

Πανεπιστήμιο Κρήτης
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Μη Οπτικός Πλοηγός Ναυτίλος
Σύστημα Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για Τυφλούς
Χρήστες

Πάυλος Ν. Κεφαλάκης

Μεταπτυχιακή Εργασία

Ηράκλειο, Δεκέμβριος 2000

Πανεπιστήμιο Κρήτης
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Μη Οπτικός Πλοηγός Ναυτίλος
Σύστημα Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για Τυφλούς Χρήστες

Εργασία που υποβλήθηκε από τον
Πάυλο Κεφαλάκη
ως μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για την απόκτηση
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Συγγραφέας:

Πάυλος Κεφαλάκης
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Εισηγητική Επιτροπή:

Κωνσταντίνος Στεφανίδης, Αν. Καθηγητής, Επόπτης

Δημήτρης Πλεξουσάκης, Επίκουρος, Μέλος

Απόστολος Τραγανίτης, Αν. Καθηγητής, Μέλος

Δεκτή:

Πάνος Κωνσταντόπουλος
Πρόεδρος Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών

Ηράκλειο, Δεκέμβριος 2000

Μη Οπτικός Πλοηγός Ναυτίλος Σύστημα Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για Τυφλούς Χρήστες

Παύλος Ν. Κεφαλάκης

Μεταπτυχιακή Εργασία

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια το Διαδίκτυο γενικότερα, και ο Παγκόσμιος Ιστός ειδικότερα, έχει εξελιχθεί σε μια σημαντική πηγή πληροφορίας και ο αριθμός των χρηστών που έχουν πρόσβαση σε αυτό αυξάνεται με αλματώδεις ρυθμούς. Η αύξηση του πληθυσμού των χρηστών συνοδεύεται από αύξηση της ποικιλομορφίας του, με διαφορετικές απαιτήσεις πρόσβασης και αλληλεπίδρασης. Τα παραπάνω καθιστούν απαραίτητη την ύπαρξη συστημάτων πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, τα οποία να ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες ικανότητες, απαιτήσεις, ανάγκες και προτιμήσεις του κάθε χρήστη. Η ύπαρξη τέτοιων συστημάτων είναι βασικό προαπαιτούμενο για την εξυπηρέτηση των απαιτήσεων πρόσβασης και αλληλεπίδρασης των ατόμων με ειδικές ανάγκες, και ειδικότερα των τυφλών χρηστών, που αποτελούν ένα σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού. Τα υπάρχοντα συστήματα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό παρουσιάζουν σημαντικές ελλείψεις στην κάλυψη των αναγκών αλληλεπίδρασης των ατόμων με ειδικές ανάγκες, και ειδικά των τυφλών χρηστών, γεγονός που καθιστά την πρόσβαση των τελευταίων στον Παγκόσμιο Ιστό από προβληματική έως αδύνατη.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο μη οπτικός πλοηγός Ναυτίλος, ο οποίος έχει ως στόχο την εξυπηρέτηση των απαιτήσεων πρόσβασης και αλληλεπίδρασης των τυφλών χρηστών στον Παγκόσμιο Ιστό. Ο μη οπτικός πλοηγός Ναυτίλος έχει υλοποιηθεί με σκοπό την κάλυψη των κενών που παρουσιάζουν παρόμοια συστήματα πλοήγησης, και την παροχή νέων σημαντικών διευκολύνσεων στους τυφλούς χρήστες για την πλοήγησή τους στον Παγκόσμιο Ιστό. Συγκεκριμένα, υποστηρίζονται πολλαπλές συσκευές εισόδου και εξόδου, ενώ χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες λογισμικού προκειμένου να παρέχεται πρόσβαση σε όλα τα αντικείμενα που υποστηρίζονται από τη γλώσσα περιγραφής υπερκειμένων HTML 4.01. Στα σημαντικά πλεονεκτήματα του μη οπτικοπλοηγού Ναυτίλου έναντι άλλων πλοηγών περιλαμβάνονται: η ειδικά σχεδιασμένη μη οπτική διεπαφή χρήστη, η παροχή εναλλακτικών θεάσεων παρουσίασης ενός εγγράφου (π.χ. παρουσίαση μόνο συνδέσμων, παρουσίαση μόνο κειμένου), καθώς και η υποστήριξη νέων μη-οπτικών μεθόδων αλληλεπίδρασης. Τέλος, ο μη οπτικός πλοηγός Ναυτίλος υποστηρίζει ένα ρυθμό λειτουργίας ειδικά σχεδιασμένο για χρήση σε Δημόσια Σημεία Πληροφόρησης (Information Kiosks). Σε αυτό το ρυθμό υποστηρίζονται οι βασικές λειτουργίες πλοήγησης και ανάγνωσης τοπικά αποθηκευμένων υπερκειμένων για τυφλούς χρήστες, ενώ η διεπαφή περιορίζεται δραστικά ώστε να είναι εύχρηστη από οποιονδήποτε περιστασιακό χρήστη του συστήματος.

Επόπτης: Κωνσταντίνος Στεφανίδης
Αναπληρωτής Καθηγητής
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Non-Visual Nautilus Browser

A Navigation System in the World Wide Web for Blind Users

Pavlos N. Kefalakis

M.Sc. Thesis

Computer Science Department
University of Crete

Abstract

In recent years the World Wide Web (Web) has evolved into an important source of information and the number of users who have access to it is increasing rapidly. This increase in the user population is accompanied by an increase of the population's diversity, with new accessibility and interaction requirements surfacing every day. The above necessitate the availability of Web navigation systems, which are capable of addressing the special abilities, requirements, skills and preferences of each individual user. In fact, such systems are a vital prerequisite for meeting the accessibility and interaction requirements of people with special needs, and especially of blind users, who represent a significant proportion of the potential user population. The existing Web navigation systems (or Web browsers, as they are commonly referred to) exhibit important shortcomings with respect to addressing the interaction needs of blind users. This, in turn, renders access to the Web by blind people a task that ranges from problematic to impossible.

This thesis presents the non-visual Nautilus Web browser, which has been specifically developed to address the accessibility and interaction requirements of blind users on the Web. The non-visual Nautilus browser aims to cover accessibility gaps present in existing browsers, as well as to provide new interaction facilities, that will facilitate and enhance the interaction of blind users with Web content. Specifically, the non-visual Nautilus browser supports a multitude of input and output devices, and supports new software technologies in order to ensure access to all the interaction and presentation elements supported by the HTML 4.01 specification. Some of the advantages of the non-visual Nautilus browser in comparison to other Web browsers for blind people, are: its non-visual user interface, designed specifically for use by blind people; the provision of alternative views of an HTML document (e.g. separate presentation of document links, text-only presentation). Finally, the non-visual Nautilus browser supports a mode of operation indented for use at Public Information Kiosks. In this operation mode, the browser supports the basic navigation and interaction tasks of blind users over locally stored hypertexts, while the user interface is substantially simplified to facilitate ease of learning and usability, even for occasional users.

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

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με τον ένα ή με τον άλλο τρόπο με στήριξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου Νίκο και Τσαμπίκα για την ηθική και ψυχολογική τους στήριξη, την οποία χρειάστηκα και μου παρείχαν αρκετές φορές τον τελευταίο χρόνο. Η συμπαράστασή τους ήταν σημαντική και με βοήθησε να ξεπεράσω ορισμένα αδιέξοδα.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επόπτη της μεταπτυχιακής μου εργασίας, κύριο Κωνσταντίνο Στεφανίδη για την εμπιστοσύνη και τη στήριξή του κατά την ανάπτυξη της εργασίας. Πέραν των υποδείξεών του, ήταν σημαντικές οι συμβουλές του και κατάφερε να μου τονώσει το ηθικό και να μου προσδιορίσει σωστές κατευθύνσεις σε περιόδους σημαντικών προβλημάτων που αντιμετώπισα.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τους Αλέξη Παραμύθη και Ναπολέον Μάου, μέλη του Εργαστηρίου Επικοινωνίας Ανθρώπου-Υπολογιστή και Υποστηρικτικής Τεχνολογίας του Ινστιτούτου Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας. Οι υποδείξεις και η βοήθειά τους ήταν καθοριστικές για την υλοποίηση της εργασίας. Τους θεωρώ επιστήμονες με άριστη επιστημονική κατάρτιση αλλά και με ανθρωπιά και κατανόηση.

Πρέπει να ευχαριστήσω ακόμη τους αδερφικούς μου φίλους από τη Ρόδο, οι οποίοι μου συμπαράσταθηκαν και πραγματικά ενδιαφέρονταν για μένα. Μαζί τους μπορούσα να αποβάλλω το άγχος και να γεμίζω με αυτοπεποίθηση και κουράγιο για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης και το Ινστιτούτο Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας για τις γνώσεις και εμπειρίες, και την υλικοτεχνική υποδομή που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	7
2	Ερευνητικό Πεδίο	11
2.1	Πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό και Τυφλοί Χρήστες	12
2.1.1	Γενικές Απαιτήσεις Αλληλεπίδρασης του Τυφλού Χρήστη με τον Υπολογιστή.....	12
2.1.2	Απαιτήσεις Αλληλεπίδρασης Τυφλού Χρήστη με Εφαρμογές Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό.....	15
2.2	Χαρακτηριστικά Προσβασιμότητας της HTML.....	16
2.3	Οι Οδηγίες User Agent Accessibility Guidelines.....	17
2.4	Συστήματα Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό	22
2.4.1	AVANTI Web browser.....	22
2.4.2	Simply Web 98.....	23
2.4.3	VIP Browser.....	25
2.4.4	BrookesTalk.....	25
2.4.5	MultiWeb.....	27
2.4.6	BrailleSurf	29
2.4.7	Emacspeak	30
2.4.8	Το Πρότυπο Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης EZ Access	31
2.5	Συγκριτική Παρουσίαση και Προδιαγραφές του Πλοηγού Ναυτίλου	33
3	Το Μη Οπτικό Σύστημα Πλοήγησης Ναυτίλος	38
3.1	Η Σχεδίαση του Συστήματος	39
3.1.1	Ανάλυση Απαιτήσεων	40
3.1.2	Ανάλυση Επιμέρους Διεργασιών και Λειτουργικότητας του Συστήματος.....	42
3.1.3	Η Σχεδίαση της Διεπαφής Χρήστη	61
3.2	Η Υλοποίηση του Συστήματος	68
3.2.1	Η Προγραμματιστική Βιβλιοθήκη μη Οπτικών Αλληλεπιδραστικών Αντικειμένων HAWK Interface Toolkit	71
3.2.2	Η Επεξεργασία και η Πλοήγηση στα Περιεχόμενα ενός HTML Εγγράφου.....	74
3.2.3	Η Υλοποίηση των Διεργασιών του Συστήματος	82
3.3	Η Λειτουργία του Συστήματος.....	87
3.4	Λειτουργία σε Υπολογιστή έναντι Λειτουργίας σε Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης.....	91
4	Συμπεράσματα και Μελλοντική Δουλειά	95
	Παράρτημα Α: Μετασχηματισμοί Αντικειμένων	98
	Βιβλιογραφία.....	126

Κεφάλαιο 1

1 Εισαγωγή

Σήμερα οι χρήστες των ηλεκτρονικών υπολογιστών αυξάνονται με αλματώδεις ρυθμούς. Μια από τις κύριες εφαρμογές των υπολογιστών είναι η πρόσβαση πληροφορίας η οποία δεν βρίσκεται απαραίτητα τοπικά στο υπολογιστικό σύστημα. Το Διαδίκτυο και ο Παγκόσμιος Ιστός είναι τα πρωτεύοντα μέσα για την επικοινωνία και την ανάκτηση πληροφορίας. Ο όγκος της πληροφορίας που περιέχεται στον Παγκόσμιο Ιστό είναι αναρίθμητος. Η τεράστια ποικιλία της πληροφορίας και η ταχύτητα με την οποία ανακτάται έχει ως αποτέλεσμα το Διαδίκτυο και ο Παγκόσμιος Ιστός να έχουν γίνει βασικά κομμάτια της καθημερινής μας ζωής.

Ζούμε πλέον στην κοινωνία της πληροφορίας. Η αυξανόμενη χρήση του Διαδικτύου και του Παγκόσμιου Ιστού δημιουργεί πολλαπλές ευκαιρίες εργασίας και προκλήσεις στο σύνολο του πληθυσμού. Ένα όμως σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού είναι άνθρωποι οι οποίοι έχουν μια ή περισσότερες ειδικές ανάγκες. Οι ειδικές ανάγκες περιλαμβάνουν την απώλεια αισθήσεων ή την παράλυση των άνω ή κάτω άκρων. Η κατηγορία των χρηστών αυτών δεν πρέπει να στερείται το δικαίωμα και το πλεονέκτημα της πρόσβασης στην πληροφορία, που διαθέτουν οι υπόλοιποι χρήστες. Η σημασία της παροχής μηχανισμών για την παράδοση και διαχείριση πληροφορίας στους χρήστες αυτούς έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Το σύστημα μη οπτικής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό Ναυτίλος που θα παρουσιαστεί στην εργασία αυτή, έχει κατασκευαστεί για να καλύπτει τις ανάγκες πρόσβασης και αλληλεπίδρασης των χρηστών που είναι τυφλοί ή είναι σε τέτοια κατάσταση που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη όρασή τους κατά την πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό.

Ο πλοηγός Ναυτίλος είναι στην πραγματικότητα μια μη οπτική εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Η μη οπτική πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό συγκεντρώνει αυξανόμενη μελέτη και προσοχή τα τελευταία χρόνια. Οι κύριοι λόγοι για το γεγονός αυτό είναι δύο: α) Ένα σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού είναι τυφλοί, και οι κατασκευαστές λογισμικού και ειδικότερα λογισμικού πλοήγησης συνειδητοποίησαν ότι δεν υπάρχει πλέον η έννοια του μέσου χρήστη. Κάθε χρήστης έχει διαφορετικές ανάγκες, επομένως δεν είναι δυνατόν ένα προϊόν να καλύψει το μεγαλύτερο μέρος των χρηστών. Οπότε, πραγματοποιήθηκε αυξανόμενη μελέτη όσον αφορά τις ανάγκες των ανθρώπων με ειδικές ανάγκες γενικότερα, και των ατόμων με απώλεια όρασης ειδικότερα. β) Οι περιοχές εφαρμογής της μη οπτικής πλοήγησης έχουν εξελιχθεί και αυξηθεί, καθώς ειδικές τεχνολογίες για την υποστήριξη αυτής της κατηγορίας χρηστών έχουν αναπτυχθεί, και η εισδοχή των υπολογιστικών συστημάτων σε καθημερινές δραστηριότητες έχει προοδεύσει (π.χ. πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό από τον οδηγό ενός οχήματος). Με άλλα λόγια, η μη οπτική πλοήγηση εξυπηρετεί σήμερα περιπτώσεις στις οποίες, δεν είναι απαραίτητα η όραση που δεν επιτρέπει την οπτική πλοήγηση, αλλά άλλοι παράγοντες, όπως χαμηλή ταχύτητα σύνδεσης με το Διαδίκτυο, ή μικρών διαστάσεων οθόνη. Επιπρόσθετα, δυο άλλοι παράγοντες έχουν συνεισφέρει στο αυξανόμενο ενδιαφέρον στη μη οπτική πλοήγηση στον Παγκόσμιο

Ιστό. Ο πρώτος παράγοντας είναι η ταχεία αύξηση του μεγέθους του ίδιου του Παγκόσμιου Ιστού, και ο δεύτερος είναι η μετατροπή του σε ένα ενιαίο μέσο, όπως αναφέρθηκε αρχικά για τη συναλλαγή πληροφορίας σε οποιαδήποτε μορφή. Οι δυο αυτοί παράγοντες είναι σημαντικοί, διότι θα ήταν άδικο αν στον τεράστιο όγκο πληροφορίας δεν είχαν πρόσβαση οι τυφλοί χρήστες. Εξάλλου σήμερα υπάρχουν Οργανισμοί, όπως είναι ο ADA (Americans with Disabilities Act) [41], που απαιτούν με νόμους την κάλυψη των ατόμων με ειδικές ανάγκες από τις εταιρείες στις οποίες εργάζονται, όσον αφορά τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούν.

Κατά το παρελθόν έχουν αναπτυχθεί συστήματα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, όπως είναι το AVANTI Web Browser ([1], [2]), το SimplyWeb98 [3], το BrailleSurf [4] και άλλα όπως θα παρουσιαστούν στη συνέχεια της εργασίας. Τα συστήματα αυτά, άλλα σε μεγαλύτερο και άλλα σε μικρότερο βαθμό παρέχουν χαρακτηριστικά προσβασιμότητας για την κατηγορία των ατόμων με αδυναμίες. Ιδιαίτερη αναφορά αξίζει να γίνει για το σύστημα AVANTI Web Browser, το οποίο εκτός των άλλων διεργασιών χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα να προσαρμόζεται στατικά, πριν την έναρξη της αλληλεπίδρασης με το χρήστη, αλλά και δυναμικά κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης, ανάλογα με την κατάσταση του χρήστη [2]. Η δυναμική προσαρμογή βασίζεται σε μηχανισμούς παρακολούθησης (monitoring) του χρήστη κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής του με το σύστημα. Τα συστήματα που υποστηρίζουν τη μη οπτική πλοήγηση στην πραγματικότητα προσομοιώνουν τις αντίστοιχες διεργασίες των ορατών εφαρμογών πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Ένα κοινό χαρακτηριστικό τους είναι η χρήση σύνθεσης φωνής για την παρουσίαση της πληροφορίας, ενώ ορισμένες χρησιμοποιούν και τη συσκευή Braille.

Τα συστήματα που έχουν αναπτυχθεί συνήθως βασίζονται σε παλαιές τεχνολογίες, από τις οποίες δεν ήταν εφικτή η πλήρης και ευέλικτη επεξεργασία ενός HTML εγγράφου. Επιπλέον στις περισσότερες από τις εφαρμογές δεν υπάρχει υποστήριξη για πλαίσια εγγράφων (Frames), αλλά και για παρουσίαση πληροφορίας σε Braille. Ακόμη όλες σχεδόν οι εφαρμογές του χώρου δεν υποστηρίζουν περισσότερες από μια συσκευές εισόδου εκτός από το πληκτρολόγιο. Ο πλοηγός Ναυτίλος έχει κατασκευαστεί για την κάλυψη και αυτών των αναγκών. Στην κατασκευή του πλοηγού Ναυτίλου έχουν χρησιμοποιηθεί νέες τεχνολογίες λογισμικού, όπως το μοντέλο αντικειμένων του εγγράφου (Document Object Model – DOM), καθώς και η προγραμματιστική βιβλιοθήκη μη οπτικών αλληλεπιδραστικών αντικειμένων HAWK toolkit [5], στο οποίο έχει στηριχτεί μεγάλο μέρος της υλοποίησης, όπως θα παρουσιαστεί στην αντίστοιχη ενότητα. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι όσο το δυνατόν πλήρες, σχετικά με τις διεργασίες που παρέχει. Περιλαμβάνει τις διεργασίες που παρέχουν τα συστήματα της κατηγορίας αυτής, και επιπρόσθετα κάποιες διεργασίες που παρέχουν ειδικές διευκολύνσεις στην πλοήγηση των ατόμων με απώλεια όρασης. Μερικές από αυτές τις ειδικές προσθήκες είναι η δυνατότητα δημιουργίας διαφορετικών θεάσεων του εγγράφου, όπως είναι η παρουσίαση μόνο υπερ-συνδέσμων και η παρουσίαση μόνο κειμένου. Ανάλογα με τον χρήστη και την εξοικείωσή του με ένα HTML έγγραφο, μπορεί να εξυπηρετείται από διαφορετική θεάση.

Η σχεδίαση του συστήματος βασίστηκε σε σημαντικό βαθμό στις αρχές User Agent Accessibility Guidelines, οι οποίες αναπτύσσονται από την ερευνητική ομάδα User Agent Accessibility Guidelines Working Group στα πλαίσια της κοινοπραξίας World Wide Web Consortium (W3C) [7]. Έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ευχρηστία του συστήματος και στην παρουσίαση και επεξεργασία ενός HTML εγγράφου. Έγινε σημαντική προσπάθεια ώστε να παρέχεται όσο το δυνατόν πληρέστερη η πληροφορία

στη μη οπτική της μορφή με τις λιγότερες απώλειες που οφείλονται στην έλλειψη όρασης.

Το σύστημα μη οπτικής πλοήγησης Ναυτίλος είναι το ένα τμήμα μιας ευρύτερης εργασίας. Πρόκειται για το σύστημα Ναυτίλος, το οποίο εξυπηρετεί άτομα χωρίς κάποια ειδική ανάγκη, αλλά και άτομα με απώλεια μιας ή περισσότερων ικανοτήτων. Ο πλοηγός Ναυτίλος είναι το μη οπτικό τμήμα του συστήματος, το οποίο εξυπηρετεί τους χρήστες του συστήματος που είναι τυφλοί. Ένας από τους μελλοντικούς στόχους του συστήματος είναι η εγκατάστασή του σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης σε χώρο κοινής πρόσβασης. Το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης θα έχει και αυτό χαρακτηριστικά προσβασιμότητας, καθώς στους χρήστες του θα συμπεριλαμβάνονται και χρήστες με διάφορες ειδικές ανάγκες. Θα ενσωματώνει ειδικές συσκευές για σύνθεση φωνής, καθώς και ειδικά πλήκτρα και άλλα χαρακτηριστικά προκειμένου να είναι δυνατή η εκτέλεση των διεργασιών που παρέχει το σύστημα Ναυτίλος.

Στις ενότητες που ακολουθούν θα παρουσιαστεί η διαδικασία κατασκευής του Συστήματος μέσα από διαδοχικά στάδια ανάπτυξης. Στην επόμενη ενότητα (Ερευνητικό Πεδίο) θα παρουσιαστεί το ευρύτερο ερευνητικό πεδίο της εφαρμογής, όπου θα δούμε τις προσπάθειες που έχουν γίνει, και θα παρουσιαστούν κάποια συστήματα που έχουν ήδη αναπτυχθεί και είναι στην κατηγορία της μη οπτικής πλοήγησης. Για το κάθε σύστημα θα αναφέρονται επιπλέον τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του, όσον αφορά τον τρόπο χρήσης του και τις διεργασίες που παρέχει. Στα συστήματα που θα παρουσιαστούν, περιλαμβάνεται και ένα προσβάσιμο Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης, το EZ Access, που έχει κατασκευαστεί στο ερευνητικό εργαστήριο Trace R&D Center στο Πανεπιστήμιο Wisconsin-Madison, και υποστηρίζει διάφορες κατηγορίες χρηστών με αδυναμίες ([8], [9]). Η παρουσίαση του τελευταίου συστήματος πραγματοποιείται ώστε να έχουμε μια γενικότερη άποψη σχετικά με τις τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια της μη οπτικής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό.

Στην Τρίτη ενότητα (Το μη Οπτικό σύστημα Πλοήγησης Ναυτίλος) περιγράφονται εκτενώς η σχεδίαση, υλοποίηση και τρόπος λειτουργίας του συστήματος. Στη σχεδίαση του συστήματος τίθενται οι απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται βασισμένοι στις ανάγκες των χρηστών και στις διεργασίες που θα εκτελούν. Παρουσιάζονται επιπλέον οι συσκευές εισόδου και εξόδου που απαιτούνται. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι διεργασίες που παρέχει το σύστημα και πραγματοποιείται ανάλυσή τους σε υπο-διαδικασίες (Task analysis). Στην ανάλυση των διεργασιών φαίνεται καλύτερα και ο τρόπος με τον οποίο θα εκτελούνται από το χρήστη, ενώ γίνεται παράλληλα αναφορά και στη σχεδίαση των αντίστοιχων διαλόγων. Οι διεργασίες χωρίζονται σε κατηγορίες με βάση τους σκοπούς που εξυπηρετούν. Στο τέλος της σχεδίασης, παρουσιάζεται η μη οπτική διεπαφή χρήστη μέσω της οποίας παρέχονται οι διεργασίες. Η διεπαφή χρήστη είναι ουσιαστικά η μετάφραση της ανάλυσης των διεργασιών που πραγματοποιήθηκε. Είναι προφανές ότι η διεπαφή χρήστη του πλοηγού Ναυτίλου είναι μη οπτική. Η παρουσίαση λοιπόν της διεπαφής είναι στην πραγματικότητα η εικόνα του συστήματος όπως διαμορφώνεται στη σκέψη του χρήστη (mental model). Θεωρείται ότι η εικόνα του σχεδιαστή του συστήματος (conceptual model) αν δεν συμπίπτει, τουλάχιστον προσεγγίζει σημαντικά την αντίστοιχη του χρήστη.

Μετά τη σχεδίαση, στη συνέχεια παρουσιάζεται η υλοποίηση του συστήματος. Γίνεται χωρισμός σε τρεις υπο-ενότητες. Στην πρώτη υπο-ενότητα γίνεται αναφορά στην προγραμματιστική βιβλιοθήκη μη οπτικών αλληλεπιδραστικών αντικειμένων

HAWK Toolkit, που αποτελεί ένα από τα δομικά στοιχεία της εργασίας, ενώ στο ίδιο στηρίζεται η αλληλεπίδραση με το χρήστη. Η δεύτερη περιλαμβάνει την υλοποίηση του τμήματος επεξεργασίας και παρουσίασης του HTML εγγράφου. Γίνεται κατάλληλη χρήση του DOM και δημιουργούνται αντικείμενα από τα αντίστοιχα HTML αντικείμενα. Περιγράφονται στο παράρτημα «Μετασχηματισμοί Αντικειμένων» εκτενώς οι μετασχηματισμοί των HTML αντικειμένων στα αντίστοιχα του μη οπτικού εγγράφου για την παρουσίαση των πληροφοριών. Η τρίτη υπο-ενότητα περιγράφει την υλοποίηση των χαρακτηριστικών και των μηχανισμών αλληλεπίδρασης για την εκτέλεση των διεργασιών που παρέχει το σύστημα. Για τα επιμέρους τμήματα διεργασιών κατασκευάζονται ανάλογα αντικείμενα.

Η τρίτη ενότητα παρουσίασης του πλοηγού Ναυτίλου ασχολείται με την περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του συστήματος. Συνοψίζονται οι συσκευές εισόδου και εξόδου που απαιτούνται, ενώ παρατίθενται και οι επιπλέον εφαρμογές που χρειάζονται για την ομαλή λειτουργία του συστήματος. Στην ίδια ενότητα παρουσιάζονται ακόμη οι περιορισμοί του συστήματος και ο τρόπος της γενικότερης λειτουργίας του από το χρήστη.

Η παρουσίαση του πλοηγού Ναυτίλου ολοκληρώνεται με την παράθεση την παράθεση της λειτουργίας του συστήματος σε ηλεκτρονικό υπολογιστή έναντι της λειτουργίας σε Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης. Εντοπίζονται οι λειτουργικές διαφορές και σχολιάζονται οι διεργασίες, και οι λόγοι που δεν μπορεί να εκκινούνται και στη λειτουργία του συστήματος και στις δυο μηχανές.

Τέλος, η τέταρτη και τελευταία ενότητα (Συμπεράσματα και Μελλοντική Δουλειά) παρουσιάζει μια σύνοψη της εργασίας και τα συμπεράσματα και ενδιαφέροντα σημεία από την ανάπτυξη του συστήματος. Περιλαμβάνει ακόμη κάποιες μελλοντικές επεκτάσεις που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν και να ενσωματωθούν στο σύστημα.

Κεφάλαιο 2

2 Ερευνητικό Πεδίο

Στην ενότητα αυτή θα πραγματοποιηθεί μια παρουσίαση του χώρου έρευνας, στον οποίο αναπτύχθηκε η εργασία. Το ερευνητικό πεδίο είναι η επικοινωνία και αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη και υπολογιστή, και ειδικότερα η μη-οπτική αλληλεπίδραση στα πλαίσια μιας εφαρμογής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει σημαντική έρευνα στο πεδίο της μη-οπτικής επικοινωνίας του ανθρώπου με τον υπολογιστή, και ειδικότερα για τυφλούς χρήστες [10]. Το συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλο παρελθόν. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε διάφορους λόγους, οι οποίοι συνοψίζονται στη συνέχεια.

Αρχικά, η ευρύτερη μελέτη της επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή είναι από μόνη της σχετικά πρόσφατα καθιερωμένη. Εντούτοις, μια συλλογή επιστημονικών δημοσιεύσεων στο πεδίο της επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή περιέχει εργασίες από το 1984 [10], στις οποίες φαίνεται καθαρά ότι οι ερευνητές ασχολήθηκαν με θέματα που ενώ τώρα τα κατατάσσουμε στο πεδίο επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή, δεν θα τα χαρακτηρίζαμε το ίδιο νωρίτερα.

Παραδοσιακά, πολλοί δημιουργοί εφαρμογών δεν έδιναν ιδιαίτερη προσοχή στην κάλυψη των ατόμων με ειδικές ανάγκες, διότι υποστήριζαν ότι το κόστος ήταν μεγάλο σε σχέση με τα κέρδη [10]. Σήμερα υπάρχει μια πληθώρα δυνάμεων ώστε η κατάσταση αυτή ανατρέπεται σταδιακά. Μια σημαντική δύναμη αποτελεί το γεγονός της συνειδητοποίησης ότι δεν υπάρχει στην πραγματικότητα «μέσος χρήστης», οπότε σχεδιάζοντας μόνο για τον μέσο χρήστη είναι σαν να αποκλείεται σχεδόν κάθε χρήστης με τον ένα ή με τον άλλο τρόπο. Για το λόγο αυτό έχει γίνει ιδιαίτερα διάσημη η «καθολική σχεδίαση» [11, 57, 58, 59, 60], όπου η αρχή είναι ότι αποσκοπώντας όσο το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος χρηστών, κάνουμε τη ζωή ευκολότερη για όλους. Μια άλλη σημαντική δύναμη που συντελεί στην ανατροπή της κατάστασης είναι η νομοθεσία. Η νομοθετική ρύθμιση ADA (Americans with Disabilities Act) του 1993 στην Αμερική απαιτεί ότι όλες οι ιδιωτικές επιχειρήσεις πάνω από ορισμένο μέγεθος θα πρέπει να παρέχουν τις απαραίτητες διευκολύνσεις στους υπαλλήλους με ειδικές ανάγκες.

Οι τάσεις που παρουσιάστηκαν προηγουμένως και αυξάνουν όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον για τη σχεδίαση εφαρμογών για τυφλά άτομα βρίσκουν ιδιαίτερα πρόσφορο έδαφος στις εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Πρόκειται για εφαρμογές με μεγάλη συχνότητα χρήσης και με απεριόριστο εύρος χρηστών τόσο από άποψη δυνατοτήτων, ενδιαφερόντων όσο ακόμη και από ηλικία. Οι εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό συναντώνται σε κάθε είδος επιχείρησης ή Οργανισμού. Σε συνάρτηση με τις προηγούμενες τάσεις και τους βασικούς λόγους που προκάλεσαν την αύξηση του ενδιαφέροντος για μη οπτικές εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, τα τελευταία χρόνια έχουν παρουσιαστεί αρκετά ενδιαφέρουσες μελέτες και εφαρμογές μη οπτικής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό.

Στα κεφάλαια της ενότητας που ακολουθούν θα δοθεί μια εκτενής επισκόπηση του ερευνητικού χώρου, όσον αφορά τις υπάρχουσες τεχνολογίες, τα συστήματα και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Στο κεφάλαιο 2.1 θα δοθούν οι γενικές απαιτήσεις αλληλεπίδρασης των τυφλών ατόμων με συστήματα λογισμικού, καθώς οι ειδικότερες απαιτήσεις αλληλεπίδρασης με συστήματα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Στο κεφάλαιο 2.2 θα παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά προσβασιμότητας που διαθέτει η HTML, και στο 2.3 οι οδηγίες User Agent Accessibility Guidelines [6] στις οποίες βασίζεται σημαντικά η ανάπτυξη προσβάσιμων εφαρμογών πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό και ειδικότερα για τυφλούς, και τις οποίες εξάγει ο Οργανισμός W3C (World Wide Web Consortium). Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο 2.4 θα παρουσιαστούν τα πιο αντιπροσωπευτικά συστήματα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για τυφλά άτομα, στα οποία συμπεριλαμβάνεται και το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης EZ Access, και τέλος στο κεφάλαιο 2.5 θα παρουσιαστεί μια σύγκριση των συστημάτων αυτών, από την οποία θα εξαχθούν και οι προδιαγραφές του μη Οπτικού Πλοηγού «Ναυτίλος».

2.1 Πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό και Τυφλοί Χρήστες

Τα τελευταία χρόνια η αλληλεπίδραση με τους υπολογιστές έχει γίνει δυσκολότερη για τους τυφλούς χρήστες. Όταν όλη η αλληλεπίδραση ήταν με γραμμές εντολών, ειδικά συστήματα λογισμικού, οι αναγνώστες οθόνης (Screen Readers) [12, 39, 48] είχαν ευκολότερο έργο μεταφέροντας οποιοδήποτε κείμενο της οθόνης στο χρήστη σε ορισμένη προσβάσιμη μορφή (μέσω σύνθεσης φωνής ή σε Braille). Όμως, σήμερα που οι γραφικές διεπαφές χρηστών συνεχώς εξελίσσονται και η χρήση τους αυξάνεται ραγδαία, ο παραδοσιακός τρόπος αλληλεπίδρασης με τους αναγνώστες οθόνης δεν είναι πλέον απλός. Το metaphor του desktop με τα πολλά και εντυπωσιακά γραφικά είναι πλέον προβληματικό για τον τυφλό χρήστη.

Η αλληλεπίδραση του τυφλού χρήστη με εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό είναι ένα μέρος της ευρύτερης αλληλεπίδρασης με συστήματα λογισμικού. Για το σκοπό αυτό κρίνεται απαραίτητη η παρουσίαση των γενικότερων απαιτήσεων αλληλεπίδρασης ενός τυφλού χρήστη με τον υπολογιστή. Η παρουσίαση αυτή πραγματοποιείται στην επόμενη ενότητα και στη συνέχεια στην 2.1.2, αφού έχουν προσδιοριστεί οι βασικές απαιτήσεις αλληλεπίδρασης, θα δοθούν οι ειδικότερες απαιτήσεις αλληλεπίδρασης με συστήματα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό.

2.1.1 Γενικές Απαιτήσεις Αλληλεπίδρασης του Τυφλού Χρήστη με τον Υπολογιστή

Υπάρχουν πολλοί άνθρωποι που χρειάζονται να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές λογισμικού, όμως δεν είναι σε θέση λόγω της σχεδίασης της εφαρμογής ή της διεπαφής χρήστη. Οι άνθρωποι αυτοί εξαιτίας κάποιας ασθένειας, κάπου ατυχήματος, εκ γενετής ή λόγω γήρανσης μπορεί να έχουν χάσει την όρασή τους.

Οι χρήστες των συστημάτων λογισμικού, που έχουν απώλεια όρασης δεν θα είναι απαραίτητα τυφλοί [6]. Είναι πιθανό κατά τη διαδικασία πλοήγησης να έχουν παρόμοιες ανάγκες με αυτές των τυφλών ατόμων:

- Μπορεί να διαθέτουν μια οθόνη εμφάνισης μόνο κειμένου (text only screen).
- Μπορεί να βρίσκονται σε μια κατάσταση, όπου τα μάτια τους να είναι απασχολημένα με κάποια άλλη ενέργεια (π.χ. να οδηγούν). Στην περίπτωση αυτή είναι τεχνητά τυφλοί.
- Μπορεί να διαθέτουν μικρή οθόνη ή η σύνδεσή τους στον Παγκόσμιο Ιστό να είναι μικρής ταχύτητας.

Στην συνέχεια της εργασίας, όπου αναγράφεται ο όρος «τυφλός χρήστης», αναφέρεται είτε σε «φυσικούς» τυφλούς χρήστες ή σε «τεχνητά» τυφλούς χρήστες.

Η πρόσβαση από τυφλούς χρήστες επιτυγχάνεται συνήθως χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό ανάγνωσης οθόνης, για την ανάγνωση των περιεχομένων της [13], [14]. Στη συνέχεια, τα περιεχόμενα που διαβάστηκαν αποστέλλονται σε ένα σύστημα σύνθεσης φωνής ή σε μια δυναμική οθόνη Braille.

Οι μελέτες που παρουσιάζονται κατά καιρούς περιέχουν μια πληθώρα απαιτήσεων πρόσβασης σε συστήματα λογισμικού, όπως είναι αυτές που προσδιορίζονται από τον Vanderheiden [15] και είναι οι εξής:

- Αν οι εικόνες στην οθόνη, συνοδεύονται από μια πρόσθετη περιγραφή σε μορφή κειμένου, αυτή μπορεί να γίνει διαθέσιμη στο σύστημα ανάγνωσης της οθόνης.
- Παροχή λογικών ονομάτων στα αντικείμενα με τα οποία μπορεί να αλληλεπιδράσει ο χρήστης. Έτσι το σύστημα ανάγνωσης οθόνης είναι σε θέση να περιγράψει με σαφήνεια το αντικείμενο.
- Παροχή πρόσβασης μέσω του πληκτρολογίου σε όλα τα εργαλεία, τις λίστες και τους διάλογους της διεπαφής χρήστη.
- Το κείμενο να έχει μια φυσική ροή και να χρησιμοποιείται σε μια μόνο στήλη αν μπορεί να είναι εφικτό.
- Χρήση συνεπών ή προβλέψιμων μορφών για τις διαφορετικές οθόνες και τους διαλόγους.

Σύμφωνα με τη ίδια έρευνα, από τη στιγμή που τα συστήματα ανάγνωσης οθόνης μπορούν να διαβάσουν μόνο κείμενο, είναι καλό να αποφευχθούν τα παρακάτω:

- Σημεία εστίασης σε εικόνες που δεν συνοδεύονται με επιγραφή κειμένου.
- Αντικείμενα λίστας επιλογών που δεν έχουν μορφή κειμένου.
- Μη επαρκείς γραφικές γραμμές εργαλείων (χωρίς επιγραφές).

Τέλος, προτείνει τα παρακάτω σχετικά με το υλικό βοήθειας του χρήστη:

- Σχεδίαση όλου του υλικού βοήθειας σε τέτοια μορφή, ώστε να είναι κατανοητό μόνο με την ανάγνωση του κειμένου, χωρίς να απαιτείται η προβολή εικόνων και σχημάτων.
- Παροχή συγχρονισμένων εκτελέσεων ηχητικών περιγραφών για όλη την πληροφορία που παρουσιάζεται με τη μορφή κινούμενων γραφικών ή ταινίας.

Οι περισσότερες έρευνες παρουσιάζουν κοινές απαιτήσεις αλληλεπίδρασης για τυφλούς χρήστες, απλά τις διατυπώνουν με διαφορετικό τρόπο [10, 56]. Αυτά τα κοινά θέματα των μελετών που προσδιορίζονται είναι τα εξής:

- Η πλοήγηση να πραγματοποιείται χωρίς τη χρήση συσκευής κατάδειξης (Mouse) για όλα τα χαρακτηριστικά της διεπαφής χρήστη και της πληροφορίας που παρουσιάζεται, καθώς και για τις δυνατότητες επιτάχυνσης διεργασιών. Ειδικά η χρήση συσκευής κατάδειξης είναι ακατάλληλη για την περίπτωση των τυφλών χρηστών καθώς απαιτεί την άμεση συνεργασία μεταξύ όρασης και κίνησης του χεριού.

- Ο έλεγχος να είναι συνεπής με εφαρμογές με τις οποίες ο χρήστης είναι εξοικειωμένος. Ο τυφλός χρήστης θα μπορεί να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή ευκολότερα αν μπορεί να μεταφέρει τη γνώση του από μια άλλη παρόμοια εφαρμογή.
- Η σειρά πλοήγησης μεταξύ των αντικειμένων της διεπαφής χρήστη να είναι λογική. Η απαίτηση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς ο τυφλός χρήστης δαμορφώνει το mental model δυσκολότερα απ' ότι ένας χρήστης με δυνατότητα όρασης. Είναι απαραίτητο η εικόνα του συστήματος να προσεγγίζει τουλάχιστον, αν δεν ταυτίζεται με το mental model.
- Η συνήθης ενέργεια που μπορεί να γίνει σε ένα αντικείμενο, να μπορεί να προσδιοριστεί εύκολα. Αυτό σχετίζεται με την εκμετάλλευση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του αντικειμένου (affordances) [16], οι οποίες προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Λόγω όμως του γεγονότος ότι τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά αυτά που παρουσιάζονται σε διεπαφές χρήστη είναι οπτικά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλοι τρόποι για να τα εκμεταλλευτούν.
- Το υλικό βοήθειας για το χρήστη να είναι διαθέσιμο σε Braille, ή τουλάχιστον σε μορφή κειμένου, ώστε να παρουσιάζεται μέσω σύνθεσης φωνής. Όπως ανέφερε και ο Vanderheiden είναι σημαντικό να μην απαιτείται η προβολή εικόνων και σχημάτων και η πληροφορία του υλικού βοήθειας να είναι κατανοητή διαβάζοντας μόνο το κείμενο.
- Να μπορεί να προσδιορίζεται στο χρήστη το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται η εστίαση κατά την αλληλεπίδρασή του με το σύστημα και να ενημερώνεται κάθε φορά που η εστίαση αλλάζει και αποδίδεται σε άλλο αντικείμενο. Είναι απαραίτητο ο τυφλός χρήστης να γνωρίζει κάθε φορά τη θέση του τόσο κατά την πλοήγησή του στα χαρακτηριστικά της διεπαφής χρήστη, όσο και κατά την πλοήγηση στα αντικείμενα της πληροφορίας που επεξεργάζεται μέσω της διεπαφής.
- Τα γραφικά (συμπεριλαμβανομένων των εικονιδίων και των παραθύρων) να συνοδεύονται από περιγραφές κειμένου. Το ίδιο υποστήριξε και ο Vanderheiden στην έρευνά του όπως είδαμε με την παροχή λογικών ονομάτων στα αντικείμενα αλληλεπίδρασης.

Όπως είναι αναμενόμενο, οι τυφλοί χρήστες έχουν τα μεγαλύτερα προβλήματα με την πληροφορία που παρουσιάζεται στην οθόνη. Η χρήση του mouse ή άλλης συσκευής κατάδειξης, που προϋποθέτει την άμεση συνεργασία ματιού και χεριού, είναι επίσης ένα πρόβλημα. Η χρήση ειδικού λογισμικού ανάγνωσης οθόνης, συστήματος σύνθεσης φωνής και συσκευής Braille που προτάθηκαν παραπάνω είναι τρόποι αντιμετώπισης των προβλημάτων αυτών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η συσκευή Braille, σύμφωνα με έρευνες του Vanderheiden προτιμάται μόνο από ένα ποσοστό περίπου 10 % του πληθυσμού των τυφλών ατόμων (συνήθως οι χρήστες που είναι τυφλοί εκ γενετής). Οι χρήστες πάντως που το χρησιμοποιούν, το προτιμούν, ειδικά για μικρότερα έγγραφα. Λόγω του μικρού ποσοστού γνώσης και χρήσης του Braille, η συσκευή εξόδου που χρησιμοποιείται περισσότερο για την παρουσίαση της πληροφορίας στο χρήστη είναι το σύστημα σύνθεσης φωνής.

Αφού είδαμε τις γενικότερες απαιτήσεις αλληλεπίδρασης του τυφλού χρήστη με τον υπολογιστή θα προχωρήσουμε στις απαιτήσεις αλληλεπίδρασης με εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

2.1.2 Απαιτήσεις Αλληλεπίδρασης Τυφλού Χρήστη με Εφαρμογές Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό

Πολλές από τις απαιτήσεις προσβασιμότητας που τέθηκαν για την αλληλεπίδραση με γενικότερες εφαρμογές, σχετίζονται και με τις εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Κατά τον ίδιο τρόπο που ένας τυφλός χρήστης μπορεί να χαθεί κατά την πλοήγηση σε μια διεπαφή χρήστη, μπορεί να αποπροσανατολιστεί πλοηγούμενος στον Παγκόσμιο Ιστό ή ακόμη σε μια HTML σελίδα [44].

Ένας χρήστης που διαθέτει δυνατότητα όρασης μπορεί να χρησιμοποιήσει με σχετικά μεγάλη άνεση τη διεπαφή χρήστη μιας εφαρμογής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, αλλά και να διαχειριστεί ένα HTML έγγραφο [44]. Έχει τη δυνατότητα να πάρει μια εικόνα για τη δομή ενός HTML εγγράφου με μια γρήγορη ματιά στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Συνήθως διαβάζεται μόνο ένα τμήμα του κειμένου μέχρι να επιλεγεί ένας άλλος υπερ-σύνδεσμος που παρουσιάζεται σε κάποιο σημείο του εγγράφου στην οθόνη.

Για τον τυφλό όμως χρήστη η κατάσταση είναι πολύ διαφορετική. Η μορφή που έχουν τα περισσότερα έγγραφα στον Παγκόσμιο Ιστό είναι ειδικά προσδιορισμένη για οπτική παρουσίαση, περιέχοντας εικόνες, κινούμενα σχέδια και σχήματα με αποτέλεσμα να γίνεται αρκετά δύσκολο το έργο των συστημάτων ανάγνωσης οθόνης, όπως είδαμε και στις γενικότερες απαιτήσεις στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Παρατηρείται μια μετάβαση από το συνδυασμό εφαρμογών Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό και συστημάτων ανάγνωσης οθόνης σε αυτοτελείς εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια αρκετές εφαρμογές και έχουν γίνει μελέτες οι οποίες έχουν ως κύρια βάση τη σύνθεση φωνής [1, 2], [4, 18], [19], [20], [40]. Οι απαιτήσεις που προσδιορίζονται στο σύνολο των ερευνών αυτών [10] προϋποθέτουν τις γενικότερες απαιτήσεις που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο και προσδιορίζουν τις παρακάτω ειδικές απαιτήσεις για την πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό:

- Αναγνώριση των τίτλων των εγγράφων. Μέσω ειδικής ανάλυσης και επεξεργασίας του εγγράφου [30, 31], [44], είναι δυνατή η πρόσβαση στην πληροφορία του τίτλου και η παρουσίασή του είτε σε Braille ή μέσω σύνθεσης φωνής.
- Αναγνώριση και εύκολη εύρεση υπερ-συνδέσμων. Κανονικά, αν ένας χρήστης θέλει να εντοπίσει έναν υπερ-σύνδεσμο σε ένα HTML έγγραφο πρέπει να σαρώσει το κείμενο ελέγχοντας κάθε λέξη με ειδικά χαρακτηριστικά κειμένου προκειμένου να προσδιορίσει αν πρόκειται για ένα υπερ-σύνδεσμο ή όχι. Αλλά, ακόμη και αν χρησιμοποιηθεί καλύτερη τεχνολογία στην παρούσα κατάσταση, και η αναγνώριση γίνεται άμεσα, λόγω του ότι η πληροφορία σαρώνεται σειριακά, θα πρέπει να καταβληθεί σημαντικός κόπος προκειμένου να ξαναεντοπιστεί ο υπερ-σύνδεσμος. Αυτό έρχεται σε αντιδιαστολή με την οπτική πλοήγηση, όπου λόγω της σημαντικής αίσθησης της όρασης κάθε πληροφορία στο κείμενο μπορεί να εντοπιστεί άμεσα. Μια αξιολογη λύση για την ικανοποίηση της απαίτησης αυτής είναι η διατήρηση μιας λίστας με τους υπερ-συνδέσμους του εγγράφου. Και στην περίπτωση αυτή οι τεχνολογίες που παρέχονται σήμερα για την ανάλυση της δομής του εγγράφου αποτελούν αξιολογη διευκόλυνση.
- Αναγνώριση αντικειμένων στο έγγραφο που δεν έχουν μορφή κειμένου, όπως είναι οι εικόνες, και τα video. Μέσω της ανάλυσης του εγγράφου, για κάθε

αντικείμενο εικόνας, μπορεί να παρέχεται ανάλογο μήνυμα. Αν επιπλέον η εικόνα συνοδεύεται από κάποια περιγραφή κειμένου (με χρήση του alt tag της HTML) μπορεί να παρουσιάζεται και αυτή στο χρήστη.

- Πλοήγηση από υπερ-σύνδεσμο σε υπερ-σύνδεσμο. Η μετάβαση στο έγγραφο που προσδιορίζεται από ένα υπερ-σύνδεσμο μπορεί να επιτευχθεί απλά επιλέγοντάς τον μέσα από το έγγραφο ή από τη λίστα υπερ-συνδέσμων. Θα πρέπει όμως να παρέχεται η δυνατότητα σε αναλογία με την οπτική πλοήγηση να επιστρέφει στο προηγούμενο έγγραφο από το οποίο επιλέχθηκε ο υπερ-σύνδεσμος. Παρόμοια θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα μετάβασης στο επόμενο έγγραφο στο Ιστορικό των Πλοηγήσεων.
- Πλοήγηση μεταξύ των πλαισίων των εγγράφων (frames). Πολλά έγγραφα του Παγκοσμίου Ιστού ορίζουν πλαίσια, όπου το κάθε πλαίσιο περιέχει και ένα διαφορετικό HTML έγγραφο. Όπως και στην οπτική πλοήγηση θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα στον τυφλό χρήστη να πλοηγείται μεταξύ των διαφορετικών πλαισίων. Ουσιαστικά αποτελεί πλοήγηση μεταξύ διαφορετικών εγγράφων που προσδιορίζονται όμως από ένα έγγραφο. Όπως και με τους υπερ-συνδέσμους μια αξιολογη λύση είναι η διατήρηση μιας λίστας με τα πλαίσια εγγράφων.
- Πρόσβαση και διαχείριση των αντικειμένων που επιτρέπουν την εισαγωγή δεδομένων, όπως είναι τα πεδία κειμένου, τα πλήκτρα επιλογών (radio buttons), τα check-boxes, τα πλήκτρα αποστολής δεδομένων και διαγραφής των τιμών των πεδίων σε μια φόρμα (submit buttons και reset buttons αντίστοιχα), καθώς και οι λίστες επιλογών. Σε πολλούς Δικτυακούς Τόπους, ο χρήστης έρχεται αντιμέτωπος με φόρμες στις οποίες θα πρέπει να εισάγει στοιχεία και στη συνέχεια με την επιλογή κάποιου πλήκτρου στη φόρμα να την στείλει στον αντίστοιχο εξυπηρετητή για επεξεργασία. Θα πρέπει επομένως να δίνεται και αυτή η δυνατότητα στον τυφλό χρήστη.
- Πρόσβαση και επεξεργασία πινάκων. Πολλά έγγραφα στον Παγκόσμιο Ιστό περιέχουν αντικείμενα πίνακα. Ένας χρήστης με δυνατότητα όρασης μπορεί πολύ εύκολα να σαρώσει και να επεξεργαστεί τον πίνακα. Σε ένα όμως τυφλό χρήστη η κατάσταση είναι αρκετά πιο δύσκολη. Ικανοποιώντας την απαίτηση ότι ο χρήστης θα πρέπει πάντα να γνωρίζει πάντα το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται κατά την πλοήγηση, θα πρέπει να πληροφορείται κάθε φορά για τη θέση του κελιού (γραμμή και στήλη) του πίνακα στο οποίο βρίσκεται. Επιπλέον, για κάθε κελί θα πρέπει να παρέχεται τουλάχιστον ο τίτλος στήλης και αν υπάρχει ο τίτλος γραμμής.

Με βάση τις απαιτήσεις αλληλεπίδρασης με εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, στην HTML έχουν συμπεριληφθεί στα αντικείμενά της κατάλληλες ιδιότητες, προκειμένου να διευκολυνθεί το έργο της προσβασιμότητας από τη συγγραφή ενός HTML εγγράφου. Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν αυτά τα χαρακτηριστικά προσβασιμότητας που περιλαμβάνει η γλώσσα κατασκευής εγγράφων για τον Παγκόσμιο Ιστό HTML.

2.2 Χαρακτηριστικά Προσβασιμότητας της HTML

Όσο οι χρήστες του Παγκοσμίου Ιστού αυξάνονται και η ποικιλία των δυνατοτήτων τους είναι μεγάλη, τόσο περισσότερο γίνεται επιτακτικό οι τεχνολογίες να προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών. Η HTML 4.01 που αποτελεί τη νεότερη έκδοση της HTML έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να κάνει τις σελίδες του

Παγκοσμίου Ιστού περισσότερο προσβάσιμες στα άτομα με ειδικές ανάγκες [22]. Περιλαμβάνει χαρακτηριστικά που προωθούν την προσβασιμότητα. Τα βασικότερα από αυτά είναι τα εξής:

- Υπάρχει καλύτερος διαχωρισμός μεταξύ της δομής του εγγράφου και της παρουσίασής του, ενθαρρύνοντας έτσι τη χρήση style sheets έναντι της χρήσης αντικειμένων παρουσίασης και των ιδιοτήτων τους.
- Καλύτερες φόρμες, περιλαμβάνοντας την προσθήκη δυνατότητας ορισμού πλήκτρων πρόσβασης (access keys), τη σημασιολογική ομαδοποίηση αντικειμένων της φόρμας, καθώς και την ομαδοποίηση αντικειμένων λίστας.
- Δυνατότητα προσθήκης περιγραφής κειμένου στον ορισμό ενός αντικειμένου (με χρήση του HTML αντικειμένου OBJECT).
- Ένας καινούργιος μηχανισμός ορισμού image-maps (με χρήση του HTML αντικειμένου MAP), που επιτρέπει την ενσωμάτωση εικόνων με υπερ-συνδέσμους κειμένου.
- Η απαίτηση να συνοδεύονται οι εικόνες από μια περιγραφή (με χρήση του χαρακτηριστικού alt), όπως και οι περιοχές ενός image-map (με χρήση του HTML αντικειμένου AREA).
- Παροχή δυνατότητας προσθήκης πρόσθετης πληροφορίας για κάθε αντικείμενο (μέσω του χαρακτηριστικού title), καθώς και της γλώσσας του πεδίου τιμής του αντικειμένου (μέσω του χαρακτηριστικού lang).
- Παροχή δυνατότητας ορισμού συντομεύσεων και ακρωνύμων, μέσω της χρήσης των αντικειμένων ABBR και ACRONYM. Για τη μη οπτική παρουσίαση είναι σημαντικές οι συντομεύσεις, καθώς αποφεύγεται ορισμένη επιβάρυνση πληροφορίας στο χρήστη.
- Μεγαλύτερο εύρος μέσων παρουσίασης, συμπεριλαμβανομένου και του Braille, για χρήση με τα style sheets.
- Καλύτεροι πίνακες. Παρέχεται η δυνατότητα ορισμού περιγραφής των πινάκων, ομαδοποίησης των στηλών, και μηχανισμοί παρουσίασης του πίνακα.
- Μεγαλύτερης έκτασης περιγραφές για τους πίνακες, τις εικόνες και τα πλαίσια εγγράφων, μέσω του χαρακτηριστικού Longdesc. Η περιγραφή αυτού του τύπου παρέχει μεγαλύτερη λεπτομέρεια σε σχέση με την πρόσθετη περιγραφή που ορίζεται με το χαρακτηριστικό alt.

Οι συγγραφείς που σχεδιάζουν HTML σελίδες έχοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά προσβασιμότητας, δεν θα λάβουν απλά την επιβράβευση της κοινωνίας των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Επιπρόσθετα, διαχωρίζοντας τη δομή του εγγράφου από την παρουσίασή του γίνεται ευκολότερη η προσαρμογή σε νέες τεχνολογίες.

2.3 Οι Οδηγίες User Agent Accessibility Guidelines

Υπάρχει μια πληθώρα από έρευνες που προτείνουν οδηγίες σχεδίασης εφαρμογών πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για τυφλούς χρήστες [23]. Είναι αξιόλογες οι προσπάθειες των ερευνών αυτών και ουσιαστικά παραθέτουν αρχές για την κάλυψη των απαιτήσεων προσβασιμότητας που τέθηκαν παραπάνω. Ωστόσο οι δημοφιλέστερες αρχές σχεδίασης προσβάσιμων εφαρμογών πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό είναι οι User Agent Accessibility Guidelines [6], και για το λόγο αυτό τους αφιερώνεται το συγκεκριμένο κεφάλαιο.

Ο προσδιορισμός των απαιτήσεων βασίζεται σημαντικά στις οδηγίες σχεδίασης προσβάσιμων εφαρμογών πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό (User Agent Accessibility Guidelines) [6], που εκδίδονται από την αντίστοιχη ερευνητική ομάδα της διεθνούς κοινοπραξίας World Wide Web Consortium [7]. Η κοινοπραξία World Wide Web Consortium είναι μια ένωση από διάφορους Οργανισμούς, ερευνητικά κέντρα και Πανεπιστήμια. Η ένωση αυτή, χωρίζεται σε ομάδες, οι οποίες εκδίδουν standards και οδηγίες σχεδίασης λογισμικού σε μια ποικιλία από θεματικές περιοχές που σχετίζονται με τον Παγκόσμιο Ιστό, μεταξύ των οποίων είναι και το λογισμικό για άτομα με ειδικές ανάγκες.

Το λογισμικό που ικανοποιεί τις αρχές που προτείνονται, διευκολύνει την πρόσβαση στα άτομα με ειδικές ανάγκες, ενώ παράλληλα γίνεται περισσότερο ευέλικτο, επεκτάσιμο και ευκολότερο στη διαχείρισή του. Η προσβασιμότητα του λογισμικού επιτυγχάνεται μέσω της διεπαφής χρήστη και άλλων εσωτερικών διευκολύνσεων, όπως είναι η δυνατότητα επικοινωνίας με άλλες τεχνολογίες, ειδικά τις υποστηρικτικές τεχνολογίες (assistive technologies) [38]. Στην παρούσα εργασία, οι τεχνικές εφαρμόζονται στην σχεδίαση της μη οπτικής διεπαφής χρήστη, και διαμορφώνονται ειδικά για την υποστήριξη τυφλών ατόμων. Κάθε αρχή συνοδεύεται από μια μικρή ανάλυση των τεχνικών για την εφαρμογή της. Η ανάλυση που πραγματοποιείται για κάθε αρχή γίνεται με έμφαση στους τυφλούς χρήστες.

Η πρώτη και σημαντικότερη ίσως αρχή που πρέπει να ικανοποιείται είναι η υποστήριξη πολλαπλών συσκευών εισόδου-εξόδου. Η πληροφορία πρέπει να παρουσιάζεται σε τουλάχιστον 3 μορφές:

- Οπτικά, ώστε ο χρήστης να μην αισθάνεται άσχημα, έχοντας την εικόνα μιας οθόνης που δεν παρουσιάζει τίποτα.
- Μορφή σύνθεσης φωνής.
- Σε Braille.

Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο χρήστης μπορεί να ελέγξει και να διαχειριστεί το σύστημα πλήρως από το πληκτρολόγιο. Η παροχή της δυνατότητας αυτής είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό θέμα στην προσβασιμότητα σε οποιαδήποτε πλατφόρμα, αφού η χρήση του mouse και άλλων συσκευών κατάδειξης στην οθόνη είναι ακατάλληλη για τυφλούς χρήστες.

Η δεύτερη αρχή υποστηρίζει την παροχή της δυνατότητας πρόσβασης του χρήστη σε κάθε είδους πληροφορία σε ένα HTML έγγραφο, περιλαμβάνοντας και τα ενεργά αντικείμενα (active elements) της HTML. Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με όλα τα ενεργά αντικείμενα με η βοήθεια των συσκευών που υποστηρίζονται από το σύστημα. Έτσι, είναι σε θέση να ενεργοποιήσει αντικείμενα που περιέχονται σε μια φόρμα, καθώς και υπερ-συνδέσμους, συμπεριλαμβανομένων και των client side image map υπερ-συνδέσμων. Επιπλέον, αντικείμενα, τα οποία δεν συνοδεύονται από κάποια περιγραφή κειμένου, θα πρέπει να είναι γίνονται και αυτά γνωστά στο χρήστη. Η πληροφορία των αντικειμένων ενός HTML εγγράφου, παρουσιάζεται με τη μορφή σύνθεσης φωνής, καθώς και σε Braille. Μέσω της διεπαφής χρήστη, θα πρέπει να παρέχεται πρόσβαση σε όλο το περιεχόμενο. Για αντικείμενα τα οποία δεν έχουν ιδιαίτερο νόημα στον τυφλό στην αυθεντική τους μορφή, όπως είναι οι εικόνες θα πρέπει να παρέχεται η εναλλακτική τους περιγραφή, αν έχει οριστεί από το συγγραφέα του εγγράφου. Ακόμη, θεωρείται καλό να παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να απενεργοποιεί την παρουσίαση πληροφορίας, η οποία μπορεί να είναι σε αναγνωρίσιμη μορφή αλλά σε γλώσσα που δεν υποστηρίζεται από το χρήστη.

Η τρίτη αρχή που πρέπει να ικανοποιείται, είναι η παροχή της δυνατότητας στο χρήστη να θέσει ρυθμίσεις προκειμένου να καταργήσει την παρουσίαση συγκεκριμένων ειδών πληροφορίας μιας HTML σελίδας που φορτώνεται. Οι ρυθμίσεις αυτές μπορεί να είναι επιθυμητές αν αφορούν HTML αντικείμενα των οποίων η παρουσίαση μειώνει την προσβασιμότητα, παρέχοντας ασαφές περιεχόμενο ή αποπροσανατολίζοντας το χρήστη. Έτσι ο τυφλός χρήστης είναι σε θέση να καταργήσει την παρουσίαση των video, των εικόνων ή την εκτέλεση script ή την εμφάνιση κειμένου που αναβοσβήνει. Ειδικά το κείμενο που αναβοσβήνει μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την επαναληπτική εκφώνηση μέσω σύνθεσης φωνής ή την επαναληπτική προβολή σε Braille. Θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα στον τυφλό χρήστη να απενεργοποιεί την παρουσίαση ήχων ή video. Ειδικά για το δεύτερο είδος δεδομένων, αν δεν συνοδεύεται από ηχητική περιγραφή δεν έχει νόημα η παρουσίασή του. Ακόμη, θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να απενεργοποιεί την εκτέλεση προγραμμάτων script ή applet. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ενημερώνεται όταν τα applets είναι διαθέσιμα.

Η τέταρτη αρχή υποστηρίζει την παροχή δυνατότητας στο χρήστη ώστε να ρυθμίζει τη μορφή της παρουσίασης των πληροφοριών. Ειδικά για τον τυφλό χρήστη, ο έλεγχος έχει να κάνει με ρυθμίσεις σχετικές με τον ήχο γενικότερα και ειδικότερα με τη σύνθεση φωνής. Είναι σημαντικό, ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να επιλέγει τις ρυθμίσεις σχετικά με τη σύνθεση φωνής και την ένταση του ήχου που επιθυμεί. Η εφαρμογή των επιθυμητών ρυθμίσεων υπερικχύουν έναντι των αντίστοιχων ιδιοτήτων που μπορεί να έχουν οριστεί σε ένα HTML έγγραφο. Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα των παρακάτω ρυθμίσεων:

- Ορισμός της έντασης του ήχου. Ο ορισμός της έντασης θα επιτυγχάνεται από τον τυφλό χρήστη με τη μορφή αριθμών ή ποσοστών επί τοις εκατό
- Διαχείριση του ρυθμού ομιλίας. Ο χρήστης θα είναι σε θέση να αυξήσει ή να μειώσει το ρυθμό ομιλίας κατά 5% κάθε φορά. Το εύρος του ρυθμού κυμαίνεται από 120 λέξεις/λεπτό έως τουλάχιστον 400 λέξεις/λεπτό.
- Διαχείριση της έντασης της ομιλίας ανεξάρτητα από άλλους ήχους. Ο χρήστης θα μπορεί να αυξομειώνει την ένταση της ομιλίας κατά 5% κάθε φορά.
- Επιλογή του φύλου του προσώπου ομιλίας και ορισμός των τιμών για ορισμένες ιδιότητές του, όπως είναι οι pitch, stress, richness.
- Ρύθμιση του συλλαβισμού του προσώπου ομιλίας που έχει επιλεγεί.

Ακόμη, θεωρείται καλό, ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να επαναλαμβάνει την παρουσίαση ήχων, καθώς και να ρυθμίζει την ταχύτητα παρουσίασής τους.

Η πέμπτη αρχή υποστηρίζει ότι θα πρέπει να τηρούνται οι συνθήκες και ρυθμίσεις του συστήματος καθώς και οι προγραμματιστικές διεπαφές εφαρμογών (APIs) που είναι καθιερωμένες. Η επικοινωνία με άλλες εφαρμογές θα πρέπει να γίνεται με εφαρμόσιμες διεπαφές, και θα πρέπει να τηρούνται οι συνθήκες των γλωσσών προγραμματισμού και του συστήματος για τη διεπαφή χρήστη, τα έγγραφα προδιαγραφών και βοήθειας, καθώς και για την εγκατάσταση. Ακολουθώντας τις ρυθμίσεις αυτές και εφαρμόζοντας κοινές προγραμματιστικές διεπαφές με τις οποίες ο χρήστης είναι εξοικειωμένος, τότε η διαδικασία μάθησης χρήσης του συστήματος είναι ευκολότερη και η ευχρηστία μεγαλύτερη. Η προγραμματιστική πρόσβαση στα αντικείμενα ενός HTML εγγράφου θα πρέπει να γίνεται μέσω του μοντέλου αντικειμένων του εγγράφου (Document Object Model – DOM) [30, 31], και των προδιαγραφών της HTML χρησιμοποιώντας τα APIs που ορίζουν. Μέσω των ίδιων APIs μπορεί να παρέχεται πρόσβαση για ανάγνωση ή εγγραφή στα χαρακτηριστικά της εφαρμογής Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Αυτό αποτελεί διευκόλυνση για τις

υποστηρικτικές τεχνολογίες που μπορούν χρησιμοποιηθούν παράλληλα, ώστε για παράδειγμα να αντιλαμβάνονται τις διεργασίες μέσω των γεγονότων που δημιουργούνται από το πληκτρολόγιο ή το ποντίκι. Χρησιμοποιώντας τις καθιερωμένες προγραμματιστικές διεπαφές μπορεί να παρέχεται προγραμματιστική προειδοποίηση για αλλαγές στο περιεχόμενο και τα χαρακτηριστικά της διεπαφής χρήστη.

Η έκτη αρχή υποστηρίζει την υλοποίηση προδιαγραφών που προωθούν την προσβασιμότητα της εφαρμογής. Θα πρέπει να υποστηρίζονται τα χαρακτηριστικά προσβασιμότητας για όλες τις υλοποιημένες προδιαγραφές. Για μια ενέργεια μπορούν να υλοποιούνται οι προτάσεις του Οργανισμού W3C όπου είναι δυνατόν, αλλά και κατάλληλο.

Η έβδομη και πολύ σημαντική αρχή που πρέπει να ικανοποιείται, υποστηρίζει την παροχή πρόσβασης σε περιεχόμενο πληροφορίας μέσω διάφορων μηχανισμών πλοήγησης. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι οι εξής:

- Σειριακή πλοήγηση. Ο χρήστης έχει πρόσβαση στην πληροφορία σειριακά. Διατρέχει τα αντικείμενα το ένα μετά το άλλο και έχει τη δυνατότητα να επικεντρωθεί στο αντικείμενο πληροφορίας που τον ενδιαφέρει. Ο συγκεκριμένος μηχανισμός πλοήγησης προτιμάται και χρησιμοποιείται περισσότερο από τους τυφλούς χρήστες, αφού είναι κατάλληλος για άτομα που δεν έχουν τη δυνατότητα να διατρέξουν οπτικά ένα HTML έγγραφο. Όταν ο χρήστης είναι σε κάποιο HTML αντικείμενο κατά τη σειριακή πλοήγηση έχει τρεις επιλογές:
 - Να «προχωρήσει» στο επόμενο αντικείμενο στη σειρά (forward).
 - Να «προχωρήσει» στο προηγούμενο αντικείμενο στη σειρά (backward).
 - Να επικεντρωθεί στο συγκεκριμένο αντικείμενο επιλέγοντάς το (set focus).
- Άμεση πλοήγηση. Με την παροχή του μηχανισμού αυτού ο χρήστης έχει άμεση πρόσβαση στην πληροφορία που τον ενδιαφέρει και δεν χρειάζεται να διατρέξει σειριακά όλα τα αντικείμενα που προηγούνται. Αυτός ο μηχανισμός πλοήγησης προϋποθέτει όμως κάποια εξοικείωση με το περιεχόμενο του HTML εγγράφου.
- Αναζήτηση. Ο χρήστης αναζητά την πληροφορία που τον ενδιαφέρει, και αν αυτή βρεθεί, παραπέμπεται άμεσα στο σημείο που αυτή βρίσκεται. Ο μηχανισμός αυτός είναι ουσιαστικά μια διαφορετική μορφή του μηχανισμού άμεσης πλοήγησης.

Θα πρέπει να παρέχεται δυνατότητα στο χρήστη να πλοηγείται μεταξύ όλων των όψεων ενός εγγράφου, περιλαμβάνοντας και τα πλαίσια. Στον μη οπτικό Πλοηγό Ναυτίλο, ο χρήστης έχει την επιλογή να πλοηγηθεί μεταξύ των υπερ-συνδέσμων του εγγράφου μόνο (links only view) και μεταξύ των πλαισίων HTML εγγράφων (frames). Κατ' αυτό τον τρόπο ο χρήστης έχει διαφορετικές όψεις του ίδιου εγγράφου (π.χ. links only). Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν ο χρήστης επιστρέψει από μια όψη στην προηγούμενη (π.χ. από την όψη των «υπερ-συνδέσμων μόνο» στην σειριακή πλοήγηση σε όλο το έγγραφο) η κατάσταση πλοήγησης θα πρέπει να επιστρέφει στο σημείο από το οποίο ο χρήστης είχε εγκαταλείψει προηγουμένως την όψη αυτή (π.χ. στο αντικείμενο από το οποίο ο χρήστης επέλεξε την δεύτερη όψη των «υπερ-συνδέσμων μόνο»). Ακόμη θα πρέπει να υποστηρίζεται η αναζήτηση κειμένου, που έχει παρουσιαστεί. Όταν αυτό εντοπιστεί, τότε ο χρήστης θα πρέπει να παραπεμφθεί στο σημείου του εγγράφου, όπου το κείμενο αυτό παρουσιάζεται.

Η όγδοη αρχή υποστηρίζει ότι ο χρήστης θα πρέπει πάντα να πληροφορείται για το σημείο στο οποίο βρίσκεται κατά τη διάρκεια της πλοήγησής του στο έγγραφο ή σε κάποια όψη του, προκειμένου να λάβει αποφάσεις για τη συνέχεια της πλοήγησης. Η πληροφόρηση της θέσης στην πλοήγηση είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους τυφλούς χρήστες, αφού δεν έχουν τη δυνατότητα να διατρέξουν οπτικά το έγγραφο για να κατανοήσουν τη θέση στην πλοήγησή τους. Είναι απαραίτητο ο χρήστης να κατανοεί τη θέση του μέσα στο έγγραφο. Για το σκοπό αυτό στο χρήστη θα πρέπει να παρέχονται οι παρακάτω πληροφορίες για τα αντικείμενα που τους παρουσιάζονται και στα οποία «φτάνουν» κατά την πλοήγησή τους στο έγγραφο:

- Ο τίτλος του εγγράφου ή του πλαισίου εγγράφων.
- Για τους υπερ-συνδέσμους, παρέχεται το κείμενο που τους συνοδεύει και η διεύθυνση στην οποία παραπέμπουν.
- Για τους πίνακες, παρέχεται ο τίτλος και αν έχει οριστεί από το συγγραφέα, η περίληψη σχετικά με τα περιεχόμενά του.
- Για τις γραμμές ενός πίνακα παρέχεται ο αριθμός που έχουν στη σειρά των γραμμών του πίνακα.
- Για τα κελιά ενός πίνακα, παρέχεται η επικεφαλίδα αν έχει προσδιοριστεί από το συγγραφέα του εγγράφου, η γραμμή στην οποία βρίσκεται και η στήλη του πίνακα.
- Για τις επικεφαλίδες, παρέχεται η ένδειξη «Επικεφαλίδα» και το περιεχόμενό τους.
- Για κάθε αντικείμενο που συναντά ο χρήστης κατά τη σειριακή ή άλλη πλοήγηση, έχει πληροφόρηση για το είδος του αντικειμένου (π.χ. παράγραφος, υπερ-σύνδεσμος, επικεφαλίδα, απλό κείμενο, εικόνα, πίνακας κλπ). Για ορισμένα αντικείμενα λαμβάνει και κάποια πρόσθετη πληροφορία, όπως φάνηκε παραπάνω (π.χ. υπερ-σύνδεσμος).

Τα παραπάνω εφαρμόζονται στο μη οπτικό Πλοηγό στον Παγκόσμιο Ιστό Ναυτίλο. Οι πληροφορίες που λαμβάνει ο χρήστης προκειμένου να προσανατολιστεί και να γνωρίζει τη θέση του κατά την πλοήγηση παρέχονται είτε με τη μορφή σύνθεσης φωνής ή σε Braille ή και με τις δυο μορφές.

Η ένατη αρχή υποστηρίζει ότι θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες να θέτουν τις προσωπικές τους ρυθμίσεις σχετικά με τη λειτουργία της εφαρμογής. Θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες να ρυθμίζουν την εφαρμογή, ώστε συχνά εκτελούμενες διεργασίες να είναι εύκολα διαθέσιμες, και να επιτρέπεται η αποθήκευση των ρυθμίσεών τους. Είναι απαραίτητο να παρέχεται η πληροφόρηση σχετικά με τις υπάρχουσες ρυθμίσεις για τα πλήκτρα λειτουργίας της εφαρμογής ή τις εντολές που μπορεί να δίνονται μέσω μικροφώνου. Θα πρέπει ακόμη να αποφεύγονται ρυθμίσεις των συσκευών εισόδου που συμπίπτουν με ρυθμίσεις προσβασιμότητας του Λειτουργικού Συστήματος. Θα πρέπει επίσης να παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να θέτει ρυθμίσεις σχετικά με τα πλήκτρα των βασικών διεργασιών, όπως είναι η μετάβαση στο επόμενο ή το προηγούμενο αντικείμενο του εγγράφου, η μετάβαση στο προηγούμενο και επόμενο έγγραφο στο Ιστορικό των Πλοηγήσεων, καθώς και για τις διεργασίες της αύξησης και μείωσης της έντασης του ήχου.

Τέλος, η δέκατη αρχή υποστηρίζει ότι θα πρέπει να παρέχονται προσβάσιμα έγγραφα των προδιαγραφών του συστήματος καθώς και βοήθειας του χρήστη. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι ο χρήστης μέσω των ηλεκτρονικών αυτών εγγράφων θα μπορεί να ενημερωθεί για τα χαρακτηριστικά του λογισμικού, και ειδικότερα για τα

χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την προσβασιμότητα. Είναι απαραίτητο να παρουσιάζονται τουλάχιστον τα πλήκτρα των διεργασιών του συστήματος, καθώς μέσω αυτών ο τυφλός χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το σύστημα. Ακόμη, είναι απαραίτητο, όπως υποστηρίζεται στις έρευνες [10], να μην απαιτείται η παρουσίαση εικόνων ή σχημάτων και η πληροφορία να γίνεται κατανοητή με την ανάγνωση μόνο του κειμένου. Κάτι που θεωρείται επίσης καλό, είναι να καταχωρούνται στα ηλεκτρονικά έγγραφα προδιαγραφών και βοήθειας οι αλλαγές που σχετίζονται με την προσβασιμότητα από μια έκδοση της εφαρμογής σε μια νεότερη.

2.4 Συστήματα Πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό

Έχουν αναπτυχθεί διάφορα παρόμοια συστήματα, κυρίως για την υποστήριξη ανθρώπων με προβλήματα όρασης. Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα συστήματα **AVANTI Web browser** ([1], [2], [45]), **SimplyWeb98** [3], **VIP Browser** [7], **MultiWeb** [3], **BrookesTalk** [19], **BrailleSurf** [4] και **Emacspeak** [9]. Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε να παρουσιάσουμε και ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης που υποστηρίζει τυφλούς χρήστες, καθώς όπως αναφέραμε ο πλοηγός Ναυτίλος θα εγκατασταθεί στο μέλλον σε ένα τέτοιο σύστημα. Έτσι, στο κεφάλαιο 2.4.8 θα παρουσιαστεί το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης **EZ Access**, που διαθέτει χαρακτηριστικά προσβασιμότητας για χρήση από άτομα με διάφορες φυσικές αδυναμίες, συμπεριλαμβανομένων και των τυφλών χρηστών.

2.4.1 AVANTI Web browser

Πρόκειται για μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό που αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας στο Ηράκλειο Κρήτης. Αποτελεί το τμήμα επαφής με το χρήστη ενός ευρύτερου συστήματος, του AVANTI project [1]. Το AVANTI project παρέχει προσβασιμότητα σε μια πληθώρα χρηστών, και υψηλής ποιότητας αλληλεπίδραση με πληροφοριακά συστήματα πολυμέσων για το Διαδίκτυο.

Η εφαρμογή AVANTI Web browser χρησιμοποιεί τεχνικές στατικής και δυναμικής προσαρμογής (adaptivity και adaptability) [1] προκειμένου να προσαρμόζεται στις δυνατότητες, τις επιθυμίες και τις ανάγκες κάθε χρήστη. Στους χρήστες περιλαμβάνονται χρήστες που δεν έχουν κάποια προβληματική αίσθηση, τυφλοί και άτομα με κινητικές δυσκολίες. Υποστηρίζει μια μεγάλη ποικιλία από συσκευές εισόδου και εξόδου για μη οπτική αλληλεπίδραση (non-visual interaction). Οι συσκευές που υποστηρίζονται είναι το πληκτρολόγιο (ή οποιαδήποτε συσκευή εξομοίωσης πληκτρολογίου), ηχεία για μη φωνητικά σήματα, οθόνη Braille, touch tablet, joystick, ηχείο για φωνητικά μηνύματα σύνθεσης και συσκευή αναγνώρισης φωνής.

Προκειμένου να διευκολυνθεί η χρήση των συσκευών από τυφλούς χρήστες έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένες τεχνικές αλληλεπίδρασης. Για παράδειγμα η σύνθεση φωνής χρησιμοποιείται για την παρουσίαση πληροφορίας κειμένου και για την επισήμανση χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τη φύση των εγγράφων ως υπερμέσων (π.χ οι σύνδεσμοι). Η αναγνώριση φωνής χρησιμοποιείται για την εισαγωγή εντολών στο σύστημα μέσω φωνής με τη βοήθεια ενός ειδικού συνόλου εντολών πλοήγησης και ελέγχου. Η αναγνώριση gesture επιτρέπει στους τυφλούς χρήστες να χρησιμοποιούν joystick ως συσκευή εισόδου, αντιστοιχίζοντας

συγκεκριμένες κινήσεις σε μια ακολουθία εντολών. Η ψηλαφητή παρουσίαση υπερκειμένου σε Braille ενισχύεται με ειδικές συμβολικές σημειώσεις, οι οποίες διευκολύνουν την κατανόηση από το χρήστη ενός συγκεκριμένου τύπου του αντικειμένου που παρουσιάζεται.

Η εφαρμογή υποστηρίζει πλήρως την έκδοση 3.2 της HTML. Στα αντικείμενα που υποστηρίζει περιλαμβάνονται και αυτά που μπορεί να συναντηθούν σε ένα αντικείμενο φόρμας (FORM) της HTML. Παρέχει όλες τις τυπικές διεργασίες μιας τυπικής εφαρμογής πλοήγησης στον παγκόσμιο ιστό, οι οποίες είναι οι παρακάτω:

- Καταχώρηση διευθύνσεων διαδικτύου για μελλοντική χρήση
- Διαχείριση του ιστορικού των πλοηγήσεων.
- Σώσιμο αρχείων στο τοπικό σύστημα αρχείων.
- Άνοιγμα αρχείων από το τοπικό σύστημα αρχείων.
- Καθορισμός διευθύνσεων διαδικτύου.

Επιπλέον η εφαρμογή παρέχει διεργασίες ειδικά προσαρμοσμένες για τυφλούς χρήστες. Μερικές από αυτές είναι οι παρακάτω:

- Ανάγνωση κειμένου με διάφορους τρόπους (συνεχής, κατά παράγραφο, κατά πρόταση, κατά λέξη).
- Διαμόρφωση των χαρακτηριστικών σύνθεσης φωνής ξεχωριστά για τη διεπαφή χρήστη, το κείμενο ενός HTML εγγράφου και για τους υπερ-συνδέσμους.
- Καθορισμός της παρουσίασης για διαφορετικά αντικείμενα της HTML (π.χ για τα αντικείμενα τύπου πίνακα (TABLE)).

Η εφαρμογή παρέχει ακόμη κάποιες πρόσθετες ειδικές διευκολύνσεις για τυφλούς χρήστες που τον διαφοροποιούν από άλλες παρόμοιες εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Στις διευκολύνσεις αυτές περιλαμβάνονται οι παρακάτω:

- Βελτιωμένος έλεγχος ιστορικού (διεργασίες πολλαπλών επιπέδων πλοήγησης σε έγγραφα που προηγούνται και έχουν επισκεφθεί (διεργασία backward), και σε έγγραφα που έπονται και έχουν επισκεφθεί (διεργασία forward).
- Ξεχωριστή παρουσίαση των υπερ-συνδέσμων σε ένα έγγραφο.
- Καταμέτρηση των αλληλεπιδραστικών αντικειμένων ενός εγγράφου (image links, image map areas), που δεν έχουν εναλλακτικό τρόπο περιγραφής (alt. text).
- Διάφορα επίπεδα υποστήριξης και καθοδήγησης στην πλοήγηση.
- Βελτιωμένη αναζήτηση εντός του εγγράφου.

2.4.2 Simply Web 98

Το Simply Web 98 είναι μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, η οποία υποστηρίζει άτομα που είναι τυφλά. Παρέχει τη δυνατότητα ομιλίας, οπότε ο χρήστης μπορεί να ακούσει το περιεχόμενο της σελίδας η οποία έχει ανακτηθεί. Για την παροχή της δυνατότητας αυτής, η εφαρμογή περιέχει ένα διαμορφωτή ομιλίας (speech synthesizer) βασισμένο σε λογισμικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας αυτοτελής «ομιλούμενος Web Browser».

Η εφαρμογή είναι κατασκευασμένη από την εταιρεία EconoNet International το 1998 και εκτελείται σε περιβάλλον Windows 95, Windows 98 και Windows NT 4-5. Σε μια

νεότερή της έκδοση υποστηρίζει την συμπλήρωση διαφόρων ειδών on-line φορμών, όπως registration, login και άλλων. Χρησιμοποιεί ως μηχανή μετάφρασης και παρουσίασης των ιστοσελίδων την ίδια που έχει η εφαρμογή Internet Explorer 3.02, 4.01 ή 5.0 οπότε και η ύπαρξή της είναι απαραίτητη για τη λειτουργία της εφαρμογής. Παρακάτω φαίνεται ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής.



Εικόνα 1: Στιγμιότυπο της εφαρμογής Simply Web 98

Υπάρχουν τρία πλαίσια στην εφαρμογή. Στο ένα παρουσιάζεται η σελίδα που ανακτάται από τον Παγκόσμιο Ιστό όπως γίνεται με όλες τις εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Στο δεύτερο πλαίσιο (στα αριστερά όπως φαίνεται στην εικόνα) που καλείται side bar μπορεί να γίνει επιλογή ώστε να παρουσιάζονται είτε οι καταχωρημένες διευθύνσεις διαδικτύου (bookmarks), ή η δομή της σελίδας, ή το ιστορικό των πλοηγήσεων ή την προσβάσιμη δομή της σελίδας βασισμένη στο Active Accessibility Standard. Πάνω από το πλαίσιο αυτό είναι τοποθετημένοι σε ένα combo box οι υπερ-σύνδεσμοι (links) που υπάρχουν στην σελίδα που ανακτήθηκε. Στο τρίτο πλαίσιο (στο κάτω μέρος όπως φαίνεται στην εικόνα) παρουσιάζονται κάποιες πρόσθετες πληροφορίες για κάθε τμήμα της σελίδας και είναι περισσότερο χρήσιμο όταν η δυνατότητα ομιλίας είναι ενεργοποιημένη, καθώς κάθε πληροφορία που φτάνει ως φωνητικό μήνυμα στο χρήστη υπάρχει και ως γραπτό μήνυμα στο πλαίσιο αυτό. Επιλέγοντας ένα τμήμα από τη δομή της σελίδας μετατρέπεται το κείμενο που αναφέρεται στο τμήμα αυτό σε φωνητικό μήνυμα. Ότι μπορεί να είναι οπτικό σε ένα χρήστη που έχει τη δυνατότητα της όρασης γίνεται γνωστό και στον τυφλό χρήστη μέσω της σύνθεσης φωνής. Έτσι με κάθε αλλαγή σελίδας πληροφορείται ο χρήστης για τη νέα διεύθυνση καθώς και για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η ανάκτηση της νέας σελίδας (status). Ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει και την επιλογή της εκφώνησης κάθε χαρακτήρα που πληκτρολογεί όταν συμπληρώνει μια διεύθυνση ώστε να πληροφορείται για τυχόν λάθη.

Στην εφαρμογή υπάρχει ακόμη μια γραμμή εργαλείων που έχει τα πλήκτρα των περισσότερο συνηθισμένων διεργασιών, όπως αυτά παρουσιάζονται στις περισσότερες εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό (Back, Forward, Stop, Home, Refresh, Print και Search). Με τη βοήθεια της σύνθεσης φωνής ο τυφλός χρήστης πληροφορείται για το αν ο έλεγχος βρίσκεται στην γραμμή εργαλείων οπότε με τα πλήκτρα πλοήγησης μπορεί να επιλέξει το πλήκτρο που επιθυμεί.

Οι περιορισμοί της εφαρμογής είναι οι εξής:

- Η έλλειψη υποστήριξης ομιλίας για τις διεργασίες του ανοίγματος ενός αρχείου, της αποθήκευσης ενός αρχείου, της εκτύπωσης και των ρυθμίσεων του Internet Explorer.
- Δεν υπάρχει εγγύηση για την συμβατότητα από άλλους screen readers κατασκευασμένους από άλλες εταιρείες.

2.4.3 VIP Browser

Πρόκειται για μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό με δυνατότητα ομιλίας και είναι κατασκευασμένη από την εταιρεία Jbliss Imagin Systems. Εκτελείται σε περιβάλλον Windows 95/98 και υποστηρίζει τυφλούς χρήστες ή χρήστες με χαμηλή όραση αφού χρησιμοποιεί ομιλία για την περιγραφή κάθε ενέργειας ή κατάστασης της εφαρμογής. Η επιλογή της σύνθεσης φωνής μπορεί να απενεργοποιηθεί από το χρήστη.

Όπως και με τις περισσότερες εφαρμογές αυτού του είδους υποστηρίζονται οι διεργασίες της καταχώρησης διευθύνσεων διαδικτύου, της διαχείρισης ιστορικού πλοηγήσεων καθώς και της εύρεσης συγκεκριμένων λέξεων και οι επόμενες ή προηγούμενες εμφανίσεις τους. Ανάλογα με τις ανάγκες όρασης του κάθε ατόμου μπορεί να προσαρμόζει η εφαρμογή τις γραμματοσειρές, το φόντο, το μέγεθος των χαρακτήρων και το χρώμα τους.

Ένας περιορισμός της εφαρμογής είναι ότι παρουσιάζει μόνο κείμενο και υπερ-συνδέσμους (links). Όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα της σελίδας παρουσιάζονται ως μικρά εικονίδια. Ειδικά για τις εικόνες μπορεί να επιλέξει ο χρήστης να ανακτηθούν. Ακόμη επισημαίνει τους υπερ-συνδέσμους ή παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να συγκεντρώσει όλους τους υπερ-συνδέσμους της σελίδας ή μόνο εκείνους που επιθυμεί. Οι πίνακες μορφοποιούνται σε τέτοια μορφή ώστε να είναι χρήσιμη για την ανάγνωση μετοχών ή βάσεων δεδομένων.

Η εφαρμογή παρέχει πρόσβαση και στα αντικείμενα τύπου πίνακα. Τα αντικείμενα αυτά μορφοποιούνται κατάλληλα ώστε να διευκολύνεται η ανάγνωση των περιεχομένων πληροφοριών ανά κελί. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες μηχανές αναζήτησης είναι προσβάσιμες από την εφαρμογή αυτή.

2.4.4 BrookesTalk

Το BrookesTalk [19] είναι μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, η οποία αναπτύσσεται στο Oxford Brookes University. Αποσκοπεί στην παροχή προσβασιμότητας σε τυφλούς και άτομα με προβλήματα όρασης, κάνοντας χρήση

αποκλειστικά του πληκτρολογίου (συγκεκριμένα των πλήκτρων ειδικών διεργασιών - function keys).

Επιπρόσθετα της δυνατότητας χειρισμού της εφαρμογής αποκλειστικά από το πληκτρολόγιο, το BrookesTalk υποστηρίζει τα εξής χαρακτηριστικά προσβασιμότητας: (α) ένα προσαρμόσιμο παράθυρο κειμένου, στο οποίο εμφανίζονται πληροφορίες και μηνύματα για άτομα με μερική όραση (σε συνδυασμό με ένα κλασικό παράθυρο πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για διευκόλυνση συνεργασίας με βλέποντες χρήστες), (β) σύνθεση φωνής, και (γ) διαφορετικές περιληπτικές θεάσεις της εκάστοτε HTML σελίδας. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής.



Εικόνα 2: Στιγμιότυπο της εφαρμογής πλοήγησης BrookesTalk

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η τελευταία κατηγορία τεχνικών εξασφάλισης προσβασιμότητας που υποστηρίζονται από το BrookesTalk, δηλαδή η εξαγωγή περιληπτικών περιγραφών της σελίδας. Συγκεκριμένα, οι σχετικές διεργασίες της εφαρμογής μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής [19]:

- Κατάλογος επικεφαλίδων σελίδας.
- Κατάλογος υπερ-συνδέσμων σελίδας.
- Κατάλογος λέξεων-κλειδιών σελίδας (οι λέξεις-κλειδιά εξάγονται αυτόματα από την εφαρμογή).
- Σύντομη περιγραφή σελίδας, περιλαμβανομένων του αριθμού λέξεων, υπερ-συνδέσμων, επικεφαλίδων, λέξεων-κλειδιών, και "μετα λέξεων"¹.
- Περίληψη σελίδας, αποτελούμενη από τις κύριες προτάσεις της σελίδας (οι κύριες προτάσεις εξάγονται αυτόματα από την εφαρμογή).

¹ Οι "μετα λέξεις" (meta keywords) χρησιμοποιούνται για την απόδοση λέξεων κλειδιών σε HTML σελίδες, οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά την αυτοματοποιημένη αναζήτηση και κατηγοριοποίηση

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την αυτόματη εξαγωγή λέξεων-κλειδιών από τη σελίδα, καθώς και την ανεύρεση των κύριων προτάσεων, το BrookesTalk χρησιμοποιεί ειδικούς αλγόριθμους γλωσσολογικής ανάλυσης του κειμένου.

Επιπρόσθετα των παραπάνω διεργασιών, το BrookesTalk διευκολύνει επίσης την αναζήτηση στον Παγκόσμιο Ιστό, επιτρέποντας στο χρήστη να επιλέξει από έναν κατάλογο "μηχανών αναζήτησης" και, στη συνέχεια, αποθηκεύοντας τα αποτελέσματα της αναζήτησης, ώστε ο χρήστης να μπορεί να έχει εύκολη πρόσβαση και δυνατότητα πλοήγησης σε αυτά.

Συμπερασματικά, το BrookesTalk είναι μια εφαρμογή πλοήγησης που χρησιμοποιεί κλασικές τεχνικές αλληλεπίδρασης για την υποστήριξη ατόμων με ειδικές ανάγκες (όπως η χρήση πλήκτρων διεργασιών, η εμφάνιση μεγενθυμένου κειμένου στην οθόνη και η σύνθεση φωνής). Επιπλέον των τεχνικών αυτών, χρησιμοποιεί μεθόδους αυτόματης εξαγωγής πληροφορίας από τη σελίδα, για την έμμεση υποστήριξη της πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Οι δραστηριότητες αξιολόγησης που έχουν πραγματοποιηθεί στα πλαίσια της ανάπτυξης του BrookesTalk παρέχουν ενδείξεις ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση που ακολουθείται είναι επωφελής για τυφλά άτομα με κάποια εμπειρία στη χρήση υπολογιστών και βοηθημάτων πρόσβασης [19].

2.4.5 MultiWeb

Το MultiWeb είναι μια εφαρμογή πλοήγησης που αποσκοπεί στην παροχή προσβασιμότητας σε παραπάνω από μία κατηγορίες ατόμων με ειδικές ανάγκες. Συγκεκριμένα το MultiWeb υποστηρίζει τυφλούς, άτομα με ελαφρύτερα προβλήματα όρασης, καθώς και άτομα με κινητικά προβλήματα που κάνουν χρήση δυαδικών διακοπών (binary switches) για την αλληλεπίδραση με τον υπολογιστή. Το MultiWeb αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα Disability Access Research Team στο πανεπιστήμιο του Deakin στη Μελβούρνη της Αυστραλίας.

Η εφαρμογή δεν υποστηρίζει πλαίσια (frames) ή δυναμικό περιεχόμενο (Javascript και Java), ενώ υποστηρίζει όμως video και ήχους. Παρέχει τις επιλογές που υπάρχουν στις περισσότερες εφαρμογές του είδους καθώς και ορισμένα ειδικά χαρακτηριστικά, προκειμένου να προσαρμόσει την είσοδο από το χρήστη και την παρουσίαση πληροφορίας.

Ένα από τα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά του MultiWeb είναι η δυνατότητα καθορισμού παραμέτρων (προσβασιμότητας και άλλων) για κάθε χρήστη της εφαρμογής ξεχωριστά. Μάλιστα, το MultiWeb δημιουργεί ένα εικονίδιο για κάθε χρήστη, ώστε με την επιλογή του εικονιδίου να εκκινείται η εφαρμογή με τις ρυθμίσεις που αντιστοιχούν στο συγκεκριμένο άτομο.



Εικόνα 3: Στιγμιότυπο της εφαρμογής πλοήγησης MultiWeb

Το MultiWeb υποστηρίζει πέντε ρυθμούς λειτουργίας (modes) τα οποία είναι αντιπροσωπευτικά των δυνατοτήτων πρόσβασης που παρέχει. Οι ρυθμοί αυτοί είναι: (α) χρήση με πληκτρολόγιο ή συσκευή κατάδειξης (pointing device), (β) χρήση αποκλειστικά μέσω του πληκτρολογίου, (γ) χρήση μέσω καταλόγων επιλογών (menus), (δ) χρήση μέσω δυαδικών διακοπών, και (ε) χρήση μέσω οθόνης αφής.

Σε όλους τους ρυθμούς (εκτός από το δεύτερο) παρέχεται ένα σύνολο από πλήκτρα διεργασιών που μπορούν να τοποθετηθούν στα άκρα της οθόνης και' επιλογή του χρήστη. Το μέγεθος των πλήκτρων είναι προσαρμόσιμο. Στη λειτουργία ως οθόνη αφής, τα πλήκτρα είναι ιδιαίτερα μεγάλα. Στο συγκεκριμένο ρυθμό λειτουργίας αλλά και στο ρυθμό χρήσης μέσω δυαδικών διακοπών, γίνεται συνεργασία με ένα πληκτρολόγιο που είναι μέρος του γραφικού περιβάλλοντος, προκειμένου να εισάγεται κείμενο ανάλογα με την περίπτωση χρήσης της εφαρμογής.

Άλλα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά της εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Τη δυνατότητα μεγέθυνσης χαρακτήρων (μεγεθύνεται και ο δείκτης της συσκευής κατάδειξης).
- Μετατροπή κειμένου σε ομιλία. Με την επιλογή αυτή το περιεχόμενο των σελίδων μετατρέπεται σε φωνητικό μήνυμα.
- Επισήμανση του κειμένου που διαβάζεται, όταν η επιλογή της ομιλίας είναι ενεργοποιημένη.
- Ρύθμιση του φόντου και του χρώματος των χαρακτήρων.

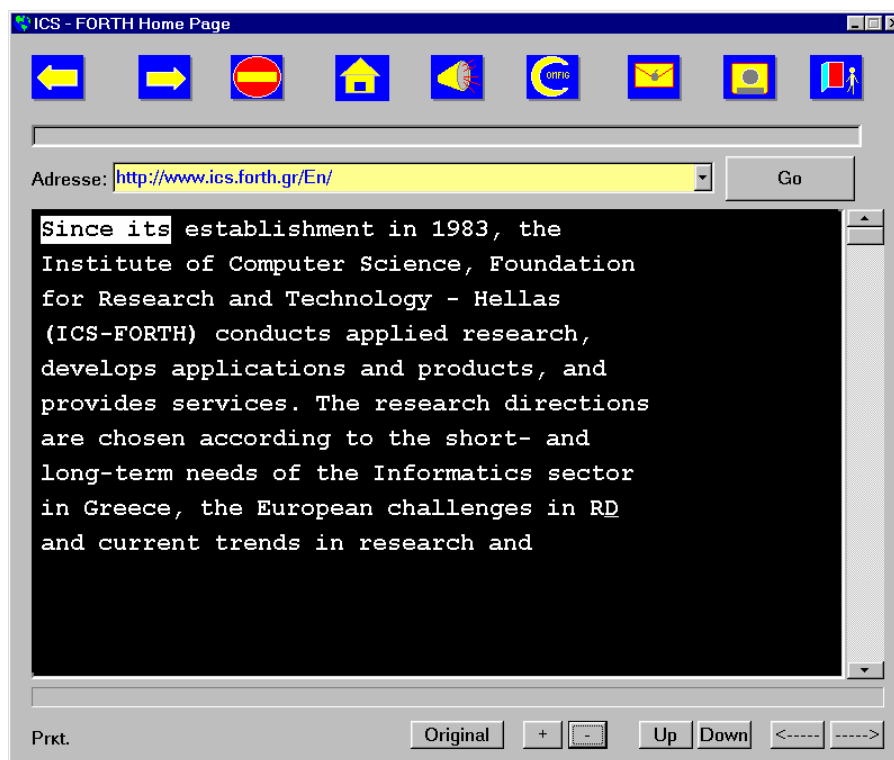
Στα μειονεκτήματα της εφαρμογής συγκαταλέγονται τα εξής:

- Η ομιλία δεν είναι υψηλής ποιότητας.

- Στο ρυθμό λειτουργίας ως οθόνη αφής, παρέχεται μόνο το πληκτρολόγιο τύπου «qwerty», το οποίο δεν είναι κατάλληλο για ορισμένους χρήστες.
- Οι διεργασίες σάρωσης των αντικειμένων που παρουσιάζονται δεν είναι σχεδιασμένες για υψηλές επιδόσεις. Τα αντικείμενα σαρώνονται το ένα μετά το άλλο και όχι κατά σύνολα κάτι το οποίο μπορεί να καθυστερήσει ένα πεπειραμένο χρήστη.

2.4.6 BrailleSurf

Το BrailleSurf [4] είναι μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, η οποία υποστηρίζει άτομα με προβλήματα όρασης. Αναπτύχθηκε από την ομάδα Inova, στα πλαίσια του INSERM U83, στο Πανεπιστήμιο Pierre et Marie Curie, στο Παρίσι στη Γαλλία. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής.



Εικόνα 4: Στιγμιότυπο της εφαρμογής πλοήγησης BrailleSurf

Η ανάπτυξη της εφαρμογής έγινε από την κοινοπραξία BrailleNet², η οποία συστάθηκε το Σεπτέμβριο του 1996 στη Γαλλία με στόχο την προώθηση της χρήσης του Διαδικτύου στην εκπαίδευση ατόμων με προβλήματα όρασης. Το BrailleSurf αναπτύχθηκε για χρήστες που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν την όραση ως την κύρια αίσθηση πρόσληψης πληροφορίας και, επιπλέον, δεν έχουν την εμπειρία στην αλληλεπίδραση με παραθυρικές εφαρμογές ή υπολογιστικά περιβάλλοντα γενικότερα.

Για την εξασφάλιση προσβασιμότητας, η εφαρμογή χρησιμοποιεί:

- Προσαρμόσιμα από το χρήστη χαρακτηριστικά οπτικής αναπαράστασης κειμένων (π.χ χρώματα, γραμματοσειρές), καθώς και μεγάλου μεγέθους χαρακτήρες.

² BrailleNet: <http://www.ccr.jussieu.fr/brailenet/>

- Σύνθεση φωνής.
- Συσκευή Braille.

Για την επίτευξη της επικοινωνίας με εξυπηρετές του Παγκοσμίου Ιστού και την ανάκτηση αρχείων HTML, το BrailleSurf συνεργάζεται με την εφαρμογή πλοήγησης Microsoft Internet Explorer, η οποία υλοποιεί τη σχετική λειτουργικότητα.

Αφού ανακτηθεί ένα αρχείο από τον Παγκόσμιο Ιστό (ή τον τοπικό δίσκο, κατά περίπτωση), το BrailleSurf την αναλύει και δημιουργεί μια αναπαράσταση της περιεχόμενης πληροφορίας, η οποία είναι διαθέσιμη στο χρήστη σε τρεις διαφορετικές μορφές: (α) απλό κείμενο (χωρίς εικόνες), (β) μόνο σύνδεσμοι, (γ) επικεφαλίδες και σύνδεσμοι. Για την ανάλυση των HTML σελίδων χρησιμοποιούνται τεχνικές φιλτραρίσματος αναδιαμόρφωσης, παραδείγματα των οποίων περιέχει ο Πίνακας 1.

Πίνακας 1: Τεχνικές φιλτραρίσματος και αναδιαμόρφωσης στο BrailleSurf

HTML elements	Transformations
Text	<ul style="list-style-type: none"> – Braille abbreviation – Phonetic value of acronyms for their pronunciation
Headings	<ul style="list-style-type: none"> – Prefix for Braille display (e.g., "[H1]") – Insertion of prosodic markers, or voice indicator for speech output
Anchors, Links	<ul style="list-style-type: none"> – Bracket for Braille display – Prefix for speech output (e.g., "<i>Link</i> BrailleNet") – Numbering of the links
Images	<ul style="list-style-type: none"> – Insertion of an image indicator (e.g., "IMG 1") – Insertion of the caption as text – Insertion of a anchor allowing to bypass the image – If the image has a link associated to it, but no alternative text, insertion of the URL address as a link
Tables	<ul style="list-style-type: none"> – Insertion of table indicator (e.g., "Table with links") – Insertion of the caption as text – Insertion of a anchor allowing to bypass the table
Frames	<ul style="list-style-type: none"> – Creation of a list of links corresponding to the frames – Prefix for speech output (e.g., "<i>Frame</i> Menu")
Forms	<ul style="list-style-type: none"> – Insertion of a form indicator (e.g., "Form with 3 objects") – Insertion of the caption as text – Insertion of a anchor allowing to bypass the form

Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα, η αναδιαμόρφωση των σελίδων από το BrailleSurf αφορά κατά κύριο λόγο την εισαγωγή νέων στοιχείων, ή την αντικατάσταση υπαρχόντων, ώστε να διευκολύνεται ο χρήστης στην κατανόηση του κειμένου, όταν αυτό παρουσιάζεται ακουστικά (μέσω σύνθεσης φωνής), ή απτικά (μέσω συσκευής Braille).

2.4.7 Emacspeak

Το Emacs είναι μία εφαρμογή που εκτελείται σε συστήματα Unix και Linux και ενσωματώνει τη λειτουργικότητα μεγάλου αριθμού εφαρμογών, όπως, π.χ., διαχειριστή αρχείων, επεξεργαστή κειμένου, περιβάλλοντος προγραμματισμού, κλπ. Η λειτουργικότητα της εφαρμογής είναι κατανομημένη σε λειτουργικές μονάδες

(modules) και καινούρια λειτουργικότητα μπορεί να προστεθεί δυναμικά στην εφαρμογή, με το φόρτωμα νέων λειτουργικών μονάδων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα πλαίσια της παρούσας εργασίας παρουσιάζει η δυνατότητα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, σε ρυθμό κειμένου (text mode) που υποστηρίζεται από την αντίστοιχη λειτουργική μονάδα Emacs-W3. Το Emacspeak είναι μια επιπλέον λειτουργική μονάδα του Emacs, η οποία δίνει τη δυνατότητα στην εφαρμογή να παρέχει ανάδραση στο χρήστη μέσω σύνθεσης φωνής. Επίσης, το συνεργάζεται με τη λειτουργική μονάδα W3, ώστε να δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με τα αντικείμενα που περιέχονται σε μια HTML σελίδα. Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα χρήσης του Emacs αποκλειστικά από το πληκτρολόγιο, καθιστούν το συνολικό σύστημα μια αποτελεσματική λύση για την επίτευξη προσβασιμότητας από τυφλούς και γενικότερα, από άτομα με προβλήματα όρασης. (Raman, 1996) Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι το εν λόγω σύστημα είναι το μόνο που παρέχει εγγενή προσβασιμότητα σε περιβάλλον Unix και Linux.

2.4.8 Το Πρότυπο Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης EZ Access

Πρόκειται για ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης (Information Kiosk), που έχει κατασκευαστεί στο ερευνητικό εργαστήριο Trace R&D Center στο Πανεπιστήμιο Wisconsin, στο Madison, και υποστηρίζει διάφορες κατηγορίες χρηστών. Μεταξύ των κατηγοριών χρηστών που υποστηρίζει είναι άτομα με προβλήματα όρασης και άτομα τυφλά. Στιγμιότυπο του EZ Access παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5: Στιγμιότυπο του EZ Access Information Kiosk

Το EZ Access περιλαμβάνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Οθόνη Αφής.
- Στερεοφωνικό ήχο.

- Σύστημα ανάγνωσης και εγγραφής «έξυπνων» καρτών (smart card reader/writer).
- Πληκτρολόγιο τύπου QWERTY.

Παραδοσιακά, αυτού του τύπου τα κιόσκια πληροφοριών απαιτούσαν από τον χρήστη να είναι σε θέση να διαβάσει τις οδηγίες στην οθόνη, και να μπορεί να έχει πρόσβαση και να ενεργοποιεί διάφορα πλήκτρα. Το πρωτότυπο όμως αυτό χρησιμοποιεί τις τεχνικές “EZ Access” [13, 14] για να παρέχει πρόσβαση σε άτομα με ιδιαίτερα προβλήματα.

Οι τεχνικές “EZ Access”, χρησιμοποιούν έξοδο φωνής (voice output) και βελτιωμένες οπτικές και ακουστικές παρουσιάσεις πληροφορίας, προκειμένου να επιτρέψουν στο χρήστη να προσαρμόσει τη διεπαφή χρήστη σύμφωνα με τις ανάγκες του (adaptability).

Οι τεχνικές παρέχουν άμεση πρόσβαση σε συστήματα οθόνης αφής για άτομα με χαμηλή όραση, τυφλά, βαρήκοα, που έχουν ολική απώλεια ακοής, άτομα που έχουν πρόβλημα ανάγνωσης ή δεν ξέρουν καθόλου ανάγνωση ή που έχουν φυσικές αδυναμίες. Επιπρόσθετα, μέσω ενός υπέρυθρου συνδέσμου (infrared link) η πρόσβαση παρέχεται σε άτομα που είναι εντελώς παράλυτα ή τυφλά με ολική απώλεια ακοής.

Το πακέτο EZ Access έχει αναπτυχθεί ως ένα σύνολο λογισμικών και υλικών βελτιώσεων που παρέχουν ένα μικρό αριθμό ισχυρών και ευέλικτων επεκτάσεων της διεπαφής χρήστη. Οι επεκτάσεις αυτές παρέχουν σημαντική στατική προσαρμογή (adaptability) στον τρόπο αλληλεπίδρασης του χρήστη με μια οθόνη αφής: Παρέχουν στο χρήστη επιλογές οι οποίες χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν πληροφορίες, έτσι ώστε να μπορούν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες που διαθέτουν προκειμένου να υπερκαλύψουν αυτές που δεν έχουν. Αν ο χρήστης δεν μπορεί να ακούσει τους ήχους που προέρχονται από το Kiosk τότε μπορεί να προστεθούν οπτικές επισημάνσεις προκειμένου να αυξήσουν το display. Εκτός από τα menu μέσω των οποίων οι χρήστες μπορούν να προσαρμόσουν το σύστημα στις ανάγκες τους, είναι δυνατόν να έχουν τον τρόπο αλληλεπίδρασης που προτιμούν αποθηκευμένο σε μια προσωπική κάρτα (για συσκευές που δέχονται κάρτες).

Οι τεχνικές EZ Access θα μπορούσαν να τροποποιηθούν προκειμένου εφαρμοστούν και σε άλλες συσκευές εκτός από τις οθόνες αφής. Οι τεχνικές αυτές έχουν εφαρμοστεί σε ένα μεγάλο αριθμό από Κιόσκια Πληροφοριών σε δημόσιους χώρους, σε βιβλιοθήκες και σε εμπορικά καταστήματα.

Παρακάτω παρατίθενται οι τύποι λειτουργίας του πακέτου EZ Access:

- Λίστα διεργασιών.
- Επιλογή διεργασίας και επιβεβαίωση.
- Σάρωση αυτόματου βήματος (Auto-step scanning).
- Επισημάνση με ήχους (Showsounds mode).
- Τεχνικές άμεσου ελέγχου με τη βοήθεια κείμενου.
- Διεργασία μέσω κάποιου υπέρυθρου συνδέσμου (Auxiliary interface port).
- Standard.

Τα τμήματα που προστίθενται στο σύστημα για τη διευκόλυνση της πρόσβασης από άτομα με ειδικές ανάγκες είναι τα εξής:

- Πλήκτρο EZ Access Green Diamond. Πρόκειται για ένα πλήκτρο μέσω του οποίου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα επιλογής του τρόπου με τον οποίο θα αλληλεπιδρά με το σύστημα.
- Ακουστικό τύπου τηλεφώνου, για να ακούγονται τα ηχητικά μηνύματα.
- Ηχείο και ρυθμιστής έντασης του ήχου, για την εκφώνηση των ηχητικών μηνυμάτων.

Ένα τυφλό άτομο μπορεί να χρησιμοποιήσει το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης EZ Access με τον εξής τρόπο [9]: Πατάει το πλήκτρο “Green Diamond” που αναφέρθηκε παραπάνω και το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης αρχίζει να μιλάει περιγράφοντας χαρακτηριστικά πρόσβασης και οδηγώντας το χρήστη στην ενεργοποίησή τους. Στη συνέχεια ο χρήστης τοποθετεί το δάχτυλο στην αριστερή πλευρά της οθόνης αφής. Στην πλευρά αυτή αναδύεται μια λίστα που περιέχει όλες τις πληροφορίες κειμένου και τα πλήκτρα της οθόνης αφής. Οπότε είναι σε θέση να επεξεργαστεί την παρουσίαση αυτή και οποιαδήποτε άλλη στην οθόνη του EZ Access χωρίς να μετακινήσει το δάχτυλο από την αριστερή πλευρά. Όταν φτάσει σε κάποιο πλήκτρο στη λίστα και επιθυμεί να το ενεργοποιήσει απλά μετακινεί το δάχτυλο από τη λίστα και πατάει το πλήκτρο “Green Diamond”. Κατ’ αυτό τον τρόπο είναι σε θέση να επεξεργαστεί όλα τα περιεχόμενα της οθόνης αφής. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το πληκτρολόγιο και να ενεργοποιήσει μια επιλογή πατώντας το πλήκτρο “Enter” του πληκτρολογίου.

2.5 Συγκριτική Παρουσίαση και Προδιαγραφές του Πλοηγού Ναυτίλου

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστεί ένας πίνακας για τη σύγκριση των συστημάτων που αναλύθηκαν στις παραπάνω ενότητες ως προς τα βασικά χαρακτηριστικά προσβασιμότητας, και θα εξαχθούν οι προδιαγραφές του μη Οπτικού Πλοηγού «Ναυτίλος». Τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούν εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Η επιλογή τους έγινε με κριτήριο τις οδηγίες προσβασιμότητας για εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό (User Agent Accessibility Guidelines) [6], που αναπτύσσονται από την αντίστοιχη ερευνητική ομάδα (User Agent Accessibility Guidelines Working Group) στα πλαίσια της κοινοπραξίας World Wide Web Consortium (W3C) [7].

Υπάρχουν πολλές απαιτήσεις προσβασιμότητας από μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Οι απαιτήσεις ποικίλουν καθώς είναι διαφορετικά και τα σύνολα των χρηστών, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και χρήστες με διαφορετικά είδη φυσικών αδυναμιών. Στην τελευταία κατηγορία συμπεριλαμβάνονται άτομα τυφλά, με μειωμένη όραση, με νοητικές ή κινητικές δυσκολίες. Ένα σύστημα προκειμένου να έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετεί την πληθώρα των διαφορετικών κατηγοριών χρηστών θα πρέπει να έχει ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά που έχουν επιλεγεί για τη σύγκριση των συστημάτων είναι τα παρακάτω:

- Δυνατότητα υποστήριξης πολλαπλών συσκευών εισόδου και εξόδου. Ο χρήστης, ανάλογα με τις αδυναμίες του θα διευκολύνεται και από διαφορετικές συσκευές. Για παράδειγμα ο τυφλός διευκολύνεται με τη χρήση της σύνθεσης φωνής και του Braille. Κάθε είδους πληροφορία θα πρέπει να

παρουσιάζεται τουλάχιστον σε τρεις μορφές (με οπτικό κείμενο στην οθόνη, με τη μορφή ομιλίας και σε braille).

- Δυνατότητα πρόσβασης σε όλα τα είδη των αντικειμένων της γλώσσας HTML με τα οποία δημιουργείται η πληροφορία, συμπεριλαμβανομένων και των αντικειμένων φόρμας (FORM) και πίνακα (TABLE). Ο χρήστης ανεξάρτητα με τις δυσκολίες που μπορεί να έχει θα πρέπει να είναι σε θέση να επεξεργάζεται πίνακες, να ενημερώνεται τουλάχιστον για την ύπαρξη εικόνων (αν είναι τυφλός) και να μπορεί να αλληλεπιδρά με τα ενεργά αντικείμενα (active elements) [6] που περιέχει μια φόρμα όπως είναι τα πλήκτρα και τα πεδία εισαγωγής κειμένου.
- Δυνατότητα ξεχωριστής παρουσίασης καταλόγου με τους υπερ-συνδέσμους του εγγράφου. Η διεργασία αυτή συμπεριλαμβάνεται στους τρόπους πλοήγησης σε ένα HTML έγγραφο και είναι ιδιαίτερα σημαντική ειδικά για χρήστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με το HTML έγγραφο που παρουσιάζεται και για χρήστες που δεν έχουν τη δυνατότητα να σαρώσουν οπτικά το έγγραφο.
- Δυνατότητα υποστήριξης πλαισίων (frames) από έγγραφα. Υπάρχουν HTML έγγραφα που περιέχουν σύνολα πλαισίων (frame sets), όπου το κάθε πλαίσιο περιέχει ένα HTML έγγραφο. Ο χρήστης που δεν έχει κάποια αδυναμία όρασης έχει οπτική επαφή με όλα τα πλαίσια. Παρόμοια θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα περιήγησης μεταξύ των πλαισίων και ο χρήστης με προβλήματα όρασης ή με οποιαδήποτε άλλη αδυναμία.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας σύγκρισης (Πίνακας 2). Κάθε γραμμή του πίνακα αναφέρεται και σε ένα σύστημα ενώ κάθε στήλη στην κατοχή ή όχι ενός χαρακτηριστικού.

Πίνακας 2: Συγκριτική παρουσίαση ως προς χαρακτηριστικά προσβασιμότητας

Εφαρμογή	Συσκευές Εισόδου			Συσκευές Εξόδου		Όλα τα HTML Αντικείμενα + Frames	Εναλλακτικές Όψεις	
	Πληκ/γιο	Joystick	Voice Input	Speech	Braille		Text Only	Links
AVANTI	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι, εκτός από Frames	Όχι	Ναι
Simply Web 98	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
VIP Browser	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Μόνο κείμενο και υπερ-συνδέσμους.	Ναι	Ναι
BrookesTalk	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι Frames	Ναι	Ναι
MultiWeb	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι εικόνες, Java, Java-scripts	Όχι	Όχι
BrailleSurf	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Emacspeak	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Μόνο κείμενο	Ναι	Όχι

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάστηκαν συγκεντρωτικά οι γνωστότερες εφαρμογές που κυκλοφορούν ήδη είτε σε ερευνητικό επίπεδο, όπως είναι ο Πλοηγός Avanti ή σε εμπορικό επίπεδο όπως είναι οι υπόλοιπες εφαρμογές που παρουσιάστηκαν. Η επιλογή των χαρακτηριστικών, στα οποία βασίστηκε η συγκριτική παρουσίαση έγινε με βάση τις οδηγίες User Agent Accessibility Guidelines της αντίστοιχης ερευνητικής ομάδας User Agent Accessibility Guidelines Working Group. Αποτελούν τις κυριότερες απαιτήσεις προσβασιμότητας που θα πρέπει να τηρούν οι εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για άτομα με ειδικές ανάγκες, όπως αναλύθηκαν παραπάνω.

Παρατηρούμε ότι ορισμένα χαρακτηριστικά είναι κοινά για τις περισσότερες εφαρμογές, ενώ κάποια περιλαμβάνονται σε ένα μικρό σύνολο εφαρμογών. Βλέπουμε ότι όλες οι προσβάσιμες εφαρμογές πλοήγησης που παρουσιάστηκαν παρέχουν πρόσβαση μέσω του πληκτρολογίου και παρουσίαση της πληροφορίας μέσω σύνθεσης φωνής. Ακόμη παρατηρούμε ότι όλες οι εφαρμογές με εξαίρεση τον Πλοηγό Avanti δεν υποστηρίζουν είσοδο μέσω φωνητικών μηνυμάτων και το ίδιο συμβαίνει για τη συσκευή Joystick.

Από τις συσκευές εξόδου παρατηρούμε ότι εκτός από σύνθεση φωνής δεν υποστηρίζουν παρουσίαση πληροφορίας σε Braille, με εξαίρεση τους Πλοηγούς Avanti και BrailleSurf. Η υποστήριξη συσκευής Braille αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα για τους τυφλούς χρήστες που γνωρίζουν τη γλώσσα παρουσίασης.

Μεγαλύτερη ποικιλομορφία παρατηρείται στα HTML αντικείμενα που υποστηρίζονται. Το εύρος δυνατοτήτων ξεκινάει από υποστήριξη των λιγότερων αντικειμένων, όπως είναι μόνο κείμενο μέχρι την υποστήριξη όλων των αντικειμένων, συμπεριλαμβανομένων και των πλαισίων (frames) εγγράφων. Μόνο οι πλοηγοί Simply Web 98 και BrailleSurf υποστηρίζουν πλήρως μια έκδοση της γλώσσας HTML. Θεωρείται πολύ καλή η προσέγγιση των πλοηγών Avanti και BrookesTalk, οι οποίες όμως δεν υποστηρίζουν πλαίσια εγγράφων. Ακόμη στις περισσότερες εφαρμογές υπάρχει η αδυναμία υποστήριξης δυναμικών γεγονότων.

Μια μικρή ποικιλομορφία παρουσιάζεται στις εναλλακτικές όψεις που υποστηρίζονται από τις εφαρμογές. Οι περισσότερες παρέχουν όψη παρουσίασης μόνο κειμένου, με εξαίρεση τους Πλοηγούς MultiWeb και Avanti. Πάντως θα πρέπει να σημειωθεί ότι για κάποιες από τις εφαρμογές, η όψη παρουσίασης μόνο κειμένου είναι και η μοναδική που υποστηρίζεται. Περίπου η ίδια κατανομή κατανομή ισχύει και για την όψη παρουσίασης υπερ-συνδέσμων του εγγράφου. Όλες οι εφαρμογές με εξαίρεση τις MultiWeb και Emacspeak παρέχουν αυτή την όψη παρουσίασης.

Από την συγκριτική παρουσίαση και την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει η εφαρμογή που να υποστηρίζει όλα τα κύρια χαρακτηριστικά προσβασιμότητας για άτομα με ειδικές ανάγκες και συγκεκριμένα για τυφλούς. Ο πλοηγός Avanti υπερτερεί έναντι των άλλων σε σχέση με τις συσκευές εισόδου και εξόδου που υποστηρίζει, όμως έχει το μειονέκτημα έλλειψης υποστήριξης πλαισίων, όπως και οι περισσότερες σε σχέση με τους Πλοηγούς Simply Web 98 και BrailleSurf. Έπειτα, εφαρμογές όπως είναι η BrailleSurf και η BrookesTalk που παρέχουν τις βασικές εναλλακτικές όψεις, υστερούν σε άλλα χαρακτηριστικά όπως είναι η υποστήριξη πολλαπλών συσκευών εισόδου (BrailleSurf, BrookesTalk) η εξόδου (BrookesTalk). Υστερούν επίσης στα αντικείμενα που υποστηρίζουν (BrookesTalk, VIP Browser).

Η ανάπτυξη του Πλοηγού Ναυτίλος πραγματοποιήθηκε με σκοπό να συμπεριλάβει τα χαρακτηριστικά που υποστηρίζουν οι εφαρμογές που παρουσιάστηκαν και να τα ενισχύσει όπου είναι δυνατόν με χρήση νέων τεχνολογιών, καθώς και η υποστήριξη των χαρακτηριστικών που δεν παρέχονται από τις εφαρμογές. Οι χρήστες για τους οποίους προορίζεται είναι τυφλά άτομα και έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη σχεδίαση ώστε το σύστημα να είναι εύχρηστο και λειτουργικό. Όπως θα δούμε αναλυτικότερα στα επόμενα κεφάλαια, χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες όπως είναι το Μοντέλο αντικειμένων Εγγράφου (Document Object Model), υποστηρίζονται όλα τα αντικείμενα της γλώσσας HTML, συμπεριλαμβανομένων και των πλαισίων εγγράφων, υποστηρίζονται όλες οι συσκευές εισόδου και εξόδου, όπως και στον Πλοηγό Avanti, ενώ παρέχονται οι βασικές εναλλακτικές όψεις παρουσίασης μόνο κειμένου και υπερ-συνδέσμων ενός εγγράφου. Ακόμη, υποστηρίζονται οι βασικοί μηχανισμοί πλοήγησης, όπως δόθηκαν από τις αρχές User Agent Accessibility Guidelines.

Κεφάλαιο 3

3 Το Μη Οπτικό Σύστημα Πλοήγησης Ναυτίλος

Το μη οπτικό σύστημα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό Ναυτίλος αποτελεί το θέμα της παρούσας εργασίας. Παρέχει τις διεργασίες που συναντώνται σήμερα στις περισσότερες παρόμοιες εφαρμογές, και επιπλέον διαθέτει χαρακτηριστικά προσβασιμότητας για τη διευκόλυνση της πρόσβασης από άτομα με ειδικές ανάγκες, και ειδικότερα από τυφλούς χρήστες. Η έκδοση της γλώσσας HTML που υποστηρίζει είναι η 4.01.

Ο μη οπτικός πλοηγός στον Παγκόσμιο Ιστό Ναυτίλος αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου έργου, του πλοηγού Ναυτίλου. Ο πλοηγός Ναυτίλος είναι μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, η οποία υποστηρίζει διάφορες κατηγορίες χρηστών, όπως είναι άτομα χωρίς ειδικές ανάγκες, άτομα με κινητικές δυσκολίες, δυσκολίες μάθησης, προβλήματα όρασης και τυφλούς χρήστες. Ο πλοηγός Ναυτίλος είναι το μη οπτικό τμήμα του έργου και χρησιμοποιείται από τους τυφλούς χρήστες. Υπάρχει στενή σχέση ως προς τη λειτουργία ανάμεσα στο οπτικό και το μη οπτικό τμήμα του Ναυτίλου. Το σύστημα Ναυτίλος, εκτός από τη λειτουργία του σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, θα εγκατασταθεί και σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης σε χώρο κοινής πρόσβασης. Το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης θα παρέχει και αυτό δυνατότητες πρόσβασης σε άτομα με ειδικές ανάγκες.

Οι χρήστες που υποστηρίζονται από τον μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο είναι οι φυσικοί τυφλοί και οι νοηματικά τυφλοί. Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται χρήστες, που ενώ διαθέτουν την αίσθηση της όρασης, δεν είναι σε θέση να τη χρησιμοποιήσουν διότι είναι απασχολημένη με κάποια άλλη διεργασία. Για παράδειγμα, σε έναν οδηγό η όραση είναι απασχολημένη με τη διαδικασία οδήγησης, με αποτέλεσμα να μην είναι αποτελεσματική η χρήση μιας οπτικής εφαρμογής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος είναι τα παρακάτω:

- Υποστήριξη πολλαπλών συσκευών εισόδου, όπως είναι το πληκτρολόγιο, το μικρόφωνο για είσοδο φωνής και το joystick.
- Παρουσίαση πληροφοριών μέσω σύνθεσης φωνής και σε Braille.
- Πρόσβαση σε όλα τα αντικείμενα που υποστηρίζονται από την έκδοση 4.01 της HTML. Περιλαμβάνονται τα πλαίσια εγγράφων και τα αντικείμενα εισαγωγής πληροφοριών, όπως αυτά που αναφέρθηκαν στις απαιτήσεις πλοήγησης στην ενότητα του ερευνητικού πεδίου.
- Παροχή εναλλακτικών όψεων παρουσίασης, όπως είναι η παρουσίαση μόνο υπερ-συνδέσμων, μόνο κειμένου και πλαισίων εγγράφων.
- Εύχρηστη μη οπτική διεπαφή χρήστη.

Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τα χαρακτηριστικά και τις διεργασίες που παρέχονται παρουσιάζονται στη συνέχεια της ενότητας.

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, υπάρχει μια άμεση σχέση μεταξύ του οπτικού και του μη οπτικού τμήματος του Ναυτίλου. Η σχέση αυτή δεν έχει αποδοθεί μόνο για λόγους λειτουργικούς, όπως θα δούμε και στην υλοποίηση του συστήματος, αλλά και για ένα ακόμη σημαντικό λόγο: Είναι δυνατή η συνεργασία κατά την πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό ενός τυφλού χρήστη και ενός χρήστη, που διαθέτει την αίσθηση της όρασης. Μπορούν να ανταλλάσσουν απόψεις για μια σελίδα που ανακτήθηκε από τον Παγκόσμιο Ιστό, ενώ και οι δυο χρήστες γνωρίζουν κάθε φορά το σημείο στο οποίο βρίσκεται η πλοήγηση καθώς και την πληροφορία που παρουσιάζεται.

Μεταξύ των δυο τμημάτων του πλοηγού Ναυτίλου καθίσταται κάποιος συγχρονισμός, όσον αφορά τη λειτουργία τους. Κάθε φορά μπορεί να γίνει επιλογή για το τμήμα που θα έχει τον πρωτεύοντα ρόλο στην πλοήγηση. Το τμήμα αυτό (το οπτικό ή το μη οπτικό) έχει ενεργητικό ρόλο, με την έννοια ότι κατευθύνει τη λειτουργία του συστήματος. Αντιθέτως, το τμήμα του Ναυτίλου που έχει το δευτερεύοντα ρόλο είναι παθητικό, με την έννοια ότι παρακολουθεί τις διεργασίες και τις πληροφορίες που παρουσιάζονται σαν αποτέλεσμα του ενεργητικού τμήματος του Ναυτίλου. Ανά πάσα στιγμή μπορεί να πραγματοποιηθεί αλλαγή ρόλων και το παθητικό να γίνει ενεργητικό τμήμα και το αντίστροφο.

Ο συγχρονισμός μεταξύ των δυο τμημάτων του Ναυτίλου αποτελεί καθοριστικό παράγοντα και στην προσαρμογή τους με βάση την κατάσταση αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Η προσαρμογή μπορεί να είναι είτε δυναμική (adaptivity) [1] κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης ή στατική (adaptability) κατά την εκκίνηση λειτουργίας του συστήματος. Υπάρχουν κάποιες λειτουργικές μονάδες που παρακολουθούν την εξέλιξη της αλληλεπίδρασης. Αν για οποιοδήποτε λόγο αλλάξει ο τρόπος αλληλεπίδρασης σε ένα από τα δυο τμήματα, τότε παράλληλα ενημερώνεται και το δεύτερο τμήμα του Ναυτίλου, οπότε προσαρμόζεται ανάλογα.

Στα επόμενα κεφάλαια θα δοθεί μια λεπτομερής παρουσίαση της μη οπτικής εφαρμογής πλοήγησης Ναυτίλος. Στο κεφάλαιο 3.1 θα παρουσιαστούν οι φάσεις της σχεδίασης του συστήματος. Η σχεδίαση βασίζεται στον καθορισμό των απαιτήσεων του Συστήματος, όπως προκύπτουν και από τις ανάγκες του χρήστη, τις οποίες είδαμε αναλυτικά στην ενότητα του ερευνητικού πεδίου, στην ανάλυση των επιμέρους διεργασιών, και καταλήγει με τη σχεδίαση του διαλόγου του χρήστη με το σύστημα, της διεπαφής χρήστη, και τη δημιουργία πρωτοτύπων. Στο κεφάλαιο 3.2 θα παρουσιαστεί η υλοποίηση του Συστήματος. Η υλοποίηση αφορά τη δημιουργία των τμημάτων και τον ορισμό των διεργασιών. Έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στην επεξεργασία και παρουσίαση ενός HTML εγγράφου στο χρήστη. Τέλος, στο κεφάλαιο 3.3 θα παρουσιαστεί ο τρόπος λειτουργίας του Συστήματος. Η λειτουργία αφορά τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν οι επιμέρους λειτουργικές μονάδες του συστήματος για την εκτέλεση των διεργασιών του χρήστη.

3.1 Η Σχεδίαση του Συστήματος

Η σχεδίαση του μη οπτικού συστήματος πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό Ναυτίλος βασίζεται σε μια πληθώρα παραγόντων, τους περισσότερους από τους οποίους έχουμε ήδη παρουσιάσει στην ενότητα του ερευνητικού πεδίου και είναι οι εξής:

- Οι απαιτήσεις αλληλεπίδρασης του τυφλού χρήστη με εφαρμογές γενικά, και ειδικότερα με εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό.

- Οι αρχές σχεδίασης προσβάσιμων εφαρμογών πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, όπως είναι οι αρχές User Agent Accessibility Guidelines.
- Τα αποτελέσματα ερευνών σχετικά με την πλοήγηση στον Παγκόσμιο, και ειδικότερα με την μη οπτική πλοήγηση από τυφλούς χρήστες.
- Τα δημοφιλή συστήματα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για τυφλούς χρήστες, που έχουν αναπτυχθεί.

Οι φάσεις της σχεδίασης του συστήματος είναι πέντε και είναι οι εξής:

- Ανάλυση απαιτήσεων. Κατά τη φάση αυτή προσδιορίζονται και αναλύονται οι απαιτήσεις που θα πρέπει να ικανοποιεί το σύστημα. Τις απαιτήσεις αλληλεπίδρασης των τυφλών χρηστών με τις εφαρμογές γενικότερα, και με τις εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό τις είδαμε με λεπτομέρεια στην ενότητα του ερευνητικού πεδίου.
- Ανάλυση επιμέρους διεργασιών. Παρουσιάζονται οι διεργασίες των χρηστών του συστήματος, και όπου είναι δυνατόν αναλύονται σε υπο-διεργασίες. Έτσι γίνεται κατανοητός ο ακριβής τρόπος εκτέλεσης των διεργασιών.
- Σχεδίαση διαλόγου μεταξύ του χρήστη και του συστήματος. Κατά τη φάση αυτή προσδιορίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα αλληλεπιδρά ο χρήστης με την εφαρμογή προκειμένου να εκτελέσει τις διεργασίες που επιθυμεί.
- Σχεδίαση της διεπαφής χρήστη. Στη φάση αυτή σχεδιάζεται η μη οπτική διεπαφή, μέσω της οποίας επικοινωνεί ο χρήστης με το σύστημα για την εκτέλεση των διεργασιών.
- Δημιουργία πρωτοτύπων. Από τη διεπαφή χρήστη που σχεδιάστηκε κατά την προηγούμενη φάση δημιουργούνται πρωτότυπα, τα οποία δοκιμάζονται και αξιολογούνται προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός ευχρηστίας τους αλλά και κατά πόσο τηρούν τις προδιαγραφές που τέθηκαν.

Η σχεδίαση καταλήγει κάθε φορά σε κάποιο πρωτότυπο. Οι φάσεις της σχεδίασης επαναλήφθηκαν μέχρι την τελική έκδοση της διεπαφής χρήστη, με βάση τα αποτελέσματα της ευρετικής αξιολόγησης [35] που εφαρμόστηκε για τα πρωτότυπα από ειδικούς αξιολογητές.

Στο κεφάλαιο 3.1.1 θα γίνει παρουσίαση των τρόπων με τους οποίους ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του συστήματος, όπως αυτές τίθενται από τη μελέτη των χαρακτηριστικών των τυφλών χρηστών. Στις απαιτήσεις περιλαμβάνονται και οι συσκευές εισόδου-εξόδου που χρησιμοποιούνται από το σύστημα. Στο κεφάλαιο 3.1.2 παρουσιάζεται η ανάλυση των επιμέρους διεργασιών του χρήστη, καθώς και η λειτουργικότητα του συστήματος όπως προκύπτει από την ανάλυση. Για κάθε διεργασία γίνεται αναφορά στη σχεδίαση του αντίστοιχου διαλόγου αλληλεπίδρασης. Τέλος, στο κεφάλαιο 3.1.3 παρουσιάζεται η σχεδίαση κάποιων ενδεικτικών διαλόγων και η σχεδίαση της τελικής έκδοσης της μη οπτικής διεπαφής χρήστη του συστήματος.

3.1.1 Ανάλυση Απαιτήσεων

Τις απαιτήσεις του συστήματος τις είδαμε αναλυτικά στην ενότητα του ερευνητικού πεδίου. Ακόμη, μελετήσαμε τις δημοφιλέστερες αρχές σχεδίασης User Agent Accessibility Guidelines, οι οποίες ουσιαστικά προσδιορίζουν τις απαιτήσεις των ατόμων με ειδικές ανάγκες και παραθέτουν τρόπους για την ικανοποίησή τους. Στο

κεφάλαιο αυτό θα σχολιάσουμε ποιες από τις αρχές ακολουθήσαμε, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο τις υλοποιήσαμε.

Ο πλοηγός Ναυτίλος υποστηρίζει πολλαπλές συσκευές εισόδου, αλλά και εξόδου. Η είσοδος πληροφορίας και εντολών μπορεί να δοθεί είτε μέσω του πληκτρολογίου είτε μέσω φωνής με περιορισμένο όμως λεξιλόγιο. Η πρόσβαση σε όλες τις διεργασίες του συστήματος είναι δυνατή αποκλειστικά μέσω του πληκτρολογίου και δεν απαιτείται η χρήση συσκευής κατάδειξης, όπως είναι το ποντίκι. Οι συσκευές εξόδου που υποστηρίζονται είναι τα ηχεία, από τα οποία παρουσιάζονται οι πληροφορίες μέσω σύνθεσης φωνής, καθώς και το Braille, μέσω του οποίου ο χρήστης αντιλαμβάνεται τις πληροφορίες απτικά.

Παρέχονται οι παρακάτω εναλλακτικές όψεις παρουσίασης του εγγράφου:

- Μόνο υπερ-σύνδεσμοι
- Παλαίσινα εγγράφων
- Μόνο κείμενο

Ανάλογα με τις δυνατότητες του χρήστη, τους στόχους του και την εξοικείωσή του με το HTML έγγραφο που παρουσιάζεται μπορεί να επιλέξει την όψη παρουσίασης που κρίνει κατάλληλη. Η πλοήγηση σε κάθε όψη γίνεται απλά με διεργασίες μετάβασης στο επόμενο και προηγούμενο αντικείμενο της όψης. Όταν επιστρέφει σε μια όψη, η εστίαση μεταβαίνει στο αντικείμενο της όψης από το οποίο προηγουμένως την είχε εγκαταλείψει.

Υπάρχει συνέπεια στις διεργασίες του συστήματος. Ο χρήστης μπορεί εύκολα να αντιληφθεί τις ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει κάθε φορά. Οι εκτέλεση των διεργασιών σε κάθε όψη είναι όμοιες, απλά αλλάζουν τα αντικείμενα στα οποία εκτελούνται.

Μέσα από τη εφαρμογή, παρέχεται πρόσβαση σε όλα τα περιεχόμενα ενός εγγράφου, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που η πλήρης παρουσίαση απαιτείται την όραση, όπως είναι οι εικόνες. Στις περιπτώσεις αυτές, ο χρήστης πληροφορείται για το είδος του αντικειμένου και αν έχει οριστεί από το συγγραφέα του εγγράφου κάποια πρόσθετη περιγραφή κειμένου, αυτή παρουσιάζεται στο χρήστη. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να αλληλεπιδράσει με όλα τα αντικείμενα εισόδου πληροφοριών, τα οποία παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο των απαιτήσεων του ερευνητικού πεδίου. Μπορεί να εισάγει κείμενο σε πεδία κειμένου που εμφανίζονται σε φόρμες, να κάνει μια επιλογή από μια λίστα επιλογών, να επεξεργαστεί ένα image-map, να ενεργοποιήσει ένα πλήκτρο, να επιλέξει ένα πλήκτρο επιλογής, καθώς και check-boxes.

Σε κάθε μετάβαση κατά την πλοήγηση, ο χρήστης γνωρίζει τη θέση και το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται. Ήδη, στην αντίστοιχη αρχή των User Agent Accessibility Guidelines είδαμε ακριβώς τους τρόπους εφαρμογής της αρχής αυτής. Επιπρόσθετα, ενημερώνεται για κάθε αλλαγή στην εστίαση που μπορεί να συμβαίνει.

Η εφαρμογή παρέχει ακόμη τη δυνατότητα στο χρήστη να θέτει τις προσωπικές του ρυθμίσεις για τις διεργασίες του συστήματος. Μπορεί να θέσει τη σελίδα την οποία θα παρουσιάζει ο Πλοηγός κατά την εκκίνηση της λειτουργίας του, καθώς και ρυθμίσεις σχετικές με το Ιστορικό των πλοηγήσεων. Επιπλέον, εφόσον η σύνθεση φωνής αποτελεί κρίσιμο μέσο παρουσίασης της πληροφορίας για τον τυφλό χρήστη, παρέχονται οι δυνατότητες ρύθμισης της έντασης, του ρυθμού ομιλίας και άλλων χαρακτηριστικών, όπως σχολιάστηκαν στην αντίστοιχη αρχή σχεδίασης.

Έχουν τηρηθεί οι καθιερωμένες προγραμματιστικές διεπαφές (APIs) όπως θα δούμε αναλυτικά και στην ενότητα υλοποίησης του συστήματος. Η πρόσβαση στα αντικείμενα και η διαχείρισή τους πραγματοποιείται προγραμματιστικά μέσω των κατάλληλων διεπαφών που παρέχονται από το Μοντέλο αντικειμένων του Εγγράφου (DOM). Όλη η πληροφορία εξάγεται από τις διεπαφές αυτές και δεν χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό άλλες μέθοδοι που δεν υποστηρίζονται.

Στη σειρά πλοήγησης τόσο στα χαρακτηριστικά της μη οπτικής διεπαφής χρήστη όσο και στα αντικείμενα του εγγράφου σε κάθε όψη, τηρείται μια λογική σειρά. Τα αντικείμενα είναι τοποθετημένα με βάση την εκτιμώμενη συχνότητα χρήσης τους. Σαρώνονται σειριακά και όχι σε δυο διαστάσεις, ώστε να αποφευχθεί η πολυπλοκότητα χρήσης τους, ο χρόνος αναζήτησής τους, και να μη χρειάζεται να θυμάται ο χρήστης τη θέση του χαρακτηριστικού στη διεπαφή. Όσον αφορά τα αντικείμενα εντός του εγγράφου, αυτά σαρώνονται με τη σειρά που κατέχουν μέσα στο έγγραφο. Η ίδια σειρά εφαρμόζεται και για την εναλλακτική όψη της παρουσίασης μόνο υπερ-συνδέσμων.

Τέλος, η εφαρμογή υποστηρίζει μια ειδική κατηγορία style sheets της HTML, τα Aural Style Sheets. Πρόκειται για μια ειδική κατηγορία style sheets με τις οποίες οι συγγραφείς μπορούν να αποδώσουν ηχητικές ιδιότητες στα αντικείμενα του εγγράφου. Έτσι, είναι δυνατόν να οριστούν ηχητικά μηνύματα για παρουσίαση πριν ή μετά από την είσοδο σε μια παράγραφο ή την ενεργοποίηση ενός υπερ-συνδέσμου. Για κάθε ηχητική ιδιότητα μπορεί να οριστούν ρυθμίσεις όπως η ένταση του ήχου και ο ρυθμός παρουσιάσής του. Η εφαρμογή έχει υλοποιηθεί ώστε να παραλαμβάνει και να επεξεργάζεται τα Aural Style Sheets. Περισσότερες λεπτομέρειες για τις ακριβείς ιδιότητες που μπορούν να επεξεργάζονται σχετικές με τα Aural Style Sheets παρουσιάζονται στην υλοποίηση του Συστήματος.

3.1.2 Ανάλυση Επιμέρους Διεργασιών και Λειτουργικότητας του Συστήματος

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει την ανάλυση των επιμέρους διεργασιών του χρήστη. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για κάθε διεργασία που αναλύεται, παρουσιάζεται και ο αντίστοιχος διάλογος αλληλεπίδρασης. Για την ανάλυση ακολουθείται η μέθοδος της ιεραρχικής ανάλυσης [37] (hierarchical task analysis). Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι διεργασίες που θα παρουσιαστούν δεν είναι οι ίδιες ακριβώς που παρέχονται και από το οπτικό τμήμα πλοήγησης του Ναυτίλου. Ορισμένες διεργασίες του οπτικού τμήματος δεν έχουν νόημα και πρακτική αξία για το μη οπτικό τμήμα και το αντίστροφο.

Οι διεργασίες που παρέχονται από το μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν. Οι διεργασίες που παρέχονται είναι τόσο οι τυπικές διεργασίες που προσφέρονται από παρόμοια συστήματα πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, και κάποιες πρόσθετες που συμβάλλουν στην προσβασιμότητα βάσει των απαιτήσεων και αναγκών που τέθηκαν.

Οι κατηγορίες των διεργασιών που παρέχονται από το σύστημα είναι οι παρακάτω:

- Διεργασίες πλοήγησης σε διευθύνσεις δικτυακών τόπων.

- Διεργασίες που σχετίζονται με την διαχείριση HTML εγγράφων.
- Διεργασίες που σχετίζονται με την πλοήγηση εντός ενός HTML εγγράφου.
- Διεργασίες που σχετίζονται με ρυθμίσεις της παρουσίασης των πληροφοριών στο χρήστη (ιδιότητες ομιλίας, ένταση ήχου κλπ), καθώς και γενικότερων ρυθμίσεων διεργασίας.
- Διεργασίες παροχής γενικών πληροφοριών του εγγράφου.
- Διεργασίες παροχής εναλλακτικών όψεων παρουσίασης ενός HTML εγγράφου.
- Διεργασίες διαχείρισης του ιστορικού των πλοηγήσεων του χρήστη.
- Διεργασίες διαχείρισης των αποθηκευμένων διευθύνσεων δικτυακών τόπων.

Πριν την παρουσίαση και ανάλυση των επιμέρους διεργασιών και των διαλόγων τους, θα πρέπει να σημειωθεί ότι όπου γίνεται αναφορά στη διεπαφή χρήστη και τις διεργασίες που παρέχει, αφορά τη μη οπτική διεπαφή χρήστη του συστήματος. Ακόμη, για κάθε διεργασία που εκτελείται ο χρήστης έχει πληροφόρηση για το αποτέλεσμα της ή την πρόοδο της εκτέλεσής της (feedback). Η πληροφόρηση αυτή παρουσιάζεται είτε μέσω σύνθεσης φωνής ή μέσω της οθόνης Braille ή με τη χρήση και των δυο μέσων.

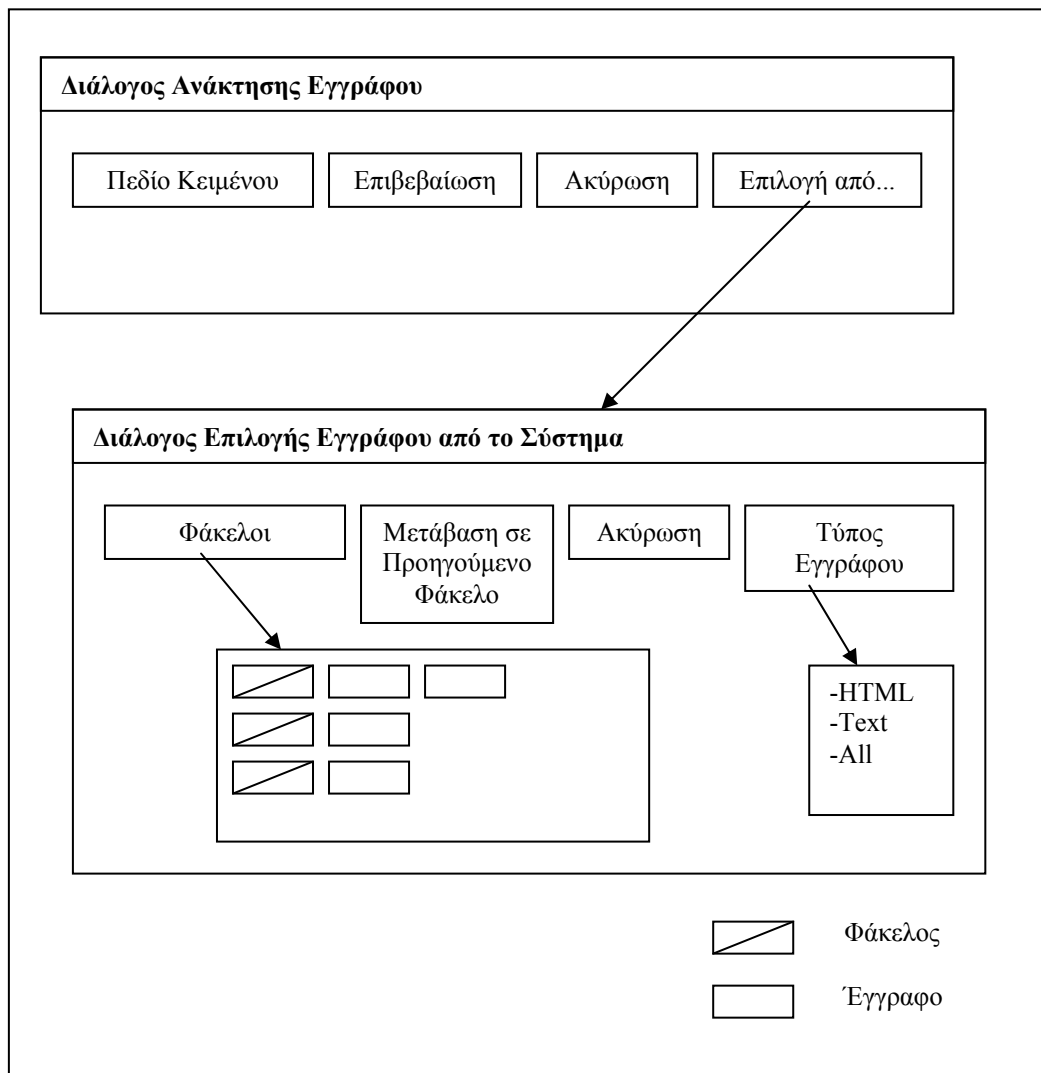
Διεργασίες Πλοήγησης σε Διευθύνσεις Δικτυακών τόπων

Οι διεργασίες πλοήγησης σε διευθύνσεις δικτυακών τόπων παρέχουν τη δυνατότητα στο χρήστη να περιηγηθεί μεταξύ των HTML εγγράφων του Παγκόσμιου Ιστού. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι παρακάτω διεργασίες:

- **Μετάβαση στο προηγούμενο έγγραφο** στη σειρά του ιστορικού των πλοηγήσεων. Η εκτέλεση της διεργασίας εκκινείται με δυο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι χρησιμοποιώντας πλήκτρο συντόμευσης. Ο δεύτερος τρόπος είναι μέσα από τη γραμμή εργαλείων, της εφαρμογής, ενεργώντας στο μη οπτικό κουμπί με την ακουστική επιγραφή “Προηγούμενο έγγραφο”.
- **Μετάβαση στο επόμενο έγγραφο** στη σειρά του ιστορικού των πλοηγήσεων. Η εκτέλεση της διεργασίας, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση εκκινείται με δυο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι χρησιμοποιώντας το πλήκτρο συντόμευσης “Ctrl-F”. Ο δεύτερος τρόπος είναι μέσα από τη γραμμή εργαλείων της εφαρμογής, ενεργώντας στο μη οπτικό κουμπί με την ακουστική επιγραφή “Επόμενο έγγραφο”.
- **Φόρτωση διεύθυνσης (URL) δικτυακού τόπου** από το συνολικό ιστορικό πλοηγήσεων. Η διεργασία εκκινείται με τον εξής τρόπο: Επιλέγεται το μη οπτικό κουμπί από τη γραμμή εργαλείων με την επιγραφή “Ιστορικό”. Στη συνέχεια από τη λίστα διευθύνσεων που παρουσιάζεται στο χρήστη επιλέγεται η επιθυμητή διεύθυνση. Η παρουσίαση των διευθύνσεων γίνεται με εκφώνηση του τίτλου του εγγράφου που αντιστοιχεί στην κάθε διεύθυνση, και ανάλογα με την εμπειρία του χρήστη μπορεί να παρουσιάζεται και η ίδια η διεύθυνση. Ο χρήστης πλοηγείται στη λίστα σε επόμενη ή προηγούμενη διεύθυνση είτε μέσω του πληκτρολογίου με τη χρήση πλήκτρων, ή με είσοδο φωνής ή με τη χρήση Joystick. Ο χρήστης επικυρώνει την επιλογή του με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιεί.
- **Φόρτωση διεύθυνσης από το προσωρινό ιστορικό πλοηγήσεων.** Με τη διεργασία αυτή ο χρήστης πλοηγείται στο Ιστορικό των πλοηγήσεων, οι οποίες όμως έλαβαν χώρα μόνο κατά την τρέχουσα διεργασία της εφαρμογής. Η διεργασία σχετίζεται με τις διεργασίες πλοήγησης σε επόμενο ή

προηγούμενο έγγραφο καθώς ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβεί σε HTML έγγραφο, το οποίο προηγείται (Back) ή έπεται (Forward) ένα ή περισσότερα επίπεδα στο προσωρινό ιστορικό πλοηγήσεων.

- Φόρτωση διεύθυνσης που εισάγεται από το χρήστη.** Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει μια διεύθυνση δικτυακού τόπου, και εφόσον αυτή εντοπιστεί να παρουσιάζεται το HTML έγγραφο που της αντιστοιχεί. Η διεργασία εκκινείται επιλέγοντας το μη οπτικό κουμπί από την γραμμή εργαλείων με την ακουστική επιγραφή “Άνοιγμα σελίδας”, ή από τη λίστα επιλογών “Αρχείο”, επιλέγοντας το αντικείμενο με την ακουστική περιγραφή “Άνοιξε”. Στη συνέχεια ο χρήστης εισάγει τη διεύθυνση που επιθυμεί σε ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου, ή επιλέγει το έγγραφο από το τοπικό σύστημα αρχείων, και την επικυρώνει με τρόπο ανάλογο της συσκευής που χρησιμοποιεί. Παρακάτω παρουσιάζονται οι διάλογοι που παρουσιάζονται για τη διεργασία εισαγωγής διεύθυνσης και επιλογής εγγράφου αντίστοιχα.



Σχήμα 1: Διάλογοι εισαγωγής και επιλογής εγγράφου

- Ανανέωση του HTML εγγράφου που παρουσιάζεται.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ζητήσει από την εφαρμογή να ξαναφορτώσει το παρουσιασμένο έγγραφο, ώστε να μένει ενήμερος για τις αλλαγές που μπορεί να πραγματοποιούνται σε αυτό. Το αποτέλεσμα της διεργασίας είναι να παρουσιάζεται το έγγραφο ανανεωμένο, αν περιέχει αλλαγές, ή το ίδιο, αν δεν

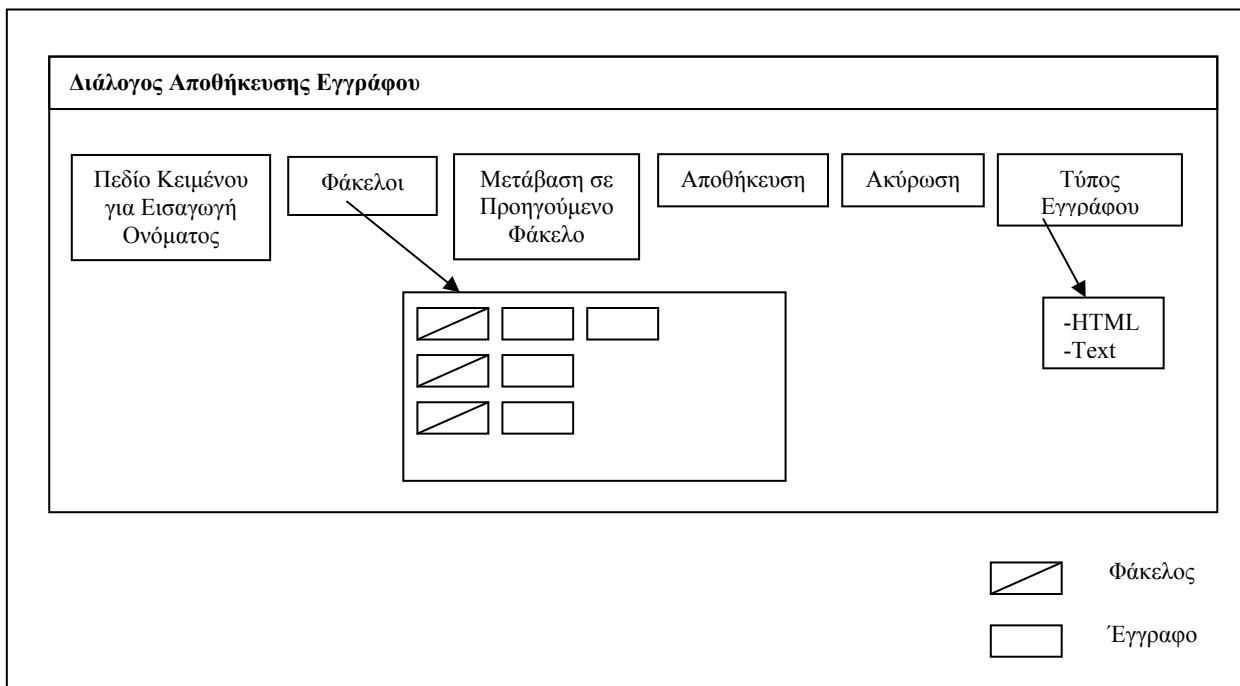
έχουν πραγματοποιηθεί αλλαγές. Η διεργασία εκκινείται επιλέγοντας το μη οπτικό κουμπί από τη γραμμή εργαλείων με την ακουστική επιγραφή “Refresh”.

- **Φόρτωση διεύθυνσης που αντιστοιχεί σε HTML έγγραφο στον τοπικό δίσκο.** Παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη να πλοηγείται στο τοπικό σύστημα αρχείων και να επιλέξει HTML έγγραφα προς θέαση. Η διεργασία εκκινείται είτε επιλέγοντας την επιλογή “Άνοιξε” από τη λίστα επιλογών “Αρχείο” που παρέχεται στη διεπαφή χρήστη ή επιλέγοντας το αντικείμενο από την γραμμή εργαλείων με την ακουστική επιγραφή “Άνοιξε σελίδα”. Στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί να πληκτρολογήσει τη διαδρομή (path) για την εύρεση του αρχείου ή να ενεργοποιήσει ένα νέο μη οπτικό διάλογο, μέσω του οποίου έχει τη δυνατότητα να περιηγηθεί μεταξύ των φακέλων του συστήματος προκειμένου να εντοπίσει και να επιλέξει το αρχείο που επιθυμεί. Όταν επιλέξει το αρχείο, αυτό φορτώνεται και παρουσιάζεται στο χρήστη.
- **Φόρτωση της βασικής HTML σελίδας (home page).** Η διεργασία παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να φορτώσει την προκαθορισμένη βασική σελίδα. Η διεργασία εκκινείται, επιλέγοντας το αντικείμενο από την μη οπτική γραμμή εργαλείων με την ακουστική επιγραφή “Σπίτι”.

Διεργασίες Διαχείρισης HTML Εγγράφων

Οι διεργασίες που σχετίζονται με τη **διαχείριση HTML εγγράφων** παρέχουν στο χρήστη τη δυνατότητα να εκτελέσει ορισμένες πρόσθετες ενέργειες σε ένα HTML έγγραφο, προκειμένου να το επεξεργαστεί. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι παρακάτω διεργασίες:

- **Αποθήκευση ενός HTML εγγράφου** στον τοπικό δίσκο. Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να αποθηκεύσει ένα παρουσιασμένο HTML έγγραφο σε ένα συγκεκριμένο φάκελο στον τοπικό δίσκο. Η διεργασία εκκινείται επιλέγοντας “Αποθήκευση” από τη λίστα επιλογών “Αρχείο”. Το έγγραφο αποθηκεύεται με το όνομα που έχουν ορίσει οι συγγραφείς του, ή με άλλο που ορίζει ο χρήστης. Η διεργασία αυτή παρέχεται στο μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο μόνο όταν είναι εγκαταστημένος σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή και όχι σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης. Στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο διάλογος της αποθήκευσης εγγράφου που παρουσιάζεται με την εκτέλεση της διεργασίας.



Σχήμα 2: Διάλογος αποθήκευσης εγγράφου

- **Αποθήκευση ενός HTML εγγράφου** στον τοπικό δίσκο με όνομα που ορίζει ο χρήστης (Αποθήκευση ως). Η διεργασία αυτή είναι όμοια με την προηγούμενη με τη διαφορά ότι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει τη διαδρομή και το όνομα με το οποίο θα αποθηκευτεί το αρχείο, σε ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου. Η διεργασία εκκινείται επιλέγοντας “Αποθήκευση ως” από τη λίστα επιλογών “Αρχείο”.
- **Εύρεση συγκεκριμένου κειμένου** μέσα το HTML έγγραφο. Η διεργασία παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να ερευνά για την ύπαρξη συγκεκριμένου κειμένου μέσα στο έγγραφο και αν βρεθεί να παραπέμπεται στο σημείο εμφάνισης. Η διεργασία εκκινείται επιλέγοντας “Αναζήτηση” από τη λίστα επιλογών “Αρχείο”. Ο χρήστης εισάγει σε ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου τη φράση που τον ενδιαφέρει και την επικυρώνει με τρόπο ανάλογο με τη συσκευή εισόδου που χρησιμοποιεί. Αν βρεθεί μέσα στο έγγραφο, ο χρήστης παραπέμπεται στο σημείο εμφάνισής του (π.χ. στην παράγραφο που το περιέχει), διαφορετικά πληροφορείται για την μη εύρεση με μήνυμα μέσω σύνθεσης φωνής.
- **Αντιγραφή κειμένου.** Κατά αντιστοιχία με τη διεργασία στην οπτική μορφή του εγγράφου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αντιγράψει ένα μέρος κειμένου μέσα από το μη οπτικό έγγραφο. Όταν ο χρήστης εντοπίσει την αρχή του τμήματος που επιθυμεί να αντιγράψει, τη σημειώνει με τρόπο ανάλογο της συσκευής που χρησιμοποιεί. Με παρόμοιο τρόπο, όταν εντοπίσει το τέλος του τμήματος που επιθυμεί να αντιγράψει, το σημειώνει ανάλογα. Στη συνέχεια κάνοντας την επιλογή αντιγραφής από την αντίστοιχη λίστα της διεπαφής χρήστη ή επιλέγοντας το αντίστοιχο πλήκτρο συντόμευσης, αντιγράφεται το κείμενο μεταξύ της αρχής και του τέλους, όπως σημειώθηκαν από το χρήστη.
- **Αποκοπή κειμένου.** Η διεργασία έχει ίδια ροή με αυτήν της αντιγραφής μέχρι τη σημείωση του τέλους του τμήματος κειμένου που επιθυμείται να διαγραφεί. Στη συνέχεια κάνοντας την επιλογή αποκοπής από την ίδια λίστα της διεπαφής χρήστη που περιέχει την επιλογή αντιγραφής, ή επιλέγοντας το αντίστοιχο πλήκτρο συντόμευσης, αποκόπτεται το κείμενο μεταξύ της αρχής και του τέλους, όπως σημειώθηκαν από το χρήστη.

- **Επικόλληση κειμένου.** Η διεργασία αυτή μπορεί να εκκινηθεί μόνο αφού προηγουμένως έχει ολοκληρωθεί τουλάχιστον μια διεργασία αντιγραφής κειμένου. Όταν ο χρήστης εντοπίσει το σημείο μέσα στο πεδίο κειμένου, στο οποίο επιθυμεί να επικολληθεί το τμήμα κειμένου που αντέγραψε, εκκινεί τη διεργασία είτε κάνοντας την επιλογή της επικόλλησης από την ίδια λίστα της διεπαφής χρήστη που περιέχει και την επιλογή της αντιγραφής, ή επιλέγοντας το αντίστοιχο πλήκτρο συντόμευσης, προστίθεται το αντιγραμμένο τμήμα κειμένου στο σημείο που όρισε ο χρήστης.

Διεργασίες Πλοήγησης Εντός Εγγράφου

Οι διεργασίες **πλοήγησης εντός ενός εγγράφου** παρέχουν στο χρήστη τη δυνατότητα να πλοηγηθεί ανάμεσα στα αντικείμενα ενός εγγράφου. Είναι από τις βασικότερες και περισσότερο ίσως χρησιμοποιούμενες διεργασίες του συστήματος. Οι τρόποι πλοήγησης σε ορισμένα αντικείμενα μπορεί να είναι όμοιοι μεταξύ τους, ενώ σε άλλα να παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη μεγάλη ποικιλία αντικειμένων που παρέχει η γλώσσα περιγραφής υπερκειμένων HTML. Για παράδειγμα η πλοήγηση μεταξύ των αντικειμένων του κυρίως κορμού του εγγράφου (body) είναι όμοια με αυτήν μεταξύ των αντικειμένων μέσα σε μια παράγραφο ή μια ενότητα (division) ή και μια φόρμα. Οι διεργασίες της πλοήγησης είναι εφικτές είτε μέσω του πληκτρολογίου, ή με είσοδο φωνής ή με χρήση του Joystick. Για την εξυπηρέτηση αυτής της ποικιλομορφίας και των διαφορετικών τρόπων πλοήγησης όπως παρουσιάστηκαν στις απαιτήσεις του Συστήματος, η κατηγορία των διεργασιών αυτών χωρίζεται στις παρακάτω υποκατηγορίες:

- Διεργασίες γραμμικής πλοήγησης. Οι διεργασίες αυτές εξυπηρετούν τον σειριακό και ένα μέρος από τον άμεσο τρόπο πλοήγησης.
- Διεργασίες πλοήγησης μεταξύ των κελιών ενός πίνακα. Αφορούν το αντικείμενο του πίνακα σε ένα HTML έγγραφο.
- Διεργασίες πλοήγησης μεταξύ των αντικειμένων μιας λίστας. Αφορούν τα αντικείμενα της αριθμημένης (ordered) ή μη αριθμημένης (unordered) λίστας καθώς και το αντικείμενο της λίστας επιλογών, που μπορεί να περιέχει φωλιασμένες υπο-λίστες.
- Διεργασίες πλοήγησης μεταξύ των αντικειμένων μιας φόρμας. Αφορούν το αντικείμενο της φόρμας (FORM element) και έχουν αρκετές ομοιότητες με τις διεργασίες γραμμικής πλοήγησης.
- Διεργασίες πλοήγησης μεταξύ των διαφορετικών πλαισίων (frames) HTML εγγράφων. Αφορούν τα αντικείμενα των πλαισίων που μπορεί να ορίζονται σε ένα HTML έγγραφο.

Διεργασίες Γραμμικής Πλοήγησης

Στην κατηγορία των διεργασιών **γραμμικής πλοήγησης** περιλαμβάνονται οι παρακάτω διεργασίες:

- **Μετάβαση στο επόμενο αντικείμενο.** Η διεργασία συγκαταλέγεται στους σειριακούς τρόπους πλοήγησης ανάμεσα στα αντικείμενα ενός εγγράφου. Το αποτέλεσμα της διεργασίας είναι η μετάβαση στο επόμενο στη σειρά αντικείμενο του εγγράφου. Ο χρήστης πληροφορείται για το είδος του αντικειμένου (π.χ. link, table) μέσω σύνθεσης φωνής. Αν η εκτέλεση της διεργασίας έχει σαν αποτέλεσμα την μετάβαση στο τελευταίο στη σειρά

αντικείμενο του HTML εγγράφου, ο χρήστης πληροφορείται με ανάλογο μήνυμα μέσω σύνθεσης φωνής.

- **Μετάβαση στο προηγούμενο αντικείμενο.** Η διεργασία είναι η αντίστροφη της προηγούμενης. Αν η εκτέλεση της διεργασίας έχει σαν αποτέλεσμα την μετάβαση στο πρώτο στη σειρά αντικείμενο του HTML εγγράφου, ο χρήστης πληροφορείται με ανάλογο μήνυμα μέσω σύνθεσης φωνής.
- **Μετάβαση στο πρώτο αντικείμενο.** Η διεργασία παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να μεταβαίνει στο πρώτο στη σειρά αντικείμενο από οποιοδήποτε σημείο και αν βρίσκεται στη πλοήγηση εντός του εγγράφου. Η διεργασία εκκινείται μόνο με τη χρήση του πληκτρολογίου, επιλέγοντας το πλήκτρο “f”.
- **Μετάβαση στο τελευταίο αντικείμενο.** Η διεργασία αυτή είναι η αντίστροφη της προηγούμενης και επιτυγχάνεται μόνο με τη χρήση του πληκτρολογίου, επιλέγοντας το πλήκτρο “l”.

Διεργασίες Πλοήγησης Μεταξύ Των Κελιών Ενός Πίνακα

Αντικείμενα πίνακα συναντώνται πολλές φορές σε σελίδες του Παγκοσμίου Ιστού. Ο πίνακας χρησιμοποιείται κυρίως για συγκεντρωτική παρουσίαση και σύγκριση δεδομένων. Περιέχει γραμμές και κάθε γραμμή περιέχει ένα σύνολο από κελιά. Το κάθε κελί μπορεί να περιέχει περισσότερα του ενός είδους αντικείμενα (κείμενο, κουμπιά, εικόνες, φόρμες, πίνακες κλπ). Στους περισσότερους πίνακες, κάθε στήλη έχει μια επικεφαλίδα και σε ορισμένοι παρέχουν επικεφαλίδες και στις γραμμές. Σε ένα πίνακα ο χρήστης πρέπει να έχει μια πληθώρα επιλογών για την **πλοήγηση μεταξύ των κελιών** του. Όταν πραγματοποιείται μετάβαση σε κάποιο κελί, ο χρήστης πληροφορείται για τη γραμμή, καθώς και τη στήλη στην οποία ανήκει. Οι διεργασίες που παρέχονται είναι οι εξής:

- **Μετακίνηση κατά ένα κελί προς τα πάνω.** Παρέχεται στο χρήστη η δυνατότητα να μεταβεί στην προηγούμενη γραμμή και στο κελί της ίδιας στήλης.
- **Μετακίνηση κατά ένα κελί προς τα κάτω.** Παρέχεται στο χρήστη η δυνατότητα να μεταβεί στην επόμενη γραμμή και στο κελί της ίδιας στήλης.
- **Μετακίνηση κατά ένα κελί προς τα δεξιά.** Η διεργασία αυτή παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να μεταβεί στο επόμενο κελί της ίδιας γραμμής.
- **Μετακίνηση κατά ένα κελί προς τα αριστερά.** Η διεργασία αυτή παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να μεταβεί στο προηγούμενο κελί της ίδιας γραμμής.
- **Μετακίνηση κατά ένα συγκεκριμένο αριθμό από το τρέχον κελί.** Ο αριθμός μπορεί να είναι είτε θετικός ή αρνητικός. Αν είναι θετικός πραγματοποιείται μετακίνηση κατά τόσα κελιά στη συλλογή της γραμμής, όσα προσδιορίζει ο αριθμός. Αν είναι αρνητικός, κατά παρόμοιο τρόπο πραγματοποιείται μετακίνηση προς τα αριστερά. Η διεργασία εκκινείται με τη χρήση πληκτρολογίου ή με είσοδο φωνής.
- **Μετακίνηση στην επικεφαλίδα γραμμής.** Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να μετακινηθεί στο κελί επικεφαλίδας της γραμμής (row header) στην οποία βρίσκεται. Η διεργασία εκκινείται είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου, με το συνδυασμό των πλήκτρων “Ctrl-r”, ή με είσοδο φωνής.
- **Μετακίνηση στην επικεφαλίδα στήλης.** Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να μετακινηθεί στο κελί επικεφαλίδας της στήλης (column header) στην οποία βρίσκεται. Η διεργασία εκκινείται είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου, με το συνδυασμό των πλήκτρων “Ctrl-c”, ή με είσοδο φωνής.

- **Μετακίνηση στην πρώτη επικεφαλίδα στήλης.** Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να μεταβεί στο κελί της πρώτης επικεφαλίδας στήλης, ανεξάρτητα από το κελί στο οποίο βρίσκεται.
- **Μετακίνηση στην τελευταία επικεφαλίδα στήλης.** Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να μεταβεί στο κελί της τελευταίας επικεφαλίδας στήλης, ανεξάρτητα από το κελί στο οποίο βρίσκεται.
- **Μετακίνηση στην πρώτη επικεφαλίδα γραμμής.** Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να μεταβεί στο κελί της πρώτης επικεφαλίδας γραμμής, ανεξάρτητα από το κελί και τη γραμμή στα οποία βρίσκεται.
- **Μετακίνηση στην τελευταία επικεφαλίδα γραμμής.** Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να μεταβεί στο κελί της τελευταίας επικεφαλίδας γραμμής, ανεξάρτητα από το κελί και τη γραμμή στα οποία βρίσκεται.
- **Μετακίνηση στην επόμενη επικεφαλίδα γραμμής.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβεί στο κελί της επόμενης επικεφαλίδας γραμμής, ανεξάρτητα από το τρέχων κελί και την τρέχουσα γραμμή.
- **Μετακίνηση στην προηγούμενη επικεφαλίδα γραμμής.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβεί στο κελί της προηγούμενης επικεφαλίδας γραμμής, ανεξάρτητα από το τρέχων κελί και την τρέχουσα γραμμή.
- **Μετακίνηση στην επόμενη επικεφαλίδα στήλης.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβεί στο κελί της επόμενης επικεφαλίδας στήλης από το τρέχων κελί στο οποίο βρίσκεται. Η διεργασία εκκινείται είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου, με το συνδυασμό των πλήκτρων “Ctrl-n”, ή με είσοδο φωνής.
- **Μετακίνηση στην προηγούμενη επικεφαλίδα στήλης.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβεί στο κελί της προηγούμενης επικεφαλίδας στήλης από το τρέχων κελί στο οποίο βρίσκεται. Η διεργασία εκκινείται είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου, με το συνδυασμό των πλήκτρων “Ctrl-p”, ή με είσοδο φωνής.

Όταν ο χρήστης εισέρχεται σε ένα αντικείμενο πίνακα, πληροφορείται για την περιγραφή του (caption) και περίληψη για τα περιεχόμενά του, αν παρέχονται από τον συγγραφέα του εγγράφου, μέσω σύνθεσης φωνής. Όταν επιλέγεται κάποιο κελί που δεν είναι επικεφαλίδα, αλλά κελί δεδομένων (table data), τότε ο χρήστης πληροφορείται για την επικεφαλίδα του κελιού μέσω σύνθεσης φωνής. Ακόμη, παρέχονται οι πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό των γραμμών ή στηλών που καταλαμβάνει το κελί, όπως ορίστηκε στις απαιτήσεις του συστήματος.

Διεργασίες Πλοήγησης Μεταξύ Των Αντικειμένων Μιας Λίστας

Για την πλοήγηση σε μια λίστα (αριθμημένη ή μη αριθμημένη ή με φωλιασμένες λίστες επιλογών) αντικειμένων παρέχονται οι παρακάτω διεργασίες:

- **Μετάβαση στο επόμενο αντικείμενο της λίστας.** Η διεργασία είναι ίδια με την αντίστοιχη της γραμμική πλοήγησης.
- **Μετάβαση στο προηγούμενο αντικείμενο της λίστας.** Η διεργασία είναι ίδια με την αντίστοιχη της γραμμική πλοήγησης.
- **Μετάβαση στο πρώτο αντικείμενο της λίστας, ή της τρέχουσας λίστας αν πρόκειται για φωλιασμένες λίστες επιλογών (Select element).** Η διεργασία εκκινείται είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου, με το πλήκτρο “F” ή με σύνθεση φωνής ή με χρήση Joystick.
- **Μετάβαση στο τελευταίο αντικείμενο της λίστας, ή της τρέχουσας λίστας αν πρόκειται για εμφωλευμένες λίστες επιλογών (Select element).** Είναι η αντίστροφη της προηγούμενης διεργασίας.

- **Μετάβαση στο αμέσως ανώτερο επίπεδο**, αν πρόκειται για υπο-λίστα επιλογών. Μια λίστα επιλογών (menu) μπορεί να περιέχει όχι μόνο επιλογές, αλλά και υπο-λίστες επιλογών. Παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιστρέψει στο αμέσως ανώτερο επίπεδο, το οποίο περιέχει την τρέχουσα υπο-λίστα.
- **Μετάβαση στο αμέσως κατώτερο επίπεδο** επιλογών, αν πρόκειται για υπο-λίστα επιλογών. Η διεργασία παρέχεται όταν ο χρήστης βρίσκεται στο αντικείμενο της υπο-λίστας επιλογών (Option group) και το επιλέξει με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιεί.
- **Μετάβαση στην αρχή της λίστας**. Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να μεταβεί στην αρχή της λίστας ή της βασικής λίστας, αν πρόκειται για λίστα επιλογών με υπο-λίστες.

Όταν πρόκειται για μια **μη αριθμημένη λίστα**, για κάθε αντικείμενο της λίστας εκφωνείται η περιγραφή του. Όταν πρόκειται για μια **αριθμημένη λίστα**, για κάθε αντικείμενο εκφωνείται αρχικά ο αύξων αριθμός του αντικειμένου και στη συνέχεια η περιγραφή του. Εάν πρόκειται για **λίστα επιλογών**, κατά την πλοήγηση αν το τρέχον αντικείμενο δεν είναι μια υπο-λίστα επιλογών εκφωνείται η περιγραφή του, διαφορετικά εκφωνείται ο τίτλος της υπο-λίστας επιλογών. Ο χρήστης γνωρίζει πάντα με τι είδους αντικείμενο βρίσκεται. Η επικύρωση μιας επιλογής πραγματοποιείται με τη χρήση του πλήκτρου “Enter”.

Διεργασίες Πλοήγησης Μεταξύ Των Αντικειμένων Μιας Φόρμας

Τα αντικείμενα φόρμας συναντώνται αρκετά συχνά στους δικτυακούς τόπους. Ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει ορισμένα πεδία και μπορεί να αλληλεπιδράσει με κάποιο πλήκτρο είτε για την αποστολή της φόρμας με τα συμπληρωμένα πεδία (submit), ή για να διαγράψει τις τιμές από όλα τα πεδία (reset). Τα αντικείμενα που περιέχει συνήθως μια φόρμα είναι πεδία κειμένου, ετικέτες για τα πεδία κειμένου, κουμπιά, κουμπιά επιλογής, και check-boxes. Οι διεργασίες που παρέχονται για την πλοήγηση μεταξύ των αντικειμένων μιας φόρμας είναι οι εξής:

- **Μετάβαση στο επόμενο στη σειρά αντικείμενο**. Η διεργασία είναι ίδια με την αντίστοιχη της γραμμικής πλοήγησης.
- **Μετάβαση στο προηγούμενο στη σειρά αντικείμενο**. Η διεργασία είναι ίδια με την αντίστοιχη της γραμμικής πλοήγησης.
- **Μετάβαση στο επόμενο πλήκτρο αποστολής** της φόρμας. Η μετάβαση είναι δυνατή από οποιοδήποτε σημείο βρίσκεται ο χρήστης εντός της φόρμας και εκκινείται με τη χρήση του πληκτρολογίου, επιλέγοντας το πλήκτρο “Ctrl-s” ή με χρήση του Joystick ή με είσοδο φωνής.
- **Μετάβαση στο επόμενο πλήκτρο διαγραφής** των τιμών από τα πεδία της φόρμας. Η μετάβαση είναι δυνατή από οποιοδήποτε σημείο βρίσκεται ο χρήστης και εκκινείται με τη χρήση του πληκτρολογίου, επιλέγοντας το πλήκτρο “Ctrl-r”, ή με χρήση του Joystick ή με είσοδο φωνής.

Όταν ο χρήστης επιλέξει ένα πεδίο κειμένου της φόρμας, τότε αλληλεπιδρά με ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου, και επικυρώνει την τιμή ανάλογα με τη συσκευή εισόδου που χρησιμοποιεί.

Διεργασίες Πλοήγησης Μεταξύ Των Πλαισίων HTML Εγγράφων

Σε ορισμένες περιπτώσεις κάποια HTML έγγραφα δεν περιέχουν άμεσα την πληροφορία, αλλά ορίζουν πλαίσια (frames) εγγράφων. Το κάθε πλαίσιο περιέχει ένα HTML έγγραφο, το οποίο με τη σειρά του περιέχει την πληροφορία. Κάθε φορά που φορτώνονται έγγραφα της μορφής αυτής, διατηρείται μια λίστα με τα πλαίσια εγγράφων. Ο χρήστης πρέπει να είναι σε θέση να **πλοηγείται μεταξύ των διαφορετικών πλαισίων**. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μεταβάσεις είναι εφικτές και μέσα από τον κύριο κορμό ενός HTML εγγράφου. Απλά χρειάζεται να πραγματοποιηθεί έξοδος από το κυρίως έγγραφο και εισαγωγή στη λίστα των πλαισίων, και στη συνέχεια η εκτέλεση της αντίστοιχης διεργασίας. Η πλοήγηση επιτυγχάνεται είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου, ή με είσοδο φωνής ή με χρήση Joystick. Οι διεργασίες που παρέχονται για την κατηγορία αυτή είναι οι εξής:

- **Μετάβαση στο επόμενο πλαίσιο.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβεί στο επόμενο στη σειρά πλαίσιο στη λίστα πλαισίων. Για κάθε πλαίσιο, εκφωνείται η περιγραφή του, αν έχει οριστεί, καθώς και ο τίτλος του εγγράφου που περιέχει.
- **Μετάβαση στο προηγούμενο πλαίσιο.** Η διεργασία είναι όμοια με την προηγούμενη με τη διαφορά ότι πραγματοποιείται μετάβαση στο προηγούμενο πλαίσιο στη λίστα πλαισίων.
- **Μετάβαση στο πρώτο πλαίσιο.** Η διεργασία είναι παρόμοια με την αντίστοιχη της γραμμικής πλοήγησης και εκκινείται με τον ίδιο τρόπο.
- **Μετάβαση στο τελευταίο πλαίσιο.** Η διεργασία είναι παρόμοια με την αντίστοιχη της γραμμικής πλοήγησης και εκκινείται με τον ίδιο τρόπο.

Αν ο χρήστης επιθυμεί να εισέλθει στο έγγραφο του πλαισίου που μετέβη, επιλέγει το πλαίσιο με τρόπο ανάλογο της συσκευής που χρησιμοποιεί.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι η παρουσίαση και πλοήγηση του βασικού κορμού (body) ενός εγγράφου πραγματοποιείται μέσα σε ένα μη οπτικό πλαίσιο («παράθυρο»). Ο χρήστης έχει πρόσβαση στο πλαίσιο είτε άμεσα μετά από την παραπομπή του σε κάποιο έγγραφο, με κάποιον από τους τρόπους που παρουσιάστηκαν, ή μέσω της γραμμής εργαλείων επιλέγοντας το αντικείμενο, που έχει ακουστική περιγραφή «Παράθυρο εγγράφου».

Διεργασίες Περιληπτικών Πληροφοριών

Στις διεργασίες περιληπτικών πληροφοριών περιλαμβάνονται οι παρακάτω:

- Πληροφόρηση για το πλήθος των πινάκων που περιέχονται στο έγγραφο.
- Πληροφόρηση για το πλήθος των αντικειμένων φόρμας που περιέχονται στο έγγραφο.
- Πληροφόρηση για το πλήθος των υπερ-συνδέσμων που περιέχονται στο έγγραφο.

Όλες οι παραπάνω διεργασίες εκκινούνται με την επιλογή του αντικειμένου που έχει ακουστική επιγραφή «Πληροφορίες εγγράφου» από τη λίστα επιλογών «Αρχείο». Για κάθε ένα από τα αντικείμενα που αναφέρθηκαν εκφωνείται ανάλογο μήνυμα.

Διεργασίες Εναλλακτικής Θέασης Εγγράφου

Στις εναλλακτικές θεάσεις του εγγράφου ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει παρόμοιες ενέργειες πλοήγησης και επεξεργασίας, με τη διαφορά ότι το σύνολο των αντικειμένων που παρουσιάζονται είναι περιορισμένο και συγκεκριμένου είδους (π.χ. υπερ-σύνδεσμοι). Ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στο επόμενο, προηγούμενο, το πρώτο ή το τελευταίο αντικείμενο της θέασης. Η επιλογή του αντικειμένου σε κάθε θέαση πραγματοποιείται με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιείται. Όλες οι θεάσεις είναι προσβάσιμες μέσα από τη λίστα επιλογών με ακουστική περιγραφή “Θέαση”, ενώ οι περισσότερες συχνά χρησιμοποιούμενες είναι επίσης προσβάσιμες επιλέγοντας το αντίστοιχο αντικείμενο από τη μη οπτική γραμμή εργαλείων, όπως θα δοθεί παρακάτω. Η πλοήγηση μεταξύ των θεάσεων αλλά κι ανεντός των θεάσεων πραγματοποιείται είτε με χρήση του πληκτρολογίου, ή με είσοδο φωνής ή με χρήση Joystick. Στην κατηγορία των διεργασιών **δημιουργίας εναλλακτικών θεάσεων** περιλαμβάνονται οι εξής διεργασίες:

- Δημιουργία θέασης για **παρουσίαση μόνο κειμένου**. Κρατούνται μόνο τα τμήματα κειμένου που συναντώνται μέσα σε άλλα αντικείμενα. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να πλοηγηθεί μεταξύ των τμημάτων με έναν από τους τρόπους που περιγράφηκαν παραπάνω (άμεσο ή σειριακό). Όταν ο χρήστης εισέρχεται στο τμήμα κειμένου, η πληροφορία παρουσιάζεται με σύνθεση φωνής και μέσω Braille. Υπάρχει η δυνατότητα για οσοδήποτε αριθμό επαναλήψεων της παρουσίασης του κειμένου.
- Δημιουργία όψης για **παρουσίαση μόνο συνδέσμων**. Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει και να επεξεργαστεί μια όψη του εγγράφου περιλαμβάνοντας μόνο τους υπερ-συνδέσμους. Για κάθε υπερ-σύνδεσμο παρουσιάζεται με σύνθεση φωνής η περιγραφή του, αν έχει οριστεί από το συγγραφέα του εγγράφου. Η επιλογή ενός υπερ-συνδέσμου από τη λίστα έχει σαν αποτέλεσμα την παραπομπή στο αντίστοιχο έγγραφο και την παρουσίασή του, εφόσον η παραπομπή είναι σωστή. Η όψη παρέχεται με την επιλογή του αντικειμένου με την ακουστική περιγραφή “Λίστα υπερ-συνδέσμων” από την μη οπτική γραμμή εργαλείων, ή επιλέγοντας «Λίστα υπερ-συνδέσμων» από τη λίστα επιλογών «Θεάσεις».
- Δημιουργία θέασης για **ιεραρχική παρουσίαση** όλων των αντικειμένων του εγγράφου. Είναι η θέαση, η οποία παρουσιάζεται κανονικά στο χρήστη αφού φορτωθεί και επεξεργαστεί κατάλληλα το έγγραφο. Τα αντικείμενα παρουσιάζονται σε ιεραρχημένη μορφή. Ένα αντικείμενο μπορεί να περιέχει άλλα αντικείμενα (π.χ. το κυρίως μέρος του εγγράφου (HTML element: body) να περιέχει μια παράγραφο (HTML element: P)). Στην παρουσίαση αυτή εφαρμόζεται ο τρόπος πλοήγησης ανάλογα με το αντικείμενο, καθώς όπως αναφέρθηκε διαφορετικά αντικείμενα μπορεί να υποστηρίζουν διαφορετικούς τρόπους πλοήγησης. Η μετάβαση από ένα αντικείμενο «παιδί» στο αντικείμενο «γονέα» (π.χ. από την παράγραφο στο κυρίως έγγραφο) εκκινείται με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιείται. Όταν ο χρήστης εισέρχεται σε ένα αντικείμενο, πληροφορείται για την είσοδό του και μπορεί πλέον να πλοηγηθεί στα αντικείμενα που περιέχει. Στο οπτικό τμήμα του Συστήματος Ναυτίλος, ίσως η ιεραρχική δομή του εγγράφου φαίνεται με την πρώτη ματιά, κάτι που δεν είναι εφικτό στο μη οπτικό τμήμα, αφού δεν είναι δυνατόν να εκμεταλλευτούμε την ικανότητα της όρασης. Η θέαση παρέχεται με επιλογή του αντικειμένου που έχει ακουστική περιγραφή “Παράθυρο εγγράφου” από τη μη οπτική γραμμή εργαλείων.

- Δημιουργία θέασης για **γραμμική παρουσίαση των πλαισίων** των HTML εγγράφων. Η θέαση αυτή παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να πλοηγηθεί μεταξύ των πλαισίων εγγράφων. Για κάθε πλαίσιο παρέχονται η περιγραφή του, αν υπάρχει, και ο τίτλος του εγγράφου που περιέχει μέσω σύνθεσης φωνής. Η όψη παρέχεται με επιλογή του αντικειμένου που έχει ακουστική περιγραφή “Πλαίσια” από τη μη οπτική γραμμή εργαλείων.
- Δημιουργία θέασης για **παρουσίαση μόνο ενεργών αντικειμένων** του εγγράφου. Τα ενεργά αντικείμενα του εγγράφου περιλαμβάνουν τους συνδέσμους, τα αντικείμενα που συναντώνται στις φόρμες, όπως είναι τα πεδία κειμένου, τα κουμπιά αποστολής της φόρμας ή τα κουμπιά διαγραφής των τιμών από τα πεδία κειμένου, καθώς και τα πλήκτρα επιλογής και τα check-boxes. Στα ενεργά αντικείμενα περιλαμβάνονται ακόμη τα image maps, και οι λίστες επιλογών. Η θέαση αυτή παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να πλοηγηθεί μεταξύ των ενεργών αντικειμένων του εγγράφου. Για κάθε ενεργό αντικείμενο παρέχονται η περιγραφή του. Έτσι, ο χρήστης είναι σε θέση να γνωρίζει το είδος του αντικειμένου, ενώ έχει και την απαραίτητη πληροφόρηση ώστε να αποφασίσει αν το επιλέξει ή όχι.
- Δημιουργία θέασης για **παρουσίαση μόνο επικεφαλίδων**. Η θέαση αυτή παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να πλοηγηθεί μεταξύ των επικεφαλίδων του εγγράφου. Για κάθε επικεφαλίδα παρουσιάζεται μέσω σύνθεσης φωνής το περιεχόμενό της. Η επιλογή μιας επικεφαλίδας έχει σαν αποτέλεσμα την παραπομπή του χρήστη στο αντίστοιχο σημείο του εγγράφου. Εάν ο χρήστης επιστρέψει στη συγκεκριμένη θέαση παρουσίασης, το σημείο στο οποίο βρίσκεται η πλοήγηση είναι εκείνο από το οποίο την εγκατέλειψε την τελευταία φορά, όπως συμβαίνει και με κάθε άλλη θέαση.
- Δημιουργία θέασης **γρήγορης ανάγνωσης**. Η θέαση αυτή επιτρέπει στο χρήστη να πλοηγηθεί μεταξύ όλων των αντικειμένων του εγγράφου. Όμως, για κάθε αντικείμενο παρουσιάζεται η περιγραφή του, και παρέχεται πρόσβαση στα περιεχόμενα του εγγράφου μόνο μετά από επιλογή του από το χρήστη.
- Διαχείριση **προσωπικών θεάσεων του εγγράφου** από το χρήστη. Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να διαχειριστεί θεάσεις για τα αντικείμενα που επιθυμεί και για τα οποία δεν παρέχονται από τις υπόλοιπες εναλλακτικές θεάσεις. Για παράδειγμα μπορεί να δημιουργήσει θέαση για παρουσίαση μόνο των πινάκων του εγγράφου. Η επιλογή αυτή θα έχει σαν αποτέλεσμα την παρουσίαση μιας λίστας επιλογών. Οι επιλογές της λίστας είναι οι εξής:
 - **Δημιουργία νέας θέασης.** Ο χρήστης ορίζει μια νέα εναλλακτική θέαση του εγγράφου μέσω ενός νέου διαλόγου. Ο διάλογος παρουσιάζει μια λίστα με αντικείμενα της γλώσσας περιγραφής υπερκειμένων HTML, από τα οποία ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα κάθε φορά. Στη συνέχεια ο χρήστης έχει την επιλογή να αποθηκεύσει τη θέαση στο δίσκο του συστήματος, προκειμένου να μπορεί να τη χρησιμοποιήσει σε μελλοντικές εκτελέσεις του πλοηγού.
 - **Διαμόρφωση θέασης.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει μια θέαση, την οποία έχει δημιουργήσει. Παρουσιάζεται μια λίστα με τις προσωπικές θεάσεις του χρήστη, από τις οποίες μπορεί να επιλεγεί μια κάθε φορά. Στη συνέχεια μπορεί να μεταβάλλει το είδος των αντικειμένων που θα παρουσιάζονται και να την αποθηκεύσει τη διαμορφωμένη θέαση.
 - **Διαγραφή θέασης.** Με την επιλογή αυτή παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να διαγράψει μια θέαση. Παρουσιάζεται μια λίστα με τις

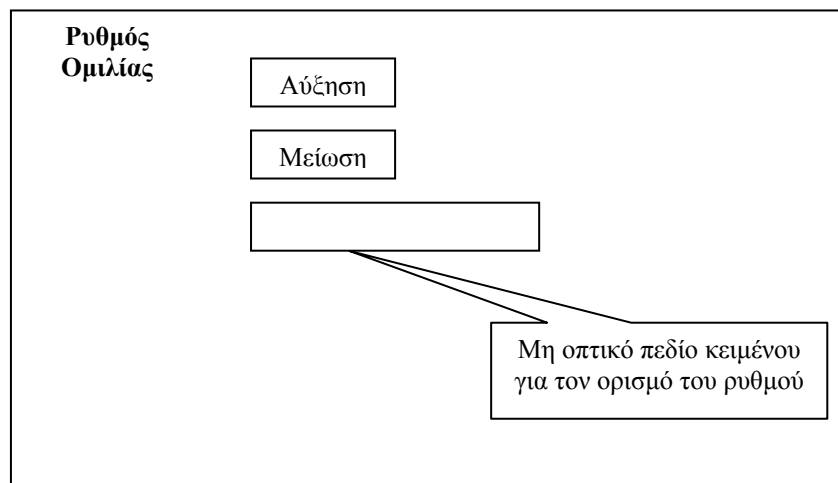
θεάσεις που έχει δημιουργήσει, από την οποία μπορεί να επιλέξει τις θεάσεις που επιθυμεί να διαγράψει. Στη συνέχεια μπορεί να επικυρώσει ή να ακυρώσει τη διαγραφή των θεάσεων που έχει επιλέξει.

Μετά τις τρεις βασικές επιλογές της λίστας διαχείρισης προσωπικών θεάσεων, απρουσιάζονται οι τίτλοι των θεάσεων που έχει δημιουργήσει ο χρήστης, μέσω των οποίων ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει κάποια από τις προσωπικές θεάσεις του για το έγγραφο.

Διεργασίες Ρυθμίσεων της Παρουσίασης Εγγράφου και Διεργασίας του Συστήματος

Ο χρήστης θα πρέπει να είναι σε θέση να θέτει ρυθμίσεις σχετικές με την παρουσίαση των πληροφοριών και της διεργασίας του συστήματος. Η παρουσίαση των πληροφοριών γίνεται μόνο μέσω σύνθεσης φωνής και μέσω του Braille. Οι ρυθμίσεις αφορούν κυρίως τη σύνθεση φωνής κι αυτές θα παρουσιαστούν παρακάτω. Οι ρυθμίσεις αυτές έχουν αναφερθεί και στις απαιτήσεις του Συστήματος και είναι διαθέσιμες από τη λίστα επιλογών “Ρυθμίσεις παρουσίασης”, η οποία με τη σειρά της επιλέγεται από τη λίστα επιλογών “Ρυθμίσεις”, που παρέχεται στο μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο. Παρέχονται οι παρακάτω διεργασίες ρυθμίσεων:

- **Ορισμός της έντασης του ήχου.** Ο ορισμός της έντασης επιτυγχάνεται από τον τυφλό χρήστη με τη μορφή αριθμών ή ποσοστών επί τοις εκατό. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή του αντικειμένου με την ακουστική περιγραφή “Ένταση ήχου” από τη λίστα επιλογών “Ρυθμίσεις παρουσίασης”. Στη συνέχεια ο χρήστης πληροφορείται για την τιμή της έντασης, την οποία μπορεί να μεταβάλλει σε ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου. Ο χρήστης επικυρώνει την μεταβολή ή ακυρώνει και επιστρέφει στην λίστα επιλογών “Ρυθμίσεις παρουσίασης”.
- **Διαχείριση του ρυθμού ομιλίας.** Ο χρήστης μπορεί να αυξάνει ή να μειώνει το ρυθμό ομιλίας κατά 5% κάθε φορά. Το εύρος του ρυθμού κυμαίνεται από 120 λέξεις/λεπτό έως τουλάχιστον 400 λέξεις/λεπτό. Όταν ο χρήστης επιλέγει τη συγκεκριμένη διεργασία θα έχει στη διάθεσή του τρεις επιλογές. Η μια επιλογή είναι για την αύξηση του ρυθμού, η δεύτερη για τη μείωση, ενώ η τρίτη είναι τον ακριβή ορισμό του ρυθμού με τη μορφή αριθμού σε ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου. Επιλέγοντας ένα από τα δυο πρώτα αντικείμενα, πραγματοποιείται αύξηση ή μείωση κατά 5% αντίστοιχα. Για κάθε μεταβολή του ρυθμού, ο χρήστης πληροφορείται για τη νέα τιμή. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Ρυθμός φωνής” από τη λίστα επιλογών “Ρυθμίσεις παρουσίασης”. Ο διάλογος που παρουσιάζεται για την διαχείριση του ρυθμού ομιλίας έχει την παρακάτω μη οπτική μορφή.

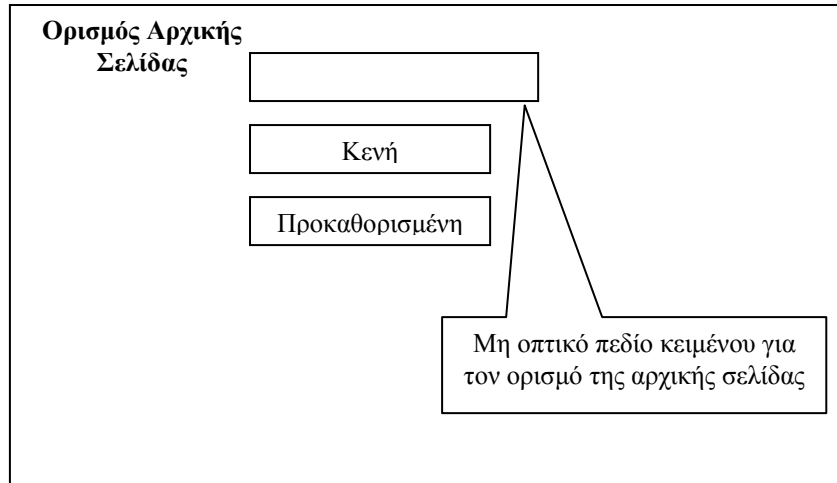


Σχήμα 3: Μη οπτική μορφή του διαλόγου διαχείρισης ρυθμού ομιλίας

- **Διαχείριση της έντασης της ομιλίας** ανεξάρτητα από άλλους ήχους. Ο χρήστης θα μπορεί να αυξομειώνει την ένταση της ομιλίας κατά 5% κάθε φορά. Η διεργασία είναι ακριβώς ίδια με την αντίστοιχη της διαχείρισης της έντασης του ήχου, με τη διαφορά ότι αφορά την ένταση της ομιλίας. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Ένταση φωνής” από τη λίστα επιλογών “Ρυθμίσεις παρουσίασης”.
- **Επιλογή του φύλου του προσώπου ομιλίας.** Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει μεταξύ αντρικής ή γυναικείας φωνής για την παρουσίαση των πληροφοριών. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική επιγραφή “Φύλο ομιλίας”. Ο χρήστης έχει δυο επιλογές, μια για αντρική και μια για γυναικεία φωνή, και μπορεί να επιλέξει μόνο μία κάθε φορά.

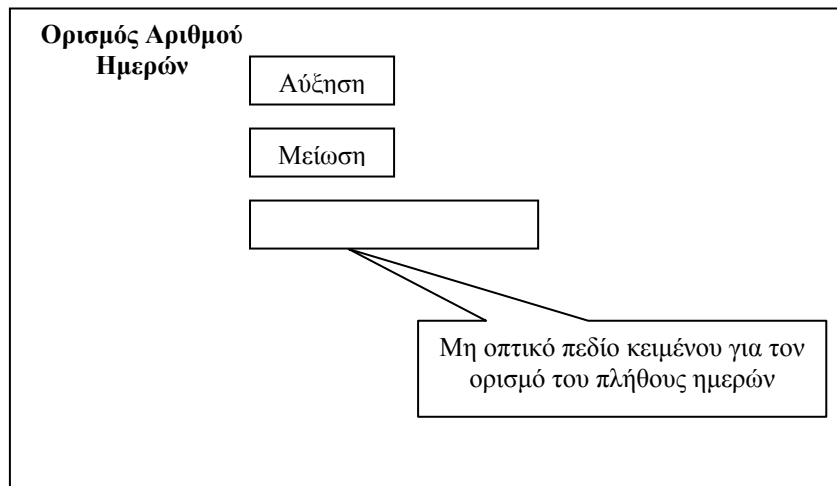
Οι παρακάτω ρυθμίσεις διεργασίας εκκινούνται από τη λίστα επιλογών «Ρυθμίσεις λειτουργίας», η οποία με τη σειρά της επιλέγεται από τη λίστα επιλογών «Ρυθμίσεις»:

- **Ορισμός της βασικής σελίδας που θα παρουσιάζεται** (homepage). Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να θέτει την βασική σελίδα που θα φορτώνεται όταν ξεκινάει η εκτέλεση της εφαρμογής, αλλά και όταν επιλεγεί η διεργασία πλοήγησης στην αρχική σελίδα. Ο χρήστης έχει στη διάθεσή του τρεις επιλογές: Η πρώτη είναι να θέσει ως αρχική σελίδα αυτήν που έχει προκαθοριστεί. Η δεύτερη είναι να θέσει ως αρχική την κενή σελίδα (blank) και η τρίτη είναι να θέσει ως αρχική μια σελίδα της επιλογής του. Στην τρίτη επιλογή, ο χρήστης εισάγει τη διεύθυνση της σελίδας που επιθυμεί σε ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Ορισμός βασικής σελίδας”. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η μη οπτική μορφή του διαλόγου αυτού.



Σχήμα 4: Μη οπτική μορφή του διαλόγου ορισμού αρχικής σελίδας

- **Διαγραφή των προσωρινών αρχείων** του Διαδικτύου που κρατούνται. Κατά την πλοήγηση στους δικτυακούς τόπους, το σύστημα κρατάει κάποια προσωρινά αρχεία. Τα αρχεία αυτά είναι συνήθως τύπου HTML και εικόνες που υπάρχουν στα HTML έγγραφα. Έτσι το σύστημα (όσον αφορά κυρίως το οπτικό τμήμα του Ναυτίλου) μπορεί να παρουσιάζει σε μικρότερο χρόνο ένα έγγραφο, το οποίο έχει παρουσιαστεί στο παρελθόν. Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να διαγράψει τα προσωρινά αρχεία, προκειμένου να ελευθερώσει χώρο στο σκληρό δίσκο. Με την εκτέλεση της διεργασίας ο χρήστης έχει δυο επιλογές: Η πρώτη είναι να επικυρώσει τη διαγραφή, και η δεύτερη είναι να ακυρώσει τη διαγραφή και να επιστρέψει στη λίστα επιλογών “Ρυθμίσεις διεργασίας”. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Διαγραφή προσωρινών αρχείων”.
- **Ρυθμίσεις του Ιστορικού των πλοηγήσεων.** Οι βασικές διεργασίες διαχείρισης του Ιστορικού των πλοηγήσεων παρέχονται από άλλη κατηγορία διεργασιών που θα παρουσιαστεί παρακάτω. Στις ρυθμίσεις αυτές ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα για τις εξής διεργασίες: α) Να ορίσει το πλήθος των ημερών για τις οποίες μια σελίδα θα διατηρείται στο Ιστορικό των πλοηγήσεων στον δίσκο του Συστήματος. Ο χρήστης θα έχει στη διάθεσή του τρεις επιλογές. Η μια θα είναι για την αύξηση με την ακουστική περιγραφή “Αύξηση”, η δεύτερη για τη μείωση, με την ακουστική περιγραφή “Μείωση” και η τρίτη για τον άμεσο ορισμό του πλήθους των ημερών σε ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου, με την ακουστική περιγραφή “Ορισμός ημερών παραμονής”. β) Να διαγράψει όλες τις καταχωρήσεις του Ιστορικού πλοηγήσεων, επιλέγοντας το αντικείμενο με την ακουστική περιγραφή “Διαγραφή ιστορικού”. Ο χρήστης θα πρέπει στη συνέχεια είτε να επικυρώσει τη διαγραφή με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Επιβεβαίωση διαγραφής”, ή να ακυρώσει τη διαγραφή, και να επιστρέψει στις ρυθμίσεις του Ιστορικού πλοηγήσεων, με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Ακύρωση”. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Ρυθμίσεις ιστορικού”. Ο διάλογος για τον ορισμό των ημερών παραμονής στο Ιστορικό έχει τη μορφή που παρουσιάζεται παρακάτω.



Σχήμα 5: Μη οπτική μορφή του διαλόγου ορισμού των ημερών παραμονής στο Ιστορικό των Πλοηγήσεων

Στις διεργασίες ρυθμίσεων παρέχονται επιπλέον και οι περισσότερες επιλογές που συναντώνται συνήθως στις εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, και προτείνονται από τις οδηγίες User Agent Accessibility Guidelines. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τις ρυθμίσεις που αφορούν συσκευές εισόδου, όπως είναι το πληκτρολόγιο. Μπορεί να μεταβάλλει τα πλήκτρα που έχουν προκαθοριστεί μέσω των οποίων θα πραγματοποιείται η πλοήγηση, καθώς και η εκκίνηση διεργασιών. Την ίδια διαδικασία μπορεί να εκτελέσει για την μεταβολή χαρακτηριστικών που έχουν οριστεί από το συγγραφέα του εγγράφου, και δεν είναι ίδια με τα αντίστοιχα που έχουν οριστεί για τον πλοηγό Ναυτίλο. Ακόμη μπορεί να ορίσει την μορφή παρουσίασης των συνδέσμων του εγγράφου, καθώς και να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει την προειδοποίηση για την αποστολή φόρμας μετά τη συμπλήρωση των στοιχείων στα πεδία της. Άλλες ρυθμίσεις περιλαμβάνουν την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση της πληροφόρησης για παρουσίαση εικόνων, video, ήχων παρασκηνίου ή κινούμενων εικόνων. Οι διεργασίες αυτές πραγματοποιούνται από αντίστοιχους διαλόγους επιλογής αντικειμένων, παρόμοιους με αυτούς που έχουν ήδη παρουσιαστεί. Οι ρυθμίσεις που θέτει ο κάθε χρήστης μπορεί να αποθηκευτούν ως προφίλ χρήστη. Για τη διαχείριση των προφίλ παρέχονται οι δυνατότητες δημιουργίας νέου, διαμόρφωσης και διαγραφής ενός υπάρχοντος προφίλ χρήστη.

Διεργασίες Διαχείρισης του Ιστορικού των Πλοηγήσεων

Το σύστημα για κάθε HTML έγγραφο που παρουσιάζει, διατηρεί τη διεύθυνσή του σε μια λίστα. Η λίστα αυτή αποτελεί το Ιστορικό πλοήγησης (History). Για κάθε διεύθυνση που προστίθεται στο Ιστορικό, κρατούνται και κάποια πρόσθετα στοιχεία, όπως είναι η ημερομηνία και η ώρα της πρώτης πλοήγησης στο έγγραφο που της αντιστοιχεί και ο τίτλος του εγγράφου. Κάθε φορά που ο χρήστης επισκέπτεται το έγγραφο που αντιστοιχεί στη διεύθυνση, τότε στην αντίστοιχη καταχώρηση ανανεώνεται η ημερομηνία και ώρα της τελευταίας επίσκεψης, καθώς και ο αριθμός των συνολικών επισκέψεων. Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να **διαχειρίζεται το Ιστορικό των πλοηγήσεων** στα HTML έγγραφα. Η κατηγορία των αντίστοιχων διεργασιών εξυπηρετεί αυτό το σκοπό. Οι διεργασίες που παρέχονται είναι οι εξής:

- **Άνοιγμα και διάβασμα του Ιστορικού** από το Δίσκο. Η διεργασία έχει ως αποτέλεσμα την παρουσίαση μέσω σύνθεσης φωνής της λίστας με το Ιστορικό

των πλοηγήσεων σύμφωνα με την τρέχουσα ημερομηνία, με τις νεότερες καταχωρήσεις να είναι στο τέλος της λίστας. Αυτή είναι η αρχική όψη παρουσίασης του Ιστορικού, η οποία μπορεί να μεταβληθεί, όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω. Η διεργασία εκκινείται επιλέγοντας το αντικείμενο με την ακουστική περιγραφή “Ιστορικό πλοηγήσεων” από την μη οπτική γραμμή εργαλείων του συστήματος.

- **Έξοδος από τη λίστα του Ιστορικού.** Πραγματοποιείται έξοδος από το Ιστορικό των πλοηγήσεων, ενώ αποθηκεύονται οι όποιες αλλαγές, που επιχείρησε ο χρήστης.

Όπως αναφέρθηκε αρχικά, το Ιστορικό των πλοηγήσεων περιλαμβάνει το συνολικό (Total History), που αποθηκεύεται μόνιμα στο Δίσκο (μέχρι να περάσει το πλήθος των ημερών ή μέχρι να τη διαγράψει ο χρήστης) και το προσωρινό Ιστορικό (Session History), που περιλαμβάνει την τρέχουσα διεργασία του συστήματος. Τα δυο είδη Ιστορικού των πλοηγήσεων υποστηρίζουν τις ίδιες διεργασίες παρουσίασης, πλοήγησης και επεξεργασίας των αντικειμένων τους. Οι διεργασίες είναι οι εξής:

- **Διαγραφή της λίστας.** Παρέχεται η δυνατότητα διαγραφής όλων των αντικειμένων της λίστας. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή του αντικειμένου, που έχει την ακουστική περιγραφή “Διαγραφή λίστας” και βρίσκεται στην πρώτη θέση της λίστας.
- **Διαγραφή αντικειμένου της λίστας.** Όταν ο χρήστης κατά την πλοήγηση στα αντικείμενα βρεθεί στο αντικείμενο που επιθυμεί να διαγράψει, το επιτυγχάνει με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιεί.
- **Παρουσίαση των αντικειμένων της λίστας.** Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή του αντικειμένου που έχει ακουστική περιγραφή “Παρουσίαση αντικειμένων κατά:” και βρίσκεται στη δεύτερη θέση της λίστας του Ιστορικού, που παρουσιάζεται με την επιλογή του αντικειμένου από την μη οπτική γραμμή εργαλείων με την ακουστική περιγραφή “Ιστορικό πλοηγήσεων”. Η διεργασία έχει σαν αποτέλεσμα την παρουσίαση μιας λίστας επιλογών που αντιστοιχούν στα κριτήρια παρουσίασης των αντικειμένων. Τα κριτήρια παρουσίασης είναι τα εξής:
 - **Ο τίτλος των εγγράφων.** Η παρουσίαση πραγματοποιείται αλφαβητικά ως προς τον τίτλο των εγγράφων που αντιστοιχούν στις διευθύνσεις. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Τίτλος εγγράφου”.
 - **Η ημερομηνία πρόσβασης** στα έγγραφα. Στην αρχή της λίστας εμφανίζονται τα παλαιότερα στοιχεία και στο τέλος τα νεότερα. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Ημερομηνία πρόσβασης”.
 - **Η ώρα πρόσβασης** στα έγγραφα. Όπως και προηγουμένως, στην αρχή της λίστας εμφανίζονται τα παλαιότερα στοιχεία και στο τέλος τα νεότερα. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Ωρα”.
 - **Τον συνολικό αριθμό επισκέψεων** στα έγγραφα. Στην αρχή της λίστας παρουσιάζονται οι διευθύνσεις που αντιστοιχούν σε έγγραφα με τον μεγαλύτερο αριθμό επισκέψεων, ενώ στο τέλος παρουσιάζονται οι διευθύνσεις που αντιστοιχούν σε έγγραφα με τον μικρότερο αριθμό επισκέψεων. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή που έχει ακουστική περιγραφή “Συνολικός αριθμός επισκέψεων”.

Διεργασίες Αποθήκευσης και Διαχείρισης Διευθύνσεων

Σε κάθε εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να **αποθηκεύει τις διευθύνσεις δικτυακών τόπων**, που επιθυμεί και τις οποίες χρησιμοποιεί συχνά. Οι διευθύνσεις αυτές αποθηκεύονται σε μια λίστα (Bookmarks). Κάθε φορά που θέλει να πλοηγηθεί σε μια καταχωρημένη διεύθυνση, μπορεί να την επιλέξει από τη λίστα καταχωρήσεων αντί να την πληκτρολογήσει στο μη οπτικό πεδίο κειμένου. Στις διευθύνσεις της λίστας καταχωρούνται επιπλέον και στοιχεία όπως ο τίτλος του εγγράφου που αντιστοιχεί στη διεύθυνση, η ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης και ο συνολικός αριθμός προσβάσεων στο έγγραφο. Κάθε φορά που ο χρήστης πλοηγείται σε μια καταχωρημένη διεύθυνση, ανανεώνονται η ημερομηνία και αυξάνεται ο αριθμός των προσβάσεων στην αντίστοιχη καταχώρηση. Παρέχεται επιπλέον η δυνατότητα να οργανώνει τις διευθύνσεις σε φακέλους (υπο-λίστες), όπως κρίνει ο ίδιος. Σε κάθε φάκελο παρέχονται οι ίδιες διεργασίες. Η πλοήγηση στα αντικείμενα που περιέχουν οι φάκελοι πραγματοποιείται με χρήση του σειριακού τρόπου, που έχει ήδη περιγραφεί. Η κατηγορία των διεργασιών διαχείρισης των αποθηκευμένων διευθύνσεων παρέχει σχετικές διεργασίες, και είναι η τελευταία όσον αφορά τις κατηγορίες παροχής δυνατοτήτων στο χρήστη. Οι διεργασίες που παρέχονται είναι οι εξής:

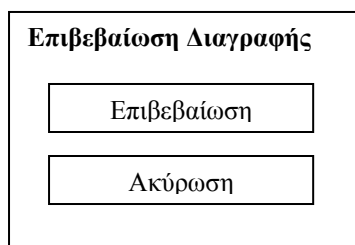
- **Άνοιγμα και διάβασμα** των καταχωρημένων διευθύνσεων. Η διεργασία έχει ως αποτέλεσμα την παρουσίαση μέσω σύνθεσης φωνής της λίστας με τις καταχωρημένες διευθύνσεις, τους φακέλους, καθώς και των αντικειμένων, των οποίων η επιλογή συνεπάγεται κάποια ενέργεια, όπως θα παρουσιαστούν στη συνέχεια. Η διεργασία εκκινείται επιλέγοντας το αντικείμενο με την ακουστική περιγραφή “Διευθύνσεις” από την μη οπτική γραμμή εργαλείων του συστήματος.
- **Διαγραφή όλων των καταχωρημένων διευθύνσεων όλης της λίστας** (από όλους τους φακέλους). Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να «αδειάσει» όλη τη λίστα των καταχωρημένων διευθύνσεων. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή του αντικειμένου που έχει ακουστική περιγραφή “Διαγραφή λίστας” που βρίσκεται στην πρώτη θέση της αρχικής λίστας (αρχικός φάκελος), η οποία αναδύεται μετά την επιλογή του αντικειμένου “Διευθύνσεις”. Ο χρήστης στη συνέχεια θα πρέπει να επικυρώσει τη διαγραφή, επιλέγοντας το αντικείμενο (σε ένα νέο διάλογο) με την ακουστική περιγραφή “Επιβεβαίωση διαγραφής” ή να ακυρώσει και να επιστρέψει στην αρχική λίστα επιλέγοντας το αντικείμενο με την ακουστική περιγραφή “Ακύρωση”.
- **Εισαγωγή μιας νέας διεύθυνσης**. Η διεύθυνση καταχωρείται στον τρέχων φάκελο και η διεργασία εκκινείται με την επιλογή του αντικειμένου που έχει ακουστική περιγραφή “Προσθήκη διεύθυνσης”, η οποία βρίσκεται στην δεύτερη θέση του αρχικού φακέλου και στην πρώτη των υπολοίπων φακέλων. Η διεύθυνση προστίθεται στο τέλος του φακέλου.
- **Διαγραφή μιας διεύθυνσης**. Η διεύθυνση διαγράφεται από τον τρέχων φάκελο. Η διεργασία εκκινείται με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου, όταν ο χρήστης βρίσκεται κατά την πλοήγηση στην διεύθυνση που σκοπεύει να διαγράψει.
- **Δημιουργία ενός νέου φακέλου**. Ο νέος φάκελος περιέχεται στον τρέχων φάκελο. Ο χρήστης προσδιορίζει το όνομα του νέου φακέλου σε ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου και στη συνέχεια το επικυρώνει. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή του αντικειμένου που έχει ακουστική περιγραφή “Δημιουργία

φακέλου” και βρίσκεται στην τρίτη θέση του αρχικού φακέλου και στην δεύτερη των υπολοίπων φακέλων.

- **Διαγραφή ενός φακέλου.** Ο φάκελος διαγράφεται από τον τρέχων φάκελο (τον φάκελο «γονέα»). Η διεργασία εκκινείται με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου, όταν ο χρήστης βρίσκεται κατά την πλοήγηση στον φάκελο που σκοπεύει να διαγράψει. Ο χρήστης στη συνέχεια θα πρέπει να επικυρώσει τη διαγραφή, επιλέγοντας το αντικείμενο (σε ένα νέο διάλογο) με την ακουστική περιγραφή “Επιβεβαίωση διαγραφής” ή να ακυρώσει και να επιστρέψει στον τρέχων φάκελο, επιλέγοντας το αντικείμενο με την ακουστική περιγραφή “Ακύρωση”.
- **Διαγραφή όλων των καταχωρήσεων** ενός φακέλου. Παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να διαγράψει όλες τις καταχωρήσεις από τον τρέχων φάκελο. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι φάκελοι που περιέχονται δεν διαγράφονται. Η διεργασία εκκινείται με την επιλογή του αντικειμένου που έχει ακουστική περιγραφή “Διαγραφή περιεχομένων φακέλου” και βρίσκεται στην τέταρτη θέση του αρχικού φακέλου και στην τρίτη των υπολοίπων φακέλων.
- **Μεταφορά ενός φακέλου σε κάποιον άλλο.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει ένα φάκελο και τα περιεχόμενά του σε κάποιον άλλο φάκελο. Η μεταφορά αφορά τον τρέχων φάκελο. Η διεργασία εκκινείται με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου, ή την επιλογή του αντικειμένου με ακουστική περιγραφή “Μετακίνηση φακέλου” που βρίσκεται στην πέμπτη θέση του αρχικού φακέλου και την τέταρτη των υπολοίπων. Στη συνέχεια ο χρήστης πλοηγείται στο φάκελο, στον οποίο επιθυμεί να προσθέσει τον φάκελο που επέλεξε προηγουμένως, και τον προσθέτει με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιεί.

Για κάθε διεύθυνση της λίστας παρουσιάζεται ο τίτλος του εγγράφου που της αντιστοιχεί μέσω σύνθεσης φωνής. Αν πρόκειται για φάκελο διευθύνσεων, παρουσιάζεται η χαρακτηριστική λέξη “Φάκελος:” ακολουθούμενη από το όνομα του φακέλου, μέσω σύνθεσης φωνής.

Όπως είδαμε στην ανάλυση των διεργασιών διαχείρισης του Ιστορικού των πλοηγήσεων και καταχώρησης και επεξεργασίας διευθύνσεων, όταν ο χρήστης επιλέξει να διαγράψει όλα τα περιεχόμενα είτε της λίστας του Ιστορικού των Πλοηγήσεων, είτε της λίστας των καταχωρημένων διευθύνσεων (Favorites) ή ενός φακέλου διευθύνσεων, θα πρέπει να επιβεβαιώσει τη διαγραφή, προκειμένου να ολοκληρωθεί η διεργασία. Ο διάλογος με τον οποίο έρχεται ο αντιμέτωπος ο χρήστης στις περιπτώσεις αυτές έχει την παρακάτω μη οπτική μορφή.



Σχήμα 6: Μη οπτική μορφή διαλόγου επιβεβαίωσης ή ακύρωσης διαγραφής

3.1.3 Η Σχεδίαση της Διεπαφής Χρήστη

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί η σχεδίαση της διεπαφής χρήστη. Η διεπαφή που θα παρουσιαστεί είναι η τελική έκδοση μετά από την αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε σε ορισμένα πρωτότυπα. Η διεπαφή χρήστη αποτελεί το ανώτερο τμήμα του Συστήματος, με το οποίο ο χρήστης έρχεται σε επαφή προκειμένου να εκτελέσει τις διεργασίες που του παρέχονται. Η σχεδίασή της, όπως και αυτή των πρωτοτύπων βασίστηκε σε βιβλιογραφία σχετική με τις διεργασίες πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό και ειδικότερα την πλοήγηση από τυφλούς χρήστες. Έχει δοθεί έμφαση στην απλότητα και την ευχρηστία, καθιστώντας εφικτή παράλληλα την εκτέλεση όλων των διεργασιών που παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Η διεπαφή χρήστη του πλοηγού Ναυτίλου είναι μη οπτική, όπως έχει προσδιοριστεί από την αρχή της περιγραφής του συστήματος. Όταν ο χρήστης επιθυμεί να εκτελέσει μια διεργασία, διατρέχει σειριακά τα χαρακτηριστικά (controls) μέχρι να βρει το αντίστοιχο για τη διεργασία. Όλα τα χαρακτηριστικά, για το χρήστη αποτελούν μη οπτικά αντικείμενα. Για κάθε αντικείμενο που συναντάει πληροφορείται για το όνομά του μέσω σύνθεσης φωνής. Όπως έχει ήδη διαφανεί από την παρουσίαση και ανάλυση των διεργασιών, ακολουθώντας τις βασικές αρχές καλής σχεδίασης, τα ονόματα των αντικειμένων έχουν επιλεγεί έτσι ώστε να είναι όσο το δυνατόν σύντομα αλλά περιεκτικά. Αυτό συντελεί στο να κατανοεί άμεσα ο χρήστης τη διεργασία που εκτελεί το αντικείμενο. Οι δυνατότητες που παρέχονται στο χρήστη για την απλοποίηση της σάρωσης των αντικειμένων είναι μετάβαση σε επόμενο χαρακτηριστικό και μετάβαση σε προηγούμενο χαρακτηριστικό. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα από το αρχικό χαρακτηριστικό να μεταβαίνει στο τελευταίο στη διάταξη σάρωσης, χρησιμοποιώντας τη μετάβαση προς τα πίσω. Το ίδιο ισχύει και για τη μετάβαση από το τελευταίο, στο πρώτο, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιείται η μετάβαση προς το επόμενο αντικείμενο. Σύμφωνα με την αρχή κατά την οποία τα χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν στις συχνότερα χρησιμοποιούμενες διεργασίες θα πρέπει να είναι κοντά στον χρήστη [27], χρησιμοποιείται μια μη οπτική γραμμή εργαλείων. Αυτή περιέχει τα χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν στις δημοφιλέστερες διεργασίες του χρήστη. Σε αναλογία με μια οπτική γραμμή εργαλείων, τα χαρακτηριστικά που περιέχει η μη οπτική είναι στην πραγματικότητα μη οπτικά κουμπιά. Η τοποθέτηση των χαρακτηριστικών εκτέλεσης διεργασιών του πλοηγού Ναυτίλου έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να συνδυάζεται η ευχρηστία με την παροχή διεργασιών. Πραγματοποιήθηκε ομαδοποίηση των χαρακτηριστικών στη μη οπτική γραμμή εργαλείων με βάση την κατηγοριοποίηση των διεργασιών πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, όπως προκύπτει από παρατηρήσεις ερευνών [17, 28, 29, 40]. Η ομαδοποίηση χαρακτηριστικών προτείνεται επιπλέον αποτελεί αρχή καλής σχεδίασης για την προώθηση της ευχρηστίας [16].

Από τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί [17] έχουν παρατηρηθεί τρεις βασικές κατηγορίες διεργασιών, οι οποίες καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό εκτέλεσης. Στην πρώτη περιλαμβάνονται οι διεργασίες που αφορούν τη χρήση του εγγράφου, όπως είναι η ανάγνωσή του και η πλοήγηση μέσα σε αυτό. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι διεργασίες πλοήγησης σε άλλα έγγραφα. Όπως είδαμε και στην ανάλυση των επιμέρους διεργασιών στην ενότητα της σχεδίασης, υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους πραγματοποιείται η πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό. Στην πραγματικότητα όμως, μόνο λίγοι από αυτούς χρησιμοποιούνται περισσότερο [17,

28]. Με βάση τις διεργασίες πλοήγησης που χρησιμοποιούνται περισσότερο, έχουν τοποθετηθεί και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά στην μη οπτική γραμμή εργαλείων στο σύνολο των διεργασιών πλοήγησης, όπως και οι επιλογές στις αντίστοιχες λίστες.

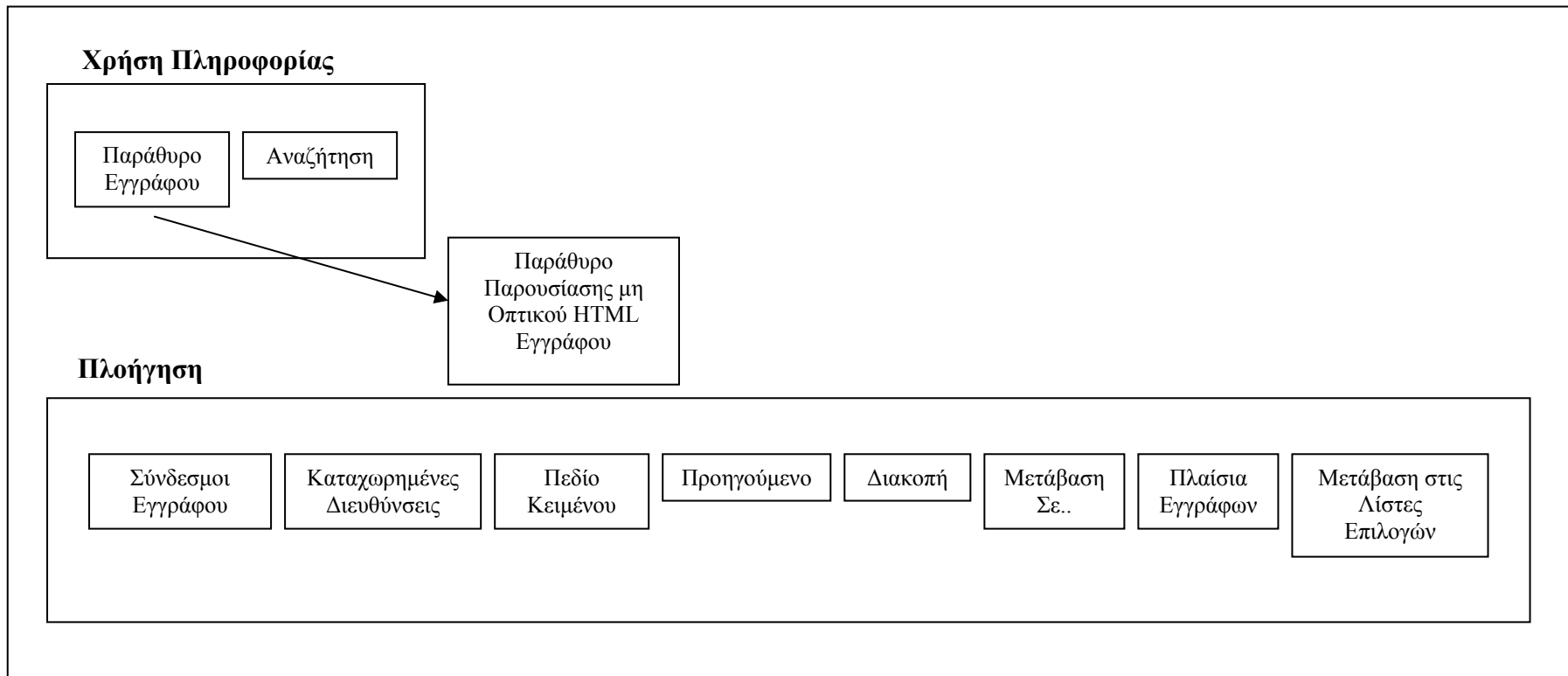
Οι λίστες επιλογών, είναι συγκεντρωμένες μέσα σε ένα αντικείμενο με την ακουστική περιγραφή “Λίστες επιλογών”. Οι επιλογές σε κάθε λίστα έχουν τοποθετηθεί με βάση την εκτιμώμενη συχνότητα χρήσης. Στις ανώτερες θέσεις κάθε λίστας εντοπίζονται οι συχνότερες διεργασίες, ενώ στις κατώτερες θέσεις εντοπίζονται οι λιγότερο συχνά εκτελούμενες διεργασίες. Προκειμένου ο χρήστης να επιλέξει κάποια λίστα επιλογών και να πλοηγηθεί στις διεργασίες που παρέχει, θα πρέπει αρχικά να επιλέξει το αντικείμενο “Λίστες επιλογών” και στη συνέχεια τη λίστα επιλογών που επιθυμεί. Κρίθηκε σωστός αυτός ο τρόπος σχεδίασης για τις λίστες επιλογών, ακολουθώντας την αρχή σχεδίασης σύμφωνα με την οποία διεργασίες που δεν χρησιμοποιούνται πολύ συχνά είναι καλό να «καλύπτονται» διακριτικά από το χρήστη [16]. Ο τελευταίος έχει τη δυνατότητα να τις «αποκαλύψει» όποτε σκοπεύει να χρησιμοποιήσει κάποια. Η σχεδίαση αυτή έγινε επιπλέον προκειμένου να διευκολύνεται ο χρήστης κατά τη σάρωση των χαρακτηριστικών και να εντοπίζει σε σύντομο χρονικό διάστημα το χαρακτηριστικό που αντιστοιχεί στην επιθυμητή διεργασία. Αν η σχεδίαση είχε πραγματοποιηθεί έτσι ώστε η πλοήγηση στα χαρακτηριστικά να πραγματοποιείται σε δύο διαστάσεις (κινήσεις πάνω, κάτω, αριστερά, δεξιά), ο χρήστης θα έπρεπε να θυμάται τις θέσεις των χαρακτηριστικών, ειδικά τις πρώτες φορές διεργασίας του συστήματος, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η εκτέλεση των διεργασιών που επιθυμεί. Με τη σχεδίαση όμως που έχει επιλεγεί, η γνώση βρίσκεται στο περιβάλλον του Συστήματος [16], ενώ μπορεί να αφομοιωθεί εύκολα, αφού εξοικειωθεί ο χρήστης [16].

Όπως έχει διαφανεί από το προηγούμενο κεφάλαιο, και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η μη οπτική γραμμή εργαλείων αποτελεί ίσως το σημαντικότερο τμήμα της μη οπτικής διεπαφής χρήστη, και είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για την ευχρηστία του συστήματος. Στην εκκίνηση εκτέλεσης του πλοηγού Ναυτίλου, η εστίαση του χρήστη αποδίδεται στη μη οπτική γραμμή εργαλείων. Από τη γραμμή εργαλείων έχει πρόσβαση διατρέχοντάς την σε οποιαδήποτε διεργασία, επιλέγοντας το αντίστοιχο χαρακτηριστικό. Στις λίστες επιλογών και στο παράθυρο παρουσίασης του βασικού κορμού ενός εγγράφου έχει πρόσβαση επίσης από τη μη οπτική γραμμή εργαλείων, επιλέγοντας τα αντικείμενα με τις ακουστικές περιγραφές “Λίστες επιλογών” και “Παράθυρο εγγράφου” αντίστοιχα.

Στις περισσότερες διεργασίες που παρέχονται από τα χαρακτηριστικά της μη οπτικής γραμμής εργαλείων, ο χρήστης έχει επίσης πρόσβαση μέσα από το έγγραφο, στο οποίο πλοηγείται. Όταν ο χρήστης εξοικειωθεί περισσότερο με το σύστημα, κάποιες από τις διεργασίες μπορεί να τις εκτελεί απευθείας μέσα από το έγγραφο, χωρίς να χρειάζεται να μεταβεί στη μη οπτική γραμμή εργαλείων, προκειμένου να εντοπίσει το αντίστοιχο χαρακτηριστικό.

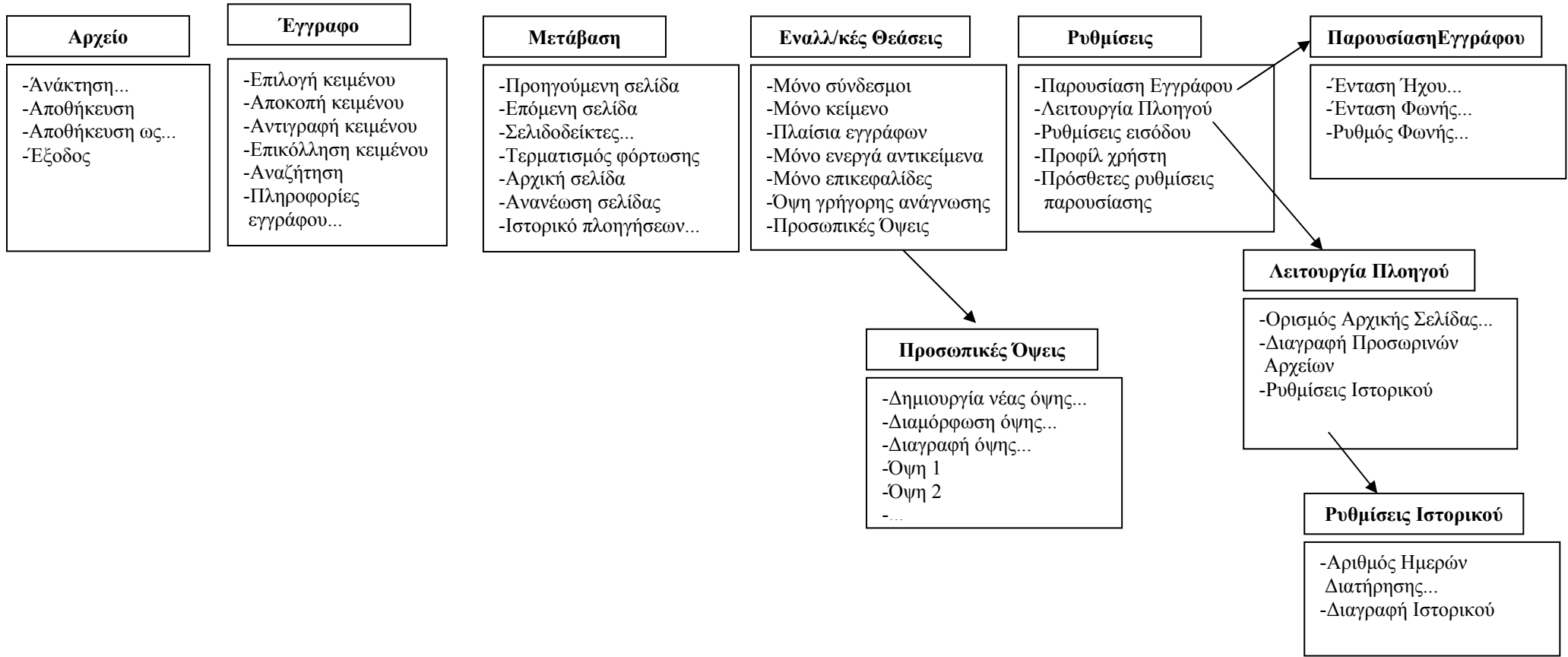
Στα σχεδιάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η διεπαφή χρήστη με τη (μη οπτική) μορφή που έχει για τον τυφλό χρήστη. Στο πρώτο σχήμα (Σχήμα 7) παρουσιάζονται τα σύνολα των χαρακτηριστικών, όπως είναι τοποθετημένα στη μη οπτική γραμμή εργαλείων, και στο δεύτερο (Σχήμα 8), οι λίστες επιλογών που παρέχονται. Η διάταξη των χαρακτηριστικών στη μη οπτική γραμμή εργαλείων παρουσιάζεται με τον τρόπο κατά τον οποίο διατρέχονται από αριστερά προς τα δεξιά. Τα χαρακτηριστικά έχουν τοποθετηθεί με τη σειρά που φαίνεται, ακολουθώντας την αρχή καλής σχεδίασης σύμφωνα με την οποία αριστερά τοποθετούνται τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα

χαρακτηριστικά ενώ προς τα δεξιά τα λιγότερο συχνά χρησιμοποιούμενα
χαρακτηριστικά.



Σχήμα 7: Στιγμιότυπο της μη οπτικής γραμμής εργαλείων

Λίστες Επιλογών



Σχήμα 8: Οι λίστες επιλογών του πλοηγού Ναυτίλου

Η επιλογή του αντικειμένου με την περιγραφή “Παράθυρο εγγράφου” έχει σαν αποτέλεσμα την παραπομπή του χρήστη στο «παράθυρο» παρουσίασης του κύριου κορμού του εγγράφου. Αυτό συμβολίζει το βέλος που έχει αφητηρία το αντικείμενο “Παράθυρο εγγράφου” και κατάληξη το «Παράθυρο παρουσίασης μη οπτικού εγγράφου». Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το «παράθυρο» παρουσίασης είναι μη οπτικό. Η έξοδος από την εφαρμογή πραγματοποιείται με την επιλογή του αντικειμένου, που έχει ακουστική περιγραφή “Έξοδος”. Τα σχεδιαγράμματα ουσιαστικά παρουσιάζουν τη διεπαφή χρήστη, όπως σχηματίζεται στη σκέψη ενός χρήστη του πλοηγού Ναυτίλου [37]. Τα χαρακτηριστικά είναι ομαδοποιημένα σε δυο σύνολα. Τα σύνολα έχουν οριστεί με βάση τις έρευνες κατηγοριών διεργασιών [17]. Στο πρώτο σύνολο (Χρήση Πληροφορίας) περιέχονται τα χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν στις διεργασίες χρήσης ενός εγγράφου, και στο δεύτερο σύνολο (Πλοήγηση) περιέχονται χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν στους βασικούς τρόπους πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Το χαρακτηριστικό «Σύνδεσμοι Εγγράφου» αν και αναφέρεται σε ένα έγγραφο που έχει ανακτηθεί από τον Παγκόσμιο Ιστό, έχει τοποθετηθεί στο σύνολο «Πλοήγηση», διότι σύμφωνα με τις ίδιες έρευνες ένα σημαντικό ποσοστό των πλοηγήσεων πραγματοποιείται ακολουθώντας κάποιο σύνδεσμο μέσα από ένα έγγραφο.

Όλα τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται στη γραμμή εργαλείων εκτελούν τις αντίστοιχες διεργασίες, οι οποίες έχουν ήδη αναλυθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η επιλογή ενός αντικειμένου επιτυγχάνεται με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιείται, όταν η εστίαση κατά τη σάρωση βρίσκεται στο αντικείμενο αυτό. Το αντικείμενο με την περιγραφή “Άνοιγμα σελίδας” είναι το μη οπτικό πεδίο κειμένου, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να εισάγει τη διεύθυνση ενός δικτυακού τόπου ή να προσδιορίσει ένα HTML έγγραφο του τοπικού δίσκου, που επιθυμεί να παρουσιάσει.

Το αντικείμενο με την περιγραφή “Λίστες επιλογών”, όπως έχει ήδη αναφερθεί **περιέχει άλλες λίστες επιλογών**. Έχουν διαφανεί από την παρουσίαση και ανάλυση των διεργασιών οι λίστες επιλογών που εκκινούνται από το χαρακτηριστικό “Λίστες επιλογών”. Ο ρόλος των επιλογών που παρέχονται από κάθε λίστα έχει αναλυθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στο Σχήμα 8 παρουσιάζονται οι λίστες και για κάθε λίστα παρατίθενται οι επιλογές που περιέχει. Όπως φαίνεται και από το Σχήμα 7, ορισμένες από τις επιλογές στις λίστες εκκινούνται και μέσα από τη μη οπτική γραμμή εργαλείων επιλέγοντας το αντίστοιχο χαρακτηριστικό. Πρόκειται για τις περισσότερο συχνά χρησιμοποιούμενες διεργασίες, όπως προκύπτουν από τις έρευνες [17].

Στη λίστα επιλογών «Ρυθμίσεις», οι επιλογές «Ρυθμίσεις εισόδου», «Προφίλ χρήστη», και «Πρόσθετες ρυθμίσεις παρουσίασης», παρέχουν στο χρήστη τη δυνατότητα εκτέλεσης διεργασιών ρυθμίσεων των πλήκτρων εισόδου, τη μεταβολή χαρακτηριστικών που ορίστηκαν από το συγγραφέα του εγγράφου, τη διαχείριση (δημιουργία, διαμόρφωση, διαγραφή και πράθεση) των προφίλ χρηστών, καθώς και την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση εικόνων, video, ήχων παρασκηνίου και κινούμενων εικόνων. Οι διεργασίες αυτές σχολιάστηκαν στην ενότητα ανάλυσης των επιμέρους διεργασιών του Ναυτίλου.

Για κάθε διάλογο που παρουσιάζεται κατά την εκκίνηση και εκτέλεση μιας διεργασίας μέσω της γραμμής εργαλείων ή μέσα από κάποια λίστα επιλογών, η ακύρωση και η επιστροφή στην προέλευσή του επιτυγχάνεται είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου, με συνδυασμό πλήκτρων (προκαθορισμένος συνδυασμός “Ctrl-x”), ή με είσοδο φωνής ή με χρήση Joystick. Η επιλογή ενός αντικειμένου εντός του

διαλόγου επιτυγχάνεται με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιείται, όταν η εστίαση βρίσκεται πάνω στο αντικείμενο.

Οι εναλλακτικές θεάσεις του εγγράφου δεν παρουσιάζουν κάποια διαφορά ως προς τον τρόπο παρουσίασής τους. Όταν ο χρήστης επιλέξει μια εναλλακτική θέαση, η παρουσίαση και η αλληλεπίδρασή της με το χρήστη πραγματοποιείται με τους γνωστούς τρόπους πλοήγησης και επιλογής αντικειμένων, λαμβάνοντας όμως υπόψη τα διαφορετικά είδη των HTML αντικειμένων και των διεργασιών που σχετίζονται με αυτά, που περιέχει η κάθε θέαση. Μπορούμε να πούμε ότι η αλληλεπίδρασή τους με τον χρήστη πραγματοποιείται σε ένα άλλο ιδεατό (μη οπτικό) «παράθυρο», διαφορετικό από αυτό του βασικού κορμού του εγγράφου (Παράθυρο εγγράφου).

3.2 Η Υλοποίηση του Συστήματος

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστεί η υλοποίηση του πλοηγού Ναυτίλου. Πραγματοποιήθηκε κατασκευή λογισμικού, προκειμένου το σύστημα να ικανοποιεί τις προδιαγραφές που τέθηκαν από την ανάλυση των απαιτήσεων.

Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε στο προγραμματιστικό περιβάλλον Visual C++ 6.0 της εταιρείας παραγωγής λογισμικού Microsoft. Χρησιμοποιήθηκε οντοκεντρικός προγραμματισμός. Τα τμήματα του Συστήματος, ανάλογα με τις διεργασίες που παρείχαν χωρίστηκαν σε αντικείμενα (objects), μεταξύ των οποίων είναι δυνατή η συνεργασία για ανταλλαγή πληροφοριών και την διεκπεραίωση των διεργασιών. Τα αντικείμενα που δημιουργήθηκαν για τα τμήματα θα παρουσιαστούν στα κεφάλαια που ακολουθούν.

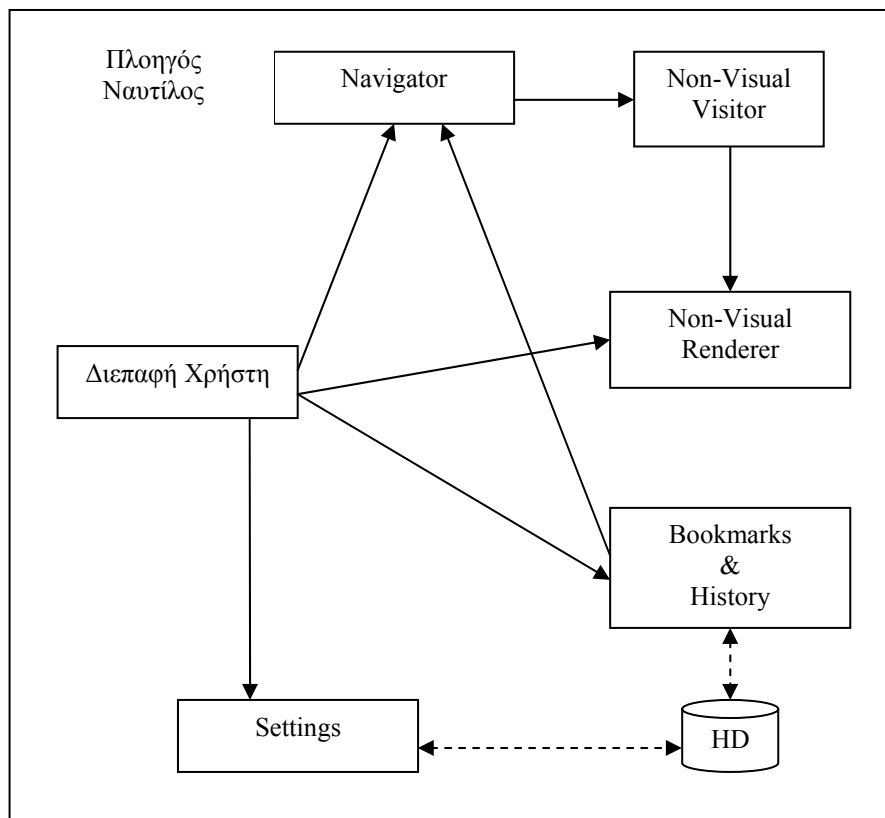
Το σύστημα χωρίζεται σε ορισμένες λειτουργικές μονάδες. Οι λειτουργικές μονάδες του συστήματος εκτελούν τις αντίστοιχες διεργασίες. Είναι δυνατόν να υπάρχει συνεργασία μεταξύ δυο ή περισσότερων λειτουργικών μονάδων για την εκτέλεση κάποιας διεργασίας. Οι μονάδες αυτές είναι οι εξής:

- Μονάδα **μη οπτικής παρουσίασης** του εγγράφου (Non-Visual Renderer). Παρέχει τις διεργασίες που σχετίζονται με την παρουσίαση του HTML εγγράφου, καθώς και την πλοήγηση εντός του εγγράφου. Βασίζεται κυρίως, στο Μοντέλο Αντικειμένων του Εγγράφου (DOM) για την κατάλληλη επεξεργασία, παρουσίαση και αλληλεπίδραση των περιεχομένων του HTML εγγράφου με το χρήστη. Το DOM [21] είναι μια αναπαράσταση της δομής ενός εγγράφου από τα HTML αντικείμενα που το αποτελούν, με επιπρόσθετες κάποιες προγραμματιστικές διεπαφές εφαρμογών (Application Programming Interface(s) ή APIs). Αυτές οι προγραμματιστικές διεπαφές εφαρμογών, επιτρέπουν την πρόσβαση στα αντικείμενα του HTML εγγράφου και την επεξεργασία των ιδιοτήτων και των αντίστοιχων τιμών τους. Το DOM αποτέλεσε μια πολύ σημαντική βοήθεια στην πρόσβαση, επεξεργασία, παρουσίαση και αλληλεπίδραση με ένα HTML έγγραφο. Αφού ανακτηθεί το έγγραφο, τότε κάθε αντικείμενο που περιέχει επεξεργάζεται από την επόμενη μονάδα.
- Μονάδα **επίσκεψης των αντικειμένων** ενός HTML εγγράφου (Non-Visual Visitor). Για την επεξεργασία και τη μετατροπή του εγγράφου σε μορφή κατάλληλη για μη οπτική παρουσίαση και επεξεργασία, κάθε αντικείμενο του εγγράφου επεξεργάζεται από τη μονάδα αυτή. Ανάλογα με το είδος του αντικειμένου, μετατρέπεται στο αντίστοιχο μη αντικείμενο μη οπτικής παρουσίασης. Λεπτομέρειες θα παρουσιαστούν στο κεφάλαιο 3.2.2.
- Μονάδα **πλοήγησης στα έγγραφα** του Παγκόσμιου Ιστού (Navigator). Είναι υπεύθυνο για την εκτέλεση των διεργασιών πλοήγησης στους δικτυακούς τόπους. Οι διεργασίες είναι οι βασικές που παρέχει μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, έχουν προσδιοριστεί στην προηγούμενη ενότητα και η υλοποίηση θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο.
- Μονάδα **Διαχείρισης Ιστορικού Πλοηγήσεων** (History) και των **καταχωρημένων διευθύνσεων** (Bookmarks) του Παγκόσμιου Ιστού. Πρόκειται για τη μονάδα του Συστήματος που διαχειρίζεται το Ιστορικό των πλοηγήσεων (Συνολικό και προσωρινό), καθώς και τη λίστα των καταχωρημένων διευθύνσεων. Πρόκειται για διεργασίες που διευκολύνουν τον χρήστη ακόμη περισσότερο στην πλοήγηση, έχουν προσδιοριστεί στην

προηγούμενη ενότητα και οι λεπτομέρειες υλοποίησης θα παρουσιαστούν στην επόμενη ενότητα.

- Μονάδα **Διαχείρισης των Ρυθμίσεων (Settings)** του χρήστη (παρουσίασης και προσωπικές ρυθμίσεις). Η μονάδα αυτό υλοποιεί τις διεργασίες με τις οποίες ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να θέτει ρυθμίσεις για την παρουσίαση του εγγράφου, καθώς και άλλες σχετικά με τη γενική διεργασία του Συστήματος, όπως έχουν περιγραφεί στην προηγούμενη ενότητα. Η υλοποίηση της μονάδας θα παρουσιαστεί σε επόμενο κεφάλαιο.
- **Διεπαφή χρήστη**. Πρόκειται για το τμήμα εκείνο που καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τη χρηστικότητα του Συστήματος και την προσβασιμότητά του από τους τυφλούς χρήστες. Η ακριβής μορφή της διεπαφής χρήστη έχει ουσιαστικά προσδιοριστεί από την παρουσίαση των διεργασιών και την ανάλυσή τους, που πραγματοποιήθηκε στην προηγούμενη ενότητα.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα σχεδιάγραμμα με την αρχιτεκτονική του συστήματος, όπου απεικονίζονται οι λειτουργικές μονάδες και οι σχέσεις που τα διέπουν.

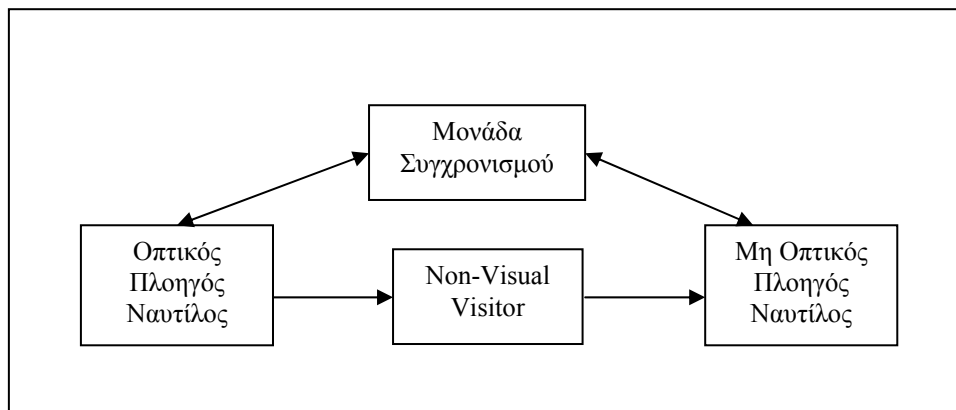


Σχήμα 9: Απεικόνιση των λειτουργικών μονάδων του πλοηγού Ναυτίλου, και των μεταξύ τους σχέσεων

Στο Σχήμα 9 η κατεύθυνση στα βέλη σημαίνει ότι ορισμένες από τις διεργασίες της πηγής του βέλους χρησιμοποιούν τον προορισμό του. Συνήθως στον προορισμό του βέλους παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της εκάστοτε διεργασίας. Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης παραπέμπεται με κάποιον από τους τρόπους που δόθηκαν σε ένα έγγραφο δικτυακού τόπου (διεργασία του Navigator), το έγγραφο, αφού επεξεργαστεί κατάλληλα από τη λειτουργική μονάδα Non-Visual Visitor παρουσιάζεται στον

χρήστη, προκειμένου να πλοηγηθεί στο εσωτερικό του (διεργασία του Non-Visual Renderer).

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η σχέση του πλοηγού Ναυτίλου με τον οπτικό πλοηγό Ναυτίλο. Παρουσιάζονται οι λειτουργικές μονάδες που καθορίζουν τη συνεργασία και το συγχρονισμό μεταξύ τους.



Σχήμα 10: Σχέση οπτικού – μη οπτικού πλοηγού Ναυτίλου

Στο Σχήμα 10, η λειτουργική μονάδα συγχρονισμού είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία μεταξύ του οπτικού και του πλοηγού Ναυτίλου. Διαβιβάζει τις διεργασίες πλοήγησης για εκτέλεση από το μη οπτικό στο οπτικό τμήμα και το αντίστροφο, ενώ παραδίδει τον πρωτεύοντα ρόλο διεργασίας, είτε στο οπτικό ή στο μη οπτικό τμήμα της εφαρμογής. Ένας ακόμη ρόλος της μονάδας αυτής είναι να παρακολουθεί για αλλαγές στον τρόπο αλληλεπίδρασης σε ένα από τα δυο τμήματα, και να τις εφαρμόζει στο δεύτερο, προκειμένου να ακολουθείται κοινή μορφή αλληλεπίδρασης.

Πολλές από τις διεργασίες του πλοηγού Ναυτίλου απαιτούν κάποιο μηχανισμό, ο οποίος να μπορεί να παραλαμβάνει ένα HTML έγγραφο. Κάποιες από τις διεργασίες αυτές είναι η πλοήγηση σε ένα δικτυακό τόπο έχοντας προσδιορίσει την αντίστοιχη διεύθυνση, η πλοήγηση σε επόμενο ή προηγούμενο έγγραφο και η αποθήκευση του εγγράφου σε κάποιο δίσκο του υπολογιστικού συστήματος. Ο μηχανισμός παραλαβής του εγγράφου, που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία είναι ένα ActiveX Control και συγκεκριμένα το WebBrowser control. Τα ActiveX Controls είναι αντικείμενα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές προκειμένου να παρέχουν ανάλογες διεργασίες, διευκολύνοντας σημαντικά τον προγραμματιστή. Κάθε ActiveX Control παρέχει μια ποικιλία διεργασιών σε συνάρτηση με το είδος του, ενώ ορισμένα είναι δυνατόν να παρέχουν παρόμοιες διεργασίες. Το WebBrowser control που χρησιμοποιείται, είναι ένα τμήμα κώδικα λογισμικού που παρέχει τις βασικές διεργασίες διαχείρισης εγγράφου, της εφαρμογής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό Internet Explorer της εταιρείας Microsoft. Αν και η χρήση του είναι καταλληλότερη για οπτικές εφαρμογές πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, κρίθηκε απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί και στο μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο, προκειμένου να εξυπηρετείται η πρόσβαση και παραλαβή ενός HTML εγγράφου. Παρουσιάζει ένα «παραθύρο», στο οποίο παρουσιάζεται (ορατά) το HTML έγγραφο, παρέχοντας επιπλέον οριζόντιες και κατακόρυφες μπάρες κύλισης, όταν το έγγραφο δεν χωράει στα πλαίσια του «παραθύρου».

Το WebBrowser Control, στην περίπτωση του πλοηγού Ναυτίλου είναι τοποθετημένο σε ένα απλό διάλογο για τις ανάγκες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Δεν γίνεται στην πραγματικότητα αντιληπτό από τον τυφλό χρήστη του Συστήματος. Θα λέγαμε ότι το WebBrowser Control έχει το ρόλο του μεσολαβητή για την εκτέλεση των πλοηγήσεων και την παραλαβή των εγγράφων. Όταν το έγγραφο πλέον παραληφθεί, τότε περνάει αποκλειστικά στην αρμοδιότητα του πλοηγού Ναυτίλου για περαιτέρω επεξεργασία. Όταν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί το WebBrowser Control, τότε η εκτέλεση περνάει στο διάλογο που το περιέχει για το χρονικό διάστημα εκτέλεσης της (οπτικής) διεργασίας και στη συνέχεια αφού έχει ολοκληρωθεί, επιστρέφεται στο μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο. Στην πραγματικότητα ο χρήστης δεν αντιλαμβάνεται αυτή την αλλαγή.

Χρησιμοποιείται επίσης μια ειδική βιβλιοθήκη, που περιέχει κλάσεις τύπου container, αλγορίθμους και αντικείμενα επαναληπτικής σάρωσης (iterators). Πρόκειται για τη βιβλιοθήκη Standard Template Library (STL) [36]. Παρέχει πολλούς από τους βασικούς αλγορίθμους και δομές δεδομένων της Επιστήμης Υπολογιστών. Είναι μια βιβλιοθήκη γενικής χρήσεως, που σημαίνει ότι τα αντικείμενά της παραμετροποιούνται σε σημαντικό βαθμό από τον προγραμματιστή. Από την STL χρησιμοποιούνται κυρίως τα αντικείμενα τύπου λίστας (list) και αλφαριθμητικού (string) και οι αντίστοιχες συναρτήσεις τους.

Μετά την παρουσίαση των στοιχείων στα οποία βασίστηκε η ανάπτυξη του πλοηγού Ναυτίλου, στα κεφάλαια που ακολουθούν θα παρουσιαστούν λεπτομέρειες της υλοποίησης. Στο κεφάλαιο 3.2.1 θα παρουσιαστεί το HAWK Toolkit, στο οποίο βασίστηκε σημαντικά η υλοποίηση της εργασίας. Στο κεφάλαιο 3.2.2 θα περιγραφούν η υλοποίηση που αφορά την επεξεργασία του εγγράφου καθώς και οι αλγόριθμοι που σχετίζονται με την πλοήγηση στα αντικείμενά του. Στο κεφάλαιο 3.2.3 θα δοθούν λεπτομέρειες της ανάπτυξης των διεργασιών που παρέχει το περιβάλλον, όπως έχουν προσδιοριστεί στη σχεδίαση που προηγήθηκε.

3.2.1 Η Προγραμματιστική Βιβλιοθήκη μη Οπτικών Αλληλεπιδραστικών Αντικειμένων HAWK Interface Toolkit

Στην υλοποίηση του Συστήματος χρησιμοποιήθηκε επίσης κάποια βιβλιοθήκη μη οπτικών αλληλεπιδραστικών αντικειμένων, που κατασκευάστηκε παλαιότερα. Πρόκειται για τη βιβλιοθήκη “HAWK toolkit” [5, 32]. Παρέχει κάποια αντικείμενα, που παριστούν κυρίως μη οπτικές οντότητες και αντικαθιστούν τις αντίστοιχες οπτικές, όπου κρίνεται σκόπιμο. Η επεξεργασία του εγγράφου και η παρουσίασή του, όπως και των χαρακτηριστικών του Συστήματος βασίζονται σημαντικά στη βιβλιοθήκη αυτή, όπως θα φανεί και στα επόμενα κεφάλαια.

Οι σκοποί του HAWK Toolkit είναι οι εξής: α) Να επιτρέψει την κατασκευή εύχρηστων μη ορατών διεπαφών χρήστη, και β) να παρέχει βασικά στοιχεία που δεν αποτελούν ένα συγκεκριμένο metaphor αλληλεπίδρασης, αλλά επιτρέπουν την κατασκευή εναλλακτικών μεταφορικών αναπαραστάσεων. Η βασική έννοια της βιβλιοθήκης είναι αυτή του Container [5, 54] ως αντικειμένου αλληλεπίδρασης. Υποστηρίζεται ότι η συνολική μεταφορική αλληλεπίδραση παρέχεται από υψηλού επιπέδου containers. Υπάρχει μια απλή κλάση Container, η οποία δεν παρέχει κάποια προσχεδιασμένη μεταφορική αλληλεπίδραση, αλλά παρέχει κατάλληλες ιδιότητες

παρουσίασης μέσω των οποίων είναι δυνατή η δημιουργία εναλλακτικών παρουσιάσεων σε αναλογία με τις οπτικές παρουσιάσεις.

Η προγραμματιστική βιβλιοθήκη συνεργάζεται επιπλέον με μια μηχανή μετατροπής κειμένου σε σύνθεση φωνής (text-to-speech engine) και συγκεκριμένα με την L&H text-to-speech engine. Τα περιεχόμενα ορισμένων αντικειμένων, όπως και τα μηνύματα διαχείρισής τους παρουσιάζονται μέσω σύνθεσης φωνής, καθώς και σε Braille. Αυτές είναι οι αλληλεπιδραστικές τεχνικές εξόδου στις οποίες βασίζεται ο διάλογος των αλληλεπιδραστικών αντικειμένων της βιβλιοθήκης. Οι αντίστοιχες αλληλεπιδραστικές τεχνικές εισόδου που χρησιμοποιούνται είναι το πληκτρολόγιο, το joystick, το touch-tablet, και η είσοδος φωνής (αναγνώριση φωνής με περιορισμένο λεξιλόγιο). Συνοψίζοντας, οι συσκευές εισόδου που υποστηρίζονται από την προγραμματιστική βιβλιοθήκη είναι οι εξής:

- Πληκτρολόγιο.
- Joystick.
- Touch-tablet, για προγραμματισμένες εντολές μέσω συσχετιζόμενων περιοχών.
- Μικρόφωνο, για είσοδο φωνής.

Οι συσκευές εξόδου που υποστηρίζονται είναι οι εξής:

- Ηχεία, για έξοδο σύνθεσης φωνής και άλλων ηχητικών μηνυμάτων.
- Braille για την απτική αντίληψη των πληροφοριών.

Κάθε αντικείμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως παρέχεται από τους κατασκευαστές της προγραμματιστικής βιβλιοθήκης, ή μπορεί να διαχειριστεί όπως επιθυμεί ο προγραμματιστής. Τα αλληλεπιδραστικά αντικείμενα έχουν μια συγκεκριμένη συμπεριφορά. Τα γεγονότα που επενεργούν σε αυτά (π.χ. από το πληκτρολόγιο) διαχειρίζονται από μια ειδική συνάρτηση που συνοδεύει κάθε αντικείμενο και λέγεται Event Handler. Η συνάρτηση αυτή είναι προσαρμοσμένη για την εξυπηρέτηση των γεγονότων ανάλογα και με τη φύση το είδος του αντικειμένου. Προκειμένου ο προγραμματιστής να διαχειριστεί το αντικείμενο όπως επιθυμεί, προσθέτει τη δική του συνάρτηση διαχείρισης μηνυμάτων, την διαμορφώνει ανάλογα και χρησιμοποιείται αυτή έναντι εκείνης των κατασκευαστών του αντικειμένου. Αυτή ακριβώς η προσθήκη πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για τα περισσότερα αλληλεπιδραστικά αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν. Τα αντικείμενα που περιλαμβάνονται στην προγραμματιστική βιβλιοθήκη HAWK Toolkit είναι τα εξής:

- **NonVisual_Container**: Πρόκειται για ένα αντικείμενο, που αποτελεί ένα μη οπτικό περιέχων άλλων αντικειμένων. Τα αντικείμενα αυτού τα είδους τα έχω διαμορφώσει (προσθέτοντας ανάλογο Event Handler) έτσι ώστε να επιτρέπεται η πλοήγηση στα περιεχόμενά αντικείμενα καθώς και η επιλογή τους. Ένα αντικείμενο NonVisual_Container μπορεί να περιέχει άλλα του ίδιου ή διαφορετικού τύπου αντικείμενα. Αντικείμενα αυτού του τύπου έχουν χρησιμοποιηθεί όπως θα φανεί στα παρακάτω κεφάλαια, όπου υπάρχουν περιπτώσεις οντοτήτων που περιέχουν άλλα αντικείμενα (π.χ. HTML έγγραφο, παράγραφος, ενότητα). Έχει τις παρακάτω ιδιότητες: α) Μήνυμα μέσω σύνθεσης φωνής, β) μήνυμα σε Braille, γ) Αρχείο ήχου το οποίο παίζεται κάθε φορά που λαμβάνει το αντικείμενο την εστίαση, δ) Αρχείο ήχου το οποίο παίζεται κάθε φορά που το αντικείμενο χάνει την εστίαση.
- **NonVisual_PushButton**. Πρόκειται για ένα αντικείμενο που αποτελεί ένα μη οπτικό πλήκτρο ενεργοποίησης. Αντικείμενα του τύπου αυτού έχουν

χρησιμοποιηθεί όπου συναντώνται αντικείμενα πλήκτρων σε ένα HTML έγγραφο.

- **NonVisual_EditField.** Το αντικείμενο αυτό είναι ένα μη οπτικό πεδίο κειμένου. Έχει χρησιμοποιηθεί κατά την υλοποίηση όπου χρειάζεται ο χρήστης να πληκτρολογήσει σε κάποιο πεδίο κειμένου. Παρέχει όλες τις βασικές διεργασίες πλοήγησης και πληκτρολόγησης στο πεδίο.
- **NonVisual_TextReviewer.** Το αντικείμενο αυτό αποτελεί μια μη οπτική περιοχή κειμένου, το οποίο είναι όμως μόνο για ανάγνωση. Η τιμή της περιοχής δεν είναι δυνατόν να μεταβληθεί. Παρέχεται η δυνατότητα στον προγραμματιστή να θέσει ρυθμίσεις σχετικά με την έμφαση στην εκφώνηση μιας φράσης. Για το αντικείμενο αυτού του τύπου, χρησιμοποιήθηκε η αντίστοιχη συνάρτηση Event Handler, που έχει οριστεί από τους κατασκευαστές του toolkit. Το κείμενο διαβάζεται κατά γραμμή και ο χρήστης μπορεί να πλοηγείται στις γραμμές κειμένου με τη χρήση μιας κατάλληλης συσκευής εισόδου, από αυτές που υποστηρίζει (πληκτρολόγιο ή Joystick). Η παρουσίαση του κειμένου που περιέχει το αντικείμενο πραγματοποιείται μέσω σύνθεσης φωνής και ταυτόχρονα σε Braille. Αντικείμενα αυτού του τύπου έχουν χρησιμοποιηθεί όπου συναντάται πληροφορία κειμένου σε ένα HTML έγγραφο. Περισσότερες λεπτομέρειες θα παρουσιαστούν στο κεφάλαιο για την επεξεργασία και παρουσίαση ενός HTML εγγράφου.
- **NonVisual_Menu.** Είναι μια λίστα επιλογών, από τις οποίες ο χρήστης μπορεί να κάνει μόνο μια κάθε φορά.
- **NonVisual_ToggleButton.** Είναι ένα αντικείμενο κουμπιού, ανάλογο με αυτό των κουμπιών επιλογής (option ή radio buttons). Μπορεί να είναι είτε επιλεγμένο (on) είτε απενεργοποιημένο (off).

Από τα αντικείμενα που περιέχει η προγραμματιστική βιβλιοθήκη HAWK Toolkit χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία τα αντικείμενα NonVisual_Container, NonVisual_EditField, NonVisual_TextReviewer, και NonVisual_PushButton. Τα αντικείμενα NonVisual_EditField, NonVisual_TextReviewer χρησιμοποιούνται όπως έχουν οριστεί από τους κατασκευαστές της βιβλιοθήκης, χωρίς να έχουν προστεθεί όπου έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικές συναρτήσεις Event Handlers. Η μόνη προσθήκη ήταν μια συνάρτηση, η οποία χρησιμοποιείται όταν ο χρήστης επικυρώσει το περιεχόμενο του μη οπτικού πεδίου κειμένου. Η συνάρτηση αυτή διαμορφώνεται, ανάλογα κάθε φορά με τη θέμα χρήσης του αντικειμένου. Για τα αντικείμενα NonVisual_Container, και NonVisual_PushButton έχουν απενεργοποιηθεί οι προκαθορισμένες συναρτήσεις Event Handlers και έχουν οριστεί άλλες, οι οποίες έχουν μορφή ανάλογη με το θέμα χρήσης του αντικειμένου (context of use).

Παρέχεται η επιλογή στον προγραμματιστή να ορίσει το είδος των γεγονότων (events), τα οποία θα χειρίζεται η συνάρτηση Event Handler των αντικειμένων. Τα γεγονότα που υποστηρίζονται δημιουργούνται από τις αντίστοιχες αλληλεπιδραστικές τεχνικές εισόδου που αναφέρθηκαν. Όταν χρησιμοποιούνται τα μη οπτικά αντικείμενα της προγραμματιστικής βιβλιοθήκης HAWK toolkit, θα πρέπει να τηρούνται ορισμένες προϋποθέσεις:

- Είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός αντικειμένου NonVisual_Container που θα είναι στη κορυφή της ιεραρχίας, δηλαδή θα είναι ο περιέχων όλων των υπολοίπων αντικειμένων.

- Δεν επιτρέπεται να υπάρχει ένα αυτόνομο NonVisual αντικείμενο εκτός από το κορυφαίο NonVisual_Container, αλλά υποχρεωτικά θα πρέπει να περιέχεται σε ένα NonVisual_Container.

Η προγραμματιστική βιβλιοθήκη HAWK toolkit παρέχει όλα τα προγραμματιστικά χαρακτηριστικά που συναντώνται στα περισσότερα διαθέσιμα toolkits, όπως είναι: Ιεραρχική σύνθεση αντικειμένων, δυναμική δημιουργία αντικειμένων, και διαχείριση γεγονότων. Ο διάλογος πλοήγησης επιτρέπει στον τυφλό χρήστη να κινείται μέσω αστη δομή της διεπαφής χρήστη, που αποτελείται από οργανώσεις containers και περιεχόμενων αντικειμένων με ένα εύκολο τρόπο, παρέχοντας πολλαπλές διευκολύνσεις ελέγχου.

3.2.2 Η Επεξεργασία και η Πλοήγηση στα Περιεχόμενα ενός HTML Εγγράφου

Έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση, ίσως η μεγαλύτερη στην επεξεργασία ενός HTML εγγράφου, και στην ανάπτυξη των τρόπων με τους οποίους ο χρήστης θα αλληλεπιδρά με τα αντικείμενα που περιέχονται. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι βασικός σκοπός μιας εφαρμογής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό είναι η παρουσίαση HTML εγγράφων και η αλληλεπίδραση με το περιεχόμενό τους. Σε μια εφαρμογή που απευθύνεται σε άτομα που διαθέτουν την ικανότητα όρασης, η παρουσίαση και αλληλεπίδραση με ένα έγγραφο είναι μια απλή διαδικασία. Σε μια εφαρμογή όμως, όπως ο πλοηγός Ναυτίλος, που απευθύνεται σε χρήστες που έχουν απώλεια όρασης, η παρουσίαση ενός εγγράφου και η αλληλεπίδραση με τα περιεχόμενά του απαιτούν ιδιαίτερη επεξεργασία πολύ πιο πολύπλοκη από την αντίστοιχη σε μια οπτική εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό.

Ένα HTML έγγραφο παραλαμβάνεται με το μηχανισμό του WebBrowser Control που περιγράφηκε προηγουμένως. Αφού παραληφθεί το έγγραφο, έχουμε πρόσβαση στη δομή του εγγράφου μέσω του DOM. Το DOM, στο οποίο έχουμε κάνει αναφορά στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι μια σύνθεση της δομής του εγγράφου από τα αντικείμενα που περιέχει, με ένα σύνολο από προγραμματιστικές διεπαφές εφαρμογών (Application Programming Interfaces – APIs), που επιτρέπουν την πρόσβαση στα αντικείμενα (HTML elements) του HTML εγγράφου για την επεξεργασία τους.

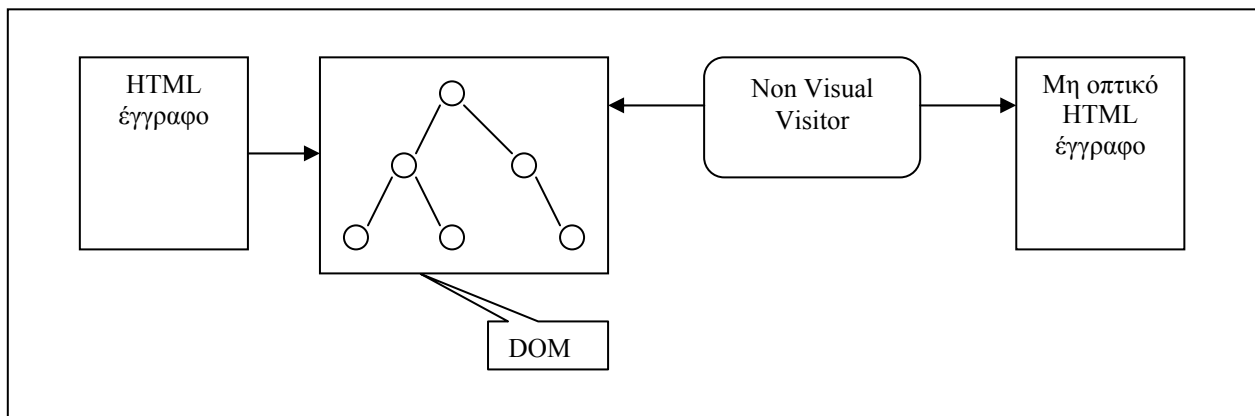
Τα συστατικά στοιχεία του εγγράφου, όπως παραλαμβάνονται μέσω του DOM πρέπει να μετατραπούν σε κατάλληλη μορφή για την παρουσίαση και διαχείρισή τους στο μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο. Πραγματοποιείται μετατροπή ενός HTML αντικειμένου στο αντίστοιχο αντικείμενο του μη ορατού εγγράφου. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε η κλάση “NV_HTML_Visitor” (**Non Visual HTML Visitor**). Η υλοποίηση της κλάσης βασίστηκε στην έννοια Visitor Pattern [33]. Σύμφωνα με την έννοια αυτή σχεδιάζεται μια βασική κλάση (σε επίπεδο abstract), η οποία περιέχει ένα σύνολο συναρτήσεων για κάθε αντικείμενο, το οποίο πρόκειται να επεξεργαστεί. Στη συνέχεια δημιουργούνται κλάσεις που κληρονομούν από την αφηρημένη κλάση, και υλοποιούν τις συναρτήσεις της ανάλογα με το σκοπό για το οποίο «επισκέπτονται» τα αντικείμενα. Έτσι, μπορεί να υπάρχουν διάφοροι «επισκέπτες» για τα ίδια αντικείμενα, όπου ο καθένας θα έχει διαφορετικό ρόλο. Ο μη οπτικός «επισκέπτης» που έχει κατασκευαστεί για το μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο βασίζεται στην ιδέα αυτή,

και κληρονομεί από μια αφηρημένη κλάση, η οποία περιέχει συναρτήσεις για όλα τα αντικείμενα της γλώσσας περιγραφής υπερκειμένων HTML 4.01. Η κλάση αυτή που υλοποιεί το μη οπτικό «επισκέπτη» περιέχει τις εξής διεργασίες για κάθε HTML αντικείμενο ή ομάδες αντικειμένων που «επισκέπτεται», όπως θα φανεί παρακάτω:

- **Είσοδος** ενός HTML αντικειμένου (Enter). Η συνάρτηση αυτή ενεργοποιείται κάθε φορά που συναντάται ένα HTML αντικείμενο (start tag). Παίρνει ως παράμετρο το API διαχείρισης για το συγκεκριμένο αντικείμενο μέσω του DOM, και καλεί τη συνάρτηση επεξεργασίας για το συγκεκριμένο αντικείμενο.
- **Επεξεργασία** του HTML αντικειμένου (Process). Η συνάρτηση καλείται από τη συνάρτηση εισόδου ενός HTML element. Παίρνει ως παράμετρο το ανάλογο API από τη συνάρτηση εισόδου και μετασχηματίζει το HTML αντικείμενο στο αντίστοιχο αντικείμενο του μη ορατού εγγράφου. Όταν ολοκληρωθεί ο ορισμός του νέου αντικειμένου, με εξαίρεση το αντικείμενο τύπου πλαίσιου εγγράφου, το προσθέτει σε μια δομή στοίβας (αντικείμενο τύπου STL list, επεξεργαζόμενο ως στοίβα), που λέγεται Stack. Αυτό γίνεται διότι ένα αντικείμενο μπορεί να περιέχει άλλα αντικείμενα. Έτσι, στην κορυφή της στοίβας βρίσκεται πάντα το αντικείμενο «γονέας». Όταν εντοπιστεί το σημείο τέλους του αντικειμένου (end tag) γνωρίζουμε ότι το αντικείμενο που είναι στην κορυφή της στοίβας είναι «παιδί» του αμέσως προηγούμενου. Τότε καλείται από το αντικείμενο Non Visual Visitor η επόμενη συνάρτηση.
- **Έξοδος** του HTML αντικειμένου (Exit). Η συνάρτηση καλείται από το Non Visual Visitor όταν εντοπιστεί το τέλος ενός HTML αντικειμένου (end tag). Το αντικείμενο τότε βρίσκεται στην κορυφή της στοίβας. Αφαιρείται από αυτήν, οπότε νέα κορυφή στη στοίβα είναι το αντικείμενο «γονέας» και αυτό που αφαιρέθηκε είναι «παιδί» του. Στη συνέχεια το αντικείμενο που αφαιρέθηκε, προστίθεται στα περιεχόμενα του αντικειμένου που βρίσκεται στην κορυφή της στοίβας Stack.

Μετά το τέλος της επεξεργασίας του εγγράφου, στη στοίβα Stack παραμένει μόνο το αντικείμενο Body που προκύπτει από τον μετασχηματισμό του αντίστοιχου HTML αντικειμένου και είναι ο κορυφαίος container όλων των αντικειμένων. Στην πραγματικότητα, το τελικό αποτέλεσμα της επεξεργασίας του Non Visual Visitor είναι η μετατροπή του βασικού κορμού ενός HTML εγγράφου σε ένα μη οπτικό container αντικειμένων ή σε μια σειρά από μη ορατά container αν κάποιο έγγραφο περιείχε πλαίσια εγγράφων (frames). Όταν ολοκληρωθεί η δημιουργία του μη ορατού εγγράφου, παρουσιάζεται (μέσω σύνθεσης φωνής και σε Braille) στο χρήστη, ο οποίος είναι σε θέση να το διαχειριστεί, όπως το αντίστοιχο οπτικό από ένα χρήστη με δυνατότητα όρασης.

Παρακάτω παρουσιάζεται σχηματικά η διαδικασία μετασχηματισμού.



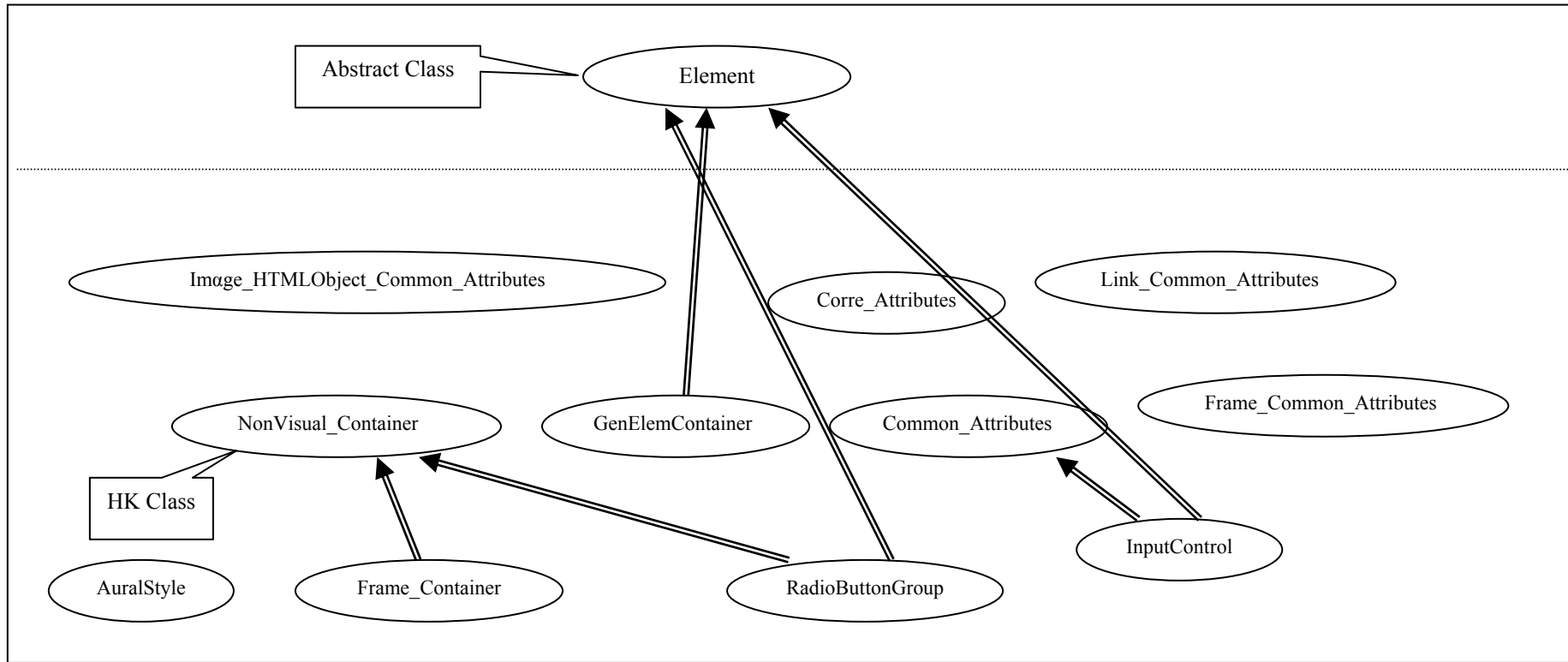
Σχήμα 11: Διαδικασία μετατροπής ενός HTML εγγράφου σε μη οπτικό.

Στο σχέδιο του DOM στο παραπάνω σχήμα, υπάρχει μια ιεραρχία ανάμεσα στους κόμβους που περιέχει. Παριστάνει τη δομή του HTML εγγράφου όπως παραλαμβάνεται από το DOM. Οι κόμβοι ενός επιπέδου είναι τα HTML αντικείμενα, ενώ η ακμή μεταξύ δυο κόμβων σημαίνει ότι το αντικείμενο στο ανώτερο επίπεδο της ακμής περιέχει εκείνο στο κατώτερο επίπεδο.

Μερικά αντικείμενα μετασχηματισμού που αποτελούν το μη οπτικό έγγραφο περιέχουν και ένα δείκτη (pointer) μέσω του κατάλληλου API του DOM στο αντίστοιχο HTML αντικείμενο του εγγράφου. Πρόκειται κυρίως για αντικείμενα των οποίων η τιμή είναι πολύ πιθανό να μεταβληθεί ή η επιλογή τους επιφέρει κάποια ενέργεια, όπως είναι για παράδειγμα τα πεδία κειμένου και οι υπερ-σύνδεσμοι.

Όπως, αναφέραμε παραπάνω, τα HTML αντικείμενα μετασχηματίζονται στα αντίστοιχα του μη οπτικού εγγράφου. Κάθε αντικείμενο μετασχηματισμού περιέχει τις κατάλληλες ιδιότητες (attributes) για την επαρκή παρουσίαση και διαχείριση της πληροφορίας στο χρήστη. Επιπλέον των ιδιοτήτων τα αντικείμενα περιέχουν και ένα σύνολο συναρτήσεων, οι οποίες αναλογούν στις επιλογές διαχείρισής τους.

Μεταξύ των κλάσεων που χρησιμοποιούνται για τους μετασχηματισμούς υπάρχει μια ιεραρχία. Οι βασικές κλάσεις και η ιεραρχία τους παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 12: Η ιεραρχία των βασικών κλάσεων μετασχηματισμού

Στο Σχήμα 12 έχουν παραλειφθεί οι τελικές κλάσεις μετασχηματισμού, με βάση τις οποίες δημιουργούνται τα αντικείμενα του μη ορατού εγγράφου, από τα αντίστοιχα HTML αντικείμενα. Οι κλάσεις αυτές θα παρουσιαστούν αναλυτικά στη συνέχεια. Ανάλογα με το είδος του HTML αντικειμένου που δημιουργούν κληρονομούν ανάλογα από τις βασικές κλάσεις.

Η κλάση Element είναι η βασική κλάση, από την οποία κληρονομούν όλα τα τελικά αντικείμενα μετασχηματισμού. Περιέχει βασικές ιδιότητες και συναρτήσεις. Οι κλάσεις που κληρονομούν από την Element κληρονομούν τις συναρτήσεις αυτές ή τις υλοποιούν ανάλογα με το είδος των HTML αντικειμένων που μετασχηματίζουν. Οι συναρτήσεις είναι οι εξής:

- **GetFocus.** Καλείται όταν το αντικείμενο επιλέγεται από τον χρήστη κατά την πλοήγηση μέσα στην κύρια ή κάποια εναλλακτική όψη του. Συνήθως παρέχει πληροφορία στο χρήστη σχετικά με το είδος του αντικειμένου (μεταβλητή Initdescription) και αν είναι container άλλων αντικειμένων εστιάζει στη λίστα του, χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση NonVisual_SetFocusObject του HAWK toolkit .
- **LeaveFocus.** Είναι η αντίστροφη της προηγούμενης και καλείται όταν ο χρήστης εκτελέσει τη διεργασία εξόδου από το αντικείμενο. Επιστρέφεται η εστίαση στο αντικείμενο «γονέα».
- **Add_Event_Handler.** Καλείται στη δημιουργία ενός αντικειμένου. Σκοπός της είναι η προσθήκη της κατάλληλης συνάρτησης διαχείρισης γεγονότων Event Handler, προκειμένου το αντικείμενο να μπορεί να διαχειρίζεται ανάλογα τα γεγονότα που ενεργοποιούνται από τις συσκευές εισόδου υποστήριξης. Τα περισσότερα αντικείμενα έχουν τη δική τους Event Handler, η οποία προσαρμόζεται ανάλογα στο είδος του αντικειμένου.

Επιπλέον παρέχει ιδιότητες κοινές για όλα τα τελικά αντικείμενα, όπως είναι η γενική περιγραφή ενός αντικειμένου (π.χ. υπερ-σύνδεσμος, παράγραφος, πίνακας), ενώ περιέχει και την πληροφορία που προσδιορίζει το περιεχόμενο αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται η εσωτερική πλοήγηση, αν πρόκειται για container αντικειμένων.

Η ανάπτυξη των υπόλοιπων βασικών κλάσεων που παρουσιάζονται στο σχεδιάγραμμα, πραγματοποιήθηκε με βάση τα σύνολα κοινών χαρακτηριστικών που έχουν τα διάφορα HTML αντικείμενα. Υπάρχουν σύνολα από HTML ιδιότητες, τα οποία είναι κοινά σε αρκετά αντικείμενα. Παρακάτω παρατίθενται τα σύνολα αυτά, στα οποία βασίστηκε η ανάπτυξη των βασικών κλάσεων. Πρόκειται για μια κατηγοριοποίηση των αντικειμένων μετασχηματισμού.

Όλα σχεδόν τα αντικείμενα με λίγες εξαιρέσεις έχουν το παρακάτω σύνολο από attributes:

Πίνακας 3: Common_Attributes

Attribute	Description
Class	Λίστα κλάσεων του αντικειμένου
Dir	Κατεύθυνση του κειμένου
Sid	Μοναδική ταυτότητα αντικειμένου
Lang	Κώδικας της γλώσσας
ElementStyle	Πληροφορία για το CSS αντικειμένου
Title	Πληροφοριακός τίτλος
ElementAuralStyle	Πληροφορία για Aurall Style Sheet

Ένα άλλο σύνολο κοινών ιδιοτήτων είναι αυτό μεταξύ των elements <A> και <LINK>. Έχουμε:

Πίνακας 4: Link_Common_Attributes

Attribute	Description
Charset	Η κωδικοποίηση χαρακτήρων του προορισμού
Href	Η διεύθυνση προορισμού
Hreflang	Κώδικας γλώσσας
Rel/ Rev	Υπερ-σύνδεσμος για εμπρός / πίσω
Target	Render in this frame
Type	Τύπος των περιεχομένων προορισμού

Ένα άλλο σύνολο είναι αυτό μεταξύ των elements <FRAME> και <IFRAME> (inline frame). Έχουμε:

Πίνακας 5: Frame_Common_Attributes

Attribute	Description
Frameborder	Προσδιορίζει αν θα διαχωρίζονται τα πλαίσια
Longdesc	Υπερ-σύνδεσμος σε μεγαλύτερης έκτασης περιγραφή
Marginheight / Marginwidth	Ύψος / Πλάτος περιθωρίων σε pixels
Name	Όνομα του πλαισίου
Scrolling	Ύπαρξη ή όχι μπάρας ολίσθησης
Src	Πηγή του εγγράφου που περιέχει

Άλλο ένα σύνολο είναι αυτό μεταξύ των HTML αντικειμένων IMG και OBJECT, που ορίζουν μια εικόνα ή ένα άλλο αντικείμενο αντίστοιχα. Έχουμε:

Πίνακας 6: Image_HTMLObject_Common_Attributes

Attribute	Description
Align	Οριζόντια / Κάθετη στοίχιση
Width/ Height	Πλάτος/ Ύψος αντικειμένου
Border	Πλάτος του διαχωριστικού, σε pixels
Hspace / Vspave	Πλήθος κενών δεξιά, αριστερά / πάνω, κάτω

Κάποια HTML αντικείμενα περιέχουν ένα υποσύνολο του συνόλου Common_Attributes και είναι το παρακάτω:

Πίνακας 7: Corre_Attributes

Attribute	Description
class	Λίστα κλάσεων του αντικειμένου
Id	Μοναδική ταυτότητα αντικειμένου
Style	Πληροφορία για το CSS αντικειμένου
Title	Πληροφοριακός τίτλος

Στην πραγματικότητα, από τις ιδιότητες των HTML αντικειμένων που περιγράφηκαν παραπάνω, ένα ποσοστό έχει πρακτική αξία στην υλοποίηση του πλοηγού Ναυτίλου, καθώς κάποιες σχετίζονται άμεσα με την οπτική παρουσίαση ενός HTML εγγράφου. Θεωρήθηκε όμως σωστό να συμπεριληφθούν όλες οι ιδιότητες, ώστε να είναι πλήρης η πληροφορία για τον μετασχηματισμό ενός HTML αντικειμένου, αλλά και για τη διευκόλυνση μελλοντικών επεκτάσεων του Συστήματος.

Η υλοποίηση υποστηρίζει επιπλέον Cascade Style Sheets (CSS) [42], αλλά και Aural Style Sheets [43]. Για το σκοπό αυτό στις ιδιότητες των αντικειμένων έχουν συμπεριληφθεί και πληροφορίες για τα προφορικά και γενικότερα style sheets που παρέχει η HTML 4.01. Τα Cascade και Aural Style Sheets είναι διαδικασίες με τις οποίες μπορούμε να αποδώσουμε επιπλέον χαρακτηριστικά σχετικά με την παρουσίαση ενός HTML αντικειμένου. Τα Cascade σχετίζονται κυρίως με την οπτική παρουσίαση, ενώ τα Aural σχετίζονται με την ορισμό χαρακτηριστικών για την προφορική παρουσίαση ενός HTML αντικειμένου. Κατά τον μετασχηματισμό, για κάθε αντικείμενο, λαμβάνουμε τις τιμές των χαρακτηριστικών για τα αντίστοιχα Style Sheets μέσω των API που παρέχει το DOM. Στη συνέχεια εισάγουμε τις τιμές στις αντίστοιχες ιδιότητες των αντικειμένων μετασχηματισμού.

Η κλάση GenElemContainer είναι η βάση για τα αντικείμενα μετασχηματισμού που είναι container άλλων αντικειμένων (π.χ. το Body ή το Paragraph), όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια. Περιέχει μια δομή λίστας από αντικείμενα Element, πληροφορία για τον αριθμό των περιεχόμενων αντικειμένων, για τη θέση του τρέχοντος αντικειμένου, καθώς και συναρτήσεις για την προσθήκη ενός νέου αντικειμένου και για την πλοήγηση στο επόμενο, προηγούμενο, πρώτο και τελευταίο αντικείμενο της λίστας. Κατά την πλοήγηση, για κάθε αντικείμενο που συναντάται, εκφωνείται η περιγραφή του, που βρίσκεται στην ιδιότητα InitDescription και ανάλογα με το αντικείμενο μπορεί να εκφωνηθεί κάποια πρόσθετη πληροφορία. Όπου πραγματοποιείται εκφώνηση μηνυμάτων, χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό η συνάρτηση του HAWK toolkit NonVisual_Say, η οποία παίρνει ως όρισμα ένα αλφαριθμητικό.

Οι κατηγορίες των κλάσεων για τους μετασχηματισμούς των HTML αντικειμένων που συναντώνται σε ένα HTML έγγραφο με βάση τις ιδιότητές τους και το Σχήμα 8 που παρουσιάστηκε είναι οι παρακάτω:

- **Containers.** Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται τα αντικείμενα που μπορεί να περιέχουν διαφόρων ειδών αντικείμενα. Ανήκουν τα περισσότερα αντικείμενα, αφού με βάση τις προδιαγραφές της HTML 4.01 τα περισσότερα αντίστοιχα HTML αντικείμενα περιέχουν άλλα. Παραδείγματα της

κατηγορίας αυτής είναι τα αντικείμενα παραγράφου, κυρίως σώματος του εγγράφου (body), της ενότητας (div), του πίνακα (table) και της φόρμας (form). Το κάθε αντικείμενο ανάλογα με το αντίστοιχο HTML αντικείμενο που μετασχηματίζει παρέχει τις κατάλληλες διεργασίες και περιέχει τις αντίστοιχες ιδιότητες.

- **Links.** Στην κατηγορία αυτή ανήκουν αντικείμενα που προκύπτουν από τον μετασχηματισμό των αντίστοιχων αντικειμένων της HTML, τα οποία παραπέμπουν σε κάποιο Δικτυακό Τόπο. Παραδείγματα της κατηγορίας αυτής είναι το αντικείμενο του υπερ-συνδέσμου (anchor), των περιοχών σε ένα image map είτε με τη μορφή αντικειμένων περιοχών (Area) ή απευθείας με τη μορφή υπερ-συνδέσμων.
- **Lists.** Ανήκουν αντικείμενα που περιέχουν ιδιότητες από την κατηγορία των containers, αλλά και ιδιότητες για την πλοήγηση και περιγραφή των επιμέρους αντικειμένων που περιέχουν. Παραδείγματα της κατηγορίας αυτής είναι τα αντικείμενα αριθμημένης (ordered list - OL) και μη αριθμημένης λίστας (unordered list - UL). Διαφοροποιούνται από τα απλά αντικείμενα containers από το γεγονός ότι ειδικά στις αριθμημένες λίστες, κάθε αντικείμενό της συνοδεύεται και από τον αύξων αριθμό που κατέχει στη λίστα.
- **Menus.** Συγκαταλέγονται αντικείμενα που αποτελούν λίστες επιλογών. Και η κατηγορία αυτή συνδυάζει ιδιότητες από την κατηγορία των containers, αλλά περιέχει επιπρόσθετες διεργασίες και ιδιότητες, αφού για τις επιλογές απαιτείται ειδική επεξεργασία. Κάθε φορά που ένα αντικείμενο της κατηγορίας λαμβάνει την εστίαση ενημερώνεται ο χρήστης αν έχει το δικαίωμα για πολλαπλές επιλογές. Κατά την πλοήγηση, για κάθε επιλογή παρουσιάζεται μέσω σύνθεσης φωνής η περιγραφή της. Επιπλέον μια λίστα εοιλογών μπορεί να περιέχει υπο-λίστες επιλογών. Περισσότερες λεπτομέρειες παρουσιάζονται στο Appendix “Μετασχηματισμοί Αντικειμένων”.
- **Buttons.** Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται αντικείμενα πλήκτρων. Η HTML 4 παρέχει διάφορα είδη, όπως είναι πλήκτρα ενεργοποίησης (push buttons) και πλήκτρα επιλογής (radio buttons). Υπάρχουν οι κλάσεις για την εξυπηρέτηση των μετασχηματισμών των αντικειμένων αυτών.
- **Text Areas.** Ανήκουν αντικείμενα που περιέχουν κείμενο. Παράδειγμα της κατηγορίας αυτής είναι η κλάση TextArea από την οποία δημιουργούνται αντικείμενα από τον μετασχηματισμό των αντίστοιχων HTML αντικειμένων (TEXTAREA). Δημιουργείται επίσης αντικείμενο της ίδιας κλάσης για το κείμενο που περιέχεται σε ένα αντικείμενο container, όπως είναι το κείμενο που περιέχεται σε μια παράγραφο ή σε μια ενότητα.

Στο Παράρτημα “Μετασχηματισμοί Αντικειμένων” θα παρουσιαστούν με λεπτομέρεια τα τελικά αντικείμενα μετασχηματισμού των HTML αντικειμένων. Για κάθε HTML αντικείμενο θα περιγράφεται το αντίστοιχο αντικείμενο μετασχηματισμού, καθώς και οι αλγόριθμοι που εφαρμόζονται κατά τη διαχείρισή του.

3.2.3 Η Υλοποίηση των Διεργασιών του Συστήματος

Για την υποστήριξη των διεργασιών που παρέχονται στο σύστημα, έχουν αναπτυχθεί οι κατάλληλες κλάσεις. Στην ανάπτυξη των επιμέρους λειτουργικών μονάδων του συστήματος θεωρήθηκε ωφέλιμη η χρήση ορισμένων από τις υπάρχουσες κλάσεις για τους μετασχηματισμούς των HTML αντικειμένων, όπως είναι η `Element`, η `GenElemContainer`, και η `NonVisual_Container`.

Όλα τα χαρακτηριστικά έχουν ως βασική κλάση την `Element`. Έτσι είναι εύκολη η υλοποίηση των πλοηγώσεων στα χαρακτηριστικά καθώς χρησιμοποιούνται τεχνικές που έχουν ήδη αναπτυχθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για το σκοπό αυτό, οι κλάσεις που περιέχουν χαρακτηριστικά (π.χ. `Menu` που θα εξεταστεί στη συνέχεια) κληρονομούν επιπλέον από την κλάση `GenElemContainer` και την κλάση `NonVisual_Container`.

Η κλάση που δημιουργεί τον μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο και περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά εκτέλεσης των διεργασιών είναι η **Nautilus**. Κληρονομεί από τις κλάσεις `GenElemContainer` και `NonVisual_Container` και επιπρόσθετα περιέχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **NumberOfDocuments**. Περιέχει τον αριθμό των εγγράφων στο προσωρινό Ιστορικό Πλοήγησης, δηλαδή αυτά στα οποία πλοηγήθηκε ο χρήστης κατά την τρέχουσα διεργασία του Συστήματος.
- **CurrentDocumentNumber**. Περιέχει τη θέση του τρέχοντος εγγράφου στην προσωρινή λίστα των εγγράφων.
- **CurrentDocument**. Είναι ένας δείκτης στο αντικείμενο κύριου κορμού (`Body`) του τρέχοντος εγγράφου.
- **Bodies**. Είναι η λίστα των προσωρινών εγγράφων που παρουσιάστηκαν κατά την τρέχουσα διεργασία του συστήματος. Περιέχει αντικείμενα τύπου `Body`.
- **AddBody**. Είναι η συνάρτηση με την οποία προστίθεται ένα νέο αντικείμενο τύπου `Body` (που περνιέται ως παράμετρος) στη λίστα `Bodies`.

Η κλάση περιέχει ακόμη μηχανισμούς πρόσβασης στα χαρακτηριστικά της μη οπτικής γραμμής εργαλείων, όπως ακριβώς δόθηκαν κατά τη σχεδίαση της διεπαφής χρήστη του Συστήματος. Για παράδειγμα, παρέχει πρόσβαση στο μη οπτικό πεδίο κειμένου, στο οποίο ο χρήστης εισάγει διευθύνσεις δικτυακών τόπων για πλοήγηση.

Κάθε αντικείμενο που αντιστοιχεί σε χαρακτηριστικό της γραμμής εργαλείων, εισάγεται στη λίστα `Elements` (την οποία κληρονομεί από την κλάση `GenElemContainer`), ενώ αν είναι ένα από τα χαρακτηριστικά της γραμμής εργαλείων που δόθηκαν κατά τη σχεδίαση, επιπλέον παρέχεται ο μηχανισμός για άμεση πρόσβαση σε αυτό.

Το αντικείμενο τύπου `Nautilus` δημιουργείται και αρχικοποιείται με όλα τα χαρακτηριστικά κατά την εκκίνηση της εφαρμογής (παράλληλα με την αρχικοποίηση του οπτικού τμήματος του συστήματος – `Visual Nautilus Browser`). Αφού ολοκληρωθεί η δημιουργία, η εστίαση εντοπίζεται (δεν επιλέγεται) στο αντικείμενο του μη οπτικού πεδίου κειμένου, ώστε ο χρήστης να εισάγει τη διεύθυνση που επιθυμεί. Από το σημείο αυτό και μετά, ο χρήστης είναι σε θέση πλέον να επιλέξει και να εκτελέσει οποιαδήποτε διεργασία παρέχει το σύστημα.

Όπως αναφέρθηκε, για κάθε χαρακτηριστικό του πλοηγού Ναυτίλου, έχει κατασκευαστεί και μια κλάση. Έχουμε τις παρακάτω κλάσεις:

- **Url_Field_Box.** Είναι το μη οπτικό πεδίο για τη συμπλήρωση διευθύνσεων δικτυακών τόπων. Κληρονομεί από την κλάση Element. Περιέχει ένα αντικείμενο τύπου NonVisual_EditField, στο οποίο πραγματοποιούνται διεργασίες εισαγωγής διευθύνσεων. Όταν ο χρήστης επικυρώσει την εισαγωγή με τρόπο ανάλογο της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιείται, παραλαμβάνεται η τιμή του πεδίου μέσω μιας μεθόδου που προστίθεται στο NonVisual_EditField. Στη συνέχεια η τιμή παραδίδεται στην αντίστοιχη διεργασία πλοήγησης του WebBrowser control μέσω μιας συνάρτησης, η οποία παίρνει ως όρισμα το αλφαριθμητικό που περιέχει τη διεύθυνση που εισήγαγε ο χρήστης.
- **Forward_Button, Backward_Button.** Πρόκειται για τις κλάσεις που αντιστοιχούν στα χαρακτηριστικά πλοήγησης προς το επόμενο και πλοήγησης προς το προηγούμενο έγγραφο αντίστοιχα, στη σειρά των πλοηγήσεων. Κληρονομούν από την κλάση Element και περιέχουν συναρτήσεις για την ανάκτηση του επόμενου και προηγούμενου εγγράφου αντίστοιχα. Οι συναρτήσεις αυτές βασίζονται στη λίστα Bodies του αντικειμένου «γονέα» Naftilos και μεταβάλλουν ανάλογα τις τιμές των CurrentDocument και CurrentDocumentNumber. Κάθε φορά που ο χρήστης βρίσκεται σε ένα από τα δυο χαρακτηριστικά κατά την πλοήγησή του στη μη οπτική γραμμή εργαλείων, εκφωνείται ο τίτλος του επόμενου ή προηγούμενου εγγράφου αντίστοιχα. Έτσι, ο χρήστης διευκολύνεται να αποφασίσει για την επιλογή ή όχι του αντικειμένου καθώς δεν απαιτείται να θυμάται τον τίτλο του εγγράφου, στο οποίο παραπέμπει (αρχή σχεδίασης knowledge in the world). Όταν επιλεγεί το αντικείμενο, η εκτέλεση καθοδηγείται στην αντίστοιχη διεργασία του οπτικού τμήματος, μέσω κάποιας συνάρτησης. Η συνάρτηση αυτή λαμβάνει ως παράμετρο έναν ακέραιο, που προσδιορίζει αν πρόκειται για πλοήγηση προς επόμενο ή προηγούμενο έγγραφο. Η τιμή του ακεραίου ορίζεται ανάλογα από το αντικείμενο που επιλέγεται.
- **Document_Window.** Πρόκειται για το αντικείμενο που αντιστοιχεί στο μη οπτικό «παράθυρο» παρουσίασης του κύριου κορμού (Body) του εγγράφου. Κληρονομεί από την κλάση Element και περιέχει ένα δείκτη στο αντικείμενο τύπου Body του τρέχοντος εγγράφου. Όταν επιλεγεί το αντικείμενο, εκφωνείται η περιγραφή του και στη συνέχεια η εστίαση αποδίδεται στο αντικείμενο τύπου Body, στο οποίο παρέχει πρόσβαση η κλάση.
- **StopOption.** Είναι το χαρακτηριστικό με το οποίο διακόπτεται η φόρτωση ενός HTML εγγράφου. Η εκτέλεση της διεργασίας ανατίθεται στην αντίστοιχη του WebBrowser control.
- **RefreshOption.** Η επιλογή του αντικειμένου αυτού έχει σαν αποτέλεσμα την ανανέωση του τρέχοντος εγγράφου. Όταν επιλεγεί το αντικείμενο, λαμβάνεται από το τρέχον έγγραφο (CurrentDocument από το αντικείμενο «γονέα» Naftilos) η διεύθυνσή του και η συνέχεια της διεργασίας είναι ίδια με αυτήν της φόρτωσης μιας διεύθυνσης, που περιγράφηκε παραπάνω.
- **Naft_Menu.** Είναι η κλάση για τον ορισμό λίστας επιλογών διεργασιών (menu) στο Μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο. Κληρονομεί από τις κλάσεις GenElemContainer και NonVisual_Container. Με αυτό τον τρόπο υλοποίησης που επιλέχθηκε, μια λίστα επιλογών μπορεί να περιέχει εκτός από χαρακτηριστικά και μια ή περισσότερες υπο-λίστες, όπως είδαμε και στη σχεδίαση. Όταν ένα αντικείμενο τύπου Naft_Menu επιλεγεί, η εστίαση αποδίδεται στη λίστα των περιεχομένων του. Η κορυφαία λίστα επιλογών

(αντικείμενο Menus) που δημιουργείται είναι αυτή που περιέχει τις λίστες επιλογών που δόθηκαν κατά τη σχεδίαση και είναι προσβάσιμη μέσω του χαρακτηριστικού με την περιγραφή “Λίστες επιλογών” από τη μη οπτική γραμμή εργαλείων.

- **AnchorContainer.** Πρόκειται για την κλάση που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της θέασης παρουσίασης μόνο υπερ-συνδέσμων. Κληρονομεί από τις κλάσεις Element, NonVisual_Container. Περιέχει μια λίστα αντικειμένων τύπου υπερ-συνδέσμου (Anchors), και τις αντίστοιχες με την κλάση GenElemContainer ιδιότητες και συναρτήσεις για τις διεργασίες πλοήγησης και προσθήκης ενός νέου αντικειμένου. Όταν επιλεγεί το αντικείμενο τύπου AnchorContainer η εστίαση αποδίδεται στα περιεχόμενα της λίστας Anchors. Για κάθε περιεχόμενο αντικείμενο της λίστας εκφωνείται η περιγραφή του. Όταν το αντικείμενο χάσει την εστίαση (επιλογή εξόδου από τη θέαση), η εστίαση επιστρέφεται στο αντικείμενο, από το οποίο έλαβε προηγουμένως την εστίαση. Περιέχεται μηχανισμός με τον οποίο είναι γνωστό κάθε φορά το αντικείμενο από το οποίο κλήθηκε η θέαση.
- **FramesContainer.** Πρόκειται για την κλάση που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της όψης παρουσίασης των πλαισίων εγγράφων. Κληρονομεί από τις κλάσεις Element, NonVisual_Container. Περιέχει μια λίστα αντικειμένων τύπου πλαισίων εγγράφων (Frames), και τις αντίστοιχες με την κλάση GenElemContainer ιδιότητες και συναρτήσεις για τις διεργασίες πλοήγησης και προσθήκης ενός νέου αντικειμένου. Όταν επιλεγεί το αντικείμενο τύπου FramesContainer, η εστίαση αποδίδεται στα περιεχόμενα της λίστας. Για κάθε περιεχόμενο αντικείμενο της λίστας εκφωνείται ο τίτλος του εγγράφου που περιέχει. Όταν ο χρήστης επιλέξει κάποιο αντικείμενο από τη λίστα, այt;ο παρουσιάζεται στο μη οπτικό παράθυρο παρουσίασης του εγγράφου.
- **Exit.** Είναι το χαρακτηριστικό με το οποίο ο χρήστης τερματίζει τη διεργασία του πλοηγού Ναυτίλου. Όταν επιλέγεται το αντικείμενο, εκφωνείται κατάλληλο μήνυμα και πραγματοποιείται έξοδος από την εφαρμογή.
- **Favorites.** Είναι η κλάση για τη δημιουργία λίστας με καταχωρημένες διευθύνσεις. Κληρονομεί από τις κλάσεις GenElemContainer και NonVisual_Container και η ανάπτυξή της είναι παρόμοια με αυτήν της κλάσης Naft_Menu. Όπως είδαμε κατά τη σχεδίαση, μια λίστα μπορεί να περιέχει εκτός από καταχωρημένες διευθύνσεις και υπο-λίστες διευθύνσεων (οι φάκελοι). Η κλάση περιέχει επιπλέον στη λίστα των αντικειμένων της και ένα αντικείμενο για κάθε διεργασία που μπορεί να εκτελέσει, όπως είδαμε στη σχεδίαση (αντικείμενα για προσθήκη διεύθυνσης, δημιουργία φακέλου στον τρέχων φάκελο, διαγραφή φακέλου από τον τρέχων, μεταφορά του τρέχοντος φακέλου σε κάποιον άλλο). Όταν επιλεγεί την πρώτη φορά το χαρακτηριστικό από τη μη οπτική γραμμή εργαλείων, για τη κύρια λίστα φορτώνονται από το δίσκο οι διευθύνσεις που περιέχει, ενώ δημιουργούνται και τα αντικείμενα των φακέλων (από την ίδια κλάση Favorites) που περιέχει. Οι πληροφορίες αυτές είναι αποθηκευμένες σε ένα directory στο Δίσκο του Συστήματος. Όταν επιλεγεί ένα αντικείμενο φακέλου, ελέγχεται αν περιέχει τα αντικείμενα των διευθύνσεων και των υπο-φακέλων, και αν δεν τα περιέχει δημιουργούνται με την ίδια διαδικασία. Τα αντικείμενα των καταχωρημένων διευθύνσεων δημιουργούνται από την παρακάτω κλάση:
 - **Favorite_url.** Κληρονομεί από την κλάση Element και περιέχει τις βασικές ιδιότητες μια καταχωρημένης διεύθυνσης, όπως είναι η τιμή της διεύθυνσης (Url), ο τίτλος του εγγράφου που αντιστοιχεί,

η ημερομηνία εισαγωγής, η ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης, καθώς και τον αριθμό των προσβάσεων.

Για κάθε αντικείμενο τύπου `Favorite_url` που περιέχεται σε ένα φάκελο, κατά την πλοήγηση στο εσωτερικό του εκφωνείται ο τίτλος του εγγράφου και η αντίστοιχη διεύθυνση. Για κάθε φάκελο διευθύνσεων, κατά την πλοήγηση εκφωνείται ο τίτλος του, που είναι το αντίστοιχο `directory` στο Δίσκο του Συστήματος.

- **History.** Η δομή της κλάσης είναι παρόμοια με αυτήν της `Favorites`. Κληρονομεί από τις ίδιες κλάσεις, και στα περιεχόμενα αντικείμενα συμπεριλαμβάνονται και του ίδιου τύπου. Οι διευθύνσεις στους φακέλους του Ιστορικού Πλοήγησης είναι αντικείμενα του τύπου `Favorite_url`. Ο αρχικός φάκελος περιέχει ένα αντικείμενο για κάθε επιλογή, όπως έχουν δοθεί στη σχεδίαση του Συστήματος. Για κάθε φάκελο διευθύνσεων, κατά την πλοήγηση εκφωνείται ο τίτλος του, που προσδιορίζει την ημερομηνία κατά την οποία πραγματοποιήθηκε πλοήγηση στις περιεχόμενες διευθύνσεις. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι φάκελοι στην περίπτωση της κλάσης `History` είναι προκαθορισμένοι και περιέχονται μόνο στον αρχικό φάκελο, σε αντίθεση με την κλάση `History`.

Τα αντικείμενα των χαρακτηριστικών που περιέχονται και στις λίστες επιλογών (από κλάση `Naft_Menu`), όπως δόθηκαν κατά τη σχεδίαση, εισάγονται και στη λίστα του αντίστοιχου αντικειμένου τύπου `Naft_Menu`. Για παράδειγμα το αντικείμενο τύπου `AnchorsContainer`, που είναι μια όψη του εγγράφου παρουσίασης μόνο υπερ-συνδέσμων εισάγεται (ο δείκτης στο αντικείμενο) και στη λίστα του αντικειμένου `Views` που είναι τύπου `Naft_Menu`.

Τα υπόλοιπα αντικείμενα που περιέχονται στις λίστες επιλογών είναι απλής μορφής. Για παράδειγμα, το αντικείμενο από το οποίο πρέπει ο χρήστης να κάνει μια επιλογή προκειμένου να επικυρώσει ή να ακυρώσει μια ενέργεια είναι ένα `container` από δύο αντικείμενα, όπου το ένα αντιστοιχεί στην διεργασία επικύρωσης και το άλλο στη διεργασία ακύρωσης. Άλλα αντικείμενα που σχετίζονται με την εισαγωγή κειμένου, κυρίως στη λίστα επιλογών “Ρυθμίσεις”, περιέχουν ένα αντικείμενο τύπου `NonVisual_EditField`, και απλά αντικείμενα που αντιστοιχούν στις υπόλοιπες διεργασίες.

Για την εκτέλεση των διεργασιών της πλοήγησης προς τα πίσω ή μπροστά σε παλαιότερο ή νεότερο αντίστοιχα από το αμέσως προηγούμενο ή επόμενο έγγραφο, χρησιμοποιείται η λίστα `Bodies` των αντικειμένων τύπου `Body`, η οποία περιέχεται στο αντικείμενο του `Naftilos`. Όταν επιλεγεί μια από τις δυο διεργασίες, τότε πραγματοποιούνται τα εξής:

- Για την πλοήγηση προς τα πίσω, παρατίθενται τα αντικείμενα τύπου `Body` από την αρχή της λίστας μέχρι το αντικείμενο που αντιστοιχεί στο τρέχων έγγραφο.
- Για την πλοήγηση προς επόμενο έγγραφο, παρατίθενται τα αντικείμενα τύπου `Body` από τη θέση του αντίστοιχου αντικειμένου του τρέχοντος εγγράφου στη λίστα μέχρι την τελευταία θέση της λίστας.

Για κάθε αντικείμενο τύπου `Body`, στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης κατά την πλοήγηση στη λίστα, εκφωνείται ο τίτλος του αντικειμένου. Για την επιλογή των αντικειμένων στα οποία θα είναι δυνατή η πλοήγηση στην εκάστοτε διεργασία, χρησιμοποιείται μια προσωρινή λίστα στην οποία προστίθενται τα αντικείμενα από τη λίστα `Bodies` ανάλογα με τη διεργασία που έχει επιλεγεί.

Για την όψη παρουσίασης μόνο κειμένου χρησιμοποιείται η κλάση **TextContainer**. Μέσω της κατάλληλης προγραμματιστικής διεπαφής του DOM μετασχηματίζεται το έγγραφο σε μορφή κειμένου. Το κείμενο καταχωρείται σε ένα αντικείμενο τύπου `NonVisual_TextReviewer` που περιέχεται στην κλάση.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι οι διεργασίες αποθήκευσης μιας διεύθυνσης σε κάποια λίστα καταχωρημένων διευθύνσεων (Favorites), καθώς και της αποθήκευσης ενός HTML εγγράφου στο Δίσκο του Συστήματος, πραγματοποιείται με τα κατάλληλες προγραμματιστικές διεπαφές του DOM. Η εκτέλεση μιας εντολής που σχετίζεται με το έγγραφο και τα συναφή χαρακτηριστικά του γίνεται με τη χρήση της συνάρτησης `ExecuteCommand` της προγραμματιστικής διεπαφής `IHTMLDocument2`. Η συνάρτηση παίρνει ως ορίσματα την περιγραφή της εντολής (π.χ. “Save” ή “AddBookmark”) και τιμές που σχετίζονται με την εκάστοτε λειτουργία, που προσδιορίζει το όρισμα της περιγραφής.

3.3 Η Λειτουργία του Συστήματος

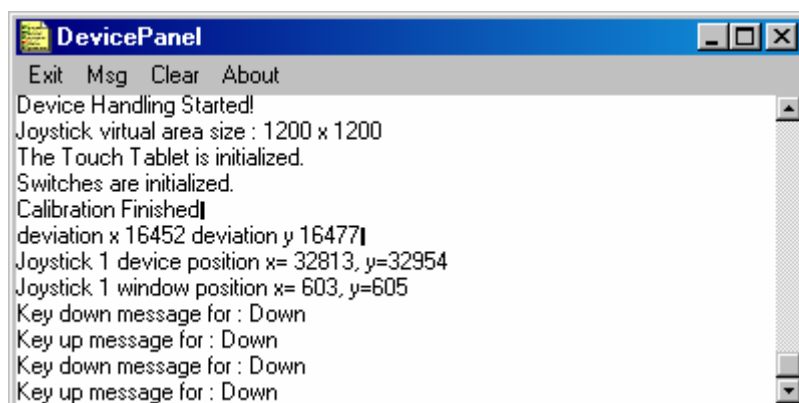
Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν πληροφορίες για τη λειτουργία του Συστήματος. Η περιγραφή της λειτουργίας αφορά το σύστημα μη οπτικής πλοήγησης του Ναυτίλου και δεν περιλαμβάνει τον τρόπο λειτουργίας και του οπτικού τμήματος του Ναυτίλου. Το οπτικό τμήμα χρησιμοποιείται από χρήστες που έχουν τη δυνατότητα όρασης και δεν αποτελεί μέρος της παρούσας εργασίας.

Το σύστημα δεν έχει εγκατασταθεί ακόμη σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης, οπότε η μελέτη της λειτουργίας του επικεντρώνεται στην εκτέλεσή του σε Προσωπικό Υπολογιστή. Το σύστημα εκτελείται σε περιβάλλον Windows 98 σε ένα Ηλεκτρονικό Υπολογιστή τύπου Pentium III. Απαιτείται η διάθεση των παρακάτω συσκευών:

- Κάρτα ήχου. Αναλαμβάνει την εκφώνηση των μηνυμάτων από τα ηχεία. Συνεργάζεται με το σύστημα σύνθεσης φωνής.
- Ηχεία. Από τα ηχεία εκφωνούνται τα μηνύματα, τα οποία φτάνουν από την κάρτα ήχου.
- Πληκτρολόγιο. Όλες οι διεργασίες είναι προσβάσιμες μέσω του πληκτρολογίου. Αυτή είναι και μια βασική αρχή, την οποία ακολουθήσαμε κατά τη σχεδίαση του πλοηγού Ναυτίλου.
- Braille. Όπως είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, στη συσκευή Braille παρουσιάζονται οι πληροφορίες που περιέχουν ορισμένα αντικείμενα.

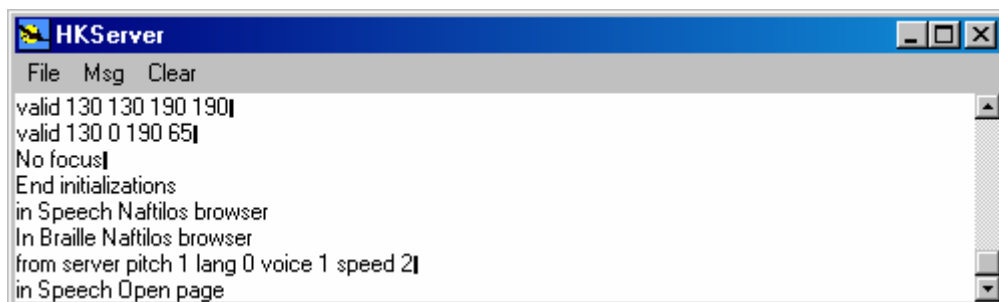
Ο πλοηγός Ναυτίλος, προκειμένου να λειτουργήσει δεν αρκεί μόνο το εκτελέσιμο αρχείο (NonVisual_Browser.exe). Πριν την εκτέλεση του βασικού αρχείου της εφαρμογής πρέπει φορτωθούν κάποια αρχεία που σχετίζονται με τη λειτουργία του HAWK toolkit, το οποίο χρησιμοποιείται στην υλοποίηση όπως είδαμε. Τα αρχεία αυτά αναλαμβάνουν τη διαχείριση των συσκευών και την επεξεργασία των μηνυμάτων που δημιουργούνται από το πληκτρολόγιο. Τα αρχεία που φορτώνονται πριν το βασικό αρχείο της εφαρμογής εξυπηρετούν τις ανάγκες των NonVisual αντικειμένων του KH toolkit. Τα αρχεία που φορτώνονται είναι τα εξής:

- **Device_panel.** Το αρχείο αυτό φορτώνει ένα διάλογο. Η εστίαση θα πρέπει να είναι στο διάλογο αυτό, ώστε να λαμβάνονται τα γεγονότα από το πληκτρολόγιο και να επεξεργάζονται ανάλογα με το αντικείμενο στο οποίο εφαρμόζονται. Εμφανίζει ένα πλαίσιο, στο οποίο περιγράφεται το πλήκτρο που έχει πατηθεί κάθε φορά. Στην αρχή της εκτέλεσής του, πραγματοποιεί κάποιες αρχικοποιήσεις που είναι σχετικές με τις συσκευές εισόδου που χρησιμοποιούνται. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής.



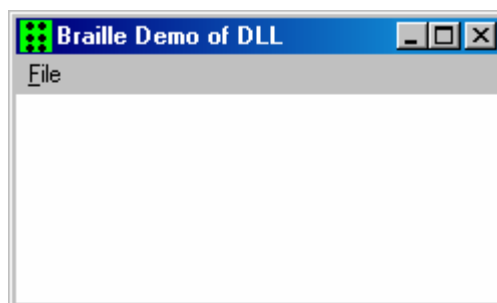
Εικόνα 6: Στιγμιότυπο της εφαρμογής Device Panel

- HKServer.** Φορτώνει το διάλογο του HK Server. Ο HK Server είναι ένα τμήμα του HK toolkit. Τα μηνύματα που λαμβάνει από το πληκτρολόγιο το Device_panel επεξεργάζονται κατάλληλα (όπως έχει δοθεί στη σχεδίαση και υλοποίηση του Συστήματος) και στη συνέχεια τα αποτελέσματα στέλνονται στον εξυπηρετητή HK Server. Αυτός αναλαμβάνει να εκτελέσει τις εντολές εκφώνησης, ενώ παράλληλα παρουσιάζει την πληροφορία που περιέχεται στο Braille, αν αυτό έχει οριστεί για το αντικείμενο στο οποίο εφαρμόστηκε το μήνυμα από το πληκτρολόγιο. Αν οι πληροφορίες πρέπει να παρουσιαστούν στο Braille, τότε τις αποστέλλει στο αντίστοιχο τμήμα που διαχειρίζεται το Braille και φορτώνεται από το επόμενο αρχείο. Ο διάλογος που φορτώνεται παρουσιάζει την πληροφορία οπτικά αλλά και μέσω σύνθεσης φωνής. Για κάθε πληροφορία που παρουσιάζει περιγράφεται στην αρχή της παρουσίασης, η μορφή στην οποία πραγματοποιείται (“Speech” ή “Braille”). Το τμήμα HK Server συνεργάζεται άμεσα με τη μηχανή μετατροπής κειμένου σε σύνθεση φωνής (text-to-speech engine) L&H. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής.



Εικόνα 7: Στιγμιότυπο της εφαρμογής HK Server

- Braille.** Φορτώνει το τμήμα διαχείρισης της συσκευής Braille. Όταν το αντικείμενο στο οποίο εφαρμόστηκε το μήνυμα από το πληκτρολόγιο απαιτεί την παρουσίαση των δεδομένων του και σε Braille, το τμήμα αυτό αναλαμβάνει να διαμορφώσει την κατάλληλη μορφή στο Braille για την παρουσίαση των πληροφοριών. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής.



Εικόνα 8: Στιγμιότυπο της εφαρμογής Braille

Όταν φορτωθούν τα προηγούμενα αρχεία, στη συνέχεια φορτώνεται το εκτελέσιμο του πλοηγού Ναυτίλου. Έχοντας την εστίαση στο Device Panel ο χρήστης είναι πλέον σε θέση να λειτουργήσει πλήρως την εφαρμογή από το πληκτρολόγιο.

Όταν φορτώνεται το εκτελέσιμο της εφαρμογής παρουσιάζεται ο διάλογος, ο οποίος περιέχει το WebBrowser control. Ο διάλογος αυτός μπορεί να μην γίνεται αντιληπτός από τον τυφλό χρήστη, αλλά το WebBrowser control που περιέχει είναι απαραίτητο για την εκτέλεση πολλών διεργασιών παραλαβής του HTML εγγράφου, όπως είδαμε στις προηγούμενες ενότητες.

Όταν εκτελεστεί η εφαρμογή, η εστίαση αποδίδεται στη μη οπτική γραμμή εργαλείων και συγκεκριμένα η πλοήγηση ξεκινάει από το μη οπτικό πεδίο εισαγωγής διεύθυνσης, το οποίο έχει περιγραφή "Open page". Έχει γίνει αυτή η επιλογή για την έναρξη της πλοήγησης στα χαρακτηριστικά της εφαρμογής, διότι η λειτουργία που είναι περισσότερο πιθανόν να χρησιμοποιηθεί κατά την εκκίνηση της εφαρμογής είναι ο προσδιορισμός της διεύθυνσης για την πλοήγηση σε ένα δικτυακό τόπο. Όταν φορτωθεί η εφαρμογή και γίνουν οι απαραίτητες αρχικοποιήσεις, εκφωνείται ανάλογο μήνυμα, καθώς και η περιγραφή του μη ορατού πεδίου εισαγωγής κειμένου, οπότε ο χρήστης γνωρίζει το χαρακτηριστικό στο οποίο βρίσκεται. Αν αυτή είναι η επιθυμητή επιλογή αποδίδει την εστίαση με τη χρήση του πλήκτρου "Enter", οπότε είναι σε θέση να πληκτρολογήσει στο μη οπτικό πεδίο κειμένου. Σε διαφορετική περίπτωση μπορεί να πλοηγηθεί στη γραμμή εργαλείων με χρήση των πλήκτρων πλοήγησης, προκειμένου να εντοπίσει και να επιλέξει το χαρακτηριστικό που αντιστοιχεί στην λειτουργία που επιθυμεί.

Αν ο χρήστης επιλέξει το χαρακτηριστικό με την περιγραφή "Document window" που αντιστοιχεί στο παράθυρο παρουσίασης του κυρίως εγγράφου, χωρίς να έχει πλοηγηθεί σε κάποιο δικτυακό τόπο, εκφωνείται το μήνυμα "There is no document". Σε διαφορετική περίπτωση η εστίαση αποδίδεται στο κυρίως έγγραφο που περιέχεται στο παράθυρο. Ως σημείο εκκίνησης της εσωτερικής πλοήγησης ορίζεται το αντικείμενο του εγγράφου από το οποίο μπορεί να είχε πραγματοποιηθεί έξοδος από το έγγραφο, διαφορετικά αν είναι η πρώτη πρόσβαση στο έγγραφο (έχει μόλις φορτωθεί και επεξεργαστεί) η πλοήγηση ξεκινάει από το πρώτο αντικείμενο του εγγράφου. Σε κάθε περίπτωση που η πλοήγηση έχει ως αποτέλεσμα τη μετάβαση στο πρώτο ή το τελευταίο αντικείμενο του εγγράφου εκφωνείται ανάλογο μήνυμα.

Για τη λειτουργία του πλοηγού Ναυτίλου ως αυτόνομης εφαρμογής πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, δεν πραγματοποιείται παράλληλη λειτουργία με το οπτικό τμήμα, διότι δεν ήταν αυτός ο σκοπός της εργασίας. Το οπτικό τμήμα όπως παρουσιάστηκε χρησιμοποιείται μόνο για την μετάβαση, παραλαβή και επεξεργασία ενός HTML εγγράφου. Όμως το σύστημα έχει υλοποιηθεί έτσι ώστε να είναι εύκολη η ενσωμάτωση αργότερα με το οπτικό τμήμα για τη δημιουργία του ευρύτερου έργου Ναυτίλος. Έτσι, όποτε χρειάζεται το οπτικό τμήμα για την εκτέλεση κάποιας λειτουργίας, όπως είναι η μετάβαση και παραλαβή ενός εγγράφου από τον Παγκόσμιο Ιστό, ο έλεγχος δίνεται στο οπτικό τμήμα και στη συνέχεια αφού παραληφθεί, επεξεργαστεί και γίνουν οι μετασχηματισμοί όπως παρουσιάστηκαν, ο έλεγχος επιστρέφεται στο μη οπτικό τμήμα που αποτελεί ο πλοηγός Ναυτίλος.

Ένας περιορισμός στη λειτουργία του Συστήματος είναι ότι υπάρχει πιθανότητα κατάρρευσης του Συστήματος σε περίπτωση που δεν ολοκληρώνεται η εκφώνηση των μηνυμάτων. Κατά τα πειράματα στην εκτέλεση της εφαρμογής δεν παρατηρήθηκε συχνά αυτό το φαινόμενο, και το σύστημα κατάρρευσε μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις που η πλοήγηση στα περιεχόμενα των αντικειμένων που ήταν container άλλων αντικειμένων πραγματοποιήθηκε με μεγάλη ταχύτητα και για σημαντικό χρονικό διάστημα. Στις περιπτώσεις αυτές κατέρρευσε το τμήμα ΗΚ

server. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι για την εμφάνιση του φαινομένου αυτού δεν ευθύνεται η υλοποίηση του συστήματός μη οπτικής πλοήγησης του Ναυτίλου, αλλά το πρόβλημα εντοπίζεται στο τμήμα HK Server, το οποίο χρησιμοποιείται από την εφαρμογή μας.

3.4 Λειτουργία σε Υπολογιστή έναντι Λειτουργίας σε Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί μια σύγκριση μεταξύ της λειτουργίας και των δυνατοτήτων του Συστήματος σε ένα Ηλεκτρονικό Υπολογιστή και των αντίστοιχων σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης. Θα δοθεί κυρίως έμφαση σε σημεία που μια δυνατότητα στον ένα τύπο λειτουργίας δεν παρέχεται στον άλλο.

Η λειτουργία σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή και σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης διαφέρει σημαντικά. Η διαφορά αυτή μπορεί να αποδοθεί στους παρακάτω λόγους:

- Οι μορφές των δυο συστημάτων είναι διαφορετικές. Ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής προορίζεται για γενική χρήση. Οι διαστάσεις του είναι σχετικά μικρές και συνήθως χρησιμοποιείται από ένα άτομο στο σπίτι ή στο γραφείο και όχι σε χώρο κοινής πρόσβασης. Διαθέτει πολλά χαρακτηριστικά διαχείρισής και οι διεργασίες ποικίλουν αντίστοιχα. Αντίθετα, ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης προορίζεται συνήθως για ένα συγκεκριμένο σκοπό. Οι διαστάσεις του είναι σαφώς μεγαλύτερες και τοποθετείται σε χώρους κοινής πρόσβασης για την παροχή ορισμένων ειδών πληροφορίας ή άλλων υπηρεσιών. Τα χαρακτηριστικά διαχείρισης που παρέχει είναι λιγότερα, όμως ανάλογα με τη σχεδίαση της διεπαφής χρήστη, η ευχρηστία που παρέχεται μπορεί να είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Η διαφορά μεταξύ του πλήθους και των κατηγοριών των χρηστών. Ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί να χρησιμοποιείται καθημερινά και από ένα περιορισμένο αριθμό χρηστών. Ένα σύστημα λοιπόν όπως αυτό της πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, όταν λειτουργεί σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή παρέχει όπως είδαμε διεργασίες προσωπικών ρυθμίσεων του χρήστη. Αντίθετα, σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης το πλήθος και οι κατηγορίες των χρηστών ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό. Το ίδιο συμβαίνει και με τη συχνότητα χρήσης. Ένας χρήστης μπορεί να μην χρησιμοποιήσει ξανά το σύστημα στο μέλλον γιατί απλά έκανε τουρισμό και ήταν περαστικός από το χώρο στον οποίο ήταν τοποθετημένο το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης. Επομένως διεργασίες που σχετίζονται άμεσα με προσωπικές ρυθμίσεις του χρήστη όπως θα δούμε αναλυτικότερα στη συνέχεια δεν θα παρέχονται κατά τη λειτουργία του πλοηγού στο Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης.
- Η ιδιαιτερότητα του χώρου χρήσης του συστήματος. Ο χώρος στον οποίο χρησιμοποιείται το σύστημα αποτελεί σημαντικό παράγοντα στις διεργασίες που παρέχονται και τις συσκευές που χρησιμοποιούνται. Ένας υπολογιστής λόγω κυρίως του ιδιωτικού χώρου χρήσης μπορεί να συνοδεύεται από μια πληθώρα συσκευών και την παροχή των ανάλογων διεργασιών. Μπορεί να συνοδεύεται από εκτυπωτή ή σαρωτή για παράδειγμα. Αντιθέτως, σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης η παροχή ορισμένων πρόσθετων συσκευών και των ανάλογων διεργασιών είναι δύσκολη, καθώς απαιτούν τουλάχιστον την επίβλεψη από κάποιο άτομο. Ο περιορισμός αυτός σχετίζεται κυρίως με «ευαίσθητες» συσκευές όπως είναι για παράδειγμα ο εκτυπωτής. Η χρήση ενός εκτυπωτή όπως θα δούμε και στη συνέχεια απαιτεί την επίβλεψη ενός ατόμου προκειμένου να τροφοδοτείται με χαρτί σε περιπτώσεις που αυτό εξαντλείται.

- Η παρουσίαση της πληροφορίας. Η βασική μορφή παρουσίασης της πληροφορίας στον Πλοηγό Ναυτίλο είναι όπως έχουμε δει μέσω σύνθεσης φωνής. Όμως η ιδιομορφία του χώρου κοινής πρόσβασης για ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης απαιτεί τη χρήση τρόπων ώστε να παρέχονται εγγυήσεις για τη σωστή μετάδοση των πληροφοριών στο χρήστη. Αν για παράδειγμα υπάρχει σημαντικός θόρυβος στο χώρο που το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης είναι εγκατεστημένο, κάτι πολύ πιθανό, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικά ακουστικά ώστε να μην παρουσιάζεται δυσκολία στην απόκτηση της πληροφορίας.

Με βάση τις διαφορές που παρουσιάστηκαν και τους περιορισμούς που τίθενται στη λειτουργία του Πλοηγού σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης οδηγούμαστε στα μέσα διαχείρισης και τις διεργασίες που θα παρέχονται. Το πλήθος των χρηστών και οι διαφορετικές δυνατότητες και εμπειρίες σχετικά με τη χρήση παρόμοιων συστημάτων πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό επιβάλλουν η σύνθεση του Συστήματος και τα μέσα αλληλεπίδρασης με το χρήστη να είναι όσο το δυνατόν απλούστερα. Το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης, στο οποίο θα λειτουργεί ο Πλοηγός Ναυτίλος περιλαμβάνει τα εξής τμήματα επικοινωνίας με το χρήστη:

- Οθόνη. Στην οθόνη παρουσιάζεται το οπτικό τμήμα του Ναυτίλου και χρησιμοποιείται από άτομα που δεν είναι τυφλά.
- Ηχεία. Μέσω των ηχείων παρουσιάζονται οι πληροφορίες ενός HTML εγγράφου με σύνθεση φωνής, καθώς και οποιαδήποτε ηχητικά μηνύματα. Επιπλέον, τα ηχεία συμβάλουν στη χρήση της εφαρμογής κατά αναλογία με τη χρήση της από ένα μη τυφλό άτομο. Για κάθε ενέργειά του κατά την πλοήγηση παρέχεται όπως έχουμε δει η ανάλογη πληροφόρηση (feedback). Τα ηχεία είναι προφανές ότι αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του μη οπτικού τμήματος του Ναυτίλου.
- Ακουστικά. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω τα ακουστικά χρησιμοποιούνται κυρίως σε περίπτωση που επικρατεί θόρυβος στο χώρο πρόσβασης στο Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης. Μια επιπρόσθετη χρήση τους είναι σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να μη δημοσιεύονται οι πληροφορίες, κάτι που συμβαίνει μέσω των ηχείων. Αυτό ισχύει για τυφλούς χρήστες, καθώς το οπτικό τμήμα της εφαρμογής παρουσιάζει πάντα το έγγραφο.
- Ρυθμιστής έντασης του ήχου. Πρόκειται για ένα διακόπτη, η άνοδος του οποίου προκαλεί αύξηση της έντασης, ενώ η κάθοδος του προκαλεί μείωση. Η δυνατότητα ρύθμισης του ήχου όπως είδαμε παρέχεται και μέσα από τη εφαρμογή.
- Πληκτρολόγιο. Το πληκτρολόγιο αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην αλληλεπίδραση ενός τυφλού χρήστη με το μη οπτικό τμήμα του Ναυτίλου. Όπως έχει παρουσιαστεί στα προηγούμενα κεφάλαια, όλες οι διεργασίες είναι προσβάσιμες μέσω του πληκτρολογίου. Τα πλήκτρα θα έχουν την επάνω επιφάνειά τους σε ανάγλυφη μορφή το χαρακτήρα ή τη λειτουργία που εκτελούν, προκειμένου να εντοπίζονται από τον τυφλό χρήστη. Για τη βελτίωση της ευχρηστίας, τα πλήκτρα ανάλογα με τη λειτουργία που εκτελούν θα ομαδοποιούνται στα αντίστοιχα σύνολα. Έτσι, για παράδειγμα τα πλήκτρα πλοήγησης προς τις τέσσερις βασικές κατευθύνσεις θα είναι σε ξεχωριστό τμήμα του πληκτρολογίου από τα πλήκτρα χαρακτήρων, όπως συμβαίνει και με το πληκτρολόγιο ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- Joystick. Το joystick αποτελεί ένα εναλλακτικό μέσο χρήσης του συστήματος έναντι του πληκτρολογίου ή παράλληλα με αυτό. Διευκολύνει άτομα που δεν είναι εξοικειωμένα με την πληκτρολόγηση. Λαμβάνοντας υπόψη το σχήμα

που θα έχει το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης και το χώρο κοινής πρόσβασης, το μέγεθος του joystick θα είναι μικρό και δίπλα από το πληκτρολόγιο.

- Συσκευή κατάδειξης (mouse). Λαμβάνοντας υπόψη τις ίδιες παραμέτρους όπως και για το joystick, η συσκευή κατάδειξης θα είναι σε μορφή trackball όπως στους περισσότερους φορητούς υπολογιστές και θα βρίσκεται παραπλήσια του πληκτρολογίου. Είναι προφανές ότι η συσκευή κατάδειξης χρησιμοποιείται από τους χρήστες του οπτικού τμήματος του Ναυτίλου, καθώς η χρήση του προϋποθέτει άμεση συνεργασία της όρασης και του χεριού.
- Οθόνη Braille. Στην οθόνη Braille όπως είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάζονται μηνύματα που σχετίζονται κυρίως με κείμενο. Χρησιμοποιείται από τυφλούς χρήστες και είναι τοποθετημένη κάτω από την βασική οθόνη και πάνω από το πληκτρολόγιο.

Στο Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης δεν υποστηρίζεται εκτυπωτής. Ο βασικότερος λόγος όπως αναφέραμε παραπάνω για την έλλειψη εκτυπωτή στην λειτουργία σε Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης, είναι η απαίτηση για επίβλεψη προκειμένου να τροφοδοτείται με χαρτί σε περίπτωση εξάντλησης. Επιπλέον, ο εκτυπωτής είναι ευάλωτος σε βλάβες και πολύ περισσότερο σε ένα χώρο κοινής πρόσβασης. Η πιθανότερη κατάληξη θα ήταν να τεθεί σύντομα εκτός λειτουργίας. Επιπρόσθετα, ένας εκτυπωτής που εκτυπώνει στη συνήθη μορφή δεν θα ήταν καθόλου χρήσιμος για τους τυφλούς χρήστες του μη οπτικού τμήματος του Ναυτίλου. Ακόμη και αν ήταν δυνατή η επίβλεψη θα έπρεπε κάθε φορά να ρυθμίζεται η μορφή εκτύπωσης ανάλογα με το χρήστη, κάτι που είναι δύσκολο υλοποιήσιμο.

Αναζητώντας τις διαφορές μεταξύ της λειτουργίας σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή και της λειτουργίας σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης, όπως πραγματοποιήσαμε προηγουμένως εξάγαμε το συμπέρασμα ότι ορισμένες διεργασίες δεν είναι δυνατόν να παρέχονται στη λειτουργία σε ένα χώρο κοινής πρόσβασης. Οι λόγοι για τις διαφορές αυτές αναλύονται για κάθε λειτουργία που παρουσιάζεται, η οποία δεν εκκινείται στην παροχή και των δυο συστημάτων. Οι διεργασίες αυτές είναι οι εξής:

- Αποθήκευση ενός HTML εγγράφου. Σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή έχει λογική η αποθήκευση. Ο πλοηγός χρησιμοποιείται από ένα μικρό σύνολο ατόμων και ο ρυθμός χρήσης από κάθε άτομο είναι σαφώς μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης. Η λειτουργία αυτή σχετίζεται κυρίως με προσωπική χρήση, κάτι που δεν υφίσταται στη λειτουργία του Πλοηγού «Ναυτίλος» σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης.
- Ορισμός βασικής σελίδας πλοήγησης. Η λειτουργία αυτή αποτελεί προσωπική ρύθμιση και επομένως δεν μπορεί να παρέχεται στη λειτουργία του σε ένα χώρο κοινής πρόσβασης. Το Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης παρέχει μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Ο πλοηγός Ναυτίλος αφενός θα είναι συνεχώς σε λειτουργία και αφετέρου η βασική σελίδα θα είναι προκαθορισμένη από τους κατασκευαστές.
- Αποθήκευση διευθύνσεων Δικτυακών Τόπων. Η λειτουργία αυτή αφορά ένα μικρό αριθμό χρηστών (αν όχι ένα) και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη λειτουργία του Ναυτίλου σε ένα Ηλεκτρονικό Υπολογιστή. Στη λειτουργία του όμως σε ένα χώρο κοινής πρόσβασης δεν έχει ιδιαίτερη αξία, καθώς ο αριθμός των χρηστών είναι μεγάλος και το σύστημα δεν προορίζεται για ιδιωτική χρήση.
- Έξοδος από τον Πλοηγό Ναυτίλο. Πρόκειται για μια λειτουργία με νόημα στη λειτουργία του πλοηγού σε ένα υπολογιστή, καθώς όπως είπαμε ο

υπολογιστής αποτελεί συσκευή γενικής χρήσης. Σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης όμως που προορίζεται αποκλειστικά για την παροχή του Πλοηγού «Ναυτίλος» η έξοδος από το σύστημα δεν έχει νόημα καθώς δεν εκτελείται καμία άλλη εφαρμογή.

- Ρυθμίσεις σχετικά με τη διαχείριση του Ιστορικού των πλοηγήσεων. Οι ρυθμίσεις αυτές αφορούν διεργασίες όπως είναι ο ορισμός των ημερών διατήρησης ενός εγγράφου στο Ιστορικό. Οι διεργασίες αυτές που παρέχονται στο οπτικό και μη οπτικό τμήμα του Ναυτίλου, στη λειτουργία του σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης ορίζονται εσωτερικά από το σύστημα και έχουν πρόσβαση μόνο οι διαχειριστές του.

Κεφάλαιο 4

4 Συμπεράσματα και Μελλοντική Δουλειά

Στην εργασία παρουσιάστηκε ο πλοηγός Ναυτίλος. Περιγράφηκε όλη η διαδικασία της κατασκευής της εφαρμογής περνώντας από όλα τα στάδια, από τον ορισμό των απαιτήσεων ως τον τρόπο λειτουργίας. Η εργασία αυτή αντανακλά επίσης τη γενική μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθείται για την κατασκευή προσβάσιμων εφαρμογών πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό για χρήστες που δεν διαθέτουν τη δυνατότητα όρασης.

Ένα πολύ ενδιαφέρον σημείο στην ανάπτυξη της εφαρμογής ήταν ότι έπρεπε να σχεδιαστεί μια μη οπτική διεπαφή χρήστη. Όπως είδαμε στην ενότητα της σχεδίασης του συστήματος, ακολουθήθηκαν βασικές αρχές ώστε το σύστημα να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο εύχρηστο. Η γνώση τοποθετήθηκε στο περιβάλλον του συστήματος [16], ώστε ο χρήστης να μη χρειάζεται να απομνημονεύει τον τρόπο εκτέλεσης των διεργασιών. Ακόμη, στα χαρακτηριστικά που επιλέγει από τη μη οπτική γραμμή εργαλείων έχουν αποδοθεί όσο το δυνατόν σύντομα αλλά περιεκτικά ονόματα, που αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες στις οποίες αντιστοιχούν.

Σε μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, που χρησιμοποιείται από άτομα με δυνατότητα όρασης, η πληροφορία ενός εγγράφου παρουσιάζεται οπτικά και ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδρά με ευκολία με το σύστημα. Στην περίπτωση όμως του πλοηγού Ναυτίλου έπρεπε να εκμεταλλευτούν οι αισθήσεις της ακοής και της αφής. Όπως είδαμε, όλες οι πληροφορίες παρουσιάζονται μέσω σύνθεσης φωνής και ορισμένες επιπλέον σε Braille.

Ένας τυφλός χρήστης δεν είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει μια συσκευή κατάδειξης όπως είναι το mouse. Η χρήση μιας τέτοιας συσκευής απαιτεί τη συνεργασία του ματιού με τη θέση του δρομέα που προσδιορίζεται από το mouse. Οι χρήστες όμως του πλοηγού Ναυτίλου δεν έχουν την ικανότητα όρασης και επομένως δεν μπορούν να έχουν τη συνεργασία που αναφέρθηκε. Για τους λόγους αυτούς ακολουθήθηκε η αρχή σχεδίασης με βάση την οποία όλα τα αντικείμενα αλληλεπίδρασης, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που περιέχονται σε ένα HTML έγγραφο, είναι προσβάσιμα μέσω του πληκτρολογίου.

Όπως είδαμε στη σχεδίαση και υλοποίηση, έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επεξεργασία και παρουσίαση ενός HTML εγγράφου. Έγινε προσπάθεια ώστε ο χρήστης να έχει περιεκτική πληροφορία και τις όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες πληροφορίας σε σχέση με την οπτική παρουσίαση του εγγράφου. Σε κάποιες περιπτώσεις η απώλεια ήταν αναπόφευκτη, όπως για παράδειγμα στα αντικείμενα εικόνας. Ακόμη όμως και στις περιπτώσεις αυτές ο χρήστης μπορεί να έχει μια γενική πληροφορία (π.χ. αν ορίζεται από το συγγραφέα η εναλλακτική περιγραφή της εικόνας) ανάλογα με το είδος του αντικειμένου.

Ακόμη, στο σύστημα υλοποιήθηκαν μηχανισμοί ώστε ο χρήστης να μπορεί να χρησιμοποιεί τις διεργασίες που παρέχονται από μια οπτική εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, οι οποίες όμως έχουν νόημα για ένα τυφλό χρήστη. Η δομή

των διαλόγων για τις διεργασίες αυτές προσέχθηκε ιδιαίτερα, ώστε να μπορεί να τις εκτελεί με ευκολία. Είναι μια (καλή) προσομοίωση των αντίστοιχων οπτικών διαλόγων.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της εφαρμογής μη οπτικής πλοήγησης Ναυτίλος είναι η παροχή της δυνατότητας επιλογής της όψης παρουσίασης ενός HTML εγγράφου. Η δημιουργία διαφορετικών όψεων ενός εγγράφου ήταν μια από τις αρχές σχεδίασης για προσβασιμότητα.

Στην υλοποίηση του Συστήματος και στα αντικείμενα του μετασχηματισμού που παρουσιάστηκαν, επικρατεί γενικά μια συνέπεια, τόσο ως προς την δομή όσο και στον τρόπο διαχείρισης. Για τα περισσότερα αντικείμενα που μπορεί να περιέχουν άλλα αντικείμενα, πέραν των βασικών διαφορών ως προς το είδος τους, ο τρόπος πλοήγησης και επιλογής στα περιεχόμενα αντικείμενά τους είναι κοινός. Η συνέπεια εξάλλου είναι μια άλλη βασική αρχή σχεδίασης που ακολουθείται.

Έχει δοθεί ακόμη έμφαση στη διαχείριση των αντικειμένων τύπου πίνακα που συναντώνται στα HTML έγγραφα. Παρέχονται οι διεργασίες, τις οποίες μπορεί να εκτελέσει ένα άτομο με δυνατότητα όρασης, αν το αντικείμενο παρουσιάζοταν οπτικά. Υλοποιήθηκαν αλγόριθμοι για την εύρεση των επικεφαλίδων, κάτι που ο χρήστης με δυνατότητα όρασης εντοπίζει οπτικά. Έγινε και εδώ προσπάθεια, ώστε να παρουσιάζεται στο χρήστη όσο το δυνατόν πληρέστερη πληροφόρηση για τη θέση του κατά την πλοήγηση μέσα στον πίνακα, καθώς και τις βασικές ιδιότητες ενός κελιού, όπως είναι ο αριθμός γραμμών και ο αριθμός στηλών που καταλαμβάνει.

Η δυνατότητα πλοήγησης στα πλαίσια εγγράφων είναι επίσης ένα χαρακτηριστικό που κάνει ο πλοηγός Ναυτίλος να ξεχωρίζει από άλλα παρόμοια Συστήματα που απευθύνονται σε τυφλούς χρήστες. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση οι νεότερες τεχνολογίες λογισμικού, οι οποίες παρείχαν μεγαλύτερη ευελιξία και επέτρεπαν τη λήψη πολύ περισσότερης πληροφορίας από το έγγραφο σε σχέση με παλαιότερες τεχνολογίες.

Το σύστημα μη οπτικής πλοήγησης του Ναυτίλου είναι ανοικτό σε επεκτάσεις. Μια βασική επέκταση, η οποία αποτελεί και στόχο, όπως αναφέραμε στην αρχή είναι η εγκατάσταση του Συστήματος σε ένα Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης. Θα πρέπει να μελετηθεί η μορφή του μηχανήματος, καθώς δεν πρόκειται για μια κοινή εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό, αλλά για εφαρμογή που απευθύνεται σε χρήστες με απώλεια όρασης. Έχουν διατυπωθεί προτάσεις στο θέμα αυτό, οι οποίες βασίζονται κατά κύριο λόγο στο Δημόσιο Σημείο Πληροφόρησης EZ Access που περιγράφηκε στη δεύτερη ενότητα. Για να πραγματοποιηθεί όμως η επέκταση αυτή θα πρέπει να ολοκληρωθεί και το τμήμα της οπτικής εφαρμογής πλοήγησης Ναυτίλος, ώστε το σύστημα Ναυτίλος να είναι ολοκληρωμένο στο σύνολό του.

Μια άλλη επέκταση του Συστήματος είναι η δυνατότητα αναγνώρισης φωνής για την είσοδο εντολών. Ο τρόπος αυτός εισόδου εντολών θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά του πληκτρολογίου. Η αναγνώριση φωνής προσφέρεται ειδικά για άτομα που αντιμετωπίζουν κινητικές δυσκολίες στα άνω άκρα. Σήμερα παρέχονται οι κατάλληλες τεχνολογίες λογισμικού και καθιστούν δυνατή την υλοποίηση ενός τέτοιου μηχανισμού.

Η εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό AVANTI που προηγήθηκε της ανάπτυξης της εφαρμογής Ναυτίλος, παρέχει μηχανισμούς για στατική και δυναμική

προσαρμογή του Συστήματος (Adaptability και Adaptivity) ανάλογα με τις ανάγκες και την κατάσταση του χρήστη. Μια επέκταση του Ναυτίλου θα ήταν η υλοποίηση παρόμοιων μηχανισμών προσαρμογής.

Στο σύστημα θα μπορούσε να προστεθεί ακόμη ένας μηχανισμός που να χωρίζει το έγγραφο σε «ιδεατές» σελίδες. Χωρίζοντας το έγγραφο σε σελίδες, και δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να πλοηγείται στις σελίδες, παρέχεται η σημαντική πληροφορία στο χρήστη σχετικά με το μέγεθος του HTML εγγράφου, ενώ μπορεί να προσανατολίζεται και να επικεντρώνεται σε ένα τμήμα του εγγράφου ευκολότερα.

Κάτι σημαντικό για την αξιολόγηση της ευχρηστίας του συστήματος είναι η δοκιμή του από τυφλούς χρήστες (user testing). Πρόκειται για μια δημοφιλή μέθοδο αξιολόγησης [34], από την οποία εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για το βαθμό ευχρηστίας του συστήματος και μπορεί να ανιχνευθούν πιθανόν κάποια λάθη στη σχεδίαση της διεπαφής χρήστη.

Τέλος, μια σημαντική προσθήκη στο μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο θα ήταν ένα τμήμα διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Ο χρήστης θα είχε τις δυνατότητες αποστολής και λήψης αλληλογραφίας μέσα από το σύστημα, χωρίς να χρειάζεται να φορτωθεί μια διαφορετική εφαρμογή. Θα είχαμε έτσι ένα σύστημα περισσότερο ολοκληρωμένο όσον αφορά τις διεργασίες που σχετίζονται με τον Παγκόσμιο Ιστό, παρέχοντας δυνατότητες πλοήγησης αλλά και διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Παράρτημα Α: Μετασχηματισμοί Αντικειμένων

<A>

Το συγκεκριμένο element προσδιορίζει ένα υπερ-σύνδεσμο (anchor). Με βάση το specification της HTML 4, το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου Anchor το οποίο περιέχει τα σύνολα attributes Common_Attributes, Link_Common_Attributes και επιπρόσθετα θα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **AccessKey**. Πρόκειται για το attribute με το οποίο προσδίνεται ένα accessibility key στο element μέσω του οποίου λαμβάνει την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute accesskey.
- **Name**. Το όνομα του anchor και η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name.
- **TabIndex**. Προσδιορίζει τη θέση του element μέσα στο συγκεκριμένο έγγραφο και χρησιμεύει στην πλοήγηση στη σειρά με την οποία λαμβάνουν την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute tabindex.
- **Shape**. Προσδιορίζει το σχήμα μιας περιοχής. Μπορεί να πάρει μια από τις τιμές **default** (όλη η περιοχή), **rectangular**, **circle**, **polygonal**. Χρησιμοποιείται κυρίως για image maps και η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute shape.
- **AnchorDescription**. Προσδιορίζει την περιγραφή του σημείου στο οποίο παραπέμπει το anchor. Η τιμή του προκύπτει από το κείμενο μεταξύ των start και end tags του element.

Η πληροφορία που εκφωνείται για ένα αντικείμενο τύπου Anchor κατά την πλοήγηση είναι η φράση “Anchor: “ συνοδευόμενη από την περιγραφή του δικτυακού τόπου στην οποία παραπέμπει (AnchorDescription). Όταν ο χρήστης ενεργοποιήσει τον υπερ-σύνδεσμο επιλέγοντάς τον, εκφωνείται και πάλι το μήνυμα. Στη συνέχεια, η διεύθυνση που βρίσκεται αποθηκευμένη στην μεταβλητή Hreference περνιέται ως παράμετρος σε μια συνάρτηση, η οποία με τη σειρά της την περνάει στην αντίστοιχη λειτουργία του WebBrowser control. Η συνάρτηση αυτή αναπτύχθηκε στο τμήμα του WebBrowser control. Αφού πραγματοποιηθεί η πλοήγηση, το έγγραφο παραλαμβάνεται και επεξεργάζεται με τον τρόπο που περιγράφηκε. Αν η ιδιότητα Shape έχει τιμή, τότε σημαίνει ο υπερ-σύνδεσμος περιέχεται σε ένα image map. Στην περίπτωση αυτή εκφωνούνται αρχικά η σχετική περιγραφή, το κείμενο του υπερ-συνδέσμου, και το σχήμα της περιοχής που αντιστοιχεί στο image map.

<BODY>

Πρόκειται για το περιεχόμενο του HTML εγγράφου. Όλη η δομή και οι πληροφορίες του εγγράφου βρίσκονται μέσα σε αυτό το element. Επομένως το μετασχηματίζουμε σε ένα αντικείμενο τύπου **Body**, το οποίο θα είναι **container** από άλλα αντικείμενα τα οποία είναι αποτέλεσμα του μετασχηματισμού των αντίστοιχων elements. Κληρονομεί τις κλάσεις Common_Attributes, GenElemContainer και NonVisual_Container και επιπρόσθετα διαθέτει τα παρακάτω attributes:

- **Background**. Καθορίζει το background του HTML εγγράφου. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute background.
- **Text**. Προσδιορίζει το foreground χρώμα των fonts. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute text.

- **UnLink.** Προσδιορίζει το χρώμα του κειμένου που αναπαριστά μη επισκεπτόμενα hypertext links. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute link.
- **VLink.** Προσδιορίζει το χρώμα του κειμένου που αναπαριστά επισκεπτόμενα hypertext links. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute vlink.
- **ALink.** Προσδιορίζει το χρώμα του κειμένου που αναπαριστά επιλεγόμενα από το χρήστη hypertext links. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute alink.
- **Document_url.** Περιέχει τη διεύθυνση του δικτυακού τόπου, στον οποίο περιέχεται το έγγραφο.
- **DocumentTitle.** Περιέχει τον τίτλο του HTML εγγράφου. Η τιμή του προκύπτει από το element TITLE, που βρίσκεται μέσα στο element HEAD.

Κάθε φορά που λαμβάνει την εστίαση το αντικείμενο αυτό, που αποτελεί τον κύριο κορμό του εγγράφου, προσδιορίζει, μέσω σύνθεσης φωνής το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται η πλοήγηση. Εκφωνείται η περιγραφή του αντικειμένου, στο οποίο δείχνει ο δείκτης CurrentElement. Εκφωνείται επιπλέον ο τίτλος του εγγράφου (DocumentTitle). Αν ο χρήστης ενεργοποιήσει την έξοδο από το αντικείμενο κορμού του εγγράφου, επιστρέφει στη μη οπτική γραμμή εργαλείων.

<BUTTON>

Με το element αυτό δημιουργείται ένα πλήκτρο στο HTML έγγραφο. Είναι δυνατόν ένα HTML αντικείμενο BUTTON να περιέχει άλλα αντικείμενα στο εσωτερικό του, όπως υπερ-συνδέσμους, και εικόνες. Με βάση το specification της HTML 4 το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου NButton, το οποίο κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **GenElemContainer**, **NonVisual_Container** και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Caption.** Προσδιορίζει το όνομα του πλήκτρου. Προκύπτει από το HTML attribute caption του element button.
- **Type.** Προσδιορίζει τον τύπο του button. Μπορεί να πάρει μια από τις τιμές **submit**, **reset**, **button**, **radio**. Προκύπτει από το HTML attribute type.
- **TabIndex.** Προσδιορίζει τη θέση του element μέσα στο συγκεκριμένο έγγραφο και χρησιμεύει στην πλοήγηση στη σειρά με την οποία λαμβάνουν την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute tabindex.
- **Disabled.** Παίρνει τις τιμές true ή false και προσδιορίζει αν το button μπορεί να λάβει focus. Αν είναι true τότε δεν μπορεί. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute disabled.
- **InitialValue.** Προσδιορίζει την αρχική τιμή του element. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute value.
- **ImgObject.** Είναι ένας δείκτης σε ένα αντικείμενο τύπου Image, αν πρόκειται για image button. Το αντικείμενο θα είναι το αντίστοιχο του μετασχηματισμού του HTML αντικειμένου IMG που περιέχεται στο HTML element button. Από τον δείκτη αυτό μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στην περιγραφή της εικόνας (alt tag) αν έχει οριστεί από το συγγραφέα, προκειμένου να έχει ο χρήστης τη σχετική πληροφορία.
- **AccessKey.** Πρόκειται για το attribute με το οποίο προσδίνεται ένα accessibility key στο element μέσω του οποίου λαμβάνει την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute accesskey.
- **Button_key.** Είναι ένα αντικείμενο τύπου NonVisual_PushButton. Το αντικείμενο αυτό ορίζεται κατά τη δημιουργία του NButton αντικειμένου,

μόνο στην περίπτωση που ο τύπος του πλήκτρου είναι είτε Submit, ή Reset, ή απλό πλήκτρο ενεργοποίησης (button).

- **Checked.** Είναι μια μεταβλητή τύπου λογικού (bool) και ορίζεται στην περίπτωση που το πλήκτρο είναι τύπου radio. Αν έχει τη τιμή false, σημαίνει ότι το πλήκτρο δεν είναι επιλεγμένο, διαφορετικά ότι έχει επιλεγεί .
- **DomElement.** Είναι ένας δείκτης στο HTML αντικείμενο μέσω του αντίστοιχου API του DOM. Με τον δείκτη αυτόν ενεργοποιείται το πλήκτρο στο HTML έγγραφο αν έχει επιλεγεί το αντίστοιχό του αντικείμενο στη μη οπτική παρουσίαση του εγγράφου.

Ανάλογα με τον τύπο του πλήκτρου διαμορφώνεται και η περιγραφή (InitDescription) του αντικειμένου. Όταν ο χρήστης επιλέξει το αντικείμενο, αρχικά ελέγχεται αν πρόκειται για Image button, οπότε εκφωνείται η περιγραφή της εικόνας, αν έχει οριστεί από τον συγγραφέα του εγγράφου. Στη συνέχεια εκφωνείται η περιγραφή του πλήκτρου (Caption). Αν το πλήκτρο δεν είναι τύπου radio και δεν περιέχει άλλα αντικείμενα, τότε η εστίαση τίθεται στο μη οπτικό πλήκτρο (Button_key), διαφορετικά αν περιέχει αντικείμενα η εστίαση τίθεται στη λίστα του. Στην περίπτωση αυτή, επιλέγοντας στο πληκτρολόγιο το πλήκτρο “B”, ενεργοποιείται κανονικά το πλήκτρο ανεξάρτητα με τα περιεχόμενά του. Τέλος, στην περίπτωση ενός πλήκτρου τύπου radio, ελέγχεται αν είναι ήδη επιλεγμένο οπότε εκφωνείται σχετικό μήνυμα, διαφορετικά τίθεται η τιμή true στην μεταβλητή Checked, και εκφωνείται το μήνυμα που πληροφορεί τον χρήστη για την επιλογή του.

<P>

Με το element αυτό δημιουργείται μια παράγραφος στο HTML έγγραφο. Ένας περιορισμός είναι ότι δεν μπορεί να περιέχει άλλα block-level elements, συμπεριλαμβάνοντας και το <P> element. Το element εκτός από κείμενο μπορεί να περιέχει και άλλα elements, όπως εικόνες, tables, forms ή και λίστες. Επομένως μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Paragraph** που θα είναι **container από άλλα αντικείμενα**, που κληρονομούν από την κλάση Element. Η κλάση κληρονομεί από τις Common_Attributes, GenElemContainer, NonVisual_Container και επιπρόσθετα περιέχει την παρακάτω ιδιότητα:

- **Halign.** Προσδιορίζει την οριζόντια διάταξη του element σε σχέση με το περιβάλλον του. Μπορεί να πάρει μια από τις τιμές left, right, center, justify. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute align.

Το αντικείμενο τύπου Paragraph είναι αυτό που συναντάται συχνά στα έγγραφα. Όταν το αντικείμενο λάβει εστίαση επιλέγοντάς το, εκφωνείται η πληροφόρηση κατατόπισης του χρήστη στην πλοήγηση εντός του αντικειμένου (μπορεί να έχει επιστρέψει από κάποιο άλλο αντικείμενο «γονέα» ή «παιδί» του Paragraph). Στη συνέχεια η εστίαση αποδίδεται στη λίστα των περιεχομένων του.

<TEXTAREA>

Το συγκεκριμένο element δημιουργεί ένα control εισαγωγής κειμένου πολλαπλών γραμμών. Με βάση το specification της HTML 4 το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **TextArea** που κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes** και Element, και περιέχει επιπρόσθετα τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Name.** Προσδιορίζει το όνομα του input control. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name του element <TEXTAREA>.

- **ReadOnly.** Πάρνει μια από τις τιμές True ή False και αν είναι True τότε το κείμενο είναι μόνο για ανάγνωση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute readonly.
- **Disabled.** Πάρνει μια από τις τιμές True ή False και προσδιορίζει αν το TextArea μπορεί να λάβει focus. Αν είναι true τότε δεν μπορεί. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute disabled.
- **TabIndex.** Προσδιορίζει τη θέση του element μέσα στο συγκεκριμένο έγγραφο και χρησιμεύει στην πλοήγηση στη σειρά με την οποία λαμβάνουν την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute tabindex.
- **Text.** Είναι ένα αντικείμενο τύπου **NonVisual_TextArea**, το οποίο περιέχει το κείμενο που βρίσκεται μεταξύ των start και end tags του HTML element.

Σε αντικείμενο του τύπου TextArea μετασχηματίζεται επίσης και το κείμενο που περιέχουν άλλα αντικείμενα, όπως είναι του τύπου Paragraph, Division, SpanFlow τα οποία προκύπτουν από μετασχηματισμό των αντίστοιχων HTML αντικειμένων.

Το αντικείμενο του τύπου NonVisual_TextArea που χρησιμοποιείται έχει το πλεονέκτημα ότι παρουσιάζει τα περιεχόμενά του, τόσο μέσω σύνθεσης φωνής όσο και σε Braille. Όταν ένα αντικείμενο τύπου TextArea επιλεγεί, η εστίαση αποδίδεται στο αντικείμενο Text.

<TABLE>

Το element αυτό δημιουργεί ένα table στο HTML έγγραφο. Για τη διαχείριση του element αυτού έχει γίνει εκτενής αναφορά στην ενότητα της σχεδίασης του Συστήματος. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Table** που θα είναι **container** από άλλα αντικείμενα τύπου **Row**, που θα αναλυθούν παρακάτω. Κληρονομεί από τις κλάσεις Common_Attributes, Element και NonVisual_Container και επιπρόσθετα περιέχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Summary.** Περιέχει γενικές πληροφορίες για το Table. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο attribute για τη Non visual παρουσίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute summary.
- **BgColor.** Προσδιορίζει το Background χρώμα των κελιών. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute bgcolor. Αν και ο χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα όρασης, μπορεί να τον ενδιαφέρει η τιμή της ιδιότητας αυτής.
- **Number_Of_Columns.** Περιέχει τον ακριβή αριθμό των στηλών του πίνακα, συμπεριλαμβανομένων των ομαδοποιημένων στηλών που καταλαμβάνονται από ένα κελί (spanned).
- **Headers.** Είναι μια λίστα από τα κελιά επικεφαλίδων (list<Cell *>) που προκύπτουν από τα HTML αντικείμενα τύπου TH.
- **Rows.** Είναι η λίστα που περιέχει τα αντικείμενα τύπου Row (list<Row *), που προκύπτουν από τον μετασχηματισμό των αντίστοιχων HTML αντικειμένων TR.
- **CurrentRowNumber.** Περιέχει τον τρέχων αριθμό γραμμής κατά την πλοήγηση του χρήστη μέσα στο αντικείμενο του πίνακα.
- **CurrentCellNumber.** Περιέχει τον τρέχων αριθμό στήλης κατά την πλοήγηση του χρήστη μέσα στο αντικείμενο του πίνακα.
- **CurrentRow.** Είναι ένας δείκτης στο αντικείμενο τύπου Row της τρέχουσας γραμμής κατά την πλοήγηση στο εσωτερικό του πίνακα.

- **CurrentCell.** Είναι ένας δείκτης στο αντικείμενο τύπου Cell, στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης κατά την πλοήγηση στο εσωτερικό του πίνακα, και περιέχεται στην τρέχουσα γραμμή (CurrentRow).
- **NumberOfAccesses.** Περιέχει τον αριθμό των προσβάσεων στο αντικείμενο του πίνακα.
- **Get_Current_Cell.** Είναι η συνάρτηση με την οποία επιστρέφεται ένας δείκτης στο αντικείμενο του τρέχοντος κελιού του πίνακα, είτε πρόκειται για κελί δεδομένων είτε επικεφαλίδα. Παίρνει ως παράμετρο το αντικείμενο CurrentRow. Διατρέχει τη λίστα των κελιών που περιέχει μέχρι την τιμή της CurrentCellNumber. Το αντικείμενο στην αντίστοιχη θέση της λίστας της CurrentRow είναι το τρέχον κελί δεδομένων στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης κατά την πλοήγηση στο εσωτερικό του πίνακα.
- **AddElement.** Είναι η συνάρτηση με την οποία προστίθεται ένα νέο αντικείμενο τύπου Row (το οποίο παίρνει ως παράμετρο) στη λίστα Rows.

Η κλάση Table περιέχει επίσης τις αντίστοιχες συναρτήσεις της GenElemContainer για τις διεργασίες πλοήγησης στο εσωτερικό του, όπως έχουν δοθεί κατά την σχεδίαση, προσαρμοσμένες για τα αντικείμενα που περιέχει. Όταν ένα αντικείμενο τύπου Table επιλεγεί, η εστίαση αποδίδεται στη λίστα των αντικειμένων τύπου Row που περιέχει. Για κάθε κελί, εκφωνείται η τρέχουσα γραμμή και η τρέχουσα στήλη. Για κάθε μετάβαση, ενημερώνονται οι τιμές των CurrentRowNumber και CurrentCellNumber.

Κάθε φορά που γίνεται μετάβαση προς επόμενη ή προηγούμενη γραμμή, ενημερώνεται με ανάλογο μήνυμα ο χρήστης. Αν από το τελευταίο κελί μιας γραμμής ο χρήστης επιλέξει τη λειτουργία πλοήγησης προς τα κάτω, τότε η μετάβαση πραγματοποιείται στο τελευταίο κελί της επόμενης γραμμής, αλλά εάν η επόμενη γραμμή περιέχει μικρότερο αριθμό κελιών από τη γραμμή στην οποία βρίσκεται, τίθεται ως τιμή στην CurrentCellNumber ο αριθμός των κελιών της επόμενης γραμμής.

<FORM>

Με το συγκεκριμένο element ορίζεται μια φόρμα συμπλήρωσης στο HTML έγγραφο. Περιέχει διάφορα διάφορα αντικείμενα. Με βάση το specification της HTML 4 το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Form**, το οποίο θα είναι **container** από άλλα αντικείμενα όπως είναι **text areas, edit fields, labels, read only text, paragraphs** και **buttons** ή ακόμη και containers από άλλα elements όπως θα δούμε παρακάτω. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes, GenElemContainer, NonVisual_Container** και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Method.** Προσδιορίζει τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί για να σταλεί η φόρμα. Δυνατές τιμές είναι οι get και post. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute method.
- **AcceptedContTypes.** Είναι μια λίστα από αποδεκτούς content types από τον server που επεξεργάζεται την φόρμα. Είναι χρήσιμο προκειμένου να φιλτράρει τα μη αποδεκτά αρχεία όταν ο χρήστης πρέπει να επιλέξει κάποιο και να αποστείλει στον server. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute accept.
- **Name.** Προσδιορίζει το όνομα του control. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name.

- **Target.** Προσδιορίζει το όνομα του frame στο οποίο θα εμφανιστεί η φόρμα. Προσδιορίζει το όνομα του input control. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name target.
- **SubmitList.** Είναι μια λίστα στην οποία προστίθενται τα αντικείμενα πλήκτρων τύπου Submit (list<NButton *>). Χρησιμοποιείται για τις διεργασίες εύρεσης του επόμενου πλήκτρου Submit, όπως δόθηκαν στη σχεδίαση του Συστήματος.
- **ResetList.** Όμοια με την προηγούμενη λίστα, χρησιμοποιείται για τις διεργασίες εύρεσης του επόμενου πλήκτρου Reset.

Κάθε φορά που ένα αντικείμενο τύπου Form λαμβάνει την εστίαση, αρχικά εκφωνείται η περιγραφή του αντικειμένου. Στη συνέχεια κατατοπίζεται ο χρήστης σχετικά με το αντικείμενο στο οποίο βρίσκεται η πλοήγηση εντός της φόρμας (μπορεί να έχει επιστρέψει στο αντικείμενο φόρμας από κάποιο αντικείμενο που περιέχεται εντός ή από ένα αντικείμενο «γονέα» της φόρμας). Τέλος, αποδίδεται η εστίαση στη λίστα των αντικειμένων που περιέχει.

<INPUT>

Με το element αυτό δημιουργείται ένα input-control μιας μόνο γραμμής και συνήθως συναντάται μέσα σε form elements. Ανάλογα με το attribute “type” ορίζεται το αντίστοιχο αντικείμενο. Παρακάτω παρατίθενται οι τιμές που μπορεί να πάρει το attribute και τα αντίστοιχα αντικείμενα που κατασκευάζονται:

- **Radio.** Δημιουργείται ένα αντικείμενο NButton, το οποίο όμως είναι τύπου radio (Type = “radio”). Μόλις εντοπιστεί το πρώτο radio button μετά από άλλα αντικείμενα, εισάγεται το αντίστοιχο Nbutton αντικείμενο σε ένα αντικείμενο τύπου RadioButtonGroup. Το αντικείμενο αυτό περιέχει όλα τα NButton αντικείμενα που συναντώνται στη σειρά μέχρι να βρεθεί ένα διαφορετικό αντικείμενο. Τότε το RadioButtonGroup είναι πλήρες και προστίθεται στα περιεχόμενα του αντικειμένου «γονέα». Διαθέτει τις αντίστοιχες συναρτήσεις για την πλοήγηση με την κλάση GenElemContainer. Όταν το RadioButtonGroup επιλεγεί, η εστίαση αποδίδεται στα περιεχόμενά του. Έχει επιλεγεί αυτός ο τρόπος υλοποίησης για τη διευκόλυνση της πλοήγησης σε ένα σύνολο από πλήκτρα τύπου radio.
- **Reset, Submit, Button.** Δημιουργείται ένα αντικείμενο τύπου Nbutton που είναι απλής ενεργοποίησης, όπως έχει αναλυθεί παραπάνω.
- **Text.** Ορίζεται ένα πεδίο κειμένου στο έγγραφο. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου EditField (μη οπτικό πεδίο κειμένου). Κληρονομεί από τις κλάσεις CommonAttributes και Element και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:
 - **Field.** Είναι ένα αντικείμενο τύπου NonVisual_EditField (του HK toolkit), του οποίου ο ρόλος περιγράφηκε παραπάνω.
 - **InitialValue.** Περιέχει το αρχικό κείμενο στο πεδίο κειμένου. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute defaultValue.
 - **DOM_Element.** Είναι ένας δείκτης στο αντίστοιχο HTML αντικείμενο μέσω του κατάλληλου API του DOM. Μέσω του δείκτη ενημερώνεται η τιμή του πεδίου στο αντίστοιχο HTML αντικείμενο, όπως τη θέτει ο χρήστης στο (μη οπτικό) αντικείμενο EditField. Όταν το αντικείμενο επιλεγεί, η εστίαση αποδίδεται στο αντικείμενο Field.
- **Image.** Ορίζει μια εικόνα στο HTML έγγραφο. Δημιουργείται ένα αντικείμενο τύπου Image, όπως έχει αναλυθεί παραπάνω.

- **CheckBox.** Ορίζει ένα HTML αντικείμενο τύπου checkbox. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου CheckBox. Κληρονομεί από τις κλάσεις CommonAttributes και Element και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:
 - **Checked.** Είναι μια μεταβλητή τύπου bool, και αν είναι true, σημαίνει ότι το αντικείμενο είναι επιλεγμένο.
 - **Label.** Περιέχει την περιγραφή του check box. Η τιμή του προκύπτει από το κείμενο μεταξύ των start και end tags του αντίστοιχου HTML αντικειμένου.
 - **DomElement.** Είναι ένας δείκτης στο αντίστοιχο HTML αντικείμενο μέσω του κατάλληλου API του DOM. Μέσω του δείκτη αυτού ενημερώνεται η κατάσταση (επιλογή ή κατάργηση επιλογής) του αντίστοιχου HTML αντικειμένου από το αντικείμενο τύπου CheckBox.

Στην γενική περιγραφή του αντικειμένου (InitDescription) προστίθεται και η τιμή της Label. Ο χρήστης έχει επαρκή πληροφόρηση προκειμένου να αποφασίσει για την επιλογή ή όχι του αντικειμένου.

- **File.** Ορίζει ένα αντικείμενο αρχείου στο HTML έγγραφο. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου CheckBox. Κληρονομεί από τις κλάσεις CommonAttributes και Element και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:
 - **Name.** Περιέχει το όνομα του αρχείου. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name.
 - **Type.** Περιέχει το τύπο του αρχείου. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute type.

<FIELDSET>

Με το συγκεκριμένο element πραγματοποιείται ομαδοποίηση σχετικών θεματικά μεταξύ τους αντικειμένων που περιέχονται σε ένα αντικείμενο φόρμας. Διευκολύνει τη μη οπτική πλοήγηση μέσα σε φόρμες, επομένως πρόκειται για ένα σημαντικό element. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **FieldSet**, που θα είναι container από αντικείμενα (αποτέλεσμα μετασχηματισμού αντικειμένων που έχουμε σε μια form) και το container αυτό να συμπεριληφθεί μέσα στο αντικείμενο της φόρμας. Η κλάση κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **GenElemContainer**, **NonVisual_Container** και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **FieldSetDescription.** Προσδιορίζει την περιγραφή του container και η τιμή του προκύπτει από το HTML αντικείμενο <LEGEND>.
- **AccessKey.** Πρόκειται για το attribute με το οποίο προσδίνεται ένα accessibility key στο element μέσω του οποίου λαμβάνει την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute accesskey.

Τα περισσότερα από τα αντικείμενα που θα περιέχει το container είναι τύπου InputControl, Label και TextArea.

Στην γενική περιγραφή του αντικειμένου (Initdescription), προστίθεται και η περιγραφή του container (FieldSetDescription), οπότε ο χρήστης κατά την πλοήγηση στο έγγραφο έχει την πλήρη πληροφόρηση για το αντικείμενο. Όταν, το επιλέξει εκφωνείται η γενική περιγραφή του και αποδίδεται η εστίαση στη λίστα των αντικειμένων που περιέχει.

<HEAD>

Το element αυτό περιέχει πληροφορίες για το HTML έγγραφο, όπως είναι ο τίτλος και άλλα META δεδομένα. Αν και δεν παρουσιάζονται (ή περιγράφονται) τα περιεχόμενα του element στον χρήστη μπορούμε να κρατήσουμε μια σημαντική πληροφορία για το έγγραφο όπως είναι ο τίτλος του, καθώς και κάποιες άλλες Meta πληροφορίες. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Head** και περιέχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Language**. Προσδιορίζει τη βασική γλώσσα των τιμών των attributes καθώς και του περιεχομένου του κειμένου. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute lang.
- **DocTitle**. Προσδιορίζει τον τίτλο του εγγράφου και η τιμή του προκύπτει από το element <TITLE> (μεταξύ των start και end tags).
- **TextDirection**. Προσδιορίζει την κατεύθυνση του κειμένου. Οι τιμές που μπορεί να πάρει είναι LTR (left-to-right) και RTL (right-to-left) και προκύπτει από το HTML attribute dir.

Όταν στη συνέχεια επεξεργαστεί από το Non Visual Visitor το αντικείμενο τύπου Body, η ιδιότητα DocumentTitle θα πάρει την τιμή που έχει η μεταβλητή DocTitle του αντικειμένου Head.

<FRAMESET>

Το element αυτό προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά της εμφάνισης ενός user window σε μορφή ορθογώνιων υποπεριοχών. Παρά το γεγονός ότι αφορά κυρίως τη visual παρουσίαση εντούτοις μπορεί να είναι χρήσιμα τα μεγέθη του window για να εκτιμήσει την ποσότητα της πληροφορίας. Ένα frameset περιέχει άλλα frames. Κάθε φορά που συναντά το element αυτό, γνωρίζουμε ότι ορίζει ένα σύνολο από πλαίσια εγγράφων (frames), και επιπλέον προσδιορίζει τη διάταξή του στο οπτικό «παράθυρο» παράθυρο παρουσίασης των επιμέρους εγγράφων. Στο μη οπτικό πλοηγό Ναυτίλο δεν ενδιαφέρει η οπτική διάταξη, καθώς πραγματοποιείται μη οπτική παρουσίαση των εγγράφων. Όταν λοιπόν συναντάμε το HTML αντικείμενο <FRAMESET>, τότε αν δεν έχει ήδη δημιουργηθεί, δημιουργείται ένα αντικείμενο τύπου FramesContainer, το οποίο περιέχει τα πλαίσια εγγράφων που ορίζονται στο <FRAMESET>. Η κλάση FramesContainer αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο, καθώς συντελεί στη δημιουργία μιας από τις όψεις του εγγράφου. Περιέχει μια λίστα από αντικείμενα τύπου Frame, τα οποία προκύπτουν από τον μετασχηματισμό των αντίστοιχων HTML αντικειμένων <FRAME>. Ο έλεγχος για την ύπαρξη ή όχι ενός αντικειμένου τύπου FramesContainer πραγματοποιείται διότι ένα HTML έγγραφο μπορεί να ορίζει πολλαπλά αντικείμενα FRAMESET. Για την οπτική παρουσίαση, έχει πρακτική αξία, όμως για τη μη οπτική, η πληροφορία που μας ενδιαφέρει είναι μόνο τα αντικείμενα FRAME που περιέχουν. Για το λόγο αυτό δημιουργείται μόνο ένα αντικείμενο τύπου FramesContainer.

<FRAME>

Το element αυτό προσδιορίζει τα περιεχόμενα και την εμφάνιση ενός μόνο πλαισίου εγγράφου. Με βάση το specification της HTML 4, το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο που κληρονομεί από τις κλάσεις **Corre_Attributes**, **Frame_Common_Attributes**, **Element** και περιέχει επιπρόσθετα τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Name.** Προσδιορίζει το όνομα του frame. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name.
- **LongDescription.** Προσδιορίζει μια μεγαλύτερη περιγραφή του frame. Ιδιαίτερα χρήσιμο για τη non visual παρουσίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute longdesc.
- **FrameSource.** Προσδιορίζει το path των περιεχομένων που θα συμπεριληφθούν στο frame (το Html file). Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute src.
- **BodyContained.** Είναι ένας δείκτης στο αντικείμενο τύπου Body που προκύπτει από τον μετασχηματισμό του βασικού κορμού του HTML εγγράφου, που περιέχεται στο πλαίσιο. Μέσω του δείκτη αυτού έχουμε πρόσβαση στο HTML έγγραφο.

Τα HTML αντικείμενα τύπου FRAME, ορίζονται πριν να φορτωθούν τα αντίστοιχα HTML έγγραφα, τα οποία περιέχουν. Έτσι, αρχικά ο δείκτης BodyContained θα είναι NULL, και αφού οριστούν και οι υπόλοιπες ιδιότητες του αντικειμένου, εισάγεται στη λίστα του αντικειμένου FramesContainer. Όταν αργότερα φορτωθούν τα HTML έγγραφα που περιέχονται στα πλαίσια, για κάθε έγγραφο εξετάζουμε το όνομα του αρχείου του εγγράφου και το όνομα του πλαισίου στο οποίο περιέχεται (από τις αντίστοιχες ιδιότητες) και με βάση τις τιμές που λαμβάνουμε εντοπίζουμε το αντικείμενο τύπου Frame, που περιέχει το έγγραφο στη λίστα του αντικειμένου τύπου FramesContainer. Όταν εντοπιστεί θέτουμε ως τιμή στο δείκτη BodyContained το αντικείμενο τύπου Body του εγγράφου.

<IFRAME>

Το element αυτό επιτρέπει την εισαγωγή ενός frame μέσα σε ένα τμήμα από κείμενο. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Iframe** που κληρονομεί από τις κλάσεις **Corre_Attributes**, **Frame_Common_Attributes**, **GenElemContainer** και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Width.** Προσδιορίζει το πλάτος του εισαγόμενου frame και η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute width.
- **Height.** Προσδιορίζει το πλάτος του εισαγόμενου frame και η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute height.
- **ListOfELems.** Πρόκειται για μια λίστα από αντικείμενα τύπου Element, τα οποία θα διαχειριστούν σε περίπτωση που δεν υποστηρίζονται τα frames.
- **Align.** Προσδιορίζει την οριζόντια διάταξη του element σε σχέση με το περιβάλλον του. Μπορεί να πάρει μια από τις τιμές left, right, center, justify. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute align.

Το αντικείμενο Iframe ορίζει δεδομένα για παρουσίαση έναντι ενός αντικειμένου Frame. Το Σύστημά μας όμως υποστηρίζει πλαίσια.

Με το element αυτό εισάγεται μια εικόνα είτε τοπικά όπου βρίσκεται το έγγραφο είτε από κάποιο URL. Η εικόνα φυσικά δεν είναι χρήσιμη στη non visual παρουσίαση αλλά αυτό που μας ενδιαφέρει είναι η εναλλακτική περιγραφή (alternative text), αν έχει οριστεί από το συγγραφέα. Το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου Image, το οποίο κληρονομεί από τις κλάσεις

Image_HTMLObject_Common_Attributes, Common_Attributes, Element και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **ImgSrc.** Προσδιορίζει το location της εικόνας. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute src.
- **LongDescription.** Προσδιορίζει μια μεγαλύτερη περιγραφή της εικόνας. Ιδιαίτερα χρήσιμο για τη non visual παρουσίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute longdesc.
- **Name.** Προσδιορίζει το όνομα στο element, προκειμένου να είναι προσβάσιμο από style sheets και scripts. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name.
- **AlternativeDescription.** Προσδιορίζει μια μικρή περιγραφή της εικόνας.
- **Client_side_map.** Είναι μια μεταβλητή τύπου λογικού (bool). Αν έχει τιμή true, σημαίνει ότι η εικόνα είναι image map και σχετίζεται με κάποιο αντικείμενο τύπου map.
- **MapObject.** Είναι ένας δείκτης σε ένα αντικείμενο τύπου Map. Ο δείκτης έχει τιμή διαφορετική του NULL, μόνο στην περίπτωση που η εικόνα είναι image map.
- **UseMap.** Η τιμή της μεταβλητής προσδιορίζει το όνομα του Map element, με το οποίο σχετίζεται η εικόνα. Όταν στη συνέχεια επεξεργαστεί το αντικείμενο τύπου Map, μέσω της τιμής αυτής εντοπίζεται το αντίστοιχο αντικείμενο τύπου Image, οπότε ο δείκτης MapObject του Image δείχνει σε αυτό.

Όταν ένα αντικείμενο τύπου Image λάβει την εστίαση, εκτός από την πληροφόρηση κατατόπισης του χρήστη, ελέγχεται αν η μεταβλητή AlternativeDescription έχει τιμή. Αν είναι ορισμένη, εκφωνείται η τιμή της. Στη συνέχεια ελέγχεται αν η τιμή της Client_side_map είναι true, που σημαίνει ότι η εικόνα σχετίζεται με ένα αντικείμενο τύπου Map, οπότε η εστίαση αποδίδεται στο αντικείμενο που δείχνει ο δείκτης MapObject.

<LABEL>

Το element αυτό χρησιμοποιείται για να συσχετίσει πληροφορία με αντικείμενα μέσα σε φόρμες. Με βάση το specification της HTML 4 το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου Label που κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **Element** και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **ForControl.** Προσδιορίζει το Id κάποιου αντικειμένου με το οποίο συσχετίζεται το Label. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute for.
- **AccessKey.** Πρόκειται για το attribute με το οποίο προσδίνεται ένα accessibility key στο element μέσω του οποίου λαμβάνει την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute accesskey.
- **LabelText.** Η συσχετιζόμενη πληροφορία (text). Λαμβάνεται μεταξύ των start και end tags του element.

Όταν το αντικείμενο λάβει εστίαση, εκφωνείται η τιμή της μεταβλητής LabelText.

<DIV>

Το element αυτό χρησιμοποιείται μαζί με το element και δημιουργούν ενότητες μέσα σε ένα HTML έγγραφο με βάση το περιεχόμενο. Αν και η μεγαλύτερη προσφορά του element είναι στην οπτική παρουσίαση, εντούτοις μπορεί να διευκολύνει την πλοήγηση στο Non-Visual Browser. Κάθε ενότητα μπορεί να

περιέχει άλλα HTML αντικείμενα. Επομένως το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Division** που θα είναι **container από άλλα αντικείμενα** (ένα για κάθε περιεχόμενο element) από αυτά που έχουν ήδη αναφερθεί. Κληρονομεί από τις κλάσεις `Common_Attributes`, `GenElemContainer` και `NonVisual_Container`. Όταν ο χρήστης επιλέξει ένα αντικείμενο τύπου `Division`, εκφωνείται η περιγραφή του (`InitDescription = "Division"`) και στη συνέχεια η αποδίδεται η εστίαση στη λίστα των αντικειμένων που περιέχει.

<APPLET>

Το element αυτό επιτρέπει την εισαγωγή ενός Java applet στο HTML έγγραφο. Σήμερα προτιμάται περισσότερο η χρήση του element `<OBJECT>` για τον ίδιο σκοπό. Με βάση λοιπόν το specification της HTML 4 το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Applet** που κληρονομεί από τις κλάσεις `Core_Attributes`, `Element` και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **CodeBase**. Προσδιορίζει το βασικό location του applet. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute `codebase`.
- **ClassCode**. Προσδιορίζει το path όπου βρίσκεται το class file. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute `code`.
- **Name**. Προσδιορίζει ένα όνομα στο applet με βάση το οποίο μπορεί να εντοπίζεται από άλλα applets στο ίδιο έγγραφο. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute `name`.
- **AlterantiveDescription**. Προσδιορίζει μια μικρή περιγραφή του applet, ιδιαίτερα χρήσιμη για Non visual παρουσίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute `alt`.
- **Alignment**. Όπως και στο Image αντικείμενο.

Όταν επιλέγεται ένα αντικείμενο τύπου `Applet`, εκφωνείται η τιμή της `AlterantiveDescription`, αν έχει οριστεί από το συγγραφέα, διαφορετικά εκφωνείται η τιμή της μεταβλητής `ClassCode`.

<OBJECT>

Με το συγκεκριμένο element είναι δυνατόν να προσδιοριστεί αν για κάποια δεδομένα η παρουσίαση θα γίνει με μια εξωτερική του user agent εφαρμογή ή από κάποιο πρόγραμμα του συγγραφέα του εγγράφου. Ακόμη, είναι ένας άλλος τρόπος ορισμού αντικειμένων, όπως εικόνες και image maps. Με βάση λοιπόν το specification της HTML 4, μετασχηματίζεται σε αντικείμενο τύπου **Object**. Κληρονομεί από τις κλάσεις `Image_HTMLObject`, `Common_Attributes`, `Element`, και επιπρόσθετα περιέχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Data**. Προσδιορίζει την τοποθεσία των δεδομένων του object. Αν δίνεται ως ένα σχετικό URI τότε θα πρέπει να μεταφραστεί σχετικά με το attribute `CodeBase`. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute `data`.
- **Type**. Προσδιορίζει τον τύπο των δεδομένων που δηλώνονται από το attribute `Data`. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute `type`. Αν η τιμή διαφέρει από την HTTP Content-Type που επιστρέφεται από τον server όταν παραλαμβάνεται το object τότε το HTTP Content-Type παίρνει προτεραιότητα.
- **Standby**. Προσδιορίζει κάποιο κείμενο που μπορεί να παρουσιαστεί ή να εκφωνηθεί όσο φορτώνεται το Object.

- **TabIndex.** Προσδιορίζει τη θέση του element μέσα στο συγκεκριμένο έγγραφο και χρησιμεύει στην πλοήγηση στη σειρά με την οποία λαμβάνουν την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute tabindex.
- **Name.** Προσδιορίζει κάποιο όνομα στο Object. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name.
- **UseMap.** Συνδέει ένα Image-map με το Object. Η τιμή του πρέπει να είναι ίδια με αυτήν του attribute name του σχετιζόμενου Map αντικειμένου. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute usemap.
- **HTMLObjectDescription.** Περιέχει την περιγραφή του αντικειμένου, αν έχει οριστεί από το συγγραφέα του εγγράφου. Η τιμή του προκύπτει από το κείμενο μεταξύ των start και end tags του αντίστοιχου HTML αντικειμένου.

Το HTML αντικείμενο <OBJECT> ορίζει περισσότερα αντικείμενα κατάλληλα για οπτική παρουσίαση. Είναι δυνατόν να περιέχει και άλλα εναλλακτικά <OBJECT> αντικείμενα για την περίπτωση που μια εφαρμογή πλοήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό δεν υποστηρίζει την παρουσίαση ενός τύπου <OBJECT>. Στη μη οπτική όμως παρουσίαση αυτό που ενδιαφέρει είναι η πληροφορία σχετικά με το είδος του αντικείμενου και τον τύπο των δεδομένων του. Για το λόγο αυτό, δεν υλοποιήθηκε το αντικείμενο του μετασχηματισμού ως ένα container άλλων αντικειμένων. Στην περίπτωση που ο τύπος του αντικειμένου είναι εικόνα (Type = "image/gif" or Type = "image/jpg"), το Object element δεν μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου Object, αλλά σε ένα αντικείμενο τύπου Image, το οποίο έχει περιγραφεί.

Όταν ένα αντικείμενο τύπου Object λάβει την εστίαση εκφωνείται η γενική περιγραφή του αντικειμένου (InitDescription). Αρχικά ελέγχεται αν η HTMLObjectDescription έχει τιμή. Αν δεν είναι ορισμένη, ελέγχεται αν έχει τιμή η μεταβλητή Data, και αν ούτε αυτή είναι ορισμένη ελέγχεται η μεταβλητή Title, που κληρονομείται από την κλάση Common_Attributes. Η αναζήτηση τερματίζει στην ιδιότητα που είναι ορισμένη, οπότε και εκφωνείται.

,

Με το μπορούμε να δημιουργήσουμε μη αριθμημένες λίστες (unordered lists) ενώ με το element μπορούμε να δημιουργήσουμε αριθμημένες λίστες (ordered lists). Οι λίστες αυτές περιέχουν List items (LI). Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι στις αριθμημένες λίστες τα items αριθμούνται. Επομένως με βάση το specification τα elements αυτά μετασχηματίζονται σε αντικείμενα τύπου **UnorderedList** και **OrderedList** αντίστοιχα που θα είναι **containers** από αντικείμενα που προκύπτουν από το μετασχηματισμό των List items, τα οποία θα δούμε παρακάτω. Κληρονομεί από τις κλάσεις Common_Attributes, Element, NonVisual_Container και έχει επιπλέον τα παρακάτω μέλη:

- **Type.** Προσδιορίζει το στυλ παρουσίασης ενός list item (ο τρόπος εμφάνισης του αύξων αριθμού). Ανάλογα με το object παίρνει και διαφορετικές τιμές. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute type.
- **Compact.** Αν έχει την τιμή True τότε ο user agent θα πρέπει να παρουσιάσει την λίστα με ένα περισσότερο compact τρόπο ο οποίος εξαρτάται από τον user agent. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute compact.
- **StartNumber. Μόνο για το OrderedList.** Προσδιορίζει τον αύξων αριθμό του πρώτου list item. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute start.
- **IsOrdered.** Είναι μια μεταβλητή τύπου bool. Αν έχει την τιμή true σημαίνει πως το αντικείμενο είναι μετασχηματισμός ενός HTML αντικειμένου .

Διαφορετικά το αντικείμενο είναι μετασχηματισμός μιας μη αριθμημένης λίστας.

- **CurrentNumber**. Περιέχει τον τρέχων αύξων αριθμό της λίστας.
- **AddElement**. Είναι η συνάρτηση με την οποία προστίθεται ένα αντικείμενο τύπου ListItem (μετασχηματισμός element) στη λίστα του αντικειμένου List. Η συνάρτηση είναι ίδια με την αντίστοιχη της κλάσης GenElemContainer.
- **GoToNextItem**. Είναι η συνάρτηση για τη πλοήγηση σε επόμενο αντικείμενο εντός της λίστας. Είναι όμοια με την αντίστοιχη της κλάσης GenElemContainer, με τη διαφορά ότι για κάθε αντικείμενο, αν η λίστα είναι αριθμημένη (IsOrdered = true) εκφωνείται επιπλέον ο αύξων αριθμός του αντικειμένου.
- **GoToPreviousItem**. Όμοια με την προηγούμενη συνάρτηση με τη διαφορά ότι είναι για την πλοήγηση σε προηγούμενο αντικείμενο εντός της λίστας.

Όταν το αντικείμενο λίστα λάβει την εστίαση εκφωνείται πληροφορία κατατόπισης, και στη συνέχεια αποδίδεται η εστίαση στη λίστα των αντικειμένων του.

Όπως είδαμε παραπάνω με το element αυτό δημιουργείται ένα list item, το οποίο περιέχεται σε μια ordered ή unordered list. Με βάση το specification, το element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου ListItem που κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **GenElemContainer** και επιπλέον διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Value**. Ο αριθμός που μπορεί να έχει, αν πρόκειται για item μιας ordered list. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute value. Αν δεν έχει οριστεί, έχει την τιμή 0.
- **ItemText**. Το κυρίως κείμενο του item. Πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι σε μια αριθμημένη λίστα αν δεν προσδιορίζεται ο αριθμός ενός item, τότε αυτός είναι ο αμέσως επόμενος από τον αριθμό του προηγούμενου αριθμημένου item.

Αν η μεταβλητή Value, έχει την τιμή 0, τότε κατά την εξαγωγή του αντικειμένου και την εισαγωγή του στο αντικείμενο τύπου λίστας, αν η τελευταία είναι αριθμημένη, αποδίδεται στην Value η τιμή της μεταβλητής CurrentNumber της λίστας, αυξημένη κατά ένα.

Με το element αυτό δίνεται μεγαλύτερη έμφαση σε κάποια φράση του HTML εγγράφου. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφεται παρακάτω.

<ABBR>, <ACRONYM>

Τα συγκεκριμένα αντικείμενα δημιουργούν συντομεύσεις και ακρώνυμα στις φράσεις που προστίθενται στο έγγραφο. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Abbreviation_Acronym** που κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes** και **Element** και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Type**. Προσδιορίζει αν πρόκειται για μετασχηματισμό ABBR (Type = 1) ή ACRONYM (Type=2).

- **InitialPhrase.** Περιέχει την αρχική φράση, στην οποία αποδίδεται η συντόμευση ή το ακρώνυμο. Η πληροφορία αυτή παρέχεται από το HTML attribute title.
- **Value.** Προσδιορίζει τη συντόμευση ή το ακρώνυμο για τη φράση η οποία βρίσκεται στην αρχική της μορφή στο attribute title. Η τιμή βρίσκεται μεταξύ των start και end tags του element. Πρόκειται για ένα σημαντικό element ειδικά για τους speech synthesizers (non visual presentation).

Το αλφαριθμητικό Value προστίθεται στην περιγραφή του αντικειμένου (“Abbreviation” ή “Acronym”), οπότε κατά την πλοήγηση ο χρήστης γνωρίζει για το είδος του αντικειμένου και την τιμή του. Όταν το αντικείμενο λάβει την εστίαση, ελέγχεται η τιμή του Type, και εκφωνείται η ανάλογη πληροφορία. Στη συνέχεια εκφωνείται η αρχική φράση και τέλος η συντόμευση ή το ακρώνυμό της.

<SELECT>

Το element αυτό δημιουργεί μια λίστα επιλογών. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Menu** που θα **container** από αντικείμενα τύπου Option και OptionGroup, που προκύπτουν από τον μετασχηματισμό των elements <OPTION> και <OPTGROUP> αντίστοιχα, τα οποία θα εξετάσουμε παρακάτω. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **GenElemContainer**, **NonVisualContainer** και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Name.** Προσδιορίζει το όνομα του control. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name.
- **Size.** Αν παρουσιάζεται ως ένα scroll list box, το attribute αυτό προσδιορίζει τον αριθμό των γραμμών που θα είναι ορατές την ίδια στιγμή. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute size.
- **MultipleSelections.** Αν έχει την τιμή true τότε επιτρέπει πολλαπλές επιλογές διαφορετικά μονές. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute multiple.
- **TabIndex.** Προσδιορίζει τη θέση του element μέσα στο συγκεκριμένο έγγραφο και χρησιμεύει στην πλοήγηση στη σειρά με την οποία λαμβάνουν την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute tabindex.
- **Disabled.** Παίρνει μια από τις τιμές True ή False και προσδιορίζει αν το αντικείμενο μπορεί να λάβει εστίαση. Αν είναι true τότε δεν μπορεί. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute disabled.
- **MenuItems.** Είναι μια λίστα από αντικείμενα τύπου Option ή OptionGroup, τα οποία κληρονομούν από την κοινή κλάση MenuItem (list<MenuItem *>). Η κλάση αυτή περιέχει ιδιότητες, οι οποίες είναι κοινές και στα δυο είδη αντικειμένων, όπως είναι η Selected (τύπου bool) που προσδιορίζει αν ένα αντικείμενο έχει επιλεγεί, καθώς και η type, που προσδιορίζει αν πρόκειται για αντικείμενο τύπου Option ή OptionGroup.
- **CurrentSelection.** Είναι ένας δείκτης σε αντικείμενο τύπου MenuItem. Δείχνει στην νεότερη επιλογή του χρήστη. Μέσω αυτής γνωρίζουμε πάντα ποια είναι η τελευταία επιλογή του χρήστη. Σε περίπτωση που επιτρέπεται μόνο μια επιλογή, μέσω αυτού του δείκτη θέτουμε την τιμή false στη Selected του αντικειμένου της τελευταίας επιλογής, αν ο χρήστης κάνει μια διαφορετική επιλογή.

Η πλοήγηση γίνεται κανονικά όπως και σε άλλα containers με πολλαπλά αντικείμενα. Η κλάση διαθέτει ακόμη τις αντίστοιχες συναρτήσεις και ιδιότητες της κλάσης GenElemContainer για τις διεργασίες πλοήγησης μέσα στη λίστα επιλογών. Στη γενική περιγραφή του αντικειμένου (InitDescription) προστίθεται και το όνομα που

συνοδεύει τη λίστα (Name). Κατά την πλοήγηση, για κάθε αντικείμενο ελέγχεται ο τύπος του. Αν πρόκειται για αντικείμενο επιλογής (Option) ελέγχεται η τιμή της Selected και αν είναι true, το αντικείμενο είναι ήδη επιλεγμένο, οπότε εκφωνείται ανάλογο μήνυμα. Σε διαφορετική περίπτωση, αν πρόκειται για υπο-λίστα επιλογών (OptionGroup), εξετάζεται αν περιέχει κάποιο αντικείμενο που είναι επιλεγμένο, οπότε και εκφωνείται η περιγραφή του αντικειμένου αυτού.

Το αντικείμενο τύπου Menu επιτρέπει την επιλογή περισσότερων του ενός αντικειμένων, μόνο ένα η MultipleSelections έχει τιμή true, οπότε και επιτρέπονται πολλαπλές επιλογές.

<OPTION>

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, με αυτό το element προστίθεται μια επιλογή σε μια λίστα επιλογών. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Option** που κληρονομεί από την κλάση MenuItem και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **InitialValue.** Προσδιορίζει την αρχική τιμή του control. Αν δεν έχει τιμή τότε η αρχική τιμή είναι ίση με τα περιεχόμενα του element. Η τιμή προκύπτει από το HTML attribute value.
- **Label.** Προσδιορίζει μια μικρότερη ετικέτα για την επιλογή από το περιεχόμενο του element. Η τιμή προκύπτει από το HTML attribute label.
- **OptionContents.** Προσδιορίζει τα περιεχόμενα της επιλογής και η τιμή της είναι ίση με το κείμενο ανάμεσα στα start και end tags του element.
- **DomElement.** Είναι ένας δείκτης στο αντίστοιχο HTML αντικείμενο μέσω του κατάλληλου API του DOM. Μέσω του δείκτη αυτού είναι δυνατή η ενημέρωση του αντίστοιχου HTML αντικειμένου <OPTION> για την κατάσταση του (αν έχει επιλεγεί ή αν έχει καταργηθεί η επιλογή του).

Στην γενική περιγραφή του αντικειμένου προστίθενται τα περιεχόμενά του (OptionContents), οπότε ο χρήστης κατά την πλοήγηση στη λίστα επιλογών που το περιέχει έχει την πλήρη πληροφόρηση για το αντικείμενο. Αν το αντικείμενο λάβει την εστίαση, τότε αν είναι ήδη επιλεγμένο (Selected == true), εκφωνείται ανάλογο μήνυμα, διαφορετικά η Selected παίρνει την τιμή true και ενημερώνεται το αντίστοιχο HTML αντικείμενο μέσω του δείκτη DomElement. Και στην περίπτωση αυτή ο χρήστης ενημερώνεται μέσω σύνθεσης φωνής για την επιλογή του.

<OPTGROUP>

Το element αυτό ορίζει μια ομαδοποίηση από επιλογές. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **OptionGroup** που θα είναι **container από επιλογές** (αντικείμενα του OPTION element). Το αντικείμενο του μετασχηματισμού του κληρονομεί από τις κλάσεις MenuItem και NonVisual_Container και επιπρόσθετα περιέχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Disabled.** Παίρνει μια από τις τιμές True ή False και προσδιορίζει αν το αντικείμενο μπορεί να λάβει εστίαση. Αν είναι true τότε δεν μπορεί. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute disabled.
- **Label.** Προσδιορίζει την ετικέτα της ομαδοποίησης. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute label.

Οι συναρτήσεις και ο τρόπος διαχείρισής έχουν ίδια μορφή με τη μόνη διαφορά ότι δεν μπορεί να περιέχει άλλα αντικείμενα τύπου OptionGroup. Στη γενική περιγραφή του αντικειμένου (InitDescription) προστίθεται η ετικέτα του (Label), οπότε ο χρήστης όταν το εντοπίσει σε ένα αντικείμενο τύπου Menu, έχει επαρκή πληροφόρηση για το είδος και το περιεχόμενο του OptionGroup.

<MAP>

Το element αυτό προσδιορίζει ένα client-side image map, που μπορεί να συσχετισθεί με άλλα elements (IMG, OBJECT, INPUT). Ένα image map συσχετίζεται με ένα άλλο element μέσω του attribute usemap του element. Συνήθως η συσχέτιση γίνεται με ένα αντικείμενο που βρίσκεται μέσα σε ένα element <OBJECT> ή <INPUT>. Με βάση το specification της HTML 4 το MAP element μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Map** το οποίο είναι container από άλλα αντικείμενα που θα προκύπτουν από το μετασχηματισμό elements όπως AREA, P, A. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **GenElemContainer**, **NonVisual_Container** και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Name**. Προσδιορίζει το όνομα του image Map μέσω του οποίου συσχετίζεται με άλλα αντικείμενα. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute name.
- **AssociatedObject**. Το αντικείμενο με το οποίο συσχετίζεται το element <MAP> (συνήθως πρόκειται για μια εικόνα). Αυτό μπορεί να εντοπιστεί από το attribute usemap των OBJECT elements. Το αντικείμενο συσχέτισης με το MAP element θα είναι αυτό του οποίου η τιμή του attribute usemap είναι ίδια με αυτήν του attribute Name του MAP αντικειμένου.

Στον μετασχηματισμό του αντικειμένου Image έχει περιγραφεί η διαδικασία με την οποία εντοπίζεται το αντίστοιχο Map αντικείμενο. Γίνεται αναζήτηση στη στοίβα Stack για αντικείμενο Image, του οποίου η τιμή της ιδιότητας UseMap είναι ίδια με την τιμή της ιδιότητας Name. Όταν ένα αντικείμενο τύπου Map λάβει την εστίαση από ένα αντικείμενο τύπου Image, εκφωνείται η γενική περιγραφή του αντικειμένου και στη συνέχεια αποδίδεται η εστίαση στη λίστα περιεχομένων του αντικειμένου.

<ADDRESS>

Με αυτό το element εισάγονται πληροφορίες για τον συγγραφέα του εγγράφου. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου Address, που είναι ένα container από αντικείμενα τύπου **Anchor** και τύπου **Text** (από το μετασχηματισμό των απλών σειρών κειμένου που βρίσκονται μέσα στο element). Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **GenElemContainer** και **NonVisual_Container** και επιπρόσθετα περιλαμβάνει την παρακάτω ιδιότητα:

- **Info**. Σε περίπτωση που το αντικείμενο δεν περιέχει μόνο ένα αντικείμενο, που είναι κείμενο, αποθηκεύεται στη μεταβλητή αυτή.

Όταν το αντικείμενο λάβει εστίαση, σε περίπτωση που ο αριθμός των περιεχομένων του δεν είναι μεγαλύτερος από ένα, εκφωνείται το μήνυμα που περιέχεται στην Info. Σε διαφορετική περίπτωση αποδίδεται η εστίαση στη λίστα των αντικειμένων που περιέχει.

<AREA>

Το element αυτό προσδιορίζει μια γεωμετρική περιοχή ενός image map και τον υπερ-σύνδεσμο που σχετίζεται με την περιοχή. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο

τύπου **Area**. Συνήθως περιέχεται μέσα σε αντικείμενα τύπου **Map**. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **Element** και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Shape**. Προσδιορίζει το σχήμα μιας περιοχής. Μπορεί να πάρει μια από τις τιμές **default** (όλη η περιοχή), **rectangular**, **circle**, **polygonal**. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute **shape**.
- **NoHref**. Αν έχει την τιμή **true** τότε η περιοχή αυτή δεν σχετίζεται με κάποιο link. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute **nohref**.
- **AccessKey**. Πρόκειται για το attribute με το οποίο προσδίνεται ένα accessibility key στο element μέσω του οποίου λαμβάνει την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute **accesskey**.
- **TabIndex**. Προσδιορίζει τη θέση του element μέσα στο συγκεκριμένο έγγραφο και χρησιμεύει στην πλοήγηση στη σειρά με την οποία λαμβάνουν την εστίαση. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute **tabindex**.
- **AltDescription**. Προσδιορίζει μια μικρή περιγραφή της περιοχής και η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute **alt**. Πρόκειται για μια ιδιαίτερα χρήσιμη πληροφορία για τη μη οπτική παρουσίαση του εγγράφου.
- **Href**. Προσδιορίζει τη διεύθυνση (html file) που θα παραπεμφθεί ο χρήστης ενεργοποιώντας την περιοχή αυτή. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute **href**.

Η περιγραφή του αντικειμένου είναι “An area on an image map”. Όταν το αντικείμενο επιλεγεί από το χρήστη (συνάρτηση **GetFocus**), εκφωνείται η περιγραφή του. Στη συνέχεια ελέγχεται αν η ιδιότητα **Shape** έχει τιμή, οπότε και εκφωνείται. Εκφωνείται η διεύθυνση στην οποία παραπέμπει η περιοχή, και τέλος δρομολογείται η φόρτωση της διεύθυνσης (**Href**), όπως και στην περίπτωση του αντικειμένου τύπου **Anchor**. Περνιέται η τιμή της **Href** ως παράμετρος σε μια συνάρτηση, που την περνάει με τη σειρά της στην αντίστοιχη λειτουργία του **WebBrowser control**.

****, ****, ****, ****, **<I>**, **<U>**, **<SMALL>**, **<BIG>**, **<S>**, **<STRIKE>**, **<TT>**, **<CITE>**, **<CODE>**, **<BLOCKQUOTE>**, **
, **<INS>, ****, **KBD**, **PRE**, **<Q>**, **<SUB>**, **<SUP>**, **<CITE>**

Τα elements αυτά έχουν σκοπό τη διαμόρφωση κάποιου τμήματος κειμένου. Διατηρούμε μια **δομή στοίβας**, την **TextFormList** όπου εισάγουμε κάποιο αντικείμενο μετασχηματισμού του αντίστοιχου element του συνόλου όποτε το συναντάμε, και το εξάγουμε όταν βρούμε το end tag του element. Αν η στοίβα είναι κενή όταν συναντήσουμε το element τότε αυτό εισάγεται στη στοίβα και μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **TextFormatting**. Η **TextFormList** είναι μια λίστα από αντικείμενα αυτού του τύπου. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **Element** και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Text**. Είναι ένα αντικείμενο τύπου **NonVisual_TextReviewer** που κρατάει το κείμενο του element.
- **Volume**. Η τιμή του είναι η ένταση της εκφώνησης αυξημένη κατά ορισμένες μονάδες ανάλογα με το element (αυτή είναι και η νέα τιμή της έντασης της εκφώνησης). Έτσι για τα elements ****, ****, ****, **<U>**, **<BIG>**, έχουμε **volume = volume + 1**.
- **Pitch**. Η τιμή του είναι η συχνότητα της εκφώνησης αυξημένη κατά ορισμένες μονάδες ανάλογα με το element (αυτή είναι και η νέα τιμή της συχνότητας της εκφώνησης). Έτσι για τα elements ****, ****, **<BIG>**, έχουμε **Volume = volume + 1**.

- **Rate.** Η τιμή του είναι ο ρυθμός της εκφώνησης αυξημένος ή μειωμένος κατά ορισμένες μονάδες ανάλογα με το element (αυτή είναι και η νέα τιμή του ρυθμού της εκφώνησης). Έτσι έχουμε για το element <TT> Rate = rate +1.
- **DOMLink.** Είναι ένας δείκτης στο αντίστοιχο HTML element, μέσω του κατάλληλου API του DOM. Μέσω του δείκτη αυτού πραγματοποιείται ενημέρωση στα περιεχόμενα των αντίστοιχων αντικειμένων σε τυχόν αλλαγές τους.
- **CodeDescription.** Σε περίπτωση που συναντήσουμε το element CODE στο attribute αυτό θα κρατάμε μια περιγραφή για τον τρόπο που θα διαβάζεται ο κώδικας.
- **QuotationSource.** Σε περίπτωση που πρόκειται για element τύπου BLOCKQUOTE ή QUOTE, η μεταβλητή αυτή περιέχει την πηγή από την οποία έχει ληφθεί η πληροφορία του αντικειμένου, η οποία βρίσκεται μέσα σε εισαγωγικά.
- **BR_Message.** Στην περίπτωση που πρόκειται για element τύπου BR (προσδιορίζει αλλαγή γραμμής), αποδίδεται η τιμή “Break” στη μεταβλητή.
- **CaseOfChange.** Στην περίπτωση που πρόκειται για element τύπου INS ή τύπου DEL, η μεταβλητή αυτή περιέχει την αιτία της αλλαγής.
- **DateTime.** Στην ίδια περίπτωση με την αμέσως παραπάνω, η μεταβλητή αυτή περιέχει την ημερομηνία που πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή (<INS) ή η διαγραφή (<DEL) του κειμένου του αντικειμένου.

Οι τιμές στις μεταβλητές που αντιστοιχούν στα HTML αντικείμενα, προκύπτουν από τα αντίστοιχα attributes των HTML αντικειμένων. Όταν επιλεγεί ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, ελέγχεται αν κάποια από τις πέντε παραπάνω μεταβλητές είναι ορισμένη, οπότε και εκφωνείται το περιεχόμενό της. Η μεταβλητή που είναι ορισμένη προσδιορίζει και τον τύπο του αντικειμένου και συμβαίνει στις περιπτώσεις των αντικειμένων, τα οποία παρέχουν κάποια πρόσθετη πληροφορία από κείμενο (π.χ. <BLOCKQUOTE>, <INS>) ή δεν σχετίζονται άμεσα με κείμενο (π.χ.
).

Μόλις συναντήσουμε το element, ελέγχουμε τη στοίβα και αν αποφασίσουμε με βάση τα όσα προαναφέραμε ότι θα μετασχηματιστεί σε αντικείμενο τύπου TextFormatting ακολουθούμε την εξής διαδικασία μέχρι το end tag:

Από το DOM διατρέχουμε τα περιεχόμενά του (παιδιά του) μέχρι να συναντήσουμε το πρώτο τμήμα κειμένου. Για κάθε element του ίδιου συνόλου που συναντάμε το εισάγουμε στη στοίβα και διαμορφώνουμε τις τιμές των παραμέτρων ομιλίας που αναφέρθηκαν κατά τόσες μονάδες όπως αυτές δόθηκαν παραπάνω για το κάθε element. Έτσι, όταν φτάσουμε στο τμήμα κειμένου έχουμε τις τελικές τιμές για τις παραμέτρους ομιλίας. Το τμήμα κειμένου προστίθεται στο τμήμα κειμένου του αντικειμένου «γονέα». Για κάθε ένα end tag που συναντάμε επαναφέρουμε τις παραμέτρους που μεταβλήθηκαν στην τιμή που είχαν πριν συναντήσουμε το start tag του element (αφαιρώντας τις μονάδες που είχαμε προσθέσει προηγουμένως) ενώ αφαιρούμε από τη στοίβα το αντικείμενο. Αν συναντήσουμε ενδιάμεσα κάποιο διαφορετικό του συνόλου element τα επόμενα περιεχόμενα του element του συνόλου διαμόρφωσης κειμένου μετασχηματίζονται σε τουλάχιστον ένα επιπλέον αντικείμενο τύπου TextFormatting.

<BASE>

Προσδιορίζει το βασική διεύθυνση του εγγράφου με βάση την οποία θα γίνουν οι υπόλοιπες παραπομπές (Anchors) στο έγγραφο. Η πληροφορία αυτή, οπότε

ενεργοποιείται ένας υπερ-σύνδεσμος στο έγγραφο, είναι προσβάσιμη μέσω του αντίστοιχου API του DOM. Όποτε βρίσκεται συναντάται μόνο στο αντικείμενο Head. Περιλαμβάνει την ιδιότητα:

- **BaseRef.** Προσδιορίζει την παραπάνω διεύθυνση και η τιμή της προκύπτει από το attribute href.

Δεν είναι πληροφορία μεγάλης σημασίας όσον αφορά την παρουσίαση των υπερ-συνδέσμων και μπορεί να χρησιμεύσει μόνο στην περιγραφή των διευθύνσεων των αντικειμένων τύπου Anchor.

<BASEFONT>

Προσδιορίζει το βασικό μέγεθος των fonts με βάση το οποίο γίνονται οι υπόλοιπες αλλαγές. Όσον αφορά την μη οπτική παρουσίαση του εγγράφου, η πληροφορία του συγκεκριμένου αντικείμενου δεν έχει σημασία, καθώς για κάθε αντικείμενο μετασχηματισμού λαμβάνουμε, όπως αναφέρθηκε αρχικά το StyleSheet που μπορεί να το συνοδεύει, μέσω του κατάλληλου API του DOM. Το μέγεθος των γραμματοσειρών (ορισμός attribute στο element) έχει μετασχηματίζεται στη αντίστοιχη ένταση ήχου για την παρουσίαση από ο πλοηγός Ναυτίλος.

<BDO>

Το element αυτό επιτρέπει την απενεργοποίηση του bidirectional αλγορίθμου για επιλεγμένα τμήματα κειμένου. Μπορεί να περιέχει άλλα Inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Bdo** το οποίο θα είναι **container** από άλλα αντικείμενα. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Corre_attributes**, **GenElemContainer**, **NonVisual_Container** και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Direction.** Προσδιορίζει τη βασική κατεύθυνση του περιεχομένου του element. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute dir.
- **Language.** Προσδιορίζει τη γλώσσα του περικλειόμενου κειμένου. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute lang.
- **Value.** Περιέχει το κείμενο στο οποίο εφαρμόζεται το BDO element αν δεν περιέχει άλλα inline elements. Η τιμή του προκύπτει από το κείμενο μεταξύ των start και end tags του element.

<BIG>

Το element εμφανίζει τα περιεχόμενά του σε μεγαλύτερα fonts. Μπορεί να περιέχει διάφορα inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<BLOCKQUOTE>

Χρησιμοποιείται για την εισαγωγή κειμένου μέσα σε εισαγωγικά (από κάποια άλλη πηγή). Συνήθως πρόκειται για μεγάλο μεγέθους κείμενο μέσα σε εισαγωγικά. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

Δηλώνει το τέλος μιας γραμμής και την αρχή μιας καινούργιας. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<CAPTION>

Χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τον τίτλο (caption) ενός table. Το κείμενο που περιέχεται μεταξύ των start και end tags του table element αποδίδεται ως τιμή στην μεταβλητή Caption του αντικειμένου τύπου Table, που περιέχει το element caption..

<CENTER>

Η λειτουργία του είναι ακριβώς ίδια με αυτήν του DIV element με τη διαφορά ότι το align attribute έχει την τιμή “center”. Οπότε μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Division** με το attribute **Alignment** να έχει την τιμή “center” (ενδιαφέρει κυρίως την οπτική παρουσίαση του αντικειμένου).

<CITE>

Προσδιορίζει κάποια αναφορά σε σχετικά resources. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<CODE>

Προσδιορίζει κάποιο τμήμα κώδικα. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<COL>, <COLGROUP>

Επιτρέπουν τον ορισμό ιδιοτήτων (<COL>) και την ομαδοποίησή τους (<COLGROUP>) για τις στήλες ενός HTML αντικειμένου table. Συνήθως τα HTML αντικείμενα <COL> περιέχονται εντός των COLGROUP elements. Τις πληροφορίες όμως για τις ιδιότητες που ενδιαφέρουν κυρίως τη μη οπτική παρουσίαση, όπως είναι ο αριθμός των γραμμών ή των στηλών που καταλαμβάνει ένα αντικείμενο κελιού, τις παραλαμβάνουμε άμεσα κατά τον μετασχηματισμό των HTML αντικειμένων <TD> και <TH>. Οπότε δεν χρειάζεται επεξεργασία των αντικειμένων <COL> και <COLGROUP>.

<DD>

Προσδιορίζει την περιγραφή ενός Definition Term (<DT>) σε μια definition list (από το DL element). Μπορεί να περιέχει απλό κείμενο και άλλα Block-level και inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **DataDescription** που θα είναι container από άλλα αντικείμενα (κείμενο, Strong, κλπ). Κληρονομεί από τις κλάσεις

Common_Attributes, **GenElemConatiner** και **NonVisual_Container**. Περιλαμβάνει επιπλέον μια μεταβλητή (Data) για την αποθήκευση της πληροφορίας σε περίπτωση που δεν περιέχει περισσότερα αντικείμενα. Το αντικείμενο που δημιουργείται περιέχεται στο τρέχων αντικείμενο DefinitionListItem. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με την κλάση DefinitionListItem παρουσιάζονται στο μετασχηματισμό του HTML αντικειμένου <DT>, καθώς και στον αντίστοιχο του <DL>.

Όταν λάβει την εστίαση ένα αντικείμενο DataDescription, ελέγχεται αν η μεταβλητή Data έχει τιμή, οπότε και εκφωνείται, διαφορετικά σημαίνει πως είναι container από άλλα αντικείμενα, οπότε η εστίαση αποδίδεται στη λίστα των αντικειμένων.

<DT>

Προσδιορίζει τον όρο (το πρώτο μέρος ενός Item) ενός Item μιας definition list. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **DefinitionTerm** και κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **NonVisual_Container**, **DefinitionItem** και διαθέτει το παρακάτω attribute:

- **Term**. Περιέχει τον όρο του item. Η τιμή του προκύπτει από το κείμενο μεταξύ των start και end tags του element. Η μεταβλητή ορίζεται μόνο στην περίπτωση που το αντίστοιχο HTML element δεν περιέχει άλλα αντικείμενα.

Κάθε φορά που συναντάμε ένα νέο <DT> element μετά από ένα <DD> (ή αν πρόκειται για το πρώτο στοιχείο της λίστας), τότε σημαίνει το αντικείμενο τύπου DefinitionTerm θα πρέπει να περιέχεται σε ένα νέο αντικείμενο DefinitionListItem. Οπότε δημιουργείται ένα νέο αντικείμενο DefinitionListItem και προστίθεται σε αυτό το αντικείμενο DefinitionTerm. Διαφορετικά περιέχεται στο τρέχων DefinitionListItem. Μέχρι να συναντήσουμε ένα <DT> μετά από ένα <DD>, οποιοσδήποτε όρος (term) ή ερμηνεία (data description) προστίθενται στο τρέχων αντικείμενο DefinitionListItem. Ο έλεγχος των συνθηκών για τη δημιουργία ενός νέου DefinitionListItem βασίζεται σε μια μεταβλητή flag, που μεταβάλλεται στο τμήμα του Non Visual Visitor. Όταν προστίθεται ένα αντικείμενο τύπου DataDescription στο τρέχων DefinitionListItem τίθεται η τιμή του flag έτσι ώστε στην επόμενη εμφάνιση DefinitionTerm να δημιουργηθεί ένα νέο DefinitionListItem.

Όταν λάβει την εστίαση ένα αντικείμενο DefinitonTerm, ελέγχεται αν η μεταβλητή Term έχει τιμή, οπότε και εκφωνείται, διαφορετικά σημαίνει πως είναι container από άλλα αντικείμενα, οπότε η εστίαση αποδίδεται στη λίστα των αντικειμένων.

<DL>

Προσδιορίζει μια λίστα αντικειμένων, όπου το κάθε αντικείμενο μπορεί να είναι ένα ζευγάρι, του οποίου τα μέλη είναι ένας όρος και ημια ή περισσότερες ερμηνείες. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου DefinitionList που θα είναι **container από στοιχεία**, όπου το κάθε στοιχείο θα έχει δυο αντικείμενα τύπου **DefinitionTerm** και **DataDescription** αντίστοιχα. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **Element**, **NonVisual_Container**. Τα αντικείμενα που περιέχει η λίστα είναι τύπου DefinitionListItem.

Όταν επιλεγεί ένα αντικείμενο DefinitionListItem από τη λίστα, τότε η εστίαση αποδίδεται στη λίστα των περιεχομένων του, που μπορεί να είναι ένας ή περισσότεροι όροι, ακολουθούμενοι από μια ή περισσότερες ερμηνείες.

<DFN>

Προσδιορίζει ότι πρόκειται για το defining instance ενός περικλειόμενου όρου. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<DIR>, <MENU>

Τα δυο αυτά elements είναι deprecated. Μετασχηματίζονται σε αντικείμενα τύπου UnorderedList που έχει ήδη αναλυθεί.

Υποδηλώνει έμφαση στα περιεχόμενά του όπως και το Strong element. Η αξία του όσον αφορά τη non visual παρουσίαση είναι στο να προσδίδει μεγαλύτερη έμφαση κατά την εκφώνηση της φράσης. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

Προσδιορίζει το μέγεθος και το χρώμα των fonts της γραμματοσειράς που περιέχει. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<Hn>, n = 1, 2, 3, 4, 5, 6

Τα Hn elements προσδιορίζουν επικεφαλίδα μιας περιοχής στο έγγραφο. Το H1 επίπεδο είναι το σημαντικότερο και το H6 το λιγότερο σημαντικό. Συνήθως τα περιεχόμενα των elements γίνονται render με μέγεθος fonts ανάλογα με το επίπεδο του Hn element. Μετασχηματίζονται σε αντικείμενα τύπου **Header** που κληρονομεί από τις κλάσεις **Corre_Attributes**, **Element** και επιπρόσθετα έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Text**. Προσδιορίζει το κείμενο που περιέχει το element. Η τιμή του προκύπτει από το κείμενο μεταξύ των start και end tags του element.
- **Volume**. Η ένταση με την οποία θα εκφωνηθεί. Εξαρτάται από το επίπεδο του header element (1,2,...,6). Έτσι έχουμε:
 - H1. Volume = Volume + 6
 - H2. Volume = Volume + 5
 - H3. Volume = Volume + 4
 - H4. Volume = Volume + 3
 - H5. Volume = Volume + 2
 - H6. Volume = Volume + 1

- **Pitch.** Το pitch με το οποίο θα εκφωνηθεί. Εξαρτάται από το επίπεδο του header element (1,2,...,6). Έτσι έχουμε:
 - H1. Pitch = Pitch + 6
 - H2. Pitch = Pitch + 5
 - H3. Pitch = Pitch + 4
 - H4. Pitch = Pitch + 3
 - H5. Pitch = Pitch + 2
 - H6. Pitch = Pitch + 1
- **Description.** Πρόσθετο κείμενο που μπορεί να εκφωνηθεί (δικής μου πρωτοβουλίας).

Στη γενική περιγραφή του αντικειμένου προστίθεται και το κείμενο που περιέχει (Text). Ο χρήστης γνωρίζει το είδος του αντικειμένου (Header) και το περιεχόμενό του. Ανάλογα με το επίπεδο της επικεφαλίδας, εκφωνείται το κείμενο με την κατάλληλη ένταση.

<HR>

Το element αυτό δημιουργεί μια οριζόντια γραμμή-χώρισμα στο έγγραφο. Στην non visual παρουσίαση θα πληροφορείται ο χρήστης για την ύπαρξή της καθώς και για τα μεγέθη της. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Hr** το οποίο κληρονομεί από τις κλάσεις `Common_Attributes`, `Element` και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Width.** Προσδιορίζει το πλάτος σε Pixels της γραμμής. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute `width`.
- **Message.** Προσδιορίζει το μήνυμα που θα εκφωνηθεί προκειμένου να πληροφορηθεί ο χρήστης κατάλληλα. Η τιμή της μεταβλητής είναι “A horizontal rule”

<HTML>

Περιέχει όλο το HTML έγγραφο (HEAD, BODY). Δεν απαιτείται ο μετασχηματισμός καθώς ότι χρειαζόμαστε προκύπτει από τον μετασχηματισμό των **HEAD** και **BODY** elements που περικλείει.

<I>

Το element εμφανίζει τα περιεχόμενά του σε italic μορφή. Μπορεί να περιέχει διάφορα inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου `TextFormatting`, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<INS>,

Προσδιορίζουν κάποια περιοχή κειμένου που έχει εισαχθεί ή διαγραφεί από μια παλαιότερη έκδοση του εγγράφου. Μπορεί να περιέχουν άλλα elements που έχουν κείμενο. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου `TextFormatting`, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<ISINDEX>

Είναι deprecated και έχουν την ίδια ακριβώς λειτουργία με το INPUT element. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Input**.

<KBD>

Προσδιορίζει κάποιο κείμενο που πρέπει να εισαχθεί από το χρήστη. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Kbd**. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<LEGEND>

Επιτρέπει την εισαγωγή κάποιου τίτλου σε ένα FieldSet αντικείμενο. Το κείμενο που περιέχεται μεταξύ των start και end tags του element αποδίδεται ως τιμή στη μεταβλητή FiledSetDescription του αντικειμένου FieldSet, του οποίου, το αντίστοιχο HTML αντικείμενο περιέχει το element LEGEND.

<LINK>

Προσδιορίζει ένα link και σε αντίθεση με το A element μπορεί να βρίσκεται μόνο μέσα στο HEAD element. Αν και δεν έχει περιεχόμενο παρουσιάζει σχετικές πληροφορίες με το document. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Link** που κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **Link_Common_Attributes** και επιπρόσθετα διαθέτει τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Media**. Είναι μια λίστα από επιθυμητά μέσα προορισμού για το στυλ παρουσίασης του resource του Link. Η τιμή του προκύπτει από το HTML attribute media και μπορεί να είναι μια από screen, tv, tty, projection, handheld, print, braille, aural, all.

<META>

Προσδιορίζει κάποιες ιδιότητες του εγγράφου. Δεν έχει κάποια πρακτική αξία για τη μη οπτική παρουσίαση, οπότε και δεν επεξεργάζεται

<NOFRAMES>

Προσδιορίζει περιεχόμενα προς παρουσίαση από user agents που δεν υποστηρίζουν frames ή δεν είναι ρυθμισμένοι για το σκοπό αυτό. Όμως, το σύστημα πλοηγού Ναυτίλου υποστηρίζει frames.

<NOSCRIPT>

Προσδιορίζει περιεχόμενα προς παρουσίαση από user agents που δεν υποστηρίζουν scripts ή δεν είναι ρυθμισμένοι για το σκοπό αυτό. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **NoscriptsContainer** που θα είναι **container** από άλλα αντικείμενα. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **NonVisual_Container** και GenElemContainer.

<PARAM>

Προσδιορίζει ορισμένες τιμές που μπορεί να χρειάζονται από ένα object element σε run-time. Όμως, όπως περιγράφηκε η κλάση Object, δεν ενδιαφέρουν στοιχεία κατά το χρόνο εκτέλεσης του αντικειμένου την μη οπτική παρουσίαση.

<PRE>

Προσδιορίζει ότι το περιεχόμενο κείμενο του element είναι preformatted. Αυτό σημαίνει ότι το κείμενο θα παρουσιαστεί ως έχει χωρίς καμιά επεξεργασία ή μετατροπή όσον αφορά αλλαγές γραμμών κλπ. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<Q>

Χρησιμοποιείται για την εισαγωγή κειμένου μέσα σε εισαγωγικά (από κάποια άλλη πηγή). Συνήθως πρόκειται για μικρού μεγέθους κείμενο μέσα σε εισαγωγικά. Μπορεί να περιέχει διάφορα inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<S>, <STRIKE>

Τα elements εμφανίζουν τα περιεχόμενά τους σε strike-through στυλ. Μπορεί να περιέχουν διάφορα inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<SMALL>

Το element εμφανίζει τα περιεχόμενά του σε μικρότερα fonts. Μπορεί να περιέχει διάφορα inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

Χρησιμοποιείται μαζί με το element DIV. Παρέχει πληροφορίες σχετικές με το περιεχόμενο του DIV element. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **SpanFlow** που θα είναι container από άλλα αντικείμενα. Κληρονομεί από τις κλάσεις Common_Attributes, GenElemContainer, NonVisual_Container και διαθέτει επιπρόσθετα την παρακάτω ιδιότητα:

- **SpanInfo**. Περιέχει το κείμενο μεταξύ των start και end tags του element αν δεν υπάρχουν άλλα elements. Η μεταβλητή αυτή χρησιμοποιείται κατά την παρουσίαση του αντικειμένου μέσω σύνθεσης φωνής, μόνο στην περίπτωση που δεν περιέχει άλλα αντικείμενα.

Όταν επιλεγεί ένα αντικείμενο τύπου SpanFlow, τότε αν δεν περιέχει άλλα αντικείμενα, αλλά μόνο κείμενο εκφωνείται η τιμή της SpanInfo. Σε διαφορετική περίπτωση αποδίδεται η εστίαση στη λίστα των περιεχομένων του αντικειμένου.

<STYLE>

Επιτρέπει την εισαγωγή style sheet κανόνων στο HEAD element ενός document. Το element μπορεί να προσδώσει style sheet κανόνες σε οποιοδήποτε HTML element. Όπως αναφέρθηκε αρχικά στην ενότητα, για κάθε HTML αντικείμενο, έχουμε τη δυνατότητα να λαμβάνουμε το αντίστοιχο Style sheet μέσω του κατάλληλου API του DOM. Οπότε δεν χρειάζεται να επεξεργαστούμε το element <Style>.

<SUB>, <SUP>

Εισάγουν subscripts και superscripts αντίστοιχα. Μετασχηματίζονται σε αντικείμενα τύπου **Subscript** και **Superscript** αντίστοιχα. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<U>

Το element εμφανίζει τα περιεχόμενά του υπογραμμισμένα. Μπορεί να περιέχει διάφορα inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<TT>

Το element εμφανίζει τα περιεχόμενά του σε μορφή τυλέτυπου. Μπορεί να περιέχει διάφορα inline elements. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου TextFormatting, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω.

<THEAD>, <TFOOT>, <TBODY>

Περιέχει πληροφορίες για τις γραμμές του HTML αντικειμένου Table. Ουσιαστικά ορίζουν ομαδοποιήσεις για τις γραμμές (επικεφαλίδες- <THEAD>, footer-<TFOOT>, κύριες γραμμές-<TBODY>). Οι πληροφορίες όμως αυτές είναι άμεσα διαθέσιμες από τους μετασχηματισμούς των αντίστοιχων αντικειμένων <TR>. Οπότε δεν χρειάζεται να πραγματοποιηθεί επεξεργασία των αντικειμένων αυτών.

<TD>, <TH>

Το <TD> προσδιορίζει ένα κελί που περιέχει δεδομένα, ενώ το <TH> ένα κελί που περιέχει μια επικεφαλίδα. Μετασχηματίζονται σε ένα αντικείμενο τύπου **Cell** που είναι **container** από άλλα αντικείμενα. Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **GenElemContainer** και **NonVisual_Container**. Περιλαμβάνουν τις παρακάτω ιδιότητες:

- **IsHeader.** Είναι μια μεταβλητή τύπου bool, η οποία αν έχει την τιμή true σημαίνει πως πρόκειται για κελί επικεφαλίδας και το αντικείμενο προστίθεται στη λίστα Headers του αντικειμένου Table που το περιέχει. Αν είναι false, τότε πρόκειται για κελί δεδομένων, οπότε το αντικείμενο του κελιού επικεφαλίδας στήλης βρίσκεται με τη συνάρτηση GetColHeader. Το αντίστοιχο αντικείμενο για το κελί επικεφαλίδας γραμμής εντοπίζεται με τη συνάρτηση GetRowHeader.
- **NumberOfRowsSpan.** Περιέχει τον αριθμό των γραμμών που καταλαμβάνει το κελί.
- **NumberOfColsSpan.** Περιέχει τον αριθμό των στηλών που καταλαμβάνει το κελί.
- **ColHeader.** Είναι ένας δείκτης στο κελί επικεφαλίδας στήλης (σε άλλο αντικείμενο τύπου Cell).
- **RowHeader.** Είναι ένας δείκτης στο κελί επικεφαλίδας γραμμής (σε άλλο αντικείμενο τύπου Cell).
- **Index.** Περιέχει τη θέση του κελιού μέσα στη γραμμή που το περιέχει. Η τιμή της μεταβλητής αυτής συμβάλλει στην εύρεση των αντικειμένων επικεφαλίδας.
- **GetColHeader.** Είναι η συνάρτηση μέσω της οποίας εντοπίζεται το αντικείμενο κελιού δεδομένων στη λίστα Headers του αντικειμένου πίνακα που το περιέχει. Παίρνει ως παραμέτρους τη λίστα Headers και την τιμή της Index. Εντοπίζει το αντικείμενο μέσα στη Headers, του οποίου η θέση είναι ίση με την τιμή της Index, και επιστρέφει ένα δείκτη στο αντικείμενο αυτό.

Όταν ένα αντικείμενο τύπου Cell λάβει την εστίαση, ελέγχονται οι τιμές των NumberOfRowsSpan και NumberOfColsSpan, και αν είναι διαφορετικές του μηδενός εκφωνούνται. Στη συνέχεια, αν πρόκειται για κελί δεδομένων, εκφωνείται το κείμενο που περιέχει το αντικείμενο του κελιού επικεφαλίδας στήλης (μέσω του δείκτη ColHeader). Παρόμοια και για την επικεφαλίδα γραμμής. Στη συνέχεια εκφωνείται μήνυμα για την κατατόπιση του χρήστη στα περιεχόμενα του κελιού και αποδίδεται η εστίαση στη λίστα με τα περιεχόμενά του.

<TR>

Προσδιορίζει μια γραμμή ενός HTML αντικειμένου table, η οποία περιέχει κελιά. Μετασχηματίζεται σε ένα αντικείμενο τύπου **Row**, που θα είναι **container** από αντικείμενα τύπου Cell (κελιά δεδομένων ή επικεφαλίδας). Κληρονομεί από τις κλάσεις **Common_Attributes**, **Element**, **NonVisual_Container** και περιέχει επιπλέον τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Cells.** Είναι η λίστα με τα αντικείμενα τύπου Cell, που προκύπτουν από τον μετασχηματισμό των HTML αντικειμένων TH και TD.
- **NumberOfCells.** Περιέχει τον αριθμό των κελιών που έχουν προστεθεί στο αντικείμενο.
- **AddElement.** Είναι η συνάρτηση με την οποία προστίθεται ένα νέο αντικείμενο τύπου Cell (το οποίο παίρνει ως παράμετρο) στη λίστα Cells.
- **Parent_table.** Είναι ένας δείκτης στο αντικείμενο τύπου Table, στο οποίο περιέχεται το αντικείμενο Row.

Τα αντικείμενα τύπου Row, όπως είδαμε είναι τα στοιχεία της λίστας Rows ενός αντικειμένου τύπου Table.

<TITLE>

Προσδιορίζει τον τίτλο του εγγράφου και περιέχεται μέσα στο HEAD element. Όπως έχει ήδη αναφερθεί το κείμενο μεταξύ των start και end tags αποτελεί την τιμή του attribute DocTitle στο αντικείμενο Head.

Βιβλιογραφία

- [1] Stephanidis C., Paramythis A., Sfyarakis M., Stergiou A., Maou N., Leventis A., Papparoulis G., Karagiannidis C. (1998). Adaptable and Adaptive User Interfaces for Disabled Users in the AVANTI project. In S. Trigila, A. Mullery, M. Campolargo, H. Vanderstraeten & M. Mampaey (Eds.), *Intelligence in Services and Networks: Technology for Ubiquitous Telecommunications Services - Proceedings of the 5th International Conference on Intelligence in Services and Networks (IS&N '98)*, Antwerp, Belgium (pp. 153-166). Berlin: Springer, Lecture Notes in Computer Science, 1430.
- [2] Stephanidis C., Paramythis A., Sfyarakis M., Savidis A (1999). Non-visual Web browsing: Lessons learned from the AVANTI case study. In H.-J. Bullinger & J. Ziegler (Eds.), *Human-Computer Interaction: Communication, Cooperation, and Application Design [Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International '99)]*, Munich, Germany (vol. 2, pp. 812-817). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- [3] Simply Web 98: <http://www.econointl.com/sw/>
- [4] Hadjadj D., Burger D. (1999). BrailleSurf: An HTML Browser for visually handicapped people. In *Proceedings of the CSUN '99 Conference*, Los Angeles, USA. [On-line]. Available at: http://www.dinf.org/csun_99/session0158.html
- [5] Stephanidis C., Savidis A., Stergiou A (1997). Generic Containers for Metaphor Fusion in Non-Visual Interaction: the HAWK Interface Toolkit. In *Proceedings of the 6th International Conference on Man-Machine Interaction Intelligent Systems in Business (INTERFACES '97)*, Montpellier, France (pp. 194-196).
- [6] Jacobs I., Gunderson J., Hansen E. (2000, October). *User Agent Accessibility Guidelines 1.0*. W3C Working Draft. [On-line]. Available at: <http://www.w3.org/TR/UAAG/>
- [7] World Wide Web Consortium: <http://www.w3.org>
- [8] Vanderheiden G. (1998). *Accessible Touchscreen Kiosk Plus Keyboard Trace Center prototype*. [On-line]. Available at: <http://trace.wisc.edu/world/kiosks/itms/prototypes/kioskkbd.html>
- [9] Vanderheiden G., Law C. (1998). EZ Access Strategies for Cross-Disability Access to Kiosk, Telephones, and VCRs. In *Proceedings of the CSUN '98 Conference*. Los Angeles, USA. [On-line]. Available at: http://www.dinf.org/csun_98/csun98_074.htm
- [10] Gale A (1999). *HCI Research For Blind Users: A Survey*. [On-line]. Available at: <http://www.mcs.vuw.ac.nz/~amyl/COMP/453/essay.txt>
- [11] NC State University (1998). *The Universal Design File*. New York: NC State University, The Center for Universal Design.

- [12] Thatcher J. (1995). Interaction Technology Mathematical Sciences Department, IBM Research. Screen Reader/2, Access to the Graphical User Interface. In *Proceedings of the CSUN '95 Conference*. [On-line]. Available at: <ftp://ftp.software.ibm.com/sns/sr-os2/sr2doc/csun95.zip>
- [13] Darvishi A., Munteanu E., Guggiana V., Schauer, H., Motavalli M., Rauterberg M. (1994). Automatic Impact Sound Generation for using in Non-visual Interfaces. In *Proceedings of 1st Annual International ACM / SIGCAPH Conference on Assistive Technologies*, Marina Del Rey, USA (pp. 100-106). New York: ACM Press.
- [14] Edwards W.K., Mynatt E.D., Stockton K. (1994). Providing Access to Graphical User Interfaces – Non-Graphical Screens. In *Proceedings of 1st Annual International ACM / SIGCAPH Conference on Assistive Technologies*, Marina Del Rey, USA (pp. 47-54). New York: ACM Press.
- [15] Vanderheiden G. (1994). *Application Software Design Guidelines: Increasing the Accessibility of Application Software to People with Disabilities and Older Users*. [On-line]. Available at: http://trace.wisc.edu/docs/software_guidelines/software.htm
- [16] Norman D. (1998). *The Psychology of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- [17] Byrne M., Bonnie J., Wehrle N., Crow D. (1999). The Tangled Web We Wove: A Taskonomy of WWW Use. In *Proceedings of the CHI '99 Conference*, Pittsburgh PA USA (pp. 544 - 551). New York: ACM Press.
- [18] Hadjadj D., Burger D. (1999). BrailleSurf: A Non Visual HTML Interface. In *Proceedings of the TIDE Congress "Telematics in the Education of the Visually Handicapped"*, Helsinki. [On-line]. Available at: <http://www.snv.jussieu.fr/inova/ntevh/braillesurf.htm>
- [19] Zajicek M, Powell C, Reeves C. (1998a). A Web Navigation Tool for the Blind. In *Proceedings of the 3rd ACM/SIGCAPH Conference on Assistive Technologies*, California, USA (pp. 204 - 206). New York: ACM Press.
- [20] Petrucci L., Harth E., Roth P., Assimacopoulos A., Pun T (2000). WebSound: a generic Web notification tool, and its application to an auditory Web browser for blind and visually impaired users. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Auditory Display (ICAD 2000)*. [On-line]. Available at: http://cui.unige.ch/~vision/Publications/postscript/2000/PetrucciHarthRothAssimacopoulosPun_icad2000.pdf
- [21] Lehors A., Le Hegaret P. (eds) (2000, September). *Document Object Model (DOM) Level 2 HTML Specification*. W3C Recommendation. [On-line]. Available at: <http://www.w3.org/TR/DOM-Level-2-HTML/>
- [22] *HTML Accessibility Features*. [On-line]. Available at: <http://www.w3.org/TR/html4/intro/intro.html#h-2.3.2>

- [23] Gunderson J. World Wide Web Browser Access Recommendations. [On-line]. Available at: <http://www.staff.uiuc.edu/~jongund/access-browsers.html>
- [24] MultiWeb: <http://mis.deakin.edu.au/multiweb/MWIntro.html>
- [25] VIP Browser: http://www.jbliss.com/sw_Products.html#VIPBrowser
- [26] Raman T.V. (1996). Emacspeak-direct speech access. In *Proceedings of The Second Annual ACM Conference on Assistive Technologies*, Vancouver, Canada (pp. 32 - 36). New York: ACM Press.
- [27] Cooper, A. (1995). *About Face: The Essentials of User Interface Design*. USA: Hungry Minds, Inc.
- [28] Tausher L., Greenberg S. (1997). How People Revisit Web Pages: Empirical Findings and Implications for the Design of History Systems. *International Journal of Human Computer Studies, Special issue on World Wide Web Usability*, 47 (1), 97-138.
- [29] Morley S., Petrie H., O' Neil A.-M., McNally P. (1998). Auditory Navigation in Hyperspace: Design and Evaluation of a Non-Visual Hypermedia System for Blind Users. In *Proceedings of the 3rd Annual ACM Conference on Assistive Technologies*, Los Angeles, CA (pp. 100-107). New York: ACM Press.
- [30] Norlander R. (1999). *Internet Explorer 5: All Power to the Document Object Model*. [On-line]. Available at: <http://msdn.microsoft.com/workshop/essentials/versions/ie5dom.asp>
- [31] Le Hégarret, P., Wood L, Robie J. (2000). *What is the Document Object Model?* [On-line]. Available at: <http://www.w3.org/TR/DOM-Level-2-Core/introduction.html>
- [32] Savidis A. (1997). Documentation of HAWK imported non-visual interaction facilities.
- [33] *Visitor Software Design Pattern*. [On-line]. Available at: <http://www.ti.et-inf.uni-siegen.de/Entwurfsmuster/ArtikelImport/osefa/patterns/visitor/sample.htm>
- [34] Nielsen J. (1998). *Usability Engineering*. New York: Academic Press Inc.
- [35] Nielsen J. *Heuristic Evaluation*. [On-line]. Available at: <http://www.useit.com/papers/heuristic/>
- [36] *Standard Template Library Programmer's Guide* (1994). [On-line]. Available at: <http://www.sgi.com/tech/stl/>
- [37] Dix A., Finlay J., Abowd G., Beale R. (1993). *Human-Computer Interaction*. UK: Prentice Hall.

- [38] Rizer B., Cirlot-New J., Ethridge J. (1999). Overview of Assistive Technology. In *Proceedings of CSUN '99 Conference*, Los Angeles, USA. [On-line]. Available at: http://www.dinf.org/csun_99/session1017.html
- [39] Thatcher J., Interaction Technology Mathematical Sciences Department, IBM Research (1995). Exploring the Internet with OS/2 and Screen Reader/2. In *Proceedings of CSUN '95 Conference*. [On-line]. Available at: <ftp://ftp.software.ibm.com/sns/sr-os2/sr2doc/csun95.zip>
- [40] Zajicek M. (2000). Increased Accessibility to Standard Web Browsing Software for Visually Impaired Users. In *Proceedings of ICCHP 2000*, Karlsruhe. [On-line]. Available at: http://www.brookes.ac.uk/schools/cms/research/speech/publications/79_icchp.htm
- [41] Americans with Disabilities Act Document Center: <http://janweb.icdi.wvu.edu/kinder/>
- [42] Bos B., Wim Lie H., Lilley C., Jacobs I. (1998, May). *Cascading Style Sheets, level 2, CSS Specification*. W3C Recommendation. [On-line]. Available at: <http://www.w3.org/TR/REC-CSS2/>
- [43] *Aural Style Sheets*. [On-line]. Available at: <http://www.w3.org/TR/1998/REC-CSS2-19980512/aural.html>
- [44] Kennel A., Perrochon L., Darvishi A. (1996). WAB: World Wide Web Access for Blind And Visually Impaired Computer Users. *ACM SIGCAPH Bulletin*, 55, 10-15.
- [45] Stephanidis C., Paramythis A., Sfyarakis M., Savidis A. (2001). A Case Study in Unified User Interface Development: The AVANTI Web Browser. In C. Stephanidis (Ed.) *User Interfaces for All - Concepts, Methods, and Tools*, pp. 525-568. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates (ISBN 0-8058-2967-9, 760 pages).
- [46] Savidis A., & Stephanidis C. (1998). The HOMER UIMS for Dual User Interface Development: Fusing Visual and Non-visual Interactions. *International Journal of Interacting with Computers*, 11 (2), 173-209.
- [47] Savidis A., & Stephanidis C. (1995). Developing Dual User Interfaces for Integrating Blind and Sighted Users: the HOMER UIMS. In *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '95)*, Denver, Colorado, 7-11 May (pp. 106-113). New York: ACM Press.
- [48] Stephanidis C., & Gogoulou R. (1995). Enhancing Non-visual Interaction in a Graphical Environment through a Screen Reader Configuration System. In *Proceedings of RESNA '95 Annual Conference*, Vancouver, Canada, 9-14 June (pp. 467-469). Washington: RESNA Press.
- [49] Stephanidis C., Paramythis A., & Sfyarakis M. (1999). Evaluating adaptable and adaptive user interfaces: lessons learnt from the development of the AVANTI Web browser. In A. Kobsa & C. Stephanidis (Eds), *Proceedings of the 5th*

ERCIM Workshop on "User Interfaces for All", Dagstuhl, Germany, 28 November - 1 December (pp. 193-199). Sankt Augustin: GMD (ISSN 1435-2702).

- [50] 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. Buhler, & 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.
- [51] Stephanidis C. (2000). Adaptive Browsing: Supporting All Users on the Web. *ERCIM News*, 41, 24-25.
- [52] Stephanidis C. (1997). The AVANTI Web Browser. *ERCIM News*, 31, 50-51.
- [53] Savidis A., Stephanidis C., Korte A., Krispien K., Fellbaum K. (1996). A Generic Direct Manipulation in 3d-Auditory Environment for Hierarchical Navigation in Non-Visual Interaction. In *Proceedings of the 2nd ACM-SIGCAPH Conference on Assistive Technologies (ASSETS '96)*, Vancouver, Canada, 11-12 April (pp. 117-123). New York: ACM Press.
- [54] Savidis A., & Stephanidis C. (1995). Building non-visual interaction through the development of the Rooms metaphor. In *Companion Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '95)*, Denver, Colorado, 7-11 May (pp. 244-245). New York: ACM Press.
- [55] Savidis A., Stergiou A., & Stephanidis C. (1997). Metaphor Fusion in Non-Visual Interaction. In *Abridged Proceedings of the 7th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International '97)*, San Francisco, USA, 24-29 August (pp. 61).
- [56] Akoumianakis D., Sfyraakis M., Paramythis A., & Stephanidis C. (1999). Universal accessibility: Process-oriented design guidelines. In H.-J. Bullinger & J. Ziegler (Eds.), *Human-Computer Interaction: Communication, Cooperation, and Application Design [Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International '99)]*, Munich, Germany, 22-26 August (vol. 2, pp. 807-811). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- [57] Stephanidis C. (1999). Universal Design in the Information Society: A utopia or a challenge? *Michael J. Ellis Distinguished Annual Lecture on Disability Science and Practice*, University of Illinois at Urbana - Champaign, USA, 23 April.
- [58] Stephanidis C. (2000). IS4ALL: A New Working Group promoting Universal Design in Information Society Technologies. *ERCIM News*, 43, 46.
- [59] Emiliani, P.L., & Stephanidis, C. (2000). Web-based Information Systems for People with Disabilities: THE EC AVANTI PROJECT. In *Proceedings of the Annual Conference "Technology and Persons with Disabilities" (CSUN 2000)*, Los Angeles, USA, 20-25 March. [On-line]. Available at:

<http://www.csun.edu/cod/conf2000/proceedings/0242Emiliani.html>

- [60] Stephanidis C. (2000). Challenges towards Universal Access in the Information Age. *ERCIM News*, 40, 40-41.
- [61] James F. (1996). Presenting HTML Structure in Audio: User Satisfaction with Audio Hypertext. In *Proceedings of the ICAD '96 Conference*. California, USA. [On-line]. Available at: <http://www-pcd.stanford.edu/~fjames/reports/pilot-tr/techrep-pilot.html>
- [62] Hendrix P., Birkmire M. (1998). Adapting Web Browsers for Accessibility. In *Proceedings of the CSUN '98 Conference*. Los Angeles, USA. [On-line]. Available at: http://www.dinf.org/csun_98/csun98_113.htm
- [63] Truillet P., Vigouroux N., and Oriola B. (1998). A Friendly Document Reader by Use of Multimodality. In *Proceedings of the CSUN '98 Conference*. Los Angeles, USA. [On-line]. Available at: http://www.dinf.org/csun_98/csun98_095.htm
- [64] Hakkinen M., and Ingram R. (1999). Voice Browsing in the Mainstream: Lessons from the Non-Visual Web. In *Proceedings of the CSUN '99 Conference*. Los Angeles, USA. [On-line]. Available at: http://www.dinf.org/csun_99/session0236.html