Μεθοδολογία και σύστημα για την αξιολόγηση οπτικών αντικειμένων συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή.

Μια διατριβή που παρουσιάστηκε στο Τμήμα Ηλεκτρονικής και Μηχανικών Υπολογιστών του Πολυτεχνείου Κρήτης σε εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης στη Μηχανική Υπολογιστών.

Χανιά, 2001

©Θοδωρής Π. Μαργαζάς

Δηλώνω ότι είμαι ο μοναδικός συγγραφέας αυτής της διατριβής.

Εξουσιοδοτώ το Πολυτεχνείο Κρήτης να δανείζει αυτή τη διατριβή σε άλλους οργανισμούς, ή μεμονωμένα άτομα, για ερευνητικούς σκοπούς.

Επιπλέον, εξουσιοδοτώ το Πολυτεχνείο Κρήτης να αναπαράγει αυτή την διατριβή με φωτοτυπίες ή άλλους τρόπους, ολόκληρη ή μέρος της, μετά από αίτηση άλλων οργανισμών ή μεμονωμένων ατόμων για ερευνητικούς σκοπούς.

Το Πολυτεχνείο Κρήτης ζητά τις υπογραφές όλων των προσώπων που χρησιμοποιούν ή αντιγράφουν αυτή τη διατριβή. Παρακαλείστε να υπογράψετε παρακάτω και να αναγράψετε διεύθυνση και ημερομηνία.

Περίληψη

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, τα συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών τα τελευταία πέντε χρόνια έχουν γνωρίσει μια ραγδαία ανάπτυξη που οφείλεται κυρίως στην αλματώδη εξέλιξη της τεχνολογίας και της χρήσης των προσωπικών υπολογιστών. Χαρακτηριστικό είναι ότι το 48% του κώδικα μιας εφαρμογής αφιερώνεται στην υλοποίηση του συστήματος αλληλεπίδρασης. Υπάρχουν εκτιμήσεις που υπολογίζουν ότι έως το έτος 2000 το 90% των εργαζόμενων στις βιομηχανικές χώρες θα χρησιμοποιούν υπολογιστικά συστήματα. Τα συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών ανάμεσα στις έξι (6) βασικές ερευνητικές περιοχές της επιστήμης των υπολογιστών, και μάλιστα χαρακτηρίζεται πολύ σημαντική, κεντρική περιοχή σε ένα μεγάλο αριθμό σημαντικών εφαρμογών, όπως είναι η υπολογιστική βιολογία, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες κ.α. Η σημασία λοιπόν του ελέγχου και της βελτίωσης των συστημάτων αλληλεπίδρασης έγινε επιτακτική και αναγκαία. Αν και αρχικά υπήρξε δυσπιστία και καχυποψία από τους κατασκευαστές των συστημάτων αυτών για την αξία του usability γρήγορα αυτές διαλύθηκαν από τα πρώτα αποτελέσματα τα οποία είναι εντυπωσιακά.

Από τα παραπάνω γίνεται εμφανής η χρησιμότητα ενός συστήματος το οποίο θα μπορούσε να εξάγει γρήγορα συμπεράσματα για την ποιότητα ενός συστήματος αλληλεπίδρασης μιας εφαρμογής, ανεξάρτητα από το ποια είναι αυτή. Ένα τέτοιο σύστημα θα πρέπει να είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί από μεγάλο αριθμό χρηστών χωρίς την ανάγκη επίβλεψης από κάποιο ειδικό, μειώνοντας αρκετά το κόστος ελέγχου. Τέλος, αυτό που θα πρέπει κυρίως να παρέχεται αυτό το σύστημα είναι η δυνατότητα ελέγχου των νέων στοιχείων αλληλεπίδρασης που έχουν κάνει την εμφάνισή τους τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα με τα συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή που εμφανίστηκαν στους προσωπικούς υπολογιστές.

Στην διατριβή αυτή παρουσιάζεται μία μεθοδολογία και ένα σύστημα γενικού σκοπού, το οποίο έχει τη δυνατότητα της αυτοματοποιημένης εξαγωγής συμπερασμάτων για την επιτυχή συσχέτιση των εικονιδίων που χρησιμοποιούνται σε μία εφαρμογή και των λειτουργιών που αυτά πυροδοτούν, είναι απολύτως αναγκαία διότι καλύπτει σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό τον έλεγχο usability ενός μοντέρνου συστήματος αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή. Η παρούσα διατριβή πραγματεύεται το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος.

Αφιέρωση

Στούς γονείς μου .....

Ευχαριστήρια

Επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Χριστοδουλάκη Σταύρο για την επίβλεψη και την καθοδήγησή του για την ολοκλήρωση αυτής της διατριβής.

Επίσης επιθυμώ να ευχαριστήσω τους καθηγητές κ. Ζερβάκη Μ. και Τριανταφύλλου Π. για τον χρόνο που αφιέρωσαν για την ανάγνωση της διατριβής και για τις παρατηρήσεις τους.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον Ατζαράκη Ι. για την φιλοξενία, την στήριξη και την βοήθεια που μου παρείχε που συνέβαλαν καθοριστικά στην ολοκλήρωση αυτής της διατριβής. Επίσης οφείλω να ευχαριστήσω τους Κυριακάκη Γ. , Τσιναράκη Χ., Μουμουτζή Ν., Παππά Ν. και Μπαλαντίνο Μ. για την υποστήριξη και τις συμβουλές τους κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής. Τέλος ευχαριστώ ιδιαίτερα την Μαλανδράκη Γ. για την σημαντική βοήθεια της που συνέβαλλε τα μέγιστα στην ολοκλήρωση της.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 1
1.1 Τι είναι Usability. 1
1.1.1 Ικανότητα εκμάθησης του συστήματος. 2
1.1.2 Αποδοτικότητα του συστήματος. 3
1.1.3 Memorability. 3
1.1.4 Παροχή ικανοποιητικών μηνυμάτων λάθους. 4
1.1.5 Ευχάριστο στη χρήση. 5
1.2 Αναγκαιότητα της διατριβής. 5
1.3 Στόχοι της διατριβής. 9
1.4 Δομή της διατριβής. 12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 14
2.1 Ο χρήστης. 15
2.1.1 Δίαυλοι επικοινωνίας εισόδου – εξόδου. 15
2.1.1.1 Οπτικοί δίαυλοι. 16
2.1.1.2 Ακουστικοί δίαυλοι. 17
2.1.1.3 Δίαυλοι αφής. 17
2.1.2 Κίνηση. 18
2.1.3 Η μνήμη του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών. 19
2.1.3.1 Μνήμη αισθητήρων. 20
2.1.3.2 Μνήμη βραχυπρόθεσμης λειτουργίας. 20
2.1.3.3 Μνήμη μακροπρόθεσμης λειτουργίας. 21
2.2 Ο Υπολογιστής. 22
2.2.1 Συσκευές επικοινωνίας εισόδου-εξόδου. 22
2.2.1.1 Συσκευές εισόδου κειμένου. 22
2.2.1.2 Συσκευές εισόδου σημείων. 23
2.2.1.3 Συσκευές εξόδου. 24

2.2.2 Μνήμη του υπολογιστή. 24

2.2.2.1 Κύρια μνήμη. 25

2.2.2.2 Δευτερεύουσα μνήμη. 25

2.3 Η Αλληλεπίδραση. 25

2.3.1 Μορφές αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή. 26

2.3.1.1 Αλληλεπίδραση με τη χρήση γλώσσας εντολών (Command Language). 26

2.3.1.2 Αλληλεπίδραση με τη χρήση διαλόγων Ερωτήσεων –Απαντήσεων (Question Answer Dialogs). 27

2.3.1.3 Αλληλεπίδραση με τη χρήση φορμών εισαγωγής (Fill in Forms). ... 27

2.3.1.4 Αλληλεπίδραση με τη χρήση φυσικής γλώσσας (Natural Language). 28

2.3.1.5 Αλληλεπίδραση με τη χρήση καταλόγου επιλογών (Menus). 29

2.3.1.6 Αλληλεπίδραση με τη χρήση Απευθείας-Διαχείρισης (Direct-Manipulation). 29

2.4 Αξιολόγηση συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή. 31

2.4.1 Συστήματα αυτόματης αξιολόγησης. 33

2.4.1.1 Το σύστημα DRUM (Diagnostic Recorder for Usability Measurement). 33

2.4.1.2 Το σύστημα VANNA. 34

2.4.1.3 Το σύστημα UsAGE (User Action Graphing Effort)..... 35

2.4.1.4 Το σύστημα IDA (Interface Design Assistant). 36

2.4.1.5 Το σύστημα KRI (Knowledge-based Review of Interfaces). 38

2.4.2 Συστήματα εμπειρικής αξιολόγησης. 38

2.4.2.1 Το σύστημα HRA (Human Reliability Assessment). 39

2.4.2.2 Το σύστημα SMEQ (Subjective Mental Effort Questionnaire). 40

2.4.2.3 Το σύστημα NASA-TLX (NASA Task Load Index). 41

2.4.2.4 Το σύστημα SUMI (Software Usability Measurement Inventory). .. 42

2.4.2.5 Το σύστημα μέτρησης HRV (Heart Rate Variability). 43

2.4.2.6 Το σύστημα JCQ (Job Content Questionnaire). 43

2.4.2.7 Το σύστημα MUSiC (Metrics for Usability Standards in Computing). 44

2.4.3 Ευριστικά συστήματα αξιολόγησης. 45

2.4.3.1 Απλοί διάλογοι. 45

2.4.3.2 Χρησιμοποίησε την ορολογία και τον τρόπο ομιλίας του κοινού χρήστη. 46

2.4.3.3 Μη επιβάρυνση της μνήμης του χρήστη.....47

2.4.3.4 Συνέπεια στο σχεδιασμό. 47

2.4.3.5 Η κατάσταση του συστήματος να είναι γνωστή στο χρήστη.....48

2.4.3.6 Παροχή ελευθερίας επιλογής λειτουργιών στο χρήστη. 49

2.4.3.7 Παροχή ταχείας ενεργοποίησης λειτουργιών. 49

2.4.3.8 Παροχή μηνυμάτων λάθους. 49

2.4.3.9 Αποφυγή λαθών. 50

2.4.3.10 Παροχή βοήθειας και τεκμηρίωσης.....50

2.4.4 Αναλυτικά συστήματα αξιολόγησης. 51

2.4.4.1 Το μοντέλο GOMS (Goal Operators Methods Selection rules).....51

2.4.4.2 Το μοντέλο K-LM (Keystroke-Level Model). 52

2.5 Θησαυροί λέξεων – κλειδιών. 54

2.6 Ανακεφαλαίωση 58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 60

3.1 Περιγραφή του συστήματος. 60

3.2 Μεθοδολογία αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων των συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη - υπολογιστή. 64

3.3 Αρχιτεκτονική του συστήματος. 67

3.3.1 Υποσύστημα διαχείρισης χρηστών. 74

3.3.2 Υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών. 75

3.3.3 Υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων –λέξεων κλειδιών. ...77

3.3.4 Υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.....79

3.3.5 Το εννοιολογικό μοντέλο της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων. 87

3.4 Ανακεφαλαίωση 94

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 96

4.1 Το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων. 97

4.2 Περιβάλλον λειτουργίας του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων. 107

4.2.1 Εκκίνηση του συστήματος. 107

4.2.2 Το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών. 109

4.2.3 Υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών στο σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων. 112

4.2.4 Υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων λέξεων κλειδιών. ... 119

4.2.5 Υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και εξαγωγής συμπερασμάτων. 122

4.3 Ανακεφαλαίωση 131

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 133

5.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος κατασκευής θησαυρών. 133

5.1.1 Απαλοιφή κοινών λέξεων. 137

5.1.2 Επιλογή όρων από τα κείμενα της βάσης δεδομένων 137

5.1.3 Εξαγωγή ριζών των όρων που έχουν επιλεγεί. 138

5.1.4 Δημιουργία λεξιλογίου. 139

5.1.5 Ιεραρχική οργάνωση των όρων που αποτελούν το λεξιλόγιο. 141

5.2 Το μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. 144

5.2.1 Το εννοιολογικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. 144

5.2.2 Το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. 148

5.3 Υλοποίηση του υποσυστήματος εξαγωγής κοινών λέξεων. 154

5.4 Υλοποίηση του υποσυστήματος εξαγωγής ριζών. 156

5.5 Υλοποίηση του υποσυστήματος εξαγωγής ιεραρχικών σχέσεων μεταξύ των λέξεων κλειδιών. 158

5.6 Το περιβάλλον αλληλεπίδρασης του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. 159

5.7 Χρήση του θησαυρού λέξεων κλειδιών στο σύστημα CAMPIELLO. .. 162

5.8 Ανακεφαλαίωση 162

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 165

6.1 Περιγραφή της εφαρμογής του πειράματος. 166

6.2 Περιγραφή του πειράματος. 167

6.3 Πρώτο πείραμα. 170

6.3.1 Ποσοστά συσχέτισης λέξεων-κλειδιών οπτικών αντικειμένων. 171

6.3.2 Ποσοστά επιτυχίας οπτικών αντικειμένων..... 194

6.4 Δεύτερο πείραμα. 197

6.4.1 Ποσοστά συσχέτισης ρημάτων-αντικειμένων οπτικών αντικειμένων. 197

6.5 Επιλογή οπτικών αντικειμένων για την αναπαράσταση ενεργειών για μια νέα εφαρμογή. 219

6.6 Συμπεράσματα..... 224

6.7 Ανακεφαλαίωση 225

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 165

7.1 Επισκόπηση περιεχομένων. 226

7.2 Συνεισφορά 231

A. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 165

B. Το σύστημα CAMPIELLO..... 235

C. Το υποσύστημα υποβολής ενδιαφερόντων χρηστών. 237

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 241

Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 1 Μοντέλο αναπαράστασης της ανθρώπινης μνήμης. *20*

Σχήμα 2 Ταξινόμηση μορφών αλληλεπίδρασης *31*

Σχήμα 3 Κατηγορίες τεχνικών αξιολόγησης. *32*

Σχήμα 4 Το σύστημα UsAGE *36*

Σχήμα 5 Αρχιτεκτονική του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων. *70*

Σχήμα 6 Το υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών *76*

Σχήμα 7 Υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων λέξεων κλειδιών. *78*

Σχήμα 8 Υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων. *80*

Σχήμα 9 Το E-R διάγραμμα του συστήματος αξιολόγησης της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων. *88*

Σχήμα 10 Το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων *97*

Σχήμα 11 Η οθόνη εκκίνησης του συστήματος. *108*

Σχήμα 12 Το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών. *109*

Σχήμα 13 Περιβάλλον καταχώρησης νέου χρήστη. *110*

Σχήμα 14 Διαγραφή – προσθήκη ενός χρήστη. *111*

Σχήμα 15 Περιβάλλον καταχώρησης στοιχείων νέου χρήστη. *112*

Σχήμα 16 Περιβάλλον καταχώρησης εφαρμογής. *113*

Σχήμα 17 Οθόνη καταχώρησης εφαρμογής. *114*

Σχήμα 18 Διαγραφή εφαρμογής. *115*

Σχήμα 19 Περιβάλλον καταχώρησης οπτικών αντικειμένων εφαρμογής. *117*

Σχήμα 20 περιβάλλον επιλογής εφαρμογής. *120*

Σχήμα 21 Περιβάλλον συσχέτισης οπτικών αντικειμένων – λέξεων κλειδιών. *121*

Σχήμα 22 Περιβάλλον παρουσίασης γράφου εννοιολογικών πλαισίων. *122*

Σχήμα 23 Περιβάλλον εισαγωγής χρήστη στο σύστημα *123*

Σχήμα 24 Περιβάλλον επιλογής εφαρμογής. *123*

Σχήμα 25 Περιβάλλον αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων του συστήματος. *124*

Σχήμα 26 Γράφημα πρώτης αναφοράς. *126*

Σχήμα 27 Γράφημα δεύτερης αναφοράς. *127*

Σχήμα 28 Περιβάλλον δημιουργίας ερωτήσεων *128*

Σχήμα 29 Περιβάλλον παρουσίασης αποτελεσμάτων νέων ερωτήσεων. *129*

Σχήμα 30 Περιβάλλον υποβολής ερωτήσεων. *130*

Σχήμα 31 Τα επιμέρους τμήματα του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. *134*

Σχήμα 32 Το E-R διάγραμμα της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. *145*

Σχήμα 33 Το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών *149*

Σχήμα 34 Περιβάλλον διαχείρισης του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. *160*

Σχήμα 35 Περιβάλλον επεξεργασίας των όρων του θησαυρού λέξεων κλειδιών. *161*

Σχήμα 36 Περιβάλλον κατασκευής θησαυρού λέξεων κλειδιών. *162*

Σχήμα 37 Περιβάλλον υποβολής ενδιαφερόντων. *238*

Σχήμα 38 Οθόνη περιβάλλοντος υποβολής ενδιαφερόντων. *240*

Πίνακας Γραφημάτων

Γράφημα 1 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #6. ..... *171*

Γράφημα 2 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #10. ..... *172*

Γράφημα 3 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #31. ..... *173*

Γράφημα 4 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #12. ..... *174*

Γράφημα 5 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #13. ..... *175*

Γράφημα 6 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #14. ..... *176*

Γράφημα 7 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #15. ..... *177*

Γράφημα 8 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #16. ..... *178*

Γράφημα 9 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #17. ..... *179*

Γράφημα 10 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #18. ..... *180*

Γράφημα 11 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #19. ..... *181*

Γράφημα 12 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #20. ..... *182*

Γράφημα 13 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #21. ..... *183*

Γράφημα 14 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #22. ..... *184*

Γράφημα 15 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #23. ..... *185*

Γράφημα 16 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #24. ..... *186*

Γράφημα 17 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #25. ..... *187*

Γράφημα 18 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #26. ..... *188*

Γράφημα 19 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #27. ..... *189*

Γράφημα 20 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #28. ..... *190*

Γράφημα 21 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #29. ..... *191*

Γράφημα 22 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #30. ..... *192*

Γράφημα 23 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #11. ..... *193*

Γράφημα 24 Ποσοστά επιτυχίας οπτικών αντικειμένων *194*

Γράφημα 25 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #06. ..... *197*

Γράφημα 26 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #10. ..... *198*

Γράφημα 27 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #31. ..... *199*

Γράφημα 28 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #12. ..... *200*

Γράφημα 29 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #13. ..... *201*

Γράφημα 30 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #14. ..... *202*

Γράφημα 31 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #15. ..... *203*

Γράφημα 32 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #16. ..... *204*

Γράφημα 33 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #17. ..... *205*

Γράφημα 34 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #18. ..... *206*

Γράφημα 35 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #19. ..... *207*

Γράφημα 36 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #20. ..... *208*

Γράφημα 37 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #21. ..... *209*

Γράφημα 38 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #22. ..... *210*

Γράφημα 39 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #23. ..... *211*

Γράφημα 40 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #24. ..... *212*

Γράφημα 41 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #25. ..... *213*

Γράφημα 42 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #26. ..... *214*

Γράφημα 43 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #27. ..... *215*

Γράφημα 44 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #28. ..... *216*

Γράφημα 45 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #29. ..... *217*

Γράφημα 46 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #30. ..... *218*

Γράφημα 47 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #11. ..... *219*

Πίνακας Εξισώσεων

Εξίσωση 1 Απόδοση χρήστη. *15*

Εξίσωση 2 Χρόνος κίνησης. *19*

Εξίσωση 3 Διανυσματική αναπαράσταση οπτικού αντικειμένου. *84*

Εξίσωση 4 Διανυσματική αναπαράσταση ερώτησης. *84*

Εξίσωση 5 Σχέση υπολογισμού βαθμού σημαντικότητας του οπτικού αντικειμένου i, με την λέξη κλειδί k. *84*

Εξίσωση 6 Αλγεβρική έκφραση διανύσματος οπτικού αντικειμένου. *85*

Εξίσωση 7 Αλγεβρική έκφραση διανύσματος ερώτησης. *85*

Εξίσωση 8 Μέτρο ομοιότητας διανυσμάτων x, y. *85*

Εξίσωση 9 Αλγεβρική έκφραση μέτρου ομοιότητας διανυσμάτων. *86*

Εξίσωση 10 Αλγεβρική έκφραση συσχέτισης όρων. *86*

Εξίσωση 11 Απλοποιημένη αλγεβρική έκφραση μέτρου ομοιότητας διανυσμάτων. *87*

Εξίσωση 12 Σχέση υπολογισμού βαρών για κάθε όρο. *138*

Εξίσωση 13 Συνάρτηση ομοιότητας συνημίτονο μεταξύ των όρων X, Y *139*

Εξίσωση 14 Υπολογισμός τιμής διακριτικότητας. *140*

Εξίσωση 15 Το κεντροειδές κείμενο της βάσης δεδομένων. *140*

Εξίσωση 16 Συνάρτηση υπολογισμού της πυκνότητας χώρου (space density) *140*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1 Τι είναι Usability.

Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των υπολογιστών η ορολογία που χρησιμοποιήθηκε - όταν τελικά οι σχεδιαστές των υπολογιστικών συστημάτων υποχρεώθηκαν από τις εξελίξεις να λάβουν υπόψη τους τον παράγοντα χρήστη - για να αξιολογήσουν την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον υπολογιστή, ήταν «φιλικό προς το χρήστη» (user friendly). Αν και η ορολογία δεν είναι δόκιμη, διότι αυτό που χρειάζεται ένας χρήστης δεν είναι ένα σύστημα που θα είναι «φιλικό» σε αυτόν, αλλά ένα σύστημα που θα διεκπεραιώνει ικανοποιητικά τις λειτουργίες που θα του υποδεικνύονται από αυτόν, αρχικά χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα. Στα επόμενα χρόνια ένας νέος όρος έκανε την εμφάνιση του για να χαρακτηρίσει το πόσο «χρησιμοποιήσιμο» είναι ένα σύστημα και αυτός είναι ο όρος Usability.

Στα επόμενα χρόνια και με την εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων ο όρος usability απέκτησε νέα έννοια και σημασία. Με τον όρο usability εννοούμε

ουσιαστικά αν ένα υπολογιστικό σύστημα είναι αρκετά καλό για να εκπληρώσει ικανοποιητικά όλες τις ανάγκες του χρήστη. Από τον παραπάνω ορισμό φαίνεται ότι ο όρος καλύπτει ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων που πρέπει να εξεταστούν, οι οποίες επεκτείνονται και πέρα από το χώρο του CHI (Computer – Human Interaction). Παρόλα αυτά στην εργασία αυτή με τον όρο usability απευθυνόμαστε αποκλειστικά στο τμήμα του CHI που υπάρχει σε κάθε σύστημα. Για κάθε σύστημα λοιπόν στο πλαίσιο του CHI με τον όρο usability εξετάζουμε πέντε παραμέτρους [NIELSEN93] οι οποίες παρουσιάζονται στις επόμενες υποενότητες και οι οποίες είναι:

- Ικανότητα γρήγορης εκμάθησης του συστήματος (Learnability)
- Αποδοτικότητα του συστήματος (Efficiency)
- Ικανότητα απομνημόνευσης της χρήσης του συστήματος (Memorability).
- Παροχή ικανοποιητικών μηνυμάτων λάθους
- Ευχάριστο στη χρήση

1.1.1 Ικανότητα εκμάθησης του συστήματος.

Το σύστημα πρέπει να μαθαίνεται εύκολα και γρήγορα. Έτσι ο χρήστης δεν θα είναι υποχρεωμένος να αφιερώνει πολύ χρόνο για να μάθει το σύστημα και να μπορέσει να το χρησιμοποιήσει. Κατά μια έννοια, η ικανότητα γρήγορης εκμάθησης του συστήματος, αποτελεί ίσως το σημαντικότερο παράγοντα του usability, διότι όλα τα συστήματα πρέπει να μαθαίνονται εύκολα, αλλά κυρίως διότι η πρώτη επαφή που έχει ένας χρήστης με ένα σύστημα είναι η προσπάθεια να το μάθει. Υπάρχουν βέβαια συστήματα που είναι ιδιαιτέρως πολύπλοκα και κατά συνέπεια χρειάζεται αρκετός χρόνος για την εκμάθηση τους, αλλά τέτοιου είδους συστήματα απευθύνονται σε συγκεκριμένους χρήστες. Πρέπει να

σημειώσουμε ότι η ικανότητα εκμάθησης ενός συστήματος μετράται σε σχέση με αρχάριους χρήστες, δηλαδή χρήστες οι οποίοι δεν γνωρίζουν τίποτα για το σύστημα και το χρησιμοποιούν για πρώτη φορά. Σε γενικές γραμμές οι χρήστες δεν αφιερώνουν πολύ χρόνο στο να μάθουν εξαντλητικά ένα σύστημα, αλλά αρχίζουν να το χρησιμοποιούν κατευθείαν. Υπάρχουν δύο τρόποι να μετρηθεί η ικανότητα εκμάθησης ενός συστήματος: Ή μετράται πόσος χρόνος απαιτείται από ένα χρήστη για να μάθει εξαντλητικά ένα σύστημα, δηλαδή να μπορεί να χρησιμοποιήσει όλες του τις λειτουργίες, ή μετράται πόσος χρόνος απαιτείται από ένα χρήστη για να χρησιμοποιήσει το σύστημα έτσι ώστε να μπορεί στοιχειωδώς να διεκπεραιώσει εργασίες αποδοτικά, χωρίς όμως να γνωρίζει όλες τις λειτουργίες του συστήματος εξαντλητικά.

1.1.2 Αποδοτικότητα του συστήματος.

Το σύστημα πρέπει να είναι αποδοτικό, δηλαδή όταν ένας χρήστης μάθει το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να επιτύχει υψηλή παραγωγικότητα χρησιμοποιώντας το. Από τον ορισμό αυτού του χαρακτηριστικού της έννοιας usability, είναι σαφές ότι ο όρος αποδοτικότητα χρησιμοποιείται για τους έμπειρους χρήστες. Κατά συνέπεια πρέπει να γίνει ο διαχωρισμός του έμπειρου χρήστη και του αρχάριου χρήστη. Ο γενικός τρόπος μέτρησης της εμπειρίας ενός χρήστη σε ένα σύστημα, είναι ο αριθμός των ωρών που ο χρήστης έχει αφιερώσει στο σύστημα. Στη συνέχεια η αποδοτικότητα μετράται από το χρόνο που ένα σύνολο έμπειρων χρηστών απαιτεί για να διεκπεραιώσει μια σειρά από διεργασίες χρησιμοποιώντας το σύστημα.

1.1.3 Memorability.

Το σύστημα πρέπει να είναι σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να μπορεί να θυμάται τη χρήση του. Έτσι, ο όρος memorability δηλώνει κατά πόσο ένας χρήστης που έχει χρησιμοποιήσει το σύστημα για αρκετό χρονικό

διάστημα, είναι σε θέση να το χρησιμοποιήσει μετά από ένα μακρύ χρονικό διάστημα χωρίς να χρειαστεί να μάθει τα πάντα από την αρχή. Αυτό το χαρακτηριστικό σαφέστατα αναφέρεται στους περιστασιακούς χρήστες, δηλαδή στους χρήστες που δεν είναι ούτε αρχάριοι αλλά ούτε έμπειροι, έχουν όμως χρησιμοποιήσει το σύστημα για αρκετό καιρό κάποια στιγμή. Η μέτρηση αυτού του χαρακτηριστικού γίνεται με δύο τρόπους. Ένας χρήστης που έχει χρησιμοποιήσει το σύστημα για μακρύ χρονικό διάστημα, αφήνεται μακριά από αυτό για ένα διάστημα, και στη συνέχεια καλείται να πραγματοποιήσει μια σειρά από διεργασίες με το σύστημα και μετράται ο χρόνος που απαιτήθηκε για την διεκπεραίωση τους. Στη δεύτερη περίπτωση, ένας χρήστης εισάγεται στο σύστημα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια καλείται να θυμηθεί κάποια από τα χαρακτηριστικά του συστήματος, όπως εντολές, εικονίδια κ.α.

1.1.4 Παροχή ικανοποιητικών μηνυμάτων λάθους.

Καταρχήν κατά το σχεδιασμό του συστήματος πρέπει να προβλεφθούν όσο το δυνατόν τα λάθη του χρήστη και να ελαχιστοποιηθούν ή αν είναι δυνατό να απαλειφθούν ολοκληρωτικά. Κατά συνέπεια, θα μειωθεί και η συχνότητα εμφάνισης μηνυμάτων λάθους. Το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να ανανίψει από τα λάθη. Λάθη που προκαλούν «κρέμασμα» του συστήματος ή οδηγούν σε απώλειες δεν πρέπει να συμβαίνουν. Λάθη προκύπτουν όταν μια ενέργεια του χρήστη δεν καταλήγει στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Για να μετρηθεί η συχνότητα εμφάνισης λαθών, απλά μετρώνται τα λάθη που κάνει κάποιος χρήστης σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Βέβαια υπάρχουν και λάθη τα οποία μπορούν να διορθωθούν αμέσως και δεν πρέπει να προσμετρούνται, διότι το μόνο αποτέλεσμα που έχουν είναι να επιβραδύνουν το χρήστη και αυτό είναι μια μέτρηση που γίνεται στο χαρακτηριστικό της απόδοσης.

1.1.5 Ευχάριστο στη χρήση.

Το σύστημα πρέπει να είναι σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ευχάριστο στο χρήστη. Αυτό το χαρακτηριστικό έχει ιδιαίτερη σημασία σε εφαρμογές, όπως είναι τα παιχνίδια, οι εκπαιδευτικές εφαρμογές, γιατί οι χρήστες αυτών των συστημάτων ενδιαφέρονται κυρίως για την διασκέδαση παρά για την ταχύτητα με την οποία διεκπεραιώνονται οι διεργασίες. Για να μετρηθεί αυτό το χαρακτηριστικό απλά ο χρήστης δηλώνει αν το σύστημα του είναι ευχάριστο και στο τέλος υπολογίζεται ο μέσος όρος των απαντήσεων. Υπάρχει και εναλλακτικός τρόπος που όμως απαιτεί πιο πολύπλοκη υλοποίηση, όπου λαμβάνονται μετρήσεις για το σφυγμό, την πίεση του αίματος, την ποσότητα της αδρεναλίνης στο αίμα, και στη συνέχεια γίνονται εκτιμήσεις για τη διάθεση του χρήστη.

1.2 Αναγκαιότητα της διατριβής.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, τα συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών τα τελευταία πέντε χρόνια έχουν γνωρίσει μια ραγδαία ανάπτυξη που οφείλεται κυρίως στην αλματώδη εξέλιξη της τεχνολογίας και της χρήσης των προσωπικών υπολογιστών. Χαρακτηριστικό είναι ότι το 48% του κώδικα μιας εφαρμογής αφιερώνεται στην υλοποίηση του συστήματος αλληλεπίδρασης [MYERS92]. Υπάρχουν εκτιμήσεις που υπολογίζουν ότι έως το έτος 2000 το 90% των εργαζόμενων στις βιομηχανικές χώρες θα χρησιμοποιούν υπολογιστικά συστήματα. Η επιτροπή του εθνικού συμβουλίου έρευνας των Ηνωμένων Πολιτειών που είναι υπεύθυνη για τον καθορισμό των κατευθύνσεων της επιστήμης και της τεχνολογίας των υπολογιστών (US Committee to Assess the Scope and Direction of Computer Science and Technology of the National Research Council) σε αναφορά της περιλαμβάνει τα συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών ανάμεσα στις έξι (6) βασικές ερευνητικές περιοχές της επιστήμης των υπολογιστών, και μάλιστα

χαρακτηρίζεται πολύ σημαντική, κεντρική περιοχή σε ένα μεγάλο αριθμό σημαντικών εφαρμογών, όπως είναι η υπολογιστική βιολογία, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες κ.α. [NIELSEN93]

Η σημασία λοιπόν του ελέγχου και της βελτίωσης των συστημάτων αλληλεπίδρασης έγινε επιτακτική και αναγκαία. Αν και αρχικά υπήρξε δυσπιστία και καχυποψία από τους κατασκευαστές των συστημάτων αυτών για την αξία του usability γρήγορα αυτές διαλύθηκαν από τα πρώτα αποτελέσματα τα οποία είναι εντυπωσιακά. Παραδείγματα υπάρχουν πολλά και παρακάτω θα αναφερθούν μερικά από τα πλέον χαρακτηριστικά:

Τηλεφωνική εταιρεία όταν αρχικά δοκίμασε ένα συγκεκριμένο μοντέλο τηλεφώνου διαπίστωσε ότι οι χρήστες αργούσαν να σχηματίσουν τον αριθμό. Ένας ειδικός πρότεινε ένα απλό στοιχείο αλληλεπίδρασης το οποίο του πήρε μία ώρα να το σχεδιάσει και το οποίο επιτάχυνε την χρήση του τηλεφώνου κατά 0.15 δευτερόλεπτα ανά ψηφίο. Το αποτέλεσμα ήταν να μειωθούν τα ετήσια έξοδα της εταιρείας κατά 1.000.000$ διότι μειώθηκαν οι απαιτήσεις στους κεντρικούς διακόπτες της τηλεφωνικής εταιρείας[KARLIN89].

Η εταιρεία Boeing μετά από την δοκιμασία του συστήματος αλληλεπίδρασης του πίνακα ελέγχου του Boeing 757 κατέληξε στο να βελτιώσει το σύστημα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να χρειάζονται δύο πιλότοι αντί για τρεις για να το χειριστούν[HARRIS89].

Μια ασφαλιστική εταιρεία στην Αυστραλία μείωσε κατά 536.000$ τα ετήσια έξοδα της ξανασχεδιάζοντας το σύστημα που επέτρεπε την εισαγωγή των αιτήσεων των πελατών στο κεντρικό σύστημα. Το κόστος του ελέγχου που πραγματοποιήθηκε ήταν 100.000$[[FISHER90].

Υπάρχουν και άλλα παραδείγματα που επιβεβαιώνουν την αξία και την προσφορά της εφαρμογής τεχνικών usability σε ένα σύστημα. Για να

πραγματοποιηθεί αυτός ο έλεγχος σε συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή έχουν προταθεί διάφορες τεχνικές και μεθοδολογίες που θα αναλυθούν στο σχετικό κεφάλαιο. Η απαίτηση που πρέπει απαραίτητα να ικανοποιηθεί όταν διενεργείται έλεγχος usability είναι ότι πρέπει να διατεθεί ικανοποιητικός αριθμό χρηστών. Ο αριθμός των χρηστών είναι σημαντική παράμετρος και δεν είναι σίγουρο ότι όσο περισσότεροι χρήστες εμπλακούν στην διαδικασία ελέγχου, θα παραχθούν και τα καλύτερα αποτελέσματα. Πάντως χρειάζεται ένας αριθμός χρηστών, που σημαίνει ότι επιβαρύνεται το κόστος της διαδικασίας ελέγχου. Η δεύτερη απαίτηση που καλείται να ικανοποιήσει κάποιος ο οποίος επιθυμεί να διενεργήσει ένα τέτοιο έλεγχο, είναι ότι πρέπει να έχει κάποιον ειδικό που θα καθοδηγεί τους χρήστες, θα κάνει τις μετρήσεις και θα βγάζει τα συμπεράσματα. Και αυτή η απαίτηση ανεβάζει το κόστος του ελέγχου. Από την άλλη βέβαια υπάρχουν και απαιτήσεις για την υλικοτεχνική υποδομή εφόσον για να γίνουν αυτοί οι έλεγχοι απαιτούνται εξειδικευμένα εργαστήρια, εξοπλισμένα με κάμερες, ηχητικές εγκαταστάσεις, θέσεις εργασίας για κάθε χρήστη[WIKLUND94][BILINGSLEY96][JOY95]. Επίσης ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι για κάθε σύστημα για το οποίο διενεργείται ο έλεγχος πρέπει να διαμορφωθεί κατάλληλα η διαδικασία ελέγχου και αξιολόγησης, εφόσον απαιτείται επανασχεδιασμός των πειραμάτων από την αρχή.

Είναι φανερό ότι μια μεθοδολογία που θα έδινε την δυνατότητα να αυτοματοποιηθεί ή έστω να ημι - αυτοματοποιηθεί η διαδικασία θα ήταν πολύ χρήσιμη διότι θα μείωνε το κόστος αυτών των ελέγχων. Βέβαια δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί η εμπλοκή των χρηστών στον έλεγχο αλλά αυτό το οποίο μπορεί να αποφευχθεί αν όχι ολοκληρωτικά τουλάχιστον μερικά, είναι η εμπλοκή του ειδικού που διενεργεί τον έλεγχο. Τη θέση αυτού του ειδικού παίρνει ο υπολογιστής. Η οικογένεια των συστημάτων που έχουν σχεδιαστεί ή προταθεί για τη διενέργεια ελέγχου usability με τη βοήθεια του υπολογιστή

είναι γνωστά σαν Computer Aided Usability Engineering (CAUSE) [BALBO93][MACKNIGHT89]. Τέτοια συστήματα δεν υπάρχουν πολλά και αυτά που έχουν προταθεί είναι συστήματα που απευθύνονται σε παλιότερης γενιάς συστήματα αλληλεπίδρασης. Δηλαδή δεν λαμβάνουν υπόψη τα στοιχεία αλληλεπίδρασης των σημερινών συστημάτων (buttons, combo-boxes, pop-up menus etc). Τα συστήματα αυτά δεν ενέπλεκαν τον χρήστη ουσιαστικά στην διαδικασία αξιολόγησης αλλά λειτουργούσαν σαν συμπληρωματικά εργαλεία στον ειδικό που διενεργούσε τον έλεγχο, παρέχοντας του εύκολη και γρήγορη πρόσβαση σε γενικές κατευθύνσεις που πρέπει να ακολουθούνται στο σχεδιασμό ή παρέχοντας του οδηγίες με αυτόματο τρόπο που βασίζονταν σε αυτές τις κατευθύνσεις.

Από τα παραπάνω γίνεται εμφανής η χρησιμότητα ενός συστήματος το οποίο θα μπορούσε να εξάγει γρήγορα συμπεράσματα για την ποιότητα ενός συστήματος αλληλεπίδρασης μιας εφαρμογής, ανεξάρτητα από το ποια είναι αυτή. Ένα τέτοιο σύστημα θα πρέπει να είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί από μεγάλο αριθμό χρηστών χωρίς την ανάγκη επίβλεψης από κάποιο ειδικό, μειώνοντας αρκετά το κόστος ελέγχου. Τέλος, αυτό που θα πρέπει κυρίως να παρέχεται αυτό το σύστημα είναι η δυνατότητα ελέγχου των νέων στοιχείων αλληλεπίδρασης που έχουν κάνει την εμφάνισή τους τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα με τα συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή που εμφανίστηκαν στους προσωπικούς υπολογιστές.

Τα μοντέρνα συστήματα αλληλεπίδρασης βασίζονται στην αρχή του direct-manipulation, και ουσιαστικά πρόκειται για ένα νέο μοντέλο αλληλεπίδρασης που στηρίζεται στην αρχή της απ' ευθείας επιλογής ενός αντικειμένου του συστήματος, και της απευθείας εφαρμογής μιας ενέργειας πάνω σε αυτό. Το βασικό στοιχείο που έχουν υιοθετήσει όλα τα συστήματα που στηρίζονται σε αυτό το μοντέλο επικοινωνίας είναι η αναπαράσταση αντικειμένων με εικονίδια,

με αποτέλεσμα να είναι πιο ελκυστικά στο χρήστη, πιο εύκολα στην απομνημόνευση, και πιο γρήγορα στην κατανόηση της ενέργειας που πυροδοτείται από ένα αντικείμενο. Σημαντικότατο λοιπόν στοιχείο στον επιτυχή σχεδιασμό ενός συστήματος αλληλεπίδρασης είναι η επιλογή εικονιδίων αντιπροσωπευτικών των ενεργειών που αναπαριστούν. Δηλαδή, σημαντικό στάδιο στην διαδικασία σχεδιασμού μιας εφαρμογής είναι η επιλογή εικονιδίων που να αναπαριστούν επιτυχώς τις λειτουργίες που πυροδοτούνται από αυτά.

Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν να αναφέρουμε ότι η ύπαρξη ενός συστήματος γενικού σκοπού, το οποίο έχει τη δυνατότητα της αυτοματοποιημένης εξαγωγής συμπερασμάτων για την επιτυχή συσχέτιση των εικονιδίων που χρησιμοποιούνται σε μία εφαρμογή και των λειτουργιών που αυτά πυροδοτούν, είναι απολύτως αναγκαία διότι καλύπτει σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό τον έλεγχο usability ενός μοντέρνου συστήματος αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή. Η παρούσα διατριβή πραγματεύεται το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος.

1.3 Στόχοι της διατριβής.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής παρουσιάζεται ένα σύστημα που έχει τη δυνατότητα αξιολόγησης της συσχέτισης των εικονιδίων που χρησιμοποιούνται σε μια εφαρμογή και των ενεργειών που αυτά πυροδοτούν. Το σύστημα αυτό λαμβάνει σαν είσοδο ένα εκτελέσιμο αρχείο που είναι η εφαρμογή που πρόκειται να αξιολογηθεί. Κατά συνέπεια ικανοποιείται η απαίτηση να μην είναι κλειστό το σύστημα σε μια μόνο εφαρμογή. Στη συνέχεια, από το εκτελέσιμο αρχείο αναγνωρίζονται τα εικονίδια που συμμετέχουν στην εφαρμογή και τα οποία παρουσιάζονται σε ένα περιβάλλον από το οποίο οι χρήστες μπορούν να δώσουν μια ερμηνεία για το τι νομίζουν ότι αντιπροσωπεύει κάθε εικονίδιο.

Δε θα ήταν εύκολο, αλλά ούτε και αποδοτικό, με την έννοια ότι τα συμπεράσματα που θα εξάγονταν δε θα ήταν κατατοπιστικά, να παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να ερμηνεύει την έννοια ενός εικονιδίου ανεξάρτητα από το περιβάλλον στο οποίο εντάσσεται η όποια εφαρμογή. Για το λόγο αυτό περιορίζουμε το εύρος των εφαρμογών στις οποίες απευθύνεται το σύστημα στις κατηγορίες των τουριστικών και πολιτιστικών εφαρμογών. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστες ερμηνεύουν τις ενέργειες που είναι συσχετισμένες με τα εικονίδια από ένα περιορισμένο εύρος εννοιών. Παρ' όλη την παραδοχή που κάνουμε όσον αφορά το θεματικό αντικείμενο των εφαρμογών, το πρόβλημα παραμένει διότι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να χαρακτηρίσει το εκάστοτε εικονίδιο πάλι με απεριόριστες λέξεις κλειδιά. Δηλαδή, ακόμα και αν ο χρήστης επιλέξει από μια προκαθορισμένη συλλογή λέξεων, υπάρχει πάντα η πιθανότητα η συλλογή αυτή να μην καλύπτει εννοιολογικά την ενέργεια που ο χρήστης επιθυμεί να περιγράψει και κατά συνέπεια να εισάγει μια λέξη που δεν περιέχεται στη συλλογή.

Για την επίλυση του προβλήματος αυτού οδηγηθήκαμε στην κατασκευή ενός θησαυρού λέξεων από τις οποίες ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια ή περισσότερες λέξεις κλειδιά και να χαρακτηρίσει με αυτές ένα εικονίδιο. Με τη χρήση του θησαυρού περιορίζουμε το εύρος των λέξεων κλειδιών σε ένα πεπερασμένο σύνολο και κατά συνέπεια τα συμπεράσματα που εξάγονται είναι πιο κατατοπιστικά.

Για τη δημιουργία του θησαυρού υλοποιήθηκε ένα σύστημα το οποίο επιτυγχάνει την αυτόματη κατασκευή του. Το πρόβλημα με τους θησαυρούς είναι ότι κατασκευάζονται κυρίως χειρωνακτικά από κάποιον ειδικό στο θέμα το οποίο ο θησαυρός πραγματεύεται. Η διαδικασία αυτή είναι εξαιρετικά χρονοβόρα και επιπλέον απαιτείται και η γνώση ενός ειδικού. Είναι προφανές

ότι στην περίπτωση αυτή καθίσταται εξαιρετικά επίπονη η διαδικασία συντήρησης του θησαυρού.

Εναλλακτικά θα μπορούσε ο θησαυρός να κατασκευαστεί αυτόματα. Ένας από τους στόχους της εργασίας αυτής είναι και η κατασκευή των εργαλείων που επιτρέπουν την αυτόματη δημιουργία θησαυρών από μια συλλογή κειμένων. Τα κείμενα που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία αυτή, μπορούν να βρίσκονται μεταφρασμένα σε οποιαδήποτε γλώσσα που χρησιμοποιεί το λατινικό αλφάβητο, και ο θησαυρός δημιουργείται στην αντίστοιχη γλώσσα. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθοδολογίας είναι προφανή εφόσον, καθώς η συντήρηση του θησαυρού, που είναι μια επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία, αυτοματοποιείται και επιταχύνεται. Επίσης η συντήρηση και ο εμπλουτισμός του θησαυρού με νέες λέξεις, αυτοματοποιούνται. Η υλοποίηση του θησαυρού έχει γίνει πάνω σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων, και το πλεονέκτημα είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε πλατφόρμα και εφαρμογή. Ένα από τα προβλήματα που παρουσιάζονται με τους υπάρχοντες θησαυρούς, είναι ότι είναι κατασκευασμένοι στηριζόμενοι σε μια κλειστή αρχιτεκτονική και η περαιτέρω χρησιμοποίηση τους πέρα από το σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκαν είναι αδύνατη. Επιμέρους εφαρμογή του θησαυρού που υλοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, με σκοπό την επίδειξη της ανοικτής αρχιτεκτονικής του θησαυρού, είναι ο μηχανισμός κατασκευής προφίλ χρηστών στο σύστημα CAMPIELLO.

Ανακεφαλαιώνοντας, οι στόχοι της παρούσας διατριβής είναι :

- Η δημιουργία μιας μεθοδολογίας για την αξιολόγηση των οπτικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται σε συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη – υπολογιστή, τα οποία είναι συσχετισμένα με μια ενέργεια, και την εξαγωγή κατάλληλων συμπερασμάτων για την επιτυχή ή όχι επιλογή των αντικειμένων αυτών.

- Ο σχεδιασμός και η κατασκευή, υλοποιώντας τη μεθοδολογία που έχει προταθεί στην παρούσα διατριβή, ενός συστήματος που επιτρέπει την αξιολόγηση των εικονιδίων που είναι συσχετισμένα με κάποια ενέργεια στα πλαίσια μίας τουριστικής εφαρμογής και την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επιτυχή ή όχι επιλογή των εικονιδίων αυτών. Επίδειξη της χρήσης της μεθοδολογίας και του συστήματος πραγματοποιείται με την αξιολόγηση των εικονιδίων μιας εμπορικής τουριστικής εφαρμογής.

- Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός συστήματος που επιτρέπει την κατασκευή θησαυρών λέξεων-κλειδιών από ένα σύνολο κειμένων σε οποιαδήποτε γλώσσα που χρησιμοποιεί λατινικό αλφάβητο. Το σύστημα υιοθετεί μια ανοικτή αρχιτεκτονική για την αποθήκευση και τη διαχείριση των θησαυρών λέξεων κλειδιών, ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή τους από διάφορες εφαρμογές σε διαφορετικές πλατφόρμες. Ο θησαυρός που έχει κατασκευαστεί χρησιμοποιείται από το σύστημα για την αξιολόγηση των εικονιδίων. Σαν μια επιπλέον εφαρμογή χρήσης του θησαυρού, που ουσιαστικά πιστοποιεί την ανοικτή αρχιτεκτονική του συστήματος κατασκευής θησαυρών, παρουσιάζεται το σύστημα κατασκευής προφίλ χρηστών στο σύστημα CAMPIELLO.

1.4 Δομή της διατριβής.

Στο κεφάλαιο 2 γίνεται μια επισκόπηση της σχετικής έρευνας στο τομέα της αξιολόγησης των συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών καθώς και μια εκτενέστερη περιγραφή των επιμέρους τμημάτων του γνωστικού αντικειμένου CHI.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η μεθοδολογία αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται από συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη –

υπολογιστή, που αποτελεί συνεισφορά της παρούσας διατριβής. Επιπλέον, περιγράφεται η αρχιτεκτονική του συστήματος που υλοποιεί την προαναφερθείσα μεθοδολογία.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η υλοποίηση του συστήματος αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται από αλληλεπιδραστικές εφαρμογές για την επικοινωνία χρήστη – υπολογιστή.

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική και η υλοποίηση του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών, καθώς και ένα παράδειγμα χρήσης του συστήματος.

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων μιας τουριστικής αλληλεπιδραστικής εφαρμογής, ακολουθώντας τη μεθοδολογία που προτείνεται από την παρούσα διατριβή, και χρησιμοποιώντας το σύστημα που υλοποιήθηκε.

Στο κεφάλαιο 7 πραγματοποιείται μια ανακεφαλαίωση των περιεχομένων της διατριβής και παρουσιάζεται η ερευνητική συνεισφορά της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Επισκόπηση Σχετικής Έρευνας

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια επισκόπηση της υπάρχουσας έρευνας στο χώρο του ελέγχου usability ενός συστήματος αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή. Αρχικά θα γίνει μια εισαγωγή στις βασικές οντότητες της γνωστικής περιοχής CHI, δηλαδή το χρήστη (ενότητα 2.1), τον υπολογιστή (ενότητα 2.2) και την αλληλεπίδραση (ενότητα 2.3). Για τις δύο πρώτες οντότητες θα γίνει μια ανάλυση των επιμέρους τμημάτων που λαμβάνουν μέρος στην τρίτη οντότητα, δηλαδή τα στοιχεία του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών και του υπολογιστή. Στη συνέχεια, θα γίνει μια περιγραφή των σταδίων και των μορφών αλληλεπίδρασης που έχουν παρουσιαστεί από την αρχή της εμφάνισης των συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή. Την περιγραφή των βασικών οντοτήτων ακολουθεί η επισκόπηση της έρευνα που σχετίζεται με την αξιολόγηση συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη – υπολογιστή (ενότητα 2.4)

και με θησαυρούς λέξεων – κλειδιών (ενότητα 2.6). Τέλος, το κεφάλαιο κλείνει με μια σύντομη ανακεφαλαίωση (ενότητα 2.6).

2.1 Ο χρήστης.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, ένα από τα βασικά μέρη ενός αλληλεπιδραστικού υπολογιστικού συστήματος είναι ο άνθρωπος. Ο βασικός στόχος ενός τέτοιου συστήματος είναι να βελτιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα του χρήστη όσον αφορά συγκεκριμένες εργασίες που καλείται να διεκπεραιώσει με το σύστημα αυτό. Η απόδοση του χρήστη μοντελοποιείται από την Εξίσωση 1.

$$a = \frac{J}{t}$$

α: Απόδοση του χρήστη.

J: Έργο (Εργασίες που ολοκληρώθηκαν επιτυχώς από το χρήστη)

t: Χρόνος εκτέλεσης που απαιτείται

Εξίσωση 1 Απόδοση χρήστη.

Είναι φανερό από το παραπάνω κλάσμα, ότι για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση του χρήστη πρέπει να μεγιστοποιηθεί το έργο ή/και να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος εκτέλεσης. Για να επιτευχθεί ο παραπάνω σκοπός πρέπει να μελετηθεί ο άνθρωπος, δηλαδή να μελετηθούν οι δυνατότητες και οι αδυναμίες τους. Στην ενότητα αυτή θα γίνει μια αναλυτική μελέτη των επιμέρους βασικών συνιστωσών του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφορίας, οι οποίες λαμβάνουν μέρος στην επικοινωνία του ανθρώπου με τον υπολογιστή.

2.1.1 Δίαυλοι επικοινωνίας εισόδου – εξόδου.

Η επικοινωνία του ανθρώπου με τον κόσμο και κατά συνέπεια και με τον υπολογιστή γίνεται με την ανταλλαγή πληροφορίας από και προς τον άνθρωπο. Ο άνθρωπος σε σύγκριση με τον υπολογιστή έχει περιορισμένες δυνατότητες όσον αφορά την ποσότητα της πληροφορίας που μπορεί να επεξεργαστεί. Το

ανθρώπινο σύστημα επεξεργασίας πληροφορίας διαθέτει ένα αριθμό διαύλων (κανάλια) με τους οποίους επιτυγχάνει τη ροή της πληροφορίας από και προς αυτό. Οι δίαυλοι επικοινωνίας, που ουσιαστικά αποτελούν μέρος των ανθρώπινων αισθήσεων, μπορούν να διαχωριστούν ως εξής

Οπτικοί δίαυλοι.	Δίαυλοι αφής.
Ακουστικοί δίαυλοι.	Κίνηση.

2.1.1.1 Οπτικοί δίαυλοι.

Πρόκειται ουσιαστικά για την ανθρώπινη όραση. Η ανθρώπινη όραση είναι μια εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία, η οποία βέβαια υπόκειται σε μεγάλο ποσοστό σε φυσικούς περιορισμούς για κάθε άνθρωπο. Παρόλα αυτά αποτελεί το κυριότερο μέσο επικοινωνίας του ανθρώπου με το περιβάλλον. Η ανθρώπινη όραση μπορεί να θεωρηθεί ότι λειτουργεί σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο λαμβάνει χώρα η φυσική λήψη του ερεθίσματος από τον εξωτερικό χώρο, ενώ στο δεύτερο στάδιο συντελείται η επεξεργασία και η αποκωδικοποίηση αυτού του ερεθίσματος. Και τα δύο αυτά στάδια είναι σημαντικά και πρέπει να κατανοηθούν αρκούντως από τους σχεδιαστές συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών. Αφενός πολλά πράγματα δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτά από το ανθρώπινο μάτι, αφετέρου το σύστημα επεξεργασίας των οπτικών ερεθισμάτων έχει τη δυνατότητα να σχηματίζει εικόνες από ελλειπείς πληροφορίες. Για παράδειγμα στοιχεία του ανθρώπινου ματιού που συμμετέχουν στο πρώτο στάδιο είναι κυρίως τα φυσικά μέρη του, δηλαδή ο φακός, ο κερατοειδής χιτώνας, ο αμφιβληστροειδής χιτώνας κ.α. Στοιχεία του συστήματος επεξεργασίας της ανθρώπινης όρασης, δηλαδή το δεύτερο στάδιο, που πρέπει να κατανοηθούν είναι το πώς γίνεται αντιληπτό το βάθος, το μέγεθος, το χρώμα κ.α.

2.1.1.2 Ακουστικοί δίαυλοι.

Η ακοή θεωρείται δίαυλος επικοινωνίας δευτερεύουσας σημασίας. Αν και το ποσό της πληροφορίας που η ανθρώπινη ακοή μπορεί να συνεισφέρει στο ανθρώπινο σύστημα επεξεργασίας δεν είναι αμελητέο, γεγονός είναι ότι από την άποψη της επικοινωνίας ανθρώπου υπολογιστή τα υπάρχοντα υπολογιστικά συστήματα δεν εκμεταλλεύονται αυτό τον παράγοντα. Παρόλα αυτά, το ανθρώπινο ακουστικό σύστημα μπορεί να διοχετεύσει ένα τεράστιο ποσό πληροφορίας σχετικά με το περιβάλλον. Έτσι, κατά αναλογία με τους οπτικούς διαύλους επικοινωνίας, η μελέτη και η κατανόηση του συστήματος ακοής του ανθρώπου είναι απαραίτητη στους σχεδιαστές συστημάτων αλληλεπίδρασης. Στοιχεία που η μελέτη τους είναι χρήσιμη είναι τα ηχητικά κύματα που διεγείρουν το αυτί, το τύμπανο, ο λαβύρινθος του αυτιού κ.α. Η σημασία της μελέτης και της κατανόησης των στοιχείων αυτού του διαύλου επικοινωνίας είναι ιδιαιτέρως σημαντική διότι τα συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών του μέλλοντος θα είναι βασισμένα κατά κύριο λόγο στην ομιλία.

2.1.1.3 Δίαυλοι αφής.

Η αφή είναι μία από τις αισθήσεις του ανθρώπου. Η συμμετοχή της στα συστήματα επικοινωνίας ανθρώπων υπολογιστών είναι σαφώς μικρότερη από αυτή των δύο παραπάνω αισθήσεων, είναι όμως εξίσου σημαντική για τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται το περιβάλλον, και επικοινωνεί με τα αντικείμενα του. Τα τελευταία χρόνια οι εφαρμογές τεχνητής πραγματικότητας έχουν δώσει μια ώθηση στη συμμετοχή της αφής στα συστήματα αλληλεπίδρασης και αν αναλογιστεί κανείς ότι στο μέλλον η επικοινωνία ανθρώπων υπολογιστών πρέπει να γίνει πιο ρεαλιστική - ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι η τεχνητή πραγματικότητα - τότε αντιλαμβάνεται κανείς τη σημασία της μελέτης και της κατανόησης αυτού του διαύλου επικοινωνίας. Στα υπάρχοντα συστήματα αλληλεπίδρασης η αίσθηση της αφής ουσιαστικά

συνεισφέρει στη λειτουργία του πατήματος ενός κουμπιού του πληκτρολογίου ή του ποντικιού, και παρόλο που αρχικά φαίνεται σαν μία απλή λειτουργία, η πολυπλοκότητα της θα ήταν σίγουρα μεγαλύτερη αν δεν μπορούσε ο άνθρωπος να κατανοήσει πότε το κουμπί είναι πατημένο και πότε όχι. Έτσι λοιπόν παράγοντες που επηρεάζουν αυτό το δίαυλο επικοινωνίας είναι εξίσου σημαντικό να μελετηθούν.

2.1.2 Κίνηση.

Πρέπει να αναφερθούμε σε ένα παράγοντα που δεν αποτελεί εξ' ορισμού δίαυλο επικοινωνίας με τα υπολογιστικά συστήματα, αφού δεν είναι απευθείας συσχετισμένος με κάποια αίσθηση, αλλά αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα για την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον υπολογιστή. Η κίνηση είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση του συστήματος αλληλεπίδρασης και κατά συνέπεια το σχεδιασμό του. Ο χρόνος μέσα στον οποίο ο χρήστης δίνει την εντολή στο υπολογιστικό σύστημα για την διεκπεραίωση μιας εργασίας μπορεί να θεωρηθεί ότι διαιρείται σε χρόνο αντίδρασης και χρόνο κίνησης. Ο χρόνος κίνησης κατά κύριο λόγο εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά του χρήστη και είναι αυτός ο οποίος επηρεάζει σε μεγαλύτερο ποσοστό το συνολικό χρόνο. Ο χρόνος αντίδρασης, όσο ασήμαντος και να είναι, σε σχέση με το χρόνο κίνησης, συνεισφέρει και αυτός, και κατά κύριο λόγο εξαρτάται από την ικανότητα την εμπειρία και την κόπωση του χρήστη. Ένας δεύτερος παράγοντας που εμπλέκεται στην κίνηση είναι η ακρίβεια η οποία επηρεάζεται από τη διεργασία που ο χρήστης καλείται να εκτελέσει αλλά και από τον ίδιο το χρήστη.

Η ταχύτητα αλλά και η ακρίβεια της κίνησης είναι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό των συστημάτων. Ειδικά τα τελευταία χρόνια που τα συστήματα αλληλεπίδρασης είναι βασισμένα όλα στο μοντέλο direct manipulation ο παράγοντας αυτός έχει μελετηθεί και έχει περιγραφεί με

διάφορους τρόπους. Ένας από αυτούς περιγράφεται στην Εξίσωση 2, όπου a και b είναι σταθερές που καθορίζονται από το σχεδιαστή εμπειρικά ανάλογα με το σύστημα υπό μελέτη, A είναι η απόσταση από το σημείο εκκίνησης έως το κέντρο τυο αντικειμένου προορισμού και W είναι το πλάτος του αντικειμένου προορισμού.

$$MovementTime = a + b\log_2\left(2 \cdot \frac{A}{W}\right)$$

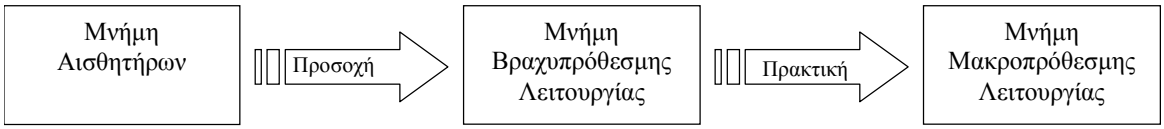
Εξίσωση 2 Χρόνος κίνησης.

Με βάση την Εξίσωση 2 ,που είναι γνωστή σαν νόμος του Fitt, έχουν γίνει παρατηρήσεις που βοηθούν στην ελαχιστοποίηση του χρόνου κίνησης, όπως για παράδειγμα ότι τα μενού είναι καλύτερα να παρουσιάζονται σαν pie charts, και όχι σαν λίστες επιλογής.

2.1.3 Η μνήμη του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών.

Σημαντικό τμήμα του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφορίας είναι αυτό το οποίο αποθηκεύει την πληροφορία, δηλαδή η μνήμη.

Η ανθρώπινη μνήμη ελέγχει και καθοδηγεί σε μεγάλο ποσοστό τις περισσότερες από τις ανθρώπινες λειτουργίες. Αποθηκεύει πληροφορία που αναπαριστά τη γνώση που διαθέτει ο κάθε άνθρωπος, πληροφορία που μας επιτρέπει να διεκπεραιώσουμε διαδικασίες, μας δίνει τη δυνατότητα της μάθησης και της αποθήκευσης πληροφορίας που αναπαριστά τις εμπειρίες που ο κάθε άνθρωπος έχει βιώσει, και κατά συνέπεια καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την προσωπικότητα του ανθρώπου. Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι η ανθρώπινη μνήμη είναι ένα πολύ σημαντικό κριτήριο για την αξιολόγηση του ανθρώπινου συστήματος πληροφορίας και μεταβατικά για τα συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστή.



Σχήμα 1 Μοντέλο αναπαράστασης της ανθρώπινης μνήμης.

Στο

Σχήμα 1 παρουσιάζεται μια σχηματική περιγραφή του μοντέλου αναπαράστασης της ανθρώπινης μνήμης. Βέβαια έχουν παρουσιαστεί και πιο εκτενή μοντέλα αλλά για το σκοπό αυτής της εργασίας, που δίνει έμφαση στην μελέτη της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με τον υπολογιστή, είναι χρήσιμο να περιοριστούμε σε αυτό το απλουστευμένο μοντέλο. Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των τριών σταδίων τα οποία δεχθήκαμε ότι συνθέτουν την ανθρώπινη μνήμη.

2.1.3.1 Μνήμη αισθητήρων.

Στην ουσία είναι μνήμη προσωρινής αποθήκευσης μικρής χωρητικότητας και υφίσταται για κάθε μια από τις ανθρώπινες αισθήσεις. Το περιεχόμενο αυτών των μνημών συνεχώς μεταβάλλεται από την πληροφορία η οποία παρέχεται από τις αισθήσεις. Η πληροφορία που αποθηκεύεται σε αυτές τις μνήμες στη συνέχεια διαβιβάζεται στη μνήμη βραχυπρόθεσμης λειτουργίας, μέσα από μια διαδικασία επιλογής των ερεθισμάτων από την οποία επιλέγονται μόνο αυτά τα οποία ενδιαφέρουν τον άνθρωπο στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Αυτή η διαδικασία επιλογής καλείται ανθρώπινη προσοχή και είναι ουσιαστικά η συγκέντρωση του ανθρώπινου εγκεφάλου σε ένα ερέθισμα από το σύνολο των ερεθισμάτων που δέχεται ο ανθρώπινος εγκέφαλος κάθε στιγμή.

2.1.3.2 Μνήμη βραχυπρόθεσμης λειτουργίας.

Αυτό το μέρος της ανθρώπινης μνήμης αποθηκεύει πληροφορία που χρειάζεται συχνά. Για παράδειγμα η διαδικασία της ανάγνωσης είναι μια λειτουργία που χρησιμοποιεί αυτό το μέρος της ανθρώπινης μνήμης, διότι είναι αναγκασμένος ο

ανθρώπινος εγκέφαλος να θυμάται την αρχή και το τέλος της πρότασης για να μπορεί να κατανοήσει το νόημα της. Η μνήμη βραχυπρόθεσμης λειτουργίας προσπελαύνεται συχνότατα με μια συχνότητα της τάξης των 70ms. Αλλά ο χρόνος που διατηρείται η πληροφορία στο τμήμα αυτό της μνήμης είναι ελάχιστος, της τάξεως των 200ms. Επίσης ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι η μνήμη βραχυπρόθεσμης λειτουργίας έχει πολύ μικρή χωρητικότητα.

2.1.3.3 Μνήμη μακροπρόθεσμης λειτουργίας.

Αντίθετα με την μνήμη βραχυπρόθεσμης λειτουργίας, η μνήμη μακροπρόθεσμης λειτουργίας είναι η κύρια πηγή πληροφοριών του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφορίας. Εκεί αποθηκεύονται οι εμπειρίες, οι γνώσεις, οι κανόνες συμπεριφοράς του κάθε ανθρώπου. Διαφέρει από τη μνήμη βραχυπρόθεσμης λειτουργίας σε πολλά σημεία. Καταρχήν είναι πολύ μεγαλύτερη σε χωρητικότητα. Θεωρητικά, η χωρητικότητα της μνήμης μακροπρόθεσμης λειτουργίας είναι απεριόριστη, αλλά στην πραγματικότητα διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο. Επίσης η μνήμη μακροπρόθεσμης λειτουργίας είναι σχετικά πιο αργή από αυτήν της βραχυπρόθεσμης λειτουργίας και οι απώλειες συμβαίνουν πιο αργά. Ο σκοπός της μνήμης μακροπρόθεσμης λειτουργίας είναι η αποθήκευση πληροφορίας για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Η πληροφορία που αποθηκεύεται μεταβιβάζεται από το προηγούμενο στάδιο, αυτό της μνήμης βραχυπρόθεσμης λειτουργίας, μέσα από μια διαδικασία που καλείται πρακτική εξάσκηση. Δηλαδή η επαναλαμβανόμενη λήψη ερεθισμάτων από το φυσικό περιβάλλον ή η συνεχιζόμενη, για μεγάλο χρονικό διάστημα, χρήση μιας πληροφορίας συντελεί αυτό που καλείται διαδικασία πρακτικής.

2.2 Ο Υπολογιστής.

Εδώ θα εξετάσουμε κατά αναλογία με την ανάλυση που έγινε για το χρήστη το άλλο μισό της τεχνολογίας CHI, τον υπολογιστή. Ο υπολογιστής είναι μία συσκευή η οποία αποτελείται από πολλά επιμέρους στοιχεία σε επίπεδο λογισμικού αλλά και σε επίπεδο υλικού. Το καθένα από αυτά τα στοιχεία έχει διαφορετική επίδραση στο χρήστη του υπολογιστικού συστήματος. Κατά αναλογία λοιπόν με το χρήστη μπορούμε να διακρίνουμε και στον υπολογιστή διαύλους επικοινωνίας εισόδου-εξόδου, καθώς επίσης και μονάδες αποθήκευσης πληροφορίας δηλαδή μνήμη. Για τον υπολογιστή οι δίαυλοι επικοινωνίας από δω και στο εξής θα καλούνται συσκευές εισόδου - εξόδου.

2.2.1 Συσκευές επικοινωνίας εισόδου-εξόδου.

Οι συσκευές επικοινωνίας εισόδου-εξόδου σε ένα υπολογιστικό σύστημα αποτελούν την αφετηρία της μελέτης ενός συστήματος αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών. Είναι τα τμήματα του υπολογιστή που «φέρνουν» τον χρήστη σε επαφή με τον υπολογιστή. Οι συσκευές εισόδου μπορούν να διαχωριστούν ως εξής:

- Συσκευές εισόδου κειμένου

- Συσκευές εισόδου σημείων (pointing devices)

Συσκευές εξόδου θεωρούνται οι οθόνες.

Τέλος, και στις δύο παραπάνω κατηγορίες συσκευών εισόδου - εξόδου, συμμετέχει και η τεχνολογία που εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες του χαρτιού.

2.2.1.1 Συσκευές εισόδου κειμένου.

Η κύρια συσκευή η οποία χρησιμοποιείται για την εισόδου κειμένου στον υπολογιστή είναι το πληκτρολόγιο. Η χρήση του πληκτρολογίου ως συσκευής

εισόδου είναι πολύ παλιά εφόσον τα πρώτα υπολογιστικά συστήματα χρησιμοποιούσαν αποκλειστικά σαν μέσο επικοινωνίας με το χρήστη το κείμενο. Η συντριπτική πλειοψηφία των πληκτρολογίων ανήκει σε μια κατηγορία που ονομάζονται QWERTY, το όνομα της οποίας προέρχεται από τα πρώτα έξη γράμματα της πρώτης γραμμής του πληκτρολογίου από τα αριστερά. Έχουν προταθεί και εναλλακτικοί σχεδιασμοί που παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε σχέση με τα πληκτρολόγια QWERTY, όμως τα τελευταία έχουν επικρατήσει. Εναλλακτικές μορφές συσκευών εισόδου κειμένου στον υπολογιστή είναι τα συστήματα που στηρίζονται στην αναγνώριση φωνής και αυτά που στηρίζονται στην αναγνώριση κειμένου. Τα τελευταία αφορούν συστήματα που αναγνωρίζουν κείμενο το οποίο γράφεται με το χέρι πάνω σε ειδικές οθόνες, ή συστήματα τα οποία αναγνωρίζουν κείμενο που είναι γραμμένο απευθείας πάνω σε χαρτί με την χρήση σαρωτών (scanners) και ειδικού λογισμικού.

2.2.1.2 Συσκευές εισόδου σημείων.

Η χρήση συσκευών εισόδου σημείων αποτελεί μία από τις κύριες μεθόδους αλληλεπίδρασης στα σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα. Η ιστορία τέτοιων συσκευών, που σήμερα είναι ευρέως διαδεδομένες, ξεκινά από τα συστήματα σχεδιασμού με τη χρήση υπολογιστή (computer-aided design) όπου η επιλογή σημείων και κατ' επέκταση ο σχεδιασμός αποτελούν κύριες λειτουργίες. Από τις συσκευές αυτές το ποντίκι είναι αυτή που χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά, σε σύγκριση με άλλες συσκευές αυτής της κατηγορίας. Συσκευές αυτής της κατηγορίας που έχουν παρουσιαστεί είναι το trackball, που χρησιμοποιείται κυρίως σε συσκευές μικρών διαστάσεων λόγω του περιορισμένου χώρου λειτουργίας που απαιτεί, το joystick το οποίο χρησιμοποιείται κατά κανόνα σε εφαρμογές παιχνιδιών, η οθόνη αφής (touch-screen), οθόνη η οποία έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει το σημείο το οποίο επέλεξε ο χρήστης με το δάκτυλο του πάνω στην οθόνη και χρησιμοποιείται από

εφαρμογές που απευθύνονται στο ευρύ κοινό και δεν έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε αλληλεπίδραση. Άλλες συσκευές αυτής της κατηγορίας, που χρησιμοποιούνται κυρίως από εφαρμογές τεχνητής πραγματικότητας, είναι το eyegaze το οποίο αναγνωρίζει το σημείο στο οποίο επικεντρώνει το ανθρώπινο μάτι πάνω σε μια μικρή οθόνη και το dataglove το οποίο χρησιμεύει σαν εξομοιωτής του ποντικιού σε εφαρμογές τεχνητής πραγματικότητας.

2.2.1.3 Συσκευές εξόδου.

Η κύρια συσκευή εξόδου ενός υπολογιστικού συστήματος είναι η οθόνη. Σχεδόν όλα τα υπολογιστικά συστήματα είναι αδιανόητο να υπάρξουν χωρίς μία οθόνη. Η βασική κατηγορία οθονών είναι οι οθόνες με λυχνίες καθοδικών ακτινών. Η αρχή λειτουργίας αυτών των οθονών είναι η ίδια παρόλο που υπάρχουν διάφορες κατηγορίες (raster scan, random scan, direct-views etc) και βασίζεται στη λάμψη που εκπέμπουν τα ηλεκτρόνια όταν οδηγούμενα από ένα μαγνητικό πεδίο προσκρούουν σε μια οθόνη που έχει περιβληθεί με φώσφορο. Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί και μια άλλη τεχνολογία οθονών, αυτές του υγρού κρυστάλλου (LCD), οι οποίες υπερέχουν σε σχέση με τις παραδοσιακές οθόνες στο ότι είναι πιο μικρές, πιο ελαφριές και έχουν λιγότερες απαιτήσεις σε ενέργεια και για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται κυρίως σε υπολογιστικά συστήματα μικρών διαστάσεων.

Τέλος, συσκευές εξόδου μπορούν να χαρακτηριστούν και οι εκτυπωτές που εκμεταλλεύονται σαν μέσο αποτύπωσης της πληροφορίας το χαρτί.

2.2.2 Μνήμη του υπολογιστή.

Όπως και για τον άνθρωπο, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η μνήμη του υπολογιστή λειτουργεί σε διαφορετικά επίπεδα. Κατά αναλογία με την ανθρώπινη μνήμη, που κατηγοριοποιείται σε μνήμη μακροπρόθεσμης

λειτουργίας και μνήμη βραχυπρόθεσμης λειτουργίας, η μνήμη του υπολογιστή διακρίνεται σε κύρια και δευτερεύουσα.

2.2.2.1 Κύρια μνήμη.

Το χαμηλότερο επίπεδο μονάδας αποθήκευσης είναι οι καταχωρητές. Οι πιο πρόσφατες πληροφορίες φυλάσσονται στην μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM). Υπάρχουν διαφορετικά είδη RAM τα οποία διαφέρουν στην ταχύτητα προσπέλασης, στην κατανάλωση ισχύος κ.α. Η πληροφορία που φυλάσσεται στην κύρια μνήμη χάνεται όταν κλείσει ο υπολογιστής.

2.2.2.2 Δευτερεύουσα μνήμη.

Για τους υπολογιστές όταν αναφερόμαστε σε δευτερεύουσα μνήμη ουσιαστικά εννοούμε δίσκους. Υπάρχουν δύο μεγάλες τεχνολογικές κατηγορίες δίσκων: οι μαγνητικοί και οι οπτικοί δίσκοι. Το χαρακτηριστικό της δευτερεύουσας μνήμης είναι οι μεγάλες χωρητικότητες, με τους οπτικούς να υπερέχουν έναντι των μαγνητικών. Βέβαια, σε σύγκριση με την κύρια μνήμη οι χρόνοι προσπέλασης της δευτερεύουσας μνήμης σαφώς είναι μεγαλύτεροι. Τέλος, η πληροφορία που φυλάσσεται στη δευτερεύουσα μνήμη διατηρείται ακόμα και όταν ο υπολογιστής κλείσει.

2.3 Η Αλληλεπίδραση.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι μέσω των οποίων ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με το σύστημα [SHNEIDERM92] [PREECE94] [NIELSEN93] [MAYHEW92] [PREECE93] [HIX93] [NEWMAN96]. Ενώ στα πρώτα υπολογιστικά συστήματα η επικοινωνία γίνονταν μέσω μαζικών διαδικασιών (batch processing), φτάσαμε στα σημερινά υπολογιστικά συστήματα που η αλληλεπίδραση γίνεται χρησιμοποιώντας εξελιγμένες συσκευές εισόδου και μεθόδους όπως το direct-manipulation. Η διατριβή αυτή πραγματεύεται τέτοιου είδους συστήματα.

Κάθε αλληλεπιδραστικό σύστημα έχει σαν σκοπό να βοηθήσει το χρήστη να διεκπεραιώσει κάποιες λειτουργίες μέσα στο πλαίσιο κάποιου πεδίου εφαρμογών. Ο χρήστης διαμορφώνει ένα σχέδιο ενεργειών το οποίο εκτελείται από τον υπολογιστή, όταν βέβαια δώσει ο χρήστης την κατάλληλη εντολή. Στην συνέχεια και όταν ο υπολογιστής εκτελέσει το σχέδιο ενεργειών, ή έστω κάποιο μέρος αυτών ο χρήστης παρατηρεί τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται από το σύστημα αλληλεπίδρασης και ανάλογα με αυτά αποφασίζει για τις περαιτέρω ενέργειες του.

2.3.1 Μορφές αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή.

Κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των αλληλεπιδραστικών συστημάτων τα συστήματα αυτά υιοθέτησαν διάφορες μορφές αλληλεπίδρασης, και αυτό εξαρτιόνταν από τις ανάγκες των εφαρμογών αλλά κυρίως από τις δυνατότητες των υπολογιστών. Οι μορφές αλληλεπίδρασης που έκαναν την εμφάνιση τους περιγράφονται συνοπτικά στις επόμενες παραγράφους.

2.3.1.1 Αλληλεπίδραση με τη χρήση γλώσσας εντολών (Command Language).

Πρόκειται ουσιαστικά για την πρώτη μορφή αλληλεπίδρασης που παρουσιάστηκε, και παρά το ότι τα συστήματα αλληλεπίδρασης έχουν εξελιχθεί συνεχίζει να χρησιμοποιείται. Με τη μορφή αυτή ο χρήστης δίνει εντολές στο σύστημα χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο για το σχηματισμό χαρακτήρων, συντμήσεων λέξεων ή και ολόκληρων λέξεων. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μορφής αλληλεπίδρασης είναι το ότι δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να εκμεταλλευτεί πλήρως τη λειτουργικότητα του συστήματος, καθώς και το ότι είναι πολύ ευέλικτη αφού παρέχει κατά κανόνα στο χρήστη μεγάλος αριθμός επιλογών για κάθε εντολή. Το βασικότερο μειονέκτημά της είναι ότι χρειάζεται αρκετή εξάσκηση για την εκμάθηση και τη χρήση της γλώσσας εντολών καθώς

είναι πολύ εύκολο να γίνουν τυπογραφικά λάθη. Σίγουρα αυτή η μορφή αλληλεπίδρασης ταιριάζει στον εξοικειωμένο χρήστη και όχι στον αρχάριο.

2.3.1.2 Αλληλεπίδραση με τη χρήση διαλόγων Ερωτήσεων – Απαντήσεων (Question Answer Dialogs).

Η αλληλεπίδραση με τη χρήση διαλόγων Ερωτήσεων – Απαντήσεων (Question Answer Dialogs) είναι μια μορφή επικοινωνίας κατά την οποία ο χρήστης οδηγείται από το σύστημα βήμα-βήμα σε ένα διάλογο, στον οποίο απαντάει με ναι ή όχι, ή επιλέγει την απάντηση του από μια σειρά επιλογών, και το αποτέλεσμα του διαλόγου είναι η είσοδος στο σύστημα. Αυτή η μορφή επικοινωνίας είναι εύκολη στη χρήση και στην εκμάθηση, αλλά προσφέρει περιορισμένη λειτουργικότητα στο χρήστη. Είναι κατάλληλη για αρχάριους χρήστες.

2.3.1.3 Αλληλεπίδραση με τη χρήση φορμών εισαγωγής (Fill in Forms).

Οι φόρμες χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την εισαγωγή δεδομένων στα υπολογιστικά συστήματα. Πρόκειται για αντιγραφή των φορμών που είναι τυπωμένες σε χαρτί, με τις οποίες είναι εξοικειωμένοι ο περισσότεροι άνθρωποι. Ο χρήστης εισάγει τιμές στα αντίστοιχα κενά πεδία τα οποία υπάρχουν πάνω στη φόρμα και στη συνέχεια τα δεδομένα εισάγονται στο σύστημα. Τα περισσότερα από τα συστήματα που βασίζονται σε αυτή τη μορφή αλληλεπίδρασης, έχουν ενσωματωμένες τεχνικές για έλεγχο λαθών, προκαθορισμένες τιμές σε οποία πεδία είναι αναγκαίο και διαθέτουν ένα εύκολο μηχανισμό για την πλοήγηση του χρήστη στα πεδία της φόρμας. Αυτή η μορφή αλληλεπίδρασης προορίζεται για αρχάριους χρήστες, αλλά αν θεωρήσουμε ότι οι φόρμες εμπλουτίζονται και με πιο εξελιγμένα στοιχεία αλληλεπίδρασης πέρα από τα απλά πεδία τιμών, τότε μπορούμε να υποθέσουμε ότι είναι κατάλληλη μορφή αλληλεπίδρασης και για έμπειρους χρήστες.

2.3.1.4 Αλληλεπίδραση με τη χρήση φυσικής γλώσσας (Natural Language).

Σε θεωρητικό επίπεδο η αλληλεπίδραση με τη χρήση φυσικής γλώσσας (natural language) είναι η μορφή αλληλεπίδρασης που είναι η πιο ελκυστική και η πιο αποδοτική για το χρήστη. Ο χρήστης απλώς δίνει εντολές στο σύστημα προφορικά ή γραπτά χρησιμοποιώντας απλές καθημερινές λέξεις χωρίς να είναι αναγκασμένος να θυμάται εντολές ή επιλογές που πρέπει να κάνει. Εξαιρετικά ενδιαφέρουσα μορφή αλληλεπίδρασης, θεωρείται μια από τις κατευθύνσεις προς τις οποίες θα κινηθούν τα μελλοντικά συστήματα αλληλεπίδρασης. Παρόλα αυτά, προς το παρόν δεν υπάρχουν συστήματα που να υιοθετούν αυτή τη μορφή αλληλεπίδρασης, τουλάχιστον όχι στη γενικότητα με την οποία εννοούμε, εξαιτίας τόσο της πολυπλοκότητας της ανθρώπινης γλώσσας, όσο και της αδυναμίας σαφούς αναπαράστασής της σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Παρ' όλα αυτά έχουν παρουσιαστεί συστήματα που έχουν υιοθετήσει αυτή τη μορφή αλληλεπίδρασης, αλλά σε ένα σαφώς ορισμένο υποσύνολο της γλώσσας και λειτουργούν με μεγάλη επιτυχία. Το ερώτημα το οποίο τίθεται είναι αν αυτά τα συστήματα μπορούν να χαρακτηριστούν ως συστήματα αναγνώρισης φυσικής γλώσσας. Πρέπει να σημειωθεί ότι αν και αυτή η μορφή αλληλεπίδρασης φαίνεται πολύ αποτελεσματική και πολλά υποσχόμενη, υπάρχουν ερωτήματα αν η φυσική γλώσσα είναι κατάλληλη σαν μορφή αλληλεπίδρασης με ένα υπολογιστικό σύστημα, και αυτό διότι η ανθρώπινη φυσική γλώσσα είναι εξ' ορισμού ακαθόριστη και ασαφής και αυτό για να δίνει στον άνθρωπο τη δυνατότητα της ευέλικτης και δημιουργικής έκφρασης. Από την άλλη, ένα υπολογιστικό σύστημα για να λειτουργήσει απαιτεί την έκφραση των εντολών με μεγάλη ακρίβεια.

2.3.1.5 Αλληλεπίδραση με τη χρήση καταλόγου επιλογών (Menus).

Η αλληλεπίδραση με τη χρήση καταλόγου επιλογών (Menus) είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στα σύγχρονα αλληλεπιδραστικά συστήματα. Ο χρήστης επιλέγει από ένα σύνολο επιλογών το οποίο παρουσιάζεται στην οθόνη του υπολογιστή χρησιμοποιώντας το ποντίκι ή το πληκτρολόγιο. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει τις επιλογές και έτσι δεν είναι υποχρεωμένος να θυμηθεί την επιλογή αλλά να την αναγνωρίσει, κατά συνέπεια επιβαρύνεται λιγότερο. Τα μενού είναι κατά κανόνα οργανωμένα, ακολουθώντας μια ομαδοποίηση η οποία βασίζεται στην εννοιολογική, αλφαβητική ή λογική συνάφεια των επιλογών, ή είναι οργανωμένα ιεραρχικά. Οι επιλογές μπορεί να παρουσιάζονται είτε με τη μορφή απλού κειμένου, είτε με τη μορφή γραφικών αντικειμένων. Τα μενού προορίζονται για συστήματα με υψηλό βαθμό αλληλεπίδρασης και είναι κατάλληλα τόσο για αρχάριους όσο και για έμπειρους χρήστες.

2.3.1.6 Αλληλεπίδραση με τη χρήση Απευθείας-Διαχείρισης (Direct-Manipulation).

Ένας απλός ορισμός της μορφής αλληλεπίδρασης «Αλληλεπίδραση με τη χρήση Απευθείας-Διαχείρισης» (Direct-Manipulation) είναι ότι ο χρήστης ενεργεί κατευθείαν πάνω σε ορατά αντικείμενα τα οποία επιλέγει με μια συσκευή εισόδου σημείων, κατά κανόνα το ποντίκι. Το ότι τα αντικείμενα είναι ορατά αναφέρεται για να τονίσει τη διαφορά με τις προηγούμενες μορφές αλληλεπίδρασης όπου τα αντικείμενα στα οποία επιδρούσαν οι ενέργειες του χρήστη δεν ήταν ορατά, για παράδειγμα στην αλληλεπίδραση με τη χρήση εντολών ή με τη χρήση μενού. Η μορφή αυτή εισήχθηκε από τον [SHNEIDERM92] και τα βασικά χαρακτηριστικά της ορίστηκαν ως εξής :

- Συνεχής αναπαράσταση των αντικειμένων.

- Αντικατάσταση της γλώσσας εντολών με φυσικές ενέργειες ή με πάτημα κουμπιών.

- Οι ενέργειες του χρήστη μπορούν να αναστραφούν και τα αποτελέσματα είναι άμεσα ορατά (μηχανισμοί undo – redo) .

- Εκμετάλλευση των δυόμισυ (2.5) διαστάσεων του χώρου (overlapping windows).

- Αντικειμενοστραφής αρχιτεκτονική, σε αντίθεση με τις άλλες μορφές αλληλεπίδρασης, που υπακούουν στη «συναρτησιακή» αρχιτεκτονική (function-oriented).

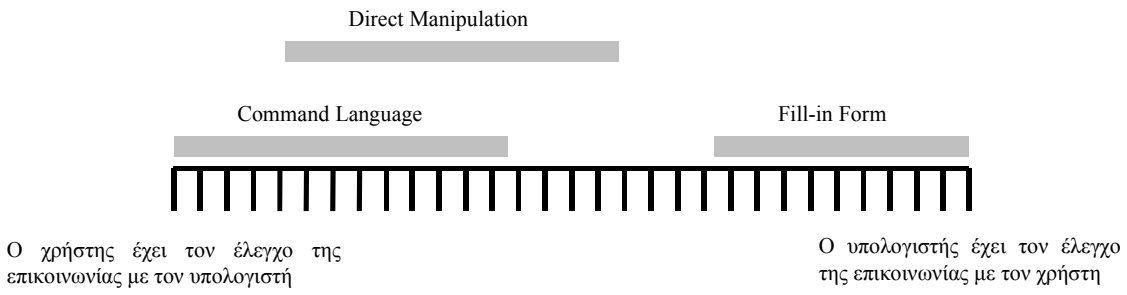
- Ακολουθεί το παράδειγμα όνομα σε ρήμα (noun to verb paradigm) σε αντίθεση με τις άλλες μορφές που ακολουθούν το παράδειγμα ρήμα σε όνομα (verb to noun paradigm).

Το χαρακτηριστικότερο και πιο διαδεδομένο παράδειγμα αυτής της μορφής αλληλεπίδρασης είναι τα Windows 95/98/NT. Εφαρμογές που ακολουθούν αυτή τη μορφή αλληλεπίδρασης παρουσιάζουν μεγάλη ευκολία στην εκμάθηση και στη γρήγορη ανάκληση λειτουργιών. Επιπλέον, είναι εξαιρετικά ευέλικτες, παρέχουν συνεχώς πληροφορία στο χρήστη για την κατάσταση του συστήματος και παρουσιάζουν μικρότερες πιθανότητες λαθών.

Ένα σημείο που πρέπει να τονιστεί είναι ότι σε αυτή τη μορφή αλληλεπίδρασης το κύριο χαρακτηριστικό είναι τα εικονίδια. Ένα πρόβλημα που παρατηρείται, αποτελώντας και ένα από τα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου αλληλεπίδρασης, είναι η δυσκολία επιλογής ή σχεδίασης εικονιδίων τα οποία είναι άμεσα αναγνωρίσιμα από το χρήστη. Μπορεί τα εικονίδια να είναι

ελκυστικότερα από το απλό κείμενο, αλλά είναι αδύνατο να σχεδιαστούν εικονίδια που θα είναι αναγνωρίσιμα από κάθε χρήστη.

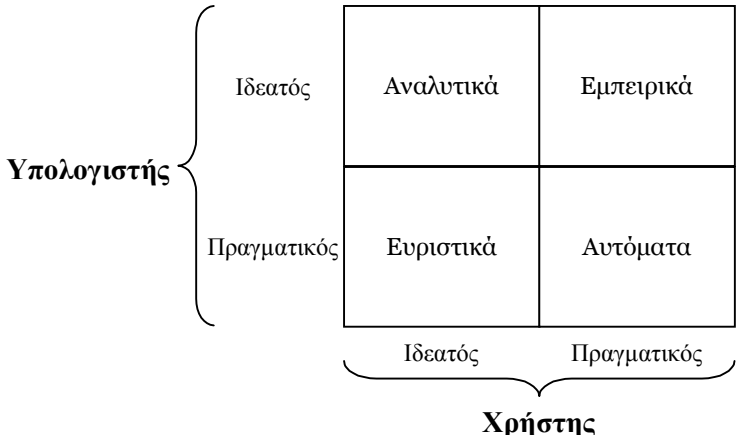
Αυτή η μορφή αλληλεπίδρασης, είναι κατάλληλη για χρήστες που δεν είναι θετικά διατεθειμένοι προς το σύστημα, ή δεν έχουν κίνητρα για να το χρησιμοποιήσουν. Επίσης είναι καταλληλότερη για τους περιστασιακούς χρήστες, καθώς και για χρήστες που δεν έχουν ικανότητα πληκτρολόγησης. Τέλος η μορφή αυτή δεν είναι κατάλληλη για χρήστες με μικρή εμπειρία ή καθόλου εκπαίδευση. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται μια σχηματική απεικόνιση της ταξινόμησης των μορφών αλληλεπίδρασης, όπου φαίνεται το ποσοστό ελέγχου της αλληλεπίδρασης που διαθέτουν ο χρήστης και ο υπολογιστής.



Σχήμα 2 Ταξινόμηση μορφών αλληλεπίδρασης

2.4 Αξιολόγηση συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή.

Η διαδικασία η οποία ακολουθείται για να αξιολογηθεί ένα σύστημα αλληλεπίδρασης χρήστη – υπολογιστή, οι μεθοδολογίες αλλά και τα εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί για το σκοπό αυτό, συνθέτουν αυτό που ονομάζεται Usability Engineering [UYEDA91] [NIELSEN93] [KARAT93]. Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες τεχνικών ή συστημάτων που ακολουθούνται για να αξιολογήσουμε ένα σύστημα οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχήμα 3 και περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.



Σχήμα 3 Κατηγορίες τεχνικών αξιολόγησης.

Αυτόματη Αξιολόγηση

Στην περίπτωση αυτή υπάρχει ένα σύστημα αξιολόγησης εφαρμογών, το οποίο εξάγει συμπεράσματα για την υπό εξέταση εφαρμογή. Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι εντελώς αυτοματοποιημένο ή ημιαυτοποιημένο. Δεν υπάρχουν τέτοια γενικά συστήματα που να μπορούν να βγάλουν αξιόπιστα αποτελέσματα [SIOCHI91][MILLER91][MACKNIGHT89].

Εμπειρική Αξιολόγηση

Στην περίπτωση αυτή ένας προκαθορισμένος αριθμός χρηστών χρησιμοποιεί το σύστημα διεκπεραιώνοντας συγκεκριμένες λειτουργίες. Κατά τη διάρκεια του πειράματος λαμβάνονται μετρήσεις και γίνονται παρατηρήσεις από ειδικούς, και στη συνέχεια συντάσσονται αναφορές όπου καταγράφονται τα συμπεράσματα. Αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούνται αρκετά, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι οι χρήστες πολλές φορές πραγματοποιούν πολλά λάθη και τα αποτελέσματα ενδεχομένως να είναι πλασματικά.

Αναλυτική Αξιολόγηση

Για την εφαρμογή της τεχνικής αυτής χρησιμοποιούνται αναλυτικά μοντέλα, από τα οποία υπολογίζονται μετρικές που βοηθούν στην αξιολόγηση του

συστήματος. Τα σύγχρονα αλληλεπιδραστικά συστήματα, λόγω της πολυπλοκότητάς τους, είναι σχεδόν αδύνατο να περιγραφούν από αναλυτικά μοντέλα, για αυτό το λόγο αυτές οι τεχνικές και δε βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή [LAVERY96] [NIELSEN93] [GRUDIN96].

Ευριστική Αξιολόγηση

Η τεχνική αυτή βασίζεται στη χρησιμοποίηση γενικών ευριστικών κανόνων, γενικών οδηγιών, αλλά κυρίως στην ικανότητα, τη γνώση και την εμπειρία ειδικών οι οποίοι διενεργούν τον έλεγχο. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα, εντοπίζουν λάθη που δεν εντοπίζονται από απλούς χρήστες και μειώνουν τον αριθμό τον χρηστών που εμπλέκονται στη διαδικασία ελέγχου.

2.4.1 Συστήματα αυτόματης αξιολόγησης.

Το θέμα αυτής της ενότητας είναι η περιγραφή των σημαντικότερων συστημάτων αυτόματης αξιολόγησης. Έτσι, στην υποενότητα 2.4.1.1 περιγράφεται το σύστημα DRUM, ενώ το σύστημα VANNA περιγράφεται στην υποενότητα 2.4.1.2. Στην υποενότητα 2.4.1.3 περιγράφεται το σύστημα UsAGE, ενώ το σύστημα IDA περιγράφεται στην υποενότητα 2.4.1.4. Τέλος, στην υποενότητα 2.4.1.5 περιγράφεται το σύστημα KRI.

2.4.1.1 Το σύστημα DRUM (Diagnostic Recorder for Usability Measurement).

Το σύστημα DRUM [INVENT99] είναι ένα εργαλείο το οποίο παρέχει εκτεταμένες δυνατότητες για την επεξεργασία και αξιοποίηση του video σαν μέσου αξιολόγησης συστημάτων αλληλεπίδρασης. Ο χρήστης βιντεοσκοπείται κατά τη διάρκεια της χρήσης του συστήματος και στη συνέχεια το video αναλύεται με τη βοήθεια του DRUM. Το DRUM παρέχει τη δυνατότητα να πραγματοποιηθεί μια πρώτη ανάλυση του video κατά τη διάρκεια της εγγραφής. Το σύστημα επιταχύνει τη διαδικασία ανάλυσης σε μεγάλο βαθμό: Ουσιαστικά,

το DRUM βοηθάει τον αναλυτή να δημιουργήσει ένα αρχείο στο οποίο καταγράφονται οι ενέργειες του χρήστη, οι οποίες είναι συσχετισμένες με χρονικές στιγμές και στη συνέχεια από αυτές μπορούν να εξαχθούν μετρήσεις. Το DRUM έχει τη δυνατότητα να παράγει αρχεία που στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν από συστήματα στατιστικής ανάλυσης για περαιτέρω ανάλυση.

Το σύστημα DRUM διαθέτει ένα σύνολο από γεγονότα (events) που μπορεί να χρησιμοποιηθούν κατά την ανάλυση του video, αλλά παρέχει και τη δυνατότητα να ορισθούν νέα γεγονότα από το χρήστη. Το κάθε γεγονός αναπαριστάται σαν ένα κουμπί το οποίο αν ενεργοποιηθεί εμφανίζει την περιγραφή που είναι συσχετισμένη με αυτό και η οποία βέβαια μπορεί να αλλαχθεί. Το DRUM οργανώνει τα αποτελέσματα των ενεργειών του χρήστη (tasks) ιεραρχικά σε βάθος πέντε επιπέδων.

Τα γεγονότα καταγράφονται σε ένα log αρχείο (log file), μαζί με τα σχόλια που ο αναλυτής επιθυμεί να προσθέσει. Το σύστημα DRUM παρέχει πλήρη έλεγχο των λειτουργιών του video και παρέχει δυνατότητες εντοπισμού και παιξίματος των σκηνών του video που είναι συσχετισμένες με κάποιο γεγονός στο αρχείο log. Αυτό επιτυγχάνεται απλώς πατώντας το κουμπί που αναπαριστά το γεγονός.

Το σύστημα DRUM απαιτεί υπολογιστή Apple Macintosh, οθόνη 14 ιντσών ή μεγαλύτερη, HyperCard 2.1, και έχει χρησιμοποιηθεί με τις συσκευές video, Sony U-Matic VO7000 και 9000,με Sony UVW 1400/1400P, Panasonic AG-7350 ή AG-7355 SVHS

2.4.1.2 Το σύστημα VANNA.

Το σύστημα VANNA [NIELSEN93] έχει σχεδιαστεί για υπολογιστές Macintosh PowerBook με ένα video SONY VHS 8mm. Το σύστημα επιτρέπει στον αναλυτή να κάνει σχόλια για τις σκηνές του video οι οποίες αναπαριστούν τις ενέργειες

του χρήστη κατά τη διάρκεια της χρήσης της εφαρμογής που αξιολογείται, και να συγχρονίζει τις σκηνές με ένα αρχείο στον υπολογιστή. Ο αναλυτής κωδικοποιεί τα δεδομένα με μοναδικά ονόματα τα οποία χρησιμοποιούνται για να ονοματίσουν τα κουμπιά που αναπαριστούν σημαντικά γεγονότα της βιντεοσκόπησης. Επιπλέον κείμενο μπορεί να προστεθεί είτε στα ίδια τα κουμπιά ή στα διαστήματα μεταξύ των κουμπιών. Όλα τα σχόλια αποθηκεύονται σε ένα αρχείο το οποίο είναι δομημένο σε στήλες όπου η κάθε στήλη αποθηκεύει διαφορετικό τύπο πληροφορίας. Στη συνέχεια περαιτέρω επεξεργασία μπορεί να εφαρμοσθεί στο αρχείο και να εξαχθούν συμπεράσματα. Το σύστημα διαθέτει ενσωματωμένες ρουτίνες που επιτρέπουν στον αναλυτή να διεξάγει πιο εξεζητημένες μορφές ανάλυσης.

2.4.1.3 Το σύστημα UsAGE (User Action Graphing Effort).

Το σύστημα UsAGE [UEHLING95]αναπτύχθηκε με τη χρήση ενός εργαλείου για την ανάπτυξη συστημάτων αλληλεπιδραστικών εφαρμογών, το TAE Plus (Transportable Application Environment), το οποίο έχει τη δυνατότητα να καταγράφει τις ενέργειες του χρήστη. Το σύστημα UsAGE καταγράφει τις ενέργειες του χρήστη κατά τη διάρκεια της ενασχόλησής του με την εφαρμογή που βρίσκεται υπό αξιολόγηση. Αρχικά καταγράφονται οι ενέργειες του έμπειρου χρήστη οι οποίες χρησιμοποιούνται σα βάση για τη σύγκριση με τις ενέργειες των άλλων χρηστών. Στη συνέχεια καταγράφονται οι ενέργειες του κάθε χρήστη, συγκρίνονται από το σύστημα με αυτές του έμπειρου, και παρουσιάζονται γραφικά σαν ένας γράφος από τον οποίο ο αναλυτής μπορεί να εξάγει συμπεράσματα για προβλήματα που ενδεχομένως υπάρχουν.

Το κομμάτι του συστήματος UsAGE που καταγράφει και αποθηκεύει τις ενέργειες του χρήστη ονομάζεται usage_collect. Επίσης επιτρέπει στον αναλυτή να προσθέσει και σχόλια για την κάθε ενέργεια που καταγράφεται.

Το κομμάτι του συστήματος usage_analyze κάνει την ανάλυση των γεγονότων που έχουν καταγραφεί και παρουσιάζει τη γραφική αναπαράσταση του γράφου. Δέχεται σαν είσοδο δύο αρχεία, ένα που περιέχει τις ενέργειες του έμπειρου χρήστη και ένα που περιέχει τις ενέργειες του αρχάριου χρήστη.

Σχήμα 4 Το σύστημα UsAGE

Το κομμάτι του συστήματος usage_compare αναλαμβάνει τη σύγκριση των δύο αρχείων. Οι τεχνικές σύγκρισης που μπορούν να εφαρμοστούν επιλέγονται από τον αναλυτή από μια συλλογή τεχνικών που διαθέτει τι σύστημα.

2.4.1.4 Το σύστημα IDA (Interface Design Assistant).

Το σύστημα IDA [REITERER94] ήταν μέρος του ευρύτερου προγράμματος Intelligent Multimedia Systems και είχε σα σκοπό να αναπτύξει ένα σύστημα που θα βοηθούσε τους σχεδιαστές αλληλεπιδραστικών συστημάτων παρέχοντας

τους οδηγίες, ευριστικούς κανόνες και πρότυπα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Οι σχεδιαστές πρέπει να έχουν πρόσβαση σε αυτή την πληροφορία άμεσα και όποτε τη χρειαστούν. Στα πλαίσια του προγράμματος αναπτύχθηκαν τρία επιμέρους τμήματα :

- Το *IDA-Construction Tool*. Το IDA-Construction tool είναι ένας γραφικός πλοηγητής (browser) με τα βασικά αντικείμενα ενός συστήματος αλληλεπίδρασης ιεραρχικά δομημένα. Πρόκειται για τον πλοηγητή μιας βιβλιοθήκης με τα αντικείμενα αυτά υλοποιημένα με την μορφή κλάσεων, υπακούοντας στις οδηγίες και τα πρότυπα. Επιλέγοντας κάποιο από τα αντικείμενα αυτά, ο σχεδιαστής, μπορεί να ενσωματώσει το αντικείμενο αυτό στην εφαρμογή του. Όπως είναι προφανές, η βιβλιοθήκη είναι υλοποιημένη για το σύστημα συγγραφής εφαρμογών και την πλατφόρμα που χρησιμοποιεί ο σχεδιαστής. Για κάθε διαφορετικό σύστημα ή πλατφόρμα πρέπει να υλοποιηθεί η βιβλιοθήκη από την αρχή. Δηλαδή ανάλογα με το σύστημα που ο σχεδιαστής χρησιμοποιεί για την ανάπτυξη της εφαρμογής (Visual Basic, Delphi, C/C++) πρέπει να υπάρχει μια διαφορετική έκδοση της βιβλιοθήκης.

- Το *IDA-Advise Tool*. Το IDA-Advise tool είναι ένα σύστημα παροχής βοήθειας με οδηγίες και πρότυπα για αντικείμενα που χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη συστημάτων αλληλεπίδρασης. Παρέχει κατά απαίτηση βοήθεια για το πώς να χρησιμοποιηθεί σωστά το κάθε αντικείμενο από την άποψη του σωστού σχεδιασμού συστημάτων αλληλεπίδρασης.

- IDA-Quality Assurance Tool. Το IDA-Quality Assurance tool εντοπίζει προβλήματα στο σύστημα αλληλεπίδρασης που αναπτύχθηκε από το σχεδιαστή, τα οποία δεν ακολουθούν τις οδηγίες και τα πρότυπα που πρέπει. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση ενός έμπειρου συστήματος που

αποθηκεύει αυτή τη γνώση σε μια knowledge base, μαζί με κανόνες που τα αντικείμενα πρέπει να ακολουθούν. Στο τέλος παρουσιάζονται τα προβλήματα που εντοπίστηκαν μαζί με τις περιγραφές τους και τα αντικείμενα που προκάλεσαν τα προβλήματα.

2.4.1.5 Το σύστημα KRI (Knowledge-based Review of Interfaces).

Το σύστημα KRI [LOWGREN92] δέχεται σαν είσοδο την περιγραφή ενός συστήματος αλληλεπίδρασης που ο χρήστης έχει κατασκευάσει χρησιμοποιώντας το εργαλείο TeleUSE, το οποίο είναι ένα εργαλείο συγγραφής εφαρμογών που έχει σχεδιαστεί για υπολογιστικά συστήματα που χρησιμοποιούν περιβάλλον X-Windows. Το σύστημα TeleUSE έχει την δυνατότητα να αναπαριστά τα συστήματα αλληλεπίδρασης χρησιμοποιώντας την γλώσσα UIL (User Interface Language). Η γλώσσα UIL έχει τη δυνατότητα περιγραφής μόνο στατικών αντικειμένων της εφαρμογής και όχι αντικειμένων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος.

Στη συνέχεια, το αρχείο που περιγράφει το σύστημα αλληλεπίδρασης διαβιβάζεται σαν είσοδος σε ένα συντακτικό αναλυτή που το επεξεργάζεται κατάλληλα πριν το διοχετεύσει σε μια εφαρμογή που περιέχει κανόνες που περιγράφουν οδηγίες και πρότυπα που πρέπει να εφαρμόζονται για το σωστό σχεδιασμό συστημάτων αλληλεπίδρασης. Το έμπειρο σύστημα είναι υλοποιημένο χρησιμοποιώντας το υβριδικό έμπειρο σύστημα EpiTool. Στο τέλος το σύστημα παράγει σχόλια για λάθη που πιθανώς εντοπίστηκαν στην υπό εξέταση εφαρμογή.

2.4.2 Συστήματα εμπειρικής αξιολόγησης.

Τα συστήματα εμπειρικής αξιολόγησης παρουσιάζονται σ' αυτή την ενότητα. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα συστήματα HRA (υποενότητα 2.4.2.1),

SMEQ (υποενότητα 2.4.2.2), NASA-TLX (υποενότητα 2.4.2.3), SUMI (υποενότητα 2.4.2.4), HRV (υποενότητα 2.4.2.5), JCQ (υποενότητα 2.4.2.6) και MUSiC (υποενότητα 2.4.2.7).

2.4.2.1 Το σύστημα HRA (Human Reliability Assessment).

Το σύστημα HRA (Human Reliability Assessment) περιγράφεται σ' αυτή την υποενότητα. Πρόκειται για μια υβριδική τεχνική που προσπαθεί να συνδυάσει τις αρχές της μηχανικής και της αξιοπιστίας με τις αρχές της ψυχολογίας και της εργονομίας. Οι τρεις βασικοί στόχοι της τεχνικής [INVENT99] είναι :

- Αναγνώριση των ανθρώπινων λαθών. Τι μπορεί να πάει λάθος.

- Ποσοτικός υπολογισμός του αριθμού των ανθρώπινων λαθών. Πόσο συχνά συμβαίνει ένα λάθος.

- Μείωση των ανθρωπίνων λαθών. Πώς μπορούν να αποφευχθούν τα λάθη ή να μειωθούν.

Τα βήματα της τεχνικής αυτής είναι:

- Ορισμός του προβλήματος. Ορίζεται επακριβώς το πρόβλημα μέσα στα πλαίσια των στόχων του συγκεκριμένου συστήματος και σε σχέση με τις αποκλίσεις που μπορούν να προκληθούν από τους χρήστες σε αυτούς τους στόχους.

- Ανάλυση των διαδικασιών. Καθορίζονται τα δεδομένα, ο εξοπλισμός, η συμπεριφορά, και ο τρόπος που ο αναλυτής θα χρησιμοποιήσει για να επιτύχει τους αντικειμενικούς σκοπούς του συστήματος καθώς επίσης και οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρήστη στο πλαίσιο αυτών των διαδικασιών.

- Ανάλυση των ανθρώπινων λαθών. Καθορίζονται τα σημαντικά λάθη τα οποία επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος και ο τρόπος με τον οποίο μπορεί το σύστημα να ανανίψει από αυτά.

- Αναπαράσταση των λαθών. Γίνεται ένας τυπικός ορισμός των λαθών και των τρόπων ανάνηψης από αυτά, ώστε να μπορεί να μετρηθεί η επίδραση αυτών στο σύστημα. Επίσης καθορίζονται τα λάθη που μπορούν να παραλειφθούν διότι δεν επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση του συστήματος.

- Ποσοτικός υπολογισμός των λαθών. Καθορίζονται ποσοτικά τα λάθη και οι πιθανότητες ανάνιψης του συστήματος από αυτά ώστε να μπορεί να προβλεφθεί η πιθανότητα το σύστημα να εκπληρώσει επιτυχώς τους στόχους που έχουν τεθεί.

- Υπολογισμός της επίδρασης των λαθών. Καθορίζεται η ανθρώπινη αξιοπιστία, σε σχέση με την εκπλήρωση των στόχων, αποφασίζεται αν απαιτούνται βελτιώσεις στην αξιοπιστία, και αν ναι ποια είναι τα λάθη που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την αξιοπιστία του συστήματος.

- Μείωση των λαθών. Καθορίζονται μηχανισμοί μείωσης λαθών, μέθοδοι για να επιτευχθεί ανάνιψει από τα λάθη, και μέθοδοι να βελτιωθεί η απόδοση του χρήστη.

2.4.2.2 Το σύστημα SMEQ (Subjective Mental Effort Questionnaire).

Το σύστημα SMEQ (Subjective Mental Effort Questionnaire) είναι ένα ερωτηματολόγιο [INVENT99] που ο σκοπός του είναι να καταμετρηθεί η πνευματική προσπάθεια που καταβάλλει ο χρήστης κατά τη διάρκεια της χρήσης του συστήματος που αξιολογείται. Το ερωτηματολόγιο δίνεται στο

χρήστη μετά από την ενασχόληση του με το σύστημα. Η καταμέτρηση ουσιαστικά σχετίζεται με το βαθμό δυσκολίας κάποιας διαδικασίας την οποία αντιμετωπίζει κάποιος χρήστης. Το SMEQ αποτελείται από μια οριζόντια γραμμή πάνω στην οποία ο χρήστης σημειώνει την ποσότητα πνευματικής προσπάθειας που κατέβαλε για κάποια διαδικασία, σε μια κλίμακα από μηδέν (0) έως εκατόν πενήντα (150). Η μέθοδος απαιτεί μια διάρκεια δύο εβδομάδων για να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα και αρκετά μεγάλο αριθμό χρηστών.

2.4.2.3 Το σύστημα NASA-TLX (NASA Task Load Index).

Το σύστημα NASA-TLX (NASA Task Load Index) είναι μια πολυδιάστατη διαδικασία αξιολόγησης [INVENT99] που παρέχει μια συνολική εκτίμηση για την προσπάθεια που απαιτείται για τη διεκπεραίωση μιας εργασίας, που βασίζεται σε έξι παράγοντες της αλληλεπίδρασης του χρήστη με τον υπολογιστή: Πνευματικές απαιτήσεις, Χρονικές απαιτήσεις, Φυσικές απαιτήσεις, Απόδοση, Προσπάθεια, Διάθεση. Οι τρεις αρχικοί παράγοντες έχουν να κάνουν με τις απαιτήσεις που αφορούν τον χρήστη, ενώ οι τρεις τελευταίοι παράγοντες έχουν να κάνουν με την αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα. Το σύστημα NASA-TLX παρουσιάζει μια διαδικασία η οποία διεκπεραιώνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας λαμβάνονται μετρήσεις για κάθε παράγοντα στο πλαίσιο μιας προκαθορισμένης διαδικασίας. Στο δεύτερο στάδιο ο κάθε χρήστης καθορίζει το ποσοστό της συμμετοχής του κάθε παράγοντα στο συνολικό φόρτο εργασίας που απαιτήθηκε για την προκαθορισμένη διαδικασία. Το τελικό αποτέλεσμα παρουσιάζει μια εικόνα για τη σημασία του κάθε παράγοντα στη διεκπεραίωση της διαδικασίας σε σχέση με τους άλλους παράγοντες. Το σύστημα NASA-TLX είναι ένα ερωτηματολόγιο το οποίο χρησιμοποιείται εφόσον ο χρήστης έχει ασχοληθεί με το σύστημα. Τα βήματα της διαδικασίας είναι:

- *Οδηγίες*. Οι χρήστες ενημερώνονται για τους παράγοντες που λαμβάνουν μέρος στις μετρήσεις.

- *Εξοικείωση*. Οι χρήστες πειραματίζονται αρχικά με τους παράγοντες μέτρησης της τεχνικής, με σκοπό να αναπτύξουν μια σταθερή τεχνική για τη διαχείρισή τους πριν ασχοληθούν με το πραγματικό πείραμα.

- *Εκτίμηση των παραγόντων*. Ο χρήστης διεκπεραιώνει τις προκαθορισμένες διαδικασίες παρέχοντας εκτιμήσεις για τον κάθε παράγοντα μετά από κάθε διεργασία.

- *Βαθμολόγηση*. Ο χρήστης συγκρίνει 15 ζευγάρια συνδυασμών των έξι παραγόντων σε σχέση με τη συμμετοχή τους στο φόρτο εργασίας που συνολικά απαιτήθηκε.

Από τις παραπάνω βαθμολογήσεις γίνεται η κατάταξη των έξι παραγόντων.

2.4.2.4 Το σύστημα SUMI (Software Usability Measurement Inventory).

Το σύστημα SUMI (Software Usability Measurement Inventory) αξιολογεί την ευκολία χρήσης ενός συστήματος αλληλεπίδρασης και βασίζεται σε ένα ερωτηματολόγιο που καταγράφει την αντίληψη και τη στάση του χρήστη απέναντι στο σύστημα. Οι χρήστες καλούνται να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο που αποτελείται από 50 ερωτήσεις που καταγράφουν την ψυχική διάθεση του χρήστη.

Η βασική ιδέα στην οποία στηρίζεται το σύστημα SUMI [INVENT99] είναι ότι οι χρήστες θεωρούνται ειδικοί του συστήματος και κατά συνέπεια η διάθεση τους είναι ιδιαίτερα σημαντική για την αξιολόγησή του. Το σύστημα SUMI εντοπίζει προβλήματα σε διαφορετικά επίπεδα του συστήματος. Για να είναι

αξιόπιστα τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν, απαιτείται ένα σύνολο το λιγότερο 10 χρηστών, και κάθε χρήστης πρέπει να διαθέσει περίπου 20 λεπτά για να συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο.

2.4.2.5 Το σύστημα μέτρησης HRV (Heart Rate Variability).

Στην ιατρική, η αστάθεια του ρυθμού της καρδιάς χρησιμοποιείται σαν μια ένδειξη του πνευματικού φόρτου. Μελέτες έχουν δείξει ότι το HRV [INVENT99] μεταβάλλεται συναρτήσει της προσπάθειας που καταβάλλεται από τον άνθρωπο. Επίσης έχει μελετηθεί η σχέση του καρδιακού ρυθμού με την πίεση του αίματος, και οι διακυμάνσεις αυτών των μεγεθών κατά την διάρκεια εκτέλεσης διαδικασιών που απαιτούν πνευματική καταπόνηση. Το σύστημα μέτρησης HRV (Heart Rate Variability) χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπου – υπολογιστή. Για την εξαγωγή ικανοποιητικών συμπερασμάτων απαιτούνται 5 ημέρες καταγραφής και 5 ημέρες ανάλυσης για ένα σύνολο 16 χρηστών. Στον πληθυσμό των χρηστών πρέπει να περιλαμβάνονται τόσο άνθρωποι που έχουν καρδιακά προβλήματα όσο και υγιείς.

2.4.2.6 Το σύστημα JCQ (Job Content Questionnaire).

Το σύστημα JCQ (Job Content Questionnaire) είναι ένα ερωτηματολόγιο 42 ερωτήσεων, σχεδιασμένο να προβλέπει την αύξηση της ψυχικής πίεσης που δέχεται ο χρήστης καθώς και την πρόκληση ασθενειών της στεφανιαίας σε σχέση με περιεχόμενο της εργασίας του. Ο αριθμός των χρηστών δεν χρειάζεται να είναι μεγάλος και απαιτούνται τουλάχιστον 2 ημέρες για την εκτέλεση του πειράματος. Το βασικό στοιχείο του JCQ [INVENT99] είναι το εύρος των δυνατών αποφάσεων από το οποίο μπορεί να επιλέξει ο χρήστης και θεωρείται συνδυασμός της ικανότητας λήψης αποφάσεων και της δυνατότητας ανάπτυξης και χρήσης δεξιοτήτων στα πλαίσια μιας εργασίας.

2.4.2.7 Το σύστημα MUSiC (Metrics for Usability Standards in Computing).

Ο βασικός στόχος του συστήματος MUSiC (Metrics for Usability Standards in Computing) [INVENT99][MACLEOD98] είναι να καθορίσει πρακτικές μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καταγραφούν ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα που θα βοηθήσουν στη συνέχεια στην αξιολόγηση του συστήματος που βρίσκεται υπό έλεγχο. Στην ουσία το σύστημα καθορίζει μετρικές από τις οποίες μπορεί ο αναλυτής να εξάγει συμπεράσματα για την αξιολόγηση του συστήματος. Οι μετρικές που καθορίζονται είναι προσανατολισμένες σε εμπορικά συστήματα και ακολουθούν τις βασικές αρχές usability engineering, που είναι διατυπωμένες θεωρητικά, αλλά πρακτικά δύσκολα χρησιμοποιούνται, και αυτό ακριβώς είναι το κενό που προσπαθεί να καλύψει από αυτό το σύστημα. Οι μετρικές αυτές έχουν στόχο κυρίως την αξιολόγηση της ποιότητας (Quality) και της ποσότητας (Quantity) της εκπλήρωσης του αρχικού στόχου που είχε ανατεθεί στο χρήστη. Σαν ποιότητα καθορίζεται η αναλογία των επιτυχών προσπαθειών για την ολοκλήρωση ενός στόχου, σε σχέση με τις συνολικές προσπάθειες που πραγματοποίησε ο χρήστης. Σαν ποσότητα καθορίζεται ο βαθμός επιτυχίας του προκαθορισμένου στόχου. Οι βασικές μετρικές του συστήματος είναι:

- *Αποτελεσματικότητα:* Ο βαθμός εκπλήρωσης του προκαθορισμένου στόχου στο πλαίσιο του πειράματος.

- *Απόδοση:* Η αποτελεσματικότητα σε σχέση με το κόστος της απόδοσης.

- *Σχετική απόδοση του χρήστη:* Μέγεθος που συσχετίζει την απόδοση των απλών χρηστών με αυτή των ειδικών. Είναι μια ένδειξη του πόσο εύκολο είναι να μάθει ο απλός χρήστης το σύστημα.

- *Παραγωγική περίοδος:* Αναλογία του χρόνου που ο χρήστης δεν αντιμετώπισε προβλήματα με το σύστημα προς το συνολικό χρόνο χρήσης του συστήματος.

2.4.3 Ευριστικά συστήματα αξιολόγησης.

Τα ευριστικά συστήματα αξιολόγησης δεν είναι ακριβώς συστήματα αλλά συλλογές από αρχές και οδηγίες που ένας ειδικός χρησιμοποιεί για να αξιολογήσει ένα σύστημα. Γνωστά σύνολα οδηγιών (Guidelines) [HARTLEY93] [DZIDA96] [TETZLAFF91] [TOGNAZZIN93] είναι τα εξής:

- IBM Common User Access (IBM 1991)
- Windows Interface Application Design Guide**[MICROSOFT95]**
- OSF/MOTIF Style Guide (Open Software Foundation 1993)
- SUN OPEN LOOK Style Guide (Sun Microsystems 1989)
- APPLE Macintosh Interface Guidelines (Apple 1992)

Στη συνέχεια ακολουθεί μια περιγραφή των πιο γνωστών ευριστικών κανόνων που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση συστημάτων [NEWMAN96] [NIELSEN93] [NIELSEN92] [MYERS93].

2.4.3.1 Απλοί διάλογοι.

Το σύστημα πρέπει να είναι όσο το δυνατό απλούστερο. Αυτό είναι αυτονόητο διότι οτιδήποτε προστίθεται σε ένα σύστημα, προσθέτει κάτι παραπάνω σε αυτά που πρέπει να μάθει ο χρήστης για να το χρησιμοποιεί. Το σύστημα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένο που ο χρήστης να λαμβάνει ακριβώς αυτό που χρειάζεται στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Πληροφορίες που θα χρησιμοποιηθούν από

το χρήστη μαζί πρέπει να παρουσιάζονται και μαζί και αν είναι δυνατόν στην ίδια οθόνη. Η καλή γραφική παρουσίαση των διαλόγων είναι βασικό χαρακτηριστικό ιδιαίτερα στα σύγχρονα συστήματα. Στοιχεία του συστήματος που εννοιολογικά σχετίζονται πρέπει παρουσιάζονται περιβαλλόμενα από γραμμές ή μέσα σε κουτιά, να κινούνται και να αλλάζουν ταυτόχρονα, και να παρουσιάζονται με το ίδιο χρώμα ή γραφικό χαρακτήρα. Η χρήση του χρώματος πρέπει να ακολουθεί τρεις βασικούς κανόνες. Δεν πρέπει να γίνεται υπερβολική χρήση του χρώματος στο σύστημα. Στο σύστημα συνολικά πρέπει να χρησιμοποιούνται από 5 ως 7 χρώματα το πολύ, χρησιμοποιώντας ελαφρά γκρι και απαλά χρώματα για background. Ο σχεδιαστής του συστήματος πρέπει να είναι σίγουρος ότι το σύστημα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και χωρίς χρώματα. Τέλος το χρώμα πρέπει να χρησιμοποιείται για να κατηγοριοποιεί και να διαχωρίζει πληροφορία και όχι για να παρέχει πληροφορία.

2.4.3.2 Χρησιμοποίησε την ορολογία και τον τρόπο ομιλίας του κοινού χρήστη.

Η ορολογία που πρέπει να χρησιμοποιείται πρέπει να είναι προσανατολισμένη στον τρόπο έκφρασης του χρήστη και όχι στην ορολογία του συστήματος. Οι διάλογοι πρέπει να διατυπώνονται, αν είναι δυνατό αυτό, στη μητρική γλώσσα του χρήστη. Ως γλώσσα του χρήστη δε θεωρούνται μόνο οι λέξεις αλλά και τα μη προφορικά στοιχεία του συστήματος όπως είναι τα εικονίδια. Το σύστημα δεν πρέπει να υποχρεώνει τον χρήστη να ακολουθεί συγκεκριμένες συμβάσεις στον τρόπο με τον οποίο ονοματίζει τα διάφορα αντικείμενα. Βέβαια, αν υπάρχουν περιορισμοί, πρέπει να παρέχονται στο χρήστη μηνύματα που να τον καθοδηγούν να επιλέξει το κατάλληλο όνομα. Τέλος, ένας τρόπος για να επιτευχθεί η χρήση της ορολογίας του χρήστη, είναι να ανακαλύψει ο σχεδιαστής του συστήματος καλές αντιστοιχήσεις – μεταφορές ανάμεσα στις έννοιες που είναι οικείες στο χρήστη και στο σύστημα. Δυστυχώς αυτό δεν είναι πάντοτε δυνατό και μάλιστα κάποιες φορές είναι αδύνατο.

2.4.3.3 Μη επιβάρυνση της μνήμης του χρήστη.

Οι υπολογιστές έχουν τη δυνατότητα να θυμούνται με μεγάλη ακρίβεια, σε αντίθεση με τους χρήστες που έχουν περιορισμένη δυνατότητα ανάκλησης, ενώ είναι αποδεδειγμένο ότι ο άνθρωπος μπορεί πιο εύκολα να αναγνωρίσει κάτι που του επιδεικνύεται από το να το θυμηθεί χωρίς βοήθεια. Έτσι το σύστημα πρέπει να προτρέπει το χρήστη να διαλέξει από σύνολα αντικειμένων που του παρουσιάζονται από αυτό. Σε κάθε περίπτωση που ο χρήστης καλείται να εισάγει πληροφορία στο σύστημα πρέπει να του παρουσιάζεται η μορφή με την οποία η πληροφορία πρέπει να εισαχθεί. Το σύστημα πρέπει να ακολουθεί σε όλη του την έκταση μερικούς σταθερούς κανόνες. Σε καμία περίπτωση το πλήθος τους δεν επιτρέπεται να είναι μεγάλο. Οι κανόνες είναι απαραίτητοι, διότι αν δεν υπάρχουν ο χρήστης θα είναι υποχρεωμένος να αποστηθίσει σχεδόν κάθε διάλογο του συστήματος. Επίσης οι κανόνες βοηθάνε το χρήστη να προβλέψει τη λειτουργία κάποιων στοιχείων του συστήματος.

2.4.3.4 Συνέπεια στο σχεδιασμό.

Η συνέπεια στο σχεδιασμό είναι μια από τις βασικότερες αρχές σχεδιασμού συστημάτων αλληλεπίδρασης αν και υπάρχουν και διαφορετικές απόψεις [29] για το αν πρέπει ένα σύστημα να είναι συνεπές σε όλες του τις λειτουργίες. Παρέχει στο χρήστη σιγουριά για τις ενέργειες του, γιατί γνωρίζει ότι το σύστημα θα ανταποκριθεί με τον ίδιο τρόπο όπως σε άλλες παρόμοιες περιπτώσεις. Ο σχεδιαστής πρέπει να φροντίσει να παρουσιάζεται η ίδια πληροφορία στο ίδιο σημείο σε κάθε οθόνη και οι διάλογοι να είναι σχεδιασμένοι ομοιόμορφα για να μπορούν να αναγνωρίζονται. Η συνέπεια του συστήματος δεν περιορίζεται μόνο στην παρουσίαση αλλά επεκτείνεται και στη λειτουργικότητα που προσφέρει το σύστημα. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί η συνέπεια ενός συστήματος είναι να ακολουθούνται από το σχεδιαστή τα γνωστά πρότυπα.

2.4.3.5 Η κατάσταση του συστήματος να είναι γνωστή στο χρήστη.

Ο χρήστης πρέπει να γνωρίζει συνέχεια την κατάσταση στην οποία βρίσκεται στο σύστημα. Πληροφορία για την κατάσταση του συστήματος πρέπει να παρέχεται όχι μόνο όταν συμβαίνουν λάθη, αλλά καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του. Ανάλογα με την πληροφορία που παρέχεται στο χρήστη καθορίζεται και ο χρόνος παραμονής της στην οθόνη του συστήματος. Μερικές πληροφορίες πρέπει να παραμένουν στην οθόνη μέχρι ο χρήστης να δηλώσει ότι δεν επιθυμεί πλέον να εμφανίζονται. Ο χρόνος απόκρισης του συστήματος είναι ένας παράγοντας που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά την διάρκεια του σχεδιασμού. Χρόνος απόκρισης 0.1 δευτερολέπτων είναι το όριο όπου ο χρήστης αισθάνεται ότι το σύστημα αντιδρά στιγμιαία και δεν απαιτείται επιπλέον παροχή πληροφορίας. 1.0 δευτερόλεπτο είναι το όριο για τον ανθρώπινο ειρμό σκέψης όπου παραμένει αδιάλειπτος. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη πληροφορία για το χρήστη για χρόνο απόκρισης περισσότερο του 0.1 δευτερολέπτου και μικρότερο από 1.0 δευτερόλεπτο, αλλά σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης έχει χάσει την αίσθηση της αμεσότητας της αλληλεπίδρασης με το σύστημα. Για χρόνο απόκρισης 10 δευτερολέπτων απαιτείται η παρουσίαση πληροφορίας στον χρήστη που να τον πληροφορεί για την κατάσταση του συστήματος. Για μεγαλύτερους χρόνους απόκρισης ο χρήστης θα θέλει να κάνει κάτι άλλο όσο περιμένει το σύστημα να διεκπεραιώσει την εντολή του, και πρέπει να παρέχεται στο χρήστη πληροφορία για τον αναμενόμενο χρόνο περάτωσης της λειτουργίας. Σε περιπτώσεις που παρουσιάζεται βλάβη στο σύστημα ο χρήστης πρέπει να το πληροφορείται άμεσα. Επίσης, ακόμα και όταν ο υπολογιστής βρίσκεται στη διαδικασία του κλεισίματος, το σύστημα πρέπει να παρέχει πληροφορία στο χρήστη για την κατάστασή του.

2.4.3.6 Παροχή ελευθερίας επιλογής λειτουργιών στο χρήστη.

Πολλές φορές ο χρήστης επιλέγει μια λειτουργία του συστήματος από λάθος. Το σύστημα πρέπει να του παρέχει τη δυνατότητα να απεμπλακεί από αυτή την κατάσταση με εύκολο και γρήγορο τρόπο. Επίσης πρέπει να παρέχονται μηχανισμοί ακύρωσης και επανάληψης μιας λειτουργίας. Για μεγάλους χρόνους απόκρισης ο χρήστης πρέπει να έχει τη δυνατότητα να διακόψει τη λειτουργία. Οι μηχανισμοί επανάληψης και ακύρωσης λειτουργιών, καθώς και οι μηχανισμοί απεμπλοκής, πρέπει να βρίσκονται σε εμφανή σημεία και να μπορούν να ενεργοποιηθούν από το χρήστη εύκολα χωρίς τη χρήση ειδικών συνδυασμών πλήκτρων.

2.4.3.7 Παροχή ταχείας ενεργοποίησης λειτουργιών.

Η παροχή ταχείας ενεργοποίησης λειτουργιών απευθύνεται κυρίως σε έμπειρους χρήστες που επιθυμούν να ενεργοποιούν γρήγορα λειτουργίες που χρησιμοποιούν συχνά. Η ταχεία ενεργοποίηση των λειτουργιών επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών συνδυασμών πλήκτρων. Άλλη τεχνική είναι η χρήση κουμπιών που δίνουν πρόσβαση σε συχνά χρησιμοποιούμενες λειτουργίες. Στα σύγχρονα συστήματα η χρήση γλωσσών και μακροεντολών χρησιμοποιείται για την υλοποίηση της ταχείας ενεργοποίησης πολύπλοκων λειτουργιών.

2.4.3.8 Παροχή μηνυμάτων λάθους.

Τα λάθη είναι ένα φαινόμενο που οι χρήστες καλούνται να αντιμετωπίσουν πολύ συχνά κατά την ενασχόληση τους με ένα σύστημα. Αποτελούν ένα παράγοντα που πρέπει να λαμβάνεται πολύ σοβαρά υπόψη κατά τον σχεδιασμό, διότι αναπαριστούν καταστάσεις όπου ο χρήστης δε γνωρίζει τι να κάνει ή τι έχει κάνει λάθος και γενικά δε μπορεί να χρησιμοποιήσει το σύστημα, οπότε επιβαρύνεται σημαντικά η απόδοσή του. Πέρα από αυτό, με τη χρήση κατατοπιστικών μηνυμάτων, ο σχεδιαστής μπορεί να βοηθήσει το χρήστη να

κατανοήσει το σύστημα καλύτερα, εφόσον οι χρήστες είναι υποχρεωμένοι να διαβάσουν το μήνυμα λάθους. Τα μηνύματα λάθους πρέπει να διατυπώνονται σε απλή γλώσσα, και να αποφεύγονται ορολογίες που δεν είναι άμεσα κατανοητές στο χρήστη και για να τις κατανοήσει είναι αναγκασμένος να ανατρέξει σε εγχειρίδια για να βρει τη σημασία τους. Πρέπει να διατυπώνονται κατά τέτοιο τρόπο που να πληροφορούν άμεσα το χρήστη για το τι να κάνει, προσπαθώντας να προβλέψουν το τι ήθελε ο χρήστης να κάνει. Τα μηνύματα μπορούν να παρουσιάζονται είτε με μικρές εκφράσεις είτε κλιμακωτά σαν αλληλουχία μηνυμάτων. Τέλος, πέρα από την παροχή καλών μηνυμάτων λάθους, το σύστημα πρέπει να διαθέτει και μηχανισμό ανάνηψης από τα λάθη.

2.4.3.9 Αποφυγή λαθών.

Από το να παρέχει το σύστημα καλά μηνύματα λάθους προτιμότερο είναι να αποφεύγονται εντελώς τα λάθη. Αυτό αν και είναι σχεδόν αδύνατο να επιτευχθεί, μπορεί να περιοριστεί αν κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού προβλεφθούν λάθη στα οποία μπορεί ο χρήστης να υποπέσει και αποφευχθούν.

2.4.3.10 Παροχή βοήθειας και τεκμηρίωσης.

Το ιδανικό σύστημα είναι αυτό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας από το χρήστη χωρίς καμία βοήθεια ή τεκμηρίωση, αλλά δυστυχώς τέτοια συστήματα δεν υπάρχουν. Είναι γνωστό ότι οι χρήστες δε διαβάζουν τα εγχειρίδια χρήσης παρά μόνο σε περιπτώσεις που πραγματικά δε γνωρίζουν τι να κάνουν. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα συστήματα βοήθειας επιβαρύνουν σε πολυπλοκότητα το σύστημα. Το πλεονέκτημα των συστημάτων βοήθειας σε σχέση με τα εγχειρίδια τεκμηρίωσης είναι ότι είναι άμεσα διαθέσιμα στο χρήστη και του παρέχουν πληροφορία για το σημείο του συστήματος που βρίσκεται εκείνη την στιγμή, σε αντίθεση με το εγχειρίδια χρήσης όπου ο χρήστης πρέπει να εντοπίσει το σημείο που βρίσκεται η πληροφορία που τον ενδιαφέρει. Αρχικά ο χρήστης ψάχνει την πληροφορία που επιθυμεί, στη συνέχεια προσπαθεί να κατανοήσει την

πληροφορία που του παρέχεται και τέλος την εφαρμόζει. Μηχανισμοί αναζήτησης, που βοηθάνε το χρήστη στον εντοπισμό της πληροφορίας, ενσωματώνονται στα συστήματα βοήθειας. Στα σύγχρονα συστήματα βοήθειας ο χρήστης αναζητά την πληροφορία που τον ενδιαφέρει με τη χρήση λέξεων – κλειδιών ή και με ολόκληρες φράσεις. Αν η πληροφορία που παρέχεται στο χρήστη απαρτίζεται από στάδια αυτά πρέπει να παρουσιάζονται αριθμημένα. Τέλος, κατά τη διάρκεια χρήσης της εφαρμογής πρέπει το σύστημα βοηθείας να παραμένει ορατό και να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να αντιγράψει κομμάτια από αυτό και να τα χρησιμοποιήσει αυτούσια.

2.4.4 Αναλυτικά συστήματα αξιολόγησης.

Σ' αυτή την ενότητα γίνεται αναφορά στα σημαντικότερα αναλυτικά συστήματα αξιολόγησης, και συγκεκριμένα στο μοντέλο GOMS (υποενότητα 2.4.4.1) και στο μοντέλο K-LM (υποενότητα 2.4.4.2).

2.4.4.1 Το μοντέλο GOMS (Goal Operators Methods Selection rules).

Το μοντέλο GOMS (Goal Operators Methods Selection rules) είναι ένα μοντέλο που αναπαριστά την απόδοση των λειτουργιών που εκτελούνται από ένα χρήστη σε ένα σύστημα. Αποτελείται από τέσσερα μέρη: Το σκοπό (goal), τη διαχείριση (operator), τη μέθοδο (method) και τους κανόνες επιλογής (selection rules) [SHNEIDERM92] [PREECE94] [NIELSEN93] [NIELSEN94].

Το μέρος σκοπός (goal) ορίζει την τελική κατάσταση που ο χρήστης προσπαθεί να επιτύχει, για παράδειγμα το να αλλάξει το χρώμα παρουσίασης ενός κειμένου. Οι στόχοι υποδιαιρούνται σε επιμέρους στόχους και ο καθένας αναλύεται περαιτέρω. Για παράδειγμα το να αλλάξει το βάρος της γραμματοσειράς ενός κειμένου είναι ένας στόχος που υποδιαιρείται σε δύο

επιμέρους στόχους, την επιλογή του κειμένου και την αλλαγή του βάρους της γραμματοσειράς.

Το μέρος διαχείριση (operator) ορίζει τις βασικές ενέργειες που είναι διαθέσιμες στο χρήστη για τη διεκπεραίωση μας λειτουργίας. Τέτοιες ενέργειες είναι η μετατόπιση του δείκτη του ποντικιού, το πάτημα του κουμπιού του ποντικιού και το πάτημα ενός πλήκτρου.

Το μέρος μέθοδος (method) είναι η σειρά από operators ή διαδικασίες που απαιτούνται για την εκτέλεση ενός στόχου. Μια μέθοδος για την επιλογή του κειμένου είναι η μετατόπιση του δείκτη του ποντικιού στην αρχή του κειμένου, το πάτημα του κουμπιού του ποντικιού, η μετατόπιση του δείκτη του ποντικιού μέχρι το τέλος του κειμένου, και η απελευθέρωση του κουμπιού. Μια μέθοδος για την αλλαγή του βάρους της γραμματοσειράς του επιλεγμένου κειμένου είναι να κρατηθεί πατημένο το CTRL πλήκτρο και ταυτόχρονα να πατηθεί το πλήκτρο B.

Το μέρος κανόνες επιλογής (selection rules) εμπλέκεται όταν υπάρχει η ανάγκη επιλογής μια μεθόδου. Το σύστημα αλληλεπίδρασης δεν προσφέρει πάντα μια επιλογή. Στο παραπάνω παράδειγμα μια εναλλακτική επιλογή είναι η επιλογή του βάρους του επιλεγμένου κειμένου από ένα menu.

Το πρόβλημα που είναι προφανές ότι παρουσιάζεται με το συγκεκριμένο σύστημα είναι ότι λόγω της πολυπλοκότητας των συστημάτων αλληλεπίδρασης είναι πολύ δύσκολο να περιγραφούν από το μοντέλο οι ενέργειες των χρηστών.

2.4.4.2 Το μοντέλο K-LM (Keystroke-Level Model).

Ο στόχος του μοντέλου K-LM (Keystroke-Level Model) [SHNEIDERM92] [NIELSEN93] [NIELSEN94] είναι να προβλέψει την ταχύτητα με την οποία ο χρήστης διεκπεραιώνει λειτουργίες κατά τη διάρκεια της χρήσης ενός συστήματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, στην περίπτωση όπου

ο χρήστης σχηματίζει τον αριθμό ενός τηλεφώνου που επιθυμεί να καλέσει, ενώ δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις όπως είναι το σύστημα που επιτρέπει στο χρήστη να ζωγραφίσει ένα ελεύθερο σχέδιο, διότι ο κάθε χρήστης εκτελεί τη διαδικασία με διαφορετικό τρόπο.

Η κεντρική ιδέα της τεχνικής είναι να διαιρεθεί η κάθε λειτουργία σε επιμέρους τμήματα και το κάθε τμήμα να αντιστοιχιστεί με χρόνους εκτέλεσης σε δευτερόλεπτα. Οι χρόνοι που ανατίθενται σε κάθε επιμέρους υπολειτουργία έχουν μετρηθεί μέσα από επαναλαμβανόμενα πειράματα, αλλά μπορούν να προκύψουν και από εναλλακτικούς τρόπους, όπως για παράδειγμα ο νόμος του Fitt [SHNEIDERM92][PREECE94].

Το μοντέλο απαιτεί την εφαρμογή συγκεκριμένων κανόνων κατά την κατάτμηση σε υπολειτουργίες της αρχικής λειτουργίας που θα αναλυθεί. Οι τελεστές που έχουν ορισθεί από το μοντέλο είναι:

K — Πάτημα ενός πλήκτρου ή κουμπιού. Ο χρόνος εκτέλεσης διαφέρει από χρήστη σε χρήστη αλλά κυμαίνεται από 0.08 δευτερόλεπτα ως 1.10 δευτερόλεπτα.

P — Επιλογή ενός αντικειμένου στην οθόνη με το δείκτη του ποντικιού. Ο χρόνος καθορίζεται από το νόμο του Fitt αλλά γενικά κυμαίνεται από 0.8 ως 1.5 δευτερόλεπτα με μέσο όρο 1.1 δευτερόλεπτα.

H — Επαναφορά των χεριών στο πληκτρολόγιο ή σε άλλη συσκευή εισόδου

$D(n_D, l_D)$ — Σχηματισμός n_D ευθυγράμμων τμημάτων συνολικού μήκους l_D εκατοστών. Η υπόθεση είναι ότι ο σχεδιασμός γίνεται με το ποντίκι σε ένα σύστημα που περιορίζει όλες τις γραμμές σε ένα τετραγωνικό πλέγμα της τάξεως των 0.56 εκατοστών. Ο χρόνος είναι $0.9\ n_D + 0.16$

l_D δευτερόλεπτα.

M Χρόνος πνευματικής προετοιμασίας του χρήστη. Ο χρόνος είναι 1.35 δευτερόλεπτα.

R(t) Ο χρόνος ανταπόκρισης του συστήματος και μετράται μόνο στις περιπτώσεις που είναι αρκετός για να κάνει το χρήστη να αισθανθεί ότι περιμένει. Ο χρόνος αυτός είναι μεταβλητός ανάλογα με τη λειτουργία που καλείται το σύστημα να εκτελέσει.

Κάθε λειτουργία λοιπόν υποδιαιρείται σε υπολειτουργίες, χρησιμοποιώντας τους παραπάνω τελεστές και στους χρόνους που έχουν αντιστοιχιστεί με αυτούς, και το άθροισμα αυτών αποτελεί την εκτίμηση για την ταχύτητα εκτέλεσης της λειτουργίας.

2.5 Θησαυροί λέξεων – κλειδιών.

Στο σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, όπως έχει αναφερθεί και στο προηγούμενο κεφάλαιο, σημαντικό τμήμα του συστήματος αποτελείται από το θησαυρό λέξεων – κλειδιών που χρησιμοποιούνται για το χαρακτηρισμό των ενεργειών που πυροδοτούνται από την επιλογή ενός οπτικού αντικειμένου. Σε επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά το σύστημα που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διατριβής για την κατασκευή θησαυρών λέξεων – κλειδιών. Στο σημείο αυτό όμως θα γίνει μια αναφορά στην τεχνολογία θησαυρών καθώς και στις τεχνικές κατασκευής των.

Η λέξη θησαυρός προέρχεται από την ελληνική γλώσσα και έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει ένα λεξικό, μια συλλογή λέξεων[FOSKETT98]. Η έννοια του θησαυρού είναι γνωστή από παλιά και ουσιαστικά θησαυροί έχουν χρησιμοποιηθεί για να οργανώσουν λέξεις κατά τέτοιο τρόπο που να εξυπηρετούν την αποδοτική έκφραση εννοιών. Ο σκοπός ενός θησαυρού θα μπορούσε να περιγραφεί ως εξής[FOSKETT98]:

- Να περιγράψει ένα δεδομένο γνωστικό αντικείμενο κατά τέτοιο τρόπο που να καταδεικνύει πώς οι έννοιες σχετίζονται μεταξύ τους, ώστε ένας χρήστης να μπορεί να τις κατανοήσει σχετικά εύκολα.

- Να δημιουργήσει ένα λεξιλόγιο για ένα δεδομένο γνωστικό αντικείμενο που να εξασφαλίζει σταθερούς δείκτες σε ένα σύστημα ανάκτησης και αποθήκευσης πληροφοριών.

- Να δημιουργήσει αναφορές μεταξύ των όρων του θησαυρού κατά τέτοιο τρόπο που να εξασφαλίζεται ότι για κάθε έννοια μόνο ένας όρος από ένα σύνολο συνώνυμων όρων θα χρησιμοποιηθεί για να δεικτοδοτήσει την έννοια, ενώ αυτό το σύνολο συνωνύμων είναι γνωστό στους χρήστες.

- Να παρέχει οδηγίες στους χρήστες για τον τρόπο που θα επιλέξουν τους κατάλληλους όρους για την αναζήτηση ενός αντικειμένου.

- Να παρέχει ταξινομημένες ιεραρχίες έτσι ώστε η αναζήτηση να μπορεί να επεκταθεί ή να περιοριστεί ανάλογα με τα αποτελέσματα της.

- Τέλος ένας ιδεατός θησαυρός θα παρείχε τρόπους με τους οποίους η χρήση των όρων σε ένα γνωστικό αντικείμενο θα ακολουθούσε συγκεκριμένα πρότυπα.

Ένας θησαυρός συνήθως αποτελείται από δύο μέρη, αλλά δεν είναι απαραίτητο κάθε θησαυρός να διαθέτει και τα δύο αυτά μέρη [FOSKETT98]:

- Μια συλλογή από λέξεις, οι οποίες είναι ομαδοποιημένες σε κατηγορίες που στη βιβλιογραφία καλούνται facets. Όλες οι λέξεις που ανήκουν στην ίδια κατηγορία σχετίζονται εννοιολογικά μεταξύ τους.

- Μια αλφαβητική λίστα ή μια λίστα οποιασδήποτε μορφής, όλων των όρων που περιλαμβάνονται στον θησαυρό, με μια αναφορά στην κατηγορία που ο κάθε όρος ανήκει.

Όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω αφορούν τη γενική χρήση και κατασκευή θησαυρών και απευθύνονται σε χρήστες οι οποίοι χρησιμοποιούν ένα θησαυρό κατά τη διάρκεια της συγγραφής ενός κειμένου για την επιλογή του κατάλληλου λεξιλογίου.

Στα υπολογιστικά συστήματα όμως ο θησαυρός χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία δεικτοδότησης και κατά τη διαδικασία ανάκτησης πληροφορίας από το σύστημα [SALTON89][SOERGEL98][OZKARAHAN90]. Οι θησαυροί που χρησιμοποιούνται σε υπολογιστικά συστήματα κατά κανόνα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αποτελούνται από μια συλλογή όρων (λέξεων – κλειδιών όπως έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα στη διατριβή) και από τις συσχετίσεις μεταξύ αυτών. Η συλλογή των λέξεων κλειδιών πρέπει να είναι ακριβής και να αποτελείται από ευρέως χρησιμοποιούμενες λέξεις ώστε η διαδικασία δεικτοδότησης και ανάκτησης να είναι αποδοτική. Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι ο κάθε θησαυρός περιορίζεται σε ένα γνωστικό αντικείμενο. Για το λόγο αυτό, η χρήση κάθε θησαυρού απευθύνεται σε εφαρμογές συγκεκριμένου πεδίου που εντάσσονται στο γνωστικό αντικείμενο στο οποίο έχει περιοριστεί ο θησαυρός.

Ένας θησαυρός προσεκτικά σχεδιασμένος και αρκετά εμπλουτισμένος είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την υποστήριξη υπολογιστικών πληροφοριακών συστημάτων. Η κατασκευή ενός θησαυρού όμως είναι μια πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία. Υπάρχουν δύο μεθοδολογίες για την κατασκευή ενός θησαυρού, ο χειροκίνητος και ο αυτοματοποιημένος.

Όπως είναι προφανές και από τα ονόματα τους στην μεν πρώτη περίπτωση - της χειροκίνητης κατασκευής ενός θησαυρού - ένας ή περισσότεροι ειδικοί του γνωστικού αντικειμένου που πραγματεύεται ο θησαυρός κατασκευάζουν το λεξιλόγιο και τις σχέσεις ανάμεσα στους όρους του θησαυρού. Η κατασκευή του θησαυρού απαιτεί εξαιρετική ειδίκευση, όχι μόνο στο γνωστικό αντικείμενο που προσεγγίζει ο θησαυρός αλλά και στην κατασκευή του θησαυρού αυτή καθαυτή. Το πρώτο βήμα σε αυτή την περίπτωση είναι να οριοθετηθούν τα πλαίσια μέσα στα οποία θα περιγραφεί το γνωστικό αντικείμενο, δηλαδή να καθοριστούν οι βασικές οντότητες του γνωστικού αντικειμένου και στη συνέχεια να ιεραρχηθούν σε γνωστικές περιοχές και υπο - περιοχές. Στην συνέχεια για κάθε γνωστική περιοχή αρχίζει η καταγραφή των όρων. Οι πηγές από τις οποίες προέρχονται οι όροι ποικίλουν, από εγκυκλοπαίδειες μέχρι άρθρα εφημερίδων καθώς επίσης και από άλλους θησαυρούς. Το επόμενο βήμα είναι η ανάλυση και η επεξεργασία των όρων, ώστε να εντοπισθούν συνώνυμα, όροι ευρύτερης ή πιο περιορισμένης σημασίας κ.α. Από τις παραπάνω πληροφορίες οι όροι οργανώνονται σε ιεραρχικές ή σειριακές (αλφαβητικές) δομές. Τέλος ο θησαυρός ελέγχεται από ειδικούς και εφόσον εμπλουτιστεί με τις προτάσεις τους είναι έτοιμος για χρήση. Είναι σαφές ότι αυτή η διαδικασία είναι εξαιρετικά χρονοβόρα και πολύπλοκη. Επιπλέον, η συντήρηση και ο εμπλουτισμός του θησαυρού έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα και η εγκυρότητά του είναι εξίσου πολύπλοκες και «ακριβές» διαδικασίες.

Στη δεύτερη περίπτωση, που ο θησαυρός κατασκευάζεται αυτόματα από τον υπολογιστή χρησιμοποιώντας μια συλλογή κειμένων, η διαδικασία είναι σαφώς γρηγορότερη όσον αφορά την κατασκευή, τη συντήρηση και τον εμπλουτισμό του θησαυρού. Παρόλα αυτά είναι πολύ δύσκολο, έως αδύνατο, να κατασκευαστούν αυτόματα οι σχέσεις μεταξύ των όρων του θησαυρού και για αυτό το λόγο το αποτέλεσμα δεν είναι τις περισσότερες φορές αποδεκτό από ποιοτικής άποψης. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται αρχικά ένα μεγάλο κείμενο

ή μια συλλογή από κείμενα. Τα κείμενα αυτά επεξεργάζονται από τον υπολογιστή και εφαρμόζοντας στατιστικές μεθόδους εντοπίζονται οι σημαντικότεροι όροι καθώς επίσης και οι πιθανές σχέσεις μεταξύ τους στο μέτρο που αυτό είναι εφικτό.

Μια ενδιάμεση λύση είναι η ημι -αυτοματοποίηση της διαδικασίας κατασκευής του θησαυρού. Η λύση αυτή περιλαμβάνει την αρχική κατασκευή του θησαυρού χρησιμοποιώντας μια αυτοματοποιημένη διαδικασία και στη συνέχεια τον έλεγχο και την πιστοποίηση του αποτελέσματος από ειδικούς. Βεβαίως, οι σχέσεις μεταξύ των όρων του θησαυρού που θα προκύψουν κατά την πρώτη φάση της κατασκευής αποτελούν ένα υποσύνολο των σχέσεων που ενδεχομένως να περιέχονται σε ένα χειροκίνητα κατασκευασμένο θησαυρό. Μια τέτοια προσέγγιση προτείνεται από την παρούσα διατριβή.

2.6 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε μια επισκόπηση της σχετικής έρευνας στο χώρο των συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών. Μελετήθηκαν ενδελεχώς οι τρεις άξονες των συστημάτων αυτών, δηλαδή ο χρήστης, ο υπολογιστής και η διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών. Για τους δύο πρώτοι άξονες παρουσιάστηκαν οι μονάδες εισόδου – εξόδου των υπολογιστών και κατά αντιστοιχία οι δίαυλοι επικοινωνίας του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφορίας. Παρουσιάστηκαν επίσης οι μηχανισμοί αποθήκευσης της πληροφορίας, δηλαδή οι μονάδες μνήμης του υπολογιστή και κατά αντιστοιχία πάλι η ανθρώπινη μνήμη. Όσον αφορά στον τρίτο άξονα, την αλληλεπίδραση, παρουσιάστηκαν αναλυτικά οι τρόποι αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί. Ιδιαίτερη μνεία έγινε στη μεθοδολογία που είναι γνωστή σαν Direct Manipulation, τόσο γιατί τα σύγχρονα συστήματα αλληλεπίδρασης ακολουθούν κατά συντριπτική πλειοψηφία αυτή τη

μεθοδολογία αλλά και γιατί το σύστημα που παρουσιάζεται στην παρούσα διατριβή ασχολείται με τέτοια συστήματα.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια αναλυτική περιγραφή των μεθόδων και των συστημάτων αξιολόγησης συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών. Για να γίνει πιο εύκολη η κατανόηση των διαφορών τους, τα συστήματα και οι μέθοδοι κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις βασικές κατηγορίες, τις αναλυτικές, τις ευριστικές και τις αυτοματοποιημένες οι οποίες και παρουσιάστηκαν. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στην τελευταία κατηγορία, αφού ο στόχος της παρούσας διατριβής είναι να προτείνει ένα νέο σύστημα το οποίο επιτυγχάνει την αυτοματοποίηση της διαδικασίας αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται σε συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή.

Τέλος έγινε μια σύντομη αναφορά στην έννοια του θησαυρού λέξεων κλειδιών, καθώς και στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του, καθώς ένα σημαντικό τμήμα του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής είναι ο θησαυρός του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Αρχιτεκτονική του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια περιγραφή του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων (ενότητα 3.1) και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν η μεθοδολογία αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται από συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη – υπολογιστή που προτείνεται από την παρούσα διατριβή (ενότητα 3.2) και η αρχιτεκτονική του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής (ενότητα 3.3). Τέλος, το κεφάλαιο κλείνει με μια ανακεφαλαίωση (ενότητα 3.4).

3.1 Περιγραφή του συστήματος.

Από τα προηγούμενα κεφάλαια έχει γίνει ήδη κατανοητό ότι τα σύγχρονα συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη – υπολογιστή στηρίζονται στο μεγαλύτερό

τους μέρους στη χρήση οπτικών συστατικών. Τα συστατικά αυτά αναπαριστούν τη λειτουργικότητα του συστήματος που μπορεί ο χρήστης να χρησιμοποιήσει. Είναι προφανές ότι η αξιολόγηση ενός αλληλεπιδραστικού συστήματος εξαρτάται από την επιτυχή επιλογή αυτών των οπτικών αντικειμένων.

Τα οπτικά αντικείμενα αυτά, που ουσιαστικά αναπαριστούν τη λειτουργικότητα του συστήματος, πρέπει να επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί ο χρήστης να κάνει απευθείας την αντιστοίχηση μεταξύ της οπτικής τους αναπαράστασης και της εννοιολογικής τους σημασίας. Στα σύγχρονα συστήματα αλληλεπίδρασης τα οπτικά αντικείμενα χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν κουμπιά, τμήματα λιστών επιλογών κ.α. Σε γενικές γραμμές χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν στοιχεία τα οποία ενεργοποιούν κάποιο τμήμα της λειτουργικότητας του συστήματος. Πέρα από την οπτική αναπαράσταση των στοιχείων αυτών υπάρχει και μια περιγραφή σε μορφή κειμένου που περιγράφει την ενέργεια που θα προκληθεί αν επιλεχθεί το συγκεκριμένο στοιχείο αλληλεπίδρασης. Είναι σαφές πως το ιδανικό θα ήταν να παρουσιάζεται η πλήρης περιγραφή της λειτουργικότητας που αναπαριστά το στοιχείο, αλλά αυτό δεν είναι δυνατό διότι ούτε ο χρήστης θα τη χρησιμοποιούσε αλλά και χωροταξικά δε θα μπορούσε να παρουσιαστεί. Η περιγραφή πρέπει να είναι συνοπτική και να δίνει όσο το δυνατό σαφέστερα τη λειτουργικότητα που αναπαριστά του αντικείμενο. Οι όροι που θα χρησιμοποιούνται για τη σύνταξη αυτής της περιγραφής πρέπει να είναι επιτυχώς επιλεγμένοι από ένα λεξιλόγιο που είναι προσφιλές στο χρήστη.

Ο στόχος της διατριβής είναι να αναπτυχθεί ένα σύστημα που θα αυτοματοποιεί τη διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής των οπτικών συστατικών που χρησιμοποιούνται από το σύστημα που εξετάζεται. Φυσικά δεν είναι δυνατό να αποφευχθεί η εμπλοκή χρηστών στο σύστημα, αλλά η αυτοματοποίηση της διαδικασίας έγκειται στην αποφυγή της εμπλοκής ειδικών στο σύστημα, καθώς

και στην απλούστευση της διαδικασίας διεξαγωγής των πειραμάτων αξιολόγησης.

Με την πάροδο του χρόνου, η χρήση του συστήματος θα δημιουργήσει μια βιβλιοθήκη οπτικών αντικειμένων, που οι ενέργειες που πυροδοτούνται από αυτά σύμφωνα με την κρίση των χρηστών θα είναι καταχωρημένες στο σύστημα. Κατά συνέπεια, ο σχεδιαστής θα μπορεί να χρησιμοποιήσει τη συλλογή αυτή, για να επιλέξει το εικονίδιο που χρειάζεται για την εφαρμογή του, γνωρίζοντας ότι η επιλογή αυτή θα είναι η περισσότερο κατανοητή από τον χρήστη. Η χρησιμότητα μιας τέτοιας βιβλιοθήκης είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι κατά αυτό τον τρόπο τα σύγχρονα συστήματα αλληλεπίδρασης αντιμετωπίζουν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα σχεδιασμού, που είναι η επιτυχής επιλογή εικονιδίων που αποτελούν τις βασικότερες οντότητες του αλληλεπιδραστικού συστήματος.

Σε άλλες περιπτώσεις, με τη χρήση των παραδοσιακών τεχνικών θα έπρεπε να εμπλακούν οι χρήστες στο σύστημα υπό την επίβλεψη ειδικών που θα κατέγραφαν τα σχόλια και τις παρατηρήσεις των χρηστών. Θα έπρεπε καθ’όλη την διάρκεια του πειράματος να απασχολείται ένας ειδικός. Επίσης το πείραμα που θα εκτελούνταν θα έχει κατασκευαστεί αποκλειστικά για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, εφόσον θα αξιολογούσε τα οπτικά στοιχεία αυτής και μόνο της εφαρμογής. Σε περίπτωση που άλλο σύστημα θα ετίθετο υπό αξιολόγηση, νέο πείραμα θα πρέπει να σχεδιαστεί από την αρχή.

Η εργαστηριακή υποδομή που απαιτείται για την αξιολόγηση συστημάτων αλληλεπίδρασης είναι οικονομικά ακριβή αλλά κυρίως είναι απόλυτα εξειδικευμένη. Τα εργαστήρια που χρησιμοποιούνται από τις μεγάλες εταιρείες ανάπτυξης εφαρμογών για την αξιολόγηση των συστημάτων τους είναι απόλυτα εξειδικευμένα τόσο στη χωροταξική τους διάταξη όσο και στον εξοπλισμό τους. Απαιτούνται συστήματα καταγραφής των ενεργειών του χρήστη,

οπτικοακουστικά συστήματα καθώς και ειδικά διαμορφωμένοι χώροι, όπου διενεργούνται τα πειράματα από τους ειδικούς. Με το σύστημα που προτείνεται στην παρούσα διατριβή, στόχος είναι να μετατραπεί ένα απλό εργαστήριο υπολογιστών σε ένα εργαστήριο για την αξιολόγηση συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη – υπολογιστή. Δημιουργείται ένα κατανεμημένο σύστημα υπολογιστών όπου υπάρχει ένας κεντρικός υπολογιστής τον οποίο χρησιμοποιεί ο ειδικός χρήστης για τον έλεγχο της βάσης δεδομένων των χρηστών και των αποτελεσμάτων των πειραμάτων. Ο απλός χρήστης χρησιμοποιεί έναν υπολογιστή για να εισάγει τις εκτιμήσεις του για την εννοιολογική αναπαράσταση των οπτικών αντικειμένων. Τα αποτελέσματα αυτά αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του συστήματος που είναι εγκατεστημένη στον κεντρικό υπολογιστή και στη συνέχεια αυτά τα επεξεργάζονται οι ειδικούς για την εξαγωγή των συμπερασμάτων και για την επιλογή οπτικών αντικειμένων για άλλες εφαρμογές που βρίσκονται στο στάδιο του σχεδιασμού.

Συνοπτικά, στα πλαίσια αυτής της διατριβής σχεδιάστηκε ένα σύστημα που επιτρέπει την αξιολόγηση των οπτικών συστατικών μια εφαρμογής και παρουσιάζει τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

- Είναι ανεξάρτητο εφαρμογής, δηλαδή τα πειράματα εκτελούνται αυτοματοποιημένα για οποιαδήποτε εφαρμογή, χωρίς να απαιτείται ο εξαρχής σχεδιασμός των πειραμάτων.

- Μειώνει τις απαιτήσεις για την παρουσία ειδικών κατά την διάρκεια του πειράματος.

- Αυτοματοποιεί τη διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων.

- Με τη χρήση του συστήματος δημιουργείται μια συλλογή οπτικών συστατικών που έχουν αξιολογηθεί από τους χρήστες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μελλοντικές εφαρμογές.

- Μετατρέπει ένα απλό εργαστήριο υπολογιστών σε εργαστήριο για την αξιολόγηση αλληλεπιδραστικών εφαρμογών με μηδενικό κόστος.

3.2 Μεθοδολογία αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων των συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη - υπολογιστή.

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστεί ένα σενάριο χρήσης του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων, από την εγκατάσταση του στους υπολογιστές του εργαστηρίου μέχρι το στάδιο εξαγωγής συμπερασμάτων.

Αρχικά το σύστημα εγκαθίσταται σε έναν υπολογιστή ο οποίος από εδώ και στο εξής θα καλείται κεντρικός υπολογιστής. Στον υπολογιστή βρίσκεται εγκατεστημένη η βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται τα αποτελέσματα των πειραμάτων. Στη συνέχεια το σύστημα εγκαθίσταται σε κάθε υπολογιστή του εργαστηρίου και γίνεται η κατάλληλη αντιστοίχηση στη βάση δεδομένων του κεντρικού υπολογιστή.

Ας υποθέσουμε ότι επιθυμούμε να αξιολογήσουμε τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής Χ που έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί από τον Υ χρήστη. Ο διαχειριστής του συστήματος καταχωρεί τον χρήστη Υ στο σύστημα, κατατάσσοντάς τον στην κατηγορία των σχεδιαστών/χρηστών. Στη συνέχεια ο χρήστης Υ χρησιμοποιεί έναν υπολογιστή από τον οποίο εισέρχεται στο σύστημα σα σχεδιαστής/χρήστης, που σημαίνει ότι μπορεί να καταχωρήσει μια εφαρμογή για αξιολόγηση στο σύστημα. Ο χρήστης Υ καταχωρεί την εφαρμογή Χ στο σύστημα, επιλέγοντας μια εννοιολογική κατηγορία εφαρμογών στην οποία την κατατάσσει, και παρέχει μια σύντομη περιγραφή για τη λειτουργία

της που αποθηκεύεται από το σύστημα. Ο χρήστης Υ επιλέγει το εκτελέσιμο αρχείο της εφαρμογής που θα αξιολογηθεί και το σύστημα εξάγει τα οπτικά αντικείμενα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή και τα παρουσιάζει στο σχεδιαστή/χρήστη.

Ο χρήστης Υ στη συνέχεια επιλέγει τα οπτικά αντικείμενα ένα – ένα, περιγράφει τη λειτουργία της ενέργειας την οποία αναπαριστά το κάθε αντικείμενο και συσχετίζει με καθένα από αυτά ένα σύνολο λέξεων κλειδιών που χαρακτηρίζουν την ενέργεια αυτή. Οι λέξεις – κλειδιά προέρχονται από το θησαυρό του συστήματος και το κάθε οπτικό αντικείμενο μπορεί να συσχετιστεί με μια ή περισσότερες λέξεις κλειδιά. Ο θησαυρός από τον οποίο επιλέγονται οι λέξεις κλειδιά περιορίζεται σε ένα γνωστικό αντικείμενο, στην προκειμένη περίπτωση τον τουρισμό. Εφόσον ο χρήστης Υ καταχωρήσει τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής εξέρχεται από το σύστημα.

Στη συνέχεια εισέρχονται στο σύστημα οι απλοί χρήστες οι οποίοι θα αποτελέσουν και τη βάση των πειραματικών δεδομένων. Οι απλοί χρήστες είναι δυνατό τόσο να έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα από το διαχειριστή του συστήματος όσο και να καταχωρηθούν τη στιγμή που εισέρχονται στο σύστημα χωρίς την παρεμβολή του διαχειριστή. Στους χρήστες που εισέρχονται στο σύστημα παρουσιάζονται οι εφαρμογές που έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα και επιλέγουν την εφαρμογή της οποίας τα οπτικά αντικείμενα επιθυμούν να αξιολογήσουν. Κατόπιν τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής που ο σχεδιαστής/χρήστης έχει καταχωρήσει στο σύστημα, παρουσιάζονται στους χρήστες. Κατά παρόμοιο τρόπο ο απλός χρήστης επιλέγει τα οπτικά αντικείμενα που του παρουσιάζονται και συσχετίζει με αυτά λέξεις – κλειδιά χρησιμοποιώντας το θησαυρό του συστήματος. Για κάθε λέξη – κλειδί καθορίζει και ένα βαθμό βεβαιότητας, που αναπαριστά την αξιοπιστία συσχέτισης της κάθε λέξης – κλειδί με το οπτικό αντικείμενο, δηλαδή πόσο σίγουρος είναι ο

χρήστης ότι η λέξη – κλειδί που επέλεξε περιγράφει τη λειτουργία του αντικειμένου. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του κεντρικού υπολογιστή. Εφ' όσον τελειώσει με τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής που έχει επιλέξει ο χρήστης, έχει τη δυνατότητα να συνεχίσει με κάποια άλλη εφαρμογή. Η διαδικασία που περιγράφηκε ακολουθείται από όλους τους χρήστες που εισέρχονται στο σύστημα και τα αποτελέσματα των πειραμάτων αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του συστήματος για περαιτέρω επεξεργασία.

Στο επόμενο στάδιο εισέρχεται ο ειδικός χρήστης, ο οποίος με τη σειρά του έχει καταχωρηθεί σαν ειδικός από το διαχειριστή του συστήματος. Μόνο οι χρήστες της κατηγορίας αυτής έχουν πρόσβαση στα πειραματικά δεδομένα. Ο ειδικός χρήστης εισέρχεται σε ένα περιβάλλον όπου του παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα των πειραμάτων για μια σειρά από αναφορές που το σύστημα θεωρεί ότι παρέχουν χρήσιμα συμπεράσματα για την επιτυχή ή όχι επιλογή οπτικών αντικειμένων. Έχει τη δυνατότητα να εκτυπώσει τη γραφική αναφορά ή και να την αποθηκεύσει για περαιτέρω επεξεργασία. Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να σχηματίσει και τις δικές του ερωτήσεις που θα εξάγουν συμπεράσματα που δεν έχουν προβλεφθεί από το σύστημα. Ο ειδικός χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα των πειραμάτων για να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει σε άλλες εφαρμογές. Η αναζήτηση πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας λέξεις – κλειδιά. Για κάθε λέξη κλειδί που συμπεριλαμβάνει στην ερώτηση, ο ειδικός/χρήστης έχει τη δυνατότητα να καθορίσει και βαθμούς σημαντικότητας, που καθορίζουν ποιες από τις λέξεις κλειδιά ενδιαφέρουν περισσότερο το χρήστη. Το αποτέλεσμα της ερώτησης είναι μια συλλογή οπτικών αντικειμένων βαθμολογημένων ανάλογα με το ποσοστό που ικανοποιούν τους όρους της ερώτησης.

3.3 Αρχιτεκτονική του συστήματος.

Το σύστημα λειτουργεί σε τρεις καταστάσεις, που υλοποιούνται σε τρία διαφορετικά μέρη του συστήματος. Στην πρώτη κατάσταση γίνεται η καταχώρηση της εφαρμογής, δηλαδή η υπό εξέταση εφαρμογή αποθηκεύεται στο σύστημα μαζί με πληροφορία για την εταιρεία κατασκευής, τον κατασκευαστή, το εργαλείο κατασκευής, την ημερομηνία έκδοσης κ.α. Ένα από τα βασικά στοιχεία που πρέπει ο χρήστης/κατασκευαστής να εισάγει στο σύστημα, είναι η κατηγορία της εφαρμογής, δηλαδή αν πρόκειται για τουριστική, πολιτιστική, λογιστική κ.α. Η πληροφορία αυτή είναι σημαντική διότι είναι το μόνο στοιχείο το οποίο γνωρίζει ο απλός χρήστης στο δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας αξιολόγησης. Επιπλέον, ο χρήστης/κατασκευαστής εισάγει στο σύστημα μια σύντομη περιγραφή για τη λειτουργικότητα της εφαρμογής δηλαδή το πεδίο στο οποίο χρησιμοποιείται. Η μικρή αυτή περιγραφή είναι διαθέσιμη ανά πάσα στιγμή στον απλό χρήστη στο δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας αξιολόγησης και είναι μια επιπλέον πληροφορία που τον βοηθά να κατανοήσει το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής.

Στο δεύτερο στάδιο ο κατασκευαστής της εφαρμογής εισάγεται στο σύστημα και επιλέγει τα οπτικά αντικείμενα που επιθυμεί να αξιολογηθούν. Παράλληλα, κατά τη διάρκεια της επιλογής εισάγει και την έννοια που το κάθε αντικείμενο αναπαριστά. Η έννοια αυτή περιγράφει τη λειτουργικότητα που ενεργοποιείται από την επιλογή του αντικειμένου και είναι μονοσήμαντα ορισμένη. Η αναπαράσταση που έχει επιλεγεί μπορεί να μην είναι επιτυχής, αλλά αυτό είναι κάτι που θα αξιολογηθεί από το σύστημα. Η επιλογή της έννοιας γίνεται μέσα από ένα θησαυρό λέξεων - κλειδιών που έχει ενσωματωθεί στο σύστημα. Αν ο θησαυρός δεν προσφέρει την επιθυμητή για τον κατασκευαστή έννοια, τότε αυτός μπορεί να εισάγει την έννοια που επιθυμεί και στη συνέχεια αυτή να

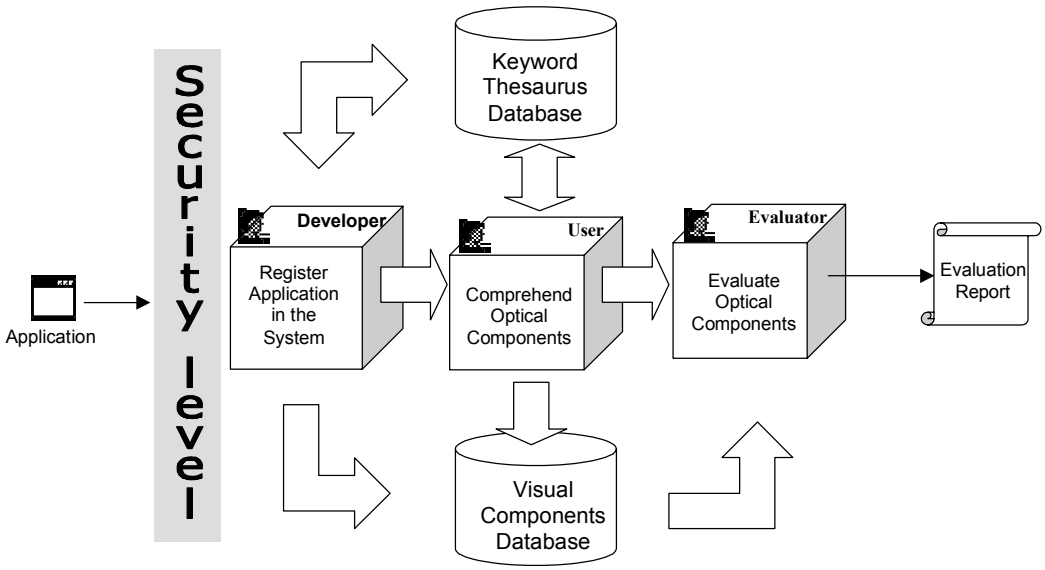
προστεθεί στο θησαυρό εμπλουτίζοντάς τον. Πέρα από την αντιστοίχηση των λέξεων - κλειδιών με κάθε οπτικό αντικείμενο, ο χρήστης/σχεδιαστής της εφαρμογής παρέχει πληροφορία για το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο τοποθετείται το κάθε οπτικό αντικείμενο αλλά και για το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο θα οδηγήσει η ενέργεια η οποία πυροδοτείται από την επιλογή του. Δηλαδή, για το κάθε οπτικό αντικείμενο αποθηκεύεται στο σύστημα, μετά βέβαια από την παρέμβαση του χρήστη/κατασκευαστή η περιγραφή του παραθύρου στο οποίο βρίσκεται το οπτικό αντικείμενο. Επιπλέον, αποθηκεύεται και η περιγραφή του παραθύρου στο οποίο ενδεχομένως καταλήγει η ενέργεια που πυροδοτήθηκε από το οπτικό αντικείμενο. Υπάρχει φυσικά η πιθανότητα η ενέργεια που πυροδοτείται από το οπτικό αντικείμενο να μην καταλήγει σε κάποιο παράθυρο, αλλά απλά να διεκπεραιώνει μια διαδικασία. Η παρουσία αυτής της πληροφορίας είναι σημαντική και για το δεύτερο στάδιο της αξιολόγησης όπου εμπλέκεται ο απλός χρήστης, εφόσον η γνώση που λαμβάνει είναι περισσότερο κατατοπιστική για το τι αναπαριστά το οπτικό αντικείμενο. Αυτό, σε συνδυασμό με την κατηγορία της εφαρμογής και την περιγραφή της που του είναι γνωστές, τον καθιστούν ικανό να επιλέξει λέξεις - κλειδιά που να αναπαριστούν ακριβέστερα τη λειτουργικότητα του οπτικού αντικειμένου. Επιπλέον αυτός ο εννοιολογικός διαχωρισμός που γίνεται για κάθε οπτικό αντικείμενο, παρέχει τη δυνατότητα ακριβέστερης αναζήτησης οπτικών αντικειμένων κατά το τρίτο στάδιο όπου ο ειδικός χρήστης επεξεργάζεται τα πειραματικά δεδομένα. Δίνει ακόμα τη δυνατότητα εξαγωγής ακριβέστερων συμπερασμάτων όσο αφορά την επιτυχή επιλογή οπτικών αντικειμένων, αλλά το σημαντικότερο είναι ότι στην περίπτωση που ο ειδικός χρήστης επιθυμεί να εντοπίσει ποια οπτικά αντικείμενα περιγράφουν καλύτερα τη λειτουργικότητα που θέλει να παρέχεται από μια υπό σχεδιασμό εφαρμογή, αυτή η κατηγοριοποίηση τον οδηγεί σε πολύ καλύτερα αποτελέσματα πλησιέστερα σε αυτό το οποίο επιθυμεί.

Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι ο ειδικός χρήστης επιθυμεί να εντοπίσει οπτικά αντικείμενα για μια πολιτισμική εφαρμογή παρουσίασης εκκλησιαστικών μνημείων.

Η εφαρμογή διαθέτει διάφορα εννοιολογικά πλαίσια για την παρουσίαση κάθε κατηγορίας εκκλησιαστικού μνημείου (βυζαντινά, ρωμαϊκά κ.α). Αν δεν υπήρχε η πληροφορία που περιγράφηκε για κάθε οπτικό αντικείμενο και για την κατηγορία της εφαρμογής στην οποία βρίσκεται, ο ειδικός χρήστης για να εντοπίσει οπτικά αντικείμενα για την αναπαράσταση της λειτουργίας παρουσίασης της εικόνας μιας εκκλησίας στο εννοιολογικό πλαίσιο των βυζαντινών εκκλησιαστικών μνημείων, θα υπέβαλλε στο σύστημα μια ερώτηση για οπτικά αντικείμενα που είναι συσχετισμένα με τις λέξεις - κλειδιά ¨βυζαντινό¨ και ¨εκκλησία¨. Το αποτέλεσμα της ερώτησης μπορεί να ήταν κενό, διότι κανένα οπτικό αντικείμενο δεν έχει συσχετιστεί και με τις δύο λέξεις κλειδιά ή μπορεί να παρουσιαζόταν ένα μικρό σύνολο οπτικών αντικειμένων. Με την υπάρχουσα πληροφορία η ερώτηση μπορεί να γίνει πολύ συγκεκριμένη και τα αποτελέσματα να είναι απόλυτα ακριβή. Στο παραπάνω παράδειγμα ο ειδικός χρήστης θα ρωτούσε το σύστημα για οπτικά αντικείμενα που έχουν παρουσιαστεί σε εφαρμογές της κατηγορίας "πολιτισμικές εφαρμογές" στο εννοιολογικό πλαίσιο των βυζαντινών και έχουν συσχετιστεί με τη λέξη - κλειδί ¨εκκλησία¨. Είναι προφανές ότι το αποτέλεσμα της ερώτησης θα παρουσίαζε στον ειδικό χρήστη εκείνα ακριβώς τα οπτικά αντικείμενα που του χρειάζονται για να αναπαραστήσει την λειτουργικότητα που επιθυμεί. Η παρουσία αυτής της επιπλέον πληροφορίας κατηγοριοποίησης των οπτικών αντικειμένων δε λειτουργεί περιοριστικά, δηλαδή ο ειδικός χρήστης σε κάθε περίπτωση μπορεί να σχηματίσει ερωτήσεις της μορφής που αρχικά αναφέρθησαν, χωρίς να εκμεταλλευτεί την εννοιολογική κατηγοριοποίηση των οπτικών αντικειμένων.

Στη δεύτερη κατάσταση του συστήματος εισάγονται οι χρήστες στο σύστημα. Επιλέγεται η εφαρμογή προς αξιολόγηση και στη συνέχεια παρουσιάζονται στο χρήστη τα οπτικά αντικείμενα που πρόκειται να αξιολογηθούν. Ο χρήστης επιλέγει τα οπτικά αντικείμενα και αντιστοιχεί σε αυτά μια έννοια που θεωρεί ότι αντιπροσωπεύουν. Η επιλογή της έννοιας αυτής γίνεται από τον ίδιο θησαυρό λέξεων - κλειδιών που χρησιμοποίησε και ο κατασκευαστής. Το σύστημα αποθηκεύει την έννοια που ο χρήστης αντιστοίχησε για κάθε οπτικό αντικείμενο. Για κάθε λέξη - κλειδί την οποία επιλέγει ο χρήστης για να περιγράψει τη λειτουργία που κατά τη γνώμη του αναπαριστά το οπτικό αντικείμενο, το σύστημα προσφέρει τη δυνατότητα να εισάγει ένα βαθμό βεβαιότητας, που αντιστοιχεί στο πόσο βέβαιος είναι ότι η λέξη - κλειδί που έχει επιλέξει αναπαριστά τη λειτουργικότητα του οπτικού αντικειμένου.

Είναι προφανές ότι αυτό έχει νόημα όταν συσχετίζει παραπάνω από μια λέξεις - κλειδιά για κάθε οπτικό αντικείμενο. Η πληροφορία χρησιμοποιείται για την βαθμολόγηση αντικειμένων στο τρίτο στάδιο της εφαρμογής, κατά την αναζήτηση οπτικών αντικειμένων.



Σχήμα 5 Αρχιτεκτονική του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

Τέλος, στην τρίτη κατάσταση του συστήματος, ο ειδικός που κάνει την αξιολόγηση της εφαρμογής εισάγεται στο σύστημα από όπου μπορεί να αξιολογήσει τα αποτελέσματα των πειραμάτων. Μπορεί να εξάγει συμπεράσματα για τα οπτικά αντικείμενα της υπό εξέτασης εφαρμογής, αλλά και γενικότερα συμπεράσματα για οπτικά αντικείμενα που χρησιμοποιούνται από εφαρμογές της ίδιας κατηγορίας ή της ίδιας εταιρείας ή για όλα τα οπτικά αντικείμενα που βρίσκονται στο σύστημα. Σε αυτό το στάδιο, ο χρήστης/σχεδιαστής μιας νέας εφαρμογής, έχει την δυνατότητα να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα για να περιγράψει ενέργειες που επιθυμεί από το σύνολο των οπτικών αντικειμένων που έχουν έως τώρα εισαχθεί στο σύστημα αξιολόγησης.

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται σχηματικά η αρχιτεκτονική του συστήματος. Με τους κύβους αναπαριστώνται τα υποσυστήματα που υλοποιούν τις τρεις διαφορετικές καταστάσεις λειτουργίας. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η πρώτη κατάσταση του συστήματος, κατά την οποία ο κατασκευαστής καταχωρεί την υπό έλεγχο εφαρμογή στο σύστημα μπορεί να μη χρησιμοποιηθεί. Δηλαδή η εφαρμογή θα εισαχθεί στο σύστημα αλλά δεν είναι υποχρεωτικό ο κατασκευαστής να καταχωρήσει την εννοιολογική σημασία που έχει αντιστοιχήσει με το κάθε οπτικό αντικείμενο της εφαρμογής. Αυτό σημαίνει ότι αν ο κατασκευαστής/χρήστης δεν καταχωρήσει τα οπτικά αντικείμενα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή που έχει σχεδιάσει δε θα υπάρχει αντιστοίχηση του κάθε οπτικού αντικειμένου με λέξεις - κλειδιά Αυτή η αντιστοίχηση, που δεν είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση μιας εφαρμογής, παρέχει στον ειδικό τη δυνατότητα να εξαγωγής συμπερασμάτων για το ποσοστό επιτυχίας στην επιλογή οπτικών αντικειμένων καθώς επίσης και για τα ποσοστά απόκλισης από την αρχική εννοιολογική αντιστοίχηση, αντιπαραβάλλοντας τις συσχετισμένες λέξεις - κλειδιά του σχεδιαστή με αυτές που έχουν συσχετίσει οι απλοί χρήστες. Το δεύτερο στάδιο αξιολόγησης του

συστήματος είναι αρκετό για να διεξαχθούν τα πειράματα και να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα.

Να σημειωθεί επίσης ότι ή εφαρμογή δεν είναι απαραίτητο να έχει ολοκληρωθεί για να εισαχθεί στο σύστημα για αξιολόγηση. Ο σχεδιαστής/χρήστης κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της εφαρμογής μπορεί να κατασκευάσει ένα πρωτότυπο στο οποίο θα περιέχονται τα οπτικά αντικείμενα που σκέπτεται να χρησιμοποιήσει και να το χρησιμοποιήσει για να καταχωρήσει τα οπτικά αντικείμενα στο σύστημα.

Όπως είναι φανερό, μια βασική οντότητα που αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του συστήματος είναι ο θησαυρός λέξεων - κλειδιών από τον οποίο αντλούνται οι εννοιολογικές περιγραφές των οπτικών αντικειμένων. Η χρήση του θησαυρού είναι επιβεβλημένη διότι πρέπει να γίνει ένας περιορισμός του φάσματος εννοιών στο οποίο μπορεί ο χρήστης να επεκταθεί και σε διαφορετική περίπτωση τα συμπεράσματα που θα εξάγονταν δε θα ήταν αξιόπιστα. Αν παρεχόταν στο χρήστη η δυνατότητα να συσχετίσει το κάθε οπτικό αντικείμενο με μια οποιαδήποτε λέξη – κλειδί, τότε κατά τη διαδικασία αξιολόγησης η σύγκριση αυτών των λέξεων - κλειδιών θα απέφερε πολύ χαμηλά ποσοστά συνάφειας και συνεπώς τα αποτελέσματα των πειραμάτων θα έδιναν πληροφορίες μη ακριβείς και όχι αξιόπιστες. Για το λόγο αυτό γίνεται η χρησιμοποίηση του θησαυρού. Σε επόμενο κεφάλαιο θα γίνει εκτενής παρουσίαση των τεχνικών κατασκευής του θησαυρού λέξεων κλειδιών.

Στο σύστημα έχει ενσωματωθεί ένας στοιχειώδης μηχανισμός ασφαλείας. Ο στόχος είναι να προστατευθούν τα δεδομένα από τυχόν απρόβλεπτες καταστάσεις. Έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα ότι το σύστημα έχει σαν στόχο την μετατροπή με μηδενικό κόστος ενός απλού εργαστηρίου υπολογιστών σε εργαστήριο αξιολόγησης εφαρμογών αλληλεπίδρασης. Η κατανεμημένη λειτουργία του συστήματος από πολλούς χρήστες επιβάλλει τη

χρήση του συστήματος ασφαλείας για λόγους προστασίας των δεδομένων, αλλά και για λόγους αξιοπιστίας αυτών. Δεν είναι δυνατό να επιτρέπεται η πρόσβαση στα πειραματικά δεδομένα σε απλούς χρήστες οι οποίοι δεν γνωρίζουν το σχήμα της βάσης δεδομένων, διότι πολύ εύκολα μπορούν να τα αλλοιώσουν. Επιπλέον, δεν είναι δυνατό να επιτρέπεται σε οποιοδήποτε χρήστη να καταχωρήσει μία εφαρμογή και τα οπτικά αντικείμενα της στο σύστημα διότι αν δεν είναι ο κατασκευαστής της εφαρμογής τα δεδομένα που θα εισάγει δε θα είναι ακριβή και κατά συνέπεια και τα αποτελέσματα θα πλασματικά.

Το σύστημα έχει διαβαθμίσει τους χρήστες σε τέσσερις κατηγορίες:

- Τους σχεδιαστές/κατασκευαστές χρήστες.
- Τους απλούς χρήστες.
- Τους ειδικούς χρήστες.
- Τους διαχειριστές χρήστες.

Οι σχεδιαστές είναι αυτοί που έχουν κατασκευάσει μια εφαρμογή και μπορούν να προσθέσουν νέα οπτικά αντικείμενα στη διαδικασία αξιολόγησης ή μπορούν να μεταβάλλουν μια υπάρχουσα αντιστοίχηση μεταξύ ενός οπτικού αντικειμένου και μιας λέξης - κλειδιού. Επίσης έχουν δυνατότητα πρόσβασης στο τρίτο τμήμα της εφαρμογής, που τους επιτρέπει την αναζήτηση οπτικών αντικειμένων από τη βιβλιοθήκη του συστήματος.

Οι απλοί χρήστες είναι αυτοί που μπορούν να χρησιμοποιήσουν το σύστημα μόνο στη δεύτερη κατάσταση λειτουργίας του, δηλαδή να επιλέξουν λέξεις - κλειδιά από το θησαυρό και να τις αντιστοιχήσουν με κάποιο οπτικό αντικείμενο. Δεν έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε κανένα άλλο σημείο του συστήματος.

Οι ειδικοί χρήστες είναι αυτοί που μπορούν να χρησιμοποιήσουν το σύστημα στην τρίτη κατάσταση λειτουργίας του, δηλαδή για να εξάγουν συμπεράσματα για τα πειράματα αξιολόγησης.

Οι διαχειριστές χρήστες είναι μια ομάδα χρηστών με ειδικά προνόμια. Είναι αυτοί που μπορούν να καταχωρήσουν ένα νέο χρήστη ή να διαγράψουν ένα παλιό. Είναι αυτοί που κατατάσσουν του χρήστες στις διάφορες κατηγορίες, και είναι αυτονόητη η ανάγκη παρουσίας τους, διότι κάποιος πρέπει να δίνει δικαιώματα στους χρήστες για να μπορεί να λειτουργήσει το σύστημα. Μόνο οι απλοί χρήστες δε χρειάζεται να είναι καταχωρημένοι στο σύστημα εκ των προτέρων και μπορούν να καταχωρηθούν μόνοι τους την πρώτη φορά που χρησιμοποιούν το σύστημα. Είναι προφανές ότι κάποιος χρήστης μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μια κατηγορίες χρηστών.

	Υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών	**Υποσύστημα διαχείρισης χρηστών**	**Υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων λέξεων κλειδιών**	**Υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων**
Απλοί χρήστες			√	
Ειδικοί χρήστες				√
Σχεδιαστές χρήστες	√			√
Διαχειριστές χρήστες		√		

3.3.1 Υποσύστημα διαχείρισης χρηστών.

Πίνακας 1 Πίνακας προνομίων κατηγοριών χρηστών στα υποσυστήματα.

Το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών είναι ένα τμήμα του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων το οποίο όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα υλοποιεί ένα στοιχειώδη μηχανισμό ασφάλειας. Στο υποσύστημα αυτό ο διαχειριστής του συστήματος, που είναι ένας

προκαθορισμένος χρήστης, καταχωρεί στο σύστημα χρήστες των δύο βασικών κατηγοριών, των σχεδιαστών και των ειδικών

Αν και η λειτουργικότητα που προσφέρεται είναι απλή, το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών αποτελεί απαραίτητο τμήμα διότι το σύστημα αξιολόγησης δε θα ήταν δυνατό να ξεκινήσει. Αν ένας χρήστης δεν είναι καταχωρημένος σα σχεδιαστής, δεν έχει πρόσβαση στο υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών και αν δεν είναι καταχωρημένος σαν ειδικός δεν έχει πρόσβαση στο υποσύστημα αξιολόγησης. Ο μηχανισμός ασφάλειας που υλοποιεί το υποσύστημα είναι απαραίτητος, διότι το σύστημα λειτουργεί σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον πολλών χρηστών που δεν έχουν όλοι τα ίδια δικαιώματα πρόσβασης στα επιμέρους υποσυστήματα.

3.3.2 Υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών.

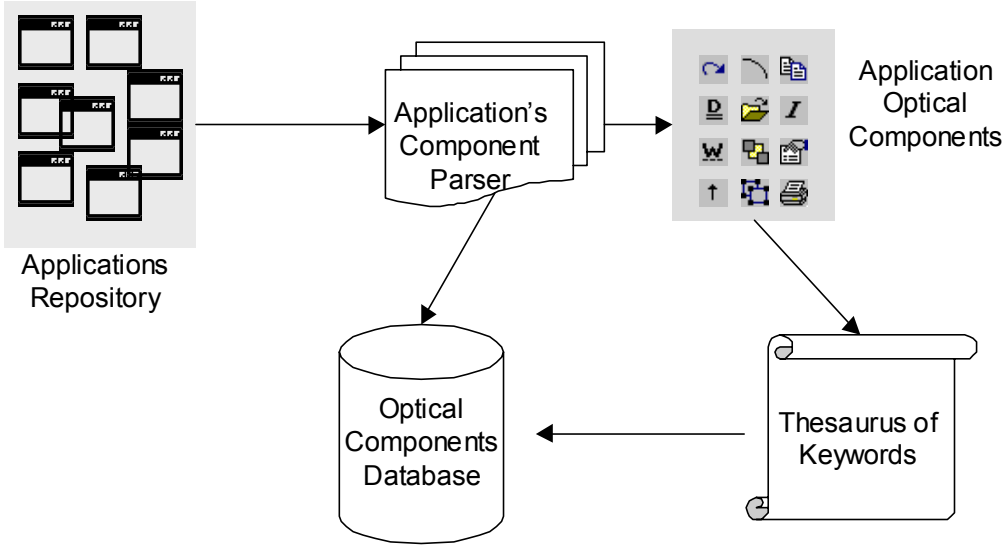
Το υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών είναι το πρώτο βασικό μέρος του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και απευθύνεται στην κατηγορία των σχεδιαστών εφαρμογών. Για να χρησιμοποιήσει κάποιος χρήστης το υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών πρέπει να είναι καταχωρημένος σαν σχεδιαστής, διαφορετικά δεν του επιτρέπεται να το χρησιμοποιήσει. Στο

Σχήμα 6 περιγράφεται σχηματικά η αρχιτεκτονική και τα στάδια του υποσυστήματος καταχώρησης εφαρμογών. Οι λειτουργίες που διεκπεραιώνει είναι τρεις :

- Ο σχεδιαστής επιλέγει την εφαρμογή της οποίας τα οπτικά αντικείμενα θα αξιολογηθούν. Για την εφαρμογή εισάγει στο σύστημα μια σύντομη περιγραφή της λειτουργικότητας και του γνωστικού πεδίου της εφαρμογής, και την κατατάσσει και σε μια κατηγορία εφαρμογών. Επιπλέον, αν επιθυμεί, εισάγει στο σύστημα, πληροφορίες που χαρακτηρίζουν την

εφαρμογή, όπως είναι το έτος κατασκευής, η εταιρεία κατασκευής, κ.α. Στη συνέχεια το υποσύστημα αναλαμβάνει την επεξεργασία του εκτελέσιμου αρχείου της εφαρμογής από το οποίο εξάγει τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής.

- Τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής παρουσιάζονται στον κατασκευαστή, και αυτός επιλέγει ποια από αυτά θα αξιολογηθούν. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι δεν είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν όλα τα οπτικά αντικείμενα, διότι κάποια από αυτά είναι ενδεχομένως ευρύτατα χρησιμοποιούμενα από άλλες εφαρμογές, και κατά συνέπεια οι χρήστες είναι εξοικειωμένοι με αυτά.



Σχήμα 6 Το υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών

- Ο σχεδιαστής, έχοντας επιλέξει τα οπτικά αντικείμενα που θα αξιολογηθούν, προχωράει στη συσχέτιση τους με λέξεις - κλειδιά από το θησαυρό, που αποδίδουν τη λειτουργικότητα που αναπαριστούν στα πλαίσια αυτής της εφαρμογής. Ο σχεδιαστής/χρήστης είναι αυτονόητο ότι δεν εισάγει βαθμό βεβαιότητας για κάθε λέξη - κλειδί που συσχετίζει. Για κάθε οπτικό αντικείμενο όμως εισάγει το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο αυτό

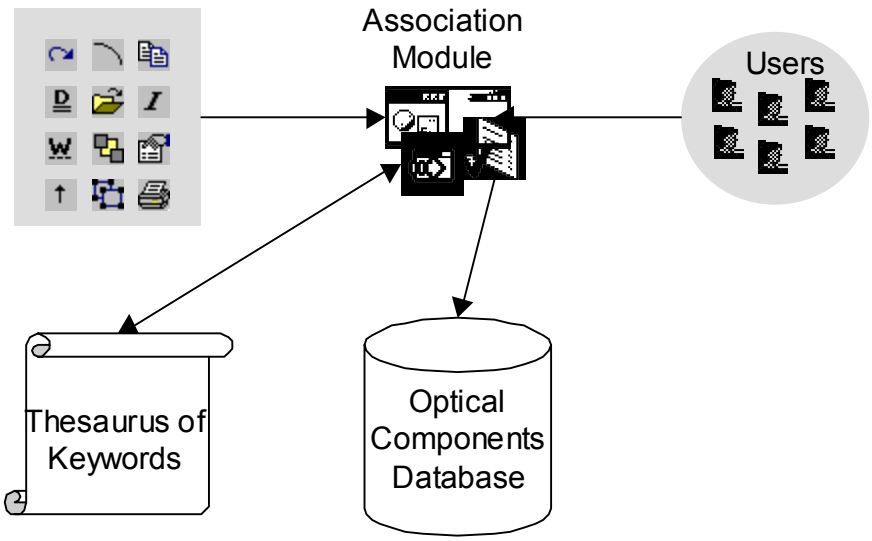
εντάσσεται καθώς και το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο ενδεχομένως οδηγεί η λειτουργία που πυροδοτείται από το αυτό. Σχηματίζεται με αυτό τον τρόπο ο γράφος πλοήγησης μεταξύ των εννοιολογικών πλαισίων της εφαρμογής, ο οποίος ενδεχομένως να μην είναι γράφος αλλά να εκφυλίζεται σε δέντρο, αν δεχθούμε ότι σε κάθε εννοιολογικό πλαίσιο οδηγούμεθα αποκλειστικά από ένα μόνο οπτικό αντικείμενο ενός μόνο εννοιολογικού πλαισίου. Πάντως στη γενική περίπτωση πρόκειται περί γράφου. Ο γράφος αυτός χρησιμεύει στο να αναπαρασταθεί η αλληλουχία εννοιολογικών πλαισίων που οδηγεί στο εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο βρίσκεται το οπτικό αντικείμενο, που ο απλός χρήστης καλείται να αντιστοιχήσει με λέξεις - κλειδιά. Ο γράφος δημιουργείται σε αυτό το στάδιο, αλλά χρησιμοποιείται στο στάδιο της συσχέτισης των οπτικών αντικειμένων με τις λέξεις κλειδιά.

Τα δεδομένα για κάθε οπτικό αντικείμενο, δηλαδή οι αντιστοιχίσεις του με λέξεις - κλειδιά και η αντιστοίχηση με την οπτική αναπαράσταση του αντικειμένου αποθηκεύονται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων της οποίας το εννοιολογικό μοντέλο περιγράφεται σε επόμενη υποενότητα.

3.3.3 Υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων – λέξεων κλειδιών.

Το υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων –λέξεων κλειδιών είναι αυτό το οποίο υλοποιεί τη δεύτερη κατάσταση λειτουργίας του συστήματος και περιγράφεται στο Σχήμα 7. Απευθύνεται κυρίως στην κατηγορία των απλών χρηστών. Για να εισαχθεί ο χρήστης στο υποσύστημα δεν είναι απαραίτητο να είναι καταχωρημένος σε αυτό από το διαχειριστή. Αν δεν είναι ήδη καταχωρημένος, έχει τη δυνατότητα καταχώρησης την πρώτη φορά που χρησιμοποιεί το σύστημα. Ο χρήστης είναι υποχρεωμένος να συμπληρώσει μια σειρά από ερωτήσεις που δίνουν πληροφορίες για τον ίδιο. Αν δε δεχθεί να

συμπληρώσει τα στοιχεία που του ζητούνται, τότε εισάγεται στο σύστημα σαν ένας τυχαίος χρήστης και απλά το σύστημα τον αξιοποιεί ποσοτικά και όχι ποιοτικά. Δηλαδή το σύστημα δεν συμπεριλαμβάνει τους χρήστες αυτούς σε ερωτήσεις για παράδειγμα της κατηγορίας ¨παρουσίασε τα οπτικά αντικείμενα που έχουν χρησιμοποιηθεί για να αναπαραστήσουν τη λειτουργία εκτύπωσης από χρήστες γένους θηλυκού¨, ενώ τους συμπεριλαμβάνει σε ερωτήσεις της κατηγορίας ¨παρουσίασε τα οπτικά αντικείμενα που έχουν χρησιμοποιηθεί για να αναπαραστήσουν τη λειτουργία της εκτύπωσης¨.



Σχήμα 7 Υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων λέξεων κλειδιών.

Όταν ο χρήστης εισαχθεί στο σύστημα επιλέγει την εφαρμογή της οποίας τα οπτικά αντικείμενα θα αξιολογήσει από μια λίστα επιλογών που παρουσιάζει όλες τις εφαρμογές που έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα. Στη συνέχεια του παρουσιάζονται οι οπτικές αναπαραστάσεις των αντικειμένων της εφαρμογής που ο σχεδιαστής της έχει επιλέξει στο προηγούμενο στάδιο. Ο χρήστης για την εφαρμογή γνωρίζει την κατηγορία στην οποία έχει καταταγεί από το σχεδιαστή, το γράφο των εννοιολογικών πλαισίων του πλαισίου που βρίσκεται το κάθε οπτικό αντικείμενο, και τη μικρή περιγραφή της λειτουργικότητάς της. Τώρα είναι στο στάδιο όπου επιλέγει τα οπτικά αντικείμενα και αντιστοιχεί λέξεις -

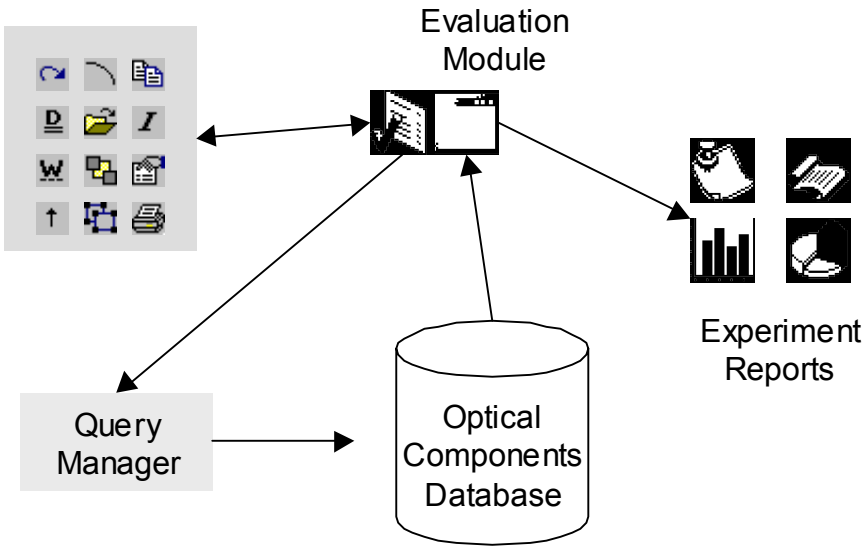
κλειδιά από το θησαυρό σε καθένα από αυτά, οι οποίες κατά την γνώμη του περιγράφουν τη λειτουργικότητα της ενέργειας που πυροδοτούν. Αν δεν εντοπίσει μια λέξη - κλειδί στο θησαυρό λέξεων - κλειδιών, τότε έχει τη δυνατότητα εισαγωγής μιας νέας λέξης - κλειδί, η οποία στη συνέχεια προστίθεται στο θησαυρό.

Όταν ο χρήστης τελειώσει με τα οπτικά αντικείμενα μιας εφαρμογής, μπορεί να συνεχίσει με τα αντικείμενα μιας άλλης εφαρμογής που έχει εισαχθεί στο σύστημα από τον σχεδιαστή της, και ακολουθεί την ίδια διαδικασία αξιολόγησης.

3.3.4 Υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

Το υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων υλοποιεί το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και απευθύνεται στην τρίτη κατηγορία χρηστών, στους ειδικούς/σχεδιαστές. Το υποσύστημα αυτό ουσιαστικά αξιοποιεί τα αποτελέσματα των πειραμάτων και εξάγει συμπεράσματα σχετικά με την επιτυχή ή όχι επιλογή οπτικών αντικειμένων για την αναπαράσταση της λειτουργικότητας των ενεργειών που πυροδοτούν, αλλά και για την αναζήτηση οπτικών αντικειμένων για την αναπαράσταση λειτουργικότητας για μια νέα εφαρμογή. Ο ειδικός επιλέγει την εφαρμογή για τα οπτικά αντικείμενα της οποίας θέλει εξάγει συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα της συσχέτισης οπτικών αντικειμένων - ενεργειών παρουσιάζονται γραφικά στο χρήστη για κάθε αντικείμενο. Στο χρήστη παρουσιάζεται και το συνολικό ποσοστό σύμπτωσης επιλογών οπτικών αντικειμένων - ενεργειών ανάμεσα στους χρήστες και στο σχεδιαστή/χρήστη. Εάν ο χρήστης/σχεδιαστής επιθυμεί να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα για μια νέα εφαρμογή, η επιλογή εφαρμογής, που αναφέρθηκε παραπάνω, δεν είναι απαραίτητη.

Η συσχέτιση των οπτικών αντικειμένων μιας εφαρμογής με λέξεις - κλειδιά γίνεται αντιστοιχίζοντας το αναγνωριστικό κάθε οπτικού αντικειμένου με τις λέξεις – κλειδιά που το περιγράφουν. Κατά την επεξεργασία των δεδομένων τα αποτελέσματα εξάγονται συγκρίνοντας τις λέξεις - κλειδιά που έχουν αντιστοιχήσει οι χρήστες για κάθε οπτικό αντικείμενο με αυτές που είχε αντιστοιχήσει ο χρήστης/σχεδιαστής. Στο σύστημα η κάθε λέξη - κλειδί δεν είναι μια συμβολοσειρά αλλά ένα αναγνωριστικό που αντιστοιχεί στο μοναδικό αναγνωριστικό της λέξεως - κλειδιού στη βάση δεδομένων που υλοποιεί το θησαυρό λέξεων - κλειδιών. Το πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι το σύστημα για να εξάγει τα συμπεράσματα δεν είναι αναγκασμένο να χρησιμοποιεί συμβολοσειρές αλλά απλούς ακέραιους αριθμούς, γεγονός που επιταχύνει τη διαδικασία και απλοποιεί τις ερωτήσεις. Φυσικά αυτό γίνεται εσωτερικά στο σύστημα, και στο χρήστη παρουσιάζονται οι λέξεις - κλειδιά με τη μορφή συμβολοσειρών.



Σχήμα 8 Υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

Είναι σημαντικό και πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι η οργάνωση των δεδομένων στη σχεσιακή βάση δεδομένων του συστήματος ανάγει τη διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων σε απλή εκτέλεση ερωτήσεων στη βάση δεδομένων. Υπάρχει

ένας αριθμός προκαθορισμένων ερωτήσεων που προσφέρουν συμπεράσματα στο χρήστη σχετικά με τα οπτικά αντικείμενα. Τα αποτελέσματα αυτών των ερωτήσεων υπάρχει η δυνατότητα να αναπαρασταθούν με τη μορφή γραφικών παραστάσεων και άλλων μεθόδων οπτικής αναπαράστασης δεδομένων. Χαρακτηριστικές ερωτήσεις που είναι προκαθορισμένες στο σύστημα και εξάγουν συμπεράσματα για τα οπτικά αντικείμενα μιας συγκεκριμένης είναι οι εξής:

- Αριθμός χρηστών που αντιστοίχησε το οπτικό αντικείμενο με (κάποιες) ίδιες λέξεις - κλειδιά με το σχεδιαστή της εφαρμογής.

- Λέξη - κλειδί που χρησιμοποιήθηκε περισσότερο από τους χρήστες για να χαρακτηριστεί κάποιο οπτικό αντικείμενο.

- Οπτικό ή οπτικά αντικείμενα που έχουν συσχετιστεί τις περισσότερες φορές με μια συγκεκριμένη λέξη - κλειδί.

Πέρα από τα συμπεράσμάτα που μπορεί ο ειδικός να εξάγει για τα οπτικά αντικείμενα μιας εφαρμογής χρήσιμα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν για την ένωση των οπτικών αντικειμένων όλων των εφαρμογών που έχουν εισαχθεί στο σύστημα, δηλαδή για το σύνολο των οπτικών αντικειμένων που έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα. Χαρακτηριστικές προκαθορισμένες ερωτήσεις που εξάγουν τέτοια συμπεράσματα είναι οι εξής:

- Οπτικά αντικείμενα που έχουν συσχετιστεί με μια συγκεκριμένη λέξη - κλειδί και ανήκουν σε εφαρμογές επεξεργασίας κειμένου.

- Όλες οι λέξεις - κλειδιά που έχουν χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηριστεί η λειτουργικότητα ενός συγκεκριμένου οπτικού αντικειμένου, ταξινομημένες ανάλογα με το πλήθος των εμφανίσεων τους.

- Οπτικό ή οπτικά αντικείμενα που έχουν συσχετιστεί με μια λέξη - κλειδί και παρουσιάζονται σε εφαρμογές που έχουν κατασκευαστεί από μια συγκεκριμένη εταιρεία.

- Οπτικό ή οπτικά αντικείμενα που έχουν συσχετιστεί με μια λέξη - κλειδί και παρουσιάζονται σε εφαρμογές που έχουν κατασκευαστεί με τη χρήση συγκεκριμένου εργαλείου ανάπτυξης.

Βέβαια, πολλές άλλες ερωτήσεις μπορούν να σχηματιστούν και να οδηγήσουν σε άλλα ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Το σύστημα, επειδή απευθύνεται σε ειδικούς, παρέχει μια επιπλέον δυνατότητα, απόλυτα εξειδικευμένη που καλύπτει την παραπάνω ανάγκη. Με την παρουσία της πληροφορίας των εννοιολογικών πλαισίων στα οποία παρουσιάζεται το κάθε οπτικό αντικείμενο, οι ερωτήσεις που μπορεί να υποβάλλει στο σύστημα ο ειδικός χρήστης μπορούν να του δώσουν εξαιρετικά ακριβή αποτελέσματα όσον αφορά την αναζήτηση επιτυχημένων οπτικών αντικειμένων για την αναπαράσταση λειτουργιών σε μια υπό σχεδιασμό εφαρμογή. Ο ειδικός χρήστης πρέπει να έχει απόλυτη γνώση του σχήματος της σχεσιακής βάσης δεδομένων του συστήματος. Είναι σε θέση τότε, να κατασκευάζει τις δικές του ερωτήσεις χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της βάσης και να εξάγει συμπεράσματα επιπλέον αυτών που του προσφέρει το σύστημα. Οι ερωτήσεις αυτές θα σχηματίζονται σε γλώσσα SQL

Το τελευταίο τμήμα λειτουργικότητας που παρέχεται από το υποσύστημα είναι η δυνατότητα αναζήτησης οπτικών αντικειμένων για μια νέα εφαρμογή. Ένας από τους βασικούς στόχους του συστήματος που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής είναι η δημιουργία μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης οπτικών αντικειμένων στην οποία έχουν αποθηκευτεί εκτός από τα οπτικά αντικείμενα και οι αντιστοιχήσεις τους με τις ενέργειες που περιγράφουν. Έτσι, ο χρήστης/σχεδιαστής έχει τη δυνατότητα να αναζητήσει σε αυτή τη βιβλιοθήκη

οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει τις ενέργειες της εφαρμογής που σχεδιάζει. Για παράδειγμα, ο χρήστης/σχεδιαστής επιθυμεί να εντοπίσει οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει την ενέργεια της εμφάνισης μιας φωτογραφίας. Εισάγει στο σύστημα την ερώτηση χρησιμοποιώντας σαν όρο αναζήτησης τη λέξη φωτογραφία. Το σύστημα διεξάγει την αναζήτηση και επιστρέφει στο χρήστη/σχεδιαστή τα οπτικά αντικείμενα που έχουν χαρακτηριστεί από τους χρήστες κατάλληλα για να αναπαραστήσουν την ενέργεια που δηλώθηκε από το χρήστη/σχεδιαστή. Από τα οπτικά αντικείμενα αυτά μπορεί ο χρήστης να επιλέξει το κατάλληλο για την εφαρμογή του. Το αποτέλεσμα της ερώτησης την οποία υποβάλλει ο χρήστης/σχεδιαστής μπορεί να διατυπωθεί με λίγο πιο πολύπλοκο τρόπο και το σύστημα μπορεί να παρουσιάσει επιπλέον πληροφορία για το κάθε οπτικό αντικείμενο, η οποία μπορεί να τον βοηθήσει στην επιτυχέστερη επιλογή οπτικών αντικειμένων για την εφαρμογή που αναπτύσσει. Ο χρήστης/σχεδιαστής έχει τη δυνατότητα να συσχετίσει με κάθε λέξη - κλειδί που εισάγει στη διαδικασία αναζήτησης και ένα βαθμό σημαντικότητας που να περιγράφει ποια από τις λέξεις - κλειδιά είναι η πιο σημαντική για την ερώτηση που υποβάλλει. Έτσι, για παράδειγμα, αν στην αναζήτηση συμμετέχουν οι λέξεις κλειδιά Α,Β, να δηλώνει στο σύστημα πως ενδιαφέρεται πιο πολύ για οπτικά αντικείμενα που έχουν συσχετιστεί με τη λέξη - κλειδί Α και λιγότερο με τη λέξη κλειδί Β. Το σύστημα σαν αποτέλεσμα θα παρουσιάσει στο χρήστη/σχεδιαστή μαζί με τα οπτικά αντικείμενα και ένα βαθμό αξιολόγησης για κάθε ένα από αυτά, που αναπαριστά το οπτικό αντικείμενο που ικανοποιεί περισσότερο τους όρους της αναζήτησης.

Για την υλοποίηση της αναζήτησης, στη δεύτερη περίπτωση, όταν σχηματίζεται η ερώτηση με τους βαθμούς σημαντικότητας από τον χρήστη/σχεδιαστή, ακολουθείται το μοντέλο διανυσματικού χώρου που είναι γνωστό από τα συστήματα ανάκτησης πληροφορίας. Το κάθε οπτικό αντικείμενο μπορεί να αναπαρασταθεί σαν ένα διάνυσμα της ακόλουθης μορφής :

$$OC_i = (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, ..., a_{it})$$

Εξίσωση 3 Διανυσματική αναπαράσταση οπτικού αντικειμένου.

Επίσης η κάθε ερώτηση που υποβάλλεται μπορεί να αναπαρασταθεί ως εξής :

$$Q_j = (q_{j1}, q_{j2}, q_{j3}, ..., q_{jt})$$

Εξίσωση 4 Διανυσματική αναπαράσταση ερώτησης.

Οι συντελεστές a_{ik} και q_{jk} αναπαριστούν τις τιμές της λέξης - κλειδί k , που έχουν συσχετιστεί με το οπτικό αντικείμενο OC_i και την ερώτηση Q_j αντίστοιχα. Οι τιμές των συντελεστών a_{ik} και q_{jk} είναι για τη μεν περίπτωση του συντελεστή της ερώτησης ο βαθμός σημαντικότητας που εισάγεται από το χρήστη/σχεδιαστή κατά τη διαδικασία της υποβολής της ερώτησης, για τη δε περίπτωση του συντελεστή του οπτικού αντικειμένου υπολογίζεται ως εξής :

$$a_{ik} = \frac{N_{k1} * C_1 + N_{k2} * C_2 + N_{k3} * C_3}{N_{k1} + N_{k2} + N_{k3}}$$

Εξίσωση 5 Σχέση υπολογισμού βαθμού σημαντικότητας του οπτικού αντικειμένου i, με την λέξη κλειδί k.

όπου :

C_1 Βαθμός βεβαιότητας συσχέτισης επιπέδου 1

C_2 Βαθμός βεβαιότητας συσχέτισης επιπέδου 2

C_3 Βαθμός βεβαιότητας συσχέτισης επιπέδου 3

N_{k1} Αριθμός χρηστών που συσχέτισαν στο οπτικό αντικείμενο i την λέξη κλειδί k με βαθμό βεβαιότητας 1

N_{k2} Αριθμός χρηστών που συσχέτισαν στο οπτικό αντικείμενο i την λέξη κλειδί k με βαθμό βεβαιότητας 2

N_{k3} Αριθμός χρηστών που συσχέτισαν στο οπτικό αντικείμενο i την λέξη κλειδί k με βαθμό βεβαιότητας 3

Ας θεωρήσουμε τώρα ότι το κάθε οπτικό αντικείμενο μπορεί να χαρακτηριστεί από ένα σύνολο t διακριτών όρων (λέξεων - κλειδιών), που ουσιαστικά είναι το πλήθος των λέξεων κλειδιών του θησαυρού. Κάθε ένας από τους t όρους μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα διάνυσμα T όρων. Ένας διανυσματικός χώρος ορίζεται εάν τα T διανύσματα είναι γραμμικώς ανεξάρτητα μεταξύ τους. Κάθε στοιχείο του διανυσματικού χώρου μπορεί να οριστεί σαν ο γραμμικός συνδυασμός των διανυσμάτων της βάσης του. Συνεπώς, στη δική μας περίπτωση το κάθε οπτικό αντικείμενο μπορεί να αναπαρασταθεί ως εξής :

$$OC_r = \sum_{i=1}^{t} a_{ri} T_i$$

Εξίσωση 6 Αλγεβρική έκφραση διανύσματος οπτικού αντικειμένου.

όπου a_{ri} είναι οι λέξεις κλειδιά που χαρακτηρίζουν το OC_r κατά μήκος του διανύσματος T_i. Με τον ίδιο τρόπο και κάθε ερώτηση μπορεί να αναπαρασταθεί ως εξής :

$$Q_s = \sum_{j=1}^{t} a_{sj} T_j$$

Εξίσωση 7 Αλγεβρική έκφραση διανύσματος ερώτησης.

Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, ως μέτρο ομοιότητας δύο διανυσμάτων x, y, ενός διανυσματικού χώρου θεωρείται το εσωτερικό τους γινόμενο δηλαδή :

$$x \cdot y = |x| \cdot |y| \cdot \cos(\phi)$$

Εξίσωση 8 Μέτρο ομοιότητας διανυσμάτων x, y.

όπου |x|, |y| είναι το μέτρο των διανυσμάτων x, y αντίστοιχα και φ είναι η γωνία μεταξύ των δύο διανυσμάτων. Τελικά ο βαθμός ομοιότητας μεταξύ ενός οπτικού αντικειμένου OC_r και μιας ερώτησης Q_s υπολογίζεται ως εξής :

$$OC_r \cdot Q_s = \sum_{i,j=1}^{t} a_{ri} \cdot q_{sj} \cdot T_i \cdot T_j$$

Εξίσωση 9 Αλγεβρική έκφραση μέτρου ομοιότητας διανυσμάτων.

Παρατηρώντας την Εξίσωση 9 είναι σαφές ότι απαιτείται το διάνυσμα της ερώτησης, το διάνυσμα του οπτικού αντικειμένου, και φυσικά η συσχέτιση $T_i \cdot T_j$ για όλα τα δυνατά ζευγάρια των όρων. Το διάνυσμα του οπτικού αντικειμένου δημιουργείται στα προηγούμενα στάδια χρήσης του συστήματος αξιολόγησης από τους χρήστες που εισέρχονται στο σύστημα και συσχετίζουν λέξεις – κλειδιά και βαθμούς βεβαιότητας για κάθε μια από αυτές με κάθε οπτικό αντικείμενο. Το διάνυσμα της ερώτησης καθορίζεται από το χρήστη/σχεδιαστή κατά τη διαδικασία υποβολής της ερώτησης. Η συσχέτιση $T_i \cdot T_j$ μεταξύ των όρων (λέξεων - κλειδιών) δεν είναι γνωστή και ο υπολογισμός της δεν είναι απλή διαδικασία. Υπάρχει η δυνατότητα να γίνει ένας στοιχειώδης υπολογισμός, αλλά το αποτέλεσμα δεν είναι στις περισσότερες περιπτώσεις ακριβές. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού θεωρείται ότι οι όροι δεν παρουσιάζουν καμία συσχέτιση μεταξύ τους. Η αλγεβρική διατύπωση αυτής της έκφρασης είναι:

$$T_i \cdot T_j = \begin{cases} 0 & i \neq j \\ 1 & i = j \end{cases}$$

Εξίσωση 10 Αλγεβρική έκφραση συσχέτισης όρων.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω, η αλγεβρική έκφραση για τον υπολογισμό της ομοιότητας οπτικού αντικειμένου - ερώτησης διαμορφώνεται ως εξής :

$$OC_r \cdot Q_s = \sum_{i,j=1}^{t} a_{ri} \cdot q_{sj}$$

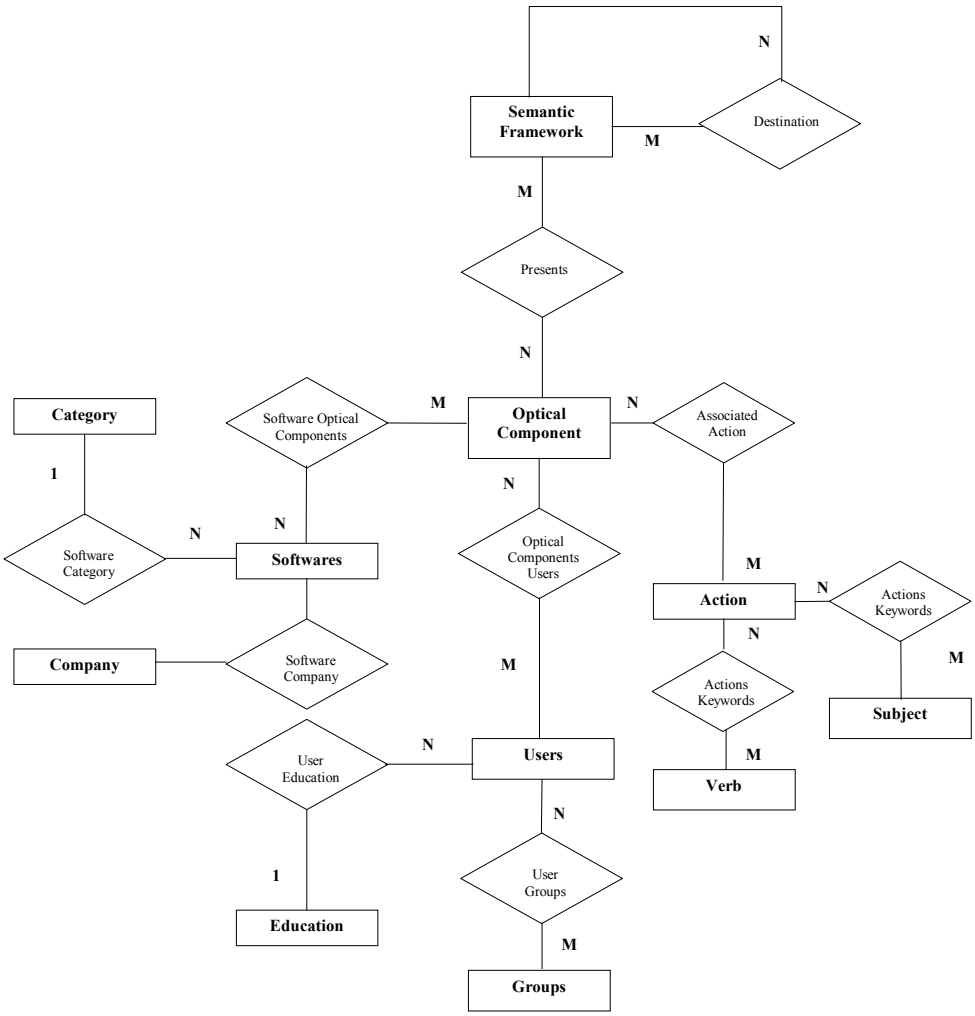
Εξίσωση 11 Απλοποιημένη αλγεβρική έκφραση μέτρου ομοιότητας διανυσμάτων.

3.3.5 Το εννοιολογικό μοντέλο της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων.

Το θέμα αυτής της ενότητας είναι το εννοιολογικό μοντέλο της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων. Όπως έχει προαναφερθεί ένα από τα σημαντικότερα τμήματα του συστήματος είναι η βάση δεδομένων όπου αποθηκεύεται η απαιτούμενη πληροφορία για την εξαγωγή συμπερασμάτων μετά την εισαγωγή χρηστών στο σύστημα. Το σχήμα της βάσης έχει ενσωματώσει τις βασικές έννοιες του συστήματος. Ο κάθε χρήστης ανήκει σε μία ή περισσότερες κατηγορίες χρηστών, και αυτή του η συσχέτιση με κάθε κατηγορία καθορίζει ποιες καταστάσεις λειτουργίας του συστήματος μπορεί αυτός να χρησιμοποιήσει. Η κάθε εφαρμογή που εισάγεται στο σύστημα για αξιολόγηση πρέπει να συσχετιστεί με τους χρήστες/σχεδιαστές της εφαρμογής, οι οποίοι έχουν ειδικά προνόμια γι αυτήν. Επίσης, κάθε εφαρμογή πρέπει να καταταχθεί σε μια κατηγορία.

Το κάθε οπτικό αντικείμενο ανήκει σε μία τουλάχιστον εφαρμογή και είναι συσχετισμένο με κάποια ενέργεια, η οποία αναπαριστά τη λειτουργικότητα που ενεργοποιείται με την επιλογή αυτού του αντικειμένου. Επίσης, κάθε οπτικό αντικείμενο είναι συσχετισμένο με το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο παρουσιάζεται. Τέλος, κάθε ενέργεια είναι συσχετισμένη με μια ή περισσότερες λέξεις - κλειδιά που παρουσιάζουν με τη μορφή κειμένου την έννοια της ενέργειας. Το E-R διάγραμμα της σχεσιακής βάσης δεδομένων του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων παρουσιάζεται στο

Σχήμα 9. Διακρίνονται οι τύποι οντοτήτων και οι τύποι σχέσεων μεταξύ αυτών. Στη συνέχεια παρατίθεται η περιγραφή των τύπων οντοτήτων (Πίνακας 2) και των τύπων σχέσεων (Πίνακας 3).



Σχήμα 9 Το E-R διάγραμμα του συστήματος αξιολόγησης της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων.

Τύπος Οντότητας	Περιγραφή.
Softwares (Εφαρμογές)	Μοντελοποιεί τις εφαρμογές που εισάγονται στο σύστημα για να αξιολογηθούν τα οπτικά αντικείμενα που περιέχονται σε αυτές.
Optical Component (Οπτικό αντικείμενο)	Μοντελοποιεί τα οπτικά αντικείμενα της κάθε εφαρμογής τα οποία έχουν επιλεγεί από τον σχεδιαστή της για να αξιολογηθούν. Τα αντικείμενα αυτά είναι τα εικονίδια τα οποία έχουν επιλεγεί για να αναπαραστήσουν την λειτουργία που ενεργοποιείται όταν πατηθεί το εικονίδιο.
Category (Κατηγορία)	Μοντελοποιεί τις κατηγορίες εφαρμογών που έχουν εισαχθεί στο σύστημα, δηλαδή αν μια εφαρμογή έχει καταχωρηθεί σαν εκπαιδευτική, σχεδιαστική, τουριστική, πολιτισμική κ.α
Action (Ενέργεια)	Μοντελοποιεί την ενέργεια που πυροδοτείται από την επιλογή του τρέχοντος οπτικού αντικειμένου και αναπαριστά τη λειτουργικότητα που περιγράφεται από το οπτικό αντικείμενο.
Users (Χρήστες)	Μοντελοποιεί όλους τους χρήστες που εμπλέκονται στο σύστημα αξιολόγησης

	οπτικών αντικειμένων.
Groups (Ομάδες)	Είναι οι διάφορες κατηγορίες χρηστών που εμπλέκονται στο σύστημα, δηλαδή οι σχεδιαστές, οι απλοί χρήστες, οι ειδικοί, και οι διαχειριστές.
Education (Μορφωτικό επίπεδο)	Μοντελοποιεί το μορφωτικό επίπεδο κάθε χρήστη που εισάγεται στο σύστημα σε οποιαδήποτε κατηγορία χρηστών και αν ανήκει.
Semantic Framework (Εννοιολογικό πλαίσιο)	Μοντελοποιεί τα εννοιολογικά πλαίσια στα οποία παρουσιάζονται τα οπτικά αντικείμενα κάθε εφαρμογής, δηλαδή τα παράθυρα και τα dialog boxes στα οποία εμφανίζονται.
Keyword (Λέξη κλειδί)	Είναι οι λέξεις - κλειδιά που χρησιμοποιούνται για να συσχετίσουν το κάθε οπτικό αντικείμενο με μια ενέργεια. Ο λόγος που οι λέξεις – κλειδιά αποτελούν αυτόνομη οντότητα και όχι χαρακτηριστικό κάθε οπτικού αντικειμένου είναι ότι το κάθε οπτικό αντικείμενο μπορεί να είναι συσχετισμένο με περισσότερες από μια λέξεις. Επιπλέον, με τον τρόπο αυτό γίνεται δυνατή η υλοποίηση της ιεραρχίας των λέξεων - κλειδιών.

Company (Εταιρεία)	Μοντελοποιεί τις εταιρείες οι οποίες κατασκεύασαν τις εφαρμογές που έχουν εισαχθεί στο σύστημα για αξιολόγηση.

Πίνακας 2: Τύποι Οντοτήτων της Βάσης Δεδομένων του Συστήματος Αξιολόγησης Οπτικών Αντικειμένων

Τύπος Σχέσης	Περιγραφή.
Software-Optical Components	Συσχετίζει τα οπτικά αντικείμενα μιας εφαρμογής, τα οποία έχουν επιλεγεί από το σχεδιαστή για αξιολόγηση, με την εφαρμογή της οποίας αποτελούν μέρος. Είναι σχέση N-M διότι η κάθε εφαρμογή μπορεί να διαθέτει παραπάνω από ένα οπτικά αντικείμενα, τα οποία έχουν επιλεγεί να αξιολογηθούν, αλλά και το κάθε αντικείμενο μπορεί να συμμετέχει σε παραπάνω από μια εφαρμογές.
Software-Company	Συσχετίζει την κάθε εφαρμογή με την εταιρεία η οποία την κατασκεύασε. Είναι σχέση 1-N διότι η κάθε εφαρμογή κατασκευάζεται από μια μόνο εταιρεία ενώ κάθε εταιρεία μπορεί να κατασκευάσει περισσότερες από μια εφαρμογές.
Software-Category	Συσχετίζει την κάθε εφαρμογή με μια κατηγορία εφαρμογών. Είναι σχέση 1-N διότι η κάθε εφαρμογή μπορεί να ανήκει σε μια μόνο κατηγορία εφαρμογών ενώ η

σε κάθε κατηγορία εφαρμογών μπορεί να ανήκουν περισσότερες από μια εφαρμογές.

Users-Groups Συσχετίζει τους χρήστες με τις κατηγορίες χρηστών δηλαδή αποθηκεύει σε ποιες κατηγορίες ανήκει ο κάθε χρήστης. Είναι σχέση N-M διότι ο κάθε χρήστης μπορεί να ανήκει σε παραπάνω από μια κατηγορίες χρηστών αλλά και η κάθε κατηγορία μπορεί να συμπεριλαμβάνει πολλούς χρήστες.

Users-Education Συσχετίζει τους χρήστες με την οντότητα μορφωτικό επίπεδο, δηλαδή αποθηκεύει το μορφωτικό επίπεδο του κάθε χρήστη. Είναι σχέση 1-N διότι με ένα μορφωτικό επίπεδο μπορεί να είναι συσχετισμένοι πολλοί χρήστες, ενώ ο κάθε χρήστης συσχετίζεται με ένα μορφωτικό επίπεδο.

Associated Action Συσχετίζει το κάθε οπτικό αντικείμενο που έχει καταχωρηθεί στο σύστημα με μια ενέργεια. Είναι σχέση 1-N διότι το κάθε οπτικό αντικείμενο είναι συσχετισμένο με μια μόνο ενέργεια, στα πλαίσια της υπό αξιολόγησης εφαρμογής, αλλά κάθε ενέργεια μπορεί να αναπαρασταθεί και κατά συνέπεια να

συσχετιστεί με περισσότερα από ένα οπτικά αντικείμενα.

Actions-Keywords Συσχετίζει την κάθε ενέργεια με μια λέξη κλειδί. Είναι σχέση N-M διότι η κάθε ενέργεια μπορεί να συσχετιστεί με περισσότερες από μια λέξεις κλειδιά, αλλά και κάθε λέξη κλειδί μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει περισσότερες από μια ενέργειες.

Optical Components-Users Συσχετίζει το κάθε οπτικό αντικείμενο με ένα χρήστη. Με τη σχέση αυτή ο κάθε χρήστης συμμετέχει στη διαδικασία αξιολόγησης του οπτικού αντικειμένου. Από τη σχέση αυτή και την σχέση Associated Action εξάγονται τα συμπεράσματα από τα πειράματα τα οποία διεκπεραιώθηκαν κατά τη διάρκεια του ελέγχου.

Presents Συσχετίζει το κάθε οπτικό αντικείμενο με το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο παρουσιάζεται. Είναι σχέση N-M διότι το κάθε οπτικό αντικείμενο μπορεί να παρουσιάζεται σε πολλά εννοιολογικά πλαίσια αλλά και σε κάθε εννοιολογικό πλαίσιο μπορεί να παρουσιάζονται πολλά οπτικά αντικείμενα.

Destination	Με αυτό τον τύπο σχέσης αναπαρίσταται η αλληλουχία μεταξύ των εννοιολογικών πλαισίων στα οποία παρουσιάζονται τα οπτικά αντικείμενα. Είναι σχέση N-M διότι το κάθε εννοιολογικό πλαίσιο μπορεί να οδηγήσει σε περισσότερα από ένα εννοιολογικά πλαίσια αλλά και στο κάθε εννοιολογικό πλαίσιο το σύστημα μπορεί να καταλήγει μετά από περισσότερα από ένα εννοιολογικά πλαίσια.

Πίνακας 3: Τύποι Οντοτήτων της Βάσης Δεδομένων του Συστήματος Αξιολόγησης Οπτικών Αντικειμένων

3.4 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε η μεθοδολογία αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που προτείνεται από την παρούσα διατριβή και περιγράφηκε η αρχιτεκτονική του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων μιας εφαρμογής. Το σύστημα αποτελείται από τρία βασικά υποσυστήματα:

- Το υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών, που είναι υπεύθυνο για την εισαγωγή της υπό εξέτασης εφαρμογής στο σύστημα και την επεξεργασία του εκτελέσιμου αρχείου της ώστε να εξαχθεί η αναγκαία πληροφορία για τα οπτικά αντικείμενα που περιέχονται σε αυτή. Το σύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την διαχείριση και την αποθήκευση της πληροφορίας κατηγοριοποίησης των εφαρμογών αλλά και των οπτικών αντικειμένων.

- Το υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων με λέξεις - κλειδιά, που είναι υπεύθυνο για τη συσχέτιση των οπτικών αντικειμένων με τις λέξεις -

κλειδιά που προέρχονται από το θησαυρό, καθώς και με τους βαθμούς βεβαιότητας για κάθε λέξη κλειδί.

- Το υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και εξαγωγής συμπερασμάτων, που είναι υπεύθυνο για την ανάλυση και επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επιτυχή ή όχι επιλογή των οπτικών αντικειμένων που έχουν εισαχθεί στο σύστημα. Επίσης, το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την αναζήτηση οπτικών αντικειμένων που θα χρησιμοποιηθούν σε μια νέα εφαρμογή, βοηθώντας το σχεδιαστή της να εντοπίσει οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει μια συγκεκριμένη λειτουργικότητα εκμεταλλευόμενος τη βιβλιοθήκη οπτικών αντικειμένων του συστήματος.

Επιμέρους τμήμα του συστήματος είναι το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών το οποίο υλοποιεί ένα στοιχειώδη μηχανισμό ασφάλειας, που προφυλάσσει το σύστημα από ανεπιθύμητες καταστάσεις και ουσιαστικά περιορίζει τους χρήστες σε συγκεκριμένες καταστάσεις λειτουργίας. Το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών είναι απαραίτητο διότι το σύστημα προορίζεται να λειτουργήσει σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον πολλών χρηστών στο οποίο είναι επιθυμητό οι χρήστες να έχουν διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης ανάλογα με την (τις) κατηγορία(ες) χρηστών που έχουν ενταχθεί από το διαχειριστή του συστήματος.

Τέλος, ένα από τα σημαντικότερα τμήματα του συστήματος είναι η βάση δεδομένων που αποθηκεύει την πληροφορία που χαρακτηρίζει τους χρήστες, τις εφαρμογές, τα οπτικά αντικείμενα και τις συσχετίσεις τους με τις λέξεις - κλειδιά. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην περιγραφή του εννοιολογικού μοντέλου της βάσης δεδομένων του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Υλοποίηση συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

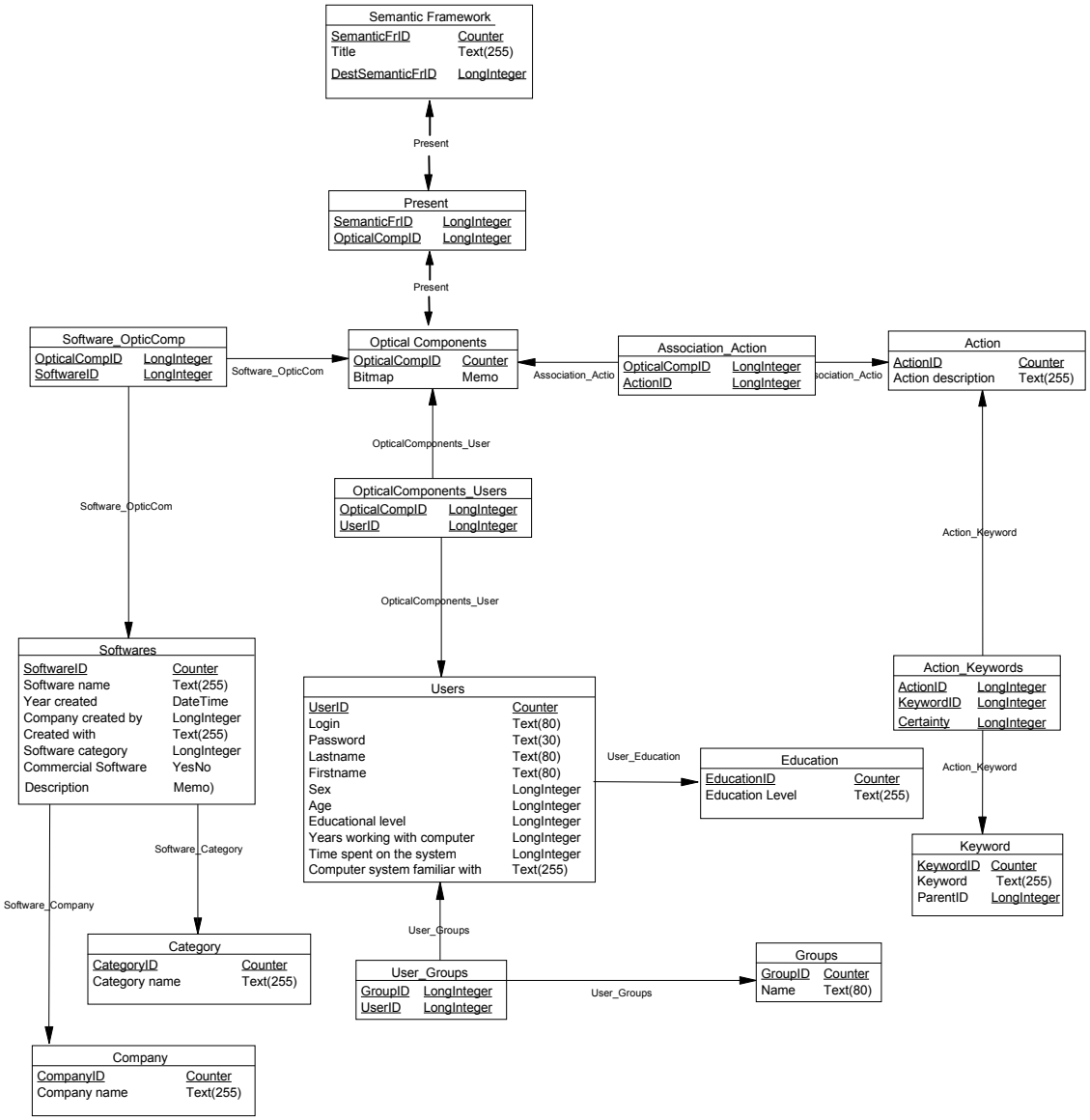
Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφούν τα στάδια υλοποίησης του συστήματος αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται από αλληλεπιδραστικές εφαρμογές.

Πρώτα θα περιγραφεί το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων (ενότητα 4.1), διότι αποτελεί μέρος του συστήματος που χρησιμοποιείται από όλα τα υποσυστήματα που απαρτίζουν το σύστημα. Στη συνέχεια (ενότητα 4.2) θα περιγραφεί το περιβάλλον λειτουργίας του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και πιο συγκεκριμένα θα περιγραφούν η εκκίνηση του συστήματος, το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών, το υποσύστημα καταχώρησης μιας εφαρμογής στο σύστημα, το υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων λέξεων κλειδιών, και τέλος το υποσύστημα

αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και εξαγωγής συμπερασμάτων. Τέλος, το κεφάλαιο κλείνει με μια ανακεφαλαίωση (ενότητα 4.3).

4.1 Το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων.

Το φυσικό μοντέλο της βάσης οπτικών αντικειμένων έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με το διάγραμμα οντοτήτων – σχέσεων το οποίο παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 10 Το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων οπτικών αντικειμένων

Στο Σχήμα 10 παρουσιάζονται οι πίνακες που προέκυψαν από το διάγραμμα οντοτήτων σχέσεων που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Παρακάτω θα γίνει μια αναλυτική παρουσίαση του κάθε πίνακα του σχήματος.

Πίνακας	Περιγραφή.
Optical Component	Είναι ο πίνακας που αποθηκεύει τα οπτικά αντικείμενα. Δηλαδή αποθηκεύει τα bitmaps τα οποία είναι ενσωματωμένα στην εφαρμογή και αναπαριστούν κάποια λειτουργικότητα που παρέχεται από την υπό αξιολόγηση εφαρμογή.

Attribute Name	Type	Description
#OpticalCompID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα αυτού.
Bitmap	Memo	Η οπτική αναπαράσταση του αντικειμένου, δηλαδή το bitmap.

Πίνακας	Περιγραφή.
Association_Action	Συσχετίζει το κάθε οπτικό αντικείμενο που έχει εισαχθεί στο σύστημα με μια ή περισσότερες ενέργειες που πυροδοτούνται κατά την επιλογή του.

Attribute Name	Type	Description
#OpticalCompID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Optical Components

		Optical Components
#ActionID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Action

Πίνακας	Περιγραφή.
Action	Ο πίνακας αποθηκεύει τις ενέργειες με τις οποίες συσχετίζεται τα οπτικά αντικείμενα των εφαρμογών που έχουν εισαχθεί στο σύστημα.

Attribute Name	Type	Description
#ActionID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα.
ActionDescription	Text(255)	Περιγραφή της ενέργειας, δηλαδή της λειτουργικότητας που ενεργοποιείται.

Πίνακας	Περιγραφή.
Action_Keywords	Ο πίνακας συσχετίζει την κάθε ενέργεια με μια ή περισσότερες λέξεις κλειδιά. Επίσης αποθηκεύει τον βαθμό βεβαιότητας κάθε συσχέτισης λέξης κλειδί με μια ενέργεια.

Attribute Name	Type	Description
#ActionID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Action

#KeywordID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Keyword
Certainty	LongInteger	Είναι ο βαθμός βεβαιότητας που εισάγει ο χρήστης και το εύρος τιμών είναι 1 εως 3

Πίνακας	Περιγραφή.
Keyword	Ο πίνακας αποθηκεύει τις λέξεις κλειδιά που χαρακτηρίζουν κάθε ενέργεια που συσχετίζεται με ένα οπτικό αντικείμενο. Επίσης αποθηκεύει και την σχέση ιεραρχίας μεταξύ των λέξεων κλειδιών.

Attribute Name	Type	Description
#KeywordID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα.
ParentID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Keyword, που υλοποιεί την σχέση ιεραρχίας μεταξύ των λέξεων κλειδιών.
Keyword	Text(255)	Είναι η λέξη κλειδί.

Πίνακας	Περιγραφή.
Software_OpticComp	Ο πίνακας συσχετίζει το κάθε οπτικό αντικείμενο με την εφαρμογή από την

	οποία προέρχεται.	
Attribute Name	Type	Description
#OpticalCompID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Optical Components
#SoftwareID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Softwares

Πίνακας	Περιγραφή.
Softwares	Ο πίνακας αποθηκεύει τις εφαρμογές που καταχωρούνται στο σύστημα για αξιολόγηση των οπτικών τους αντικειμένων.

Attribute Name	Type	Description
#SoftwareID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα.
Software Name	Text(255)	Το όνομα της εφαρμογής που ελέγχεται από το σύστημα.
Year Created	Date Time	Η ημερομηνία που κατασκευάστηκε η εφαρμογή
Company created by	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Company. Αναπαριστά την εταιρεία που κατασκεύασε την εφαρμογή.

Created with	Text(255)	Το όνομα του εργαλείου συγγραφής εφαρμογών που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της εφαρμογής.
Software category	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Category. Αναπαριστά την κατηγορία στην οποία έχει καταταγεί η εφαρμογή.
Commercial Software	Boolean (Yes/No)	Αν η πρόκειται για εμπορική ή όχι εφαρμογή
Description	Memo	Η περιγραφή που εισάγει ο κατασκευαστής της εφαρμογής για την λειτουργικότητα της.

Πίνακας	Περιγραφή.
Company	Ο πίνακας αποθηκεύει τις εταιρείες των οποίων εφαρμογές έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα αξιολόγησης.

Attribute Name	Type	Description
#CompanyID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα
Software name	Text(255)	Το όνομα της εταιρείας.

Πίνακας	Περιγραφή.
Category	Ο πίνακας αποθηκεύει τις κατηγορίες εφαρμογών που έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα αξιολόγησης.

Attribute Name	Type	Description
#CategoryID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα
Category name	Text(255)	Το όνομα της κατηγορίας εφαρμογών.

Πίνακας	Περιγραφή.
Users	Ο πίνακας αποθηκεύει του χρήστες που καταχωρηθεί στο σύστημα αξιολόγησης.

Attribute Name	Type	Description
#UserID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα.
Login	Text(80)	Αναγνωριστικό με το οποίο αναγνωρίζεται ο χρήστης από το σύστημα.
Password	Text(30)	Κωδικός εισόδου χρήστη στο σύστημα
Last name	Text(80)	Το επίθετο του χρήστη

First name	Text(80)	Το όνομα του χρήστη
Sex	LongInteger	Το φύλο του χρήστη
Age	LongInteger	Η ηλικία του χρήστη
Educational level	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Education
Years working with computers	LongInteger	Πόσα χρόνια ο χρήστης ασχολείται με τους υπολογιστές
Time spent on the system	LongInteger	Πόση ώρα ασχολήθηκε με την υπό έλεγχο εφαρμογή ο χρήστης.
Computers familiar with	Text(255)	Κατηγορία υπολογιστών με την οποία ο χρήστης είναι εξοικειωμένος, δηλαδή PC, Macintosh.

Πίνακας	Περιγραφή.
Education	Ο πίνακας αποθηκεύει το μορφωτικό επίπεδο του κάθε χρήστη.

Attribute Name	Type	Description
#EducationID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα
#Education level	Text(255)	Το όνομα με το οποίο χαρακτηρίζεται το κάθε μορφωτικό επίπεδο.

Πίνακας	Περιγραφή.
OpticalComponents_Users	Ο πίνακας συσχετίζει τα οπτικά αντικείμενα της κάθε εφαρμογής με χρήστες που έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα αξιολόγησης.

Attribute Name	Type	Description
#OptcalCompoID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Optical Components
#UserID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Users

Πίνακας	Περιγραφή.
Users_Groups	Ο πίνακας συσχετίζει τον κάθε χρήστη με μία ή περισσότερες κατηγορίες χρηστών.

Attribute Name	Type	Description
#GroupID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Groups
#UserID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Users

Πίνακας	Περιγραφή.
Groups	Ο πίνακας αποθηκεύει τις κατηγορίες χρηστών του συστήματος

	χρηστών του συστήματος.	
Attribute Name	Type	Description
#GroupID	Counter	Αποτελεί πρωτεύον κλειδί του πίνακα.
Name	Text(80)	Το όνομα της κατηγορίας χρηστών.

Πίνακας	Περιγραφή.	
Semantic Framework	Ο πίνακας αποθηκεύει τα εννοιολογικά πλαίσια στα οποία εντάσσονται τα οπτικά αντικείμενα της κάθε εφαρμογής.	
Attribute Name	Type	Description
#SemanticFrID	Counter	Αποτελεί πρωτεύον κλειδί του πίνακα.
DestSemanticFrID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Semantic Framework και αναπαριστά το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο μπορεί να οδηγηθεί ο χρήστης από αυτό το εννοιολογικό πλαίσιο.
Title	Text(255)	Το τίτλος του εννοιολογικού πλαισίου.

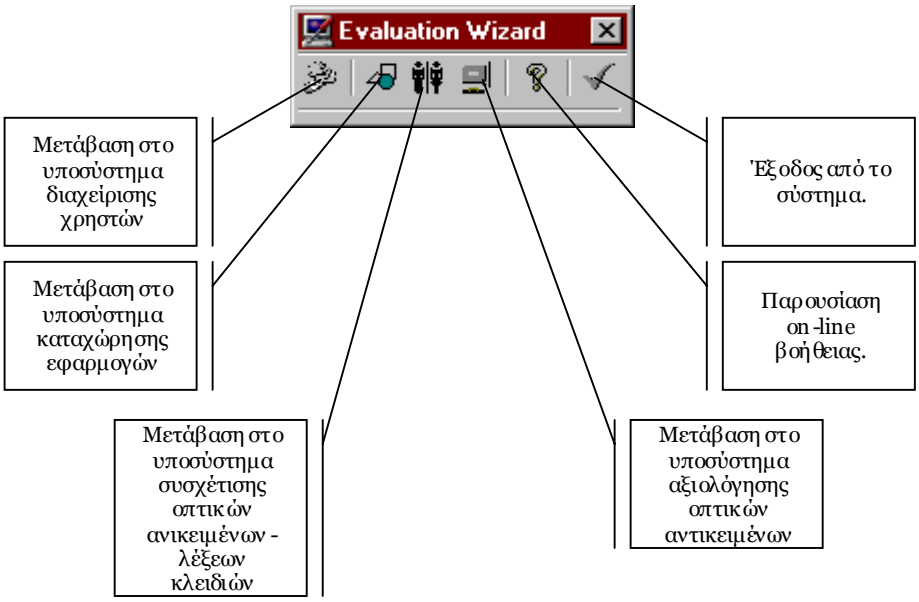
Πίνακας	Περιγραφή.
Present	Ο πίνακας συσχετίζει το κάθε οπτικό αντικείμενο με ένα ή περισσότερα εννοιολογικά πλαίσια, σε αυτό που εντάσσεται.

Attribute Name	Type	Description
#SemanticFrID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Semantic Framework.
#OpticalCompID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Optical Components.

4.2 Περιβάλλον λειτουργίας του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

4.2.1 Εκκίνηση του συστήματος.

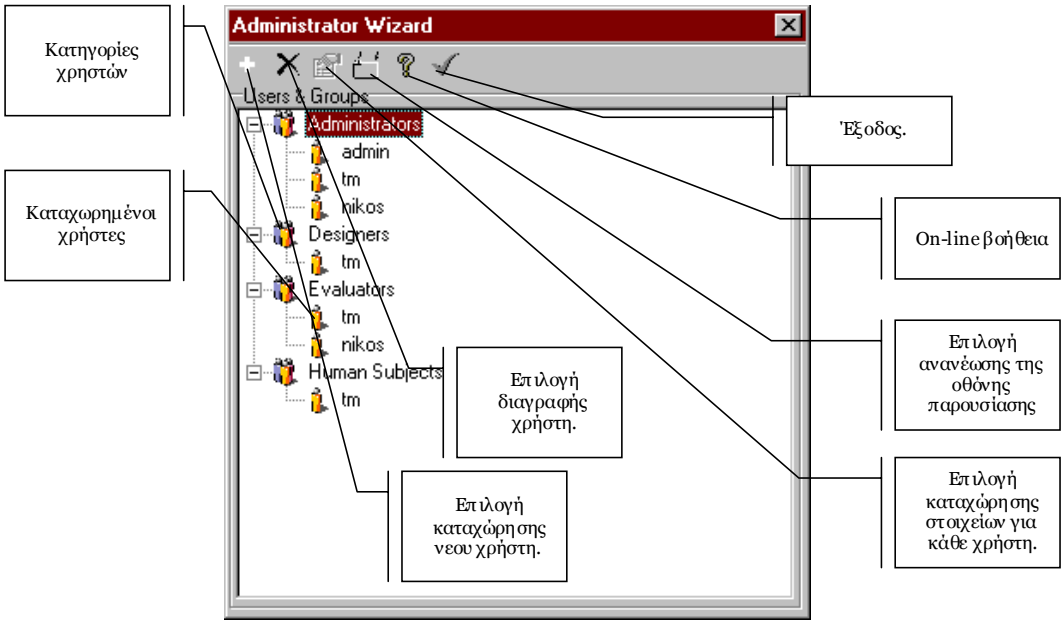
Όπως έχει ήδη αναφερθεί το σύστημα λειτουργεί σε τρεις διαφορετικές καταστάσεις. Αυτή της εισαγωγής της εφαρμογής στο σύστημα, της αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων της από τους χρήστες και την κατάσταση στην οποία ο ειδικός χρήστης εξάγει συμπεράσματα από τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί στο σύστημα από τους χρήστες για την επιτυχή ή όχι επιλογή οπτικών αντικειμένων.



Σχήμα 11 Η οθόνη εκκίνησης του συστήματος.

Στο Σχήμα 11 παρουσιάζεται το περιβάλλον εκκίνησης του συστήματος. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 11 ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μεταξύ τεσσάρων επιλογών, που τον οδηγούν στα αντίστοιχα υποσυστήματα της εφαρμογής. Για να μεταβεί σε κάποιο από τα υποσυστήματα ο χρήστης πρέπει να έχει τα ανάλογα προνόμια που του επιτρέπουν την χρήση του κάθε υποσυστήματος. Για παράδειγμα για να μεταβεί ο χρήστης στο υποσύστημα διαχείρισης χρηστών πρέπει να έχει το προνόμιο του χρήστη διαχειριστή. Ανάλογα συμβαίνει και με τα υπόλοιπα υποσυστήματα. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν αναλυτικά το περιβάλλον λειτουργίας..

4.2.2 Το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών.



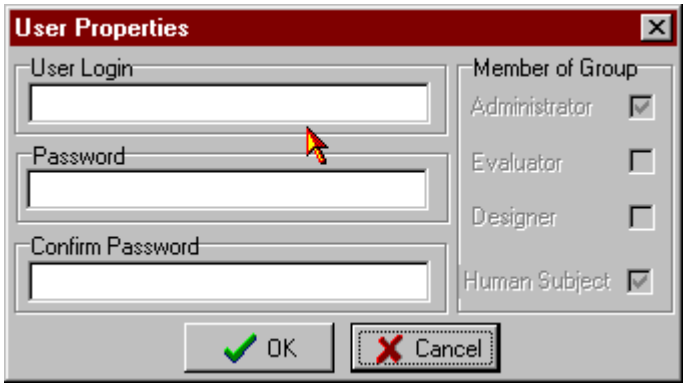
Σχήμα 12 Το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών.

Το υποσύστημα είναι υπεύθυνο για την καταχώρηση και την διαχείριση των χρηστών του συστήματος. Το υποσύστημα αυτό μπορούν να το χρησιμοποιήσουν χρήστες οι οποίοι έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα με το προνόμιο του διαχειριστή χρηστών. Εξ ορισμού το σύστημα διαθέτει ένα χρήστη ο οποίος έχει αυτό το προνόμιο.

Στο Σχήμα 12 παρουσιάζεται το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών. Όπως φαίνεται οι χρήστες αναπαρίστανται δεντρικά όπου τα φύλλα του δέντρου είναι οι χρήστες και οι ενδιάμεσοι κόμβοι είναι οι κατηγορίες αυτών. Οι σημαντικότερες επιλογές που έχει στην διάθεση του ο διαχειριστής χρήστης περιγράφονται παρακάτω.

Καταχώρηση ενός νέου χρήστη

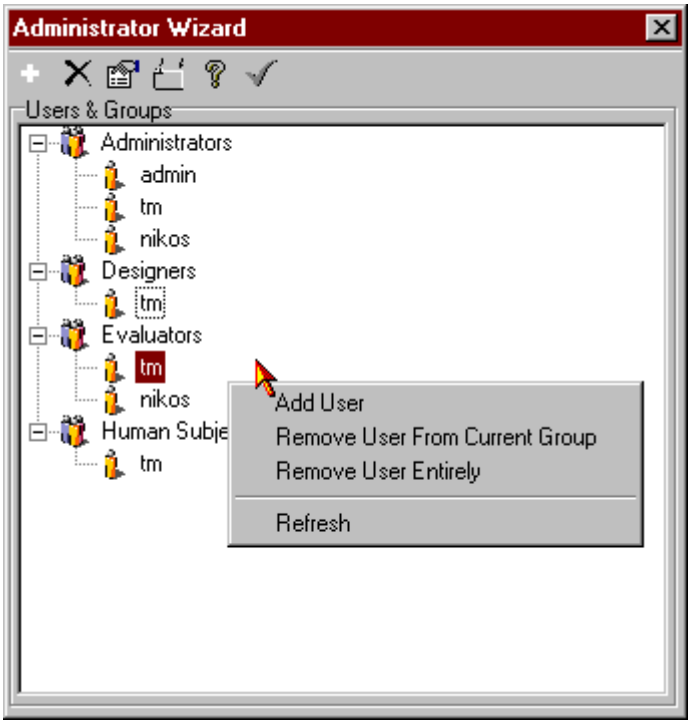
Ο χρήστης διαχειριστής για να καταχωρήσει ένα νέο χρήστη πρέπει να διαλέξει για αυτόν ένα μοναδικό αναγνωριστικό με το οποίο ο νέος χρήστης θα αναγνωρίζεται από το σύστημα. Επίσης πρέπει να αντιστοιχήσει και ένα κωδικό με το νέο χρήστη για να μπορεί να τον χρησιμοποιεί για την είσοδο του στο σύστημα. Τέλος ο χρήστης διαχειριστής πρέπει να εντάξει το νέο χρήστη σε μια ή περισσότερες κατηγορίες χρηστών. Αυτό είναι υποχρεωτικό για να μπορέσει ο νέος χρήστης να χρησιμοποιήσει τα αντίστοιχα υποσυστήματα. Εξ ορισμού ο κάθε νέος χρήστης καταχωρείται σαν απλός χρήστης για να μπορεί να συμμετάσχει στην διαδικασία αξιολόγησης. Βέβαια αν ο διαχειριστής κρίνει πως αυτό δεν είναι αναγκαίο μπορεί να τον διαγράψει από αυτή την κατηγορία χρηστών. Στο Σχήμα 13 παρουσιάζεται το περιβάλλον καταχώρησης νέου χρήστη. Στο δεξιό τμήμα της οθόνης παρουσιάζονται οι διαθέσιμες κατηγορίες στις οποίες μπορεί να ενταχθεί ένας νέος χρήστης. Ανάλογα από τον κόμβο ή το φύλλο του δέντρου παρουσίασης χρηστών ο νέος χρήστης εντάσσεται αυτόματα σε μια κατηγορία χρηστών. Δηλαδή αν ο χρήστης διαχειριστής την ώρα που επιλέγει να προσθέσει ένα νέο χρήστη έχει επιλέξει τον κόμβο της κατηγορίας διαχειριστών χρηστών τότε στο περιβάλλον καταχώρησης εμφανίζεται προεπιλεγμένη η κατηγορία αυτή.



Σχήμα 13 Περιβάλλον καταχώρησης νέου χρήστη.

Διαγραφή ενός ήδη καταχωρημένου χρήστη

Ο χρήστης διαχειριστής έχει την δυνατότητα να διαγράψει ένα χρήστη. Σε αυτή την περίπτωση έχει δύο επιλογές. Να διαγράψει τον χρήστη από μία κατηγορία χρηστών ή να διαγράψει το χρήστη συνολικά από όλες τις κατηγορίες χρηστών που ενδεχομένως έχει καταχωρηθεί. Ο χρήστης διαχειριστής επιλέγει τον χρήστη που επιθυμεί να διαγράψει και πατώντας το δεξί κουμπί του ποντικιού εμφανίζεται μια λίστα επιλογών που του επιτρέπει να διεκπεραιώσει την λειτουργία που επιθυμεί, όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 14.

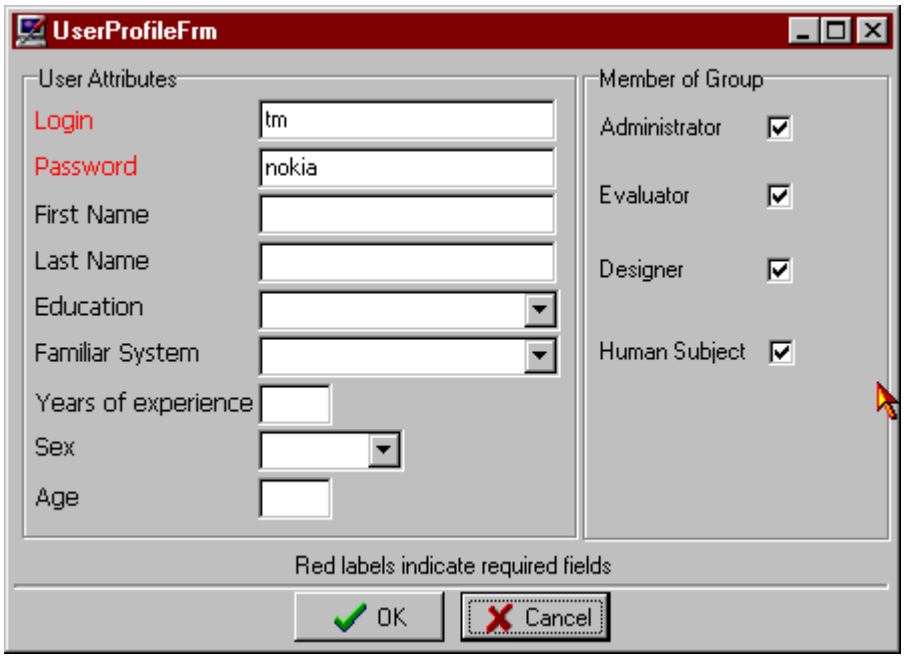


Σχήμα 14 Διαγραφή – προσθήκη ενός χρήστη.

Καταχώρηση - ενημέρωση στοιχείων για τον κάθε χρήστη.

Όπως αναφέρθηκε ο κάθε χρήστης όταν εισάγεται στο σύστημα τα μόνα στοιχεία τα οποία καταχωρούνται για αυτόν είναι το αναγνωριστικό και ο κωδικός εισόδου στο σύστημα, δηλαδή τα απολύτως απαραίτητα για να μπορέσει να το χρησιμοποιήσει. Επιπλέον για τον κάθε χρήστη υπάρχει δυνατότητα καταχώρησης επιπλέον στοιχείων τα οποία τον περιγράφουν πιο ολοκληρωμένα. Τα στοιχεία αυτά αξιοποιούνται στην συνέχεια κατά την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων για την εξαγωγή πιο

ολοκληρωμένων συμπερασμάτων. Στο Σχήμα 15 παρουσιάζεται η περιβάλλον καταχώρησης στοιχείων χρήστη. Όπως φαίνεται τα επιπλέον στοιχεία παρέχουν πληροφορίες για το βαθμό εξοικείωσης του χρήστη με υπολογιστικά συστήματα (Years of experience), το μορφωτικό του επίπεδο (Education) , πλατφόρμα συστη;ατων με την οποία είναι εξοικειωμένος δηλαδή Windows,Unix, VAX (Familiar System) καθώς και κάποια επιπλέον προσωπικά στοιχεία. Τα στοιχεία που αποθηκεύονται, για κάθε χρήστη μπορούν σαφώς να εμπλουτιστούν με περαιτέρω στοιχεία αν αυτό κριθεί αναγκαίο.

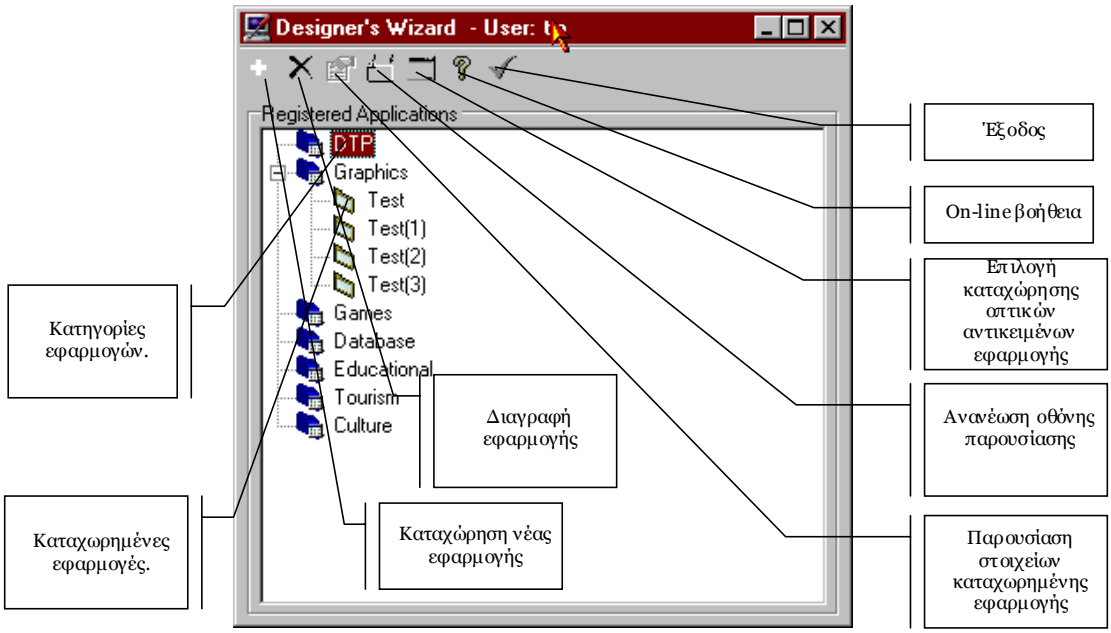


Σχήμα 15 Περιβάλλον καταχώρησης στοιχείων νέου χρήστη.

4.2.3 Υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών στο σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

Το υποσύστημα είναι υπεύθυνο για την καταχώρηση νέων εφαρμογών στο σύστημα με σκοπό την αξιολόγηση των οπτικών αντικειμένων. Στο υποσύστημα έχουν πρόσβαση σε χρήστες που έχουν καταταγεί στην κατηγορία των σχεδιαστών/κατασκευαστών. Ο κατασκευαστής αντιστοιχεί τα οπτικά αντικείμενα της υπό αξιολόγησης εφαρμογής με την περιγραφή της ενέργειας

την οποία πυροδοτούν. Επιπλέον αντιστοιχίσει λέξεις κλειδιά από τον ένα θησαυρό λέξεων κλειδιών , με την περιγραφή της ενέργειας.

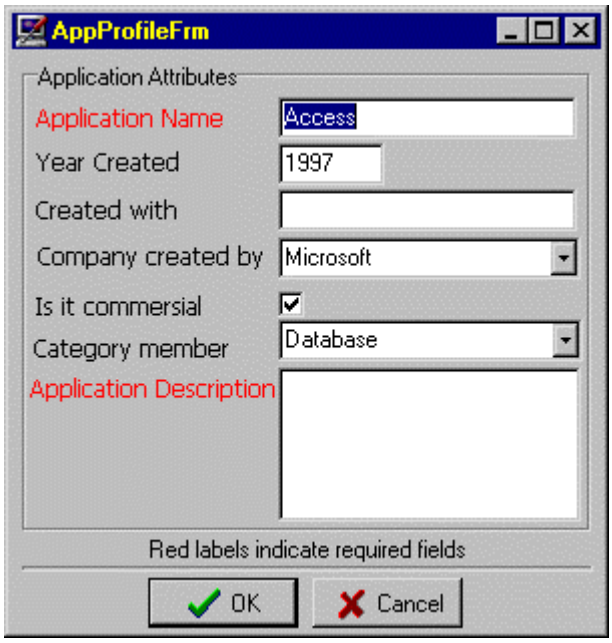


Σχήμα 16 Περιβάλλον καταχώρησης εφαρμογής.

Ο σχεδιαστής/κατασκευαστής για την εισαγωγή της εφαρμογής στο σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων χρησιμοποιεί το περιβάλλον που παρουσιάζεται στο. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 16 παρουσιάζονται οι ήδη καταχωρημένες εφαρμογές χρησιμοποιώντας μια δενδρική αναπαράσταση, όπου τα φύλλα είναι οι εφαρμογές και οι ενδιάμεσοι κόμβοι είναι οι κατηγορίες στις οποίες έχουν καταχωρηθεί. Επίσης διακρίνονται οι δυνατές επιλογές που έχει ο χρήστης οι οποίες περιγράφονται παρακάτω.

Καταχώρηση νέας εφαρμογής.

Ο σχεδιαστής/κατασκευαστής της υπό εξέτασης εφαρμογής πρέπει πρώτα να καταχωρήσει τα απαραίτητα στοιχεία για την εφαρμογή στο σύστημα αξιολόγησης, χρησιμοποιώντας το περιβάλλον που παρουσιάζεται στο Σχήμα 17.



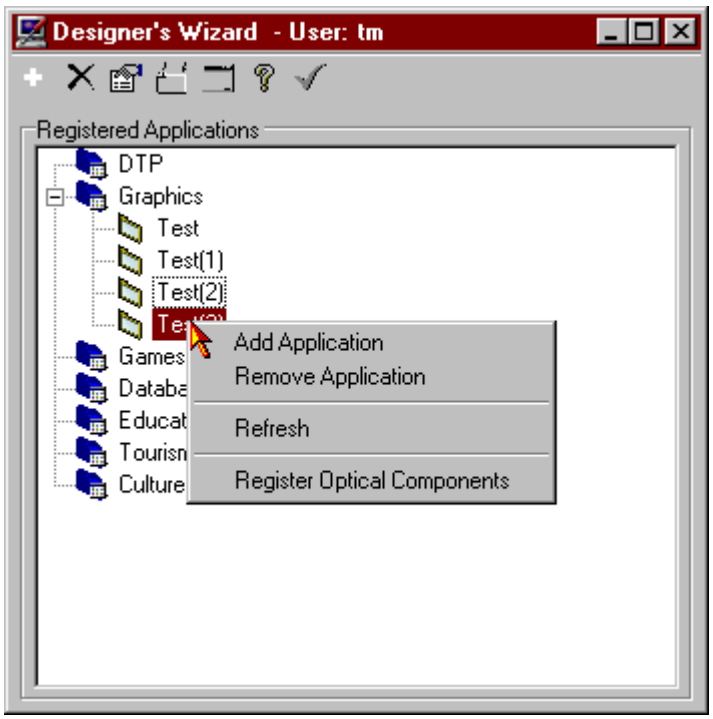
Σχήμα 17 Οθόνη καταχώρησης εφαρμογής.

Όπως φαίνεται ο σχεδιαστής/κατασκευαστής για την κάθε εφαρμογή καταχωρεί ένα όνομα για αυτή το οποίο πρέπει να είναι μοναδικό. Σε περίπτωση που το όνομα που θα εισάγει δεν είναι μοναδικό, τότε ενεργοποιείται ο μηχανισμός παραγωγής μοναδικών ονομάτων του συστήματος, ο οποίος τελικά προτείνει στον χρήστη ένα μοναδικό όνομα για την εφαρμογή. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα είτε να αποδεχθεί το όνομα που του προτείνεται από το σύστημα είτε να επιλέξει κάποιο καινούργιο. Εκτός από το όνομα ο χρήστης, προαιρετικά, εισάγει την ημερομηνία κατασκευής, την εταιρεία κατασκευής, το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της, την κατηγορία εφαρμογών που ανήκει και αν πρόκειται για εμπορική εφαρμογή ή όχι. Ιδιαίτερη σημασία έχει η σωστή επιλογή της κατηγορίας στην οποία κατατάσσεται η εφαρμογή διότι χρησιμοποιείται για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Σε περίπτωση που η κατηγορία της εφαρμογής δεν είναι ακριβής τα αποτελέσματα που το σύστημα δεν θα είναι ακριβή. Τέλος το σύστημα αποθηκεύει και τον κατασκευαστής της εφαρμογής. Ο

σχεδιαστής/κατασκευαστής είναι υποχρεωμένος να εισάγει μια σύντομη περιγραφή της λειτουργικότητας της υπό εξέταση εφαρμογής.

Διαγραφή εφαρμογής.

Κατά ανάλογο τρόπο με αυτόν της εισαγωγής μιας νέας εφαρμογής, ο σχεδιαστής/κατασκευαστής έχει την δυνατότητα να διαγράψει μια εφαρμογή από το σύστημα. Όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 18 ο χρήστης επιλέγει την εφαρμογή που επιθυμεί να διαγράψει. Στην συνέχεια πατώντας το δεξί κουμπί του ποντικιού παρουσιάζεται μια λίστα επιλογών από την οποία ο χρήστης μπορεί να διαγράψει την εφαρμογή, την οποία βέβαια έχει καταχωρήσει αυτός. Ταυτόχρονα διαγράφονται και όλα τα οπτικά αντικείμενα που έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα και έχουν συσχετιστεί με την εφαρμογή αυτή.

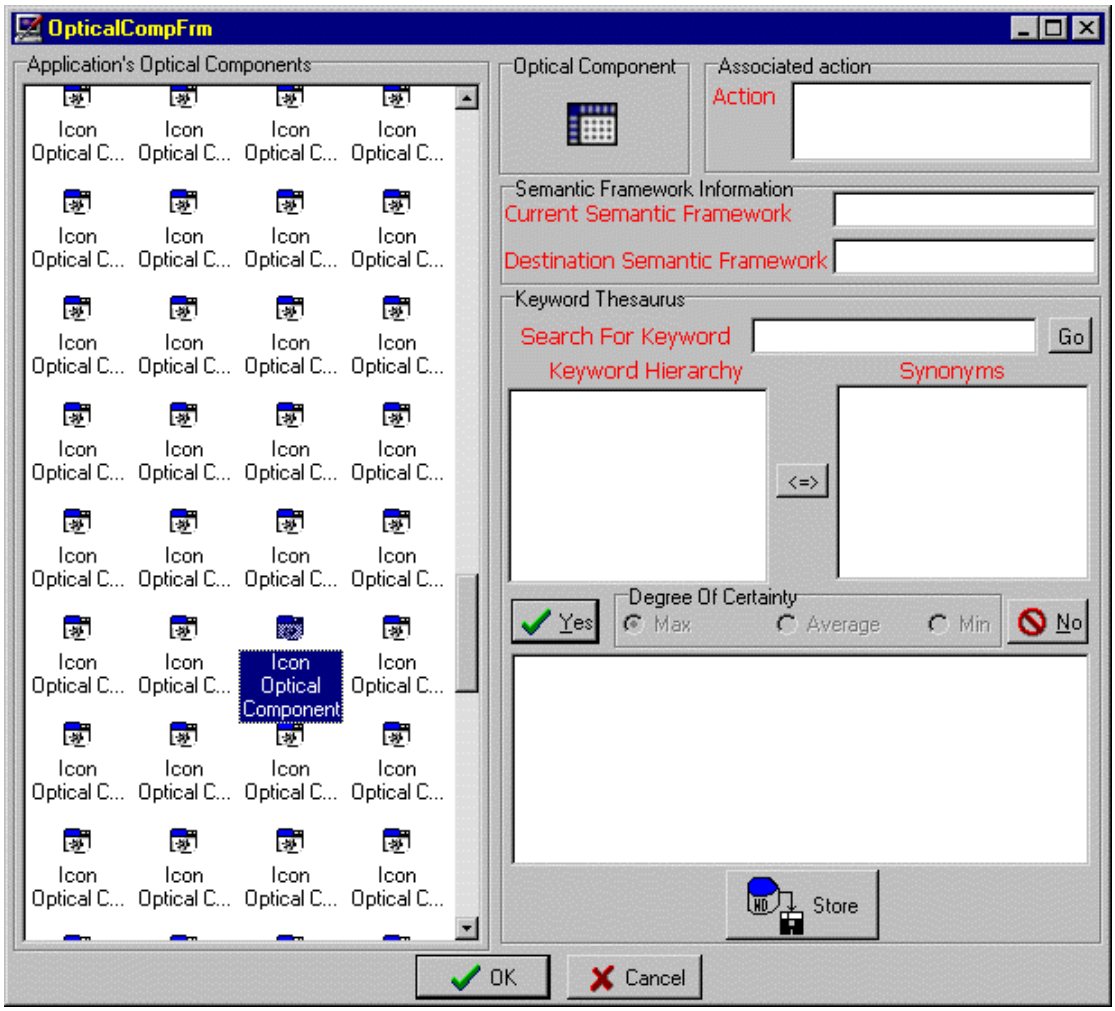


Σχήμα 18 Διαγραφή εφαρμογής

Επιλογή καταχώρησης οπτικών αντικειμένων της εφαρμογής.

Με την επιλογή αυτή ο σχεδιαστής/κατασκευαστής αρχίζει να καταχωρεί τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής του στο σύστημα αξιολόγησης. Προτού όμως

προχωρήσει στη συσχέτιση των οπτικών αντικειμένων με λέξεις κλειδιά πρέπει να επιλέξει το εκτελέσιμο αρχείο της εφαρμογής. Στην συνέχεια το σύστημα αναλαμβάνει την επεξεργασία του αρχείου από το οποίο εξάγει τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής που παρουσιάζει στο σχεδιαστή/κατασκευαστή χρησιμοποιώντας το περιβάλλον που παρουσιάζεται στο Σχήμα 19. Την επεξεργασία του εκτελέσιμου αρχείου της εφαρμογής αναλαμβάνει το τμήμα του συστήματος που ονομάζεται resource extractor. Επεξεργάζεται τα resources του εκτελέσιμου αρχείου της εφαρμογής και επιλέγει από αυτά εκείνα που αναπαριστούν οπτικά αντικείμενα. Τα resources μιας εφαρμογής μπορεί να είναι bitmaps, icons, accelerator keys, videos, ήχοι, menus, dialog boxes, και φonts. Από τα παραπάνω το σύστημα επιλέγει μόνο τα icons και τα bitmaps εφόσον αυτά χρησιμοποιούνται για την οπτική αναπαράσταση των ενεργειών που πυροδοτούνται από μια ενέργεια του χρήστη.



Σχήμα 19 Περιβάλλον καταχώρησης οπτικών αντικειμένων εφαρμογής.

Στο Σχήμα 19 παρουσιάζεται το περιβάλλον καταχώρησης των οπτικών αντικειμένων ενεργειών, και λέξεων κλειδιών που χρησιμοποιείται από τον σχεδιαστή/κατασκευαστή. Στο αριστερό μέρος παρουσιάζονται τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής που εξήχθησαν από το εκτελέσιμο αρχείο της από τον resource extractor. Τα βήματα τα οποία ακολουθούνται από τον σχεδιαστή/κατασκευαστή για την καταχώρηση ενός οπτικού αντικειμένου στο σύστημα είναι :

- Επιλέγει ένα οπτικό αντικείμενο από το αριστερό μέρος της οθόνης (Application's Optical Components panel) το οποίο παρουσιάζεται στο πάνω μέρος της οθόνης (Optical Component panel).

- Εισάγει την περιγραφή της ενέργειας την οποία αναπαριστά στο πεδίο που παρουσιάζεται στο πάνω δεξιό μέρος της οθόνης (Associated Action panel).

- Εισάγει το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο το επιλεγμένο οπτικό αντικείμενο εντάσσεται, αλλά και το πιθανό εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο θα μεταβεί το σύστημα μετά την πυροδότηση της λειτουργίας που είναι συσχετισμένη με το οπτικό αντικείμενο.

- Επιλέγει τις λέξεις κλειδιά, από το θησαυρό λέξεων κλειδιών, που περιγράφουν την ενέργεια την οποία έχει περιγράψει στο προηγούμενο βήμα. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 19 ο βαθμός βεβαιότητας για κάθε λέξη κλειδί είναι προκαθορισμένος και για κάθε λέξη κλειδί ανατίθεται ο μέγιστος βαθμός βεβαιότητας. Είναι αυτονόητο πως ο σχεδιαστής/κατασκευαστής αντιστοιχεί λέξεις κλειδιά με τον μέγιστο βαθμό βεβαιότητας.

- Αποθηκεύει τις λέξεις κλειδιά, την περιγραφή της ενέργειας, το οπτικό αντικείμενο καθώς και τις συσχετίσεις ανάμεσα τους στην βάση δεδομένων.

Στην συνέχεια ο χρήστης σχεδιαστής συνεχίζει με τα υπόλοιπα οπτικά αντικείμενα. Ο σχεδιαστής/κατασκευαστής δεν είναι υποχρεωμένος να καταχωρήσει όλα τα οπτικά αντικείμενα που ανασύρθηκαν από τον resource extractor, αφενός διότι κάποια από αυτά μπορεί να είναι πολύ συνηθισμένα σε σημείο που να θεωρείται δεδομένη η ενέργεια που αναπαριστούν συνεπώς δεν έχει νόημα να αξιολογήσεις το συγκεκριμένο οπτικό αντικείμενο, αφετέρου διότι κάποια οπτικά αντικείμενα που παρουσιάζονται από τον resource extractor δεν χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν ενέργειες αλλά για διακοσμητικούς σκοπούς μόνο.

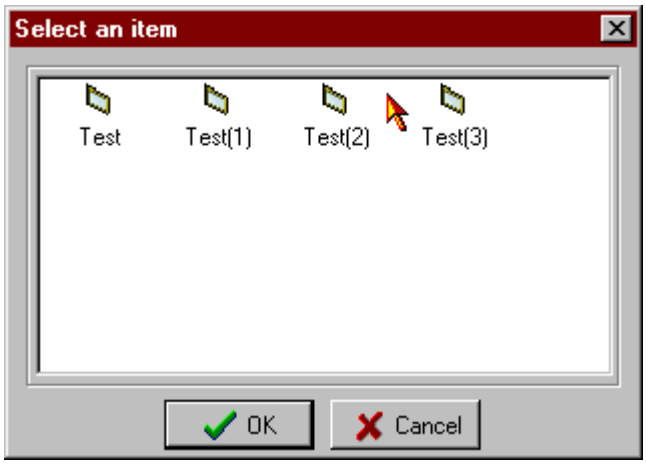
Μετά την ολοκλήρωση αυτής της φάσεως το σύστημα είναι σε κατάσταση να δεχθεί χρήστες για να αξιολογήσουν τα ήδη καταχωρημένα οπτικά αντικείμενα.

Να σημειωθεί εδώ ότι η φάση αυτή είναι απαραίτητη διότι χωρίς την επέμβαση του χρήστη σχεδιαστή δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν συμπεράσματα. Αυτό γιατί ενώ τεχνολογικά είναι δυνατό να διακρίνει το σύστημα τα οπτικά αντικείμενα που συμμετέχουν στην εφαρμογή – κάτι που γίνεται – είναι αδύνατον να ανακαλύψει» την εννοιολογική συσχέτιση των οπτικών αντικειμένων με ενέργειες τις οποίες πυροδοτούν με αυτόματο τρόπο . Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο από τον άνθρωπο που έχει σχεδιάσει/κατασκευάσει την εφαρμογή συνεπώς η ανάμειξη του είναι επιβεβλημένη.

Εκτός αυτού για να εξαχθούν συμπεράσματα για την επιτυχή ή μη επιλογή του κάθε οπτικού αντικειμένου απαιτείται η εισαγωγή χρηστών στο σύστημα που να καταχωρήσουν την γνώμη τους για την εννοιολογική συσχέτιση του αντικειμένου με κάποια ενέργεια. Για να εξαχθούν συμπεράσματα απαιτείται όμως μια βάση σύγκρισης η οποία παρέχεται από τον χρήστη σχεδιαστή.

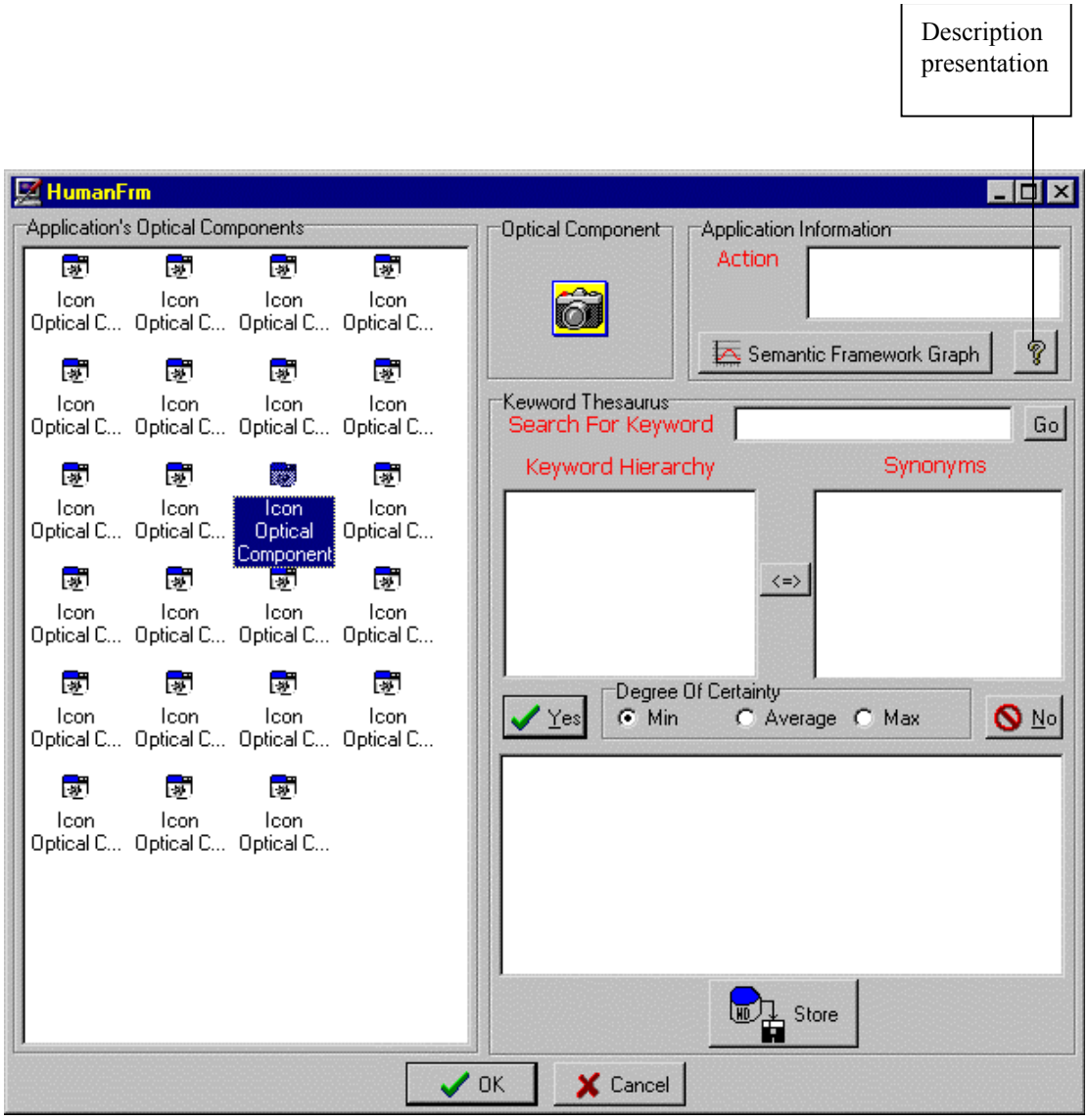
4.2.4 Υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων λέξεων κλειδιών.

Το υποσύστημα υλοποιεί την τρίτη φάση της διαδικασίας αξιολόγησης της εφαρμογής, την φάση δηλαδή στην οποία εμπλέκονται οι χρήστες. Το περιβάλλον εργασίας δεν διαφέρει σε τίποτα σχεδόν από αυτό του υποσυστήματος καταχώρησης οπτικών αντικειμένων στο σύστημα και οι λειτουργίες είναι πανομοιότυπες.



Σχήμα 20 περιβάλλον επιλογής εφαρμογής.

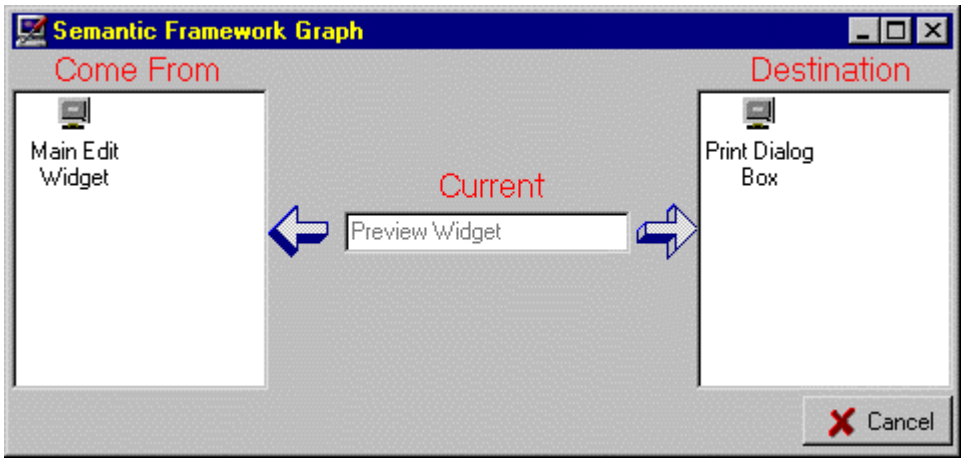
Η διαφοροποίηση έγκειται στο ότι ο απλός χρήστης καλείται να επιλέξει την εφαρμογή της οποίας τα οπτικά αντικείμενα θα αξιολογηθούν, από το σύνολο των καταχωρημένων από τους σχεδιαστές/κατασκευαστές εφαρμογών. Στο Σχήμα 20 παρουσιάζεται το περιβάλλον επιλογής εφαρμογής. Σε αυτή την περίπτωση δεν παρεμβάλλεται ο resource extractor. Ο απλός χρήστης καλείται να συσχετίσει με λέξεις κλειδιά τα οπτικά αντικείμενα που έχει επιλέξει και καταχωρήσει ο σχεδιαστής/κατασκευαστής στο προηγούμενο στάδιο. Στην συνέχεια, και εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει την εφαρμογή της οποίας τα οπτικά αντικείμενα θα αξιολογήσει, εισέρχεται στο περιβάλλον που παρουσιάζεται στο Σχήμα 21. Είναι προφανές ότι το περιβάλλον εργασίας είναι σχεδόν το ίδιο με το περιβάλλον καταχώρησης οπτικών αντικειμένων στο σύστημα που παρουσιάζεται στο Σχήμα 19. Η διαφορά έγκειται στο ότι τα οπτικά αντικείμενα που παρουσιάζονται στο αριστερό μέρος της οθόνης (Application's Optical Components panel) δεν προέρχονται από την επεξεργασία του εκτελέσιμου αρχείου της εφαρμογής αλλά από την βάση δεδομένων του συστήματος.



Σχήμα 21 Περιβάλλον συσχέτισης οπτικών αντικειμένων – λέξεων κλειδιών.

Η διαδικασία συσχέτισης των οπτικών αντικειμένων με τις λέξεις κλειδιά είναι ίδια με αυτή που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Η διαφορά έγκειται στο ότι σε αυτή την περίπτωση οι συσχετίσεις αφορούν ένα απλό χρήστη και όχι τον σχεδιαστή/κατασκευαστή, ο απλός χρήστης έχει την δυνατότητα παρουσίασης της περιγραφής που ο σχεδιαστής/κατασκευαστής έχει εισάγει για την εφαρμογή. Επίσης ο χρήστης έχει την δυνατότητα να λάβει γνώση για το τμήμα του γράφου των εννοιολογικών πλαισίων της εφαρμογής

που έχουν σαν κεντρικό κόμβο το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται το επιλεγμένο οπτικό αντικείμενο, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 22.



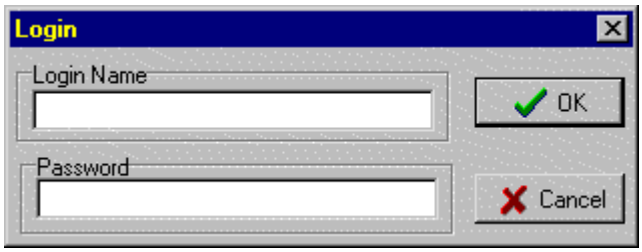
Σχήμα 22 Περιβάλλον παρουσίασης γράφου εννοιολογικών πλαισίων.

Στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι ο εκάστοτε χρήστης απλός ή σχεδιαστής έχει στην διάθεση του μια συλλογή από λέξεις κλειδιά ιεραρχικά δομημένες μεταξύ τους από τις οποίες του επιτρέπεται να επιλέξει μία ή περισσότερες για να χαρακτηρίσει την ενέργεια που θεωρεί ότι αντιπροσωπεύει ένα οπτικό αντικείμενο.

4.2.5 Υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και εξαγωγής συμπερασμάτων.

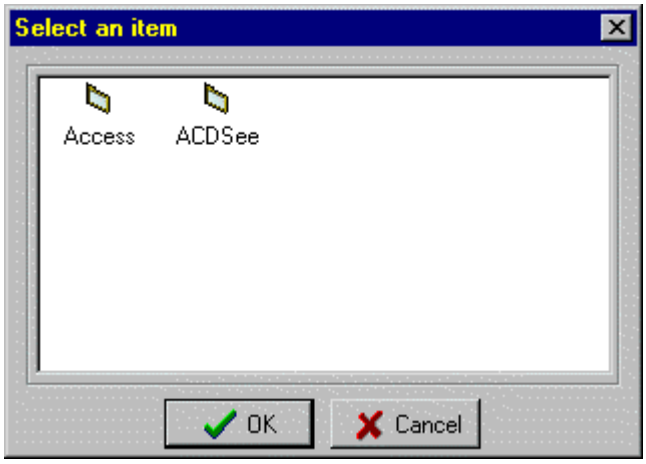
Το υποσύστημα αυτής της ενότητα αποτελεί το τελευταίο τμήμα του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων ενός συστήματος αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή. Το υποσύστημα δεν είναι προσπελάσιμο σε όλους τους χρήστες, αλλά μόνο από αυτούς που έχουν καταχωρηθεί σαν ειδικοί ή σχεδιαστές, και οι οποίοι μπορούν να αξιοποιήσουν τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί στο σύστημα. Για να μεταβεί ένας χρήστης σε αυτό το υποσύστημα πρέπει να πιστοποιήσει ότι έχει τα απαραίτητα προνόμια του ειδικού ή του σχεδιαστή χρήστη που απαιτούνται. Αυτό γίνεται μέσα από μια διαδικασία κατά την οποία εισάγει στο σύστημα το μοναδικό αναγνωριστικό

(login) που του έχει ανατεθεί από τον διαχειριστή του συστήματος και τον κωδικό αναγνώρισης (password) όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 23.



Σχήμα 23 Περιβάλλον εισαγωγής χρήστη στο σύστημα

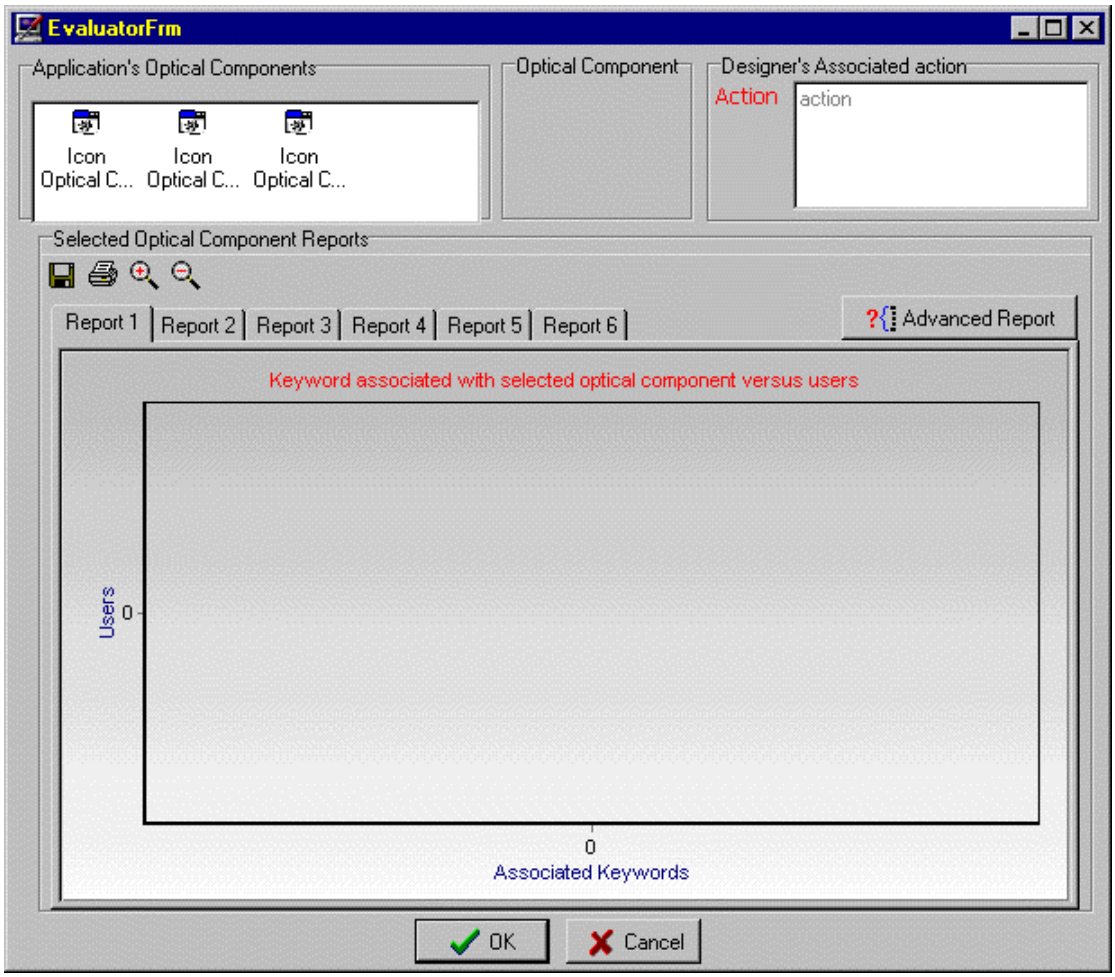
Ο χρήστης στην συνέχεια επιλέγει την εφαρμογή της οποίας τα οπτικά αντικείμενα επιθυμεί να αξιολογήσει, χρησιμοποιώντας τι περιβάλλον που παρουσιάζεται στο Σχήμα 24. Ο ειδικός χρήστης επιλέγει μια εφαρμογή και στη συνέχεια εισέρχεται στο κύριο τμήμα του υποσυστήματος εξαγωγής συμπερασμάτων.



Σχήμα 24 Περιβάλλον επιλογής εφαρμογής.

Στη φάση αυτή ο ειδικός/κατασκευαστής χρήστης εισέρχεται σε ένα περιβάλλον εργασίας στο οποίο του παρουσιάζονται όλα τα οπτικά αντικείμενα της επιλεγμένης εφαρμογής. Στο Σχήμα 25 παρουσιάζεται το περιβάλλον αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων του συστήματος. Στο πάνω αριστερό τμήμα της οθόνης παρουσιάζονται τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής που έχουν καταχωρηθεί στο σύστημα από τον σχεδιαστή/κατασκευαστή και έχουν

καταχωρηθεί δεδομένα για αυτά από τους απλούς χρήστες. Στο πάνω δεξιό τμήμα φαίνονται τα τμήματα παρουσίασης του επιλεγμένου οπτικού αντικειμένου καθώς και η ενέργεια που έχει συσχετιστεί από τον σχεδιαστή/κατασκευαστή για το αντικείμενο. Στο κάτω μισό τμήμα της οθόνης υπάρχει το περιβάλλον εργασίας που προορίζεται για τους ειδικούς χρήστες, όπου τους παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων για τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής.



Σχήμα 25 Περιβάλλον αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων του συστήματος.

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάποια από τις αναφορές (Report) που εμφανίζονται στην οθόνη και να επιβλέψει την γραφική αναπαράσταση των δεδομένων που έχουν εισαχθεί από τους χρήστες στο σύστημα. Επιπλέον στον

ειδικό χρήστη παρέχεται και μια σειρά λειτουργιών από το toolbar που του επιτρέπουν.

Επιλογή διάσωσης.

Ο ειδικός χρήστης έχει την δυνατότητα να αποθηκεύσει την γραφική παράσταση που παρουσιάζεται για κάθε οπτικό αντικείμενο, σε ένα αρχείο με την μορφή windows metafile (wmf) εάν επιθυμεί να χρησιμοποιήσει το γράφημα σε κάποια άλλη δραστηριότητα ή για περαιτέρω επεξεργασία.

Επιλογή αποθήκευσης αριθμητικών δεδομένων.

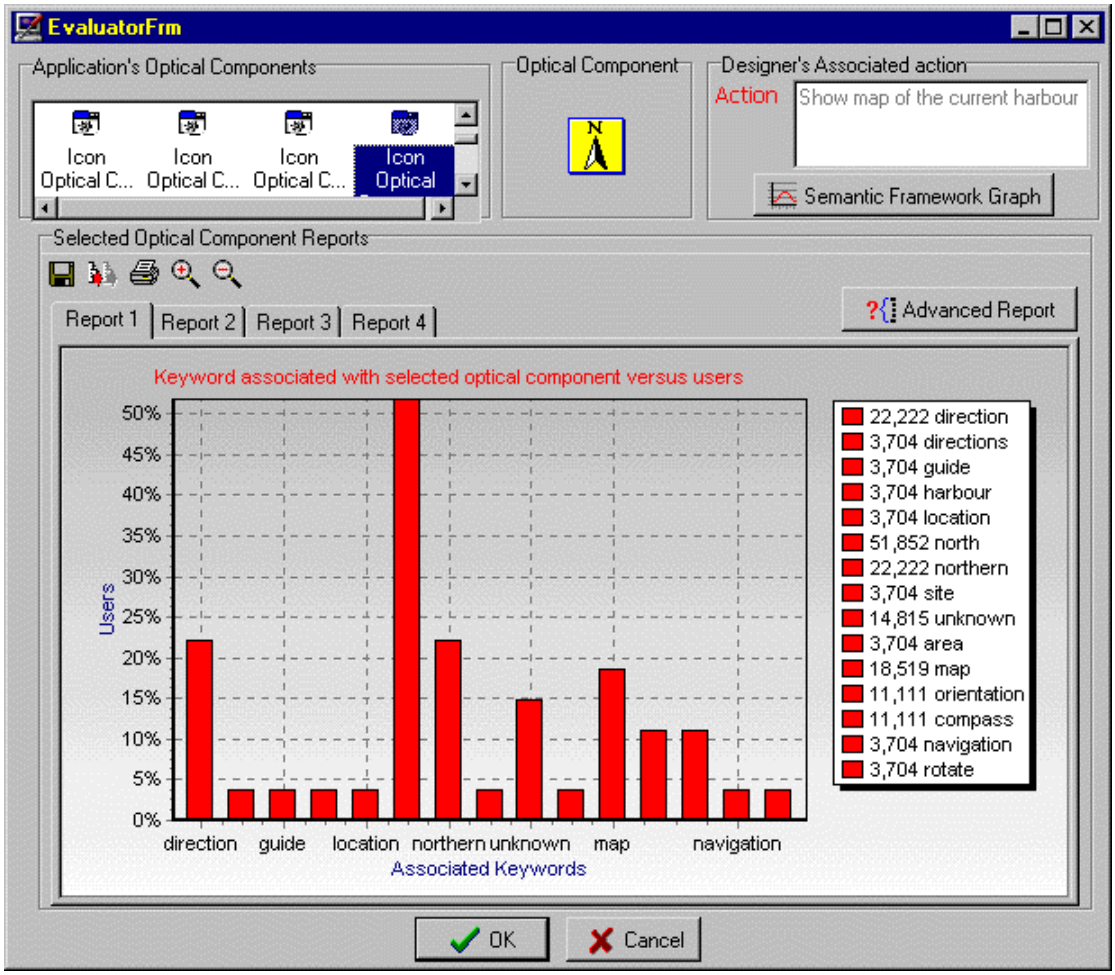
Ο ειδικός χρήστης έχει την δυνατότητα να αποθηκεύσει τα αριθμητικά δεδομένα που παρουσιάζονται στην γραφική παράσταση κάθε οπτικού αντικειμένου, σε ένα αρχείο του οποίου η μορφή είναι συμβατή με εφαρμογές στατιστικής επεξεργασίας, για περαιτέρω επεξεργασία.

Επιλογή εκτύπωσης.

Ο ειδικός χρήστης μπορεί να εκτυπώσει το γράφημα που παρουσιάζεται.

Επιλογή μεγέθυνσης.

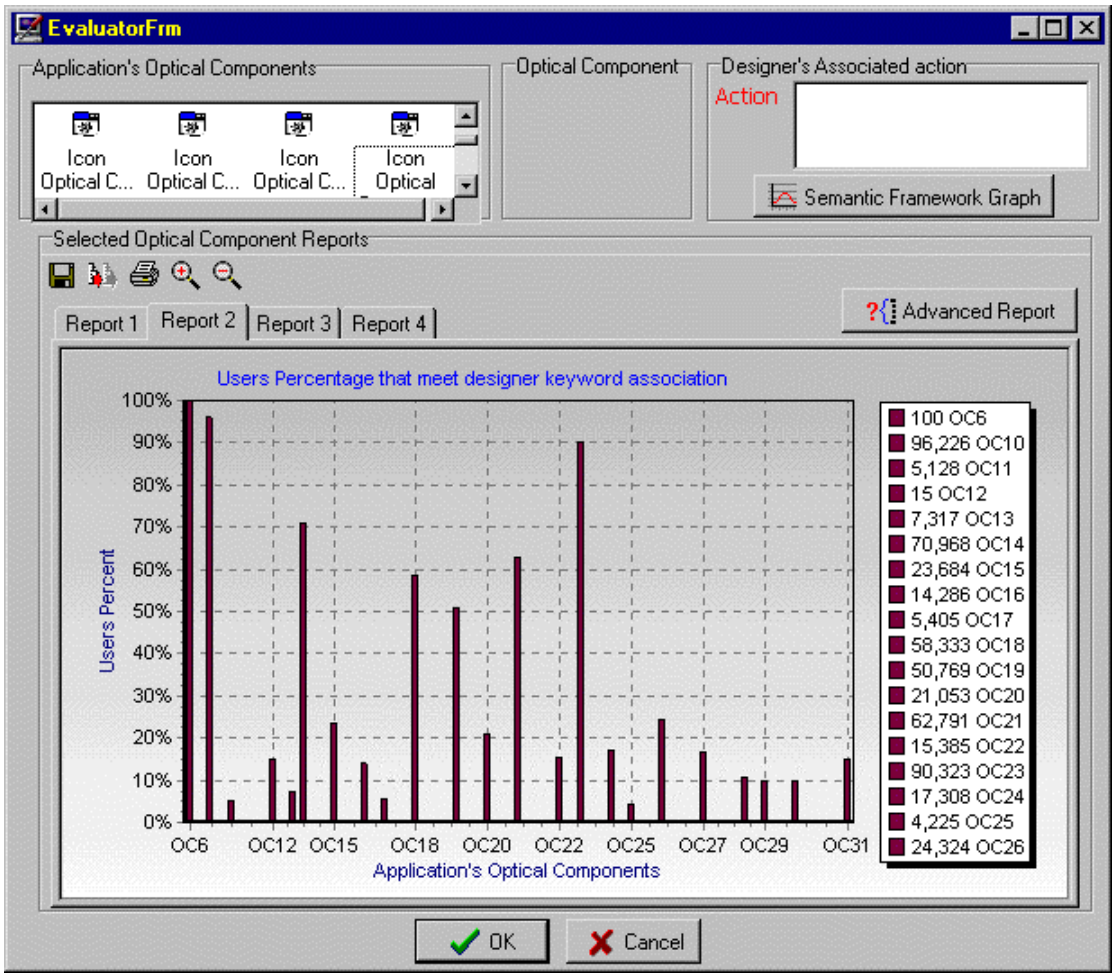
Ο ειδικός χρήστης έχει την δυνατότητα να εστιάσει στο γράφημα εάν επιθυμεί μεγαλύτερη λεπτομέρεια στην προβολή του.



Σχήμα 26 Γράφημα πρώτης αναφοράς.

Στο Σχήμα 26 φαίνεται το γράφημα που παρουσιάζεται αν επιλεχθεί η αναφορά 1. Στο παραπάνω γράφημα παρουσιάζονται οι λέξεις κλειδιά που έχουν συσχετιστεί με το επιλεγμένο οπτικό αντικείμενο και το ποσοστό των χρηστών που έχουν επιλέξει την κάθε λέξη κλειδί. Πιο συγκεκριμένα στο οριζόντιο άξονα εμφανίζονται οι λέξεις κλειδιά που έχουν επιλεχθεί από του χρήστες για την περιγραφή του οπτικού αντικειμένου, ενώ στον κάθετο άξονα εμφανίζεται το ποσοστό των χρηστών που έχει επιλέξει την κάθε λέξη κλειδί. Από την παραπάνω γραφική παράσταση ο ειδικός χρήστης μπορεί να κατανοήσει ποιες λέξεις κλειδιά είναι κατά την γνώμη των περισσότερων χρηστών τα πλέον κατάλληλα για την αναπαράσταση της ενέργειας του επιλεγμένου οπτικού αντικειμένου, δηλαδή μπορεί να αποφασίσει για τι είδους ενέργειες είναι

κατάλληλο το αντικείμενο. Στο λήμμα που παρουσιάζεται στο δεξιό μέρος του γραφήματος αναγράφονται αναλυτικά οι τιμές που αναπαρίστανται στο γράφημα.

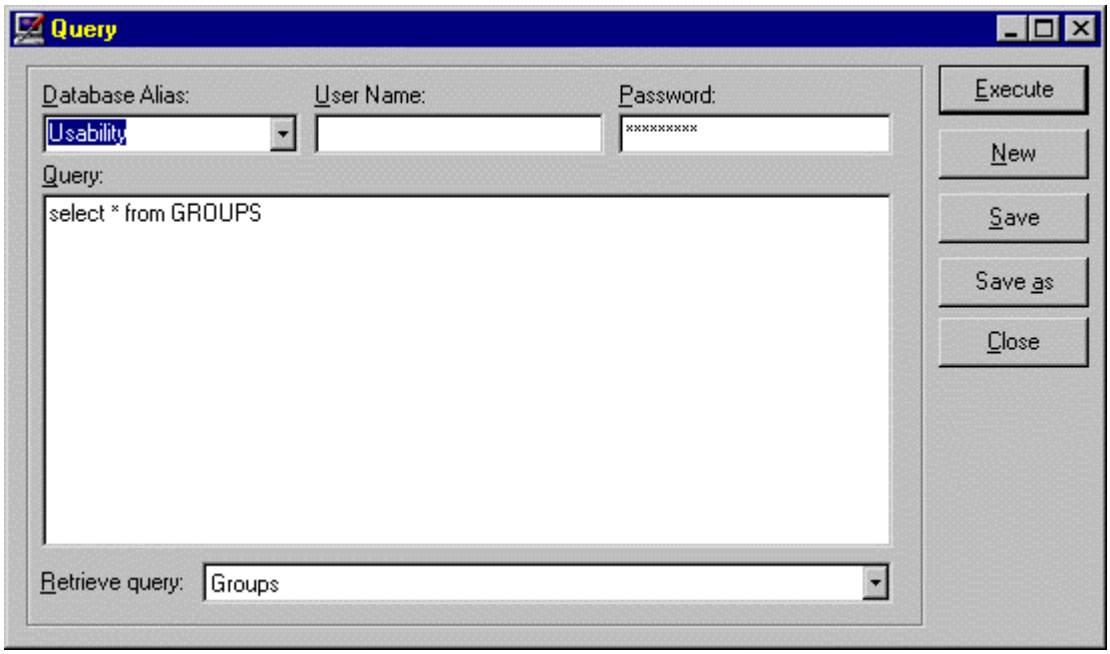


Σχήμα 27 Γράφημα δεύτερης αναφοράς.

Στο Σχήμα 27 παρουσιάζεται η δεύτερη αναφορά που παρέχεται από το σύστημα στον ειδικό χρήστη. Το γράφημα που φαίνεται παραπάνω δεν αναφέρεται στο αντικείμενο που είναι επιλεγμένο την τρέχουσα χρονική στιγμή. Το γράφημα παρουσιάζει όλα τα οπτικά αντικείμενα που έχουν επιλεγεί για αξιολόγηση από τον σχεδιαστή/κατασκευαστή της εφαρμογής σε σχέση με το ποσοστό των χρηστών που οι επιλογές συσχέτισης τους συμπίπτουν με αυτές του σχεδιαστή/κατασκευαστή του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζονται τα οπτικά αντικείμενα της εφαρμογής και στον

κάθετο άξονα το ποσοστό των χρηστών. Στο δεξιό μέρος του γραφήματος αντίστοιχα με το προηγούμενο γράφημα, αναγράφονται αναλυτικά τα οπτικά αντικείμενα που αναπαρίστανται στο γράφημα. Η αναφορά των οπτικών αντικειμένων στον οριζόντιο άξονα γίνεται με το πρόθεμα OC (Optical Component) και το μοναδικό αναγνωριστικό με το οποίο έχουν αποθηκευτεί στο σύστημα, έτσι ώστε να μπορεί να εντοπιστεί από τον ειδικό χρήστη.

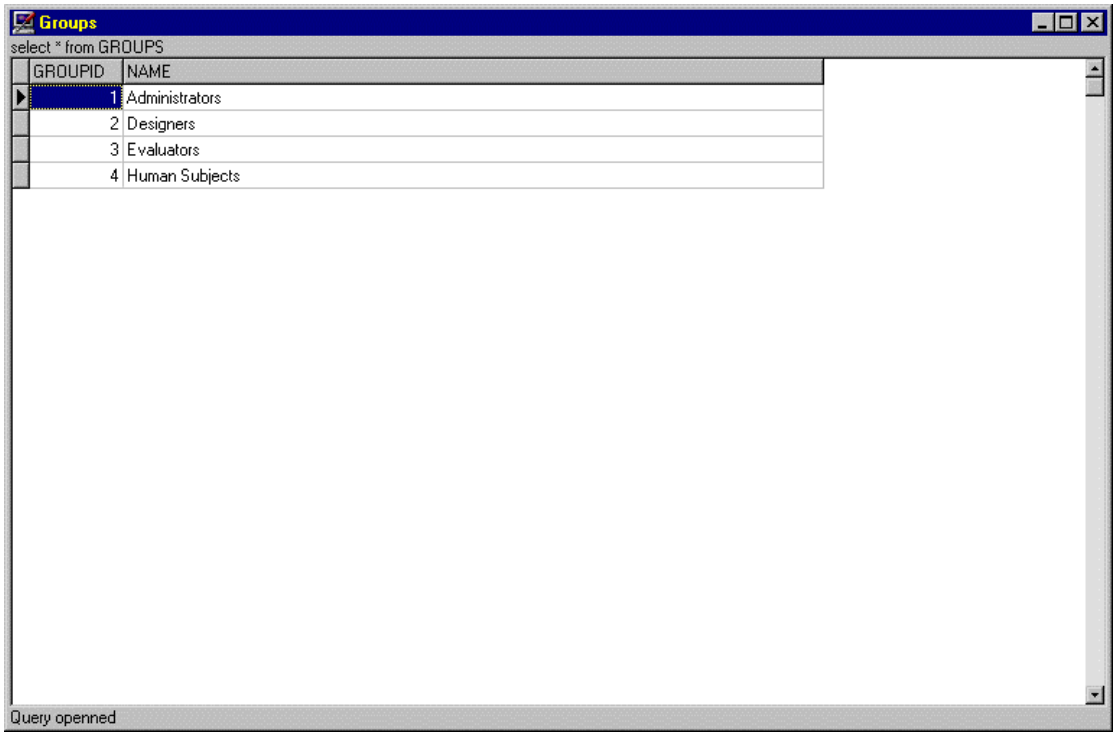
Παρόλα αυτά όμως ενδεχομένως ο ειδικός χρήστης να μην καλύπτεται όσον αφορά τα συμπεράσματα του από τις υπάρχουσες αναφορές. Έτσι το σύστημα παρέχει την δυνατότητα στον ειδικό χρήστη να ξεπεράσει αυτό τον πιθανό περιορισμό επιτρέποντας του να σχηματίσει και να αποθηκεύσει τις δικές του ερωτήσεις. Στο περιβάλλον που παρουσιάστηκε στο Σχήμα 25 εμφανίζεται μια με τον τίτλο Advanced Report. Ενεργοποιώντας αυτή την επιλογή παρουσιάζεται το περιβάλλον δημιουργίας επιπλέον εντολών που παρουσιάζεται στο Σχήμα 28



Σχήμα 28 Περιβάλλον δημιουργίας ερωτήσεων

Σε αυτό το περιβάλλον ο ειδικός χρήστης έχει την δυνατότητα της δημιουργίας νέων ερωτήσεων που να του παρέχουν τα συμπεράσματα που επιθυμεί. Όπως

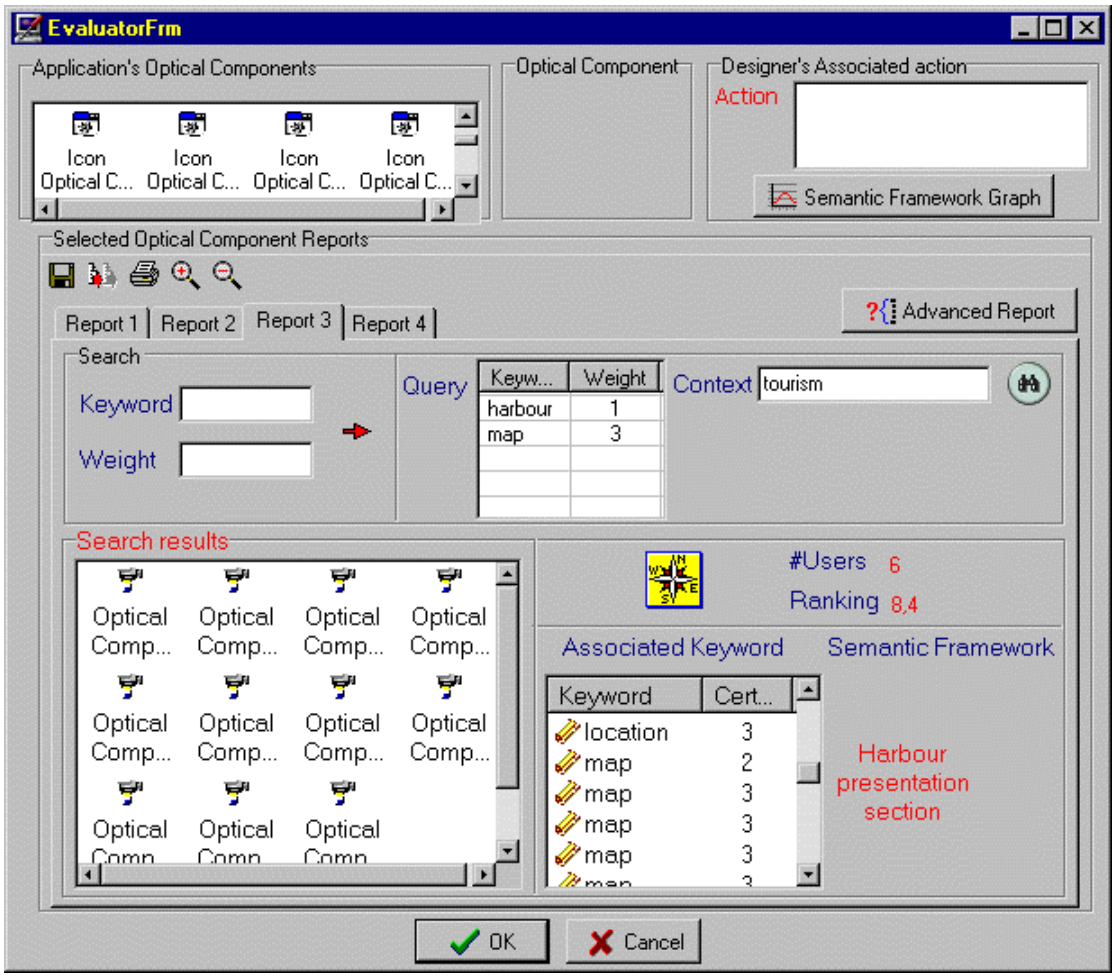
φαίνεται ο ειδικός χρήστης μπορεί να αποθηκεύει τις νέες ερωτήσεις που κατασκευάζει και να τις επαναχρησιμοποιεί όποτε αυτός κρίνει σκόπιμο. Όταν ο ειδικός χρήστης σχηματίζει μια νέα ερώτηση προφανώς χρειάζεται ένας τρόπος να παρουσιάζονται τα αποτελέσματα. Στο Σχήμα 29 παρουσιάζεται το περιβάλλον παρουσίασης των αποτελεσμάτων των νέων ερωτήσεων. Από εδώ ο χρήστης μπορεί να πάρει τα δεδομένα και να τα επεξεργαστεί επιπλέον με κάποια άλλη εφαρμογή.



Σχήμα 29 Περιβάλλον παρουσίασης αποτελεσμάτων νέων ερωτήσεων

Όσον αφορά την δυνατότητα δημιουργίας νέων ερωτήσεων από τον ειδικό χρήστη είναι προφανές ότι ο ειδικός χρήστης, εφόσον πρόκειται να εκτελέσει ερωτήσεις στην βάση δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί τα αποτελέσματα των πειραμάτων των χρηστών, πρέπει να γνωρίζει λεπτομερώς το σχήμα της βάσης ειδάλλως δεν θα μπορεί να σχηματίσει ερωτήσεις πόσο μάλλον ερωτήσεις που να του παρέχουν χρήσιμα συμπεράσματα.

Τέλος όπως έχει αναφερθεί και στο προηγούμενο κεφάλαιο ο σχεδιαστής/κατασκευαστής έχει την δυνατότητα να εκμεταλλευτεί την βιβλιοθήκη οπτικών αντικειμένων που έχει δημιουργηθεί, σταδιακά με την χρήση του συστήματος, για να επιλέξει οπτικά αντικείμενα για περιγράψει ενέργειες για μια νέα εφαρμογή.



Σχήμα 30 Περιβάλλον υποβολής ερωτήσεων.

Στο Σχήμα 30 παρουσιάζεται το περιβάλλον υποβολής ερωτήσεων στο σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων. Όπως φαίνεται ο σχεδιαστής/κατασκευαστής επιλέγει τη κάθε λέξη κλειδί και το βαθμό σημαντικότητας για αυτή. Στην συνέχεια, εφόσον έχει επιλέξει όλες τις λέξεις κλειδιά που επιθυμεί να συμμετάσχουν στην ερώτηση, καθορίζει το γνωστικό πλαίσιο της εφαρμογής, και προχωράει στην εκτέλεση στης ερώτησης. Το

σύστημα επιστρέφει σαν αποτέλεσμα τα οπτικά αντικείμενα που ικανοποιούν την ερώτηση και τα παρουσιάζει γραφικά. Για το κάθε οπτικό αντικείμενο που συμπεριλαμβάνεται στο αποτέλεσμα της ερώτησης είναι διαθέσιμος ο αριθμός των χρηστών που έχουν συσχετίσει λέξεις κλειδιά της ερώτησης με αυτό, ο βαθμός συνάφειας με τους όρους της ερώτησης, οι λέξεις κλειδιά με το βαθμό βεβαιότητας για κάθε μια από αυτές, και το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο έχει ενταχθεί. Ο βαθμός για κάθε οπτικό αντικείμενο κυμαίνεται στο διάστημα 0 έως 3, 0 για την περίπτωση που δεν εντοπιστεί οπτικό αντικείμενο που να ικανοποιεί κάποιον από τους όρους της ερώτησης, και 3 στην περίπτωση που ικανοποιούνται οι όροι στο μέγιστο βαθμό βεβαιότητας. Η πληροφορία παρουσιάζεται στον χρήστη κάθε φορά που επιλέγει ένα οπτικό αντικείμενο από αυτά που συμπεριλαμβάνονται στο αποτέλεσμα της ερώτησης.

4.3 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε μια αναλυτική περιγραφή του συστήματος αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων μιας εφαρμογής. Παρουσιάστηκε το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων το οποίο σχεδιάστηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, έχοντας σαν σκοπό την αποδοτική αποθήκευση ,διαχείριση, και χρήση των πειραματικών δεδομένων που συλλέγονται από τους χρήστες, τα οποία τελικά επεξεργάζονται και εξάγονται τα συμπεράσματα και οι αναφορές για την επιτυχή ή όχι επιλογή των οπτικών αντικειμένων. Επιπλέον περιγράφτηκαν αναλυτικά όλα τα πεδία των πινάκων που υλοποιούν το σχήματα της βάσης δεδομένων καθώς και οι συσχετίσεις μεταξύ αυτών.

Στην συνέχεια έγινε μια αναλυτική περιγραφή των επιμέρους υποσυστημάτων και της λειτουργικότητας του καθενός ξεχωριστά. Το συνολικό σύστημα αποτελείται από τέσσερα επιμέρους υποσυστήματα :

- Το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών.

- Υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών στο σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

- Υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων λέξεων κλειδιών.

- Υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και εξαγωγής συμπερασμάτων.

Παρουσιάστηκαν αναλυτικά οι δυνατότητες και οι λειτουργίες, το περιβάλλον αλληλεπίδρασης του και τα σενάρια χρήσης του κάθε υποσυστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

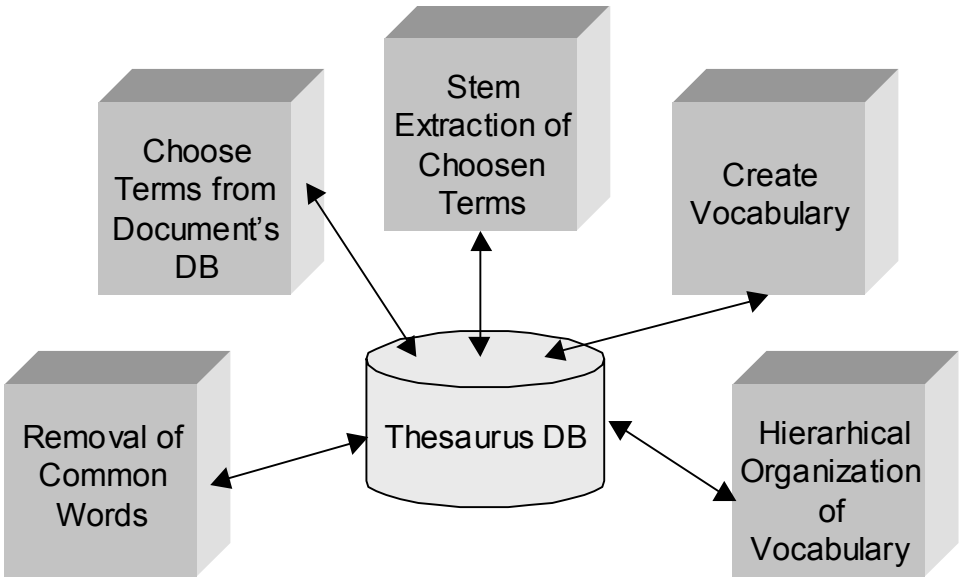
Σύστημα κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί το σύστημα κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών που υλοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της διατριβής. Το σύστημα χρησιμοποιήθηκε για να κατασκευαστεί ο θησαυρός λέξεων κλειδιών που χρησιμοποιείται από το σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων, ο οποίος όπως έχει κατ' επανάληψη αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια αποτελεί ένα από τα βασικά τμήματα του συστήματος. Χωρίς αυτόν, το σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή δεν μπορεί να λειτουργήσει.

5.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος κατασκευής θησαυρών.

Το σύστημα κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών αποτελείται από πέντε στάδια. Αρχικά πρέπει να σημειωθεί ότι η δημιουργία του θησαυρού γίνεται χρησιμοποιώντας ένα σύνολο κειμένων τα οποία οργανώνονται σε μία βάση

δεδομένων. Φυσικά το σύστημα έχει δυνατότητα εναλλακτικής λειτουργίας χρησιμοποιώντας διαφορετική πηγή δεδομένων, αλλά επιλέχθηκε η χρησιμοποίηση μιας βάσης για να είναι σαφέστερα καθορισμένη η διαδικασία, όπως θα περιγραφεί παρακάτω.



Σχήμα 31 Τα επιμέρους τμήματα του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Τα πέντε στάδια που αναφέρθηκαν και παραπάνω παρουσιάζονται στο Σχήμα 31 με την μορφή κύβων. Το κάθε στάδιο αποτελεί και ένα ξεχωριστό υποσύστημα. Βασική οντότητα του συστήματος αποτελεί η βάση δεδομένων η οποία θα περιγράφεί σε επόμενη ενότητα.

Αρχικά ο κατασκευαστής χρήστης επιλέγει την βάση δεδομένων της οποίας τα δεδομένα επιθυμεί να επεξεργαστεί, δηλαδή επιλέγει την πηγή κειμένων που το σύστημα θα επεξεργαστεί. Το σύστημα έχει την δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων διαφορετικής εννοιολογικής σημασίας, για παράδειγμα δεδομένα που αφορούν υπολογιστές, ιστορία, αλλά και γλώσσας. Είναι πολύ πιο εύκολο και αποδοτικό να συλλεχθεί αυτή η πληροφορία και να οργανωθεί σε μια βάση και στην συνέχεια το σύστημα να χρησιμοποιεί τη βάση δεδομένων μόνο για την εξαγωγή της επιθυμητής πληροφορίας, και τελικά την δημιουργία του θησαυρού λέξεων κλειδιών. Επίσης στη βάση δεδομένων αποθηκεύεται η πληροφορία που

απαιτείται από το υποσύστημα εξαγωγής κοινών λέξεων, δηλαδή η συλλογή των κοινών λέξεων στην αντίστοιχη γλώσσα που βρίσκονται τα κείμενα, που θα εξαιρεθούν κατά την διάρκεια της επεξεργασία των κειμένων διότι είναι πολύ κοινές, συνεπώς η παρουσία τους δεν είναι σημαντική. Έτσι ο χρήστης χρησιμοποιεί διαφορετικές βάσεις, με κατάλληλα δεδομένα κάθε φορά, δηλαδή κείμενα διαφορετικού γνωστικού αντικειμένου, και διαφορετικές συλλογές κοινών λέξεων ανάλογα με την γλώσσα στην οποία βρίσκονται τα κείμενα, για την δημιουργία θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Στο σύστημα που προτείνεται σε αυτή την διατριβή υπάρχει η δυνατότητα της αυτόματης κατασκευής θησαυρών λέξεων σε οποιαδήποτε γλώσσα λατινικού αλφάβητου. Η δημιουργία θησαυρών λέξεων κλειδιών σε οποιαδήποτε γλώσσα λατινικού αλφάβητου παρουσιάζει πρόβλημα διότι, η διαδικασία εξαγωγής ριζών πρέπει να υλοποιηθεί ξεχωριστά για κάθε διαφορετική γλώσσα ανάλογα με τους κανόνες γραμματικής της κάθε γλώσσας. Στην παρούσα διατριβή έχει υλοποιηθεί υποσύστημα εξαγωγής ριζών της αγγλικής γλώσσας. Παρόλα αυτά το σύστημα λειτουργεί και παράγει θησαυρούς λέξεων κλειδιών σε κάθε γλώσσα του λατινικού αλφάβητου αλλά οι θησαυροί λέξεων κλειδιών της αγγλικής γλώσσας είναι πιο ποιοτικοί από αυτούς άλλων γλωσσών.

Ένας χρήστης που επιθυμεί να κατασκευάσει ένα θησαυρό λέξεων κλειδιών σε μια γλώσσα για ένα συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο πρέπει να πραγματοποιήσει δύο υποχρεωτικά βήματα και ένα προαιρετικό πριν θέσει σε λειτουργία το σύστημα. Στην συνέχεια το σύστημα με αυτόματο τρόπο θα παράξει έναν θησαυρό λέξεων κλειδιών στην γλώσσα που ο χρήστης έχει καθορίσει.

Ο χρήστης πρέπει να συγκεντρώσει τα κείμενα του γνωστικού αντικειμένου που επιθυμεί. Είναι προφανές ότι τα κείμενα πρέπει να βρίσκονται στην γλώσσα (λατινικού αλφαβήτου) που επιθυμεί να κατασκευαστεί ο θησαυρός. Στην

συνέχεια εισάγει τα κείμενα αυτά σε ένα προκαθορισμένο πίνακα της βάσης δεδομένων. Ο χρήστης αποφασίζει ποιες είναι οι πολύ κοινές λέξεις οι οποίες παρουσιάζονται στην γλώσσα (λατινικού αλφαβήτου) που θα κατασκευαστεί ο θησαυρός. Η επιλογή των λέξεων μπορεί να γίνει είτε από τον ίδιο σε περίπτωση που είναι γνώστης της συγκεκριμένης γλώσσας, είτε με την χρήση κάποιων βοηθημάτων για την συγκεκριμένη γλώσσα (λατινικού αλφαβήτου). Ένας άλλος τρόπος είναι η στατιστική ανάλυση των κειμένων και η εξαγωγή των πιο κοινών λέξεων. Στο σύστημα που περιγράφεται σε αυτή την διατριβή έχει υιοθετηθεί η πρώτη προσέγγιση. Στην συνέχεια ο χρήστης εισάγει τις λέξεις αυτές σε ένα προκαθορισμένο πίνακα στην βάση δεδομένων ο οποίος χρησιμοποιείται από το υποσύστημα απαλοιφής κοινών λέξεων.

Αν ο χρήστης επιθυμεί - αυτό είναι το προαιρετικό βήμα που προαναφέρθηκε - μπορεί να κατασκευάσει μια συλλογή συνωνύμων. Η επιλογή των λέξεων μπορεί να γίνει είτε από τον ίδιο σε περίπτωση που είναι γνώστης της συγκεκριμένης γλώσσας, είτε με την χρήση κάποιων βοηθημάτων για την συγκεκριμένη γλώσσα (λατινικού αλφαβήτου). Στην συνέχεια τα συνώνυμα αυτά εισάγονται πάλι σε ένα προκαθορισμένο πίνακα στην βάση δεδομένων. Ο πίνακας αυτός χρησιμοποιείται από το υποσύστημα ιεραρχικής οργάνωσης, που περιγράφεται παρακάτω.

Εφόσον πραγματοποιηθούν τα παραπάνω βήματα το σύστημα δέχεται σαν είσοδο την βάση δεδομένων που έχει ενημερώσει ο χρήστης. Η διαδικασία κατασκευής θησαυρών είναι οργανωμένη σε βήματα απόλυτα διαχωρισμένα μεταξύ τους, συνεπώς ο χρήστης μπορεί να παρακάμψει το βήμα εξαγωγής των ριζών των λέξεων, εφόσον για την γλώσσα (λατινικού αλφαβήτου) στην οποία θα δημιουργηθεί ο θησαυρός δεν υπάρχει η αυτοματοποιημένη διαδικασία εξαγωγής ριζών. Το σύστημα λειτουργεί εξίσου καλά αλλά όπως είναι προφανές λιγότερο καλά από προηγουμένως (κατά την κατασκευή θησαυρών αγγλικής

γλώσσας). Βέβαια το υποσύστημα εξαγωγής ριζών λέξεων κλειδιών είναι εντελώς διαχωρισμένο από το συνολικό σύστημα και μια ενδεχόμενη υλοποίηση αυτοματοποιημένου τρόπου ριζών λέξεων μπορεί άμεσα να ενσωματωθεί χωρίς καμία απολύτως αλλαγή του συστήματος.

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, σαν παράδειγμα χρήσης του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών, δημιουργήθηκε ένας θησαυρός λέξεων κλειδιών που προέρχονταν από κείμενα προσανατολισμένα σε τουριστικά και πολιτισμικά γνωστικά αντικείμενα στην αγγλική γλώσσα.

Επανερχόμενοι στο Σχήμα 31 θα περιγράψουμε τα πέντε στάδια της διαδικασίας κατασκευής του θησαυρού.

5.1.1 Απαλοιφή κοινών λέξεων

Στο στάδιο αυτό το σύστημα απαλείφει από τα κείμενα που πρόκειται να επεξεργαστούν κοινές λέξεις της αντίστοιχης γλώσσας στην οποία βρίσκονται τα κείμενα. Οι κοινές αυτές λέξεις συνήθως καταλαμβάνουν ένα 20%-30% του συνολικού ποσοστού λέξεων σε ένα κείμενο (το ποσοστό έχει υπολογισθεί για την αγγλική γλώσσα) και η απαλοιφή τους επιταχύνει εντυπωσιακά την διαδικασία επεξεργασίας και εξοικονομεί αρκετό χώρο χωρίς από την άλλη να δημιουργεί προβλήματα στην ποιότητα των αποτελεσμάτων. Μια συλλογή τέτοιων λέξεων που απαλείφεται κατά την διάρκεια της επεξεργασίας καλείται stoplist ή negative dictionary.

5.1.2 Επιλογή όρων από τα κείμενα της βάσης δεδομένων

Στο υποσύστημα αυτό τα κείμενα της βάσης δεδομένων, αφού έχουν απαλειφθεί οι κοινές λέξεις από το προηγούμενο βήμα επεξεργάζονται και δημιουργείται μια συλλογή λέξεων. Για την κάθε λέξη υπολογίζεται ένα βάρος έχοντας κατά νου ότι οι «καλύτεροι» όροι είναι αυτοί που παρουσιάζονται συχνά σε ένα από τα κείμενα της βάσης δεδομένων από τα οποία προκύπτει ο

θησαυρός των λέξεων κλειδιών, και σπάνια στα υπόλοιπα κείμενα. Για τον υπολογισμό αυτού του βάρους χρησιμοποιείται η παρακάτω σχέση:

$$w_{ij} = tf_{ij} \log \frac{N}{df_j}$$

Εξίσωση 12 Σχέση υπολογισμού βαρών για κάθε όρο.

Όπου

w_{ij}	Βάρος του όρου T_j στο D_i κείμενο της βάσης δεδομένων
tf_{ij}	Συχνότητα εμφάνισης του όρου T_j στο κείμενο D_i της βάσης δεδομένων
df_j	Συχνότητα του κειμένου βάσης δεδομένων, δηλαδή ο αριθμός των κειμένων από την βάση δεδομένων στα οποία εμφανίζεται ο όρος T_j
N	Ο αριθμός κειμένων που περιέχονται στην βάση δεδομένων.

Με αυτό τον τρόπο ο κάθε όρος που έχει συμπεριληφθεί έχει συσχετισθεί με κάποιο βάρος για κάθε κείμενο της βάσης δεδομένων που περιέχεται.

5.1.3 Εξαγωγή ριζών των όρων που έχουν επιλεγεί.

Στο υποσύστημα αυτό οι όροι που έχουν επιλεγεί από το προηγούμενο βήμα επεξεργάζονται με σκοπό την εξαγωγή των ριζών τους. Ο λόγος που υπόκεινται οι όροι σε αυτή την επεξεργασία είναι ότι κατά κανόνα μια ρίζα λέξης αντιστοιχίζεται με πολλούς όρους του λεξιλογίου, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο αριθμός των όρων που συμπεριλαμβάνονται στο λεξιλόγιο. Τελικά αυτό το οποίο αποτελεί το λεξιλόγιο από το οποίο θα παραχθεί ο θησαυρός αποτελείται από τις ρίζες των λέξεων. Οι ρίζες αυτές επεξεργάζονται από το επόμενο βήμα και τελικά παράγεται το λεξιλόγιο. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι το υποσύστημα αποθηκεύει την σχέση ρίζας - όρου για κάθε όρο διότι αυτό που πρέπει να παρουσιάζει ο θησαυρός δεν είναι οι ρίζες αλλά οι λέξεις. Επίσης το ότι το σύστημα προσανατολίζεται στην κατασκευή θησαυρών λέξεων κλειδιών πολλαπλών γλωσσών, παρακάμπτοντας το βήμα της εξαγωγής των ριζών των

όρων σε περίπτωση που δεν είναι υπάρχει η δυνατότητα για κάποια γλώσσα, καθιστά υποχρεωτική την μη χρησιμοποίηση ριζών για την κατασκευή του θησαυρού και κατά συνέπεια η αποθήκευση της αντιστοίχησης ριζών και λέξεων κλειδιών είναι υποχρεωτική.

5.1.4 Δημιουργία λεξιλογίου.

Στο υποσύστημα αυτό επεξεργάζονται οι ρίζες των όρων που έχουν παραχθεί από το προηγούμενο βήμα με σκοπό την επιλογή των πιο σημαντικών ριζών λέξεων κλειδιών και την μείωση των όρων που τελικά θα συμπεριληφθούν στο τελικό λεξιλόγιο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον υπολογισμό μιας τιμής διακριτικότητας (Discrimination Value) για κάθε όρο η οποία καθορίζει τον βαθμό κατά τον οποίο ένας όρος χαρακτηρίζει ένα κείμενο της βάσης δεδομένων σε σχέση με το σύνολο αυτών. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή αυτή τόσο πιο «καλός» θεωρείται ο όρος αυτός κατά την διαδικασία της ιεραρχικής οργάνωσης των όρων του λεξιλογίου. Το υποσύστημα υπολογίζει την μέση ομοιότητα μεταξύ των όρων στο σύνολο των κειμένων της βάσης δεδομένων. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση ομοιότητας. Στο σύστημα η συνάρτηση η οποία χρησιμοποιείται είναι το συνημίτονο όπως περιγράφεται στην Εξίσωση 13

$$sim(X,Y) = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N} x_i^2 \sum_{i=1}^{N} y_i^2}}$$

Εξίσωση 13 Συνάρτηση ομοιότητας συνημίτονο μεταξύ των όρων X, Y

Η τιμή διακριτικότητας για κάθε όρο υπολογίζεται ως εξής

$$dv_i = Q - Q_i$$

Εξίσωση 14 Υπολογισμός τιμής διακριτικότητας.

Όπου i είναι ο αύξοντας αριθμός του όρου για τον οποίο υπολογίζεται η τιμή διακριτότητας.

Η τιμή διακριτικότητας dv ενός όρου υπολογίζεται σαν η διαφορά ανάμεσα στην πυκνότητα χώρου (space density) Q με και χωρίς την ύπαρξη του όρου στην συλλογή των κειμένων της βάσης. Θεωρούμε την ομοιότητα ανάμεσα στα κείμενα της βάσης δεδομένων σαν μια προβολή σε ένα δυσδιάστατο χώρο στον οποίο όταν τα κείμενα είναι όμοια μεταξύ τους βρίσκονται κοντά μεταξύ τους και κατά αυτό τον τρόπο αυξάνει η πυκνότητα του χώρου. Επίσης υποθέτουμε ένα ιδεατό κείμενο C το οποίο και καλείται κεντροειδής (centroid) και ορίζεται σαν η μέση τιμή κάθε όρου στην συλλογή των κειμένων της βάσης δεδομένων και υπολογίζεται από την Εξίσωση 15

$$c_i = \sum_{k=1}^{N} d_{ki}$$

Εξίσωση 15 Το κεντροειδές κείμενο της βάσης δεδομένων.

όπου

c_i Το κεντροειδής διάνυσμα για τον όρο i

d_{ki} Η συχνότητα εμφάνισης του όρου i στο κείμενο k της βάσης δεδομένων.

Έχοντας υπολογίσει το κεντροειδές κείμενο της βάσης η πυκνότητα του χώρου υπολογίζεται από την Εξίσωση 16

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} sim(C, D_k)$$

Εξίσωση 16 Συνάρτηση υπολογισμού της πυκνότητας χώρου (space density)

όπου sim είναι η συνάρτηση ομοιότητας που περιγράφεται στην Εξίσωση 13. Οι όροι των οποίων η τιμή διακριτικότητας είναι αρνητικοί απορρίπτονται από το λεξιλόγιο των όρων, ενώ αποδεκτοί θεωρούνται μόνο αυτοί με θετική τιμή διακριτικότητας.

Τέλος εφόσον έχουν επιλεγεί οι ρίζες των όρων που τελικά θα αποτελέσουν το λεξιλόγιο τότε από την αντιστοίχηση των ριζών με τους αρχικούς όρους κατασκευάζουμε το λεξιλόγιο λέξεων κλειδιών που τελικά θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του θησαυρού. Το λεξιλόγιο αυτό θα επεξεργαστεί στην συνέχεια από το υποσύστημα ιεραρχικής οργάνωσης και τελικά θα προκύψει ο θησαυρός.

5.1.5 Ιεραρχική οργάνωση των όρων που αποτελούν το λεξιλόγιο.

Το υποσύστημα αυτό αποτελεί το τμήμα του συστήματος το οποίο εξάγει τις σχέσεις ιεραρχίας μεταξύ των όρων του λεξιλογίου. Όπως έχει προαναφερθεί οι σχέσεις μεταξύ των όρων μπορεί να είναι πολύπλοκες, αλλά αυτό κυρίως συμβαίνει σε θησαυρούς οι οποίοι κατασκευάζονται χειρονακτικά. Στην περίπτωση του συστήματος της διατριβής αυτής έχει επιλεγεί να κατασκευαστούν συσχετίσεις ιεραρχικής μορφής μεταξύ των όρων του λεξιλογίου.

Έχοντας υπολογίσει τον βαθμό ομοιότητας μεταξύ των όρων θα προχωρήσουμε στην επεξεργασία αυτών για να κατασκευάσουμε την ιεραρχική δομή του θησαυρού των λέξεων κλειδιών. Μια λύση για να επιτευχθεί αυτό είναι να χρησιμοποιηθεί ένας αλγόριθμος ομαδοποίησης (clustering). Ένας τέτοιος αλγόριθμος χρησιμοποιεί τους βαθμούς ομοιότητας μεταξύ των αντικειμένων μιας συλλογής. Διαχωρίζει τα αντικείμενα σε ομάδες, αξιοποιώντας τις τιμές αυτές, κατά τέτοιο τρόπο που τα αντικείμενα που ανήκουν στην ίδια ομάδα να είναι «περισσότερο» όμοια από αντικείμενα που βρίσκονται σε διαφορετικές

ομάδες. Υπάρχουν βεβαίως και αλγόριθμοι ομαδοποίησης οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να παράξουν ιεραρχίες μεταξύ των αντικειμένων. Οι αλγόριθμοι αυτοί χαρακτηρίζονται σαν Hierarchical Agglomerative Clustering Methods (HACM) και κυρίως χρησιμοποιούνται σε συστήματα ανάκτησης πληροφορίας. Οι πιο γνωστοί από τους αλγόριθμους αυτούς είναι οι single link, complete link, group average link και η μέθοδος Ward's . Ένας από τους παραπάνω αλγορίθμους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή της ιεραρχίας μεταξύ των όρων αλλά θα πρέπει να γίνει προσεκτική μελέτη των χαρακτηριστικών των παραπάνω αλγορίθμων ώστε να γίνει η επιλογή του καταλληλότερου.

Στην διατριβή αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε κάποιος από τους παραπάνω αλγορίθμους διότι οι αλγόριθμοι αυτοί δεν έχουν σχεδιαστεί για την κατασκευή ιεραρχιών μεταξύ όρων κάποιου λεξιλογίου αλλά για άλλους τομείς της επιστήμης των υπολογιστών. Αντίθετα η διατριβή προτείνει μια εναλλακτική μορφή ενός αλγορίθμου που είναι γνωστός σαν αλγόριθμος των Rada&Forsyth[57] και είναι πολύ πιο απλός από τους παραπάνω αλγορίθμους ομαδοποίησης. Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιεί τις παρακάτω υποθέσεις.

- Οι λέξεις οι οποίες έχουν μεγάλη συχνότητα εμφάνισης έχουν γενικότερη σημασία ενώ αντίθετα οι λέξεις με χαμηλές συχνότητες εμφάνισης έχουν στενότερη σημασία.

- Αν οι συναρτήσεις πυκνότητας δύο όρων έχουν το ίδιο «σχήμα» τότε αυτοί οι όροι έχουν παρόμοια σημασία. Δηλαδή αν οι συχνότητες εμφάνισης των δύο όρων παρουσιάζουν ομοιότητα τότε θεωρείται ότι οι όροι έχουν παρόμοια σημασία.

- Τέλος από δύο όρους με παρόμοια σημασία, ο όρος με την υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης γίνεται ο πατέρας όρος στην ιεραρχία, ενώ ο όρος με την χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης γίνεται παιδί του πρώτου.

Το πρόβλημα που παρουσιάζει ο αλγόριθμος αυτός βρίσκεται στα αποτελέσματα που προκύπτουν κατά την κατασκευή της ιεραρχίας. Είναι προφανές ότι το πρόβλημα εντοπίζεται στον τρόπο με τον οποίο αποφασίζεται η συνάφεια δύο όρων. Για να αποφασιστεί πόσο συναφείς είναι δύο όροι χρησιμοποιείται η συνάρτηση ομοιότητας του συνημίτονου και σε αυτή την περίπτωση. Η συνάρτηση ομοιότητας δέχεται σαν είσοδο τον αριθμό των εμφανίσεων των δύο όρων και τον αριθμό των κοινών εμφανίσεων και στην συνέχεια υπολογίζεται μια τιμή συνάφειας. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι η τιμή αυτή ενδεχομένως να μην είναι ενδεικτική της ομοιότητας των δύο όρων. Για την βελτίωση της απόδοσης του αλγορίθμου η συνάφεια των δύο όρων καθορίζεται σε δύο βήματα. Αρχικά ελέγχεται αν οι δύο υπό επεξεργασία όροι εμφανίζονται σε ένα πίνακα συνωνύμων της βάσης δεδομένων ο οποίος έχει κατασκευαστεί χειρωνακτικά. Ο πίνακας αυτός περιέχει σχέσεις συνάφειας μεταξύ των όρων που έχουν συμπεριληφθεί στο λεξιλόγιο. Σε περίπτωση που οι όροι εμφανίζουν συνωνυμία στον πίνακα τότε θεωρούνται συναφείς και δεν προχωράμε στον υπολογισμό της συνάφειας τους από την πυκνότητα των εμφανίσεων τους. Αν δεν εξακριβωθεί συνωνυμία από τον πίνακα τότε η συνάφεια υπολογίζεται κατευθείαν από την συνάρτηση ομοιότητας.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει τέτοιος πίνακας στην βάση το σύστημα συνεχίζει να λειτουργεί αλλά με χαμηλότερης ποιότητας αποτελέσματα καθώς η συνωνυμία των όρων αποφασίζεται από το σύστημα με την συνάρτηση ομοιότητας. Κατά αυτόν τον τρόπο το σύστημα εξυπηρετεί και την λειτουργικότητα κατασκευής θησαυρών πολλαπλών γλωσσών καθώς

ενδεχομένως να μην υπάρχει η δυνατότητα από το χρήστη της ενημέρωσης του πίνακα συνωνύμων της βάσης δεδομένων.

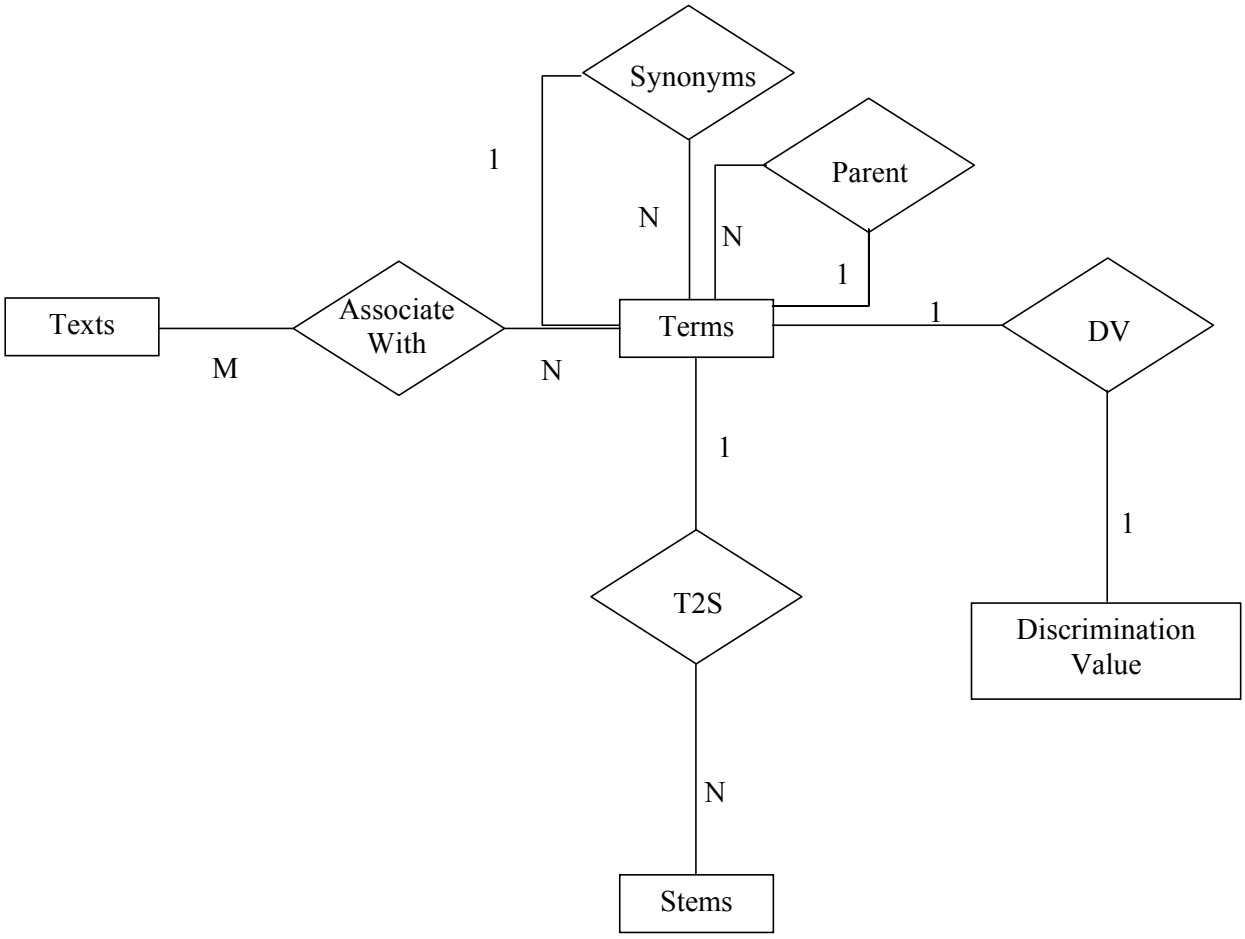
Το υποσύστημα τέλος ενημερώνει ένα πίνακα της βάσης δεδομένων ο οποίος αποθηκεύει την ιεραρχία μεταξύ των όρων του λεξιλογίου των λέξεων κλειδιών. Ο πίνακας αυτός σε συνδυασμό με τον πίνακα που αποθηκεύονται οι συνώνυμοι όροι του λεξιλογίου αποτελούν τον θησαυρό λέξεων κλειδιών, και είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται τελικά από το σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων των συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Το πλεονέκτημα της αποθήκευσης του θησαυρού λέξεων κλειδιών σε βάση δεδομένων, σε αντίθεση με άλλους διαθέσιμους θησαυρούς των οποίων η δομή αποθήκευσης είναι απόλυτα κλειστή και η χρησιμοποίηση του θησαυρού γίνεται μέσα από συγκεκριμένο περιβάλλον, είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης από οποιαδήποτε εφαρμογή σε οποιοδήποτε περιβάλλον και σε οποιαδήποτε πλατφόρμα υπολογιστικού συστήματος.

5.2 Το μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Όπως έχει αναφερθεί εκτενώς στις προηγούμενες ενότητες βασική οντότητα του συστήματος κατασκευής θησαυρών είναι η βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται τα κείμενα από τα οποία προκύπτουν οι θησαυροί αλλά και ο θησαυρός λέξεων κλειδιών. Σε αυτή την ενότητα θα περιγραφεί το εννοιολογικό αλλά και το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων.

5.2.1 Το εννοιολογικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστεί το E-R εννοιολογικό μοντέλο της βάσης δεδομένων χρησιμοποιώντας το E-R διάγραμμα αυτού.



Σχήμα 32 Το E-R διάγραμμα της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Στο Σχήμα 32 παρουσιάζεται το διάγραμμα οντοτήτων σχέσεων της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. Παρουσιάζονται οι τύποι οντοτήτων καθώς και οι τύποι σχέσεων μεταξύ αυτών. Παρακάτω ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή αυτών.

Τύπος Οντότητας	Περιγραφή.
Texts (Κείμενα)	Μοντελοποιεί τα κείμενα της βάσης δεδομένων. Πρόκειται για την συλλογή των κειμένων τα οποία επεξεργάζονται από το σύστημα και προκύπτει ο

θησαυρός λέξεων κλειδιών. Αποτελούν απαραίτητο τμήμα του συστήματος καθώς χωρίς αυτά δεν μπορεί να λειτουργήσει το σύστημα. Όσο περισσότερα κείμενα είναι διαθέσιμα τόσο καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν.

Terms (Όροι) Μοντελοποιεί τους όρους που έχουν προκύψει από την επεξεργασία των κειμένων και αποτελέσουν την βάση της όλης διαδικασίας μέχρι την κατασκευή του τελικού λεξιλογίου. Σε αυτό τον πίνακα αποθηκεύονται και οι ιεραρχικές συσχετίσεις μεταξύ των όρων.

Stems (Ρίζες) Μοντελοποιεί τις ρίζες των όρων που έχουν προκύψει από την επεξεργασία των κειμένων. Οι ρίζες αυτές προκύπτουν κατόπιν επεξεργασίας των όρων από το υποσύστημα εξαγωγής ριζών. Ο σκοπός της παρουσίας αυτού του τύπου οντότητας είναι ότι πρέπει να αποθηκευτούν οι σχέσεις μεταξύ των ριζών και των όρων από τους οποίους έχουν προέρθει ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί το λεξιλόγιο του θησαυρού τελικά με ολόκληρες τις λέξεις

	και όχι με τις ρίζες αυτών.
Discrimination Values of Terms (Τιμές Διακριτικότητας των Όρων)	Αυτός ο τύπος οντότητας μοντελοποιεί τις τιμές διακριτικότητας των όρων που έχουν προκύψει από την επεξεργασία των όρων. Χρησιμοποιείται κατά την επεξεργασία των όρων που έχουν προκύψει από την επεξεργασία των κειμένων και την απαλοιφή των κοινών λέξεων, για την απάλειψη των όρων με χαμηλό βαθμό διακριτικότητας. Από αυτόν τον τύπο οντότητας σε συνδυασμό με τον τύπο οντότητας Terms προκύπτει τελικά το λεξιλόγιο του θησαυρού λέξεων κλειδιών.
Τύπος Σχέσης	Περιγραφή.
DV (Discrimination Value, Τιμή Διακριτικότητας)	Αυτός ο τύπος σχέσης συσχετίζει τον κάθε όρο με μια τιμή διακριτικότητας που έχει προκύψει κατά την επεξεργασία των όρων. Πρόκειται για σχέση 1-1 διότι ο κάθε όρος συσχετίζεται με μια τιμή διακριτικότητας.
T2S (Terms 2 Stems)	Αυτός ο τύπος σχέσης συσχετίζει τις ρίζες των όρων με τους όρους. Ο τύπος σχέσης απαιτείται διότι η επεξεργασία για την κατασκευή του λεξιλογίου γίνεται χρησιμοποιώντας τις ρίζες των όρων

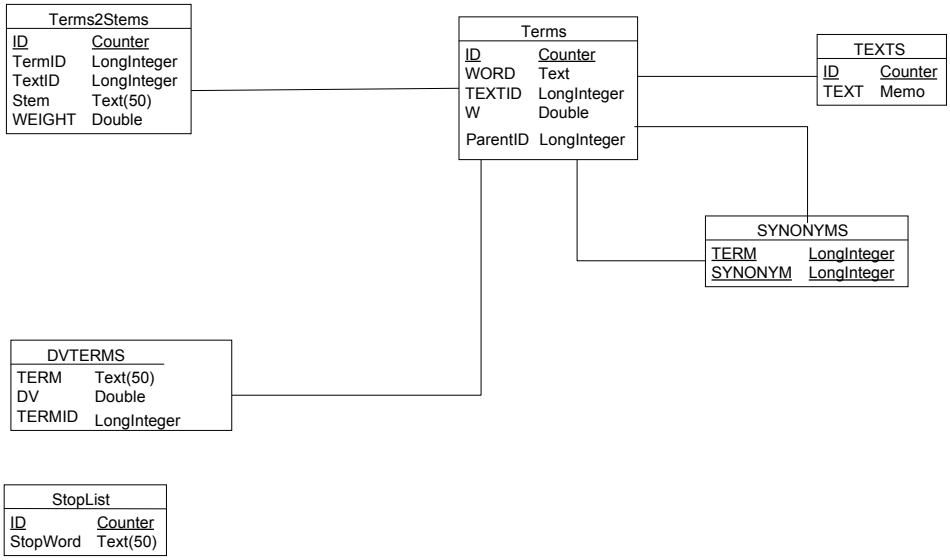
αλλά το τελικό λεξιλόγιο του θησαυρού δεν είναι δυνατό να αποτελείται από ρίζες αλλά από τους όρους από τους οποίους προήλθαν. Πρόκειται για τύπο σχέσης 1-N διότι η κάθε ρίζα μπορεί να είναι συσχετισμένη με περισσότερους από έναν όρο.

Synonyms (Συνώνυμα) Ο τύπος σχέσης μοντελοποιεί την σχέση συνωνυμίας μεταξύ των όρων του λεξιλογίου του θησαυρού. Είναι τύπος σχέσης 1-N διότι ο κάθε όρος είναι δυνατό να έχει περισσότερα από ένα συνώνυμα.

Associate With (Συσχέτιση με) Αυτός ο τύπος σχέσης καθορίζει την προέλευση του κάθε όρου σε σχέση με τα κείμενα της βάσης δεδομένων του συστήματος στα οποία έχει εντοπιστεί. Πρόκειται για σχέση N-M διότι ο κάθε όρος μπορεί να εμφανίζεται σε παραπάνω από ένα κείμενα αλλά και το κάθε κείμενο περιέχει πολλούς όρους.

5.2.2 Το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Στην υποενότητα αυτή θα παρουσιαστεί το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.



Σχήμα 33 Το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών

Στο Σχήμα 33 παρουσιάζεται το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. Παρακάτω ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των πινάκων του μοντέλου.

Πίνακας	Περιγραφή.
Texts.	Είναι ο πίνακας στον οποίο αποθηκεύονται τα κείμενα της βάσης δεδομένων τα οποία θα αποτελέσουν την πηγή από την οποία το σύστημα παράξει το θησαυρό λέξεων κλειδιών. Τον πίνακα αυτό πρέπει να ενημερώνει ο χρήστης σε κάθε περίπτωση που επιθυμεί να κατασκευάσει τον θησαυρό από την αρχή ή να τον ενημερώσει. Τα κείμενα είναι στην γλώσσα στην οποία επιθυμεί να

		κατασκευαστεί ο θησαυρός.
Attribute Name	Type	Description
#ID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα αυτού.
Text	Memo	Αναπαριστά το εκάστοτε κείμενο το οποίο αποθηκεύεται στην βάση δεδομένων.

Πίνακας		Περιγραφή.
Terms		Είναι ο πίνακας στον οποίο αποθηκεύονται οι όροι που προέκυψαν από την επεξεργασία των κειμένων, κατόπιν της απαλοιφής των κοινών λέξεων. Αποθηκεύει μαζί με την κάθε λέξη το αναγνωριστικό του κειμένου στο οποίο εντοπίστηκε, καθώς και την συχνότητα εμφάνισης του.
Attribute Name	Type	Description
#ID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα αυτού.
TEXTID	Long Integer	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Texts. Αναπαριστά το αναγνωριστικό του κειμένου στο οποίο εντοπίστηκε η λέξη

PARENTID	LongInteger	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Terms. Υλοποιεί την ιεραρχία μεταξύ των όρων.
WORD	Text(60)	Η λέξη

Πίνακας	Περιγραφή.
Stems2Terms	Είναι ο πίνακας στον οποίο αποθηκεύονται οι ρίζες για κάθε όρο που έχει προκύψει από την επεξεργασία των κειμένων και έχει αποθηκευτεί στον πίνακα Terms. Επίσης αποθηκεύεται η συσχέτιση της κάθε ρίζας με τον όρο από τον οποίο προήλθε, μαζί με την συχνότητα εμφάνισης της κάθε ρίζας.

Attribute Name	Type	Description
#ID	Counter	Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα αυτού.
TEXTID	Long Integer	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Texts. Αναπαριστά το αναγνωριστικό του κειμένου στο οποίο εντοπίστηκε η λέξη
TERMID	Long Integer	Εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Terms. Αναπαριστά το αναγνωριστικό του όρου από τον οποίο προήλθε η ρίζα.

WEIGHT		Η συχνότητα εμφάνισης της κάθε ρίζας λέξης που αποθηκεύεται στον πίνακα.
STEM	Text(60)	Η ρίζα της λέξης

Πίνακας	Περιγραφή.
DVTerms	Πρόκειται για τον πίνακα στον οποίο αποθηκεύεται η τιμή διακριτικότητας για κάθε όρο που υπάρχει στον πίνακα Terms.

Attribute Name	Type	Description
TERMID	Long Integer	Αποτελεί εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Terms και ουσιαστικά αναπαριστά τον όρο με τον οποίο αντιστοιχίζεται η τιμή διακριτικότητας.
TERM	Text(60)	Είναι η όρος στον οποίο αντιστοιχίζεται η τιμή διακριτικότητας.
DV	Double	Η τιμή διακριτικότητας για τον κάθε όρο.

Πίνακας	Περιγραφή.
Synonyms	Είναι ο πίνακας στον οποίο αποθηκεύεται η σχέση συνάφειας μεταξύ

		αποθηκεύεται η σχέση συνάφειας μεταξύ τον όρων που βρίσκονται τελικά στον πίνακα Terms. Περιέχει δύο εξωτερικά κλειδιά στον πίνακα Terms.
Attribute Name	Type	Description
TERM	Long Integer	Είναι εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Terms και αναπαριστά τον όρο του οποίου ο συνώνυμος όρος αποθηκεύεται στο attribute parent.
SYNONYM	Long Integer	Είναι εξωτερικό κλειδί στον πίνακα Terms και αναπαριστά το συνώνυμο όρο.

Πίνακας	Περιγραφή.
StopList	Είναι ο πίνακας στον οποίο αποθηκεύονται οι κοινές λέξεις οι οποίες απαλείφονται από τον διαδικασία επιλογής των όρων. Ο πίνακας αυτός πρέπει να ενημερώνεται από τον χρήστη σε κάθε περίπτωση που επιλέγεται να κατασκευαστεί ένας θησαυρός σε μια γλώσσα με τις κοινές λέξεις για την γλώσσα αυτή.

Attribute Name	Type	Description

#ID	Counter	Είναι το πρωτεύον κλειδί του πίνακα.
STOPWORD	Text(60)	Είναι η λέξη η οποία εξαιρείται κατά την διάρκεια της επεξεργασίας των κειμένων της βάσης δεδομένων.

5.3 Υλοποίηση του υποσυστήματος εξαγωγής κοινών λέξεων.

Το υποσύστημα αυτό όπως και αυτά που θα περιγραφούν στις δύο επόμενες ενότητες έχει κατασκευαστεί κατά τέτοιο τρόπο που να είναι χρησιμοποιήσιμο σε οποιοδήποτε περιβάλλον εργασίας σε πλατφόρμα προσωπικού υπολογιστή. Για το λόγο αυτό η υλοποίηση του έγινε χρησιμοποιώντας C++ και το υποσύστημα βρίσκεται σε μορφή δυναμικά διασυνδεόμενης βιβλιοθήκης ώστε να μπορεί ενσωματωθεί εύκολα σε οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή.

Το υποσύστημα περιλαμβάνει μια κλάση η οποία ουσιαστικά διεκπεραιώνει την όλη διαδικασία απαλοιφής των κοινών λέξεων και ονομάζεται Cleaner. Η κλάση αυτή υλοποιεί ένα δυναμικό λεξικογραφικό αναλυτή με συγκεκριμένη λειτουργία της οποίας ο σκοπός είναι η επεξεργασία ενός κειμένου και ο «καθαρισμός» του από μια συλλογή λέξεων. Σε αυτή είναι ενσωματωμένος ένας λεξικογραφικός αναλυτής και ένα Patricia trie. Ο λεξικογραφικός αναλυτής είναι απαραίτητος διότι επιθυμούμε να έχουμε μια δυναμική και συνεχώς μεταβαλλόμενη συλλογή λέξεων που θέλουμε να απαλείψουμε σε κάθε περίπτωση και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατό να υπάρχει από την αρχή κατασκευασμένος.

Ο λεξικογραφικός αναλυτής αναγνωρίζει τις λέξεις που βρίσκονται στο υπό επεξεργασία κείμενο και κάθε φορά που εντοπίζεται μια λέξη διεξάγεται μια αναζήτηση στο trie και σε περίπτωση που εντοπιστεί η λέξη εκεί τότε αφαιρείται από το κείμενο.

Στο Patricia trie το οποίο κατασκευάζεται δυναμικά αποθηκεύονται οι κοινές λέξεις τις οποίες επιθυμούμε να απαλείψουμε. Το trie κατασκευάζεται στην αρχή της δημιουργίας του δυναμικού λεξικογραφικού αναλυτή και αποθηκεύονται σε αυτό όλες οι λέξεις που επιθυμούμε να απαλείφουν από το εισερχόμενο κείμενο. Στην περίπτωση του συστήματος της διατριβής η συλλογή αυτή των κοινών λέξεων βρίσκεται στον πίνακα StopList της βάσης δεδομένων. Στην γενική περίπτωση όμως η συλλογή λέξεων μπορεί να βρίσκεται σε αρχείο ή οπουδήποτε αλλού. Η επιλογή της χρησιμοποίησης ενός trie έγινε διότι η επιθυμία ήταν το σύστημα να είναι χρησιμοποιήσιμο σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ανάπτυξης, ακόμα και σε εφαρμογές διαδικτύου και κατά συνέπεια η απόδοση είναι ζήτημα κεφαλαιώδους σημασίας. Επίσης λαμβάνοντας υπόψη ότι είναι άγνωστος ο αριθμός των κοινών λέξεων αλλά και των κειμένων που θα επεξεργαστούν η διαδικασία απαλοιφής θα μπορούσε σε κάθε περίπτωση να είναι χρονοβόρα, και η χρήση ενός trie επιταχύνει την αναζήτηση και κατά συνέπεια και την διαδικασία απαλοιφής.

Στο τέλος της επεξεργασίας του κειμένου το κείμενο επιστρέφεται «καθαρισμένο» από τις κοινές λέξεις που ενδεχομένως αρχικά περιείχε. Η δυναμικά διασυνδεόμενη βιβλιοθήκη παρέχει τρεις συναρτήσεις οι οποίες περιγράφονται παρακάτω.

Όνομα συνάρτησης	Παράμετροι εισόδου / εξόδου	Περιγραφή
InitStopper	Είσοδος : Καμία παράμετρος Έξοδος: Δείκτης στο	Η συνάρτηση αρχικοποιεί τον Cleaner και επιστρέφει ένα δείκτη στο

	στιγμιότυπο της κλάσης Cleaner	ένα δείκτη στο στιγμιότυπο της κλάσης Cleaner που έχει δημιουργηθεί
ClearText	Είσοδος : Δείκτη στο στιγμιότυπο της κλάσης Cleaner, και το κείμενο το οποίο επιθυμούμε να «καθαριστεί» από τις κοινές λέξεις. Έξοδος : Κείμενο χωρίς τις κοινές λέξεις.	Η συνάρτηση πραγματοποιεί την απαλοιφή των κοινών λέξεων. Δέχεται σαν είσοδο το κείμενο από το οποίο επιθυμούμε να εξαφανίσουμε τις τυχόν κοινές λέξεις και επιστρέφει το κείμενο καθαρισμένο.
AddWord	Είσοδος : Δείκτη στο στιγμιότυπο της κλάσης Cleaner, και την λέξη που θα απαλειφθεί από το κείμενο. Έξοδος : Καμιά έξοδος.	Η συνάρτηση εισάγει τις κοινές λέξεις που επιθυμούμε να απαλειφθούν από το υπό επεξεργασία κείμενο στο trie.

5.4 Υλοποίηση του υποσυστήματος εξαγωγής ριζών.

Το υποσύστημα αυτό όπως και το παραπάνω έχει υλοποιηθεί με την μορφή δυναμικά διασυνδεόμενης βιβλιοθήκης για του λόγους που αναπτύχθηκαν στην

προηγούμενη ενότητα. Το υποσύστημα υλοποιεί μια κλάση Stemmer η οποία περιέχει μια μέθοδο που καλείται Stem. Η μέθοδος δέχεται σαν είσοδο την λέξη, στην αγγλική γλώσσα, της οποίας την ρίζα επιθυμούμε να εξάγουμε και επιστρέφει την ρίζα της λέξης. Η κλάση υλοποιεί τον αλγόριθμο εξαγωγής ριζών στην αγγλική γλώσσα που είναι γνωστός σαν αλγόριθμος του Porter [PORTER80].

Η δυναμικά διασυνδεόμενη βιβλιοθήκη παρέχει δύο συναρτήσεις οι οποίες περιγράφονται παρακάτω.

Όνομα συνάρτησης	Παράμετροι εισόδου / εξόδου	Περιγραφή
InitStemmer	Είσοδος : Καμία παράμετρος Έξοδος: Δείκτης στο στιγμιότυπο της κλάσης Stemmer	Η συνάρτηση αρχικοποιεί το Stemmer και επιστρέφει ένα δείκτη στο στιγμιότυπο της κλάσης Stemmer που έχει δημιουργηθεί
Stem	Είσοδος : Δείκτη στο στιγμιότυπο της κλάσης Stemmer, και την λέξη της οποίας την ρίζα επιθυμούμε να εξάγουμε. Έξοδος : Ρίζα της λέξης που δόθηκε στην είσοδο.	Η συνάρτηση πραγματοποιεί την εξαγωγή ρίζας της κάθε λέξης. Δέχεται σαν είσοδο την λέξη και επιστρέφει την ρίζα της.

5.5 Υλοποίηση του υποσυστήματος εξαγωγής ιεραρχικών σχέσεων μεταξύ των λέξεων κλειδιών.

Στο υποσύστημα αυτό το οποίο επίσης είναι υλοποιημένο με την μορφή δυναμικά διασυνδεόμενης βιβλιοθήκης υλοποιείται ο αλγόριθμος των Rada και Forsyth με την προσθήκη που προτείνεται από την διατριβή αυτή. Η διαδικασία της δημιουργίας της ιεραρχικής οργάνωσης των όρων του λεξιλογίου του θησαυρού περιγράφεται σε βήματα παρακάτω:

- Επεξεργάζονται οι όροι και εντοπίζεται το διάστημα μεταξύ της μεγαλύτερης και της μικρότερης συχνότητας εμφάνισης των όρων του λεξιλογίου.

- Εφόσον έχει καθοριστεί το εύρος των συχνοτήτων εμφάνισης, οι όροι του λεξιλογίου ομαδοποιούνται ανάλογα με την συχνότητα εμφάνισης του καθενός.

- Καθορίζονται τα επίπεδα της ιεραρχίας μεταξύ των όρων. Είναι παράμετρος που εισάγεται στο σύστημα. Στην υλοποίηση έχουν χρησιμοποιηθεί 5 επίπεδα. Στην ομάδα με την χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης ανατίθεται το επίπεδο 0 (μηδέν) , στην επόμενη 1 (ένα) κ.τ.λ

- Για κάθε όρο χ που ανήκει σε ένα επίπεδο ψ υπολογίζονται οι βαθμοί ομοιότητας μεταξύ του όρου χ και των όρων του επιπέδου ψ-1 ή συνάγεται η μεταξύ τους συνάφεια από τον πίνακα συνωνυμίας της βάσης δεδομένων. Ο όρος χ γίνεται το παιδί των ομοίων όρων του επιπέδου ψ –1. Εάν περισσότεροι από ένας όροι του επιπέδου ψ-1 παρουσιάζουν συνάφεια τότε γίνονται πατέρες του όρου χ, δηλαδή ένας όρος μπορεί να έχει παραπάνω από ένα πατέρα.

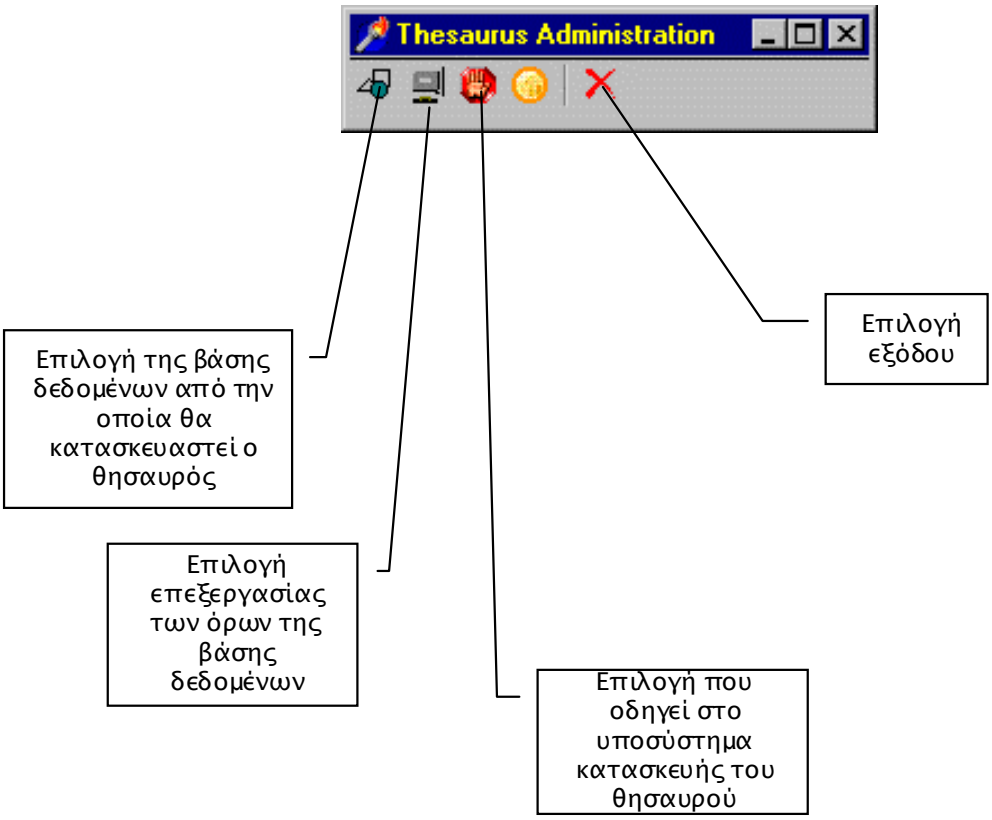
- Όταν όλοι οι όροι στο επίπεδο ψ έχουν συσχετιστεί με όρους του επιπέδου ψ-1 τότε για τους όρους του επιπέδου ψ-1 που δεν έχουν παιδιά μετέφερε τους στο επίπεδο ψ δημιουργώντας ένα πανομοιότυπο παιδί.

- Επανέλαβε τα δύο τελευταία βήματα για κάθε επίπεδο αρχίζοντας από το επίπεδο 1.

Η παραπάνω διαδικασία υλοποιείται από μια κλάση που καλείται Thesaurus. Η κλάση αυτή ενσωματώνει τις συναρτήσεις ομοιότητας μεταξύ των όρων καθώς και την συνάρτηση που εξάγει την ιεραρχία των όρων του λεξιλογίου.

5.6 Το περιβάλλον αλληλεπίδρασης του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Τα παραπάνω υποσυστήματα που περιγράφηκαν έχουν ολοκληρωθεί σε ένα σύστημα το οποίο παρέχει ένα περιβάλλον αλληλεπίδρασης με σκοπό να διευκολύνει τον χρήστη στη χρησιμοποίηση το σύστημα. Το σύστημα έχει υλοποιηθεί σε Delphi 3.0.

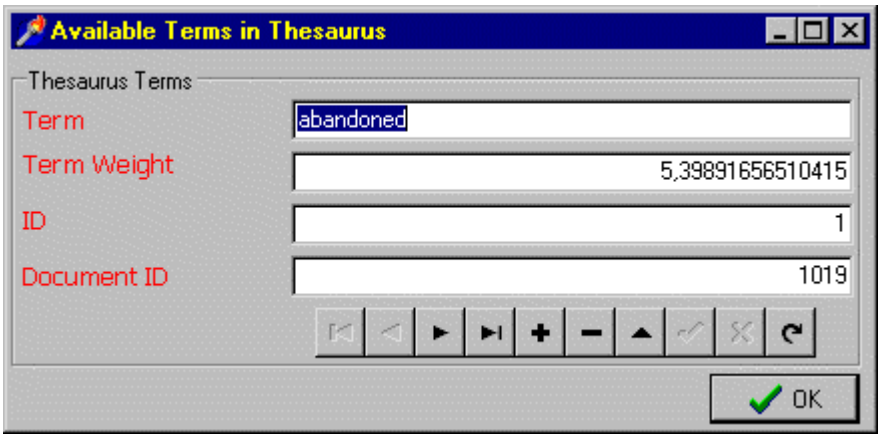


Σχήμα 34 Περιβάλλον διαχείρισης του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών.

Στο Σχήμα 34 παρουσιάζεται το περιβάλλον αλληλεπίδρασης του συστήματος διαχείρισης και κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. Οι επιλογές που εμφανίζονται στην οθόνη περιγράφονται παρακάτω.

Επιλογή βάσης δεδομένων : Ο χρήστης επιλέγει την βάση δεδομένων από την οποία θα ανακτήσει τα κείμενα και στην οποία τελικά θα αποθηκεύσει τον θησαυρό λέξεων κλειδιών. Για κάθε θησαυρό που επιθυμεί να κατασκευάσει ο χρήστης πρέπει να κατασκευάσει μια βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας το σχήμα που περιγράφηκε σε αυτό το κεφάλαιο και να την επιλέξει από αυτή την επιλογή.

Επιλογή επεξεργασίας όρων: Ο χρήστης εισάγεται σε ένα περιβάλλον που παρουσιάζεται στο Σχήμα 35 από το οποίο μπορεί να επεξεργαστεί τους όρους που έχουν προκύψει από την επεξεργασία των κειμένων της βάσης.



Σχήμα 35 Περιβάλλον επεξεργασίας των όρων του θησαυρού λέξεων κλειδιών.

Επιλογή κατασκευής του θησαυρού λέξεων κλειδιών : Η επιλογή αυτής οδηγεί το χρήστη σε ένα περιβάλλον το οποίο παρουσιάζεται στο Σχήμα 36. Από το περιβάλλον αυτό ο χρήστης ουσιαστικά δημιουργεί το θησαυρό των λέξεων κλειδιών. Οι επιλογές που παρουσιάζονται στο Σχήμα 36 από αριστερά προς τα δεξιά έχουν την εξής λειτουργικότητα, και πρέπει να εκτελούνται με αυτή την σειρά για να λειτουργήσει σωστά το σύστημα.

- Ενεργοποίηση του υποσυστήματος απαλοιφής κοινών λέξεων από τα κείμενα της βάσης δεδομένων.

- Επιλογή των όρων από τα κείμενα της βάσης δεδομένων και υπολογισμός των συχνοτήτων εμφάνισης.

- Ενεργοποίηση του υποσυστήματος εξαγωγής ριζών από τους όρους που επιλέχθηκαν στο προηγούμενο βήμα.

- Κατασκευή του λεξιλογίου λέξεων κλειδιών του θησαυρού.

- Ενεργοποίηση υποσυστήματος ιεραρχικής οργάνωσης του λεξιλογίου.

- Έξοδος από το περιβάλλον κατασκευής θησαυρών.

Σχήμα 36 Περιβάλλον κατασκευής θησαυρού λέξεων κλειδιών.

Έξοδος από το σύστημα διαχείρισης και κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών: Έξοδος από το σύστημα.

5.7 Χρήση του θησαυρού λέξεων κλειδιών στο σύστημα CAMPIELLO.

Ο θησαυρός λέξεων κλειδιών που κατασκευάστηκε με το σύστημα που περιγράφηκε χρησιμοποιήθηκε στο σύστημα CAMPIELLO για την υποστήριξη του υποσυστήματος υποβολής ενδιαφερόντων των χρηστών. Λεπτομερέστερη περιγραφή του υποσύστήματος παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α.

5.8 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε το σύστημα κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. Η διαδικασία κατασκευής θησαυρών είναι είτε χειρωνακτική είτε αυτοματοποιημένη. Στην μεν πρώτη περίπτωση το αποτέλεσμα είναι σαφώς ποιοτικά καλύτερο αλλά η διαδικασία κατασκευής είναι εξαιρετικά χρονοβόρα και πολύπλοκη καθώς απαιτείται η συμμετοχή ειδικών. Επιπλέον τυχόν προσθήκες στο θησαυρό είναι εξίσου χρονοβόρες. Στην δεύτερη περίπτωση η διαδικασία είναι σαφέστατα γρηγορότερη και ευκολότερη καθώς ο υπολογιστής αναλαμβάνει να διεκπεραιώσει την διαδικασία κατασκευής του θησαυρού αλλά το αποτέλεσμα είναι σίγουρα ποιοτικά χειρότερο. Το σύστημα που

παρουσιάστηκε σε αυτό το κεφάλαιο και αποτελεί μέρος της διατριβής αυτής είναι προσανατολισμένο στην δεύτερη μεθοδολογία. Χρησιμοποιεί σαν πηγή για την κατασκευή του θησαυρού μια βάση δεδομένων στην οποία πρέπει να είναι αποθηκευμένα τα κείμενα τα οποία θα χρησιμοποιήσει για την κατασκευή του θησαυρού.

Το σύστημα είχε στόχο την κατασκευή θησαυρών με εύκολο και γρήγορο τρόπο, οι οποίοι θα μπορούσαν σε κάθε περίπτωση να εμπλουτιστούν εύκολα αλλά και να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών. Επιπλέον βασικός στόχος είναι να μπορούν να κατασκευαστούν θησαυροί εξίσου εύκολα και γρήγορα σε οποιαδήποτε γλώσσα)λατινικού αλφάβητου) με την προϋπόθεση φυσικά ότι είναι διαθέσιμα κείμενα στην γλώσσα αλλά και στο γνωστικό αντικείμενο το οποίο επιθυμούμε να πραγματεύεται ο θησαυρός.

Το σύστημα αποτελείται από μια βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται τα κείμενα από τα οποία θα προκύψει ο θησαυρός και στην οποία τελικά αποθηκεύεται και ο θησαυρός των λέξεων κλειδιών. Η επιλογή της αποθήκευσης του θησαυρού σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων έγινε διότι κατά αυτό τον τρόπο ο θησαυρός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών. Βασικά τμήματα του συστήματος είναι :

- Υποσύστημα απαλοιφής κοινών λέξεων

- Υποσύστημα εξαγωγής ριζών λέξεων.

- Υποσύστημα ιεραρχικής οργάνωσης των όρων του λεξιλογίου του θησαυρού.

Τα τρία παραπάνω συστήματα αποτελούν ξεχωριστά αυτόνομα τμήματα τα οποία μπορούν επίσης να ενσωματωθούν σε οποιαδήποτε εφαρμογή.

Τέλος όλα τα παραπάνω δηλαδή η βάση δεδομένων αλλά και τα τρία βασικά υποσυστήματα είναι ολοκληρωμένα σε ένα σύστημα το οποίο προσφέρει και το κατάλληλο περιβάλλον αλληλεπίδρασης και επιτρέπει στον χρήστη να κατασκευάζει τους θησαυρούς λέξεων κλειδιών με ευκολία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Χρήση του συστήματος αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί η διαδικασία αξιολόγησης μιας εφαρμογής χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία και το σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που έχει παρουσιαστεί σε αυτή την διατριβή. Η εφαρμογή που έχει επιλεγεί για την αξιολόγηση των οπτικών της αντικειμένων, ανήκει στην γνωστική περιοχή των τουριστικών εφαρμογών και περαιτέρω περιγραφή της θα παρουσιαστεί παρακάτω. Θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης για κάθε οπτικό αντικείμενο που εμφανίζεται στην εφαρμογή ξεχωριστά, αλλά και κατά πόσο η επιλογή των οπτικών αντικειμένων της εφαρμογής που έγιναν από τον σχεδιαστή είναι επιτυχημένη συνολικά λαμβάνοντας υπόψη την γνώμη των χρηστών που εισήχθησαν στο σύστημα.

6.1 Περιγραφή της εφαρμογής του πειράματος.

Σαν εφαρμογή της οποίας τα οπτικά αντικείμενα θα αξιολογηθούν, μια εμπορική τουριστική εφαρμογή , η οποία έχει υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας το Asymetrix Toolbook 3.0. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη εφαρμογή διότι είναι μια τουριστική εφαρμογή συνεπώς ανήκει στην φάσμα εφαρμογών που μπορούν να αξιολογηθούν από το σύστημα όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, λόγω του περιορισμένου λεξιλογίου του θησαυρού. Επιπλέον πρόκειται για μια εμπορική εφαρμογή συνεπώς τα αποτελέσματα της αξιολόγησης μπορούν να αξιοποιηθούν για την περαιτέρω βελτίωση της εφαρμογής, αλλά κυρίως διότι οι ενέργειες οι οποίες πυροδοτούνται από την επιλογή των οπτικών αντικειμένων της εφαρμογής ήταν γνωστές.

Πρόκειται για μια τουριστική εφαρμογή η οποία παρουσιάζει ιστορικά, πολιτισμικά, γεωγραφικά την Κρήτη χρησιμοποιώντας κείμενο, εικόνες, ήχο, video, χάρτες και τρισδιάστατες αναπαραστάσεις. Η εφαρμογή αποτελείται από τέσσερις ενότητες και λειτουργεί σε έξι γλώσσες (ελληνικά, αγγλικά, γαλλικά, γερμανικά, ιταλικά, νορβηγικά) . Η πρώτη ενότητα που κατέχει και θέση εισαγωγής στην εφαρμογή, παρουσιάζει ιστορικά και πολιτισμικά στοιχεία για το νησί της Κρήτης. Η δεύτερη ενότητα που αποτελεί το βασικότερο τμήμα της εφαρμογής, παρουσιάζει τις σημαντικότερες περιοχές του νησιού, δηλαδή τοποθεσίες που ενδεχομένως παρουσιάζουν ενδιαφέρον για κάποιον που επισκέπτεται το νησί. Για κάθε περιοχή ενδιαφέροντος παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή, άλλες περιοχές ενδιαφέροντος που ενδεχομένως βρίσκονται στα πλαίσια της , αλλά και αξιοθέατα και υπηρεσίες που βρίσκονται σε αυτή. Η πλοήγηση στην πληροφορία πραγματοποιείται είτε με την χρήση χάρτη είτε με την χρήση κειμένου. Για κάθε περιοχή ενδιαφέροντος και για κάθε αξιοθέατο είναι διαθέσιμες φωτογραφίες, και σε κάποιες περιπτώσεις video και ήχος. Η τρίτη ενότητα της εφαρμογής περιγράφει τα λιμάνια και τα

αγκυροβόλια της Κρήτης, και απευθύνεται κυρίως σε επισκέπτες που προσεγγίζουν το νησί με κάποιο σκάφος. Για κάθε λιμάνι παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή, μια κάτοψη του , ο βυθομετρικός χάρτης του, ναυτιλιακές υπηρεσίες που παρέχονται, φωτογραφίες του λιμανιού και σε μερικές περιπτώσεις video και ήχος. Η εφαρμογή διαθέτει έναν ισχυρό μηχανισμό αναζήτησης υπηρεσιών και αξιοθέατων με σκοπό να διευκολύνει το χρήστη στον εντοπισμό της πληροφορίας που τον ενδιαφέρει. Τέλος η εφαρμογή διαθέτει ένα γλωσσάριο με κοινές εκφράσεις που είναι χρήσιμες σε έναν επισκέπτη από άλλη χώρα για να μπορεί στοιχειωδώς να επικοινωνήσει. Το γλωσσάριο διαθέτει ηχητική παρουσίαση των εκφράσεων στην ελληνική γλώσσα, καθώς και την φωνητική αναπαράσταση των εκφράσεων.

6.2 Περιγραφή του πειράματος.

Στο πείραμα που υλοποιήθηκε για να πιστοποιηθεί η αποδοτικότητα και η χρησιμότητα της μεθοδολογίας και του συστήματος αξιολόγησης που προτείνεται από την διατριβή, επιλέχθηκαν από την εφαρμογή που προαναφέρθηκε 23 οπτικά αντικείμενα διαστάσεων 32x32 pixels 16 χρωμάτων. Στην αξιολόγηση ενεπλάκησαν 27 χρήστες ηλικίας από 20 έως 33 ετών, όλοι επιπέδου πανεπιστημιακής μόρφωσης, με εμπειρία στην χρήση υπολογιστών από 2 έως 17 χρόνια.

Το σύστημα το οποίο περιγράφηκε στην διατριβή, εγκαταστάθηκε σε 20 υπολογιστές. Σε ένα υπολογιστή από αυτούς εγκαταστάθηκε η βάση δεδομένων του συστήματος. Στην συνέχεια ο σχεδιαστής/κατασκευαστής της εφαρμογής, επέλεξε τα οπτικά αντικείμενα τα οποία θα αξιολογηθούν από τους χρήστες και τα καταχώρησε στο σύστημα χρησιμοποιώντας υποσύστημα που περιγράφεται στην ενότητα 3.3.2 Οι 27 χρήστες που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του συστήματος χρησιμοποιώντας το υποσύστημα, που περιγράφεται στην ενότητα 3.3.3, πραγματοποίησαν τις συσχετίσεις των οπτικών αντικειμένων με

λέξεις κλειδιά που κατά την γνώμη τους αναπαριστούν τις ενέργειες που πυροδοτούνται από την επιλογή τους. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των πειραματικών δεδομένων που εισήχθησαν από τους χρήστες, και προέκυψαν από την χρήση του υποσυστήματος που περιγράφεται στην ενότητα 3.3.4 από τους ειδικούς /σχεδιαστές χρήστες.

Το πείραμα έχει σαν στόχο να υπολογίσει για κάθε οπτικό αντικείμενο το ποσοστό των χρηστών, που θεώρησαν ότι το οπτικό αντικείμενο αναπαριστά την ενέργεια που πραγματικά πυροδοτείται από αυτό, και που αρχικά είχε εισαχθεί στο σύστημα από τον κατασκευαστή. Το ποσοστό αυτό από εδώ και στο εξής καλείται **«ποσοστό επιτυχίας»**. Ουσιαστικά μετράται κατά πόσο η επιλογή του συγκεκριμένου αντικειμένου για να αναπαραστήσει την ενέργεια που ο σχεδιαστής επιθυμεί είναι επιτυχής. Ένα οπτικό αντικείμενο θεωρείται επιτυχημένη επιλογή αν ένα μεγάλο ποσοστό χρηστών κατανοήσει την ενέργεια την οποία πραγματικά πυροδοτεί. Κάνοντας μια μέση εκτίμηση θα θεωρήσουμε ότι ένα οπτικό αντικείμενο είναι επιτυχημένη επιλογή εάν το 50% των χρηστών κατανοήσει την πραγματική λειτουργικότητα που αναπαριστά. Η επιλογή του ποσοστού 50% έγινε διότι ένα οπτικό αντικείμενο το οποίο το κατανοούν λιγότεροι από τους μισούς χρήστες δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να θεωρηθεί επιτυχημένο. Από την άλλη ένα οπτικό αντικείμενο το οποίο κατανοείται από περισσότερους από τους μισούς χρήστες είναι σίγουρα επιτυχημένο αλλά ο καθορισμός του ποσοστού πάνω από το οποίο θα θεωρείται επιτυχημένο δεν μπορεί να γίνει αυθαίρετα και σε κάθε περίπτωση μπορεί να οδηγηθούμε σε λάθος συμπεράσματα αν φανούμε πολύ αυστηροί στον καθορισμό του ποσοστού αυτού. Υποθέτουμε λοιπόν ότι το χειρότερο οπτικό αντικείμενο είναι αυτό το οποίο δεν έγινε κατανοητό από κανένα χρήστη δηλαδή το ποσοστό επιτυχίας ήταν 0%, και το ιδεατά καλύτερο είναι αυτό που έγινε κατανοητό από όλους τους χρήστες, δηλαδή ποσοστό επιτυχίας 100%. Επιλέγουμε το μέσο αυτού του διαστήματος, δηλαδή το 50% σαν κατώφλι του ποσοστού επιτυχίας. Εδώ πρέπει

να σημειωθεί ότι με την πάροδο του χρόνου και όσο χρησιμοποιείται το σύστημα αξιολόγησης με διαφορετικές εφαρμογές, θα μπορέσουμε να εξάγουμε συμπεράσματα για τον ακριβέστερο καθορισμό του ποσοστού επιτυχίας. Αυτό μπορεί να γίνει καθώς εξετάζοντας τα ποσοστά επιτυχίας των οπτικών αντικειμένων των εφαρμογών που έχουν αξιολογηθεί, μπορούμε να καθορίσουμε το διάστημα από το χαμηλότερο ως το υψηλότερο ποσοστό και να καθορίσουμε το κατώφλι του ποσοστού επιτυχίας στο μέσο αυτού του διαστήματος.

Ο δεύτερος στόχος του πειράματος είναι να καταγραφεί για κάθε οπτικό αντικείμενο ξεχωριστά το ποσοστό των χρηστών σε σχέση με τις ενέργειες που θεώρησαν ότι αναπαριστά το κάθε αντικείμενο, δηλαδή το ποσοστό συσχέτισης με τις λέξεις κλειδιά. Το ποσοστό αυτό από εδώ και στο εξής θα καλείται **«ποσοστό συσχέτισης»**. Με αυτό τον τρόπο εξάγουμε συμπεράσματα για τις ενέργειες τις οποίες ένα οπτικό αντικείμενο μπορεί επιτυχώς να αναπαραστήσει, άσχετα αν στην συγκεκριμένη εφαρμογή το αντικείμενο έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει μια άλλη ενέργεια. Ο κάθε χρήστης κατά την διάρκεια της αξιολόγησης του οπτικού αντικειμένου, σε περίπτωση που δεν είναι σε θέση να κατανοήσει την ενέργεια που αναπαριστά, έχει την δυνατότητα να το συσχετίσει με την ενέργεια UNKNOWN. Αυτό σημαίνει ότι το οπτικό αντικείμενο δεν προσφέρει καμία πληροφορία στο χρήστη για την ενέργεια που αναπαριστά. Ακολουθώντας τον ίδιο συλλογισμό που αναπτύχθηκε παραπάνω, καθορίζουμε το κατώφλι απόρριψης ενός οπτικού αντικειμένου στο 50%, δηλαδή αν πάνω από το 50% των χρηστών έχει συσχετίσει το αντικείμενο με την ενέργεια UNKNOWN, τότε το αντικείμενο θεωρείται ακατάλληλο για να αναπαραστήσει ενέργειες στο γνωστικό πεδίο της εφαρμογής.

Το δεύτερο πείραμα αποτελεί μια παραλλαγή του πρώτου. Η διαφορά με αυτό εντοπίζεται στο ότι οι χρήστες δεν εισάγουν μια ή περισσότερες λέξεις κλειδιά

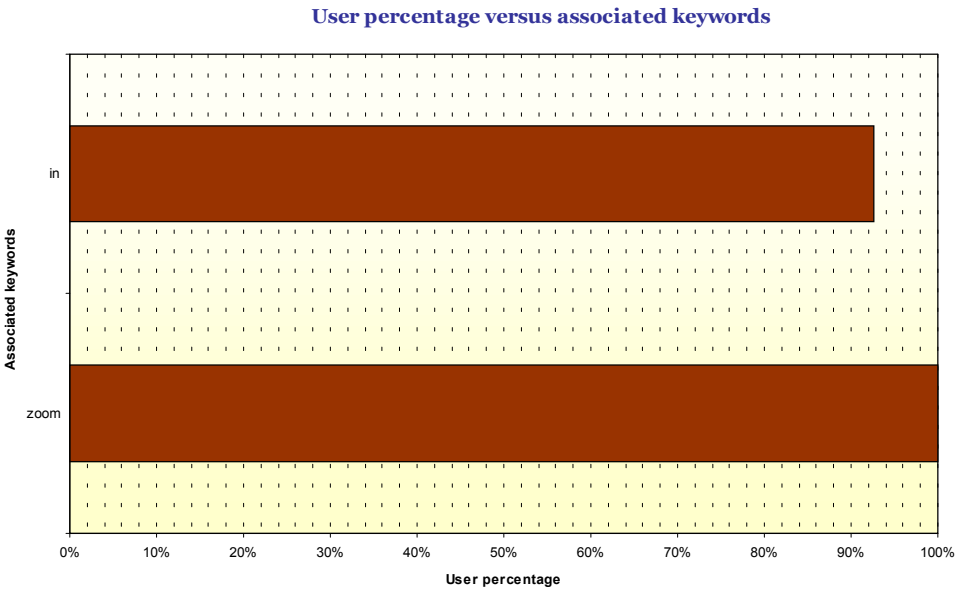
για να χαρακτηρίσουν την ενέργεια που αναπαριστά κάθε οπτικό αντικείμενο, αλλά επιλέγουν ένα συνδυασμό ρήματος – ουσιαστικού. Το κίνητρο για αυτό το πείραμα προέκυψε θεωρώντας ότι κάθε ενέργεια που αναπαριστάται από ένα οπτικό αντικείμενο περιγράφεται ακριβέστερα από ένα ή περισσότερους συνδυασμούς λέξεων κλειδιών που όμως πρέπει να είναι υποχρεωτικά ένα ρήμα και ένα ουσιαστικό. Κατά την διαδικασία υλοποίησης του πειράματος αποδείχθηκε ότι οι χρήστες δεν περιορίστηκαν στην χρήση ενός μόνο ουσιαστικού, αλλά σε εκφράσεις που τελικά περιγράφουν ένα αντικείμενο. Δηλαδή τελικά στο πείραμα αυτό οι χρήστες συσχετίζουν το κάθε οπτικό αντικείμενο με ένα ή περισσότερους συνδυασμούς ρήματος – αντικειμένου. Το πείραμα υλοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη οι χρήστες εισήγαγαν συνδυασμούς ρημάτων – αντικειμένων που κατά την γνώμη τους χαρακτηρίζουν την ενέργεια που αναπαριστά το οπτικό αντικείμενο. Στην δεύτερη φάση οι χρήστες εισάγουν πάλι συνδυασμού ρημάτων – αντικειμένων αλλά στην περίπτωση αυτή η επιλογή γίνεται από την συλλογή των συνδυασμών που έχουν εισαχθεί από τους χρήστες στην πρώτη φάση. Με αυτό τον τρόπο περιορίζουμε το εύρος των δυνατών επιλογών για κάθε χρήστη με σκοπό την εξαγωγή χρησιμότερων συμπερασμάτων. Στο πείραμα αυτό μετράμε τα **«ποσοστά συσχέτισης»** για κάθε οπτικό αντικείμενο.

6.3 Πρώτο πείραμα.

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος όπως περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Η παρουσίαση θα γίνει σε δύο υποενότητες. Θα αρχίσουμε με την αξιολόγηση του κάθε οπτικού αντικειμένου ξεχωριστά σε σχέση με τις συσχετιζόμενες από τους χρήστες ενέργειες, και στην συνέχεια θα προχωρήσουμε στην αξιολόγηση των οπτικών αντικειμένων συνολικά σε σχέση με το ποσοστό σύμπτωσης με την επιλογή του χρήστη σχεδιαστή.

6.3.1 Ποσοστά συσχέτισης λέξεων-κλειδιών οπτικών αντικειμένων.

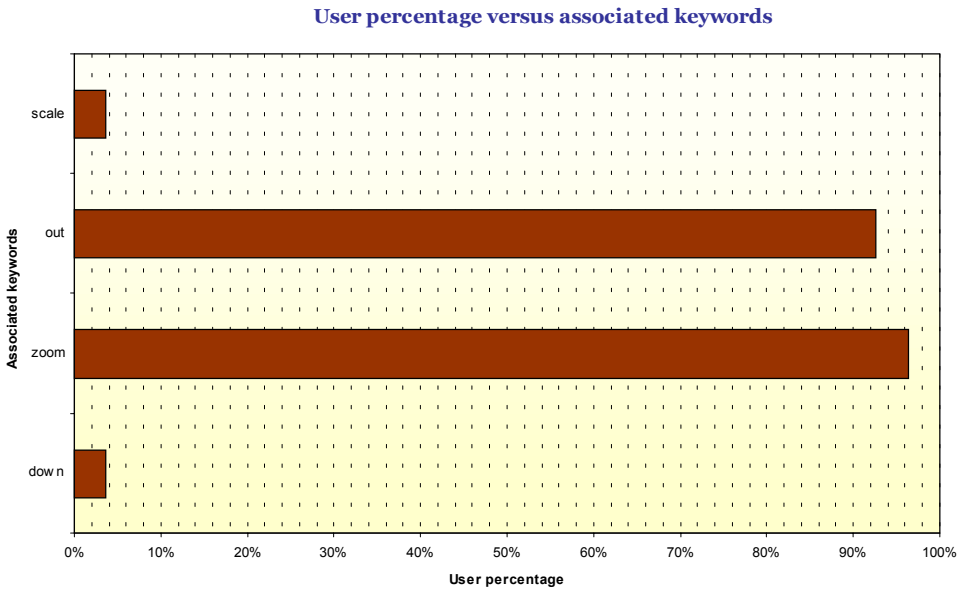
Οπτικό αντικείμενο #6	
Ενέργεια σχεδιαστή	Zoom in
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	Zoom, in



Γράφημα 1 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #6.

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 1 το οπτικό αντικείμενο έχει συσχετιστεί από το 100% των χρηστών με την λέξη κλειδί zoom και από το 92,5% με την λέξη κλειδί in. Συνεπώς το οπτικό αντικείμενο είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει την ενέργεια της μεγέθυνσης. Παρατηρώντας και την ενέργεια με την οποία έχει συσχετίσει ο σχεδιαστής το οπτικό αντικείμενο καταλήγουμε στο συμπέρασμα το οπτικό αντικείμενο είναι επιτυχημένη επιλογή, κάτι που περιμένουμε να παρουσιαστεί και στο επόμενο τμήμα του πειράματος εμφανίζοντας υψηλό ποσοστό επιτυχίας.

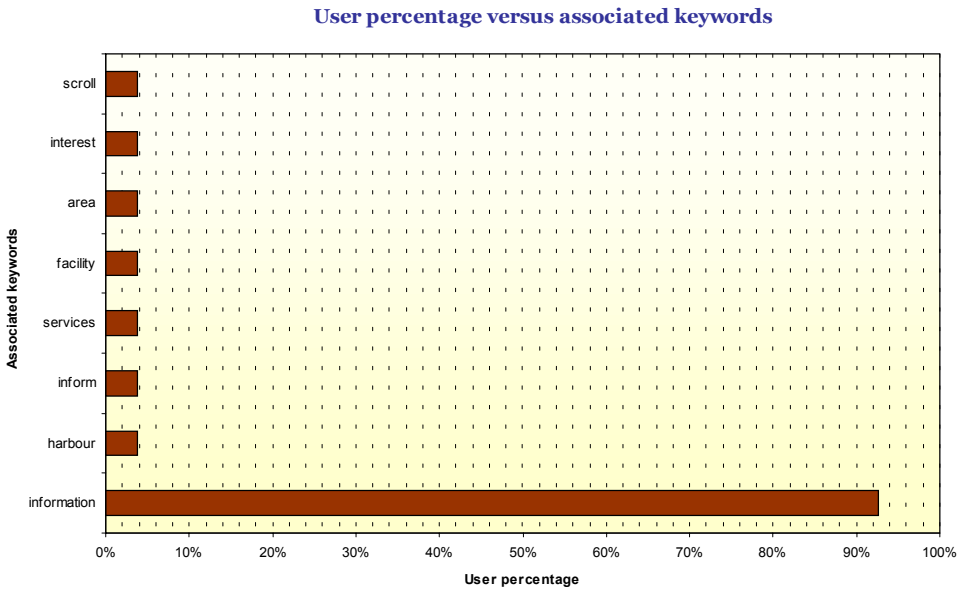
Οπτικό αντικείμενο #10	
Ενέργεια σχεδιαστή	zoom out
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	zoom, out



Γράφημα 2 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #10.

Στο Γράφημα 2 φαίνεται ότι το οπτικό αντικείμενο που έχει επιλεγεί από τον χρήστη να αναπαραστήσει την ενέργεια της σμίκρυνσης, έχει συσχετιστεί με τις λέξεις κλειδιά zoom, out, down, scale αλλά σε μεγαλύτερο ποσοστό με τις δύο πρώτες κατά συνέπεια είναι κατάλληλο για την αναπαράσταση αυτής της ενέργειας.

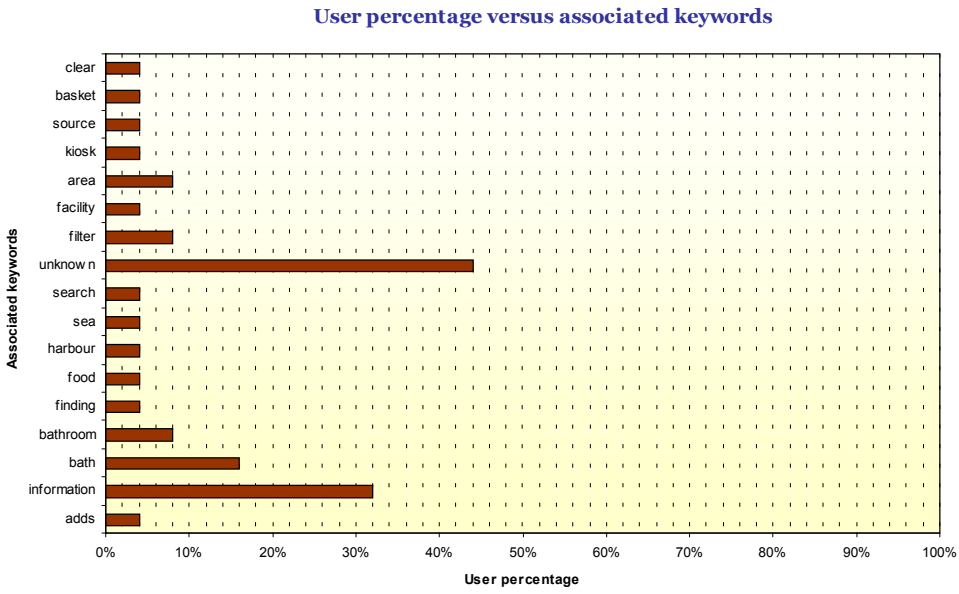
Οπτικό αντικείμενο #31 Ενέργεια σχεδιαστή Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	 show facilities for the current harbour or area of interest areas, harbour, services, facilities, interest



Γράφημα 3 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #31.

Το οπτικό αντικείμενο που περιγράφεται στο Γράφημα 3 έχει συσχετιστεί σε ποσοστό 92% με την λέξη κλειδί information, συνεπώς φαίνεται να είναι κατάλληλο για την αναπαράσταση ενεργειών που έχουν να κάνουν με την παρουσίαση πληροφορίας. Επειδή ο σχεδιαστής της εφαρμογής κατά την καταχώρηση της εφαρμογής στο σύστημα δεν συσχέτισε την λέξη κλειδί information με το οπτικό αντικείμενο δεν αναμένεται να παρουσιάσει υψηλά ποσοστά επιτυχίας το συγκεκριμένο οπτικό αντικείμενο.

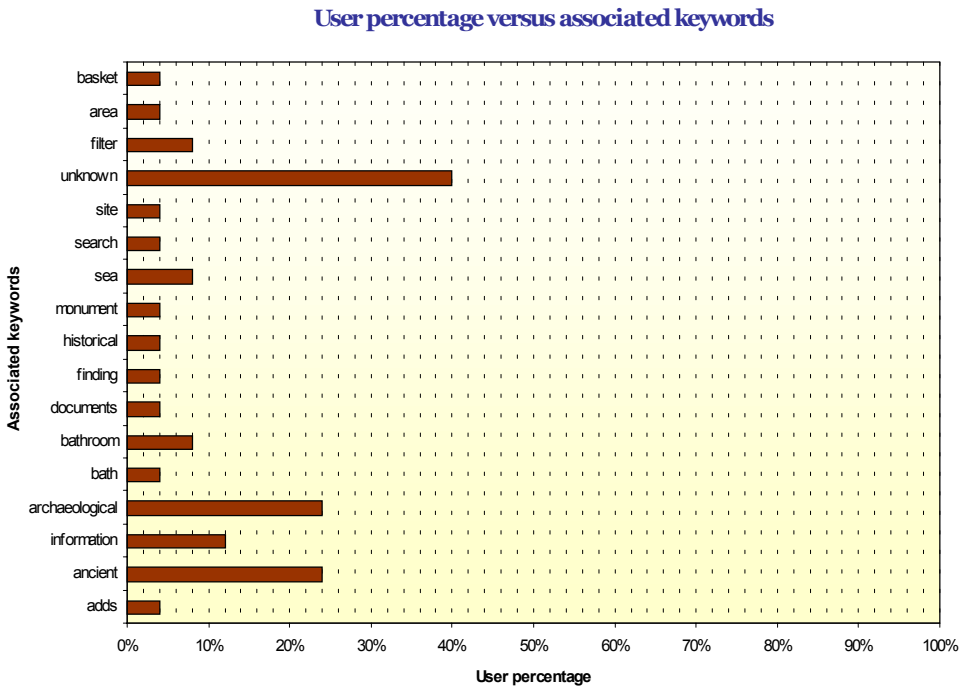
Οπτικό αντικείμενο #12	
Ενέργεια σχεδιαστή	filter for harbour facilities and areas of interest
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	areas, harbour, filter, facility, interest



Γράφημα 4 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #12.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 4 δεν είναι συσχετισμένο σε υψηλό ποσοστό με κάποια λέξη κλειδί, δηλαδή ποσοστό πάνω από το κατώφλι επιτυχίας συνεπώς δεν φαίνεται να είναι επιλέξιμο για την αναπαράσταση κάποιας ενέργειας. Το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας το εμφανίζει με την λέξη κλειδί information, αλλά δεν θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να προτιμηθεί για την αναπαράσταση μιας σχετικής ενέργειας, διότι το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 3 εμφανίζει συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό συσχέτισης. Απεναντίας εμφανίζει αρκετά μεγάλο ποσοστό συσχέτισης με την ενέργεια **UNKNOWN**, 44% και βρίσκεται πολύ κοντά στο ποσοστό απόρριψης. Σε κάθε περίπτωση πρόκειται για μια όχι επιτυχημένη επιλογή και τα ποσοστά επιτυχίας στο επόμενο τμήμα του πειράματος αναμένονται να είναι χαμηλά.

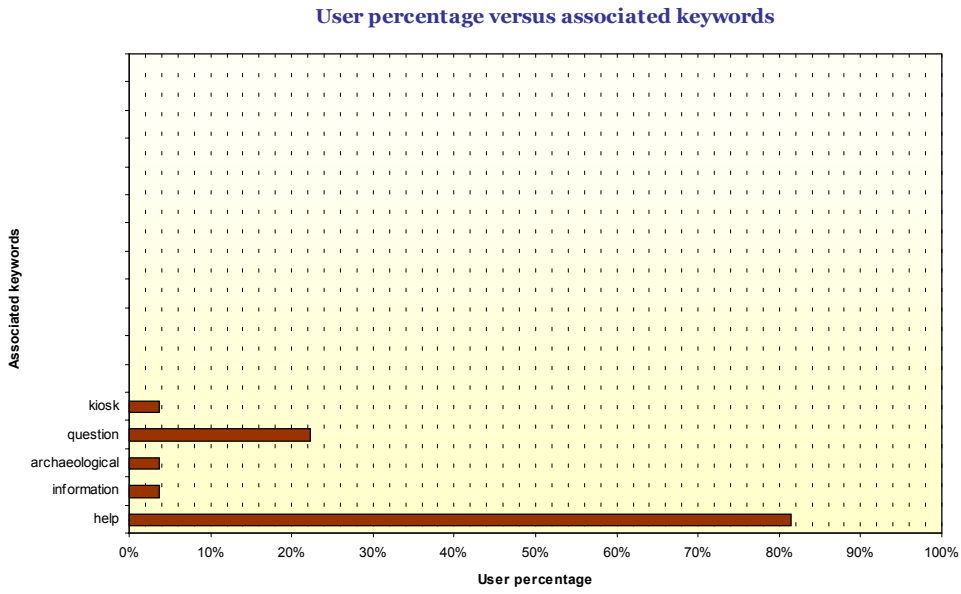
Οπτικό αντικείμενο #13	
Ενέργεια σχεδιαστή	filter for sites of areas of interest
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	areas, filter, interest



Γράφημα 5 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #13.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 5 παρουσιάζει επίσης πολύ χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με ενέργειες. Τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης παρουσιάζονται με τις λέξεις κλειδιά ancient, archaeological 24%, και δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να θεωρηθεί ότι αποτελεί οπτικό αντικείμενο ικανό να αναπαραστήσει με επιτυχία μια ενέργεια. Αντίθετα και αυτό παρουσιάζει υψηλό ποσοστό συσχέτισης με την ενέργεια **UNKNOWN** 40%, πολύ κοντά και αυτό στο ποσοστό απόρριψης. Δεν αποτελεί επιτυχημένη επιλογή για την αναπαράσταση ενεργειών και το ποσοστό επιτυχίας αναμένεται χαμηλό.

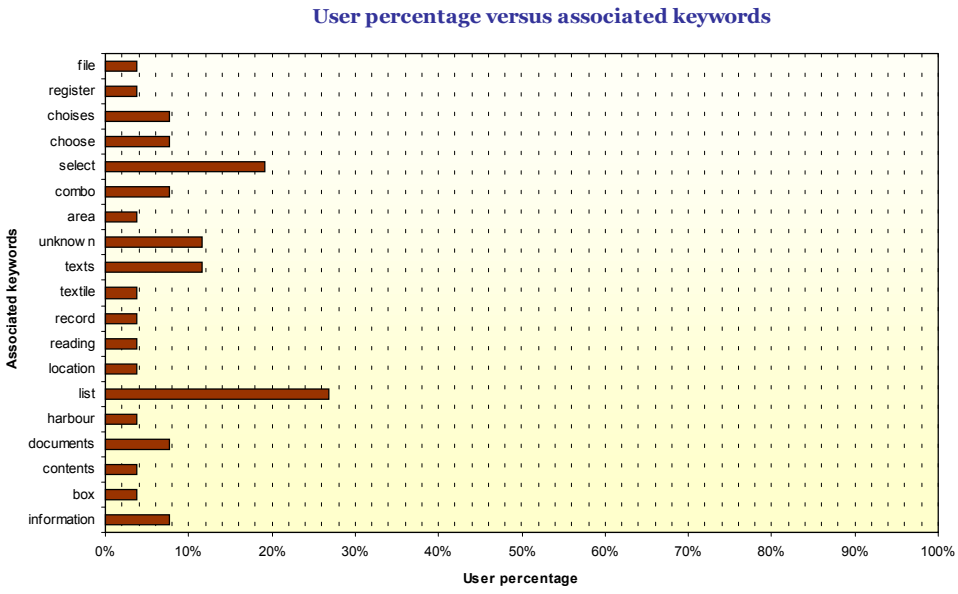
Οπτικό αντικείμενο #14	
Ενέργεια σχεδιαστή	On line help
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	Help



Γράφημα 6 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #14.

Το οπτικό αντικείμενο που παρουσιάζεται στο Γράφημα 6 παρουσιάζει πολύ υψηλό ποσοστό συσχέτισης με την λέξη κλειδί help, της τάξεως του 80%. Η λέξη κλειδί αναπαριστά επιτυχημένα την ενέργεια που επιθυμεί ο σχεδιαστής να περιγράψει. Το οπτικό αντικείμενο είναι κατάλληλο για να περιγράψει ενέργειες όπως της βοήθειας ή της υποβολής ερώτησης στο σύστημα. Αναμένεται να παρουσιάσει και υψηλά ποσοστά επιτυχίας.

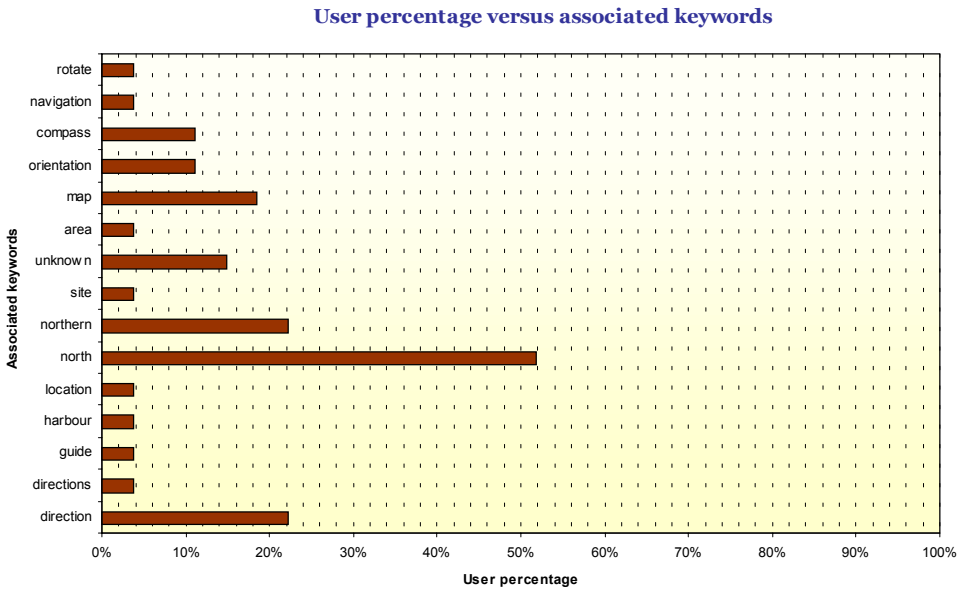
Οπτικό αντικείμενο #15	
Ενέργεια σχεδιαστή	List the harbours or the areas of interest
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	List, harbour, area, interest



Γράφημα 7 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #15.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 7 δεν παρουσιάζει υψηλά ποσοστά συσχέτισης με καμία λέξη κλειδί και κατά συνέπεια δεν φαίνεται να είναι κατάλληλο για την αναπαράσταση κάποιας ενέργειας. Παρόλα αυτά τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης τα εμφανίζει με τις λέξεις κλειδιά list και select 27% και 19% αντίστοιχα που σημαίνει ότι ενδεχομένως να μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αν δεν υπάρχει κάτι καλύτερο, για να αναπαραστήσει ενέργειες επιλογής από λίστα δεδομένων. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι παρουσιάζει ένα ποσοστό της τάξεως του 11,5% με την ενέργεια **UNKNOWN**.

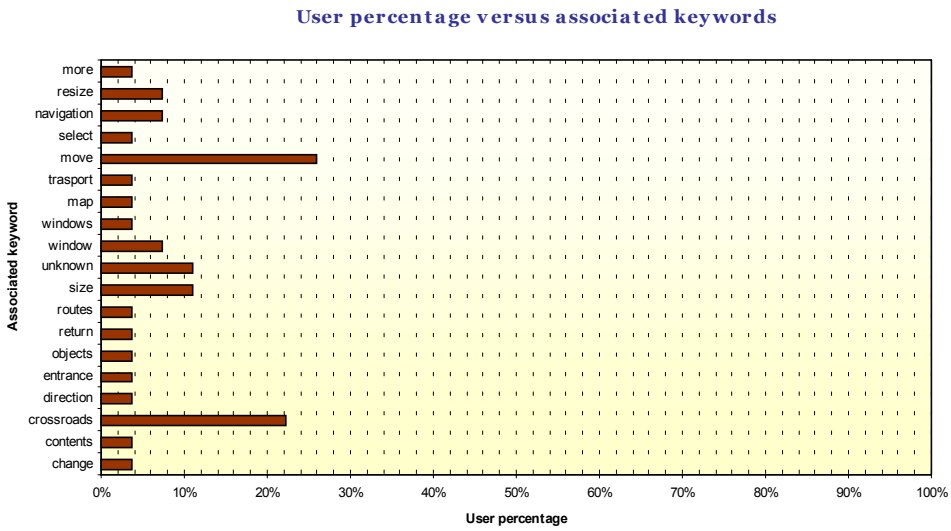
Οπτικό αντικείμενο #16	
Ενέργεια σχεδιαστή	show map of the current harbour or area of interest
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	area, harbour, map



Γράφημα 8 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #16.

Το οπτικό αντικείμενο που παρουσιάζεται στο Γράφημα 8 παρουσιάζει τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης με τις λέξεις κλειδιά north και northern 51% και 22% αντίστοιχα και ποσοστό 22% με την λέξη κλειδί direction. Συνεπώς μπορεί να θεωρηθεί κατάλληλο για να αναπαραστήσει ενέργειες που έχουν σχέση με βόρειες κατευθύνσεις. Επίσης ένα ποσοστό χρηστών της τάξεως του 18.5% συσχέτισε το οπτικό αντικείμενο με λέξη κλειδί που συμπίπτει με την ενέργεια που θέλει να αναπαραστήσει ο σχεδιαστής. Αναμένεται να εμφανίσει μέτρια ποσοστά επιτυχίας. Τέλος παρουσιάζει ένα ποσοστό συσχέτισης της τάξεως του 15% με την ενέργεια **UNKNOWN.**

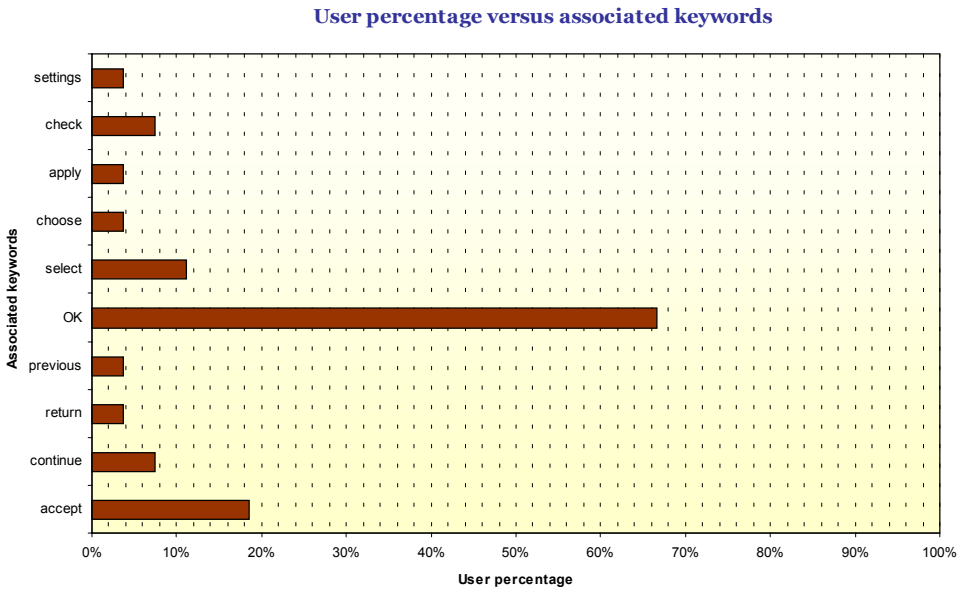
Οπτικό αντικείμενο #17	
Ενέργεια σχεδιαστή	return to the entrance menu
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	entrance, return



Γράφημα 9 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #17.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 9 δεν παρουσιάζει αξιοσημείωτα ποσοστά συσχέτισης με κάποια λέξη κλειδί. Τα μεγαλύτερα ποσοστά συσχέτισης εμφανίζουν οι λέξεις κλειδιά crossroads και move με 22% και 26% αντίστοιχα. Σε καμία περίπτωση δεν προσεγγίζουν την ενέργεια που επιθυμεί να αναπαραστήσει ο σχεδιαστής, και κατά συνέπεια τα ποσοστά επιτυχίας δεν αναμένεται να είναι υψηλά. Συμπερασματικά θα μπορούσε να θεωρηθεί καλή επιλογή για να αναπαρασταθεί η ενέργεια της μετακίνησης.

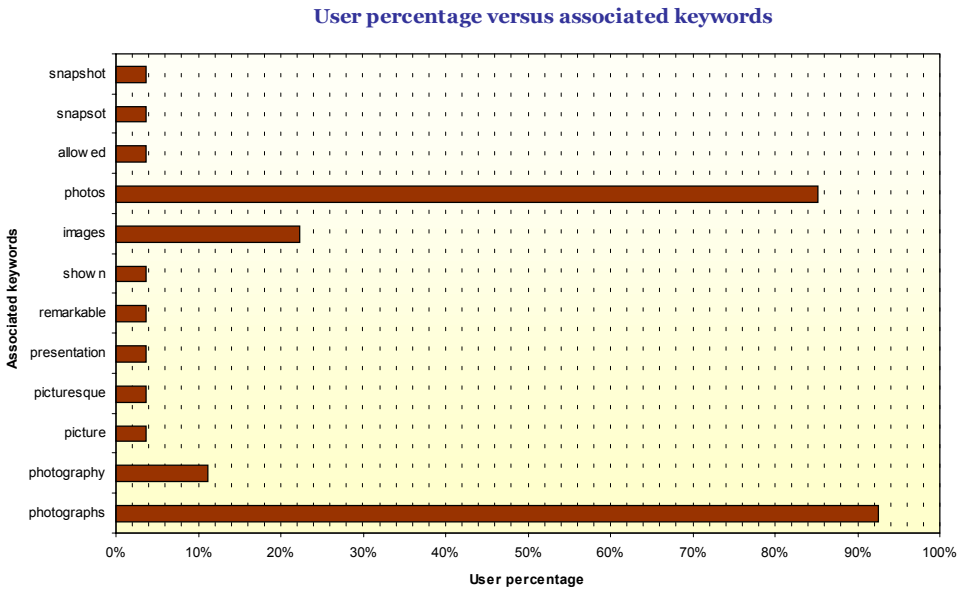
Οπτικό αντικείμενο #18 Ενέργεια σχεδιαστή Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	✓ terminate current activity and return to the previous entrance, return, ok



Γράφημα 10 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #18.

Το οπτικό αντικείμενο που παρουσιάζεται στο Γράφημα 10 εμφανίζει πολύ μεγάλο ποσοστό συσχέτισης με την λέξη κλειδί Ok σε ποσοστό 67%. Προσεγγίζει σε μεγάλο ποσοστό την ενέργεια που επιθυμεί να περιγράψει ο σχεδιαστής / χρήστης. Πρόκειται σίγουρα για μια επιτυχημένη επιλογή και αναμένεται να εμφανίζει υψηλό ποσοστό επιτυχίας.

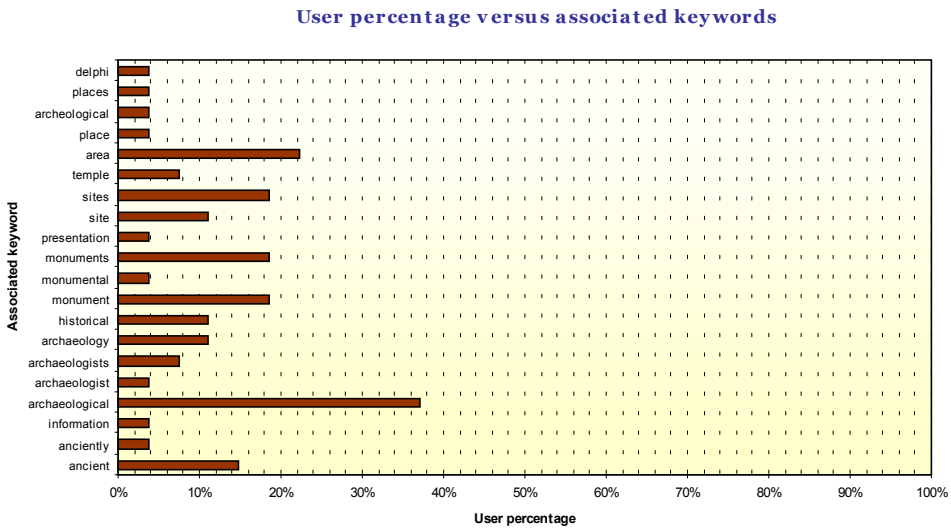
Οπτικό αντικείμενο #19	
Ενέργεια σχεδιαστή	show photos
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	images, photographs, presentation, show



Γράφημα 11 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #19.

Το οπτικό αντικείμενο που παρουσιάζεται στο Γράφημα 11 παρουσιάζει πολύ υψηλά ποσοστά συσχέτισης με τις λέξεις κλειδιά photos και photographs, 85% και 92,5% αντίστοιχα. Είναι επιτυχημένη επιλογή οπτικού αντικειμένου εφόσον ο σχεδιαστής της εφαρμογής αυτήν την ενέργεια επιθυμεί να αναπαραστήσει με αυτό. Αναμένεται να παρουσιάσει υψηλά ποσοστά επιτυχίας. Το οπτικό αντικείμενο σε κάθε περίπτωση είναι κατάλληλο για να περιγράψει ενέργειες που έχουν σχέση με φωτογραφικό υλικό.

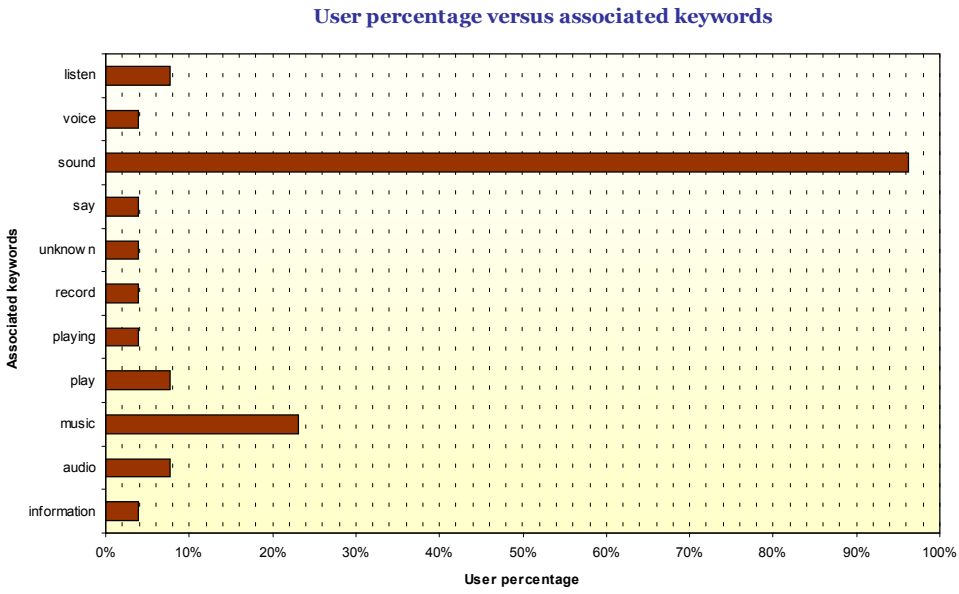
Οπτικό αντικείμενο #20	
Ενέργεια σχεδιαστή	show sites of the current area of interest
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	site, area, presentation



Γράφημα 12 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #20.

Στο Γράφημα 12 παρουσιάζεται ένα οπτικό αντικείμενο που εμφανίζει υψηλό ποσοστό συσχέτισης με την λέξη κλειδί archaeological της τάξεως του 37%. Η ενέργεια που θέλει να αναπαραστήσει ο χρήστης δεν περιγράφεται με μεγάλη ακρίβεια από το οπτικό αντικείμενο, αλλά λαμβάνοντας υπόψη και τις άλλες λέξεις κλειδιά με τις οποίες έχει συσχετιστεί μπορούμε να συμπεράνουμε το γενικότερο εννοιολογικό πλαίσιο της ενέργειας έγινε κατανοητή από τους χρήστες. Παρόλα αυτά δεν αναμένονται υψηλά ποσοστά επιτυχίας.

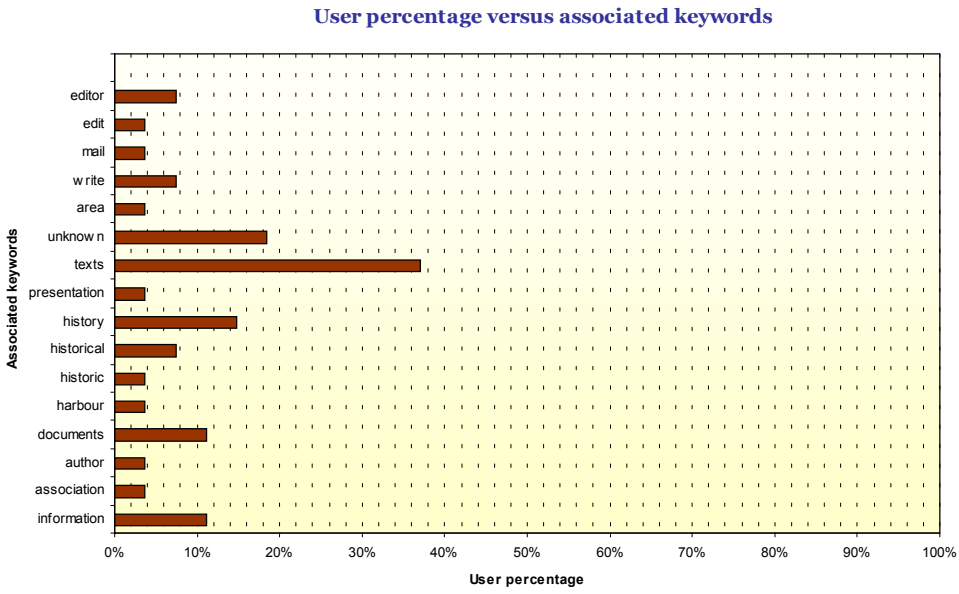
Οπτικό αντικείμενο #21	
Ενέργεια σχεδιαστή	say the name of the selected harbour or area of interest
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	say, sound, voice



Γράφημα 13 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #21.

Στο Γράφημα 13 παρουσιάζεται ένα οπτικό αντικείμενο με πολύ υψηλό ποσοστό συσχέτισης με την λέξη κλειδί sound της τάξεως του 96%. Πρόκειται για μια πολύ επιτυχημένη επιλογή οπτικού αντικείμενου και αναμένεται να παρουσιάσει υψηλό ποσοστό επιτυχίας. Σε κάθε περίπτωση πρόκειται για μια πολύ καλή επιλογή για να περιγράψει ενέργειες που έχουν σχέση με ηχητική πληροφορία.

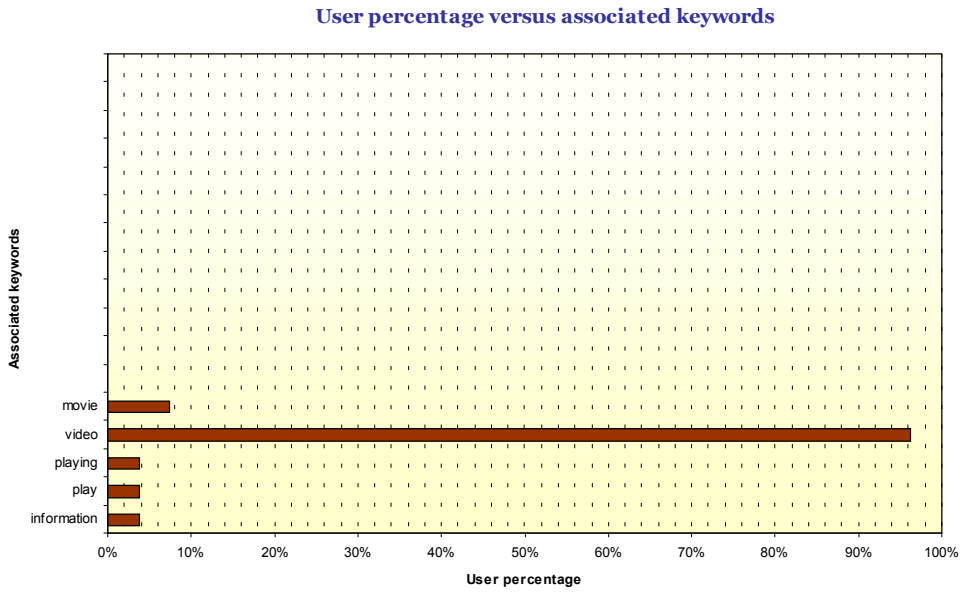
Οπτικό αντικείμενο #22 Ενέργεια σχεδιαστή Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	 show information for the current harbour or area of area, association



Γράφημα 14 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #22.

Στο Γράφημα 14 το οπτικό αντικείμενο που παρουσιάζεται εμφανίζει υψηλά ποσοστά συσχέτισης με την λέξη κλειδί texts της τάξεως του 37%. Δεν προσεγγίζει την ενέργεια που θέλει ο σχεδιαστής να περιγράψει και κατά συνέπεια δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένη επιλογή. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει ενέργειες που σχετίζονται με κείμενα, έγγραφα κ.α. Τέλος παρουσιάζει ένα ποσοστό συσχέτισης με την ενέργεια **UNKNOWN** της τάξεως του 18,5%. Αναμένεται να εμφανίσει χαμηλά ποσοστά επιτυχίας.

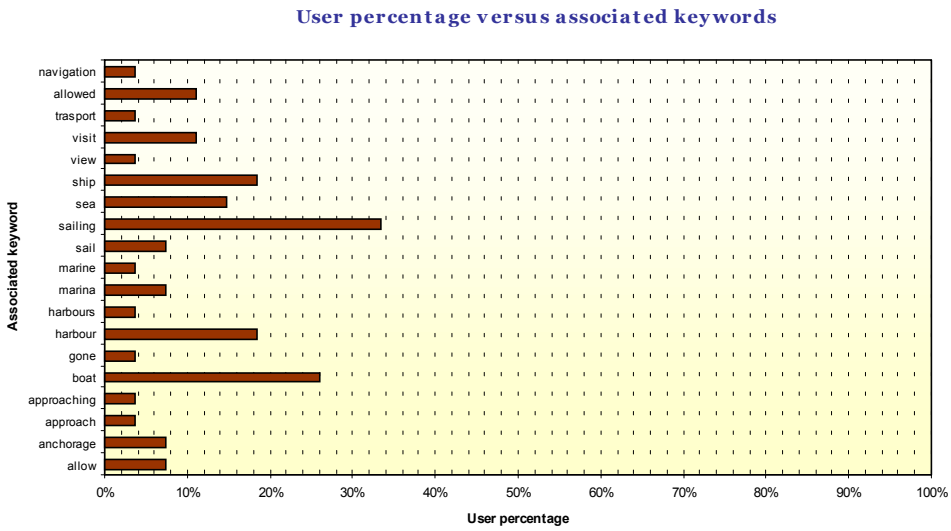
Οπτικό αντικείμενο #23	
Ενέργεια σχεδιαστή	show video
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	video, movie



Γράφημα 15 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #23.

Το οπτικό αντικείμενο που παρουσιάζεται στο Γράφημα 15 εμφανίζει πολύ υψηλό ποσοστό συσχέτισης με την λέξη κλειδί video της τάξεως του 96%. Είναι μια εξαιρετικά επιτυχημένη επιλογή για την ενέργεια που θέλει να αναπαραστήσει ο σχεδιαστής, και το ποσοστό επιτυχίας αναμένεται να είναι αρκετά υψηλό. Είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει ενέργειες που σχετίζονται με την αναπαράσταση πληροφορίας video.

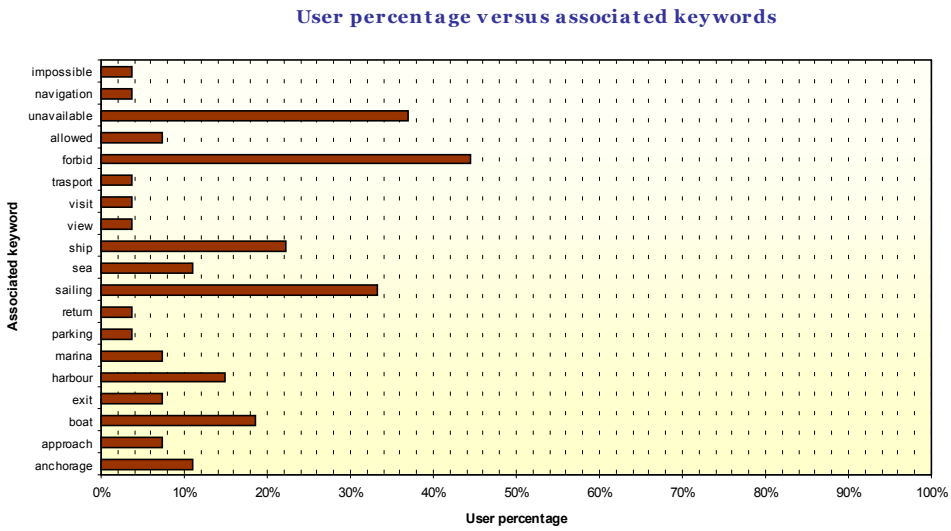
Οπτικό αντικείμενο #24	
Ενέργεια σχεδιαστή	visit selected harbour
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	harbour, visit



Γράφημα 16 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #24.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 16, παρουσιάζει υψηλό ποσοστό συσχέτισης με τις λέξεις κλειδιά sailing και boat της τάξεως του 33% και 25% αντίστοιχα. Δεν προσεγγίζει την ενέργεια που ο σχεδιαστής επιθυμεί να αναπαραστήσει και συνεπώς δεν αποτελεί επιτυχημένη επιλογή. Αναμένεται να εμφανίσει και χαμηλά ποσοστά επιτυχίας. Φαίνεται να είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει ενέργειες που έχουν σχέση με την ναυσιπλοΐα.

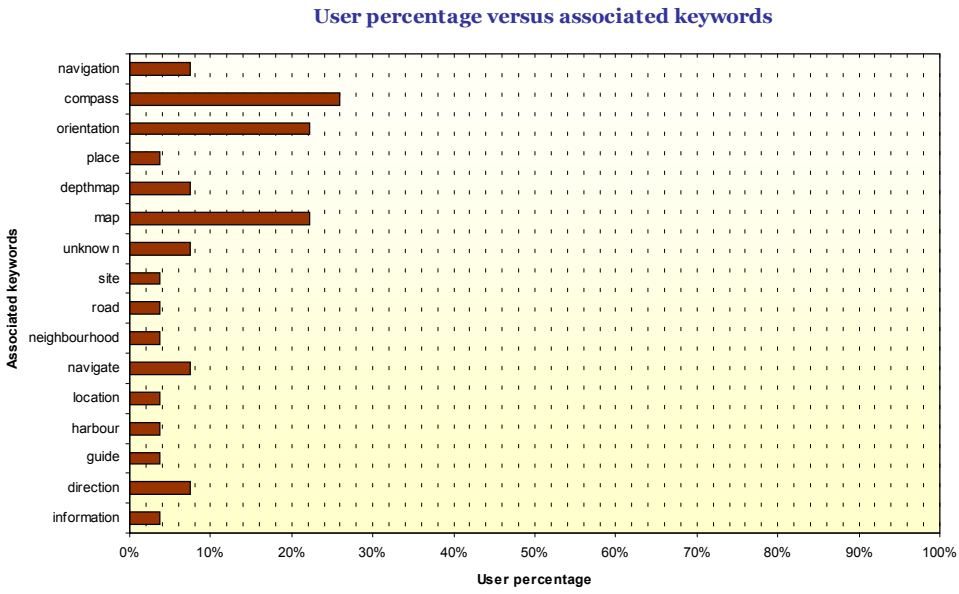
Οπτικό αντικείμενο #25	
Ενέργεια σχεδιαστή	exit visited harbour
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	harbour, exit, return



Γράφημα 17 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #25.

Το Γράφημα 17 παρουσιάζει ένα οπτικό αντικείμενο που εμφανίζει υψηλά ποσοστά συσχέτισης με τις λέξεις κλειδιά sailing, forbid, και unavailable 33%, 44,5% και 37% αντίστοιχα. Η ενέργεια που ο χρήστης επιθυμεί να αναπαραστήσει δεν προσεγγίζεται από το οπτικό αντικείμενο, και έτσι δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένη επιλογή. Φαίνεται να είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει ενέργειες που έχουν σχέση με την ναυσιπλοΐα. Δεν αναμένεται να εμφανίσει υψηλό ποσοστό συσχέτισης.

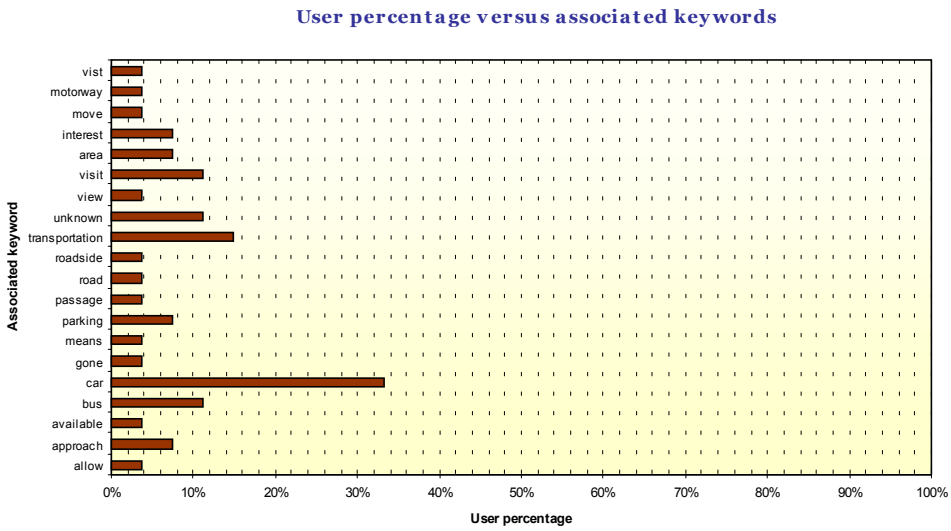
Οπτικό αντικείμενο #26	
Ενέργεια σχεδιαστή	show depthmap of the current harbour
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	depthmap, harbour, map



Γράφημα 18 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #26.

Στο Γράφημα 18 το οπτικό αντικείμενο που παρουσιάζεται, εμφανίζει τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης με τις λέξεις κλειδιά compass, orientation, map με ποσοστά 26%, 22% και 22% αντίστοιχα. Δεν είναι επιτυχημένη επιλογή διότι όπως φαίνεται δεν αναπαριστά την ενέργεια που ο σχεδιαστής επιθυμεί. Δεν αναμένεται να παρουσιάσει υψηλό ποσοστό επιτυχίας. Φαίνεται να είναι κατάλληλο για την αναπαράσταση ενεργειών που έχουν σχέση με τον προσανατολισμό. Να σημειωθεί ότι παρουσιάζει και ένα ποσοστό συσχέτισης 7,5% με την ενέργεια **UNKNOWN.**

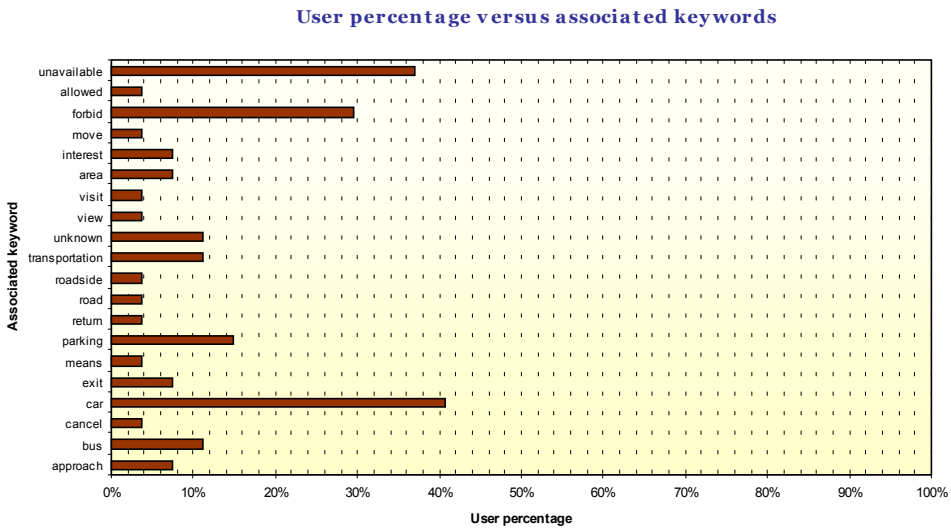
Οπτικό αντικείμενο #27	
Ενέργεια σχεδιαστή	visit selected area of interest
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	visit, area, interest



Γράφημα 19 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #27.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 19, παρουσιάζει υψηλά ποσοστά συσχέτισης με τις λέξεις κλειδιά car και transportation, 33% και 15% αντίστοιχα. Σε καμία περίπτωση δεν προσεγγίζει την ενέργεια που ο σχεδιαστής ήθελε να αναπαραστήσει, συνεπώς δεν αποτελεί επιτυχημένη επιλογή και αναμένεται να εμφανίσει χαμηλό ποσοστό επιτυχίας. Φαίνεται να είναι κατάλληλο για ενέργειες που σχετίζονται με αυτοκίνητα και με μετακίνηση. Τέλος παρουσιάζει ένα ποσοστό συσχέτισης 11% με την ενέργεια **UNKNOWN.**

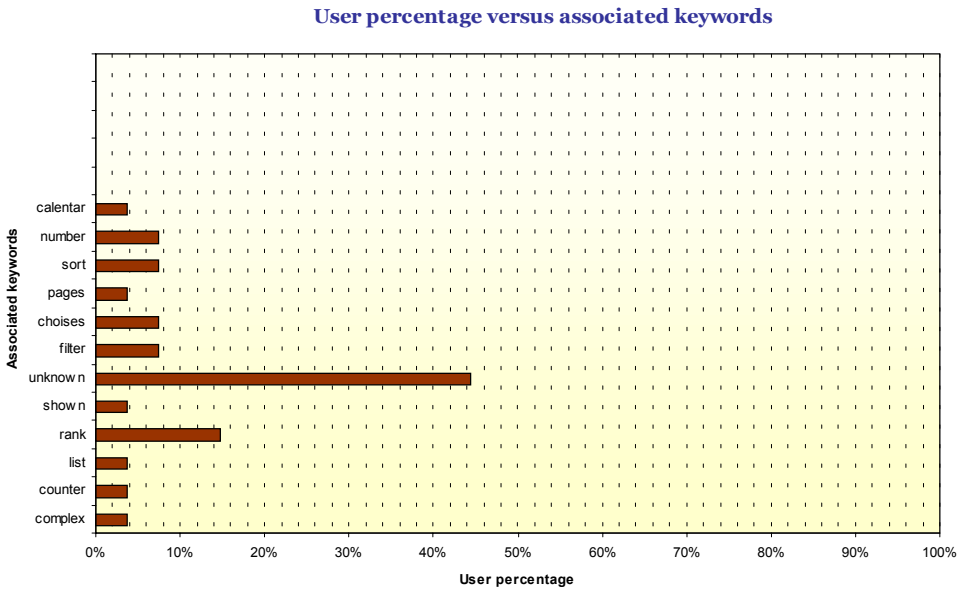
Οπτικό αντικείμενο #28	
Ενέργεια σχεδιαστή	exit visited area of interest
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	exit, area, interest



Γράφημα 20 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #28.

Στο Γράφημα 20 παρουσιάζεται ένα οπτικό αντικείμενο που εμφανίζει υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης, με τις λέξεις κλειδιά car, forbid, unavailable 41%, 30% και 37% αντίστοιχα. Η ενέργεια που ο σχεδιαστής επιθυμεί να αναπαραστήσει δεν περιγράφεται από το οπτικό αντικείμενο επιτυχώς, συνεπώς δεν φαίνεται να είναι κατάλληλο. Αναμένεται χαμηλό ποσοστό επιτυχίας. Φαίνεται κατάλληλο για ενέργειες που σχετίζονται με αυτοκίνητα, μετακίνηση. Τέλος παρουσιάζει ένα ποσοστό συσχέτισης 11% με την ενέργεια **UNKNOWN.**

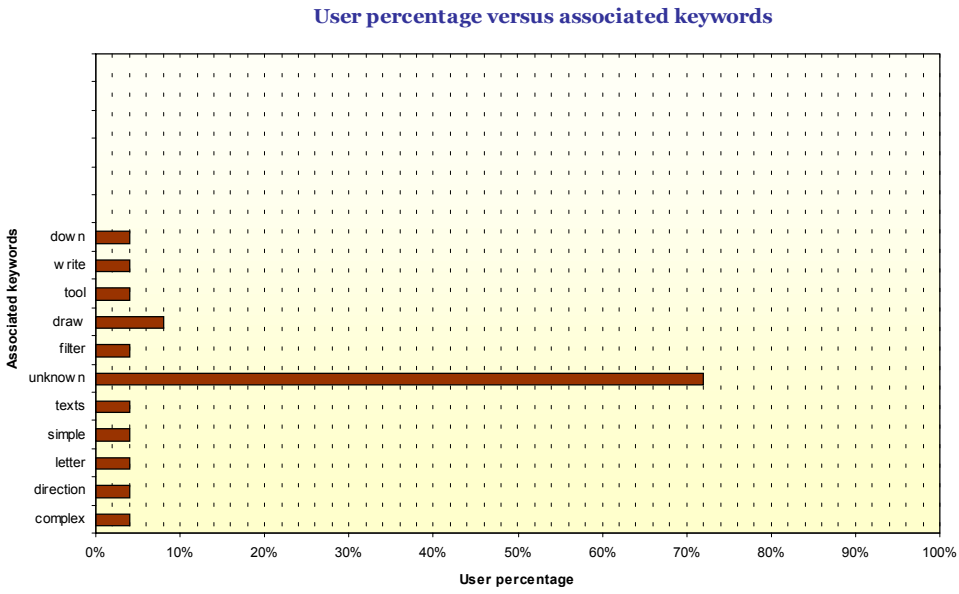
Οπτικό αντικείμενο #29	
Ενέργεια σχεδιαστή	show complex filter definition section
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	filter, complex



Γράφημα 21 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #29.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 21 εμφανίζει το υψηλότερο ποσοστό συσχέτισης, της τάξεως του 14% με την λέξη κλειδί rank. Σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένη επιλογή για να αναπαραστήσει μια ενέργεια, και βέβαια δεν προσεγγίζει την ενέργεια που επιθυμεί να αναπαραστήσει ο σχεδιαστής. Αναμένεται να εμφανίσει πολύ χαμηλό ποσοστό επιτυχίας. Τέλος πρέπει να σημειωθεί το πολύ υψηλό ποσοστό συσχέτισης με την ενέργεια **UNKNOWN** 44,5%, ποσοστό πολύ κοντά το ποσοστό απόρριψης. Θεωρείται αποτυχημένη επιλογή .

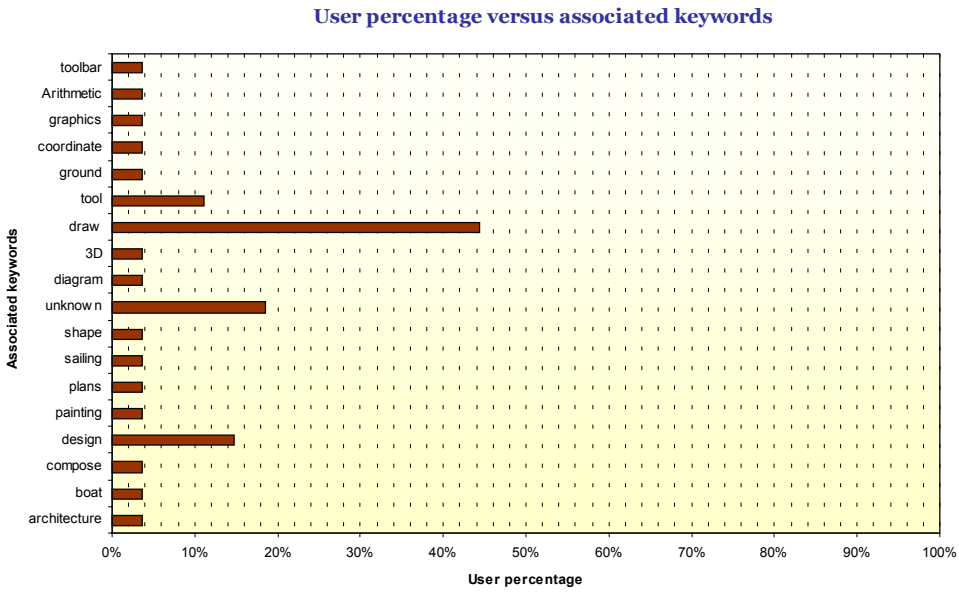
Οπτικό αντικείμενο #30	V
Ενέργεια σχεδιαστή	show simple filter definition section
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	filter, simple



Γράφημα 22 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #30.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 22 παρουσιάζει πολύ υψηλό ποσοστό συσχέτισης με την ενέργεια **UNKNOWN** της τάξεως του 72%. Έχει υπερβεί κατά πολύ το ποσοστό απόρριψης συνεπώς το οπτικό είναι ακατάλληλο για να αναπαραστήσει οποιαδήποτε ενέργεια.

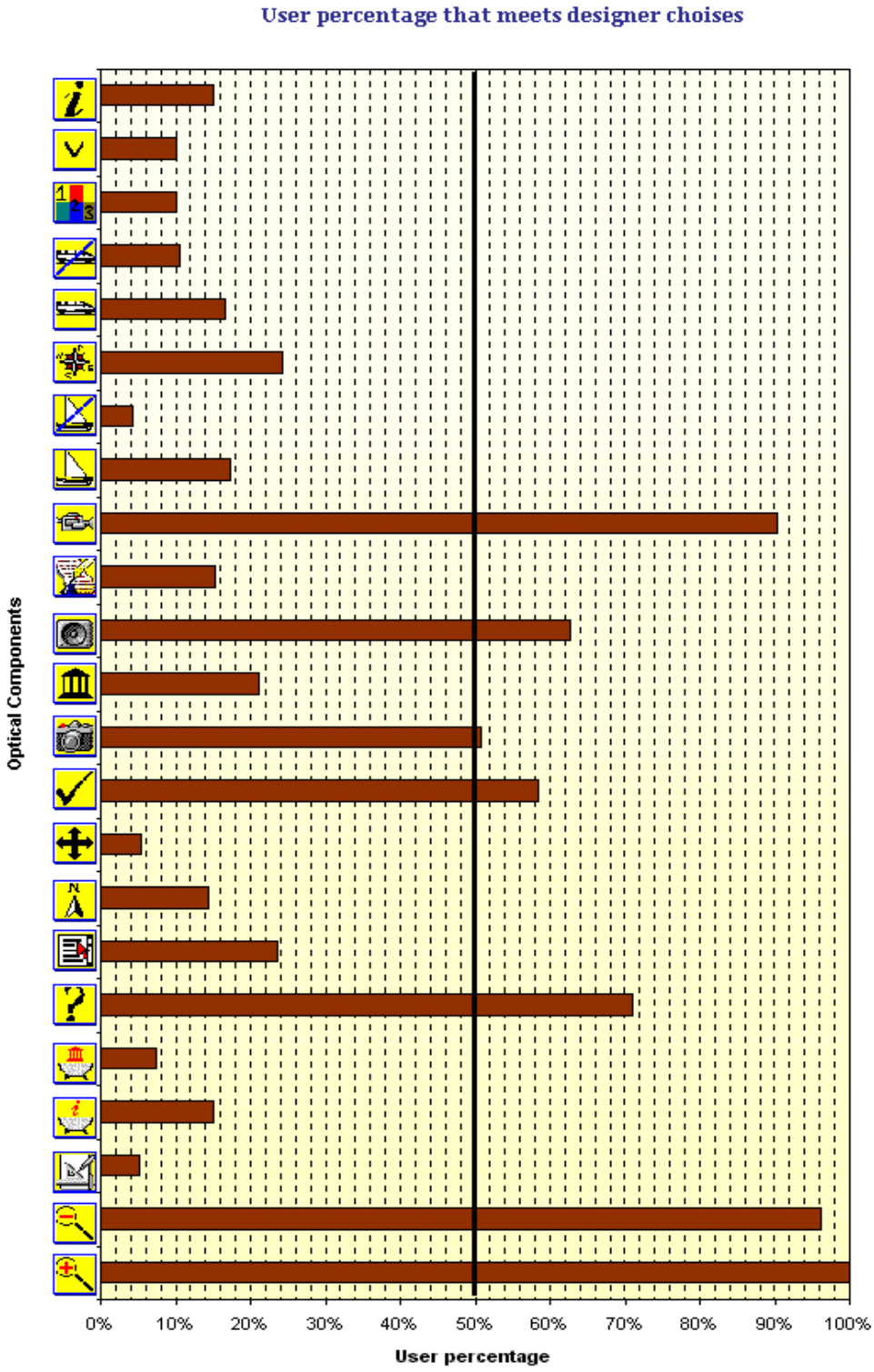
Οπτικό αντικείμενο #11	
Ενέργεια σχεδιαστή	show diagrams or 3D images
Λέξεις κλειδιά σχεδιαστή	3D, diagram



Γράφημα 23 Ποσοστό συσχέτισης λέξεων κλειδιών - οπτικού αντικειμένου #11.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 23 παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό συσχέτισης, με την λέξη κλειδί draw 44,5%. Δεν είναι συνεπώς κατάλληλο για να αναπαραστήσει την ενέργεια που ο σχεδιαστής επιθυμεί αλλά φαίνεται πως είναι κατάλληλο να περιγράψει ενέργειες που έχουν σχέση με σχεδίαση, γραφικά. Αναμένεται να εμφανίσει χαμηλό ποσοστό επιτυχίας. Τέλος παρουσιάζει ένα ποσοστό συσχέτισης 18,5% με τη ενέργεια **UNKNOWN.**

6.3.2 Ποσοστά επιτυχίας οπτικών αντικειμένων.



Γράφημα 24 Ποσοστά επιτυχίας οπτικών αντικειμένων

Στο Γράφημα 24 παρουσιάζεται το ποσοστό επιτυχίας των οπτικών αντικειμένων της εφαρμογής. Δηλαδή το ποσοστό στο οποίο συνέπεσαν οι επιλογές συσχέτισης οπτικών αντικειμένων - ενεργειών που έγιναν από τον σχεδιαστή της εφαρμογής, με τις επιλογές των χρηστών που εισήχθησαν στο σύστημα αξιολόγησης .

Όπως φαίνεται από το σύνολο των 23 οπτικών αντικειμένων που αξιολογήθηκαν μόνο τα 7 από αυτά βρίσκονται στη ζώνη των επιτυχημένων επιλογών, δηλαδή πάνω από το 50%. Αυτά τα οπτικά αντικείμενα, τα οποία αναμφισβήτητα θεωρούνται επιτυχημένα είναι :

- Οπτικό αντικείμενο #6 , που περιγράφει την ενέργεια της μεγέθυνσης, με ποσοστό 100%.

- Οπτικό αντικείμενο #10, που περιγράφει την ενέργεια της σμίκρυνσης, με ποσοστό 96,2%

- Οπτικό αντικείμενο #14, που περιγράφει την ενέργεια εμφάνισης βοήθειας, με ποσοστό 80%

- Οπτικό αντικείμενο #18, που περιγράφει την ενέργεια του τερματισμού της τρέχουσας ενέργειας και την επιστροφή στο προηγούμενο εννοιολογικό πλαίσιο, με ποσοστό 58,3%

- Οπτικό αντικείμενο #19, που περιγράφει την ενέργεια εμφάνισης φωτογραφιών, με ποσοστό 50,769%.

- Οπτικό αντικείμενο #21, που περιγράφει την ενέργεια παρουσίασης ηχητικών δεδομένων, με ποσοστό 62,7%

- Οπτικό αντικείμενο #23, που περιγράφει την ενέργεια παρουσίασης δεδομένων video, με ποσοστό 90,3%.

Από τα υπόλοιπα οπτικά αντικείμενα μόνο τρία ξεπερνούν το ποσοστό επιτυχίας του 20% και αυτά είναι:

- Οπτικό αντικείμενο #15, που περιγράφει την ενέργεια παρουσίασης τρισδιάστατων γεωγραφικών αναπαραστάσεων ή κατόψεις κτιρίων, με ποσοστό 5,12%.

- Οπτικό αντικείμενο #17, που περιγράφει την ενέργειας εμφάνισης αξιοθέατων μιας περιοχής ενδιαφέροντος, με ποσοστό 21,05%.

- Οπτικό αντικείμενο #26, που περιγράφει την ενέργεια εμφάνισης του βυθομετρικού χάρτη ενός αγκυροβολίου, με ποσοστό 24,32%.

Τα υπόλοιπα 13 οπτικά αντικείμενα κινούνται σε ποσοστά επιτυχίας κάτω του 17% και δεν μπορούν σε καμία περίπτωση να θεωρηθούν επιτυχημένα. Τα χαμηλότερα δε ποσοστά επιτυχίας παρουσιάζονται από τα εξής οπτικά αντικείμενα :

- Οπτικό αντικείμενο #11, που περιγράφει την επιλογή περιοχών ενδιαφέροντος ή αγκυροβολίων από λίστα επιλογών, με ποσοστό 23,68%.

- Οπτικό αντικείμενο #17, που περιγράφει την ενέργειας επιστροφής στο menu εισόδου ,με ποσοστό 5,4%.

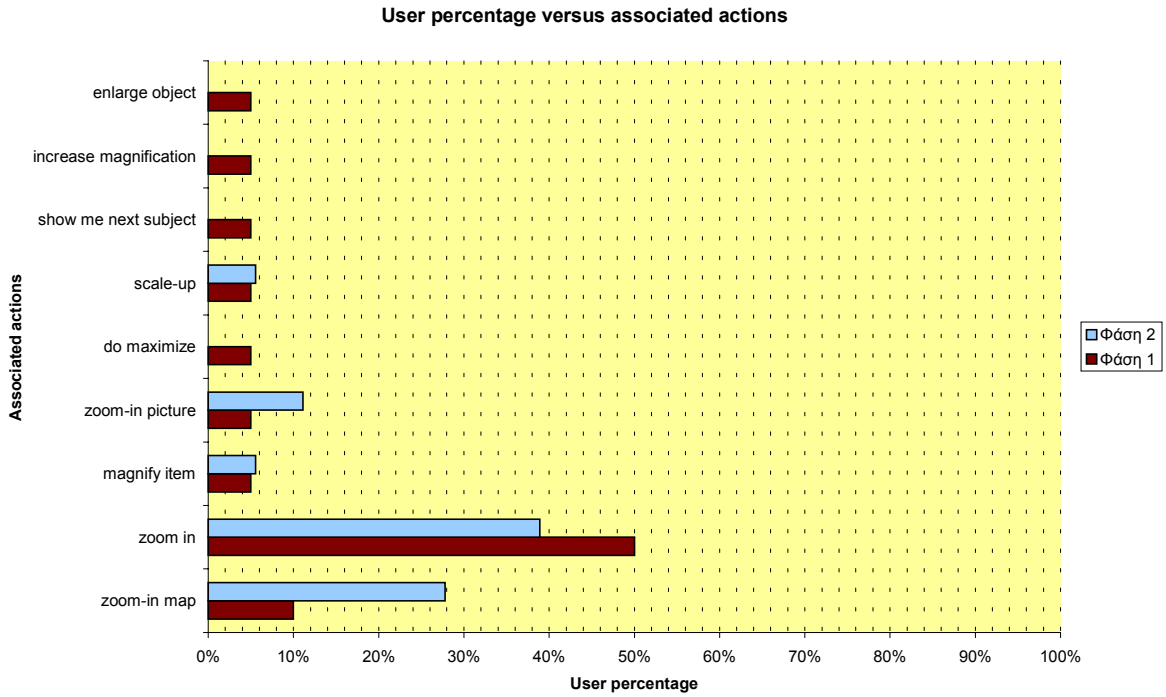
- Οπτικό αντικείμενο #25, που περιγράφει την ενέργεια τερματισμού της επίσκεψης στο επιλεγμένο λιμάνι, με ποσοστό 4,22%.

6.4 Δεύτερο πείραμα.

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος. Η αξιολόγηση κάθε οπτικού αντικειμένου παρουσιάζεται ξεχωριστά, και εμφανίζονται οι συσχετιζόμενες από τους χρήστες ενέργειες, που στην περίπτωση αυτή έχουν την μορφή ρήματος – αντικειμένου. Σε κάθε γράφημα εμφανίζονται δύο γραφικές αναπαραστάσεις, η μια είναι για την πρώτη φάση και η άλλη για την δεύτερη φάση του πειράματος.

6.4.1 Ποσοστά συσχέτισης ρημάτων-αντικειμένων οπτικών αντικειμένων.

Οπτικό αντικείμενο #6	
Ενέργεια σχεδιαστή	Zoom in
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Zoom-in map

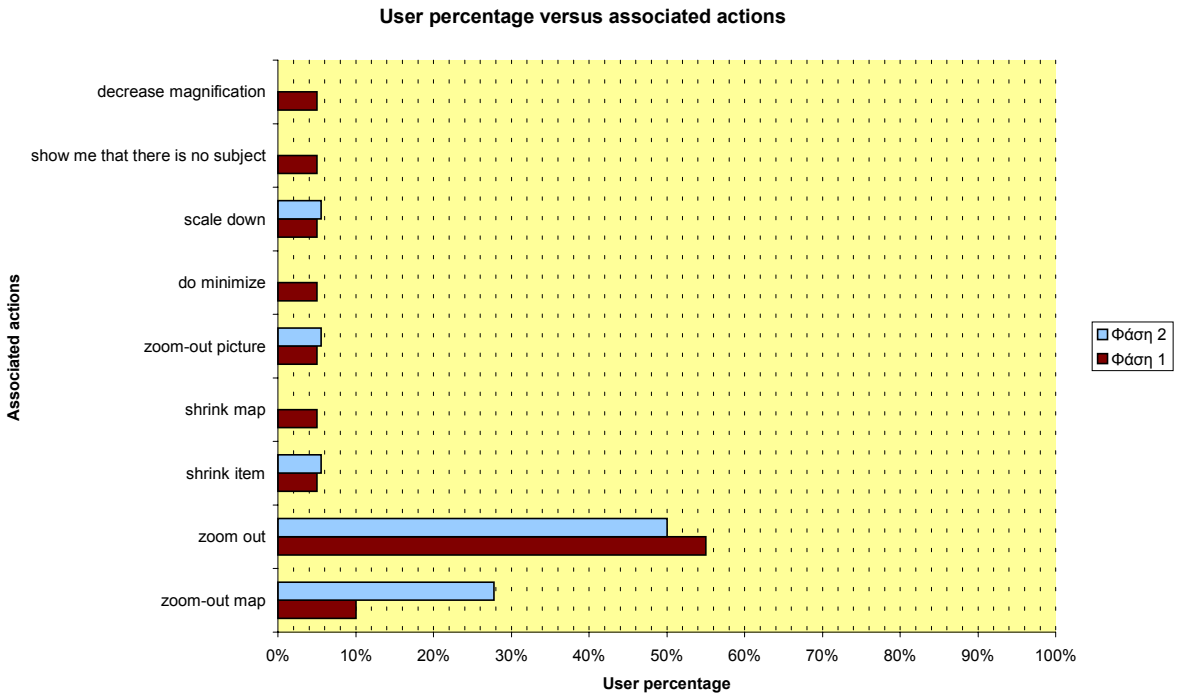


Γράφημα 25 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #06.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 25 παρουσιάζει ποσοστό συσχέτισης της τάξεως 50% κατά την πρώτη φάση με τον συνδυασμό zoom-in που είναι και ο

υψηλότερος, ενώ κατά την δεύτερη φάση του πειράματος το υψηλότερο ποσοστό συσχέτισης παρουσιάζεται με τον συνδυασμό zoom-in map που συγκεντρώνει το 40% περίπου των επιθυμιών των χρηστών. Θεωρείται τελικά επιτυχημένη επιλογή για την αναπαράσταση της μεγένθυσης.

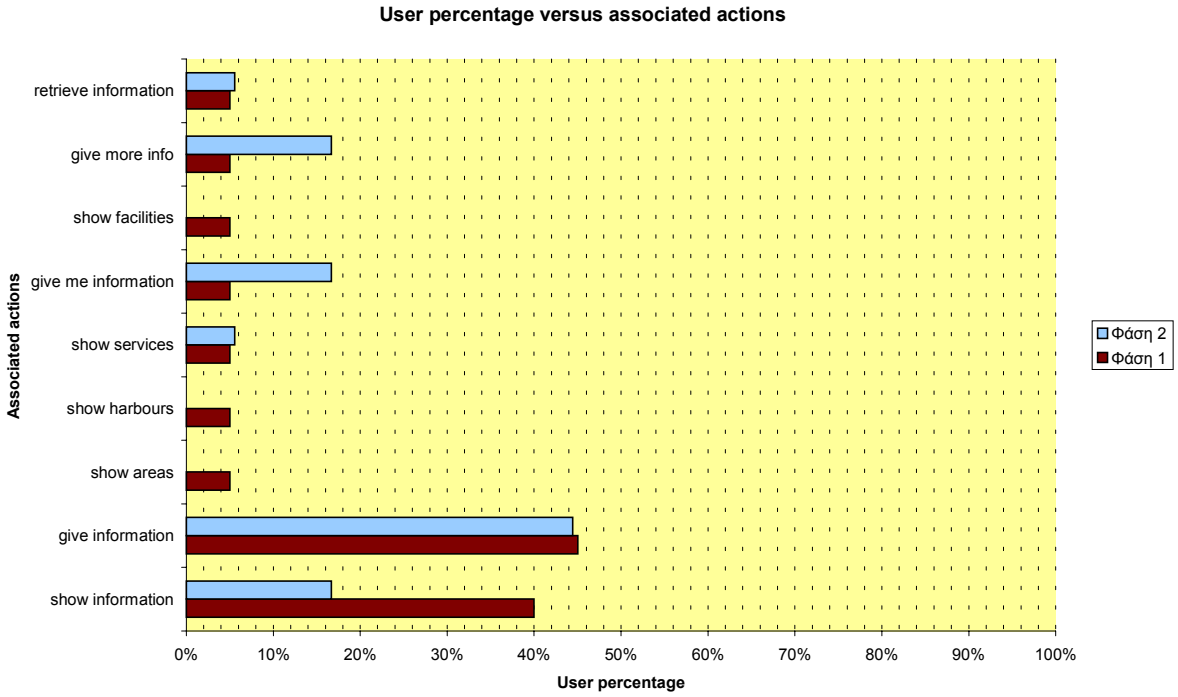
Οπτικό αντικείμενο #10	
Ενέργεια σχεδιαστή	Zoom out
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Zoom-out map



Γράφημα 26 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #10.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 26 παρουσιάζει ποσοστό συσχέτισης με τον συνδυασμό zoom-out 55% και 50% κατά την πρώτη και δεύτερη φάση αντίστοιχα. Είναι αυτονόητο πως αποτελεί επιτυχημένη επιλογή για την αναπαράσταση της ενέργειας της σμίκρυνσης.

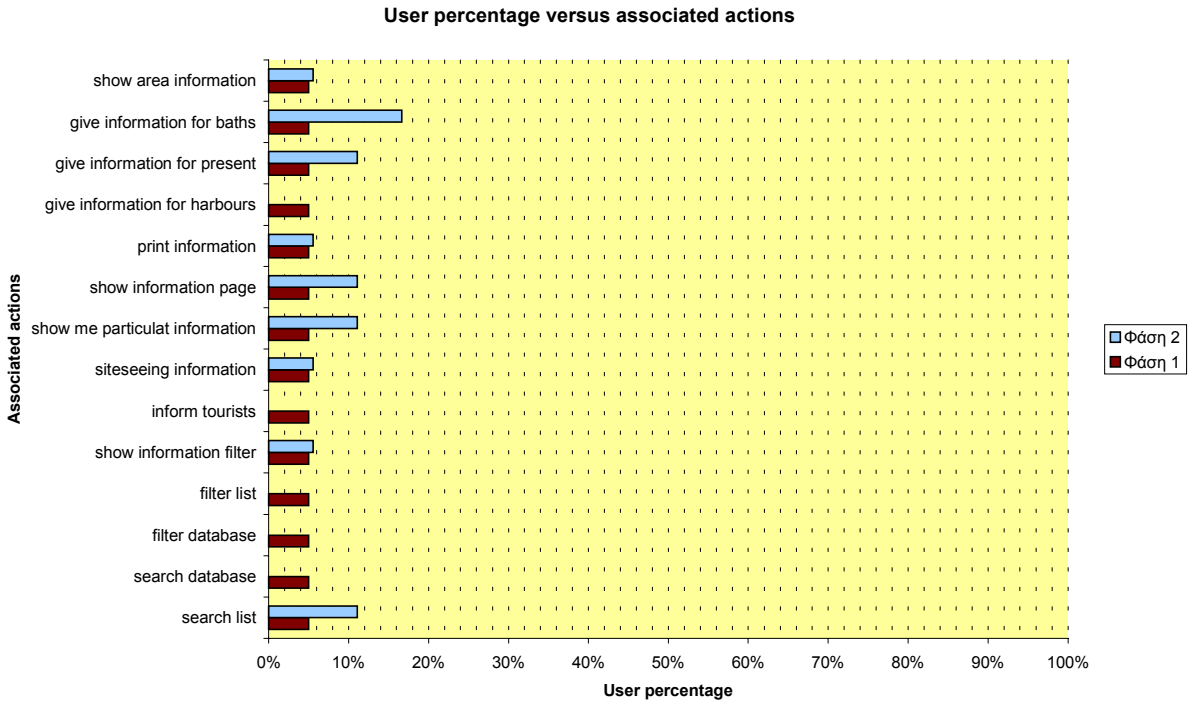
Οπτικό αντικείμενο #31	
Ενέργεια σχεδιαστή	show facilities for the current harbour or area of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Giveme information, show areas, show harbours, show services, show facilities



Γράφημα 27 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #31.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 27 παρουσιάζει και στις δύο φάσεις του πειράματος υψηλά ποσοστά συσχέτισης με το συνδυασμό give information. Μπορεί να θεωρηθεί καλή επιλογή για αναπαράσταση ενεργειών που σχετίζονται με την παροχή πληροφοριών.

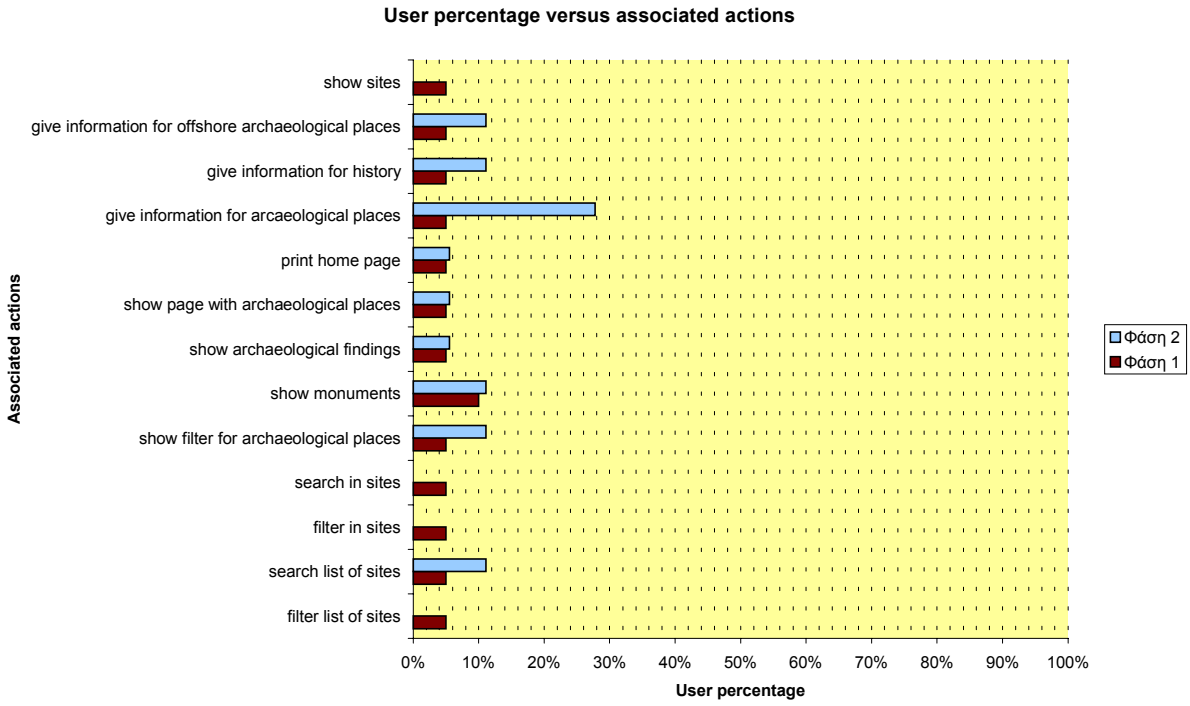
Οπτικό αντικείμενο #12	
Ενέργεια σχεδιαστή	filter for harbour facilities and areas of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Search list, filter list, search database, filter database



Γράφημα 28 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #12.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 28 παρουσιάζει πολύ χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με όλους σχεδόν τους συνδυασμούς ρημάτων-αντικειμένων. Δεν φαίνεται να είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει κάποια από τις ενέργειες που εισήχθησαν, και σε καμία περίπτωση δεν είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει την ενέργεια που επιθυμεί ο σχεδιαστής της εφαρμογής.

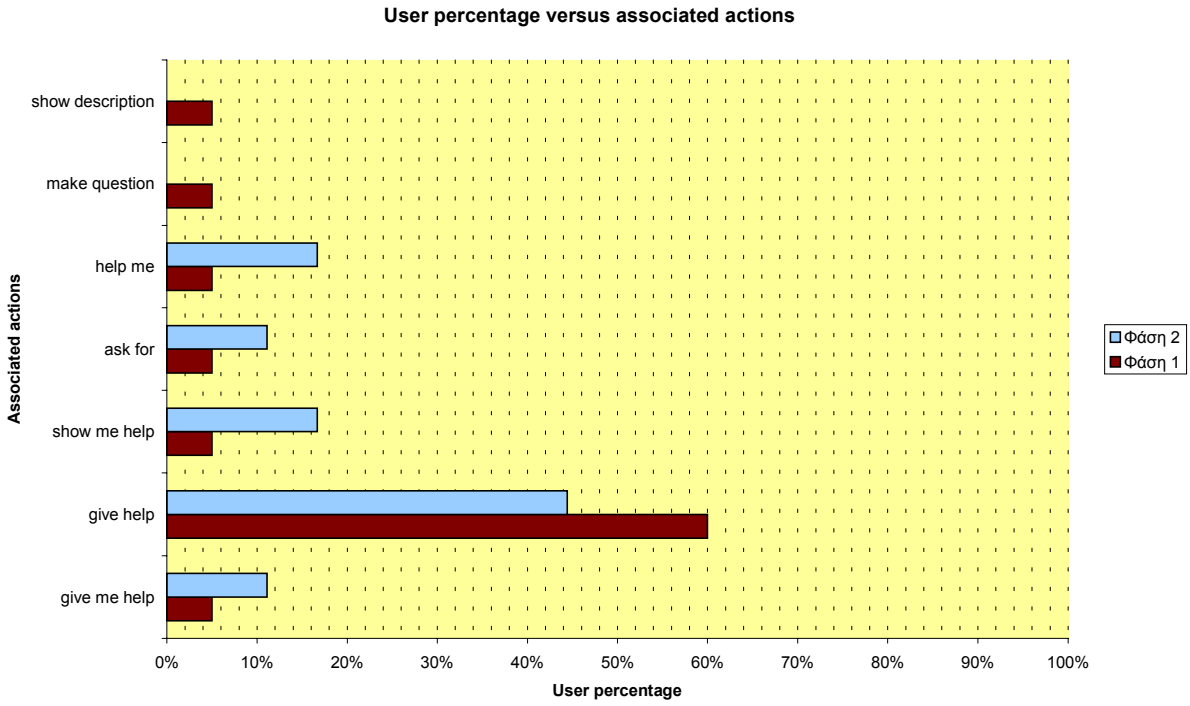
Οπτικό αντικείμενο #13	
Ενέργεια σχεδιαστή	filter for sites of areas of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Filter list of sites, filterin sites, search list of sites, search in sites



Γράφημα 29 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #13.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 29 παρουσιάζει πολύ χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με όλους σχεδόν τους συνδυασμούς ρημάτων-αντικειμένων. Μόνο κατά την δεύτερη φάση του πειράματος ένας συνδυασμός συγκέντρωσε ποσοστό συσχέτισης 30% και ενδεχομένως να θεωρηθεί ότι το οπτικό αντικείμενο παρουσιάζει μια εννοιολογική συνάφεια με αρχαιολογικούς χώρους. Δεν φαίνεται να είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει κάποια από τις ενέργειες που εισήχθησαν, και σε καμία περίπτωση δεν είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει την ενέργεια που επιθυμεί ο σχεδιαστής της εφαρμογής.

Οπτικό αντικείμενο #14	
Ενέργεια σχεδιαστή	On line help
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Give me help

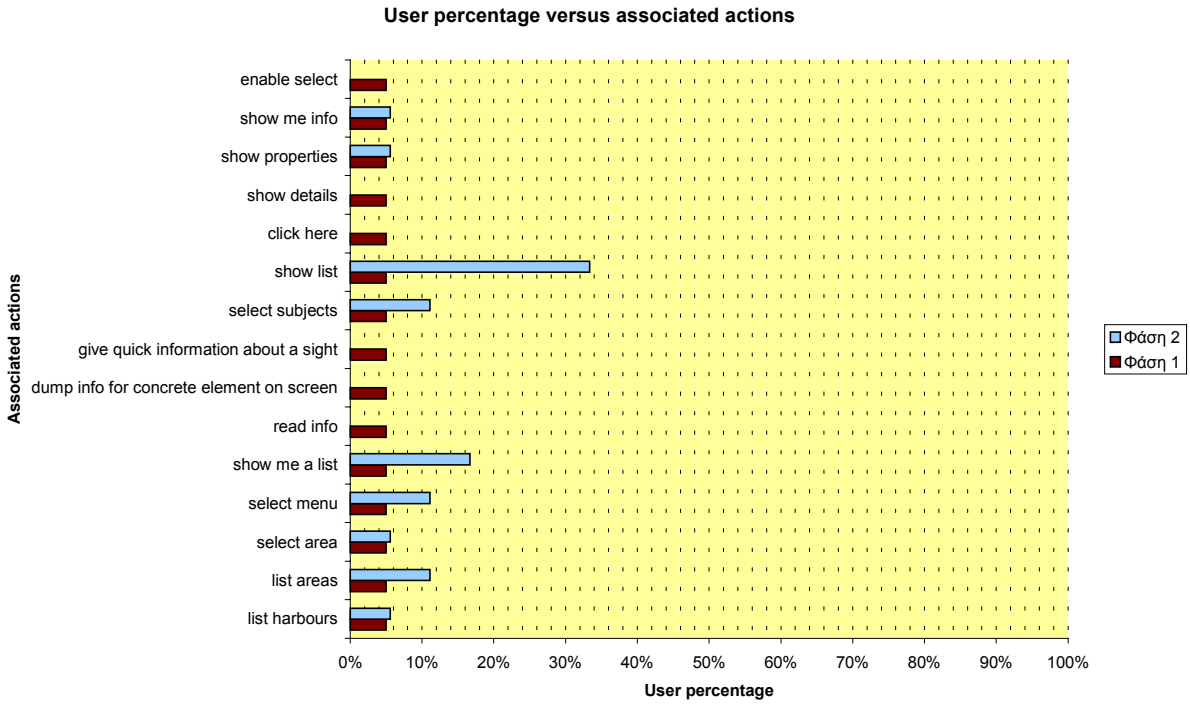


Γράφημα 30 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #14.

Το οπτικό αντικείμενο στο

Γράφημα 30 και στις δύο φάσεις του πειράματος παρουσίαζε τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης με το συνδυασμό give help. Συνεπώς είναι κατάλληλο για την αναπαράσταση ενεργειών παρουσίασης βοήθειας και η επιλογή είναι επιτυχημένη.

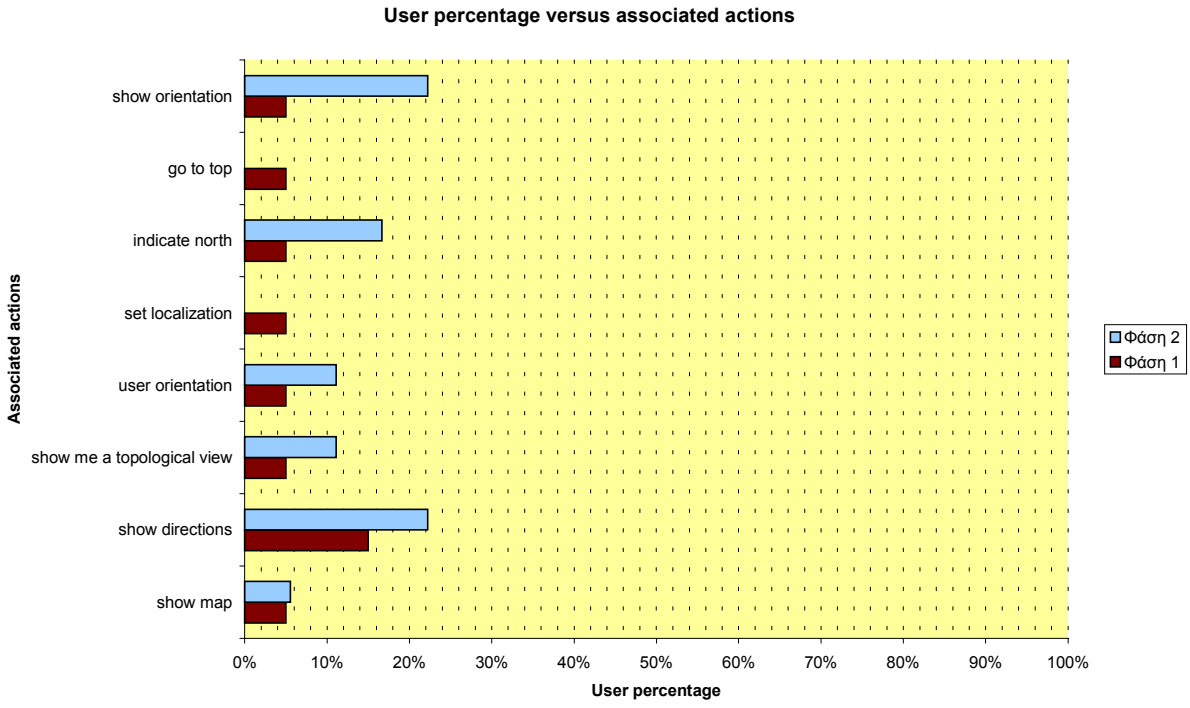
Οπτικό αντικείμενο #15	
Ενέργεια σχεδιαστή	List the harbours or the areas of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	List harbours, list areas



Γράφημα 31 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #15.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 31 κατά την φάση 1 δεν εμφάνισε αποδεκτά ποσοστά συσχέτισης με κανένα συνδυασμό. Στην φάση 2 όμως παρουσίασε ποσοστό συσχέτισης 34% με τον συνδυασμό show list. Αν και το ποσοστό δεν υπερβαίνει το κατώφλι αποδοχής μπορεί να θεωρηθεί κατάλληλο για την αναπαράσταση ενεργειών που σχετίζονται με λίστες αντικειμένων. Κατά αυτή την έννοια είναι αποδεκτή επιλογή για την ενέργεια που επιθυμεί να αναπαραστήσει ο σχεδιαστής αν και δεν περιλαμβάνεται σε αυτό η έννοια του λιμανιού ή της περιοχής ενδιαφέροντος.

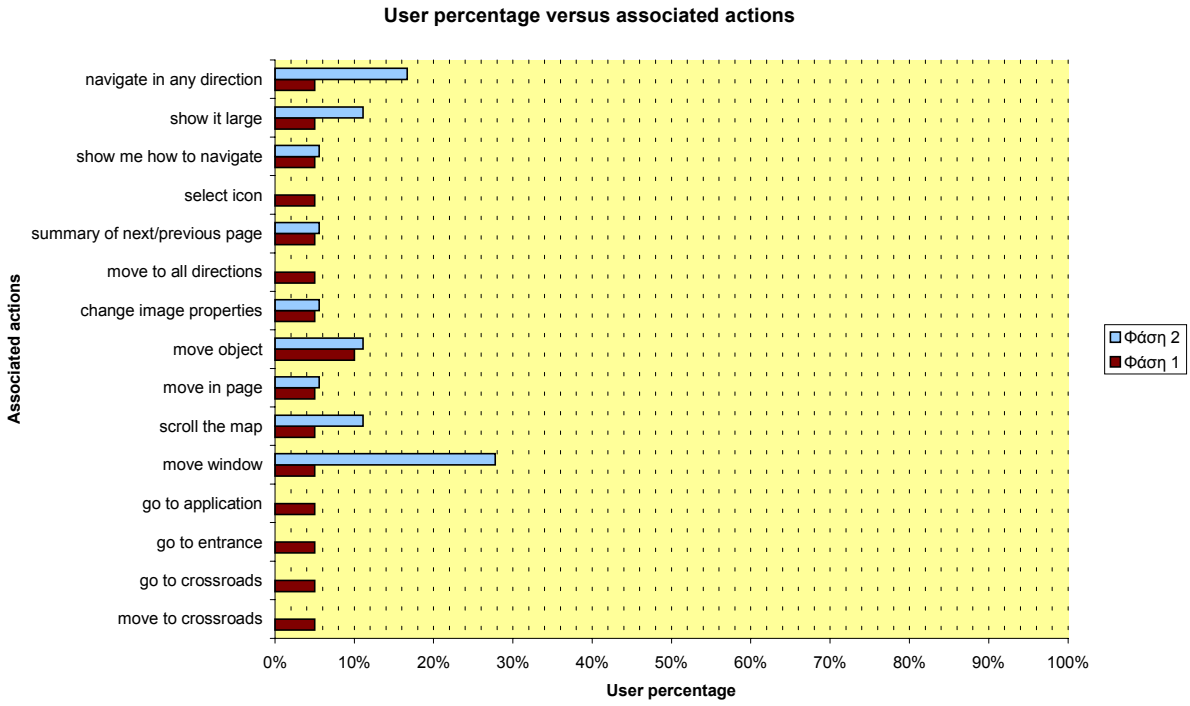
Οπτικό αντικείμενο #16	
Ενέργεια σχεδιαστή	show map of the current harbour or area of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Show map



Γράφημα 32 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #16.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 32 παρουσιάζει χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με όλους τους συνδυασμούς ρημάτων-αντικειμένων που εισήχθησαν από τους χρήστες και στις δύο φάσεις. Είναι ακατάλληλο για την αναπαράσταση της ενέργειας που ο σχεδιαστής επιθυμεί εφόσον και στις δύο φάσεις τα ποσοστά συσχέτισης είναι κοντά στο 5%. Παρόλα αυτά μπορεί να είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει ενέργειες που αφορούν ενδείξεις προσανατολισμού ή κατεύθυνσης.

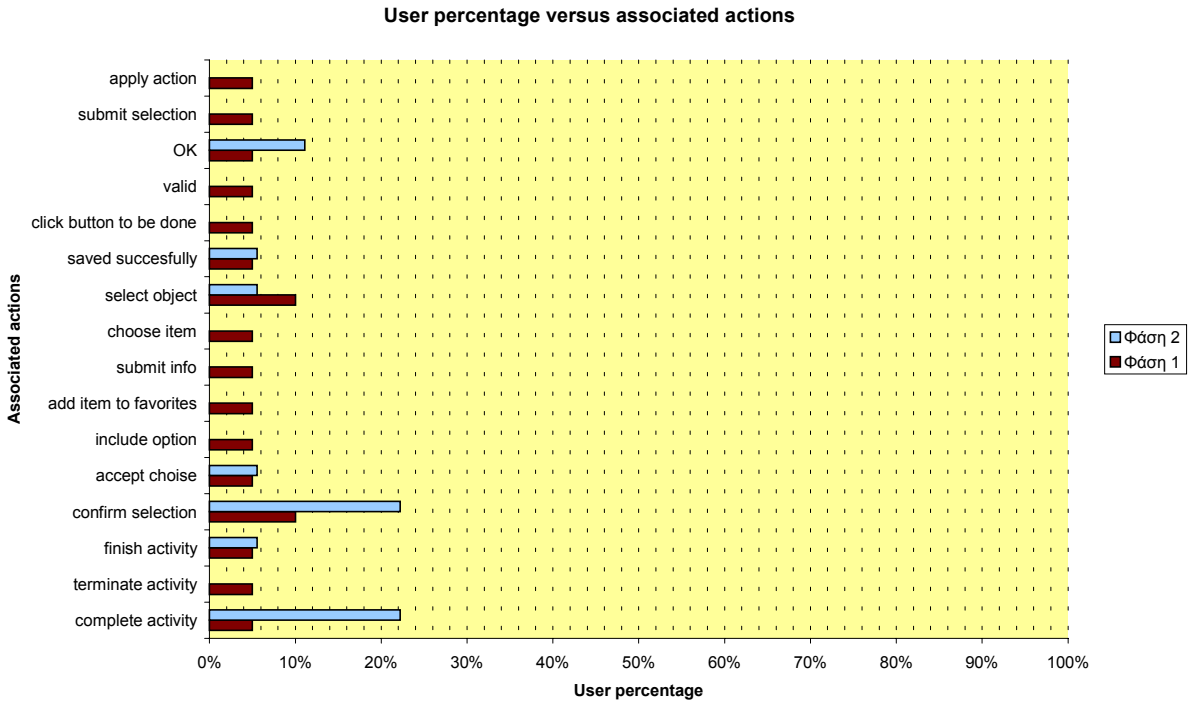
Οπτικό αντικείμενο #17	
Ενέργεια σχεδιαστή	return to the entrance menu
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Move to crossroads, go to crossroads, go to entrance



Γράφημα 33 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #17.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 33 παρουσιάζει κατά την πρώτη φάση ποσοστά συσχέτισης με τον συνδυασμό ρήματος-αντικειμένου του σχεδιαστή της τάξεως του 5%, ενώ στην δεύτερη φάση της τάξεως 0%. Είναι ακατάλληλο για να αναπαραστήσει την ενέργεια που ο σχεδιαστής επιθυμεί. Φαίνεται όμως κατάλληλο για την αναπαράσταση ενεργειών που σχετίζονται με την μετακίνηση αντικειμένων.

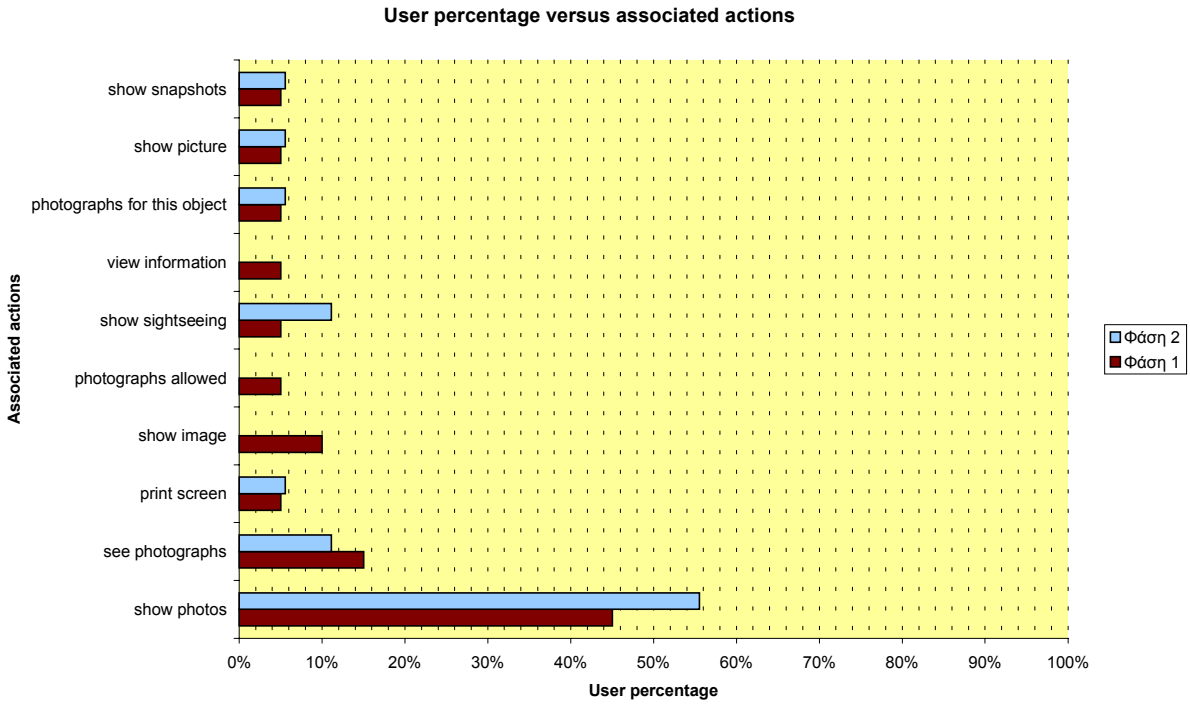
Οπτικό αντικείμενο #18 Ενέργεια σχεδιαστή Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	✓ terminate current activity and return to the previous Complete activity, terminate activity, finish activity.



Γράφημα 34 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #18.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 34 κατά την πρώτη φάση δεν παρουσίασε αποδεκτά ποσοστά συσχέτισης με κανένα συνδυασμό. Στην δεύτερη φάση τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης τα παρουσίασε με του συνδυασμούς που έχουν εισαχθεί από το σχεδιαστή. Αν και αυτά τα ποσοστά συσχέτισης δεν είναι υψηλά μπορεί να θεωρηθεί ότι το οπτικό αντικείμενο σε γενικές γραμμές αναπαριστά ικανοποιητικά την ενέργεια που επιθυμεί να αναπαραστήσει ο σχεδιαστής.

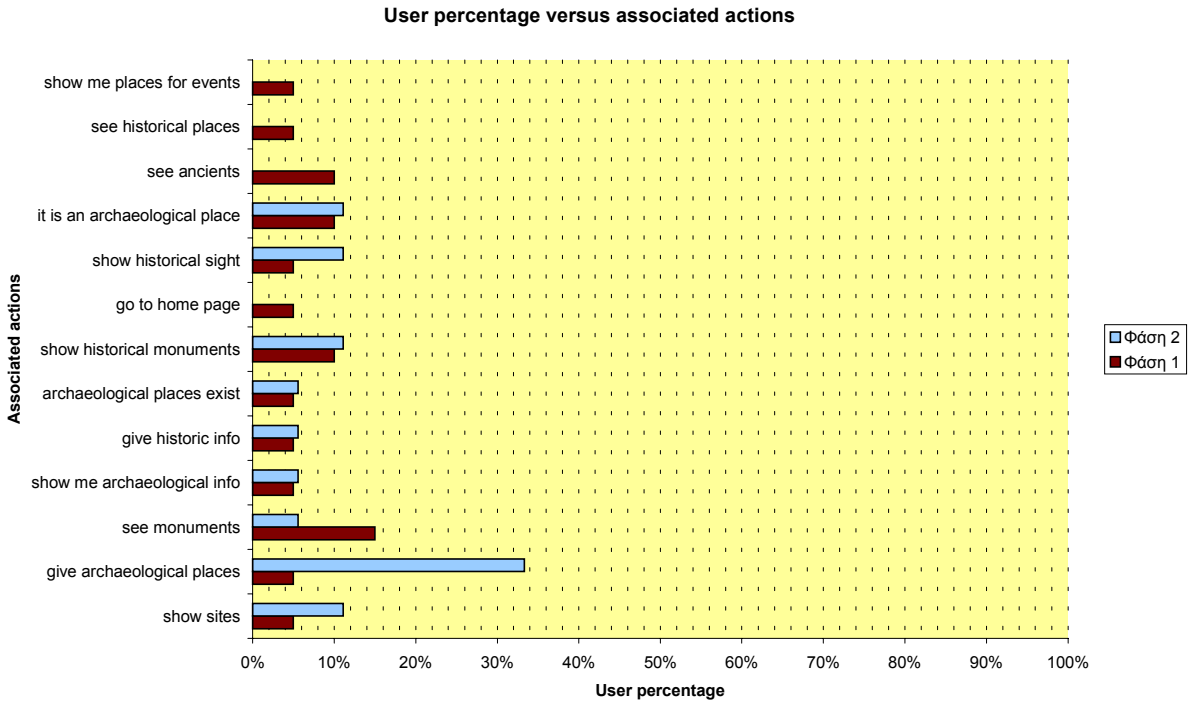
Οπτικό αντικείμενο #19	
Ενέργεια σχεδιαστή	show photos
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Show photos



Γράφημα 35 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #19.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 35 και στις δύο φάσεις του πειράματος παρουσίασε τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης, 45% και 55% αντίστοιχα, με τον συνδυασμό show photos που είναι αυτός που ο σχεδιαστής εισήγαγε. Κατά συνέπεια είναι απόλυτα επιτυχημένη επιλογή.

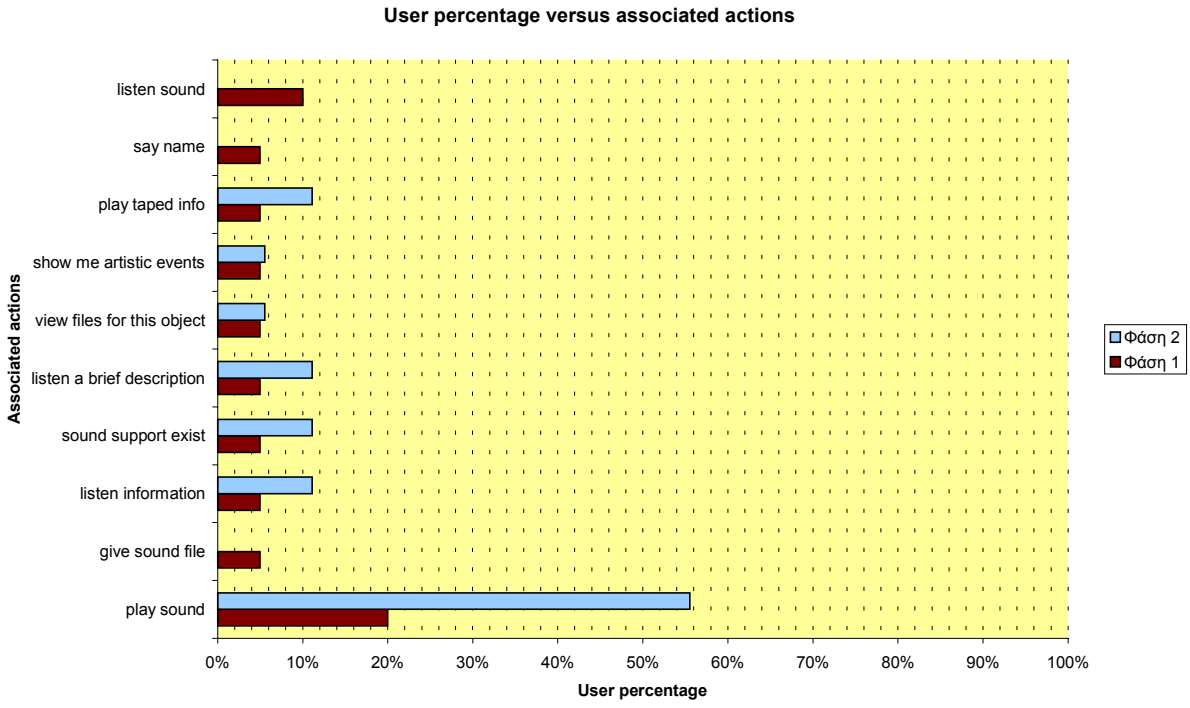
Οπτικό αντικείμενο #20	
Ενέργεια σχεδιαστή	show sites of the current area of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Show sites



Γράφημα 36 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #20.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 36 και στις δύο φάσεις του πειράματος δεν παρουσιάζει αποδεκτά ποσοστά συσχέτισης με κάποιο συνδυασμό ρήματος-αντικειμένου. Επίσης τα ποσοστά συσχέτισης με τον συνδυασμό που έχει επιλεγεί από τον σχεδιαστή είναι 5% και 11% στην πρώτη και την δεύτερη φάση αντίστοιχα, ποσοστά πολύ χαμηλά που δείχνουν ότι η επιλογή του οπτικού αντικείμενου για την περιγραφή αυτής της ενέργειας είναι αποτυχημένη. Το υψηλότερο ποσοστό συσχέτισης παρουσιάζεται στην δεύτερη φάση με τον συνδυασμό give archaeological places, της τάξεως του 35% συνεπώς το οπτικό αντικείμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση ενεργειών που έχουν σχέση με την παρουσίαση πληροφορίας για αρχαιολογικούς χώρους.

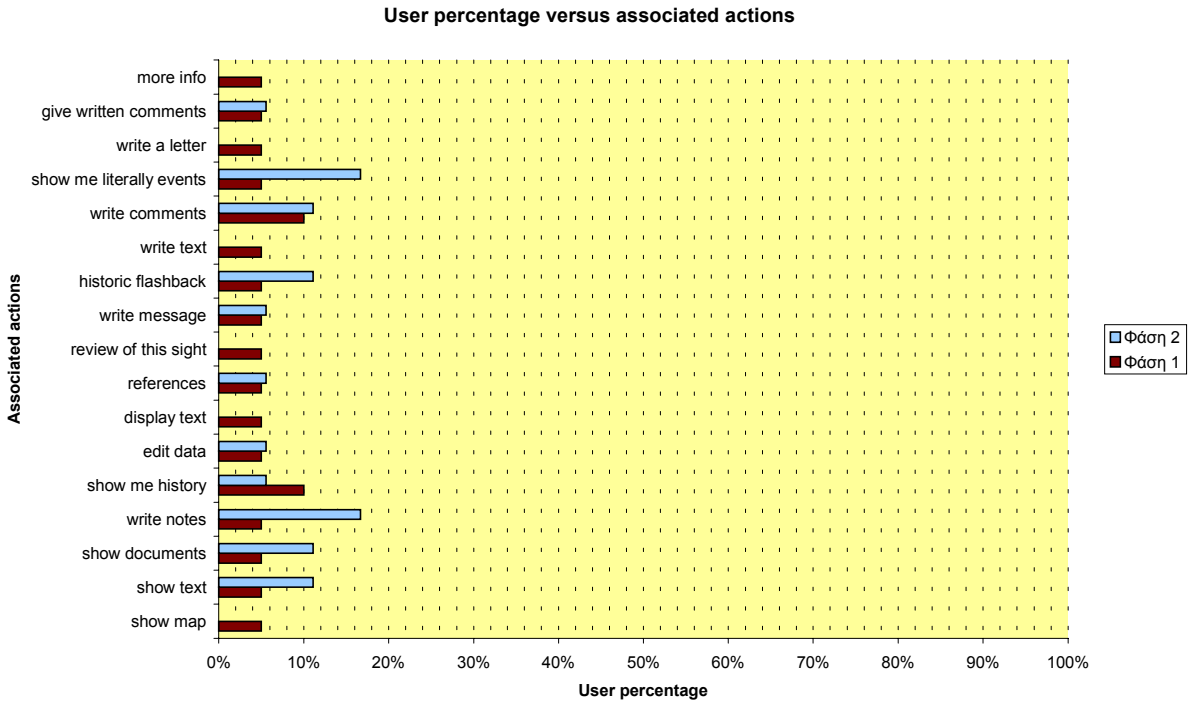
Οπτικό αντικείμενο #21	
Ενέργεια σχεδιαστή	say the name of the selected harbour or area of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Say name



Γράφημα 37 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #21.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 37 στην δεύτερη φάση του πειράματος παρουσιάζει ποσοστό συσχέτισης 56% με το συνδυασμό ρήματος-αντικειμένου play sound. Αν και δεν συμπίπτει με τον συνδυασμό ρήματος-αντικειμένου που έχει εισαχθεί από τον σχεδιαστή, εννοιολογικά αποτελούν συναφής έννοιες κατά συνέπεια μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένη επιλογή. Όπως φαίνεται το οπτικό αντικείμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπαραστήσει ενέργειες αναπαραγωγής ήχων.

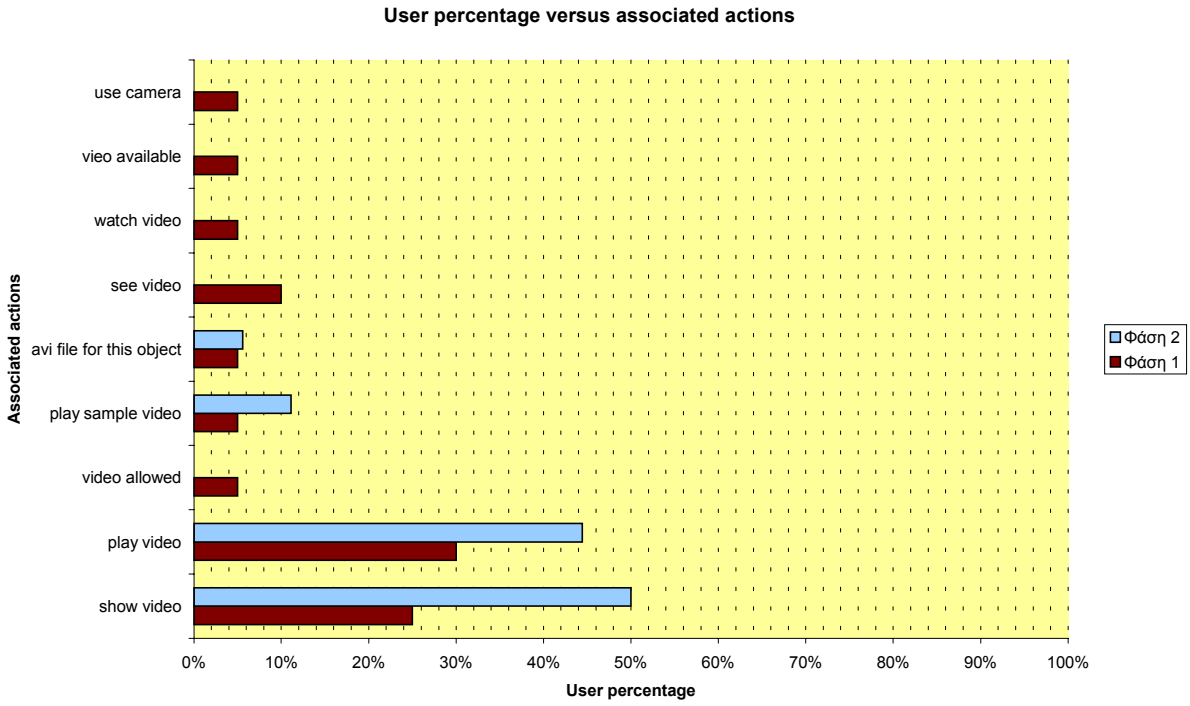
Οπτικό αντικείμενο #22	
Ενέργεια σχεδιαστή	show information for the current harbour or area of
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Show map, show text



Γράφημα 38 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #22.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 38 και στις δύο φάσεις του πειράματος παρουσιάζει χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με όλους τους συνδυασμούς ρημάτων-αντικειμένων. Το υψηλότερο ποσοστό συσχέτισης παρουσιάζεται στην δεύτερη φάση με τους συνδυασμούς write notes και show me literally events με ποσοστό 17%, ποσοστό πολύ χαμηλό. Τελικά το οπτικό αντικείμενο δεν είναι κατάλληλο για να αναπαραστήσει την ενέργεια που επιθυμεί ο σχεδιαστής.

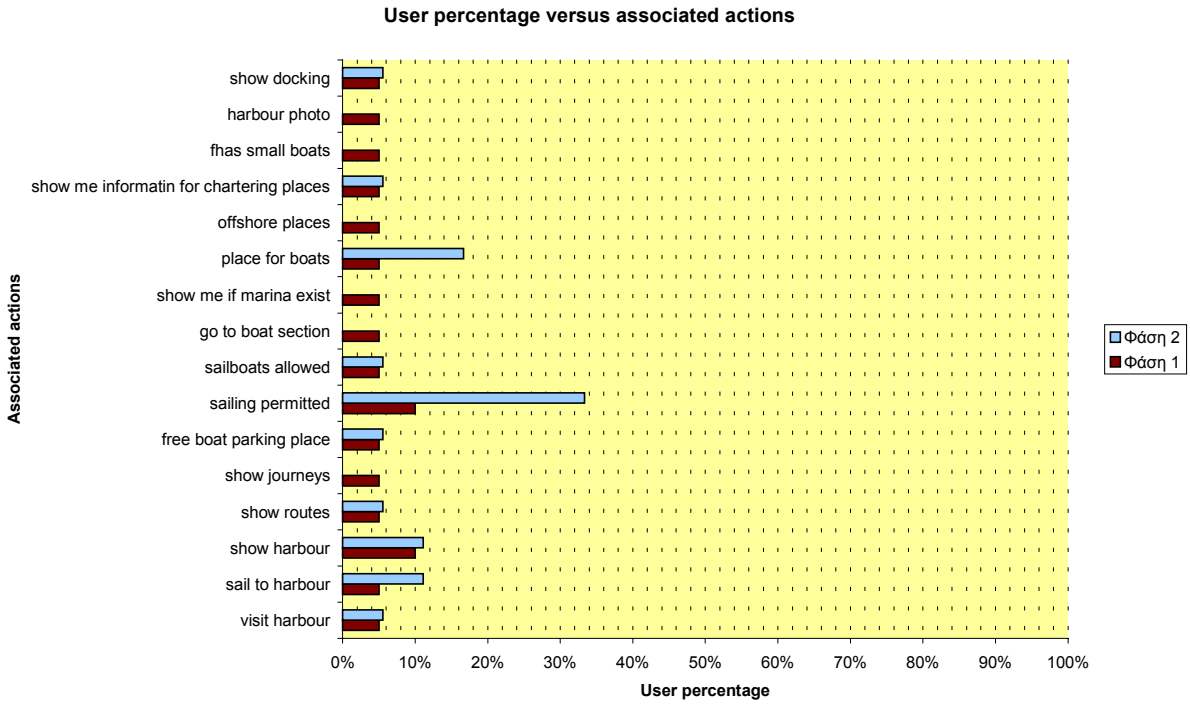
Οπτικό αντικείμενο #23	
Ενέργεια σχεδιαστή	show video
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Show video



Γράφημα 39 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #23.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 39 παρουσιάζει τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης και στις δύο φάσεις του πειράματος με τους συνδυασμούς ρήματος-αντικειμένου play video, show video. Το οπτικό αντικείμενο είναι κατάλληλο για την αναπαράσταση της ενέργειας που ο σχεδιαστής επιθυμεί, κατά συνέπεια αποτελεί επιτυχημένη επιλογή.

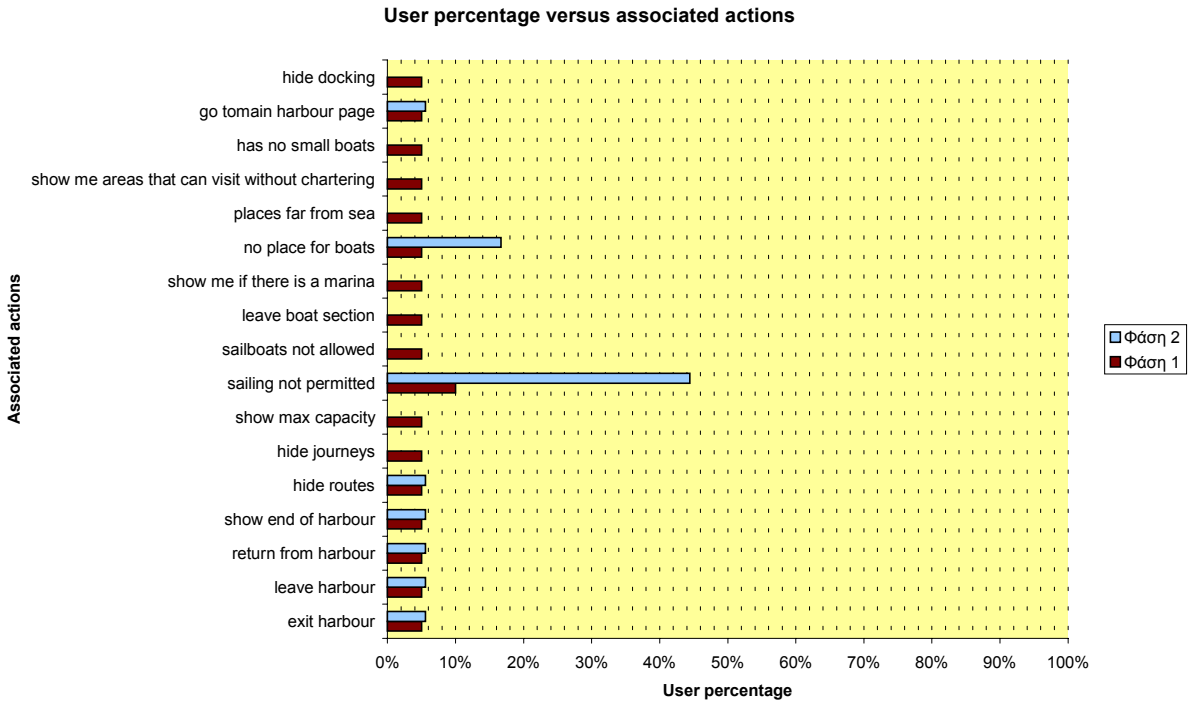
Οπτικό αντικείμενο #24	
Ενέργεια σχεδιαστή	visit selected harbour
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Visit harbour, sail to harbour



Γράφημα 40 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #24.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 40 παρουσιάζει πολύ χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με οποιοδήποτε συνδυασμό ρήματος-αντικειμένου και στις δύο φάσεις του πειράματος. Τα ποσοστά συσχέτισης με τους συνδυασμούς που ο σχεδιαστής έχει επιλέξει είναι της τάξεως του 5% και στις δύο φάσεις του πειράματος. Συνεπώς το οπτικό αντικείμενο αποτελεί αποτυχημένη επιλογή. Παρατηρούμε όμως ότι στην δεύτερη φάση παρουσιάζεται το υψηλότερο ποσοστό συσχέτισης με τον συνδυασμό sailing permitted, συνεπώς το οπτικό αντικείμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή ενεργειών που σχετίζονται με την παρουσία πλωτών μέσων.

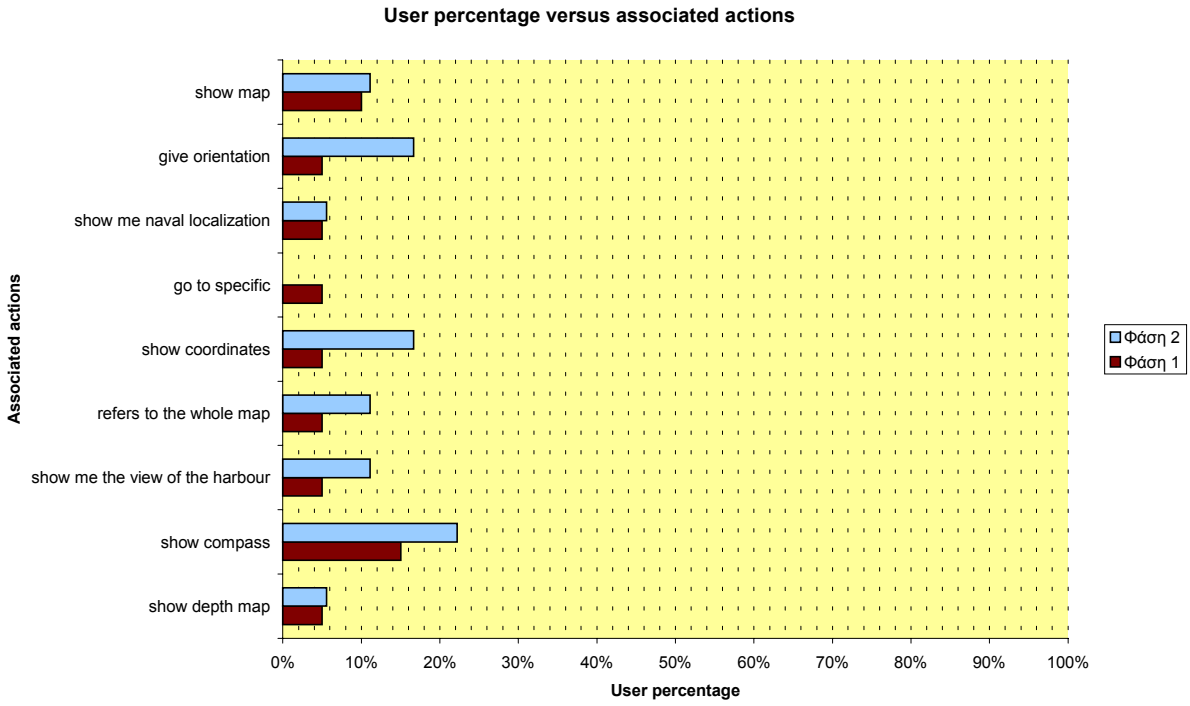
Οπτικό αντικείμενο #25	
Ενέργεια σχεδιαστή	exit visited harbour
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Exit harbour, leave harbour, return from harbour



Γράφημα 41 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #25.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 41 παρουσιάζει πολύ χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με όλους σχεδόν του συνδυασμούς ρήματος-αντικειμένου και στις δύο φάσεις γεγονός που το καταστεί ακατάλληλο για την αναπαράσταση που ο σχεδιαστής επιθυμεί. Στην δεύτερη φάση του πειράματος όμως παρουσιάζει ποσοστό συσχέτισης 45% με τον συνδυασμό sailing not permitted, συνεπώς το οπτικό αντικείμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση ενεργειών που σχετίζονται με την παρουσία ή μη πλωτών μέσων.

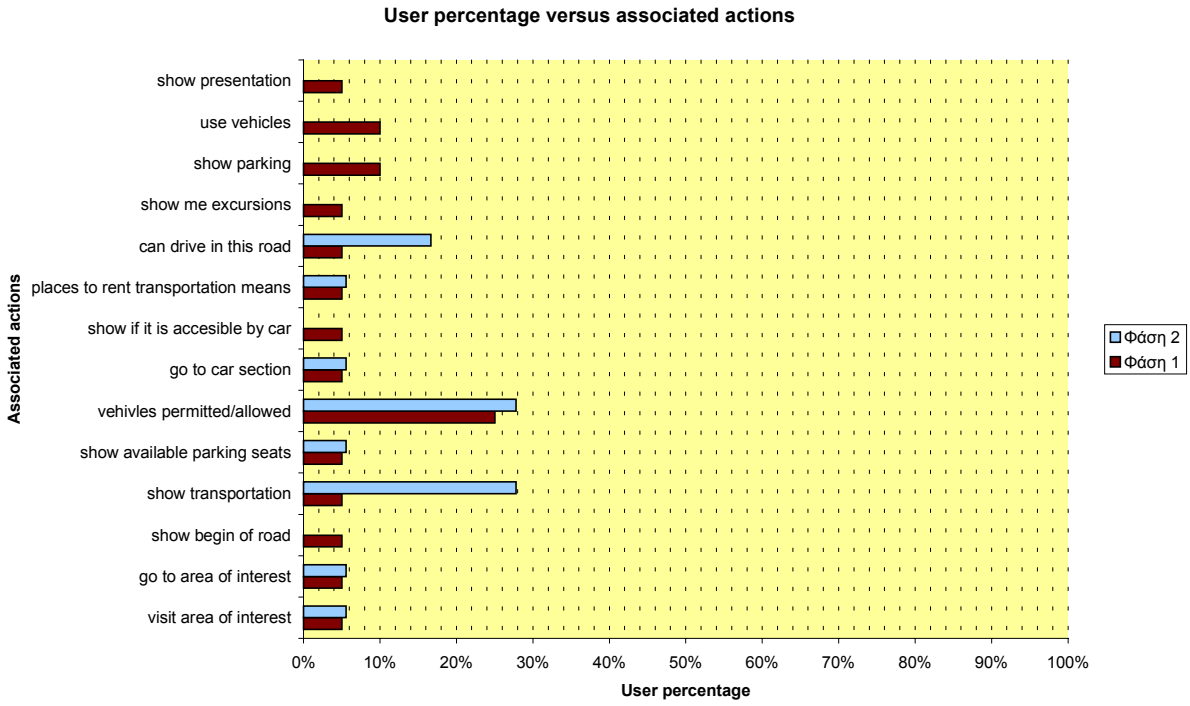
Οπτικό αντικείμενο #26	
Ενέργεια σχεδιαστή	show depthmap of the current harbour
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Show depthmap



Γράφημα 42 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #26.

Τα ποσοστά συσχέτισης για το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 42 είναι πολύ χαμηλά και στις δύο φάσεις του πειράματος. Επιπλέον τα ποσοστά συσχέτισης για τον συνδυασμό που ο σχεδιαστής έχει εισάγει είναι της τάξεως του 5% και στις δύο φάσεις. Εξίσου χαμηλά είναι τα ποσοστά συσχέτισης και για τον συνδυασμό show map, που είναι συναφής με αυτόν που εισήγαγε ο σχεδιαστής . Συνεπώς το οπτικό αντικείμενο είναι ακατάλληλο για την αναπαράσταση αυτής της ενέργειας. Παρατηρώντας τα αποτελέσματα φαίνεται ότι το οπτικό αντικείμενο είναι κατάλληλο για την αναπαράσταση ενεργειών που σχετίζονται με την παρουσίαση πληροφοριών προσανατολισμού.

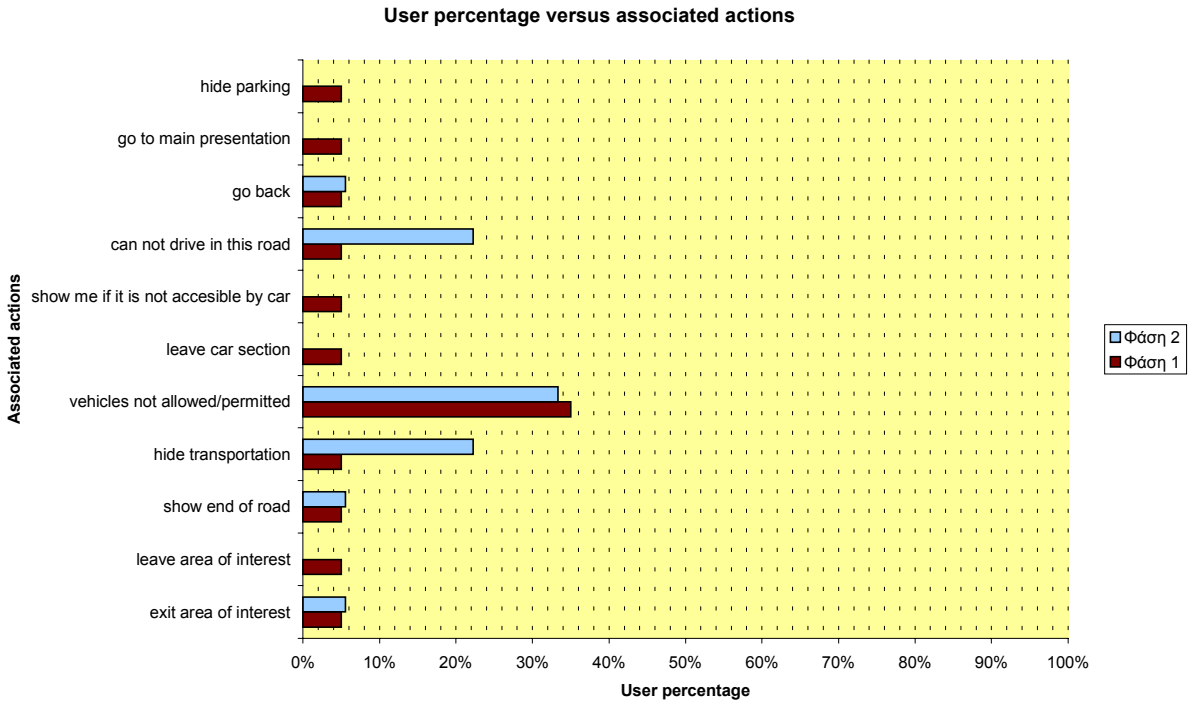
Οπτικό αντικείμενο #27	
Ενέργεια σχεδιαστή	visit selected area of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Visit area of interest, go to area of interest



Γράφημα 43 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #27.

Για το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 43 τα ποσοστά συσχέτισης και στις δύο φάσεις για τους συνδυασμούς ρήματος-αντικειμένου που εισήχθησαν από τον σχεδιαστή είναι της τάξεως του 6%, ποσοστά μη αποδεκτά. Επίσης τα ποσοστά συσχέτισης είναι χαμηλά για όλους σχεδόν τους συνδυασμούς ρημάτων-αντικειμένων που εισήχθησαν από τους χρήστες. Το οπτικό αντικείμενο θεωρείται ακατάλληλο για να αναπαραστήσει την ενέργεια που ο χρήστης επιθυμεί. Σχετικά υψηλά ποσοστά συσχέτισης παρουσιάζονται για τους συνδυασμούς show transportation και vehicles allowed/permitted της τάξεως του 30% ιδιαίτερα κατά την δεύτερη φάση του πειράματος. Το οπτικό αντικείμενο μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική επιλογή για την αναπαράσταση ενεργειών που σχετίζονται με μεταφορικά μέσα και μετακινήσεις αυτών.

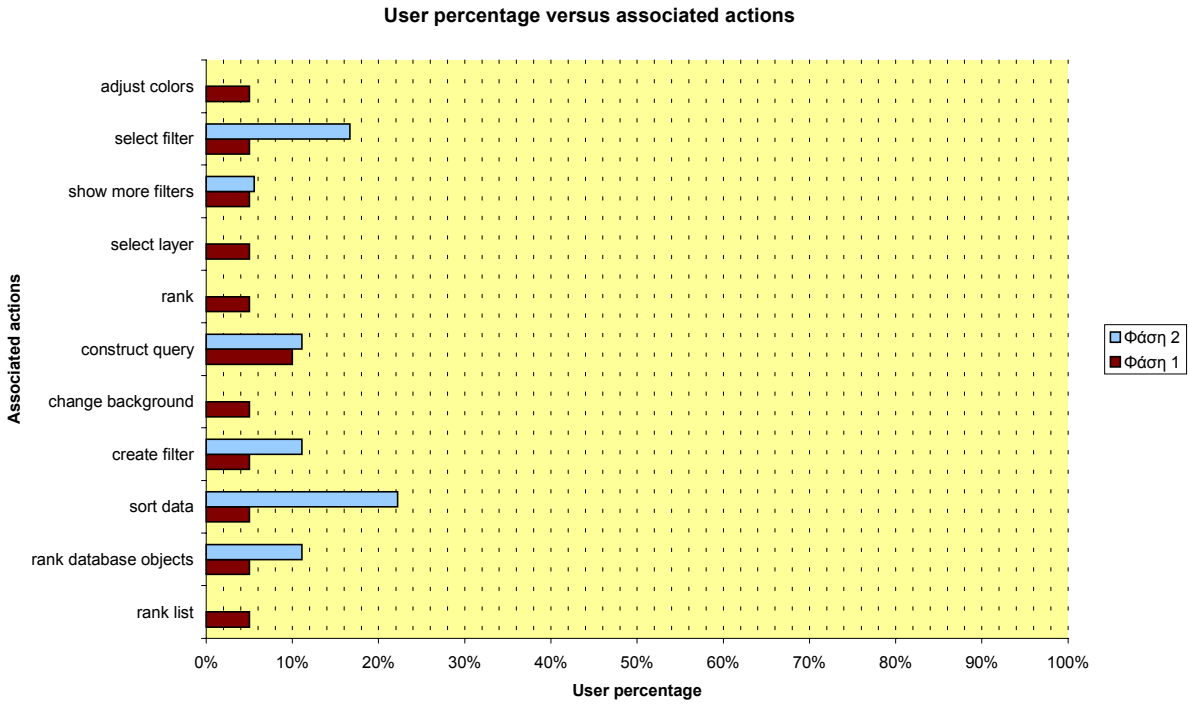
Οπτικό αντικείμενο #28	
Ενέργεια σχεδιαστή	exit visited area of interest
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Exit area of interest, leave area of interest



Γράφημα 44 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #28.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 44 παρουσιάζει χαμηλά ποσοστά συσχέτισης και στις δύο φάσεις με τους συνδυασμούς ρήματος-αντικειμένου που έχουν εισαχθεί από τον σχεδιαστή, της τάξεως του 5%, ποσοστά που το καταστούν ακατάλληλο για την αναπαράσταση αυτής της ενέργειας. Ο συνδυασμός vehicles not allowed/permitted και στις δύο φάσεις και ο συνδυασμός hide transportation στην δεύτερη φάση εμφανίζουν σχετικά υψηλά ποσοστά συσχέτισης, συνεπώς μπορεί κάποιος να θεωρήσει ότι το οπτικό αντικείμενο είναι κατάλληλο για την αναπαράσταση ενεργειών που σχετίζονται με μεταφορικά μέσα και μετακινήσεις αυτών.

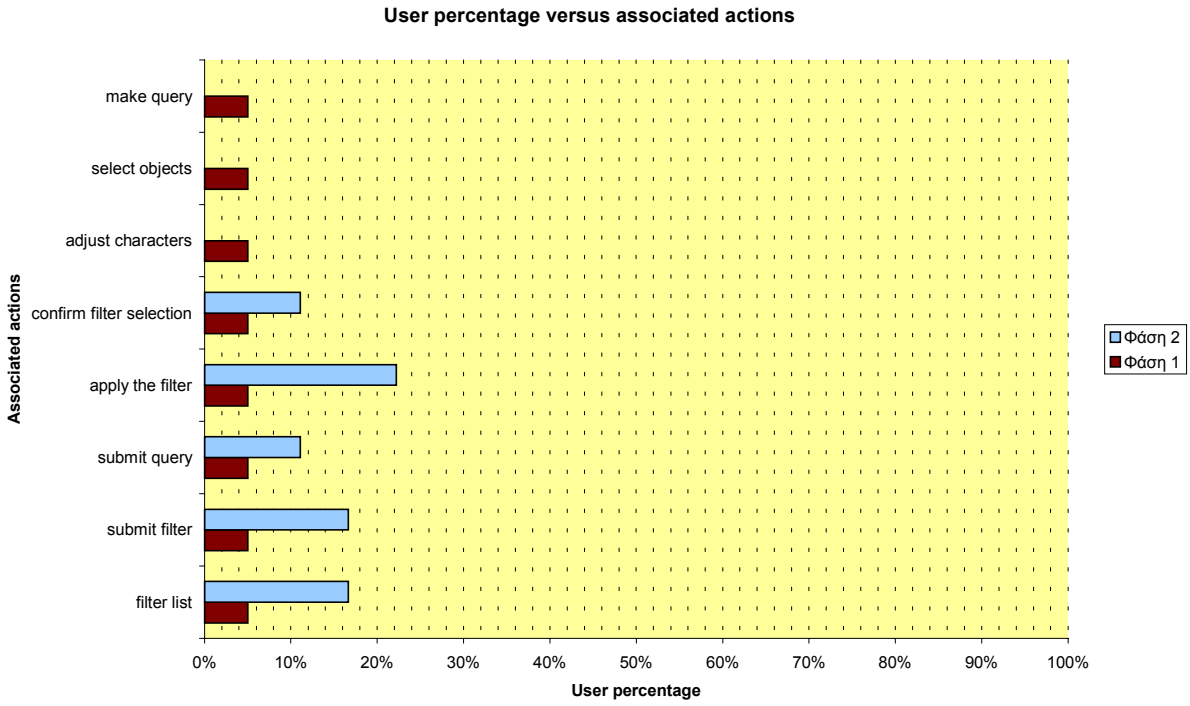
Οπτικό αντικείμενο #29	
Ενέργεια σχεδιαστή	Show complex filter definition section
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Rank list, rank database objects



Γράφημα 45 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #29.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 45 παρουσιάζει ποσοστά συσχέτισης με τους συνδυασμούς ρήματος-αντικειμένου που έχει εισάγει ο σχεδιαστής, της τάξεως του 5% στην πρώτη φάση του πειράματος, και 0% και 11% στην δεύτερη φάση. Είναι προφανές ότι το οπτικό αντικείμενο τελικά είναι ακατάλληλο για την αναπαράσταση της ενέργειας αυτής. Τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης παρουσιάζουν οι συνδυασμοί ρήματος-αντικειμένου sort data και select filter με ποσοστά 22% και 17% αντίστοιχα κατά την δεύτερη φάση του πειράματος.

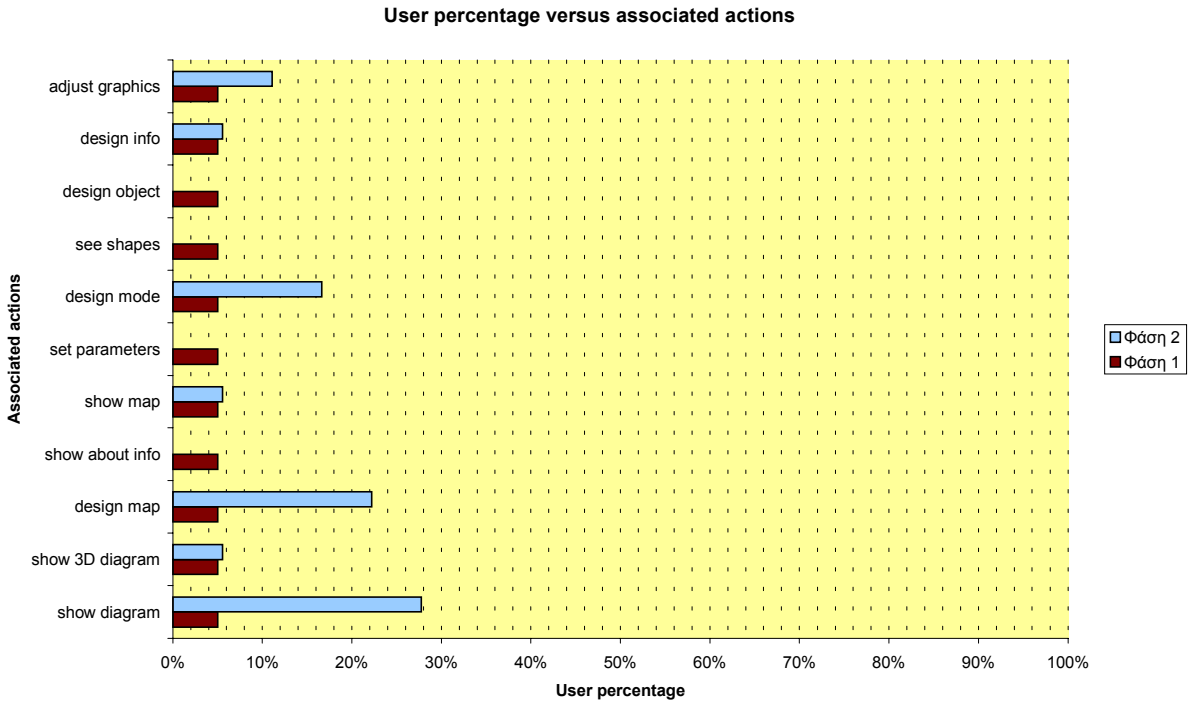
Οπτικό αντικείμενο #30	
Ενέργεια σχεδιαστή	show simple filter definition section
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Select objects, make query



Γράφημα 46 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #30.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 46 παρουσιάζει πολύ χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με τους συνδυασμούς ρήματος-αντικειμένου που εισήχθησαν από τον χρήστη. Στην πρώτη φάση του πειράματος τα ποσοστά είναι 6% και για τους δύο συνδυασμούς ενώ στην δεύτερη φάση είναι 0%. Προφανώς το οπτικό αντικείμενο κρίνεται ακατάλληλο για την αναπαράσταση της συγκεκριμένης ενέργειας. Τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης εμφανίζονται κατά την δεύτερη φάση του πειράματος με τον συνδυασμό apply the filter που εννοιολογικά περιγράφει την ενέργεια που ο χρήστης επιθυμεί να περιγράψει αλλά και σε αυτή την περίπτωση το ποσοστό συσχέτισης είναι χαμηλό 22%.

Οπτικό αντικείμενο #11	
Ενέργεια σχεδιαστή	show diagrams or 3D images
Ρήμα-αντικείμενο σχεδιαστή	Show 3Ddiagram, show diagram



Γράφημα 47 Ποσοστό συσχέτισης ρήματος-αντικειμένου - οπτικού αντικειμένου #11.

Το οπτικό αντικείμενο στο Γράφημα 47 κατά την πρώτη φάση του πειράματος παρουσιάζει πολύ χαμηλά ποσοστά συσχέτισης με όλους τους συνδυασμούς της τάξεως του 5%. Στην δεύτερη φάση του πειράματος τα ποσοστά συσχέτισης είναι βελτιωμένα, και τα υψηλότερα παρουσιάζονται με τους συνδυασμούς ρήματος-αντικειμένου, show diagram, design map, design mode, με ποσοστά 30%, 22%, και 17% αντίστοιχα. Αν και εμφανίζεται σύμπτωση με τον συνδυασμό που έχει εισάγει ο σχεδιαστής το ποσοστό είναι χαμηλό για να θεωρηθεί το οπτικό αντικείμενο επιτυχής επιλογή.

6.5 Επιλογή οπτικών αντικειμένων για την αναπαράσταση ενεργειών για μια νέα εφαρμογή.

Όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια ένας από τους στόχους του συστήματος της διατριβής είναι η κατασκευή μιας βιβλιοθήκης οπτικών αντικειμένων από την οποία θα μπορεί ο κάθε σχεδιαστής εφαρμογής να

επιλέξει οπτικά αντικείμενα για να περιγράψει ενέργειες που είναι αναγκαίες για την εφαρμογή που σχεδιάζει. Το σύστημα προσφέρει στον ειδικό/σχεδιαστή χρήστη την δυνατότητα αναζήτησης στην βιβλιοθήκη οπτικών αντικειμένων που θα έχει δημιουργηθεί με την πάροδο του χρόνου, από την χρήση του συστήματος αξιολόγησης.

Ο μηχανισμός αναζήτησης προσφέρει στον χρήστη / σχεδιαστή, την δυνατότητα αναζήτησης χρησιμοποιώντας λέξεις κλειδιά που θεωρεί ότι περιγράφουν την ενέργεια που θέλει να περιγράψει. Για την κάθε λέξη κλειδί μπορεί να καθορίσει βαθμούς σημαντικότητας ώστε να δηλώσει στο σύστημα ποιες από τις λέξεις κλειδιά που συμμετέχουν στην ερώτηση, θεωρεί σημαντικότερες, δηλαδή για ποιες ενδιαφέρεται περισσότερο. Μπορεί επίσης να καθορίσει και το θεματικό πλαίσιο στο οποίο κινείται η εφαρμογή για την οποία αναζητά οπτικά αντικείμενα. Το σύστημα σαν αποτέλεσμα επιστρέφει ένα σύνολο οπτικών αντικειμένων τα οποία είναι βαθμολογημένα κατά τέτοιο τρόπο που να πληροφορείται ο χρήστης πιο ικανοποιεί περισσότερο τα δεδομένα της ερώτησης που υπέβαλλε στο σύστημα. Το πιο σχετικό είναι αυτό με το μεγαλύτερο βαθμό και το λιγότερο σχετικό αυτό με το χαμηλότερο βαθμό. Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν ορισμένα παραδείγματα ερωτήσεων στο σύστημα για τον εντοπισμό οπτικών αντικειμένων για μια τουριστική εφαρμογή.

Παράδειγμα αναζήτησης 1.

Αποτέλεσμα	
Οπτικό αντικείμενο	Βαθμός
	0,5
	0,4666
	0,333

	0,133
	0,1

Ας υποθέσουμε ότι ο σχεδιαστής /χρήστης επιθυμεί να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει ενέργειες διαχείρισης χαρτών αγκυροβολίων. Η διατύπωση της ερώτησης που υποβάλλει και το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω.

Ερώτηση		
Λέξεις κλειδιά	map	anchorage
Βαθμός	3	1

Παράδειγμα αναζήτησης 2.

Ερώτηση		
Λέξεις κλειδιά	north	direction
Βαθμός	3	3

Αποτέλεσμα	
Οπτικό αντικείμενο	Βαθμός
	0,766
	0,333
	0,333
	0,333

Ας υποθέσουμε ότι ο σχεδιαστής χρήστης επιθυμεί να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει ενέργεια υπόδειξης βόρειας κατεύθυνσης. Η διατύπωση της ερώτησης που υποβάλλει και το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω.

Παράδειγμα αναζήτησης 3.

Αποτέλεσμα

Οπτικό αντικείμενο	Βαθμός
	0,6
	0,6
	0,466
	0,166
	0,133
	0,133
	0,133
	0,133
	0,1
	0,1

Ερώτηση		
Λέξεις κλειδιά	archaeological	information
Βαθμός	3	1

Ας υποθέσουμε ότι ο σχεδιαστής χρήστης επιθυμεί να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει ενέργεια παρουσίασης αρχαιολογικών πληροφοριών Η διατύπωση της ερώτησης που υποβάλλει και το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω.

Παράδειγμα αναζήτησης 4.

Αποτέλεσμα	
Οπτικό αντικείμενο	Βαθμός
	0,166
	0,1

Ερώτηση		
Λέξεις κλειδιά	video	sound
Βαθμός	3	3

Ας υποθέσουμε ότι ο σχεδιαστής χρήστης επιθυμεί να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει ενέργεια παρουσίασης video και ήχου. Η διατύπωση της ερώτησης που υποβάλλει και το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω.

Παράδειγμα αναζήτησης 5.

Αποτέλεσμα	
Οπτικό αντικείμενο	Βαθμός
	0,933
	0,833
	0,333
	0,333

Ερώτηση		
Λέξεις κλειδιά	site	ancient
Βαθμός	3	3

Ας υποθέσουμε ότι ο σχεδιαστής χρήστης επιθυμεί να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει ενέργεια παρουσίασης αρχαιολογικών μνημείων (ancient sites). Η διατύπωση της ερώτησης που υποβάλλει και το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω.

Παράδειγμα αναζήτησης 6.

Ερώτηση		
Λέξεις κλειδιά	harbour	anchorage
Βαθμός	3	2

Αποτέλεσμα	
Οπτικό αντικείμενο	Βαθμός
	0,733
	0,7
	0,5
	0,5
	0,5
	0,5
	0,5
	0,5
	0,5

Ας υποθέσουμε ότι ο σχεδιαστής χρήστης επιθυμεί να αναζητήσει οπτικά αντικείμενα για να αναπαραστήσει ενέργεια παρουσίασης λιμανιών και

αγκυροβολίων (harbour, anchorage). Η διατύπωση της ερώτησης που υποβάλλει και το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω.

6.6 Συμπεράσματα.

Σε αυτή την υποενότητα θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τα πειράματα που έλαβαν χώρα στο κεφάλαιο αυτό, για τα οπτικά αντικείμενα που έχουν χρησιμοποιηθεί για να αναπαραστήσουν ενέργειες στην υπό έλεγχο εφαρμογή.

Από τα 23 οπτικά αντικείμενα μόνο τα 7, δηλαδή ένα ποσοστό 30,4% υπερέβησαν το όριο αποδοχής. Συμπερασματικά λοιπόν μόνο το 30,4% των οπτικών αντικειμένων της εφαρμογή μπορούν να θεωρηθούν αποδεκτά σαν επιτυχημένες επιλογές του σχεδιαστή για την αναπαράσταση ενεργειών. Ένα ποσοστό 13% των οπτικών αντικειμένων μπορούν να θεωρηθούν σχετικά επιτυχημένες επιλογές, και το υπόλοιπο 56,52% αυτών θεωρούνται αποτυχημένες επιλογές.

Ένα ποσοστό 56,5% των οπτικών αντικειμένων της εφαρμογής έχει θεωρηθεί από τους χρήστες ότι αναπαριστά ακατανόητες ενέργειες. Το ακριβές ποσοστό για κάθε οπτικό αντικείμενο έχει παρουσιαστεί στην ενότητα 6.3.1 Το ποσοστό είναι ενδεικτικό ότι οι επιλογές των οπτικών αντικειμένων είναι κατά γενική ομολογία μη επιτυχείς. Πρέπει να σημειωθεί, και αυτό παρουσιάστηκε στην ενότητα 6.3.1, ότι ακόμα και οπτικά αντικείμενα που μπορούν να θεωρηθούν σχετικά επιτυχείς επιλογές, παρουσιάζουν ποσοστά συσχέτισης με την ενέργεια **UNKNOWN**, που σημαίνει ότι από κάποιους χρήστες δεν έγιναν καθόλου κατανοητά.

Από τα 7 οπτικά αντικείμενα που έχουν θεωρηθεί ότι αποτελούν επιτυχημένες επιλογές όλα αναπαριστούν ενέργειες οι οποίες είναι σχετικά γνωστές στους χρήστες υπολογιστικών συστημάτων, όπως η παρουσίαση video, φωτογραφιών

κ.α. Συνεπώς το ποσοστό επιτυχίας στην επιλογή οπτικών αντικειμένων για την υπό εξέταση εφαρμογή μπορεί να θεωρηθεί πλασματικό, εφόσον όσον αφορά στα οπτικά αντικείμενα τα οποία δεν είναι σχετικά ευρέως διαδεδομένα, κανένα δεν υπερέβη το ποσοστό αποδοχής. Συνεπώς αν τα οπτικά αντικείμενα τα οποία αναπαριστούν ενέργειες σχετικά γνωστές, δεν συμπεριληφθούν στην αξιολόγηση τα αποτελέσματα θα είναι πολύ χειρότερα.

Συμπερασματικά τα οπτικά αντικείμενα τα οποία επιλέχθηκαν από τον σχεδιαστή της εφαρμογής για την αναπαράσταση των ενεργειών, στην συντριπτική τους πλειοψηφία αποτελούν ανεπιτυχείς επιλογές.

6.7 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων της εφαρμογής “The Complete Multimedia CD-ROM of Crete”. Αξιολογήθηκαν 23 οπτικά αντικείμενα διαστάσεων 32x32 pixels 16 χρωμάτων από την εφαρμογή . Στην αξιολόγηση ενεπλάκησαν 27 χρήστες ηλικίας από 20 έως 33 ετών, όλοι επιπέδου πανεπιστημιακής μόρφωσης , με εμπειρία στην χρήση υπολογιστών από 2 έως 17 χρόνια.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ότι το 30,4% των οπτικών αντικειμένων μπορούν να θεωρηθούν επιτυχημένες επιλογές από τον σχεδιαστή. Επίσης το 56,52% των οπτικών αντικειμένων δεν είναι αποδεκτά για την αναπαράσταση των ενεργειών που ο σχεδιαστής επιθυμεί. Συμπερασματικά η επιλογή των οπτικών αντικειμένων της εφαρμογής, συνολικά δεν ήταν επιτυχημένη.

Τέλος έγινε μια παρουσίαση του μηχανισμού αναζήτησης οπτικών αντικειμένων που παρέχεται από το σύστημα, με παραδείγματα αναζήτησης, και στην συνέχεια παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Ανακεφαλαίωση και ερευνητική συνεισφορά.

Στο κεφάλαιο αυτό συνοψίζεται το υλικό που περιλαμβάνεται σε αυτή την διατριβή και γίνεται επισήμανση των βασικών ερευνητικών συνεισφορών.

7.1 Επισκόπηση περιεχομένων.

Στο Κεφάλαιο 1 έγινε μια εισαγωγή στο γνωστικό αντικείμενο που πραγματεύεται η διατριβή δηλαδή τα συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή. Ορίστηκαν οι τρεις βασικές έννοιες δηλαδή ο χρήστης, ο υπολογιστής, και η διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ των. Τέλος ορίστηκε η έννοια του usability και δόθηκαν οι βασικοί άξονες του.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μια επισκόπηση της σχετικής έρευνας στο χώρο των συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών. Μελετήθηκαν ενδελεχώς

οι τρεις άξονες των συστημάτων αυτών δηλαδή ο χρήστης, ο υπολογιστής και η διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών. Όσον αφορά στους δύο πρώτους

άξονες παρουσιάστηκαν οι μονάδες εισόδου εξόδου των υπολογιστών και κατά αντιστοιχία οι δίαυλοι επικοινωνίας του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφορίας. Επίσης παρουσιάστηκαν οι μηχανισμοί αποθήκευσης της πληροφορίας δηλαδή οι μονάδες μνήμης του υπολογιστή σε αντιστοιχία με την ανθρώπινη μνήμη. Όσον αφορά τον τρίτο άξονα, την αλληλεπίδραση, παρουσιάζονται αναλυτικά οι τρόποι αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί. Ιδιαίτερη μνεία έγινε στην μεθοδολογία που είναι γνωστή σαν Direct Manipulation, διότι τα σύγχρονα συστήματα αλληλεπίδρασης ακολουθούν κατά συντριπτική πλειοψηφία αυτή την μεθοδολογία αλλά και διότι το σύστημα που περιγράφεται στην παρούσα διατριβή επικεντρώνει το ενδιαφέρον του σε αυτά τα συστήματα. Τέλος γίνεται μια αναλυτική περιγραφή των μεθόδων και των συστημάτων αξιολόγησης συστημάτων αλληλεπίδρασης ανθρώπων υπολογιστών. Για να γίνει πιο εύκολη η κατανόηση των διαφορών μεταξύ αυτών κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις βασικές κατηγορίες, τις αναλυτικές, τις ευριστικές, και τις αυτοματοποιημένες. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στην τελευταία κατηγορία διότι ο στόχος της διατριβής αυτής είναι να προτείνει ένα νέο σύστημα το οποίο επιτυγχάνει την αυτοματοποίηση της διαδικασίας αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που χρησιμοποιούνται σε συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή.

Στο Κεφάλαιο 3 έγινε η περιγραφή της μεθοδολογίας αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων μιας εφαρμογής που προτείνεται από την διατριβή, και παρουσιάστηκε η αρχιτεκτονική του συστήματος που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε για την αξιολόγηση των οπτικών αντικειμένων ακολουθώντας την προτεινόμενη μεθοδολογία. Το σύστημα αποτελείται από τρία βασικά υποσυστήματα:

- Το υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών που είναι υπεύθυνο για την εισαγωγή της υπό εξέτασης εφαρμογής στο σύστημα και την επεξεργασία

της ώστε να εξαχθεί η απαραίτητη πληροφορία για τα οπτικά αντικείμενα που περιέχονται σε αυτή.

- Το υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων με λέξεις κλειδιά, που είναι υπεύθυνο για την συσχέτιση των οπτικών αντικειμένων με τις λέξεις κλειδιά που προέρχονται από το θησαυρό.

- Το υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και εξαγωγής συμπερασμάτων, που είναι υπεύθυνο για την ανάλυση και επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων για τα οπτικά αντικείμενα που έχουν εισαχθεί στο σύστημα.

Επιμέρους τμήμα του συστήματος είναι το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών το οποίο υλοποιεί ένα μηχανισμό ασφάλειας που προφυλάσσει το σύστημα από ανεπιθύμητες καταστάσεις και περιορίζει τους χρήστες σε συγκεκριμένες καταστάσεις λειτουργίας του συστήματος. Τέλος ένα από τα σημαντικότερα τμήματα του συστήματος είναι η βάση δεδομένων που αποθηκεύει την πληροφορία που χαρακτηρίζει τους χρήστες, τις εφαρμογές, τα οπτικά αντικείμενα και τις συσχετίσεις αυτών με τις λέξεις κλειδιά. Στο κεφάλαιο παρουσιάστηκε το εννοιολογικό μοντέλο της βάσης δεδομένων.

Στο Κεφάλαιο 4 έγινε μια αναλυτική παρουσίαση του συστήματος αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων μια εφαρμογής. Παρουσιάστηκε το φυσικό μοντέλο της βάσης δεδομένων που σχεδιάστηκε στα πλαίσια της διατριβής και είναι προσανατολισμένο στην αποδοτική διαχείριση και αποθήκευση των πειραματικών δεδομένων που συλλέγονται από χρήστες, τα οποία στην συνέχεια επεξεργάζονται από τους ειδικούς χρήστες και για να εξαχθούν αποτελέσματα και αναφορές για την επιτυχή ή όχι επιλογή των οπτικών αντικειμένων. Επιπλέον περιγράφτηκαν αναλυτικά όλα τα πεδία των πινάκων

που υλοποιούν το σχήμα της βάσης δεδομένων καθώς και οι συσχετίσεις μεταξύ αυτών.

Στην συνέχεια έγινε μια αναλυτική παρουσίαση των επιμέρους υποσυστημάτων και της λειτουργικότητας του καθενός ξεχωριστά. Το συνολικό σύστημα αποτελείται από τέσσερα επιμέρους υποσυστήματα :

- Το υποσύστημα διαχείρισης χρηστών.

- Το υποσύστημα καταχώρησης εφαρμογών στο σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων.

- Το υποσύστημα συσχέτισης οπτικών αντικειμένων λέξεων κλειδιών.

- Το υποσύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων και εξαγωγής συμπερασμάτων.

Παρουσιάστηκαν αναλυτικά οι δυνατότητες και οι λειτουργίες του κάθε υποσυστήματος, το σύστημα αλληλεπίδρασης του κάθε υποσυστήματος καθώς και τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για να εξασφαλιστεί η επιτυχής και αποδοτική χρήση του συστήματος.

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάστηκε το σύστημα κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. Η διαδικασία κατασκευής θησαυρών είναι είτε χειρωνακτική είτε αυτοματοποιημένη. Στην πρώτη περίπτωση το αποτέλεσμα είναι σαφώς ποιοτικά καλύτερο, αλλά η διαδικασία κατασκευής είναι εξαιρετικά χρονοβόρα και πολύπλοκη. Επιπλέον τυχόν προσθήκες στο θησαυρό είναι εξίσου χρονοβόρες. Στην δεύτερη περίπτωση η διαδικασία είναι σαφέστατα γρηγορότερη και ευκολότερη καθώς ο υπολογιστής αναλαμβάνει να διεκπεραιώσει την διαδικασία κατασκευής του θησαυρού αλλά το αποτέλεσμα είναι ποιοτικά χειρότερο. Το σύστημα που παρουσιάστηκε σε αυτό το κεφάλαιο

και αποτελεί μέρος της διατριβής αυτής είναι προσανατολισμένο στην δεύτερη μεθοδολογία. Χρησιμοποιεί σαν πηγή για την κατασκευή του θησαυρού μια βάση δεδομένων στην οποία πρέπει να είναι αποθηκευμένα τα κείμενα που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του θησαυρού. Το σύστημα έχει στόχο την κατασκευή θησαυρών με εύκολο και γρήγορο τρόπο, οι οποίοι θα μπορούν σε κάθε περίπτωση να εμπλουτιστούν εύκολα και να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών. Βασικός επίσης στόχος είναι να μπορούν να κατασκευαστούν θησαυροί εξίσου εύκολα και γρήγορα σε οποιαδήποτε γλώσσα, λατινικού αλφάβητου, με την προϋπόθεση φυσικά ότι είναι διαθέσιμα κείμενα στην γλώσσα αλλά και στο γνωστικό αντικείμενο το οποίο επιθυμούμε να πραγματεύεται ο θησαυρός. Το σύστημα αποτελείται από μια βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται τα κείμενα από τα οποία θα προκύψει ο θησαυρός και στην οποία τελικά αποθηκεύεται ο θησαυρός. Η επιλογή της αποθήκευσης του θησαυρού σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων έγινε διότι κατά αυτό τον τρόπο ο θησαυρός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών. Τα βασικά τμήματα του συστήματος είναι :

- Υποσύστημα απαλοιφής κοινών λέξεων

- Υποσύστημα εξαγωγής ριζών λέξεων.

- Υποσύστημα ιεραρχικής οργάνωσης των όρων του λεξιλογίου του θησαυρού.

Τα τρία παραπάνω συστήματα αποτελούν ξεχωριστά αυτόνομα τμήματα τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν σε οποιαδήποτε εφαρμογή. Τέλος όλα τα παραπάνω, δηλαδή η βάση δεδομένων, τα τρία βασικά υποσυστήματα είναι ολοκληρωμένα σε ένα σύστημα το οποίο προσφέρει το κατάλληλο περιβάλλον αλληλεπίδρασης και επιτρέπει στον χρήστη να κατασκευάζει τους θησαυρούς

λέξεων κλειδιών με ευκολία. Παρουσιάστηκε επίσης μια χρήση του συστήματος κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών στην κατασκευή του υποσυστήματος υποβολής ενδιαφερόντων χρηστών του συστήματος CAMPIELLO.

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των οπτικών αντικειμένων τουριστικής εφαρμογής χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία και το σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4. Αξιολογήθηκαν 23 οπτικά αντικείμενα διαστάσεων 32x32 pixels 16 χρωμάτων από την εφαρμογή . Στην αξιολόγηση ενεπλάκησαν 27 χρήστες ηλικίας από 20 έως 33 ετών, όλοι επιπέδου πανεπιστημιακής μόρφωσης , με εμπειρία στην χρήση υπολογιστών από 2 έως 17 χρόνια.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ότι το 30,4% των οπτικών αντικειμένων μπορούν να θεωρηθούν επιτυχημένες επιλογές από τον σχεδιαστή. Επίσης το 56,52% των οπτικών αντικειμένων δεν είναι αποδεκτά για την αναπαράσταση των ενεργειών που ο σχεδιαστής επιθυμεί. Συμπερασματικά η επιλογή των οπτικών αντικειμένων της εφαρμογής, συνολικά δεν ήταν επιτυχημένη.

Τέλος έγινε μια παρουσίαση του μηχανισμού αναζήτησης οπτικών αντικειμένων που παρέχεται από το σύστημα, με παραδείγματα αναζήτησης, και στην συνέχεια παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα.

7.2 Συνεισφορά

Η διατριβή που παρουσιάστηκε είχε σαν στόχο να προτείνει ένα σύστημα που θα επιταχύνει την διαδικασία αξιολόγησης συστημάτων αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή. Η αξιολόγηση τέτοιων συστημάτων είναι μια διαδικασία η οποία για να διεκπεραιωθεί απαιτεί ένα σύνολο ειδικών οι οποίοι θα παρακολουθούν τους χρήστες οι οποίοι θα χρησιμοποιούν το υπό αξιολόγηση σύστημα και θα συνάγουν τα συμπεράσματα που αυτοί επιθυμούν.

Το σύστημα που προτείνεται σε αυτή την διατριβή απαλλάσσει τους ειδικούς από την συμμετοχή τους κατά την διάρκεια του πειράματος και ουσιαστικά τους εμπλέκει στην όλη διαδικασία αξιολόγησης μόνο κατά την διάρκεια της αξιοποίησης των δεδομένων των χρηστών. Κατά αυτό τον τρόπο εξοικονομείται χρόνος αλλά και το κόστος της διεκπεραίωσης του πειράματος ελαττώνεται διότι ο αριθμός των ειδικών χρηστών που απαιτούνται είναι πολύ χαμηλότερος, ενδεχομένως να απαιτείται και μόνο ένας ειδικός χρήστης. Επιπλέον ο χώρος διεξαγωγής των πειραμάτων αξιολόγησης ενός συστήματος αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή, που στην συνηθισμένη περίπτωση είναι ειδικά διαμορφωμένα εργαστήρια με εξειδικευμένο εξοπλισμό, με το σύστημα που προτείνεται από την διατριβή μετατρέπεται σε ένα απλό εργαστήριο υπολογιστών στο οποίο εισέρχονται οι χρήστες και αρχίζουν να αξιολογούν το σύστημα με την μέθοδο που περιγράφηκε στην διατριβή. Τα αποτελέσματα των εργασιών του κάθε χρήστη αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων η οποία είναι εγκατεστημένη σε ένα άλλο υπολογιστή τον οποίο χρησιμοποιεί ο ειδικός χρήστης για την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Το δεύτερο σημείο στο οποίο η διατριβή επικεντρώνει το ενδιαφέρον της είναι ένα σύστημα κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών. Η ανάγκη της κατασκευής ενός τέτοιου συστήματος προέκυψε από το σύστημα αξιολόγησης οπτικών αντικειμένων αλληλεπιδραστικών εφαρμογών το οποίο απαιτούσε έναν τρόπο χαρακτηρισμού των οπτικών αντικειμένων. Τελικά ο χαρακτηρισμός των οπτικών αντικειμένων γίνεται χρησιμοποιώντας ένα θησαυρό λέξεων κλειδιών. Η διατριβή προτείνει ένα μηχανισμό κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών ο οποίος χρησιμοποιεί μια συλλογή κειμένων από τα οποία κατασκευάζει τον θησαυρό. Η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη και ο χρήστης έχει την δυνατότητα να κατασκευάσει θησαυρούς λέξεων σε οποιαδήποτε γλώσσα που χρησιμοποιεί λατινικούς χαρακτήρες. Ο θησαυρός λέξεων κλειδιών που προκύπτει δεν είναι ποιοτικά άρτιος και απαιτείται η επέμβαση ειδικών για τον

εμπλουτισμό και την βελτίωση του. Αλλά επιταχύνεται κατά πολύ μεγάλο ποσοστό η διαδικασία κατασκευής του θησαυρού.

Α. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Το σύστημα CAMPIELLO.

Το σύστημα CAMPIELLO αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος βασικής έρευνας CAMPIELLO. Σκοπός του προγράμματος είναι να υποστηρίξει την δυναμική ανταλλαγή πληροφοριών και εμπειριών ανάμεσα σε κοινότητες ανθρώπων οι οποίοι ζουν σε πόλεις οι οποίες διαθέτουν ιστορικό υπόβαθρο στο χώρο των τεχνών και του πολιτισμού, τους τοπικούς πολιτισμικούς φορείς και τους αλλοδαπούς επισκέπτες. Ο τελικός στόχος είναι να δοθεί η δυνατότητα στους ανθρώπους να επικοινωνούν και να συνεργάζονται μα σκοπό την δημιουργία μιας νέας εμπλουτισμένης κοινότητας βασισμένη στην ανταλλαγή γνώσης που προήλθε από την αξιοποίηση των πολιτισμικών φορέων.

Οι δύο κοινότητες οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα , η πόλη της Βενετίας και η πόλη των Χανίων, παρουσιάζουν το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό να διαθέτουν μια πολύ πλούσια πολιτισμική κληρονομιά συνδεδεμένη άμεσα με

τον φυσικό χώρο τους την οποία την διαμοιράζονται με ανθρώπους διαφορετικών πολιτισμών οι οποίοι προέρχονται πολλές φορές και από διαφορετικές χώρες.

Το πρόγραμμα στοχεύει στην δημιουργία νέων εργαλείων και τεχνολογιών που θα επιτρέπουν την ενδυνάμωση της ανταλλαγής αλλά και του εντοπισμού κοινών στοιχείων μεταξύ των τοπικών πολιτισμικών πηγών και των πολιτισμικών στοιχείων που καταθέτουν οι αλλοδαποί επισκέπτες στα πλαίσια του φυσικού περιβάλλοντος της κάθε πόλης.

Το πρόγραμμα καθορίζει και υλοποιεί μια μορφή αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας η οποία θα υποστηρίζει την ροή της πληροφορίας ανάμεσα σε κοινότητες ειδικών επί πολιτισμικών θεμάτων, των αλλοδαπών επισκεπτών και των τοπικών κατοίκων.

Το πρόγραμμα είναι βασισμένο σε νέες τεχνολογίες αλληλεπίδρασης χρήστη και υπολογιστικών συστημάτων, όπως ηλεκτρονικοί πίνακες (electronic whiteboards όπως LiveBoards) συσκευές πολλαπλών χρήσεων (multi-function devices) για εκτύπωση και σάρωση (scanning), συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη υπολογιστή βασισμένα στην χρήση χαρτιού (paper-based interfaces), βάσεις γνώσεων δεδομένων πολλαπλών μέσων (multimedia knowledge-bases), τεχνολογίες ανάκτησης πληροφορίας κ.α

Β. Το σύστημα CAMPIELLO

Το σύστημα CAMPIELLO έχει υλοποιηθεί όπως αναφέρθηκε και παραπάνω χρησιμοποιώντας WWW τεχνολογίες και οι χρήστες μπορούν να το προσπελάσουν από το internet. Ο κάθε χρήστης που θέλει να χρησιμοποιήσει το σύστημα είναι υποχρεωμένος να χρησιμοποιήσει ένα λογαριασμό και μέσω αυτού να προσπελάσει το σύστημα. Βεβαίως εάν δεν επιθυμεί να δημιουργήσει έναν λογαριασμό τότε έχει την δυνατότητα να προσπελάσει το σύστημα

χρησιμοποιώντας ένα κοινό λογαριασμό για τους επισκέπτες. Το σύστημα προσφέρει ένα περιβάλλον μέσα από το οποίο ο χρήστης μπορεί να καταχωρηθεί στο σύστημα. Στο περιβάλλον αυτό μπορεί να εισαχθεί πριν βρεθεί στην αρχική σελίδα του συστήματος αλλά και εφόσον έχει καταχωρηθεί εάν επιθυμεί να ενημερώσει το προφίλ του. Κατά την διαδικασία καταχώρησης ο χρήστης επιλέγει ένα αναγνωριστικό (login) το οποίο στο εξής θα χρησιμοποιεί για να εισέλθει στο σύστημα και ένα κωδικό (password) που εξασφαλίζει ότι μόνο αυτός θα εισέρχεται στο σύστημα με αυτό τον κωδικό. Είναι σημαντικό το σύστημα να αναγνωρίζει ποιος είναι ο εκάστοτε χρήστης ώστε να μπορεί να του παράξει πληροφορία η οποία κρίνει ότι ενδιαφέρει το χρήστη.

Το σύστημα προσφέρει στον χρήστη τρεις επιλογές. Έχει την δυνατότητα να εισέλθει σε ένα περιβάλλον στο οποίο μπορεί να παρακολουθήσει και να συμμετάσχει σε συζητήσεις για διάφορα θέματα. Επιπλέον είναι σε θέση να απαντήσει σε άλλους χρήστες του συστήματος είτε διαμέσου του συστήματος ***CAMPIELLO*** είτε απευθείας εφόσον έχει την δυνατότητα να γνωρίζει στοιχεία για τον χρήστη με τον οποίο επιθυμεί να επικοινωνήσει, όπως για παράδειγμα την ηλεκτρονική του διεύθυνση. Τα θέματα τα οποία ο χρήστης έχει στην διάθεση του είναι προκαθορισμένα από τον διαχειριστή του συστήματος, αλλά ο χρήστης μπορεί να αιτηθεί να δημιουργηθεί ένα θέμα για το οποίο ενδιαφέρεται να συνομιλήσει.

Η δεύτερη επιλογή που έχει ο χρήστης είναι να εισέλθει σε ένα περιβάλλον μέσα από το οποίο ο χρήστης μπορεί να αποστείλει δεδομένα στο σύστημα. Για τα δεδομένα αυτά είναι σε θέση να συμπεριλάβει μια μικρή περιγραφή. Τα δεδομένα αυτά στην συνέχεια επεξεργάζονται από τους ειδικούς χρήστες του συστήματος και στην συνέχεια εισάγονται στο σύστημα, όντας πλέον διαθέσιμα σε όλους τους χρήστες.

Η τρίτη επιλογή που έχει ο χρήστης είναι να εισαχθεί στο περιβάλλον στο οποίο έχει την δυνατότητα πλοήγησης στα δεδομένα του συστήματος, χρησιμοποιώντας την γεωγραφική τους αναπαράσταση τους πάνω στο χάρτη της εκάστοτε πόλης. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα σε κάθε περίπτωση να καταθέσει την γνώμη του μέσω σχολίων για οτιδήποτε εμφανίζεται στο σύστημα και αυτά τα σχόλια είναι ορατά στους υπόλοιπους χρήστες.

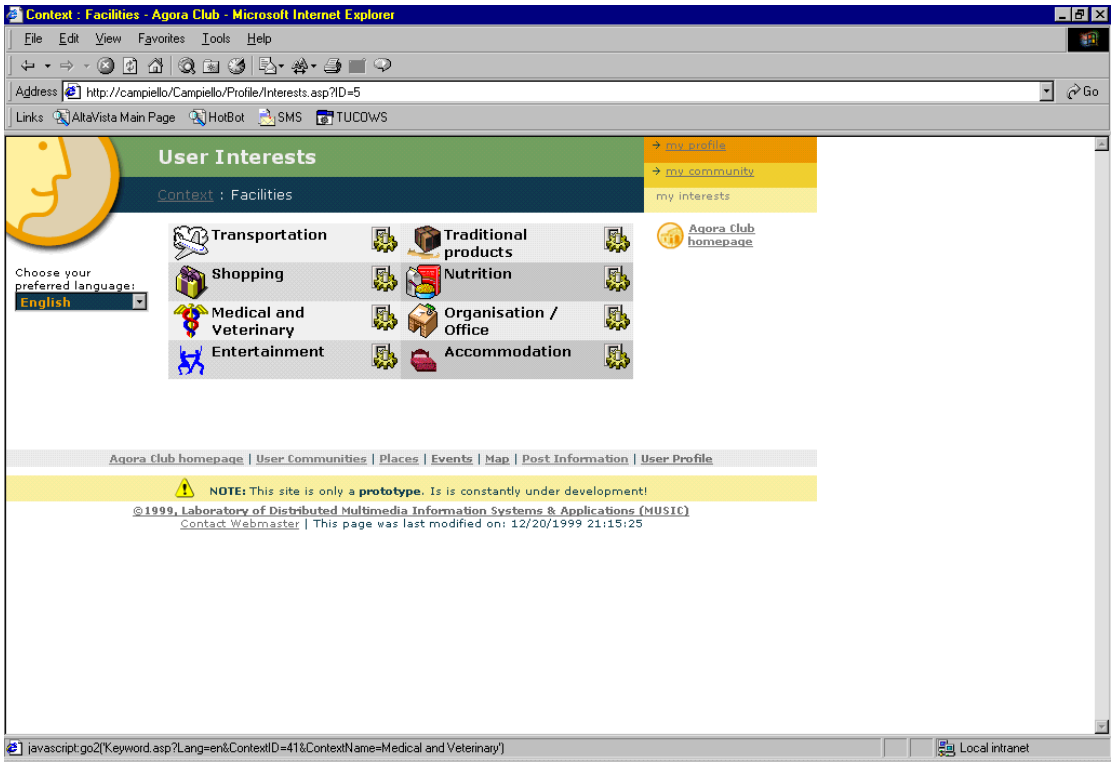
C. Το υποσύστημα υποβολής ενδιαφερόντων χρηστών.

Το υποσύστημα υποβολής ενδιαφερόντων του συστήματος λειτουργεί συμπληρωματικά στην ολοκλήρωση του προφίλ του κάθε χρήστη. Το σύστημα έχει την δυνατότητα να κάνει προτάσεις στον χρήστη όσον αφορά το τι ενδεχομένως θα τον ενδιέφερε να δει από τα δεδομένα που ήδη βρίσκονται στο σύστημα. Για να το κάνει αυτό όμως πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζει τι ενδιαφέρει το χρήστη. Για αυτό το λόγο ο χρήστης έχει την δυνατότητα να καθορίζει τα ενδιαφέροντα του.

Το σύστημα διαθέτει ένα σύνολο από θεματικές ενότητες. Κάθε μορφή δεδομένων που εισάγεται στο σύστημα πρέπει να είναι συσχετισμένη με μία ή περισσότερες θεματικές ενότητες. Ο χρήστης λοιπόν έχει την δυνατότητα να καθορίσει τα ενδιαφέροντα του για μια ή περισσότερες θεματικές ενότητες. Ο καθορισμός των ενδιαφερόντων του χρήστη για κάθε θεματική ενότητα δίνει την δυνατότητα στο σύστημα για ακριβέστερη πληροφόρηση του κάθε χρήστη.

Τα ενδιαφέροντα που ο κάθε χρήστης υποβάλλει στο σύστημα αποθηκεύονται με την μορφή λέξεων κλειδιών. Για κάθε θεματική ενότητα ο χρήστης αντιστοιχεί μία ή περισσότερες λέξεις κλειδιά. Σε αυτό το σημείο απαιτείται ένας τρόπος με τον οποίο ο χρήστης να μπορεί να επιλέγει τις λέξεις κλειδιά. Μια λύση θα ήταν να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει όποια λέξει επιθυμεί. Τα αποτελέσματα όμως που θα προτείνονταν στον χρήστη από το

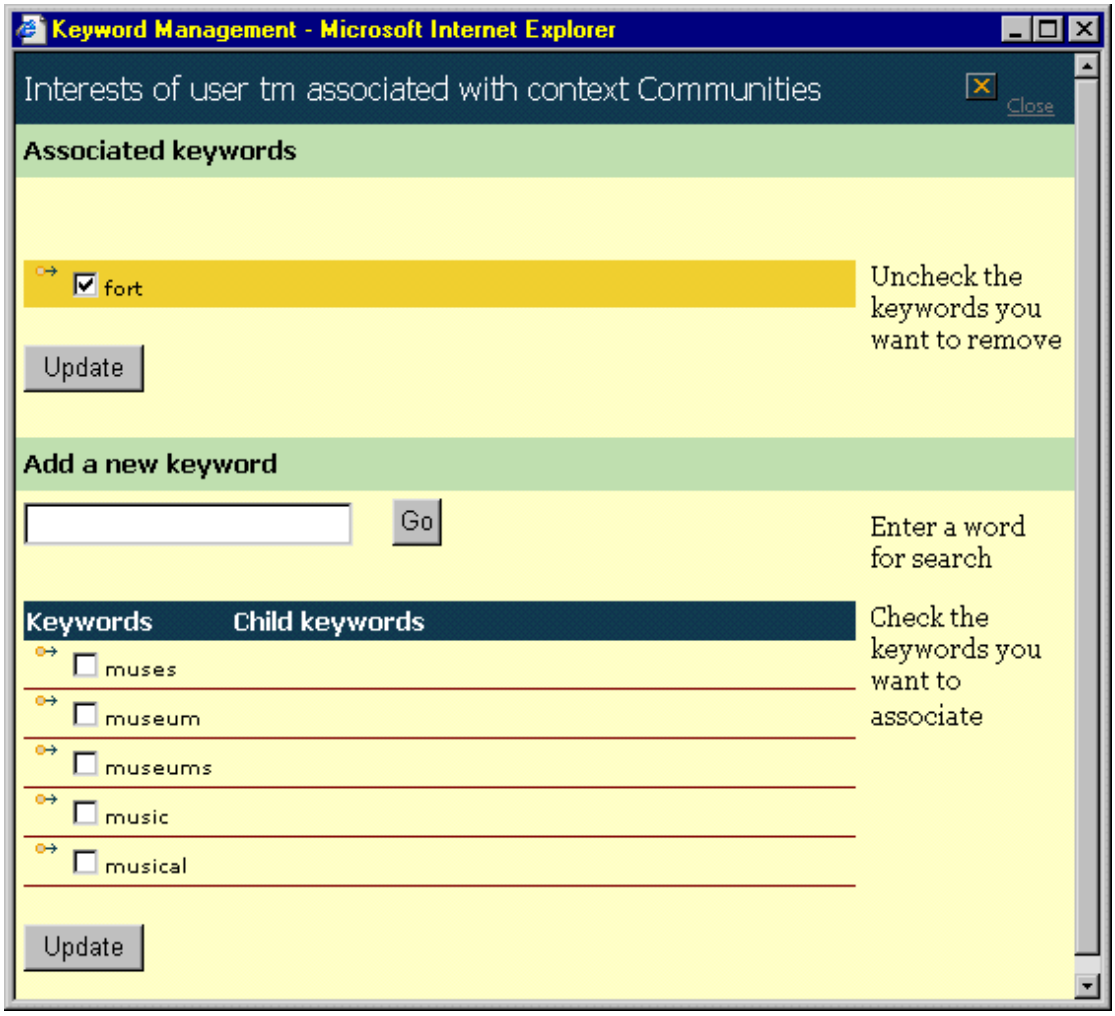
σύστημα , πιθανόν να ήταν άσχετα με τα ενδιαφέροντα του αν οι λέξεις κλειδιά δεν εντοπίζονταν σε κάποιο κείμενο του συστήματος. Για να αποφευχθεί το πρόβλημα επιλέχθηκε η λύση της χρήσης ενός περιορισμένου αριθμού λέξεων κλειδιών που είναι οργανωμένα ιεραρχικά μεταξύ τους, σε ένα θησαυρό. Ο θησαυρός έχει δημιουργηθεί με το σύστημα κατασκευής λέξεων κλειδιών που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο το οποίο σαν πηγή κειμένων έχει χρησιμοποιήσει τα κείμενα που περιέχονται στη βάση δεδομένων του συστήματος CAMPIELLO. Επειδή τα δεδομένα τα οποία εισάγονται στο σύστημα μεταβάλλονται πολύ συχνά ο θησαυρός λέξεων κλειδιών είναι απαραίτητο να ενημερώνεται εξίσου συχνά και αυτό επιτυγχάνεται με το σύστημα κατασκευής θησαυρών λέξεων κλειδιών που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 37 Περιβάλλον υποβολής ενδιαφερόντων.

Το περιβάλλον της υποβολής ενδιαφερόντων το οποίο παρουσιάζεται στο **Σχήμα 37** και στο **Σχήμα 38** παρέχει την δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει

την θεματική ενότητα για την οποία επιθυμεί να υποβάλλει τα ενδιαφέροντα του δηλαδή να εισάγει λέξεις κλειδιά. Αυτή η επιλογή πραγματοποιείται στο περιβάλλον που παρουσιάζεται στο **Σχήμα 37.** Στην συνέχεια ο χρήστης εισέρχεται στο περιβάλλον που παρουσιάζεται στο **Σχήμα 38.** Ο χρήστης είναι σε θέση να δει τις λέξεις κλειδιά τα οποία έχει ενδεχομένως επιλέξει παλαιότερα και να αφαιρέσει κάποιες από αυτές. Στην συνέχεια αν επιθυμεί να εισάγει νέες λέξεις κλειδιά τότε εισάγει την λέξη κλειδί που επιθυμεί να προσθέσει ή ένα τμήμα αυτής. Το σύστημα πραγματοποιεί μι αναζήτηση στον θησαυρό λέξεων κλειδιών για την λέξη που έχει εισάγει ο χρήστη ή για λέξεις που ομοιάζουν μορφολογικά με την εισαχθείσα λέξη, και επιστρέφει στον χρήστη το σύνολο των λέξεων κλειδιών μαζί με τις συναφείς ιεραρχικά λέξεις κλειδιά όπως περιέχονται στον θησαυρό λέξεων κλειδιών. Σε περίπτωση που η λέξη που αναζητά ο χρήστης δεν περιέχεται στον θησαυρό τότε προστίθεται αυτόματα από το σύστημα και επιστρέφεται στον χρήστη. Κατά αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται και ο συνεχής εμπλουτισμός του θησαυρού λέξεων κλειδιών



Σχήμα 38 Οθόνη περιβάλλοντος υποβολής ενδιαφερόντων.

Το υποσύστημα υποβολής ενδιαφερόντων είναι υλοποιημένο χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των ASP (Active Server Pages) και η βάση δεδομένων στην οποία περιέχεται ο θησαυρός είναι υλοποιημένη χρησιμοποιώντας τον SQL Server.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[BAECKER95] Baecker R., Grudin J., Buxton W., Greenberg S. *Human-Computer Interaction: Toward the Year 2000*, 1995

[BALBO93] Balbo S., Coutaz J., Salber D *Towards Automatic Evaluation of Multimedia User Interfaces*, 1993

[BEVAN94] Bevan N.,Miles.M, *Usability measurement in context* 1994

[BEVAN97] Bevan N. *Quality and usability new framework,* 1997

[BILINGSLEY96] Billingsley P. *Getting to Know Tour Users : Usability Roundtables at Lotus Development*, 1996

[BILINGSLEY96] Billingsley P. *Starting from Scratch: Building a Usability Program at Union Pacific Railroad*, 1996

[BOWERS93] Bowers J, Rodden T. *Exploding the Interface: Experience of a CSCW Network*, 1993

[CILMAN97] Cilman E., Kim H. *Designing Effective Man Machine Interfaces,* 1997

[COMSTOCK96] Comstock E., Duane W. *Embed User values in System Architecture: The Declaration of System Usability*, 1996

[CURTIS91] Curtis B. *Retrospective on the MCC Human Interface Laboratory*, 1996

[DZIDA96] Dzida W. *International Usability Standards*, 1996

[FERNANDES95] Fernandes T. *Global Interface Design,* 1995

[FISHER90] Fisher P., Sless D. *Information Design Methods and Productivity in the insurance industry, Information Design Journal,* 1990.

[FORSYTH86] Forsyth R, Rada R *Machine Learning – Applications in Expert System and Information Retrieval*, 1986

[FOSKETT98] Foskett D.J *Theory of Clumps Thesaurus*, 1998

[GRUDIN89] Grudin J. *The Case Against user Interface Consistency*, 1989

[GRUDIN96] Gentner D., Grudin J. *Design Models for Computer-Human Interfaces*, 1996

[HARRIS89] Harris D. Human Factors Success Stories, Human Factor Society, 1989

[HARRISSON95] Harrison B., Kurtenbach G., Vicente K. *An Experimental Evaluation of Transparent User interface Tools and Information Content,* 1995

[HARTLEY93] Hartley R. *Guidelines for Multimedia Usage*, 1993

[HIX93] Hix D., Paxton H. *Developing User Interfaces Ensuring Through Product and Process*, 1993

[INVENT99] *Inventory of Tool and Methods http://www.megataq.mcg.gla.uk,* 1999

[JOY95] Joy S. *Retrospective Views on Apple Computer's Interface Design Project*, 1995

[KANTOROW89] Kantorowitz E., Sudarsky O. *The Adaptable User Interface*, 1989

[KARAT93] Karat C., Campbell R., Fiegel T. *Comparison of Empirical Testing and Walkthrough Methods in User Interface Evaluation*, 1993

[KARLIN89] Karlin J.E, Klemmer E.T *An Interview: Harness the Power of Human Factors in Your Business,* 1989

[KASIK97] Kasik D. *Toward Automatic Generation of Novice User Test Scripts,* 1997

[LAVERY96] Lavery D., Cocton G. *Specializing Analytic Evaluation Methods for Software Visualizations*, 1996

[LAVERY96] Lavery D., Cockton G. *Iterative Development of Early Usability Evaluation Methods for Software Visualizations*, 1996

[LOVINS68] Lovins J.B *Development of a Stemming Algorithm*, 1968

[LOWGREN92] Lowgren J, Nordquist T. *Knowledge-Based Evaluation as Design Support for Graphical User Interfaces*, 1992

[LUNDELL91] Lundell J., Notess M *Human Factors in Software Development: Models, Techniques, and Outcomes*, 1991

[MACKNIGHT89] MacKnight C., Balagopalan S. *An Evaluation Tool for Measuring Authoring System Performance*, 1989

[MACLEOD98] Nigen B.,Miles M.,Bowden R *The MUSiC Performance Measurement Method*, 1998

[MARCUS96] Marcus A. *A Comparison of Graphical User interfaces*, 1996

[MAYHEW92] Mayhew D. *Principles and Guidelines in Software User Interface Design*, 1992

[MICROSOFT92] Microsoft Press *Programmer's Reference Volume 4: Resources*, 1992

[MICROSOFT95] Microsoft Press *The Windows Interface Guidelines for Software Design*, 1995

[MILLER91] Miller D., Smith J., Muller D. *TelePICTIVE:Computer-Supported Collaborative GUI Design for Designers with Diverse Expertise*, 1991

[MYERS92] Myers B., Rosson M. *Survey on User Interface Programming*, 1992

[MYERS93] Myers B., Wolf R., Potosnak K., Graham K. *Heuristics in real User Interfaces*, 1993.

[MYKA92] Myka A., Guntzer A., Sarre F. *Monitoring User Actions in the Hypertext System "HyperMan"*, 1992

[MZAREK92] Mrazek D., Rafeld M. *Integrating Human Factors on a Large Scale: Product Usability Champions,* 1992

[NEWMAN96] Newman W., Lamming M. *Interactive System Design,* 1996

[NIELSEN89] Nielsen J. *Coordinating User Interfaces for Consistency*, 1989

[NIELSEN90] Nielsen J. *Traditional Dialogue Design Applied To Modern User Interfaces*, 1990

[NIELSEN92] Nielsen J. *Teaching Experienced Developers to Design Graphical User Interfaces*, 1992

[NIELSEN92] Nielsen J. *Finding Usability Problems Through Heuristic Evaluation*, 1992

[NIELSEN93] Nielsen J, Landauer T. *A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems*, 1993

[NIELSEN93] Nielsen J.,Phillips V. *Estimating the Relative Usability of Two Interfaces: Heuristic, Formal and Empirical Methods Compared*, 1993

[NIELSEN93] Nielsen J. *Usability Engineering*, 1993

[NIELSEN94] Nielsen J. *Enchancing the Explanatory Power of Usability Heuristics*, 1994

[NIELSEN94] Nielsen J. *Usability Inspection Methods,* 1994

[NOGONAKI96] Nonogaki H., Ueda H. *FRIEND21 Project:A Construction of 21st Century Human Interface,* 1996

[NORDBY95] Nordby K., Helmersen P., Gilmore D., Arnesen S. *Human-Computer Interaction Interact '95*, 1995

[ORWANT93] Orwant J. *Workshop in User Modeling*, 1993

[OZKARAHAN90] Ozkarahan *E. Database Machines and Database Management*, 1989

[POLTROCK94] Poltrock S., Grudin J. *Organizational Obstacles to Interface Design and Development: Two Participant-Observer Studies*, 1994

[PORTER80] Porter M.F *An Algorithm for Suffix Removal*, 1980

[PREECE93] Preece J. *A Guide to Usability Human Factors in Computing*, 1993

[PREECE94] Preece J. *Human-Computer Interaction*, 1994

[REITERER94] Reiterer H. *User Interface Evaluation and Design,* 1994

[ROWLEY93] Rowley D., Rhoades D. *The Cognitive Jogthrouth : A Fast-Paced User Interface Evaluation Procedure*, 1993

[SALTON89] Salton G. *Automatic Text Processing The Transformation, Analysis and Retrieval of Information by Computer*, 1989

[SCNEIDERM97] Shneiderman B. *A User-Interface Framework for Text Searches*, 1997

[SHNEIDERM92] Shneiderman B. *Designing the User Interface Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, 1992

[SHNEIDERM96] Shneiderman B *IEEE Software Creating Effective Interfaces*, July/August 1997

[SHNEIDERM97] Shneiderman B. *A Framework for Search Interfaces*, 1997

[SIOCHI91] Siochi A., Ehrich R. *Computer Analysis of User Interfaces Based on Repetition in Transcripts of User Sessions*, 1991

[SOERGEL98] Soergel D. *Thesauri for Knowledge-Based Assistance in Searching Digital Libraries*, 1998

[STEIMETZ95] Steimetz R., Nahrstedt K. *Multimedia: Computing, Communications and Applications*, 1995

[SULAIMAN96] Sulaiman S. *Usability and The Software Production Life Cycle*, 1996

[SWALLOW98] Swallow J.,Hameluck D., Carey.T *User Interface Instrumentation for Usability Analysis A Case Study,* 1998

[TETZLAFF91] Tetzlaff L., Schwartz D. *The Use of Guidelines in Interface Design,*1991

[TOGNAZZIN93] Tognazzini B. *Principles, Techniques, and Ethics of Stage Magic and their Application to Human Interface Design,* 1993

[UEHLING95] Uehling D., Wolf K. *User Action Graphing Effort (UsAGE)*, 1995

[UYEDA91] Jeffries R., Miller J., Wharton C., Uyeda K. *User Interface Evaluation In the Real World: A Comparison of Four*

Techniques, 1991

[WIKLUND94] Wiklund M. *Usability in Practice How Companies Develop User –Friendly Products*, 1994

[WOOLF96] Woolf B. *Intelligent Multimedia Tutoring Systems*, 1996

[YAMADA95] Yamada S., Hong J., Sugita S. *Development and Evaluation of Hypermedia for Museum Education: Validation of Metrics,* 1995