

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**Αλληλεπίδραση χρήστη – μηχανής με χρήση δυαδικής  
συσκευής εισόδου**

Σταυρούλα Ν. Ντοά

Μεταπτυχιακή εργασία

Ηράκλειο, Οκτώβριος 2002



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**Αλληλεπίδραση χρήστη – μηχανής με χρήση δυαδικής  
συσκευής εισόδου**

Εργασία που υποβλήθηκε από την  
Σταυρούλα Ν. Ντοά  
ως μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων  
για την απόκτηση  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Συγγραφέας:

---

Σταυρούλα Ν. Ντοά  
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Εισηγητική Επιτροπή:

---

Κωνσταντίνος Στεφανίδης  
Αναπληρωτής Καθηγητής, Επόπτης

---

Πάνος Κωνσταντόπουλος  
Καθηγητής, Μέλος

---

Βασίλης Χριστοφίδης  
Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

Δεκτή:

---

Πάνος Κωνσταντόπουλος  
Καθηγητής  
Πρόεδρος Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών

Ηράκλειο, Οκτώβριος 2002



# Αλληλεπίδραση χρήστη – μηχανής με χρήση δυαδικής συσκευής εισόδου

Σταυρούλα Ντοά

Μεταπτυχιακή εργασία

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών  
Πανεπιστήμιο Κρήτης

## Περίληψη

Στα πλαίσια μιας κοινωνίας της πληροφορίας για όλους τους πολίτες, είναι σημαντικό οι εφαρμογές και οι υπηρεσίες να είναι προσβάσιμες από πολίτες με διαφορετικές απαιτήσεις και προτιμήσεις, συμπεριλαμβανομένων ατόμων με αναπηρίες. Οι υπάρχουσες τεχνολογικές λύσεις που σήμερα παρέχονται και υποστηρίζουν δυνατότητες εναλλακτικής πρόσβασης σε άτομα με αναπηρίες, είναι συχνά εξειδικευμένες και κατά συνέπεια περιορισμένης χρήσης, είτε στενά συνδεδεμένες με συγκεκριμένες τεχνολογικές πλατφόρμες που τις καθιστούν απαρχαιωμένες σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Η παρούσα εργασία, αναφέρεται στη σχεδίαση και υλοποίηση ενός συστήματος, το οποίο καθιστά δυνατή τη χρήση εφαρμογών σε περιβάλλον Microsoft Windows, με τη βοήθεια δυαδικών διακοπών. Έτσι, επιλύονται τα προβλήματα αδυναμίας χρήσης των παραδοσιακών συσκευών εισόδου, όπως το πληκτρολόγιο και το ποντίκι, που αντιμετωπίζουν τα άτομα με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα, λόγω λειτουργικών ή περιστασιακών αδυναμιών. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές ιεραρχικής σάρωσης με δυναμική ανάκτηση της ιεραρχικής δομής των εφαρμογών. Για αυτή την ομάδα στόχου, η χρήση της ιεραρχικής σάρωσης αποτελεί τον ιδανικότερο τρόπο αλληλεπίδρασης, κυρίως λόγω της αυξημένης ταχύτητας αλληλεπίδρασης που εξασφαλίζει, συγκριτικά με απλούς προσομοιωτές ποντικιού και πληκτρολόγια οθόνης. Επιπλέον, η δυναμική ανάκτηση της ιεραρχικής δομής άλλωστε, εξασφαλίζει τη λειτουργία του συστήματος σάρωσης για οποιαδήποτε εφαρμογή σε περιβάλλον Microsoft Windows. Ως αποτέλεσμα, οι εφαρμογές γίνονται αυτόματα προσβάσιμες, χωρίς να είναι αναγκαία οποιαδήποτε τροποποίησή τους για την υποστήριξη τεχνικών σάρωσης.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, πραγματοποιήθηκε επίσης αξιολόγηση ευχρηστίας της αλληλεπίδρασης, με τη συμμετοχή τελικών χρηστών. Ως κριτήρια ευχρηστίας, μετρήθηκαν η αποτελεσματικότητα, η αποδοτικότητα και η ικανοποίηση των χρηστών. Η μελέτη των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το συγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής πρόσβασης συνιστά ένα χρήσιμο εργαλείο για την υποστήριξη αλληλεπίδρασης χρηστών με δυσκολίες κίνησης στα άνω άκρα με τις εφαρμογές καθώς και με το συνολικό περιβάλλον χρήσης των Microsoft Windows.

Επόπτης: Κωνσταντίνος Στεφανίδης  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών  
Πανεπιστήμιο Κρήτης

# **User – machine interaction with the use of a binary input device**

Stavroula Ntoa

M.Sc. Thesis

Computer Science Department  
University of Crete

## **Abstract**

Concerning an Information Society for all citizens, applications and services should be accessible by people with diverse requirements and preferences, including persons with disabilities. Technological solutions provided today in order to support potentials of alternative access for people with disabilities, are often specialized and consequently of limited use, or closely related to specific technological platforms, which make them obsolete in a short period of time.

The development of a system, which will enable the use of applications in a Microsoft Windows environment, supported by the use of binary switches, was carried out in this thesis. Thus, problems concerning the inability to use traditional input devices, such as the keyboard or the mouse, with which people with motion impairments on the upper members have to deal with, are eliminated. In order to achieve our goal, we employed hierarchical scanning techniques with dynamic retrieval of applications' hierarchical structure. For the intended target group, the use of hierarchical scanning is the most appropriate method of interaction, mainly due to the rapid interaction it ensures, compared to simple mouse emulators or on-screen keyboards. Furthermore, the dynamic retrieval of an application's hierarchical structure ensures the operation of the scanning system for any application in a windows environment. Consequently, applications become immediately accessible with no need for any modification, in order to support scanning techniques.

In this work, we performed, as well, a usability evaluation of a user's interaction in a windows environment. The usability metrics were the effectiveness, the efficiency and the satisfaction of users. Analysis of the results, indicated that the system proposed could constitute a useful tool to assist the interaction of a motor – impaired user with the applications as well as with the overall environment of Windows.

Supervisor: Constantine Stephanides  
Associate Professor  
Computer Science Department  
University of Crete





## Ευχαριστίες

Κατ' αρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επόπτη καθηγητή μου, κ. Κωνσταντίνο Στεφανίδη, για την επιστημονική του καθοδήγηση, τις συμβουλές του και το χρόνο που μου αφιέρωσε κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Η συνεργασία μας τα τελευταία χρόνια μου προσέφερε σημαντική ερευνητική εμπειρία στον Επικοινωνίας Ανθρώπου – Μηχανής και υπήρξε καταλυτική για τον προσανατολισμό των επιστημονικών μου ενδιαφερόντων.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. κ. Πάνο Κωνσταντόπουλο και Βασίλη Χριστοφίδη, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Για τις πολύτιμες συμβουλές του, κατά τις φάσεις της σχεδίασης και ανάπτυξης καθώς και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας ευχαριστώ θερμά τον κ. Αντώνη Σαββίδη. Ευχαριστώ ακόμα την κα Λέτα Καρεφυλλάκη για τις συμβουλές και την πρακτική καθοδήγηση που μου παρείχε κατά τη διαδικασία αξιολόγησης ευχρηστίας της παρούσας εργασίας και όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Επικοινωνίας Ανθρώπου – Μηχανής του Ινστιτούτου Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας που βοήθησαν κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα ακόμα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης, στο οποίο φοίτησα τα τελευταία επτά χρόνια και στο Ινστιτούτο Πληροφορικής (Εργαστήριο Επικοινωνίας Ανθρώπου – Μηχανής) του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας, για την οικονομική ενίσχυση και υλικοτεχνική υποστήριξη που μου παρείχε κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Σημαντική για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας ήταν και η συμμετοχή των χρηστών στη διαδικασία αξιολόγησης ευχρηστίας. Τους ευχαριστώ όλους για το χρόνο που δέχτηκαν και ιδιαιτέρως τους κ.κ. Γιάννη Πρατικάκη και Μανόλη Μαραγκονικολάκη για τις πολύτιμες παρατηρήσεις τους.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους που μου συμπαραστάθηκαν κατά τη διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας. Ιδιαίτερα όμως ευχαριστώ το Γιώργο, που με βοήθησε με τις επιστημονικές συμβουλές του κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, αλλά και με κατανόηση και υπομονή μου συμπαραστάθηκε σε όλες τις δύσκολες φάσεις της.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες, στον αδελφό μου Δημήτρη, για τη βοήθειά του κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας και την ψυχολογική υποστήριξη που μου παρείχε. Το μεγαλύτερο ευχαριστώ, το οφείλω στους γονείς μου, Καίτη και Νίκο, χάρη στις θυσίες, στην αγάπη, στην εμπιστοσύνη και στην υποστήριξη των οποίων βρίσκομαι σήμερα σε θέση να γράφω αυτές τις γραμμές. Αν και τους οφείλω πολλά περισσότερα, ως δείγμα ευγνωμοσύνης, τους αφιερώνω αυτή την εργασία.

Σταυρούλα Ν. Ντοά



*Στους γονείς μου,  
Καίτη και Νίκο*



# Πίνακας Περιεχομένων

|  |            |
|--|------------|
| <i>Περίληψη</i> .....  | <i>i</i>   |
| <i>Abstract</i> .....  | <i>iii</i> |
| <i>Ευχαριστίες</i> .....   | <i>v</i>   |
| <i>Πίνακας Περιεχομένων</i> .....                                  | <i>ix</i>  |
| <i>Κατάλογος Εικόνων</i> .....                                     | <i>xii</i> |
| <i>Κατάλογος πινάκων</i> .....                                     | <i>xiv</i> |
| <b>Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή</b> .....                                  | <b>1</b>   |
| <b>Κεφάλαιο 2. Σχετική Έρευνα</b> .....                            | <b>6</b>   |
| <b>2.1 Τεχνολογική έρευνα και ανάπτυξη</b> .....                   | <b>6</b>   |
| 2.1.1 Αναδραστικές προσεγγίσεις.....                               | 6          |
| 2.1.1.1 Υποστηρικτική τεχνολογία .....                             | 7          |
| 2.1.1.2 Υποστηρικτικό λογισμικό.....                               | 8          |
| 2.1.2 Προληπτικές προσεγγίσεις.....                                | 10         |
| 2.1.2.1 Προσβάσιμα χαρακτηριστικά του λειτουργικού συστήματος..... | 10         |
| 2.1.2.2 Ανοικτές αρχιτεκτονικές.....                               | 11         |
| 2.1.3 Πρωτοβουλίες πολιτικής.....                                  | 12         |
| 2.1.4 Συμπεράσματα .....   | 13         |
| <b>2.2 Η τεχνική της σάρωσης</b> .....                             | <b>14</b>  |
| 2.2.1 Χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης .....                          | 14         |
| 2.2.1.1 Κατάσταση του συστήματος.....                              | 14         |
| 2.2.1.2 Είσοδος από το χρήστη.....                                 | 16         |
| 2.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά.....                                  | 16         |
| 2.2.3 Συμπεράσματα .....   | 18         |
| <b>2.3 Η πλατφόρμα Microsoft Active Accessibility</b> .....        | <b>19</b>  |
| 2.3.1 Γενική περιγραφή .....                                       | 19         |
| 2.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά.....                                  | 20         |
| 2.3.2.1 Συνήθειες ιδιότητες και μέθοδοι.....                       | 21         |
| 2.3.2.2 Συνδέσεις .....  | 22         |
| 2.3.2.3 WinEvents.....   | 22         |
| 2.3.3 Συμπεράσματα .....   | 23         |
| <b>Κεφάλαιο 3. Σχεδίαση και ανάπτυξη</b> .....                     | <b>25</b>  |
| <b>3.1 Γενική αρχιτεκτονική</b> .....                              | <b>26</b>  |
| <b>3.2 Κατασκευή ιεραρχίας</b> .....                               | <b>27</b>  |
| 3.2.1 Σειρά σάρωσης.....   | 27         |
| 3.2.2 Κατασκευή δενδρικής ιεραρχίας.....                           | 28         |
| <b>3.3 Αντικείμενα σάρωσης</b> .....                               | <b>32</b>  |
| 3.3.1 Κατηγορίες γραφικών αντικειμένων.....                        | 32         |
| 3.3.2 Αντικείμενα ιεραρχίας .....                                  | 36         |
| 3.3.3 Ιδιαίτερες περιπτώσεις αντικειμένων.....                     | 42         |

|   |  |            |
|---|--|------------|
| <b>3.4</b>  | <b>Είδη διαλόγου.....</b>                        | <b>45</b>  |
| 3.4.1   | Αντικείμενα εισαγωγής κειμένου .....             | 46         |
| 3.4.2   | Απλά αντικείμενα .....                           | 47         |
| 3.4.3   | Αντικείμενα επιλογής .....                       | 48         |
| 3.4.4   | Αντικείμενα περιέκτες .....                      | 50         |
| <b>3.5</b>  | <b>Είσοδος και έξοδος.....</b>                   | <b>51</b>  |
| 3.5.1   | Έξοδος .....                                     | 52         |
| 3.5.2   | Είσοδος .....                                    | 52         |
| <b>3.6</b>  | <b>Γραφικές διεπαφές της σάρωσης.....</b>        | <b>55</b>  |
| 3.6.1   | Βοηθητική διαχείριση παραθύρων.....              | 55         |
| 3.6.2   | Ρυθμίσεις σάρωσης .....                          | 58         |
| 3.6.3   | Ρυθμίσεις συσκευών εισόδου .....                 | 60         |
| 3.6.4   | Οπτικό πληκτρολόγιο .....                        | 61         |
| <b>3.7</b>  | <b>Απόκριση συστήματος.....</b>                  | <b>65</b>  |
| <b>3.8</b>  | <b>Τρόπος χρήσης της σάρωσης.....</b>            | <b>67</b>  |
| <b>3.9</b>  | <b>Προβλήματα .....</b>                          | <b>68</b>  |
| <b>3.10</b>   | <b>Ανακεφαλαίωση .....</b>                       | <b>69</b>  |
| <b>Κεφάλαιο 4. Αξιολόγηση ευχρηστίας.....</b>                           |  | <b>71</b>  |
| 4.1   | Εργαστήριο αξιολόγησης ευχρηστίας .....          | 72         |
| 4.2   | Επιλογή χρηστών .....                            | 73         |
| 4.3   | Σενάρια χρήσης .....                             | 76         |
| 4.4   | Κριτήρια αξιολόγησης.....                        | 78         |
| 4.4.1   | Αποτελεσματικότητα .....                         | 78         |
| 4.4.2   | Αποδοτικότητα.....                               | 79         |
| 4.4.3   | Ικανοποίηση.....                                 | 79         |
| 4.5   | Η διαδικασία .....                               | 80         |
| 4.6   | Αποτελέσματα .....                               | 81         |
| 4.6.1   | Αποτελεσματικότητα .....                         | 81         |
| 4.6.2   | Αποδοτικότητα.....                               | 86         |
| 4.6.3   | Ικανοποίηση.....                                 | 89         |
| 4.6.4   | Ανεπίσημη Συζήτηση (debriefing) .....            | 96         |
| <b>Κεφάλαιο 5. Επίλογος .....</b>                                       |  | <b>97</b>  |
| 5.1   | Ανασκόπηση και συμπεράσματα .....                | 97         |
| 5.2   | Μελλοντικές εργασίες .....                       | 98         |
| <b>Παράρτημα Α. Τεχνικά χαρακτηριστικά.....</b>                         |  | <b>100</b> |
| 1.  | Ανάλυση ιεραρχίας.....                           | 100        |
| 2.  | Προσθήκη αντικειμένου στη δενδρική ιεραρχία..... | 101        |
| 3.  | Μπάρες κύλισης σε Internet Explorer .....        | 102        |
| <b>Παράρτημα Β. Αξιολόγηση: Ερωτηματολόγια και Σενάρια Χρήσης .....</b> |  | <b>103</b> |
| 1.  | Ερωτηματολόγιο δημογραφικών στοιχείων .....      | 103        |

|   |                   |
|---|-------------------|
| <b>2. Σενάρια χρήσης .....</b>  | <b>109</b>        |
| <b>3. Ερωτηματολόγια .....</b>  | <b>112</b>        |
| <b><i>Παράρτημα Γ. Η εφαρμογή της σάρωσης: Παρουσίαση και οδηγίες χρήσης.....</i></b> | <b><i>124</i></b> |
| <b>1. Εισαγωγή .....</b>  | <b>124</b>        |
| <b>2. Η σάρωση .....</b>  | <b>124</b>        |
| 2.1 Η σειρά της σάρωσης.....  | 124               |
| 2.2 Κατηγορίες αντικειμένων .....   | 125               |
| Αντικείμενα εισαγωγής κειμένου .....  | 126               |
| Απλά αντικείμενα .....  | 127               |
| Σύνθετα αντικείμενα .....   | 128               |
| Αντικείμενα περιέκτες .....   | 128               |
| 2.3 Ο διάλογος της σάρωσης .....  | 128               |
| 2.4 Η είσοδος από το χρήστη.....  | 130               |
| 2.5 Η αλληλεπίδραση.....  | 131               |
| <b>3. Διαχείριση παραθύρων .....</b>  | <b>132</b>        |
| <b>Παραδείγματα Χρήσης.....</b>   | <b>136</b>        |
| 1 <sup>ο</sup> σενάριο χρήσης: Κλείσιμο παραθύρου.....                                | 136               |
| 2 <sup>ο</sup> σενάριο χρήσης: Άνοιγμα του φακέλου “My Documents”.....                | 139               |
| 3 <sup>ο</sup> σενάριο χρήσης: Διαγραφή του φακέλου “EvaluationTemp” από το “C:”...   | 144               |
| <b><i>Βιβλιογραφία .....</i></b>  | <b><i>156</i></b> |

## Κατάλογος Εικόνων

|  |     |
|--|-----|
| Εικόνα 1 Εκτιμώμενος αριθμός ατόμων με αναπηρίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση [1]        | 2   |
| Εικόνα 2 Συγκεντρωτικά ποσοστά των ατόμων με αναπηρίες (στην Ευρωπαϊκή Ένωση)    | 3   |
| Εικόνα 3 Αρχιτεκτονική του συστήματος πρόσβασης                                  | 26  |
| Εικόνα 4 Παράδειγμα 1 για τη σειρά σάρωσης                                       | 28  |
| Εικόνα 5 Παράδειγμα 2 για τη σειρά σάρωσης                                       | 28  |
| Εικόνα 6 Απεικόνιση της ιεραρχίας των αντικειμένων                               | 30  |
| Εικόνα 7 Δένδρο τριών επιπέδων   | 31  |
| Εικόνα 8 Αποκλεισμός αντικειμένων στη δενδρική ιεραρχία                          | 37  |
| Εικόνα 9 Σύνθετο κουμπί  | 42  |
| Εικόνα 10 Διάγραμμα κατάστασης – μετάβασης για αντικείμενο εισαγωγής<br>κειμένου | 46  |
| Εικόνα 11 Διάγραμμα γρήγορου διαλόγου για αντικείμενο εισαγωγής<br>κειμένου      | 47  |
| Εικόνα 12 Διάγραμμα «κλασσικού» διαλόγου για ένα απλό αντικείμενο                | 47  |
| Εικόνα 13 Διάγραμμα «γρήγορου» διαλόγου για ένα απλό αντικείμενο                 | 48  |
| Εικόνα 14 Διάγραμμα διαλόγου με αντικείμενο επιλογής                             | 49  |
| Εικόνα 15 Διάγραμμα «κλασσικού» διαλόγου για αντικείμενο περιέκτη                | 50  |
| Εικόνα 16 Διάγραμμα «γρήγορου» διαλόγου για αντικείμενο περιέκτη                 | 51  |
| Εικόνα 17 Συσκευή δυαδικών διακοπών  | 52  |
| Εικόνα 18 Παράθυρο διαχείρισης   | 56  |
| Εικόνα 19 Κουμπί επανεκκίνησης της σάρωσης                                       | 57  |
| Εικόνα 20 Κουμπί ρυθμίσεων σάρωσης   | 58  |
| Εικόνα 21 Παράθυρο ρυθμίσεων σάρωσης   | 58  |
| Εικόνα 22 Παλέτα χρωμάτων  | 59  |
| Εικόνα 23 Κουμπί ρυθμίσεων συσκευών εισόδου                                      | 60  |
| Εικόνα 24 Παράθυρο ρυθμίσεων συσκευών εισόδου                                    | 60  |
| Εικόνα 25 Οπτικό πληκτρολόγιο  | 61  |
| Εικόνα 26 Πρώτο επίπεδο περιεκτών στο οπτικό πληκτρολόγιο                        | 62  |
| Εικόνα 27 Δεύτερο επίπεδο περιεκτών στο οπτικό πληκτρολόγιο                      | 62  |
| Εικόνα 28 Εργαστήριο ευχρηστίας  | 73  |
| Εικόνα 29 Προβλήματα ευχρηστίας σε σχέση με το πλήθος των αξιολογητών            | 74  |
| Εικόνα 30 Ποσοστιαία αναπαράσταση λαθών  | 85  |
| Εικόνα 31 Συγκριτική αναπαράσταση των λαθών σε κάθε σενάριο                      | 86  |
| Εικόνα 32 ASQ δείκτης ανά αξιολογητή για το πρώτο σενάριο                        | 91  |
| Εικόνα 33 ASQ δείκτης ανά αξιολογητή για το δεύτερο σενάριο                      | 91  |
| Εικόνα 34 Σύγκριση δεικτών ASQ ανά αξιολογητή μεταξύ των σεναρίων                | 92  |
| Εικόνα 35 Δείκτης OVERALL ανά αξιολογητή   | 93  |
| Εικόνα 36 Δείκτης SYUSE ανά αξιολογητή   | 93  |
| Εικόνα 37 Δείκτης INFOQUAL ανά αξιολογητή  | 94  |
| Εικόνα 38 Δείκτης INTERQUAL ανά αξιολογητή                                       | 94  |
| Εικόνα 39 Συγκριτική αναπαράσταση δεικτών ικανοποίησης ανά κατηγορία<br>χρηστών  | 95  |
| Εικόνα 40 Σειρά σάρωσης: προηγείται το αντικείμενο που βρίσκεται πιο πάνω        | 125 |
| Εικόνα 41 Σειρά σάρωσης: προηγείται το αντικείμενο που βρίσκεται πιο<br>αριστερά | 125 |



|  |     |
|--|-----|
| Εικόνα 42 Έναρξη του διαλόγου _____                                | 129 |
| Εικόνα 43 Διακόπτες _____  | 130 |
| Εικόνα 44 Εικονικό πληκτρολόγιο _____                              | 131 |
| Εικόνα 45 Σειρά μετάβασης καταστάσεων σε σύνθετα αντικείμενα _____ | 132 |
| Εικόνα 46 Παράθυρο διαχείρισης _____                               | 133 |
| Εικόνα 47 Παράθυρο ρυθμίσεων σάρωσης _____                         | 134 |
| Εικόνα 48 Η παλέτα χρωμάτων _____                                  | 134 |
| Εικόνα 49 Παράθυρο ρυθμίσεων συσκευών εισόδου _____                | 135 |

## Κατάλογος πινάκων

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 1 Κατάλογος αντικειμένων εισαγωγής κειμένου _____                          | 32 |
| Πίνακας 2 Κατάλογος απλών αντικειμένων _____                                       | 33 |
| Πίνακας 3 Κατάλογος αντικειμένων επιλογής _____                                    | 34 |
| Πίνακας 4 Κατάλογος από αντικείμενα περιέκτες _____                                | 36 |
| Πίνακας 5 Δενδρική ιεραρχία χωρίς βελτιστοποίηση _____                             | 39 |
| Πίνακας 6 Βελτιστοποίηση δενδρικής ιεραρχίας _____                                 | 41 |
| Πίνακας 7 Ένταξη πλαισίου ομαδοποίησης στην ιεραρχία _____                         | 44 |
| Πίνακας 8 Δημογραφικά στοιχεία αξιολογητών _____                                   | 76 |
| Πίνακας 9 Δείκτες αποτελεσματικότητας για το πρώτο σενάριο _____                   | 83 |
| Πίνακας 10 Δείκτες αποτελεσματικότητας για το δεύτερο σενάριο _____                | 83 |
| Πίνακας 11 Δείκτες αποτελεσματικότητας συνολικά για την εφαρμογή _____             | 84 |
| Πίνακας 12 Δείκτες αποτελεσματικότητας των αξιολογητών με προβλήματα κίνησης _____ | 86 |
| Πίνακας 13 Δείκτες αποδοτικότητας για το πρώτο σενάριο _____                       | 87 |
| Πίνακας 14 Δείκτες αποδοτικότητας για το δεύτερο σενάριο _____                     | 88 |
| Πίνακας 15 Δείκτες αποδοτικότητας συνολικά για την εφαρμογή _____                  | 89 |
| Πίνακας 16 Δείκτες αποδοτικότητας των αξιολογητών με κινητικές δυσκολίες _____     | 89 |
| Πίνακας 17 Δείκτες ικανοποίησης _____  | 90 |
| Πίνακας 18 Δείκτες ικανοποίησης αξιολογητών με κινητικές δυσκολίες _____           | 95 |





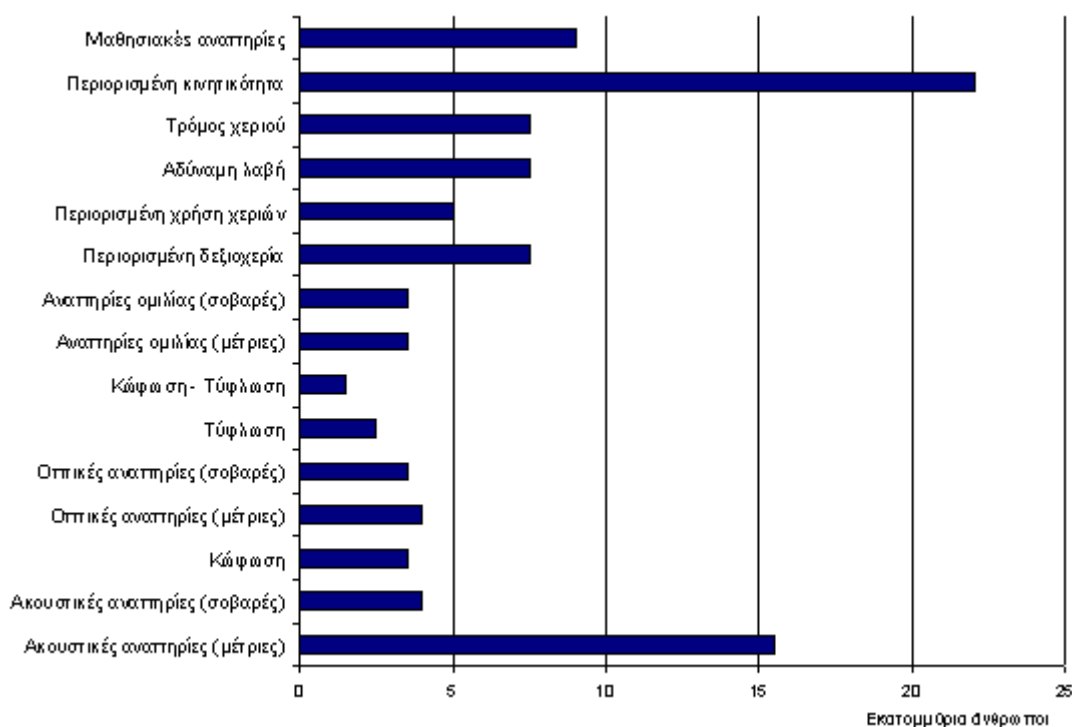
## **Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή**

Τα τελευταία χρόνια, ο όρος «κοινωνία της πληροφορίας» χρησιμοποιείται ευρέως και είναι άμεσα συνυφασμένος με την ανάπτυξη, την ευημερία και τη βελτίωση της ανθρώπινης ζωής. Σήμερα που η κοινωνία αυτή είναι πραγματικότητα, ο κυριότερος προβληματισμός που μας απασχολεί είναι να μην οδηγηθούμε σε μια κοινωνία δύο ταχυτήτων [1], όπου μόνο ορισμένοι θα έχουν πρόσβαση στην πληροφορία. Το δικαίωμα όλων των πολιτών να αποκτήσουν ισότιμη πρόσβαση στην πληροφορία πραγματεύεται η αρχή της «καθολικής πρόσβασης» στην κοινωνία της πληροφορίας [2].

Η πραγμάτωση της κοινωνίας της πληροφορίας έχει επιφέρει ριζικές αλλαγές στον τρόπο που οι άνθρωποι εργάζονται και αλληλεπιδρούν, τόσο μεταξύ τους όσο και με την πληροφορία [3]. Ο υπολογιστής μετατράπηκε από μια συσκευή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο από κάποιον ειδικό, σε μια συσκευή πληροφορίας για όλους τους πολίτες. Άμεση συνέπεια αυτού, είναι η αύξηση του πληθυσμού στον οποίο απευθύνονται οι υπολογιστές καθώς και τα νέα προϊόντα και τεχνολογίες. Κάθε νέα τεχνολογία ωστόσο, εισάγει δυσκολίες στη χρήση των προϊόντων και των υπηρεσιών, αν δεν αποτελεί προϊόν μελέτης και σωστής σχεδίασης [4].

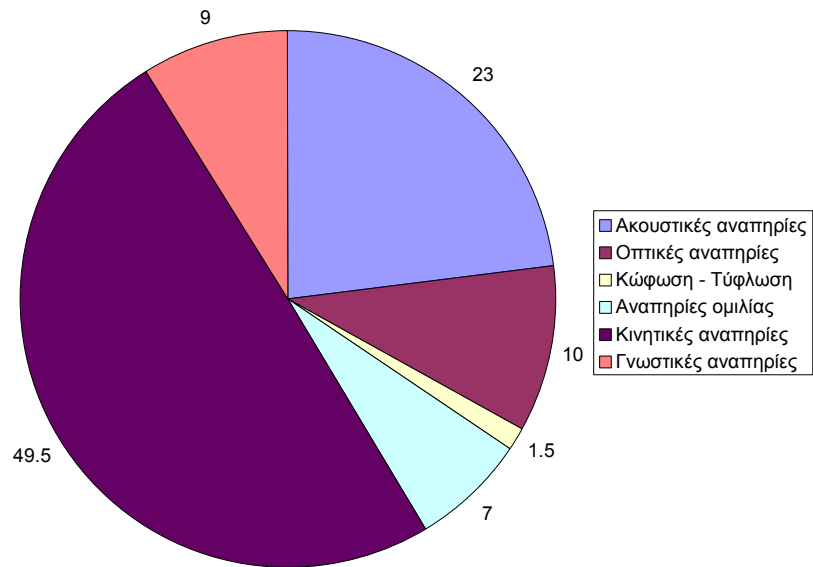
Συνέπεια της ραγδαίας τεχνολογικής εξέλιξης, είναι η ανάγκη για άμεση εφαρμογή της αρχής της καθολικής πρόσβασης στα νέα προϊόντα και υπηρεσίες. Η καθολική πρόσβαση δεν είναι πλέον ένα πρόβλημα που αφορά λίγους, αλλά ένα θέμα που καλείται η τεχνολογία και η κοινωνία να επιλύσει, προκειμένου να παρέχεται σε όλους τους πολίτες η δυνατότητα πρόσβασης στην πληροφορία, στις νέες τεχνολογίες και τις υπηρεσίες. Άλλωστε, δεδομένης της γήρανσης του πληθυσμού, το ποσοστό των ατόμων που αντιμετώπιζουν προβλήματα προσβασιμότητας αυξάνεται διαρκώς.

Αναλυτικότερα, όπως προκύπτει από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί [1], υπάρχουν σήμερα περισσότερα από ογδόντα εκατομμύρια άνθρωποι στην Ευρωπαϊκή Ένωση, των οποίων η ηλικία ξεπερνά τα εξήντα έτη και μέχρι το 2020 ο πληθυσμός αυτός θα αγγίζει τα εκατό εκατομμύρια. Φυσικά, όλοι αυτοί θα είναι πολίτες στην κοινωνία της πληροφορίας και πρέπει να εξασφαλιστεί η ισότιμη συμμετοχή τους σε αυτή. Υπολογίζοντας σε ποσοστά, το πλήθος των ατόμων με αναπηρίες αγγίζει περίπου το 20% του πληθυσμού στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αναμένεται να αυξηθεί, δεδομένης και της γήρανσης του πληθυσμού, στο 25%, μέχρι το 2030 [1]. Στο διάγραμμα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ο εκτιμώμενος αριθμός των ατόμων με αναπηρίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση.



Εικόνα 1 Εκτιμώμενος αριθμός ατόμων με αναπηρίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση [1]

Παρατηρώντας τα παραπάνω ποσοστά των ατόμων με αναπηρίες, διαπιστώνουμε ότι το μεγαλύτερο τμήμα των ατόμων αυτών αντιμετωπίζουν κινητικές αναπηρίες. Αρκετά σημαντικός είναι και ο αριθμός εκείνος των ατόμων που αντιμετωπίζουν ακουστικές και οπτικές αναπηρίες. Προσπαθώντας να παρέχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με αυτές τις κατηγορίες ατόμων, από τα παραπάνω στοιχεία κατασκευάσαμε ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα, όπου οι επιμέρους κατηγορίες προβλημάτων συγκεντρώνονται σε γενικότερες κατηγορίες και υπολογίζονται τα αντίστοιχα συνολικά ποσοστά. Οι «μαθησιακές αναπηρίες» αποτελούν μια κατηγορία, όπως και η «κώφωση – τύφλωση», γιατί οι περιπτώσεις αυτές απαιτούν ξεχωριστή αντιμετώπιση εκ μέρους της τεχνολογίας, λόγω του ιδιαίτερου χαρακτήρα τους. Οι κατηγορίες «περιορισμένη κινητικότητα», «τρόμος χεριού», «περιορισμένη χρήση χεριών» και «περιορισμένη δεξιοχερία», θα αναφέρονται στο εξής ως προβλήματα κινητικότητας των άνω άκρων. Οι σοβαρές και μέτριες αναπηρίες ομιλίας αποτελούν την κατηγορία «αναπηρίες ομιλίας». Επίσης, η τύφλωση καθώς και οι μέτριες και σοβαρές οπτικές αναπηρίες εντάσσονται στην ευρύτερη κατηγορία των οπτικών αναπηριών. Τέλος, οι μέτριες και σοβαρές ακουστικές αναπηρίες σε συνδυασμό με την κώφωση αποτελούν τις διαβαθμίσεις των προβλημάτων που ανήκουν στην κατηγορία των ακουστικών αναπηριών. Τα ποσοστά της κάθε μιας από τις παραπάνω γενικότερες κατηγορίες, εμφανίζονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Εικόνα 2 Συγκεντρωτικά ποσοστά των ατόμων με αναπηρίες (στην Ευρωπαϊκή Ένωση)

δυσκολίες να εργαστούν στο συγκεκριμένο περιβάλλον. Η επιλογή του λειτουργικού συστήματος Microsoft Windows, με το οποίο επιλέξαμε να εργαστούμε, πραγματοποιήθηκε για δύο κυρίως

λόγους. Αφενός, το λειτουργικό σύστημα των Microsoft Windows απευθύνεται στο ευρύ αγοραστικό κοινό, αφού δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις για τη χρήση του. Αφετέρου, η Microsoft είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες στο χώρο της πληροφορικής που έχει πρόσφατα ασχοληθεί συστηματικά με το πρόβλημα της προσβασιμότητας των συστημάτων της από άτομα με ειδικές ανάγκες. Έτσι, τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που παρέχονται στους κατασκευαστές εφαρμογών και λογισμικού είναι περισσότερο προηγμένες από αυτές που παρέχουν οποιαδήποτε άλλα λειτουργικά συστήματα, γεγονός που αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα στην επιλογή μας.

Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές σάρωσης για την υλοποίηση του εργαλείου σάρωσης. Η ιδιαιτερότητα και καινοτομία της παρούσας εργασίας είναι η διεξαγωγή ιεραρχικής σάρωσης σε συνδυασμό με τη δυναμική ανάκτηση της ιεραρχικής δομής των εφαρμογών. Η χρήση της ιεραρχικής σάρωσης αποτελεί τον ιδανικότερο τρόπο αλληλεπίδρασης για τα άτομα με κινητικές δυσκολίες στα άνω άκρα, κυρίως λόγω της αυξημένης ταχύτητας αλληλεπίδρασης που εξασφαλίζει, συγκριτικά με παραδοσιακές μεθόδους. Η δυναμική ανάκτηση της ιεραρχικής δομής άλλωστε, εξασφαλίζει τη λειτουργία του εργαλείου σάρωσης ανεξάρτητα από την εφαρμογή με την οποία χρησιμοποιείται. Έτσι, οι εφαρμογές γίνονται αυτόματα προσβάσιμες χωρίς να είναι αναγκαία οποιαδήποτε τροποποίησή τους για την υποστήριξη τεχνικών σάρωσης.

Στις ενότητες που ακολουθούν θα παρουσιαστεί η διαδικασία κατασκευής του εργαλείου FastScanner. Στην επόμενη ενότητα, θα παρουσιάσουμε συνοπτικά τις προσπάθειες που έχουν μέχρι στιγμής πραγματοποιηθεί για την υλοποίηση προϊόντων και τεχνολογιών, προσβάσιμων από άτομα με κινητικές δυσκολίες. Στα πλαίσια αυτής της έρευνας θα παρουσιάσουμε την τεχνική της σάρωσης, όπως έχει υλοποιηθεί για τον πλοηγό Ναυτίλο<sup>1</sup> από το Εργαστήριο Υποστηρικτικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας Ανθρώπου – Μηχανής στο Ινστιτούτο Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας. Η κατανόηση του θεωρητικού υπόβαθρου της συγκεκριμένης τεχνικής είναι απαραίτητη για τη μετάβαση στην επόμενη ενότητα, η οποία αποτελεί και το κύριο μέρος της παρούσας εργασίας. Επίσης, θα παρουσιάσουμε συνοπτικά την πλατφόρμα Microsoft Active Accessibility, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του συγκεκριμένου εργαλείου.

Η τρίτη ενότητα αναφέρεται εκτενώς στη σχεδίαση, στην υλοποίηση και στον τρόπο λειτουργίας του εργαλείου FastScanner. Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον Microsoft Visual Studio και χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία Microsoft Active Accessibility, όπως ήδη αναφέραμε. Παράλληλα, πραγματοποιείται εκτενής αναφορά στις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του εργαλείου, καθώς και στο πώς η τελευταία χρησιμοποιείται και ενσωματώνεται προγραμματιστικά σε οποιαδήποτε εφαρμογή. Τέλος,

---

<sup>1</sup> Το έργο ΝΑΥΤΙΛΟΣ – “Ενοπιοημένο Σύστημα Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για Άτομα με Ειδικές Ανάγκες” έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας του Υπουργείου Ανάπτυξης. Οι φορείς της κοινοπραξίας του προγράμματος ΝΑΥΤΙΛΟΣ είναι το Ινστιτούτο Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΠ-ΙΤΕ) (ανάδοχος φορέας), η Εθνική Συνομοσπονδία Ατόμων με Ειδικές Ανάγκες (ΕΣΑΕΑ) και η Διεθνής Ερευνητική Μεταφορών και Ανάπτυξης (TRD).



αναφέρονται τα προβλήματα τα οποία παρουσιάστηκαν και δεν έγινε δυνατή η επίλυσή τους, μέχρι την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Η επόμενη ενότητα, αφορά την αξιολόγηση ευχρηστίας της αλληλεπίδρασης του χρήστη με εφαρμογές στο παραθυρικό περιβάλλον Microsoft Windows, μέσω του συγκεκριμένου εργαλείου. Στα πλαίσια της παρουσίασης της αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε, θα μελετήσουμε αναλυτικά τη διαδικασία προετοιμασίας της αξιολόγησης καθώς και τα τελικά αποτελέσματα αυτής.

Στην τελευταία ενότητα, παρουσιάζεται μια σύνοψη της εργασίας, τα συμπεράσματα καθώς και τα πλέον ενδιαφέροντα σημεία από τη διαδικασία της ανάπτυξης του εργαλείου σάρωσης. Επιπλέον, περιλαμβάνονται σκέψεις και προτάσεις σχετικά με τη βελτίωση και επέκταση της υπάρχουσας εργασίας.

## **Κεφάλαιο 2. Σχετική Έρευνα**

### **2.1 Τεχνολογική έρευνα και ανάπτυξη**

Στο κεφάλαιο αυτό, θα αναφερθούμε στις τεχνολογικές προσπάθειες που επιτελούνται για την επίλυση των προβλημάτων προσβασιμότητας των ατόμων με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα. Μελετώντας τις προσπάθειες αυτές, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις χρηστών, που αποτελούν την εισαγωγή του κυρίου τμήματος της παρούσας εργασίας, θα μπορέσουμε να κατανοήσουμε καλύτερα πώς εξυπηρετούνται οι ανάγκες της συγκεκριμένης κατηγορίας χρηστών υπολογιστικών συστημάτων, ποιες είναι εκείνες οι ανάγκες τους που δεν εξυπηρετούνται, καθώς και τι μπορεί να γίνει προς αυτή την κατεύθυνση.

Πολλοί είναι οι φορείς που τα τελευταία χρόνια προσπάθησαν να επιλύσουν τα προβλήματα προσβασιμότητας, που αντιμετωπίζουν οι χρήστες όσον αφορά την τεχνολογία. Για την παρουσίαση των προσπαθειών αυτών, θα ακολουθήσουμε την κατηγοριοποίηση της βιβλιογραφικής αναφοράς [7]. Αναφορικά οι κατηγορίες προσεγγίσεων είναι οι ακόλουθες τρεις: (α) αναδραστικές (reactive) προσεγγίσεις, (β) προληπτικές (proactive) προσεγγίσεις και (γ) πρωτοβουλίες πολιτικής (policy). Στη συνέχεια, θα μελετήσουμε κάθε μια από αυτές ξεχωριστά και θα αναλύσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

#### **2.1.1 Αναδραστικές προσεγγίσεις**

Πρόκειται για προσεγγίσεις που δρουν εκ των υστέρων και οι οποίες προσπαθούν να προσαρμόσουν ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες στις ιδιαιτερότητες των ατόμων με ειδικές ανάγκες [4]. Η αναδραστική προσέγγιση είναι η πιο παραδοσιακή αντιμετώπιση στην τροποποίηση εφαρμογών, ώστε να είναι προσβάσιμες από άτομα με ειδικές ανάγκες.

Παρόλο που η αναδραστική προσέγγιση είναι ίσως από πρακτικής άποψης η πιο εύκολα εφαρμόσιμη λύση [9], σε πολλές περιπτώσεις παρουσιάζει μειονεκτήματα, ειδικά αν λάβουμε υπ' όψιν μας τη ραγδαία εξέλιξη του τεχνολογικού τομέα και πιο συγκεκριμένα των τεχνολογιών της κοινωνίας της πληροφορίας. Χαρακτηριστικό μειονέκτημα των αναδραστικών προσεγγίσεων είναι ότι αν και είναι πολύ σημαντικές στην επίλυση των προβλημάτων προσβασιμότητας των ατόμων με ειδικές ανάγκες, δεν είναι βιώσιμες σε τομείς που χαρακτηρίζονται από γρήγορες τεχνολογικές αλλαγές [10], [2]. Αυτό συμβαίνει γιατί μέχρι να επιλυθεί ένα συγκεκριμένο πρόβλημα προσβασιμότητας, η τεχνολογία έχει προχωρήσει σε κάποιο άλλο σημείο όπου το ίδιο ή ένα παρόμοιο πρόβλημα συμβαίνει. Σε ορισμένες περιπτώσεις εξ' άλλου, οι προσαρμογές μπορεί να μην είναι δυνατές χωρίς κάποια απώλεια λειτουργικότητας.

Για να είναι πιο εύκολη η παρουσίαση των προϊόντων και των τεχνολογιών που εντάσσονται στην προσέγγιση αυτή, θα τα ομαδοποιήσουμε σε δύο βασικές κατηγορίες: την υποστηρικτική τεχνολογία και το υποστηρικτικό λογισμικό.

### 2.1.1.1 Υποστηρικτική τεχνολογία

Η υποστηρικτική τεχνολογία την οποία θα μελετήσουμε αφορά κυρίως συσκευές εισόδου, μιας και η εισαγωγή δεδομένων είναι το κυριότερο πρόβλημα στη χρήση υπολογιστών για τα άτομα με κινητικά προβλήματα. Προϊόντα υποστηρικτικής τεχνολογίας που απευθύνονται σε άτομα με κινητικά προβλήματα είναι τα ακόλουθα:

- **Βοηθήματα εισόδου φωνής**  
Ονομάζονται επίσης και προγράμματα αναγνώρισης φωνής και καθιστούν δυνατό τον έλεγχο του υπολογιστή μέσω της φωνής, αντικαθιστώντας τον τρόπο που πραγματοποιούνταν αυτή η διαδικασία μέχρι τώρα, δηλαδή μέσω του ποντικιού και του πληκτρολογίου. Οι τεχνολογίες για αυτόματη αναγνώριση φωνής τα τελευταία χρόνια έχουν βελτιωθεί αρκετά, σε σημείο που για περιορισμένες ενέργειες μπορεί να πραγματοποιηθεί κάποια στοιχειώδης αλληλεπίδραση. Το όριο μέχρι στιγμής στη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι τα μεγάλα λεξιλόγια, αφού υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των λέξεων που μπορούν να αναγνωριστούν.
- **Εικονικά πληκτρολόγια (virtual keyboards)**  
Χρησιμοποιούνται από άτομα που δεν μπορούν να εργαστούν με ένα συμβατικό πληκτρολόγιο. Ένα πληκτρολόγιο οθόνης επιτρέπει την επιλογή πλήκτρων μέσω συσκευών κατάδειξης (pointing devices), διακοπτών ή συστημάτων εισόδου κώδικα Morse. Συχνά, για πιο αποδοτική χρήση τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν και πρόβλεψη λέξεων.
- **Εναλλακτικές συσκευές εισόδου**  
Επιτρέπουν τον έλεγχο ενός υπολογιστή με μέσα διαφορετικά από ένα συμβατικό πληκτρολόγιο ή μια συσκευή κατάδειξης. Παραδείγματα τέτοιων συσκευών είναι:
  - Καλύμματα πληκτρολογίου (keyboard covers): πρόκειται για πλαστικά καλύμματα τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε πληκτρολόγιο. Είναι σχεδιασμένα για χρήση με προγράμματα υπολογιστή που χρειάζονται το πάτημα μόνο ενός ή λίγων κουμπιών. Τοποθετούνται κάτω από το κάλυμμα και πάνω από τα πλήκτρα που πρέπει να χρησιμοποιούνται. Όταν ο χρήστης «χτυπάει» το κάλυμμα, πατιούνται τα επιλεγμένα πλήκτρα. Τα καλύμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ρυθμίσεις μιας, δύο ή τεσσάρων περιοχών πληκτρολογίου.
  - Εκτεταμένα πληκτρολόγια (extended keyboards): η μεγάλη επιφάνειά τους βοηθά στη μείωση των λαθών κατά την πληκτρολόγηση, αφού

- περιλαμβάνουν μεγάλους ξεκάθαρους χαρακτήρες και ετικέτες στα κουμπιά.
- Πληκτρολόγια για ένα χέρι (one-handed keyboard): για άτομα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιούν μόνο το ένα χέρι τους, έχουν δημιουργηθεί ειδικά πληκτρολόγια ειδικά μελετημένα, ώστε να βελτιώνεται η ταχύτητα και η ευκολία πληκτρολόγησης.
  - Εναλλακτικές διατάξεις (alternative keyboard layouts): η πιο συνηθισμένη διάταξη πληκτρολογίου είναι η QWERTY. Άλλες διαρρυθμίσεις πληκτρολογίων είναι η Dvorak για χρήστες με δύο χέρια, η Dvorak για αριστερούς μονόχειρες, η Dvorak για δεξιούς μονόχειρες και η FOU (Frequency of Use – Συχνότητα χρήσης), η οποία μειώνει την κίνηση του χεριού στο ελάχιστο.
  - Ράβδοι (sticks): χρησιμοποιούνται από άτομα με σοβαρά κινητικά προβλήματα, προκειμένου να έχουν πρόσβαση στον υπολογιστή. Οι πιο συνήθεις τύποι ράβδων είναι στόματος ή κεφαλής.
  - Συσκευές κατάδειξης ποδιών (foot-controlled pointing devices): πρόκειται για εναλλακτικές συσκευές κατάδειξης. Συνήθως αποτελούνται από δύο ξεχωριστά πετάλια ποδιού: ένα που ελέγχει την κίνηση του δείκτη και ένα που ελέγχει την αριστερή και δεξιά κρότηση (click).
  - Συσκευές κατάδειξης μέσω του ματιού (eye-controlled pointing devices): μέσω της ανίχνευσης της κατεύθυνσης του βλέμματος, προσδιορίζεται το σημείο στο οποίο κοιτάζει ο χρήστης. Η πιο συνηθισμένη μέθοδος για την πραγματοποίηση μιας επιλογής είναι με ανοιγοκλείσιμο του ματιού.
  - Διακόπτες (switches) και συστήματα που ελέγχονται μέσω της αναπνοής (breath operated pointing devices): ο δείκτης του ποντικιού ελέγχεται μέσω της κίνησης του κεφαλιού, ενώ εκπνέοντας σε ένα ειδικό σωληνάριο, ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει μια επιλογή.
- **Προϊόντα εκπαίδευσης προσβασιμότητας**  
Πρόκειται για προϊόντα που βοηθούν στην εκμάθηση της χρήσης συσκευών προσβασιμότητας.

### 2.1.1.2 Υποστηρικτικό λογισμικό

Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούμε σε εφαρμογές λογισμικού που διευκολύνουν την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον υπολογιστή. Όπως και στην προηγούμενη παράγραφο δε θα μελετήσουμε συγκεκριμένα προϊόντα, αλλά κατηγορίες εφαρμογών.

- **Φωνητικοί επεξεργαστές κειμένου**  
Πρόκειται για ειδικό λογισμικό που παρέχει στο χρήστη τις σημαντικότερες δυνατότητες ενός επεξεργαστή κειμένου, μέσα από ένα περιβάλλον ομιλίας.
- **Προγράμματα πρόβλεψης λέξεων**  
Τα προγράμματα αυτά καθιστούν το γράψιμο πιο αποδοτικό για τα άτομα με φυσικές αναπηρίες, που έχουν όμως τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν πληκτρολόγιο για να γράφουν. Ο χρήστης πληκτρολογεί τα πρώτα γράμματα της

λέξης που επιθυμεί και το λογισμικό του προτείνει πιθανές λέξεις από τις οποίες μπορεί να επιλέξει.

- **Πλοηγοί**

Μια από τις συχνότερες διαδικασίες που πραγματοποιεί ένας χρήστης υπολογιστικών συστημάτων είναι η πλοήγηση στον παγκόσμιο ιστό. Τις ανάγκες των χρηστών με κινητικές δυσκολίες, επιλύουν ειδικά σχεδιασμένοι πλοηγοί. Ο τρόπος προσέγγισης της επίλυσης των δυσκολιών του χρήστη ποικίλλει από τον ένα πλοηγό στον άλλο. Οι δύο πιο ενδιαφέρουσες προσεγγίσεις είναι οι πλοηγοί φωνής και οι πλοηγοί που χρησιμοποιούν τεχνικές σάρωσης [11].

#### Πλοηγοί φωνής

Οι εφαρμογές πλοήγησης φωνής επιτρέπουν την πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό με αποκλειστική χρήση της αναγνώρισης φωνής ως τεχνικής εισόδου. Οι δύο κυριότερες υποκατηγορίες αυτής της τεχνολογίας είναι: (α) οι εφαρμογές που εκτελούνται στον υπολογιστή του χρήστη και υποστηρίζουν εγγενώς την αναγνώριση (και φυσικά τη σύνθεση) φωνής και (β) οι εφαρμογές που εκτελούνται σε κάποιον εξειδικευμένο εξυπηρετητή και είναι προσβάσιμες από το χρήστη μέσω συσκευής τηλεφώνου (δηλαδή μέσω τηλεφωνικής κλήσης του χρήστη στον εξυπηρετητή).

#### Πλοηγοί με χρήση σάρωσης

Οι πλοηγοί αυτής της κατηγορίας απευθύνονται σε άτομα με σοβαρά κινητικά προβλήματα. Η μόνη απαίτηση του συστήματος από άποψη αλληλεπίδρασης με το χρήστη είναι να μπορεί ο τελευταίος να χειριστεί ένα δυαδικό διακόπτη. Η τεχνική που χρησιμοποιείται για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η σάρωση και βασικά χαρακτηριστικά ενός τέτοιου πλοηγού είναι τα εξής: (α) όλα τα αντικείμενα της διεπαφής χρήστη σαρώνονται διαδοχικά και ο χρήστης αλληλεπιδρά με το καθένα από αυτά ξεχωριστά, (β) η εισαγωγή κειμένου επιτυγχάνεται μέσω οπτικών πληκτρολογίων, τα οποία εμφανίζονται δυναμικά όποτε ο χρήστης το ζητήσει, (γ) η διαχείριση του παραθύρου (μετακίνηση και τροποποίηση του μεγέθους) γίνεται μέσω ειδικής γραμμής εργαλείων και (δ) επιπλέον των παραπάνω, χρησιμοποιούνται ειδικές μέθοδοι επιτάχυνσης της σάρωσης και της γενικότερης αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα, ώστε το τελικό αποτέλεσμα στη χρήση του πλοηγού να είναι αποδεκτό από τα άτομα με κινητικά προβλήματα και συγκρίσιμο με το αντίστοιχο αποτέλεσμα ικανών χρηστών [11].

- **Τεχνικές σάρωσης**

Για να διευκολυνθεί η πρόσβαση των ατόμων με κινητικά προβλήματα στο πλήρες εύρος των τεχνικών γραφικής αλληλεπίδρασης σε ένα παραθυρικό περιβάλλον, χρειάζεται να εισαχθούν βελτιώσεις που υποστηρίζουν την αλληλεπίδραση μέσω ειδικών περιφερειακών συσκευών. Τέτοιες τεχνικές είναι οι τεχνικές σάρωσης. Μια τέτοια τεχνική αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Υποστηρικτικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας Ανθρώπου – Υπολογιστή του Ινστιτούτου Πληροφορικής στο Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας. Η συγκεκριμένη τεχνική αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και για το λόγο αυτό θα προχωρήσουμε σε αναλυτικότερη μελέτη και παρουσίαση της, στην ενότητα 2.2.

- **Εργαλεία αξιολόγησης και επιδιόρθωσης**

Πρόκειται για εργαλεία τα οποία υποδεικνύουν πιθανά προβλήματα προσβασιμότητας ενός προϊόντος, συνήθως ενός δικτυακού τόπου. Φυσικά, προκειμένου να είναι αποτελεσματικά πρέπει να χρησιμοποιηθούν με σύνεση, διαφορετικά μπορούν να προκαλέσουν τόσα προβλήματα όσα μπορούν και να επιλύσουν. Η εξήγηση γι' αυτό είναι απλή: προσβάσιμοι και εύχρηστοι δικτυακοί τόποι δεν είναι δυνατόν να δημιουργηθούν αυτόματα. Για παράδειγμα, ακόμα και αν ένα εργαλείο μπορεί να υποδείξει την έλλειψη κάποιου χαρακτηριστικού προσβασιμότητας, όπως για παράδειγμα την έλλειψη κάποιου συνοδευτικού κειμένου για μια εικόνα, δεν μπορεί να υποδείξει ποιο θα ήταν το καταλληλότερο κείμενο για τη συγκεκριμένη εικόνα. Αντίστοιχα, κανένα εργαλείο δεν μπορεί να διακρίνει κατά πόσο η εμφάνιση μιας σελίδας είναι λογική ή κατάλληλη ανάλογα με το περιεχόμενό της. Τέτοιου είδους κριτικές αποφάσεις μόνο ένας άνθρωπος θα μπορούσε να πραγματοποιήσει.

### 2.1.2 Προληπτικές προσεγγίσεις

Στην περίπτωση αυτή, από τη διαδικασία σχεδίασης του προϊόντος λαμβάνεται υπ' όψιν ότι ένα τμήμα του αγοραστικού κοινού αντιμετωπίζει ειδικές ανάγκες. Λόγω των μειονεκτημάτων των αναδραστικών αντιμετώπισεων έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα εκ των προτέρων, ώστε να καταλήγουμε σε γενικότερες λύσεις. Έτσι, οι προληπτικές στρατηγικές προσπαθούν να ενσωματώσουν χαρακτηριστικά προσβασιμότητας σε ένα προϊόν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα (από τη σύλληψη του προϊόντος στη σχεδίαση και τέλος στην υλοποίηση). Μια τέτοια προσέγγιση έχει ως στόχο να ελαχιστοποιήσει τις αναδραστικές προσεγγίσεις και να δημιουργήσει προϊόντα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το μεγαλύτερο τμήμα του κοινού.

Οι σημαντικότερες προσπάθειες που κατατάσσονται στις προληπτικές προσεγγίσεις, μπορούν να οργανωθούν σε δύο κύριες κατηγορίες: τα προσβάσιμα χαρακτηριστικά του λειτουργικού συστήματος και τις ανοικτές αρχιτεκτονικές. Στη συνέχεια θα μελετήσουμε αναλυτικότερα κάθε κατηγορία ξεχωριστά.

#### 2.1.2.1 Προσβάσιμα χαρακτηριστικά του λειτουργικού συστήματος

Οι εταιρείες που κατασκευάζουν λειτουργικά συστήματα, σε μια προσπάθειά τους να καταστήσουν τα συστήματά τους πιο εύκολα προσβάσιμα από άτομα με ειδικές ανάγκες, ενσωμάτωσαν σε αυτά κάποια προσβάσιμα χαρακτηριστικά. Στον τομέα αυτό οι πρώτες προσπάθειες πραγματοποιήθηκαν από τη Microsoft, ενώ στη συνέχεια την ακολούθησαν και άλλες κυρίαρχες εταιρείες στην κατασκευή λειτουργικών, όπως η IBM.

Τα χαρακτηριστικά που απευθύνονται σε άτομα με κινητικά προβλήματα, αναφέρονται στη συνέχεια και εξηγούνται με συντομία [12], [13].

- **Sticky Keys**  
Αυτός ο τρόπος λειτουργίας αφορά ανθρώπους που έχουν σοβαρά προβλήματα κινητικότητας στα άνω άκρα. Ιδιαίτερο πρόβλημα αντιμετωπίζουν στις εντολές που απαιτούν την ταυτόχρονη πίεση δύο ή περισσότερων πλήκτρων, όπως για παράδειγμα ο συνδυασμός ALT+TAB. Με την ενεργοποίηση αυτού του τρόπου λειτουργίας, οι χρήστες μπορούν να πατούν ένα πλήκτρο κάθε φορά, αντί να πατούν ταυτόχρονα δύο ή τρία πλήκτρα, ενώ το λειτουργικό σύστημα καθοδηγείται να συμπεριφέρεται σα να είχαν πατηθεί ταυτόχρονα τα πλήκτρα.
- **Bounce Keys**  
Στην περίπτωση αυτή ο χρήστης ορίζει ότι το πληκτρολόγιο θα αγνοεί επαναλαμβανόμενα χτυπήματα πλήκτρων. Το χαρακτηριστικό αυτό διευκολύνει ιδιαίτερα τους χρήστες με τρόμο (τρέμουλο) ή έλλειψη συντονισμού των άνω άκρων.
- **Mouse Keys**  
Ο συγκεκριμένος τρόπος λειτουργίας απευθύνεται σε χρήστες που αντιμετωπίζουν δυσκολία στη χρήση του ποντικιού. Τους δίνεται η δυνατότητα να ελέγξουν πλήρως το δείκτη του ποντικιού, χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο και συγκεκριμένα το αριθμητικό πληκτρολόγιο.
- **Filter Keys**  
Οι χρήστες οι οποίοι κατά λάθος πατούν στιγμιαία κάποια πλήκτρα, επωφελούνται από το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, μέσω του οποίου καθοδηγείται το λειτουργικό σύστημα να αγνοεί χτυπήματα πλήκτρων που δεν πατιούνται για κάποια ελάχιστη χρονική περίοδο. Τα περισσότερα πληκτρολόγια επιτρέπουν στους χρήστες να επαναλαμβάνουν τα πλήκτρα κρατώντας τα πατημένα. Η λειτουργία του Filter Keys, επιτρέπει στους χρήστες να απενεργοποιούν το χαρακτηριστικό της επανάληψης.
- **Toggle Keys**  
Στην περίπτωση αυτή ορίζεται να ακούγεται ένας ήχος κάθε φορά που πατιέται κάποιο από τα πλήκτρα κλειδώματος (Caps Lock, Num Lock ή Scroll Lock).
- **Serial Keys**  
Πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό για την υποστήριξη εναλλακτικών συσκευών εισόδου. Διευκολύνει την εισαγωγή και διαμόρφωση (configuration) τέτοιων συσκευών και επιτρέπει στο χρήστη να ελέγχει τον υπολογιστή χρησιμοποιώντας εξοπλισμό βοηθητικής τεχνολογίας, όπως τα εναλλακτικά πληκτρολόγια ή οι αυξητικές συσκευές επικοινωνίας, που συνδέονται στη σειριακή θύρα του υπολογιστή.

### 2.1.2.2 Ανοικτές αρχιτεκτονικές

Η ιδέα των ανοικτών αρχιτεκτονικών προέκυψε ως μια μερική λύση στο πρόβλημα της δημιουργίας λογισμικού, το οποίο πρέπει να είναι όχι μόνο δομοστοιχειωτό (modular), αλλά και καλά δομημένο και εύκολο να προσαρμοστεί. Η χρήση τέτοιων αρχιτεκτονικών, ως μια εκ των προτέρων προσέγγιση στα προβλήματα προσβασιμότητας, μπορεί να αποτελέσει μια πιο αποτελεσματική και μόνιμη λύση

στα προβλήματα αυτά. Οι δύο πιο χαρακτηριστικές προσπάθειες στον τομέα αυτό είναι η τεχνολογία Microsoft Active Accessibility και η τεχνολογία Java Accessibility [14], οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- **Microsoft Active Accessibility**

Η συγκεκριμένη τεχνολογία παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1997 και αποτελεί μια από τις σημαντικότερες προσπάθειες της Microsoft να βελτιώσει την προσβασιμότητα των εφαρμογών και του λογισμικού γενικότερα. Πρόκειται για μια σουίτα τεχνολογιών της Microsoft, που επιτρέπουν στις εφαρμογές και τα αντικείμενα να επικοινωνούν, να αυτοματοποιούνται πιο αποτελεσματικά και να συνεργάζονται με τέτοιο τρόπο που στο παρελθόν δεν ήταν δυνατόν. Κυρίως σκοπεύει να καταστήσει τα προγράμματα πιο προσβάσιμα σε ανθρώπους που χρησιμοποιούν βοηθήματα (όπως για παράδειγμα οι αναγνώστες οθόνης ή οι εναλλακτικές συσκευές εισόδου). Πιο συγκεκριμένα, βοηθά τις εφαρμογές και τα αντικείμενα να επικοινωνούν πιο αποτελεσματικά και να συνεργάζονται ενεργά με τα βοηθήματα προσβασιμότητας, παρέχοντας πληροφορίες για την παρούσα κατάσταση τους και τα περιεχόμενα της οθόνης. Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας και για το λόγο αυτό θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στη συνέχεια.

- **Java Accessibility [15]**

Σύντομα μετά την πλήρη έκδοση της πλατφόρμας Java <sup>TM</sup>, η Sun Microsystems Inc. Ξεκίνησε την έρευνα σχετικά με θέματα προσβασιμότητας όσον αφορά την πλατφόρμα της Java. Έτσι στην πλατφόρμα JFC (Java Foundation Classes) πλέον έχουν ενσωματωθεί δύο χαρακτηριστικά που αφορούν την προσβασιμότητα των εφαρμογών: (α) η ανάπτυξη της διεπαφής προγράμματος εφαρμογών για προσβασιμότητα σε Java (**Java Accessibility Application Programming Interface - API**) και (β) η ανάπτυξη της αρχιτεκτονικής **Pluggable Look and Feel**.

Το **API** της Java ορίζει ένα συμβόλαιο μεταξύ των στοιχείων μιας διεπαφής χρήστη, τα οποία αποτελούν μια εφαρμογή ή ένα Java applet και ενός προϊόντος βοηθητικής τεχνολογίας που παρέχει πρόσβαση στην εφαρμογή ή το applet. Το συμβόλαιο προσβασιμότητας καθορίζει μια ταξινόμηση των διαφόρων στοιχείων της διεπαφής, που χρησιμοποιούνται σε διάφορα προγράμματα Java και επιπλέον ορίζει ένα σύνολο από επερωτίσματα χαρακτηριστικά που υπάρχουν σε αυτά τα στοιχεία της διεπαφής. Ορίζει δηλαδή πώς πρέπει το λογισμικό να περιγράφει και να κάνει προσβάσιμα όλα τα γραφικά στοιχεία της διεπαφής χρήστη που χρησιμοποιεί.

### 2.1.3 Πρωτοβουλίες πολιτικής

Εκτός από τις δύο προαναφερθείσες προσεγγίσεις για την επίλυση των προβλημάτων προσβασιμότητας, υπάρχει και μια τρίτη μέθοδος που στηρίζεται στη δημιουργία πολιτικών. Η αντιμετώπιση αυτή έχει υιοθετηθεί από ένα αυξανόμενο τμήμα της ερευνητικής κοινότητας, βιομηχανικές νομοθεσίες και διεθνείς κατευθύνσεις. Επιπλέον υπάρχουν αρκετές προσπάθειες για να προαχθεί η προσβασιμότητα σε εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς τυποποίησης και βιομηχανικές συνεργασίες. Η πλειοψηφία αυτών των προσπαθειών σκοπεύει να δημιουργήσει κατευθυντήριες



οδηγίες προσβασιμότητας. Η συστηματική συλλογή, συγχώνευση και ερμηνεία αυτών των οδηγιών επιδιώκεται στο πλαίσιο συνεργατικών ερευνητικών έργων διεθνών και εθνικών καθώς και από διεθνή επιστημονικά forum.

Η πιο αντιπροσωπευτική προσπάθεια στο χώρο αυτό είναι οι κατευθυντήριες οδηγίες. Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε σε προσπάθειες που πραγματοποιούνται ώστε να συγκεντρωθεί η υπάρχουσα γνώση σχετικά με την προσβασιμότητα και την παγκόσμια σχεδίαση στη μορφή όσο το δυνατόν πιο εύχρηστων αρχών. Οι οδηγίες αυτές αφορούν την προσβασιμότητα και την ευχρηστία [17] και αναφέρονται σε εναλλακτικές υποστηρικτικές τεχνολογίες, αλλά και σε εξοπλισμό και υπηρεσίες που βασίζονται στη χρήση υπολογιστών [18], [19]. Η έκδοση των αρχών πραγματοποιείται κυρίως μέσω της νομοθεσίας, αλλά και με τη βοήθεια ανεξάρτητων φορέων, όπως για παράδειγμα ο οργανισμός W3C [20].

#### 2.1.4 Συμπεράσματα

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιήθηκε μια έρευνα σχετικά με τις λύσεις που προσφέρονται για την επίλυση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα άτομα με κινητικές δυσκολίες, χρησιμοποιώντας τεχνολογικά προϊόντα και πιο συγκεκριμένα πληροφοριακές συσκευές. Όπως είδαμε υπάρχουν τρεις προσεγγίσεις για την επίλυση των προβλημάτων: οι αναδραστικές προσεγγίσεις, οι προληπτικές προσεγγίσεις και οι πρωτοβουλίες πολιτικής.

Οι αναδραστικές προσεγγίσεις, επιλύουν ορισμένα προβλήματα που παρουσιάζονται με τη χρήση συγκεκριμένων εφαρμογών. Αν και συχνά αποτελούν την πιο εφικτή και αποτελεσματική λύση, λόγω του περιορισμένου εύρους τους δεν αποτελούν την ιδανικότερη μέθοδο προσέγγισης.

Η επόμενη κατηγορία που μελετήσαμε ήταν οι προληπτικές προσεγγίσεις. Η συγκεκριμένη κατεύθυνση αφορά παράγοντες του χώρου κατασκευής λογισμικού, οι οποίοι θα πρέπει να εξασφαλίζουν από τη σχεδίαση του προϊόντος την προσβασιμότητά του. Ωστόσο, οι τελευταίοι συχνά θεωρούν ότι είναι πιο εύκολη και οικονομικά αποδοτική η υλοποίηση ενός προϊόντος που δεν ικανοποιεί τις ανάγκες των ατόμων με αναπηρίες.

Την απάντηση στο πρόβλημα αυτό καλείται να παρέχει η νομοθεσία, η οποία κατατάσσεται στην τρίτη κατηγορία, τις πρωτοβουλίες πολιτικής. Στα πλαίσια αυτού του τρόπου αντιμετώπισης, έχουν συσταθεί κάποιοι οργανισμοί, οι οποίοι έχουν ως στόχο την έκδοση οδηγιών για τη σχεδίαση προϊόντων για όλους.

Για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν δύο από τις τεχνικές που παρουσιάσαμε. Η τεχνική της σάρωσης χρησιμοποιήθηκε ως μια πρόταση για την επίλυση των προβλημάτων των χρηστών υπολογιστικών συστημάτων με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα.

Από τη συγκεκριμένη τεχνική, η οποία παρουσιάζεται αναλυτικότερα στην παράγραφο 2.2, χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές αλληλεπίδρασης χρήστη – υπολογιστή. Για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας, η μέθοδος που υιοθετήθηκε στηρίζεται στην πλατφόρμα Microsoft Active Accessibility, την οποία συνοπτικά παρουσιάσαμε στην ενότητα αυτή και αναλύουμε περισσότερο στην παράγραφο 2.3

## 2.2 Η τεχνική της σάρωσης

Τα άτομα με κινητικά προβλήματα αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες όσον αφορά την αλληλεπίδρασή τους με ένα υπολογιστικό σύστημα σε παραθυρικό περιβάλλον. Για να διευκολυνθεί η πρόσβαση τους είναι απαραίτητη η χρήση τεχνικών που υποστηρίζουν την αλληλεπίδραση μέσω ειδικών περιφερειακών συσκευών. Σε αυτές τις τεχνικές κατατάσσεται και η τεχνική της σάρωσης. Η κατανόηση της τεχνικής αυτής είναι πολύ σημαντική για την κατανόηση της παρούσας εργασίας, αφού αποτελεί το θεωρητικό της υπόβαθρο. Έτσι, στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε την τεχνική της σάρωσης, τις βασικές έννοιες της και τον τρόπο με τον οποίο έχει χρησιμοποιηθεί σε παλαιότερες εργασίες.

Η σάρωση είναι η μέθοδος αλληλεπίδρασης κατά την οποία γίνεται προσπέλαση στα αντικείμενα του συστήματος αλληλεπίδρασης βάσει μιας προκαθορισμένης σειράς. Στηρίζεται στη διαδοχική προβολή επιλογών αλληλεπίδρασης, από τις οποίες ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια σε κάθε βήμα του διαλόγου, χρησιμοποιώντας ένα δυαδικό διακόπτη επιλογής. Υπάρχει δηλαδή ένας δείκτης ο οποίος σαρώνει τις επιλογές με μια προκαθορισμένη σειρά. Ο χρήστης μπορεί κάθε χρονική στιγμή να ενεργοποιήσει την επιλογή στην οποία βρίσκεται ο δείκτης. Η κίνηση του δείκτη μπορεί να ελέγχεται από το χρήστη μέσω ενός δεύτερου δυαδικού διακόπτη. Όπως θα εξηγήσουμε αναλυτικότερα και στη συνέχεια, οι ενέργειες οι οποίες είναι απαραίτητες για την πραγματοποίηση διαλόγου με το χρήστη είναι δύο, άρα με ένα ζευγάρι από διακόπτες ο χρήστης μπορεί να έχει πλήρη αλληλεπίδραση με το σύστημα.

Η ακόλουθη παρουσίαση της τεχνικής ξεκινά με την επεξήγηση των βασικών χαρακτηριστικών της, από την οπτική γωνία του χρήστη. Αναλύεται δηλαδή, πώς ο χρήστης λαμβάνει πληροφορία από το σύστημα για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, αλλά και πώς εισάγει ο ίδιος πληροφορία για την αλληλεπίδραση που επιθυμεί να έχει με το σύστημα. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τη σάρωση από μια πιο τεχνική πλευρά, κατανοώντας τις αρχές σύμφωνα με τις οποίες υλοποιήθηκε.

### 2.2.1 Χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης

Η αλληλεπίδραση ενός χρήστη με ένα σύστημα ή μια εφαρμογή, μπορεί να περιγραφεί ως μια συνισταμένη δύο παραγόντων. Ο πρώτος παράγοντας αφορά την πληροφορία που παρέχει το σύστημα στο χρήστη, ενώ ο δεύτερος παράγοντας αναφέρεται στο αντίστροφο, δηλαδή στην πληροφορία που παρέχει ο χρήστης στο σύστημα. Έτσι, θα μπορούσαμε να ορίσουμε την αλληλεπίδραση ενός χρήστη με ένα σύστημα ως ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ αυτών των δύο παραγόντων.

#### 2.2.1.1 Κατάσταση του συστήματος

Στο παραθυρικό περιβάλλον που μελετάμε, το παράθυρο μπορεί να περιγραφεί ως ένα παραλληλόγραμμο πλαίσιο στην οθόνη, επιφορτισμένο με

κάποιο ρόλο. Μελετώντας το ρόλο αυτό, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο όρος παράθυρο έχει μια διττή έννοια. Μπορεί να θέτει τα όρια μιας εφαρμογής, αλλά μπορεί να υπάρχει και ως βοηθητικό παράθυρο, το οποίο να αποτελεί τμήμα της εφαρμογής. Σημαντικό χαρακτηριστικό στο παραθυρικό περιβάλλον των Windows, είναι ότι όλα τα αντικείμενα αλληλεπίδρασης στο περιβάλλον εργασίας είναι εξ' ορισμού παράθυρα, ή συνδυασμοί παραθύρων.

Το παράθυρο που θέτει τα όρια μιας εφαρμογής είναι το κύριο παράθυρο της εφαρμογής (application window) και αποτελεί το αρχικό αντικείμενο από το οποίο ξεκινά η σάρωση της εφαρμογής. Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί από αυτό στα υπόλοιπα αντικείμενα της συγκεκριμένης εφαρμογής. Το εκάστοτε αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται ο διάλογος της σάρωσης, αφού περικλείεται από ένα κατάλληλα χρωματιζόμενο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο πλαίσιο εστίασης.

Μια σημαντική πληροφορία που πρέπει το σύστημα να παρέχει στο χρήστη είναι η κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο διάλογος με ένα αντικείμενο. Οι καταστάσεις που υποστηρίζονται είναι δύο: η κατάσταση εισόδου και η κατάσταση εξόδου. Η κατάσταση εισόδου σηματοδοτείται με το πράσινο χρώμα του πλαισίου εστίασης, ενώ η κατάσταση εξόδου με το κόκκινο χρώμα. Στη συνέχεια θα εξηγήσουμε τι ακριβώς σημαίνει η κάθε κατάσταση και γιατί επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα χρώματα για το πλαίσιο εστίασης.

Η κατάσταση εισόδου, όπως υποδηλώνει και η ονομασία της, σηματοδοτεί την είσοδο του διαλόγου στο αντικείμενο αυτό. Έτσι, αν ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει με αυτή την κατάσταση, θα αλληλεπιδράσει με το αντικείμενο. Η ερμηνεία του όρου αλληλεπίδραση με ένα αντικείμενο διαφέρει ανάλογα με το είδος του αντικειμένου. Έτσι, αν αναφερόμαστε για παράδειγμα σε ένα κουμπί, η αλληλεπίδραση ορίζεται ως η πραγματοποίηση της ενέργειας που σχετίζεται με το κουμπί. Αντίστοιχα, σε ένα κουμπί επιλογής (check box) ως αλληλεπίδραση εννοείται η επιλογή ή αναίρεση επιλογής του κουμπιού. Εκτός όμως από τα αντικείμενα τα οποία σχετίζονται άμεσα με κάποια ενέργεια, υπάρχουν και αυτά των οποίων ο ρόλος είναι να περιλαμβάνουν και να ομαδοποιούν άλλα αντικείμενα. Στην περίπτωση αυτή επιλογή της κατάστασης εισόδου ερμηνεύεται ως η μετάβαση του διαλόγου στα περιεχόμενα αντικείμενα.

Κατ' αναλογία, η κατάσταση εξόδου σηματοδοτεί την έξοδο του διαλόγου από το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται. Συνεπώς, αν ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει με την κατάσταση αυτή ο διάλογος θα μεταβεί στο επόμενο αντικείμενο.

Εν συντομία, μπορούμε να πούμε ότι η κατάσταση εισόδου αντιπροσωπεύει τη συνέχεια του διαλόγου με ένα αντικείμενο, ενώ η κατάσταση εξόδου τη διακοπή του. Στην καθημερινή ζωή, οι έννοιες αυτές είναι συνδεδεμένες με τα χρώματα πράσινο και κόκκινο αντίστοιχα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της χρήσης των χρωμάτων αυτών με τις έννοιες που αναφέραμε, είναι οι φωτεινοί σηματοδότες, όπου το πράσινο χρώμα υποδεικνύει τη συνέχεια της πορείας ενός οχήματος, ενώ το κόκκινο τη διακοπή της. Κατά συνέπεια, τα χρώματα που επιλέχθηκαν για το πλαίσιο εστίασης χρησιμοποιήθηκαν ως μια μεταφορά από την καθημερινή μας ζωή, βελτιώνοντας έτσι στην ποιότητα αλληλεπίδρασης της εφαρμογής.

### 2.2.1.2 Είσοδος από το χρήστη

Όπως αναφέραμε στην προηγούμενη ενότητα, προκειμένου να πραγματοποιηθεί είτε αλληλεπίδραση με ένα αντικείμενο είτε μετάβαση του διαλόγου σε κάποιο άλλο, απαιτείται η εισαγωγή δεδομένων από το χρήστη. Η είσοδος πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός δυαδικού διακόπτη (πρόκειται για ένα διακόπτη δύο καταστάσεων). Οι δυνατές εισοδοί που μπορεί ο χρήστης να στείλει είναι οι ακόλουθες δύο: «Επιλογή» ή «Επόμενο».

Η ενέργεια «Επιλογή» σημαίνει ότι ο χρήστης επιλέγει να συνεχίσει με την κατάσταση που βρίσκεται το αντικείμενο στο οποίο είναι εστιασμένος ο διάλογος της σάρωσης. Έτσι, αν ο διάλογος βρίσκεται σε κατάσταση εισόδου, η «Επιλογή» σηματοδοτεί την αλληλεπίδραση του χρήστη με το αντικείμενο (όπως αυτή έχει οριστεί παραπάνω). Στην περίπτωση που ο διάλογος βρίσκεται σε κατάσταση εξόδου, η «Επιλογή» εκφράζει την επιθυμία του χρήστη να σταματήσει το διάλογο με το συγκεκριμένο αντικείμενο και να μεταβεί στο επόμενο.

Η ενέργεια «Επόμενο» σημαίνει ότι ο χρήστης επιλέγει να μεταβεί στην επόμενη δυνατή κατάσταση διαλόγου για το συγκεκριμένο αντικείμενο. Έτσι, αν ο διάλογος βρίσκεται σε κατάσταση εισόδου, μεταβαίνει σε κατάσταση εξόδου και το αντίστροφο.

Οι δυνατές εισοδοί μπορούν να προκύψουν με δύο τρόπους, καθένας από τους οποίους προσδιορίζει μια παραλλαγή της σάρωσης [21]. Οι τρόποι αυτοί είναι:

- **Αυτόματη Σάρωση**  
Χαρακτηριστικό στοιχείο της είναι ένας χρονοδιακόπτης, που παράγει σήματα αλλαγής κατάστασης. Έτσι ο χρήστης πραγματοποιεί μόνο την ενέργεια «Επιλογή», ενώ κάθε φορά που ο χρονομετρητής υπολογίζει ότι παρήλθε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ενεργοποιεί μια ενέργεια «Επόμενο».
- **Χειροκίνητη Σάρωση**  
Σε αυτή τη διαδικασία κάθε εισαγωγή δεδομένων πραγματοποιείται με πρωτοβουλία του χρήστη. Ο χρήστης έχει στη διάθεσή του ένα διακόπτη, με το πάτημα του οποίου ενεργοποιείται η είσοδος «Επιλογή» και έναν με τον οποίο ενεργοποιείται η «Επόμενο».

### **2.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Στην προηγούμενη ενότητα περιγράψαμε την τεχνική της σάρωσης από την οπτική γωνία του χρήστη. Όσον αφορά την υλοποίηση, οι μέθοδοι διαλόγου που εξηγήσαμε ενσωματώθηκαν σε ένα σύνολο προγραμματιστικών κλάσεων αντικειμένων αλληλεπίδρασης [22]. Στην ουσία έγινε επέκταση κάθε μιας από τις προγραμματιστικές κλάσεις αντικειμένων αλληλεπίδρασης της συλλογής θεμελιωδών κλάσεων MFC (Microsoft Foundation Classes). Στα πλαίσια της επέκτασης ενσωματώθηκαν στις κλάσεις των αντικειμένων αλληλεπίδρασης μια σειρά παραμέτρων, οι οποίες ελέγχουν το είδος και τη μορφή του διαλόγου σάρωσης, και είναι κοινές για όλα τα αντικείμενα.

Περιγράφοντας πιο τεχνικά τη διαδικασία, μπορούμε να πούμε ότι πραγματοποιήθηκε επαύξηση της βασικής βιβλιοθήκης αντικειμένων των windows 95 με τεχνικές

σάρωσης. Οι προγραμματιστές διεπιφανιών χρήστη (user interfaces) μπορούν να χρησιμοποιούν τις νέες εκτεταμένες προγραμματιστικές κλάσεις με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιούσαν τις βασικές κλάσεις.

Ύστερα από προσεκτική μελέτη των αντικειμένων σε συνδυασμό με το διάλογο σάρωσης που υποστηρίζουν, οι βασικές κλάσεις αντικειμένων έχουν καταταχθεί σε πέντε κατηγορίες, κάθε μια από τις οποίες απαιτεί τη σχεδίαση μιας διαφορετικής τακτικής διαλόγου. Οι κατηγορίες αυτές, αναφέρονται στη συνέχεια [21].

### **Παράθυρα**

Είναι τα αντικείμενα που παρέχουν άμεσα λειτουργίες διαχείρισης του παραθύρου. Προκειμένου να είναι δυνατές λειτουργίες που απαιτούν τη χρήση ποντικιού, όπως η αλλαγή μεγέθους ή η μετακίνηση ενός παραθύρου, προστέθηκαν δύο νέες μπάρες εργαλείων, μια για κάθε μια από τις παραπάνω λειτουργίες. Επιπλέον, λειτουργίες που βρίσκονται στη μπάρα τίτλου του παραθύρου, μεταφέρθηκαν σε μια ξεχωριστή μπάρα. Συνεπώς, ο διάλογος (άρα και το πλαίσιο εστίασης) ξεκινά με αυτές τις μπάρες εργαλείων και τα περιεχόμενά τους και στη συνέχεια, αν δεν πραγματοποιηθεί κάποια από τις λειτουργίες που αυτές περιλαμβάνουν, ο διάλογος μεταβαίνει στο πρώτο αντικείμενο του παραθύρου.

### **Αντικείμενα περιέκτες**

Πρόκειται για κατηγορίες αντικειμένων τα οποία βρίσκονται ως ενδιάμεσοι κόμβοι στις ιεραρχίες αντικειμένων, ικανά να περιλάβουν έναν αυθαίρετο αριθμό αντικειμένων. Τα αντικείμενα περιέκτες επιτρέπουν σειριακή σάρωση όλων των περιεχομένων αντικειμένων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αντικειμένων που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι οι κατάλογοι (menus), οι μπάρες τίτλων (title bar) και εργαλείων (tool bar).

Ο διάλογος με ένα τέτοιο αντικείμενο ξεκινά σε κατάσταση εξόδου. Αν η είσοδος του χρήστη αντιστοιχεί στην «Επιλογή», ο διάλογος μεταβαίνει στο επόμενο αντικείμενο. Αν ωστόσο επιλέξει «Επόμενο», ο διάλογος μεταβαίνει σε κατάσταση εισόδου, απ' όπου με «Επιλογή» ξεκινά η σάρωση των περιεχομένων αντικειμένων.

### **Σύνθετα αντικείμενα**

Αυτά τα αντικείμενα είναι φύλλα στη δενδρική ιεραρχία των αντικειμένων, ωστόσο συντίθενται από άλλα αντικείμενα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα σύνθετων αντικειμένων είναι η μπάρα κύλισης και η σύνθετη λίστα (combo box). Τα σύνθετα αντικείμενα επιτρέπουν σειριακή σάρωση όλων των περιεχομένων αντικειμένων.

Ο διάλογος με το αντικείμενο ξεκινά και σε αυτή την περίπτωση σε κατάσταση εξόδου. Αν ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει με την κατάσταση εισόδου, ο διάλογος μεταβαίνει στο πρώτο επιμέρους αντικείμενο σε μη επιλεγθείσα κατάσταση. Τα αντικείμενα σαρώνονται σειριακά. Όταν ο χρήστης φτάσει στο τελευταίο αντικείμενο, αν δεν επιλέξει να αλληλεπιδράσει με αυτό, ο διάλογος μεταβαίνει στο σύνθετο αντικείμενο, σε κατάσταση εισόδου.

### **Αντικείμενα εισαγωγής κειμένου**

Τα αντικείμενα αυτά απαιτούν την εισαγωγή κειμένου, θέτοντας έτσι την ανάγκη για προσομοίωση πληκτρολογίου. Όταν ο χρήστης εστιάσει (μέσω της σάρωσης) το αντικείμενο, αυτόματα εμφανίζεται η προσομοίωση πληκτρολογίου. Αφού ο χρήστης

κλείσει το πληκτρολόγιο, ο διάλογος επιστρέφει στο αντικείμενο σε κατάσταση εισόδου.

### **Αντικείμενα κουμπιά**

Πρόκειται για απλά αντικείμενα αλληλεπίδρασης των οποίων ο ρόλος περιορίζεται στην πραγματοποίηση μιας λειτουργίας ή στην επιλογή κάποιας δυνατότητας ή κατάστασης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα της κατηγορίας είναι τα κουμπιά (push buttons), τα πλαίσια ελέγχου (check boxes) και τα κουμπιά επιλογής (radio buttons).

Όταν ο χρήστης εισάγει «Επιλογή», ενώ ο διάλογος βρίσκεται σε κατάσταση εισόδου, πραγματοποιείται η ενέργεια που είναι άμεσα συσχετισμένη με το αντικείμενο, ενώ με την ενέργεια «Επόμενο» ο διάλογος μεταβαίνει στο επόμενο αντικείμενο.

Οι κατηγορίες αυτές των αντικειμένων που μελετήσαμε περιλαμβάνουν όλα τα αντικείμενα των παραθυρικών εφαρμογών, χωρίς καμία εξαίρεση. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι η σειρά με την οποία σαρώνονται τα αντικείμενα καθορίζεται κάθε φορά από τον προγραμματιστή της συγκεκριμένης εφαρμογής.

### **2.2.3 Συμπεράσματα**

Ολοκληρώνοντας αυτή την ενότητα, θα παρουσιάσουμε συνοπτικά τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της τεχνικής της σάρωσης και θα αναλύσουμε τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι τεχνικές σάρωσης στηρίζονται στη διαδοχική προβολή επιλογών αλληλεπίδρασης, από τις οποίες ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια σε κάθε βήμα του διαλόγου, χρησιμοποιώντας ένα δυαδικό διακόπτη επιλογής. Υποστηρίζονται δύο δυνατές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται ο διάλογος με ένα αντικείμενο: της εξόδου και της εισόδου. Τα δεδομένα που μπορεί να εισάγει ο χρήστης είναι επίσης περιορισμένα σε δύο: «Επιλογή» και «Επόμενο». Η «Επιλογή» εκφράζει την επιθυμία του χρήστη να συνεχίσει με την κατάσταση του διαλόγου στην οποία βρίσκεται το αντικείμενο, ενώ η «Επόμενο» σηματοδοτεί την αλλαγή κατάστασης.

Αρχικά η χρήση τεχνικών σάρωσης, περιοριζόταν στην ενσωμάτωσή τους σε μια εφαρμογή εξ' αρχής. Για να υποστηρίξει δηλαδή μια εφαρμογή τέτοιες τεχνικές, έπρεπε να υλοποιηθεί βάσει αυτών. Η δεύτερη γενιά εφαρμογών που υποστήριξαν τέτοιες τεχνικές, χρησιμοποίησε για την ανάπτυξή τους επαυξημένες βιβλιοθήκες αντικειμένων. Αυτό σημαίνει ότι για να υποστηρίξει μια εφαρμογή τεχνικές σάρωσης, έπρεπε να υλοποιηθεί με την επαυξημένη βιβλιοθήκη.

Στα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης προσέγγισης, καταλογίζεται αυτό που αποτελεί και το κύριο μειονέκτημα των επαυξημένων εργαλείων γενικότερα, δηλαδή ότι οι παλιές εφαρμογές δεν μπορούν να επωφεληθούν από τις προεκτάσεις, εκτός και αν δημιουργηθούν από την αρχή και επεκταθούν κατάλληλα. Μελετώντας τη συγκεκριμένη αντιμετώπιση, θα λέγαμε ότι πρόκειται για μια προσπάθεια για εκ των προτέρων επίλυση των προβλημάτων των ατόμων με κινητικά προβλήματα. Ωστόσο, δεν μπορεί να κριθεί ως ιδιαίτερα επιτυχής, αφού στην πραγματικότητα δε χρησιμοποιείται. Στο πρόβλημα αυτό συμβάλλουν δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι

ότι υποστηρίζονται μόνο τα αντικείμενα των windows 95. Δεδομένης της ραγδαίας εξέλιξης που παρουσιάζεται στον τομέα των γραφικών διεπαφών και του ρυθμού με τον οποίο δημιουργούνται και καθιερώνονται νέα αντικείμενα, μπορούμε να καταλάβουμε ότι το εύρος των αντικειμένων που υποστηρίζουν τεχνικές σάρωσης είναι περιορισμένο. Ο δεύτερος παράγοντας που έχει συμβάλλει στην περιορισμένη εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου, είναι ότι δεν έχει υποστηριχτεί από σημαντικούς φορείς στο χώρο της κατασκευής λογισμικού και λειτουργικών συστημάτων, με αποτέλεσμα να μην εξελίσσεται παράλληλα με αυτά και συνεπώς να μην καλύπτει τις ανάγκες των προγραμματιστών και σε τελική ανάλυση των χρηστών.

Η αντιμετώπιση που προτείνεται μέσω της παρούσας εργασίας, κατατάσσεται στις τεχνικές σάρωσης τρίτης γενιάς. Πρόκειται για μια ιεραρχική σάρωση κατά την οποία, δεν απαιτείται καμία τροποποίηση των εφαρμογών. Αντίθετα, μπορούμε να πούμε ότι λειτουργεί ως ανεξάρτητο εργαλείο «πάνω» από οποιαδήποτε εφαρμογή, όπως θα εξηγήσουμε και αναλυτικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

## 2.3 Η πλατφόρμα Microsoft Active Accessibility

Το Active Accessibility βασίζεται στα OLE και Component Object Model, που είναι και τα δύο πρότυπα της Microsoft για την επικοινωνία και τη συνεργασία τμημάτων λογισμικού [23]. Με βάση τα παραπάνω πρότυπα, μια εφαρμογή δημιουργεί αντικείμενα που αναπαριστούν στοιχεία της οθόνης. Αυτά τα αντικείμενα παρέχουν συγκεκριμένες πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τα βοηθήματα προσβασιμότητας, όπως το όνομα και ο τύπος του αντικειμένου καθώς και το που βρίσκεται στην οθόνη. Αυτή η πληροφορία δίνεται με σταθερό τρόπο από όλες τις εφαρμογές, κι έτσι ένα βοήθημα προσβασιμότητας θα μπορέσει να συνεργαστεί με οποιαδήποτε εφαρμογή που υποστηρίζει την πλατφόρμα Active Accessibility.

### 2.3.1 Γενική περιγραφή

Γενικά, τα βοηθήματα προσβασιμότητας πρέπει να αναγνωρίζουν και να ερμηνεύουν διαφορετικούς τύπους οπτικής πληροφορίας. Επιπλέον πρέπει να ανταποκρίνονται όταν η πληροφορία στην οθόνη μεταβληθεί, για παράδειγμα, όταν ένα αντικείμενο γίνει ανενεργό ή όταν τροποποιηθεί ένα κείμενο. Πιο συγκεκριμένα, τα βοηθήματα προσβασιμότητας χρειάζεται να αλληλεπιδρούν με εφαρμογές λογισμικού με τρεις τρόπους [24]:

- **Αναζητούν πληροφορίες**, για όλα αυτά τα αντικείμενα που αποτελούν τα στοιχεία μιας διεπαφής χρήστη, δηλαδή για εκείνα τα αντικείμενα που η εφαρμογή παρουσιάζει στους χρήστες για να παρέχει πληροφορία ή να πάρει είσοδο. Πιο συγκεκριμένα, χρειάζονται πληροφορίες για τα ακόλουθα:
  - Τη διεπαφή χρήστη μιας εφαρμογής, δηλαδή τα αντικείμενα ελέγχου (controls), τις μπάρες εργαλείων (toolbars), τους καταλόγους (menus), τους διάλογους (dialog boxes) και γενικά όλα αυτά που εμφανίζονται στη διεπαφή της εφαρμογής.
  - Τα περιεχόμενα ενός εγγράφου, όπως το κείμενο και τα γραφικά που αποτελούν το κείμενο, συμπεριλαμβανομένης πληροφορίας για αντικείμενα όπως οι εικόνες.

- Τη δομή ενός εγγράφου, δηλαδή πώς οργανώνεται το περιεχόμενο του εγγράφου σε παραγράφους, τομείς (sections), κελιά πινάκων, στήλες και ούτω καθεξής, καθώς και πώς αναγνωρίζονται αυτά τα αντικείμενα.
- **Ενημερώνονται**, όταν αλλάξει κάποια πληροφορία, για παράδειγμα όταν ένα αντικείμενο απενεργοποιηθεί ή όταν αλλάξει ένα κείμενο.
- **Πραγματοποιούν ενέργειες**, που επηρεάζουν τη διεπαφή χρήστη ή τα περιεχόμενα ενός εγγράφου, για παράδειγμα το πάτημα ενός κουμπιού, η επιλογή μιας εντολής από ένα κατάλογο, κλπ.

Ωστόσο, μια εφαρμογή λογισμικού συχνά περιορίζει τα βοηθήματα προσβασιμότητας με διάφορους τρόπους. Οι πιο χαρακτηριστικοί είναι οι:

- **Ασυμβατότητα**  
Συχνά τα βοηθήματα προσβασιμότητας δεν είναι συμβατά με στοιχεία μιας διεπαφής χρήστη που δεν είναι καθιερωμένα.
- **Έλλειψη σημαντικής πληροφορίας**  
Τα βοηθήματα προσβασιμότητας περιορίζονται επειδή δεν μπορούν να διακρίνουν το νόημα όσων εμφανίζονται στην οθόνη, λόγω ελλειπούς πληροφορίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα σημαντικής πληροφορίας που ορισμένες φορές δεν παρέχεται, ή παρέχεται λανθασμένα, είναι η κατάσταση στην οποία βρίσκεται το αντικείμενο, όπως για παράδειγμα αν είναι ορατό ή όχι.

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι από την πλευρά του χρήστη η πλατφόρμα είναι εντελώς αόρατη. Τα απαιτούμενα αρχεία εγκαθίστανται στο σύστημα όταν εγκαθίσταται και ένα βοήθημα προσβασιμότητας, ή ορισμένα μπορεί να είναι εγκατεστημένα ως αρχεία του λειτουργικού συστήματος.

### 2.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Η πλατφόρμα Microsoft Active Accessibility είναι σχεδιασμένη για να συνεργάζεται με τα βοηθήματα προσβασιμότητας, που αποτελούν εξυπηρετούμενες εφαρμογές (clients) ώστε να αλληλεπιδρούν με τα καθιερωμένα στοιχεία μιας διεπαφής άλλων εφαρμογών αλλά και του λειτουργικού συστήματος. Αυτές οι άλλες εφαρμογές, ονομάζονται εξυπηρετητές (servers) και χρησιμοποιούν το Active Accessibility για να παρέχουν πληροφορία στους εξυπηρετούμενους για τα στοιχεία των διεπαφών τους.

Για παράδειγμα, για να μπορέσει ο χρήστης να επιλέξει εντολές προφορικά από μια μπάρα εργαλείων ενός επεξεργαστή κειμένου, το πρόγραμμα αναγνώρισης φωνής πρέπει να πάρει πληροφορίες σχετικά με αυτή τη μπάρα. Συνεπώς, ο επεξεργαστής κειμένου θα πρέπει να κάνει αυτή την πληροφορία διαθέσιμη. Το Active Accessibility παρέχει τα μέσα για τον επεξεργαστή να εκθέτει πληροφορία για την μπάρα εργαλείων του και για το πρόγραμμα αναγνώρισης φωνής να παίρνει αυτή την πληροφορία. Στο παράδειγμα αυτό το πρόγραμμα αναγνώρισης φωνής είναι ο εξυπηρετούμενος και ο επεξεργαστής κειμένου ο εξυπηρετητής.

Χρησιμοποιώντας το Active Accessibility οι εξυπηρετούμενες εφαρμογές μπορούν [25]:

- να ζητούν πληροφορία, για παράδειγμα για ένα στοιχείο μιας διεπαφής σε μια συγκεκριμένη θέση,



- να ενημερώνονται όταν μεταβληθεί η πληροφορία, για παράδειγμα όταν ένα αντικείμενο γίνει ανενεργό ή όταν αλλάξει ένα κείμενο, και
- να πραγματοποιούν ενέργειες που επηρεάζουν τα περιεχόμενα μιας διεπαφής χρήστη ή ενός κειμένου, όπως για παράδειγμα να πατούν ένα κουμπί, να ανοίγουν ένα κατάλογο, να επιλέγουν μια εντολή ενός καταλόγου και ούτω καθεξής.

Χρησιμοποιώντας το Active Accessibility οι εφαρμογές εξυπηρετητών μπορούν [25]:

- να παρέχουν πληροφορία για τα αντικείμενα που αποτελούν τη διεπαφή χρήστη και
- να στέλνουν ειδοποιήσεις όταν μεταβληθεί η διεπαφή.

### 2.3.2.1 Συνήθεις ιδιότητες και μέθοδοι

Το πιο σημαντικό τμήμα του Active Accessibility είναι ένα καθιερωμένο σύνολο ιδιοτήτων και μεθόδων που μπορεί να υποστηρίζονται από οποιοδήποτε αντικείμενο COM. Η αρχιτεκτονική COM (Component Object Model) είναι ένα standard της Microsoft για την ανάπτυξη αντικειμένων που μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ανεξάρτητα από τη γλώσσα στην οποία έχουν γραφτεί [26]. Δηλαδή το COM δεν είναι γλώσσα, αλλά καθορίζει τους κανόνες που χρησιμοποιούν τα αντικείμενα για να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με τον έξω κόσμο. Τα αντικείμενα COM χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν τα στοιχεία μιας διεπαφής στην οθόνη, είτε αντικείμενα που έχουν ήδη υλοποιηθεί είτε νέα αντικείμενα που δημιουργήθηκαν ειδικά για μια εφαρμογή.

Οι εξυπηρετούμενες εφαρμογές χρησιμοποιούν τις προγραμματιστικές διεπαφές, μέσω των οποίων παρέχονται οι προαναφερθείσες μέθοδοι και ιδιότητες. Οι ιδιότητες για τις οποίες μπορεί να λάβει μια εξυπηρετούμενη εφαρμογή πληροφορίες είναι: [25]:

- **Όνομα.** Το όνομα με το οποίο ο χρήστης μπορεί να αναφέρεται σε αυτό το αντικείμενο, όπως η επικεφαλίδα ενός παραθύρου ή την ετικέτα (label) ενός αντικειμένου.
- **Ρόλος.** Μια τιμή που περιγράφει τη φύση αυτού του αντικειμένου, όπως το αν ο χρήστης το αντιλαμβάνεται και αλληλεπιδρά με αυτό σαν κουμπί σαν πεδίο κειμένου ή οποιοδήποτε από τους άλλους καθιερωμένους τύπους αντικειμένων.
- **Τοποθεσία.** Οι συντεταγμένες της οθόνης που καταλαμβάνονται από αυτό το αντικείμενο.
- **Τιμή.** Η τρέχουσα τιμή που έχει ένα αντικείμενο, όπως για παράδειγμα ένα πλαίσιο κειμένου.
- **Κατάσταση.** Ένας πίνακας από ενδεικτικές τιμές που υποδεικνύουν συνήθη χαρακτηριστικά, όπως αν ένα αντικείμενο είναι κρυμμένο, απενεργοποιημένο, επιλεγμένο και ούτω καθεξής.
- **Περιγραφή.** Ένα κείμενο που περιγράφει την οπτική εμφάνιση ενός γραφικού αντικειμένου. Η περιγραφή χρησιμοποιείται όταν η εμφάνιση μεταβιβάζει πληροφορία που είναι σημαντική ή ενδιαφέρουσα και μη διαθέσιμη με άλλο τρόπο. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι σημαντικό για χρήστες που είναι τυφλοί, ή για χρήστες που έχουν πρόσβαση στον υπολογιστή τους χωρίς να κοιτάζουν.

- **Πλοήγηση.** Χρησιμοποιείται για να καθορίσει τη χωρική ή λογική ταξινόμηση αντικειμένων, όπως τα εικονίδια σε ένα φάκελο ή τα αντικείμενα σε ένα πλαίσιο διαλόγου.

Η πλατφόρμα Active Accessibility ορίζει επιπλέον αρκετές μεθόδους για τον ορισμό των συσχετίσεων μεταξύ των αντικειμένων. Κάθε αντικείμενο μπορεί να έχει ένα αντικείμενο γονικό και οποιοδήποτε αριθμό από αντικείμενα παιδιά, τα οποία οργανώνουν τα στοιχεία μιας διεπαφής σε μια δενδρική δομή.

Βεβαίως, δεν είναι πάντα εφικτό να υλοποιείται ένα αντικείμενο COM για καθετί που εμφανίζεται στην οθόνη. Οι καθιερωμένες μέθοδοι και ιδιότητες έχουν υλοποιηθεί με τέτοιο τρόπο που ο εξυπηρετητής μπορεί να ζητά τις ιδιότητες ενός αντικειμένου ή ενός παιδιού του αντικειμένου, ακόμα και όταν το παιδί δεν είναι το ίδιο ένα αντικείμενο COM.

### 2.3.2.2 Συνδέσεις

Τα προσβάσιμα αντικείμενα μπορεί να είναι χρήσιμα μόνο εφόσον υπάρχει κάποιος τρόπος να συνδεθεί μια εφαρμογή με το επιθυμητό αντικείμενο. Η πλατφόρμα που μελετάμε, παρέχει δύο τρόπους για τον εντοπισμό ενός αντικειμένου [25]: τα μηνύματα των παραθύρων επιτρέπουν την ανεύρεση ενός αντικειμένου σε σχέση με τις συντεταγμένες του στην οθόνη, ενώ τα μηνύματα γνωστοποίησης των συμβάντων επιτρέπουν την ανεύρεση ενός αντικειμένου που πραγματοποιεί μια συγκεκριμένη ενέργεια. Οι δύο παραπάνω μέθοδοι συνεργάζονται για την παροχή ενός ευπροσάρμοστου τρόπου για την έκθεση και την ανεύρεση αντικειμένων.

Η βάση αυτών των μεθόδων είναι ένα μήνυμα που ονομάζεται WM\_GETOBJECT. Ένα παράθυρο χειρίζεται αυτό το μήνυμα επιστρέφοντας το αντικείμενο που αναπαριστά το παράθυρο το ίδιο, ή ένα αντικείμενο του παραθύρου, γεγονός που εξαρτάται από τις παραμέτρους του μηνύματος που στάλθηκε. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η αναγνώριση ενός αντικειμένου βάσει των συντεταγμένων του ή του παραθύρου στο οποίο ανήκει. Το λειτουργικό σύστημα, παρέχει κάποιες βοηθητικές συναρτήσεις που κάνουν την παραπάνω διαδικασία πολύ εύκολη για τις εξυπηρετούμενες εφαρμογές, αποκρύπτοντας τον υποκείμενο μηχανισμό.

### 2.3.2.3 WinEvents

Η πλατφόρμα εισάγει επίσης μια νέα οικογένεια διεπαφών προγράμματος εφαρμογής (APIs), που ονομάζονται WinEvents. Μια προσβάσιμη εφαρμογή δημιουργεί γνωστοποιήσεις σε ειδικά συμβάντα, όπως όταν μεταβάλλεται η εστίαση (focus) ή η επιλογή ή όταν δημιουργούνται ή καταστρέφονται αντικείμενα. Αυτές οι γνωστοποιήσεις περιλαμβάνουν στοιχεία αναγνώρισης του γεγονότος και του παραθύρου που σχετίζεται με αυτό. Στο άκρο που λαμβάνει τα μηνύματα, οποιαδήποτε εφαρμογή μπορεί να παρακολουθεί για συγκεκριμένους τύπους γεγονότων. Εκτός από τις εφαρμογές, μηνύματα γνωστοποίησης δημιουργεί και το λειτουργικό σύστημα για τα γεγονότα που ελέγχει, όπως για παράδειγμα η δημιουργία ενός παραθύρου.

### 2.3.3 Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση της πλατφόρμας, θα εξηγήσουμε σε τι χρειάζεται, ποια είναι τα πλεονεκτήματά που προσφέρει στους κατασκευαστές λογισμικού και ποια είναι τα κυριότερα μειονεκτήματα που τη χαρακτηρίζουν. Μερικά χρόνια πριν, τα βοηθήματα προσβασιμότητας δε διέθεταν την πληροφορία που χρειάζονταν για τα Microsoft Windows ή για εφαρμογές παραθυρικών περιβαλλόντων. Οι κατασκευαστές βοηθημάτων προσβασιμότητας χρησιμοποιούσαν μη αξιόπιστες και μη υποστηριζόμενες τεχνικές για να πάρουν πληροφορία για τα στοιχεία μιας διεπαφής.

Οι τεχνικές τους στηρίζονταν σε λεπτομέρειες υλοποίησης ειδικές για κάθε εφαρμογή και κάθε έκδοση των Windows. Συνεπώς, αντιμετώπιζαν προβλήματα σχετικά με την ενσωμάτωση των βοηθημάτων τους σε κάθε νέα πλατφόρμα των Windows. Επίσης αντιμετώπιζαν προβλήματα με αναβαθμίσεις, εκδόσεις για ξένες γλώσσες και εφαρμογές με τις οποίες δεν είχαν δοκιμάσει τα προϊόντα τους.

Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι η τεχνολογία Microsoft Active Accessibility επιλύει πολλά από αυτά τα προβλήματα. Επίσης, βοηθά άλλες εφαρμογές, όπως αυτοματοποιημένες εφαρμογές ελέγχου, οι οποίες χρειάζονται τον ίδιο τύπο πληροφορίας για μια διεπαφή. Τα παραπάνω επιτυγχάνονται ως εξής:

- Παρέχοντας δυναμικά συνδεδεμένες βιβλιοθήκες (DLLs) που είναι ενσωματωμένες στο λειτουργικό σύστημα.
- Καθιστώντας διαθέσιμη μια διεπαφή COM και προγραμματιστικές διεπαφές εφαρμογών (API) που βοηθούν να αντικατασταθούν οι αναξιόπιστες και λιγότερο φορητές τεχνικές που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν.
- Παρέχοντας το πλαίσιο εργασίας για εφαρμογές και λειτουργικά συστήματα ώστε να συνεργάζονται με βοηθήματα προσβασιμότητας.
- Παρέχοντας μεθόδους για τον ορισμό πληροφορίας για αντικείμενα ελέγχου.
- Ορίζοντας πληροφορία για τα στοιχεία διεπαφών που παρέχονται από το σύστημα, όπως οι κατάλογοι επιλογών (list boxes) και τα κουμπιά.
- Παρέχοντας ένα μηχανισμό για τα βοηθήματα προσβασιμότητας, ώστε να ενημερώνονται όταν μεταβάλλεται η οθόνη.
- Παρέχοντας δεδομένα στα βοηθήματα προσβασιμότητας για στοιχεία διεπαφών που παλαιότερα δεν ήταν διαθέσιμα.

Συμπερασματικά, το Active Accessibility παρέχει τα μέσα για τα βοηθήματα προσβασιμότητας ώστε να λαμβάνουν σημαντική πληροφορία για τα στοιχεία μιας διεπαφής και ένα μέσο για τις εφαρμογές να ορίζουν αυτή την πληροφορία. Επιπλέον, επιτρέπουν στους κατασκευαστές εφαρμογών εξυπηρετητή να καινοτομούν πιο ελεύθερα στις διεπαφές χρήστη, χωρίς να θυσιάζουν τη συμβατότητα με τα βοηθήματα προσβασιμότητας.

Στα μειονεκτήματα της μεθόδου ανήκει, όπως αναφέραμε, η ασυμβατότητα που πιθανόν παρουσιάζεται μεταξύ των βοηθημάτων προσβασιμότητας και των στοιχείων μιας διεπαφής χρήστη. Τέλος ένα ακόμα σημαντικό μειονέκτημα είναι η έλλειψη σημαντικής πληροφορίας που μπορεί να συμβεί σε ορισμένες περιπτώσεις.

Στην επόμενη ενότητα θα μελετήσουμε πώς ακριβώς χρησιμοποιήσαμε τις μεθόδους που αναφέραμε στην ενότητα αυτή, για να υλοποιήσουμε μια εφαρμογή που να

επιτρέπει την αλληλεπίδραση χρήστη – μηχανής με χρήση δυαδικής συσκευής εισόδου. Περιγράφοντας τις φάσεις ανάπτυξης της εφαρμογής θα παρουσιάσουμε αναλυτικότερα και πιο συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της πλατφόρμας Active Accessibility, όπως τα συναντήσαμε.

### Κεφάλαιο 3. Σχεδίαση και ανάπτυξη

Πραγματοποιώντας την έρευνα για τις σχετικές εργασίες, συμπεράναμε ότι δεν υπάρχει μέχρι σήμερα εμπορικά ή ερευνητικά διαθέσιμο κάποιο πρότυπο εφαρμογής ή υπηρεσίας που να υποστηρίζει τα άτομα με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα και να μπορεί να επιλύσει μέσω μιας συστηματικής αντιμετώπισης τις ανάγκες τους. Οι περισσότερες λύσεις που υπάρχουν ανήκουν στην κατηγορία των αναδραστικών αντιμετώπισεων. Το πρόβλημα σε αυτές είναι ότι είναι πολύ ειδικές, αλλά και ότι με την πάροδο του χρόνου καθίστανται παρωχημένες και συχνά μη χρησιμοποιήσιμες. Έτσι, στόχος της εργασίας αυτής ήταν να καλυφθεί το συγκεκριμένο κενό με την κατασκευή ενός προϊόντος το οποίο θα αποτελεί λύση σε πολλαπλά προβλήματα αλληλεπίδρασης με υπολογιστικά συστήματα, τα οποία αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι αυτοί.

Μελετώντας τις ανάγκες των χρηστών στους οποίους απευθυνόμαστε αρχικά σχεδιάσαμε και στη συνέχεια υλοποιήσαμε την εφαρμογή της ιεραρχικής σάρωσης. Στην παρούσα διατριβή θα ασχοληθούμε με τα τεχνικά ζητήματα τα οποία ήταν καθοριστικά για την εφαρμογή. Εκτός από την παρουσίαση των τεχνικών που ακολουθήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής, θα μελετήσουμε τον τρόπο με τον οποίο είναι δυνατή η προγραμματιστική ενσωμάτωσή της σε άλλες εφαρμογές και τέλος θα παραθέσουμε τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την υλοποίηση της.

Τέλος, προκειμένου να διαπιστώσουμε κατά πόσο η εφαρμογή που αναπτύξαμε ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των τελικών χρηστών, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση ευχρηστίας της εφαρμογής. Η παρουσίαση της διαδικασίας αξιολόγησης, των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων που προέκυψαν πραγματοποιείται στο Κεφάλαιο 4.

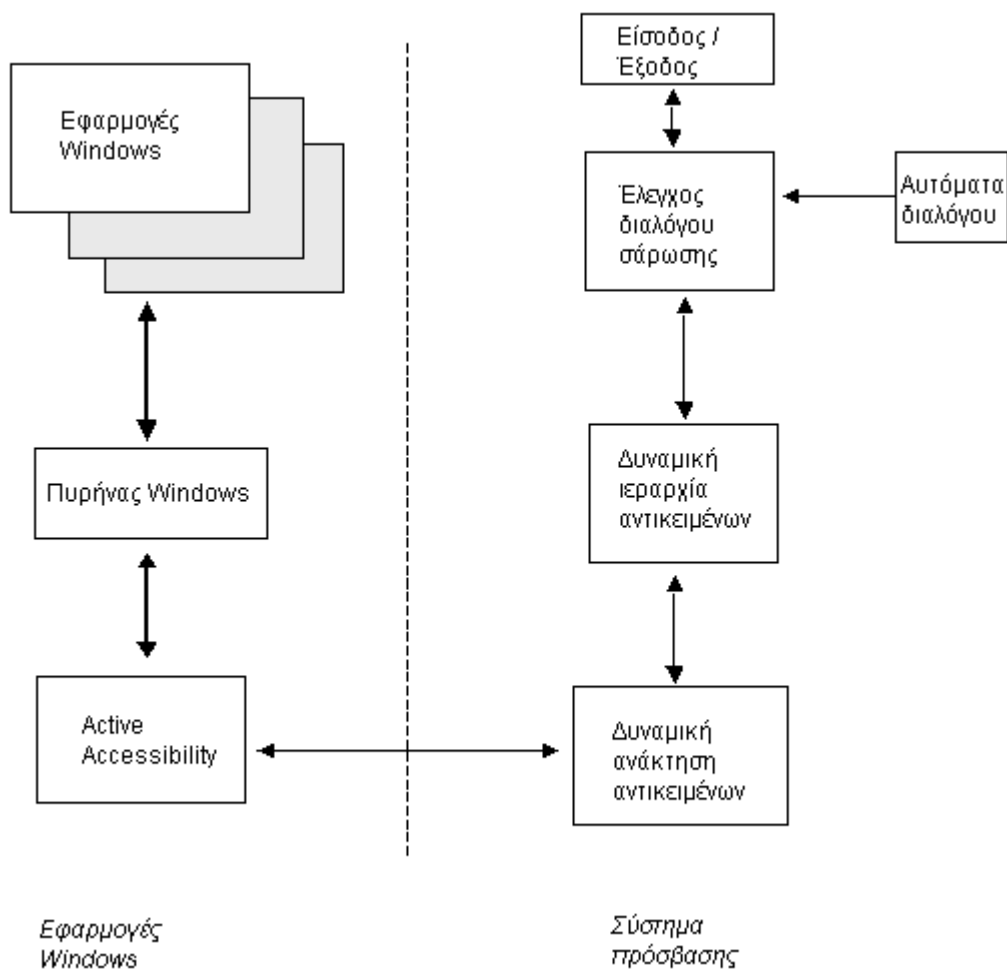
Όπως έχει ήδη αναφερθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια, η υλοποίηση της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε στην προγραμματιστική γλώσσα Visual C++ 6.0, στο περιβάλλον του Microsoft Visual Studio. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα Microsoft Active Accessibility 1.3. Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τη διαδικασία υλοποίησης της εφαρμογής σάρωσης εξηγώντας τα σημαντικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά αλλά και τους προβληματισμούς που μας απασχόλησαν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της.

Θα ξεκινήσουμε παρουσιάζοντας μια συνολική εικόνα της αρχιτεκτονικής βάσει της οποίας αναπτύχθηκε η εφαρμογή ιεραρχικής σάρωσης. Θα συνεχίσουμε μελετώντας ειδικότερα θέματα, όπως τον τρόπο κατασκευής της ιεραρχίας αντικειμένων σάρωσης για ένα παράθυρο. Κατόπιν, θα αναλύσουμε τις κατηγορίες στις οποίες κατατάσσονται τα γραφικά αντικείμενα μιας διεπαφής. Για κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί ένα διαφορετικό είδος διαλόγου σάρωσης. Μελετώντας τη διαδικασία αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή, θα αναφερθούμε στον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης λαμβάνει αλλά και εισάγει πληροφορία σε αυτήν. Ξεχωριστή ενότητα σε αυτό το κεφάλαιο αποτελούν οι

γραφικές διεπαφές που χρησιμοποιούνται. Επιπλέον, θα μελετήσουμε τον τρόπο με τον οποίο αποκρίνεται το σύστημα στις ενέργειες του χρήστη και πώς αυτό επηρεάζει τη σάρωση. Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση της διαδικασίας σχεδίασης και ανάπτυξης της εφαρμογής σάρωσης, θα δούμε πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ανεξάρτητα είτε ως τμήμα μιας άλλης εφαρμογής.

### 3.1 Γενική αρχιτεκτονική

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε μια συνολική εικόνα της αρχιτεκτονικής του συστήματος πρόσβασης στις εφαρμογές παραθυρικού περιβάλλοντος, το οποίο υλοποιήσαμε. Η αρχιτεκτονική αυτή, απεικονίζεται στην Εικόνα 3.



**Εικόνα 3 Αρχιτεκτονική του συστήματος πρόσβασης**

Στο αριστερό τμήμα απεικονίζεται συνοπτικά ο τρόπος λειτουργίας και αλληλεπίδρασης μιας εφαρμογής του παραθυρικού περιβάλλοντος Windows, με την πλατφόρμα Active Accessibility, ενώ στο δεξί τμήμα απεικονίζεται η

αρχιτεκτονική του συστήματος σάρωσης, από το οποίο θα ξεκινήσουμε την περιγραφή.

Επικοινωνώντας με την πλατφόρμα Active Accessibility, το σύστημά μας, πραγματοποιεί ένα «φιλτράρισμα» των γραφικών αντικειμένων από τα οποία αποτελείται η εφαρμογή που σαρώνεται και επιλέγονται τα αντικείμενα τα οποία θα συμμετέχουν στην τελική ιεραρχία αντικειμένων που θα σχηματιστεί. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται στη μονάδα δυναμικής ανάκτησης αντικειμένων, ενώ η τελική ιεραρχία διατηρείται σε μια δενδρική δομή, η οποία στο σχήμα αναφέρεται ως δυναμική ιεραρχία αντικειμένων.

Η μονάδα ελέγχου διαλόγου σάρωσης είναι αυτή μέσω της οποίας καθορίζεται η αντίδραση του συστήματος στις ενέργειες του χρήστη. Η έξοδος πληροφοριών από το σύστημα πραγματοποιείται για το εκάστοτε αντικείμενο διαλόγου, σύμφωνα το είδος στο οποίο κατατάσσεται. Για κάθε είδος διαλόγου, έχει κατασκευαστεί ένα αυτόματο διάλογο. Έτσι, επιλέγεται το χρώμα του πλαισίου εστίασης σύμφωνα με το αυτόματο, ενώ η θέση του πλαισίου ορίζεται από τις ιδιότητες του αντικείμενου της ιεραρχίας. Επιπλέον, με τη βοήθεια του αυτόματου καθορίζεται η αντίδραση του συστήματος σε μια ενέργεια του χρήστη. Έτσι, όταν η μονάδα ελέγχου του διαλόγου σάρωσης λάβει δεδομένα από το χρήστη, ορίζει ποια θα είναι η απόκριση του συστήματος συμβουλευόμενη το αυτόματα που αντιστοιχεί στο αντικείμενο στο οποίο βρισκόταν ο διάλογος. Πιθανές αποκρίσεις του συστήματος (οι οποίες εξαρτώνται από το αντικείμενο, την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο διάλογος αλλά και την είσοδο του χρήστη) είναι η αλλαγή κατάστασης, η αλληλεπίδραση με το αντικείμενο ή η μετάβαση στο επόμενο αντικείμενο διαλόγου, το οποίο καθορίζεται από τη δενδρική ιεραρχία.

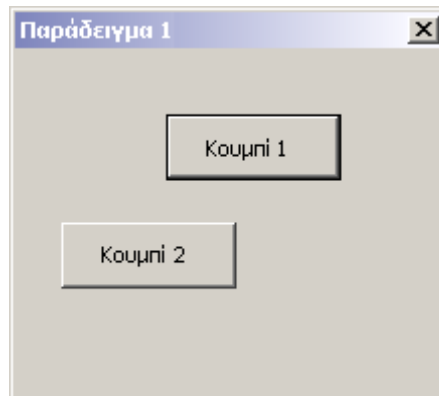
Σε περίπτωση που η είσοδος δεδομένων του χρήστη και συνεπώς η ανάδραση του συστήματος, προκαλέσει κάποια τροποποίηση στην εφαρμογή η οποία σαρώνεται, η τελευταία μέσω του πυρήνα του λειτουργικού συστήματος, ενημερώνει την πλατφόρμα Active Accessibility. Έτσι μέσω αυτής ενεργοποιούνται τα κατάλληλα μηνύματα και ενημερώνεται το σύστημα πρόσβασης. Έτσι, πραγματοποιείται επεξεργασία του μηνύματος και αν κριθεί αναγκαίο επανασηματίζεται η δενδρική ιεραρχία των αντικειμένων.

## **3.2 Κατασκευή ιεραρχίας**

### **3.2.1 Σειρά σάρωσης**

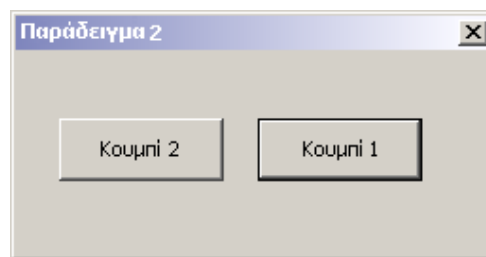
Όπως γνωρίζουμε από την περιγραφή της τεχνικής της σάρωσης, τα αντικείμενα του συστήματος αλληλεπίδρασης προσπελούνται διαδοχικά βάσει μιας προκαθορισμένης σειράς. Η σειρά αυτή καθορίζεται στην αρχή της διαδικασίας σάρωσης του παραθύρου και είναι κατά κανόνα από πάνω προς τα κάτω και από αριστερά προς τα δεξιά. Δηλαδή, κατά τη διαδικασία της σάρωσης προηγείται το αντικείμενο που βρίσκεται ψηλότερα στο παράθυρο της εφαρμογής που σαρώνεται, ενώ μεταξύ δύο αντικειμένων που βρίσκονται στο ίδιο ύψος, προηγείται αυτό που βρίσκεται πιο αριστερά.

Έτσι, για παράδειγμα, σε ένα παράθυρο που περιλαμβάνει δύο κουμπιά με τη διάταξη που φαίνεται στην Εικόνα 4, στη σάρωση θα προηγηθεί το «Κουμπί 1», αφού βρίσκεται πιο ψηλά από το αντικείμενο «Κουμπί 2».



Εικόνα 4 Σειρά σάρωσης: προηγείται το αντικείμενο που βρίσκεται ψηλότερα

Αντίστοιχα, σε ένα παράθυρο με τη διάταξη αντικειμένων όπως φαίνεται στην Εικόνα 5, στη σάρωση προηγείται το «Κουμπί 2», αφού τα δύο κουμπιά βρίσκονται στο ίδιο ύψος και το «Κουμπί 2» βρίσκεται πιο αριστερά.



Εικόνα 5 Σειρά σάρωσης: προηγείται το αριστερότερο αντικείμενο

Η σειρά της σάρωσης όπως επιλέχθηκε, ταυτίζεται με τη διαδικασία ανάγνωσης ενός κειμένου, η οποία είναι συνήθως από πάνω προς τα κάτω και από αριστερά προς τα δεξιά. Έτσι η ροή του διαλόγου φαίνεται πιο φυσική και αναμενόμενη στο χρήστη.

### 3.2.2 Κατασκευή δενδρικής ιεραρχίας

Προκειμένου να καθοριστεί η ακριβής σειρά της σάρωσης, δημιουργείται μια δενδρική ιεραρχία των αντικειμένων που αποτελούν το παράθυρο της εφαρμογής που σαρώνεται. Ο αρχικός κόμβος (ρίζα του δένδρου) είναι το ίδιο το παράθυρο. Η ιεραρχία σχηματίζεται με τη βοήθεια του Active Accessibility. Γνωρίζοντας το handle<sup>2</sup> του παραθύρου, μπορούμε να πάρουμε το πλήθος των παιδιών του αρχικού κόμβου και ένα δείκτη σε κάθε ένα από αυτά τα παιδιά. Για κάθε ένα από τα παιδιά ακολουθείται η ίδια διαδικασία, δηλαδή αρχικά προστίθεται στο δένδρο και στη συνέχεια παίρνουμε πληροφορίες για

---

<sup>2</sup> Ως handle ορίζεται μια τιμή που ανατίθεται από το λειτουργικό σύστημα και προσδιορίζει μοναδικά ένα παράθυρο.



τα παιδιά του. Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η κατασκευή του δένδρου γίνεται αρχικά κατά βάθος και στη συνέχεια κατά πλάτος. Αναλυτικότερα, η περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής του δένδρου με περισσότερες τεχνικές λεπτομέρειες βρίσκεται στο Παράρτημα Α, στην πρώτη ενότητα («Ανάλυση ιεραρχίας»).

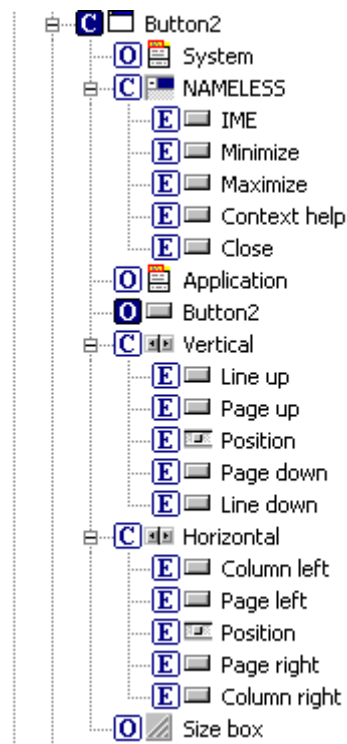
Η προσθήκη ενός αντικειμένου στο δένδρο της ιεραρχίας είναι μια σχετικά πολύπλοκη διαδικασία. Αρχικά κρατάμε τις ιδιότητες του αντικειμένου σε μια ξεχωριστή δομή. Στο Κεφάλαιο 2, αναφέραμε ποιες είναι οι ιδιότητες που παρέχονται μέσω της πλατφόρμας Active Accessibility για τα αντικείμενα μιας διεπαφής. Στη συνέχεια, αναφέρουμε ποιες από αυτές μας ενδιαφέρουν και τελικά κρατάμε για ένα αντικείμενο:

- **Όνομα**  
Γενικά που πρόκειται για μια ιδιότητα την οποία πρέπει όλα τα αντικείμενα να έχουν, ωστόσο αυτό συχνά δεν ισχύει. Έτσι το όνομα ενός αντικειμένου δεν αποτελεί μοναδικό χαρακτηριστικό γι' αυτό.
- **Περιγραφή**  
Πρόκειται για ένα κείμενο, το οποίο με συντομία περιγράφει την οπτική εμφάνιση του συγκεκριμένου αντικειμένου. Και σε αυτή την περίπτωση δεν έχουν όλα τα αντικείμενα περιγραφή.
- **Ρόλος**  
Πρόκειται για μια ιδιότητα την οποία έχουν όλα τα αντικείμενα.
- **Τιμή**  
Αναπαριστά την τιμή του συγκεκριμένου αντικειμένου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι στις μπάρες κύλισης, όπου η τιμή αναπαριστά τη θέση του δείκτη κύλισης ως ποσοστό (το πεδίο τιμών είναι από το 1 έως το 100). Η τιμή είναι μια ιδιότητα που δεν έχουν όλα απαραίτητως τα αντικείμενα.
- **Ενέργεια**  
Περιγράφει την ενέργεια που είναι άμεσα συνδεδεμένη με το συγκεκριμένο αντικείμενο. Η ιδιότητα αυτή δεν αποτελεί χαρακτηριστικό όλων των αντικειμένων, αλλά μόνο αυτών με τα οποία πραγματοποιείται αλληλεπίδραση σε ένα γραφικό περιβάλλον.
- **Κατάσταση**  
Αφορά την κατάσταση του αντικειμένου, όπως για παράδειγμα αν ένα αντικείμενο είναι ορατό ή όχι, αν ένα πλαίσιο ελέγχου είναι επιλεγμένο, και άλλα.
- **Συντεταγμένες**  
Για ένα αντικείμενο κρατάμε τις συντεταγμένες του, δηλαδή τις συντεταγμένες της πάνω αριστερά άκρης του, καθώς και το πλάτος και ύψος του αντικειμένου.
- **Πλήθος θυγατρικών κόμβων**
- **Handle του παραθύρου.**

Στη συνέχεια, ελέγχεται ο ρόλος του αντικειμένου. Υπάρχουν αντικείμενα, με τα οποία δεν πραγματοποιείται αλληλεπίδραση εκ μέρους του χρήστη. Αυτά αποκλείονται άμεσα από την ιεραρχία αντικειμένων που μας ενδιαφέρει να δημιουργήσουμε. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων αντικειμένων είναι οι ήχοι, οι μπάρες κατάστασης, τα ToolTips, οι εικόνες, ο δείκτης του ποντικιού, κείμενο το οποίο είναι μόνο για ανάγνωση (όπως οι ετικέτες) και άλλα. Επίσης, από την ιεραρχία που κατασκευάζουμε αποκλείονται και τα αντικείμενα τα οποία υποστηρίζουν αλληλεπίδραση αποκλειστικά με το

ποντίκι. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου αντικειμένου είναι το κουμπί “Context Help” που συνήθως βρίσκεται στη μπάρα τίτλου των παραθύρων.

Με τη βοήθεια των συναρτήσεων της πλατφόρμας Active Accessibility, παίρνουμε πληροφορίες για κάθε αντικείμενο που απαρτίζει τη γραφική διεπαφή ενός παραθύρου. Ωστόσο πολλά από τα αντικείμενα αυτά τελικά αποκλείονται από την τελική ιεραρχία που σχηματίζουμε για ποικίλους λόγους. Πριν προβούμε στους λόγους αυτούς, πρέπει να αναφέρουμε ότι η πολυπλοκότητα της πραγματικής ιεραρχίας των αντικειμένων που αποτελούν ένα παράθυρο είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από τα αντικείμενα τα οποία τελικά βλέπουμε στην οθόνη. Έτσι, για παράδειγμα η ιεραρχία των αντικειμένων που απαρτίζουν το παράθυρο με τα δύο κουμπιά που φαίνεται στην Εικόνα 4, αποτελείται από εβδομήντα αντικείμενα. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ιεραρχία αντικειμένων που αποτελούν ένα κουμπί (με όνομα Button 2). Η εικόνα αυτή προέρχεται από αντίγραφο οθόνης (screen dump) του προγράμματος accExplorer, το οποίο διατίθεται με το Microsoft Active Accessibility SDK 1.3. και μέσω του οποίου είναι δυνατή η γραφική αναπαράσταση της ιεραρχίας ενός παραθύρου.



Εικόνα 6 Απεικόνιση της ιεραρχίας των αντικειμένων για ένα κουμπί

Έτσι παρατηρούμε ότι το κουμπί ανήκει σε ένα παράθυρο, το οποίο διαθέτει μπάρα τίτλου, μπάρα καταλόγου, οριζόντια και κάθετη μπάρα κύλισης καθώς και πλαίσιο τροποποίησης μεγέθους (size box). Φυσικά όλα αυτά δεν είναι ορατά στο χρήστη και συνεπώς δεν πρέπει και να προστεθούν στην τελική ιεραρχία των αντικειμένων τα οποία θα σαρώνονται, προκειμένου να μπορεί ο χρήστης να έχει μια εποικοδομητική αλληλεπίδραση με το σύστημα.

Συνήθως για τα περισσότερα από τα αντικείμενα τα οποία δεν είναι ορατά, το γεγονός αυτό υποδηλώνεται από την τιμή της ιδιότητας κατάστασης. Έτσι, με τη βοήθεια κατάλληλων ελέγχων αποκλείουμε τα αντικείμενα αυτά από την τελική μας ιεραρχία. Άλλες κατηγορίες αντικειμένων που επίσης αποκλείονται είναι αντικείμενα με μηδενικές συντεταγμένες (τα οποία συνεπώς δεν παρέχουν δυνατότητα αλληλεπίδρασης) καθώς και αντικείμενα τα οποία είναι μόνο για ανάγνωση (read – only).

Επιπλέον, συχνά η ιεραρχία που παίρνουμε μέσω Active Accessibility, αποτελείται από αντικείμενα των οποίων η θέση στην οθόνη φαίνεται να είναι έξω από το πλαίσιο που καθορίζουν οι συντεταγμένες του γονικού τους αντικειμένου. Έτσι, για παράδειγμα μπορεί να υπάρχουν αντικείμενα τα οποία να έχουν συντεταγμένες έξω από ένα παράθυρο, παρόλο που ανήκουν σε αυτό. Τα αντικείμενα αυτά συνήθως δεν είναι ορατά στο χρήστη, παρόλο που δεν έχουν κατάσταση που να δηλώνει το γεγονός αυτό. Συνεπώς και τα αντικείμενα αυτά παραλείπονται από την τελική ιεραρχία.

Αφού το αντικείμενο το οποίο μελετάμε, περάσει με επιτυχία τους παραπάνω ελέγχους, προστίθεται στην ιεραρχία. Αναλυτικά, η διαδικασία κατασκευής του δένδρου παρουσιάζεται στη δεύτερη ενότητα του πρώτου παραρτήματος.

Η δομή που χρησιμοποιήσαμε, για να αποθηκεύουμε τα στοιχεία που μας χρειάζονται για τα αντικείμενα που αποτελούν την ιεραρχία του παραθύρου, είναι όπως έχουμε ήδη αναφέρει δενδρική. Κάθε κόμβος έχει ένα δείκτη στο γονικό του κόμβο, ένα δείκτη στον προηγούμενο και ένα στον επόμενο αδερφικό κόμβο, καθώς και ένα δείκτη στον πρώτο και ένα στον τελευταίο θυγατρικό του κόμβο. Έτσι, σχηματικά ένα δένδρο τριών επιπέδων με ένα ενδιάμεσο κόμβο και εννέα φύλλα, αναπαρίσταται ως εξής:



Εικόνα 7 Δένδρο τριών επιπέδων

Μέχρι τώρα έχουμε μελετήσει πώς σχηματίζεται η δενδρική δομή των αντικειμένων της σάρωσης και πώς πραγματοποιείται μια άμεση επιλογή των αντικειμένων που δε θα προστεθούν στην τελική ιεραρχία. Στην ενότητα που ακολουθεί, θα μελετήσουμε τα αντικείμενα σάρωσης που τελικά αποτελούν την ιεραρχία, τις ιδιότητες αλλά και τις ιδιαιτερότητές τους.

### 3.3 Αντικείμενα σάρωσης

Στόχος της παρούσας ενότητας είναι η μελέτη των αντικειμένων που αποτελούν το δένδρο της σάρωσης. Έτσι, θα δούμε με ποιο τρόπο δημιουργήθηκε μια ενιαία ιεραρχία για όλα τα είδη αντικειμένων, η οποία αναπαριστά με επιτυχία τόσο τα κοινά τους χαρακτηριστικά όσο και τις ιδιαιτερότητες κάθε κατηγορίας αντικειμένου.


#### 3.3.1 Κατηγορίες γραφικών αντικειμένων

Πριν εξηγήσουμε αναλυτικότερα τη διαδικασία της σάρωσης και τον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής, θα πρέπει να εξηγήσουμε μια ακόμα σημαντική έννοια. Έτσι, στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τις κατηγορίες των αντικειμένων, όπως αυτές ορίστηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.



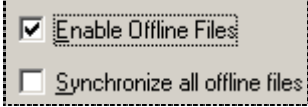
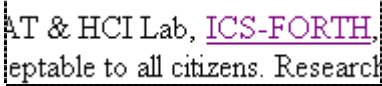
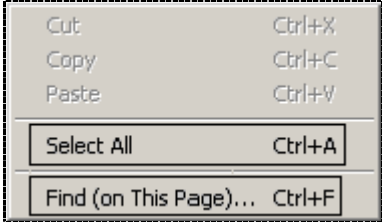

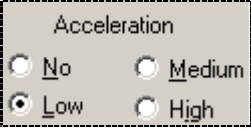

Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- **Αντικείμενα εισαγωγής κειμένου**  
Πρόκειται για αντικείμενα τα οποία χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή κειμένου, όπως ένα πεδίο εισαγωγής κειμένου.
- **Απλά αντικείμενα**  
Πρόκειται για αντικείμενα τα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένα με μια ενέργεια. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αντικειμένων που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι τα κουμπιά. Με τη χρήση των κλασικών συσκευών εισόδου, η αλληλεπίδραση με αυτά τα αντικείμενα, πραγματοποιείται με απλή κρότηση (click) του ποντικιού.
- **Αντικείμενα επιλογής**  
Πρόκειται για αντικείμενα που συνήθως ανήκουν σε λίστα ή σε δενδρική δομή, τα οποία μπορεί ο χρήστης να επιλέξει για να αλληλεπιδράσει με αυτά στη συνέχεια.
- **Αντικείμενα περιέκτες**  
Ο ρόλος αυτών των αντικειμένων περιορίζεται στην ομαδοποίηση άλλων αντικειμένων, ενώ με τις κλασικές συσκευές εισόδου, δεν υποστηρίζεται αλληλεπίδραση με αυτά.

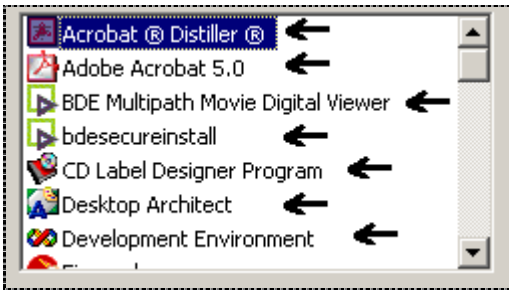
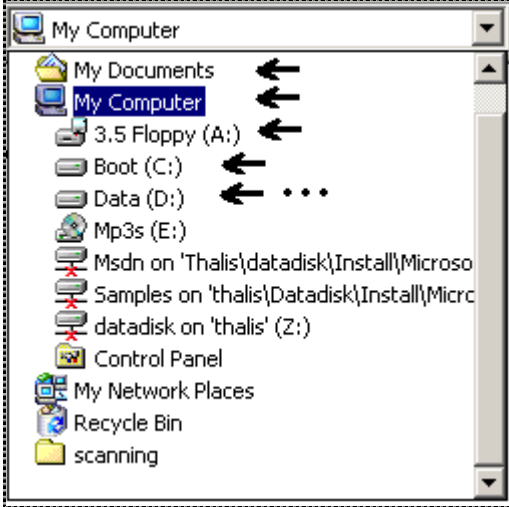
Στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζουμε αναλυτικά ποια είναι τα πιο συνηθισμένα γραφικά αντικείμενα που εντάσσονται σε κάθε κατηγορία.

| <b>Αντικείμενα εισαγωγής κειμένου</b> |  |
|---------------------------------------|--|
| Πεδίο εισαγωγής κειμένου              |    |
| Πλαίσια εισαγωγής κειμένου            | Πρόκειται για μεγαλύτερα πλαίσια εισαγωγής κειμένου, που συνήθως υπάρχουν σε εφαρμογές εισαγωγής κειμένου (π.χ. Microsoft WordPad) |

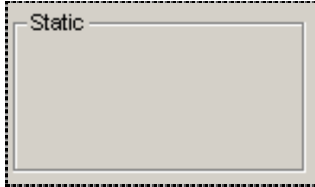




Πίνακας 1 Κατάλογος αντικειμένων εισαγωγής κειμένου


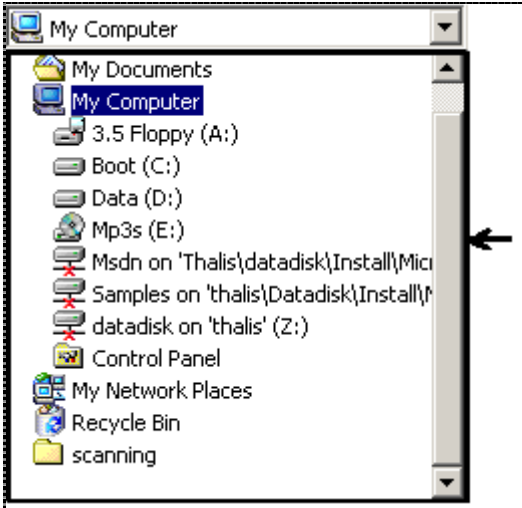
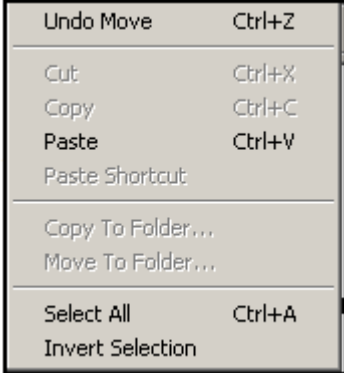
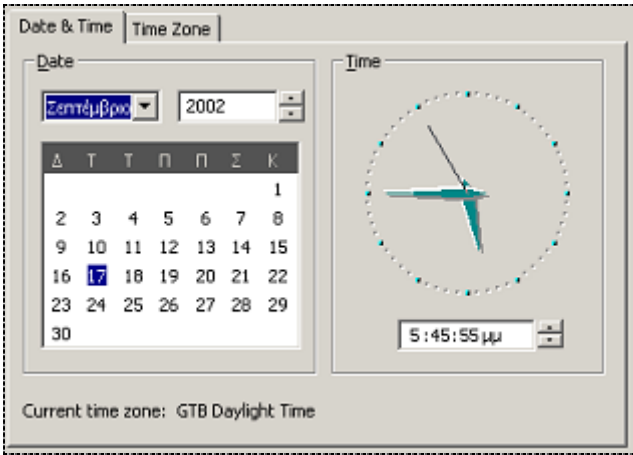
| Απλά αντικείμενα               |   |
|--------------------------------|---|
| Πτυσσόμενα κουμπιά             |     |
| Κουμπιά καταλόγου              |     |
| Πλαίσια ελέγχου                |     |
| Σύνδεσμοι                      |     |
| Αντικείμενα καταλόγου          |    |
| Κουμπιά                        |   |
| Κουμπιά αποκλειστικής επιλογής |   |
| Κουμπιά περιστροφής            |  |

Πίνακας 2 Κατάλογος απλών αντικειμένων

| Αντικείμενα επιλογής                 |   |
|--------------------------------------|---|
| Αντικείμενα λίστας                   |   |
| Αντικείμενα λίστας σύνθετου πλαισίου |  |

Πίνακας 3 Κατάλογος αντικειμένων επιλογής

| Αντικείμενα περιέκτες |  |
|-----------------------|--|
| Πλαίσια ομαδοποίησης  |  |
| Μπάρες καταλόγων      |  |
| Μπάρες εργαλείων      |  |
| Μπάρες τίτλου         |  |
| Μπάρες κύλισης        |  |

|  |  |
|--|--|
| <p>Πλαίσια καταλόγου</p>   |    |
| <p>Πτυσσόμενα πλαίσια καταλόγου</p>                                |   |
| <p>Πτυσσόμενοι κατάλογοι</p>                                       |  |
| <p>Περιέκτης αντικειμένων στηλοθέτη σελίδας (page tab control)</p> |  |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Αντικείμενα πίνακα | Χαρακτηριστικά αντικείμενα πίνακα τα οποία είναι περιέκτες, είναι εκείνα που αντιπροσωπεύουν μια στήλη ή μια γραμμή του πίνακα, καθώς και αυτό που αντιπροσωπεύει τον πίνακα τον ίδιο. |
| Άλλα               | Άλλα αντικείμενα της κατηγορίας είναι το παράθυρο, το πλαίσιο διαλόγου ή το πλαίσιο μιας εφαρμογής   |

Πίνακας 4 Κατάλογος από αντικείμενα περιέκτες

### 3.3.2 Αντικείμενα ιεραρχίας

Για την προγραμματιστική αναπαράσταση των γραφικών αντικειμένων και το σχηματισμό της δένδρικής ιεραρχίας, χρησιμοποιήθηκε μια κλάση με τίτλο ScanObject. Σύμφωνα με όσα έχουμε ήδη πει, ένα αντικείμενο τύπου ScanObject περιλαμβάνει ένα δείκτη στη δομή που περιέχει τις ιδιότητες του αντικειμένου, καθώς και δείκτες στον γονικό, στον προηγούμενο και επόμενο αδερφικό αλλά και στον πρώτο και τελευταίο θυγατρικό κόμβο.

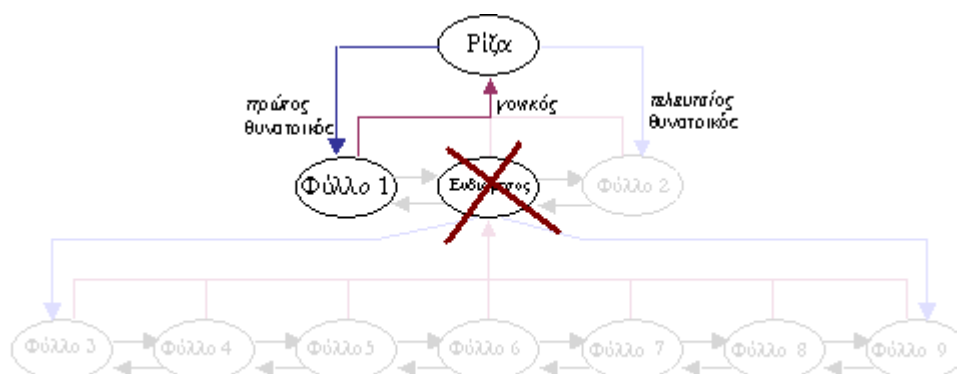
Σύμφωνα όμως με όσα περιγράψαμε στην προηγούμενη υποενότητα, υπάρχουν αρκετά είδη γραφικών αντικειμένων, τα οποία έχουν διαφορετικό ρόλο σε μια διεπαφή και συνεπώς υποστηρίζουν διαφορετικό είδος διαλόγου. Έτσι, για παράδειγμα ο ρόλος ενός απλού αντικειμένου είναι, όταν πατηθεί, να πραγματοποιήσει μια ενέργεια, ενώ ο ρόλος ενός αντικειμένου περιέκτη είναι απλά να ομαδοποιεί κάποια αντικείμενα. Προκειμένου να έχουμε τη δυνατότητα να υλοποιήσουμε το κατάλληλο είδος διαλόγου σάρωσης για κάθε αντικείμενο και να αναπαραστήσουμε ορθά τις ιδιαιτερότητές του, δημιουργήσαμε τόσες κλάσεις αντικειμένων όσα και τα αντικείμενα διαλόγου που υποστηρίζει η σάρωση. Οι κλάσεις αυτές των αντικειμένων κληρονομούν τις βασικές ιδιότητες ενός ScanObject, αλλά παρέχουν και τη δυνατότητα υλοποίησης ιδιαίτερων τεχνικών διαλόγου για κάθε αντικείμενο.

Στο σημείο αυτό, έχοντας εξηγήσει όλες τις κατηγορίες γραφικών αντικειμένων που μπορεί να υπάρχουν και το ρόλο τους σε μια διεπαφή, θα παρουσιάσουμε μερικά ακόμα σημεία της διαδικασίας προσθήκης ενός αντικειμένου στην ιεραρχία της σάρωσης. Ένας ακόμα λόγος αποκλεισμού ενός αντικειμένου από την ιεραρχία της σάρωσης είναι να έχει τις ίδιες συντεταγμένες με το γονικό του αντικείμενο. Ειδικά, στην περίπτωση που πρόκειται για ένα απλό αντικείμενο (το οποίο δηλαδή είναι συνδεδεμένο με μια ενέργεια), από την ιεραρχία αποκλείεται το γονικό του αντικείμενο. Το πρόβλημα που προκύπτει με την προσθήκη και των δύο αντικειμένων στην ιεραρχία αφορά κυρίως την πληροφορία που παρέχεται από την εφαρμογή στο χρήστη. Για την ακρίβεια, αν υπήρχαν και τα δύο αντικείμενα, ο χρήστης θα έβλεπε δύο φορές το πλαίσιο εστίασης να περικλείει οπτικά το ίδιο αντικείμενο, αφού όπως έχουμε ήδη αναφέρει η εμφάνιση μιας διεπαφής είναι τελικά πολύ πιο απλή από την πραγματική δομή των αντικειμένων που την απαρτίζουν.

Κατά τη διαδικασία επιλογής αντικειμένων που προστίθενται στην ιεραρχία της σάρωσης, προέκυψε το πρόβλημα του αποκλεισμού αντικειμένων, λόγω του αποκλεισμού από την ιεραρχία του γονικού τους αντικειμένου. Έτσι, στο παράδειγμα



της Εικόνα 8, αν αποκλείσουμε τον ενδιάμεσο κόμβο, θα αποκλειστούν αυτόματα και τα παιδιά του. Το πρόβλημα αυτό φαίνεται σχηματικά στην εικόνα που ακολουθεί, όπου τα αντικείμενα που δεν έχουν προστεθεί ακόμα στην ιεραρχία αναπαριστούνται με πιο απαλά χρώματα.



Εικόνα 8 Αποκλεισμός αντικειμένων στη δενδρική ιεραρχία

Όπως φαίνεται, ο σημαντικότερος λόγος που ο αποκλεισμός ενός αντικειμένου αποτελεί πρόβλημα για τα παιδιά του, είναι ότι ο έλεγχος και απόρριψη των αντικειμένων γίνεται πριν την προσθήκη τους. Έτσι αν απορρίψουμε ένα αντικείμενο, εφόσον τα θυγατρικά του δεν τα γνωρίζουμε ακόμα και συνεπώς δεν τα έχουμε προσθέσει στη ιεραρχία, θα απορρίψουμε άμεσα και αυτά.

Για το λόγο αυτό προστέθηκε μία ακόμα ιδιότητα στα αντικείμενα, η οποία εκφράζει το αν θα πραγματοποιηθεί διάλογος σάρωσης με αυτά. Η ιδιότητα αυτή, στην οποία από εδώ και στο εξής θα αναφερόμαστε ως ιδιότητα διαλόγου έχει τρεις δυνατές τιμές: μια που υποδεικνύει το γεγονός ότι δε θα πραγματοποιηθεί διάλογος με το αντικείμενο αυτό και στην οποία θα αναφερόμαστε ως «παράλειψη», μία στην οποία θα αναφερόμαστε ως «εμβάθυνση» και υποδεικνύει ότι δε θα πραγματοποιηθεί διάλογος με το αντικείμενο, αλλά με κάποιο από τα παιδιά του και τέλος αυτή που σηματοδοτεί την πραγματοποίηση διαλόγου με το αντικείμενο και στην οποία θα αναφερόμαστε ως «πραγματοποίηση».

Με τον τρόπο που αναφέραμε λύνεται το πρόβλημα του αποκλεισμού χρήσιμων για τη σάρωση κόμβων, τίθεται όμως το πρόβλημα του σχηματισμού μιας τεράστιας δομής αντικειμένων, σημαντικό τμήμα της οποίας ωστόσο θα είναι απολύτως περιττό. Για την επίλυση του ζητήματος αυτού, ακολουθήθηκαν κάποιοι μέθοδοι βελτιστοποίησης του πλήθους των κόμβων της δενδρικής ιεραρχίας. Οι μέθοδοι αυτοί ακολουθούνται κατά την προσθήκη καθενός κόμβου στο δένδρο και όχι εκ των υστέρων αφού σχηματιστεί το δένδρο. Ο λόγος γι' αυτό είναι το αυξημένο κόστος που θα είχαμε αν πραγματοποιούσαμε τους ελέγχους εκ των υστέρων. Καταλυτικός παράγοντας στην αύξηση του κόστους αυτού είναι το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής, η δενδρική ιεραρχία καταστρέφεται και δημιουργείται αρκετές φορές. Οι παραγράφοι που ακολουθούν περιγράφουν αυτές τις μεθόδους βελτιστοποίησης.

**Περίπτωση Α: αντικείμενο περιέκτης χωρίς παιδιά**

Αν ένα αντικείμενο με ρόλο περιέκτη έχει μηδενικό πλήθος παιδιών, αποκτά ιδιότητα διαλόγου με τιμή «παράλειψη». Έτσι, εντάσσεται πλέον στην περίπτωση Γ, όπου και περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία που ακολουθείται.

**Περίπτωση Β: αντικείμενο περιέκτης με ένα παιδί**

Αν ένα αντικείμενο με ρόλο περιέκτη έχει ένα μόνο θυγατρικό αντικείμενο, προστίθεται στην ιεραρχία με τιμή ιδιότητας διαλόγου «εμβάθυνση», οπότε και ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφεται στην περίπτωση Δ.

Στο σημείο αυτό, θα εξηγήσουμε αναλυτικότερα γιατί δεν υπάρχει πλέον λόγος να πραγματοποιείται διάλογος με αυτό το αντικείμενο. Η πραγματοποίηση διαλόγου, συνεπάγεται αύξηση του αριθμού των βημάτων που πρέπει να πραγματοποιήσει ο χρήστης. Συγκεκριμένα, αν ο χρήστης επιθυμεί να αλληλεπιδράσει με το περιεχόμενο αντικείμενο θα πρέπει να πραγματοποιήσει δύο βήματα (επιλογή του περιέκτη και επιλογή του περιεχόμενου αντικειμένου). Αντίθετα, αν το γονικό αντικείμενο παραλειφθεί από την ιεραρχία - και συνεπώς δεν πραγματοποιείται διάλογος με αυτό - η επιλογή αλληλεπίδρασης με το περιεχόμενο αντικείμενο πραγματοποιείται πλέον σε ένα βήμα.

Για τα αντικείμενα που αναφέραμε στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις, το πλήθος των παιδιών στα οποία αναφερόμαστε εκφράζει τον αριθμό που παίρνουμε μέσω της διαδικασίας προσδιορισμού των ιδιοτήτων ενός αντικειμένου μέσω Active Accessibility. Το πλήθος των θυγατρικών τους αντικειμένων που τελικά θα μείνουν στην ιεραρχία δεν είναι δυνατόν να το γνωρίζουμε, αφού ακόμα δεν έχει πραγματοποιηθεί η διαδικασία ανάκτησης και ελέγχου των ιδιοτήτων τους.

**Περίπτωση Γ: αντικείμενο με τιμή ιδιότητας διαλόγου «παράλειψη»**

Κάθε φορά που τίθεται αυτή η τιμή στην ιδιότητα διαλόγου για ένα αντικείμενο, αν πρόκειται για ένα υπό εξέταση αντικείμενο απλά δεν προστίθεται στην ιεραρχία, ενώ αν πρόκειται για ένα υπάρχον αντικείμενο στην ιεραρχία, αφαιρείται. Στη συνέχεια, μειώνεται κατά ένα το πλήθος των παιδιών του γονικού του αντικειμένου. Αν μετά τη μείωση, το γονικό αντικείμενο έχει πλήθος παιδιών μηδέν, παραλείπονται από την ιεραρχία όλα τα παιδιά του, ενώ το ίδιο αποκτά τιμή «παράλειψη» στην ιδιότητα διαλόγου. Έτσι ακολουθείται η ίδια διαδικασία αναδρομικά. Αν όμως μετά τη μείωση το γονικό αντικείμενο έχει ένα παιδί, εντάσσεται στην περίπτωση Β.

**Περίπτωση Δ: αντικείμενο με τιμή ιδιότητας διαλόγου «εμβάθυνση»**

Η μέθοδος στην περίπτωση αυτή, αφορά τα αντικείμενα για τα οποία ο διάλογος πραγματοποιείται με ένα τουλάχιστον από τα παιδιά τους, αλλά όχι με τα ίδια. Πρόκειται δηλαδή για αντικείμενα στα οποία η ιδιότητα διαλόγου έχει τιμή «εμβάθυνση». Στην περίπτωση ενός τέτοιου αντικειμένου, ελέγχεται το πλήθος των παιδιών του γονικού αντικειμένου. Αν αυτό είναι ένα, δηλαδή το γονικό αντικείμενο περιέχει μόνο το συγκεκριμένο παιδί, δεν υπάρχει λόγος πραγματοποίησης διαλόγου με το γονικό αντικείμενο, οπότε τίθεται σε αυτό η

τιμή «εμβάθυνση» στην ιδιότητα διαλόγου και ακολουθείται η μέθοδος αναδρομικά.

Με τη βοήθεια των παραπάνω τεχνικών, μειώνεται αφενός το πλήθος των τελικών κόμβων του δένδρου και αφετέρου το πλήθος των αντικειμένων με τα οποία τελικά αλληλεπιδρά ο χρήστης. Για να γίνει αυτό πιο άμεσα κατανοητό, θα παρουσιάσουμε σε μια δενδρική αναπαράσταση πώς πραγματοποιούνται οι απαραίτητες περικοπές και ποιο είναι το τελικό αποτέλεσμα. Για να γίνει πιο εύκολη η γραφική αναπαράσταση του δένδρου, παραλείπονται οι αμφίδρομοι σύνδεσμοι μεταξύ αδερφικών κόμβων καθώς και οι σύνδεσμοι από τους θυγατρικούς κόμβους στο γονικό τους. Με γκρι χρώμα συμβολίζονται τα φύλλα του δένδρου. Ως γενικό κανόνα μπορούμε να πούμε ότι τα αντικείμενα που μελετάμε ως ενδιάμεσους κόμβους είναι αντικείμενα περιέκτες, ενώ στα φύλλα συναντάμε όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες αντικειμένων.

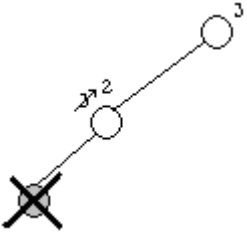
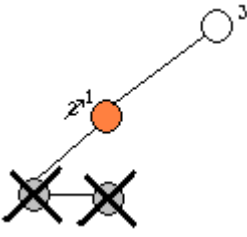
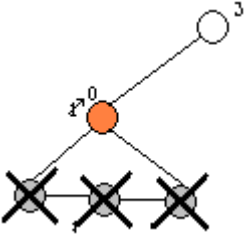
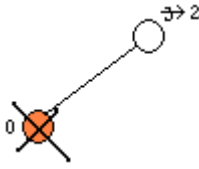
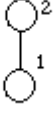
Αρχικά παρουσιάζουμε ένα δένδρο με έντεκα κόμβους, χωρίς να έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτό διαδικασίες βελτιστοποίησης. Στην περίπτωση αυτή, ακόμα και οι κόμβοι με τους οποίους δε θα πραγματοποιήσει διάλογο ο χρήστης δεν αφαιρούνται από το δένδρο, απλά χαρακτηρίζονται με ιδιότητα διαλόγου «παράλειψη».

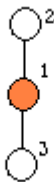
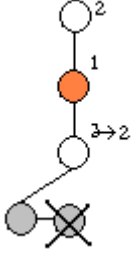
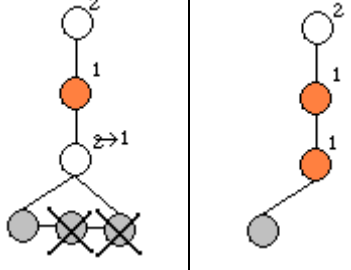
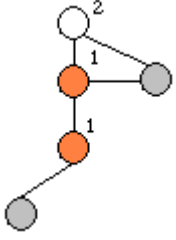
| Δένδρο χωρίς βελτιστοποίηση  |  |
|--|--|
| <p>Στην περίπτωση αυτή βλέπουμε ολόκληρο το δένδρο χωρίς να έχει ακολουθηθεί οποιαδήποτε διαδικασία βελτιστοποίησης.</p> |  |

Πίνακας 5 Δενδρική ιεραρχία χωρίς βελτιστοποίηση

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε τη διαδικασία σχηματισμού του δένδρου, ακολουθώντας τις διαδικασίες βελτιστοποίησης που περιγράψαμε παραπάνω.

| Σχηματισμός δένδρου με διαδικασίες βελτιστοποίησης  |  |
|---|--|
| <p>Αρχικά προστίθεται ο κόμβος – ρίζα του δένδρου. Από τις ιδιότητες του γνωρίζουμε ότι έχει 3 παιδιά.</p>  |  |
| <p>Η διαδικασία σχηματισμού του δένδρου συνεχίζεται προσθέτοντας το πρώτο από τα παιδιά του. Από τις ιδιότητές του γνωρίζουμε ότι έχει και αυτό 3 παιδιά.</p> |  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Συνεχίζουμε προσθέτοντας τα παιδιά του νέου κόμβου. Πριν προστεθεί στην ιεραρχία το πρώτο από τα παιδιά του πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι έλεγχοι και συμπεραίνουμε ότι το παιδί αυτό δεν πρέπει να προστεθεί στο δένδρο (αν για παράδειγμα δεν είναι ορατό). Έτσι δεν προστίθεται στο δένδρο και το πλήθος των παιδιών του πατέρα του μειώνεται κατά 1.</p>   |     |
| <p>Πριν προστεθεί το δεύτερο από τα παιδιά, πραγματοποιούνται και πάλι οι αναγκαίοι έλεγχοι και διαπιστώνεται ότι δεν πρέπει να προστεθεί στο δένδρο. Έτσι, το πλήθος των παιδιών του γονικού κόμβου μειώνεται και πάλι κατά 1. Σύμφωνα με τις βελτιστοποιήσεις που πραγματοποιούνται για αντικείμενα περιέκτες, ο γονικός κόμβος αποκτά ιδιότητα διαλόγου «εμβάθυνση», που συμβολίζεται στην εικόνα με το πορτοκαλί χρώμα του κόμβου.</p> |     |
| <p>Στους ελέγχους που πραγματοποιούνται για την προσθήκη του τελευταίου παιδιού του κόμβου, αποφασίζεται ότι ούτε αυτό θα αποτελέσει μέρος της ιεραρχίας.</p>  |   |
| <p>Έτσι, το πρώτο από τα παιδιά της ρίζας του δένδρου είναι ένα αντικείμενο περιέκτης, χωρίς παιδιά. Από τις διαδικασίες βελτιστοποίησης προκύπτει ότι τελικά δε χρειάζεται να προστεθεί στο δένδρο, οπότε αφαιρείται και ακολουθείται η προβλεπόμενη διαδικασία για το γονικό του κόμβο.</p>  |  |
| <p>Η διαδικασία συνεχίζεται με τη προσθήκη του δεύτερου παιδιού του γονικού κόμβου, το οποίο γνωρίζουμε ότι θα έχει ένα παιδί.</p>   |  |

|   |   |
|---|---|
| <p>Προχωράμε, προσθέτοντας το παιδί αυτού του κόμβου, το οποίο είναι ένα αντικείμενο περιέκτης με 3 παιδιά. Έτσι, όπως προκύπτει από τις μεθόδους βελτιστοποίησης η ιδιότητα διαλόγου με τον ενδιάμεσο κόμβο γίνεται «εμβάθυνση».</p> |    |
| <p>Συνεχίζουμε προσθέτοντας τα παιδιά του τελευταίου κόμβου. Το πρώτο παιδί προστίθεται κανονικά. Κατά τη διαδικασία προσθήκης του δεύτερου, αποφασίζεται ότι αυτό τελικά δεν πρέπει να προστεθεί στην ιεραρχία.</p>                  |    |
| <p>Όταν ελέγχουμε και το τρίτο από τα παιδιά του, προκύπτει ότι ούτε και αυτό πρέπει να προστεθεί στο τελικό δένδρο. Έτσι ο γονικός κόμβος είναι ένας περιέκτης με 1 παιδί και επομένως αποκτά ιδιότητα διαλόγου «εμβάθυνση».</p>     |    |
| <p>Επανερχόμαστε στο ριζικό κόμβο και προσθέτουμε το τελευταίο παιδί του. Η τελική μορφή του δένδρου φαίνεται στην εικόνα δίπλα.</p>  |  |

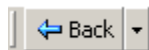
Πίνακας 6 Βελτιστοποίηση δενδρικής ιεραρχίας

Συγκρίνοντας τα δύο δένδρα, παρατηρούμε ότι από ένα δένδρο με έντεκα κόμβους, καταλήξαμε σε ένα δένδρο με πέντε κόμβους, από τους οποίους ο χρήστης πραγματοποιεί διάλογο μόνο με τους τρεις. Η βελτιστοποίηση που προκύπτει είναι ιδιαίτερα σημαντική, αν λάβουμε υπ' όψιν μας ότι το πλήθος των κόμβων της πραγματικής ιεραρχίας ενός παραθύρου υπερβαίνει κατά πολύ τα έντεκα αντικείμενα. Χαρακτηριστικά είδαμε ότι για ένα απλό παράθυρο με δύο κουμπιά η ιεραρχία αποτελείται από εβδομήντα αντικείμενα. Μετά από όλες τις βελτιστοποιήσεις που πραγματοποιούμε η ιεραρχία αποτελείται τελικά από οκτώ αντικείμενα, από τα οποία ο χρήστης πραγματοποιεί διάλογο με πέντε.

### 3.3.3 Ιδιαίτερες περιπτώσεις αντικειμένων

Σε ορισμένες περιπτώσεις αντικειμένων, οι πληροφορίες που παρέχονται μέσω της πλατφόρμας Active Accessibility δεν είναι επαρκείς ή ακόμα και ακριβείς. Για το λόγο αυτό χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν κάποιες ιδιαίτερες τεχνικές, ώστε να εξασφαλιστεί η ορθότητα και πληρότητα της τελικής μας ιεραρχίας.

Ένα αντικείμενο για το οποίο λαμβάνουμε ανεπαρκείς πληροφορίες είναι ένα σύνθετο κουμπί. Τέτοια κουμπιά, που χρησιμοποιούνται συχνά στις γραφικές διεπαφές που αναπτύσσονται πρόσφατα, αποτελούνται από δύο τμήματα, όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 9 Σύνθετο κουμπί

Το ένα τμήμα (συνήθως το αριστερό) αν πατηθεί πραγματοποιεί μια συγκεκριμένη ενέργεια. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα της Εικόνα 9, που πρόκειται για το κουμπί “Back” της εφαρμογής Windows Explorer των Microsoft Windows, η ενέργεια αντιστοιχεί στη μετάβαση στον προηγούμενο κατάλογο. Δηλαδή, σε κάθε περίπτωση η ενέργεια αυτή είναι η αναμενόμενη για το συγκεκριμένο κουμπί. Όσο για το άλλο τμήμα του κουμπιού, αν πατηθεί παρουσιάζει ένα κατάλογο πιθανών (σχετικών) ενεργειών. Έτσι στην περίπτωση του συγκεκριμένου παραδείγματος, με την επιλογή του δεύτερου τμήματος εμφανίζεται μια πτυσσόμενη λίστα με καταλόγους στους οποίους μπορούμε να μεταβούμε.

Το πρόβλημα στην περίπτωση των σύνθετων κουμπιών ήταν ότι παίρναμε πληροφορία μόνο για το αριστερό τμήμα. Έτσι, αν και οι πληροφορίες που αφορούν το μέγεθος και τη θέση του αντικειμένου στην οθόνη ήταν σωστές, δε λαμβάναμε πληροφορίες για τη διπλή ιδιότητα αυτού του αντικειμένου. Δηλαδή, το αντικείμενο αυτό θεωρούνταν, σαν απλό κουμπί.

Για την επίλυση του προβλήματος αυτού χρησιμοποιήθηκε ένα απλό τέχνασμα. Ανάμεσα στις πληροφορίες που λαμβάνουμε για το αντικείμενο είναι και η ενέργεια που είναι συνδεδεμένη με το αντικείμενο αυτό. Κατά κανόνα στα κουμπιά η ενέργεια αυτή έχει την τιμή “Press”. Στην περίπτωση των σύνθετων κουμπιών και των κουμπιών σύνθετου πλαισίου η τιμή αυτή γίνεται “Open”. Με έναν απλό έλεγχο στο ρόλο του γονικού αντικειμένου, διαπιστώνουμε αν πρόκειται για κουμπί σύνθετου πλαισίου. Αν όχι, γνωρίζουμε σίγουρα ότι πρόκειται για ένα σύνθετο κουμπί. Έτσι, κατασκευάζουμε ένα αντικείμενο περιέκτη με τις διαστάσεις του σύνθετου κουμπιού καθώς και δύο αντικείμενα με ρόλο απλού κουμπιού, τα οποία προσθέτουμε κανονικά στην ιεραρχία.

Αντικείμενα για τα οποία δε λαμβάνουμε καθόλου πληροφορία είναι οι μπάρες κύλισης στον πλοηγό Internet Explorer. Η διαδικασία επίλυσης του συγκεκριμένου προβλήματος ήταν αρκετά πιο περίπλοκη. Κατ’ αρχήν, αν κατά τη διάρκεια σχηματισμού της ιεραρχίας συναντήσουμε ένα αντικείμενο κλάσης “Internet Explorer Server”, γνωρίζουμε ότι είναι πιθανό να υπάρχουν και μπάρες κύλισης και επομένως πρέπει να ακολουθήσουμε τη διαδικασία εντοπισμού τους, που θα περιγράψουμε στη

συνέχεια. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται μετά το σχηματισμό της τελικής δενδρικής ιεραρχίας.

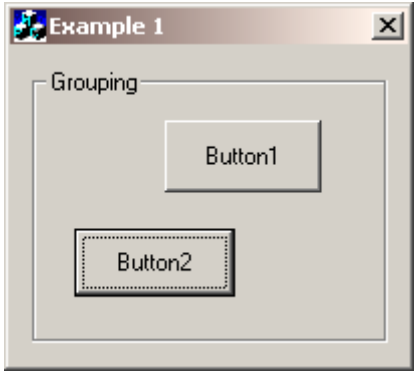
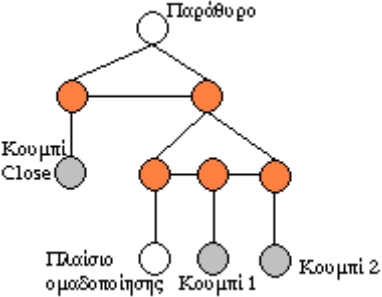
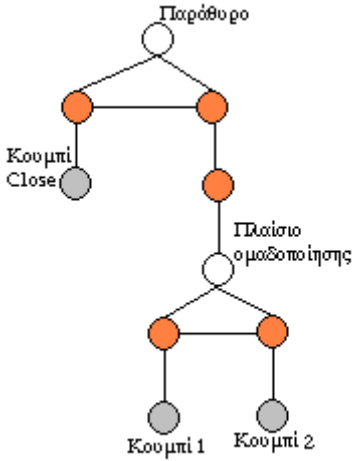
Η διαδικασία εντοπισμού μιας μπάρας κύλισης αρχικά περιλαμβάνει τον εντοπισμό πλαισίων (frames). Αν διαπιστωθεί ότι υπάρχουν, ο έλεγχος για την ύπαρξη μπάρας κύλισης πραγματοποιείται για το κάθε πλαίσιο ξεχωριστά. Αν δεν υπάρχουν, ο έλεγχος πραγματοποιείται συνολικά για το HTML αντικείμενο κλάσης “Internet Explorer Server”. Για να διαπιστώσουμε αν υπάρχει μπάρα κύλισης, παίρνουμε πληροφορίες για τα ακόλουθα:

- Ύψος του αντικειμένου που εξετάζουμε αν έχει μπάρες κύλισης.
- Πλάτος του αντικειμένου.
- Ύψος κύλισης του αντικειμένου.
- Πλάτος κύλισης του αντικειμένου.

Αν το ύψος κύλισης είναι μεγαλύτερο από το ύψος του αντικειμένου, τότε σε αυτό υπάρχει κατακόρυφη μπάρα κύλισης. Κατ’ αντιστοιχία, αν το πλάτος κύλισης είναι μεγαλύτερο από το πλάτος του αντικειμένου, τότε υπάρχει οριζόντια μπάρα κύλισης. Αφού διαπιστωθεί αν υπάρχει μπάρα, κατασκευάζονται τα απαραίτητα αντικείμενα και προστίθενται στην ιεραρχία.

Τα αντικείμενα που κατασκευάζονται είναι η μπάρα κύλισης και τα κουμπιά της. Η ιδιαιτερότητα στη διαδικασία κατασκευής των αντικειμένων αυτών ήταν να προσδιοριστεί η θέση και το μέγεθός τους. Ελέγχοντας συγκεκριμένες παραμέτρους του συστήματος, μπορούμε να πάρουμε πληροφορίες για το μέγεθος (δηλαδή για το ύψος και το πλάτος) μιας μπάρας κύλισης. Έτσι, αν θέλουμε να προσθέσουμε μια κατακόρυφη μπάρα, γνωρίζουμε ότι βρίσκεται στο δεξιότερο τμήμα του αντικειμένου που μελετάμε (πλαίσιο ή έγγραφο HTML) και του οποίου γνωρίζουμε τις συντεταγμένες. Γνωρίζουμε επίσης ότι καταλαμβάνει όλο το ύψος του αντικειμένου, οπότε υπολογίζουμε εύκολα τις συντεταγμένες της. Αντίστοιχα, για μια οριζόντια μπάρα γνωρίζουμε ότι καταλαμβάνει όλο το πλάτος του αντικειμένου και ότι βρίσκεται στο κατώτατο σημείο του. Με αντίστοιχες διαδικασίες μπορούμε να προσδιορίσουμε και το μέγεθος των κουμπιών της μπάρας κύλισης. Η προγραμματιστική υλοποίηση, της προαναφερθείσας διαδικασίας περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Α, στην τρίτη ενότητα («Μπάρες κύλισης σε Internet Explorer»)

Τέλος, μια ακόμα ανακριβής πληροφορία την οποία παίρνουμε αφορά τα αντικείμενα ομαδοποίησης και συγκεκριμένα τη θέση τους στην ιεραρχία. Ειδικότερα, οι πληροφορίες που λαμβάνουμε υποδεικνύουν ότι η θέση των αντικειμένων αυτών στην ιεραρχία είναι στο ίδιο επίπεδο με αυτή που βρίσκονται τα περιεχόμενα αντικείμενά τους. Στην πραγματικότητα όμως, ο ρόλος των αντικειμένων ομαδοποίησης είναι όπως υποδηλώνει και το όνομά τους να περικλείουν και να ομαδοποιούν τα περιεχόμενα αντικείμενα. Άρα έχουν ρόλο περιέκτη και στην ιεραρχία που σχηματίζουμε πρέπει να βρίσκονται ένα επίπεδο πιο πάνω από ότι πληροφορούμαστε ότι είναι. Στην πραγματικότητα όμως, ο μετασχηματισμός της δενδρικής ιεραρχίας είναι πιο απλός, αν μεταφέρουμε τα περιεχόμενα αντικείμενα ένα επίπεδο πιο κάτω. Το πρόβλημα που μόλις περιγράψαμε και ο μετασχηματισμός της δενδρικής ιεραρχίας αναπαριστάται σχηματικά στη συνέχεια, για ένα παράθυρο με δύο κουμπιά που περικλείονται από ένα πλαίσιο ομαδοποίησης.

| Ανασχηματισμός δένδρου για ένταξη πλαισίου ομαδοποίησης |  |
|---|--|
| Γραφική απεικόνιση του παραθύρου                        |    |
| Δένδρο πριν τον ανασχηματισμό                           |   |
| Τελικό δένδρο   |  |

Πίνακας 7 Ένταξη πλαισίου ομαδοποίησης στην ιεραρχία

Στην πραγματικότητα, η διαδικασία είναι αρκετά πιο πολύπλοκη, αφού τα παράθυρα των περισσότερων εφαρμογών είναι πολύ πιο σύνθετα από το απλό παράθυρο με δύο κουμπιά το οποίο χρησιμοποιήσαμε ως παράδειγμα. Το σημαντικότερο πρόβλημα που εμφανίζεται είναι ότι στο ίδιο επίπεδο με το πλαίσιο ομαδοποίησης μπορεί να βρίσκονται πολλά αντικείμενα, τα οποία όμως δεν περικλείονται από αυτό. Έτσι, έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος για την επιλογή των αντικειμένων τα οποία θα μεταβούν κατά ένα επίπεδο χαμηλότερα. Για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος, χρησιμοποιήθηκε η πληροφορία που έχουμε για τις συντεταγμένες των



αντικειμένων. Έτσι, μεταφέρουμε ένα επίπεδο πιο κάτω τους κόμβους των οποίων οι συντεταγμένες και το μέγεθος υποδεικνύουν ότι περιβάλλονται από το συγκεκριμένο πλαίσιο εστίασης. Όπως προκύπτει και από το παράδειγμα του Πίνακα 7, όταν διαπιστώνεται ότι ένας κόμβος πρέπει να μεταφερθεί ένα επίπεδο πιο κάτω, αν υπάρχει κάποιο υποδένδρο με γονικό αυτό τον κόμβο, μεταφέρεται και αυτό.

### 3.4 Είδη διαλόγου

Μέχρι τώρα έχουμε περιγράψει τα είδη των γραφικών αντικειμένων, την αντιστοίχιση τους με αντικείμενα στην ιεραρχία της εφαρμογής μας, καθώς και τη διαδικασία ελέγχου των ιδιοτήτων και προσθήκης των κατάλληλων αντικειμένων στη δενδρική ιεραρχία της σάρωσης. Όπως έχουμε αναφέρει, για κάθε μια από τις τέσσερις κατηγορίες αντικειμένων υποστηρίζεται ένα διαφορετικό είδος διαλόγου, έτσι ώστε να εξυπηρετούνται καλύτερα οι ανάγκες των χρηστών της σάρωσης. Στην παράγραφο αυτή θα μελετήσουμε το είδος του διαλόγου που απευθύνεται σε κάθε κατηγορία και θα αναπαραστήσουμε την κάθε περίπτωση διαλόγου ξεχωριστά, με τη μορφή διαγραμμάτων κατάστασης – μετάβασης.

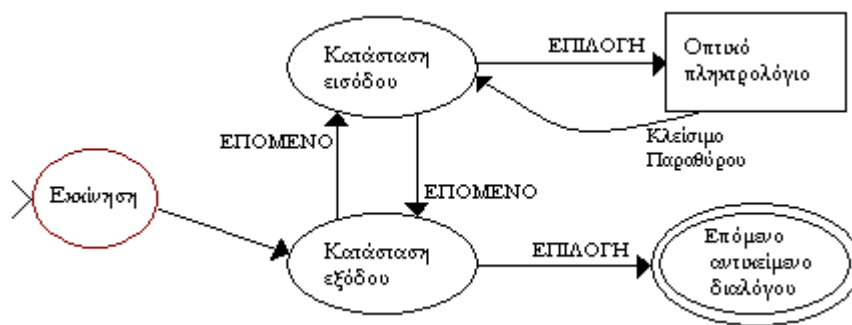
Αν και για κάθε κατηγορία αντικειμένων σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε διαφορετική τεχνική διαλόγου, τα κύρια χαρακτηριστικά του διαλόγου είναι κοινά. Τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούν την έξοδο και είσοδο πληροφορίας στην εφαρμογή. Όπως έχουμε δει από την περιγραφή της σάρωσης, οι καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται ο διάλογος με ένα αντικείμενο είναι δύο: η κατάσταση εισόδου και η κατάσταση εξόδου, οι οποίες σηματοδοτούνται από το πράσινο και κόκκινο χρώμα στο πλαίσιο εστίασης αντίστοιχα. Επιπλέον, οι ενέργειες (μεταβάσεις) που μπορεί να πραγματοποιηθούν είναι οι: «Επιλογή» και «Επόμενο». Έτσι η ενέργεια της «Επιλογής» σηματοδοτεί ότι ο χρήστης επιλέγει να συνεχίσει με τη συγκεκριμένη κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο διάλογος με το αντικείμενο. Αντίστοιχα, η ενέργεια «Επόμενο» υποδεικνύει τη μετάβαση στην επόμενη κατάσταση.

Εκτός από το είδος του διαλόγου που συνοπτικά παρουσιάσαμε κατά την ανάλυση των τεχνικών σάρωσης, στη δική μας προσέγγιση σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε επιπλέον ένα «γρήγορο» είδος διαλόγου. Στόχος της προσέγγισης γρήγορου διαλόγου, ήταν η ελαχιστοποίηση των ενεργειών που απαιτούνται εκ μέρους του χρήστη για την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή μας. Το μοναδικό ίσως μειονέκτημα που θα μπορούσαμε να καταλογίσουμε στο «γρήγορο» διάλογο είναι ότι απαιτείται μια εξοικείωση εκ μέρους των χρηστών με τις τεχνικές της σάρωσης. Ο λόγος γι' αυτό είναι, όπως θα διαπιστώσουμε και στη συνέχεια, ότι η κατάσταση εξόδου δεν υποστηρίζεται για όλα τα αντικείμενα. Έτσι, ο χρήστης πρέπει να έχει κατανοήσει τη διαφοροποίηση μεταξύ των αντικειμένων ώστε να ανταποκρίνεται κάθε φορά κατάλληλα χρησιμοποιώντας τη σάρωση.

### 3.4.1 Αντικείμενα εισαγωγής κειμένου

Η αλληλεπίδραση που μπορεί να πραγματοποιήσει ένας χρήστης με ένα αντικείμενο αυτής της κατηγορίας, είναι να εισάγει κείμενο. Όπως είναι προφανές, ένας χρήστης της εφαρμογής σάρωσης δεν έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει ένα συμβατικό πληκτρολόγιο. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε ένα οπτικό πληκτρολόγιο, το οποίο εμφανίζεται αφού ο χρήστης επιλέξει ότι επιθυμεί να αλληλεπιδράσει με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

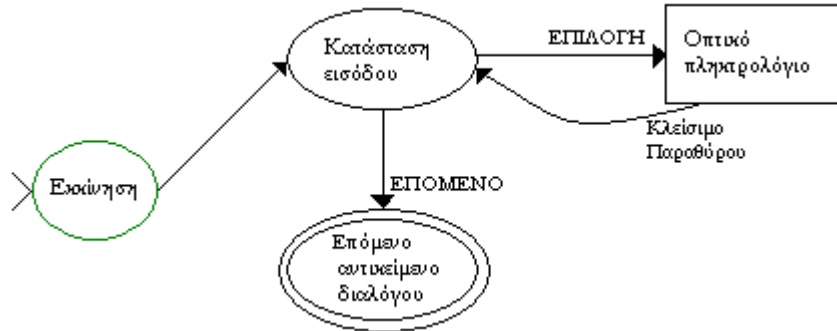
Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το διάγραμμα κατάστασης – μετάβασης για ένα αντικείμενο εισαγωγής κειμένου, χρησιμοποιώντας τις παραδοσιακές μεθόδους σάρωσης.



Εικόνα 10 Διάγραμμα κατάστασης – μετάβασης για αντικείμενο εισαγωγής κειμένου

Ο διάλογος με το αντικείμενο ξεκινά σε κατάσταση εξόδου. Αν ο χρήστης πραγματοποιήσει την ενέργεια «Επιλογή», ο διάλογος μεταβαίνει στο επόμενο αντικείμενο. Αντίθετα, αν επιλέξει την ενέργεια «Επόμενο», ο διάλογος παραμένει στο ίδιο αντικείμενο, αλλά σε κατάσταση εισόδου. Από την κατάσταση αυτή με «Επιλογή» εμφανίζεται το Οπτικό πληκτρολόγιο, για να συμπληρώσει ο χρήστης τα στοιχεία που επιθυμεί και ο διάλογος της σάρωσης μεταφέρεται σε αυτό. Μόλις κλείσει ο χρήστης το πληκτρολόγιο, η σάρωση επανέρχεται στο αντικείμενο εισαγωγής κειμένου, σε κατάσταση εισόδου.

Η διαδικασία πραγματοποίησης «γρήγορου» διαλόγου με ένα τέτοιο αντικείμενο, ξεκινά σε κατάσταση εισόδου, ενώ κατάσταση εξόδου δεν υποστηρίζεται. Η ακριβής διαδικασία απεικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί.



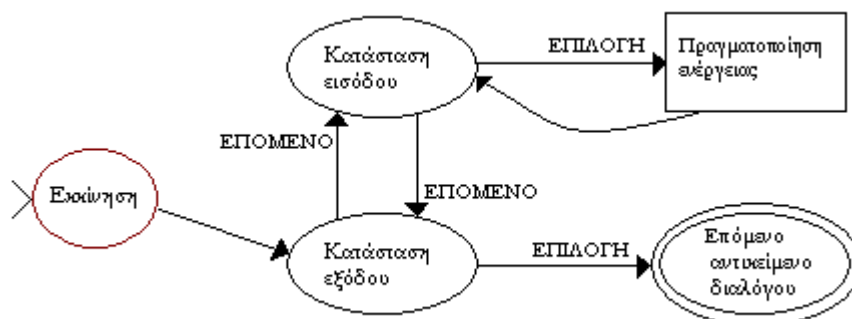
Εικόνα 11 Διάγραμμα γρήγορου διαλόγου για αντικείμενο εισαγωγής κειμένου

Έτσι, αν ο χρήστης πραγματοποιήσει την ενέργεια «Επιλογή», εμφανίζεται το οπτικό πληκτρολόγιο και ο διάλογος της σάρωσης μεταφέρεται σε αυτό. Αντίστοιχα, αν πραγματοποιήσει την «Επόμενο», ο διάλογος μεταβαίνει στο επόμενο προς σάρωση αντικείμενο. Όπως είναι προφανές, η διαδικασία του γρήγορου διαλόγου δεν περιλαμβάνει την κατάσταση εξόδου, με αποτέλεσμα η μετάβαση στο επόμενο αντικείμενο να πραγματοποιείται με μια μόνο ενέργεια εκ μέρους του χρήστη.

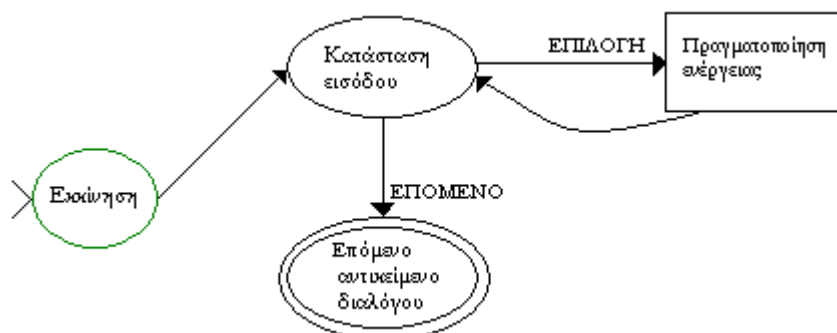
### 3.4.2 Απλά αντικείμενα

Η αλληλεπίδραση με ένα απλό αντικείμενο ερμηνεύεται όπως και στις γραφικές διεπαφές, ως η πραγματοποίηση της ενέργειας που είναι άμεσα συνδεδεμένη με αυτό. Η διαδικασία διαλόγου, για ένα αντικείμενο της κατηγορίας αυτής, είναι σχεδόν αντίστοιχη με αυτή που προβλέπεται για ένα αντικείμενο εισαγωγής κειμένου. Η μόνη διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι επιλογή της κατάστασης εισόδου ερμηνεύεται εδώ ως η πραγματοποίηση της ενέργειας του αντικειμένου.

Συνεπώς το διάγραμμα που αναπαριστάνει το συνηθισμένο διάλογο με ένα τέτοιο αντικείμενο, απεικονίζεται στην Εικόνα 12, ενώ το αντίστοιχο διάγραμμα του «γρήγορου» διαλόγου φαίνεται στην Εικόνα 13.



Εικόνα 12 Διάγραμμα «κλασσικού» διαλόγου για ένα απλό αντικείμενο



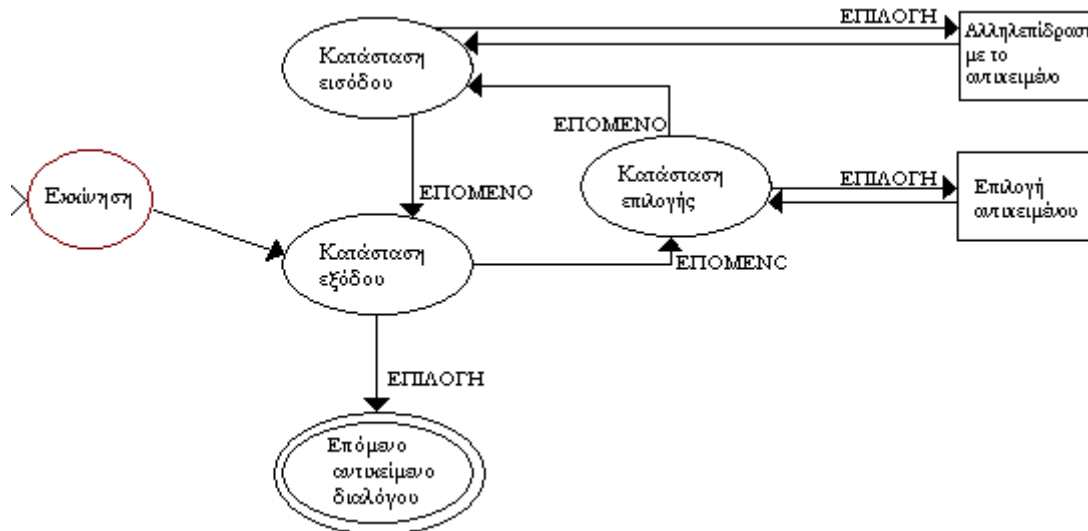
Εικόνα 13 Διάγραμμα «γρήγορου» διαλόγου για ένα απλό αντικείμενο

### 3.4.3 Αντικείμενα επιλογής

Στα αντικείμενα επιλογής, εκτός από την έννοια της αλληλεπίδρασης, όπως υποδηλώνει και το όνομά τους, υποστηρίζεται και η έννοια της επιλογής. Συνήθως η ενέργεια της επιλογής αντιστοιχεί στην απλή κρότηση (single click) που πραγματοποιεί ο χρήστης μέσω του ποντικιού. Αντίστοιχα, η ενέργεια της αλληλεπίδρασης αντιστοιχεί στη διπλή κρότηση (double click).

Στην περίπτωση των αντικειμένων αυτών δεν είχε υλοποιηθεί κάποιο είδος διαλόγου, δηλαδή δεν υποστηρίζονταν σε προηγούμενες εφαρμογές που χρησιμοποιούσαν τη σάρωση, οπότε δεν παρουσιάζονται δύο διαγράμματα κατάστασης μετάβασης. Θα παρουσιάσουμε και θα εξηγήσουμε το διάλογο που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας για τα αντικείμενα επιλογής.

Στη συνέχεια ακολουθεί το διάγραμμα που απεικονίζει τη διαδικασία διαλόγου.



Εικόνα 14 Διάγραμμα διαλόγου με αντικείμενο επιλογής

Ο διάλογος στη συγκεκριμένη κατηγορία αντικειμένων, σε αντίθεση με ότι έχουμε δει μέχρι στιγμής, ξεκινά σε κατάσταση εξόδου. Ο λόγος για τη συγκεκριμένη επιλογή είναι ότι ένα αντικείμενο αυτής της κατηγορίας, ανήκει σε μια λίστα αντικειμένων. Έτσι, βάσει πιθανοτήτων, ο χρήστης μάλλον δεν επιθυμεί να εργαστεί με το αντικείμενο αυτό. Για το λόγο αυτό, ο διάλογος ξεκινά σε κατάσταση εξόδου, δίνοντας έτσι στο χρήστη τη δυνατότητα με μία μόνο ενέργεια να μεταβεί στο επόμενο αντικείμενο.

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω διάγραμμα οι δυνατές καταστάσεις του διαλόγου στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι τρεις: έχει προστεθεί μεταξύ των άλλων δύο καταστάσεων η κατάσταση επιλογής. Η κατάσταση αυτή σηματοδοτείται με το πορτοκαλί χρώμα στο πλαίσιο εστίασης και παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει το αντικείμενο χωρίς να αλληλεπιδράσει με αυτό.

Από την κατάσταση επιλογής, με την ενέργεια «Επόμενο» ο διάλογος μεταβαίνει σε κατάσταση εισόδου. Από εδώ μπορεί ο χρήστης με «Επιλογή» να αλληλεπιδράσει με το αντικείμενο, ενώ με «Επόμενο» μεταβαίνει και πάλι σε κατάσταση εξόδου.

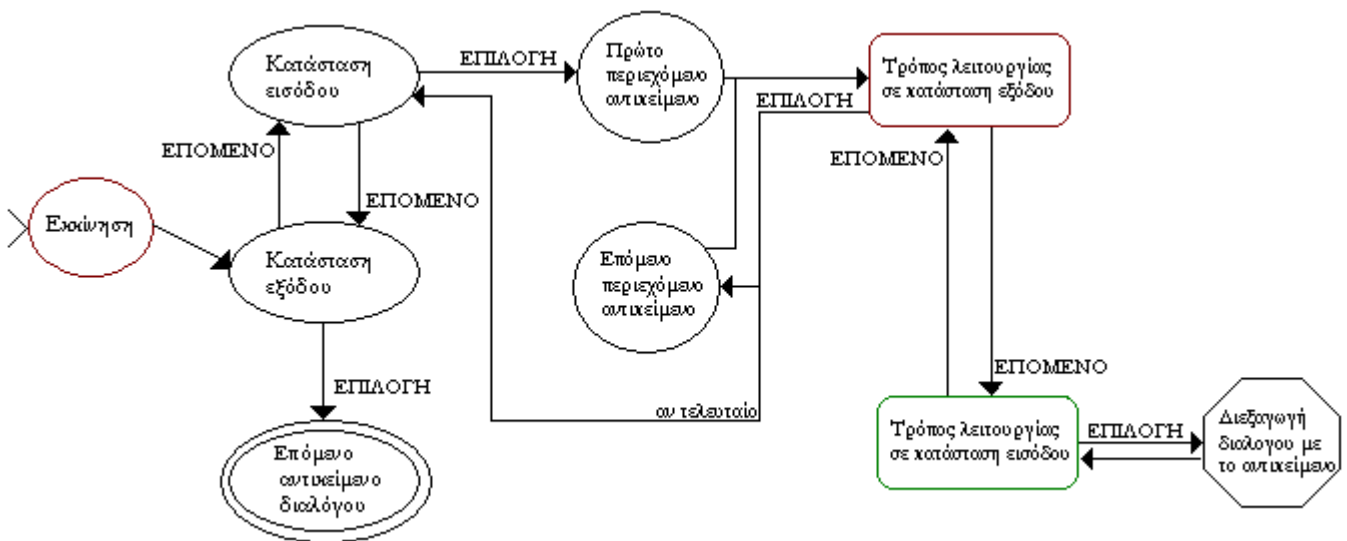
Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα με τη βοήθεια του οποίου μπορούμε να διαπιστώσουμε τη λειτουργία της κατάστασης ετοιμότητας και τη διαφορά της με την κατάσταση εισόδου είναι στην εφαρμογή Windows Explorer των Microsoft Windows. Έστω ότι ένας χρήστης επιθυμεί να επιλέξει ένα φάκελο για αντιγραφή. Συνεπώς, θα πρέπει να μεταβεί στο φάκελο αυτό και από την κατάσταση ετοιμότητας να πραγματοποιήσει την ενέργεια «Επιλογή». Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιλέξει το φάκελο και στη συνέχεια να μεταβεί με τη βοήθεια της σάρωσης στο αντικείμενο το οποίο πραγματοποιεί την αντιγραφή. Αν ωστόσο ο χρήστης επιθυμεί να ανοίξει το φάκελο για να δει τα περιεχόμενά του, πρέπει να οδηγήσει το πλαίσιο της σάρωσης στο αντικείμενο αυτό και από την κατάσταση εισόδου να πραγματοποιήσει την

ενέργεια «Επιλογή». Αναλυτικά παραδείγματα χρήσης, περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Γ.

### 3.4.4 Αντικείμενα περιέκτες

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει ο ρόλος ενός αντικειμένου αυτής της κατηγορίας είναι να ομαδοποιεί αντικείμενα. Έτσι, η αλληλεπίδραση με ένα τέτοιο αντικείμενο ερμηνεύεται ως η επιθυμία του χρήστη να μεταβεί σε κάποιο από τα περιεχόμενα αντικείμενα.

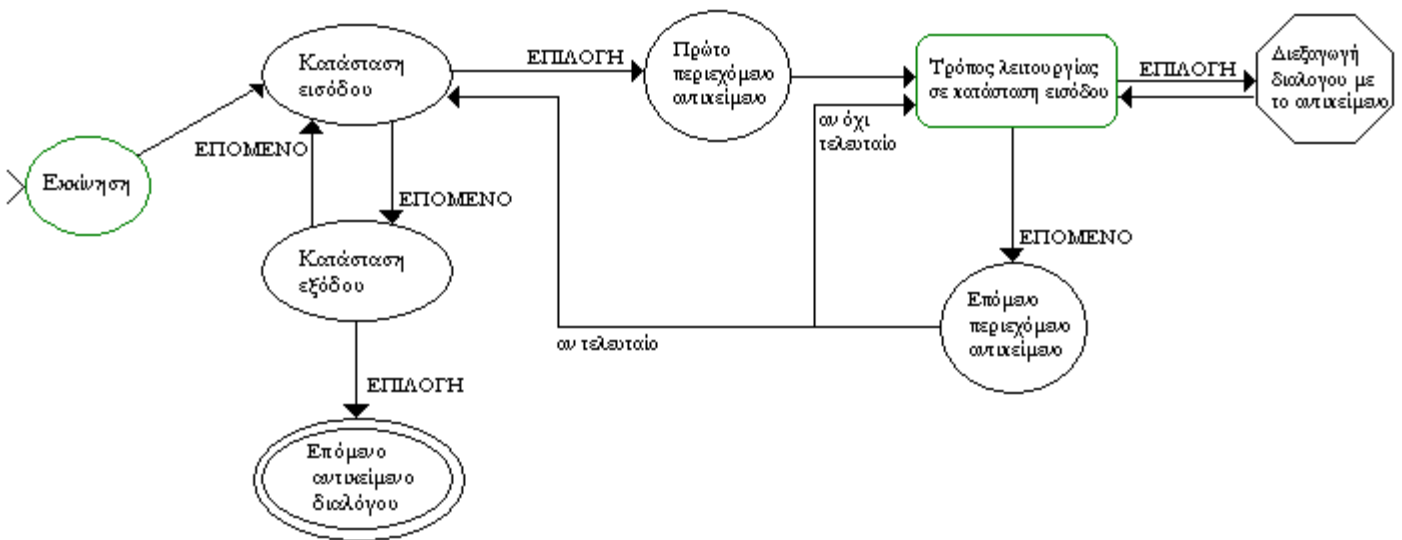
Ο συνήθης διάλογος για ένα αντικείμενο περιέκτη ξεκινά σε κατάσταση εξόδου, απ' όπου με «Επιλογή» μεταβαίνουμε στο επόμενο αντικείμενο προς σάρωση, ενώ με «Επόμενο» μεταφερόμαστε σε κατάσταση εισόδου. Αν ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει με την κατάσταση εισόδου ο διάλογος μεταφέρεται στο πρώτο περιεχόμενο αντικείμενο, σε κατάσταση εξόδου. Για να αλληλεπιδράσει με αυτό ο χρήστης πρέπει πρώτα να μεταβεί σε κατάσταση εισόδου (με την ενέργεια «Επόμενο»). Αν από το πρώτο περιεχόμενο αντικείμενο ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει με την κατάσταση εξόδου, ο διάλογος μεταβαίνει στο επόμενο περιεχόμενο αντικείμενο. Αν ωστόσο ο διάλογος βρίσκεται στο τελευταίο περιεχόμενο αντικείμενο και ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει με την κατάσταση εξόδου, ο διάλογος μεταβαίνει στο αντικείμενο περιέκτη σε κατάσταση εισόδου. Η διαδικασία περιγράφεται πιο αναλυτικά στο διάγραμμα κατάστασης μετάβασης που ακολουθεί.



Εικόνα 15 Διάγραμμα «κλασσικού» διαλόγου για αντικείμενο περιέκτη

Στην περίπτωση του «γρήγορου» διαλόγου η διαδικασία είναι αντίστοιχη. Οι διαφοροποιήσεις αφορούν κυρίως τις καταστάσεις των αντικειμένων. Έτσι, ο διάλογος ξεκινά σε κατάσταση εισόδου. Αν ο χρήστης επιθυμεί να αλληλεπιδράσει με

κάποιο από τα περιεχόμενα αντικείμενα, πραγματοποιεί την ενέργεια «Επιλογή» και η σάρωση μεταφέρεται στο πρώτο περιεχόμενο αντικείμενο. Η διαδικασία αλληλεπίδρασης με τα περιεχόμενα αντικείμενα είναι αντίστοιχη, αφού και για αυτά εφαρμόζεται η τεχνική του «γρήγορου» διαλόγου, και συνεπώς ο διάλογος ξεκινά σε κατάσταση εισόδου. Αν ο χρήστης δεν επιθυμεί να αλληλεπιδράσει με κάποιο από τα περιεχόμενα αντικείμενα επιλέγει την ενέργεια «Επόμενο», ενώ η σάρωση είναι εστιασμένη στο αντικείμενο περιεκτά σε κατάσταση εισόδου. Έτσι, ο διάλογος μεταβαίνει σε κατάσταση εξόδου, απ' όπου με «Επιλογή» μεταβαίνει στο επόμενο αντικείμενο προς σάρωση. Το επόμενο προς σάρωση αντικείμενο αναφέρεται σε αντικείμενα που δεν ανήκουν στο αντικείμενο περιεκτά. Η διαδικασία απεικονίζεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Εικόνα 16 Διάγραμμα «γρήγορου» διαλόγου για αντικείμενο περιεκτά

Με την παρουσίαση του διαλόγου του αντικειμένου αυτού, ολοκληρώθηκε η μελέτη της σχεδίασης του διαλόγου για τις κατηγορίες αντικειμένων που υποστηρίζει η εφαρμογή της σάρωσης. Όσον αφορά την υλοποίηση των παραπάνω τεχνικών, στην παρούσα εργασία έχουν εφαρμοστεί και οι δύο κατηγορίες τεχνικών: τόσο αυτή του συνηθισμένου διαλόγου όσο και του γρήγορου διαλόγου. Έτσι μπορούν αφενός οι αρχάριοι (σχετικά με την εφαρμογή της σάρωσης) χρήστες να εργάζονται με τις πιο συνηθισμένες διαδικασίες και αφετέρου οι πιο έμπειροι χρήστες να επιλέγουν το γρήγορο διάλογο σάρωσης ώστε να έχουν μια πιο αποδοτική αλληλεπίδραση.

### 3.5 Είσοδος και έξοδος

Έως τώρα μελετήσαμε τη διαδικασία σχεδίασης και κατασκευής της ιεραρχίας των αντικειμένων της εφαρμογής της σάρωσης. Στην ενότητα αυτή θα μελετήσουμε πώς ο χρήστης λαμβάνει πληροφορία για την κατάσταση στην

οποία βρίσκεται η εφαρμογή, δηλαδή πώς πραγματοποιείται η έξοδος από την εφαρμογή. Επίσης θα δούμε πώς ο ίδιος στέλνει πληροφορία σχετικά με τις επιλογές που επιθυμεί να πραγματοποιήσει, δηλαδή πώς πραγματοποιείται η είσοδος στην εφαρμογή.

### 3.5.1 Έξοδος

Ο μοναδικός τρόπος μέσω του οποίου μπορεί η εφαρμογή να πληροφορεί το χρήστη για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται είναι όπως έχουμε προαναφέρει μέσω των πλαισίων εστίασης. Η θέση του πλαισίου υποδεικνύει ποιο είναι το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται ο διάλογος, ενώ το χρώμα του υποδηλώνει την κατάσταση του διαλόγου. Από πλευράς υλοποίησης, κάθε γραμμή του πλαισίου εστίασης είναι ένα ξεχωριστό παράθυρο, το οποίο δημιουργείται μία φορά κατά την εκκίνηση της εφαρμογής. Για το παράθυρο αυτό, κάθε φορά που χρειάζεται, ορίζεται η θέση του στην οθόνη καθώς και το χρώμα το οποίο πρέπει να έχει. Η θέση και το χρώμα του πλαισίου, καθορίζονται βάσει των διαγραμμάτων που παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα και σύμφωνα με την είσοδο που παρέχει ο χρήστης στην εφαρμογή. Στη συνέχεια, θα εξηγήσουμε με ποιο τρόπο ο χρήστης εισάγει δεδομένα στην εφαρμογή.

### 3.5.2 Είσοδος

Η είσοδος πραγματοποιείται από το χρήστη με τη βοήθεια ενός ζεύγους διακοπών. Οι διακόπτες είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε να απαιτείται η ελάχιστη δυνατή φυσική προσπάθεια για την πίεσή τους. Στην Εικόνα 17, παρουσιάζεται η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για την παροχή εισόδου στην εφαρμογή της σάρωσης, ενώ στην Εικόνα 18 απεικονίζονται διάφορες συσκευές διακοπών, οι οποίες πωλούνται σε καταστήματα.



Εικόνα 17 Συσκευή δυαδικών διακοπών





Εικόνα 18 Συσκευές διακοπών

Για την επικοινωνία της εφαρμογής μας με τη συσκευή των διακοπών χρησιμοποιήθηκε μια προγραμματιστική βιβλιοθήκη, η οποία αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Επικοινωνίας Ανθρώπου – Μηχανής του Ινστιτούτου Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας. Με το πάτημα ενός διακόπτη στέλνεται ένα μήνυμα στην εφαρμογή, προσδιορίζοντας ποιος από τους δύο διακόπτες πατήθηκε.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι δυνατές ενέργειες που μπορεί να πραγματοποιήσει ο χρήστης είναι δύο: «Επιλογή» και «Επόμενο». Η ενέργεια «Επιλογή» σηματοδοτεί την επιθυμία του χρήστη να συνεχίσει την αλληλεπίδραση με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ένα αντικείμενο. Αντίστοιχα, η ενέργεια «Επόμενο» σημαίνει ότι ο χρήστης επιθυμεί να μεταβεί στην επόμενη δυνατή κατάσταση, ή στο επόμενο αντικείμενο της σάρωσης (σε ορισμένες περιπτώσεις του «γρήγορου» διαλόγου).

Είναι προφανές ότι ένας τρόπος για την εισαγωγή δεδομένων είναι να χρησιμοποιείται ένας διακόπτης για κάθε δυνατή ενέργεια του χρήστη. Δηλαδή να χρησιμοποιείται ο ένας για την ενέργεια «Επιλογή» και ο άλλος για την «Επόμενο». Ωστόσο, όπως έχουμε ήδη αναφέρει στόχος μας είναι η ελάχιστη δυνατή προσπάθεια εκ μέρους του χρήστη. Για το λόγο αυτό, υλοποιήθηκε και ένας εναλλακτικός τρόπος εισαγωγής δεδομένων. Σε αυτό τον τρόπο λειτουργίας της σάρωσης, η ενέργεια «Επόμενο» πραγματοποιείται

αυτόματα μετά τη διέλευση συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος. Το διάστημα αυτό αρχικά ορίστηκε να είναι το ένα δευτερόλεπτο, ωστόσο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να το τροποποιήσει σε περίπτωση που θεωρεί ότι είναι πολύ σύντομο. Έτσι, αν ο διάλογος με ένα αντικείμενο βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη κατάσταση και για ένα δευτερόλεπτο ο χρήστης δεν εισάγει δεδομένα, ενεργοποιείται αυτόματα η ενέργεια «Επόμενο». Οπότε ο διάλογος είτε παραμένει στο ίδιο αντικείμενο αλλάζοντας κατάσταση, είτε μεταβαίνει στο επόμενο προς σάρωση αντικείμενο. Με τον αυτόματο τρόπο λειτουργίας της σάρωσης, η αλληλεπίδραση που απαιτείται εκ μέρους του χρήστη μειώνεται αρκετά. Επιπλέον, ο ένας από τους δύο διακόπτες αποδεσμεύεται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαφορετικά, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Στα αντικείμενα εισαγωγής κειμένου, η είσοδος δεδομένων αφορά το κείμενο που επιθυμεί ο χρήστης να γράψει. Εφόσον όμως η χρήση συμβατικού πληκτρολογίου δεν ήταν δυνατή χρησιμοποιήθηκε ένα εικονικό πληκτρολόγιο. Έτσι, αφού εκφράσει ο χρήστης την επιθυμία του να αλληλεπιδράσει με ένα αντικείμενο εισαγωγής κειμένου, εμφανίζεται στην οθόνη το εικονικό πληκτρολόγιο και η σάρωση μεταφέρεται σε αυτό. Με τη βοήθεια του πληκτρολογίου ο χρήστης εισάγει το κείμενο που επιθυμεί και αφού το κλείσει η σάρωση επανέρχεται στο αρχικό παράθυρο. Περισσότερες λεπτομέρειες για το πληκτρολόγιο και τη χρήση του θα δούμε σε επόμενη ενότητα, όπου θα παρουσιάσουμε όλες τις γραφικές διεπαφές που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή της σάρωσης.

Τέλος, στο σημείο αυτό θα μελετήσουμε μια τεχνική λεπτομέρεια που αφορά τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με ένα αντικείμενο. Για τα αντικείμενα εισαγωγής κειμένου έχουμε ήδη εξηγήσει τη διαδικασία, ενώ για τα αντικείμενα περιέκτες η αλληλεπίδραση ερμηνεύεται ως μετάβαση του διαλόγου στα περιεχόμενα αντικείμενα. Οι κατηγορίες με τις οποίες θα ασχοληθούμε ιδιαίτερος είναι τα απλά αντικείμενα και τα αντικείμενα επιλογής.

Στα απλά αντικείμενα, η αλληλεπίδραση ερμηνεύεται ως η πραγματοποίηση της ενέργειας που είναι συνδεδεμένη με το αντικείμενο και η οποία, χρησιμοποιώντας ως συσκευή κατάδειξης το ποντίκι, πραγματοποιείται με απλή κρότηση. Στην περίπτωση της εφαρμογής της σάρωσης, αρχικά υλοποιήθηκε με τη βοήθεια της πλατφόρμας Active Accessibility. Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν περιπτώσεις που οι συναρτήσεις της πλατφόρμας που χρησιμοποιούνταν αποτύγχαναν, χωρίς προφανή λόγο. Έτσι, προκειμένου να εξασφαλιστεί η πραγματοποίηση των ενεργειών που επιθυμεί ο χρήστης, υλοποιήθηκε προγραμματιστικά η μετακίνηση του δείκτη του ποντικιού στην κατάλληλη θέση (αφού γνωρίζουμε τις συντεταγμένες του αντικειμένου), η πραγματοποίηση κρότησης και η επιστροφή του δείκτη στην αρχική του θέση. Οι ενέργειες αυτές πραγματοποιούνται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, οπότε τις περισσότερες φορές δεν είναι ορατή μετακίνηση του δείκτη του ποντικιού στην οθόνη. Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι υπό κανονικές συνθήκες ο δείκτης του ποντικιού δεν εμφανίζεται στην οθόνη όταν λειτουργεί η εφαρμογή της σάρωσης. Η εμφάνιση του δείκτη πραγματοποιείται μόνο αφού το επιλέξει ο ίδιος ο χρήστης, όπως θα δούμε και στη συνέχεια.

Στα αντικείμενα επιλογής, ωστόσο χρησιμοποιήθηκαν συναρτήσεις της πλατφόρμας Active Accessibility, στην περίπτωση που ο χρήστης πραγματοποιεί επιλογή του αντικειμένου. Η τακτική που ακολουθήσαμε διαφοροποιείται στην περίπτωση αυτών των αντικειμένων, για έναν κυρίως λόγο. Θα έπρεπε ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να αναιρέσει την επιλογή ενός αντικειμένου. Με την προσομοίωση κρότησης μέσω του ποντικιού, το αποτέλεσμα δε θα ήταν το επιθυμητό, αφού αν ένα αντικείμενο είναι επιλεγμένο η πραγματοποίηση κρότησης αντιστοιχεί στην ενέργεια τροποποίησης του ονόματος του αντικειμένου.

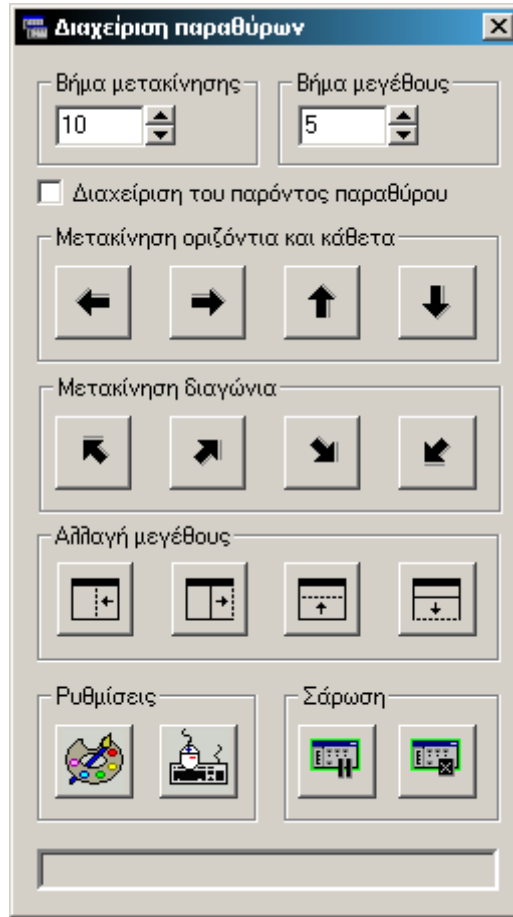
Από όσα έχουμε δει μέχρι στιγμής η διεπαφή της σάρωσης αποτελείται μόνο από το πλαίσιο εστίασης. Ωστόσο, για την εκτέλεση ορισμένων λειτουργιών, οι οποίες πραγματοποιούνται αποκλειστικά με τη βοήθεια του ποντικιού, όπως η αλλαγή θέσης ενός παραθύρου, ήταν αναγκαία η χρήση ενός γραφικού περιβάλλοντος. Έτσι στην ενότητα που ακολουθεί θα παρουσιάσουμε τις γραφικές διεπαφές που ανήκουν στη σάρωση, τις λειτουργίες που πραγματοποιούν και τον τρόπο χρήσης τους.

### **3.6 Γραφικές διεπαφές της σάρωσης**

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τις γραφικές διεπαφές που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Αρχικά, θα παρουσιάσουμε τη διεπαφή βοηθητικής διαχείρισης παραθύρων, που αναπτύχθηκε για να μπορεί ο χρήστης να καθορίζει κάποια χαρακτηριστικά της σάρωσης αλλά και να διαχειρίζεται το παράθυρο που σαρώνεται. Στη συνέχεια, θα μελετήσουμε το πληκτρολόγιο που χρησιμοποιήθηκε και τις βελτιστοποιήσεις που πραγματοποιήθηκαν ώστε η χρήση του με τη σάρωση να είναι πιο αποδοτική.

#### **3.6.1 Βοηθητική διαχείριση παραθύρων**

Το παράθυρο αυτό περιλαμβάνει λειτουργίες διαχείρισης του παραθύρου της σάρωσης, όπως η μετακίνηση και η αλλαγή μεγέθους του. Επιπλέον, περιλαμβάνει λειτουργίες που επιτρέπουν στο χρήστη να καθορίσει κάποια χαρακτηριστικά της αλληλεπίδρασης, όπως το χρώμα και το μέγεθος του πλαισίου εστίασης. Τέλος παρέχονται οι λειτουργίες προσωρινής και οριστικής παύσης της εφαρμογής σάρωσης. Το παράθυρο, του οποίου τις λειτουργίες θα παρουσιάσουμε αναλυτικότερα στη συνέχεια, φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 19 Παράθυρο διαχείρισης

Η ανάλυση των λειτουργιών που μπορεί να πραγματοποιήσει ο χρήστης μέσω του συγκεκριμένου παραθύρου θα πραγματοποιηθεί από πάνω προς τα κάτω και από αριστερά προς τα δεξιά. Αρχικά η απόσταση κατά την οποία μετακινείται ένα παράθυρο (προς οποιαδήποτε κατεύθυνση) ορίζεται να είναι δέκα εικονοστοιχεία (pixels). Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει τη συγκεκριμένη ρύθμιση ώστε να εξυπηρετεί τις εκάστοτε ανάγκες του, τροποποιώντας την παράμετρο «Βήμα μετακίνησης». Αντίστοιχα μπορεί να τροποποιήσει την παράμετρο «Βήμα μεγέθους», της οποίας η τιμή εκφράζει κατά πόσα εικονοστοιχεία θα μεταβληθεί το μέγεθος του παραθύρου (όταν πραγματοποιηθεί η κατάλληλη ενέργεια εκ μέρους του χρήστη).

Με την ενεργοποίηση του πλαισίου επιλογής «Διαχείριση του παρόντος παραθύρου» καθίσταται δυνατή η αλλαγή της θέσης του ίδιου του παραθύρου διαχείρισης. Η μεταβολή μεγέθους στο συγκεκριμένο παράθυρο δεν υποστηρίζεται λόγω χαρακτηριστικών του ίδιου του παραθύρου. Γενικά, υπάρχουν δύο κατηγορίες παραθύρων: αυτές που επιτρέπουν μεταβολή του μεγέθους τους και αυτές που δεν το επιτρέπουν. Γραφικά, σε όσα παράθυρα υποστηρίζουν τη μεταβολή μεγέθους, η δυνατότητα γίνεται προφανής με την ύπαρξη ενός πλαισίου αλλαγής μεγέθους (size grip) στην κάτω δεξιά γωνία του παραθύρου.

Τα κουμπιά που περιβάλλονται από το πλαίσιο ομαδοποίησης με όνομα «Μετακίνηση οριζόντια και κάθετα» πραγματοποιούν λειτουργίες μετακίνησης του παραθύρου αριστερά, δεξιά, πάνω και κάτω. Αντίστοιχα τα κουμπιά που εντάσσονται στο πλαίσιο με όνομα «Μετακίνηση διαγώνια» πραγματοποιούν μετακίνηση του παραθύρου πάνω και αριστερά, πάνω και δεξιά, κάτω και δεξιά, κάτω και αριστερά. Σε περίπτωση που το παράθυρο δεν έχει δυνατότητα μετακίνησης προς μια κατεύθυνση, τα αντίστοιχα κουμπιά γίνονται ανενεργά, προφυλάσσοντας έτσι το χρήστη από την εκτέλεση ενεργειών χωρίς αποτέλεσμα. Έτσι, για παράδειγμα, αν ένα παράθυρο βρίσκεται όσο πιο αριστερά γίνεται στην οθόνη τα κουμπιά που γίνονται ανενεργά είναι αυτά που προκαλούν μετακίνηση του παραθύρου προς τα αριστερά, πάνω και αριστερά, κάτω και αριστερά. Κατ' αντιστοιχία, η μετακίνηση ενός παραθύρου που είναι μεγιστοποιημένο δεν είναι δυνατή, συνεπώς όλα τα κουμπιά που αφορούν μετακίνηση του παραθύρου γίνονται ανενεργά και δεν προστίθενται στην ιεραρχία της σάρωσης.

Τα κουμπιά που ανήκουν στην κατηγορία «Αλλαγή μεγέθους», πραγματοποιούν τις ακόλουθες λειτουργίες (όπως τα συναντάμε από αριστερά προς τα δεξιά) σχετικά με το μέγεθος του παραθύρου: μείωση του πλάτους, αύξηση του πλάτους, μείωση του ύψους και αύξηση του ύψους. Σε περιπτώσεις παραθύρων που δεν υποστηρίζουν λειτουργίες αλλαγής μεγέθους του παραθύρου, τα κουμπιά αυτά είναι ανενεργά και συνεπώς δεν περιλαμβάνονται στα αντικείμενα της σάρωσης.

Συνεχίζοντας την περιγραφή των λειτουργιών του συγκεκριμένου παραθύρου, συναντάμε δύο κουμπιά που ανήκουν στην κατηγορία «Ρυθμίσεις» και πραγματοποιούν ρυθμίσεις σχετικά με τη σάρωση και ειδικότερα για το πλαίσιο εστίασης και για τις συσκευές εισόδου. Τις σχετικές γραφικές διεπαφές και τη λειτουργικότητα τους θα μελετήσουμε στις αμέσως ακόλουθες ενότητες.

Η τελευταία κατηγορία λειτουργιών αφορά την εφαρμογή της σάρωσης και συγκεκριμένα την προσωρινή αλλά και οριστική παύση της. Το κουμπί που πραγματοποιεί την προσωρινή παύση είναι το αριστερό και αφού πατηθεί, ο ρόλος του αλλάζει και μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλέον για την επανεκκίνηση της εφαρμογής. Παράλληλα με το ρόλο του, τροποποιείται και το εικονίδιο που περιγράφει τη λειτουργία του, ώστε να γίνεται άμεσα κατανοητή και στο χρήστη η αλλαγή αυτή. Έτσι, το κουμπί φαίνεται όπως στην εικόνα που ακολουθεί:



Εικόνα 20 Κουμπί επανεκκίνησης της σάρωσης

Με την προσωρινή παύση της εφαρμογής της σάρωσης, ο δείκτης του ποντικιού γίνεται και πάλι ορατός ώστε να είναι δυνατή η επανεκκίνηση της.

Τέλος, για την υποβοήθηση των χρηστών ώστε να κατανοούν ευκολότερα τη λειτουργία κάθε κουμπιού, κάθε φορά που το πλαίσιο εστίασης βρίσκεται σε ένα κουμπί, στο πλαίσιο που βρίσκεται στο κατώτερο σημείο του παραθύρου

διαχείρισης, αναγράφεται μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας του κουμπιού στο οποίο βρίσκεται ο διάλογος.

Ο τρόπος ενεργοποίησης του παραθύρου διαχείρισης διαφέρει ανάλογα με το είδος της σάρωσης που χρησιμοποιείται. Έτσι, για την αυτόματη σάρωση με χρήση χρόνου, το παράθυρο ενεργοποιείται με τη χρήση του δεύτερου διακόπτη. Στην περίπτωση όμως της χειροκίνητης σάρωσης και στους δύο διακόπτες έχει ανατεθεί μία ενέργεια. Οπότε, το παράθυρο εμφανίζεται με το συνεχές πάτημα του διακόπτη που πραγματοποιεί την ενέργεια «Επιλογή». Ο περιορισμός αυτός τίθεται μόνο στην παρούσα έκδοση της εφαρμογής, όπου ως συσκευή εισόδου χρησιμοποιείται ένα ζεύγος διακοπών. Σε περίπτωση που διαθέταμε μια συσκευή με περισσότερους διακόπτες, θα μπορούσε η ενεργοποίηση του παραθύρου να συνδεθεί αποκλειστικά με ένα ξεχωριστό διακόπτη.

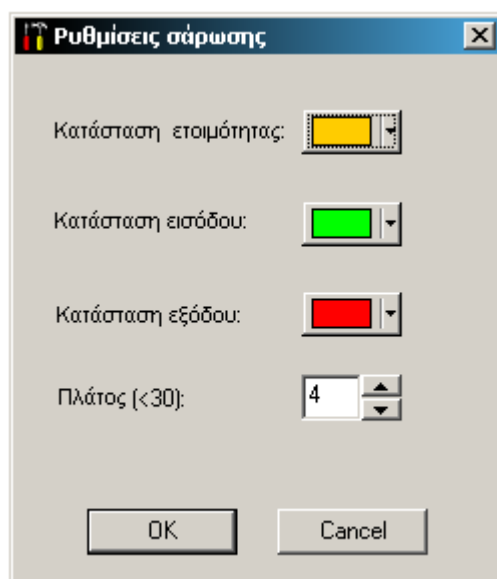
### 3.6.2 Ρυθμίσεις σάρωσης

Με την επιλογή του κουμπιού ρυθμίσεων σάρωσης από το παράθυρο διαχείρισης, εμφανίζεται το παράθυρο μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει τις σχετικές λειτουργίες.



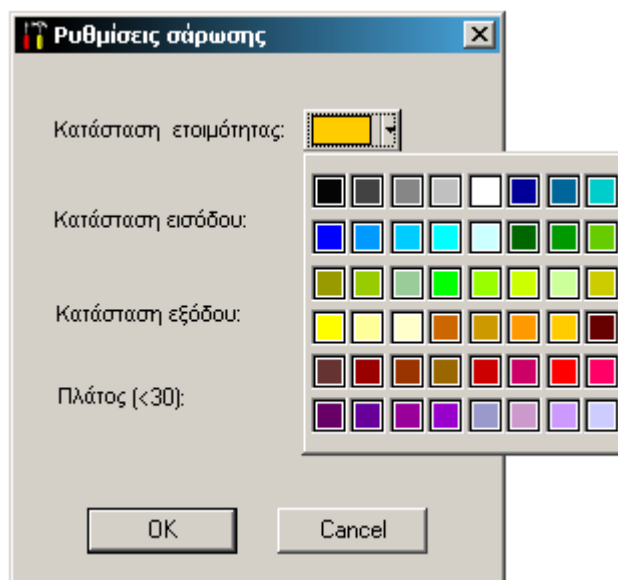
Εικόνα 21 Κουμπί ρυθμίσεων σάρωσης

Το παράθυρο αυτό έχει τίτλο «Ρυθμίσεις σάρωσης» και φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 22 Παράθυρο ρυθμίσεων σάρωσης

Μέσω των τριών πρώτων κουμπιών ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει το χρώμα του πλαισίου εστίασης για κάθε μία από τις καταστάσεις ετοιμότητας, εισόδου και εξόδου αντίστοιχα. Αρχικά το κουμπί δείχνει το χρώμα το οποίο χρησιμοποιείται την τρέχουσα στιγμή. Αν ο χρήστης το πατήσει, εμφανίζεται μια παλέτα σαράντα οκτώ χρωμάτων, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 23 Παλέτα χρωμάτων

Η σάρωση μεταφέρεται αυτόματα στον κατάλογο των χρωμάτων. Ο κατάλογος αυτός κλείνει είτε αφού επιλέξει ο χρήστης ένα χρώμα, είτε αφού μεταβεί με τη σάρωση στο πλαίσιο του παραθύρου της παλέτας και σε κατάσταση εξόδου πατήσει το διακόπτη που αντιστοιχεί στην ενέργεια «Επιλογή». Δηλαδή ο κατάλογος των χρωμάτων συμπεριφέρεται στη σάρωση ακριβώς όπως μια πτυσσόμενη λίστα.

Τέλος, μέσω του παραθύρου ρυθμίσεων της σάρωσης ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει το πλάτος του πλαισίου εστίασης. Το αρχικό πλάτος του πλαισίου είναι τέσσερα εικονοστοιχεία, ενώ το άνω όριο που τίθεται από την εφαρμογή είναι τα τριάντα εικονοστοιχεία. Το όριο αυτό δεν τέθηκε λόγω κάποιου τεχνικού περιορισμού, αλλά αποκλειστικά για λόγους αισθητικής.

Η κατηγορία ρυθμίσεων την οποία μόλις αναλύσαμε, διευκολύνει τους χρήστες να ορίζουν τις προτιμήσεις τους, σε σχέση με την εμφάνιση της εφαρμογής. Με τον τρόπο αυτό εξυπηρετούνται ανάγκες τους οι οποίες αν και δεν αποτελούν άμεσο στόχο της εφαρμογής αντιμετωπίζονται. Χαρακτηριστικά παραδείγματα χρηστών που καλύπτονται με τις προαναφερθείσες τροποποιήσεις είναι χρήστες με αχρωματοψία, ή με δυσκολίες στην όραση.

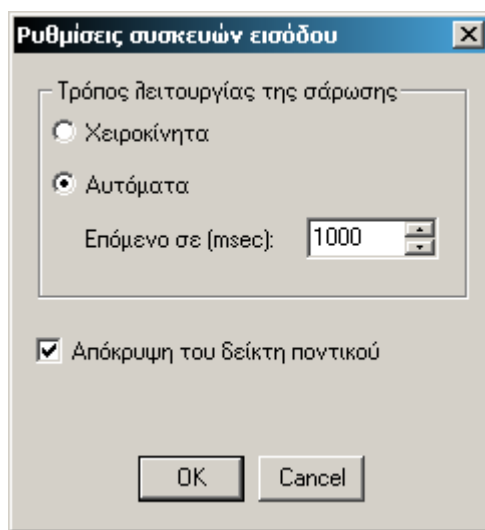
### 3.6.3 Ρυθμίσεις συσκευών εισόδου

Δίπλα από το κουμπί ρυθμίσεων σάρωσης, βρίσκεται το κουμπί ρυθμίσεων των συσκευών εισόδου.



Εικόνα 24 Κουμπί ρυθμίσεων συσκευών εισόδου

Με την επιλογή του, εμφανίζεται το σχετικό παράθυρο, που έχει τίτλο «Ρυθμίσεις συσκευών εισόδου» και φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 25 Παράθυρο ρυθμίσεων συσκευών εισόδου

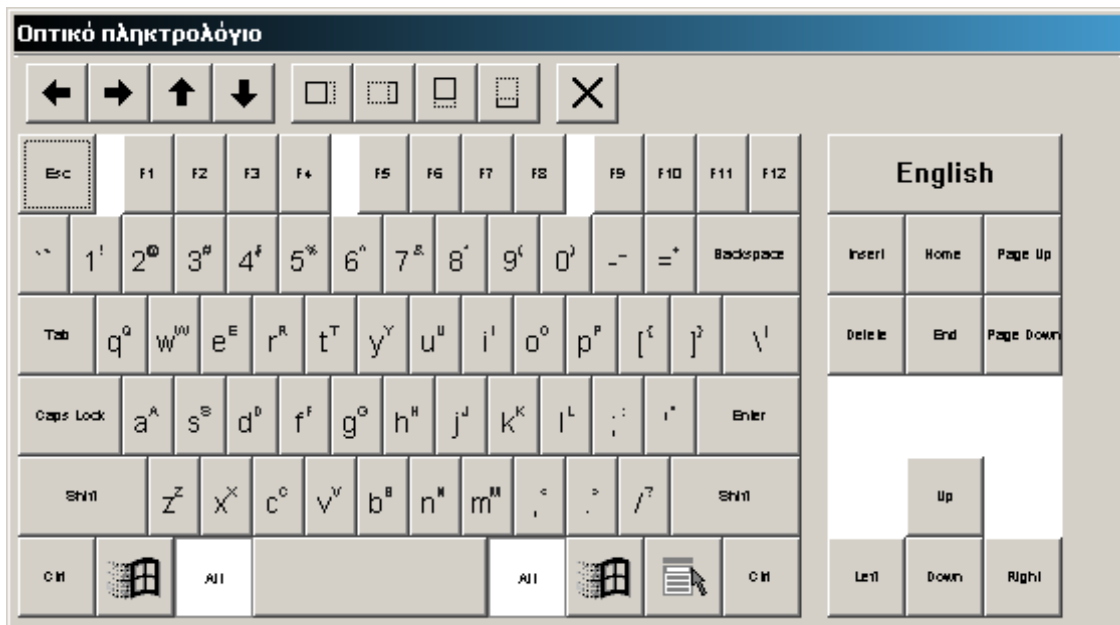
Οι ρυθμίσεις που μπορεί να πραγματοποιήσει ο χρήστης μέσω αυτής της διεπαφής, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τον τρόπο λειτουργίας της σάρωσης, ο οποίος αρχικά έχει επιλεγθεί να είναι αυτόματος, ενώ το χρονικό διάστημα πραγματοποίησης της ενέργειας «Επόμενο» είναι το ένα δευτερόλεπτο, το οποίο είναι και το κάτω όριο. Επιλέγοντας τη χειροκίνητη σάρωση, μπορεί όπως έχουμε προαναφέρει να επιλέγει ο ίδιος ο χρήστης τότε πραγματοποιείται η ενέργεια «Επόμενο». Η σημαντικότερη δυνατότητα όμως που παρέχεται στο χρήστη είναι ο προσδιορισμός του χρόνου στον οποίο πραγματοποιείται η ενέργεια «Επόμενο» κατά την αυτόματη σάρωση. Έτσι, ένα άτομο με σημαντικότερα προβλήματα κίνησης θα μπορεί να αυξήσει το συγκεκριμένο χρόνο κατάλληλα ώστε να προλαβαίνει χωρίς δυσκολία να πατά το διακόπτη που αντιστοιχεί στην ενέργεια «Επιλογή».

Η δεύτερη επιλογή που μπορεί ο χρήστης να πραγματοποιήσει μέσω της διεπαφής που μελετάμε, είναι αν θα φαίνεται ή όχι ο δείκτης του ποντικιού. Η αρχική επιλογή έχει οριστεί από την εφαρμογή και είναι να μην είναι ορατός.



### 3.6.4 Οπτικό πληκτρολόγιο

Το οπτικό πληκτρολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της σάρωσης, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στο Εργαστήριο Επικοινωνίας Ανθρώπου – Μηχανής του Ινστιτούτου Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής κειμενογράφου. Στα πλαίσια της εφαρμογής αυτής, υλοποιήθηκε τόσο ως τμήμα της γραφικής διεπαφής αλλά και ανεξάρτητο ως ξεχωριστή βιβλιοθήκη, όπως και χρησιμοποιήθηκε από την εφαρμογή της σάρωσης. Στην Εικόνα 26, παρουσιάζεται μια αναπαράσταση του οπτικού πληκτρολογίου.

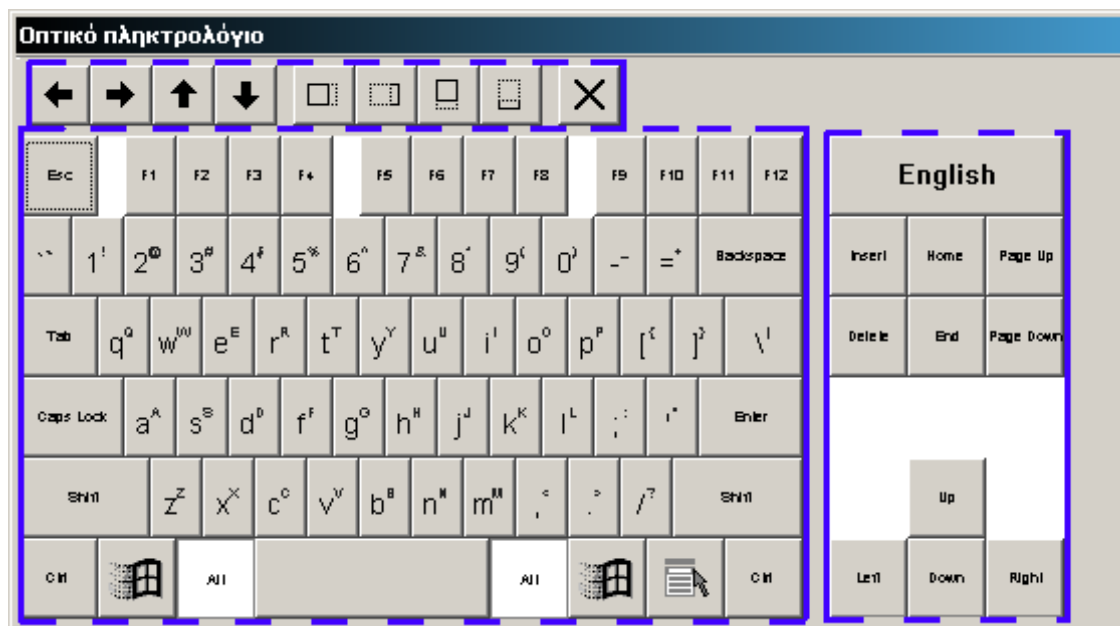


Εικόνα 26 Οπτικό πληκτρολόγιο

Όπως βλέπουμε πρόκειται για ένα πληκτρολόγιο διάταξης “qwerty”, χωρίς το τμήμα του αριθμητικού πληκτρολογίου. Η πρώτη σειρά κουμπιών αφορά λειτουργίες διαχείρισης του ίδιου του παραθύρου. Πιο συγκεκριμένα, τα τέσσερα πρώτα κουμπιά πραγματοποιούν μετακίνηση του παραθύρου προς αριστερά, δεξιά, πάνω και κάτω. Τα τέσσερα επόμενα, όπως τα συναντάμε από αριστερά προς τα δεξιά, πραγματοποιούν αύξηση και μείωση του πλάτους καθώς και αύξηση και μείωση του ύψους του παραθύρου. Το τελευταίο από τα κουμπιά πραγματοποιεί το κλείσιμο του παραθύρου του πληκτρολογίου.

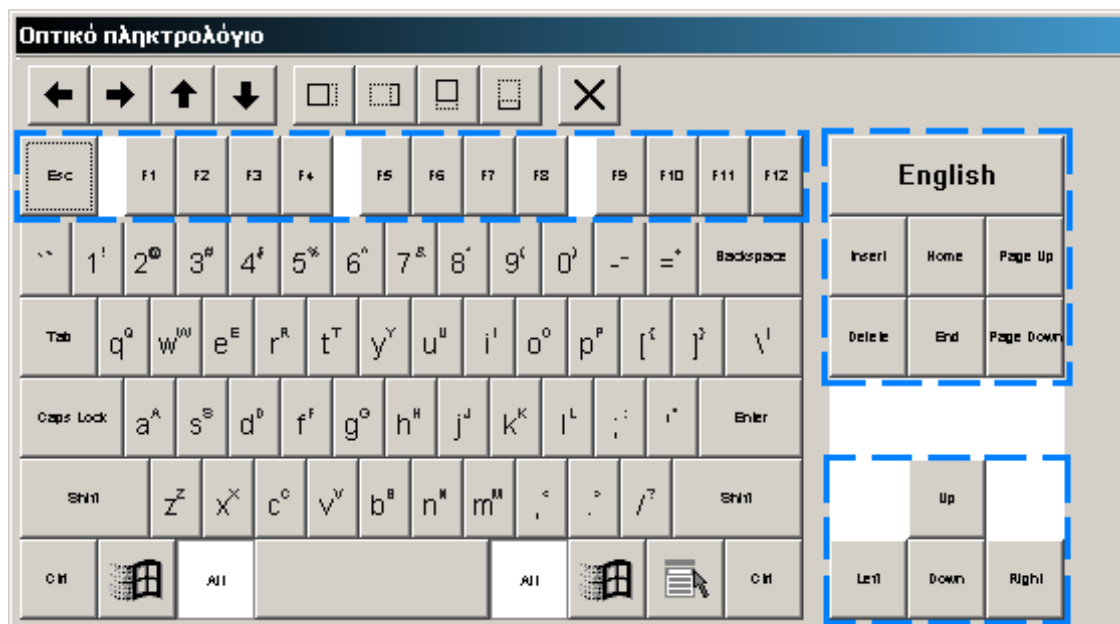
Για να είναι πιο αποτελεσματική η σάρωση έχουν δημιουργηθεί ομάδες κουμπιών, ώστε να μην περνά το πλαίσιο εστίασης από κάθε ένα κουμπί ξεχωριστά. Έτσι, μία ομάδα αποτελούν τα κουμπιά διαχείρισης, μία το αλφαριθμητικό τμήμα του πληκτρολογίου (που βρίσκεται αριστερά) και μία το τμήμα με πλήκτρα αλλαγής της θέσης του δείκτη (που βρίσκεται δεξιά). Στο αλφαριθμητικό τμήμα του πληκτρολογίου κάθε σειρά αποτελεί μια ξεχωριστή ομάδα κουμπιών, ενώ το τμήμα με τα πλήκτρα αλλαγής θέσης του δείκτη χωρίζεται σε δύο υποομάδες (όπως φαίνεται και οπτικά). Για να γίνει πιο σαφής η ομαδοποίηση που αναφέραμε, ακολουθεί γραφική αναπαράστασή της.

Στην Εικόνα 27 παρουσιάζεται η ομαδοποίηση πρώτου επιπέδου.



Εικόνα 27 Πρώτο επίπεδο περιεκτών στο οπτικό πληκτρολόγιο

Στη συνέχεια για τις περιπτώσεις που κρίθηκε απαραίτητο, πραγματοποιήθηκε, όπως αναφέραμε, επιπλέον ομαδοποίηση. Έτσι στο αριστερό τμήμα του πληκτρολογίου, κάθε σειρά αποτελεί μια ξεχωριστή ενότητα. Ενώ στο δεξιότερο τμήμα, δημιουργήθηκαν δύο υποομάδες, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 28.



Εικόνα 28 Δεύτερο επίπεδο περιεκτών στο οπτικό πληκτρολόγιο

Ύστερα από δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο, συμπεράναμε ότι η ταχύτητα εισαγωγής κειμένου ήταν ακόμα πολύ αργή, παρά τις αρχικές ομαδοποιήσεις που είχαν γίνει. Για το λόγο αυτό, κρίθηκε απαραίτητος ο

διαχωρισμός των κουμπιών μιας γραμμής του αλφαριθμητικού τμήματος του πληκτρολογίου σε δύο ακόμα ομάδες. Η σύγκριση σε σχέση με την προηγούμενη διάταξη (δηλαδή χωρίς την επιπλέον ομαδοποίηση) μπορεί να πραγματοποιηθεί σε δύο επίπεδα: σε σχέση με τον αριθμό των ενεργειών που χρειάζεται να πραγματοποιήσει ο χρήστης και σε σχέση με το χρόνο που απαιτείται για να διεκπεραιώσει την εργασία του.

Οι τύποι και τα παραδείγματα που ακολουθούν για να μελετήσουμε τη συμπεριφορά των παραπάνω παραμέτρων, αφορούν την περίπτωση της αυτόματης σάρωσης με χρήση τεχνικών γρήγορου διαλόγου, με χρονικό διάστημα πραγματοποίησης της ενέργειας «Επόμενο» το ένα δευτερόλεπτο. Επίσης θεωρήσαμε ότι ο χρόνος που χρειάζεται για την ενέργεια «Επιλογή» είναι σταθερός και ίσος με ένα δευτερόλεπτο.

### Αριθμός ενεργειών

Με την πρώτη διάταξη, το πλήθος των ενεργειών που απαιτούνται για να επιλέξει ο χρήστης ένα κουμπί της  $i$  γραμμής, δίνεται από τη σχέση:

$$N = i + 1$$

Όπου  $i$  είναι το πλήθος των ενεργειών που απαιτούνται για να μεταβεί ο χρήστης στη γραμμή  $i$ , όταν το πλαίσιο εστίασης βρίσκεται στο αλφαριθμητικό τμήμα του πληκτρολογίου. Αφού ο χρήστης επιλέξει τη γραμμή, απαιτείται μία μόνο ενέργεια εκ μέρους του για να επιλέξει το κουμπί που επιθυμεί.

Αντίστοιχα, το πλήθος των ενεργειών που απαιτούνται με τη δεύτερη διάταξη, δίνεται από τη σχέση:

$$N = i + 2,$$

αν το κουμπί βρίσκεται στην πρώτη ομάδα κουμπιών της γραμμής. Η μία παραπάνω ενέργεια που απαιτείται στην περίπτωση αυτή είναι για να επιλέξει ο χρήστης να μεταβεί η σάρωση στα περιεχόμενα της πρώτης υποομάδας.

Αν το κουμπί ανήκει στη δεύτερη ομάδα κουμπιών της γραμμής, το πλήθος των ενεργειών είναι:

$$N = i + 3,$$

όπου αφού επιλεγθεί η γραμμή χρειάζεται μία ενέργεια για να μεταβεί το πλαίσιο από την πρώτη υποομάδα στη δεύτερη, μία για να επιλεγθεί η δεύτερη και μία για να επιλεγθεί το κουμπί.

Επειδή όμως η διαδικασία πληκτρολόγησης μιας λέξης είναι πιο πολύπλοκη για να έχουμε μια ενδεικτική εκτίμηση για κάθε διάταξη, θα εξετάσουμε ορισμένες συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Έτσι αν ο χρήστης θέλει να πατήσει ένα γράμμα από την πρώτη και ένα γράμμα από τη δεύτερη υποομάδα, με την πρώτη διάταξη θα πραγματοποιήσει τρεις ενέργειες, ενώ με τη δεύτερη πέντε. Αν επιθυμεί το αντίστροφο (δηλαδή πρώτα να επιλέξει ένα

γράμμα της δεύτερης υποομάδας και ύστερα ένα της πρώτης), με την πρώτη διάταξη απαιτούνται τέσσερις ενέργειες, ενώ με τη δεύτερη οκτώ. Τέλος, στην περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να επιλέξει δύο γράμματα της πρώτης υποομάδας, από τα οποία όμως το πρώτο βρίσκεται μετά το δεύτερο, με την πρώτη διάταξη θα χρειαστούν τέσσερις ενέργειες, ενώ με τη δεύτερη πέντε.

### Χρόνος διεκπεραίωσης

Η παράμετρος αυτή μας ενδιαφέρει περισσότερο, στην περίπτωση του οπτικού πληκτρολογίου μιας και είναι αυτή που καθορίζει την απόδοση του χρήστη. Έτσι αν  $T$  είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα που απαιτείται για την επιλογή του γράμματος  $j$  της γραμμής  $i$ , για την πρώτη διάταξη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$T = 2 * i + j - 1,$$

όπου ο χρόνος που χρειάζεται για να επιλεγεί η γραμμή  $i$  είναι  $2 * i - 1$ . Αυτό προκύπτει σύμφωνα με τον ακόλουθο συλλογισμό: για τη μετάβαση από μία γραμμή σε μια άλλη απαιτούνται δύο δευτερόλεπτα (ένα για τη μετάβαση από κατάσταση εισόδου σε κατάσταση εξόδου και ένα για την ενέργεια «Επιλογή», ενώ βρισκόμαστε σε κατάσταση εξόδου). Έτσι, για να μεταβεί η σάρωση μέχρι τη γραμμή  $i$ , απαιτούνται  $2 * i - 2$  δευτερόλεπτα. Για την επιλογή της γραμμής  $i$ , απαιτείται ένα δευτερόλεπτο. Άρα συνολικά, για την επιλογή της γραμμής  $i$  απαιτούνται  $2 * i - 1$  δευτερόλεπτα. Τέλος, ο χρόνος που απαιτείται για την επιλογή του συγκεκριμένου γράμματος είναι  $j$  δευτερόλεπτα.

Για τη δεύτερη διάταξη, ο χρόνος υπολογίζεται ως εξής:

$$T = 2 * i + j,$$

αν το γράμμα ανήκει στην πρώτη υποομάδα. Και στην περίπτωση αυτή απαιτούνται  $2 * i - 1$  δευτερόλεπτα για την επιλογή της γραμμής, 1 δευτερόλεπτο για την επιλογή της πρώτης υποομάδας και  $j$  δευτερόλεπτα για την επιλογή του γράμματος.

Αν το γράμμα ανήκει στη δεύτερη υποομάδα, ο χρόνος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$T = 2 * i + j + 2 - n_a,$$

όπου  $n_a$  είναι το πλήθος των γραμμάτων που ανήκουν στην πρώτη υποομάδα. Για την ομαδοποίηση που υλοποιήθηκε, η ελάχιστη τιμή του χρόνου είναι  $T = 2 * i + j - 5$  (για τη 2<sup>η</sup>, 3<sup>η</sup>, και 4<sup>η</sup> γραμμή), ενώ η μέγιστη τιμή είναι  $T = 2 * i + j - 2$  (για την 6<sup>η</sup> γραμμή).

Από τους τύπους που παρουσιάσαμε δεν είναι ακόμα προφανές ποια είναι η καλύτερη διάταξη, αφού στις περιπτώσεις που το γράμμα ανήκει στην πρώτη υποομάδα προτιμότερη είναι η πρώτη διάταξη, ενώ στις περιπτώσεις που ανήκει στη δεύτερη υποομάδα, προτιμότερη είναι η δεύτερη διάταξη. Αυτό που είναι όμως σημαντικότερο κατά τη χρήση του πληκτρολογίου, είναι ο χρόνος που απαιτείται για

τη μετάβαση από το ένα γράμμα στο άλλο. Για να μελετήσουμε την παράμετρο αυτή, θα παρουσιάσουμε δύο παραδείγματα: ένα για τη χειρότερη περίπτωση και ένα για την καλύτερη.

Το πρώτο παράδειγμα που θα μελετήσουμε αφορά τη μετάβαση από ένα γράμμα μιας υποομάδας σε ένα γράμμα της άλλης υποομάδας στην ίδια γραμμή, έστω για παράδειγμα να μεταβούμε από το πλήκτρο «1» στο 7». Με την πρώτη διάταξη απαιτούνται έξι δευτερόλεπτα, ενώ με τη δεύτερη οκτώ. Το δεύτερο παράδειγμα αφορά τη μετάβαση από το πρώτο πλήκτρο μιας γραμμής στο τελευταίο μιας άλλης. Έτσι για να μεταβούμε από το πλήκτρο “Tab” στο “Enter”, με την πρώτη διάταξη απαιτούνται είκοσι εννέα δευτερόλεπτα, ενώ με τη δεύτερη είκοσι. Συνεπώς μπορούμε να πούμε, ότι κατά μέσο όρο η διαδικασία πληκτρολόγησης επιταχύνεται με τη δεύτερη διάταξη.

Για την επιβεβαίωση των θεωρητικών αυτών μετρήσεων, πραγματοποιήθηκαν αρκετές πειραματικές μετρήσεις από τις οποίες προέκυψε ότι η δεύτερη διάταξη ήταν αρκετά καλύτερη από την πρώτη. Για παράδειγμα, για να πληκτρολογήσει ένας έμπειρος στην εφαρμογή της σάρωσης χρήστης μια λέξη δεκαπέντε γραμμάτων, με τη δεύτερη διάταξη χρειάστηκε 40 δευτερόλεπτα λιγότερα από ότι με την πρώτη.

Μία ακόμα παράμετρος η οποία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή της διάταξης είναι ο χρόνος αλλά και οι ενέργειες που απαιτούνται για να επανέλθει μετά από ένα λάθος ο χρήστης. Όπου λάθος για την εφαρμογή της σάρωσης δεν είναι μόνο η επιλογή κάποιου λανθασμένου πλήκτρου, αλλά και η επιλογή του χρήστη να αλληλεπιδράσει με ένα αντικείμενο περιέκτη το οποίο όμως τελικά δεν περιέχει το πλήκτρο το οποίο επιθυμεί. Έτσι και για την περίπτωση αυτής της παραμέτρου, αυτό που διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο είναι ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάβαση από ένα πλήκτρο σε ένα άλλο. Όπως ήδη αποδείξαμε κατά μέσο όρο ο χρόνος αυτός είναι καλύτερος με τη δεύτερη διάταξη. Η μελέτη της παραμέτρου των ενεργειών που απαιτούνται πραγματοποιήθηκε περισσότερο με το ακόλουθο σκεπτικό: αν τελικά αποδεικνύαμε ότι ο χρόνος είναι καλύτερος, αλλά οι ενέργειες που απαιτούνται είναι κατά πολύ περισσότερες, θα έπρεπε να αναθεωρήσουμε τον αλγόριθμό που υλοποιήσαμε για τη βελτίωση της απόδοσης του χρήστη με το πληκτρολόγιο. Ωστόσο αυτό δεν ίσχυσε στην περίπτωσή μας, δηλαδή πράγματι οι ενέργειες που απαιτούνται είναι περισσότερες, παραμένουν ωστόσο συγκρίσιμες και δεν επηρεάζουν αρνητικά το τελικό αποτέλεσμα.

### 3.7 Απόκριση συστήματος

Σημαντικός παράγοντας για την αλληλεπίδραση ενός χρήστη με ένα σύστημα είναι η απόκριση του ίδιου του συστήματος. Στην περίπτωση της σάρωσης η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται με μια εφαρμογή σε περιβάλλον Microsoft Windows. Αυτό που στην παρούσα μορφή της εφαρμογής είναι σημαντικό είναι ότι εργαζόμαστε αποκλειστικά με μια εφαρμογή (και με όσα παράθυρα ανήκουν σε αυτή), με ένα όμως παράθυρο κάθε φορά. Συνεπώς, αυτό που μας ενδιαφέρει είναι η απόκριση του λειτουργικού συστήματος στις ενέργειες του χρήστη, όσον αφορά όμως το συγκεκριμένο παράθυρο.

Εκ μέρους του συστήματος, για κάθε ενέργεια που πραγματοποιεί ο χρήστης και έχει επίδραση σε κάποια εφαρμογή, ενεργοποιείται ένα μήνυμα το οποίο αποστέλλεται από το λειτουργικό σύστημα σε όσες εφαρμογές έχουν δηλώσει ότι επιθυμούν να λαμβάνουν τα μηνύματα αυτά. Το μήνυμα που στέλνεται από το λειτουργικό σύστημα στην εφαρμογή, αποτελείται από κάποιες παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτές καθορίζουν ποια είναι η ενέργεια που προκλήθηκε, ποιο είναι το αντικείμενο που την προκάλεσε (προσδιορίζοντας το window handle του), καθώς και τι είδους αντικείμενο είναι αυτό.

Θεωρητικά, κάθε φορά που στέλνεται ένα μήνυμα έχει συντελεστεί κάποια αλλαγή και η εφαρμογή της σάρωσης θα πρέπει να αντιδράσει ανάλογα. Για παράδειγμα, αν ληφθεί ένα μήνυμα που υποδηλώνει ότι το παράθυρο στο οποίο εργαζόμαστε κινήθηκε, θα πρέπει να ανανεωθούν τα στοιχεία που αφορούν τις συντεταγμένες των αντικειμένων της ιεραρχίας. Ωστόσο, στην πραγματικότητα η διαδικασία είναι αρκετά πιο πολύπλοκη. Κατ' αρχήν τα μηνύματα που στέλνονται αφορούν όλες τις εφαρμογές και όλα τα είδη των αντικειμένων. Στη σάρωση, ενδιαφερόμαστε μόνο για τα μηνύματα που αναφέρονται στην εφαρμογή που σαρώνεται. Συνεπώς, έπρεπε να πραγματοποιηθεί μια επιλογή μεταξύ των μηνυμάτων που στέλνονται από το σύστημα και τελικά επεξεργάζονται από την εφαρμογή. Έτσι, αρχικά απορρίπτονται όλα τα μηνύματα που αναφέρονται σε αντικείμενα τύπου: caret, δείκτη του ποντικιού, πλαισίου αλλαγής μεγέθους (size box), ήχου ή πλαισίου υποβοήθησης (tooltip). Στη συνέχεια, για κάθε μήνυμα που λαμβάνουμε, ελέγχουμε αν αναφέρεται σε κάποιο αντικείμενο από αυτά που βρίσκονται στην ιεραρχία μας. Στο σημείο αυτό γίνεται προφανής η ανάγκη για την κατασκευή του ελάχιστου δυνατού δένδρου, αφού χρειάζεται να το διατρέχουμε αρκετά συχνά. Αν το μήνυμα όντως αναφέρεται σε τέτοιο αντικείμενο και αν κατά περίπτωση κρίνεται απαραίτητο σχηματίζεται ξανά η ιεραρχία των αντικειμένων του παραθύρου.

Την ήδη υπάρχουσα πολυπλοκότητα επαυξάνει το γεγονός ότι για μία ενέργεια του χρήστη τα μηνύματα που αποστέλλονται είναι πάρα πολλά και συχνά διαφορετικά. Για παράδειγμα, για ένα παράθυρο που έρχεται στο προσκήνιο στέλνονται τα μηνύματα `EVENT_SYSTEM_FOREGROUND`, `EVENT_OBJECT_LOCATIONCHANGE`, `EVENT_OBJECT_REORDER` και `EVENT_OBJECT_FOCUS`. Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι κατά τη δημιουργία ενός παραθύρου, εκτός από το γεγονός ότι στέλνονται διαφορετικά μηνύματα, στέλνονται όχι μόνο για το γονικό αντικείμενο, αλλά και για τα περισσότερα από τα παιδιά του. Αν για κάθε μήνυμα που λαμβάνουμε, πραγματοποιούσαμε τη διαδικασία ελέγχου και ενίοτε ανακατασκευής της ιεραρχίας, ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που γίνεται η ενέργεια μέχρι τη στιγμή που η σάρωση είναι σε θέση να δέχεται δεδομένα και εντολές από το χρήστη θα ήταν πολύ μεγάλος.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων δόθηκε μια προτεραιότητα στα μηνύματα που λαμβάνουμε. Η επιλογή των μηνυμάτων τα οποία θα αντιμετωπίζονται κατά προτεραιότητα έγινε βάσει τριών παραγόντων: της σημαντικότητας, της μοναδικότητας και της συνέπειας με την οποία αποστέλλονται. Τα μηνύματα που αποστέλλονται από το σύστημα είναι συνολικά σαράντα δύο. Από αυτά επιλέχθηκαν τα επτά τα οποία θεωρήθηκαν τα πιο σημαντικά. Μια ακόμα παράμετρος της επιλογής ήταν όπως είπαμε η μοναδικότητα με την οποία αποστέλλονται τα μηνύματα. Έτσι,

προτιμήθηκαν αυτά τα οποία στέλνονται μία φορά για το γονικό αντικείμενο και όχι κατ' επανάληψη και για τα θυγατρικά αντικείμενα. Τέλος, η τρίτη παράμετρος ήταν η συνέπεια με την οποία στέλνονται τα μηνύματα. Τόσο μέσω παρατήρησης, όσο και βάσει των βοηθητικών εγγράφων (documentation) της πλατφόρμας Active Accessibility συμπεράναμε ότι το σύστημα δε στέλνει με συνέπεια ορισμένα μηνύματα όταν πραγματοποιηθεί η ενέργεια στην οποία αντιστοιχούν. Το αποτέλεσμα του ορισμού μηνυμάτων προτεραιότητας είναι η αποφυγή των περιττών ελέγχων και ανακατασκευών της δενδρικής ιεραρχίας. Έτσι για παράδειγμα, αν λάβουμε ένα μήνυμα προτεραιότητας και ενώ επεξεργαζόμαστε αυτό λάβουμε άλλα μηνύματα χαμηλότερης προτεραιότητας, αυτά αγνοούνται.

Όπως ήδη αναφέραμε, όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο δημιουργείται ξανά η ιεραρχία των αντικειμένων. Η ιδανικότερη αντιμετώπιση θα ήταν να γνωρίζαμε τι είναι αυτό που κάθε φορά αλλάζει στο παράθυρο και αντίστοιχα να προσαρμόζουμε την ιεραρχία. Ωστόσο η πληροφορία που παρέχεται μέσω των μηνυμάτων δεν είναι αρκετή για αυτού του είδους την αντιμετώπιση, αφού τα αντικείμενα που προκαλούν μια ενέργεια και συνεπώς την αποστολή του μηνύματος, προσδιορίζονται μέσω του window handle, το οποίο όπως έχουμε ήδη αναφέρει δε χαρακτηρίζει μοναδικά ένα αντικείμενο.

Η εξ' αρχής ανακατασκευή της ιεραρχίας έθεσε το πρόβλημα της διακοπής ροής του διαλόγου σάρωσης. Για παράδειγμα, στην εφαρμογή Windows Explorer, αν ο χρήστης επιλέξει να βλέπει στο αριστερό τμήμα του παραθύρου τη δομή των καταλόγων ("Folders"), ο διάλογος σάρωσης θα βρίσκεται στο αντίστοιχο κουμπί που προκαλεί αυτή την ενέργεια. Η ιεραρχία ωστόσο δημιουργείται από την αρχή, συνεπώς τα παλιά αντικείμενα καταστρέφονται και ο διάλογος θα μεταφερθεί στο πρώτο αντικείμενο.

Για να λυθεί το πρόβλημα αυτό, πριν προβούμε στην ανακατασκευή της ιεραρχίας, καταγράφεται το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται ο διάλογος με το χρήστη. Αυτό που καταγράφεται για την ακρίβεια δεν είναι το ίδιο το αντικείμενο (αφού η ιεραρχία καταστρέφεται πριν την ανακατασκευή), αλλά η θέση του αντικειμένου στην ιεραρχία. Αφού κατασκευαστεί, ο διάλογος αποκαθίσταται στο πλησιέστερο δυνατό αντικείμενο. Στις περιπτώσεις που η δομή της ιεραρχίας δεν έχει μεταβληθεί ριζικά, ο διάλογος αποκαθίσταται με επιτυχία. Στις περιπτώσεις εκείνες, που η δομή της ιεραρχίας τροποποιηθεί, το πλησιέστερο δυνατό αντικείμενο είναι αυτό στο οποίο αποκαθίσταται ο διάλογος.

### 3.8 Τρόπος χρήσης της σάρωσης

Η εφαρμογή της σάρωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο τρόπους: ως βιβλιοθήκη αλλά και ως εκτελέσιμο. Η χρήση της ως βιβλιοθήκη συνεπάγεται την ενσωμάτωσή της σε μια εφαρμογή και τη λειτουργία της ως τμήμα αυτής. Αντίθετα, όταν χρησιμοποιείται με τη μορφή εκτελέσιμου, λειτουργεί ανεξάρτητα ως αυτόνομη εφαρμογή, μέσω της οποίας καθίσταται προσβάσιμη η εφαρμογή που σαρώνεται.

Αναλυτικότερα, ανεξάρτητη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο με τη βοήθεια του οποίου ένα άτομο με δυσκολίες κίνησης στα άνω άκρα θα έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται εφαρμογές του παραθυρικού περιβάλλοντος Microsoft Windows. Όπως ήδη αναφέραμε, στην παρούσα μορφή της εφαρμογής, μόνο ένα παράθυρο μπορεί κάθε φορά να σαρώνεται. Έτσι, όταν η σάρωση χρησιμοποιείται ως εργαλείο, με την εκκίνησή της σαρώνεται αυτόματα το παράθυρο που βρίσκεται στο προσκήνιο. Η επέκταση της εφαρμογής ώστε να σαρώνει όλα τα παράθυρα με τα οποία εργάζεται ο χρήστης είναι αρκετά απλή. Σε μια τέτοια μορφή όμως της εφαρμογής, θα πρέπει να σχεδιαστούν και οι απαραίτητες γραφικές διεπαφές για τη διαχείριση των παραθύρων. Θα πρέπει δηλαδή να μελετηθεί με ποιο τρόπο θα μπορεί εύκολα ο χρήστης να μεταφέρεται από το ένα παράθυρο στο άλλο, ενώ ο διάλογος της σάρωσης σε κάθε περίπτωση θα αποκαθίσταται με ακρίβεια (στο αντικείμενο που ήταν ακριβώς πριν την αλλαγή παραθύρου).

Ωστόσο, εκτός από τη μορφή εργαλείου, η σάρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως βιβλιοθήκη, ώστε να είναι δυνατή η ενσωμάτωσή της σε οποιαδήποτε εφαρμογή. Έτσι σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια προγραμματιστική διεπαφή μέσω της οποίας μια εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιεί τη σάρωση.

Για την ακρίβεια, σε μια εφαρμογή παρέχονται μέσω της βιβλιοθήκης οι απαραίτητες δυνατότητες, οι οποίες είναι: εκκίνηση και τερματισμός, παύση και επανεκκίνηση της σάρωσης καθώς και δυνατότητες εγγραφής και αφαίρεσης ενός παραθύρου στα υποψήφια προς σάρωση. Η προσθήκη των παραθύρων γίνεται βάσει του handle τους, το οποίο για υψηλού επιπέδου παράθυρα (top-level windows) είναι μοναδικό. Έτσι, στην εφαρμογή της σάρωσης δημιουργείται μια λίστα με παράθυρα, υποψήφια για επεξεργασία και σάρωση. Συνεπώς, για να ενσωματώσει μια εφαρμογή τη σάρωση, αρκεί να συμπεριλάβει τη βιβλιοθήκη και στη συνέχεια να καλεί με συνέπεια τις συναρτήσεις για την προσθήκη των παραθύρων στη λίστα της σάρωσης.

### 3.9 Προβλήματα

Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση της σχεδίασης και υλοποίησης της ιεραρχικής σάρωσης, θα αναφέρουμε τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε και τελικά δεν επιλύθηκαν. Τα προβλήματα αυτά αφορούν κυρίως τεχνικές δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε είτε λόγω ελλιπούς πληροφορίας που λαμβάνουμε για τα αντικείμενα μέσω της πλατφόρμας Active Accessibility, είτε λόγω της έλλειψης συνέπειας των μηνυμάτων που στέλνονται από το λειτουργικό σύστημα για τις ενέργειες που πραγματοποιούνται.

Στην πρώτη κατηγορία προβλημάτων που αντιμετωπίσαμε με το Active Accessibility, ανήκουν οι ελλιπείς πληροφορίες που λαμβάνουμε για αντικείμενα, όπως στην περίπτωση των σύνθετων κουμπιών, που τελικά παρακάμψαμε. Επίσης στην ίδια κατηγορία εντάσσονται οι περιπτώσεις στις οποίες για ορισμένα αντικείμενα δε λαμβάνουμε καμία πληροφορία (ούτε ακόμα την απαραίτητη πληροφορία για την ύπαρξή τους). Η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων είναι πολύ δύσκολη και συχνά αδύνατη. Στην τελευταία κατηγορία προβλημάτων ανήκει η έλλειψη



πληροφορίας για τις μπάρες κύλισης σε ένα παράθυρο Internet Explorer, το οποίο επίσης παρακάμφθηκε. Ωστόσο, υπάρχουν κάποια αντικείμενα για τα οποία δεν επιλύθηκε το πρόβλημα αυτό. Πλήρης κατάλογος των αντικειμένων δεν έχει δημιουργηθεί, μιας και η έλλειψη πληροφορίας γι' αυτά διαπιστώνεται αποκλειστικά με εμπειρικές μεθόδους.

Η δεύτερη κατηγορία προβλημάτων αφορά την έλλειψη αξιοπιστίας και συνέπειας των μηνυμάτων που αποστέλλονται από το λειτουργικό σύστημα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου προβλήματος που δεν μπορέσαμε τελικά να επιλύσουμε είναι το ακόλουθο: σε ορισμένες περιπτώσεις κρίνεται απαραίτητη η εμφάνιση του οπτικού πληκτρολογίου ακόμα και όταν ο διάλογος δε βρίσκεται σε ένα αντικείμενο εισαγωγής κειμένου. Μια τέτοια περίπτωση είναι όταν από την εφαρμογή Windows Explorer, ο χρήστης επιλέγει να δημιουργήσει ένα νέο αρχείο ή φάκελο. Μετά τη δημιουργία του, το σύστημα περιμένει από το χρήστη να ορίσει ένα όνομα για το αντικείμενο αυτό. Σε αυτή την περίπτωση ο διάλογος θα έπρεπε να μεταφέρεται στο νέο αντικείμενο και να ενεργοποιείται το πληκτρολόγιο για να εισάγει ο χρήστης το όνομα που επιθυμεί. Ωστόσο, τα μηνύματα που στέλνονται από το σύστημα δεν καθιστούν σαφές το γεγονός ότι δημιουργήθηκε ένα νέο αντικείμενο για το οποίο ο χρήστης χρειάζεται να ορίσει ένα όνομα και συνεπώς η εφαρμογή της σάρωσης δεν μπορεί να λειτουργήσει όπως θα έπρεπε.

### 3.10 Ανακεφαλαίωση

Στο σημείο αυτό μπορούμε να θεωρήσουμε ότι έχουμε ολοκληρώσει την ενότητα παρουσίασης της σχεδίασης και ανάπτυξης της ιεραρχικής σάρωσης. Παρουσιάσαμε τα σημαντικότερα θέματα τα οποία μας απασχόλησαν στο τμήμα της υλοποίησης, κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην κατασκευή της δενδρικής ιεραρχίας των αντικειμένων της σάρωσης. Η ιεραρχία για ένα παράθυρο κατασκευάζεται όπως συναντάμε τα αντικείμενα σε αυτό, από πάνω προς τα κάτω και από αριστερά προς τα δεξιά. Για κάθε αντικείμενο διατηρούμε μια δομή που περιγράφει τα προσβάσιμα χαρακτηριστικά του, όπως το όνομα, ο ρόλος του και η θέση του στην οθόνη. Πριν την προσθήκη ενός αντικειμένου στην ιεραρχία, πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι έλεγχοι και αν κριθεί ότι δεν είναι απαραίτητο δεν προστίθεται στην ιεραρχία. Με τον τρόπο αυτό κατασκευάζουμε το ελάχιστο δυνατό δένδρο.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της υλοποίησης ήταν η κατάταξη των αντικειμένων σε κατηγορίες, καθώς και η σχεδίαση και υλοποίηση ενός ξεχωριστού τρόπου διαλόγου για κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες. Η παρουσίαση των μορφών διαλόγου έγινε με τη βοήθεια διαγραμμάτων κατάστασης μετάβασης. Επίσης παρουσιάστηκε ένα νέο είδος διαλόγου, το οποίο αναπτύχθηκε προσπαθώντας να ελαχιστοποιηθεί η αλληλεπίδραση που απαιτείται εκ μέρους του χρήστη, με στόχο τη βελτιστοποίηση της απόδοσής του κατά τη χρήση της σάρωσης.

Ξεχωριστή ενότητα της μελέτης μας, αποτέλεσαν οι γραφικές διαπαφές που σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της εφαρμογής. Τμήμα αυτών των διαπαφών αποτελεί και το οπτικό πληκτρολόγιο που χρησιμοποιήθηκε. Αναφορά

έγινε και στις μεθόδους που ακολουθήθηκαν για τη βελτίωση του χρόνου που απαιτείται για να εισάγει δεδομένα ένας χρήστης.

Επίσης, μελετήσαμε την απόκριση του συστήματος στις ενέργειες του χρήστη, μέσω μηνυμάτων. Τα μηνύματα αυτά μελετούνται από τη σάρωση και ανάλογα με την κρισιμότητά τους, επεξεργάζονται. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η συνεχής λειτουργία της εφαρμογής και η συνεπής απεικόνιση των γραφικών αντικειμένων διεπαφής σε αντικείμενα ιεραρχίας, με αποτέλεσμα την ομαλή διεξαγωγή διαλόγου με το χρήστη.

Σύντομη αναφορά πραγματοποιήθηκε στα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την υλοποίηση, τα οποία κυρίως εστιάζονται στη συνεργασία με την πλατφόρμα Active Accessibility. Τέλος παρουσιάσαμε τους τρόπους λειτουργίας της σάρωσης, τόσο σαν ανεξάρτητο εργαλείο για τη χρήση οποιασδήποτε εφαρμογής, όσο και σε βιβλιοθήκη, η οποία επιτρέπει την ενσωμάτωσή της σε νέες εφαρμογές.

Η διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής σάρωσης ακολούθησε τις αρχές τις ανθρωποκεντρικής σχεδίασης. Για το λόγο αυτό, και προκειμένου να διαπιστώσουμε κατά πόσο το τελικό προϊόν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών στους οποίους απευθύνεται, ως τελευταίο τμήμα της παρούσας εργασίας, πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση με χρήστες της εφαρμογής. Τη διαδικασία της αξιολόγησης καθώς και τα αποτελέσματά της, θα παρουσιάσουμε στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

## Κεφάλαιο 4. Αξιολόγηση ευχρηστίας

Η αξιολόγηση ευχρηστίας αποτελεί απαραίτητο τμήμα της διαδικασίας σχεδίασης και υλοποίησης οποιασδήποτε εργασίας. Σε ιδανικές καταστάσεις, δεν αποτελεί μία μοναδική φάση, αλλά μια δραστηριότητα που πραγματοποιείται σε όλες τις φάσεις της σχεδίασης και υλοποίησης. Στόχος της αξιολόγησης είναι να διαπιστωθούν τυχόν προβλήματα ευχρηστίας, αλλά και κατά πόσο το σύστημα είναι αποδεκτό από τους τελικούς χρήστες. Μέσω της διαδικασίας αυτής, οι αρχικές αποφάσεις της σχεδίασης επιβεβαιώνονται ή απορρίπτονται, ενώ νέες απαιτήσεις και πιθανά προβλήματα αλληλεπίδρασης αποκαλύπτονται.

Το τμήμα 11, του ISO 9241 [29] καθορίζει ένα πλαίσιο εργασίας για τον προσδιορισμό και τη μέτρηση της ευχρηστίας ενός συστήματος. Σύμφωνα με αυτό, η ευχρηστία μετράται από το κατά πόσο οι στόχοι των χρηστών επιτυγχάνονται (αποτελεσματικότητα), από τους πόρους που δαπανούνται για την επίτευξη των στόχων αυτών (αποδοτικότητα), καθώς και από το κατά πόσο οι χρήστες θεωρούν το σύστημα αυτό αποδεκτό (ικανοποίηση). Συνεπώς, η ευχρηστία μπορεί να οριστεί ως η συνιστώσα τριών παραγόντων: της αποτελεσματικότητας, αποδοτικότητας και ικανοποίησης των χρηστών.

Υπάρχει μια πληθώρα μεθόδων αξιολόγησης της ευχρηστίας, οι οποίες ποικίλλουν από πολύ απλές έως πολύ εξειδικευμένες και από πολύ οικονομικές έως πολύ απαιτητικές σε πόρους. Κάθε μέθοδος έχει ξεχωριστές απαιτήσεις, αλλά και οφέλη, ενώ μπορεί να εφαρμοστεί σε συγκεκριμένα στάδια του κύκλου ανάπτυξης ενός προϊόντος. Δεν υπάρχει κάποιος κανόνας σχετικά με το ποια είναι η καλύτερη μέθοδος, αντίθετα θα πρέπει να επιλέγεται κατά περίπτωση.

Για την αξιολόγηση ευχρηστίας της αλληλεπίδρασης ενός χρήστη με ένα παραθυρικό περιβάλλον χρησιμοποιώντας την εφαρμογή ιεραρχικής σάρωσης, επιλέχθηκε η μέθοδος αξιολόγησης με πραγματικούς χρήστες. Πρόκειται για μια εμπειρική μέθοδο, για την οποία απαιτείται τουλάχιστον ένα πρωτότυπο του τελικού συστήματος. Σημαντική παράμετρος για μια τέτοια μέθοδο είναι η επιλογή των χρηστών, ο οποίος πρέπει να αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού των ατόμων στα οποία απευθύνεται η εφαρμογή. Η συγκεκριμένη μέθοδος παρέχει βασικές πληροφορίες για το πώς πραγματικοί χρήστες αλληλεπιδρούν με το σύστημα και ποια είναι τα πραγματικά προβλήματά τους, γι' αυτό και είναι ευρέως αναγνωρισμένη και η πιο συνηθισμένη στη βιομηχανία λογισμικού. Δύο μειονεκτήματα που μπορούμε να της καταλογίσουμε είναι ότι απαιτείται σχεδίαση και διεξαγωγή της διαδικασίας από ειδικούς και ότι είναι αργή και απαιτητική σε πόρους. Για τους λόγους αυτούς συνήθως πραγματοποιείται κατά το τελικό στάδιο ανάπτυξης ενός προϊόντος και όχι τακτικά στα διάφορα στάδια του κύκλου ανάπτυξης.

Για μια εμπειρική αξιολόγηση με χρήστες μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια πληθώρα τεχνικών [30], όπως αξιολόγηση με συνεργασία, με μάθηση μέσω συνεργασίας, με παρατήρηση, με μέτρηση της επίδοσης, με τη μέθοδο εκφραζόμενων σκέψεων ή ερωτήσεων, με συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια ικανοποίησης χρήσης. Στα πλαίσια

της παρούσας αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκαν μια πληθώρα από μεθόδους, όπως θα αναλύσουμε και στη συνέχεια, με στόχο τη συλλογή πληροφοριών όχι για μερικά μεμονωμένα στοιχεία της εφαρμογής, αλλά για τη συνολική ποιότητά της.

Συγκεκριμένα ακολουθήθηκε η μέθοδος της πειραματικής αξιολόγησης με κύρια εργαλεία την παρατήρηση, αλλά και την καταγραφή της αλληλεπίδρασης με τεχνικά μέσα. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι του λεκτικού πρωτοκόλλου και εκφραζόμενων σκέψεων. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ένα αξιόπιστο ερωτηματολόγιο για τη μέτρηση της ευχρηστίας του συστήματος όπως την αντιλαμβάνονται οι ίδιοι οι χρήστες και της ικανοποίησής τους από αυτό. Με περισσότερες λεπτομέρειες θα μελετήσουμε τη διαδικασία που ακολουθήθηκε, στη συνέχεια.

### 4.1 Εργαστήριο αξιολόγησης ευχρηστίας

Σημαντικός παράγοντας για τη διαδικασία αξιολόγησης είναι ο χώρος στον οποίο θα πραγματοποιηθεί. Κατά τον Karat [30], η ευχρηστία δεν είναι απλά ένα χαρακτηριστικό του προϊόντος, αλλά κατά κάποιο τρόπο ένα χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασής του σε ένα περιβάλλον χρήσης. Εφόσον η αξιολόγηση ευχρηστίας είναι στην πραγματικότητα μια μέτρηση ευχρηστίας, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε περιβάλλον αντίστοιχο με αυτό στο οποίο θα χρησιμοποιείται.

Η σάρωση είναι μια εφαρμογή που απευθύνεται κατά κύριο λόγο σε άτομα με δυσκολίες κίνησης στα άνω άκρα. Το περιβάλλον χρήσης μπορεί να είναι οποιοδήποτε περιβάλλον γραφείου, κατά κύριο λόγο όμως μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι ο εργασιακός χώρος. Το μέσο χρήσης είναι ένας προσωπικός υπολογιστής, με το λειτουργικό σύστημα Windows 2000. Ο συγκεκριμένος χώρος εργασίας, αντιστοιχεί απόλυτα στο περιβάλλον στο οποίο τελικά πραγματοποιήθηκε η διαδικασία, το οποίο είναι το εργαστήριο ευχρηστίας, του Ινστιτούτου Πληροφορικής, του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας.

Η κύρια λειτουργία ενός εργαστηρίου ευχρηστίας είναι να παρέχει τη δυνατότητα για συστηματικές μελέτες και συλλογή πληροφοριών της αλληλεπίδρασης μεταξύ του χρήστη και του αξιολογούμενου συστήματος. Οι μελέτες αυτές είναι ένα κύριο εργαλείο στο πεδίο της Επικοινωνίας Ανθρώπου – Υπολογιστή. Η αξιολόγηση συστημάτων στους χώρους ενός εργαστηρίου ευχρηστίας μπορεί να γίνει σε διάφορες φάσεις της διαδικασίας ανάπτυξης, ξεκινώντας από την εξέταση των προσχεδίων σε χαρτί, μέχρι και το ολοκληρωμένο σύστημα.

Για να είναι εφικτή η αξιολόγηση σε ένα τέτοιο εργαστήριο, θα πρέπει να υποστηρίζονται οι παρακάτω λειτουργίες [31]:

- η δυνατότητα να παρουσιαστεί το σύστημα στο χρήστη σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον
- η δυνατότητα να παρακολουθείται / παρατηρείται και να ερμηνεύεται η συμπεριφορά του χρήστη (όπως εκφράσεις του προσώπου, κινήσεις και λεκτικές περιγραφές)

- η δυνατότητα να καταγράφονται οι δραστηριότητες του χρήστη, καθώς και του συστήματος, και
- η δυνατότητα να διαχειρίζονται και να αναλύονται τα παραπάνω δεδομένα με τα κατάλληλα εργαλεία.

Ένα εργαστήριο ευχρηστίας περιλαμβάνει το χώρο δοκιμής, ο οποίος ελέγχεται και παρακολουθείται από το χώρο παρατήρησης / ελέγχου. Στο χώρο δοκιμής πραγματοποιείται και καταγράφεται η αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του συστήματος που αξιολογείται. Ο χώρος παρατήρησης διαχωρίζεται από το χώρο δοκιμής με έναν καθρέπτη μίας όψης, ώστε να μην ενοχλείται ο χρήστης. Στο χώρο αυτό πραγματοποιείται η παρατήρηση και ελέγχεται και ο τεχνικός εξοπλισμός που βοηθά στη συλλογή πληροφοριών. Τέλος, κατά τη διαδικασία συλλογής των αποτελεσμάτων, πραγματοποιείται στον ίδιο χώρο η ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων.

Στην εικόνα που ακολουθεί, φαίνεται μια κάτοψη του εργαστηρίου ευχρηστίας στο οποίο πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση.

#### **Εικόνα 29 Εργαστήριο αξιολόγησης ευχρηστίας**

Όπως φαίνεται και από την παραπάνω εικόνα, στο χώρο δοκιμής υπάρχουν δύο κάμερες, τοποθετημένες έτσι ώστε να λαμβάνουν εικόνα η μία από το πρόσωπο και το χέρι του χρήστη, και η άλλη από την πλάτη του χρήστη και την οθόνη. Για την αξιολόγηση που πραγματοποιήσαμε, χρησιμοποιήσαμε μόνο την πρώτη κάμερα. Η εικόνα από τη οθόνη του υπολογιστή που εργάζεται ο χρήστης, καταγράφεται σε βίντεο με τη βοήθεια ενός μετατροπέα εικόνας (scan converter). Έτσι με τη βοήθεια συσκευών VCR (Video Cassette Recorder) καταγράφονται δύο ξεχωριστές ταινίες, οι οποίες με τη χρήση μιας κονσόλας μίξης, μπορούν να συνδυαστούν σε μία ταινία. Η μελέτη της ταινίας αυτής, είναι πολύ σημαντική για να διεξαχθούν οι απαραίτητες μετρήσεις και τα αποτελέσματα σχετικά με τον προϊόν που αξιολογείται.

## **4.2 Επιλογή χρηστών**

Όπως αναφέραμε, για τη διεξαγωγή μιας έγκυρης διαδικασίας, είναι απαραίτητη η συμμετοχή αξιολογητών, οι οποίοι να αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα των τελικών χρηστών στους οποίους απευθύνεται η εφαρμογή. Η εφαρμογή της σάρωσης απευθύνεται σε χρήστες με δυσκολίες κίνησης (προσωρινές ή μόνιμες) στα άνω άκρα. Το γνωστικό επίπεδο, το επάγγελμα, η ηλικία ή το φύλο, χαρακτηριστικά που συνήθως μας ενδιαφέρει να προσδιορίσουμε για τον καθορισμό των τελικών χρηστών, εδώ δεν παίζουν κανένα ρόλο.

Σημαντική παράμετρος για την αξιολόγηση είναι επίσης το πλήθος των χρηστών που θα συμμετέχουν σε αυτή. Οι Nielsen και Landauer [32], υπολόγισαν ένα μαθηματικό τύπο, βάσει του οποίου υπολογίζονται τα προβλήματα ευχρηστίας που εντοπίζονται ανάλογα με τον αριθμό των χρηστών που χρησιμοποιούνται:

$$\text{Προβλήματα-Ευχρηστίας}(i) = N(1 - (1 - \lambda)^i)$$

Όπου  $i$  είναι το πλήθος των χρηστών που συμμετέχουν στην αξιολόγηση,  $N$  είναι ο συνολικός αριθμός των προβλημάτων ευχρηστίας που υπάρχουν στην εφαρμογή και  $\lambda$  είναι η πιθανότητα εύρεσης ενός μοναδικού προβλήματος με ένα μοναδικό χρήστη. Έπειτα από πολλές πειραματικές μελέτες διαπιστώθηκε ότι η συνήθης τιμή του  $\lambda$  είναι το 31%. Έτσι προκύπτει η γραφική παράσταση που παριστάνει τη σχέση των προβλημάτων που τελικά βρίσκονται, με τους χρήστες που συμμετέχουν στην αξιολόγηση:

**Εικόνα 30 Προβλήματα ευχρηστίας σε σχέση με το πλήθος των αξιολογητών**

Μελετώντας την καμπύλη, παρατηρούμε ότι με την προσθήκη ενός νέου χρήστη, κάθε φορά ανακαλύπτουμε λιγότερα προβλήματα από ότι με τον προηγούμενο χρήστη. Έτσι, μελετώντας και το κόστος που αυξάνεται με την

προσθήκη ενός νέου χρήστη στη διαδικασία της αξιολόγησης, έχει προκύψει ότι είναι απαραίτητη η συμμετοχή πέντε τουλάχιστον χρηστών. Το άνω όριο μπορεί κάθε φορά να ορίζεται ανάλογα με τους διαθέσιμους πόρους. Ωστόσο η συμμετοχή οκτώ χρηστών θεωρείται απολύτως ικανοποιητική, αφού ανακαλύπτει το 95% των προβλημάτων ευχρηστίας σε μια εφαρμογή.

Η αξιολόγηση της σάρωσης πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή δέκα χρηστών, υπολογίζοντας έτσι σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς το 97,5% των προβλημάτων ευχρηστίας. Από αυτούς οι οκτώ ήταν άτομα χωρίς κινητικά προβλήματα, ενώ οι δύο ήταν άτομα που αντιμετωπίζουν μόνιμα κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα.

Αν και η πλειοψηφία των συμμετεχόντων δεν αντιμετώπιζε προβλήματα κίνησης, ωστόσο μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν παραβήκαμε τον κανόνα για αντιπροσωπευτικό δείγμα των τελικών χρηστών. Αν η αρχική ιδέα για τη χρήση της εφαρμογής ήταν αποκλειστικά στις περιπτώσεις των ατόμων με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα, ωστόσο πιθανοί τελικοί χρήστες είναι άτομα τα οποία περιστασιακά αντιμετωπίζουν προβλήματα κίνησης. Έτσι, θα έπρεπε να ελέγξουμε κατά πόσο ικανοποιούνται από τη χρήση της εφαρμογής και αν θα τους εξυπηρετούσε σε μια κατάσταση, όπου δε θα είχαν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τις κλασσικές συσκευές εισόδου. Η συμμετοχή των δύο χρηστών με αδυναμία κίνησης των άνω άκρων, αποτέλεσε έναν ποιοτικό κυρίως έλεγχο, ώστε να εξασφαλίσουμε την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων που προέκυψαν με τη συμμετοχή της πρώτης κατηγορίας χρηστών.

Πριν τη διεξαγωγή της διαδικασίας, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο δημογραφικών στοιχείων, το οποίο παρατίθεται στο Παράρτημα Β. Στο ερωτηματολόγιο αυτό περιλαμβάνονται ερωτήσεις στατιστικών στοιχείων, όπως η ηλικία, το φύλο και η βαθμίδα εκπαίδευσης του συμμετέχοντος. Επιπλέον υπάρχουν τρεις ερωτήσεις για τον καθορισμό του επιπέδου του αξιολογητή σε σχέση με τη χρήση υπολογιστών. Τέλος, υπάρχει μία ερώτηση για τον καθορισμό της διάθεσης του, ως προς τους υπολογιστές. Η ερώτηση αυτή κρίθηκε απαραίτητη για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων μετά τον τελικό υπολογισμό των αποτελεσμάτων. Έτσι για παράδειγμα, αν ένας χρήστης που είναι θετικά προδιατεθειμένος ως προς τους υπολογιστές, εκτιμήσει ότι η χρήση της εφαρμογής είναι δύσκολη, ή δυσάρεστη τα εξαγόμενα συμπεράσματα είναι πολύ σημαντικά. Το αντίστοιχο ισχύει και για το αντίστροφο, δηλαδή τη θετική στάση ενός χρήστη αρνητικά προδιατεθειμένου προς τους υπολογιστές. Τέλος, για τα άτομα με κινητικά προβλήματα προστέθηκαν δύο ερωτήσεις για τον καθορισμό ειδικού λογισμικού ή υλικού που πιθανόν να χρησιμοποιούν.

Τα σημαντικότερα στατιστικά αποτελέσματα, όπως προέκυψαν από τη μελέτη των συμπληρωμένων ερωτηματολογίων δημογραφικών στοιχείων, παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί.

| Αριθμός αξιολογητή | Ηλικία | Φύλο    | Εκπαίδευση | Εμπειρία χρήσης υπολογιστών <sup>3</sup> | Διάθεση προς τους υπολογιστές <sup>4</sup> |
|--------------------|--------|---------|------------|--|--|
| 1                  | 26     | Άνδρας  | ΑΕΙ        | Έμπειρος                                 | 1  |
| 2                  | 26     | Γυναίκα | ΑΕΙ        | Έμπειρος                                 | 1  |
| 3                  | 22     | Γυναίκα | ΑΕΙ        | Αρχάριος                                 | 4,33                                       |
| 4                  | 28     | Γυναίκα | ΑΕΙ        | Μέσος                                    | 2,66                                       |
| 5                  | 21     | Άνδρας  | Λύκειο     | Μέσος                                    | 1,33                                       |
| 6                  | 26     | Γυναίκα | ΤΕΙ        | Αρχάριος                                 | 1,33                                       |
| 7                  | 31     | Άνδρας  | ΑΕΙ        | Μέσος                                    | 1,33                                       |
| 8                  | 23     | Άνδρας  | ΑΕΙ        | Έμπειρος                                 | 2,66                                       |
| 9                  | 29     | Γυναίκα | ΙΕΚ        | Μέσος                                    | 1,66                                       |
| 10                 | 42     | Άνδρας  | Δημοτικό   | Μέσος                                    | 2  |

Πίνακας 8 Δημογραφικά στοιχεία αξιολογητών

Αυτό που θεωρήσαμε σημαντικό και προσπαθήσαμε να εξασφαλίσουμε κατά την επιλογή των χρηστών ήταν η ισόμορφη κατανομή τους, ως προς το επίπεδο εμπειρίας στη χρήση υπολογιστών. Έτσι όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα από τους 10 χρήστες οι 3 ήταν έμπειροι, οι 5 μέσοι και οι 2 αρχάριοι. Οι ηλικίες των χρηστών κυμαίνονται από 21 έως 42 έτη, ενώ στη διαδικασία συμμετείχαν ακριβώς ίσος αριθμός ανδρών και γυναικών.

Τέλος, αναφέρουμε ότι από τους δύο χρήστες με κινητικά προβλήματα, ο ένας χρησιμοποιεί ειδικό λογισμικό. Για την ακρίβεια χρησιμοποιεί τα χαρακτηριστικά προσβασιμότητας του λειτουργικού συστήματος, όπως για παράδειγμα τα Sticky Keys.

### 4.3 Σενάρια χρήσης

Ένα σενάριο περιγράφει τη διαδικασία μιας αλληλουχίας πράξεων και είναι η περιγραφή μιας δραστηριότητας σε αφηγηματική μορφή. Ο Nielsen [33], ορίζει το σενάριο ως την περιγραφή ενός χρήστη ο οποίος αλληλεπιδρά με ένα συγκεκριμένο σύστημα (ή σύνολο συστημάτων), για να πετύχει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα κάτω από προκαθορισμένες περιστάσεις και σε ορισμένο χρονικό διάστημα.

Τα σενάρια, όταν χρησιμοποιούνται στη φάση της αξιολόγησης, περιγράφουν πιθανές χρήσεις του συστήματος από διαφορετικές κατηγορίες χρηστών και σε διαφορετικά περιβάλλοντα χρήσης. Σημαντικό είναι να επιλεχθούν ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικά για αυτούς που πραγματικά θα χρησιμοποιούν την εφαρμογή. Επίσης, θα πρέπει να καλύπτουν το σημαντικότερο τμήμα της διεπαφής της εφαρμογής. Πριν μεταβούμε στην ανάλυση και περιγραφή των σεναρίων, αναφέρουμε ότι για τη διεξαγωγή της

<sup>3</sup> Τα επίπεδα εμπειρίας, για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης ορίζονται ως: Αρχάριος, Μέσος και Έμπειρος χρήστης.

<sup>4</sup> Οι βαθμοί είναι από το 1 έως το 7, όπου το 1 αντιστοιχεί στην πιο θετική στάση, ενώ το 7 στην πλέον αρνητική.



αξιολόγησης, χρησιμοποιήθηκε η αυτόματη σάρωση, με διαδικασίες γρήγορου διαλόγου.

Η εφαρμογή της σάρωσης στόχο έχει να καταστήσει δυνατή τη χρήση υπολογιστικών συστημάτων από χρήστες που αντιμετωπίζουν δυσκολίες κίνησης στα άνω άκρα. Πρόκειται δηλαδή για μια εφαρμογή γενικού σκοπού. Θεωρήσαμε ότι οι βασικές λειτουργίες που πραγματοποιεί οποιοσδήποτε χρήστης είναι η συγγραφή κειμένων, η ανάγνωση και αποστολή της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας του, καθώς και η πλοήγηση στον παγκόσμιο ιστό. Έτσι αρχικά επιλέξαμε να σχεδιάσουμε ένα σενάριο χρήσης για μια εφαρμογή από την κάθε κατηγορία.

Έτσι το πρώτο σενάριο, αφορά τη χρήση της εφαρμογής WordPad. Συνοπτικά θα αναφέρουμε εδώ τις βασικές ενέργειες και το στόχο του σεναρίου, ενώ με λεπτομέρεια το σενάριο όπως δόθηκε στους χρήστες βρίσκεται στο Παράρτημα Β, στην ενότητα «2. Σενάρια χρήσης». Στόχος του σεναρίου ήταν να γράψει ο χρήστης ένα σύντομο κείμενο. Συνοπτικά, οι ενέργειες που έπρεπε να πραγματοποιήσει ήταν:

- να ανοίξει ένα υπάρχον αρχείο
- να συμπληρώσει σε αυτό κάποια στοιχεία
- να το αποθηκεύσει και
- να το εκτυπώσει.

Επιπλέον, για να μπορέσει να αξιολογήσει τη διεπαφή της εφαρμογής, η οποία είναι στην πραγματικότητα το παράθυρο Διαχείρισης, του ζητήθηκε να μετακινήσει το παράθυρο του WordPad, να αλλάξει το μέγεθός του, αλλά και να τροποποιήσει το πλάτος του πλαισίου εστίασης.

Οι άλλες δύο εφαρμογές που θα έπρεπε να δοκιμαστούν ήταν ένας πλοηγός και μια εφαρμογή ανάγνωσης και αποστολής ηλεκτρονικής αλληλογραφίας. Ωστόσο διαπιστώσαμε ότι πραγματοποιώντας δύο ακόμα σενάρια, η διαδικασία της αξιολόγησης θα ήταν ιδιαίτερα εκτενής, γεγονός που δεν πρέπει να συμβαίνει, λόγω της κόπωσης που επιφέρει στους χρήστες (τόσο πνευματική όσο και ψυχολογική). Για το λόγο αυτό επιλέξαμε να αξιολογήσουμε τη σάρωση μέσω μιας εφαρμογής που συνδυάζει τις δύο προαναφερθείσες. Έτσι επιλέχθηκε η εφαρμογή web mail, του Ινστιτούτου Πληροφορικής, του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας.

Στα πλαίσια αυτού του σεναρίου, ο χρήστης έπρεπε:

- αρχικά να συνδεθεί στο σύστημα,
- να τροποποιήσει κάποιες προτιμήσεις σε σχέση με την εμφάνιση της εφαρμογής,
- να ταξινομήσει τα μηνύματα κατά ημερομηνία και να διαβάσει το πιο πρόσφατο,
- να ταξινομήσει τα μηνύματα κατά αποστολέα και να διαγράψει όλα τα μηνύματα ενός συγκεκριμένου αποστολέα,
- να συνθέσει ένα νέο μήνυμα, επισυνάπτοντας το αρχείο που δημιούργησε από το πρώτο σενάριο,
- να αποσυνδεθεί από το σύστημα και να προσθέσει τη σελίδα εισαγωγής στο σύστημα στον κατάλογο με τις αγαπημένες του διευθύνσεις.

Έτσι δημιουργήθηκαν τα απαραίτητα σενάρια χρήσης. Κατά τη διάρκεια δοκιμαστικών εκτελέσεων τους, μετρήσαμε το χρόνο που απαιτείται για την αξιολόγησή της από έναν έμπειρο - τόσο στη σάρωση όσο και στις

εφαρμογές που χρησιμοποιούνται - χρήστη. Συμπεράναμε έτσι ότι για ένα χρήστη με κινητικά προβλήματα η εκτέλεση των παραπάνω σεναρίων θα ήταν εξαιρετικά χρονοβόρα, δεδομένου ότι για την αυτόματη αξιολόγηση στους οκτώ χρήστες ο χρόνος εναλλαγής ήταν ένα δευτερόλεπτο, ενώ για τους δύο χρήστες ο χρόνος αυτός ήταν ο διπλάσιος. Έτσι, ελαττώσαμε λίγο τις ενέργειες κάθε σεναρίου, προσπαθώντας όμως σε κάθε περίπτωση να έχει ο χρήστης τη δυνατότητα να αξιολογήσει τη λειτουργικότητα της σάρωσης.

## 4.4 Κριτήρια αξιολόγησης

Όπως αναφέραμε ήδη στην εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου, για τον καθορισμό της ευχρηστίας ενός συστήματος είναι απαραίτητος ο καθορισμός τριών παραμέτρων: της αποτελεσματικότητας, της αποδοτικότητας και της ικανοποίησης του αξιολογητή από τη χρήση του συστήματος. Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τα κριτήρια που μετρήσαμε για κάθε κατηγορία και πώς πραγματοποιήθηκαν οι συγκεκριμένες μετρήσεις.

### 4.4.1 Αποτελεσματικότητα

Για τη διεξαγωγή των μετρήσεων στην κατηγορία αυτή, χρησιμοποιήθηκαν οι βιντεοσκοπημένες συνεδρίες αξιολόγησης. Με τη βοήθεια των ταινιών καταγράψαμε για κάθε χρήστη και για κάθε σενάριο τα χαρακτηριστικά που μας ενδιέφεραν, ώστε στη συνέχεια να μπορέσουμε να εξάγουμε συγκεντρωτικά αποτελέσματα.

Οι παράμετροι που μετρήσαμε είναι οι ακόλουθες:

- **Ποσοστό επίτευξης στόχου**

Το ποσοστό στο οποίο ένα σενάριο χρήσης επιτεύχθηκε πλήρως και με ορθότητα. Για κάθε μία από τις ενέργειες που δεν κατάφερε να διεκπεραιώσει ο χρήστης, αφαιρείται ένα ποσοστό. Το ποσοστό το οποίο αντιστοιχεί σε κάθε ενέργεια έχει καθοριστεί ανάλογα με το σενάριο, τη σημαντικότητα της ενέργειας στο σενάριο αυτό καθώς και την πολυπλοκότητα της ενέργειας.

- **Λάθη**

Αριθμός των λαθών που πραγματοποίησε ο χρήστης. Τα λάθη στην περίπτωση της «γρήγορης» σάρωσης, μπορεί να είναι τα ακόλουθα:

- Α: ο διάλογος μπήκε σε αντικείμενο περιέκτη που δεν έπρεπε.
- Β: ο διάλογος δε μπήκε σε αντικείμενο περιέκτη ενώ έπρεπε.
- Γ: ο χρήστης επέλεξε να αλληλεπιδράσει με λάθος αντικείμενο.
- Δ: ο διάλογος πέρασε από το αντικείμενο με το οποίο έπρεπε να αλληλεπιδράσει ο χρήστης, αλλά δεν το επέλεξε.

Προσπαθώντας να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα, καταγράψαμε για κάθε χρήστη εκτός από το πλήθος των λαθών, το είδος τους καθώς και το χρόνο ανάκαμψης από ένα λάθος.

- **Ποσοστό λαθών που διορθώθηκαν**

Τα λάθη που διορθώθηκαν, ως ποσοστό.

- **Βοήθειες**

Ο αριθμός των φορών που χρειάστηκε να παρέμβει ο παρατηρητής και να βοηθήσει το χρήστη (σε περίπτωση που δεν μπορούσε να συνεχίσει με τη διαδικασία).

#### 4.4.2 Αποδοτικότητα

Οι μετρήσεις της κατηγορίας αυτής πραγματοποιήθηκαν επίσης με τη βοήθεια των βιντεοσκοπημένων συνεδριών αξιολόγησης. Οι παράμετροι που μετρήθηκαν στην κατηγορία αυτή είναι:

- **Χρόνος διεκπεραίωσης**  
Ο χρόνος που χρειάστηκε για να ολοκληρώσει ένα σενάριο ο χρήστης.
- **Αποδοτικότητα επίτευξης στόχου**  
Υπολογίζεται από το λόγο της μέσης επίτευξης στόχου προς το μέσο χρόνο διεκπεραίωσης.
- **Πλήθος αναφορών στις οδηγίες χρήσης**  
Ο αριθμός των ξεχωριστών αναφορών που έγιναν στις οδηγίες χρήσης.

#### 4.4.3 Ικανοποίηση

Για τη μέτρηση της ικανοποίησης των χρηστών από τη διεξαγωγή δοκιμών με τη χρήση της εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκαν δύο είδη ερωτηματολογίων: ένα μετά από κάθε σενάριο και ένα συνολικό για την αξιολόγηση της ευχρηστίας της εφαρμογής.

Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούν μεταφράσεις αξιόπιστων ερωτηματολογίων, ευρέως χρησιμοποιούμενων για την μέτρηση της ικανοποίησης αξιολογητών εφαρμογών. Τα ερωτηματολόγια αυτά που χρησιμοποιήθηκαν είναι το “IBM After-Scenario Questionnaire (ASQ) και το ”IBM Computer System Usability Satisfaction Questionnaire (CSUQ)” και βρίσκονται μεταφρασμένα στα ελληνικά στο Παράρτημα Β.

Οι λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιήθηκαν τα παραπάνω ερωτηματολόγια αναφέρονται στη συνέχεια:

- τα ερωτηματολόγια αυτά είναι διαθέσιμα για δημόσια χρήση,
- έχει αποδειχθεί [34] ότι είναι εξαιρετικά αξιόπιστα (βαθμός αξιοπιστίας 0.94%),
- δεν απαιτούν κάποιο ειδικό λογισμικό για τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Το ASQ είναι ένα ερωτηματολόγιο που αποτελείται από τρεις ερωτήσεις και χρησιμοποιείται για να μετρηθεί η ικανοποίηση του χρήστη μετά την ολοκλήρωση ενός σεναρίου. Οι ερωτήσεις καλύπτουν τρία σημαντικά χαρακτηριστικά που συμμετέχουν στην ικανοποίηση του χρήστη σε σχέση με την ευχρηστία ενός συστήματος: την ευκολία ολοκλήρωσης των ενεργειών, το χρόνο για την ολοκλήρωση μιας ενέργειας και την επάρκεια πληροφορίας υποστήριξης. Λόγω του ότι αποτελείται μόνο από τρεις ερωτήσεις, το ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται εύκολα και γρήγορα από τους χρήστες χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερος κόπος. Για τα συμπεράσματα της αξιολόγησης όμως μπορεί να αποβεί εξαιρετικά χρήσιμο, αφού

μπορεί να υποδείξει συγκεκριμένα σημεία ή πτυχές της εφαρμογής με τα οποία είναι δυσαρεστημένος ο χρήστης. Για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων, υπολογίζεται ο μέσος όρος των βαθμών κάθε ερώτησης.

Το CSUQ είναι ένα ερωτηματολόγιο, που αποτελείται από δεκαεννέα ερωτήσεις, για την εκτίμηση της ικανοποίησης του χρήστη με την ευχρηστία του συστήματος. Για τη συμπλήρωσή του απαιτείται περισσότερος χρόνος (περίπου 10 λεπτά), αλλά συμπληρώνεται μία μόνο φορά, στο τέλος της διαδικασίας. Με τη μελέτη των αποτελεσμάτων, εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα για τη συνολική ευχρηστία του συστήματος. Επιπλέον, με τον υπολογισμό του μέσου βαθμού για συγκεκριμένες ομάδες ερωτήσεων, υπολογίζονται συγκεκριμένοι δείκτες ευχρηστίας:

- **Συνολική ευχρηστία**  
Ο δείκτης ονομάζεται OVERALL και υπολογίζεται ως ο μέσος βαθμός όλων των απαντήσεων.
- **Χρήση του συστήματος**  
Ονομάζεται SYUSE και υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των απαντήσεων στις ερωτήσεις 1 έως και 8.
- **Ποιότητα της πληροφορίας**  
Έχει το όνομα INFOQUAL και είναι ο μέσος όρος των βαθμών στις απαντήσεις 9 έως και 15.
- **Ποιότητα της διεπαφής**  
Είναι ο μέσος όρος των απαντήσεων 16 έως και 18 και ονομάζεται INTERQUAL.

Και στις δύο κατηγορίες ερωτηματολογίων, αν ο χρήστης δεν απαντήσει σε μια ερώτηση, ή επιλέξει την απάντηση «Μη Εφαρμόσιμο», αυτή δε συνυπολογίζεται για τη διεξαγωγή του μέσου όρου.

### 4.5 Η διαδικασία

Στην ενότητα αυτή θα περιγράψουμε κάποιες διαδικαστικές λεπτομέρειες, για την προετοιμασία της συνεδρίας αξιολόγησης. Σημαντικό τμήμα της διαδικασίας ήταν η διεξαγωγή μιας πιλοτικής αξιολόγησης. Οι παρατηρήσεις που προέκυψαν από αυτή την πιλοτική αξιολόγηση, ήταν πολύ χρήσιμες και μας βοήθησαν να τελειοποιήσουμε κάποιες πολύ σημαντικές λεπτομέρειες, όπως τις γραπτές και προφορικές οδηγίες που δίνονταν στους χρήστες. Το σημαντικότερο όμως πρόβλημα που ανακαλύψαμε μέσω αυτής της διαδικασίας ήταν η σύγχυση που ήταν πιθανόν να προκληθεί στους χρήστες λόγω της χρησιμοποίησης ενδιάμεσων εφαρμογών για την αξιολόγηση. Έτσι έπρεπε να γίνει ξεκάθαρο στους χρήστες ότι αυτό που καλούνταν να αξιολογήσουν ήταν η σάρωση και όχι οι εφαρμογές WordPad και web mail. Επίσης, θα έπρεπε να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις μετρήσεις, ώστε να μην υπολογιστούν τυχόν προβλήματα που προκύπτουν από δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίζει ο χρήστης με τις συγκεκριμένες εφαρμογές. Αν και το τελευταίο πρόβλημα ήταν λίγο δύσκολο να εξαλειφθεί, λόγω του ότι οι εφαρμογές χρησιμοποιούνται παράλληλα, προσπαθήσαμε στους χρήστες που δεν τις είχαν ξαναχρησιμοποιήσει να εξηγήσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά τους πριν τη διεξαγωγή του σεναρίου.

Στα πλαίσια της προετοιμασίας της διαδικασίας, πραγματοποιήθηκε η συγγραφή οδηγιών χρήσης για την εφαρμογή της σάρωσης. Το βήμα αυτό κρίθηκε απαραίτητο,

για να μπορέσουν οι χρήστες να κατανοήσουν την εφαρμογή, μιας είναι αρκετά ιδιαίτερη. Στις οδηγίες χρήσης περιλαμβάνονται θεωρητικές σημειώσεις και αρκετά παραδείγματα. Έτσι, αφού επιλέχθηκαν οι χρήστες και επιβεβαιώθηκε η συμμετοχή τους στη διαδικασία τους στάλθηκαν και οι οδηγίες χρήσης, οι οποίες παρατίθενται στο Παράρτημα Γ.

Κατά την αξιολόγηση, η διαδικασία που ακολουθήθηκε περιγράφεται στη συνέχεια. Μετά την προσέλευση του χρήστη πραγματοποιήθηκαν κάποιες εισαγωγικές παρατηρήσεις εκ μέρους του παρατηρητή της διαδικασίας. Τμήμα αυτών ήταν η πληροφόρηση του χρήστη ότι η συνεδρία βιντεοσκοπείται και η επεξήγηση των λόγων για τους οποίους γίνεται αυτό. Αν ο χρήστης αποδεχόταν την καταγραφή της διαδικασίας, υπέγραφε μια σχετική δήλωση. Στη συνέχεια, είχε στη διάθεσή του χρόνο μέχρι δέκα λεπτά να εργαστεί με τη σάρωση μέσω της εφαρμογής Windows Explorer, ώστε να εξοικειωθεί με αυτή και να εφαρμόσει όσα είχε θεωρητικά διαβάσει από τις οδηγίες χρήσης. Ακολούθως, εκτέλεσε το πρώτο σενάριο, συμπλήρωσε το ASQ ερωτηματολόγιο γι' αυτό και αντίστοιχα για το δεύτερο σενάριο. Τέλος συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ευχρηστίας (CSUQ). Για σύντομο χρονικό διάστημα πραγματοποιήθηκε συζήτηση με τον παρατηρητή, ώστε να διευκρινιστούν τυχόν απορίες που είχαν προκύψει κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης και να συγκεντρωθούν επιπλέον σχόλια.

Στο σημείο αυτό έχουμε ολοκληρώσει την παρουσίαση όλης της διαδικασίας και προετοιμασίας για την αξιολόγηση. Στην ενότητα που ακολουθεί θα μελετήσουμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη των ταινιών και την επεξεργασία των ερωτηματολογίων.

## **4.6 Αποτελέσματα**

Στην παράγραφο αυτή θα μελετήσουμε τα αποτελέσματα όπως προέκυψαν τόσο από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν μέσω των βιντεοσκοπημένων συνεδριών, όσο και από τα ερωτηματολόγια στα οποία απάντησαν οι αξιολογητές. Επίσης στο τέλος, θα αναφέρουμε συμπεράσματα που προέκυψαν από τη συζήτηση με τους αξιολογητές, μετά το πέρας κάθε συνεδρίας. Έτσι, θα μελετήσουμε τα αποτελέσματα σε σχέση με την αποτελεσματικότητα, την αποδοτικότητα και τέλος την ικανοποίηση των αξιολογητών από τη χρήση της εφαρμογής.

### **4.6.1 Αποτελεσματικότητα**

Για να μετρήσουμε την αποτελεσματικότητα, όπως είπαμε, παρατηρούμε τη συμπεριφορά κάποιων δεικτών, όπως το ποσοστό επίτευξης στόχου, τα λάθη που κάνει ο αξιολογητής και το ποσοστό αυτών το οποίο διορθώνεται, καθώς και το πλήθος των βοηθειών που χρειάστηκε να λάβει ο αξιολογητής από τον παρατηρητή, προκειμένου να συνεχίσει με ένα σενάριο.

Επιπλέον μετρήσαμε το χρόνο που απαιτείται για να επανέλθει ο χρήστης από ένα λάθος. Παρατηρήσαμε ότι ο χρόνος αυτός είναι ίδιος για όλες τις κατηγορίες χρηστών (έμπειρος, μέσος, αρχάριος). Ο λόγος γι' αυτό είναι ότι σε σχέση με την εφαρμογή

της σάρωσης όλοι οι χρήστες είναι αρχάριοι, αλλά και ότι ο χρόνος επαναφοράς εξαρτάται κυρίως από το είδος του λάθους. Οι τέσσερις κατηγορίες λαθών αναφέρονται χάρη συντομίας με τα τέσσερα πρώτα γράμματα του αλφαβήτου (με τη σειρά που τις συναντήσαμε).

Έτσι παρατηρήσαμε ότι για να επανέλθει ο χρήστης από ένα λάθος της κατηγορίας Α (είσοδος σε περιέκτη ενώ δεν έπρεπε) κατά μέσο όρο χρειάστηκε 5,8 δευτερόλεπτα. Ως επαναφορά θεωρήσαμε την εκ νέου μετάβαση του διαλόγου στο αντικείμενο περιέκτη. Έτσι, κατά κύριο λόγο, ο χρόνος που απαιτείται εξαρτάται από το πλήθος των περιεχόμενων αντικειμένων.

Για ένα λάθος της κατηγορίας Β (ο διάλογος δε μπήκε σε περιέκτη, ενώ έπρεπε), ο μέσος χρόνος επαναφοράς, ήταν 8,4 δευτερόλεπτα. Ως επαναφορά θεωρήσαμε την είσοδο του διαλόγου στον περιέκτη αυτό. Και στην περίπτωση αυτή ο χρόνος εξαρτάται από το πλήθος των αντικειμένων τα οποία πρέπει να προσπελάσει η σάρωση μέχρι να φτάσει πάλι στο αντικείμενο.

Στην περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει να αλληλεπιδράσει με λάθος αντικείμενο, δηλαδή πραγματοποιήσει ένα σφάλμα της κατηγορίας Γ, ο μέσος χρόνος επαναφοράς ήταν 31,6 δευτερόλεπτα. Στην περίπτωση αυτή δεν αναφερόμαστε σε αντικείμενα περιέκτες, αλλά σε αντικείμενα τα οποία είναι συνδεδεμένα με την πραγματοποίηση κάποιας ενέργειας. Για την κατηγορία αυτή, η επαναφορά ορίζεται κατά περίπτωση και είναι αρκετά δύσκολη η εξαγωγή συμπερασμάτων. Ένα είδος λάθους του οποίου η επαναφορά απαιτεί πολύ χρόνο, είναι η λανθασμένη ενεργοποίηση του πληκτρολογίου. Ο λόγος γι' αυτό έγκειται και πάλι στη λειτουργία της σάρωσης, αφού όπως είπαμε κάθε φορά σαρώνεται αποκλειστικά ένα παράθυρο. Έτσι αν ενεργοποιηθεί το πληκτρολόγιο, η σάρωση μεταφέρεται σε αυτό και αφού κλείσει, επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο, αλλά ξεκινά από την αρχή, χωρίς δηλαδή να αποκαθίσταται ο διάλογος στο αντικείμενο το οποίο βρισκόταν όταν εμφανίστηκε το πληκτρολόγιο.

Τα λάθη της τέταρτης κατηγορίας αφορούν τις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες ο διάλογος περνά από το αντικείμενο με το οποίο πρέπει να αλληλεπιδράσει ο χρήστης, ωστόσο δεν το επιλέγει. Ο μέσος χρόνος επαναφοράς ήταν 7,55 δευτερόλεπτα. Ως επαναφορά ορίζεται η μετάβαση του διαλόγου και πάλι στο αντικείμενο αυτό και η επιλογή του από το χρήστη.

Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τους πίνακες που αναφέρονται στην αποτελεσματικότητα των χρηστών, κατά την εκτέλεση του πρώτου και του δεύτερου σεναρίου καθώς και το συγκεντρωτικό πίνακα για τη συνολική αποτελεσματικότητα κατά τη χρήση της εφαρμογής. Προκειμένου να μελετήσουμε τα σφάλματα τα οποία κάνουν οι χρήστες και να κατανοήσουμε καλύτερα τους λόγους στους οποίους οφείλεται αυτό, πραγματοποιούμε μετρήσεις για κάθε είδος σφάλματος ξεχωριστά. Τέλος, για τη διευκόλυνση στατιστικών μελετών και συγκρίσεων υπολογίζουμε σε κάθε περίπτωση, τη μέση τιμή, την τυπική απόκλιση, το τυπικό σφάλμα, καθώς και την ελάχιστη και μέγιστη τιμή.

Ακολουθεί ο πίνακας με τα αποτελέσματα για τη χρήση της σάρωσης, μέσω του πρώτου σεναρίου.

| Αξιολογητής          | Επίτευξη Στόχου (%) | Λάθη |     |     |     |        | Σφάλματα που διορθώθηκαν (%) | Πλήθος βοηθειών |
|----------------------|---------------------|------|-----|-----|-----|--------|------------------------------|-----------------|
|                      |                     | A    | B   | Γ   | Δ   | Σύνολο |                              |                 |
| 1                    | 100                 | 2    | 0   | 0   | 5   | 7      | 100                          | 0               |
| 2                    | 93                  | 5    | 5   | 6   | 4   | 20     | 90                           | 0               |
| 3                    | 93                  | 2    | 0   | 3   | 4   | 9      | 77                           | 0               |
| 4                    | 100                 | 3    | 1   | 2   | 6   | 12     | 91                           | 0               |
| 6                    | 97                  | 2    | 3   | 3   | 4   | 12     | 100                          | 0               |
| 7                    | 90                  | 5    | 1   | 1   | 2   | 9      | 100                          | 1               |
| 8                    | 100                 | 1    | 3   | 1   | 5   | 10     | 100                          | 0               |
| 9                    | 96                  | 2    | 2   | 1   | 5   | 10     | 90                           | 0               |
|                      |                     |      |     |     |     |        |                              |                 |
| <b>Μέση τιμή</b>     | 96,12               | 2,8  | 1,9 | 2,1 | 4,4 | 11     | 93,5                         | 0,12            |
| <b>Σφάλμα</b>        | 1,35                | 0,5  | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 1,4    | 2,9                          | 0,12            |
| <b>Απόκλιση</b>      | 3,83                | 1,5  | 1,7 | 1,9 | 1,2 | 3,9    | 8,21                         | 0,35            |
| <b>Ελάχιστη τιμή</b> | 90                  | 1    | 0   | 0   | 2   | 7      | 77                           | 0               |
| <b>Μέγιστη τιμή</b>  | 100                 | 5    | 5   | 6   | 6   | 20     | 100                          | 1               |

Πίνακας 9 Δείκτες αποτελεσματικότητας για το πρώτο σενάριο

Ο στόχος του σεναρίου επιτεύχθηκε κατά μέσο όρο κατά 96% περίπου, έχοντας απόκλιση 3,8%. Ο μέσος όρος των σφαλμάτων που πραγματοποιήθηκαν είναι 11, ενώ από αυτά το 93,5% διορθώθηκαν, δηλαδή 10,25 (επειδή αναφερόμαστε σε μέσους όρους, αν και δεν έχει πρακτική ερμηνεία, είναι αναγκαία η χρήση δεκαδικών για τη μέτρηση των σφαλμάτων).

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την εκτέλεση του δεύτερου σεναρίου.

| Αξιολογητής          | Επίτευξη Στόχου (%) | Λάθη |      |      |      |        | Σφάλματα που διορθώθηκαν (%) | Πλήθος βοηθειών |
|----------------------|---------------------|------|------|------|------|--------|------------------------------|-----------------|
|                      |                     | A    | B    | Γ    | Δ    | Σύνολο |                              |                 |
| 1                    | 98                  | 4    | 1    | 3    | 1    | 9      | 88                           | 0               |
| 2                    | 92                  | 2    | 1    | 1    | 3    | 7      | 100                          | 0               |
| 3                    | 88                  | 1    | 0    | 0    | 5    | 6      | 100                          | 1               |
| 4                    | 100                 | 2    | 2    | 2    | 3    | 9      | 100                          | 0               |
| 6                    | 92                  | 2    | 2    | 0    | 3    | 7      | 100                          | 1               |
| 7                    | 97                  | 2    | 2    | 1    | 3    | 8      | 100                          | 0               |
| 8                    | 100                 | 0    | 1    | 2    | 6    | 9      | 100                          | 1               |
| 9                    | 100                 | 4    | 2    | 1    | 2    | 9      | 100                          | 0               |
|                      |                     |      |      |      |      |        |                              |                 |
| <b>Μέση τιμή</b>     | 95,87               | 2,13 | 1,38 | 1,25 | 3,25 | 8      | 98,5                         | 0,37            |
| <b>Σφάλμα</b>        | 1,63                | 0,48 | 0,26 | 0,37 | 0,56 | 0,423  | 1,5                          | 0,18            |
| <b>Απόκλιση</b>      | 4,61                | 1,36 | 0,74 | 1,04 | 1,58 | 1,195  | 4,24                         | 0,51            |
| <b>Ελάχιστη τιμή</b> | 88                  | 0    | 0    | 0    | 1    | 6      | 88                           | 0               |
| <b>Μέγιστη τιμή</b>  | 100                 | 4    | 2    | 3    | 6    | 9      | 100                          | 1               |

Πίνακας 10 Δείκτες αποτελεσματικότητας για το δεύτερο σενάριο

Στην περίπτωση του δεύτερου σεναρίου, παρατηρούμε ότι το ποσοστό επίτευξης του στόχου είναι λίγο χαμηλότερο και η απόκλιση λίγο μεγαλύτερη. Έτσι η μέση τιμή είναι 95,8%, ενώ λόγω της απόκλισης για το 68% περίπου

του πληθυσμού η επίτευξη στόχου θα κυμαίνεται μεταξύ 91,2% και 100%. Η μέση τιμή των σφαλμάτων που πραγματοποιήθηκαν είναι μικρότερη, κατά 12,5%. Έχουμε δηλαδή εδώ 8 σφάλματα κατά μέσο όρο. Η μείωση των σφαλμάτων μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι αναμενόμενη, αφού εκτελώντας το πρώτο σενάριο οι χρήστες αποκτούν εμπειρία στη χρήση της σάρωσης. Στα 8 σφάλματα που κατά μέσο όρο πραγματοποιήθηκαν, διορθώθηκαν (κατά μέσο όρο και πάλι) το 98,5%, δηλαδή τα 7,88.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα συνολικά αποτελέσματα, που προκύπτουν από το συνδυασμό των αποτελεσμάτων των επιμέρους σεναρίων και εκφράζουν την αποτελεσματικότητα των χρηστών γενικά σε σχέση με την εφαρμογή.

| Αξιολογητής          | Επίτευξη Στόχου (%) | Λάθη |     |     |     |        | Σφάλματα που διορθώθηκαν (%) | Πλήθος βοηθειών |
|----------------------|---------------------|------|-----|-----|-----|--------|------------------------------|-----------------|
|                      |                     | A    | B   | Γ   | Δ   | Σύνολο |                              |                 |
| 1                    | 99                  | 3    | 1   | 3   | 3   | 8      | 94                           | 0               |
| 2                    | 92,5                | 3,5  | 3   | 3,5 | 3,5 | 14     | 95                           | 0               |
| 3                    | 90,5                | 1,5  | 0   | 1,5 | 4,5 | 7,5    | 88,5                         | 0,5             |
| 4                    | 100                 | 2,5  | 1,5 | 2   | 4,5 | 11     | 95,5                         | 0               |
| 6                    | 94,5                | 2    | 2,5 | 1,5 | 3,5 | 9,5    | 100                          | 0,5             |
| 7                    | 93,5                | 3,5  | 1,5 | 1   | 2,5 | 8,5    | 100                          | 0,5             |
| 8                    | 100                 | 1    | 2   | 1,5 | 5,5 | 9,5    | 100                          | 0,5             |
| 9                    | 98                  | 3    | 2   | 1   | 3,5 | 9,5    | 95                           | 0               |
|                      |                     |      |     |     |     |        |                              |                 |
| <b>Μέση τιμή</b>     | 96                  | 2,5  | 1,7 | 1,9 | 3,8 | 9,6    | 96                           | 0,25            |
| <b>Σφάλμα</b>        | 1,31                | 0,3  | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,7    | 1,4                          | 0,09            |
| <b>Απόκλιση</b>      | 3,7                 | 0,9  | 0,9 | 0,9 | 1   | 1,9    | 3,97                         | 0,26            |
| <b>Ελάχιστη τιμή</b> | 90,5                | 1    | 0   | 1   | 2,5 | 7,5    | 88,5                         | 0               |
| <b>Μέγιστη τιμή</b>  | 100                 | 3,5  | 3   | 3,5 | 5,5 | 14     | 100                          | 0,5             |

Πίνακας 11 Δείκτες αποτελεσματικότητας συνολικά για την εφαρμογή

Μελετώντας τα παραπάνω συγκεντρωτικά αποτελέσματα, κατ' αρχήν παρατηρούμε ότι κατά κανόνα οι τυπικές αποκλίσεις είναι μικρές. Το παραπάνω γεγονός, σε συνδυασμό με ξεχωριστές μελέτες που πραγματοποιήσαμε συγκριτικά για τα χαρακτηριστικά της αποτελεσματικότητας σε έμπειρους, μέσους και αρχάριους χρήστες μας υποδεικνύει ότι η αποτελεσματικότητα ενός χρήστη στην εφαρμογή της σάρωσης είναι ανεξάρτητη της εμπειρίας του. Μια πιθανή αιτία γι' αυτό είναι ότι πρόκειται για ένα νέο είδος εφαρμογής, στο οποίο κανένας από τους χρήστες δεν είχε εμπειρία. Ο μόνος παράγοντας ο οποίος θα μπορούσε να συντελέσει σε διαφορετικά αποτελέσματα για τις τρεις κατηγορίες χρηστών, ήταν η χρήση εφαρμογών για τη λειτουργία της σάρωσης. Έτσι υπήρχε η πιθανότητα οι αρχάριοι χρήστες να αντιμετωπίζουν δυσκολίες λόγω της απειρίας τους στη χρήση των ενδιάμεσων εφαρμογών. Τελικά όμως ο παράγοντας αυτός εξαλείφθηκε, όπως επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα, με την προετοιμασία των χρηστών και τη σύντομη παρουσίαση της ενδιάμεσης



εφαρμογής και των σημαντικότερων λειτουργιών της, που πραγματοποιήθηκε πριν την έναρξη κάθε σεναρίου.

Μία ακόμα παράμετρος, η οποία παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για μελέτη, ήταν η κατανομή των λαθών. Συγκεκριμένα, παρατηρήσαμε ότι τα περισσότερα λάθη που πραγματοποιούσαν οι χρήστες εντάσσονταν στην τέταρτη κατηγορία, και συγκεκριμένα αποτελούν το 39% των συνολικών λαθών, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα που ακολουθεί.

### **Εικόνα 31 Ποσοστιαία αναπαράσταση λαθών**

Το αυξημένο ποσοστό της λαθών της κατηγορίας αυτής, οφείλεται κυρίως στη γρήγορη μορφή του διαλόγου, με την οποία οι χρήστες άργησαν να εξοικειωθούν. Έτσι, έχοντας συνηθίσει οι χρήστες από τα αντικείμενα περιέκτες ο διάλογος να μη μεταβαίνει στο επόμενο αντικείμενο αν οι ίδιοι δεν το επέλεξαν, συχνά θεωρούσαν ότι το ίδιο θα συμβαίνει και στα απλά αντικείμενα.

Ωστόσο, πραγματοποιώντας συγκρίσεις μεταξύ των μετρήσεων του πρώτου και του δεύτερου σεναρίου, παρατηρήσαμε ότι οι χρήστες στη δεύτερη περίπτωση πραγματοποίησαν λιγότερα λάθη σε όλες τις κατηγορίες, παρουσιάζοντας σημαντικότερη βελτίωση στα λάθη της τρίτης και τέταρτης κατηγορίας, τα οποία προκύπτουν κυρίως λόγω της «γρήγορης» μορφής διαλόγου. Οι συγκρίσεις μεταξύ των λαθών κάθε κατηγορίας μεταξύ των σεναρίων, απεικονίζονται γραφικά στην ακόλουθη εικόνα.

Εικόνα 32 Συγκριτική αναπαράσταση των λαθών σε κάθε σενάριο

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι το δεύτερο σενάριο περιλάμβανε σχεδόν τις διπλάσιες ενέργειες σε σχέση με το πρώτο, άρα θα αναμέναμε το αντίθετο αποτέλεσμα, δηλαδή τη αύξηση των λαθών σε κάθε κατηγορία. Οι παρατηρήσεις αυτές, μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι χρήστες εξοικειώθηκαν σχετικά γρήγορα με την εφαρμογή, βελτιώνοντας έτσι σημαντικά την αποτελεσματικότητά τους.

Τέλος, στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δύο αξιολογητών με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα. Για τα αποτελέσματα αυτά δεν πραγματοποιήθηκαν στατιστικοί υπολογισμοί, μιας και το δείγμα είναι πολύ μικρό. Οι μετρήσεις ωστόσο αυτές χρησιμοποιούνται ως ποιοτικό μέτρο για να αποδειχθεί ότι δεν αναιρούν τα αρχικά αποτελέσματα.

| Σενάριο  | Αξιολογητής | Επίτευξη Στόχου (%) | Λάθη |     |     |     |        | Σφάλματα που διορθώθηκαν (%) | Πλήθος βοηθειών |
|----------|-------------|---------------------|------|-----|-----|-----|--------|------------------------------|-----------------|
|          |             |                     | A    | B   | Γ   | Δ   | Σύνολο |                              |                 |
| 1        | 5           | 100                 | 2    | 1   | 0   | 1   | 4      | 100                          | 0               |
|          | 10          | 97                  | 5    | 2   | 4   | 6   | 17     | 100                          | 2               |
| 2        | 5           | 100                 | 1    | 1   | 2   | 0   | 4      | 100                          | 0               |
|          | 10          | 100                 | 3    | 1   | 1   | 2   | 5      | 100                          | 0               |
| Συνολικά | 5           | 100                 | 1,5  | 1   | 1   | 0,5 | 4      | 100                          | 0               |
|          | 10          | 100                 | 4    | 1,5 | 2,5 | 4   | 11     | 100                          | 1               |

Πίνακας 12 Δείκτες αποτελεσματικότητας των αξιολογητών με προβλήματα κίνησης

#### 4.6.2 Αποδοτικότητα

Για τη μέτρηση της αποδοτικότητας, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, καταγράψαμε τις τιμές κάποιων δεικτών, όπως προέκυψαν από τη μελέτη των βιντεοσκοπημένων ταινιών. Έτσι καταγράψαμε το χρόνο που χρειάστηκε κάθε αξιολογητής για την ολοκλήρωση ενός σεναρίου, τις αναφορές που πραγματοποίησε στις οδηγίες, καθώς και την αποδοτικότητα επίτευξης στόχου. Η ένδειξη αυτή υπολογίζεται από το λόγο της επίτευξης στόχου (που υπολογίσαμε στην προηγούμενη παράγραφο) προς το χρόνο που χρειάστηκε. Υπολογίζουμε δηλαδή το ποσοστό της επίτευξης του στόχου στη μονάδα του χρόνου.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μετρήσεις όπως προέκυψαν από την εκτέλεση του πρώτου σεναρίου.

| Αξιολογητής          | Χρόνος διεκπεραίωσης σεναρίου (min) | Αποδοτικότητα επίτευξης στόχου (επίτευξη/χρόνος) | Αναφορές στις οδηγίες |
|----------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
| 1                    | 10,16                               | 9,83   | 0                     |
| 2                    | 25,01                               | 3,71   | 0                     |
| 3                    | 20                                  | 4,65   | 0                     |
| 4                    | 18,33                               | 5,45   | 1                     |
| 6                    | 18,5                                | 5,24   | 1                     |
| 7                    | 16,01                               | 5,62   | 0                     |
| 8                    | 16,66                               | 6  | 1                     |
| 9                    | 17,75                               | 5,41   | 0                     |
|                      |                                     |  |                       |
| <b>Μέση τιμή</b>     | 17,8                                | 5,74   | 0,37                  |
| <b>Σφάλμα</b>        | 1,46                                | 0,63   | 0,18                  |
| <b>Απόκλιση</b>      | 4,15                                | 1,79   | 0,51                  |
| <b>Ελάχιστη τιμή</b> | 10,16                               | 3,72   | 0                     |
| <b>Μέγιστη τιμή</b>  | 25,01                               | 9,83   | 1                     |

Πίνακας 13 Δείκτες αποδοτικότητας για το πρώτο σενάριο

Ο μέσος χρόνος για την ολοκλήρωση του σεναρίου ήταν 17,8 λεπτά, με απόκλιση 4,15 λεπτά. Η απόκλιση στην περίπτωση αυτή δεν είναι αμελητέα, ωστόσο είναι αναμενόμενο αυτό, αφού η διάρκεια εξαρτάται από τα σφάλματα που πραγματοποιεί κάθε χρήστης, από την εμπειρία του στη χρήση της εφαρμογής, αλλά και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, όπως για παράδειγμα η αντίληψη (του ζητούμενου από το σενάριο κάθε φορά).

Οι αντίστοιχες μετρήσεις, όπως προέκυψαν για το δεύτερο σενάριο, φαίνονται στον πίνακα 14.

| Αξιολογητής | Χρόνος διεκπεραίωσης σεναρίου (min) | Αποδοτικότητα επίτευξης στόχου (επίτευξη/χρόνος) | Αναφορές στις οδηγίες |
|-------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
|-------------|-------------------------------------|--|-----------------------|

|                      |       |      |   |
|----------------------|-------|------|---|
| 1                    | 17,61 | 5,56 | 0 |
| 2                    | 17,41 | 5,28 | 0 |
| 3                    | 20    | 4,4  | 0 |
| 4                    | 23,26 | 4,29 | 0 |
| 6                    | 18,75 | 4,90 | 0 |
| 7                    | 18    | 5,38 | 0 |
| 8                    | 20,75 | 4,82 | 0 |
| 9                    | 22,16 | 4,51 | 0 |
|                      |       |      |   |
| <b>Μέση τιμή</b>     | 19,74 | 4,89 | 0 |
| <b>Σφάλμα</b>        | 0,77  | 0,16 | 0 |
| <b>Απόκλιση</b>      | 2,18  | 0,47 | 0 |
| <b>Ελάχιστη τιμή</b> | 17,41 | 4,29 | 0 |
| <b>Μέγιστη τιμή</b>  | 23,26 | 5,56 | 0 |

Πίνακας 14 Δείκτες αποδοτικότητας για το δεύτερο σενάριο

Παρατηρούμε ότι ο μέσος χρόνος ολοκλήρωσης του σεναρίου είναι 19,7 λεπτά. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι ενέργειες που περιλαμβάνει το δεύτερο σενάριο είναι σχεδόν διπλάσιες από αυτές που περιλάμβανε το πρώτο, άρα θα περιμέναμε ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του δεύτερου σεναρίου να είναι αν όχι ο διπλάσιος, κατά πολύ μεγαλύτερος. Ωστόσο, διαπιστώνουμε ότι αυτό δεν ισχύει. Παρατηρώντας και την απόκλιση βλέπουμε ότι είναι αρκετά μικρή αυτή τη φορά. Οι παραπάνω παρατηρήσεις επιβεβαιώνουν το συμπέρασμα που προέκυψε από τη μελέτη των μετρήσεων αποτελεσματικότητας, ότι δηλαδή οι χρήστες εξοικειώθηκαν πολύ γρήγορα με την εφαρμογή.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα όπως προέκυψαν συνολικά για τη χρήση της εφαρμογής, από το συνδυασμό των επιμέρους αποτελεσμάτων των δύο σεναρίων.

| Αξιολογητής      | Χρόνος διεκπεραίωσης σεναρίου (min) | Αποδοτικότητα επίτευξης στόχου (επίτευξη/χρόνος) | Αναφορές στις οδηγίες |
|------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
| 1                | 35,16                               | 2,81   | 0                     |
| 2                | 42,5                                | 2,17   | 0                     |
| 3                | 40                                  | 2,26   | 0                     |
| 4                | 41,58                               | 2,40   | 0,5                   |
| 6                | 37,25                               | 2,53   | 0,5                   |
| 7                | 34                                  | 2,75   | 0                     |
| 8                | 37,5                                | 2,66   | 0,5                   |
| 9                | 39                                  | 2,51   | 0                     |
|                  |                                     |  |                       |
| <b>Μέση τιμή</b> | 38,37                               | 2,51   | 0,18                  |
| <b>Σφάλμα</b>    | 1,05                                | 0,08   | 0,09                  |
| <b>Απόκλιση</b>  | 2,97                                | 0,22   | 0,25                  |

|               |      |      |     |
|---------------|------|------|-----|
| Ελάχιστη τιμή | 34   | 2,17 | 0   |
| Μέγιστη τιμή  | 42,5 | 2,81 | 0,5 |

Πίνακας 15 Δείκτες αποδοτικότητας συνολικά για την εφαρμογή

Παρατηρούμε ότι ο μέσος χρόνος ολοκλήρωσης των δύο σεναρίων είναι 38,3 λεπτά, ενώ η τυπική απόκλιση είναι 2,97. Έτσι για το 68% των χρηστών, ο συνολικός χρόνος διεκπεραίωσης των δύο σεναρίων θα κυμαίνεται μεταξύ 35,3 και 41,3 λεπτών. Επίσης, κατά μέσο όρο οι χρήστες είχαν ολοκληρώσει το 2,5% των συνολικών εργασιών του σεναρίου σε κάθε λεπτό.

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι μετρήσεις όπως προέκυψαν για τους δύο ξεχωριστούς αξιολογητές.

| Σενάριο  | Αξιολογητής | Χρόνος διεκπεραίωσης σεναρίου (min) | Αποδοτικότητα επίτευξης στόχου (επίτευξη/χρόνος) | Αναφορές στις οδηγίες |
|----------|-------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
| 1        | 5           | 19,36                               | 5,16   | 0                     |
|          | 10          | 25,66                               | 3,89   | 1                     |
| 2        | 5           | 18,78                               | 5,32   | 0                     |
|          | 10          | 18,78                               | 5,32   | 0                     |
| Συνολικά | 5           | 38,2                                | 2,61   | 0                     |
|          | 10          | 50                                  | 2  | 0                     |

Πίνακας 16 Δείκτες αποδοτικότητας των αξιολογητών με κινητικές δυσκολίες

Ειδικά για την παράμετρο της αποδοτικότητας δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε σύγκριση μεταξύ των δύο ομάδων χρηστών, γιατί οι αξιολογητές 5 και 10, χρησιμοποίησαν αφενός διαφορετικά σενάρια και αφετέρου αυτόματη σάρωση με διπλάσιο χρόνο αλλαγής κατάστασης. Η εκτέλεση μικρότερων σεναρίων αποδείχθηκε ότι ήταν απαραίτητη, αφού λόγω της μορφής της σάρωσης, οι αξιολογητές της δεύτερης ομάδας θα χρειάζονταν περίπου διπλάσιο χρόνο από αυτούς της πρώτης. Έτσι, μειώνοντας τον αριθμό των ενεργειών κάθε σεναρίου, εξισορροπήσαμε τον παράγοντα του χρόνου. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτήθηκε κατά την τροποποίηση των σεναρίων, ώστε να μην αλλοιωθεί ο στόχος τους και να μπορέσει ο αξιολογητής να αποκτήσει μια ολοκληρωμένη εικόνα για τη σάρωση σε κάθε περίπτωση.

#### 4.6.3 Ικανοποίηση

Στην παράγραφο αυτή, θα μελετήσουμε τις παραμέτρους που αφορούν την ικανοποίηση των χρηστών σε σχέση με την εφαρμογή που αξιολόγησαν. Οι παράμετροι αυτές καθορίζονται από τις απαντήσεις που παρείχαν στα ερωτηματολόγια που τους δόθηκαν (ένα για κάθε σενάριο και ένα συνολικό).

Έτσι στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζουμε τα συνολικά αποτελέσματα των οκτώ χρηστών της πρώτης ομάδας.

| Αξιολογητής          | ASQ<br>(Σενάριο 1) | ASQ<br>(Σενάριο 2) | OVERALL | SYUSE | INFOQUAL | INTERQUAL |
|----------------------|--------------------|--------------------|---------|-------|----------|-----------|
| 1                    | 1,33               | 1                  | 1,33    | 1,25  | 1,16     | 1,66      |
| 2                    | 3                  | 2,3                | 1,82    | 2,12  | 1,4      | 1,66      |
| 3                    | 2                  | 1,33               | 2,22    | 2,125 | 2,5      | 2         |
| 4                    | 2,66               | 2,33               | 2,61    | 2,62  | 2,5      | 3         |
| 6                    | 1,33               | 1,33               | 1,05    | 1,125 | 1        | 1         |
| 7                    | 2                  | 3                  | 3,29    | 2,5   | 4        | 4,3       |
| 8                    | 2                  | 2                  | 2,82    | 2,62  | 3,8      | 2         |
| 9                    | 2                  | 1,33               | 1,76    | 1,87  | 1,6      | 1,33      |
|                      |                    |                    |         |       |          |           |
| <b>Μέση τιμή</b>     | 2,04               | 1,82               | 2,11    | 2,02  | 2,24     | 2,11      |
| <b>Σφάλμα</b>        | 0,20               | 0,24               | 0,27    | 0,20  | 0,41     | 0,37      |
| <b>Απόκλιση</b>      | 0,57               | 0,68               | 0,76    | 0,58  | 1,16     | 1,06      |
| <b>Ελάχιστη τιμή</b> | 1,33               | 1                  | 1,05    | 1,125 | 1        | 1         |
| <b>Μέγιστη τιμή</b>  | 3                  | 3                  | 3,29    | 2,62  | 4        | 4,3       |

Πίνακας 17 Δείκτες ικανοποίησης

Όπως αναφέραμε κατά την παρουσίαση των ερωτηματολογίων, το καλύτερο δυνατό σκορ είναι το 1, ενώ το χειρότερο το 7. Όπως παρατηρούμε από τους μέσους όρους των δεικτών του πίνακα 17, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι χρήστες είναι αρκετά ικανοποιημένοι από τη χρήση της εφαρμογής. Ο ισχυρισμός αυτός ενισχύεται από το γεγονός ότι οι τυπικές αποκλίσεις είναι αρκετά μικρές, υποδεικνύοντας έτσι ότι δεν υπάρχει μεγάλη ανομοιογένεια στο δείγμα μας.

Στη συνέχεια, θα παρουσιάσουμε γραφικά τις απαντήσεις που έδωσε ο κάθε αξιολογητής ξεχωριστά, για κάθε δείκτη.

**Εικόνα 33 ASQ δείκτης ανά αξιολογητή για το πρώτο σενάριο**

**Εικόνα 34 ASQ δείκτης ανά αξιολογητή για το δεύτερο σενάριο**

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα από τα asq ερωτηματολόγια, συμπεράναμε ότι οι χρήστες ήταν περισσότερο ικανοποιημένοι από τη χρήση της σάρωσης

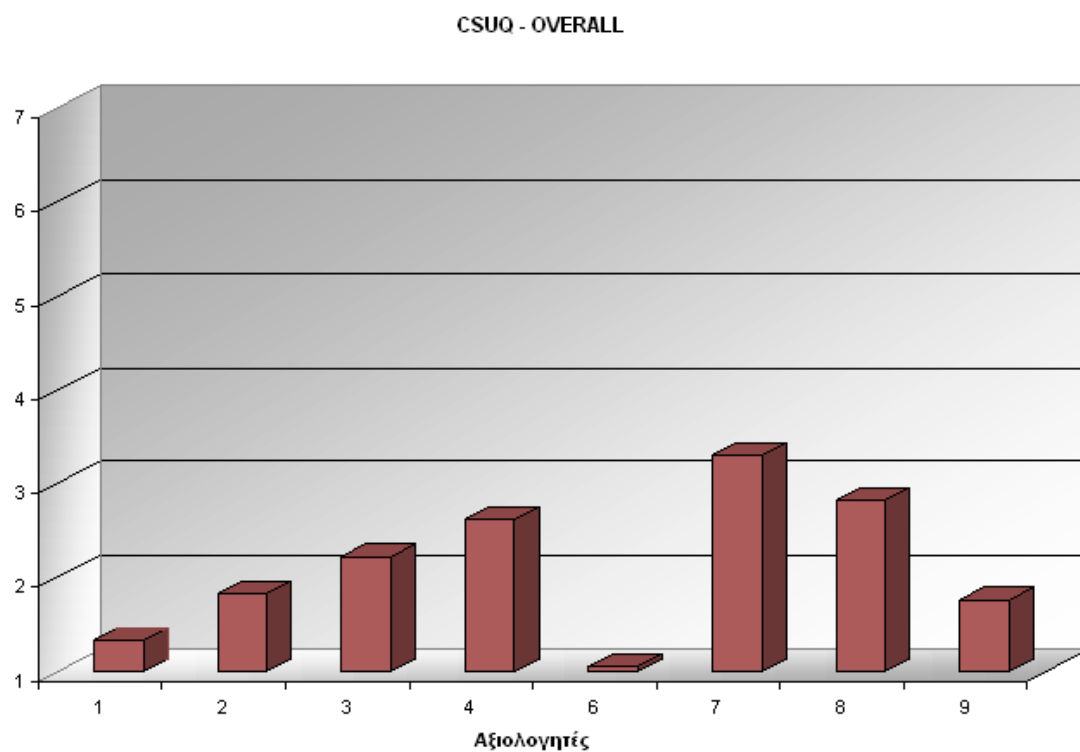
με το δεύτερο σενάριο. Προκειμένου να γίνει πιο κατανοητή, η άποψη αυτή παριστάνουμε γραφικά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο ερωτηματολογίων στην ακόλουθη εικόνα.

**Εικόνα 35 Σύγκριση δεικτών ASQ ανά αξιολογητή μεταξύ των σεναρίων**

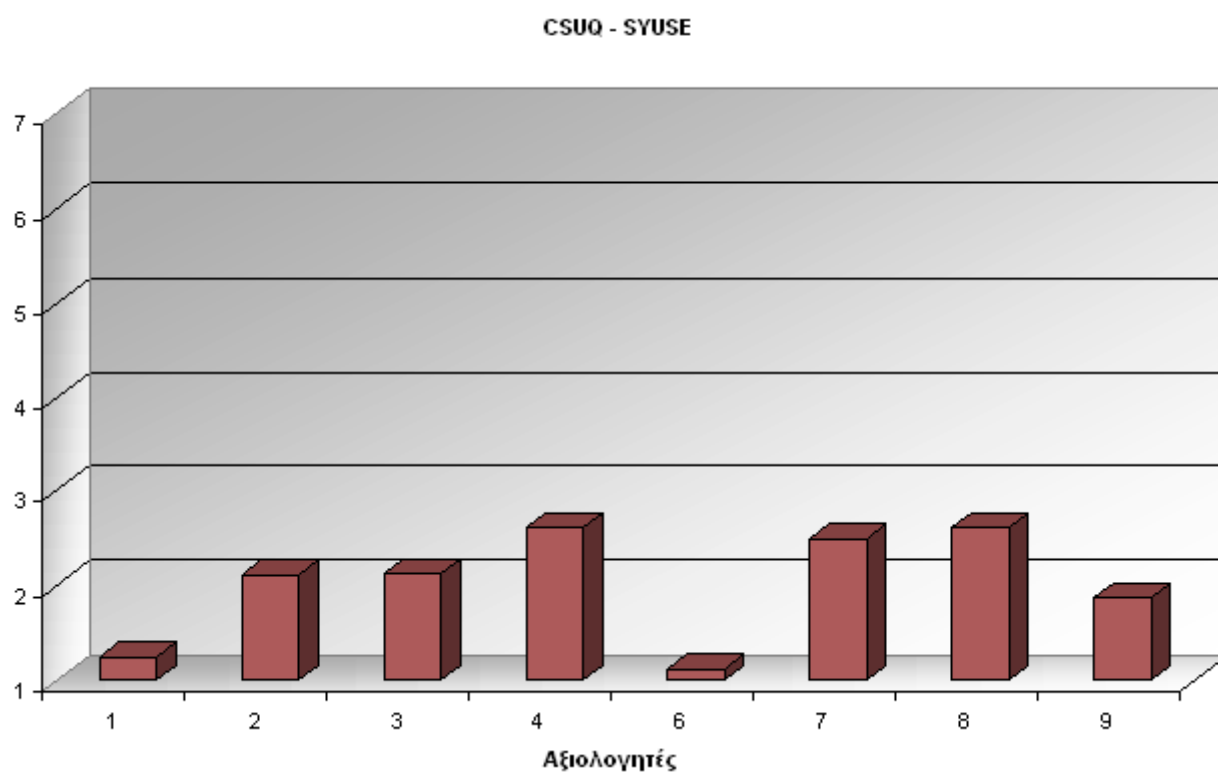
Με τη βοήθεια της σύγκρισης, των σχολίων που έγραψαν οι χρήστες στα ερωτηματολόγια και συζήτησης που ακολούθησε τη διαδικασία αξιολόγησης, συμπεράναμε ότι οι χρήστες δεν ικανοποιήθηκαν ιδιαίτερα από την αποδοτικότητά τους χρησιμοποιώντας τη σάρωση για τη συγγραφή κειμένου. Ωστόσο, τα άτομα με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα, έχοντας συνηθίσει η διαδικασία εισαγωγής κειμένου να είναι αργή δεν εξέφρασαν κάποιο σχετικό σχόλιο. Ωστόσο, εφόσον απευθυνόμαστε σε όλες τις κατηγορίες χρηστών, θα πρέπει να λάβουμε την αρνητική στάση των αξιολογητών ως προς το πληκτρολόγιο σοβαρά υπ' όψιν μας και σε επόμενες εκδόσεις να βελτιώσουμε την ταχύτητα της διαδικασίας εισαγωγής κειμένου.

Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τα διαγράμματα για τους δείκτες OVERALL, SYUSE, INFOQUAL και INTERQUAL, όπως προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο csuq.

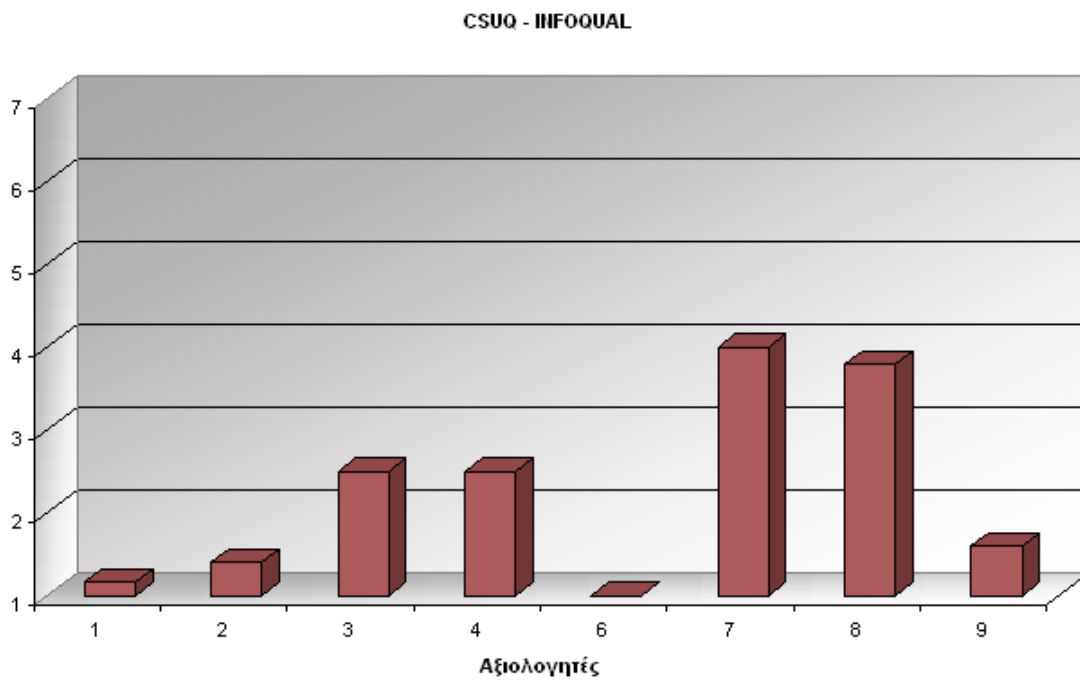




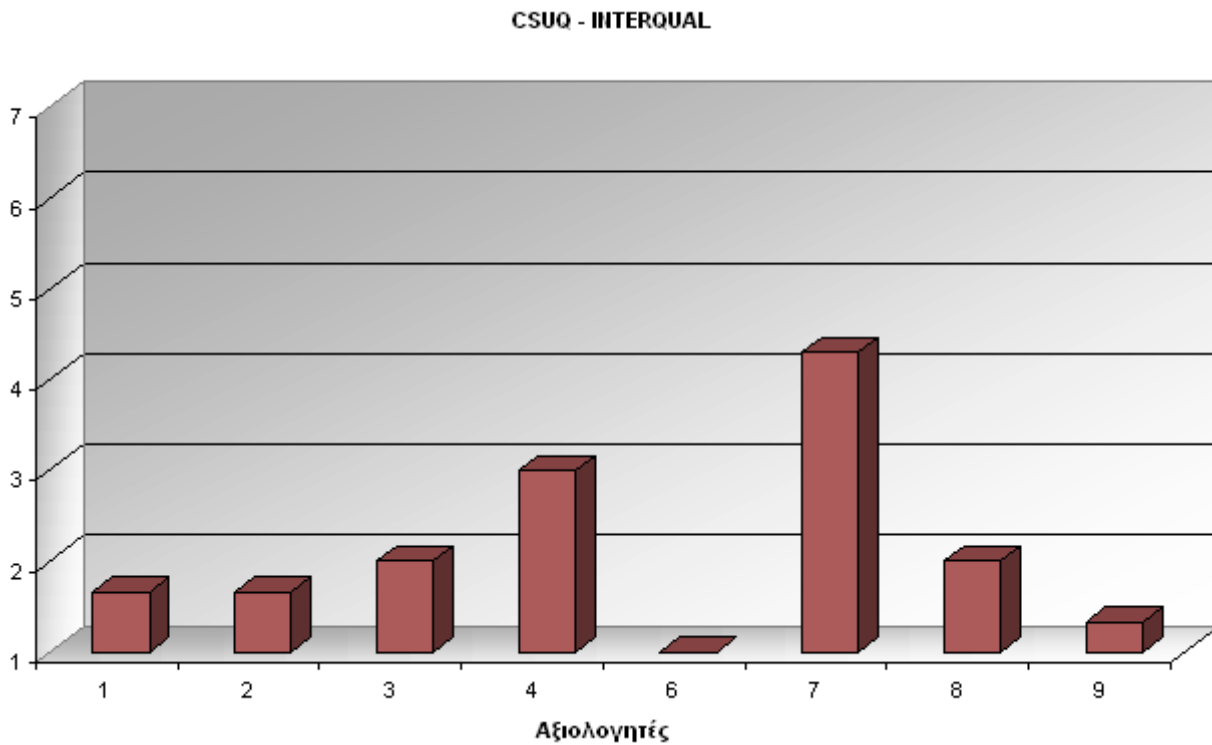
Εικόνα 36 Δείκτης OVERALL ανά αξιολογητή



Εικόνα 37 Δείκτης SYUSE ανά αξιολογητή



Εικόνα 38 Δείκτης INFOQUAL ανά αξιολογητή



Εικόνα 39 Δείκτης INTERQUAL ανά αξιολογητή

Μελετώντας τις απαντήσεις της κάθε κατηγορίας ξεχωριστά, παρατηρήσαμε μια τάση οι έμπειροι και αρχάριοι χρήστες να είναι πιο ευχαριστημένοι από τη χρήση της εφαρμογής, σε σχέση με τους μέσους χρήστες. Οι μέσοι όροι των απαντήσεων των χρηστών κάθε κατηγορίας στους δείκτες ικανοποίησης που ορίσαμε, παρουσιάζονται συγκριτικά στο διάγραμμα που ακολουθεί:

**Εικόνα 40 Συγκριτική αναπαράσταση δεικτών ικανοποίησης ανά κατηγορία χρηστών**

Τέλος, παραθέτουμε τον πίνακα με τις αντίστοιχες μετρήσεις για τους δύο χρήστες με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα.

| Αξιολογητής | ASQ<br>(Σενάριο 1) | ASQ<br>(Σενάριο 2) | OVERALL | SYUSE | INFOQUAL | INTERQUAL |
|-------------|--------------------|--------------------|---------|-------|----------|-----------|
| 5           | 1,33               | 1,33               | 2,35    | 3,125 | 1        | 3         |
| 10          | 1,66               | 1,66               | 2,125   | 2,25  | 2,25     | 2         |

**Πίνακας 18 Δείκτες ικανοποίησης αξιολογητών με κινητικές δυσκολίες**

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, οι μετρήσεις από τους χρήστες αυτής της κατηγορίας, δεν χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων, μιας και το δείγμα είναι ιδιαίτερα μικρό, αλλά κυρίως για να δείξουμε ότι οι ενδείξεις αυτές δεν αναιρούν προηγούμενα συμπεράσματα και μετρήσεις.

#### 4.6.4 Ανεπίσημη Συζήτηση (debriefing)

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας, ακολούθησε σύντομη συζήτηση με τους αξιολογητές. Σκοπός της συζήτησης ήταν να τους δοθεί η ευκαιρία να κάνουν παρατηρήσεις τις οποίες δεν μπόρεσαν να εκφράσουν μέσω των ερωτηματολογίων, καθώς και να εκφράσουν πιο ελεύθερα την άποψή τους για την εφαρμογή που αξιολόγησαν.

Από τη συζήτηση αυτή προέκυψαν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα. Ένα από αυτά έχει ήδη αναφερθεί και αφορά τη χρήση του οπτικού πληκτρολογίου για την εισαγωγή κειμένου. Κάποιοι από τους χρήστες αντιμετώπισαν ιδιαίτερη δυσκολία στην επαναφορά από ένα λάθος. Μία λύση σε αυτό θα ήταν να υπάρχει ένας πιο άμεσος τρόπος για τη διαγραφή ενός γράμματος, χωρίς να πρέπει να πλοηγούνται μέσω της σάρωσης έως το κουμπί “Back space” του οπτικού πληκτρολογίου.

Επίσης, οι αξιολογητές ανέφεραν τη δυσκολία που αντιμετώπισαν με τη μορφή του «γρήγορου» διαλόγου. Έτσι, αν και κατάλαβαν τελικά τη διαφορά που υπήρχε μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών αντικειμένων, κάποια από τα λάθη που πραγματοποίησαν οφείλονταν σε αυτόν ακριβώς το λόγο, ότι δηλαδή ενώ περίμεναν ο διάλογος να μείνει στο ίδιο αντικείμενο αλλάζοντας κατάσταση, προχωρούσε στο επόμενο αντικείμενο. Παρατηρήθηκε ωστόσο ότι τα λάθη αυτά μειώθηκαν κατά την εκτέλεση του δεύτερου σεναρίου, κατά το οποίο οι χρήστες είχαν εμπεδώσει τον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής.

Ένας από τους σημαντικότερους λόγους για τους οποίους οι χρήστες θεώρησαν ότι η σάρωση δεν τους βοήθησε να γίνουν αποδοτικοί κατά την εκτέλεση των ενεργειών των σεναρίων ήταν η αναγκαστική σάρωση των αντικειμένων ενός περιέκτη, εφόσον επέλεξαν να αλληλεπιδράσουν με αυτόν. Έτσι, θα προτιμούσαν να έχουν τη δυνατότητα να «βγαίνουν» από το αντικείμενο περιέκτη όποτε οι ίδιοι το επιθυμούσαν.

Τέλος, ορισμένοι αξιολογητές εξηγώντας γιατί η σάρωση δεν έχει όλες τις λειτουργίες που περίμεναν να έχει, παρατήρησαν ότι με το ποντίκι μπορούν να πραγματοποιήσουν ορισμένες ενέργειες, οι οποίες δεν ήταν δυνατές μέσω της σάρωσης. Ως παράδειγμα τέτοιων λειτουργιών όρισαν τα σύντομα μενού που εμφανίζονται με δεξιά κρότηση του ποντικιού, στα οποία μέσω της σάρωσης δεν είναι δυνατή η πρόσβαση.

## **Κεφάλαιο 5. Επίλογος**

### **5.1 Ανασκόπηση και συμπεράσματα**

Στην εργασία αυτή, ασχοληθήκαμε με τα προβλήματα αλληλεπίδρασης των ατόμων με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα, μόνιμα, προσωρινά ή περιστασιακά με ένα παραθυρικό υπολογιστικό περιβάλλον. Στόχος της εργασίας μας ήταν να καλύψουμε όσο καλύτερα γινόταν τις ανάγκες αλληλεπίδρασης αυτών των ατόμων. Στα πλαίσια της επίτευξης του στόχου αυτού, δημιουργήθηκε το πρώτο σύστημα ιεραρχικής σάρωσης με δυναμική ανάκτηση της ιεραρχικής δομής των εφαρμογών. Πρόκειται για ένα σύστημα το οποίο κατατάσσεται σε τεχνικές σάρωσης τρίτης γενιάς.

Ξεκινήσαμε την εργασία, μελετώντας τους τρόπους αντιμετώπισης των προβλημάτων των ατόμων με κινητικές δυσκολίες στα άνω άκρα, τους οποίους κατατάξαμε σε τρεις κατηγορίες: τις αναδραστικές προσεγγίσεις, τις προληπτικές προσεγγίσεις καθώς και τις πρωτοβουλίες πολιτικής. Οι αναδραστικές προσεγγίσεις προσπαθούν να προσαρμόσουν ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες στις ιδιαιτερότητες των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Αντίθετα, στις προληπτικές προσεγγίσεις από τη διαδικασία σχεδίασης του προϊόντος λαμβάνεται υπ' όψιν ότι ένα τμήμα του αγοραστικού κοινού αντιμετωπίζει ειδικές ανάγκες. Η τρίτη προσέγγιση, που στηρίζεται στη δημιουργία πολιτικών, αποτελεί την πιο γενική αντιμετώπιση. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην παρουσίαση της τεχνικής της σάρωσης και στην πλατφόρμα Microsoft Active Accessibility, οι οποίες τελικά χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της παρούσας εργασίας.

Στα πλαίσια της παραπάνω μελέτης, συμπεράναμε ότι δεν υπάρχει κάποιο προϊόν που να αντιμετωπίζει καθολικά τα προβλήματα των χρηστών στη χρήση ενός υπολογιστικού περιβάλλοντος. Δεν υπάρχει δηλαδή κάποιος τρόπος να γίνει προσβάσιμη σε ένα άτομο με κινητικά προβλήματα μια εφαρμογή που δεν έχει σχεδιαστεί αποκλειστικά για το λόγο αυτό. Το αποτέλεσμα είναι να μην μπορούν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά και αποδοτικά έναν υπολογιστή. Έτσι προτείναμε την κατασκευή μιας εφαρμογής, η οποία χρησιμοποιώντας τη σάρωση θα καθιστά δυνατή την πρόσβαση σε οποιαδήποτε εφαρμογή, ενός παραθυρικού περιβάλλοντος. Στα πλαίσια της πρότασης αυτής υλοποιήσαμε μια εφαρμογή με αυτές τις προδιαγραφές. Στο σύστημα που υλοποιήσαμε, είναι δυνατή η σάρωση οποιασδήποτε εφαρμογής, αλλά κάθε φορά επιτρέπεται η σάρωση αποκλειστικά μίας. Η μόνη προϋπόθεση που πρέπει να πληρεί η υπό σάρωση εφαρμογή είναι να είναι προσβάσιμη, δηλαδή να παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τα αντικείμενα που χρησιμοποιεί, κάτι που ισχύει για τις περισσότερες εφαρμογές. Στη συνέχεια μελετήσαμε τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος σάρωσης, όπως τον τρόπο κατασκευής της δενδρικής ιεραρχίας αντικειμένων, τη σχεδίαση και υλοποίηση ξεχωριστών διαλόγων για κάθε κατηγορία αντικειμένων. Επίσης, μελετήσαμε τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα πληροφορεί το χρήστη για την κατάσταση του διαλόγου, καθώς και το μέσο με το οποίο ο χρήστης εισάγει δεδομένα στο σύστημα,

αφού για λόγους προσβασιμότητας καταργήθηκε η χρήση πληκτρολογίου και ποντικιού. Τέλος, παρουσιάσαμε τις γραφικές διεπαφές που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της σάρωσης και περιγράψαμε με συντομία τα προβλήματα που συναντήσαμε κατά τη διάρκεια της υλοποίησης.

Σημαντικό τμήμα της παρούσας εργασίας, αποτέλεσε η διαδικασία αξιολόγησης ευχρηστίας της αλληλεπίδρασης χρηστών με κινητικές δυσκολίες στα άνω άκρα με ένα παραθυρικό περιβάλλον ενός υπολογιστικού συστήματος, με τη βοήθεια του συστήματος ιεραρχικής σάρωσης. Έτσι, περιγράψαμε όλη την προετοιμασία που προηγήθηκε της αξιολόγησης, από την επιλογή της μεθόδου, του χώρου της αξιολόγησης, χρηστών, την κατασκευή κατάλληλων σεναρίων χρήσης καθώς και τη μελέτη και επιλογή των κατάλληλων κριτηρίων ευχρηστίας. Στη συνέχεια αναφέραμε ορισμένα σημαντικά σημεία για τη διαδικασία αξιολόγησης και τέλος, παρουσιάσαμε τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη διαδικασία της αξιολόγησης, ήταν πολύ σημαντικά για την παρούσα εργασία. Από τις μετρήσεις και τα ερωτηματολόγια ικανοποίησης των αξιολογητών προέκυψε ότι η εφαρμογή που αναπτύχθηκε είναι εύχρηστη και κρίνεται ικανοποιητική από τους χρήστες. Ωστόσο, η σημαντικότερη συμβολή της διαδικασίας αξιολόγησης, ήταν στον εντοπισμό των μειονεκτημάτων της εφαρμογής ως τελικό προϊόν. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα εντοπίστηκαν κυρίως στον τομέα της αποδοτικότητας, ιδιαίτερα για χρήστες οι οποίοι διαθέτουν πλήρη λειτουργικότητα των άνω άκρων και έχουν συνηθίσει σε μια ταχύτερη διαδικασία αλληλεπίδρασης. Τον εντοπισμό των μειονεκτημάτων, ακολούθησε μελέτη για την αντιμετώπισή τους, η οποία παρουσιάζεται στην παράγραφο των μελλοντικών εργασιών.

### **5.2 Μελλοντικές εργασίες**

Η υλοποίηση που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, οδήγησε στην κατασκευή ενός συστήματος προσβασιμότητας εφαρμογών παραθυρικού περιβάλλοντος. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει ακολουθήσαμε μια ανθρωποκεντρική διαδικασία σχεδίασης. Μια τέτοια διαδικασία χαρακτηρίζεται από τα επαναληπτικά βήματα της αξιολόγησης και βελτίωσης του προϊόντος, ώστε τελικά να ικανοποιεί τις απαιτήσεις των χρηστών στους οποίους απευθύνεται. Στην παράγραφο αυτή, θα αναφέρουμε τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση για τη βελτίωση της εφαρμογής και τις πιθανές επεκτάσεις της.

Πρωταρχικό μέλημα σε μελλοντικές εργασίες θα πρέπει να είναι η βελτίωση της μεθόδου εισαγωγής κειμένου. Μια πιθανή προσέγγιση μπορεί να είναι η αναδιάταξη των πλήκτρων ύστερα από μελέτη για τη συχνότητα και τη σειρά χρήσης τους. Τέτοιες μελέτες έχουν ήδη πραγματοποιηθεί με επιτυχία, συνεπώς αυτό που απαιτείται είναι η χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων τους για την αναδιοργάνωση των πλήκτρων. Επιπλέον, θα πρέπει να προστεθεί η δυνατότητα με μία μόνο κίνηση ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να σβήνει χαρακτήρες, η έλλειψη της οποίας αποδείχθηκε αρκετά κουραστική για τους χρήστες του συστήματος. Τέλος, μία ακόμα λειτουργία της οποίας η προσθήκη κρίνεται αναγκαία είναι η πρόβλεψη λέξεων και η

---

παροχή δυνατότητας στο χρήστη να τροποποιεί και να επεκτείνει το λεξικό που αρχικά θα ορίζεται από την εφαρμογή. Τέτοιες εφαρμογές υπάρχουν διαθέσιμες εμπορικά, οπότε η διεξαγωγή μιας μελέτης σχετικά με τη δυνατότητα ενσωμάτωσης μιας τέτοιας εφαρμογής είναι απαραίτητη, ώστε να αποφασιστεί κατά πόσο είναι προτιμότερη η ενσωμάτωση μιας τέτοιας εφαρμογής ή η εκ νέου κατασκευή ενός συστήματος, προσαρμοσμένου κατάλληλα για να χρησιμοποιείται με τη σάρωση. Τέλος, ως εναλλακτική λύση προτείνεται η χρήση εφαρμογών αναγνώρισης φωνής για την εισαγωγή κειμένου. Ωστόσο ο τομέας αυτός χρήζει ιδιαίτερης έρευνας, και αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα, όπως τη χρήση περιορισμένων λεξικών, ιδιαίτερα για την ελληνική γλώσσα. Επιπλέον, πρέπει να αναφέρουμε ότι η χρήση αναγνώρισης φωνής για την είσοδο δεδομένων, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιλεκτικά, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο ο χρήστης εργάζεται με το υπολογιστικό σύστημα.

Επιπλέον λειτουργίες που θα μπορούσαν να προστεθούν για τη βελτίωση της εφαρμογής, είναι η σάρωση αντίστροφης φοράς καθώς και η δυνατότητα εξόδου από ένα αντικείμενο περιέκτη οποιαδήποτε στιγμή. Για την πραγματοποίηση των παραπάνω λειτουργιών είναι απαραίτητη η προσθήκη περισσότερων διακοπών και πιθανόν η αύξηση της πολυπλοκότητας της εφαρμογής.

Τέλος, απαραίτητη επέκταση για την κατασκευή ενός τελικού προϊόντος είναι η δυνατότητα σάρωσης όλων των παραθύρων. Η επέκταση αυτή είναι αρκετά εύκολη, αφού η μόνη αλλαγή που χρειάζεται είναι να καταγράφεται στα παράθυρα προς σάρωση η επιφάνεια εργασίας, η οποία και θα αποτελεί σημείο έναρξης του διαλόγου σάρωσης. Η δυσκολία και η επιπλέον μελέτη που απαιτούνται για την επέκταση αυτή, αφορά την αποτελεσματική διαχείριση των παραθύρων, τη δυνατότητα επαναφοράς του διαλόγου στο αντικείμενο με το οποίο τελευταία είχε αλληλεπιδράσει ο χρήστης σε ένα παράθυρο και τέλος την επιλογή των μηνυμάτων τα οποία θα χρησιμοποιεί η εφαρμογή για τη μετάβαση του διαλόγου μεταξύ των παραθύρων.

Ολοκληρώνουμε τη μελέτη των μελλοντικών προεκτάσεων της εφαρμογής σάρωσης, αναφέροντας ότι η προσθήκη των παραπάνω χαρακτηριστικών, δεν είναι ιδιαίτερα επίπονη, θα βελτιώσει ωστόσο σημαντικά την ευχρηστία της εφαρμογής και την απόδοση των χρηστών με αυτή. Η υλοποίηση των παραπάνω χαρακτηριστικών και η δημιουργία ενός τελικού προϊόντος, θα αποβεί ιδιαίτερα χρήσιμη κυρίως για τα άτομα με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα, για τα οποία η χρήση του υπολογιστή συχνά είναι απαγορευτική.

## **Παράρτημα Α. Τεχνικά χαρακτηριστικά**

### **1. Ανάλυση ιεραρχίας**

Η διαδικασία για την κατασκευή της ιεραρχίας ξεκινά από το ίδιο το παράθυρο το οποίο σαρώνεται, με τη συνάρτηση ανάκτησης των αντικειμένων με τη βοήθεια της πλατφόρμας Active Accessibility.

#### **Βήμα 1<sup>ο</sup>: Ανάκτηση ρίζας δενδρικής ιεραρχίας**

Γνωρίζοντας το handle του παραθύρου, καλούμε τη συνάρτηση `AccessibleObjectFromWindow`, ζητώντας τη διεύθυνση του `IAccessible` interface του αντικειμένου (προσδιορίζεται από την τρίτη παράμετρο της συνάρτησης αν θέσουμε την τιμή `IID_IAccessible`). Το αποτέλεσμα, δηλαδή η διεύθυνση της διεπαφής, αποθηκεύεται στην τέταρτη μεταβλητή που τίθεται ως παράμετρος της συνάρτησης. Αν η διαδικασία δεν είναι επιτυχής, δηλαδή εφόσον το αρχικό παράθυρο δεν είναι προσβάσιμο, τερματίζουμε τη διαδικασία κατασκευής του δένδρου. Διαφορετικά, συνεχίζουμε με τη διαδικασία κατασκευής του δένδρου, προσθέτοντας κατ' αρχήν το αντικείμενο αυτό στο δένδρο και στη συνέχεια αναζητώντας τα παιδιά αυτού του κόμβου.

#### **Βήμα 2<sup>ο</sup>: Ανάκτηση θυγατρικών κόμβων**

Αρχικά μετράμε τα παιδιά του αντικειμένου του οποίου θέλουμε να πάρουμε τους θυγατρικούς κόμβους, μέσω της συνάρτησης `get_accChildCount`. Στη συνέχεια, μέσω της συνάρτησης `AccessibleChildren`, παίρνουμε πληροφορίες για τα προσβάσιμα παιδιά του αντικειμένου. Οι πληροφορίες που παίρνουμε τοποθετούνται σε μια δομή τύπου `VARIANT` (την οποία περνάμε ως τέταρτη παράμετρο στη συνάρτηση `AccessibleChildren`), ενώ ως αποτέλεσμα λαμβάνουμε και τον αριθμό των παιδιών τα οποία ήταν προσβάσιμα στη μεταβλητή που περνάμε ως τελευταία παράμετρο της συνάρτησης. Στην περίπτωση που η συνάρτηση πετύχει θα πρέπει να έχουμε πάρει πληροφορίες για όλα τα παιδιά του αρχικού αντικειμένου. Διαφορετικά η συνάρτηση μπορεί να έχει μερικώς πετύχει, αν πάρουμε πληροφορίες για ορισμένα μόνο παιδιά ή να έχει αποτύχει τελείως, αν δεν πάρουμε πληροφορίες για κανένα από τα παιδιά.

Αν η συνάρτηση επιστρέψει επιτυχώς, για κάθε ένα από τα παιδιά ελέγχουμε τις πληροφορίες που έχουμε αποθηκεύσει στη `VARIANT` δομή. Συγκεκριμένα από το πεδίο `vt` της δομής μπορούμε να πάρουμε πληροφορία για το αν το παιδί αυτό είναι το ίδιο πατέρας άλλων αντικειμένων οπότε και ακολουθείται αναδρομικά η διαδικασία ανάκτησης των θυγατρικών κόμβων ή αν είναι φύλλο στη δενδρική ιεραρχία, οπότε ακολουθείται η διαδικασία προσθήκης του αντικειμένου στο δένδρο.

Στην περίπτωση που η `AccessibleChildren` πετύχει μερικώς, ακολουθούμε την αντίστοιχη διαδικασία για όσα από τα παιδιά ήταν προσβάσιμα.



## 2. Προσθήκη αντικειμένου στη δενδρική ιεραρχία

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τη διαδικασία που ακολουθείται για την προσθήκη ενός αντικειμένου στην ιεραρχία.

### **Βήμα 1<sup>ο</sup>: αποκλεισμός αντικειμένων λόγω ρόλου**

Αρχικά πραγματοποιείται έλεγχος του ρόλου του αντικειμένου. Γνωρίζοντας αυτή την ιδιότητα, μπορούμε να αποκλείσουμε ορισμένα αντικείμενα από την αρχή, χωρίς να χρειαστεί να προβούμε σε περαιτέρω ελέγχους. Έτσι για τα αντικείμενα με ρόλο: alert, animation, border, caret, character, chart, clock, cursor, diagram, dial, grip, equation, graphic, helpballoon, hotkeyfield, indicator, progressbar, rowheader, separator, slider, sound, statusbar, tooltip και whitespace, μεταβαίνουμε στη διαδικασία **πρόσθήκης αντικειμένου παράλειψης**. Επιπλέον, αν το αντικείμενο είναι μη επιλέξιμο στατικό κείμενο (= μη συντάξιμο) ή αν είναι τι κουμπί “Context Help”, το οποίο απαιτεί χρήση αποκλειστικά με συσκευή κατάδειξης, μεταβαίνουμε και πάλι στη διαδικασία **πρόσθήκης αντικειμένου παράλειψης**.

### **Βήμα 2<sup>ο</sup>: αποκλεισμός αντικειμένων λόγω κατάστασης**

Κατά το βήμα αυτό πραγματοποιούνται κάποιοι ακόμα έλεγχοι για να διαπιστωθεί αν το αντικείμενο πρέπει να προστεθεί στην ιεραρχία. Έτσι εξετάζουμε αν το αντικείμενο είναι ορατό, διαθέσιμο για αλληλεπίδραση, αν οι συντεταγμένες του είναι μηδενικές και αν βρίσκεται εντός των ορίων που θέτουν οι συντεταγμένες του γονικού του αντικειμένου. Αν για κάποιον από αυτούς τους λόγους πρέπει να παραλειφθεί από την ιεραρχία, καλείται και σε αυτή την περίπτωση η διαδικασία **πρόσθήκης αντικειμένου παράλειψης**.

### **Βήμα 3<sup>ο</sup>: έλεγχος αντικειμένων περιεκτών**

Αν ένα αντικείμενο περάσει από τους παραπάνω ελέγχους και δεν καταταχθεί στα προς παράλειψη αντικείμενα, ελέγχουμε αν είναι αντικείμενο περιεκτικής και αν ναι, τίθεται η κατάλληλη τιμή στην ιδιότητα διαλόγου, σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράψαμε στην παράγραφο 3.3.

### **Βήμα 4<sup>ο</sup>: Προσθήκη αντικειμένου**

Για ένα αντικείμενο που περνά τους παραπάνω ελέγχους με επιτυχία, καλείται η κατάλληλη συνάρτηση προσθήκης του αντικειμένου στη δενδρική ιεραρχία. Το αντικείμενο προστίθεται στην κατάλληλη θέση και ορίζονται οι απαραίτητοι σύνδεσμοι με το γονικό και τους αδερφικούς κόμβους (αν υπάρχουν).

## **ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΠΑΡΑΛΕΙΨΗΣ**

Στην πραγματικότητα η διαδικασία αυτή δεν πραγματοποιεί προσθήκη του αντικειμένου στην ιεραρχία, αλλά τροποποίηση αυτής ώστε να συμβαδίζει με το γεγονός ότι το αντικείμενο τελικά θα παραλειφθεί από την ιεραρχία. Έτσι, αρχικά μειώνεται ο αριθμός των παιδιών του γονικού αντικειμένου.

Αν μετά τη μείωση το πλήθος των παιδιών του είναι μηδενικό και δεν είναι άμεσα συνδεδεμένο με κάποια ενέργεια, αφαιρείται από την ιεραρχία και ακολουθείται η ίδια διαδικασία αναδρομικά για το γονικό αντικείμενο αυτού.

Αν έχει ένα παιδί, παραμένει στην ιεραρχία, αλλά ορίζεται γι' αυτό η ιδιότητα του διαλόγου να έχει τιμή «εμβάθυνση». Αναδρομικά για το γονικό του αντικείμενο ελέγχεται αν είναι περιέκτης με ένα παιδί, οπότε και αυτό παραμένει στην ιεραρχία, αλλά χωρίς να πραγματοποιείται διάλογος κ.ο.κ.

### 3. Μπάρες κύλισης σε Internet Explorer

Εφόσον κατά τη διαδικασία σχηματισμού της δενδρικής ιεραρχίας διαπιστωθεί η ύπαρξη αντικειμένου κλάσης Internet Explorer Server, θα πρέπει μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του δένδρου να ακολουθήσει έλεγχος για την ύπαρξη κατακόρυφων και οριζόντιων μπαρών κύλισης. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται αναλυτικότερα στη συνέχεια.

#### **Βήμα 1<sup>ο</sup>: Ανάκτηση εγγράφου HTML**

Αφού καταφέρουμε να πάρουμε ένα δείκτη στο HTML έγγραφο, ελέγχουμε αν αυτό αποτελείται από frames. Αν ναι μεταβαίνουμε στο 2<sup>ο</sup> βήμα. Διαφορετικά συνεχίζουμε στο 3<sup>ο</sup> βήμα.

#### **Βήμα 2<sup>ο</sup>: Καθορισμός frames**

Καθορίζουμε τα frames από τα οποία αποτελείται το HTML έγγραφο και για κάθε ένα από αυτά ελέγχουμε αν αποτελείται από περαιτέρω frames και αναλύουμε και αυτά, κ.ο.κ. Μετά από τον πλήρη καθορισμό των frames, για κάθε ένα από αυτά μεταβαίνουμε στο βήμα 3.

#### **Βήμα 3<sup>ο</sup>: Προσδιορισμός μπάρων κύλισης**

Για να διαπιστώσουμε αν το έγγραφο το οποίο μελετάμε έχει κατακόρυφη μπάρα κύλισης συγκρίνουμε το ύψος της client περιοχής στην οποία βρίσκεται το αντικείμενο και το ύψος του ίδιου του αντικειμένου. Αν το δεύτερο είναι μεγαλύτερο από το πρώτο, τότε υπάρχει κατακόρυφη μπάρα κύλισης. Αντίστοιχη διαδικασία ακολουθείται για την οριζόντια μπάρα κύλισης. Αν διαπιστωθεί ότι υπάρχει μπάρα κύλισης, κατασκευάζονται τα απαραίτητα αντικείμενα στην ιεραρχία, δηλαδή η μπάρα, ως αντικείμενο περιέκτης και τα κουμπιά, ως απλά αντικείμενα.

## **Παράρτημα Β. Αξιολόγηση: Ερωτηματολόγια και Σενάρια Χρήσης**

### **1. Ερωτηματολόγιο δημογραφικών στοιχείων**

Στην ενότητα αυτή παρατίθεται το ερωτηματολόγιο δημογραφικών στοιχείων, που δόθηκε στους συμμετέχοντες. Στην πραγματικότητα δόθηκαν δύο είδη ερωτηματολογίων: αυτό που απευθυνόταν ειδικά στους χρήστες με κινητικά προβλήματα και αυτό που απευθυνόταν στους υπόλοιπους χρήστες. Στο πρώτο ερωτηματολόγιο υπάρχουν δύο επιπλέον ερωτήσεις (οι 8 και 9), στόχος των οποίων είναι να διαπιστωθεί αν ο συμμετέχων χρησιμοποιεί κάποιο ιδιαίτερο υλικό ή λογισμικό κατά τη χρήση του υπολογιστή. Οι δύο ερωτήσεις αυτές ήταν σημαντικές για να είναι δυνατή η διεξαγωγή συμπερασμάτων και συγκρίσεων μετά το πέρας της αξιολόγησης. Μία ακόμα διαφορά ανάμεσα στα ερωτηματολόγια, είναι ότι στην ερώτηση για τη βαθμίδα εκπαίδευσης την οποία έχουν ολοκληρώσει οι χρήστες στο ειδικό ερωτηματολόγιο προστέθηκε η επιλογή της ειδικής εκπαίδευσης.

Στο παράρτημα αυτό παρατίθεται το ειδικό ερωτηματολόγιο για τους συμμετέχοντες με κινητικά προβλήματα, μιας και οι ερωτήσεις του αποτελούν υπερσύνολο των ερωτήσεων του απλού ερωτηματολογίου.

**Ερωτηματολόγιο δημογραφικών στοιχείων**

### **Σχετικά με το παρόν ερωτηματολόγιο**

Ο στόχος του παρόντος ερωτηματολογίου είναι για να μας βοηθήσετε να καταγράψουμε τις απόψεις των χρηστών της εφαρμογής της σάρωσης. Το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο και οι πληροφορίες που θα παρέχετε θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για να εξασφαλίσουμε ότι η εφαρμογή της σάρωσης ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών με δυσκολίες κίνησης στα άνω άκρα.

**1. Ηλικία**

Παρακαλούμε συμπληρώστε την ηλικία σας: \_\_\_\_\_ ετών

**2. Φύλο**

Παρακαλούμε επιλέξτε ένα από τα παρακάτω:

- Άνδρας  
 Γυναίκα

**3. Εκπαίδευση**

Παρακαλούμε επιλέξτε τη βαθμίδα εκπαίδευσης, την οποία έχετε ολοκληρώσει:

- Δημοτικό  
 Γυμνάσιο  
 Λύκειο  
 Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΤΕΙ)  
 Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΑΕΙ)  
 Ειδική Εκπαίδευση  
 Άλλο: \_\_\_\_\_

**4. Συχνότητα χρήσης υπολογιστή**

Παρακαλούμε επιλέξτε τη συχνότητα με την οποία χρησιμοποιείτε έναν υπολογιστή:

- Λιγότερο από δύο φορές το μήνα  
 Δύο φορές το μήνα  
 Μια ή δύο φορές την εβδομάδα  
 Τρεις ή τέσσερις φορές την εβδομάδα  
 Πέντε ή έξι φορές την εβδομάδα  
 Καθημερινά

**5. Σκοπός χρήσης υπολογιστή**

Για ποιο λόγο χρησιμοποιείτε συνήθως τον υπολογιστή; Επιλέξτε όσα από τα παρακάτω ισχύουν:

- Συγγραφή κειμένων
- Ανάγνωση και αποστολή ηλεκτρονικής αλληλογραφίας (e-mail)
- Πλοήγηση στον παγκόσμιο ιστό (Internet)
- Άλλο: \_\_\_\_\_

---



---



---

**6. Λειτουργία υπολογιστή**

Πόσο καλά μπορείτε να χειριστείτε έναν υπολογιστή; Παρακαλούμε επιλέξτε ένα από τα παρακάτω:

- Πολύ καλά
- Καλά
- Λίγο
- Σχεδόν καθόλου

**7. Χρήση υπολογιστή**

Για κάθε ζευγάρι από επίθετα, παρακαλούμε επιλέξτε ένα βαθμό από το 1 έως το 7, ο οποίος εκφράζει την άποψή σας, σε σχέση με τους υπολογιστές.

Οι υπολογιστές είναι:

|                   |   |   |   |                   |   |   |
|-------------------|---|---|---|-------------------|---|---|
| <b>Δυσάρεστοι</b> |   |   |   | <b>Ευχάριστοι</b> |   |   |
| 7                 | 6 | 5 | 4 | 3                 | 2 | 1 |

|                |   |   |   |                      |   |   |
|----------------|---|---|---|----------------------|---|---|
| <b>Βαρετοί</b> |   |   |   | <b>Συναρπαστικοί</b> |   |   |
| 7              | 6 | 5 | 4 | 3                    | 2 | 1 |

|                  |   |   |   |                  |   |   |
|------------------|---|---|---|------------------|---|---|
| <b>Δύσχηστοι</b> |   |   |   | <b>Εύχρηστοι</b> |   |   |
| 7                | 6 | 5 | 4 | 3                | 2 | 1 |

**8. Χρήση ειδικών συσκευών εισόδου**

Χρησιμοποιείτε κάποιες ειδικές συσκευές εισόδου; Αν ναι, παρακαλούμε επιλέξτε όσα από τα παρακάτω ισχύουν:

- Διακόπτες (switches)
  - Μικρόφωνο
  - Ειδικό πληκτρολόγιο
  - Ράβδο (στόματος ή κεφαλής)
  - Συστήματα κατάδειξης μέσω του κεφαλιού
  - Συστήματα κατάδειξης με τη χρήση ποδιών
  - Συστήματα ανίχνευσης βλέμματος
  - Άλλο: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**9. Χρήση ειδικού λογισμικού**

Χρησιμοποιείτε κάποιες ειδικές εφαρμογές λογισμικού; Αν ναι, παρακαλούμε επιλέξτε όσα από τα παρακάτω ισχύουν:

- Πληκτρολόγιο οθόνης
  - Αναγνώριση φωνής
  - Πρόγραμμα πρόβλεψης λέξεων
  - Φωνητικό επεξεργαστή κειμένου
  - Φωνητικό πλοηγό
  - Τεχνικές σάρωσης
  - Άλλο: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



## 2. Σενάρια χρήσης

Στην ενότητα αυτή παρατίθενται τα σενάρια χρήσης, όπως δόθηκαν και στους αξιολογητές. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, για τους αξιολογητές με κινητικές δυσκολίες, τα σενάρια ήταν μικρότερα. Παρουσιάζονται εδώ τα σενάρια για πού χρησιμοποιήθηκαν από τους υπόλοιπους οκτώ αξιολογητές, αφού οι ενέργειες που τα απαρτίζουν αποτελούν υπερσύνολο των ενεργειών από τις οποίες αποτελούνται τα ειδικά σενάρια .

### **ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΡΗΣΗΣ 1**

Στόχος του παρόντος σεναρίου είναι να κατανοήσετε τις λειτουργίες όχι της εφαρμογής WordPad , αλλά της εφαρμογής της σάρωσης, την οποία και καλείστε να αξιολογήσετε.

Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή WordPad, θα φτιάξετε μια κάρτα με τα προσωπικά σας στοιχεία. Υπάρχει ήδη κάποιο πρότυπο, που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε. Το αρχείο που περιέχει αυτό το πρότυπο ονομάζεται card.rtf και βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας (Desktop).

### **ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ**

1. Από το αντικείμενο “File”, στη μπάρα καταλόγου (menu bar), επιλέξτε το “Open”. Θα εμφανιστεί ένα νέο παράθυρο, απ’ όπου θα πρέπει να επιλέξετε το αρχείο το οποίο επιθυμείτε να ανοίξετε.
2. Επιλέξτε το αρχείο card.rtf και ανοίξτε το.
3. Μετακινήστε το παράθυρο προς τα αριστερά. (βλ. οδηγίες χρήσης, σελ. 12)
4. Αυξήστε το πλάτος του παραθύρου. (βλ. οδηγίες χρήσης, σελ. 12)
5. Από τις ρυθμίσεις σχετικά με τα χρώματα της εφαρμογής της σάρωσης, επιλέξτε το πλάτος του πλαισίου εστίασης να είναι 5. (βλ. οδηγίες χρήσης, σελ. 12)
6. Μεγιστοποιήστε (maximize) το παράθυρο της εφαρμογής WordPad.
7. Συμπληρώστε με λατινικούς χαρακτήρες τα στοιχεία που υποδεικνύονται στο πρότυπο αρχείο.
8. Από το αντικείμενο “File”, στη μπάρα καταλόγου (menu bar), επιλέξτε το “Save As...” για να αποθηκεύσετε το αρχείο που δημιουργήσατε.

9. Αποθηκεύστε το αρχείο στον κατάλογο “C:\evaluation”, δίνοντας του ως όνομα το ατομικό σας νούμερο αξιολόγησης. Έτσι αν το ατομικό σας νούμερο είναι το 1, θα πρέπει να ονομάσετε το αρχείο “1.rtf”
10. Από τη μπάρα εργαλείων (tool bar), επιλέξτε το κουμπί “Print Preview” (προεπισκόπηση εκτύπωσης).
11. Στο παράθυρο της προεπισκόπησης, επιλέξτε το κουμπί “Print...”, για να εκτυπώσετε το κείμενο.
12. Ορίστε τον αριθμό των αντιτύπων σε δύο και εκτυπώστε.
13. Τερματίστε την εφαρμογή της σάρωσης, μέσω του Window Manager. (βλ. οδηγίες χρήσης, σελ. 12)

### **ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΡΗΣΗΣ 2**

Στόχος του παρόντος σεναρίου είναι να κατανοήσετε τις λειτουργίες όχι της εφαρμογής web mail, ούτε του Internet Explorer, αλλά της εφαρμογής της σάρωσης, την οποία και καλείστε να αξιολογήσετε.

Χρησιμοποιώντας τον Internet Explorer, θα διαβάσετε την ηλεκτρονική σας αλληλογραφία (μέσω web mail) και θα στείλετε ένα μήνυμα με συνημμένο (attached) το αρχείο που δημιουργήσατε με τα προσωπικά σας στοιχεία, στο σενάριο 1.

### **ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ**

1. Για να ξεκινήσετε να χρησιμοποιείτε την εφαρμογή web mail, πρέπει πρώτα να εισάγετε τα στοιχεία σας και να συνδεθείτε στο σύστημα. Μεταβείτε στο πεδίο που πρέπει να συμπληρώσετε το όνομά σας. Ως όνομα χρησιμοποιείστε το “stant”. Αφού συμπληρώσετε το όνομα, μην κλείσετε το οπτικό πληκτρολόγιο. Για να μεταβείτε στο πεδίο που συμπληρώνετε το password, πατήστε απλά “Tab” από το οπτικό πληκτρολόγιο. Συμπληρώστε ως password το “1234qw”.
2. Συνδεθείτε στο σύστημα, πατώντας το κουμπί “Login”.
3. Αρχικά, θα πρέπει να τροποποιήσετε τις προτιμήσεις σας, σε σχέση με την εμφάνιση της εφαρμογής web mail. Επιλέξτε το σύνδεσμο “Options”.
4. Από τις επιλογές που θα εμφανιστούν, διαλέξτε το “Display Preferences”.
5. Από τον κατάλογο με τις προτιμήσεις που εμφανίζεται, τροποποιήστε το Theme. Διαλέξτε ως theme το “Plain Blue”.
6. Μεταβείτε στο κάτω μέρος της σελίδας (χρησιμοποιώντας το scrollbar) και επιλέξτε το κουμπί Submit για να πραγματοποιηθούν οι αλλαγές σας.

7. Για να δείτε το νέο Theme που επιλέξατε, μεταβείτε στη μπάρα εργαλείων και επιλέξτε το κουμπί “Refresh”.
8. Ταξινομήστε τα μηνύματα σας με βάση την ημερομηνία (επιλέγοντας το κουμπί με ετικέτα Date) και επιλέξτε να διαβάσετε το πιο πρόσφατο.
9. Επιστρέψτε στη λίστα των μηνυμάτων, πατώντας το σύνδεσμο “Message List”.
10. Ταξινομήστε τα μηνύματα με βάση τον αποστολέα (πατώντας το κουμπί με ετικέτα From) και επιλέξτε όλα τα μηνύματα που έχουν αποστολέα “Stavroula Doa”.
11. Διαγράψτε τα επιλεγμένα μηνύματα, πατώντας το κουμπί “Delete” που βρίσκεται πάνω από τη λίστα των μηνυμάτων.
12. Τέλος, θα πρέπει να στείλετε ένα μήνυμα. Αρχικά, επιλέξτε το σύνδεσμο “Compose”.
13. Μεταβείτε στο πεδίο με ετικέτα “To:” και συμπληρώστε ως αποστολέα το: “stant”. Χωρίς να κλείσετε το οπτικό πληκτρολόγιο μεταβείτε στο πεδίο με ετικέτα “Subject:”, με τρία διαδοχικά “Tab”. Για subject γράψτε “info”. Κλείστε το πληκτρολόγιο
14. Μεταβείτε στο κάτω μέρος της σελίδας, για να επισυνάψετε (attach) ένα αρχείο. Πατήστε το “Browse” και επιλέξτε το αρχείο που δημιουργήσατε στο σενάριο 1 και το οποίο βρίσκεται στον κατάλογο “C:\evaluation”.
15. Επιλέξτε το κουμπί “Send” για να στείλετε το μήνυμα.
16. Επιλέξτε το σύνδεσμο “Sign Out” για να τερματίσετε την εφαρμογή web mail.
17. Επιστρέψτε στη σελίδα εισόδου στο σύστημα ακολουθώντας το σύνδεσμο “Click here to log back in”.
18. Αφού επιστρέψετε στη σελίδα, προσθέστε τη στη λίστα με τις αγαπημένες σας διευθύνσεις. Για να πραγματοποιήσετε την ενέργεια αυτή, επιλέξτε από τη μπάρα καταλόγου (menu bar) το κουμπί “Favorites”.
19. Από τον κατάλογο που θα εμφανιστεί επιλέξτε το “Add To Favorites...”.
20. Επιλέξτε να δημιουργήσετε το σύνδεσμο στον υποκατάλογο “evaluation”.
21. Κλείστε το παράθυρο επιλέγοντας το κουμπί “OK”.
22. Τερματίστε την εφαρμογή της σάρωσης μέσω του Window Manager.

### 3. Ερωτηματολόγια

Στη συνέχεια παρατίθενται τα ερωτηματολόγια :

- IBM After-Task Questionnaire (ASQ) και
- IBM Computer System Usability Questionnaire (CSUQ),

όπως μεταφράστηκαν στα ελληνικά.

Για κάθε σενάριο δόθηκε όπως αναφέραμε ένα ερωτηματολόγιο. Τα ερωτηματολόγια αυτά είναι πανομοιότυπα, γι' αυτό και εδώ παρουσιάζουμε το ερωτηματολόγιο για το πρώτο σενάριο.

Αριθμός αξιολογητή:

**Ερωτηματολόγιο για το 1<sup>ο</sup> σενάριο**

### **Οδηγίες συμπλήρωσης**

Για κάθε έναν από τους ακόλουθους ισχυρισμούς, κυκλώστε το βαθμολογικό δείκτη της επιλογής σας. Η κλίμακα των βαθμών είναι από το 1 έως το 7, όπου 1 υποδεικνύει ότι συμφωνείτε απόλυτα, ενώ το 7 ότι διαφωνείτε απόλυτα. Αν πιστεύετε ότι ένας ισχυρισμός δεν έχει σχέση με το σύστημα που αξιολογήσατε, κυκλώστε το δείκτη Μ/Ε, που σημαίνει «Μη Εφαρμόσιμο».

1. Γενικά είμαι ικανοποιημένος /η με την ευκολία ολοκλήρωσης των επιμέρους εργασιών αυτού του σεναρίου.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ:

---

---

---

2. Γενικά είμαι ικανοποιημένος /η με το χρόνο που χρειάστηκε για να ολοκληρώσω τις επιμέρους εργασίες αυτού του σεναρίου.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ:

---

---

---

3. Γενικά, είμαι ικανοποιημένος / η με την πληροφορία υποστήριξης (μηνύματα, τεκμηρίωση) για τη συμπλήρωση των επιμέρους εργασιών αυτού του σεναρίου.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ:

---

---

---





Αριθμός αξιολογητή: \_\_\_\_\_

**Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ευχρηστίας**

## Οδηγίες συμπλήρωσης

Το ερωτηματολόγιο (που ξεκινά στην επόμενη σελίδα) σας δίνει την ευκαιρία να εκφράσετε κατά πόσο είστε ικανοποιημένος / η από την ευχρηστία της εφαρμογής της σάρωσης. Οι απαντήσεις σας θα μας βοηθήσουν να εντοπίσουμε ποιες πλευρές της εφαρμογής σας ικανοποιούν περισσότερο αλλά και ποιες σας δυσκολεύουν.

Ενώ απαντάτε τις ερωτήσεις, σκεφτείτε όλες τις εργασίες που πραγματοποιήσατε με την εφαρμογή. Οι ερωτήσεις αφορούν αποκλειστικά την εφαρμογή της σάρωσης και όχι τις εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν (WordPad, Internet Explorer) για την αξιολόγηση της εφαρμογής της σάρωσης.

Παρακαλούμε διαβάστε κάθε ισχυρισμό και δείξτε κατά πόσο συμφωνείτε, κυκλώνοντας το βαθμολογικό δείκτη της επιλογής σας. Η κλίμακα των βαθμών είναι από το 1 έως το 7, όπου το 1 υποδεικνύει ότι συμφωνείτε απόλυτα, ενώ το 7 ότι διαφωνείτε απόλυτα. Αν πιστεύετε ότι ένας ισχυρισμός δεν έχει σχέση με το σύστημα που αξιολογήσατε, κυκλώστε το δείκτη Μ/Ε, που σημαίνει «Μη Εφαρμόσιμο».

Όποτε είναι δυνατό, παρακαλούμε γράψτε σχόλια για να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας.

Ευχαριστούμε!

1. Γενικά είμαι ικανοποιημένος /η με την ευκολία χρήσης της εφαρμογής σάρωσης.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

2. Ήταν απλό να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή σάρωσης.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

3. Χρησιμοποιώντας τη σάρωση μπορώ να πραγματοποιήσω την εργασία μου αποτελεσματικά.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

4. Μπορώ να πραγματοποιήσω την εργασία μου γρήγορα, χρησιμοποιώντας τη σάρωση.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

5. Χρησιμοποιώντας τη σάρωση μπορώ να πραγματοποιήσω την εργασία μου αποδοτικά.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | M/E |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Νοιώθω άνετα χρησιμοποιώντας τη σάρωση.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | M/E |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Ήταν εύκολο να μάθω να χρησιμοποιώ την εφαρμογή της σάρωσης.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | M/E |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. Πιστεύω ότι έγινα γρήγορα παραγωγικός /η χρησιμοποιώντας τη σάρωση.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | M/E |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9. Το σύστημα παρέχει μηνύματα λαθών που μου εξηγούν ξεκάθαρα πώς να διορθώνω τα προβλήματα

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

10. Οποτεδήποτε κάνω ένα λάθος χρησιμοποιώντας τη σάρωση, επανέρχομαι εύκολα και γρήγορα

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

11. Η πληροφορία που παρέχεται από την εφαρμογή σάρωσης (όπως Online βοήθεια, μηνύματα στην οθόνη και άλλα κείμενα) είναι ξεκάθαρη.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

12. Είναι εύκολο να βρω την πληροφορία που χρειάζομαι.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | Μ/Ε |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

13. Η πληροφορία που παρέχεται με την εφαρμογή σάρωσης είναι εύκολα κατανοητή.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | M/E |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

14. Η πληροφορία είναι αποτελεσματική στο να με βοηθήσει να ολοκληρώσω τις επιμέρους εργασίες και τα σενάρια.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | M/E |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

15. Η οργάνωση της πληροφορίας σε οθόνες του συστήματος είναι ξεκάθαρη.

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | M/E |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

16. Η διεπαφή χρήστη του συστήματος είναι ευχάριστη. (Διεπαφή χρήστη = το σύνολο των χαρακτηριστικών της σάρωσης που επιτρέπουν στον χρήστη να αλληλεπιδρά με το σύστημα).

| ΣΥΜΦΩΝΩ |   |   |   |   |   |   |   | ΔΙΑΦΩΝΩ |     |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|
| ΑΠΟΛΥΤΑ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ΑΠΟΛΥΤΑ | M/E |

ΣΧΟΛΙΑ: \_\_\_\_\_

---

---

17. Μου αρέσει να χρησιμοποιώ τη διεπαφή χρήστη της εφαρμογής.

---

| <b>ΣΥΜΦΩΝΩ</b> |          |          |          |          |          |          |          | <b>ΔΙΑΦΩΝΩ</b> |            |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|------------|
| <b>ΑΠΟΛΥΤΑ</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>ΑΠΟΛΥΤΑ</b> | <b>Μ/Ε</b> |

**ΣΧΟΛΙΑ:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

18. Η εφαρμογή σάρωσης έχει όλες τις λειτουργίες και δυνατότητες που περιμένω να έχει.

| <b>ΣΥΜΦΩΝΩ</b> |          |          |          |          |          |          |          | <b>ΔΙΑΦΩΝΩ</b> |            |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|------------|
| <b>ΑΠΟΛΥΤΑ</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>ΑΠΟΛΥΤΑ</b> | <b>Μ/Ε</b> |

**ΣΧΟΛΙΑ:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

19. Γενικά, είμαι ικανοποιημένος /η με τη σάρωση.

| <b>ΣΥΜΦΩΝΩ</b> |          |          |          |          |          |          |          | <b>ΔΙΑΦΩΝΩ</b> |            |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|------------|
| <b>ΑΠΟΛΥΤΑ</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>ΑΠΟΛΥΤΑ</b> | <b>Μ/Ε</b> |

**ΣΧΟΛΙΑ:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Παράρτημα Γ. Η εφαρμογή της σάρωσης: Παρουσίαση και οδηγίες χρήσης

## 1. Εισαγωγή

Σκοπός της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι η παροχή πρόσβασης σε παραθυρικό περιβάλλον και ποιοτικής αλληλεπίδρασης με αυτό στους ανθρώπους με κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα. Η αλληλεπίδραση με το σύστημα πραγματοποιείται αποκλειστικά μέσω ενός ζεύγους δυαδικών διακοπών, καταργώντας έτσι την ανάγκη για τη χρήση των συνηθισμένων συσκευών εισόδου, όπως το πληκτρολόγιο και το ποντίκι.

Η εφαρμογή της σάρωσης, στην παρούσα της μορφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα παράθυρο κάθε φορά. Η λειτουργία της εφαρμογής, όπως υποδηλώνει και το όνομά της, στηρίζεται στη διαδοχική σάρωση και προβολή των αντικειμένων που αποτελούν ένα παράθυρο. Στα πλαίσια αυτής της διαδοχικής σάρωσης, ο διάλογος που πραγματοποιείται με το χρήστη περιορίζεται σε δύο απλές ενέργειες: την επιλογή ή όχι του υποδεικνυόμενου αντικειμένου. Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα παρουσιάσουμε αναλυτικότερα, πώς σαρώνονται τα αντικείμενα, πώς μπορεί ο χρήστης να παίρνει πληροφορίες για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η σάρωση, πώς να εισάγει δεδομένα στην εφαρμογή, αλλά και πώς μπορεί να πραγματοποιεί βασικές λειτουργίες, όπως τη μετακίνηση ενός παραθύρου.

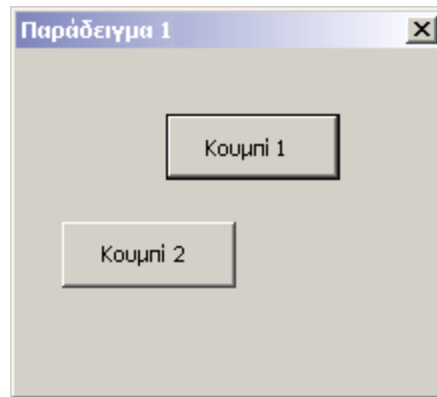
## 2. Η σάρωση

### 2.1 Η σειρά της σάρωσης

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην εισαγωγή, τα αντικείμενα που αποτελούν ένα παράθυρο σαρώνονται διαδοχικά. Η σάρωση των αντικειμένων πραγματοποιείται από πάνω προς τα κάτω και από αριστερά προς τα δεξιά. Έτσι, ανάμεσα σε δύο αντικείμενα προηγείται αυτό που βρίσκεται ψηλότερα. Για δύο αντικείμενα που βρίσκονται στο ίδιο ύψος, προηγείται αυτό που βρίσκεται πιο αριστερά. Ακολουθούν δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα, σχετικά με τη σειρά της σάρωσης.

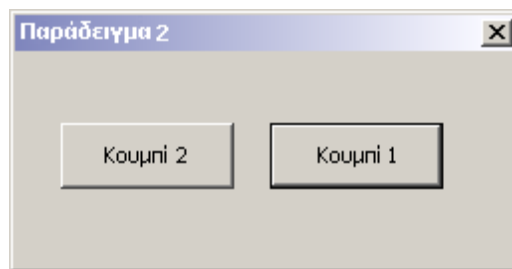
Στο παράδειγμα που ακολουθεί, το πρώτο αντικείμενο που θα «σαρωθεί» είναι το κουμπί 1. Αν και βρίσκεται δεξιότερα του κουμπιού 2, βρίσκεται και πιο πάνω από αυτό και συνεπώς προηγείται στη σάρωση.





Εικόνα 41 Σειρά σάρωσης: προηγείται το αντικείμενο που βρίσκεται πιο πάνω

Αντίστοιχα, στο παράδειγμα 2, στη σάρωση θα προηγηθεί το κουμπί 2, δηλαδή αυτό που βρίσκεται πιο αριστερά, αφού και τα δύο κουμπιά βρίσκονται στο ίδιο ύψος.



Εικόνα 42 Σειρά σάρωσης: προηγείται το αντικείμενο που βρίσκεται πιο αριστερά

Εκ μέρους του χρήστη δεν απαιτείται καμία ενέργεια, προκειμένου να καθοριστεί η σειρά με την οποία θα επιλεγθούν τα αντικείμενα. Η σειρά της σάρωσης καθορίζεται αυτόματα με την έναρξη της εφαρμογής.

## 2.2 Κατηγορίες αντικειμένων

Πριν εξηγήσουμε αναλυτικότερα τη διαδικασία της σάρωσης και τον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής, θα πρέπει να εξηγήσουμε μια ακόμα σημαντική για την εφαρμογή μας έννοια. Έτσι, στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τις κατηγορίες των αντικειμένων και πώς αυτές ομαδοποιήθηκαν στα πλαίσια της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Για τους σκοπούς της εφαρμογής της σάρωσης, κατατάξαμε τα αντικείμενα των Microsoft Windows σε τέσσερις βασικές κατηγορίες. Η κατηγοριοποίηση ήταν απαραίτητη, αφού κάθε μια από τις κατηγορίες παρουσιάζει ιδιαιτερότητες και απαιτεί διαφορετικό είδος διαλόγου από τις υπόλοιπες. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- Αντικείμενα εισαγωγής κειμένου  
Πρόκειται για αντικείμενα τα οποία χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή κειμένου.
- Απλά αντικείμενα  
Πρόκειται για αντικείμενα τα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένα με μια ενέργεια. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αντικειμένων που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι τα κουμπιά. Συνήθως η αλληλεπίδραση με αυτά τα αντικείμενα, πραγματοποιείται με απλό κλικ του ποντικιού.
- Σύνθετα αντικείμενα  
Πρόκειται για αντικείμενα τα οποία μπορεί ο χρήστης να επιλέξει. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων αντικειμένων είναι τα περιεχόμενα μιας λίστας.
- Αντικείμενα περιέκτες  
Ο ρόλος αυτών των αντικειμένων περιορίζεται στην ομαδοποίηση άλλων αντικειμένων, ενώ με τις κλασικές συσκευές εισόδου, συνήθως δεν υποστηρίζεται αλληλεπίδραση.



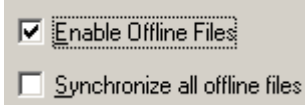
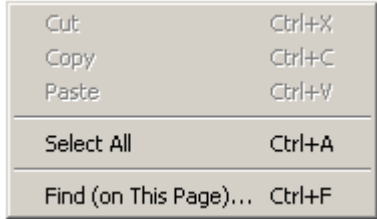

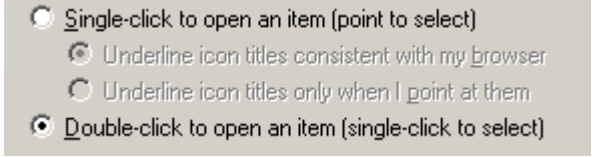
Στη συνέχεια παρουσιάζουμε αναλυτικά τα αντικείμενα που ανήκουν σε κάθε κατηγορία.

### Αντικείμενα εισαγωγής κειμένου

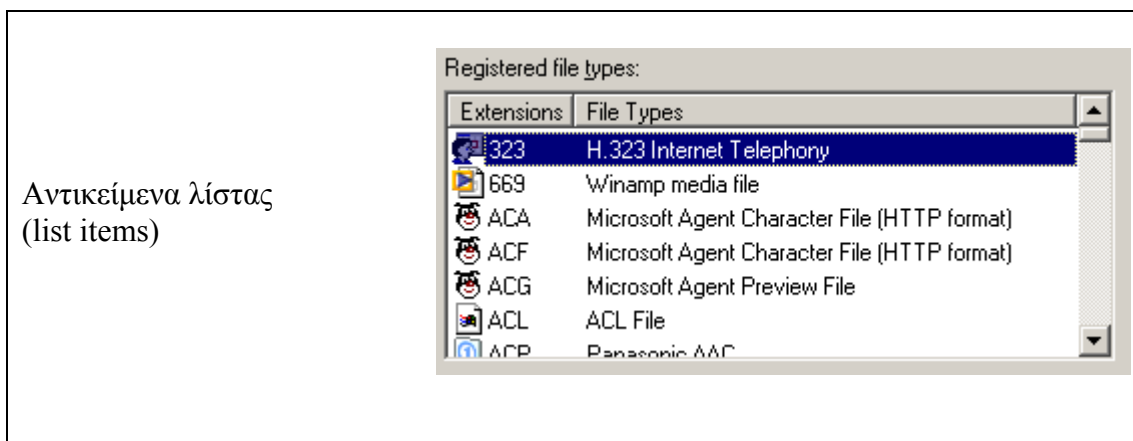
Πλαίσιο εισαγωγής κειμένου  
(text entry field)



### Απλά αντικείμενα

|  |  |
|--|--|
| Κουμπιά εμφάνισης λίστας επιλογών<br>(drop-down buttons) |    |
| Κουμπιά καταλόγου<br>(menu buttons)                      |    |
| Κουμπιά επιλογής<br>(check boxes)                        |    |
| Σύνδεσμοι<br>(links)                                     | AT & HCI Lab, <a href="#">ICS-FORTH</a> , is<br>ceptable to all citizens. Research a |
| Αντικείμενα καταλόγου<br>(menu items)                    |   |
| Κουμπιά<br>(buttons)                                     |  |
| Κουμπιά αποκλειστικής επιλογής<br>(radio buttons)        |  |

## Σύνθετα αντικείμενα



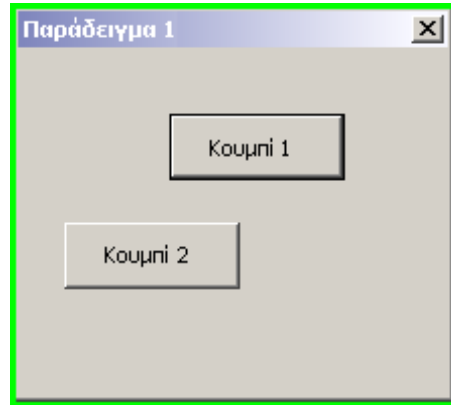
## Αντικείμενα περιέκτες



Στην κατηγορία αυτή επίσης ανήκουν και αντικείμενα όπως τα παράθυρα και οι διάλογοι καθώς και οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο το οποίο περιβάλλει άλλα αντικείμενα, ακόμα και αντικείμενα περιέκτες.

### **2.3 Ο διάλογος της σάρωσης**

Ο διάλογος της σάρωσης, ξεκινά με το πρώτο από τα αντικείμενα, που είναι το ίδιο το παράθυρο. Το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται κάθε φορά ο διάλογος, περιβάλλεται με ένα πλαίσιο χρώματος πράσινου. Έτσι, στην περίπτωση του παραδείγματος 1, ο διάλογος θα ξεκινούσε στην κατάσταση που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί:



Εικόνα 43 Έναρξη του διαλόγου

Η εφαρμογή υποστηρίζει τρεις καταστάσεις διαλόγου: **εισόδου**, **εξόδου** και **επιλογής**. Κάθε κατάσταση σηματοδοτείται με ένα διαφορετικό χρώμα στο πλαίσιο εστίασης των αντικειμένων.

Αν ένα αντικείμενο βρίσκεται σε **κατάσταση εισόδου**, σημαίνει ότι αν ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει το διάλογο με το συγκεκριμένο αντικείμενο θα αλληλεπιδράσει με αυτό. Η κατάσταση αυτή υποστηρίζεται από όλα τα αντικείμενα ανεξάρτητα από την κατηγορία στην οποία ανήκουν. Αυτό που διαφέρει είναι το αποτέλεσμα, δηλαδή ποια θα είναι η αλληλεπίδραση με το αντικείμενο:

- Στα αντικείμενα εισαγωγής κειμένου, εμφανίζεται ένα πληκτρολόγιο στην οθόνη, μέσω του οποίου γράφεται το κείμενο στο πεδίο κειμένου. Ο διάλογος παραμένει στο ίδιο αντικείμενο, μετά το κλείσιμο του παραθύρου του πληκτρολογίου.
- Στα απλά αντικείμενα, πραγματοποιείται η ενέργεια με την οποία είναι συνδεδεμένο το αντικείμενο. Για παράδειγμα αν είναι ένα κουμπί, πατιέται. Ο διάλογος παραμένει στο ίδιο αντικείμενο.
- Στα σύνθετα αντικείμενα, πραγματοποιείται ενέργεια αντίστοιχη με αυτή που θα γινόταν αν ο χρήστης πραγματοποιούσε διπλό κλικ με το ποντίκι.
- Στα αντικείμενα περιέκτες, ο διάλογος μεταβαίνει στο πρώτο από τα περιεχόμενα αντικείμενα.

Αν ένα αντικείμενο βρίσκεται σε **κατάσταση εξόδου**, περιβάλλεται από ένα κόκκινο πλαίσιο και αν ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει με αυτή την κατάσταση, ο διάλογος θα μεταβεί στο επόμενο αντικείμενο. Κατάσταση εξόδου υποστηρίζουν τα σύνθετα αντικείμενα και τα αντικείμενα περιέκτες.

Η **κατάσταση επιλογής**, η οποία υποδεικνύεται με το πορτοκαλί χρώμα του πλαισίου εστίασης, υποστηρίζεται μόνο από τα σύνθετα αντικείμενα. Αν ο χρήστης επιλέξει να συνεχίσει με αυτή την κατάσταση, πραγματοποιείται επιλογή του αντικειμένου

## 2.4 Η είσοδος από το χρήστη

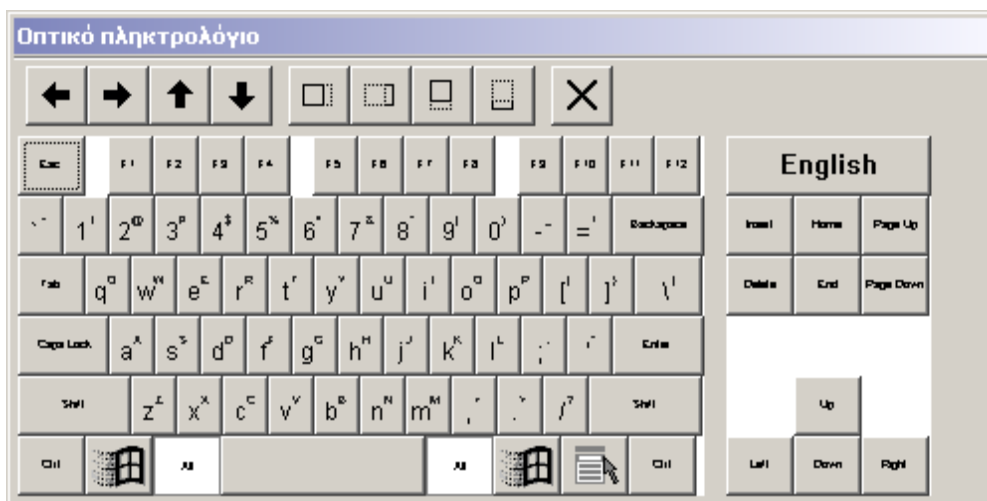
Η είσοδος παρέχεται από το χρήστη με τη βοήθεια ενός **ζεύγους διακοπών**. Οι διακόπτες είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε να απαιτείται η ελάχιστη δυνατή φυσική προσπάθεια για την πίεσή τους. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσκευή που χρησιμοποιείται από την εφαρμογή για την παροχή εισόδου.



Εικόνα 44 Διακόπτες

Οι δυνατές ενέργειες που μπορεί ο χρήστης να πραγματοποιήσει είναι δύο (μία με κάθε διακόπτη): «ΕΠΙΛΟΓΗ» και «ΕΠΟΜΕΝΟ». Η ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ» σηματοδοτεί την επιθυμία του χρήστη να συνεχίσει την αλληλεπίδραση με βάση την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ένα αντικείμενο. Αντίστοιχα, η ενέργεια «ΕΠΟΜΕΝΟ» σημαίνει ότι ο χρήστης επιθυμεί να μεταβεί στην επόμενη δυνατή κατάσταση. Προκειμένου να διευκολυνθεί η αλληλεπίδραση μέσω της εφαρμογής σάρωσης, η ενέργεια «ΕΠΟΜΕΝΟ» πραγματοποιείται αυτόματα μετά τη διέλευση συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος. Το χρονικό αυτό διάστημα ορίζεται αρχικά να είναι ένα δευτερόλεπτο, ωστόσο είναι δυνατή η τροποποίησή του. Έτσι αν ο χρήστης δεν έχει πατήσει το διακόπτη «ΕΠΙΛΟΓΗ» για ένα δευτερόλεπτο, ενεργοποιείται αυτόματα η ενέργεια «ΕΠΟΜΕΝΟ».

Προκειμένου, να εξυπηρετηθεί η ανάγκη των χρηστών για εισαγωγή κειμένου, δημιουργήθηκε ένα εικονικό πληκτρολόγιο. Πρόκειται για ένα πληκτρολόγιο που εμφανίζεται στην οθόνη και αποτελεί κάτοψη του συνηθισμένου QWERTY πληκτρολογίου, όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί:



Εικόνα 45 Εικονικό πληκτρολόγιο

Η σάρωση μεταφέρεται αυτόματα στο παράθυρο του οπτικού πληκτρολογίου. Μόλις ο χρήστης πληκτρολογήσει τα γράμματα που επιθυμεί μπορεί να κλείσει το πληκτρολόγιο.

Η μπάρα εργαλείων, που βρίσκεται στο πάνω μέρος του παραθύρου, πραγματοποιεί τρία είδη ενεργειών. Τα τέσσερα πρώτα κουμπιά χρησιμοποιούνται για τη μετακίνηση του παραθύρου, τα τέσσερα επόμενα για την αλλαγή μεγέθους του παραθύρου και το τελευταίο για το κλείσιμο του παραθύρου.

Στην ενότητα που ακολουθεί θα περιγράψουμε αναλυτικά την πλήρη αλληλεπίδραση που μπορεί να έχει ο χρήστης με το σύστημα, γνωρίζοντας ποιες είναι οι δυνατές καταστάσεις στις οποίες βρίσκεται ο διάλογος με ένα αντικείμενο καθώς και ποιες είναι οι δυνατές εισοδοί εκ μέρους του ίδιου του χρήστη.

## 2.5 Η αλληλεπίδραση

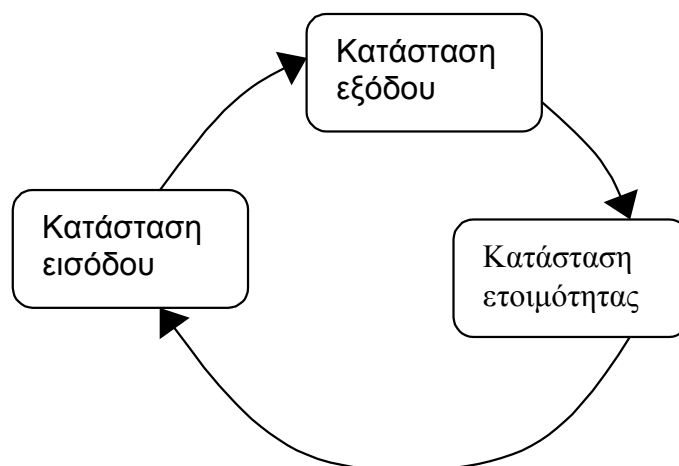
Όπως ήδη αναφέραμε, στην ενότητα αυτή θα μελετήσουμε ποιες είναι οι δυνατότητες αλληλεπίδρασης του χρήστη με ένα αντικείμενο.

Θα ξεκινήσουμε με την περίπτωση των αντικειμένων εισαγωγής κειμένου και των απλών αντικειμένων, τα οποία υποστηρίζουν μόνο κατάσταση εισόδου (περιβάλλονται δηλαδή με ένα πράσινο πλαίσιο). Αν ο χρήστης πατήσει το διακόπτη που αντιστοιχεί στην ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ», θα αλληλεπιδράσει με το αντικείμενο. Έτσι, αν πρόκειται για αντικείμενο εισαγωγής κειμένου θα εμφανιστεί το εικονικό πληκτρολόγιο. Αν πρόκειται για απλό αντικείμενο θα πραγματοποιηθεί η ενέργεια που είναι άμεσα συνδεδεμένη με αυτό. Αν πραγματοποιηθεί η ενέργεια «ΕΠΟΜΕΝΟ», ο διάλογος θα μεταβεί στο επόμενο προς σάρωση αντικείμενο.

Αν ο διάλογος βρίσκεται σε ένα αντικείμενο περιέκτη, σε κατάσταση εισόδου και ο χρήστης πραγματοποιήσει την ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ», ο διάλογος θα μεταφερθεί στο πρώτο περιεχόμενο αντικείμενο. Αντίστοιχα, αν ενεργοποιηθεί το «ΕΠΟΜΕΝΟ», ο

διάλογος θα παραμείνει στο ίδιο αντικείμενο, αλλά θα μεταβεί σε κατάσταση εξόδου. Αντίστοιχα, αν ο διάλογος σε ένα αντικείμενο περιέκτη βρίσκεται σε κατάσταση εξόδου, με «ΕΠΙΛΟΓΗ» ο διάλογος θα μεταβεί στο επόμενο προς σάρωση αντικείμενο (παραλείποντας τα περιεχόμενα αντικείμενα), ενώ με «ΕΠΟΜΕΝΟ» θα μεταβούμε σε κατάσταση εισόδου. Συνοψίζοντας, η ενέργεια «ΕΠΟΜΕΝΟ» σηματοδοτεί την αλλαγή κατάστασης (από είσοδο σε έξοδο και το αντίστροφο), ενώ η ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ» οδηγεί το διάλογο στο επόμενο προς σάρωση αντικείμενο.

Τέλος, στα σύνθετα αντικείμενα, η ενέργεια «ΕΠΟΜΕΝΟ» οδηγεί και πάλι σε αλλαγή κατάστασης. Η σειρά μετάβασης καταστάσεων είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



Εικόνα 46 Σειρά μετάβασης καταστάσεων σε σύνθετα αντικείμενα

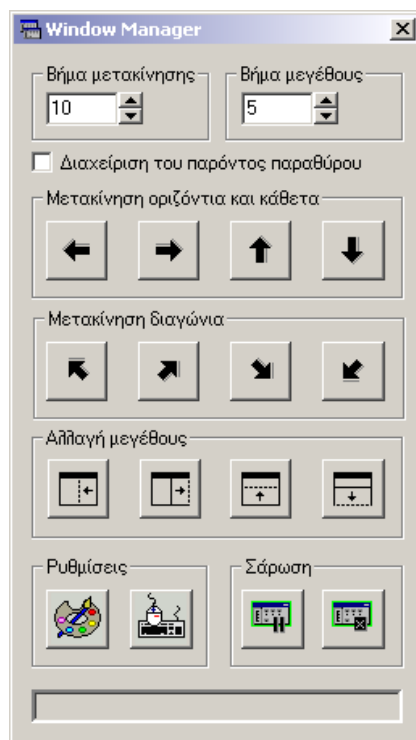
Η ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ» σε κατάσταση εισόδου αντιστοιχεί σε αλληλεπίδραση με το αντικείμενο, σε κατάσταση ετοιμότητας αντιστοιχεί σε επιλογή του αντικειμένου, ενώ σε κατάσταση εξόδου αντιστοιχεί σε μετάβαση του διαλόγου στο επόμενο αντικείμενο.

### 3. Διαχείριση παραθύρων

Η διαχείριση των παραθύρων, δηλαδή η μετακίνηση και τροποποίηση του μεγέθους τους, χρησιμοποιώντας τις συνηθισμένες συσκευές εισόδου, πραγματοποιείται μέσω του ποντικιού. Στην περίπτωση της σάρωσης, αφού δεν υποστηρίζεται αλληλεπίδραση με το ποντίκι, παρέχεται ένας εναλλακτικός τρόπος για την πραγματοποίηση των ενεργειών αυτών.

Όπως έχουμε ήδη εξηγήσει, από τους δύο διακόπτες, ο ένας χρησιμοποιείται για την ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ». Πατώντας τον άλλο διακόπτη, εμφανίζεται ένα παράθυρο που πραγματοποιεί τις λειτουργίες διαχείρισης και δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να καθορίζει κάποιες προσωπικές του προτιμήσεις. Το παράθυρο διαχείρισης, που ονομάζεται Window Manager, φαίνεται στη διπλανή εικόνα.

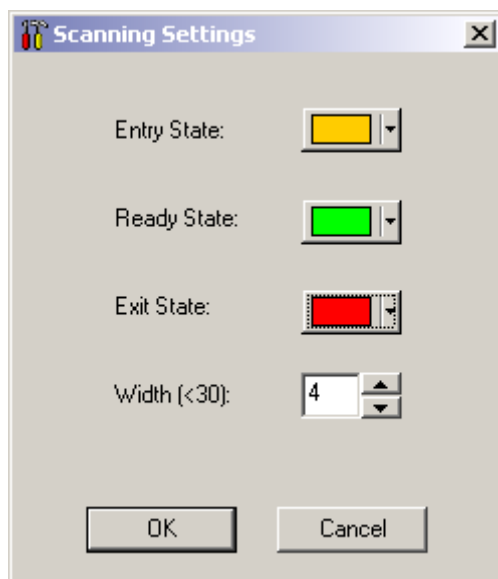




Εικόνα 47 Παράθυρο διαχείρισης

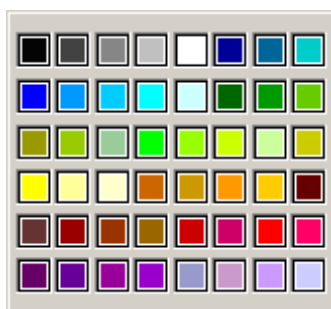
Όπως παρατηρούμε ο χρήστης μπορεί να ορίσει κατά πόσο θα μετακινείται το παράθυρο με το πάτημα του κατάλληλου κουμπιού. Αντίστοιχα μπορεί να ορίσει και κατά πόσο θα τροποποιείται το μέγεθος του παραθύρου. Σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να μετακινήσει το ίδιο το παράθυρο του Window Manager, χρειάζεται απλά να επιλέξει το κουμπί «Διαχείριση του παρόντος παραθύρου». Οι λειτουργίες μετακίνησης περιλαμβάνουν μετακίνηση προς τα: αριστερά, δεξιά, πάνω, κάτω, πάνω – αριστερά, πάνω – δεξιά, κάτω – δεξιά και κάτω – αριστερά. Οι λειτουργίες αλλαγής μεγέθους περιλαμβάνουν τις ακόλουθες λειτουργίες: μείωση πλάτους, αύξηση πλάτους, μείωση ύψους και αύξηση ύψους του παραθύρου. Επίσης, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να σταματήσει προσωρινά ή να τερματίσει την εφαρμογή της σάρωσης. Οι ρυθμίσεις που μπορεί να πραγματοποιήσει αφορούν τα χρώματα και το μέγεθος του πλαισίου εστίασης, καθώς και ρυθμίσεις σχετικά με την είσοδο.

Επιλέγοντας το κουμπί με την παλέτα των χρωμάτων εμφανίζεται το παράθυρο που φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



**Εικόνα 48 Παράθυρο ρυθμίσεων σάρωσης**

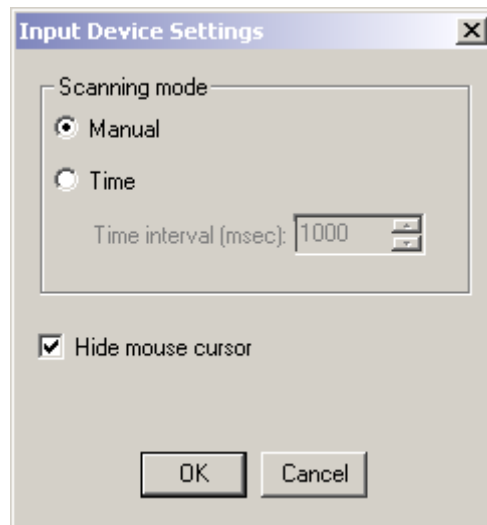
Επιλέγοντας το κουμπί που απεικονίζει το χρώμα της κατάστασης, εμφανίζεται μια παλέτα με χρώματα από την οποία μπορεί να επιλέξει ο χρήστης το χρώμα που επιθυμεί για τη συγκεκριμένη κατάσταση. Όπως φαίνεται και στην παράπλευρη εικόνα, τα διαθέσιμα χρώματα είναι σαράντα οκτώ. Έτσι, αν για παράδειγμα ο χρήστης πατήσει από το παράθυρο των ρυθμίσεων το κουμπί που δείχνει το κόκκινο χρώμα της κατάστασης εξόδου, θα εμφανιστεί η διπλανή παλέτα. Μόλις ο χρήστης επιλέξει κάποιο από τα χρώματα, έστω το μαύρο, η παλέτα κλείνει και το κουμπί της κατάστασης εξόδου έχει πλέον μαύρο χρώμα.



**Εικόνα 49 Η παλέτα χρωμάτων**

Επίσης από το παράθυρο των ρυθμίσεων ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει τροποποίηση του πλάτους του πλαισίου εστίασης. Η μέγιστη τιμή που μπορεί να επιλέξει είναι 30. Οι επιλογές του χρήστη εφαρμόζονται αμέσως μόλις πατήσει το κουμπί “OK”. Αν κλείσει το παράθυρο με οποιονδήποτε άλλο τρόπο, ακυρώνονται.

Αν ο χρήστης επιλέξει το κουμπί που απεικονίζει το πληκτρολόγιο και το ποντίκι στο παράθυρο διαχείρισης, εμφανίζεται ένα παράθυρο που του επιτρέπει να πραγματοποιήσει ρυθμίσεις σχετικά με τις συσκευές εισόδου. Το παράθυρο αυτό απεικονίζεται στη συνέχεια:



Εικόνα 50 Παράθυρο ρυθμίσεων συσκευών εισόδου

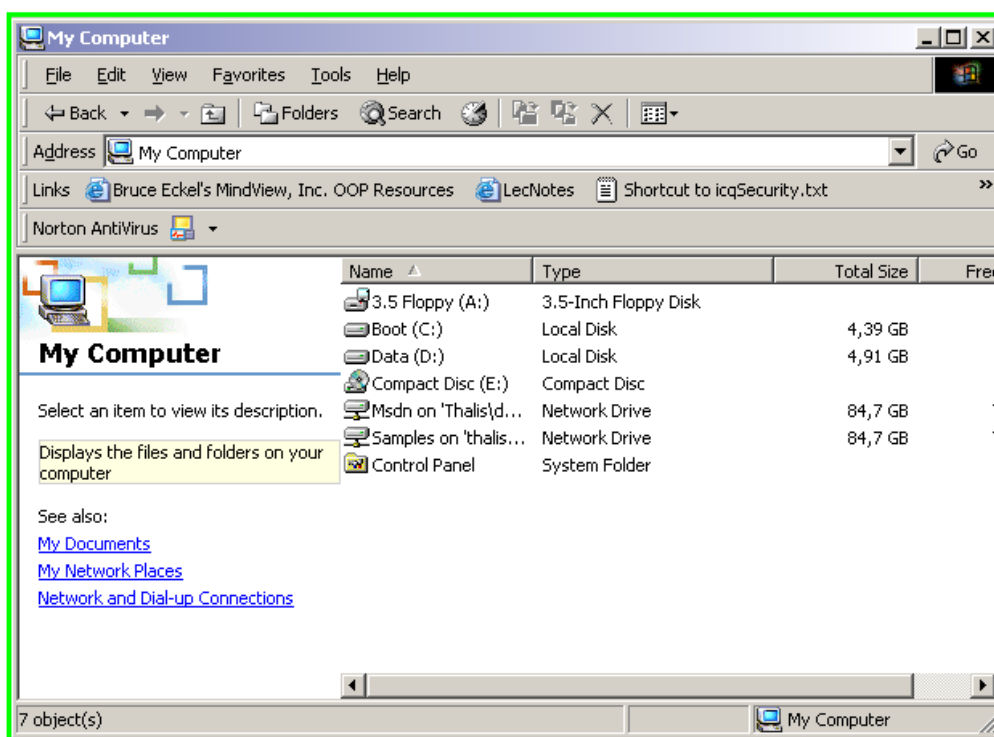
Στα πλαίσια της παρούσας αξιολόγησης, δε θα πραγματοποιηθεί τροποποίηση των συσκευών εισόδου και για το λόγο αυτό δεν αναλύονται περαιτέρω οι λειτουργίες που πραγματοποιούνται μέσω του συγκεκριμένου παραθύρου.

## Παραδείγματα Χρήσης

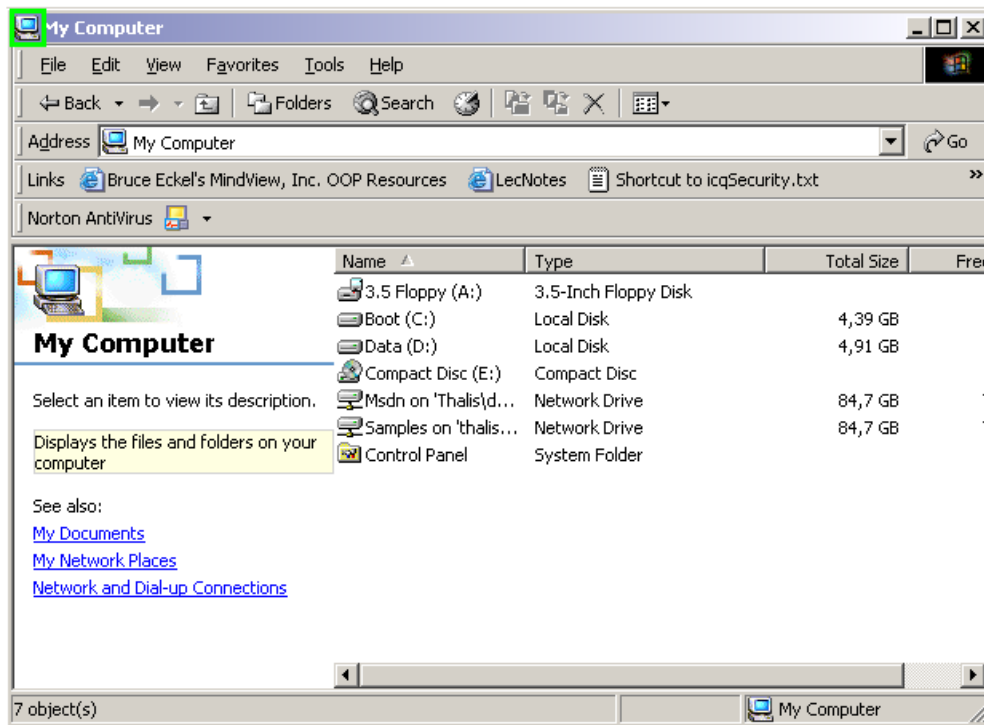
Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε μερικά παραδείγματα (σενάρια) χρήσης της εφαρμογής, με το παράθυρο του Windows Explorer.

### 1<sup>ο</sup> σενάριο χρήσης: Κλείσιμο παραθύρου

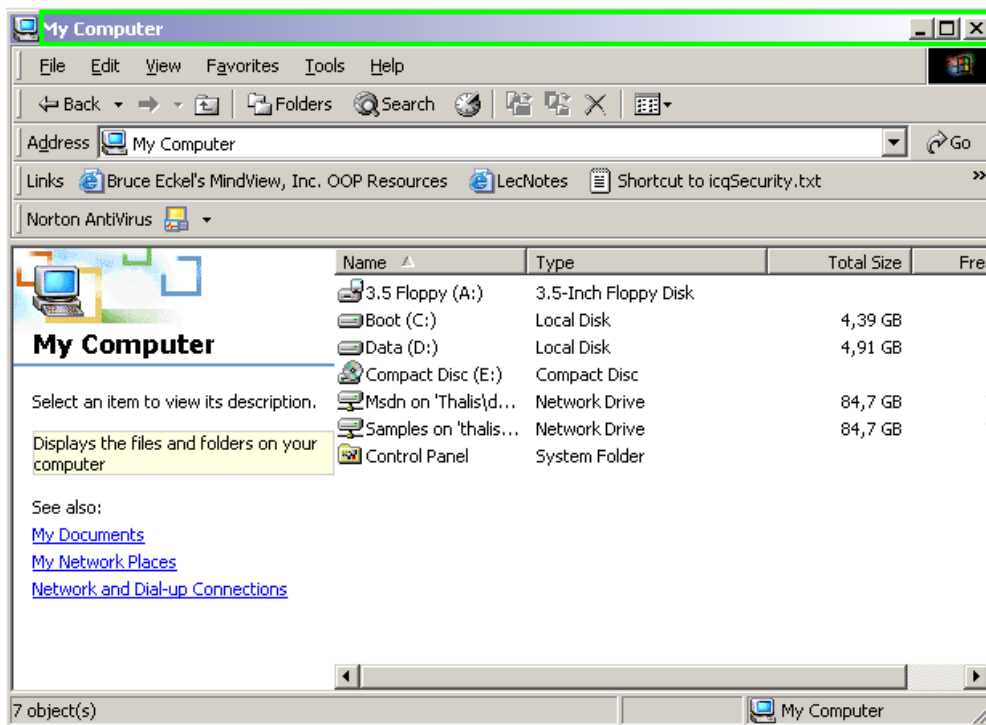
1. Ο διάλογος ξεκινά σε κατάσταση εισόδου με το παράθυρο της εφαρμογής Windows Explorer:



2. Επιλέγουμε το διακόπτη «ΕΠΙΛΟΓΗ». Αυτό σημαίνει ότι επιθυμούμε να αλληλεπιδράσουμε με κάποιο από τα περιεχόμενα αντικείμενα του παραθύρου και έτσι ο διάλογος μεταβαίνει (σε κατάσταση εισόδου) στο πρώτο από αυτά:

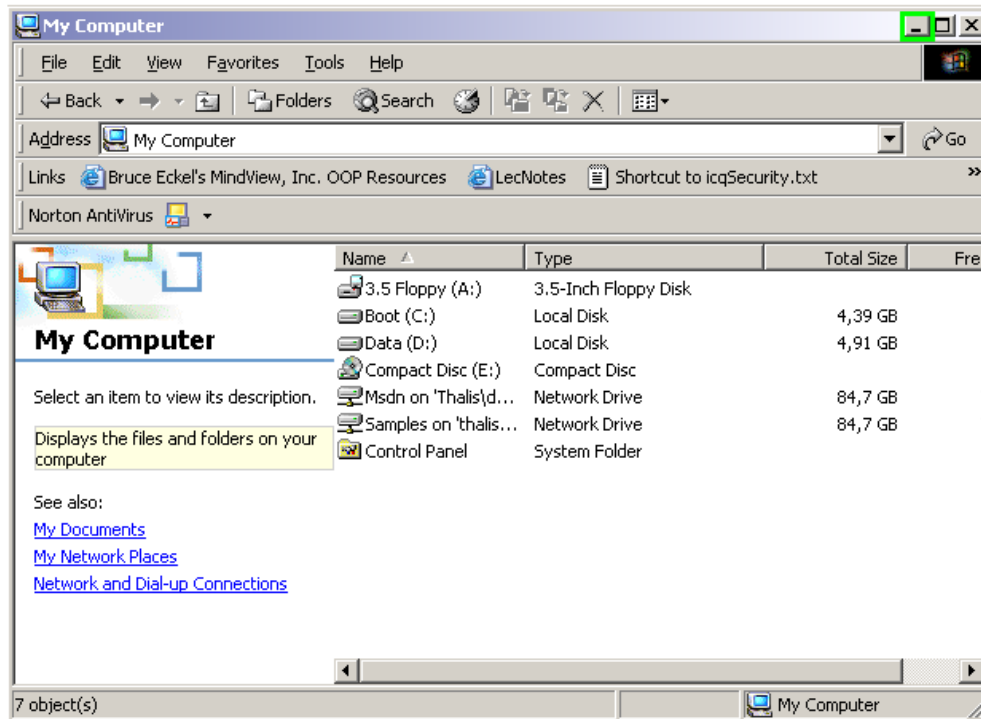


3. Με «ΕΠΙΟΜΕΝΟ» ο διάλογος μεταβαίνει στην μπάρα τίτλου:

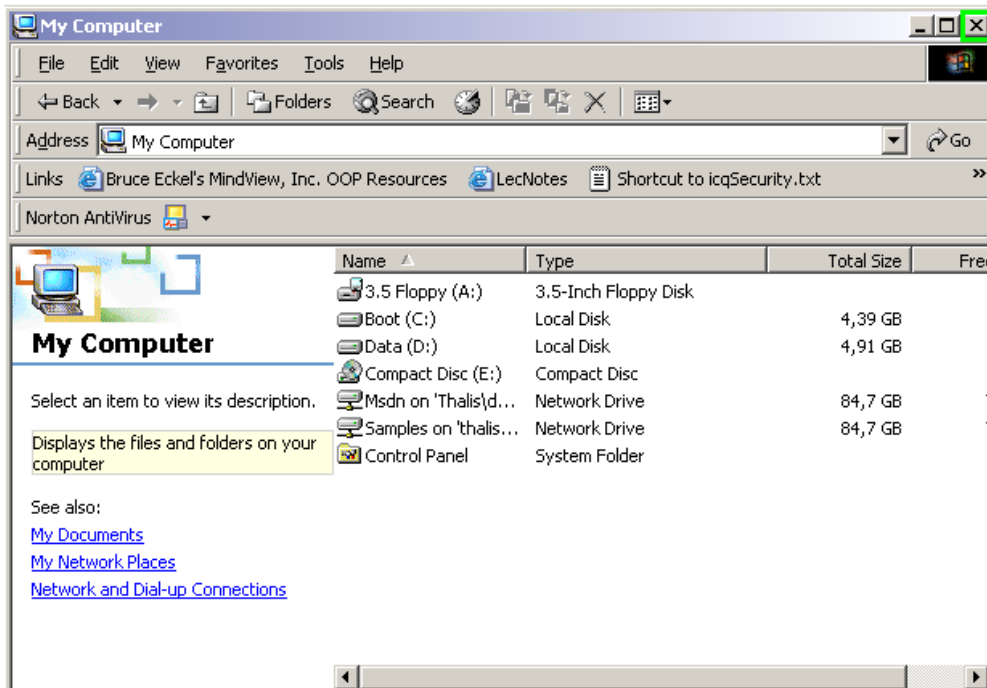


4. Η μπάρα τίτλου είναι αντικείμενο περιέκτης. Εφόσον επιθυμούμε να αλληλεπιδράσουμε με κάποιο από τα περιεχόμενα αντικείμενα, θα πρέπει να το

δηλώσουμε πατώντας το διακόπτη που αντιστοιχεί στην ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ»,  
 τότε ο διάλογος μεταβαίνει στο πρώτο από τα περιεχόμενα αντικείμενα:



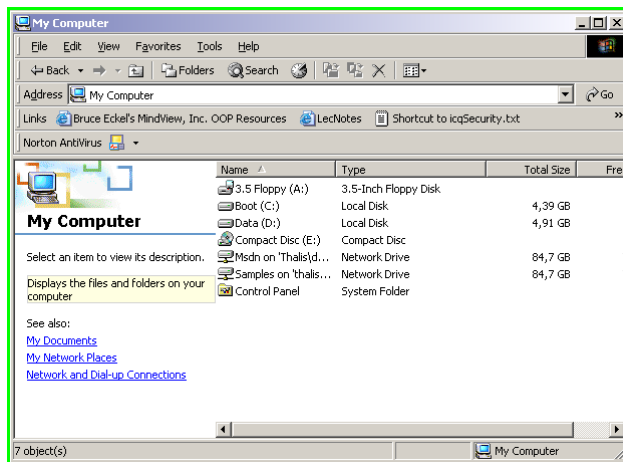
5. Με «ΕΠΙΟΜΕΝΟ», ο διάλογος μεταβαίνει στο επόμενο αντικείμενο προς σάρωση, που είναι το κουμπί της μεγιστοποίησης. Με «ΕΠΙΟΜΕΝΟ» και πάλι, ο διάλογος μεταβαίνει στο τελευταίο αντικείμενο, που είναι το κουμπί του κλεισίματος (αυτό στο οποίο θέλαμε να μεταβούμε):



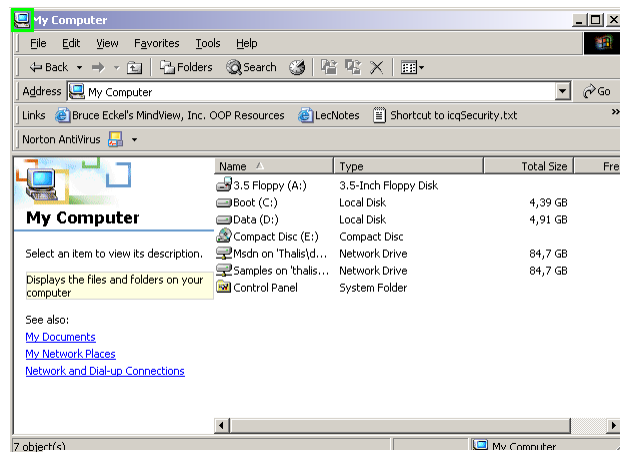
6. Στο επόμενο βήμα, πατώντας το διακόπτη «ΕΠΙΛΟΓΗ», παρατηρείται αλληλεπίδραση με το κουμπί και το παράθυρο κλείνει.

## 2<sup>ο</sup> σενάριο χρήσης: Άνοιγμα του φακέλου “My Documents”

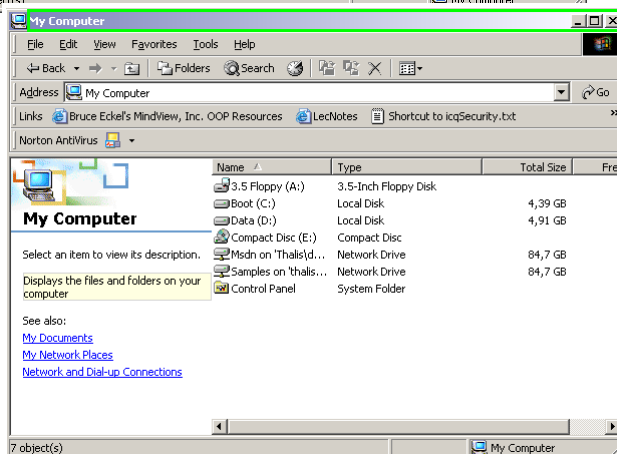
1. Ο διάλογος ξεκινά όπως πάντα σε κατάσταση εισόδου, με το αρχικό παράθυρο:



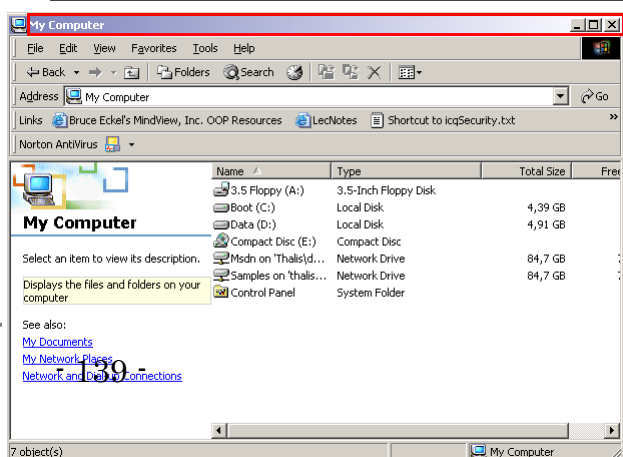
2. Με την ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ» ο διάλογος (και συνεπώς το πλαίσιο εστίασης) μεταβαίνει στο πρώτο περιεχόμενο αντικείμενο:



3. Με την πραγματοποίηση της ενέργειας «ΕΠΟΜΕΝΟ», ο διάλογος μεταβαίνει στην μπάρα τίτλου, σε κατάσταση εισόδου (πάντα ο διάλογος με ένα αντικείμενο ξεκινά σε κατάσταση εισόδου):

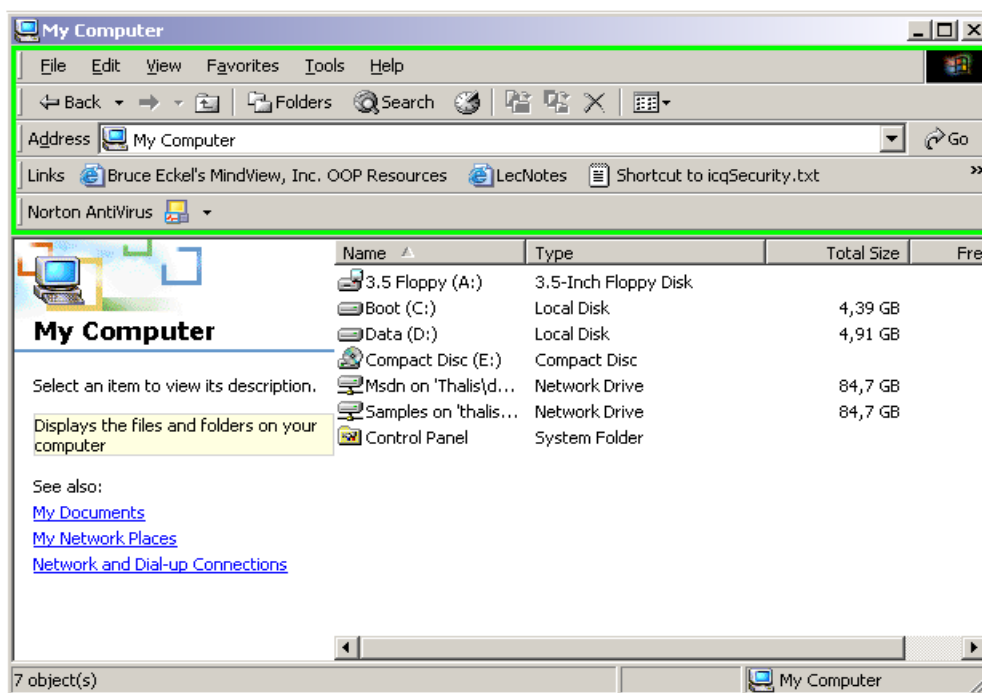


4. Αφού δεν επιθυμούμε να αλληλεπιδράσουμε με κάποιο από τα περιεχόμενα αντικείμενα της μπάρας, δεν επιλέγουμε κάποιο διακόπτη και με «ΕΠΟΜΕΝΟ» ο διάλογος

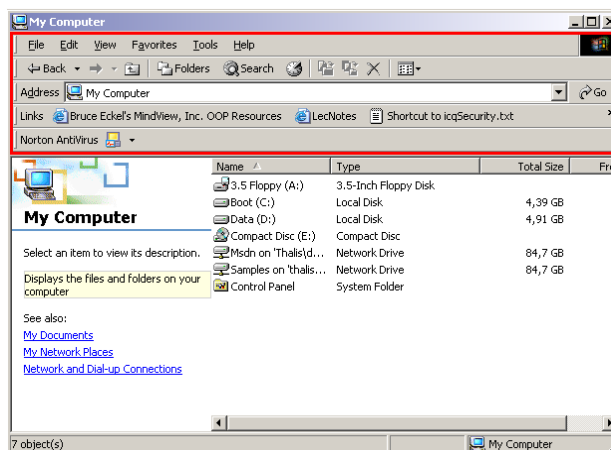


μεταβαίνει σε κατάσταση εξόδου:

5. Στο σημείο αυτό πατώντας «ΕΠΙΛΟΓΗ» ο διάλογος μεταβαίνει στο επόμενο αντικείμενο προς σάρωση σε κατάσταση εισόδου. Το επόμενο αντικείμενο είναι αυτό που περιέχει όλες τις μπάρες εργαλείων:

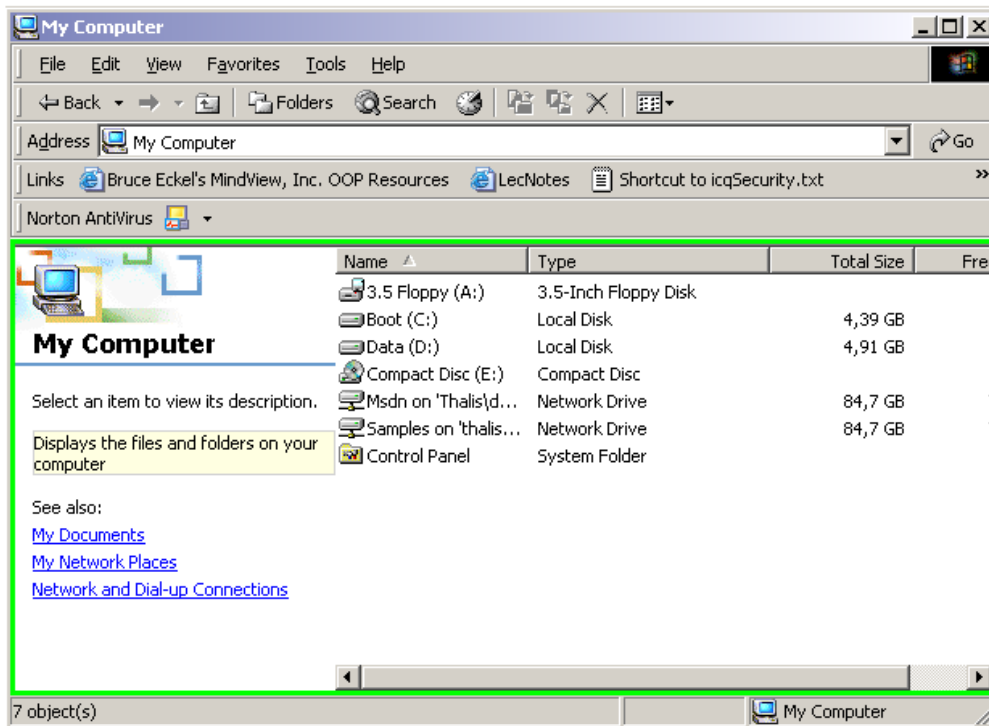


6. Και στην περίπτωση αυτή δεν επιθυμούμε να αλληλεπιδράσουμε με κάποιο από τα περιεχόμενα αυτού του αντικειμένου, οπότε με την ενέργεια «ΕΠΙΟΜΕΝΟ» ο διάλογος μεταβαίνει σε κατάσταση εξόδου:

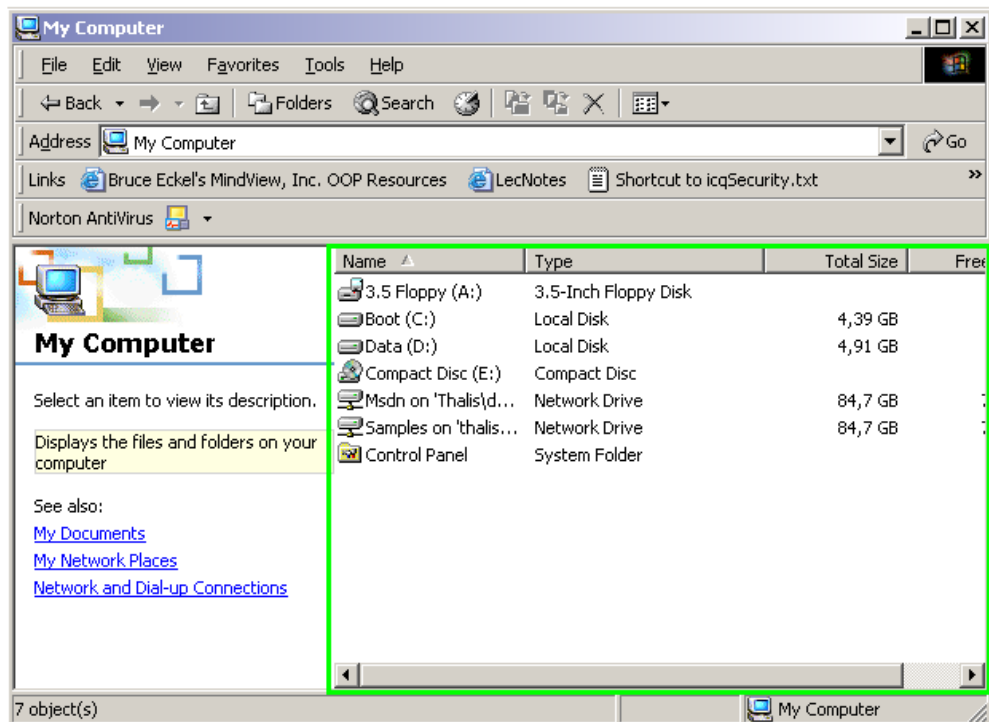


7. Από εδώ με την ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ», ο διάλογος προχωρά στο επόμενο αντικείμενο:

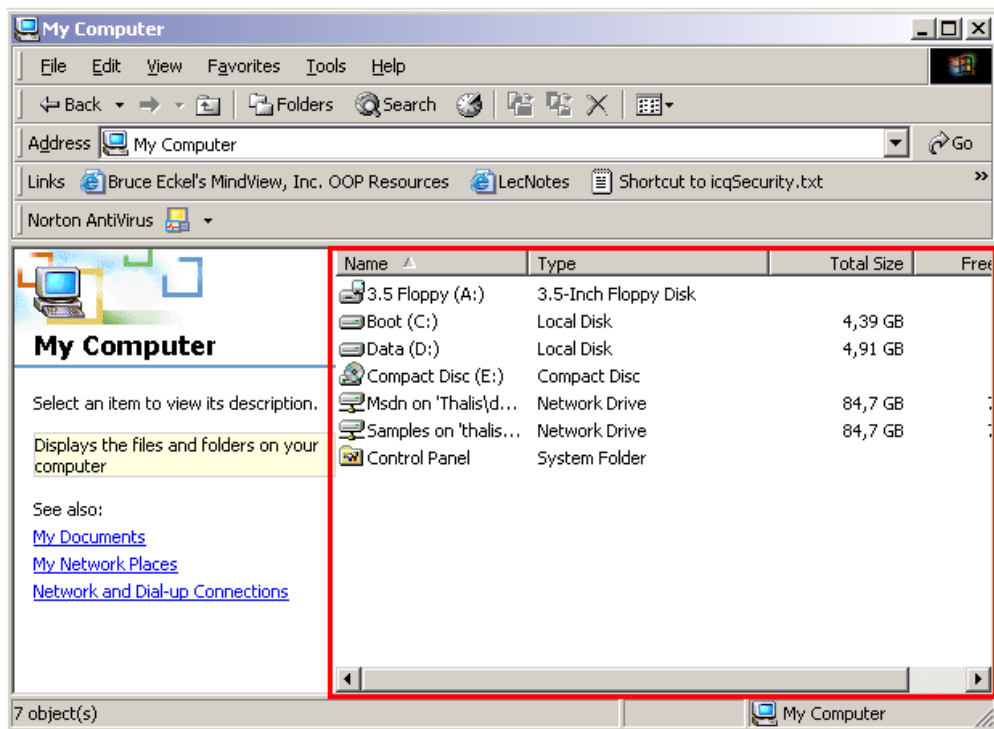




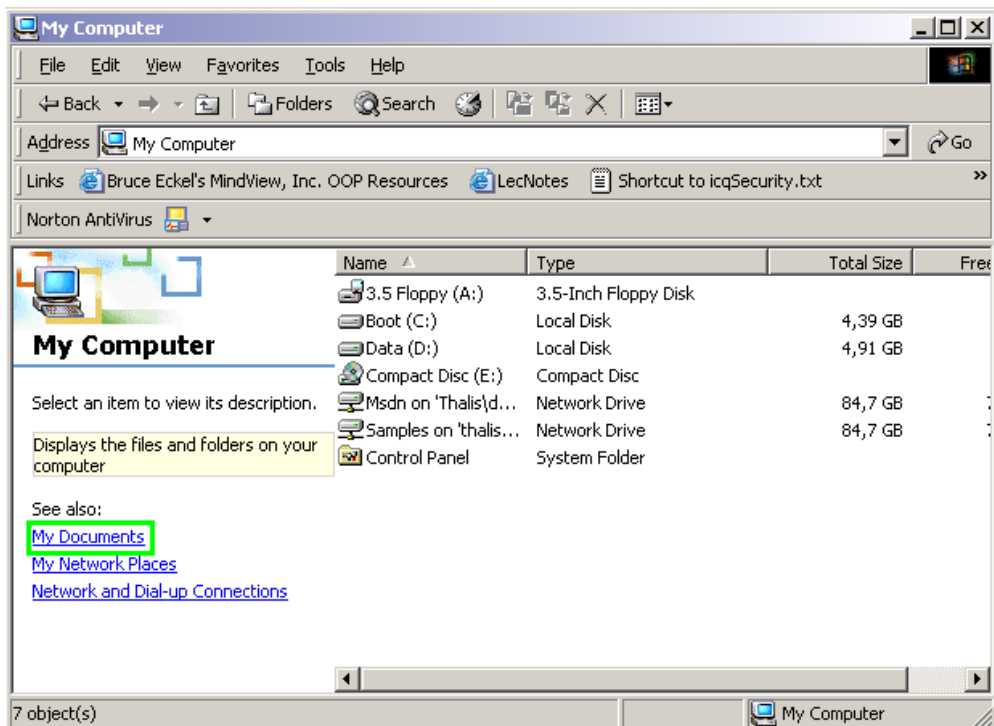
8. Αφού το αντικείμενο με το οποίο επιθυμούμε να αλληλεπιδράσουμε περιέχεται σε αυτό το πλαίσιο, συνεχίζουμε με την ενέργεια «ΕΠΙΛΟΓΗ» και ο διάλογος μεταβαίνει στο πρώτο περιεχόμενο αντικείμενο:



9. Και σε αυτή την περίπτωση το αντικείμενο που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε δεν περιέχεται στο πλαίσιο εστίασης, άρα με «ΕΠΟΜΕΝΟ», μεταβαίνουμε σε κατάσταση εξόδου:



10. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ» ο διάλογος μεταβαίνει στο επόμενο αντικείμενο:

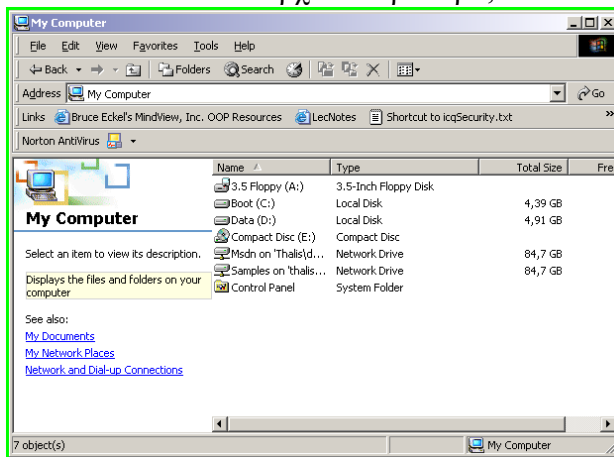


11. Το αντικείμενο αυτό είναι το αντικείμενο που θα μας ανοίξει τον κατάλογο “My Documents”. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ» πραγματοποιείται η ενέργεια αυτή.

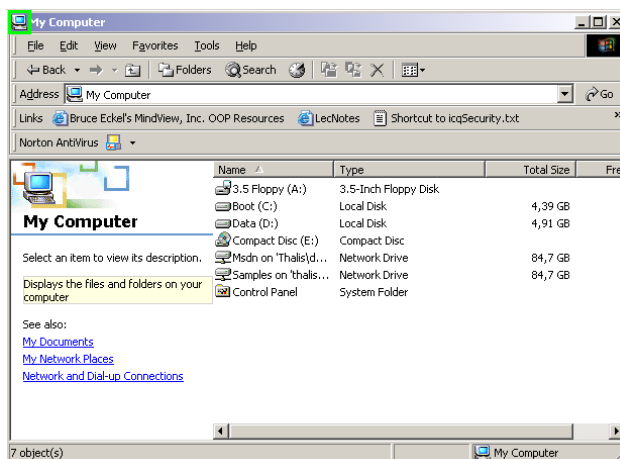
Για την πραγματοποίηση του σκοπού του σεναρίου αυτού θα μπορούσαμε να είχαμε εργαστεί και διαφορετικά. Επιλέγοντας για παράδειγμα το “My Documents” από το Address bar. Στόχος όμως των σεναρίων που αναφέρουμε εδώ είναι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της εφαρμογής της σάρωσης και πιο συγκεκριμένα του τρόπου λειτουργίας του πλαισίου εστίασης καθώς και των δυνατών λειτουργιών που μπορεί να πραγματοποιήσει ο χρήστης.

### 3<sup>ο</sup> σενάριο χρήσης: Διαγραφή του φακέλου “EvaluationTemp” από το “C:\”

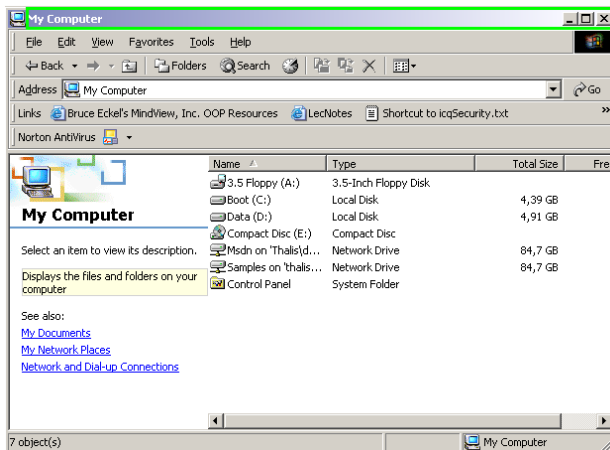
1. Η σάρωση ξεκινά και πάλι από το αρχικό παράθυρο, σε κατάσταση εισόδου:



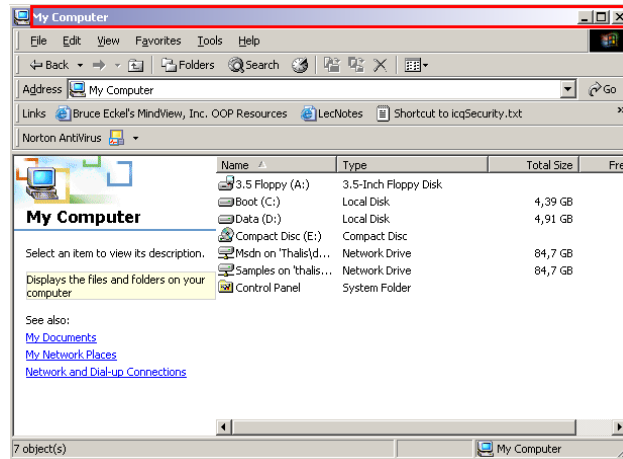
2. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ»:



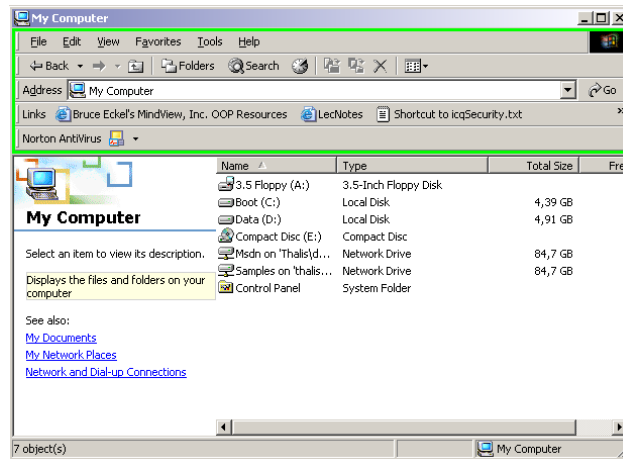
3. Με «ΕΠΙΟΜΕΝΟ»:



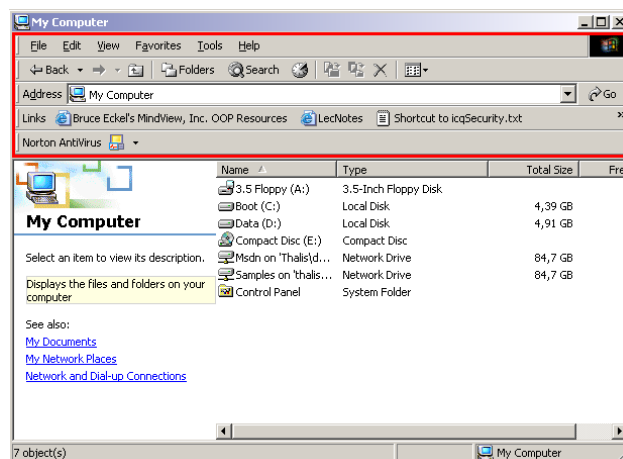
4. Με «ΕΠΙΟΜΕΝΟ»:



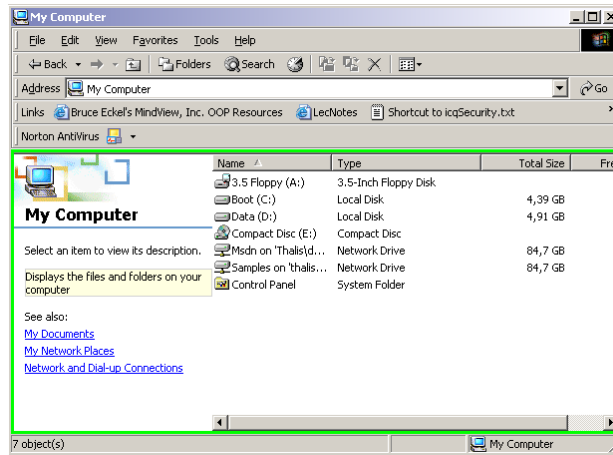
5. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ»:



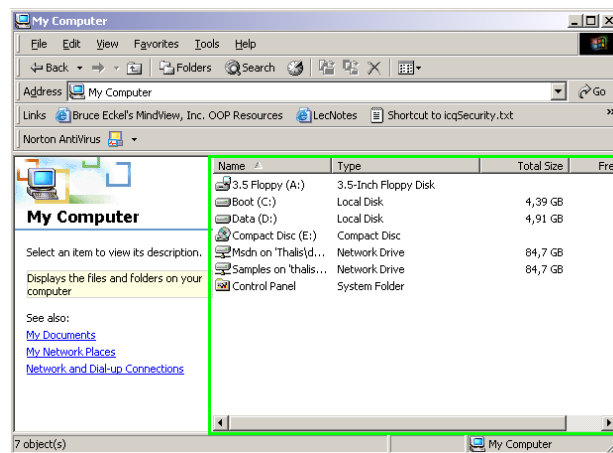
6. Με «ΕΠΙΟΜΕΝΟ»:



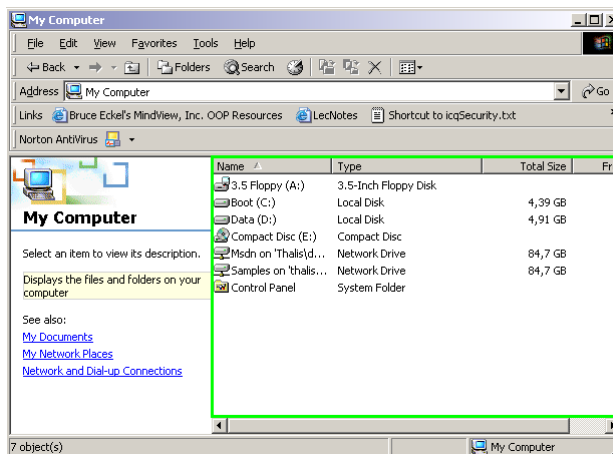
7. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ»:



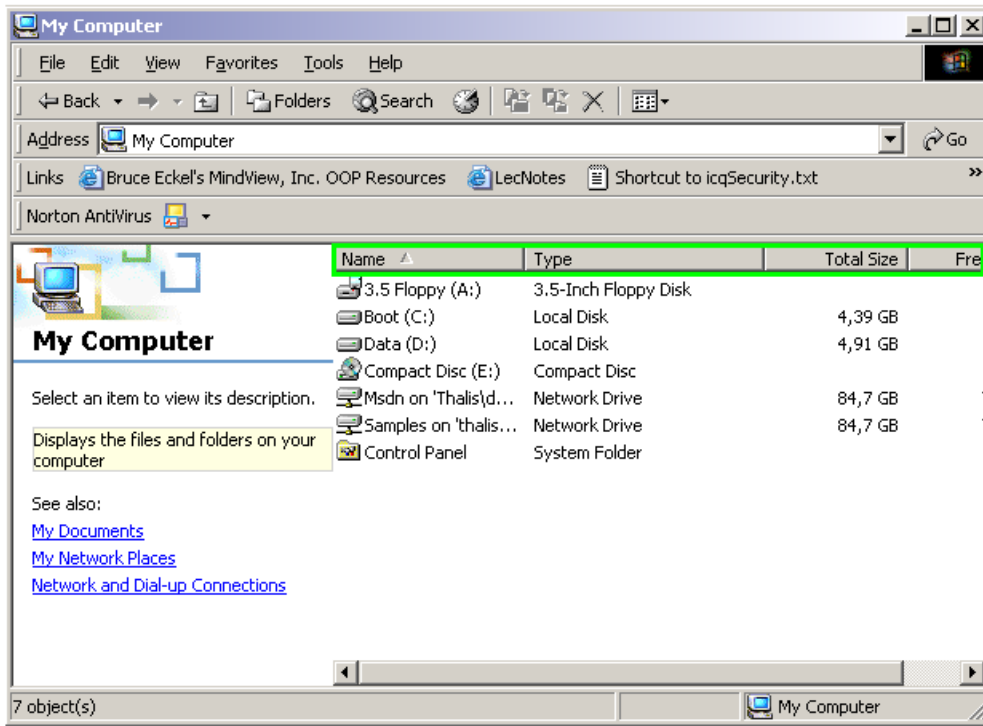
8. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ»:



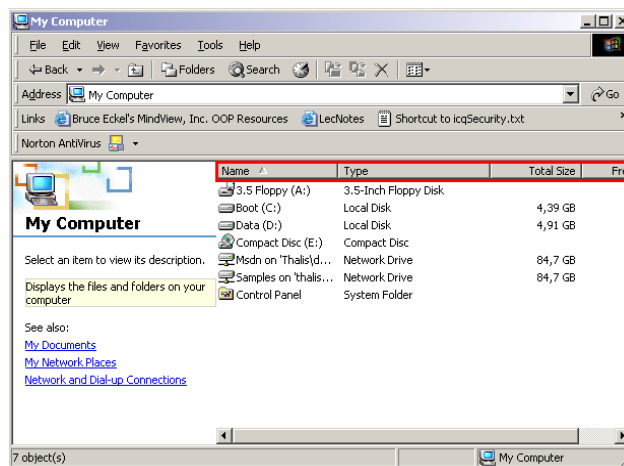
9. Το αντικείμενο με το οποίο θέλουμε να αλληλεπιδράσουμε βρίσκεται μέσα στο πλαίσιο, άρα συνεχίζουμε με «ΕΠΙΛΟΓΗ»:



10. Και σε αυτή την περίπτωση συνεχίζουμε με «ΕΠΙΛΟΓΗ». Ο διάλογος μεταφέρεται στο πρώτο αντικείμενο, το οποίο είναι η μπάρα με τους τίτλους των κατηγοριών (Name, Type, Total Size), από όπου μπορούμε να ταξινομήσουμε τα περιεχόμενα ανάλογα με την κατηγορία που επιθυμούμε:

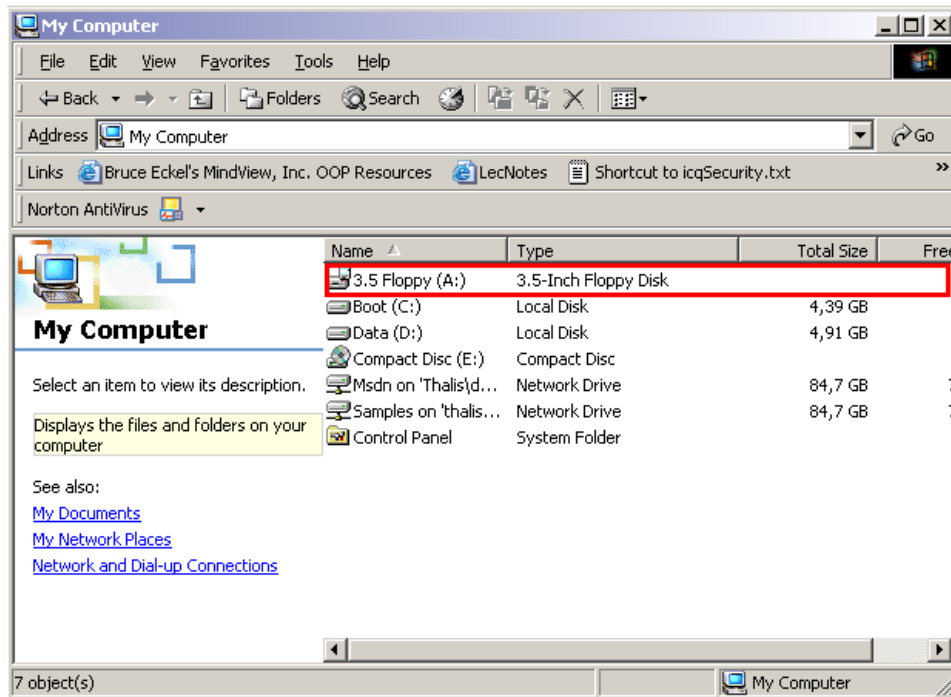


11. Με «ΕΠΟΜΕΝΟ»:

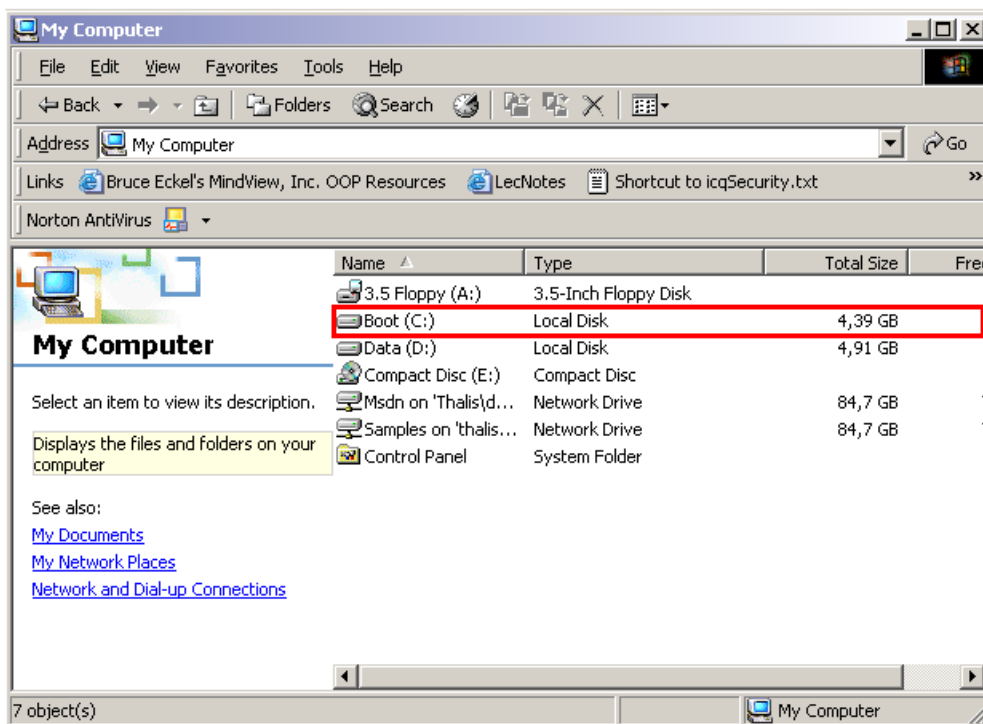


12. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ» μεταβαίνουμε στα αντικείμενα της λίστας περιεχομένων του φακέλου “My Computer”. Επειδή σε μια λίστα συνήθως περιλαμβάνονται πολλά

αντικείμενα είναι πιο πιθανό ο χρήστης να μην επιθυμεί να αλληλεπιδράσει με ένα αντικείμενο. Έτσι, ο διάλογος με αυτά τα αντικείμενα ξεκινά σε κατάσταση εξόδου:

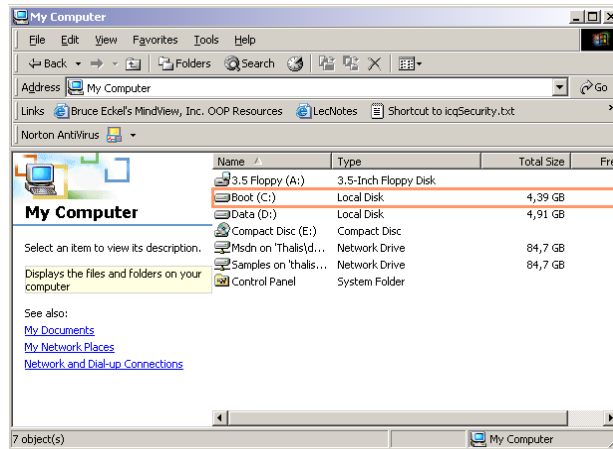


13. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ» μεταβαίνουμε στο επόμενο αντικείμενο της λίστας:

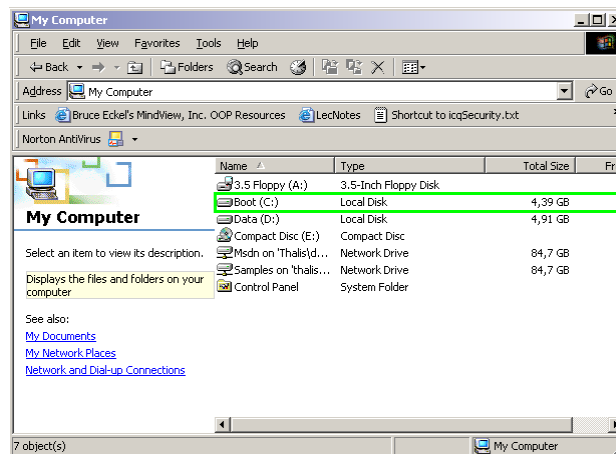




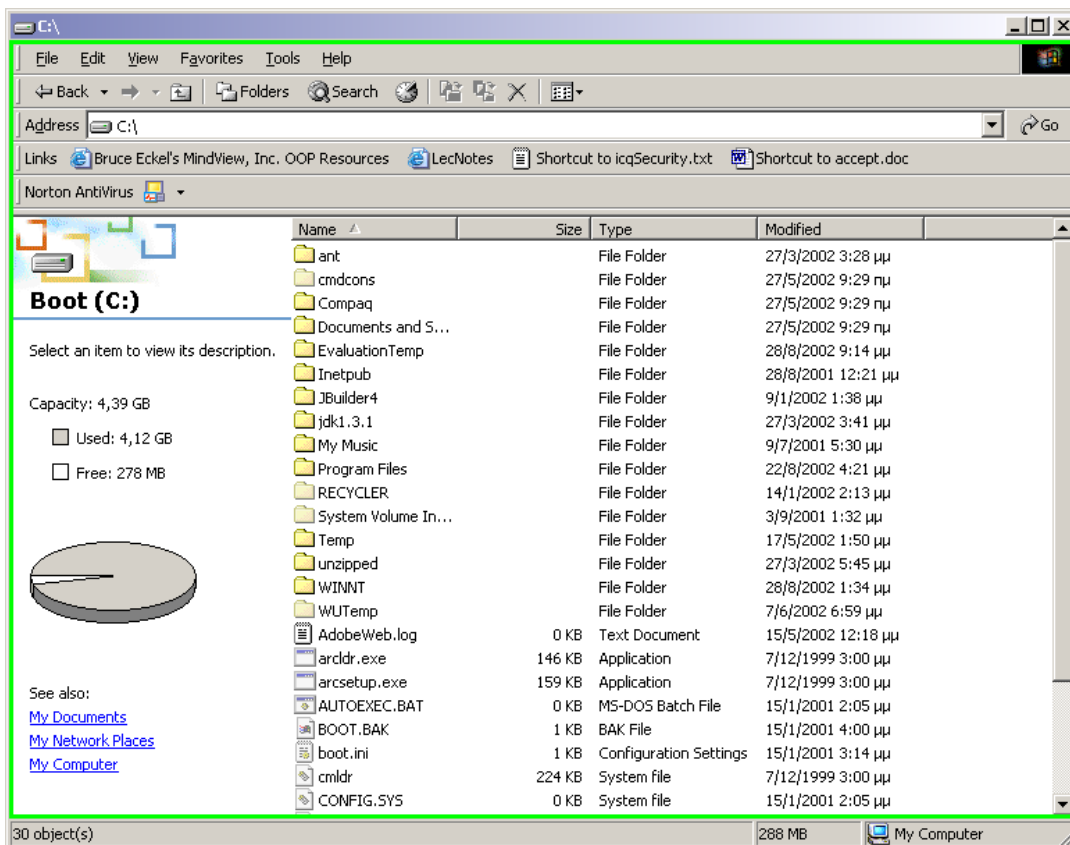
14. Ο κατάλογος “C:” είναι αυτός του οποίου θέλουμε να δούμε τα περιεχόμενα. Για να γίνει αυτό πρέπει να μεταβούμε σε κατάσταση εισόδου. Με «ΕΠΟΜΕΝΟ». Μεταβαίνουμε σε κατάσταση ετοιμότητας:



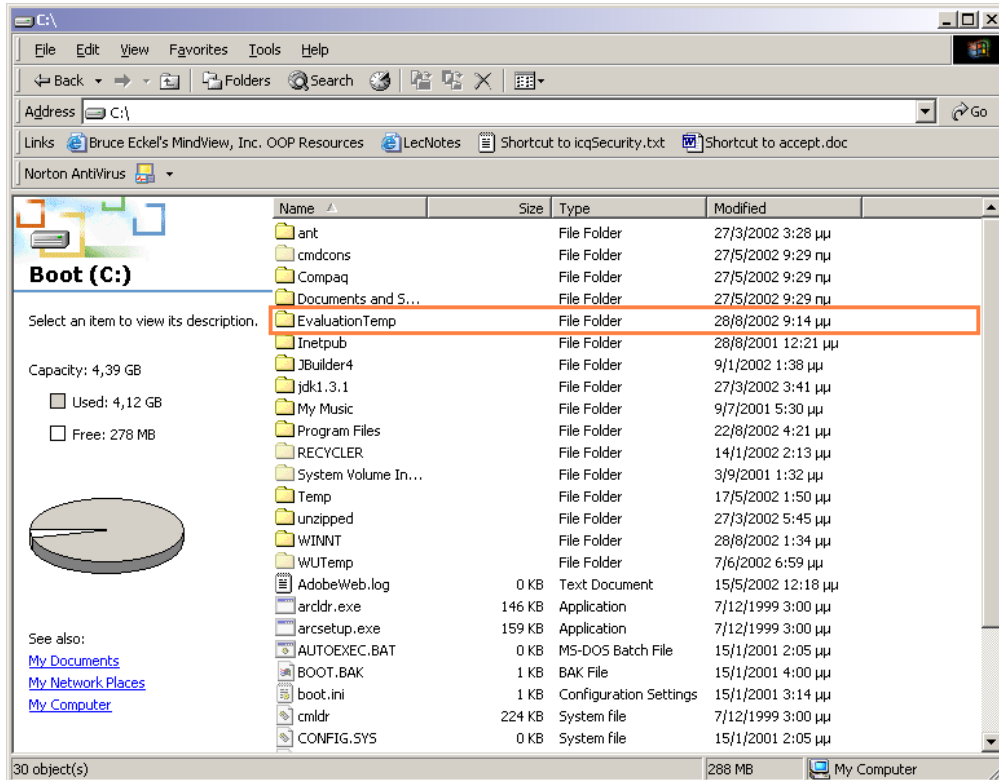
15. Με «ΕΠΟΜΕΝΟ» μεταβαίνουμε σε κατάσταση εισόδου:



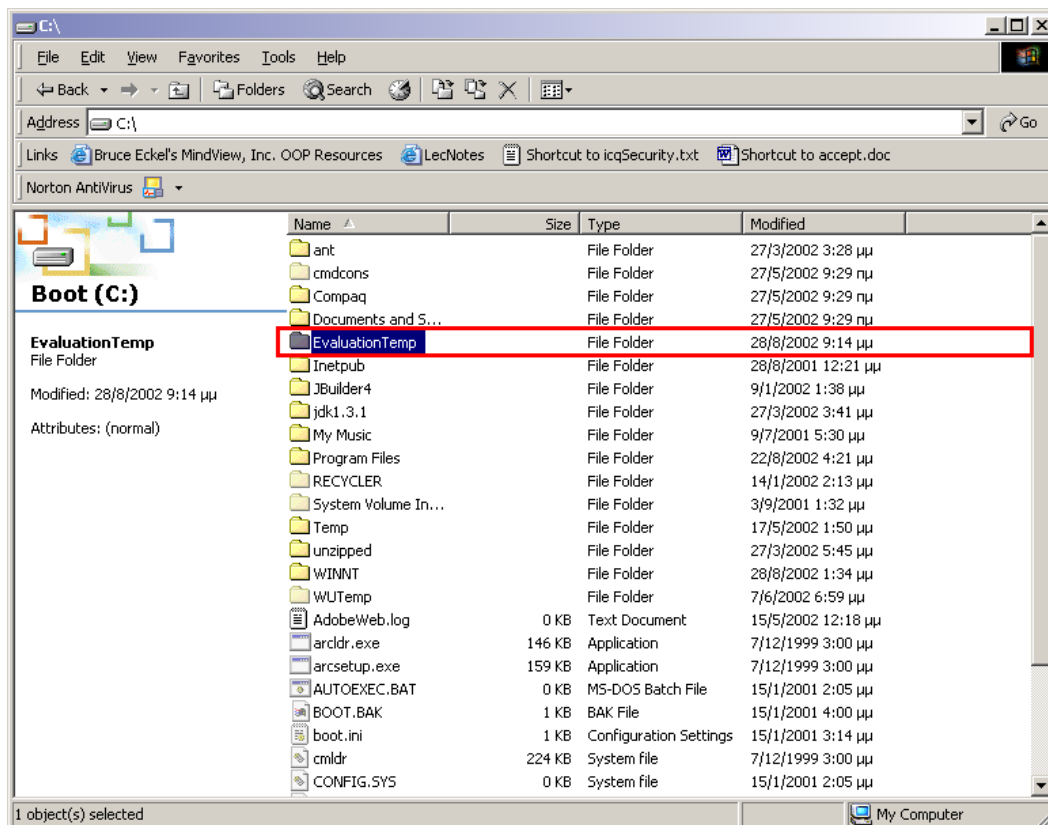
16. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ» πραγματοποιείται αλληλεπίδραση με το αντικείμενο και εμφανίζονται τα περιεχόμενα του καταλόγου “C:”



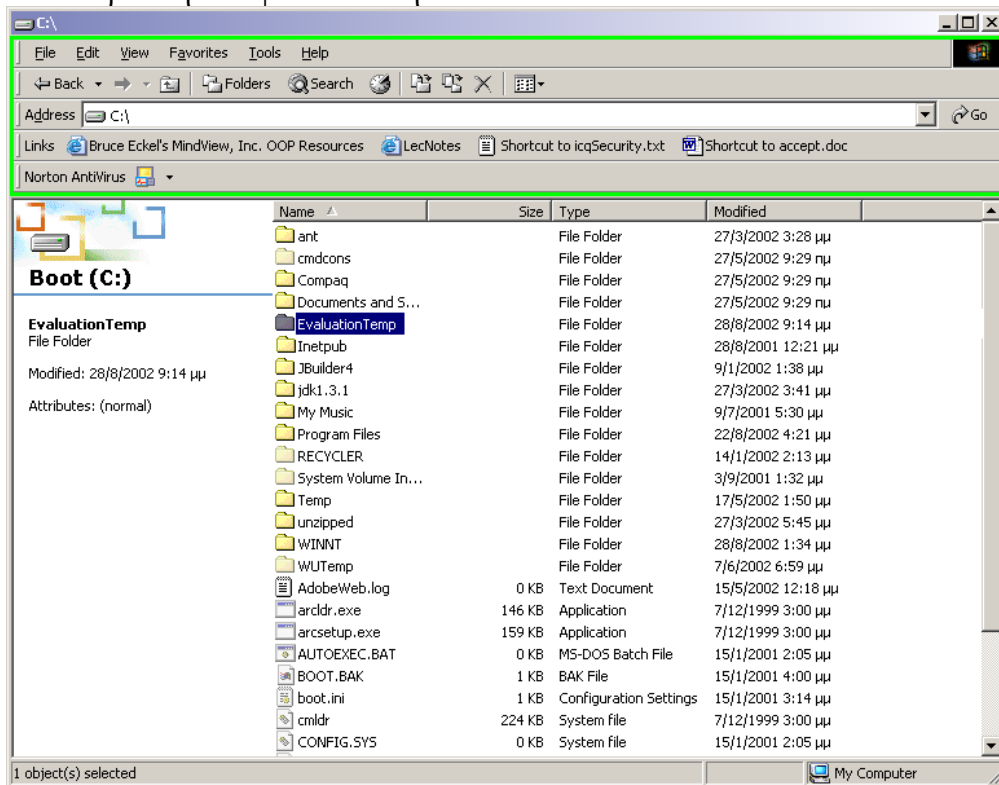
17. Με τις κατάλληλες ενέργειες μεταβαίνουμε στα αντικείμενα της λίστας περιεχόμενων του φακέλου "C:" και συγκεκριμένα στο αντικείμενο που μας ενδιαφέρει και το οποίο είναι ο φάκελος "EvaluationTemp". Αρχικά ο διάλογος είναι σε κατάσταση εξόδου. Με «ΕΠΟΜΕΝΟ» μεταβαίνουμε σε κατάσταση ετοιμότητας:



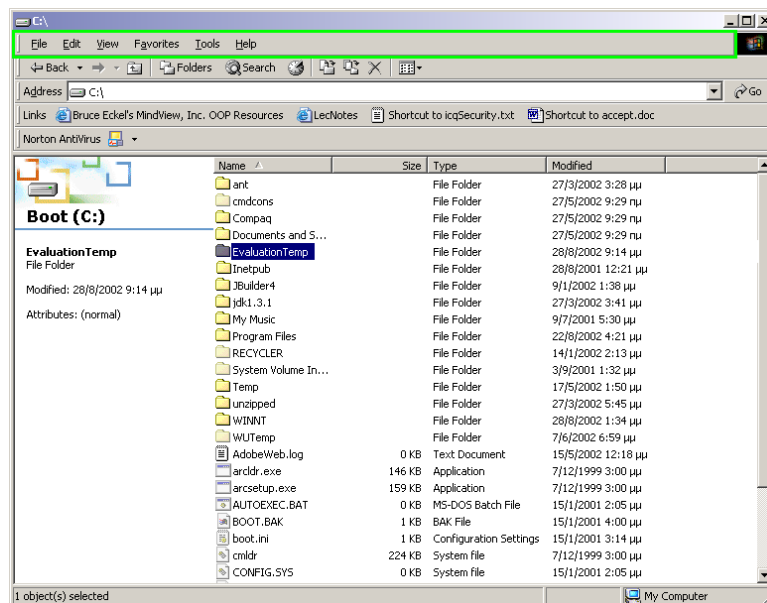
18. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ» πραγματοποιείται επιλογή του αντικειμένου και ο διάλογος μεταβαίνει αυτόματα σε κατάσταση εξόδου:



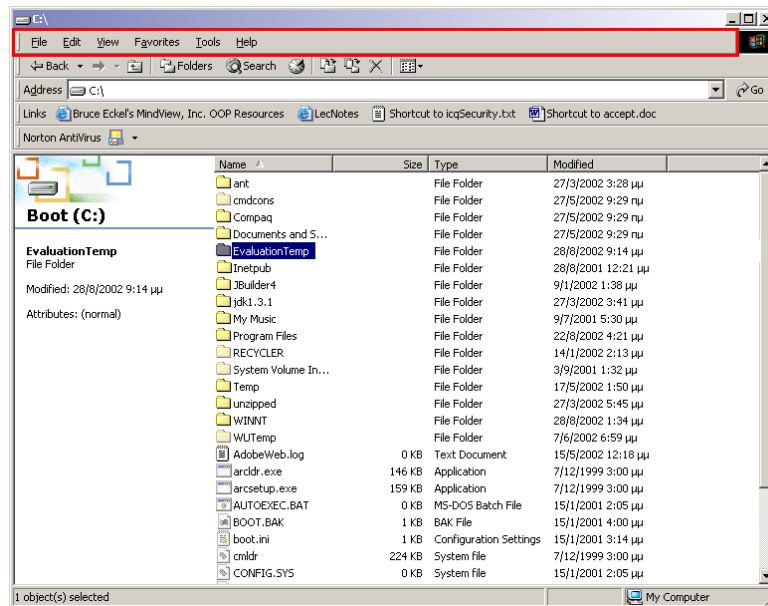
19. Στη συνέχεια, προσπελάζουμε τα απαραίτητα αντικείμενα μέχρι να φτάσουμε στον περιέκτη που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί:



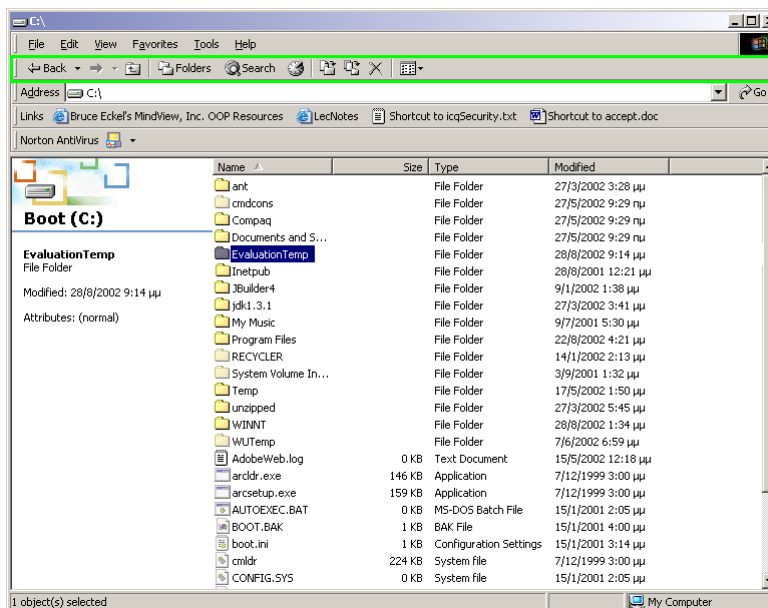
20. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ»:



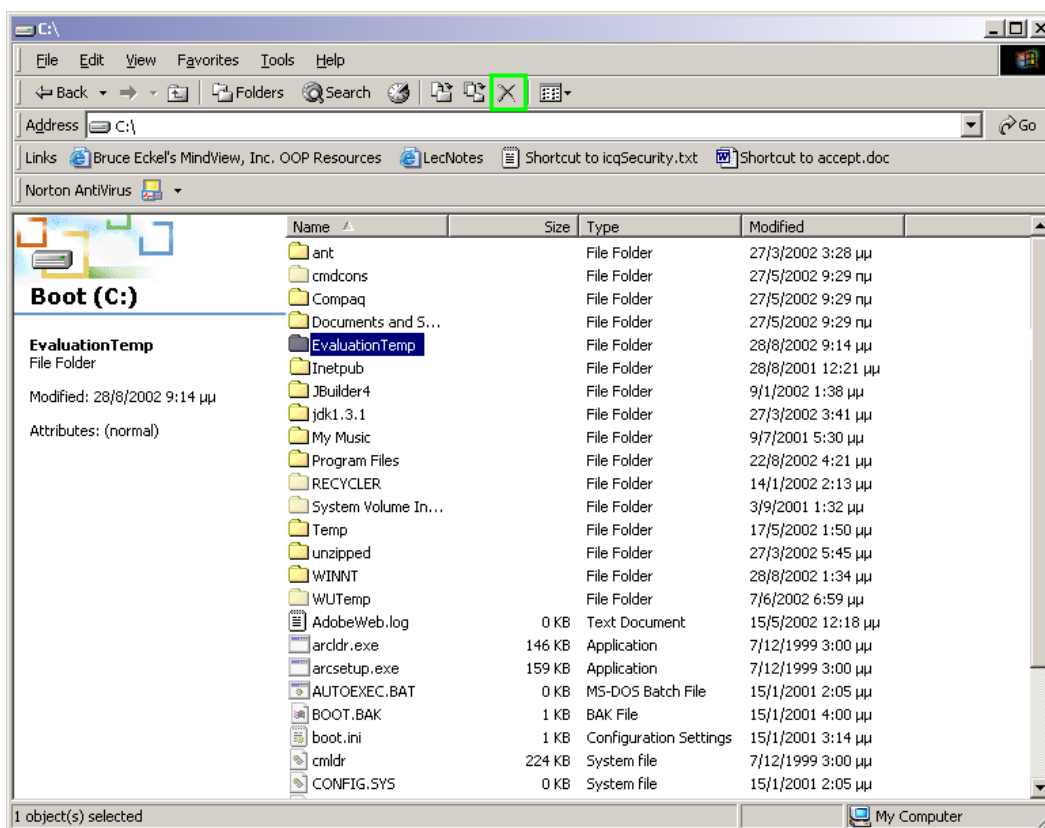
## 21. Με «ΕΠΟΜΕΝΟ»:



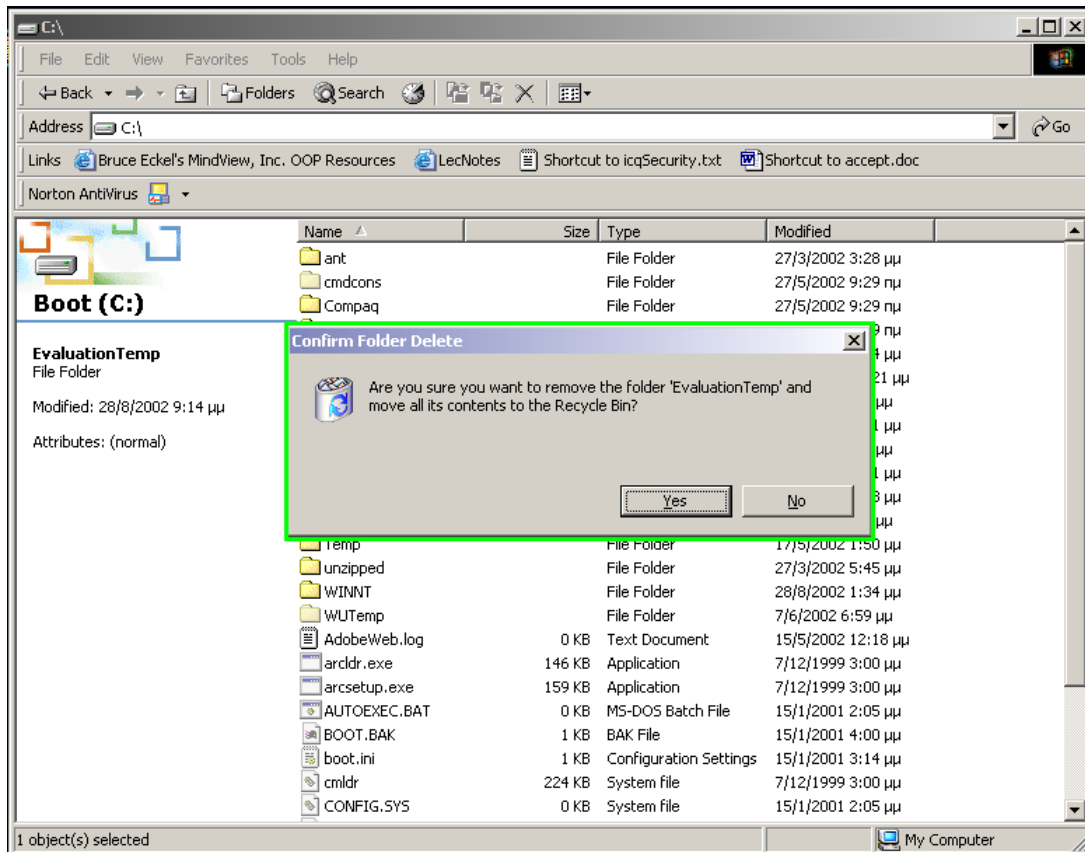
## 22. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ»:



23. Το κουμπί που χρειαζόμαστε περιλαμβάνεται σε αυτή τη μπάρα εργαλείων. Έτσι με «ΕΠΙΛΟΓΗ» ξεκινά η σάρωση των περιεχομένων της. Με «ΕΠΙΟΜΕΝΟ» προσπελάνουμε τα αντικείμενα με τα οποία δε θέλουμε να αλληλεπιδράσουμε μέχρι τελικά να μεταβούμε στο κουμπί “Delete”:



24. Με «ΕΠΙΛΟΓΗ», θα πραγματοποιηθεί η λειτουργία που συσχετίζεται με το κουμπί και θα εμφανιστεί ο διάλογος επιβεβαίωσης:



Επιλέγοντας “Yes” ο φάκελος “EvaluationTemp” θα σβηστεί.

## Βιβλιογραφία

- [1] European Commission (1994) “Recommendations to the European Council: Europe and the global information society - The Bangemann Report”, Brussels, Belgium, available electronically at <http://www.ispo.cec.be/infosoc/backg/bangeman.html> ).
- [2] Stephanidis C. (Ed.), Salvendy, G., Akoumianakis, D., Bevan, N., Brewer, J., Emiliani, P.L., Galetsas, A., Haataja, S., Iakovidis, I., Jacko, J., Jenkins, P., Karshmer, A., Korn, P., Marcus, A., Murphy, H., Stary, C., Vanderheiden, G., Weber, G., & Ziegler, J. (1998). Toward an Information Society for All: An International R&D Agenda. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 10 (2), 107-134.  
Available electronically at:  
[http://www.ics.forth.gr/hci/html/files/white\\_paper\\_1998.pdf](http://www.ics.forth.gr/hci/html/files/white_paper_1998.pdf)
- [3] Stephanidis, C. (Ed.), Salvendy, G., Akoumianakis, D., Arnold, A., Bevan, N., Dardailler, D., Emiliani, P.L., Iakovidis, I., Jenkins, P., Karshmer, A., Korn, P., Marcus, A., Murphy, H., Oppermann, C., Stary, C., Tamura, H., Tscheligi, M., Ueda, H., Weber, G., & Ziegler, J. (1999). Toward an Information Society for All: HCI challenges and R&D recommendations. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 11 (1), 1-28. Available electronically at:  
[http://www.ics.forth.gr/hci/html/files/white\\_paper\\_1999.pdf](http://www.ics.forth.gr/hci/html/files/white_paper_1999.pdf)
- [4] Stephanidis, C., & Emiliani P.L. (1999). Connecting to the Information Society: a European perspective. *Technology and Disability Journal*, 10, 21-44.  
Available electronically at:  
[http://www.ics.forth.gr/hci/html/files/TDJ\\_paper.PDF](http://www.ics.forth.gr/hci/html/files/TDJ_paper.PDF)
- [5] Stephanidis, C., Akoumianakis, D., Vernardakis, N., Emiliani, P.L., Vanderheiden, G., Ekberg, J., Ziegler, J., Faehnrich, K.-P., Galetsas, A., Haataja, S., Iakovidis, I., Kempainen, E., Jenkins, P., Korn, P., Maybury, M., Murphy, H.J., & Ueda, H. (2001). Industrial Policy Issues. In C. Stephanidis (Ed.), *User Interfaces for All - Concepts, Methods, and Tools* (pp.589-608). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates (ISBN 0-8058-2967-9, 760 pages).
- [6] Vernardakis, N., Akoumianakis, D., & Stephanidis, C. (2001). Economics and Management of Innovation. In C. Stephanidis (Ed.), *User Interfaces for All - Concepts, Methods, and Tools* (pp. 609-632). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates (ISBN 0-8058-2967-9, 760 pages).
- [7] Stephanidis, C. (1999). Designing for *all* in the Information Society: Challenges towards universal access in the information age ERCIM ICST Research Report 1<sup>st</sup> November 1999
- [8] Stephanidis, C. (1995). Towards User Interfaces for All: Some Critical Issues. *Panel Session “User Interfaces for All - Everybody, Everywhere, and Anytime”*. In Y. Anzai, K. Ogawa & H. Mori (Eds.), *Symbiosis of*



- 
- Human and Artifact - Future Computing and Design for Human-Computer Interaction [Proceedings of the 6th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International '95)]*, Tokyo, Japan, 9-14 July (vol. 1, pp. 137-142). Amsterdam: Elsevier, Elsevier Science.
- [9] Vanderheiden G.C. (1998) "Universal Design and Assistive Technology in Communication and Information Technologies: Alternatives or Complements?", *Assistive Technology*, Vol. 10.1, pp. 29-36.
- [10] Mueller M. J., Wharton C., McIver W. J., Kaux L. (1997) "Towards an HCI Research and Practice Agenda Based on Human Needs and Social Responsibility", In the proceedings of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'97), Atlanta GA, USA.
- [11] Stephanidis, C., Paramythis, A., Savidis, A., Sfyraakis, M., Stergiou, A., Leventis, A., Maou, N., Paparoulis, G., Karagiannidis, C. (1997). Developing Web Browsers Accessible to All: Supporting User-Adapted Interaction. In G. Anogiannakis, C. Bühler, & M. Soede (Eds.), *Proceedings of the 4th European Conference for the Advancement of Assistive Technology (AAATE '97)*, Porto Carras, Greece, 29 September - 2 October (pp. 233-237). Amsterdam: IOS Press.
- [12] <http://www.microsoft.com/enable/guides/mobility.htm>
- [13] [http://www-3.ibm.com/able/prodsol\\_mobil.html](http://www-3.ibm.com/able/prodsol_mobil.html)
- [14] Stephanidis, C. (Ed.). (2001). *User Interfaces for All - Concepts, Methods, and Tools*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates (ISBN 0-8058-2967-9, 760 pages).
- [15] <http://java.sun.com>
- [16] Stephanidis C., Salvendy G., Akoumianakis D., Bevan N., Brewer J., Emiliani P. L., Galetsas A., Haataja S., Iakovidis I., Jacko J., Jenkins P., Karshmer A., Korn P., Marcus A., Murphy H., Stry C., Vanderheiden G., Weber G., Ziegler J. (1998) "Towards an Information Society for All: An International R&D Agenda", *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 10(2), pp. 107-134.
- [17] Story, M.F. (1998). Maximising Usability: The Principles of Universal Design. *Assistive Technology Journal*, 10, 4-12.
- [18] Bergman, E., & Johnson, E. (1995). Towards Accessible Human-Computer Interaction. In J. Nielsen (Ed.), *Advances in Human-Computer Interaction* (vol. 5, pp. 87-113). New Jersey: Ablex Publishing Corporation
- [19] Thoren, C., (1993). *Nordic guidelines for computer accessibility*. The Nordic Committee on Disability, Stockholm: The Swedish Handicap Institute.
-

- [20] <http://www.w3c.org/Consortium/#background>
- [21] Savidis, A., Vernardos, G., & Stephanidis, C. (1997). Augmenting the Windows Object Library with Embedded Scanning Techniques for Motor-Impaired User Access. In *Proceedings of the 6th International Conference on Man-Machine Interaction Intelligent Systems in Business (INTERFACES '97)*, Montpellier, France, 28-30 May (pp. 233-234).
- [22] Savidis, A., Vernardos, G., & Stephanidis, C. (1997). Embedding Scanning Techniques Accessible to Motor-Impaired Users in the WINDOWS Object Library. In G. Salvendy, M.J. Smith & R.J. Koubek (Eds.), *Design of Computing Systems: Cognitive Considerations [Proceedings of the 7th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International '97)]*, San Francisco, USA, 24-29 August (vol. 1, pp. 429-432). Amsterdam: Elsevier, Elsevier Science.
- [23] Microsoft Corporation, OLE Automation (<http://www.microsoft.com/com/>).
- [24] Gregg C. Vanderheiden (1994). Application Software Design Guidelines: Increasing the Accessibility of Application Software to People with Disabilities and Older Users. Compiled by [On-line]. Available: <http://tracecenter.org/publications/3.html>.
- [25] Microsoft Corporation, Microsoft Active Accessibility, <http://www.microsoft.com/enable/>.
- [26] Microsoft Corporation, Component Object Model (<http://www.microsoft.com/com/>).
- [27] Jacko J.A., Vitense H.S., (2001). "A review and reappraisal of information technologies within a conceptual framework for individuals with disabilities". *UAIS Journal*, Springer Verlag 2001, 1, pp 56-76.
- [28] ICTSB Project Team, (2000). Design for all, Final Report.
- [29] ISO 9241-11. (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals: Guidance on Usability, International Standards Organization.
- [30] Karat, C., Campbell, R. L., and Fiegel, T. 1992. Comparison of empirical testing and walkthrough methods in user interface evaluation. *Proceedings ACM CHI'92 Conference (Monterey, CA, May 3-7): 397-404.*
- [31] Lund, A. M. (1994). Ameritech's usability laboratory. *Behavior & Information Technology*, 13, 1&2, 67-80.

- [32] Nielsen, Jakob, and Landauer, Thomas K.: "A mathematical model of the finding of usability problems," *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference* (Amsterdam, The Netherlands, 24-29 April 1993), pp. 206-213.
- [33] Nielsen (1990). "Paper versus computer implementations as mock-up scenarios for heuristic evaluation", in *Proceedings of INTERACT'90 3rd IFIP Conf. HCI*, pp. 315 – 320.
- [34] Lewis, J.R. (1995) "*IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use*" in *International Journal of Human-Computer Interaction* 7(1), pp. 57 – 78.