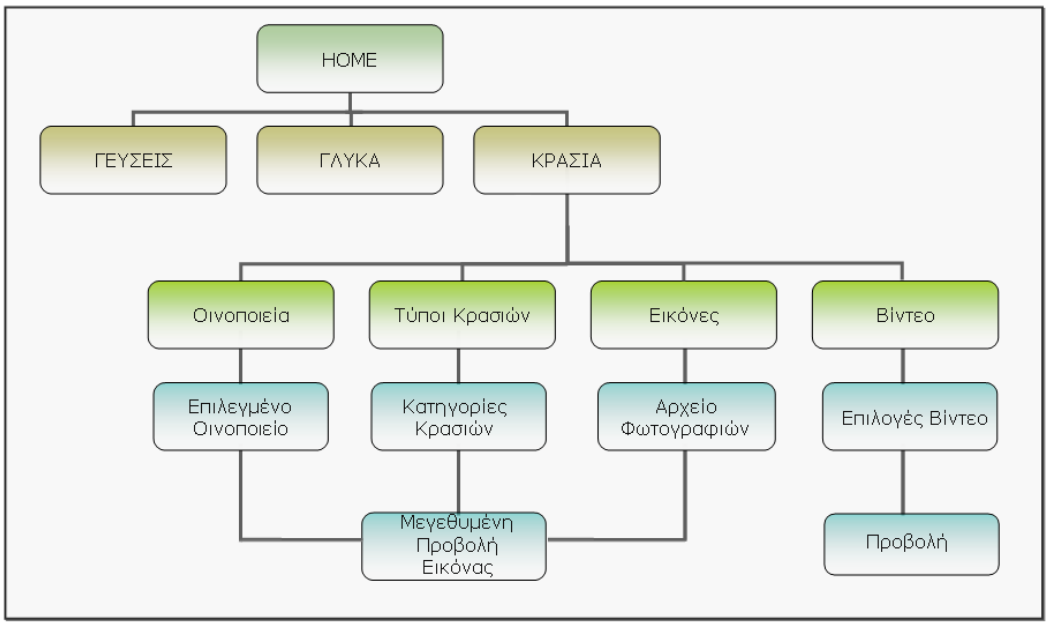
Διάγραμμα 7-1. Wireframe. Διάταξη στοιχείων στις οθόνες της διεπαφής.

IV. Πλοήγηση.

Η πλοήγηση μεταξύ των οθονών θα είναι ξεκάθαρη, διαισθητική, θα εξυπηρετεί τον ενημερωτικό σκοπό για χρήση σε ένα μουσείο. Πρέπει να προάγει τη γρήγορη εύρεση πληροφορίας, χωρίς να κουράζει το χρήστη.

- Παρέχονται επιπλέον ενδείξεις πλοήγησης και θα είναι πιο έντονες (χρωματικά).
- Κάθε σύνδεσμος βρίσκεται πάντα στην ίδια θέση και ενεργοποιεί μια λειτουργία.
- Ένδειξη κατηγορίας που βρίσκεται ο χρήστης.
- Αποφεύγεται η εμφάνιση κατακόρυφου μενού (pull down menu) και κατακόρυφης πλοήγησης.
- Παρέχεται κύλιση δεξιά/αριστερά για την προβολή στοιχείων.
- Προβολή ανά 3-4 εικόνες κάθε φορά και την διευκόλυνση της επιλογής τους με το βλέμμα.
- Δεν χρησιμοποιείται μεγάλη ιεραρχία, αλλά ομαδοποίηση πληροφοριών σε σημαντικές κατηγορίες.

Στο *Διάγραμμα 7-2* παρουσιάζεται η ιεράρχηση των οθονών και η ακολουθία της πληροφορίας στη διεπαφή.



Διάγραμμα 7-2. Ιεράρχηση οθονών διεπαφής.

II. Μέγεθος Στοιχείων.

Λόγω της φύσης των κινήσεων των ματιών είναι δύσκολο να ελεγχτεί η τοποθέτηση και εστίαση τους σε ένα σημείο. Με την παροχή στοιχείων μεγαλύτερων σε μέγεθος από ότι συνηθίζεται, αυξάνεται η επιφάνεια στόχου και ελαχιστοποιούνται οι λανθασμένες ενεργοποιήσεις, [8].

Για τη σχεδίαση στόχου (επιλογής):

- οι στόχοι πρέπει να είναι μεγαλύτεροι σε μέγεθος.
- Πρέπει να παρέχεται ξεκάθαρη ένδειξη/επιβεβαίωση ότι ο στόχος επιλέχθηκε και θα πρέπει η επιβεβαίωση αυτή να είναι ορατή στους χρήστες οι οποίοι δεν αναμένεται να εντοπίζουν μικρές αλλαγές.
- Οι οθόνες ή τα ενεργά κουμπιά που βρίσκονται στην ίδια ιεραρχία πρέπει να βρίσκονται στην αναμενόμενη περιοχή πάνω στην οθόνη.

III. Γραφικά.

Ο σχεδιασμός των γραφικών και η χρήση χρώματος, σε όλα όσα περιλαμβάνει η διεπαφή, ακολουθούν ορισμένους κανόνες. Σκοπός είναι η συνέπεια στην προβολή των στοιχείων, για να μη δημιουργείται σύγχυση στο χρήστη.

Χρήση γραφικών:

- Πρέπει να είναι σχετικά και όχι μόνο για διακόσμηση. Τα κείμενα και οι εικόνες δεν θα παρουσιάζονται σε κίνηση (animations).
- Οι εικόνες θα έχουν επεξηγηματικά κείμενα και θα παρουσιάζονται με την ίδια μορφή από όποια κατηγορία και αν προέρχονται.

- Τα εικονίδια, που θα αποτελούν βασικά λειτουργικά στοιχεία για την αλληλεπίδραση, είναι απλά, με νόημα και το κάθε ένα θα ενεργοποιεί/παράγει και μια λειτουργία.

Χρήση χρωμάτων:

- Το περιεχόμενο δεν πρέπει να είναι μονοχρωματικό (εννοούνται όλα τα χρώματα εκτός μαύρου και άσπρου).
- Η χρήση των χρωμάτων θα είναι συντηρητική. Τα χρώματα θα ανήκουν στην ίδια χρωματική παλέτα, ώστε να δημιουργείται ομοιομορφία, να μην κουράζουν τα μάτια του χρήστη και να διευκολύνεται η εστίαση χωρίς να αποσπάται η προσοχή του.
- Αποφεύγονται εντελώς τα έντονα χρώματα και οι έντονες αντιθέσεις.
- Το φόντο της οθόνης δεν πρέπει να είναι τελείως λευκό ή να αλλάζει γρήγορα φωτεινότητες με την αλλαγή οθονών. Επίσης, πρέπει να υπάρχει μια υψηλή αντίθεση μεταξύ του προσκήνιου και του φόντου (π.χ. αποφεύγεται το χρωματιστό κείμενο σε χρωματιστό φόντο).
- Εξασφαλίζεται η ικανοποιητική και κατανοητή προβολή στοιχείων και κειμένου σε ασπρόμαυρη οθόνη.
- Οι οθόνες ή τα ενεργά κουμπιά που βρίσκονται στην ίδια ιεραρχία πρέπει πάντα να είναι του ίδιου χρώματος.

V. Προβαλλόμενη Πληροφορία.

Η πληροφορία χωρίζεται, όπως και τα τμήματα τη διεπαφής, σε σταθερή (στο 1^{ο} τμήμα) και μεταβαλλόμενη (στο 2^{ο} τμήμα) που θα διαφέρει από οθόνη σε οθόνη, σύμφωνα με ότι θα ορίζεται από την επιλογή που γίνεται στο 1^{ο} τμήμα της διεπαφής. Ορισμένοι περιορισμοί προέρχονται από ότι η διεπαφή προβλέπεται για ενημέρωση σε χώρο μουσείου και το γεγονός ότι οι διαστάσεις του 2^{ου} τμήματος θα παραμένουν σταθερές. Και οι δυο περιορισμοί οδηγούν στην επιλογή πληροφορίας με σύντομο, περιεκτικό και ενημερωτικό περιεχόμενο με σκοπό να μην κουράζεται ο χρήστης κατά την αλληλεπίδρασή του. Το είδος των πληροφοριών που παρέχονται είναι κείμενο, εικόνες και βίντεο.

Η μορφή του κειμένου:

- Αποφεύγεται το κινούμενο κείμενο.
- Παρουσιάζεται σε αριστερή στοίχιση, με μικρές σε μήκος γραμμές και όχι με κεφαλαία (το πρώτο κεφαλαίο και τα υπόλοιπα μικρά).
- Υπάρχει κενό μεταξύ των γραμμών.
- Μέγεθος γραμμάτων κειμένου: 13-14 στιγμές.
- Οι επικεφαλίδες κατηγοριών είναι ξεκάθαρες: 14-16 στιγμές.
- Αποφεύγονται οι φανταχτερές γραμματοσειρές.

Η μορφή της πληροφορίας:

- Η γλώσσα πρέπει να είναι απλή και ξεκάθαρη.
- Παρέχεται σε δυο γλώσσες: ελληνικά, αγγλικά.
- Τονίζονται οι σημαντικές πληροφορίες.
- Είναι συγκεντρωμένες κυρίως στο κέντρο της οθόνης.
- Η πληροφορία να παρουσιάζεται διακριτά από την πιο απλή στην πιο σύνθετη.
- Παρέχονται καθοδήγηση ενεργειών σε κάθε οθόνη.

VI. Διακοπή/Τερματισμός Αλληλεπίδρασης.

Ο χρήστης μπορεί να σταματήσει την αλληλεπίδρασή του με την εφαρμογή όποια στιγμή θελήσει, χωρίς καμία απαίτηση από το σύστημα. Μπορεί απλά να βγάλει τα γυαλιά που φοράει (φορητός ανιχνευτής βλέμματος) και να τερματίσει την χρήση της εφαρμογής.

Μετά από ένα μικρό χρονικό διάστημα (π.χ. 1-2 min), η διεπαφή θα επιστρέφει στην οθόνη καλωσορίσματος ανεξαρτήτως το που βρισκόταν όταν τερματίστηκε η χρήση της. Ταυτόχρονα, ο ανιχνευτής βλέμματος θα σβήσει από τη μνήμη του τα στοιχεία βαθμονόμησης του χρήστη. Με τον τρόπο αυτό το σύστημα προετοιμάζει την εφαρμογή για μια νέα αλληλεπίδραση με καινούργιο χρήστη.

Η επιλογή του χρονικού διαστήματος (1-2 min) για την επανεκκίνηση του ανιχνευτή και της διεπαφής προβλέπει την πιθανότητα ο χρήστης, για κάποιο λόγο, να αφαιρέσει και να επανατοποθετήσει τα γυαλιά (ανιχνευτή βλέμματος) χωρίς να χάσει την βαθμονόμησή του και την οθόνη που παρακολουθούσε.

Την ολοκλήρωση του καθορισμού των σχεδιαστικών προδιαγραφών ακολουθεί η μελέτη σχεδίασης για την εφαρμογή τους. Η διαδικασία αυτή, αποσκοπεί στη δημιουργία μιας διεπαφής ικανής να καλύψει τις απαιτήσεις που ορίστηκαν για την εφαρμογή ($6^{ο}$ Κεφάλαιο).

7.3 **Οθόνες Διεπαφής**

Η διεπαφή που θα παρουσιαστεί παρακάτω είναι το αποτέλεσμα σχεδιασμού σύμφωνα με τις αρχές και περιορισμούς που ορίστηκαν καταλήγοντας σε ένα σύνολο πρωτότυπων οθονών (screen designs).

Τα πρωτότυπα των οθονών είναι το τελικό παραδοτέο της φάσης «Σχεδίαση», πριν την τελική αξιολόγηση και την υλοποίηση οποιουδήποτε συστήματος. Η σχεδίαση των πρωτοτύπων είναι μια όσο το δυνατόν πιο λεπτομερής σχεδίαση των βασικών οθονών του συστήματος που σχεδιάζεται. Για τον λόγο αυτό, τα πρωτότυπα οθονών περιλαμβάνουν τις βασικές οθόνες του συστήματος με πραγματικό περιεχόμενο.

Τα πρωτότυπα οθονών πρέπει να συμπεριλαμβάνουν και κείμενα που να επεξηγούν τις βασικές σχεδιαστικές αποφάσεις. Οι επεξηγήσεις θα αφορούν τη συνέπεια και συνέχεια με την προηγούμενη μελέτη λειτουργιών (συνέπεια με wireframes), αλλά και πιο σύνθετες σχετικά με αναφορές στην έρευνα απαιτήσεων. (Κουτσαμπάσης, 2011)

Παρουσιάζονται οι οθόνες ανά κατηγορία συνδέσμου και αναλύεται ο σχεδιασμός, το περιεχόμενο και οι λειτουργίες που παρέχονται σε κάθε μια.

Αρχική Οθόνη Διεπαφής.

Η αρχική οθόνη που εμφανίζει η διεπαφή, παρουσιάζει στο κέντρο της το λογότυπο του μουσείου και παρέχει την επιλογή μεταξύ τριών βασικών κατηγοριών: «Γεύσεις», «Γλυκά», «Κρασιά». Η κάθε μια οδηγεί σε μια ομάδα οθονών με πληροφορίες αντίστοιχες της κατηγορίας.

Έχει επιλεχθεί να εμφανίζεται στα ελληνικά και να δίνεται η δυνατότητα αλλαγής γλώσσας, σε αγγλικά, επιλέγοντας το σύμβολο της σημαίας στη επάνω δεξιά γωνία της οθόνης. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αν θα περιηγηθεί στην εφαρμογή με τη συνοδεία ηχητικών πληροφοριών ή όχι επιλέγοντας το αντίστοιχο εικονίδιο ήχου στην επάνω αριστερή γωνία.

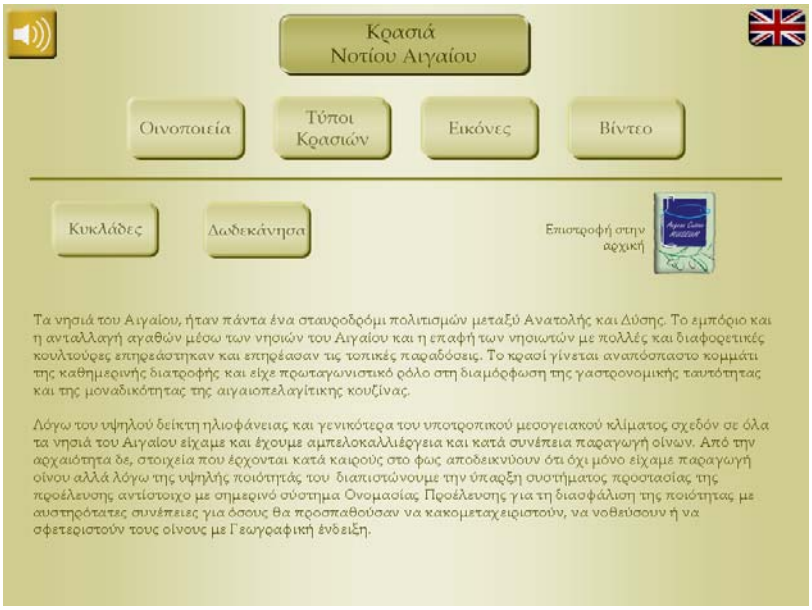
Η αλλαγή γλώσσας και η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση ήχου μπορεί να γίνει ανά πασά στιγμή της αλληλεπίδρασης, απλά επιλέγοντας τα κατάλληλο εικονίδια, σημαία/μεγάφωνο.

Εικόνα 7-1. Αρχική οθόνη διεπαφής.

Αρχική Οθόνη Κατηγορίας «Κρασιά».

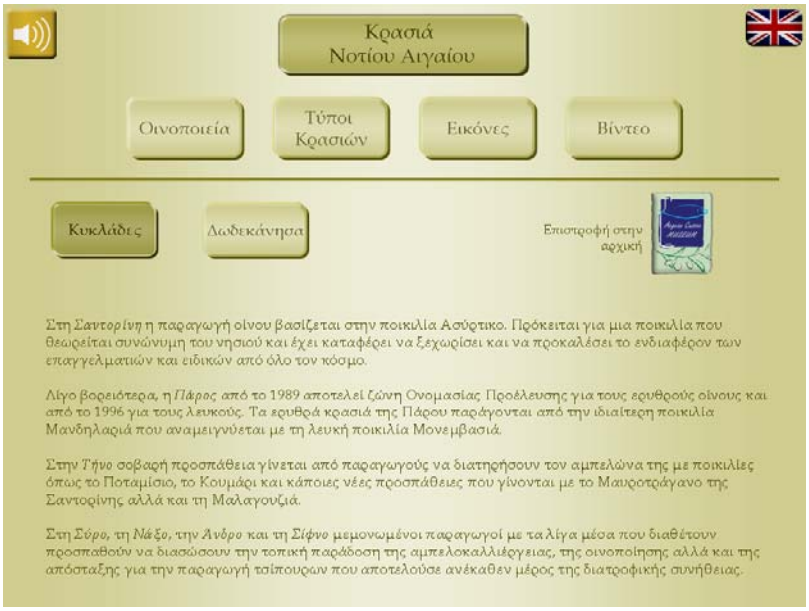
Όταν ο χρήστη επιλέξει την κατηγορία «Κρασιά» εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη, η οποία παρέχει ορισμένες γενικές πληροφορίες σχετικά με το κρασί στις περιοχές του Νοτίου Αιγαίου και την δυνατότητα για επιπλέον πληροφορίες συγκεκριμένα για το κρασί στις Κυκλάδες ή στα Δωδεκάνησα. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα επιστροφής στην αρχική οθόνη της διεπαφής, επιλέγοντας την εικόνα λογοτύπου του μουσείου.

Ο χρήστης θα βλέπει το σύνδεσμο «Κρασιά Νοτίου Αιγαίου» με διαφορετικό τονισμό χρώματος, το οποίο επισημαίνει ότι η οθόνη που του αντιστοιχεί είναι ενεργή.



Εικόνα 7-2. Αρχική οθόνη κατηγορίας «Κρασιά».

Η επιλογή του συνδέσμου Κυκλάδες οδηγεί στην οθόνη της *Εικόνας 7-3* , με το σύνδεσμο «Κυκλάδες» να αλλάζει χρώμα και πληροφορίες σε μορφή κειμένου. Αντίστοιχη οθόνη παρουσιάζεται κα για το σύνδεσμο «Δωδεκάνησα».



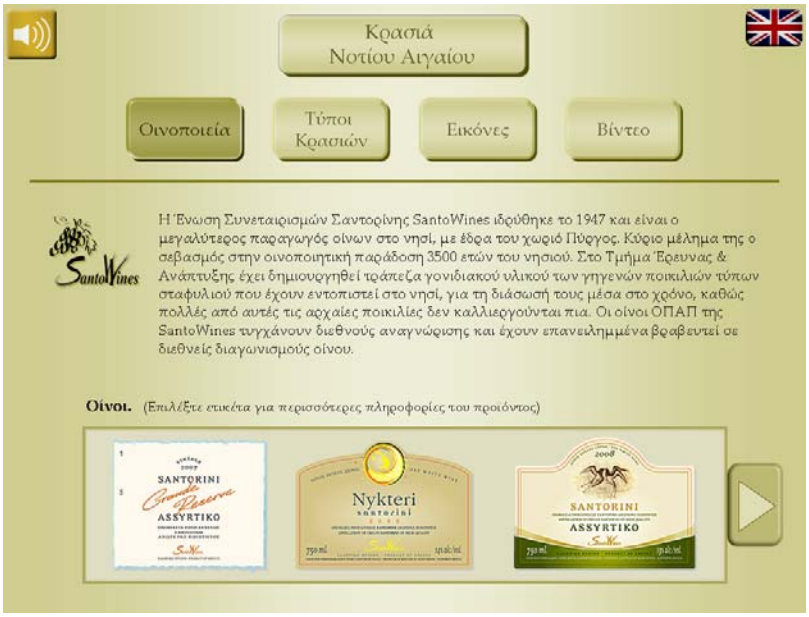
Εικόνα 7-3. Οθόνη «Κρασιά». Πληροφορίες για τα κρασιά στις Κυκλάδες.

Οθόνη «Οινοποιεία».

Όταν ο χρήστης επιλέξει το σύνδεσμο «Οινοποιεία», θα εμφανιστούν τα οινοποιεία που περιλαμβάνει με το με το λογότυπό τους να αποτελεί το σύνδεσμο για ξεχωριστή οθόνη πληροφοριών για το κάθε ένα.

Εικόνα 7-4. Οθόνη «Οινοποιεία». Επιλογή Οινοποιείου.

Με επιλογή ενός συνδέσμου λογοτύπου (π.χ. Santo Wines) θα εμφανιστεί οθόνη, που περιλαμβάνει γενικές πληροφορίες για το συγκεκριμένο οινοποιείο και εικόνες (ετικέτες) των κρασιών που παράγει. Η προβολή θα γίνεται σε μια οριζόντια μπάρα κύλισης με δεξιά και αριστερή πλοήγηση μέσω κουμπιών/βέλων. Οι εικόνες θα εμφανίζονται ανά τρεις με τέσσερις κάθε φορά με σκοπό την καλύτερη ευκρίνεια τους και την επιλογή από το χρήστη.



Εικόνα 7-5. Οθόνη «Οινοποιεία» Δεξιά πλοήγηση στη μπάρα προβολής των προϊόντων του οινοποιείου..

Αρχικά η εμφάνιση της μπάρας υποδεικνύει μόνο την δεξιά πλοήγηση υποδηλώνοντας ότι δεν υπάρχουν εικόνες προς τα αριστερά (*Εικόνα 7-5*). Στη συνέχεια, ενώ προχωράει η πλοήγηση δίνεται η δυνατότητα και της αριστερής κατεύθυνσης (δηλαδή επιστροφή στην προηγούμενη ομάδα εικόνων). Όταν η κύλιση φτάσει στο τέλος θα παρέχεται μόνο αριστερή πλοήγηση υποδηλώνοντας ότι δεν υπάρχουν άλλες ετικέτες από το συγκεκριμένο οινοποιείο.

Εικόνα 7-6. Οθόνη «Οινοποιεία». Αριστερή πλοήγηση, επιστροφή στα προηγούμενα.

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το προϊόν που θέλει για να αποκτήσεις περισσότερες πληροφορίες. Με την επιλογή του παρέχεται μεγεθυμένη προβολή του προϊόντος με σχετικές πληροφορίες.

Εικόνα 7-7. Οθόνη «Οινοποιεία». Προβολή πληροφοριών για συγκεκριμένο κρασί. Αφού επιλεχθεί η αντίστοιχη ετικέτα προβάλλεται μεγεθυμένο το μπουκάλι κρασί και στοιχεία που το αφορούν.

Οθόνη «Τύποι Κρασιών».

Όταν ο χρήστης επιλέξει το σύνδεσμο «Τύποι Κρασιών», θα εμφανιστεί η οθόνη με κείμενο πληροφοριών και τους συνδέσμους των γενικών κατηγοριών διαχωρισμού των κρασιών (Λευκά, Ροζέ, Ερυθρά). Η κατηγοριοποίηση γίνεται βάση του χρώματος, καθότι είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος και πιο εύκολα αναγνωρίσιμος, λίγοι άνθρωποι μπορούν να ξεχωρίσουν τα κρασιά βάση ποικιλίας σταφυλιού ή γλυκύτητά τους.

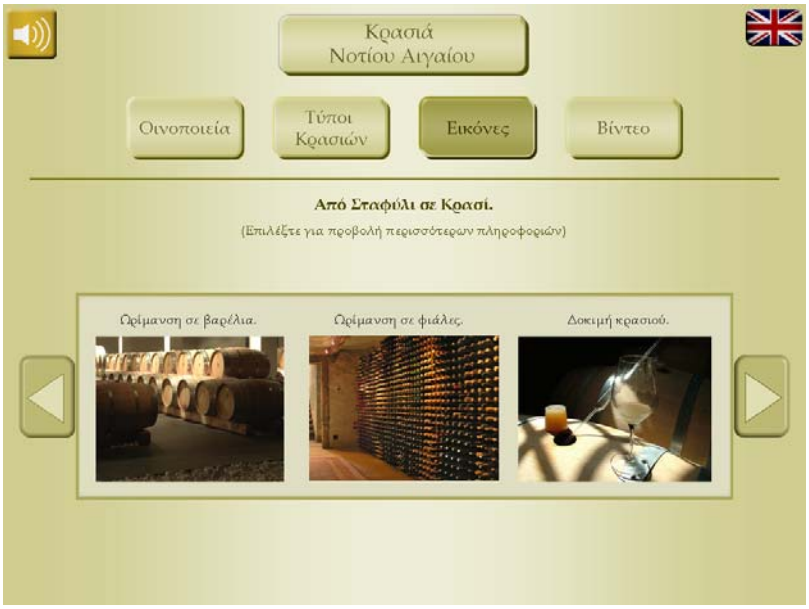
Εικόνα 7-8. Οθόνη «Τύποι Κρασιών». Επιλογή κατηγορίας κρασιού.

Με την επιλογή συνδέσμου κατηγορίας κρασιού (π.χ. Λευκά) θα εμφανίζονται τα κρασιά που περιλαμβάνει. Η πλοήγηση γίνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω. Και σε αυτή την περίπτωση ο χρήστη μπορεί να επιλέξει το προϊόν που επιθυμεί και να λάβει περισσότερες πληροφορίες, μέσω της μεγεθυμένης προβολής, με το ίδιο layout (διάταξη στοιχείων).

Εικόνα 7-9. Προβολή διαθέσιμων προϊόντων κατηγορίας.

Οθόνη «Εικόνες».

Η επιλογή του συνδέσμου «Εικόνες» οδηγεί στη προβολή της οθόνης με φωτογραφικό υλικό αναφορικά με τα στάδια παραγωγής κρασιού. Ο χρηστής μπορεί να ενημερωθεί για τους αμπελώνες, τη συλλογή, την οινοποίηση, την ωρίμανση και την εμφιάλωση των κρασιών, δηλαδή για την διαδικασία μετατροπής των σταφυλιών σε κρασί.



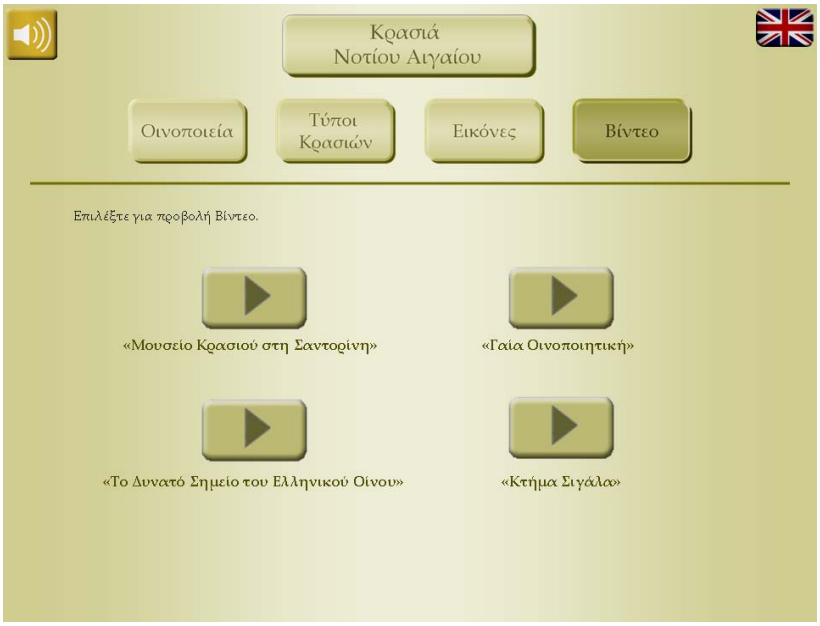
Εικόνα 7-10. Οθόνη «Εικόνες». Προβολή φωτογραφικού υλικού με επιλογές πλοήγησης αριστερά και δεξιά.

Η προβολή του φωτογραφικού υλικού και η πλοήγηση σε αυτό θα παρέχεται με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω στη οθόνη του συνδέσμου «Οινοποιεία». Και για αυτή την κατηγορία παρέχεται η διαδικασία επιλογής για περισσότερες πληροφορίες μέσω μεγεθυμένης προβολής της φωτογραφίας.

Εικόνα 7-11. Μεγεθυμένη προβολή επιλεγμένης εικόνας και σχετικές πληροφορίες.

Οθόνη «Βίντεο».

Όταν επιλεχθεί ο σύνδεσμος «Βίντεο», θα εμφανιστούν στην οθόνη ορισμένοι σύνδεσμοι για προβολή βίντεο σχετικών με τα οινοποιεία και τα στάδια παραγωγή κρασιού. Ο χρήστης επιλέγει το βίντεο που επιθυμεί πατώντας το αντίστοιχο κουμπί. Το βίντεο ενεργοποιείται.



Εικόνα 7-12. Οθόνη «Βίντεο».

Με την επιλογή του βίντεο ανοίγει η οθόνη προβολής του και δίνονται οι επιλογές διαχείριση του: «PLAY» (παίξε "▸"), «PAUSE» (παύση "‖") και «STOP» (τερματισμός "■") Επιστροφή στην οθόνη με λίστα βίντεο γίνεται με την επιλογή «X» για κλείσιμο της προβολής.

Εικόνα 7-13. Οθόνη προβολής επιλεγμένου Βίντεο.

7.4 Διεπαφή & Τεχνικές Αλληλεπίδρασης

Υπενθυμίζονται οι τεχνικές που επιλέχθηκαν για την εφαρμογή:

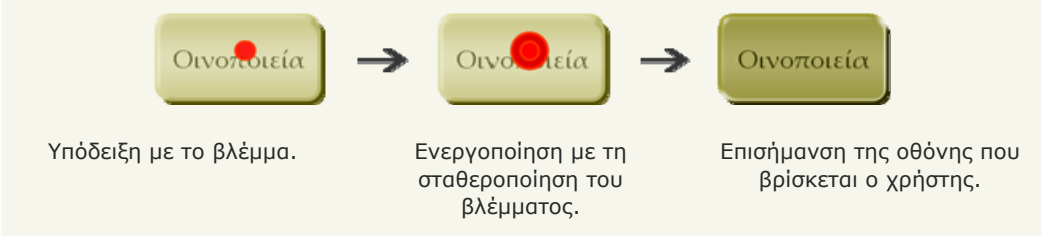
- Περίπτωση 1: Συνδυασμός των τεχνικών «Dwell time» και «Δυναμική Επέκταση Στόχου» (expanding target). Οι τεχνικές συνδυάζονται γιατί και οι δυο λειτουργούν μόνο με τη χρήση του βλέμματος για την επιλογή και την ενεργοποίηση ενεργειών.
- Περίπτωση 2: Συνδυασμός των τεχνικών «Look & Shoot» και «EyePoint». Οι τεχνικές συνδυάζονται γιατί και οι δυο απαιτούν την χρήση ενός κουμπιού ενεργοποίησης της για την ολοκλήρωση της επιλογής.
- Ανάδραση: ένα χαρακτηριστικό σημάδι θα ακολουθεί πάντα το βλέμμα του χρήστη (όπως συμβαίνει με τον κέρσορα ή δρομέα) υποδεικνύοντας τη θέση του βλέμματος κάθε στιγμή.
  Οπτική ανάδραση. Η οπτική ανάδραση παρέχεται με την επισήμανση του βλέμματος όταν βρίσκεται πάνω σε ευαίσθητο αντικείμενο, δηλαδή σε αντικείμενο που μπορεί να προκαλέσει κάποια ενέργεια. Η επισήμανση θα έχει τη μορφή ενός χρωματιστού κυκλικού σημαδιού.
  Ηχητική ανάδραση. Η ηχητική ανάδραση θα παρέχεται μετά από ενεργοποίηση της από το χρήστη. Η δυνατότητα ενεργοποίησης/απενεργοποίησης (on/off) δίνεται καθ' όλη τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης με τη διεπαφή. Το είδος του ηχητικού σήματος μπορεί να είναι ένας απλός ήχο, όπως ένα «μπιπ» ή «κλικ», όταν το στοιχείο εστιάζεται ή επιλέγεται, ή ηχητικό μήνυμα (ομιλία) που θα περιγράφει με συντομία την κάθε ενέργεια.

Ο επισκέπτης/χρήστης θα μπορεί να επιλέξει μια από τις δυο περιπτώσεις με την αντίστοιχη ανάδραση που ακολουθεί.

Επιλογή & Ανάδραση.

«Dwell time»: Για την επιλογή του στοιχείου με τη τεχνική Dwell time η ανάδραση θα δίνεται με την εμφάνιση ενός κυκλικού χρωματιστού σημαδιού, υποδεικνύοντας τη θέση που βρίσκεται το βλέμμα τη δεδομένη στιγμή. Για την ενεργοποίηση του στοιχείου το σημάδι θα τονίζεται (η διάμετρός του μεγαλώνει και το χρώμα γίνεται πιο έντονο), υποδεικνύοντας ότι θα εμφανιστεί η ενέργεια που περικλείει. (*Εικόνα 7-14*)

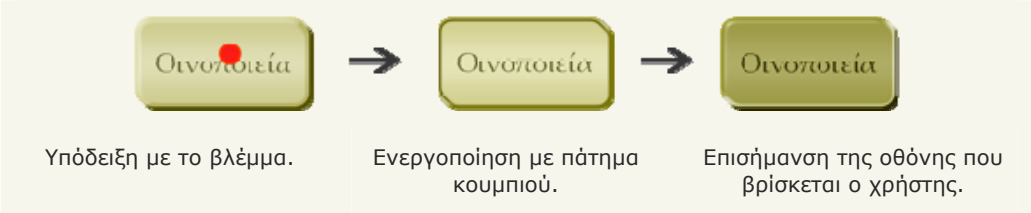
Όταν το βλέμμα εντοπίζεται σε ένα σύνδεσμο (οθόνης ή πλοήγησης), ένας μικρός κόκκινος κύκλος εμφανίζεται. Όταν ο κύκλος τονιστεί, η ενεργοποίηση πραγματοποιείται. Το κουμπί του συνδέσμου οθόνης γίνεται πλέον πιο σκούρο για όσο είναι ενεργοποιημένη η οθόνη του.
Στη περίπτωση επιλογής εικόνας η επισήμανση και η ενεργοποίηση γίνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο.



Εικόνα 7-14. Ανάδραση κατά την επιλογή με την τεχνική Dwell time.

«Look & Shoot»: Για την επιλογή του στοιχείου με τη τεχνική Look & Shoot η ανάδραση θα δίνεται και πάλι με την εμφάνιση του κυκλικού χρωματιστού σημαδιού, για την υπόδειξη της θέσης που βρίσκεται το βλέμμα. Η διαφορά εντοπίζεται στην ενεργοποίηση του στοιχείου, όπου με το πάτημα του κουμπιού από το χρήστη η ανάδραση θα δίνεται με την εμφάνιση του κουμπιού-συνδέσμου της διεπαφής ως «πατημένο», ενώ για τις εικόνες θα εμφανίζεται αυτόματα η μεγεθυμένη προβολή τους, χωρία να γίνεται αλλαγή στο κυκλικό σημάδι. (*Εικόνα 7-15*)

Και με αυτή την τεχνική, όταν το βλέμμα εντοπίζεται σε ένα σύνδεσμο (οθόνης ή πλοήγησης), ένας μικρός κόκκινος κύκλος εμφανίζεται. Η ενεργοποίηση όμως γίνεται αφού πατηθεί το κατάλληλο κουμπί, με το σύνδεσμο επί της οθόνης να φαίνεται σαν πατημένος. Το κουμπί του συνδέσμου οθόνης γίνεται πλέον πιο σκούρο για όσο είναι ενεργοποιημένη η οθόνη του.
Στη περίπτωση της εικόνας η επισήμανση γίνεται με την εμφάνιση του κύκλου και η ενεργοποίηση με το πάτημα του κουμπιού, περνώντας ως ανάδραση την μεγεθυμένη προβολή της σε νέο παράθυρο.



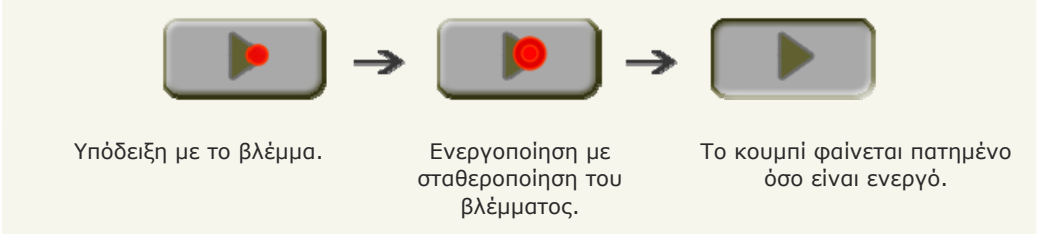
Εικόνα 7-15. Ανάδραση κατά την επιλογή με την τεχνική Look & Shoot.

Ύστερα από μελέτη των αποχρώσεων του περιεχομένου και των γραφικών, επιλέχθηκε το κυκλικό σημάδι να αποδίδεται με κόκκινες αποχρώσεις, με κύριο λόγο την σαφή ένδειξή του πάνω σε κάθε στοιχείο της διεπαφής.

Προβολή & Ανάδραση.

Η οπτική ανάδραση στην προβολή στοιχείων είναι περιορισμένη καθότι δεν υπάρχουν διαθέσιμες επιλογές, εκτός από το κλείσιμο την μεγεθυμένης προβολής, επιλέγοντας το σύμβολο «X» επάνω δεξιά της οθόνης.

Εκτός από την μεγεθυμένη προβολή εικόνων ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει και την προβολή Βίντεο, όπου θα δίνονται οι επιλογές «PLAY» (παίξε "▸"), «PAUSE» (παύση "ǁ") και «STOP» (τερματισμός "■") και κλείσιμο της προβολής («X»).



Εικόνα 7-16. Ανάδραση με την τεχνική Dwell time στα κουμπιά χειρισμού προβολής βίντεο.

Υπόδειξη με το βλέμμα.

Ενεργοποίηση με πάτημα κουμπιού. Το κουμπί θα φαίνεται πατημένο όσο είναι ενεργό.

Εικόνα 7-17. Ανάδραση κατά την επιλογή με την τεχνική Look & Shoot.

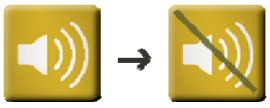
Ηχητική ανάδραση.

Η ηχητική ανάδραση δεν θα παραγκωνίζει την οπτική, αλλά θα την ενισχύει. Συνεπώς, όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για την επιλογή και την προβολή στοιχείων θα εξακολουθούν να προβάλλονται και θα συμπληρώνονται και για τις δυο περιπτώσεις με τα ίδια ηχητικά μηνύματα.

Αρχικά, για την παροχή ηχητικής ανάδρασης θα πρέπει να ενεργοποιηθεί το αντίστοιχο κουμπί (μεγάφωνο) στην επάνω αριστερή γωνία της οθόνης. Στη συνέχεια, η μορφή που θα ακούγεται ο ήχος θα διαφέρει αναλόγως την επιλογή και το σημείο βλέμματος του χρήστη, όπως περιγράφεται παρακάτω:

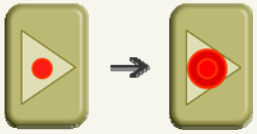
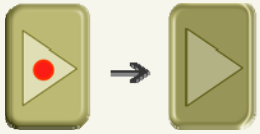
Ενέργεια		Ανάδραση
Επιλογή συνδέσμου (π.χ. Οινοποιεία)	→	Ηχητικό μήνυμα (αναφορά ονόματος «Οινοποιεία»)
Επιλογή συνδέσμου πλοήγησης	→	Ηχητικό σήμα (π.χ. μπιπ, κλικ)
Επιλογή εικόνας	→	Ηχητικό σήμα (π.χ. μπιπ, κλικ)
Εντοπισμός βλέμματος σε κείμενο	→	Ηχητικό μήνυμα (αφήγηση κειμένου)

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση ήχου μπορεί να γίνει σε οποιαδήποτε φάση της αλληλεπίδρασης.



Εικόνα 7-18. Εικονική αναπαράσταση του ήχου στη διεπαφή και οι ενδείξεις ανάδρασης για την ενεργοποίηση / απενεργοποίηση.

Πίνακας Ανάδρασης Στοιχείων.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης (χρήστης/σύστημα)	Οπτική ανάδραση		Ηχητική ανάδραση
	Dwell time (επιλογή & ενεργοποίηση με το βλέμμα)	Look & Shoot (επιλογή με το βλέμμα & ενεργοποίηση με κουμπί)	
Σύνδεσμος οθόνης			Αναφορά ονόματος συνδέσμου κατά την υπόδειξη.
Σύνδεσμος πλοήγησης			Ήχος (μπιπ ή κλικ) κατά την ενεργοποίηση.
Εικόνα			Ήχος (μπιπ ή κλικ) κατά την ενεργοποίηση.
Κείμενο	Το χαρακτηριστικό σημάδι υποδεικνύει το σημείο προσοχής επάνω στο κείμενο, χωρίς να προβλέπεται καμία λειτουργία και ανάγκη για ενεργοποίηση.		Αφήγηση κειμένου.

Πίνακας 7-1. Η ανάδραση του συστήματος για κάθε στοιχείο της διεπαφής και για κάθε τεχνική αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιείται.

7.5 **Σενάρια & Οδηγίες Χρήσης**

Σενάρια χρήσης (use cases) είναι οι προδιαγραφές μιας ακολουθίας ενεργειών και των παραλλαγών τους που μπορεί να εκτελέσει το σύστημα κατά την αλληλεπίδραση με τους χρήστες. Μέσα από τα σενάρια χρήσης εξαντλούνται οι πιθανές εκβάσεις και περιλαμβάνουν επιτυχή κατάληξη ή ακόμα και διάφορες περιπτώσεις αποτυχίας. Τα σενάρια χρήσης είναι ένας τρόπος να αξιολογηθεί αν τελικά το σύστημα που σχεδιάστηκε καλύπτει τις προδιαγραφές και ικανοποιεί τους στόχους του.

Παρακάτω, δίνονται ορισμένα σενάρια χρήσης, με τη μορφή των εργασιών που εκτελεί ο χρήστης για την προβολή όλης την πληροφορίας που περιέχεται στη διεπαφή για τη συγκεκριμένη θεματική ενότητα («Κρασιά»).

Σύνδεσμος	Οθόνες και εργασίες που περιέχει
Επιλογή κατηγορίας «Κρασιά» από την Αρχική οθόνη →	→ Εμφάνιση αρχικής οθόνης «Κρασιά Νοτίου Αιγαίου» → Επιλογή συνδέσμου «Κυκλάδες» → Προβολή πληροφοριών
Επιλογή συνδέσμου «Οινοποιεία» →	→ Επιλογή συγκεκριμένου οινοποιείου → Προβολή πληροφοριών και πλοήγηση στα προϊόντα που παράγει το οινοποιείο → Επιλογή συγκεκριμένου προϊόντος και μεγεθυμένη προβολή του → Κλείσιμο μεγέθυνσης με επιστροφή στην οθόνη πληροφοριών.
Αλλαγή συνδέσμου με Επιλογή «Τύποι Κρασιών» →	→ Επιλογή μεταξύ «Λευκά», «Ροζέ», «Ερυθρά» → Πλοήγηση στα προϊόντα της επιλογής → Επιλογή συγκεκριμένου προϊόντος και μεγεθυμένη προβολή του → Κλείσιμο μεγέθυνσης με επιστροφή στην οθόνη προβολής των κρασιών.
Αλλαγή συνδέσμου με Επιλογή «Εικόνες» →	→ Προβολή και πλοήγηση σε διάφορες εικόνες → Επιλογή επιθυμητής εικόνας και μεγεθυμένη προβολή της → Κλείσιμο μεγέθυνσης με επιστροφή στην οθόνη προβολής των εικόνων.
Αλλαγή συνδέσμου με Επιλογή «Βίντεο» →	→ Επιλογή επιθυμητού συνδέσμου βίντεο και προβολή του → Κλείσιμο βίντεο και επιστροφή επιλογών.
Αλλαγή συνδέσμου με Επιλογή «Κρασιά Νοτίου Αιγαίου» →	→ Επιλογή «επιστροφή στη Αρχική» για αλλαγή κατηγορίας.

Πίνακας 7-2. Η πλοήγησης για την πληροφορία της διεπαφής, στη θεματική ενότητα «Κρασιά».

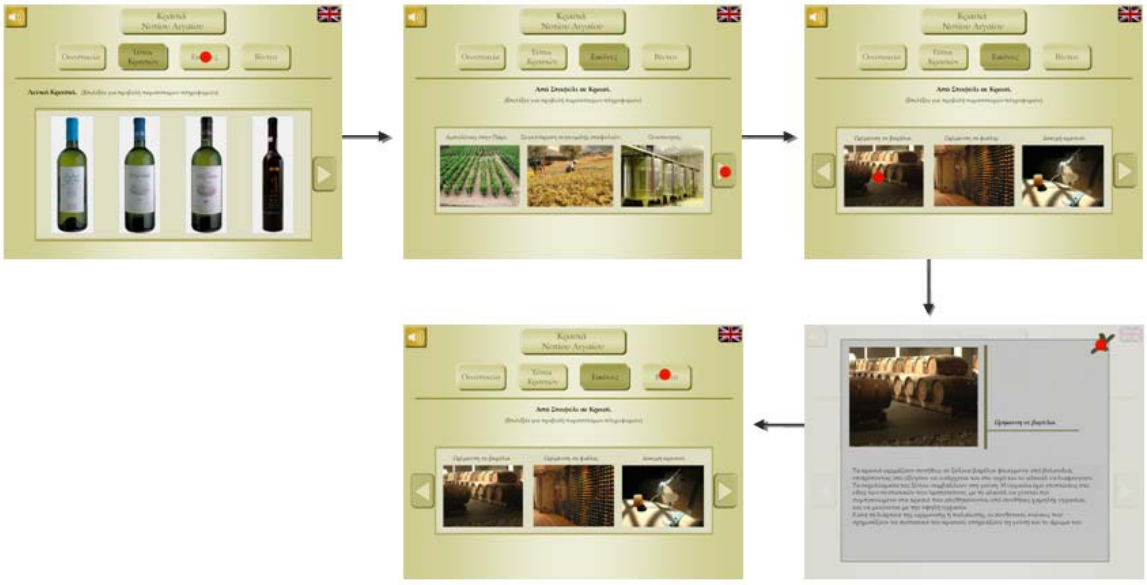
Επιλέγοντας μια από τις παραπάνω εργασίες απεικονίζεται η ακολουθία των οθονών κατά την αλληλεπίδραση.

Ο χρήστης καθώς μεταβαίνει στις οθόνες, αναλόγως με την επιλογή στοιχείου, μπορεί να του εμφανίζεται κείμενο ή εικόνα / ή και να ακούει την αφήγηση κειμένου ή το όνομα εικόνας, ενώ τα βλέπει.

1. Μετάβαση από την οθόνη «Τύποι Κρασιών» στην οθόνη «Εικόνες».

2. Επιλογή δεξιάς πλοήγησης (επιτρεπόμενη).

3. Επιλογή εικόνας για περισσότερες πληροφορίες.



5. Επιστροφή στην προηγούμενη οθόνη και επιλογή συνδέσμου «Βίντεο».

4. Μεγεθυμένη προβολή εικόνας (Εμφάνιση του κειμένου /ή και αφήγηση του). Κλείσιμο προβολής.

Διάγραμμα 7-3. Αναπαράσταση εργασίας του χρήστη στη διεπαφή.

7.5.1 **Οδηγίες Χρήσης**

Οι οδηγίες χρήσης θα παρέχονται σε έντυπη μορφή και θα βρίσκονται σε σταθερό σημείο, στο χώρο που έχει στηθεί η εγκατάσταση της εφαρμογής. Ο επισκέπτης μπορεί να ενημερωθεί για το είδος της εφαρμογής και το ενημερωτικό περιεχόμενο της πληροφορίας που προσφέρει. Το κείμενο επεξηγεί τον τρόπο χρήσης της και την αλληλεπίδρασης που απαιτείται.

Οι οδηγίες χρήσης (Βλ. Παράρτημα Π.3) συντάχθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετικότητα του κοινού που απευθύνεται η εφαρμογή. Δηλαδή ότι:

- δεν είναι όλοι γνώστες της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος,
- δεν είναι όλοι εξοικειωμένοι με τη χρήση υπολογιστικών συστημάτων,
- υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ικανοτήτων και δεξιοτήτων των χρηστών.

Θα παρέχεται στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα, όπως ακριβώς και η εφαρμογή.

Αλληλεπιδραστική εφαρμογή με καταδίωξη βλέμματος.

Η τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος αφορά την παρακολούθηση των μετακινήσεων των ματιών μας και τον υπολογισμό των σημείων εστίασης τους από τον Η/Υ σε πραγματικό χρόνο.

Τα ειδικά γυαλιά αποτελούν έναν ανιχνευτή βλέμματος με ενσωματωμένη κάμερα. Η κάμερα παρακολουθεί το μάτι καταγράφοντας τις μετακινήσεις του και εντοπίζοντας το σημείο προσοχής, δηλαδή το σημείο στο οποίο έχει εστιάσει και σταματήσει το βλέμμα πάνω στην επιφάνεια της οθόνης.

Η Αλληλεπίδραση.
Μπορείτε να επιλέξετε μεταξύ δυο τρόπων για να χρησιμοποιήσετε την εφαρμογή.

- Τεχνική 1: Χρήση μόνο του βλέμματος για να επιλέξετε και να ενεργοποιήσετε ένα αντικείμενο (πρέπει να διατηρήσετε το βλέμμα σας σταθερό στο ίδιο σημείο για ελάχιστο χρονικό διάστημα (msec)).
- Τεχνική 2: Συνδυασμός, χρήση του βλέμματος για να επιλέξετε το αντικείμενο και το πάτημα του ειδικού κουμπιού για να το ενεργοποιήσετε.

Οδηγίες Χρήσης.

- Φορέστε τα ειδικά γυαλιά.
- Πραγματοποιείστε τη διαδικασία βαθμονόμησης του ματιού, παρακολουθώντας τα σημεία που εμφανίζονται στη οθόνη.
- Επιλέξτε μεταξύ των τεχνικών αλληλεπίδρασης, κοιτάζοντας το αντίστοιχο σημείο στην οθόνη και ακολουθώντας τις οδηγίες που δίνονται.
- Η προετοιμασία ολοκληρώθηκε. Μπορείτε να ξεκινήσετε την περιήγηση.
- Για να σταματήσετε μπορείτε απλά να βγάλετε τα ειδικά γυαλιά.

Εικόνα 7-19. Ενημέρωση για την εφαρμογή και Οδηγίες Χρήσης της.

7.6 **Συζήτηση & Προτάσεις**

Η παρουσιαζόμενη διεπαφή, για την εφαρμογή καταδίωξης βλέμματος σε μουσείο, αποτελεί τα πρωτότυπα οθονών πριν το στάδιο της υλοποίησης.

Τα πρωτότυπα των οθονών (screen designs) είναι το τελικό παραδοτέο της φάσης «Σχεδιασμός», πριν την τελική αξιολόγηση και την υλοποίηση οποιουδήποτε συστήματος. Ο σχεδιασμός των πρωτοτύπων έγινε όσο το δυνατό πιο λεπτομερής με πραγματικό περιεχόμενο πληροφορίας. Κατά κανόνα κατασκευάζονται σε σχεδιαστικά προγράμματα ή και με τη βοήθεια τεχνολογιών ανάπτυξης. Σε κάποιες περιπτώσεις, είναι ίσως πιο εύκολο να χρησιμοποιηθούν κατευθείαν εργαλεία ανάπτυξης πρωτοτύπων παρά σχεδιαστικά προγράμματα. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι είναι μια «φωτογραφία» του συστήματος, η οποία απαιτείται να αξιολογηθεί από τους χρήστες πριν την τεχνολογική υλοποίηση.

Επομένως, έχοντας μελετήσει και αναγνωρίσει όλες τις σχεδιαστικές ανάγκες και απαιτήσεις και καθορίσει τις προδιαγραφές και λειτουργίες για το σχεδιασμό της διαδραστικής διεπαφής, επόμενο βήμα είναι η ένταξή της στο στάδιο πειραματικής εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο και σύνολο χρηστών.

Στόχος της διαδικασίας θα είναι η αξιολόγηση της σχεδιαστικής πρότασης για τη διεπαφή, των τεχνικών αλληλεπίδρασης και γενικότερα της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος ως εναλλακτικό μέσο αλληλεπίδρασης. Επιπλέον, η αξιολόγηση της εφαρμογής ως μέσο για την παροχή πληροφοριών σε ένα μουσείο.

7.7 **Σύνοψη**

Στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάστηκε αναλυτικά η σχεδίαση διεπαφής για αλληλεπιδραστική εφαρμογή σε χώρο μουσείου, με σκοπό την παροχή ενημερωτικού υλικού στους επισκέπτες του.

Η ανάλυση της σχεδίασης περιλαμβάνει τις σχεδιαστικές προδιαγραφές που ορίστηκαν σύμφωνα με τις απαιτήσεις που είχαν οριστεί στο Κεφάλαιο 6, την επεξήγηση του σχεδιασμού των οθόνων και των λειτουργιών που παρέχουν, και τέλος τον τρόπο εφαρμογής και προβολής των τεχνικών αλληλεπίδρασης που επιλέχθηκαν.

Κλείνοντας γίνεται συζήτηση για το σχεδιασμό και την πορεία εξέλιξης που μπορεί να έχει η εφαρμογή.

Επιλογος

Η Διπλωματική Εργασία ασχολήθηκε και επικεντρώθηκε στην τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος από την σκοπιά της αλληλεπίδρασης. Η οργάνωση και η καταγραφή της έρευνας και η ειδική μελέτη βασίστηκαν στη μέθοδο από το γενικό στο ειδικό.

Η τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος (gaze tracking) αφορά την παρακολούθηση των μετακινήσεων των ματιών μας με τη χρήση ενός ανιχνευτή (tracker) και τον υπολογισμό των σημείων εστίασης τους από τον Η/Υ σε πραγματικό χρόνο. Η χρησιμότητα της προαναφερθείσας τεχνολογίας στο πεδίο της αλληλεπίδρασης αφορά τόσο την σχεδίαση νέων τρόπων φυσικής αλληλεπίδρασης, όσο και την αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη βάση της ερμηνείας αποτελεσμάτων της καταδίωξης. Ο σχεδιασμός τεχνικών αλληλεπίδρασης, που χρησιμοποιούν το βλέμμα για την παροχή πληροφοριών στα υπολογιστικά συστήματα, έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τις παραδοσιακές μορφές αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή και όχι να αντικαταστήσει τις υπάρχουσες.

Ο απώτερος σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας (ΔΕ) είναι η παρουσίαση μιας γρήγορης αλλά περιεκτικής γνωριμίας με το χώρο της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος και στη συνέχεια η συγκέντρωση και ανάλυση των τεχνικών αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιούνται για τις εφαρμογές της. Ειδικότερα, η χρήση του βλέμματος για την επισήμανση και την επιλογή στοιχείων (συμπεριλαμβανομένων μενού, εικονιδίων), την κύλιση και την διαχείριση κειμένου (επί της οθόνης πληκτρολόγιο), τη μεγέθυνση και άλλες ενέργειες.

Το 1^{ο} Μέρος (Έρευνα) εισάγει τον αναγνώστη/ερευνητή βήμα-βήμα στην τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος, ξεκινώντας γενικά από το «τι είναι;» και καταλήγοντας στις τεχνικές που πρέπει να χρησιμοποιούνται για να γίνει η αλληλεπίδραση.

Αρχικά (1^{ο} Κεφάλαιο), δόθηκε μια γενική εικόνα του χώρου, όσον αφορά την ιστορική πορεία κα εξέλιξη, αναφέρθηκαν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ματιών και των κινήσεων τους, τα οποία συμμετέχουν ενεργά στην καταδίωξη του βλέμματος, παρουσιάστηκαν οι βασικές τεχνολογίες που διέπουν την χρήση της και αναφέρθηκαν ορισμένοι τομείς που βρίσκει εφαρμογή.

Στην πορεία, στο 2^{ο} Κεφάλαιο, η έρευνα επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση ανθρώπου –υπολογιστή με μέσο εισόδου το βλέμμα του χρήστη και οι απόψεις που παρατέθηκαν οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το βλέμμα μπορεί να προσφέρει αποδοτική αλληλεπίδραση.

Η εφαρμογή του ανήκει στο στυλ διεπαφής «χωρίς εντολές» (non command interface) με απαιτήσεις σε αρχές για αποτελεσματική και λειτουργική αλληλεπίδραση. Οι λύσεις στα προβλήματα που παρουσιάζει αποτελούν σχεδιαστικές προκλήσεις για τις εφαρμογές.

Στο 3ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διάφορες τεχνικές αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιούν το βλέμμα ως μέσο εισόδου για την υλοποίηση βασικών ενεργειών στην καθημερινή εργασία με υπολογιστές. Ενώ το 4ο Κεφάλαιο, ως επέκταση του προηγούμενου, αναφέρει και περιγράφει ορισμένα συστήματα εφαρμογών που χρησιμοποιούν τις τεχνικές αλληλεπίδρασης αυτόνομες ή συνδυαζόμενες, με απώτερο σκοπό να δημιουργήσει μια πρώτη εικόνα για τη μελέτη και το σχεδιασμό εφαρμογής σε συγκεκριμένο περιβάλλον.

Στην συνέχεια στο 2ο Μέρος, ο αναγνώστης/ερευνητής εισάγεται στην ειδική περίπτωση μελέτης με θέμα την εφαρμογή της τεχνολογίας καταδίωξης βλέμματος σε μουσεία, ξεκινώντας γενικά από τι είδους εφαρμογές υπάρχουν και καταλήγοντας στην πρόταση που σχεδιάστηκε για μουσείο στον ελληνικό χώρο.

Στο 5ο Κεφάλαιο γίνεται λόγος για την εφαρμογή της καταδίωξης βλέμματος σε χώρους μουσείων. Στόχος ήταν να δοθεί μια ευρύτερη εικόνα της επίδρασης της σε διάφορα μουσεία και να αναγνωριστούν οι τρόποι αλληλεπίδρασης και τα είδη εφαρμογών ειδικά για χώρους έκθεσης. Η έρευνα εντόπισε ότι για τον ελληνικό χώρο η καταδίωξη βλέμματος δεν είναι ιδιαίτερα διαδομένη σε σχέση με άλλες μορφές νέων τεχνολογιών.

Πιο συγκεκριμένα, στο 6ο κεφάλαιο δίνονται αναλυτικά οι σχεδιαστικές απαιτήσεις για την εφαρμογή ακολουθώντας τις αρχές ευχρηστίας και αλληλεπίδρασης και τα χαρακτηριστικά του ειδικού πλαισίου χρήσης.

Στο 7ο κεφάλαιο διευκρινίστηκε το περιεχόμενο της διεπαφής και καθορίστηκαν συγκεκριμένα οι σχεδιαστικές προδιαγραφές. Ακολούθησε η παρουσίαση και ανάλυση τόσο της σχεδιαστικής πρότασης για τη διεπαφή, όσο και των τεχνικών αλληλεπίδρασης που επιλέχθηκαν για αυτή.

Συμβολη Διπλωματικης Εργασιας

Με γνώμονα την παροχή μελέτης κατανοητής και περιγραφικής, ώστε να γίνεται εύκολα αντιληπτή από ερευνητές του χώρου και μη, η συμβολή της Διπλωματικής Εργασίας εντοπίζεται στα εξής σημεία:

- *Τη συλλογή και καταγραφή των τεχνικών αλληλεπίδρασης με καταδίωξη βλέμματος σε συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών.*

Σύμφωνα με την έρευνα και τη βιβλιογραφία που μελετήθηκε οι τεχνικές αλληλεπίδρασης για την καταδίωξη βλέμματος δεν έχουν εντοπιστεί και καταγραφεί στο σύνολο τους. Κρίθηκε, λοιπόν, σημαντικό να γίνει μια προσπάθεια εύρεσης, αναγνώρισης και κατηγοριοποίησης τους αναλόγως των ενεργειών που επιθυμεί να εκτελέσει ένας χρήστης για διαχειριστεί την πληροφορία που παρέχεται από ένα ηλεκτρονικό σύστημα.

- *Πρόταση σχεδιασμού διεπαφής για μουσείο, με χρήση τεχνικών αλληλεπίδρασης για την καταδίωξη βλέμματος.*

Καθότι τα μουσεία στο σύνολο τους μπορούν να προσφέρουν σημαντική πληροφορία μέσω της ποικιλίας των εκθεμάτων που κατέχουν στις συλλογές τους, και ενώ έχει παρατηρηθεί η χρήση νέων μέσων τεχνολογίας για την προβολή τους, γεννήθηκαν τα ερωτήματα: «Αν και κατά πόσο είναι δυνατή η εφαρμογή της καταδίωξης βλέμματος στο χώρο τους;» και «Σε ποιο επίπεδο υλοποίησης έχει φτάσει, μέχρι σήμερα, σε ελληνικά και ξένα μουσεία;». Η έρευνα, που έγινε, απαντά με τον εντοπισμό εφαρμογών κυρίως, όμως, σε μουσεία του εξωτερικού και την ανάπτυξη μελετών προς αυτήν την κατεύθυνση. Τα ελληνικό περιβάλλον παραμένει για την ώρα αδρανές ως προς τη γνωριμία του με την τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος.
Συνδυάζοντας τα παραπάνω, δημιουργήθηκε η ιδέα για τη μελέτη εφαρμογής της καταδίωξης βλέμματος για ελληνικό μουσείο και ο σχεδιασμός εφαρμογής που θα ενσωματώνει τεχνικές αναλόγως την ενέργεια που επιθυμείται και το στάδιο αλληλεπίδρασης που βρίσκεται ένας επισκέπτης/χρήστης του συστήματος.

Μελλοντικη Εργασια

Η καταδίωξη βλέμματος αποτελεί μια αναπτυσσομένη τεχνολογία, πολλά υποσχόμενη. Μελλοντικές εφαρμογές της μπορεί να υποστηρίζουν τον έλεγχο συσκευών και συστημάτων με απόλυτα φυσικό τρόπο και με το βλέμμα του ανθρώπου ως μοναδικό μέσο εισόδου για την αλληλεπίδραση.

Παρόλα αυτά αν και έχει παρουσιάσει μεγάλα βήματα εξέλιξης σε σχέση με μια δεκαετία πριν, δεν βρίσκει ιδιαίτερα διαδεδομένη χρήση. Τα προβλήματα εντοπίζονται στην απόκτηση και εγκατάσταση του τεχνικού εξοπλισμού λόγω κόστους, στην ακρίβεια της ως μεθόδου και την ευχρηστία της από πλευράς υλικού και λογισμικού εξοπλισμού, αλλά και στην ενημέρωση και εξοικείωση του κοινού για τη χρήση της.

Η Διπλωματική Εργασία είχε στόχο την κριτική επισκόπηση και ταξινόμηση των πιο σημαντικών τεχνικών αλληλεπίδρασης με το βλέμμα, όμως σκεπτόμενοι την ανάπτυξη της τεχνολογίας που θα οδηγήσει στην εμφάνιση νέων προκλήσεων, γίνεται ανάγκη η αναγνώριση τους και η δημιουργία νέων τεχνικών ή εμπλουτισμού των υπαρχουσών. Επομένως, η παρακολούθηση των εξελίξεων και η προσπάθεια για τη συλλογή και καταγραφή νέων τεχνικών θα πρέπει να συνεχιστεί.

Όσον αφορά τώρα τη σχεδίαση που προτάθηκε για εφαρμογή σε μουσείο, αποτέλεσε μια προσπάθεια κάλυψης ενός πεδίου που δεν είχε σχεδιαστεί στο παρελθόν. Σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν και καταγράφηκαν, ο τομέας των μουσείων και γενικότερα, οι δημόσια επισκεπτόμενοι χώροι μπορούν να υποδεχθούν και να αξιοποιήσουν εφαρμογές βασισμένες στην αλληλεπίδραση των επισκεπτών με το βλέμμα τους, με στόχο την ενημέρωσή τους και σκοπό όχι μόνο την προσέλκυση του ενδιαφέροντος του κοινού, αλλά και τη ψυχαγωγία του.

Ως μελλοντικός στόχος, τίθεται η τεχνολογική υλοποίηση και εφαρμογή της σχεδιαστικής πρότασης με πρωταρχικό σκοπό την αξιολόγηση της, μέσω πειραματικών δοκιμών με χρήστες. Τα αποτελέσματα που θα συλλεχθούν θα αποδώσουν στοιχεία για την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα της καταδίωξης βλέμματος και των επιλεγμένων τεχνικών αλληλεπίδρασης, επιβεβαιώνοντας τη σχεδίαση ή αποκαλύπτοντας προβλήματα προς επανασχεδιασμό. Σε κάθε περίπτωση, η επανασχεδίαση της σε υψηλότερο και πλέον τελειότερο επίπεδο, είναι θεμιτή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Επιστημονικά Άρθρα:

Αβούρης, Ν., (2000) "Εισαγωγή στη Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή", Αθήνα: Δίαυλος, ISBN 960-531-098-8.

Ashmore, M. Duchowski, A.T. & Hoemaker, G. (2005) "Efficient Eye Pointing with a Fisheye Lens", In GI '05: Proceedings of Graphics Interface, pp. 203-210.

Beymer, D., & Russell, D.M., (2005) "Web Gaze Analyzer: A System for Capturing and Analyzing Web Reading Behavior Using Eye Gaze", In Proceedings of CHI, ACM Press, , Portland, Oregon, USA, pp. 1913-16.

Bolt, R.A., (1982) "Eyes at the Interface'', Proc. ACM Human Factors in Computer Systems Conference, pp. 360-362.

Buquet, C., Charlier, J.R. & Paris, V., (1988) "Museum Application of an Eye Tracker", Medical & Biological Engineering & Computing, Lille, France, Vol. 26, pp. 277-281.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R., (2004) "Human-computer Interaction", 3rd edition, Addison-Wesley Pearson Education, London.

Drewes, H., & Schmidt, A., (2007) "Interacting with the Computer using Gaze Gestures", Interact 2007, Brasil, Part II, pp. 475 – 488.

Drewes, H., De Luca, A., & Schmidt, A., (2007) "Eye-Gaze Interaction for Mobile Phones", In Proceedings of Mobility 2007, ACM, New York, pp. 364-371.

Drewes, H., De Luca, A., & Weiss, R., (2007) "Evaluation of Eye-Gaze Interaction Methods for Security Enhanced PIN-Entry", ACM Digital Library, ISBN 978-1-59593-872-5.

Drewes, H., & Schmidt, A., (2009) "The MAGIC Touch: Combining MAGIC-Pointing with a Touch-Sensitive Mouse", INTERACT 2009, IFIP International Federation for Information, Part II, LNCS 5727, Eds T. Gross et al., pp. 415–428.

Drewes, H., (2010) "Eye Gaze Tracking for Human Computer Interaction", Dissertation an der LFE Medien-Informatik der Ludwig-Maximilians-Universität, Munich.

Duchowski, A.T., (2002) "A Breadth-first Survey of Eye-tracking Applications", Behavior Research Methods Instruments and Computers, pp. 455-470.

Duchowski, A.T., (2007) "Eye tracking Methodology - Theory and Practice", Springer (available online), e-ISBN 978-1-84628-609-4.

Duchowski A.T., Cournia N. & Murphy H. (2005) "Gaze-Contingent Displays: Review and Current Trends", Cyber Psychology & Behavior, Volume 7, Issue 6, pp. 621-634.

Falk J.H., (2010) "The Museum Visitor Experience: Who Visits, Why and to What Affect?", Danish Museum Book.

Fono, D., & Vertegaal, R., (2005) "EyeWindows: Evaluation of eye-controlled zooming windows for focus selection", In the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '05), New York, pp. 151-160.

Furnas, G.W., (1986) "Generalized Fisheye Views", In Proceedings of CHI'86 Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM Press, Boston, pp. 16-23.

Glenstrup, A.J., & Engell-Nielsen, T., (1995) "Eye Controled Media: Present and Future State", Bachelor Degree, University of Copenhagen.

Gutwin, C., (2002) "Improving Focus Targeting in Interactive Fisheye Views" In Proceedings of CHI'02, Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM Press, Minneapolis, pp. 267-274.

Hegner, H., & Skovsgaard, T, (2008) "Estimating acceptable noise-levels on gaze and mouse selection by zooming", Innovative Communication, IT University, Copenhagen, Proc. Student papers'08, Annual IEEE Conference, pp.1-4.

Hansen, J.P., Johansen, A.S., Hansen, D.W., Itoh, K., & Mashino, S., (2003) "Command without a click: Dwell time typing by mouse and gaze selections", Proc. Interact 2003, IOS Press, M. Rauterberg, M. Menozzi, and J. Wesson (eds.), Amsterdam, pp. 121-128.

Hein, G., & Alexander, M., (1998) "Museums: Places of Learning", American Association of Museums Education Committee, Washington, ISBN: 0 931201 56 X

Hornof, A., Cavender, A., & Hoselton, R., (2004) "EyeDraw: A System for Drawing Pictures with Eye Movements", Proc. Sixth International ACM SIG ACCESS Conference on Computers and Accessibility (ACM ASSETS'04), ACM Press, Atlanta, pp. 86-93.

Hornof, A.J., & Cavender, A., (2005) "EyeDraw: Enabling children with severe motor impairments to draw with their eyes", In Proceedings of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2005), ACM Press, pp. 161-170.

Hornof, A.J., & Sato, L., (2004) "EyeMusic: making music with the eyes", In Proceedings of the Conference on New interfaces For Musical Expression (NIME04), National University of Singapore, pp. 185-188.

Jacob, R.J.K., & Tanriverdi, V., (2000) "Interacting with eye movements in virtual environments", Proc. ACM CHI 2000 Human Factors in Computing Systems Conference, Addison-Wesley/ACM Interaction Museum Press 2000, pp. 265–272.

Jacob, R.J.K., (1990) "What You Look At is What You Get: Eye Movement-Based Interaction Techniques", Proc. ACM CHI'90 Human Factors in Computing Systems Conference, Addison-Wesley/ACM Press, pp. 11-18.

Jacob, R.J.K., (1991) "The Use of Eye movements in Human-Computer Interaction Techniques: What You Look At is What You Get", ACM Transactions on Information Systems, Vol. 9, pp. 152-169.

Jacob, R.J.K., (1993) "Eye Movement-Based Human-Computer Interaction Techniques: Toward Non-Command Interfaces", in Advances in Human-Computer Interaction, eds Hartson, H.R., Hix, D., Ablex Publishing Co., Norwood, N.J., Vol. 4, pp. 151-190.

Jacob, R.J.K., (1994) "New Human-Computer Interaction Techniques", in Human-Machine Communication for Educational Systems Design, eds Brouwer-Janse, M. & Harrington, T., Springer-Verlag, Berlin, pp. 131-138.

Jacob, R.J.K., (1995) "Eye tracking in Advanced Interface Design", in Advanced Interface Design and Virtual Environments, Oxford University Press, New York, pp. 258-288.

Jacob, R.J.K., (1996) "Input Devices and Techniques", in the Computer Science and Engineering Handbook, Tufts University, CRC Press, pp. 1494-1511.

Jacob, R.J.K., Carpenter, R.H.S, & MacMillan, (1991, 1995) "Eye tracking in advanced interface design and Virtual Environments", Oxford University Press, pp. 258-288.

Jacob, R.J.K., Hinckley, K., & Ware, C., (2003) "Input/Output Devices and Interaction Techniques", in: The Computer Science and Engineering Handbook, Second Edition, ed. by A.B. Tucker, CRC Press.

Jacob, R.J.K., Karn, K.S., Hyona, J., Radach, R., & Deubel, H., (2003) "Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises", Section Commentary, in The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research, Elsevier Science, Amsterdam, pp. 573-605.

Jacob, R.J.K., Leggett, J., Myers, B.A., & Pausch, R., (1993), "Interaction styles and input/output devices", Behaviour & Information Technology, pp.69-79.

Jacob, R.J.K., Sibert, Linda E., & Templeman, James N. (2001) "Evaluation and Analysis of Eye Gaze Interaction", Naval Research Laboratory, Washington, D.C., NRL Report NRL/FR/5513--01- 9990.

Jönsson, E., (2005) "If Looks Could Kill: An evaluation of Eye Tracking in Computer Games", Master's Thesis in HCI, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.

Kelly L., (2011) "Learning in the 21st Century Museum", in Open and Learning Museum Conference, Tampere, Finland.

Kochilas, Diane, (2008) "Aegean Cuisine. Great Foods and Flavors from the Cyclades and the Dodecanese", Center for Business and Technological Development (KETA) of South Aegean, ISBN 978-960-98538-0-4

Koh, D., Gowda, S., & Komogortsev, O., (2009) "Input Evaluation of an Eye-Gaze-Guided Interface: Kalman Filter vs. Velocity Threshold Eye Movement Identification", In Proceedings of the ACM SIGCHI symposium on engineering interactive computing systems (EICS 2009), July 2009.

Κουτσαμπάσης, Π., (2009) "Καταδίωξη βλέμματος", Σημειώσεις μαθήματος Προηγμένες Διεπαφές Χρήστη, Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Κουτσαμπάσης, Π., (2011) "Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Μηχανής: Βασικές έννοιες για τη σχεδίαση", Σημειώσεις μαθήματος Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου - Μηχανής, Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Κουτσαμπάσης, Π., (2011) "Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή: αρχές, μέθοδοι και παραδείγματα", Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Kumar, M., (2007) "Gaze-Enhanced User Interface Design", Dissertation, Department of Computer Science, Committee on Graduate Studies of Stanford University, Degree of Doctor Philosophy.

Kumar, M., Paepcke, A., & Winograd, T., (2007) "EyeExposé: Switching Applications with Your Eyes", Technical Report CSTR 2007-02, Stanford University, Stanford.

Kumar, M., Paepcke, A., & Winograd, T., (2007) "EyePoint: Practical Pointing and Selection Using Gaze and Keyboard", In Proceedings of CHI'07, San Jose, California, USA, ACM Press.

Kumar, M., Paepcke, A., & Winograd, T., (2007) "Gaze-enhanced Scrolling Techniques", In Proceedings of CHI'07, San Jose, California, USA, ACM Press.

Lankford, C. (2000) "Effective Eye-gaze Input into Windows", Dept. of Systems Engineering, Olsson Hall, University of Virginia, ACM Digital Library, ISBN 1-58113-280-8/00/0011.

Majaranta, P., & Räihä, K.J., (2002) "Twenty Years of Eye Typing: Systems and Design Issues", In ACM Eye Tracking Research and Applications Symposium, New Orleans, Louisiana, USA, pp. 15-22.

Majaranta, P., Räihä, K., & Aula, A., (2004) "Effects of feedback on Eye Typing with a Short Dwell Time", Proc. Symposium on Eye Tracking Research & Application, ACM Press, San Antonio, Texas, pp. 139-146.

Majaranta, P., & Räihä, K.J., (2007) "Text Entry by Gaze: Utilizing Eye-Tracking", in MacKenzie I.S. & Tanaka-Ishii K. (Eds.), Text entry systems: Mobility,

accessibility, universality, San Francisco: Morgan Kaufmann, pp. 175-187, ISBN: 978-0-12-373591-1.

Majaranta, P., (2009) "Text Entry by Gaze", Academic Dissertation in Interactive Technology, Department of Computer Sciences University of Tampere, ISBN 978-951-44-7786-7, ISSN 1795-9489.

Mayr, E., Knipfer, K., & Wessel, D., (2009) "In-sights into Mobile Learning: An Exploration of Mobile Eye Tracking Methodology for Learning in Museums", in G. Vavoula, N. Pachler, & A. Kukulska-Hulme (Eds.), Researching mobile learning: Frameworks, tools and research designs, Oxford: Peter Lang, pp. 189-204.

Milekic, S., (2003) "The More You Look the More You Get: Intention-based Interface using Gaze-tracking", in Bearman, D., Trant, J. (eds.) Museums and the Web 2003: Selected papers from an international conference, Archives and Museum Informatics, Pittsburgh, pp. 57-72.

Milekic, S., (2010) "Gaze-tracking and Museums: Current Research and Implications", paper presented at Museums and the Web 2010 Conference, Denver, CO.

Milekic, S., (2010) "Inside Your Head: Use of Eye-tracking for Museum Installations and Web Sites", paper presented at NODEM'10, November 24-26, Copenhagen, Denmark.

Miniotas, D., (2000) "Application of Fitts' Law to Eye Gaze Interaction", In CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM Press, pp. 390 – 340.

Miniotas, D., & Špakov, O., (2005) "Gaze-Based Selection of Standard-Size Menu Items", Proc. ICMI 2005 Conference, Trento, Italy.

Miniotas, D., Špakov, O., & MacKenzie, I.S., (2004) "Eye Gaze Interaction with Expanding Targets", Extended Abstracts of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2004, Vienna, Austria, pp. 1255-1258.

Miniotas, D., Špakov, O., MacKenzie, I.S., & Tugoy, I., (2006) "Speech-augmented Eye Gaze Interaction with Small Closely Spaced Targets", Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications (ETRA).

Mohamed, A.O., Perreira Da Silva, M., & Courboulay, V., (2008) "A history of eye gaze tracking", Technical Report: hal-00215967, version 1.

Morimoto, C., Zhai, S., & Ihde, S., (1999) "Manual And Gaze Input Cascaded (MAGIC) Pointing", Proc. ACM CHI'99 Human Factors in Computing Systems Conference, Addison-Wesley/ACM Press, pp. 246–253.

Morimoto, C., & Mimica, M., (2004) "Eye Gaze Tracking Techniques for Interactive Applications", Computer Vision and Image Understanding 98, University of Sao Paulo, Brazil, pp. 4-24.

Nielsen, J., & Pernice, K., (2009) "Eye tracking Methodology: How to Conduct and Evaluate Usability Studies Using Eye tracking", Nielsen Norman Group, ISBN-10: 0-321-49836-4, ISBN-13: 978-0-321-49836-6.

Nielsen, J., (1990) Trip Report: CHI'90, SIGCHI Bulletin, Seattle, Washington, April 1-5, vol. 22, no. 2, pp. 20-25.

Nielsen, J., (1993) "Non-command User Interfaces", ACM Press, vol.36, no.4, pp. 83-99.

Nielsen, J., (1993) "Usability Engineering", Morgan Kauffman.

Ohno, T., & Mukawa, N., (2003) "Gaze-Based Interaction for Anyone, Anytime", Proceedings of HCI International, Vol. 4, pp. 1452-1456.

Ohno, T., & Mukawa, N., (2004) "A Free-head, Simple Calibration, Gaze Tracking System That Enables Gaze-Based Interaction", ACM, Japan.

Ohno, T., (1998) "Features of Eye Gaze Interface for Selection Tasks", Proc. 3rd Asia Pacific Computer-Human Interaction (APCHI'98), Washington, DC: IEEE Computer Society, pp. 176-182.

Ohno, T., (2004) "EyePrint: Support of Document Browsing with Eye Gaze Trace", Proc. 6th international Conference on Multimodal interfaces - ICMI '04, ACM, New York, NY, pp. 16-23.

Ohno, T., (2007) "EyePrint: Using Passive Eye Trace From Reading to Enhance Document Access and Comprehension", International Journal of Human-Computer Interaction, pp. 71-94.

Οικονόμου Μ., (2004) "Νέες Τεχνολογίες και Μουσεία: εργαλείο, τροχοπέδη ή συρμός;", in Museology - International Scientific Electronic Journal, Issue 1, © Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Πυρπύλη Σ., (2006) "Νέες Τεχνολογίες: Η Μεγάλη Πρόκληση για τα Ελληνικά Μουσεία", Δεκέμβριος 2006, περιοδικό Αρχαιολογία & Τέχνες, Τεύχος 101, σελ. 62-66.

Poole, A., & Linden, J. Ball, (2005) "Eye tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future Prospects", Psychology Department, Lancaster University, UK.

Richardson, D.C., & Spivey, M.J., (2004) "Eye-Tracking: 1.Characteristics and Methods / 2.Eye-Tracking: Research Areas and Applications", Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering, Eds Wnek., G. & Bowlin.

Salvucci, D. D., & Anderson, J. R. (2000) "Intelligent gaze-added Interfaces", to appear in Human Factors in Computing Systems: CHI 2000 Conference Proceedings. New York: ACM Press.

Scherffig, Lasse, (2005) "It's in Your Eyes: Gaze Based Image Retrieval in Context", ZKM - Institute for Basic Research in cooperation with Media Art Net, Edited by Hans H. Diebner, ISBN 3-928201-34-4.

Shneiderman, B., & Pleasant, C., (2010) "Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction" 5th ed., England: Addison-Wesley Publising Company.

Špakov, O., (2005) "EyeChess: the tutoring game with visual attentive interface" Alternative Access: Feelings and Games '05, Department of Computer Sciences, University of Tampere, Finland.

Sparacino, F., (2002) "The Museum Wearable: Real-Time Sensor-Driven Understanding of Visitors Interests for Personalized Visually-Augmented Museum Experiences", Museums and the Web, Boston, Massachusetts.

Surakka, V., Illi, M., & Isokoski, P., (2004) "Gazing and Frowning as a new Technique for Human-Computer Interaction", ACM Transactions on Applied Perception, pp. 40-56.

Tall, Martin, (2008) "Neo Visus – Interface Components for Gaze Interaction", Master Thesis, Department of Cognitive Science, Lund University, Sweden.

Van Tonder, M., Cilliers, C., & Greyling, J., (2008) "A framework for gaze selection techniques", In Proceedings of the 2008 Annual Research Conference of the South African institute of Computer Scientists and information Technologists on IT Research in Developing Countries: Riding the Wave of Technology (SAICSIT '08), ACM, New York, vol. 338, pp. 267-275.

Ware, C., & Mikaelian, H.T., (1987) "An Evaluation of an Eye Tracker as a Device for Computer Input", Proc. ACM CHI+GI'87 Human Factors in Computing Systems Conference, pp. 183-188.

Wobbrock, J.O., Myers, B.A. and Kembel, J.A. (2003) "EdgeWrite: A stylus-based text entry method designed for high accuracy and stability of motion", Proc. UIST '03. New York, ACM Press, pp. 61-70.

Διαδικτυακοί Σύνδεσμοι: [ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης: 20/1/2012]

w1. http://en.wordpress.com/tag/eyeexpose/
Kate Greene, "An Alternative to the Computer Mouse – A user interface that tracks eye movement may provide an alternate way to use a computer", Technology Review Website.

w2. http://eyetrackingupdate.com/
Eye Tracking Update - Keep up to date with the latest Eye Tracking news and trends.

w3. http://gazeinteraction.blogspot.com/
Martin Tall on Gaze Interaction - A blog on research and development in eye tracking & gaze interaction.

w4. http://greasemonkey.mozdev.org Greasemonkey Firefox extension.

w5. http://hcigroup.org/projects/52-improvedeye-tracking.html

w6. http://library.gnome.org/users/dasher/unstable/
"Εγχειρίδιο Dasher", MacKay, David and Ward, David, "Dasher: Documentation", Department of Physics, Cambridge University.

w7. http://museum.wiki.nmc.org/Gesture-Based+Computing

w8. http://panacea.med.uoa.gr/topic.aspx?id=286
ΙΑΣΠΙΣ - Ιδεώδες ΑΣκληπιακό Πάρκο Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών. "Οφθαλμικός κόγχος και Οφθαλμοκινητικοί Μύες".

w9. http://poynterextra.org/eyetrack2004/index.htm
Eyetrack III: Online News Consumer Behavior in the Age of Multimedia, Poynter Institute and Eyetools, Inc., 2004.

w10. http://usabilityfriction.com/2010/06/07/fitts-law/
Ashley Towers, (2010) "Fitts' Law".

w11. http://wiki.fluidproject.org/display/fluid/Museum+visitors+-+characteristics+and+behaviour
"Museum Visitors - Characteristics and Behaviour", added by Tona Monjo on Mar 29, 2010.

w12. http://windows.microsoft.com/el-GR/windows-vista/Using-Windows-Flip-3D

w13. http://www.aegeancuisine.gr/

w14. http://www.apple.com/macbook/isight.html
MacBook iSight camera. Apple Computer: Cupertino, California, USA.

w15. http://www.apple.com/macosx/what-is-macosx/expose.html
Apple Mac OSX Aqua User interface feature: Exposé, 2006.

w16. http://www.arts.ac.uk/research/eyemouse/index.htm
The Eye Mouse Project.

w17. http://www.blep.com/bigSmile/index.htm
Brian Knep, New-Media Artist, Artwork: Big Smile 2003.

w18. http://www.cogain.org/bibliography/

w19. http://www.eyetracker.co.uk/why_use_eyetracker.aspx

w20. http://www.eyetracking.com.ua/eng/history/

w21. http://www.eyetracking.gr/el Optotech Eye Tracking Services.

w22. http://www.hcigroup.org/index.php HG: HCI Group.

w23. http://www.gazegroup.org/research/25 EyeTube - Gaze interaction for YouTube.

w24. http://www.newwinesofgreece.com/el/home/index.html Επώνυμο Ελληνικό Κρασί.

w25. http://www.ogama.net/ Open Gaze and Mouse Analyzer (OGAMA).

w26. http://www.roetting.de/eyes-tea/history/020919/jacob.html#16
Eyes-Tea: Boston. Jacob R.J.K "Eye Movement-Based Interaction Techniques and the Elements of Next-Generation, Non-WIMP User Interfaces".

w27. http://www.tobii.com/en/eye-tracking-integration/global/
Tobii. Looking Forward.

w28. http://www.tobii.com/en/eye-tracking-integration/global/news-and-events/press-releases/tobii-unveils-the-worlds-first-eye-controlled-laptop/
Tobii unveils the world's first eye-controlled laptop in collaboration with computer manufacturer Lenovo.

w29. http://www.tobii.com/en/eye-tracking-integration/global/products-services/hardware/eye-controlled-game-tobii-eyeasteroids/
Tobii EyeAsteroids™ - the World's First Eye-controlled Arcade Game.

w30. http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/software/tobii-studio-analysis-software/
Tobii Studio Analysis Software Eye Tracking.

w31. http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-glasses-eye-tracker/support-and-downloads/
Tobii Glasses Eye Tracker.

w32. http://www.uxbooth.com/blog/a-brief-history-of-eye-tracking/
UX Booth – A blog by and for the user experience community. Leggett David, January 19, 2010, "A Brief History of Eye tracking".

w33. http://www.uxmatters.com/mt/archives/2005/12/introduction-to-eyetracking-seeing-through-your-users-eyes.php
UX matters – Insights and inspiration for the user experience community. Matteo Penzo, December 6, 2005, "Introduction to Eyetracking: Seeing Through Your Users' Eyes".

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Π.1. **Σχόλια Κειμένων**

1. [§1.3 , (II)] ΣΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣΟΧΗΣ: ορίζεται το σημείο στο οποίο έχει εστιάσει και σταματήσει το βλέμμα του χρήστη πάνω στην επιφάνεια της διεπαφής. Χωρικά το σημείο εστίασης βρίσκεται πάντα εντός του οπτικού πεδίου του χρήστη. Το μέγεθος της περιοχής του σημείου εστίασης μπορεί να είναι από ένα σημείο, ή μια σειρά κειμένου, μέχρι μια δισδιάστατη περιοχή.

2. [§2.3.1] Αν και το ποντίκι συνήθως παρέχει μια άριστη κατάσταση, κατάλληλη για το μοντέλο του νόμο του Fitts, υπήρξε συζήτηση για το αν θα ίσχυε το ίδιο και για την είσοδο με τα μάτια. Η πρώτη εφαρμογή του νόμου πάνω στις κινήσεις των ματιών, ως μέσο κατάδειξης και εισόδου σε υπολογιστή, γίνεται από τους Ware και Mikaelian το 1987. Τα δεδομένα που προκύπτουν ταιριάζουν αρκετά καλά, συγκριτικά με άλλες συσκευές κατάδειξης, πάραυτα οι Ware και Mikaelian υποστήριξαν ότι νόμος του Fitts δεν εφαρμόζεται απόλυτα για τις κινήσεις των ματιών. Το 2000, ο Miniotas αποδεικνύει το νόμο του Fitts για τις κινήσεις των ματιών και το 2005 οι Zhang και MacKenzie μέτρησαν την απόδοση του ματιού σύμφωνα με τα πρότυπα του ISO9241-9 (εξηγεί τον τρόπο που πρέπει να γίνονται οι μετρήσεις ποιότητας των δεικτικών συσκευών που βασίζονται στο νόμο του Fitts), όπου αποδείχθηκε ότι ο νόμος του Fitts βρίσκει εφαρμογή και ισχύ και για την κατάδειξη με το βλέμμα.

3. [§2.3.1]3.6.2.3 Προτάθηκε η συχνότητα προσηλώσεων του βλέμματος ως μια σημαντική μέτρηση για τη διεπαφή. Η διάρκεια της προσήλωσης, ως μέτρο της δυσκολίας εξαγωγής πληροφορίας και ερμηνείας. Ο τρόπος μετάβασης των προσηλώσεων μεταξύ των οθονών, ως το μέτρο της αποτελεσματικότητας της διάταξης των επιμέρους στοιχείων της οθόνης.

4. [§3.6.2.3] Η τρισδιάστατη εναλλαγή παραθύρων (Flip3D) είναι μέρος της εμπειρίας Windows Aero. Εάν ο υπολογιστής δεν υποστηρίζει Aero ή εάν χρησιμοποιείται συνδυασμός χρωμάτων που διαφέρει από το Windows Aero, τα ανοικτά προγράμματα και παράθυρα μπορούν να προβάλλονται πατώντας Alt+Tab. Για κυκλική μετακίνηση

στα ανοικτά παράθυρα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το πλήκτρο Tab, σε συνδυασμό με τα πλήκτρα βέλη πλοήγησης ή να χρησιμοποιηθεί το ποντίκι.

5. [§3.7.1] ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Για χρονική παραμονή 500 msec και συνυπολογίζοντας τον χρόνο μιας σακκαδικής κίνησης από μια θέση σε μια άλλη 40 msec, η μέγιστη ταχύτητα θα είναι 22 WPM. Στην πράξη, οι τιμές εισόδου είναι αρκετά χαμηλότερες. (Majaranta et al. 2007).

6. [§3.7.2] Το πληκτρολόγιο κουέρτι (QWERTY) είναι το πιο συνηθισμένο μοντέρνο σχήμα πληκτρολογίου για την Αγγλική γλώσσα σε υπολογιστές και γραφομηχανές. Το όνομά του προέρχεται από τα πρώτα έξι γράμματα που βρίσκονται στην αριστερή άκρη της άνω γραμμής πλήκτρων γραμμάτων του πληκτρολογίου. Το QWERTY εφηύρε ο Christopher Latham Sholes και βασίστηκε σε προηγούμενο σχήμα που είχε φτιάξει ο 1873 για γραφομηχανές. Το QWERTY αρχικά σχεδιάστηκε με σκοπό να μειώσει τις εμπλοκές πλήκτρων στη γραφομηχανή, έγινε το κυρίαρχο σχήμα πληκτρολογίου σε γραφομηχανές (από το 1878) και μετέπειτα στα ηλεκτρονικά πληκτρολόγια. Έχει επικρατήσει λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων έναντι άλλων σχημάτων πληκτρολογίων και υποστηρίζει την εύκολη και γρήγορη δακτυλογράφησης.

7. [§3.9.1] Καθώς το μέγεθος πλέγματος του αλγορίθμου χειρονομιών μπορεί να επιλεχθεί τόσο μεγάλο όσο 10° της οπτικής γωνίας, αντίστοιχα και ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση μιας χειρονομίας πρέπει είναι μερικές εκατοντάδες χιλιοστά του δευτερολέπτου, η ανίχνευση τους δεν απαιτεί υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση από τον ανιχνευτή ματιού. Αυτό καθιστά δυνατή την χρήση φτηνών ιχνηλατών, αρκεί να έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύσουν τις χειρονομίες βλέμματος και μόνο.

8. [§7.2 , (Μέγεθος Στοιχείου)] Ο βασικός παράγοντας για τον καθορισμό του μεγέθους των στόχων/στοιχείων δεν είναι η ανάλυση της οθόνης, αλλά η ακρίβεια του ανιχνευτή βλέμματος. Δεδομένου ότι η ακρίβεια ορίζεται από την άποψη των βαθμών οπτικής γωνίας, το μέγεθος του στόχου καθορίζεται από τον υπολογισμό της εξάπλωσης της γωνίας, που μετράται σε pixels οθόνης, σε κανονική απόσταση θέασης. Η κάθετη και οριζόντια εξάπλωση του 1ου βαθμού της οπτικής γωνίας στην οθόνη (1280x1024 pixels στα 96 dpi), σε κανονική απόσταση θέασης 50 cm είναι 33 pixel. Αυτό σημαίνει ότι, όταν πρόκειται για ένα σημείο μεγέθους 1 pixel, η έξοδος από το ανιχνευτή ματιού μπορεί να έχει μια ακτίνα αβεβαιότητας των 33 pixels, ή ένα spread των 66 pixels. Το μέγεθος των στόχων πρέπει να είναι αρκετά μεγαλύτερο από 66 pixels για την αποφυγή ψευδών ενεργοποιήσεων. Εμείς επιλέξαμε ένα μέγεθος στόχο των 84 pixel με 12 pixel απόσταση μεταξύ των στόχων για να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες των λανθασμένων ενεργοποιήσεων όταν χρησιμοποιούν το βλέμμα για την επιλογή.

Π.2. **Φορητοί Ανιχνευτές Βλέμματος**

Στα παρακάτω κείμενα δίνονται στοιχεία των χαρακτηριστικών και τεχνικών λεπτομερειών για τρεις επιλεγμένους φορητούς ανιχνευτές βλέμματος (mobile eye tracker), όπως έχουν οριστεί από τους κατασκευαστές τους.

(I). **Tobii. Eye Tracking Glasses**

Η εταιρεία Tobii είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής στο χώρο της παρακολούθησης και του ελέγχου των ματιών: μια τεχνολογία που καθιστά δυνατή για τους υπολογιστές να γνωρίζουν ακριβώς τι κοιτούν οι χρήστες. Η τεχνολογία της χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορους τομείς της έρευνας και ως μέσο έλεγχου των υπολογιστών.

Η ιδέα της παρακολούθησης των ματιών προήλθε από ένα ερευνητικό πρόγραμμα στο Βασιλικό Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Στοκχόλμης (Royal Institute of Technology in Stockholm) και η Tobii ιδρύθηκε το 2001. Η καινοτομία αποτελεί τον πυρήνα της επιχείρησης και συνεχώς επενδύει σημαντικά στην όξυνση της τεχνολογίας της και στην ανάπτυξη νέων προϊόντων.

Η επόμενη γενιά των φορητών ανιχνευτών βλέμματος.
Τα γυαλιά Tobii είναι ένα επαναστατικό, ακριβές εργαλείο για την καταγραφή της φυσικής συμπεριφοράς του χρήστη σε μια τόσο ποιοτική όσο και ποσοτική έρευνα του πραγματικού κόσμου.
Η πρωτοποριακή νέα τεχνολογία και ο σχεδιασμός καθιστούν εύκολη τη χρήση του φορητού ανιχνευτή βλέμματος στην έρευνα ενός αγοραστή, στην έρευνα στα αθλητικά, σε δοκιμές ευχρηστίας, στην έρευνα μέσων μαζικής ενημέρωσης, την κατάρτιση και την αξιολόγηση και πολλές άλλες εμπορικές και επιστημονικές ερευνητικές περιοχές.
Η διακριτική, εξαιρετικά ελαφριά σχεδίαση διασφαλίζει τη φυσική συμπεριφορά των χρηστών και την εγκυρότητα της έρευνας. Η αυτοματοποιημένη καταγραφή δεδομένων και συγκέντρωση, μαζί με το σύστημα κατευθυνόμενων διαδικασιών, προάγει την υπέρτατη αποτελεσματικότητα της διαδικασίας. Οι ευρείες δυνατότητες του ανιχνευτή βλέμματος μπορούν να βασιστούν στις ανεξέλεγκτες συνθήκες και το πραγματικό περιβάλλον.

Μοναδική τεχνολογία και χαρακτηριστικά.

- Η διακριτική, εξαιρετικά ελαφριά κατασκευή των γυαλιών και της μονάδας καταγραφής κάνουν το σύστημα διακριτικό. Δεν υπάρχουν κάμερες που αποσπούν τη προσοχή και τα αντικείμενα έρευνας είναι απαλλαγμένα από τον ογκώδη και βαρύ εξοπλισμό.
- Η ισχυρή τεχνολογία IR βασισμένη στο AOA-Track™, με ακριβή και αντικειμενικό τρόπο καταγράφει τα δεδομένα του ανιχνευτή βλέμματος στα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου. Η αυτόματη ομαδοποίηση των δεδομένων μειώνει την ανάγκη για εκτεταμένη χειρονακτική ρύθμιση και οδηγεί απευθείας στη στατιστική ανάλυση.
- Η παραλλαγή των ματιών διατηρεί την ακρίβεια κατά τη διάρκεια διαφορετικών προβολών απόστασης καθώς τα δοκιμαστικά προϊόντα μετακινούνται.
- Συγχρονισμός δεδομένων του ανιχνευτή βλέμματος (σε χιλιοστά δευτερολέπτου), σχεδιασμός δεδομένων του AOA-Track™ και των σκηνών βίντεο.
- Δεν χρειάζεται προσαρμογή της κάμερας πριν την έναρξη. Αυτό αυξάνει την αποδοτικότητα και ελαχιστοποιεί το ρίσκο του ανθρώπινου λάθους.

- Η βαθμονόμηση είναι ένα αυτόματη και χρειάζεται μόνο 15 δευτερόλεπτα. Μπορεί να γίνει και μετά την εγγραφή.
- Η μονάδα επεξεργαστή καταγράφει τα δεδομένα του ανιχνευτή βλέμματος, ήχο, βίντεο (κίνηση) , στιγμιότυπα AOA και τη θέση των IR δεικτών. Επίσης δείχνει την ποιότητα του ανιχνευτή βλέμματος και τη διάρκεια της μπαταρίας.
- Η πλήρη συμβατότητα με το λογισμικό ανάλυσης Tobii Studio δίνει άμεση πρόσβαση σε ολοκληρωμένη απεικόνιση σε στατιστικά στοιχεία και προσφέρει συνεχή και αυτόματο χειρισμό των δεδομένων χωρίς υποκειμενισμό.

Εικόνα Π-1. Φορητός Ανιχνευτής Βλέμματος της Tobii.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά.

Data rate	30 Hz	
Bright/dark pupil tracking	Dark pupil	
Firmware	Embedded	
Calibration procedure System guided Post calibration	Yes	
Calibration validation	With Accuracy and Tracking Parameter	
Sound recording/microphone	Yes	
Scene camera format & resolution	MJPG2000 640x480	
Snapshot format & resolution	JPEG 1.3 Mega Pixels	
Scene camera recording angle/ visual angle	56 degrees horizontal, 40 degrees vertical	
Maximum battery duration of Recording Assistant in recording and stand-by	110 minutes and 180 minutes	
Range of IR markers	60-250 cm / 23.6-98.4”	
Tolerated angles of IR markers	90-150 degrees (depending on viewing distance)	
Battery duration of IR-markers, in active mode & stand-by	240 minutes / 14 days	
Storage media	SD card	
Weight – Glasses	75 grams 0.17 lbs	
Weight – Recording Assistant incl. battery	200 grams 0.44 lbs	
Dimensions – Recording Assistant (Length x width x depth)	123 x 83 x 32.5 mm / 4.84x3.27x1.3”	
Dimension - IR markers	29 x 31 x 26 mm / 1.14 x 1.22 1.02”	
System travel weight incl. case	4.9 kg, 10.8 lbs	
Hardware packages		
Items/Features	Glasses Base	Glasses Smart IR*
Tobii Glasses	♦	♦
Recording Assistant	♦	♦
AOA-Track automatic data Mapping		♦

Πηγή: http://www.tobiiglasses.com/scientificresearch/

(II). **SMI. Eye Tracking Glasses**

Η SMI- SensoMotoric Instruments- ιδρύθηκε το 1991, είναι ένας παγκόσμιος ηγέτης στις ειδικές εφαρμογές όρασης. Σε στενή συνεργασία με τους πελάτες της, έχει εμπειρία 20 ετών στην ανάπτυξη και προώθηση συγκεκριμένων εφαρμογών με συστήματα παρακολούθησης των ματιών και του βλέμματος (gaze & eye tracking systems). Οι ιχνηλάτες ματιών και τα προϊόντα λογισμικού, που παράγει, συνδυάζουν τη μέγιστη απόδοση και χρηστικότητα με την υψηλότερη δυνατή ποιότητα, με αποτέλεσμα υψηλής αξίας λύσεις για τους πελάτες. Περισσότερα από 6.000 συστήματα παρακολούθησης ματιών μας σε παγκόσμιο επίπεδο λειτουργίας είναι η μαρτυρία για τη συνεχιζόμενη επιτυχία της στην παροχή καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών.

Γυαλιά ανίχνευσης βλέμματος SMI.
Η νέα συσκευή φορητού ανιχνευτή βλέμματος από την SMI- SensoMotoric Instruments- η οποία αναλύει την οπτική αντίληψη σε πραγματικό κόσμο και εικονικά περιβάλλοντα, αποτελεί δυνατό εργαλείο για επαγγελματίες και ερευνητές μάρκετινγκ, μελετών ευχρηστίας ή ακαδημαϊκών θεμάτων.

- Μελέτες με φορητούς ανιχνευτές βλέμματος.
  Τα γυαλιά ανίχνευσης βλέμματος SMI είναι διακριτικά, ανθεκτικά και σχεδιασμένα για ένα ευρύ φάσμα μελετών με παρακολούθηση των ματιών, π.χ. διάρκεια δοκιμών, έρευνα σε υπαίθριο χώρο, μελέτες ευχρηστίας στις κινητές συσκευές, προώθηση της έρευνας, έρευνες οπτικής αντίληψης ή ανάλυσης μεθόδων κατάρτισης.
- Άμεση, φυσική εγκατάσταση.
  Τα γυαλιά ανίχνευσης βλέμματος SMI φοριούνται όπως ένα κανονικό ζευγάρι γυαλιά και είναι έτοιμα για χρήση αμέσως. Η βαθμονόμηση εκτελεί μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.
- Αξιόπιστα στοιχεία παρακολούθησης.
  Η παρακολούθηση και των δύο ματιών παρέχει αξιόπιστα δεδομένα. Η αυτόματη αντιστάθμιση παράλλαξη εξασφαλίζει ακρίβεια σε κάθε σημείο σε όλες τις αποστάσεις χωρίς την ανάγκη για χειρωνακτικές προσαρμογές.
- Λεπτομέρειες Σκηνή σε ποιότητα HD.
  Η κάμερα σκηνή HD με ανάλυση 1280 x 960p και μεγάλο δυναμικό εύρος διαθέτει unprecented επίπεδο των λεπτομερειών. Με εναλλάξιμα γυαλιά του, η φορητή συσκευή εντοπισμού βλέμμα έχει σχεδιαστεί για μέσα και εξωτερική χρήση ανεξάρτητα από το φως του περιβάλλοντος.
- Ζωντανή παρακολούθηση.
  Τα γυαλιά ανίχνευσης βλέμματος SMI παρέχουν πλήρη έλεγχο των παρατηρήσεων μέσω ζωντανής παρακολούθησης. Η ελεύθερη SMI API επιτρέπει πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και εύκολη ενσωμάτωση με άλλες τεχνολογίες κινητών επικοινωνιών και αισθητήρων, π.χ. ΗΕΓ ή GPS.
- Αυτοματοποιημένη ανάλυση χωρίς ενεργούς δείκτες.
  Τα αυτόματα εργαλεία ανάλυσης χωρίς ενεργούς δείκτες (προαιρετικό πακέτο λογισμικού) επιτρέπουν την εύκολη και ευέλικτη έρευνα μέσω των γυαλιών ανίχνευσης βλέμματος SMI.

Εικόνα Π-2. Φορητός ανιχνευτής βλέμματος της SMI (SensoMotoric Instruments)

Τεχνικά Χαρακτηριστικά.

Technology	
• Non-invasive video based eye tracking	
• Binocular with automatic parallax compensation	
• Pupil CR, dark pupil tracking	
Calibration	
• Instant gaze cursor with no calibration, 1-point and 2-point calibration mode (pre and post-recording), offline calibration	
Performance	
• Sampling rate	30Hz binocular
• Tracking distance	40cm – ∞ (15.8" – ∞)
• Tracking resolution	0.1°
• Tracking range	80° horizontal, 60° vertical
• Gaze position accuracy	0.5°
• HD scene camera	
- Resolution	1280 x 960p @24 fps
- Video format	H264
- Field of view	60° horizontal, 46° vertical
Glasses	
• Weight	75g (0.17 lbs)
• Size (width, height, depth)	173 x 58 x 168mm (6.8 x 2.3 x 6.6”)
• Head width (ear-to-ear)	138 – 180mm (est. age 7+) (5.4 – 7.1”)
Auxiliary Devices/Communication	
• Sound recording via integrated microphone	
• Subnotebook	
• Mobile recording unit*	
• SMI Eye Tracking Glasses recording software	
• Online communication and interfacing	
Software Options	
• SMI BeGazeTM analysis software	
• Free SMI SDK/API	
Recording Time	
• Subnotebook 2h	
• Recording unit* available at release	

Πηγή: http://www.eyetracking-glasses.com/

(III). **ASL. NeXt Generation Mobile Eye - Mobile Eye XG**

Η ASL –Applied Science Laboratories - υπήρξε πρωτοπόρος στην εξέταση της κίνησης των ανθρώπινων ματιών για πάνω από 30 χρόνια. Ιδρύθηκε από επιστήμονες του M.I.T το 1962, και ανέπτυξε το πρώτο βίντεο με βάση την παρακολούθηση του ματιού το 1974.
Η ASL είναι η πρώτη εταιρεία που ανάπτυξε επί κεφαλής συστήματα παρακολούθησης ματιών, μαγνητική παρακολούθηση κίνησης του κεφαλιού, υποβοηθούμενη απομακρυσμένη παρακολούθηση και πολλά χαρακτηριστικά που είναι τώρα πρότυπα της βιομηχανίας. Με το καινοτόμο πνεύμα της συνεχίζει να προσφέρει ολοκληρωμένες σειρές ανιχνευτών ματιών. Με εμπειρία στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την κατασκευή και τη διανομή εξοπλισμού παρακολούθησης των ματιών σε όλο τον κόσμο, παρέχει ειδικό σχεδιασμό και ανάπτυξη υπηρεσιών για την έρευνα και την καταναλωτική αγορά.

NeXt Generation Mobile Eye XG
Η ASL συνειδητοποιώντας τη ζήτηση για την ανίχνευση βλέμματος σε διάφορους κλάδους και τομείς της έρευνας, παρουσιάζει την έκδοση της επόμενης γενιάς φορητών ανιχνευτών βλέμματος (NeXt Generation Mobile Eye XG).
Ο κομψός και ακριβής ανιχνευτής Mobile Eye XG σε συνδυασμό με το λογισμικό ανάλυσης της ASL προσφέρει στους ερευνητές μια ολοκληρωμένη λύση για την ικανοποίηση των αναγκών της έρευνας σήμερα και στο μέλλον.
Τα ελαφριά γυαλιά ενσωματώνουν δύο ψηφιακές κάμερες υψηλής ανάλυσης: η πρώτη καταγράφει την εικόνα που παρατηρείται (σκηνή) και η δεύτερη το μάτι του συμμετέχοντα. Οι ερευνητές έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν είτε ασύρματα, είτε στην κάρτα SDHC, ή και τα δύο. Αυτές οι εικόνες στη συνέχεια ενσωματώνονται σε μια ενιαία εγγραφή βίντεο που αντιπροσωπεύει τη σκηνή με μια υπέρθεση του κέρσορα βλέμματος. Τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε μια κάρτα SDHC στην συσκευή του συμμετέχοντα ή να αποσταλούν σε ένα απομακρυσμένο σταθμό εργασίας. Οι ερευνητές μπορούν να δουν τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, ενώ ο συμμετέχων εκτελεί την εργασία του.
Η εγκατάσταση είναι εύκολη με την αυτόματη βαθμονόμηση που προσφέρει ο Mobile Eye XG της ASL. Η βαθμονόμηση μπορεί εύκολα να ελεγχθεί και να προσαρμοστεί. Τα μικρά παιδιά ή οι συμμετέχοντες που φορούν γυαλιά μπορούν να χρησιμοποιήσουν το προτεινόμενα πλαίσια, ώστε να υπάρχει η ευελιξία χρήσης του συστήματος σε ένα ευρύ φάσμα μελετών και με ένα ευρύ φάσμα συμμετεχόντων.
Η ακρίβεια είναι το κλειδί για κάθε έρευνα. Ο Mobile Eye XG της ASL δίνει ακρίβεια 0,5 έως 1 βαθμό.
Ο συμμετέχων έχει τη δυνατότητα να κυκλοφορεί ελεύθερα στο περιβάλλον φορώντας μια μικρή μονάδα επεξεργαστή πάνω του, ή μέσα στην τσάντα του.
Η εγκατάσταση είναι απλή, τα δεδομένα είναι ακριβή, η ανάλυση σε βάθος.
Η ανίχνευση βλέμματος δεν ήταν ποτέ πιο εύκολη ή πιο ακριβής.

Ο Mobile Eye XG βοηθά τους ερευνητές στους ακόλουθους τομείς:

- Κοινωνική αλληλεπίδραση και δυναμική ομάδας.
- κατανόηση κειμένου.
- Ο συνδυασμός με άλλες συσκευές.
- Αναγνώριση εμπορικού σήματος και αποτελεσματικότητα σχεδιασμού συσκευασίας.
- Multimedia, έρευνα επικοινωνίας.
- Οδήγηση οχήματος, οδηγίες ασφάλειας και έρευνα.
- Στρατιωτικές έρευνες και Αεροπορία.
- Έρευνα ευχρηστίας.
- Αθλητική Ψυχολογία.
- Σχεδιασμό προϊόντος.
- Βίντεο παιχνίδια.

Εικόνα Π-3. Φορητός ανιχνευτής βλέμματος (NeXt Generation Mobile Eye XG) από την ASL.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά.

Eye Tracking Technique	Dark Pupil
Eye Tracking	Monocular, Right Eye
Speed	30 Hz
Accuracy	0.5 to 1.0 degree
Microphone	Yes
Firmware	Embedded
Calibration	Automatic
Calibration Validation	Yes
Post Calibration	Yes
Outdoor Enhancements	Yes
Automatic Data Mapping	Yes
Parallax Compensation Tool	Yes
Synchronization w/external source	Yes
Recorder	
Display	5.7 inch LCD
Controls Touch	Sensitive
Storage Media	SD, Micro SD, SD HC Card
Maximum Card Size	32 GB
Maximum File Size per Recording	4– 32 GB
Maximum Recording Time	>3 Hrs
Main Battery	Rechargeable Li-Ion Smart Battery
Main Battery Life	Up to 4 hours
Dimensions(LengthxWidthxDepth)	192 x 118 x 50.8 mm / 7.56 x 4.65 x 2.0”
Weight	780g / 1.72 lbs
Connection	802.lln or Gigabit Ethernet
Glasses	
Color	Metallic, Silver, Black
Lenses	Hot Mirror Glass
Adjustable Monocle	Yes
Adjustable Scene Lens	Yes
Frames for Glasses	Yes
Children’s Optics	Yes
Sensor Resolution	1600 x 1200
Camera Recording Angle	60 Degrees Horizontal, 40 Degrees Vertical
Weight	78g

Πηγή: http://www.asleyetracking.com/Site/Products/MobileEye/tabid/70/Default.aspx

Π.3. Οδηγίες Χρήσης για την Εφαρμογή

Θα παρέχονται στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα, όπως ακριβώς και η εφαρμογή.

Αλληλεπιδραστική εφαρμογή με καταδίωξη βλέμματος.

Η τεχνολογία καταδίωξης βλέμματος αφορά την παρακολούθηση των μετακινήσεων των ματιών μας και τον υπολογισμό των σημείων εστίασης τους από τον Η/Υ σε πραγματικό χρόνο.

Τα ειδικά γυαλιά αποτελούν έναν ανιχνευτή βλέμματος με ενσωματωμένη κάμερα. Η κάμερα παρακολουθεί το μάτι καταγράφοντας τις μετακινήσεις του και εντοπίζοντας το σημείο προσοχής, δηλαδή το σημείο στο οποίο έχει εστιάσει και σταματήσει το βλέμμα πάνω στην επιφάνεια της οθόνης.

Η Αλληλεπίδραση.
Μπορείτε να επιλέξετε μεταξύ δυο τρόπων για να χρησιμοποιήσετε την εφαρμογή.

- Τεχνική 1: Χρήση μόνο του βλέμματος για να επιλέξετε και να ενεργοποιήσετε ένα αντικείμενο (πρέπει να διατηρήσετε το βλέμμα σας σταθερό στο ίδιο σημείο για ελάχιστο χρονικό διάστημα (msec))

- Τεχνική 2: Συνδυασμός, χρήση του βλέμματος για να επιλέξετε το αντικείμενο και το πάτημα του ειδικού κουμπιού για να το ενεργοποιήσετε.

Οδηγίες χρήσης.

- Φορέστε τα ειδικά γυαλιά.

- Πραγματοποιείστε τη διαδικασία βαθμονόμησης του ματιού, παρακολουθώντας τα σημεία που εμφανίζονται στη οθόνη.

- Επιλέξτε μεταξύ των τεχνικών αλληλεπίδρασης, κοιτάζοντας το αντίστοιχο σημείο στην οθόνη και ακολουθώντας τις οδηγίες που δίνονται.

- Η προετοιμασία ολοκληρώθηκε. Μπορείτε να ξεκινήσετε την περιήγηση.

- Για να σταματήσετε μπορείτε απλά να βγάλετε τα ειδικά γυαλιά.

Π.4. **Aegean Cuisine**

« Το AegeanCuisine αποτελεί μια δράση του Κέντρου Επιχειρηματικής και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΚΕΤΑ) Νοτίου Αιγαίου που υλοποιείται σε στενή συνεργασία με τα Επιμελητήρια Κυκλάδων και Δωδεκανήσου. Στόχος αυτής της δράσης είναι να αξιοποιηθεί η ιδιαίτερα πλούσια αιγαιοπελαγίτικη οινογαστρονομία προς όφελος των επιχειρήσεων στους δύο Νομούς, ώστε αυτές να αποκομίσουν περισσότερα έσοδα από την τουριστική αγορά. Η ανάδειξη των τοπικά παραγόμενων προϊόντων και της γαστρονομίας μπορεί να αποτελέσει όχημα προώθησης θεματικού τουρισμού των νησιών μας και της διεθνούς προβολής των τοπικών παραγόμενων προϊόντων και ιδιαίτερα των κρασιών της περιφέρειας.»

Τι είναι Aegean Cuisine…
« Η πρωτοβουλία AegeanCuisine, ένα σύστημα μελών-επιχειρήσεων των νησιών του Νοτίου Αιγαίου οι οποίες επιθυμούν και υπόσχονται να προσφέρουν στους επισκέπτες αιγαιοπελαγίτικο συναίσθημα και εμπειρία, γεννήθηκε με σκοπό την αξιοποίηση της ιδιαίτερα πλούσιας αιγαιοπελαγίτικης οινο-γαστρονομίας, προς όφελος της ανάδειξης και προβολής των τοπικά παραγόμενων προϊόντων, ιδιαίτερα δε των κρασιών, αλλά και της δημιουργίας και προώθησης του θεματικού τουρισμού των νησιών μας.

Η Φιλοσοφία
"Να αξιοποιηθεί η ιδιαίτερα πλούσια αιγαιοπελαγίτικη οινογαστρονομία."
Τα νησιά του Αιγαίου παράγουν μια εξαιρετική ποικιλία προϊόντων τα οποία χαρακτηρίζονται από τον συνδυασμό γεύσης, ποιότητας και μοναδικότητας. Όμως, για κάποιους λόγους, δεν έχουν καταφέρει να λάβουν την ανάλογη αναγνωρισιμότητα και εμπορευσιμότητα που τους αξίζει.
Τα νησιά του Αιγαίου, προσφέρουν εξαιρετικές συνθήκες τουρισμού οι οποίες χαρακτηρίζονται από τον συνδυασμό καθαρής θάλασσας, λαμπρού ήλιου, βαθειάς ιστορίας, παράδοσης και πολυσχιδούς πολιτισμού. Όμως, για κάποιους λόγους, δεν έχουν καταφέρει να λάβουν την ανάλογη διάρκεια και αξία που τους αξίζει.

Οι Στόχοι
Ανάδειξη του Αιγαίου ως τόπου με διαχρονικό οινο-γαστρονομικό πολιτισμό.
Εξοικείωση του έλληνα και ξένου καταναλωτή με τα αιγαιοπελαγίτικα προϊόντα.

- Προβολή και καθιέρωση των αιγαιοπελαγίτικων προϊόντων στην ελληνική και διεθνή αγορά.
- Προώθηση των αιγαιοπελαγίτικων προϊόντων σε δίκτυα λιανικής και χονδρικής πώλησης. »

Το περιεχόμενο των πληροφοριών της διεπαφής προέρχεται από το βιβλίο «Η Κουζίνα του Αιγαίου» (Aegean Cuisine) και από την επίσημη ιστοσελίδα http://www.aegeancuisine.gr/ [w13].
Η πληροφορία επικεντρώθηκε στον τομέα των κρασιών και το ενημερωτικό υλικό της διεπαφής (κείμενα, φωτογραφίες, βίντεο) προήλθε κυρίως από διαδικτυακούς τόπους. Αναφέρονται συγκεκριμένα:

- Κείμενα:

Η Κουζίνα του Αιγαίου «Aegean Cuisine», http://www.aegeancuisine.gr/

- Φωτογραφικό Υλικό:

Η Κουζίνα του Αιγαίου «Aegean Cuisine», http://www.aegeancuisine.gr/
Κτήμα Σιγάλα, http://www.sigalas-wine.gr/etairia.html

Γαία Οινοποιητική, http://www.gaia-wines.gr/
Moraitico, http://www.gmoraitis-wine.gr/index.php

- Βίντεο:

«Μουσείο Κρασιού στην Σαντορίνη»,
http://www.youtube.com/user/touristoramacom#p/c/13/QvZxfQDEDqw
«Το δυνατό σημείο του ελληνικού κρασιού»,
http://www.youtube.com/watch?v=PD0omETSXvs&feature=related
«Η Γαία Οινοποιητική»,
http://www.youtube.com/user/newwinesofgreece#p/c/2CF995FB948DDBAC/12/xmnjCr3x5vc
«Το Κτήμα Σιγάλα»,
http://www.youtube.com/user/newwinesofgreece#p/c/2CF995FB948DDBAC/16/XL9Iz3kWuqk