



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

Διπλωματική Εργασία

Αυξομείωση μεγέθους κειμένου με βάση την απόσταση του χρήστη από την οθόνη

Παπαδάτου Χαραλαμπία
Α.Μ. 4796

Επιβλέπων
Ξένος Μιχάλης, Καθηγητής

Συνεπιβλέπων
Μαλλάς Ανδρέας, Υποψήφιος Διδάκτωρ

Μέλη Επιτροπής Αξιολόγησης
Ρήγκου Μαρία, Επίκουρος Καθηγήτρια
Βογιατζάκη Ελένη, ΕΔΙΠ

Πάτρα, 2021

© Copyright συγγραφής Παπαδάτου Χαραλαμπία, 2021

© Copyright θέματος Ξένος Μιχάλης και Μαλλάς Ανδρέας

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πατρών δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Στα ανίψια μου, Ειρήνη και Γιάννη

Πρόλογος

Η ανά χείρας διπλωματική εργασία πραγματεύεται την υλοποίηση μια εφαρμογής Android. Πιο συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της αναπτύχθηκε μια εφαρμογή τύπου φυλλομετρητή (browser), η οποία χρησιμοποιεί ως δεδομένο πλαίσιο την απόσταση του χρήστη από τη συσκευή. Το δεδομένο αυτό χρησιμοποιείται για την αυξομείωση του μεγέθους της γραμματοσειράς του κειμένου. Στόχος της μελέτης αυτής είναι να αποδείξει την αποτελεσματικότητα του εργαλείου αυτού και κατά πόσο μπορεί να συμβάλει θετικά στην βελτίωση της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με τη συσκευή. Η εφαρμογή αυτή απευθύνεται σε όλους τους τύπους χρηστών, σε όλο το ηλικιακό εύρος, άτομα με καλή όραση ή άτομα με προβλήματα οράσεως.

Περίληψη

Η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή λαμβάνει ιδιαίτερη προσοχή από τότε που οι υπολογιστές έχουν μπει στη ζωή μας. Η όραση είναι μια πολύ σημαντική αίσθηση των ανθρώπων και έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον υπολογιστή. Στη διπλωματική αυτή χρησιμοποιείται ένα νέο δεδομένο αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, η απόσταση του χρήστη από την οθόνη της συσκευής. Στόχος είναι μια πιο άνετη εμπειρία ανάγνωσης μέχρι και η βοήθεια σε άτομα που έχουν προβλήματα οράσεως.

Αρχικά γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση της εμπειρίας χρήστη, των εφαρμογών επίγνωσης πλαισίου και των σχετικών μελετών. Στη συνέχεια, αναφέρεται η διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής. Με τη χρήση της εμπρόσθιας κάμερας της συσκευής γίνεται ανίχνευση των οφθαλμών του χρήστη και υπολογίζεται καθ' όλη τη διάρκεια χρήσης της εφαρμογής η απόσταση μεταξύ τους. Ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει την ελάχιστη και τη μέγιστη τιμή των μεγεθών κειμένου με βάση τις δικές του ανάγκες και ανάλογα με την απόστασή του από την οθόνη γίνεται αυξομείωση μεταξύ των τιμών αυτών. Πολύ σημαντικό ήταν να βρεθούν και να διορθωθούν ασυνέπειες της εφαρμογής για την καλύτερη εμπειρία χρήστη, γι' αυτό γίνονταν συνεχώς δοκιμές καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης. Για την αξιολόγηση της εφαρμογής σχεδιάστηκε ένα πείραμα, όπου οι χρήστες έκαναν ανάγνωση κάποιων κειμένων μέσω αυτής. Στο πείραμα για την αξιολόγηση της εφαρμογής πήρε μέρος τυχαίο δείγμα 38 χρηστών. Γενικά, οι χρήστες αυτοί αξιολόγησαν την εφαρμογή ως ένα χρήσιμο εργαλείο που θα ήθελαν να χρησιμοποιούν.

Abstract

Human computer interaction is getting a lot of focus since computers have made it into our lives. Vision is a really important sense to people and takes a main role when it comes to human computer interaction. In this diploma thesis, we use a new context to human computer interaction, the screen to face distance. The purpose is enabling a more comfortable reading experience to helping people with vision difficulties

Initially, a bibliographic review of user experience, context-aware applications and related work is made. Then, the application development process is reported. The user's eyes

are detected using the front camera of the device and the distance between them is being calculated throughout the use of the application. The users can adjust the minimum and maximum values of the text sizes based on their own needs and depending on the distance from the screen there is fluctuation between these values. It was very important to find and correct any inconsistencies of the application for the best user experience. For that reason, tests were constantly performed throughout the development. In order to evaluate the application, an experiment was designed, where users are asked to read some texts through it. A random sample of 38 users took part in the experiment to evaluate the application. Overall, the users rated the application as a useful tool they would like to use.

Περιεχόμενα

1	1
Εισαγωγή	1
1.1 Σημασία του προβλήματος.....	1
1.2 Στόχοι της Εργασίας	1
1.3 Μεθοδολογία Προσέγγισης.....	2
1.4 Διάρθρωση της Διπλωματικής Εργασίας.....	2
2	3
Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	3
2.1 Εμπειρία Χρήστη (UX)	3
2.1.1 Ορισμός εμπειρίας χρήστη	3
2.1.2 Σχεδιασμός προσαρμοζόμενος σε συσκευές	4
2.2 Επίγνωση πλαισίου (Context awareness).....	5
2.2.1 Διάχυτη υπολογιστικότητα (Ubiquitous computing)	6
2.2.2 Ορισμός πλαισίου	8
2.2.3 Εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου	11
2.3 Αισθητήρες	14
2.4 Ανίχνευση – αναγνώριση προσώπου.....	15
2.5 Σχετικές έρευνες	18
3	22
Ανάπτυξη εφαρμογής	22
3.1 Τεχνική ανάλυση - Εργαλεία	22
3.2 Υλοποίηση	25
3.3 Βελτίωση εμπειρίας χρήστη - χρηστικότητας	32
4	40
Σχεδίαση αξιολόγησης	40
4.1 Γενικά	40
4.2 Βαθμονόμηση.....	40
4.3 Χρήση εφαρμογής	43
5	56

<i>Αποτελέσματα χρήσης.....</i>	<i>56</i>
5.1 Γενικά	56
5.2 Αξιολόγηση χρηστικότητας.....	57
5.3 Αξιολόγηση χρηστικότητας δεικτών κειμένου	64
6	65
<i>Συμπεράσματα και Προοπτικές.....</i>	<i>65</i>
6.1 Σύνοψη και συμπεράσματα	65
6.2 Μελλοντική Εργασία.....	65
<i>Βιβλιογραφία- Αναφορές</i>	<i>67</i>
<i>Σύντομο Βιογραφικό Συγγραφέα.....</i>	<i>71</i>

Λίστα Εικονών

Εικόνα 1: Αλλαγή μεγέθους γραμματοσειράς συστήματος 1	24
Εικόνα 2: Αλλαγή μεγέθους γραμματοσειράς συστήματος 2	24
Εικόνα 3: Αρχικές ρυθμίσεις εφαρμογής	27
Εικόνα 4: Ανίχνευση προσώπου – μέτρηση απόστασης ματιών.....	27
Εικόνα 5: Αλλαγή scale στο WebView	29
Εικόνα 6: Αλλαγή text zoom στο WebView	29
Εικόνα 7: Αρχικές οθόνες βαθμονόμησης εφαρμογής.....	31
Εικόνα 8: Αλλαγή θέσης κειμένου κατά την αλλαγή μεγέθους.....	34
Εικόνα 9: Βελτιστοποίηση της αλλαγής θέσης κειμένου κατά την αλλαγή μεγέθους.....	36
Εικόνα 10: Εφαρμογή χρωματιστών δεικτών.....	38
Εικόνα 11: Τελικές ρυθμίσεις εφαρμογής.....	39
Εικόνα 12: Οθόνη μέτρησης απόστασης αναφοράς.....	41
Εικόνα 13: Βαθμονόμηση κοντινής απόστασης.....	42
Εικόνα 14: Βαθμονόμηση μακρινής απόστασης.....	42
Εικόνα 15: Σελίδα δοκιμής ρυθμίσεων χρήστη.....	43
Εικόνα 16: Μενού σελίδων πειραμάτων	44
Εικόνα 17: Υπόδειξη ανάγνωσης σε κοντινή απόσταση.....	45
Εικόνα 18: Πείραμα 1 – Σελίδα 1.....	46
Εικόνα 19: Πείραμα 1 – Τέλος σελίδας 1.1.....	46
Εικόνα 20: Υπόδειξη ανάγνωσης σε μέση απόσταση	47
Εικόνα 21: Πείραμα 1 – Σελίδα 1.2.....	48
Εικόνα 22: Υπόδειξη ανάγνωσης σε μακρινή απόσταση.....	49
Εικόνα 23: Πείραμα 1 – Σελίδα 1.3.....	49
Εικόνα 24: Υπόδειξη ανάγνωσης σε κοντινή απόσταση.....	50
Εικόνα 25: Πείραμα 1 – Σελίδα 2.1.....	51
Εικόνα 26: Πείραμα 1 – Σελίδα 2.1 με μεγέθυνση.....	51

Εικόνα 27: Υπόδειξη ανάγνωσης σε μέση απόσταση	52
Εικόνα 28: Πείραμα 1 – Σελίδα 2.1 με μεγέθυνση.....	52
Εικόνα 29: Τέλος 1 ^{ου} πειράματος.....	53
Εικόνα 30: Πείραμα 2 - Σελίδα με δείκτες (βαθμίδα 1)	54
Εικόνα 31: Πείραμα 2 - Σελίδα με δείκτες (βαθμίδα 2)	54
Εικόνα 32: Καταγραφή πιθανού προβλήματος οράσεως του χρήστη.....	55
Εικόνα 33: Ηλικιακή κατάταξη χρηστών	56
Εικόνα 34: Κατάταξη φύλου χρηστών	57
Εικόνα 35: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 1	58
Εικόνα 36: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 2	58
Εικόνα 37: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 3	59
Εικόνα 38: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 4	59
Εικόνα 39: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 5	60
Εικόνα 40: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 6	60
Εικόνα 41: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 7	61
Εικόνα 42: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 8	61
Εικόνα 43: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 9	62
Εικόνα 44: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 10	62
Εικόνα 45: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση συνολικής αξιολόγησης.....	62

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Ερωτήσεις SUS ερωτηματολογίου	57
Πίνακας 2: Ερώτηση συνολικής αξιολόγησης εφαρμογής.....	57
Πίνακας 3: Μέσοι όροι δεδομένων πειράματος	63

Συντομογραφίες

UX	User Experience
ISO	International Organization for Standardization
UI	User Interface
GPS	Global Positioning System
AAL	Ambient Assisting Living
CVS	Computer Vision Syndrome
LED	Light Emitting Diode
FPS	Frames per second
API	Application Programming Interface
IDE	Integrated Development Environment
SUS	System Usability Scale

Γλωσσάρι ή Απόδοση Όρων

Browser	Φυλλομετρητής
User experience	Εμπειρία χρήστη
Tablet	Ταμπλέτα
Usability	Χρηστικότητα
User interface	Διεπαφή χρήστη
Smartphone	Έξυπνο κινητό τηλέφωνο
Web application	Εφαρμογή διαδικτύου
Responsive web design	Σχεδιασμός ιστοσελίδων προσαρμοζόμενος σε συσκευές
Context	Πλαίσιο
Context awareness	Επίγνωση πλαισίου
E-book reader	Αναγνώστης ηλεκτρονικού βιβλίου
Ubiquitous computing	Διάχυτη υπολογιστική
Desktop computing	Υπολογιστική επιτραπέζιου υπολογιστή
Laptop	Φορητός υπολογιστής
Middleware	Ενδιάμεσο λογισμικό
Interface	Διεπαφή
Ambient intelligence	Περιβάλλουσα νοημοσύνη
Physical computing	Φυσική υπολογιστική
Internet of things	Διαδύκτιο των πραγμάτων
Haptic computing	Απτική υπολογιστική
Human computer interaction	Αλληλεπίδραση ανθρώπου υπολογιστή
Ad-hoc	Αυτοοργανωμένο Δίκτυο
Context aware computing	Υπολογιστική επίγνωσης πλαισίου
Data fusion	Συγχώνευση δεδομένων
Face recognition	Αναγνώριση προσώπου
Face detection	Ανίχνευση προσώπου
Hardware	Υλικό
Background service	Υπηρεσία παρασκηνίου

Toolbar	Γραμμή εργαλείων
Native	Εγγενής
Framework	Πλαίσιο εργασίας
Animation	Κινούμενο σχέδιο
Calibration	Βαθμονόμηση
Pinch to zoom	Πάτημα για μεγέθυνση

1

Εισαγωγή

1.1 Σημασία του προβλήματος

Σήμερα οι κινητές συσκευές έχουν γίνει μέρος της καθημερινότητας των περισσότερων ανθρώπων. Ο πληθυσμός της γης υπολογίζεται περίπου στα 7,6 δισεκατομμύρια, εκ των οποίων εκτιμάται [1] ότι το 2019 περίπου 5,1 δισεκατομμύρια είχαν κινητό. Όλο και περισσότερες λειτουργίες υποστηρίζονται από φορητές συσκευές όπως κινητά και ταμπλέτες (tablet), ενώ στο παρελθόν πολλές από τις λειτουργίες αυτές γίνονταν μόνο μέσω της χρήσης του προσωπικού υπολογιστή. Συνεχώς μελετάται, από τους ερευνητές και τους προγραμματιστές, η βελτιστοποίηση της αλληλεπίδρασης του χρήστη με τη συσκευή, καθώς παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην αποδοχή συστημάτων, προϊόντων και υπηρεσιών από τους χρήστες. Η όραση είναι μια πολύ σημαντική αίσθηση του ανθρώπου και παίζει ακόμα πιο σημαντικό ρόλο στην αλληλεπίδραση ανθρώπου υπολογιστή. Έτσι η αξιοποίηση της απόστασης του χρήστη από τη συσκευή μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας της αλληλεπίδρασης.

1.2 Στόχοι της Εργασίας

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η υλοποίηση μιας εφαρμογής για κινητό, η οποία θα ανιχνεύει την απόσταση του χρήστη από την οθόνη της συσκευής και θα αυξομειώνει ανάλογα το περιεχόμενό της. Ο κάθε χρήστης θα μπορεί να προσαρμόζει την αυξομείωση του κειμένου στις δικές του ανάγκες, καθώς αυτές αλλάζουν από χρήστη σε χρήστη. Επόμενος στόχος, ήταν φυσικά να αξιολογηθεί η εφαρμογή ως προς την ευχρηστία

και τη χρηστικότητα της και αν όντως θα μπορούσε να αποτελέσει ένα εργαλείο που να επιθυμεί ένας χρήστης να χρησιμοποιεί για την πλοήγησή του στο διαδίκτυο.

1.3 Μεθοδολογία Προσέγγισης

Η μεθοδολογία προσέγγισης της διπλωματικής εργασίας, αποτελείται από τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο αφορά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και τη μελέτη των υπαρχουσών προσεγγίσεων.

Μετά τη βιβλιογραφική μελέτη, έγινε ανάλυση των πιθανών εργαλείων για την ανάπτυξη της εφαρμογής και στη συνέχεια η ανάπτυξή της. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της εφαρμογής γίνονταν συνεχώς δοκιμές σε κάθε βήμα, για τη διόρθωση πιθανών bug και τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών.

Στο τελικό στάδιο σχεδιάστηκε και πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της εφαρμογής, όπου πήραν μέρος 38 χρήστες. Η αρχική προσδοκία ήταν να πάρουν μέρος περισσότερα άτομα αλλά εξ αιτίας της πανδημίας Covid-19 ήταν δύσκολο να επιτευχθεί. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης θα αναλυθούν στην αντίστοιχη ενότητα.

1.4 Διάρθρωση της Διπλωματικής Εργασίας

Η συνέχεια της διπλωματικής εργασίας είναι δομημένη ως ακολούθως: Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας όπου αναφέρεται η εμπειρία χρήστη (UX), η επίγνωση πλαισίου, οι αιθητήρες γενικά, η τεχνολογία ανίχνευσης προσώπου και οι σχετικές έρευνες. Το τρίτο κεφάλαιο αφορά στην υλοποίηση της εφαρμογής Android, όπου περιγράφονται τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και η πορεία ανάπτυξης της εφαρμογής. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά το πείραμα που σχεδιάστηκε για την αξιολόγηση της εφαρμογής. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από την πειραματική διαδικασία. Στο έκτο κεφάλαιο, που είναι και το τελευταίο, αναφέρονται τα βασικά συμπεράσματα της εργασίας και οι πιθανές μελλοντικές βελτιώσεις της εφαρμογής.

2

Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1 *Εμπειρία Χρήστη (UX)*

2.1.1 Ορισμός εμπειρίας χρήστη

Έχουν γίνει πολλές συζητήσεις όσον αφορά τον ορισμό την εμπειρίας του χρήστη (user experience) [2]. Σύμφωνα με το ISO 9241-210 η εμπειρία χρήστη ορίζεται ως: “Η αντίληψη και οι αντιδράσεις ενός ατόμου που προκύπτουν από τη χρήση ή την προσδοκώμενη χρήση ενός προϊόντος, συστήματος ή υπηρεσίας”. Απλούστερα, η εμπειρία του χρήστη έχει να κάνει με τα συναισθήματα που προκαλούνται στον χρήστη κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής του με το προϊόν, σύστημα ή υπηρεσία. Συχνά ο όρος της εμπειρίας χρήστη συγχέεται με τη χρηστικότητα (usability), η οποία έχει να κάνει με το βαθμό ικανοποίησης κάποιων στόχων που έχει ο χρήστης από τη χρήση ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Σύμφωνα με τον αναθεωρημένο ορισμό της ευχρηστίας του FDIS 9241-210, η ευχρηστία ορίζεται ως: “Ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα, προϊόν ή υπηρεσία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από συγκεκριμένους χρήστες για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων με αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα, και ικανοποίηση σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης.”. Οι δύο αυτοί ορισμοί δείχνουν ότι η ευχρηστία και η εμπειρία χρήστη μπορούν να μετρηθούν κατά τη διάρκεια ή ύστερα της χρήσης ενός προϊόντος, συστήματος ή υπηρεσίας [2].

Ένας άλλος όρος με τον οποίο συχνά συγχέεται η εμπειρία χρήστη είναι η διεπαφή χρήστη (user interface – UI). Γενικά, η διεπαφή χρήστη επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο μία υπηρεσία, σύστημα ή προϊόν λειτουργεί, καθώς και στην εξωτερική του εμφάνιση [3]. Περιλαμβάνει έννοιες όπως η σχεδίαση των ροών ενεργειών σε μία ιστοσελίδα ή μια

εφαρμογή και τη σχεδίαση της εικόνας της. Η διεπαφή χρήστη ουσιαστικά συμπεριλαμβάνεται στην εμπειρία χρήστη.

Η εμπειρία του χρήστη είναι μια πολυδιάστατη έννοια γεγονός που καθιστά δύσκολη και πολύπλοκη την αξιολόγησή της, και ειδικά όταν αφορά την αλληλεπίδραση με κάποιο διαδραστικό σύστημα, προϊόν ή υπηρεσία. Η ραγδαία ανάπτυξη των διαδραστικών συστημάτων και ειδικά των φορητών συσκευών και του παγκόσμιου ιστού είχε σαν επακόλουθο να κάνουν την εμφάνισή τους εφαρμογές και υπηρεσίες που αφορούν πολλές πτυχές της ανθρώπινης δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένων των κοινωνικών δικτύων και της επαυξημένης πραγματικότητας. Έτσι έχουν αναδειχθεί και άλλες πτυχές της αλληλεπίδρασης ως σημαντικές για την εμπειρία του χρήστη.

2.1.2 Σχεδιασμός προσαρμοζόμενος σε συσκευές

Η ποικιλία στο μέγεθος και την ανάλυση των οθονών των συσκευών έχει εισάγει καινούρια δεδομένα στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τη συσκευή. Ενώ οι επιτραπέζιοι και οι φορητοί υπολογιστές έχουν σχετικά μεγάλες οθόνες, οι κινητές συσκευές όπως τα smartphone έχουν μικρότερες. Αυτό το χαρακτηριστικό επηρεάζει την εμπειρία του χρήστη, καθώς η περιήγησή του και το μέγεθος του περιεχομένου στην οθόνη διαφέρει.

Πριν από την έλευση των κινητών συσκευών, οι διαδικτυακές εφαρμογές (web applications) και οι ιστοσελίδες (websites) σχεδιάζονταν αποκλειστικά για τα μεγέθη οθονών των επιτραπέζιων και φορητών υπολογιστών. Αυτό ήταν λογικό και η εμπειρία του χρήστη ήταν αρκετά συνεπής στις συσκευές αυτές. Αλλά με την εισαγωγή των κινητών συσκευών σε συνδυασμό με την αυξανόμενη τάση της χρήσης τους, υπήρξε η ανάγκη να συνεχίσουν οι χρήστες να έχουν μια συνεπή εμπειρία κατά τη χρήση τους. Υπήρξε μεγάλη διαφορά στην εμπειρία περιήγησης σε μια συσκευή με μικρή οθόνη σε σχέση με μια συσκευή με μεγάλη οθόνη. Σύμφωνα με μελέτες, τώρα πια, πολύ περισσότεροι χρήστες περιηγούνται στο διαδίκτυο μέσω του κινητού τους τηλεφώνου παρά μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή [4]. Δεν παύουν όμως και οι κινητές συσκευές να διατίθενται σε διαφορετικά μεγέθη με διαφορετικές αναλύσεις οθόνης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το περιεχόμενο είτε μιας ιστοσελίδας είτε μιας εφαρμογής να αλλάζει ανάλογα με την οθόνη στην οποία προβάλλεται, αλλά και να διαφέρει η εμπειρία πλοήγησης του χρήστη στην εφαρμογή ή την ιστοσελίδα.

Όσον αφορά τις ιστοσελίδες του παγκόσμιου ιστού, ο όρος “Responsive web design” εισήχθη από τον E. Marcotte [5]. Το responsive web design είναι ένας τρόπος σχεδιασμού

και κατασκευής ιστοσελίδων όπου ανιχνεύεται το μέγεθος της οθόνης της εκάστοτε συσκευής και προσαρμόζεται ανάλογα το μέγεθος του περιεχομένου της ιστοσελίδας. Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι του responsive web design είναι: 1) η προσαρμογή της διάταξης ώστε να ταιριάζει στα διάφορα μεγέθη οθονών, από επιτραπέζιους υπολογιστές ευρείας οθόνης έως και μικροσκοπικά τηλέφωνα, 2) να αλλάζει το μέγεθος των εικόνων ανάλογα με την ανάλυση της οθόνης, 3) η απλοποίηση των στοιχείων μίας σελίδας για τη χρήση τους σε κινητή συσκευή, 4) η απόκρυψη λιγότερο σημαντικών στοιχείων σε μικρότερες οθόνες, 5) η παροχή μεγαλύτερων, φιλικών προς τα δάκτυλα συνδέσμων και κουμπιών για χρήστες κινητών τηλεφώνων, και 6) η χρήση επιπρόσθετων λειτουργιών που παρέχει μια κινητή συσκευή, όπως η γεωγραφική θέση ή ο προσανατολισμός της συσκευής.

Οι ιστοσελίδες ή οι εφαρμογές παγκόσμιου ιστού που δεν έχουν βελτιστοποιηθεί για την προβολή τους σε κινητές συσκευές, συρρικνώνονται ώστε να χωράνε στο μέγεθος της οθόνης. Σαν αποτέλεσμα, το περιεχόμενο της σελίδας μπορεί να είναι αρκετά μικρό και ο χρήστης αναγκάζεται να μεγεθύνει συνεχώς τη σελίδα μέσω της αφής, ώστε να είναι σε θέση να διαβάσει το περιεχόμενό της.

2.2 Επίγνωση πλαισίου (Context awareness)

Η χρήση ψηφιακών ηλεκτρονικών συσκευών δεν περιορίζεται πλέον μόνο στους επιτραπέζιους υπολογιστές που βρίσκονται στο χώρο εργασίας μας ή στο σπίτι μας. Οι σημερινές απαιτήσεις περιλαμβάνουν φορητούς υπολογιστές, ταμπλέτες (tablets), κινητά, smartphones, ηλεκτρονικές συσκευές ανάγνωσης βιβλίων (e-book readers) και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές σε οποιαδήποτε τοποθεσία. Οι πιθανές αλλαγές του περιβάλλοντος είναι πολυδιάστατες, πολλές φορές ταχείες, και περιλαμβάνουν θέση, φωτισμό, ήχο, συνδεσιμότητα δικτύου και ενδεχομένως βιομετρικά στοιχεία.

Συγκριτικά με τον χρήστη ενός σταθερού υπολογιστή, το περιβάλλον του χρήστη μιας κινητής συσκευής μεταβάλλεται πιο συχνά [6]. Μία από τις πιο εμφανείς διαφορές μεταξύ των διεπαφών χρήστη σε κινητές συσκευές και σταθερούς υπολογιστές είναι η διαφορά στο μέγεθος της οθόνης. Αυτό προκαλεί την ανάγκη ένα παράθυρο σε μια μικρή οθόνη είτε να απλοποιηθεί είτε να χωριστεί σε μικρότερα τμήματα. Το μικρό μέγεθος της οθόνης επίσης, συνήθως καθιστά αδύνατη την ύπαρξη περισσότερων του ενός παραθύρου κάθε φορά. Αυτό επηρεάζει τόσο τον τρόπο σχεδιασμού της διεπαφής μιας εφαρμογής όσο και τον τρόπο με

τον οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά με περισσότερες από μία εφαρμογές παράλληλα. Αυτοί οι περιορισμοί στο σχεδιασμό διεπαφών χρήστη για κινητά καθιστούν ακόμα πιο σημαντικό το σχεδιασμό διεπαφών χρήστη που είναι ιδιαίτερα προσαρμοσμένες στις ενέργειες των χρηστών.

Η αξιοποίηση της πληροφορίας σχετικά με τις αλλαγές στο περιβάλλον του χρήστη και της χρήσης αυτής της πληροφορίας για την ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη, είναι μια σημαντική πρόκληση κατά το σχεδιασμό των διεπαφών φορητών συσκευών. Σε πολλές περιπτώσεις, η εκμετάλλευση της πληροφορίας του περιβάλλοντος καθιστά δυνατή την απλοποίηση της διεπαφής χρήστη (UI) μιας εφαρμογής κινητής συσκευής σε σχέση με μια σταθερή συσκευή, επειδή ένα μεγάλο μέρος της λειτουργικότητας που απαιτείται για το φιλτράρισμα, την αναζήτηση ή την εισαγωγή πληροφορίας από τον χρήστη μπορεί να απλοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό (διότι παρέχεται από το περιβάλλον του χρήστη). Επιπλέον, οι προτιμήσεις των διεπαφών αλλάζουν κατά τη μετακίνηση του χρήστη, επειδή αλλάζουν οι συνθήκες φωτισμού και θορύβου, ή επειδή τα χέρια και τα μάτια είναι απασχολημένα. Υπό τέτοιες συνθήκες απαιτείται δυναμική προσαρμογή προκειμένου να διατηρηθεί η χρηστικότητα, η χρησιμότητα και η αξιοπιστία της εφαρμογής.

Από τη μία πλευρά, οι ταχύτεροι επεξεργαστές, οι μεγαλύτερες μνήμες και οι πιο προσιτές δυνατότητες των αισθητήρων επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών που μπορούν να εκμεταλλευτούν καλύτερα τις πληροφορίες πλαισίου (context), λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις των χρηστών και διάφορες καταστάσεις περιβάλλοντος. Από την άλλη πλευρά η εξάπλωση ευφών συστημάτων, παρέχει πληροφορίες σχετικά με το τρέχον πλαίσιο των εμπλεκόμενων οντοτήτων. Οι προσαρμοστικές διεπαφές χρήστη προκύπτουν από την ανάγκη κάλυψης μεγάλου φάσματος χρηστών και συνθηκών περιβάλλοντος. Κάθε χρήστης έχει τις δικές του προτιμήσεις και ανάγκες. Επιπλέον, υπάρχουν ορισμένες ομάδες χρηστών που έχουν ειδικές ανάγκες και δυνατότητες, όπως τα άτομα με ειδικές ανάγκες και οι ηλικιωμένοι. Αυτές οι ομάδες υποφέρουν από πολύ συγκεκριμένους περιορισμούς. Το κύριο πρόβλημα είναι ότι οι εφαρμογές και οι συσκευές της αγοράς συνήθως δεν είναι σε θέση να εγγυηθούν μια άνετη αλληλεπίδραση.

2.2.1 Διάχυτη υπολογιστικότητα (Ubiquitous computing)

Διάχυτη υπολογιστική (ubiquitous computing) ή αλλιώς πανταχού παρούσα υπολογιστική τεχνολογία είναι μια έννοια στην επιστήμη των υπολογιστών, που σημαίνει ότι η χρήση των

υπολογιστών εμφανίζεται οποιαδήποτε στιγμή και οπουδήποτε. Σε αντίθεση με την τεχνολογία των επιτραπέζιων υπολογιστών (desktop computing), η διάχυτη υπολογιστικότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε συσκευή, σε οποιαδήποτε τοποθεσία και σε οποιαδήποτε μορφή. Ένας χρήστης αλληλεπιδρά με τον υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να είναι σε διαφορετικές μορφές, όπως ένας φορητός υπολογιστής (laptop), μία ταμπλέτα (tablet), ένα κινητό τηλέφωνο ή οποιοδήποτε τερματικό. Οι βασικές τεχνολογίες που πρέπει να υπάρχουν προκειμένου να υποστηρίξουν την διάχυτη υπολογιστικότητα πρέπει να περιλαμβάνουν το διαδίκτυο, ενδιάμεσα προηγμένα λογισμικά προγράμματα (middleware), το ίδιο το λειτουργικό σύστημα, το λογισμικό του κινητού, αισθητήρες, μικροεπεξεργαστές, νέες διεπαφές (interfaces) χρηστών και των στοιχείων εισόδου / εξόδου, τα δίκτυα, τα πρωτόκολλα των κινητών συσκευών, καθώς και συσκευές που δείχνουν την τοποθεσία και την ακριβή θέση [7].

Αυτό το πρότυπο της τεχνολογίας περιγράφεται και ως περιβάλλουσα νοημοσύνη (ambient intelligence). Όταν αφορά κυρίως τα αντικείμενα που εμπλέκονται, χαρακτηρίζεται επίσης ως φυσική υπολογιστική (physical computing), το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things), απτική υπολογιστική (haptic computing), και “τα πράγματα που σκέφτονται” (things that think). Δεν υπάρχει ενιαίος ορισμός για την πανταχού παρούσα υπολογιστικότητα, γιατί εξαρτάται από ποια πτυχή εξετάζουμε το σύστημα ή την εφαρμογή που θέλουμε να αναπτύξουμε, οπότε ανάλογα με την ταξινόμηση των ιδιοτήτων του συστήματος δίνεται και ο αντίστοιχος ορισμός.

Η διάχυτη υπολογιστικότητα απασχολεί ένα ευρύ φάσμα ερευνητικών θεμάτων, όπως κατανεμημένα υπολογιστικά συστήματα, κινητά υπολογιστικά συστήματα, συστήματα εντοπισμού τοποθεσίας, κινητών δικτύων, συστήματα επίγνωσης πλαισίου, δίκτυα αισθητήρων, την αλληλεπίδραση ανθρώπου – υπολογιστή (human – computer interaction), τις τεχνολογίες “έξυπνου σπιτιού” και την τεχνητή νοημοσύνη.

Οι κινητές συσκευές έχουν κάποια χαρακτηριστικά τα οποία τις εντάσσουν στην κατηγορία των διάχυτων συστημάτων:

- Έχουν περιορισμένους υπολογιστικούς πόρους, όπως μνήμη, υπολογιστική ισχύ και αποθηκευτικό χώρο.
- Επικοινωνούν μεταξύ τους με άλλους υπολογιστές ασύρματα, σχηματίζοντας δίκτυα με ακαθόριστη δομή και συχνές συνδέσεις και αποσυνδέσεις κόμβων (ad – hoc

δίκτυα). Συνήθως το εύρος ζώνης στην επικοινωνία τους είναι περιορισμένο και η συνεχείς διαθεσιμότητα δικτύου δεν είναι δεδομένη.

- Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κινείται στο χώρο αλλάζοντας συνεχώς το περιβάλλον λειτουργίας της συσκευής.
- Έχουν περιορισμένη αυτονομία. Για παράδειγμα, η λειτουργία τους εξαρτάται από το επίπεδο φόρτισης της μπαταρίας τους.

2.2.2 Ορισμός πλαισίου

Στην επιστήμη των υπολογιστών η επίγνωση πλαισίου (context awareness) αναφέρεται στην ιδέα ότι οι υπολογιστές μπορούν να αισθανθούν και να αντιδράσουν ανάλογα με το περιβάλλον τους. Ο όρος του προγραμματισμού επίγνωσης πλαισίου (context aware computing) εισήχθη από τον Schilit το 1994 [8], όπου το όρισε ως λογισμικό που “προσαρμόζεται ανάλογα με την τοποθεσία χρήσης του, το σύνολο των ανθρώπων και των αντικειμένων που βρίσκονται κοντά του, καθώς και τις αλλαγές των αντικειμένων αυτών με την πάροδο του χρόνου” [9]. Το 2001 ο Dey όρισε το πλαίσιο χρήστη ως: “οποιαδήποτε πληροφορία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσει την κατάσταση μιας οντότητας. Μια οντότητα είναι ένα άτομο, μια θέση ή ένα αντικείμενο που θεωρείται σχετικό με τη διάδραση μεταξύ ενός χρήστη και μιας εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένου του χρήστη και της εφαρμογής.” [10]. Σύμφωνα με τον ορισμό του Dey, το πλαίσιο του χρήστη έχει νόημα εφόσον τα δεδομένα που το απαρτίζουν μπορούν να αξιοποιηθούν από κάποια εφαρμογή. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής αυτής γίνεται χρήση των δεδομένων που λαμβάνονται από την εμπρόσθια κάμερα της συσκευής, για τον υπολογισμό της απόστασης του χρήστη. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν δεδομένα πλαισίου, εφόσον με τη χρήση τους προσδιορίζουμε μια ιδιότητα του περιβάλλοντος του χρήστη. Αντιθέτως, τα δεδομένα που προέρχονται από τον δέκτη GPS της συσκευής δεν αφορούν τη συγκεκριμένη εφαρμογή και συνεπώς, τα δεδομένα αυτά δεν αποτελούν δεδομένα πλαισίου για αυτήν.

Από την μία πλευρά υπάρχει το πλαίσιο που σχετίζεται με τον ανθρώπινο παράγοντα και από την άλλη το πλαίσιο που σχετίζεται με το περιβάλλον και με τους διαθέσιμους πόρους. Συγκεκριμένα το πλαίσιο χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες [8]:

- **Υπολογιστικό πλαίσιο.** Όπως συνδεσιμότητα, κόστος επικοινωνίας, κοντινοί πόροι (όπως εκτυπωτές, οθόνες κ.λπ.), διαθέσιμοι επεξεργαστές κ.α.
- **Πλαίσιο χρήστη.** Παράμετροι που χαρακτηρίζουν τον χρήστη από την τοποθεσία, τη σχετική θέση, την παρουσία άλλων ανθρώπων, κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, συνήθειες του χρήστη, δραστηριότητες, συναισθηματική κατάσταση κ.α.
- **Φυσικό πλαίσιο.** Φως, θόρυβος, τρέχουσες συνθήκες θερμοκρασίας, περιβαλλοντική πίεση, ποσοστό υγρασίας, ταχύτητα κ.α.

Οι Chen και Kotz εισήγαγαν μια επιπλέον κατηγορία [11]:

- **Χρονικό πλαίσιο.** Ωρα μέσα στην ημέρα, ημέρα της εβδομάδας, εβδομάδα, μήνας, εποχή και έτος.

Υπάρχουν κάποιες παρατηρήσεις που μπορούν να γίνουν για το πλαίσιο χρήστη σύμφωνα με τον Henricksen [12]:

Οι πληροφορίες πλαισίου παρουσιάζουν ένα εύρος χρονικών χαρακτηριστικών.

Τα δεδομένα πλαισίου μπορούν να χαρακτηριστούν ως στατικά και δυναμικά. Οι στατικές πληροφορίες πλαισίου περιγράφουν τις πτυχές ενός συστήματος διάχυτου υπολογισμού που είναι αμετάβλητες, όπως για παράδειγμα η ημερομηνία γέννησης ενός ατόμου. Καθώς τα συστήματα διάχυτου υπολογισμού χαρακτηρίζονται συνήθως από συχνές αλλαγές, η πλειονότητα των δεδομένων είναι δυναμική. Η διατηρησιμότητα των δυναμικών δεδομένων πλαισίου μπορεί να παρουσιάσει μεγάλη μεταβλητότητα. Για παράδειγμα η γεωγραφική τοποθεσία και η δραστηριότητα ενός χρήστη μπορεί να αλλάζει από λεπτό σε λεπτό. Οι δυναμικές πληροφορίες θα πρέπει να συλλέγονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και με αυτοματοποιημένο τρόπο, όπως για παράδειγμα με τη χρήση αισθητήρων.

Οι πληροφορίες πλαισίου είναι ατελείς. Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό των πληροφοριών πλαισίου είναι ότι δεν είναι τέλειες. Οι πληροφορίες ενδέχεται να είναι εσφαλμένες στην περίπτωση που αποτυγχάνουν να αποτυπώσουν την πραγματική κατάσταση του κόσμου που μοντελοποιούν, ασυνεπείς εάν περιέχουν αντιφατικές πληροφορίες ή ελλειπείς εάν ορισμένες πτυχές του πλαισίου δεν είναι γνωστές. Διάφορα αίτια είναι υπεύθυνα για τα προβλήματα αυτά. Πρώτον, τα περιβάλλοντα διάχυτου υπολογισμού είναι εξαιρετικά δυναμικά, το οποίο σημαίνει ότι οι πληροφορίες που τα περιγράφουν μπορούν σε σύντομο χρονικό διάστημα να γίνονται ξεπερασμένες. Αυτό το πρόβλημα συνδυάζεται και με το γεγονός ότι συχνά, οι πηγές, τα αποθετήρια δεδομένων και οι καταναλωτές των δεδομένων

πλαίσιου είναι κατανεμημένα, και τα νέα δεδομένα που δημιουργούνται χρειάζονται επεξεργασία, ώστε να μετασχηματιστούν σε μια μορφή που θα είναι χρήσιμη απ' την εφαρμογή. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να οδηγήσουν σε μεγάλες καθυστερήσεις μεταξύ της παραγωγής και της χρήσης πληροφοριών πλαισίου. Δεύτερον, οι παραγωγοί δεδομένων πλαισίου, όπως οι αισθητήρες, οι αλγόριθμοι μετατροπής και οι χρήστες, μπορεί να παρέχουν εσφαλμένες πληροφορίες. Αυτό αποτελεί χαρακτηριστικό πρόβλημα όταν πρέπει να συναχθούν πληροφορίες πλαισίου από ακατέργαστα δεδομένα αισθητήρων ή, όταν η δραστηριότητα ενός ατόμου πρέπει να συνάγεται έμμεσα από άλλες πληροφορίες πλαισίου, όπως η τοποθεσία και τα επίπεδα θορύβου. Τέλος, οι ασυνέχειες ή οι αποτυχίες μπορούν να σημαίνουν ότι η διαδρομή μεταξύ του παραγωγού των δεδομένων και του καταναλωτή διακόπτεται, με αποτέλεσμα ένα μέρος ή ακόμα και ολόκληρο το πλαίσιο να είναι άγνωστο στην εφαρμογή.

Οι πληροφορίες πλαισίου έχουν πολλές διαφορετικές αναπαραστάσεις. Μεγάλο μέρος των πληροφοριών πλαισίου που εμπλέκονται στα συστήματα διάχυτου υπολογισμού προέρχονται από αισθητήρες. Υπάρχει συνήθως ένα μεγάλο χάσμα μεταξύ των δεδομένων που προέρχονται από τις εξόδους των αισθητήρων και τα επίπεδα πληροφοριών που είναι χρήσιμα στις εφαρμογές. Αυτό το χάσμα πρέπει να γεφυρώνεται από διάφορα είδη επεξεργασίας των δεδομένων πλαισίου. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας τοποθεσίας (GPS) μπορεί να παρέχει ακατέργαστες συντεταγμένες, ενώ η εφαρμογή μπορεί να ενδιαφέρεται για την ταυτότητα του κτιρίου ή του χώρου στον οποίο βρίσκεται ο χρήστης. Επιπλέον, οι απαιτήσεις μπορεί να διαφοροποιούνται μεταξύ ανεξάρτητων εφαρμογών. Επομένως, ένα μοντέλο πλαισίου θα πρέπει να υποστηρίζει διαφορετικές αναπαραστάσεις του ίδιου πλαισίου σε διαφορετικές μορφές και σε διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης. Τέλος, θα πρέπει επίσης να είναι σε θέση να συλλάβει τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ αυτών των διαφορετικών αναπαραστάσεων.

Οι πληροφορίες πλαισίου είναι σε μεγάλο βαθμό αλληλένδετες. Πολλές από τις πληροφορίες πλαισίου εκφράζονται ως σχέσεις μεταξύ οντοτήτων, όπως μεταξύ ανθρώπων, των συσκευών τους και των καναλιών επικοινωνίας τους (π.χ. ιδιοκτησία συσκευών και καναλιών και εγγύτητα μεταξύ χρηστών και συσκευών τους). Ωστόσο, μεταξύ των πληροφοριών πλαισίου, υπάρχουν και άλλοι λιγότερο προφανείς τύποι σχέσεων. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να σχετίζονται με κανόνες παραγωγής τους, οι οποίοι περιγράφουν τον τρόπο απόκτησης των πληροφοριών αυτών από το συνδυασμό ενός ή περισσότερων

τύπων δεδομένων. Για παράδειγμα, η τρέχουσα δραστηριότητα ενός ατόμου μπορεί να προέρχεται εν μέρει από άλλες πληροφορίες πλαισίου, όπως η τοποθεσία του ατόμου και το ιστορικό περασμένων παρόμοιων δραστηριοτήτων. Αυτός ο τύπος σχέσης, όπου τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων πληροφοριών συνδέονται στενά με τις ιδιότητες των πληροφοριών από τις οποίες εξάγονται από αυτό, αποτελεί μια σχέση εξάρτησης.

Οι πληροφορίες πλαισίου ανάλογα με τον τρόπο απόκτησής τους μπορούν να χωριστούν σε πρωτογενείς και δευτερογενείς [13]. Οι πρωτογενείς πληροφορίες πλαισίου είναι αυτές που μπορούν να ανακτηθούν απ' ευθείας από την πηγή (αισθητήρα) όπως είναι η πληροφορία θέσης από τον αισθητήρα GPS. Οι δευτερογενείς πληροφορίες πλαισίου είναι αυτές που υπολογίζονται με τη χρήση των πρωτογενών πληροφοριών. Μπορούν να υπολογιστούν με τη χρήση λειτουργιών συγχώνευσης δεδομένων (data fusion) ή λειτουργιών ανάκτησης δεδομένων. Η ανάκτηση των δευτερογενών πληροφοριών είναι πολλές φορές αρκετά δύσκολη διότι απαιτούνται τεχνικές μηχανικής μάθησης.

2.2.3 Εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου

Η χρήση των δεδομένων πλαισίου έχει εφαρμοστεί σε πληθώρα εφαρμογών διαφόρων τομέων. Μια βασική λειτουργία που έχει αυτοματοποιηθεί στην πλειονότητα των σύγχρονων κινητών συσκευών είναι η αυξομείωση της φωτεινότητας της οθόνης. Με χρήση αισθητήρων της κινητής συσκευής ανιχνεύεται ο βαθμός φωτεινότητας του περιβάλλοντα χώρου και έτσι αυξομειώνεται ανάλογα η φωτεινότητα της συσκευής ώστε να διευκολύνεται η προβολή της απεικόνισης της οθόνης από τον χρήστη [14]. Ένα βήμα πέρα από την αυξομείωση της φωτεινότητας, είναι η αλλαγή των χρωματικών τόνων στην οθόνη κάτω από διαφορετικές συνθήκες φωτισμού [15], αλλά και η αλλαγή στα χαρακτηριστικά της γραμματοσειράς κειμένου, όπως για παράδειγμα η αύξηση του βάρους της γραμματοσειράς για αύξηση της ευκρίνειας κάτω από έντονο ηλιακό φως [16]. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η αυτόματη εναλλαγή χρώματος του φόντου της οθόνης (normal-dark mode). Αυτό για παράδειγμα χρησιμοποιείται από την εφαρμογή πλοήγησης (Google Maps) συσκευών Android.

Το περιβάλλον ακρόασης για τον χρήστη μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την ένταση του θορύβου στο περιβάλλον του χρήστη. Ο συνδυασμός διαφόρων πηγών θορύβου μπορεί να προκαλέσει δυσκολία στον χρήστη να ακούσει ή να κατανοήσει τον ήχο εξόδου από μια συσκευή. Για να βελτιωθεί η δυνατότητα ενός χρήστη να κατανοεί τον ήχο εξόδου από μια συσκευή, ένα σύστημα μπορεί να ανιχνεύει τη θέση του χρήστη και τις πηγές θορύβου σε

σχέση με τη συσκευή, ώστε να καθορίσει το επίπεδο θορύβου στη θέση του χρήστη και να μπορεί να εξασφαλίσει ότι ο ήχος εξόδου είναι σε επαρκή ένταση όταν φτάσει στη θέση του χρήστη [17]. Ένα παρόμοιο παράδειγμα είναι η βελτίωση της συνομιλίας μέσω κινητού τηλεφώνου, καθώς μπορεί να επηρεαστεί από τον περιβαλλοντικό θόρυβο, ειδικά σε συνθήκες στις οποίες ο θόρυβος έχει υψηλή ένταση, όπως σε σταθμούς τρένων, αεροδρόμια, πολυσύχναστους δρόμους κ.λπ. Έχουν αναπτυχθεί συστήματα τα οποία με τη χρήση δύο μικροφώνων, με το ένα να είναι τοποθετημένο κοντά στο στόμα του ομιλητή και το άλλο τοποθετημένο πιο μακριά, ανιχνεύεται ο περιβαλλοντικός θόρυβος (από το δεύτερο μικρόφωνο) ώστε το σήμα του θορύβου να αφαιρείται από το σήμα του αρχικού μικροφώνου [18].

Έχουν αναπτυχθεί κάποια συστήματα με κύριο δεδομένου πλαισίου την τοποθεσία, όπως το PeopleTones [19] και Serendipity [20], για να βοηθήσουν τους χρήστες να προσδιορίσουν πότε βρίσκονται κοντά σε φίλους ή χρήστες με κοινά προσωπικά ενδιαφέροντα αντίστοιχα. Τα συστήματα αυτά ειδοποιούν τους χρήστες όταν βρίσκονται ο ένας κοντά στον άλλο. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να γνωρίζει πότε υπάρχει πιθανή ευκαιρία αλληλεπίδρασης, αυξάνοντας έτσι τις πιθανότητές του να το εκμεταλλευτεί.

Την συνολική ενέργεια του χρήστη ως δεδομένο πλαισίου έχουν χρησιμοποιήσει τα συστήματα Hubbub [21] και Conchat [22]. Είναι εφαρμογές άμεσων μηνυμάτων όπου παρακολουθείται εάν και πότε ο χρήστης είναι ενεργός ή αδρανής χρησιμοποιώντας είτε λογισμικό είτε αισθητήρες. Αυτές οι πληροφορίες στη συνέχεια μπορούν να παρέχονται σε άλλους χρήστες για να τους ενημερώσουν εάν και πότε οι φίλοι τους είναι διαθέσιμοι για να ανταποκριθούν στα μηνύματά τους. Ένα ακόμη πολύ ενδιαφέρον παράδειγμα είναι το σύστημα Ψηφιακού Οικογενειακού Πορτρέτου (Digital Family Portrait) [23], όπου αναπτύχθηκε ένα ψηφιακό πλαίσιο εικόνων που παρέχει απεικονίσεις των ημερήσιων δραστηριοτήτων ενός χρήστη (όπως ενός ηλικιωμένου γονέα ή παππού). Αυτή η απεικόνιση παρέχεται στη συνέχεια στα ενήλικα παιδιά του χρήστη, έτσι ώστε να μπορούν να "ελέγξουν" τους γονείς τους χωρίς να τους ενοχλούν ρητά.

Η αναγνώριση της ανθρώπινης δραστηριότητας είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη εφαρμογή που έχει σκοπό την ανίχνευση της φυσικής δραστηριότητας του χρήστη. Αυτό επιτυγχάνεται με την επεξεργασία των δεδομένων που λαμβάνονται από τους αισθητήρες της συσκευής και συνηθέστερα με τη χρήση τριαξονικών επιταχυνσιόμετρων [24].

Στον τομέα της Υποβοηθούμενης Αυτόνομης Διαβίωσης (Ambient Assisting Living - AAL) έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές ανίχνευσης πτώσης, που μπορούν να αναγνωρίζουν εάν πέσει το άτομο που φέρει την κινητή συσκευή [25]. Και σε αυτήν την περίπτωση ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται είναι το τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο. Ένα πλεονέκτημα της χρήσης του smartphone ως ανιχνευτή πτώσης είναι ότι μπορεί να προειδοποιήσει ή να καλέσει βοήθεια. Έτσι η άμεση απόκριση δύναται να αντιμετωπίσει αποτελεσματικότερα τις αρνητικές συνέπειες που μπορεί να έχει μια πτώση ενός ηλικιωμένου ατόμου.

Μια ακόμα χρήση των διάχυτων υπολογιστικών συστημάτων είναι σε εφαρμογές αναγνώρισης συναισθημάτων και αναγνώρισης στρες. Η αναγνώριση συναισθημάτων καλείται να ανιχνεύσει την τρέχουσα συναισθηματική κατάσταση του ατόμου. Σε μια έρευνα για την αναγνώριση συναισθημάτων με τη χρήση μόνο του κινητού τηλεφώνου και τη χρήση λειτουργιών συγχώνευσης δεδομένων (data fusion) [26], επετεύχθη έως και 79,78 ακρίβεια στην αναγνώριση των συναισθημάτων ύστερα από εκπαίδευση των προσωπικών δεδομένων των ατόμων.

Η χρήση δικτυακών κοινωνικών δικτύων, όπως το Facebook, το Twitter, και το Google+ αυξάνεται συνεχώς μαζί με τη χρήση των κινητών συσκευών που είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες και δυνατότητες σύνδεσης στο διαδίκτυο. Η ενοποίηση αυτών των τεχνολογιών, των smartphone και των κοινωνικών δικτύων, καθιστά δυνατή τη δημιουργία εφαρμογών που αξιοποιούν τις δυνατότητες συλλογής δεδομένων από μεγάλο αριθμό smartphone, όπως οι εφαρμογές πληθοπορισμού. Για παράδειγμα, η παρακολούθηση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο για τους χάρτες Google ενεργοποιείται μέσω των ατόμων που μοιράζονται την τοποθεσία τους και τις πληροφορίες ταχύτητας από τις κινητές συσκευές τους. Η ενοποίηση αυτή αξιοποιεί επίσης τις εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης για διαχείριση καταστροφών. Για παράδειγμα, μια πετρελαιοκηλίδα ή άλλη περιβαλλοντική καταστροφή μπορεί να παρακολουθείται από άτομα με την ανταλλαγή εικόνων ή άλλων σχετικών πληροφοριών σε έναν ιστότοπο κοινωνικής δικτύωσης. Μια χημική διαρροή ή η ποιότητα του αέρα γύρω από μια δεδομένη καταστροφή μπορεί να παρακολουθείται παρομοίως χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα, εξοπλισμό δειγματοληψίας αέρα που συνδέεται με τις κινητές συσκευές [27].

2.3 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη σχεδίαση συστημάτων επίγνωσης πλαισίου. Ένας αισθητήρας είναι μια συσκευή, ένα μηχάνημα ή ένα υποσύστημα, σκοπός του οποίου είναι να ανιχνεύσει γεγονότα ή αλλαγές στο περιβάλλον του και να στείλει τις πληροφορίες σε άλλα ηλεκτρονικά, συχνά σε έναν υπολογιστή [28]. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε αντικείμενα της καθημερινότητάς μας, όπως κουμπιά ανελκυστήρα αφής (ανιχνευτής αφής) και λάμπες φωτισμού που εκπέμπουν πιο έντονα ή απαλότερα αγγίζοντας τη βάση τους. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν τη βιομηχανία, τα αεροπλάνα και την αεροδιαστημική, τα αυτοκίνητα, την ιατρική, τη ρομποτική και άλλες πολλές πτυχές της καθημερινής μας ζωής.

Τα σύγχρονα κινητά (smartphones) δεν είναι απλώς συσκευές επικοινωνίας, αλλά μικροί προσωπικοί υπολογιστές. Είναι εξοπλισμένα με πολλές συσκευές ανίχνευσης όπως επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο, ψηφιακή πυξίδα, μικρόφωνο, GPS και κάμερα. Όλοι αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς, για εφαρμογές που βασίζονται στην ανθρώπινη χειρονομία ή στην αναγνώριση της δραστηριότητας, επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό την καθημερινότητά μας.

Με τη χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης μπορούν να ανιχνευθούν πλέον με αρκετά υψηλή ακρίβεια [29] δραστηριότητες όπως περπάτημα, ανεβοκατέβασμα σκαλοπατιών, τρέξιμο, ποδηλασία, οδήγηση αυτοκινήτου ή μηχανής, αδράνεια. Η αναγνώριση του τι κάνει ο χρήστης στον φυσικό κόσμο μπορεί να δώσει στην εφαρμογή τη δυνατότητα να είναι πιο έξυπνη σχετικά με τον τρόπο αλληλεπίδρασης με αυτόν. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή μπορεί να ξεκινήσει την παρακολούθηση του καρδιακού παλμού ενός χρήστη όταν αυτός ξεκινάει το τρέξιμο, μια άλλη εφαρμογή μπορεί να μεταβεί σε λειτουργία αυτοκινήτου όταν εντοπίσει ότι ο χρήστης έχει ξεκινήσει να οδηγεί. Πέρα από τη βελτίωση της αλληλεπίδρασης με τον χρήστη πολύ σημαντική είναι η χρήση τους σε ιατρικές εφαρμογές για την παρακολούθηση των σφυγμών, της καρδιακής ανεπάρκειας, της υπνικής άπνοιας και της αιμοδυναμικής κατάστασης [30]. Συχνή είναι επίσης η χρήση τους σε εφαρμογές που προωθούν την διατήρηση μια καλής φυσικής κατάστασης και έναν υγιεινό τρόπο ζωής.

Οι περισσότερες κινητές συσκευές που λειτουργούν με λειτουργικό Android έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες που μετρούν την κίνηση, τον προσανατολισμό και διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες [31]. Συγκεκριμένα παρέχονται τρεις βασικές κατηγορίες αισθητήρων, οι αισθητήρες κίνησης, οι περιβαλλοντικοί αισθητήρες και οι αισθητήρες θέσης.

Οι αισθητήρες κίνησης μετρούν τις δυνάμεις επιτάχυνσης και περιστροφής κατά μήκος των τριών αξόνων. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν επιταχυνσιόμετρα, αισθητήρες βαρύτητας, γυροσκόπια και αισθητήρες διανύσματος γωνίας περιστροφής. Οι περιβαλλοντικοί αισθητήρες μετρούν διάφορες παραμέτρους του περιβάλλοντος όπως ο φωτισμός, η θερμοκρασία, η πίεση του αέρα και η υγρασία. Τέτοιοι αισθητήρες είναι τα θερμόμετρα, τα βαρόμετρα και τα φωτόμετρα. Τέλος οι αισθητήρες θέσης μετρούν την φυσική θέση μιας συσκευής και σε αυτούς περιλαμβάνονται αισθητήρες προσανατολισμού και μαγνητόμετρα. Όλοι αυτοί οι αισθητήρες είναι σε θέση να παρέχουν δεδομένα με μεγάλη ακρίβεια και είναι χρήσιμα αν θέλουμε να παρακολουθήσουμε την τρισδιάστατη κίνηση, την θέση της, αλλαγές στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται η συσκευή κ.α. Για παράδειγμα, ένα παιχνίδι μπορεί να παρακολουθεί τις αναγνώσεις από τον αισθητήρα βαρύτητας μιας συσκευής, για να συνάγει περίπλοκες χειρονομίες και κινήσεις χρηστών, όπως η κλίση, το κούνημα, η περιστροφή ή η ταλάντευση.

2.4 Ανίχνευση – αναγνώριση προσώπου

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται τόσο γρήγορα, αναπτύσσονται όλο και περισσότερες χρήσεις της ανίχνευσης και αναγνώρισης προσώπου. Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν καταστήσει την αναγνώριση προσώπου (face recognition) μια πολύ βιώσιμη τεχνική ταυτοποίησης και ένας λόγος πίσω από τη δημοτικότητα της είναι ο μη παρεμβατικός χαρακτήρας της απόκτησης εικόνας. Μια φωτογραφία μπορεί να αποκτηθεί εύκολα χωρίς το άτομο να γνωρίζει τη διαδικασία καθώς οι πλειοψηφία των κινητών smartphone έχει ενσωματωμένη εμπρόσθια κάμερα.

Η ανίχνευση προσώπων (face detection) για τον άνθρωπο είναι μια φυσική εργασία που μπορεί να κάνει αβίαστα αλλά για τους υπολογιστές, δεν είναι τόσο απλό. Η δυνατότητα ανίχνευσης προσώπων μέσω υπολογιστή έχει αναδειχθεί ως μία από τις πιο επιτυχημένες εφαρμογές στον τομέα της ηλεκτρονικής όρασης. Σχετικά πρόσφατα η αναγνώριση προσώπου έχει κερδίσει αρκετή προσοχή. Το δυναμικό των εφαρμογών της είναι πολύ μεγάλο σε βιομηχανίες, ιδρύματα, επιχειρήσεις κ.α. Η αναγνώριση προσώπου είναι ένα πολύ αποτελεσματικό εργαλείο πιστοποίησης ασφαλείας, λόγω της ικανότητάς του να διακρίνει εξουσιοδοτημένα άτομα με μοναδικό τρόπο, όπως σε τράπεζα, χώρους εργασίας, αεροδρόμια

κ.α. Ο τρόπος που λειτουργεί η ανίχνευση προσώπου είναι, διαπιστώνοντας εάν υπάρχουν πρόσωπα στην εικόνα και, εάν υπάρχουν, επιστρέφεται η θέση και το μέγεθος του καθενός.

Τα προηγούμενα χρόνια, οι μέθοδοι αναγνώρισης προσώπου χρησιμοποιούνταν κυρίως για σκοπούς ασφάλειας και επιτήρησης. Για παράδειγμα, χρησιμοποιούνταν από ανακριτές για να συλλάβουν εγκληματίες αναζητώντας - ταιριάζοντας τις ταυτότητες των προσώπων τους σε εξειδικευμένες βάσεις δεδομένων που περιέχουν αρχεία από εγκληματίες. Σήμερα όμως, η τεχνολογία αυτή έχει επεκταθεί πολύ πέρα από τον σκοπό αυτό έχοντας ενσωματωθεί πλέον στην καθημερινότητα του σύγχρονου ανθρώπου. Ένα πολύ βασικό παράδειγμα είναι η αναγνώριση προσώπου, που είναι δυνατότητα πλέον της πλειοψηφίας των smartphone. Λιγότερο κοινές εφαρμογές της αναγνώρισης προσώπου είναι στον τομέα της ψυχαγωγίας όπως στην εικονική πραγματικότητα και την αλληλεπίδραση ανθρώπου με ρομπότ.

Το πρώτο βήμα πριν από την αναγνώριση – ταυτοποίηση προσώπου (face recognition) είναι η ανίχνευση προσώπου (face detection). Ένας αλγόριθμος ανίχνευσης προσώπου εξάγει τις θέσεις όλων των προσώπων που απεικονίζονται σε μια δεδομένη εικόνα εισόδου. Επίσης, ανάλογα τον αλγόριθμο, εξάγονται και οι θέσεις των ματιών, των φρυδιών, της ίριδας, των ρουθουνιών, των γωνιών του στόματος κ.α. Ένα σύστημα ανίχνευσης προσώπου πρέπει να είναι εύρωστο στις εναλλαγές θέσης και κλίσης του προσώπου, του φωτισμού, της έκφρασης, της κλίμακας, του χρώματος του δέρματος, της μεταμφίεσης, του μακιγιάζ κλπ.

Η πρώτη απόπειρα αναγνώρισης προσώπου είχε γίνει με τη μέτρηση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του προσώπου, όπως το πάχος των φρυδιών, το μήκος της μύτης και το μέγεθος του μετώπου [32]. Ωστόσο, οι πρώτες βιώσιμες εμπορικές εφαρμογές αναγνώρισης προσώπου αναπτύχθηκαν επίσημα μετά τη δεκαετία του 1990. Η πρόσφατη και πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη εφαρμογή της αναγνώρισης προσώπου είναι στα κινητά smartphone ως μέθοδος ταυτοποίησης χρήστη. Παρά τις πολλές μελέτες που έχουν γίνει, υπάρχουν ακόμα λειτουργικά ζητήματα στην πράξη που πρέπει να λυθούν [33]. Για παράδειγμα, υπάρχουν ακόμα πολλά βήματα που πρέπει να γίνουν για να είναι δυνατή και βιώσιμη η αναγνώριση ενός προσώπου ανάμεσα σε αρκετά εκατομμύρια.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι βιομετρικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα για σκοπούς ταυτοποίησης όπως ανίχνευση προσώπου, δακτυλικό αποτύπωμα, αναγνώριση φωνής και πολλά άλλα. Το δακτυλικό αποτύπωμα ήταν η πιο ευρέως

χρησιμοποιούμενη μέθοδος ελέγχου ταυτότητας λόγω της υψηλής ασφάλειας που παρέχει. Ωστόσο, τώρα πια, η ανίχνευση προσώπου χρησιμοποιείται επίσης σε μεγάλο βαθμό. Αν και η επίδοση την ταυτοποίησης με τη χρήση αναγνώρισης προσώπου είναι πιο ευαίσθητη από άλλες πιο απλές μεθόδους ταυτοποίησης, όπως το δακτυλικό αποτύπωμα, θεωρείται πιο φιλική προς τον χρήστη επειδή δεν απαιτεί άμεση αλληλεπίδραση με το συμμετέχοντα.

Εκτός βέβαια από θέματα ταυτοποίησης και ασφάλειας, η αναγνώριση – ανίχνευση προσώπου μπορεί να είναι σημαντική και σε άλλους τομείς. Ένα παράδειγμα είναι η ανίχνευση της κούρασης του χρήστη για την αποφυγή τροχαίων ατυχημάτων [34]. Η ανίχνευση της κούρασης μπορεί να γίνει βάσει της κίνησης και τις κλίσης της κεφαλής του οδηγού, της κίνησης των ματιών του και της συχνότητας κατά την οποία ανοιγοκλείνει τα μάτια του ή χασμουριέται. Ακόμη, οι μηχανισμοί αναγνώρισης προσώπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση των εκφράσεων του προσώπου και κατ' επέκταση την εξαγωγή συμπερασμάτων για τα συναισθήματα του χρήστη κατά τη διάρκεια χρήσης μιας εφαρμογής, ή την παρακολούθηση κάποιου περιεχομένου πολυμέσων [35]. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να μετρηθεί ο βαθμός ικανοποίησης του χρήστη από τη χρήση κάποιας εφαρμογής αλλά και να παρέχονται διάφορες αντιδράσεις από τη συσκευή ανάλογα με την διάθεση του χρήστη την προκειμένη στιγμή.

Εξ αιτίας της παρατεταμένης χρήσης του υπολογιστή και των κινητών συσκευών από πολλούς καταναλωτές, μπορούν να εκδηλωθούν διάφορα προβλήματα υγείας. Για το λόγο αυτό έχουν γίνει προσπάθειες ανίχνευσης των συνηθειών του χρήστη κατά τη διάρκεια χρήσης τους, με την ανίχνευση προσώπου να παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Για παράδειγμα, η χρήση ανίχνευσης προσώπου καθιστά δυνατή την παρακολούθηση της στάσης του αυχένα του χρήστη (σε συνδυασμό με επιπλέον αισθητήρες για μεγαλύτερη ακρίβεια), για τη συμβολή στην πρόληψη του “αυχενικού συνδρόμου του κινητού”, το οποίο μπορεί να προκληθεί από την παρατεταμένη χρήση του κινητού τηλεφώνου [36]. Κατά τη χρήση οθονών υπολογιστών ή κινητών συσκευών, οι άνθρωποι έχουν την τάση να ανοιγοκλείνουν τα μάτια τους με μικρότερη συχνότητα απ' την φυσιολογική αυξάνοντας την πιθανότητα πρόκλησης ξηροφθαλμίας ή οπτικού συνδρόμου υπολογιστή (CVS) [37]. Για το λόγο αυτό έχει αναπτυχθεί σύστημα το οποίο με τη χρήση των μεθόδων της ανίχνευσης προσώπου, παρακολουθεί τη συχνότητα κατά την οποία ο χρήστης ανοιγοκλείνει τα μάτια του [38]. Εάν αυτή η συχνότητα είναι μικρή τότε το σύστημα υπενθυμίζει στον χρήστη να τα ανοιγοκλείνει τα μάτια του πιο συχνά, ώστε να συμβάλλει στην πρόληψη των παθήσεων αυτών.

Το κομμάτι αυτό της αναγνώρισης προσώπου με τη χρήση κάμερας έχει γίνει μέρος της καθημερινότητας μας, παρέχοντάς μας πολλές ευκολίες και έχει ανοίξει νέους ορίζοντες στην τεχνολογία. Βέβαια υπάρχει ακόμα χώρος για βελτιστοποιήσεις ώστε να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα όλων των λειτουργιών που μας παρέχει, αλλά και να επεκταθεί η χρήση του και σε άλλους τομείς.

2.5 Σχετικές έρευνες

Ο υπολογισμός της απόστασης του χρήστη από την οθόνη της συσκευής μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλές περιπτώσεις. Μπορεί να είναι πολύ ωφέλιμη σε ιατρικές εφαρμογές αλλά και για το σχεδιασμό πιο εύχρηστων, φιλικών προς τον χρήστη διεπαφών σε εφαρμογές smartphone και tablet. Για παράδειγμα, σε μια εφαρμογή για ανάγνωση ηλεκτρονικών βιβλίων το μέγεθος της γραμματοσειράς μπορεί να προσαρμόζεται ανάλογα με την απόσταση του χρήστη από την οθόνη. Με αυτόν τον τρόπο θα επιτευχθεί μια πιο άνετη εμπειρία ανάγνωσης. Άλλες εφαρμογές θα μπορούσαν να είναι ή απόκρυψη κάποιων στοιχείων από την οθόνη ή η έναρξη χρήσης φωνητικών εντολών εφόσον η απόσταση υπερβεί κάποιο όριο.

Από μια άλλη οπτική, η χρήση των κινητών συσκευών σε κοντινή απόσταση πολλές φορές μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην όραση. Το γεγονός ότι οι κινητές συσκευές φέρουν σχετικά μικρές οθόνες δημιουργεί την ανάγκη χρήσης μικρότερων μεγεθών κειμένου ώστε το περιεχόμενο να είναι συγκρίσιμο με κάποιο αντίστοιχο έντυπο στην όψη. Κατ' επέκταση προκύπτει η ανάγκη χρήσης της συσκευής σε σχετικά κοντινή απόσταση. Αυτό μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα όπως κούραση των ματιών, πονοκεφάλους, ερεθισμένα μάτια, ξηροφθαλμία, διπλωπία και θολή όραση είτε σε κοντινή απόσταση, είτε σε μακρινή, έπειτα από παρατεταμένη χρήση. Τέτοια συμπτώματα μπορεί να παρουσιάσουν μέχρι και το 90% χρηστών υπολογιστή [39]. Η μέση απόσταση ανάγνωσης έντυπου κειμένου είναι περίπου 40cm [40]. Σε παρόμοια κλίμακα μεγέθους γραμματοσειράς, οι χρήστες έχουν την τάση να διαβάζουν σε πιο κοντινή απόσταση κατά τη χρήση μιας κινητής συσκευής παρά σε έντυπη μορφή [41]. Έτσι, η δυνατότητα ανάγνωσης σε σχετικά μακρινή απόσταση θα μπορούσε να αποτρέψει ή να προκαλέσει σε μικρότερο βαθμό συμπτώματα οράσεως όπως αυτά που αναφέραμε παραπάνω.

Έχουν γίνει διάφορες προσεγγίσεις για τον υπολογισμό της απόστασης του χρήστη από την οθόνη. Μια διαφορά μεταξύ των προσεγγίσεων αυτών είναι το υλικό (hardware) το

οποίο χρησιμοποιείται. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια κάμερα, πολλαπλές κάμερες, κάμερες που παράγουν τρισδιάστατες εικόνες ή χρήση ειδικών πηγών φωτός. Εδώ θα αναφέρουμε προηγούμενο έργο που έχει γίνει για τον υπολογισμό της απόστασης από τη συσκευή.

Οι Eastwood-Sutherland και Gale [42] παρουσίασαν μια λύση κατά την οποία χρησιμοποίησαν ένα σύστημα με μια κάμερα για την παρακολούθηση της θέσης των ματιών σε σχέση με την οθόνη του υπολογιστή. Για την αξιοπιστία του συστήματος χρησιμοποιήθηκαν LED υπέρυθρης ακτινοβολίας, τα οποία ήταν τοποθετημένα στο κεφάλι του χρήστη και μια κάμερα ευαίσθητη στην υπέρυθρη ακτινοβολία εφοδιασμένη με υπέρυθρο φίλτρο (ώστε να μπλοκάρει το ορατό φως). Στόχος τους ήταν να μελετήσουν τη μακροπρόθεσμη επιρροή των οθονών στην όραση και πως αυτή επηρεάζεται από την απόσταση οθόνης – ματιών (και μια ιδιότητα που ερεύνησαν είναι η απόσταση οθόνης – ματιών). Οι πολλαπλοί δείκτες LED επιτρέπουν την ανίχνευση της θέσης και της κλίσης της κεφαλής του χρήστη. Μια παρόμοια προσέγγιση έγινε από τον Ponglangka [43] κατά την οποία χρησιμοποιήθηκαν δύο υπέρυθρες πηγές φωτός δίπλα από μια οθόνη υπολογιστή και καθορίζουν την απόσταση του χρήστη από την οθόνη αναλύοντας το φως που αντανακλάται από τα μάτια του χρήστη. Τέτοιου είδους προσεγγίσεις είναι πολύ δεσμευτικές καθώς απαιτούν τη χρήση ειδικών εξωτερικών εργαλείων.

Μια άλλη προσέγγιση έγινε από τον Rahman όπου παρόμοια με την παρούσα προσέγγιση, χρησιμοποιώντας μια κάμερα υπολογίζουν την απόσταση μεταξύ των ματιών του χρήστη [44]. Στην προσέγγιση αυτή δεν γίνεται κάποια αρχικοποίηση για κάθε χρήστη ξεχωριστά, αλλά χρησιμοποιείται μια τυπική μέση τιμή για την απόσταση των ματιών, ώστε ύστερα βάσει αυτής να υπολογιστεί η απόσταση του χρήστη από την οθόνη. Ένα βήμα παραπέρα πήγε ο König [45] όπου επίσης υπολογίζει την απόσταση του χρήστη από την οθόνη βάσει της απόστασης των ματιών του, με τη διαφορά ότι για κάθε χρήστη ξεχωριστά γίνεται μια αρχικοποίηση μετρώντας την απόσταση των ματιών του σε μια συγκεκριμένη απόσταση από την κάμερα. Κατ' αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η ακρίβεια των μετρήσεων. Στην πρώτη περίπτωση η ακρίβεια εξαρτάται από την απόκλιση της απόστασης μεταξύ των ματιών του χρήστη από την τυπική μέση τιμή που χρησιμοποιείται. Στην δεύτερη περίπτωση η αρχικοποίηση που απαιτείται να γίνει για κάθε χρήστη δεν είναι εύκολο να γίνει από τον ίδιο τον χρήστη σε περιβάλλον εκτός εργαστηρίου ή χωρίς κάποια εργαλεία. Στην προσέγγιση αυτής της διπλωματικής ήταν επιθυμητό να επιτευχθεί μια εύκολη αρχικοποίηση από τον χρήστη χωρίς τη χρήση εξωτερικών εργαλείων.

Σε όλες τις προαναφερθείσες προσεγγίσεις να μεν έχει μελετηθεί ο υπολογισμός της απόστασης της οθόνης από τον χρήστη σαν μία παράμετρος που μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές αλλά δεν έχει γίνει η χρήση της σε κάποια από αυτές σαν δεδομένο πλαισίου ώστε να παρέχει κάποια χρηστικότητα στην αλληλεπίδραση του χρήστη με τη συσκευή. Οι Li, Chen και Bian υλοποίησαν μια εφαρμογή [46] για τον υπολογισμό της οξύτητας της όρασης του χρήστη. Ο χρήστης καλείται να προσπαθήσει να διαβάσει διάφορα μεγέθη γραμμάτων, όμως παίζει ρόλο και η απόσταση στην οποία βρίσκεται ο χρήστης. Έτσι υπολογίζοντας την απόσταση του χρήστη από την οθόνη αυξομειώνονται ανάλογα και τα μεγέθη των γραμμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση η απόσταση υπολογίζεται και πάλι με την απόσταση μεταξύ των ματιών του χρήστη. Δεν αναφέρεται εάν γίνεται κάποια αρχικοποίηση για τον καθορισμό της απόστασης μεταξύ των ματιών του κάθε χρήστη.

Μια άλλη εφαρμογή αναπτύχθηκε από τον Lee για την ανίχνευση της στάσης σώματος του χρήστη [47] για την πρόληψη ασθενειών όπως μυοσκελετικές διαταραχές και προβλήματα όρασης. Η εφαρμογή αυτή εκτελείται σαν υπηρεσία παρασκήνιου (background service) στο κινητό, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να εκτελεί άλλες ενέργειες στο κινητό του. Η απόσταση του χρήστη από την οθόνη προέρχεται από την εμπρόσθια κάμερα smartphone (δεν αναφέρεται κάπου ο τρόπος υπολογισμού της). Η ανίχνευση της στάσης σώματος του χρήστη γίνεται και σε συνδυασμό με το επιταχυνσιόμετρο και τον αισθητήρα προσανατολισμού της συσκευής. Ύστερα, γίνεται ενημέρωση του χρήστη από την εφαρμογή εάν η στάση του είναι σωστή ή πιθανώς επιβλαβής.

Ο Nixon ανέπτυξε ένα σύστημα σε περιβάλλον Android, το Scope [48], του οποίου σκοπός ήταν να μειώσει την κατανάλωση της μπαταρίας από την απεικόνιση οθόνης της συσκευής. Για να το πετύχει αυτό, υπολογίζει την απόσταση του χρήστη από την οθόνη και μεταβάλλει την ανάλυση και τον ρυθμό ανανέωσης (FPS) της οθόνης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Προφανώς η συνεχής λήψη εικόνων από την εμπρόσθια κάμερα για τον υπολογισμό της απόστασης του χρήστη θα είχε αντίθετα αποτελέσματα ως προς την κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, περιόρισε τη χρήση της κάμερας σε μόνο 4 φορές το λεπτό και σε συνδυασμό με την λήψη δεδομένων από το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο της συσκευής, μπορούσε να ανιχνεύει τις κινήσεις της συσκευής και να επανυπολογίζει την απόσταση του χρήστη. Αυτό που μπορεί να πάει λάθος σε αυτήν την προσέγγιση είναι ο χρήστης να μετακινηθεί χωρίς απαραίτητα να μετακινήσει τη συσκευή. Τότε μπορεί να

υπάρξει ένα κενό μέχρι να ανανεωθεί η υπολογισμένη απόσταση του χρήστη και να γίνουν οι κατάλληλες ενέργειες.

Ο Machado ανέπτυξε ένα σύστημα, το οποίο απευθύνεται σε άτομα με πιο ιδιαίτερες ανάγκες και κυρίως σε ηλικιωμένους [49]. Σκοπός του συστήματος είναι η δημιουργία προσβάσιμων διεπαφών από τους χρήστες αυτούς, που να προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο στις ανάγκες τους. Μια βασική παράμετρος που εξετάζει το σύστημα είναι πιθανά προβλήματα οράσεως του χρήστη. Το σύστημα προσπαθεί να εντοπίσει την κατάσταση της όρασης του χρήστη παρακολουθώντας την απόσταση του χρήστη από την οθόνη. Στην προσέγγιση αυτή η απόσταση από την οθόνη υπολογίζεται και πάλι βάσει της απόστασης των ματιών του χρήστη.

Ο Brata μελέτησε τη χρήση μιας εφαρμογής σε κινητό ως εναλλακτικό εργαλείο χαμηλού κόστους για την μέτρηση του βαθμού μυωπίας [50]. Για τον υπολογισμό της μυωπίας, ο χρήστης καλείται, διαβάζοντας κάποιο κείμενο, να βρει το σημείο όπου το κείμενο αρχίζει να θολώνει (η διαδικασία εκτελείται για κάθε μάτι ξεχωριστά). Ταυτόχρονα γίνεται και μέτρηση της απόστασης του χρήστη από την οθόνη μέσω της εμπρόσθιας κάμερας. Αφού ο χρήστης θέσει το σημείο που το κείμενο ξεκινά να θολώνει στα μάτια του (blur line), γίνεται προσεγγιστικά ο υπολογισμός του βαθμού μυωπίας του με βάση την απόστασή των ματιών του από τη συσκευή.

3

Ανάπτυξη εφαρμογής

3.1 Τεχνική ανάλυση - Εργαλεία

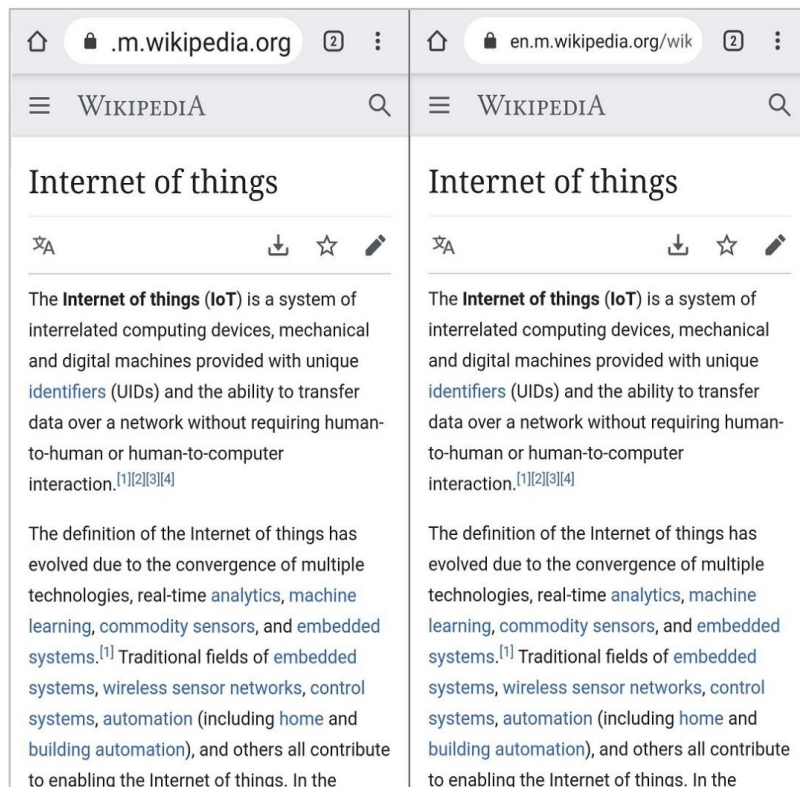
Η ανάπτυξη της εφαρμογής υλοποιήθηκε σε περιβάλλον Android, στην πλατφόρμα Android Studio με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java. Το Android Studio είναι το επίσημο ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) για το λειτουργικό σύστημα Android της Google και έχει σχεδιαστεί ειδικά για ανάπτυξη Android εφαρμογών. Ένα πλεονέκτημα της ανάπτυξης σε περιβάλλον Android είναι η δυνατότητα πρόσβασης από μεγάλο εύρος κοινού. Συγκεκριμένα, το 2020 η χρήση των συσκευών με λειτουργικό Android ανέρχεται σε 72% παγκοσμίως έναντι 27% που είναι το ποσοστό χρήσης κινητών συσκευών με λειτουργικό iOS της Apple. Στην Ελλάδα το ποσοστό χρήσης του λειτουργικού Android ανέρχεται σε 85,5% έναντι 12,5% της χρήσης του iOS.

Εκτός από την παρούσα προσέγγιση υλοποίησης της εφαρμογής, μελετήθηκαν και κάποιες άλλες εναλλακτικές για την ανάπτυξη του συστήματος. Η πρώτη αφορούσε την ανάπτυξη ενός πρόσθετου σε φυλλομετρητή (browser extension) μέσω του οποίου γίνεται η ανίχνευση της απόστασης του χρήστη από την οθόνη και στη συνέχεια η αυξομείωση της κλιμάκωσης του κειμένου (text scaling) του browser ανάλογα. Είναι δυνατόν μέσω του API του browser (Chrome) ένα extension να διαχειρίζεται την κλιμάκωση του κειμένου (text scaling). Στο Android προκύπτει το θέμα ότι ο Chrome browser δεν υποστηρίζει extensions. Άλλοι browser, όπως οι Kiwi, Yandex (βασισμένοι στον Chromium) και ο Firefox υποστηρίζουν πρόσθετα στο λειτουργικό Android. Συγκεκριμένα οι δύο πρώτοι δέχονται τα πρόσθετα που είναι ανεπτυγμένα για Chrome. Η αυξομείωση της κλιμάκωσης του κειμένου

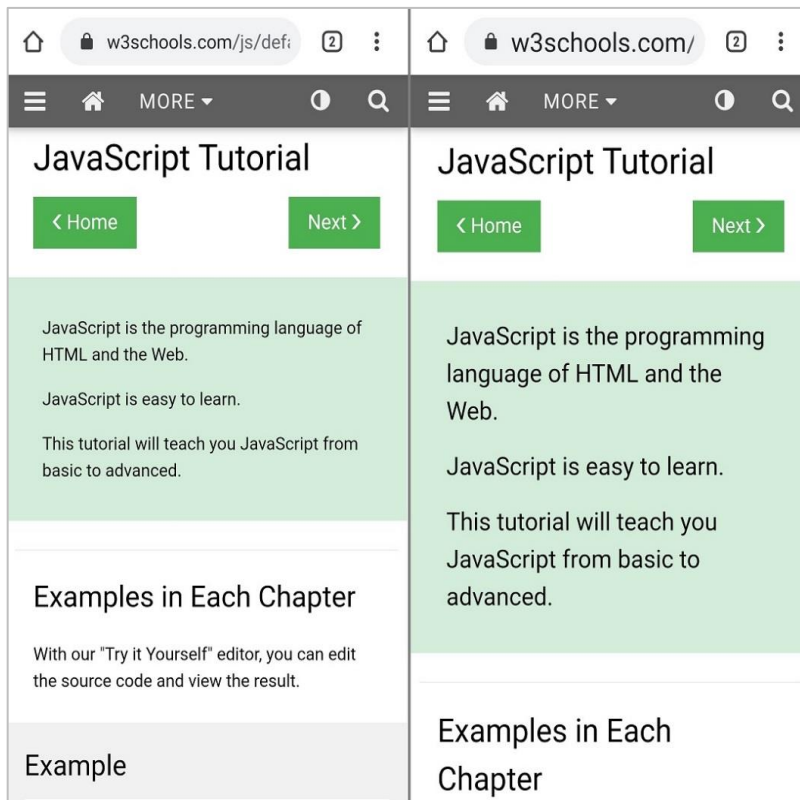
μέσω extension του browser μπορεί να γίνει δυναμικά και ομαλά και χωρίς την ανάγκη ανανέωσης της σελίδας.

Η άλλη εναλλακτική που μελετήθηκε ήταν η ανάπτυξη μιας Android εφαρμογής, η οποία θα τροποποιεί το μέγεθος της γραμματοσειράς με αλλαγή της ρύθμισης του συστήματος της συσκευής. Αυτή η εφαρμογή θα μπορούσε να λειτουργεί ως background service καθώς ο χρήστης θα κάνει πλοήγηση οπουδήποτε στο κινητό του. Το πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε σε αυτή την προσέγγιση ήταν ότι κατά την αλλαγή του μεγέθους της γραμματοσειράς, η αλλαγή ολοκληρώνεται με την ανανέωση της απεικόνισης της οθόνης, δηλαδή στιγμιαία σβήνει και ξαναανοίγει η οθόνη, πράγμα το οποίο δεν είναι επιθυμητό να γίνεται καθώς δεν παρέχει στον χρήστη διαφάνεια και δεν θεωρείται φιλικό στην εμπειρία χρήστη (UX friendly). Εκτός αυτού του ζητήματος, παρά την αλλαγή του μεγέθους της γραμματοσειράς της συσκευής, σε πολλές ιστοσελίδες το περιεχόμενο τους στο φυλλομετρητή παραμένει το ίδιο, δεν έχει δηλαδή άμεση συσχέτιση με το καθολικό μέγεθος γραμματοσειράς της συσκευής. Θα μπορούσε μια εφαρμογή τέτοιου είδους να φανεί χρήσιμη για την πλοήγηση του χρήστη στις εφαρμογές της συσκευής, όμως ήταν επιθυμητή η ανάπτυξη ενός εργαλείου που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πλοήγηση στο διαδίκτυο.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 ναί μεν έχει αλλάξει το μέγεθος της γραμματοσειράς στην γραμμή εργαλείων (toolbar) του φυλλομετρητή (Chrome), αλλά δεν έχει εφαρμοστεί καμία αλλαγή στο μέγεθος της γραμματοσειράς στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας. Αντιθέτως, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2 αλλάζοντας το μέγεθος της γραμματοσειράς του συστήματος εφαρμόστηκε αντίστοιχη αλλαγή στην κλιμάκωση του κειμένου της ιστοσελίδας.



Εικόνα 1: Αλλαγή μεγέθους γραμματοσειράς συστήματος 1



Εικόνα 2: Αλλαγή μεγέθους γραμματοσειράς συστήματος 2

Η παρούσα υλοποίηση είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής Android μέσω της οποίας γίνεται πλοήγηση στον παγκόσμιο ιστό και η αυξομείωση του μεγέθους του κειμένου γίνεται εντός της εφαρμογής. Η πλοήγηση σε οποιαδήποτε σελίδα του παγκόσμιου ιστού μπορεί να γίνει με τη χρήση του εργαλείου WebView (προβολή ιστού) του Android. Έτσι, μπορεί να εφαρμοστεί η αυξομείωση του κειμένου στο WebView. Ένα πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι η εφαρμογή είναι εγγενής (native) και ενδέχεται να λειτουργεί ταχύτερα, ιδιαίτερα στο κομμάτι της ανίχνευσης προσώπου, όπου χρησιμοποιείται ένα εργαλείο το οποίο είναι ενσωματωμένο στο Android API. Ένα αρνητικό της προσέγγισης αυτής είναι ότι η χρήση του εργαλείου περιορίζεται μόνο εντός της εφαρμογής, σε αντίθεση με την πρώτη προσέγγιση που αναφέρθηκε, όπου θα μπορούσε να είναι ενσωματωμένη σε έναν φυλλομετρητή, ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται σε πολύ μεγάλο βαθμό από μεγάλο ποσοστό ανθρώπων.

3.2 Υλοποίηση

Το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη της εφαρμογής ήταν να εφαρμοστεί και ελεγχθεί κάποιο API για την ανίχνευση προσώπου. Για το σκοπό αυτό, έγινε εφαρμογή του Mobile Vision API. Είναι ένα πλαίσιο (framework) για την εύρεση αντικειμένων σε φωτογραφίες και βίντεο. Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει ανιχνευτές, οι οποίοι εντοπίζουν και περιγράφουν οπτικά αντικείμενα σε εικόνες ή βίντεο [51]. Πιο συγκεκριμένα, το Face API του Mobile vision βρίσκει ανθρώπινα πρόσωπα σε οπτικά μέσα (ψηφιακές εικόνες ή βίντεο). Ένα πρόσωπο που ανιχνεύεται αναφέρεται σε μια θέση με σχετικό μέγεθος και προσανατολισμό. Μόλις εντοπιστεί ένα πρόσωπο, μπορούν να αναζητηθούν ορόσημα του προσώπου όπως τα μάτια, η μύτη και το στόμα. Επιπροσθέτως, παρέχει πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των χαρακτηριστικών του προσώπου, όπως εάν είναι ανοιχτά τα μάτια του ατόμου και αν χαμογελάει.

Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής αρχικοποιείται ο ανιχνευτής προσώπων (FaceDetector) και γίνεται έναρξη της λειτουργίας της εμπρόσθιας κάμερας της συσκευής, εφόσον είναι διαθέσιμη στη συσκευή. Εάν δεν έχει δοθεί δικαίωμα χρήσης της κάμερας από τον χρήστη ζητείται κατά την εκκίνηση της εφαρμογής. Ο ανιχνευτής προσώπων λαμβάνει συνεχώς καρέ από την κάμερα με συχνότητα που υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί (fps – frames per second). Η συχνότητα αυτή ορίστηκε σαν ρύθμιση του συστήματος ώστε να

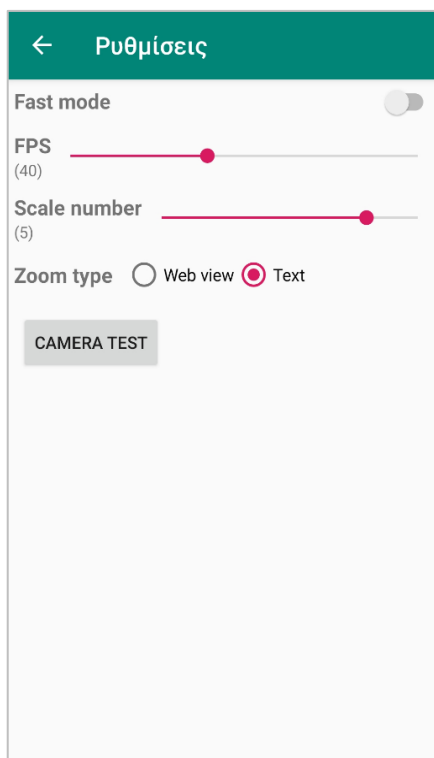
μπορούν να γίνουν δοκιμές με διαφορετικές συχνότητες και να μπορεί να τη μεταβληθεί σε περίπτωση που μια υψηλή συχνότητα επιβαρύνει την απόδοση της συσκευής.

Κάθε στιγμή που ο ανιχνευτής προσώπων λαμβάνει μια εικόνα και αναγνωρίζει ένα πρόσωπο σε αυτή, υπολογίζεται η απόσταση μεταξύ των ματιών του προσώπου και ανάλογα με αυτήν ανιχνεύεται εάν ο χρήστης βρίσκεται σχετικά κοντά ή μακριά από τη συσκευή. Όταν η απόσταση μεταξύ των ματιών του αυξάνεται, τότε ο χρήστης πλησιάζει πιο κοντά στη συσκευή, ενώ όταν η απόσταση μεταξύ των ματιών του μειώνεται, τότε απομακρύνεται από τη συσκευή. Ο ανιχνευτής προσώπων μπορεί να αναγνωρίζει πολλαπλά πρόσωπα ταυτόχρονα σε μια εικόνα. Έτσι, για να αποφευχθούν πιθανές ασυνέχειες κατά τη χρήση της εφαρμογής από πρόσωπα που μπορεί να αναγνωριστούν στο φόντο, υπολογίζονται οι αποστάσεις όλων των ανιχνευόμενων προσώπων και λαμβάνεται υπόψη αυτό που βρίσκεται πιο κοντά στη συσκευή.

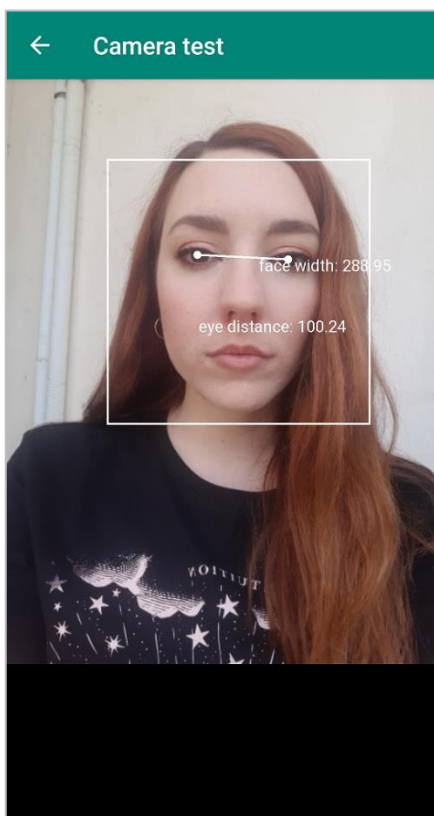
Υπολογισμός απόστασης ματιών:

$$\text{eyeDistance} = \text{Math.sqrt}(\text{Math.pow}(\text{rightEye.x} - \text{leftEye.x}, 2) + \text{Math.pow}(\text{rightEye.y} - \text{leftEye.y}, 2));$$

Φτιάχτηκαν κάποιες ρυθμίσεις για να μπορούν να γίνουν οι αρχικές δοκιμές με διαφορετικές παραμέτρους (Εικόνα 3). Η πρώτη ρύθμιση “Fast mode” (γρήγορη λειτουργία) είναι μια παράμετρος που μπορεί να οριστεί στον ανιχνευτή προσώπων ώστε να χρησιμοποιεί βελτιστοποιήσεις που ευνοούν την ταχύτητα έναντι της ακρίβειας. Για παράδειγμα μπορεί να παραβλέπει πρόσωπα που δεν είναι στραμμένα προς την κάμερα. Ο ανιχνευτής προσώπων λειτουργεί έχει πολύ υψηλή απόδοση και χωρίς αυτή τη ρύθμιση να είναι ενεργοποιημένη. Έτσι, δεν χρειάστηκε να είναι ενεργοποιημένη. Η δεύτερη ρύθμιση, όπως αναφέρθηκε παραπάνω αφορά τον ρυθμό (fps) με τον οποίο η κάμερα στέλνει στιγμιότυπα στον ανιχνευτή προσώπων. Η τρίτη ρύθμιση “Scale number” αφορά τον αριθμό των αυξομειώσεων του μεγέθους του WebView που μπορούν να λάβουν χώρα σε διάφορες αποστάσεις του χρήστη από την οθόνη. Η τέταρτη ρύθμιση “Zoom type” αφορά τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μεγέθυνση ή η σμίκρυνση επάνω στο WebView.

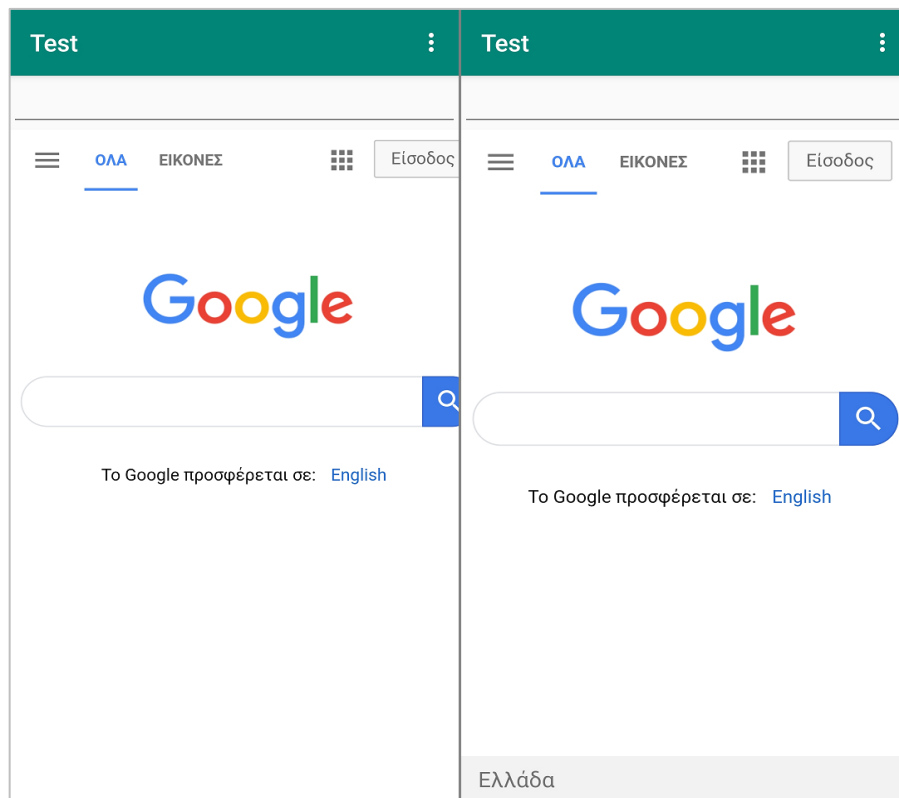


Εικόνα 3: Αρχικές ρυθμίσεις εφαρμογής

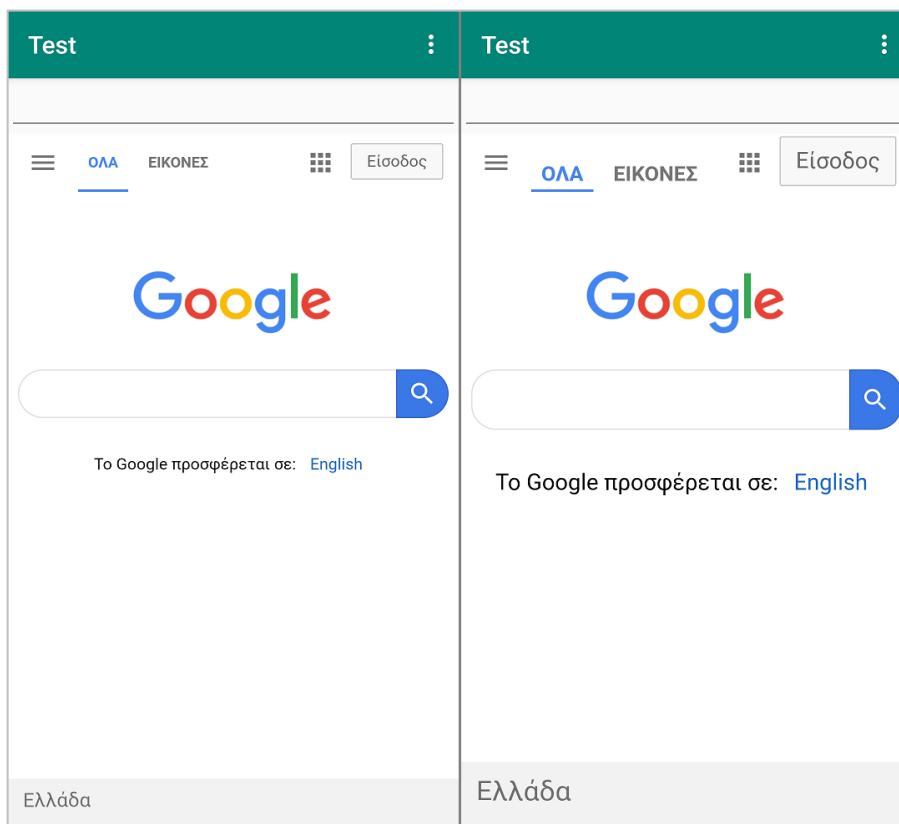


Εικόνα 4: Ανίχνευση προσώπου – μέτρηση απόστασης ματιών

Υπάρχουν δύο τρόποι να γίνει μεγέθυνση και σμίκρυνση επάνω στο WebView. Ο ένας τρόπος αφορά την αλλαγή του μεγέθους ολόκληρου το περιεχομένου του WebView (με χρήση της μεθόδου `webView.setInitialScale(scale)`). Αυτός ο τρόπος φαίνεται στην Εικόνα 5. Ένα πλεονέκτημα του τρόπου αυτού είναι ότι η αλλαγή μεγέθους εφαρμόζεται σε ολόκληρο το περιεχόμενο της σελίδας, συμπεριλαμβανομένων των εικόνων και άλλων στοιχείων που πέραν του απλού κειμένου. Το βασικό μειονέκτημα του τρόπου αυτού είναι ότι παρουσιάζει ασυνέπεια στον συνολικό χώρο που καταλαμβάνει. Κάποιες φορές δηλαδή, κατά την πραγματοποίηση των αυξομειώσεων το περιεχόμενο της σελίδας του WebView δεν ταιριάζει στο μέγεθος του ίδιου του WebView. Αυτό φαίνεται και στην Εικόνα 5, όπου μπορούμε να δούμε στο αριστερό στιγμιότυπο το περιεχόμενο να “ξεφεύγει” στα δεξιά. Έτσι ο χρήστης ίσως αναγκαστεί να μετακινήσει με το χέρι του το περιεχόμενο της σελίδας ώστε να είναι σε θέση να το διαβάσει. Ο δεύτερος τρόπος αφορά την αυξομείωση της κλίμακας της γραμματοσειράς όλων το στοιχείων κειμένου που περιεχομένου της σελίδας (Εικόνα 6) με τη χρήση της μεθόδου `webView.getSettings().setTextZoom(textZoom)`. Με τον τρόπο αυτό αυξομειώνεται το μέγεθος του κειμένου με τα υπόλοιπα στοιχεία της σελίδας, όπως εικόνες να παραμένουν στο αρχικό τους μέγεθος. Το πλεονέκτημα του τρόπου αυτού σε σχέση με τον προηγούμενο είναι ότι το περιεχόμενο της σελίδας προσαρμόζεται πάντοτε στο μέγεθος του WebView. Ακόμη, η αυξομείωση της γραμματοσειράς γίνεται πιο ομαλά και πιο άμεσα.



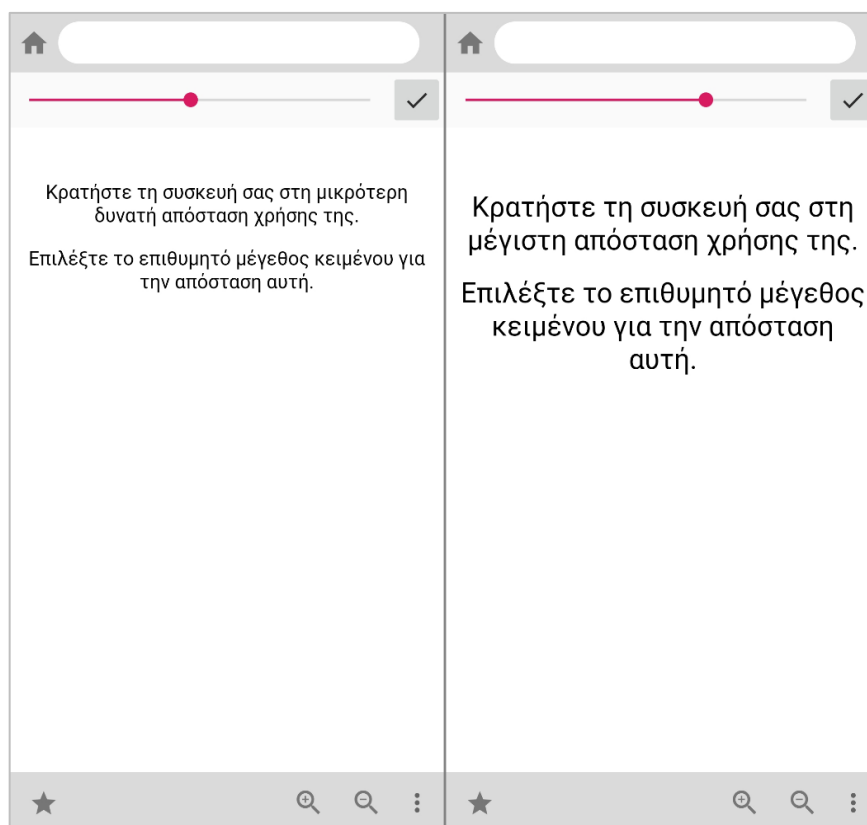
Εικόνα 5: Αλλαγή scale στο WebView



Εικόνα 6: Αλλαγή text zoom στο WebView

Στην κεντρική σελίδα της εφαρμογής τοποθετήθηκε στο επάνω μέρος ένα πεδίο εισαγωγής κειμένου (EditText) και στην υπόλοιπη σελίδα ένα WebView (προβολή ιστού). Μπορεί ο χρήστης να εισάγει τη διεύθυνση της ιστοσελίδας στο πεδίο εισαγωγής κειμένου και να κάνει πλοήγηση σε αυτή.

Είναι πολύ σημαντικό να δοθεί στον χρήστη η δυνατότητα να χρησιμοποιεί την εφαρμογή με τον τρόπο που βολεύει περισσότερο τον ίδιο και να καλύπτονται όσο το δυνατόν περισσότερο οι οπτικές του ανάγκες. Για το λόγο αυτό, κατά την έναρξη της εφαρμογής, προστέθηκε μια λειτουργία βαθμονόμησης (Εικόνα 7). Στο πρώτο βήμα ζητείται από τον χρήστη να τοποθετήσει τη συσκευή του στην πιο κοντινή απόσταση που τον βολεύει να χρησιμοποιεί τη συσκευή και να επιλέξει το μέγεθος κειμένου (με τη χρήση μιας συρόμενης μπάρας - seekbar) που επιθυμεί στην απόσταση αυτή. Στο επόμενο βήμα ζητείται από τον χρήστη να μετακινήσει την συσκευή στην πιο μακρινή απόσταση που τον βολεύει να χρησιμοποιεί τη συσκευή και αντίστοιχα να επιλέξει και για τη θέση αυτή το βέλτιστο μέγεθος κειμένου. Οι ρυθμίσεις αυτές, αποθηκεύονται στις ρυθμίσεις της συσκευής (shared preferences) και είναι διαθέσιμες την επόμενη φορά που ο χρήστης θα ανοίξει την εφαρμογή. Υπάρχει δυνατότητα επαναφοράς των ρυθμίσεων μέσα από την εφαρμογή.



Εικόνα 7: Αρχικές οθόνες βαθμονόμησης εφαρμογής

Βάσει των τιμών που θέτει ο χρήστης στην πιο κοντινή και στην πιο μακρινή απόσταση, υπολογίζεται η διαφορά τους ανάλογα με τον αριθμό των αυξομειώσεων (scale number) που έχουν ορίσει από τις ρυθμίσεις της εφαρμογής.

Ο χρήστης, τη στιγμή που διαβάζει κάποιο κείμενο μπορεί να νιώσει την ανάγκη να μικρύνει ή να μεγαλώσει λίγο τη γραμματοσειρά. Στην κάτω μπάρα έχουν εισαχθεί δύο κουμπιά, ένα για αύξηση της γραμματοσειράς και ένα για μείωση. Αυξάνουν και μειώνουν αντίστοιχα τις ακραίες τιμές που έχει θέσει ο χρήστης και γίνεται επανυπολογισμός των τιμών για τις αντίστοιχες αυξομειώσεις.

Μια προσπάθεια στην πιθανή βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη ήταν η ομαλή μετάβαση από τη μία βαθμίδα μεγέθους γραμματοσειράς στην άλλη, με τη χρήση animation. Ενώ η λειτουργία του ήταν πολύ καλή σε αρκετά “ελαφριές” σελίδες, όπως σελίδες που έχουν λίγα στοιχεία ή απλό κείμενο, σε άλλες περισσότερο πολύπλοκες η απόδοση μειωνόταν σε μεγάλο βαθμό και οι αυξομειώσεις καθυστερούσαν να πραγματοποιηθούν. Όταν εκτελείται ένα animation πάνω σε κάποια τιμή, στη συγκεκριμένη περίπτωση στο μέγεθος της γραμματοσειράς η οποία είναι μια ακέραιη τιμή, η τιμή αυτή παίρνει όλες τις τιμές σε ένα

μικρό χρονικό διάστημα και ουσιαστικά η αλλαγή του μεγέθους της γραμματοσειράς γίνεται για όλες τις τιμές. Στην προσπάθεια να μειωθούν τα βήματα του animation στο μισό και να λαμβάνει το μέγεθος της γραμματοσειράς κάθε δεύτερη ακέραια τιμή, το αποτέλεσμα δεν ήταν ωραίο στο μάτι και το πρόβλημα της απόδοσης δεν λύθηκε με τον τρόπο αυτό.

3.3 Βελτίωση εμπειρίας χρήστη - χρηστικότητας

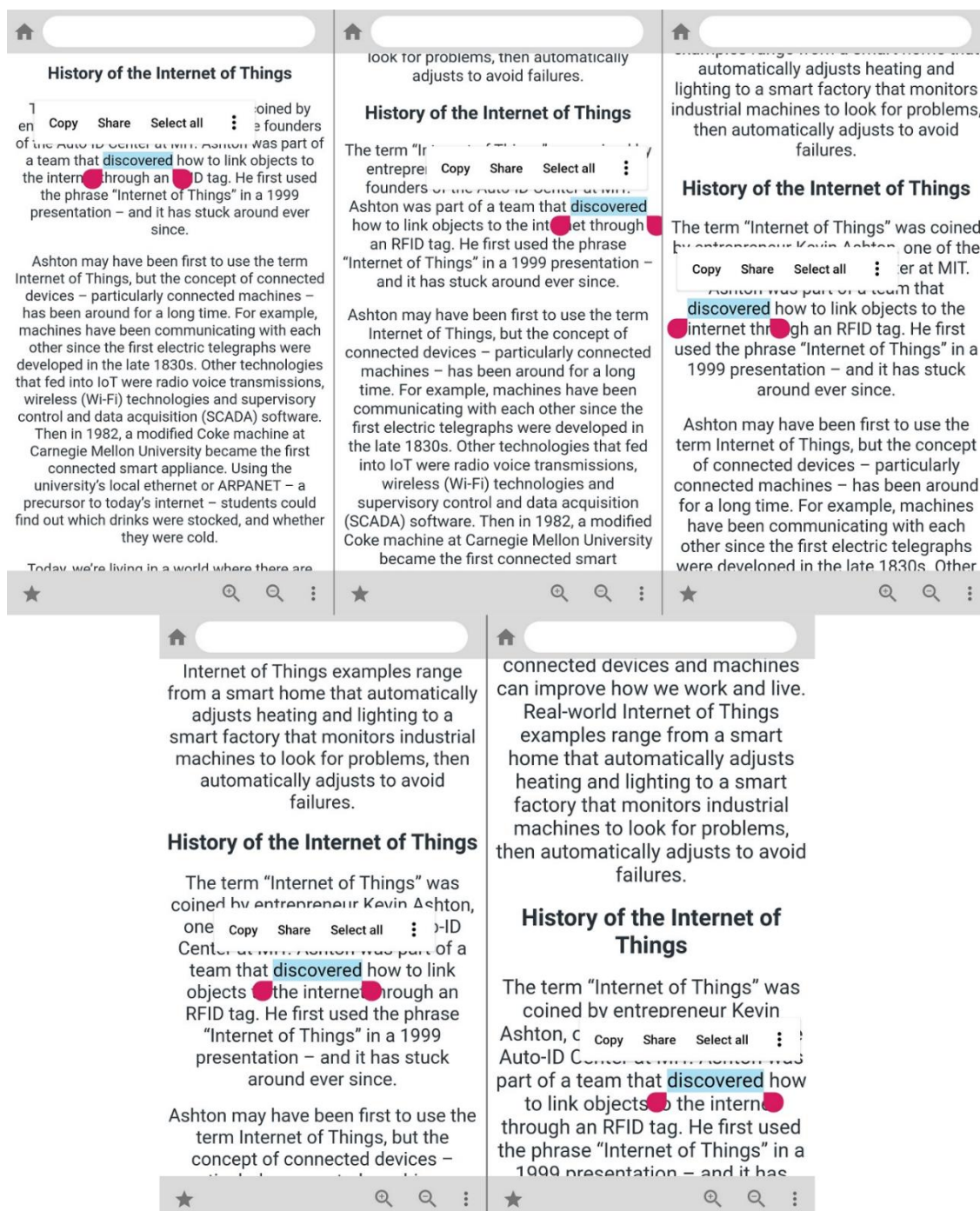
Ένα πρόβλημα που προέκυψε ήταν, όταν ο χρήστης βρίσκεται πολύ κοντά στην απόσταση όπου εκτελείται η αλλαγή, τότε μικρές αυξομειώσεις της απόστασης προκαλούν συνεχώς αλλαγή μεταξύ των δύο τιμών του μεγέθους της γραμματοσειράς. Ακόμα και όταν ο χρήστης είναι σχεδόν ακίνητος οι τιμές που λαμβάνονται από την κάμερα ενδέχεται να είναι ελαφρώς διαφορετικές. Αυτό μπορεί να παίζει πολύ αρνητικό ρόλο στην ευχρηστία του συστήματος. Να εξαλειφθεί το φαινόμενο είναι δύσκολο καθώς κάτι τέτοιο θα ερχόταν σε σύγκρουση με τη λειτουργία της εφαρμογής. Εφαρμόστηκαν δύο λειτουργίες για την ελάττωση του φαινομένου.

Όσον αφορά την πρώτη λειτουργία, τέθηκε ουσιαστικά ένα τυφλό σημείο μεταξύ των αλλαγών. Εάν για παράδειγμα μια μεγέθυνση του κειμένου εκτελείται για την απόσταση > 30 και η σμίκρυνση για την απόσταση ≤ 30 , τότε θέτοντας ένα τυφλό σημείο μεγέθους 1 η μεγέθυνση θα εκτελείται και πάλι για απόσταση μεγαλύτερη του 30 ενώ η σμίκρυνση για απόσταση μικρότερη ή ίση του $(30 - 1) = 29$. Έτσι όταν ο χρήστης βρίσκεται σε εκείνο το σημείο θα χρειαστεί να γίνει μια λίγο μεγαλύτερη κίνηση για να πυροδοτήσει αλλαγή στο μέγεθος του κειμένου. Το τυφλό σημείο είναι επιθυμητό να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο αλλά όχι και τόσο μικρό που να μην αποδίδει σωστά. Παρόλα αυτά υπάρχει η περίπτωση, χωρίς ιδιαίτερα μεγάλη αλλαγή στην απόσταση η κάμερα επιστρέψει μια νέα τιμή με διαφορά μεγαλύτερη από αυτήν της τιμής του τυφλού σημείου.

Η δεύτερη λειτουργία που εφαρμόστηκε διαχειρίζεται μικρές αλλαγές που συμβαίνουν σε μικρό χρονικό διάστημα. Όταν εκτελείται μια αλλαγή στην απόσταση ελέγχεται η διαφορά της με την προηγούμενη μετρημένη απόσταση και εάν αυτή η διαφορά είναι μεγαλύτερη από π.χ. 5 points. Εάν την υπερβαίνει, τότε εκτελείται κανονικά ο έλεγχος του μεγέθους του κειμένου. Εάν η διαφορά είναι μικρότερη από 5 points τότε δεν εκτελείται ο έλεγχος του μεγέθους για την απόσταση αυτή παρά μόνο όταν περάσει ένα χρονικό διάστημα (π.χ. 5 δευτερόλεπτα). Επίσης, όταν ο χρήστης πολύ ομαλά απομακρύνει τη συσκευή του (ή

το αντίθετο) πάντα πρόκειται για μικρές αλλαγές των αποστάσεων μεταξύ τους και σε αυτήν την περίπτωση ελέγχεται εάν η διαφορά είναι σχετικά μεγάλη (δηλαδή μεγαλύτερη από την απόσταση που έχει ορίσει να μην γίνεται η αλλαγή) από την τελευταία απόσταση κατά την οποία έγινε έλεγχος του μεγέθους κειμένου.

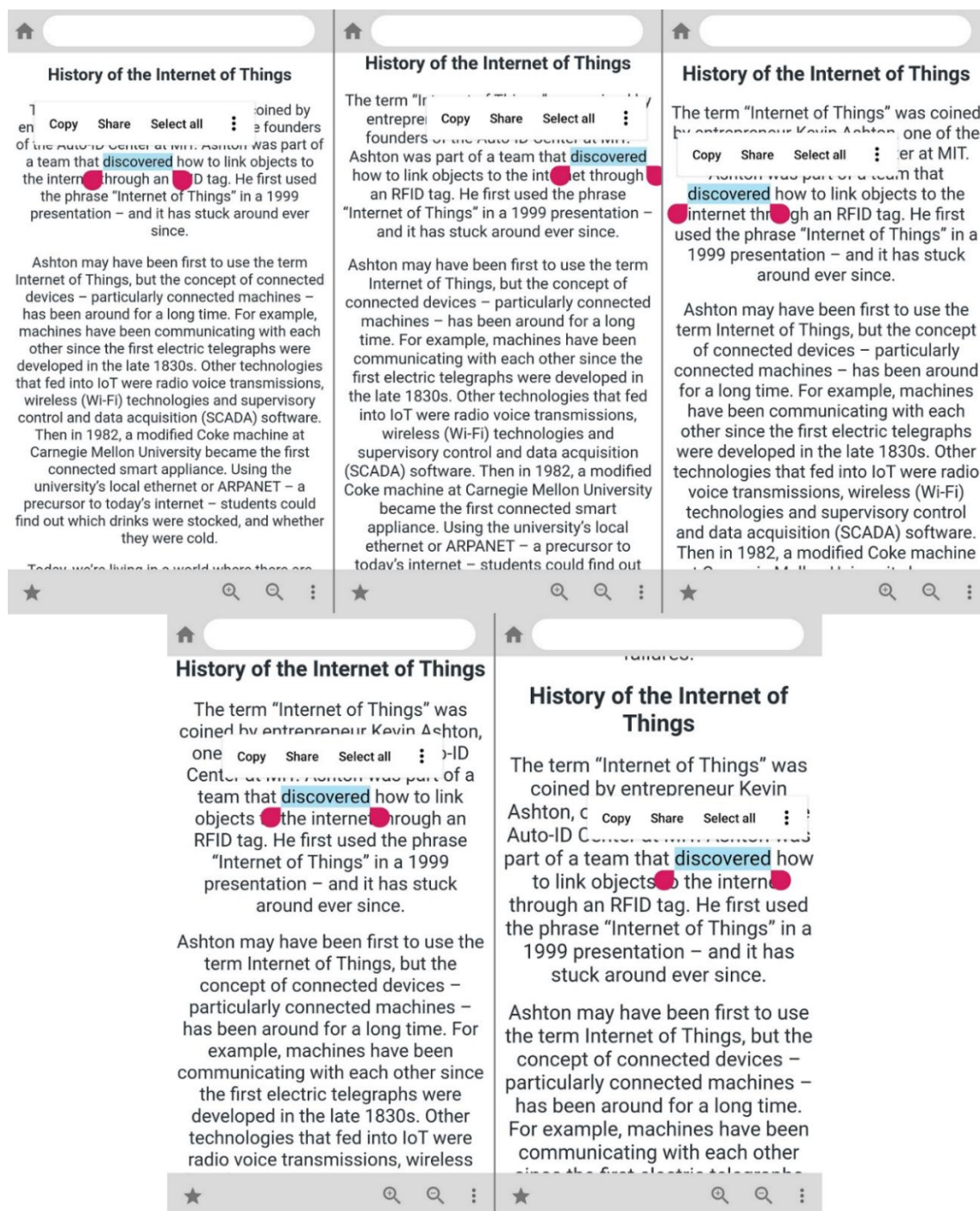
Κατά τη διάρκεια πλοήγησης σε μία σελίδα της οποίας το περιεχόμενο ξεπερνάει το μέγεθος της οθόνης (στον κάθετο άξονα) τότε πρέπει να γίνει μετακίνηση προς τα κάτω ώστε να είναι ορατό το περιεχόμενο της υπόλοιπης σελίδας. Επίσης, μπορεί το συνολικό ύψος της σελίδας να είναι μικρότερο του ύψους της οθόνης στις μικρότερες βαθμίδες μεγέθους της γραμματοσειράς, αλλά να το ξεπερνάει στις μεγαλύτερες βαθμίδες. Όπως είναι λογικό, το συνολικό ύψος του περιεχομένου της σελίδας, που ταυτίζεται με το ύψος κύλισης της σελίδας (scroll height) αλλάζει και αυτό με τις μεταβολές του μεγέθους της γραμματοσειράς και το κείμενο καταλαμβάνει περισσότερο ή λιγότερο χώρο στη σελίδα. Τη στιγμή που εκτελείται κάποια αλλαγή στο μέγεθος του κειμένου, η θέση της κύλισης της σελίδας παραμένει σταθερή ενώ το συνολικό ύψος της σελίδας έχει μειωθεί ή αυξηθεί. Σαν αποτέλεσμα το σημείο στο οποίο γίνεται ανάγνωση αλλάζει θέση καθώς δεν αντιστοιχεί πια στο τρέχον σημείο κύλισης. Το πρόβλημα αυτό δεν είναι αισθητό εάν βρισκόμαστε στην αρχή της σελίδας. Μπορεί να παρατηρηθεί το φαινόμενο αυτό στην Εικόνα 8 όπου φαίνεται η διαφορά σε τέσσερις διαφορετικές βαθμίδες και μπορούμε να δούμε σε τι βαθμό αλλάζει η θέση της επιλεγμένης λέξης. Σε κάποιες ιστοσελίδες ωστόσο, το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό.



Εικόνα 8: Αλλαγή θέσης κειμένου κατά την αλλαγή μεγέθους

Προκειμένου να ελαττωθεί το πρόβλημα αυτό, εφαρμόστηκε κώδικας JavaScript στην σελίδα πριν από την αλλαγή του μεγέθους της γραμματοσειράς και μετά. Στο WebView υπάρχει η δυνατότητα να εισαχθούν και να τρέξουν scripts επάνω στη σελίδα που περιέχει. Πριν εκτελεστεί η αλλαγή του μεγέθους του κειμένου με τη χρήση JavaScript κώδικα κρατούνται σε δύο μεταβλητές τις τιμές του συνολικού ύψους της σελίδας (scrollHeight) και

την τρέχουσα τιμή της θέσης κύλισης της σελίδας (`scrollTop`). Αφού εκτελεστεί η αλλαγή του μεγέθους του κειμένου γίνεται ξανά εκτέλεση κώδικα JavaScript για την προσαρμογή της θέσης κύλισης. Λαμβάνεται η νέα τιμή του συνολικού ύψους της σελίδας (`newScrollHeight`) και υπολογίζεται η νέα τιμή που πρέπει να πάρει η θέση κύλισης της σελίδας με τον εξής τρόπο: $\text{Math.floor}(\text{newScrollHeight} * (\text{scrollTop} / \text{scrollHeight}))$. Το αποτέλεσμα της μεθόδου αυτής μπορεί να το παρατηρηθεί στην Εικόνα 9 και συγκριτικά με την Εικόνα 8. Παρόλα αυτά, η λειτουργία αυτή έχει καλύτερα αποτελέσματα όσο πιο ψηλά στην οθόνη βρίσκεται το σημείο που κάνει ανάγνωση ο χρήστης την στιγμή της αλλαγής. Εάν για παράδειγμα βρίσκεται κοντά στο τέλος της προβολής και αυξηθεί το μέγεθος του κειμένου, είναι πιθανό το σημείο που διαβάζει να βρεθεί εκτός της προβολής προς τα κάτω.



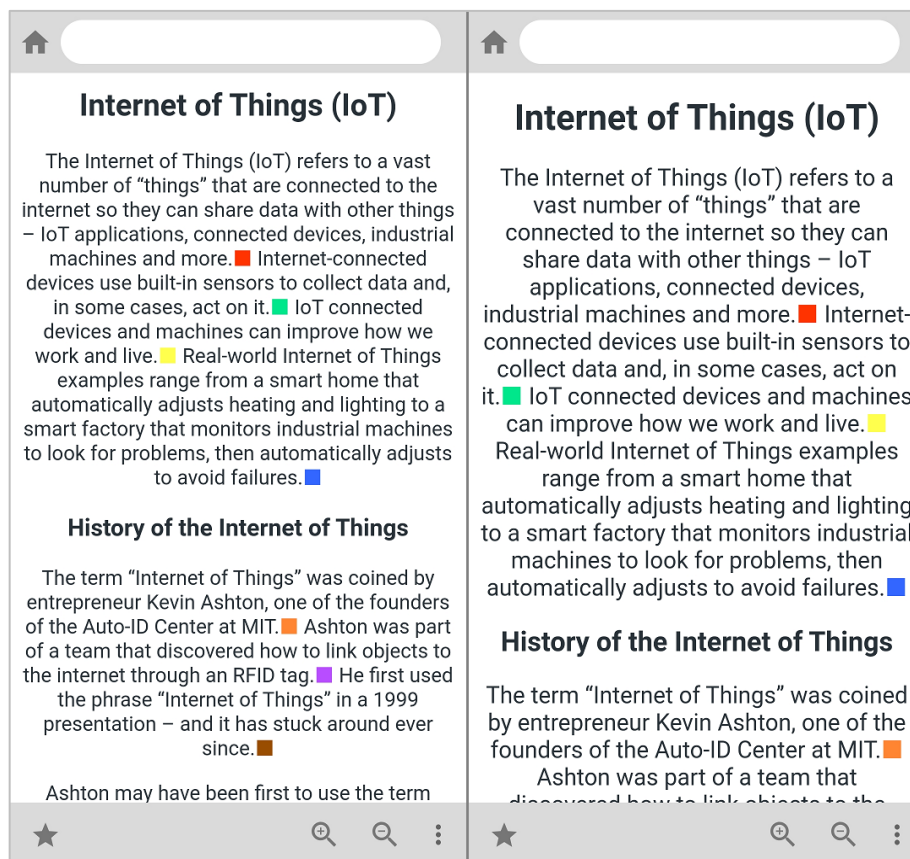
Εικόνα 9: Βελτιστοποίηση της αλλαγής θέσης κειμένου κατά την αλλαγή μεγέθους

Το πρόβλημα με την κύλιση βελτιώθηκε σε μεγάλο βαθμό. Παραμένει όμως ένα άλλο θέμα το οποίο μπορεί να επηρεάσει αρκετά την εμπειρία του χρήστη σε σχέση με την αλλαγή θέσης του σημείου που διαβάζει τη στιγμή που εκτελείται κάποια αλλαγή στο μέγεθος του κειμένου. Καθώς αυξάνεται ή μειώνεται το μέγεθος της γραμματοσειράς, αλλάζει και ο

αριθμός των λέξεων ανά γραμμή και σαν συνέπεια αλλάζουν και οι θέσεις των λέξεων. Μπορούμε να παρατηρήσουμε το φαινόμενο αυτό στην παραπάνω εικόνα.

Δεν είναι πολύ ευχάριστο για τον χρήστη να υποβάλλεται στη διαδικασία να πρέπει να ξαναδιαβάσει αρκετές λέξεις ώστε να εντοπίσει το σημείο στο οποίο σταμάτησε την ανάγνωσή του. Μία λύση είναι να δώσουμε στον χρήστη ένα οπτικό βοήθημα για να μπορεί να επαναπροσδιορίζει με μεγαλύτερη ευκολία το σημείο στο οποίο είχε σταματήσει η ανάγνωσή του προτού πραγματοποιηθεί η αλλαγή. Θεωρώντας ως ένα σημείο αναφοράς το τέλος της πρότασης, εισαγάγαμε χρωματιστούς δείκτες στο τέλος κάθε πρότασης (Εικόνα 10). Η αποτελεσματικότητά τους σαν βοηθήματα εντοπισμού της θέσης ανάγνωσης θα προσδιοριστεί στο πείραμα που θα διεξαχθεί.

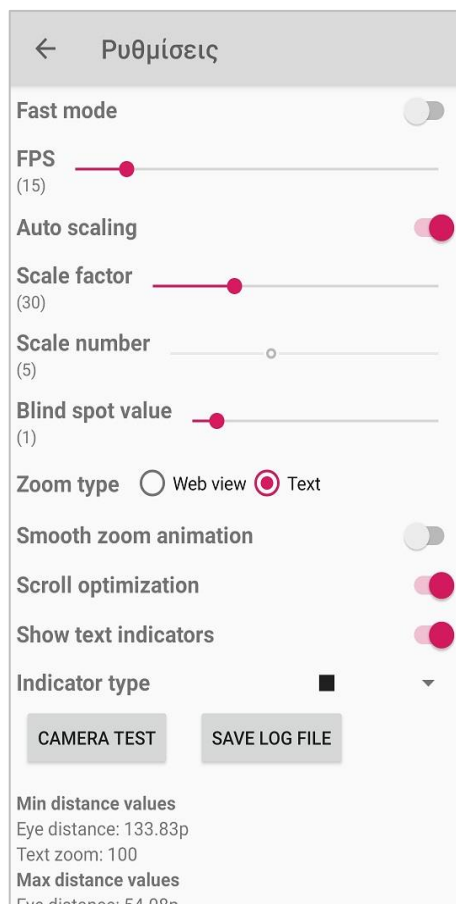
Η διαδικασία εφαρμογής των χρωματιστών δεικτών είναι δυναμική ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε σελίδα παγκόσμιου ιστού. Με παρόμοιο τρόπο με αυτόν που διαχειριζόμαστε την αυξομείωση του περιεχομένου και τη θέση κύλισης της σελίδας, εφαρμόζουμε κώδικα JavaScript και για την εφαρμογή των δεικτών. Εντοπίζουμε όλα τα στοιχεία κειμένου στο περιεχόμενο Html της σελίδας (όπως η παράγραφος p), εντοπίζουμε τις προτάσεις που περιέχει και εισάγουμε στο τέλος κάθε πρότασης ένα html στοιχείο το οποίο περιέχει τον δείκτη. Το στοιχείο είναι ένα inline στοιχείο και δεν επηρεάζει τη διάταξη του κειμένου ενώ μπορούμε να εφαρμόσουμε CSS σε αυτό και να το διαχειριστούμε με JavaScript.



Εικόνα 10: Εφαρμογή χρωματιστών δεικτών

Μέχρι στιγμής είχε οριστεί ένας συγκεκριμένος αριθμός βαθμίδων, ο οποίος μπορούσε να μεταβληθεί από τις ρυθμίσεις, και οι αποστάσεις που όριζε ο χρήστης προσαρμόζονταν σε αυτές. Εισήχθη μία καινούρια λειτουργία κατά την οποία ο αριθμός των διαφορετικών βαθμίδων μεγέθους κειμένου υπολογίζεται ανάλογα με τις ακραίες αποστάσεις που έχει ορίσει ο χρήστης κατά τη βαθμονόμηση. Έτσι εάν η διαφορά της κοντινής με τη μακρινή απόσταση είναι σχετικά μεγάλη θα υπάρχουν περισσότερες βαθμίδες ενώ αν είναι σχετικά μικρή θα είναι λιγότερες, με ελάχιστο αριθμό τις τρεις βαθμίδες ώστε να διατηρηθεί η λειτουργία της εφαρμογής.

Με βάση τα παραπάνω προστέθηκαν και νέες ρυθμίσεις της εφαρμογής (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Τελικές ρυθμίσεις εφαρμογής

4

Σχεδίαση αξιολόγησης

4.1 Γενικά

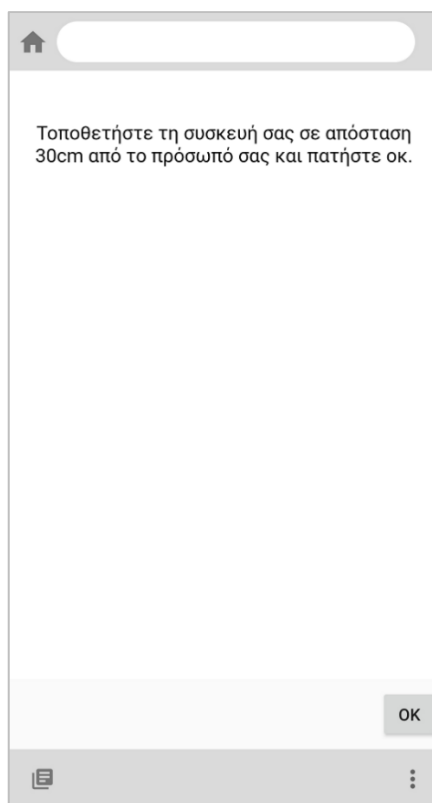
Η πλοήγηση στο διαδίκτυο και ο τρόπος που κάθε χρήστης κάνει ανάγνωση περιεχομένου στο φυλλομετρητή μπορεί να διαφέρει πολύ από χρήστη σε χρήστη. Για να μπορέσουμε να βγάλουμε σωστά συμπεράσματα για τη χρήση της εφαρμογής έπρεπε να παρέχουμε ένα κοινό πλαίσιο στους χρήστες που έλαβαν μέρος στην αξιολόγηση της εφαρμογής. Έτσι τοποθετήθηκαν κάποιες καθορισμένες σελίδες με απλό κείμενο ως περιεχόμενο τις οποίες ζητήθηκε από τους χρήστες να κάνουν ανάγνωση σε διαφορετικές αποστάσεις από τη συσκευή.

Στους χρήστες δεν δόθηκε κάποια πληροφορία για τη λειτουργία της εφαρμογής ώστε να μην τους κατευθύνουμε να κάνουν χρήση της λειτουργίας της εφαρμογής με διαφορετικό τρόπο από αυτόν που πραγματικά έχουν ανάγκη-επιθυμούν. Δόθηκε μόνο η πληροφορία ότι θα διαβάσουν κάποια κείμενα σε διάφορες αποστάσεις από τη συσκευή και οι οδηγίες για τα βήματα του πειράματος.

4.2 Βαθμονόμηση

Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής και πριν από την βαθμονόμηση (calibration) εμφανίζεται η παρακάτω σελίδα (Εικόνα 12). Στο σημείο αυτό τοποθετήθηκε το κεφάλι του χρήστη στα 30cm με τη χρήση ενός χάρακα (30cm), ώστε να υπάρχει η αντιστοιχία της απόστασης των ματιών του με την απόστασή του στα 30cm. Με τη χρήση αυτής της αναφοράς μπορεί να

γίνει υπολογισμός της πραγματικής απόστασης του χρήστη από τη συσκευή κάθε στιγμή. Η μέτρηση αυτή έγινε για στατιστικούς λόγους.

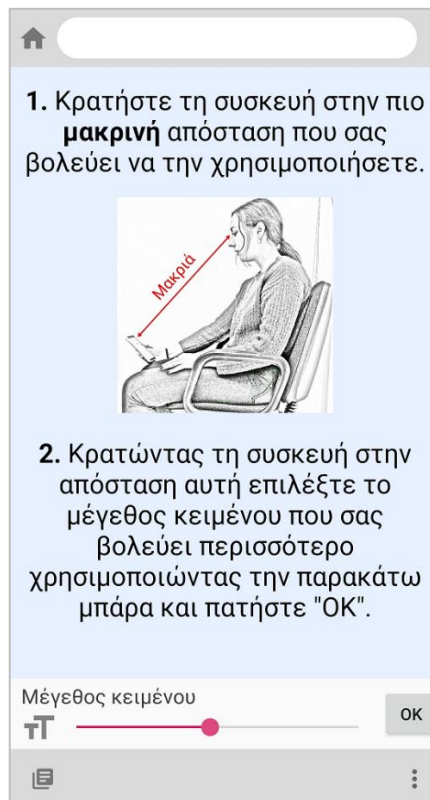


Εικόνα 12: Οθόνη μέτρησης απόστασης αναφοράς

Μετά τη μέτρηση της απόστασης ακολουθεί η βαθμονόμηση. Σε αυτό το σημείο ήταν πολύ σημαντικό να καταλάβει ο χρήστης τα διαφορετικά βήματα της βαθμονόμησης, ώστε οι ρυθμίσεις του να είναι στο βέλτιστο δυνατό προσαρμοσμένες στις ανάγκες του. Το πρώτο βήμα είναι να τοποθετήσει το κινητό στην πιο κοντινή απόσταση που τον βολεύει να χρησιμοποιεί μια τέτοια συσκευή και να επιλέξει το μέγεθος του κειμένου που τον βολεύει περισσότερο, δοκιμάζοντας τα διαφορετικά μεγέθη σέρνοντας την μπάρα αυξομείωσης του μεγέθους (Εικόνα 13: Βαθμονόμηση κοντινής απόστασης). Το δεύτερο βήμα είναι να τοποθετήσει το κινητό στην πιο μακρινή απόσταση που τον βολεύει και να επιλέξει το μέγεθος του κειμένου που τον βολεύει περισσότερο (Εικόνα 14). Στις δύο αυτές σελίδες χρησιμοποιήθηκαν εικόνες που δείχνουν ένα χρήστη να κρατάει το κινητό σε μια κοντινή και μια μακρινή απόσταση αντίστοιχα, ώστε να καθοδηγήσουν τον χρήστη να αξιολογήσει σωστά τις ακραίες αποστάσεις που τον βολεύουν.

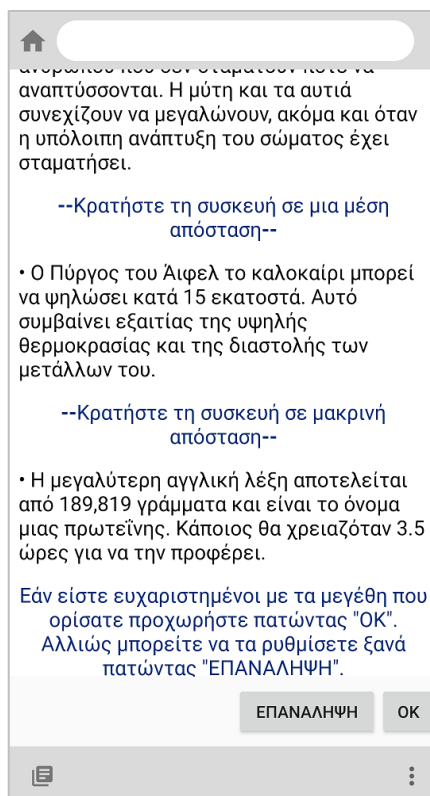


Εικόνα 13: Βαθμονόμηση κοντινής απόστασης



Εικόνα 14: Βαθμονόμηση μακρινής απόστασης

Μετά την ολοκλήρωση της βαθμονόμησης ακολουθεί μια δοκιμαστική σελίδα όπου μπορεί ο χρήστης να δοκιμάσει τις ρυθμίσεις που έκανε (Εικόνα 15). Υποδεικνύεται στον χρήστη να κρατήσει τη συσκευή σε κοντινή, μέση και μακρινή απόσταση και να κάνει ανάγνωση ενός μικρού κειμένου για καθεμιά από τις αποστάσεις αυτές. Εάν δεν είναι ευχαριστημένος με τις ρυθμίσεις που έκανε μπορεί να πατήσει επανάληψη και να επαναλάβει τη βαθμονόμηση.



Εικόνα 15: Σελίδα δοκιμής ρυθμίσεων χρήστη

4.3 Χρήση εφαρμογής

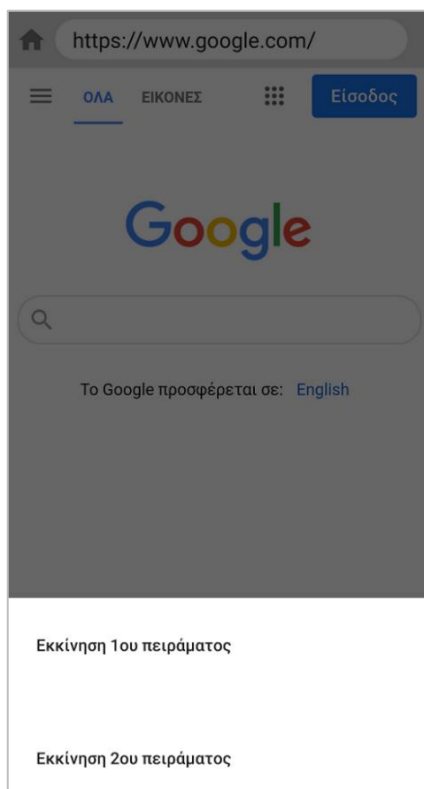
Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε αποτελείτο από δύο σκέλη. Το πρώτο σκέλος ουσιαστικά αφορά τη γενική χρήση της εφαρμογής. Σκοπός του πρώτου σκέλους του πειράματος ήταν να δούμε πως οι χρήστες ανταποκρίνονταν στη λειτουργικότητα της εφαρμογής σε σχέση με την απλή χρήση. Θέλαμε να παρέχουμε ένα περιβάλλον στους χρήστες στο οποίο θα μπορούσαν να βρεθούν οι ίδιοι, όταν για παράδειγμα θέλουν να διαβάσουν ένα άρθρο στο διαδύκτιο. Γι' αυτό εισήχθησαν στην εφαρμογή κάποιες συγκεκριμένες σελίδες τις οποίες έπρεπε οι χρήστες να διαβάσουν. Για να φανεί και να

αξιολογηθεί η λειτουργικότητα της εφαρμογής έπρεπε η ανάγνωση των κειμένων να γίνεται σε διάφορες αποστάσεις από το κινητό.

Όσον αφορά το δεύτερο σκέλος του πειράματος, έγινε για να αξιολογηθεί από τους χρήστες κατά πόσο μπορούν να φανούν βοηθητικοί οι χρωματιστοί δείκτες (οι οποίοι έχουν αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο) ώστε να βρίσκουν το σημείο στο οποίο είχαν μείνει κατά την αλλαγή του μεγέθους της γραμματοσειράς.

Τα κείμενα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από κάποια άρθρα σε διάφορες ιστοσελίδες. Ήταν σκόπιμο να είναι εύκολα στην ανάγνωση και με σχετικά ουδέτερο περιεχόμενο ώστε να μην δυσκολευτεί κάποιος χρήστης κατά την ανάγνωσή τους. Το πρώτο σκέλος του πειράματος αποτελείται από 6 σελίδες με κείμενο προς ανάγνωση ενώ το δεύτερο σκέλος από 2 σελίδες. Τα κείμενα που περιέχονται σε κάθε σκέλος ξεχωριστά έχουν παρόμοιο μέγεθος μεταξύ τους.

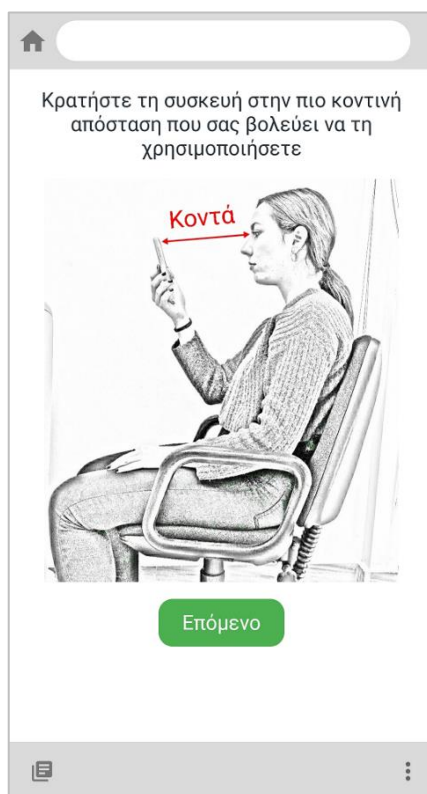
Μετά την ολοκλήρωση της βαθμονόμησης ανακοινώνεται στον χρήστη ότι θα κάνει ανάγνωση κάποιων κειμένων και ότι οι αποστάσεις αυτές είναι μια κοντινή, μια μέση και μια μακρινή. Έστερα, του δίνεται η οδηγία να κάνει την εκκίνηση του πρώτου πειράματος (Εικόνα 16).



Εικόνα 16: Μενού σελίδων πειραμάτων

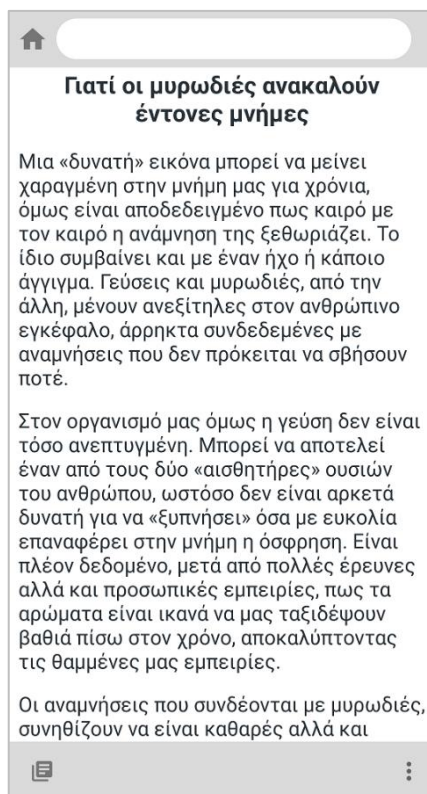
Το πρώτο πείραμα αποτελείται από δύο μέρη. Στο ένα μέρος είναι ενεργοποιημένη η αυτόματη αυξομείωση του μεγέθους της γραμματοσειράς ανάλογα με την απόσταση του χρήστη από τη συσκευή, με βάση τις ρυθμίσεις που έχει κάνει. Στο δεύτερο μέρος, είναι απενεργοποιημένη η λειτουργία της εφαρμογής, ώστε να μιμηθεί μια τυπική πλοήγηση στο διαδίκτυο. Σκοπός του πρώτου πειράματος είναι να συγκρίνει ο χρήστης τους δύο τρόπους ανάγνωσης και να αξιολογήσει εάν προτιμάει ή θα ήθελε να χρησιμοποιεί την λειτουργία της αυξομείωσης μεγέθους κειμένου.

Η πρώτη σελίδα που εμφανίζεται στον χρήστη, του υποδεικνύει να κρατήσει τη συσκευή σε μια κοντινή απόσταση που τον βολεύει (Εικόνα 17).

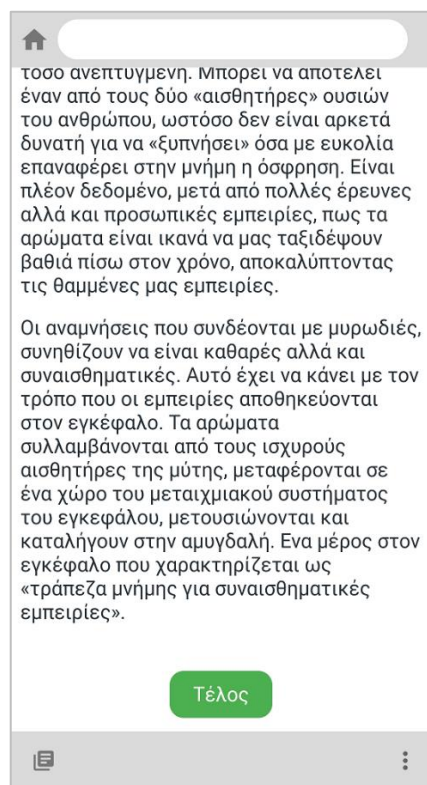


Εικόνα 17: Υπόδειξη ανάγνωσης σε κοντινή απόσταση

Αφού ο χρήστης έχει κρατήσει τη συσκευή σε κοντινή απόσταση, διαβάζει το πρώτο κείμενο σε αυτήν την απόσταση (Εικόνα 18 και Εικόνα 19).



Εικόνα 18: Πείραμα 1 – Σελίδα 1



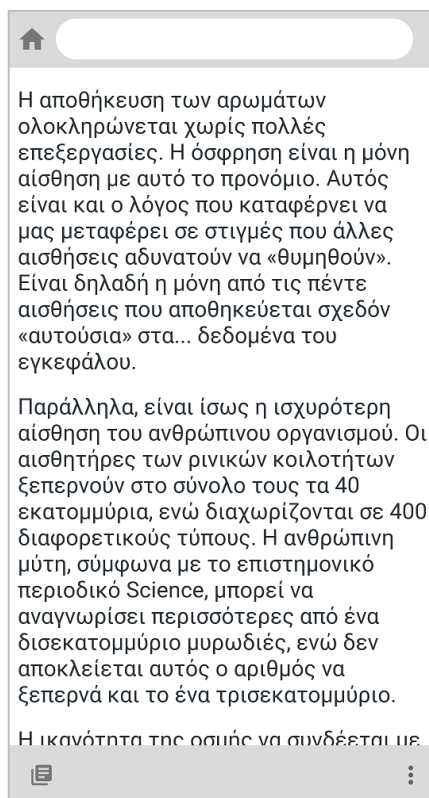
Εικόνα 19: Πείραμα 1 – Τέλος σελίδας 1.1

Αφού ολοκληρώσει την ανάγνωση προχωράει στην επόμενη σελίδα η οποία του υποδεικνύει να κρατήσει τη συσκευή σε μια μέση απόσταση που τον βολεύει (Εικόνα 20).



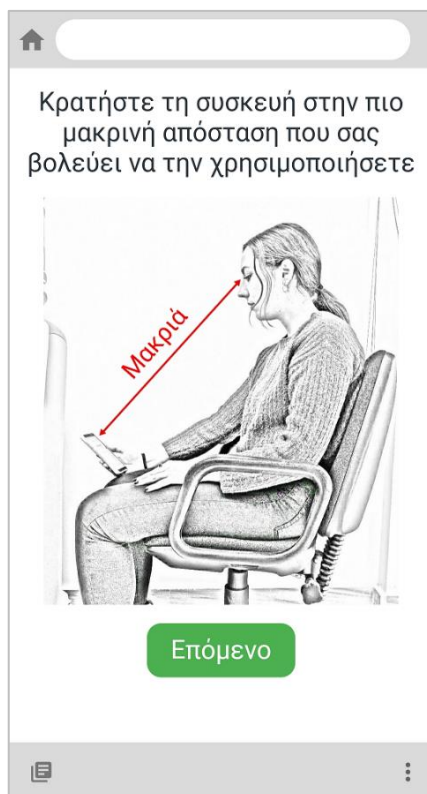
Εικόνα 20: Υπόδειξη ανάγνωσης σε μέση απόσταση

Κατά τον ίδιο τρόπο, διαβάζει το επόμενο κείμενο σε μέση απόσταση από τη συσκευή. (Εικόνα 21).

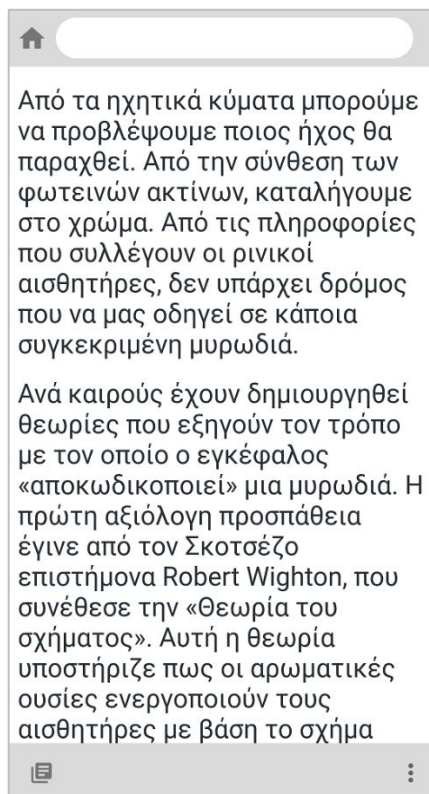


Εικόνα 21: Πείραμα 1 – Σελίδα 1.2

Μόλις ολοκληρώσει και το δεύτερο κείμενο περνάει στην επόμενη σελίδα όπου του υποδεικνύεται να κρατήσει τη συσκευή σε μια μακρινή απόσταση που τον βολεύει (Εικόνα 22) και διαβάζει άλλο ένα κείμενο στην απόσταση αυτή (Εικόνα 23).

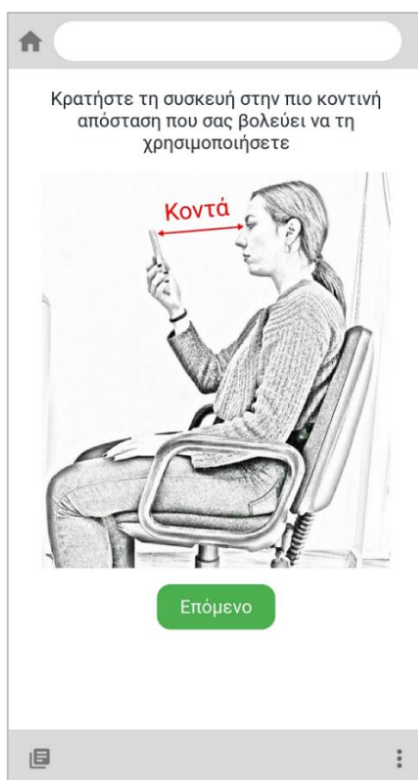


Εικόνα 22: Υπόδειξη ανάγνωσης σε μακρινή απόσταση

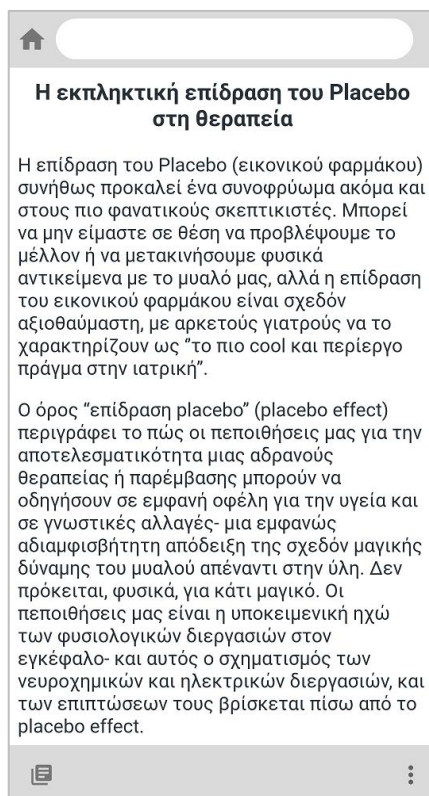


Εικόνα 23: Πείραμα 1 – Σελίδα 1.3

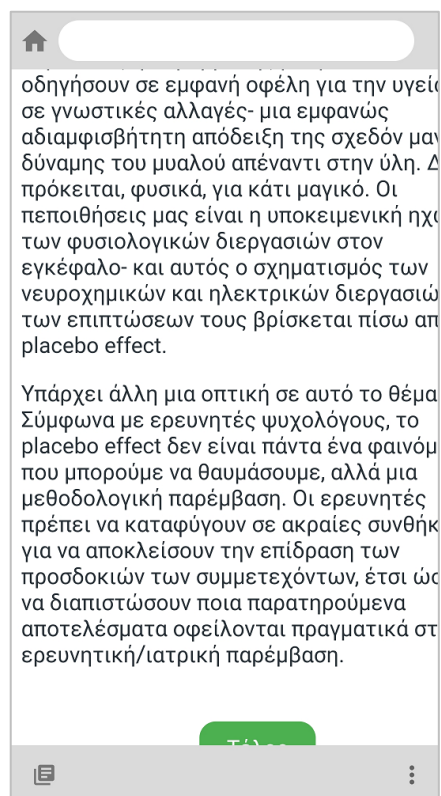
Ακολουθούν άλλα τρία κείμενα με την ίδια διαδικασία αλλά χωρίς να είναι ενεργοποιημένη η αυτόματη αυξομείωση μεγέθους κειμένου (εφόσον έχει ξεκινήσει με το μέρος της αυτόματης αυξομείωσης κειμένου)(Εικόνα 24 έως Εικόνα 28). Ωστόσο, ο χρήστης μπορεί να μεγενθύνει τη σελίδα με τη χρήση των δακτύλων (pinch to zoom), σε περίπτωση που δεν βλέπει το κείμενο καλά (Εικόνα 26).



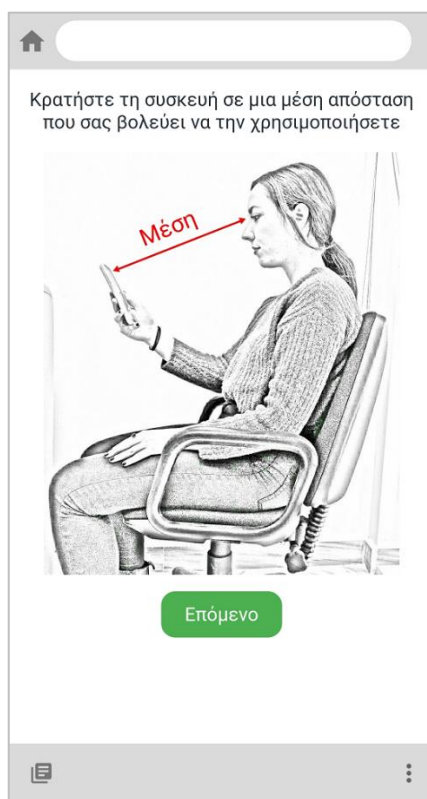
Εικόνα 24: Υπόδειξη ανάγνωσης σε κοντινή απόσταση



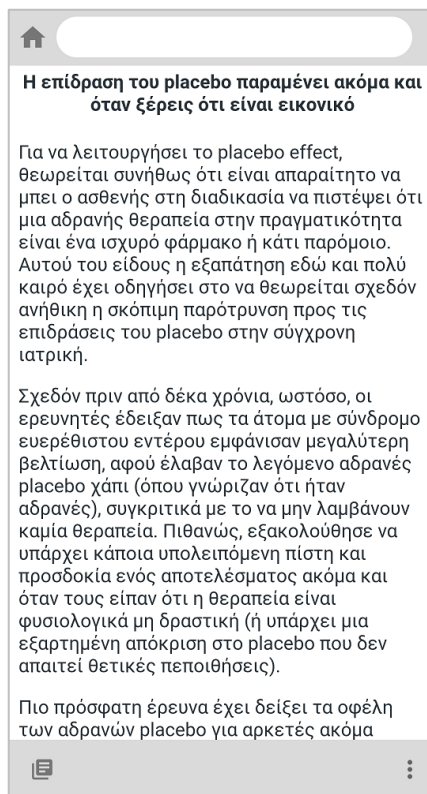
Εικόνα 25: Πείραμα 1 – Σελίδα 2.1



Εικόνα 26: Πείραμα 1 – Σελίδα 2.1 με μεγέθυνση

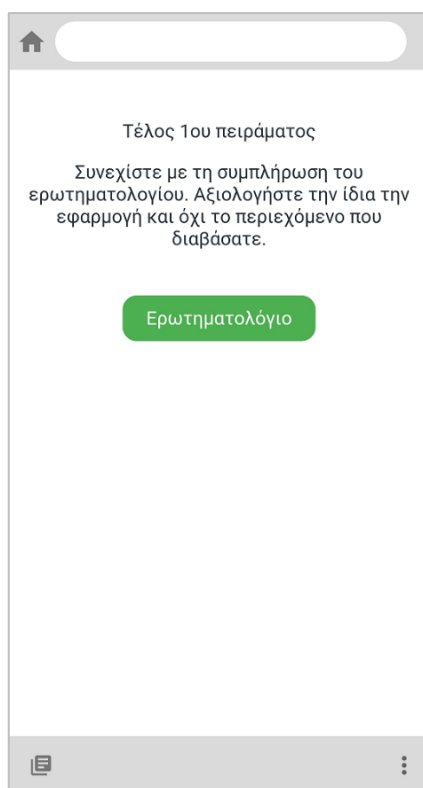


Εικόνα 27: Υπόδειξη ανάγνωσης σε μέση απόσταση



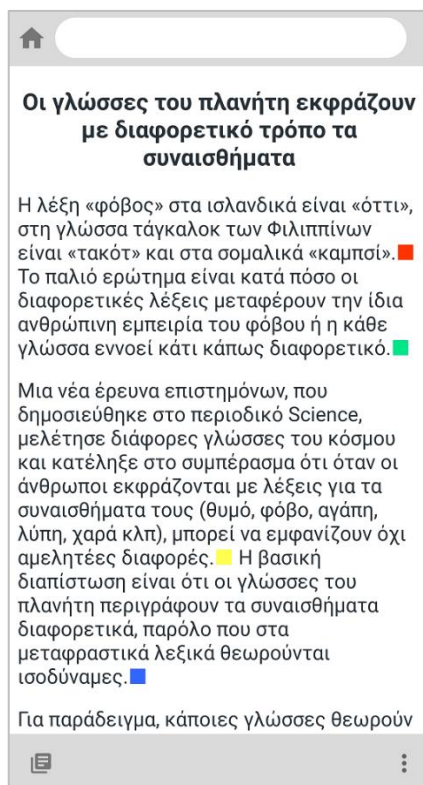
Εικόνα 28: Πείραμα 1 – Σελίδα 2.1 με μεγέθυνση

Αφού ολοκληρώσει και το δεύτερο μέρος συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο που αφορά την εμπειρία που είχε με τη χρήση της εφαρμογής (Εικόνα 29).

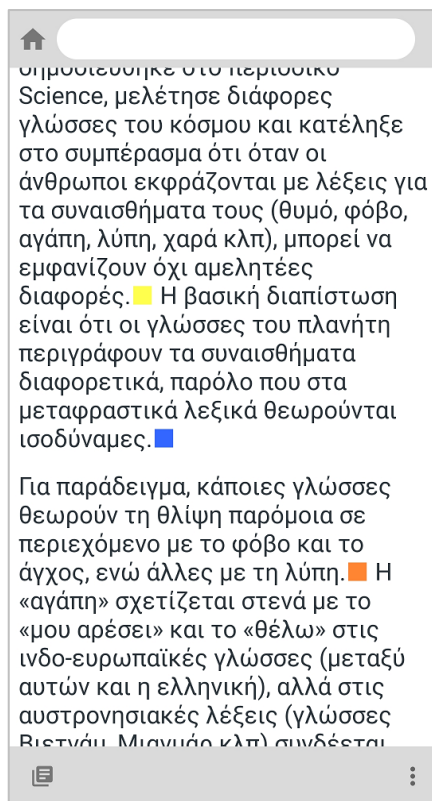


Εικόνα 29: Τέλος 1^{ου} πειράματος

Στη συνέχεια ακολουθεί το δεύτερο πείραμα. Σκοπός του πειράματος αυτού είναι να αξιολογηθεί κατά πόσο οι χρωματιστοί δείκτες στο κείμενο βοήθησαν τους χρήστες να βρίσκουν με μεγαλύτερη ευκολία το σημείο στο οποίο είχαν μείνει ακριβώς πριν από την αλλαγή μεγέθους της γραμματοσειράς. Το πείραμα αυτό αποτελείται από δύο σελίδες, η μία περιέχει χρωματιστούς δείκτες στο τέλος κάθε πρότασης ενώ η άλλη όχι. Κατα την διάρκεια που ο χρήστης διαβάζει το κείμενο, του δίνεται οδηγία να αλλάζει τη θέση του χεριού του στις γνωστές σε αυτόν αποστάσεις από το προηγούμενο πείραμα (κοντά, μέση, μακριά). Του δίνεται χρόνος μεταξύ των αλλαγών ώστε να βρει το σημείο που έχει μείνει και να συνεχίσει την ανάγνωση. Μόλις ολοκληρωθεί και το δεύτερο πείραμα γίνεται στον χρήστη μια ερώτηση για το ποιος από τους δύο τρόπους (με δείκτες ή μη) τον βόλεψε περισσότερο και γιατί.

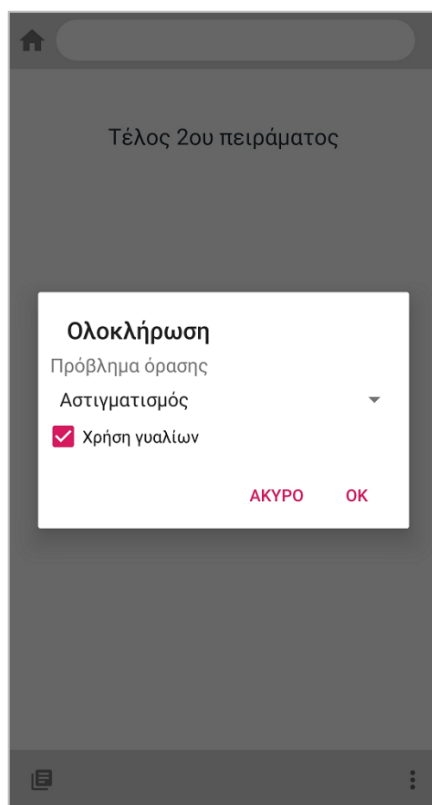


Εικόνα 30: Πείραμα 2 - Σελίδα με δείκτες (βαθμίδα 1)



Εικόνα 31: Πείραμα 2 - Σελίδα με δείκτες (βαθμίδα 2)

Στο τέλος, μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου πειράματος γίνεται καταγραφή πιθανού προβλήματος οράσεως του χρήστη και εάν έκανε χρήση γυαλιών οράσεως κατά τη διάρκεια ανάγνωσης των κειμένων (*Εικόνα 32: Καταγραφή πιθανού προβλήματος οράσεως του χρήστη*).



Εικόνα 32: Καταγραφή πιθανού προβλήματος οράσεως του χρήστη

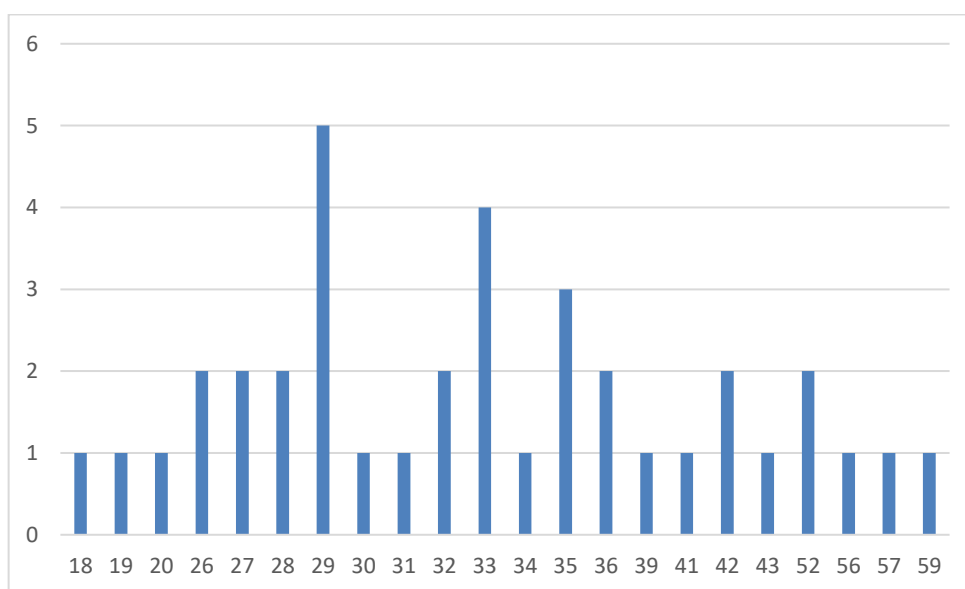
5

Αποτελέσματα χρήσης

5.1 Γενικά

Για την αξιολόγηση της εφαρμογής οι χρήστες απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο SUS (System Usability Scale), με κλίμακα από το 1 έως το 5. Με το ερωτηματολόγιο αυτό αξιολογείται ουσιαστικά η ευχρηστία της εφαρμογής.

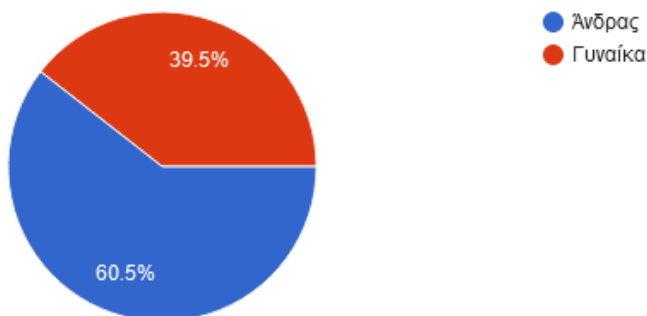
Στην αξιολόγηση πήρε μέρος τυχαίο δείγμα 38 ατόμων. Αρχικά, ζητήθηκε να δηλώσουν το φύλο και την ηλικία τους. Οι ηλικίες των χρηστών κυμαίνονται μεταξύ 18 και 59 ετών εκ των οποίων το 60,5% είναι άντρες.



Εικόνα 33: Ηλικιακή κατάταξη χρηστών

Φύλο

38 responses



Εικόνα 34: Κατάταξη φύλου χρηστών

5.2 Αξιολόγηση χρηστικότητας

Ακολουθούν οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που απάντησαν οι χρήστες μετά το πρώτο πείραμα.

Πίνακας 1: Ερωτήσεις SUS ερωτηματολογίου

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ
1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ την εφαρμογή συχνά.
2. Βρήκα την εφαρμογή αδικαιολόγητα περίπλοκη.
3. Σκέφτηκα ότι η εφαρμογή ήταν εύκολη στη χρήση.
4. Νομίζω ότι θα χρειαστώ βοήθεια από κάποιον τεχνικό για να είμαι σε θέση να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή.
5. Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες της εφαρμογής καλά ολοκληρωμένες.
6. Σκέφτηκα ότι υπήρχε μεγάλη ασυνέπεια στην εφαρμογή.
7. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθουν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή πολύ γρήγορα.
8. Βρήκα την εφαρμογή πολύ περίπλοκη/δύσκολη στη χρήση.
9. Ένιωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας την εφαρμογή.
10. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν να μπορέσω να ξεκινήσω με την εφαρμογή.

Πίνακας 2: Ερώτηση συνολικής αξιολόγησης εφαρμογής

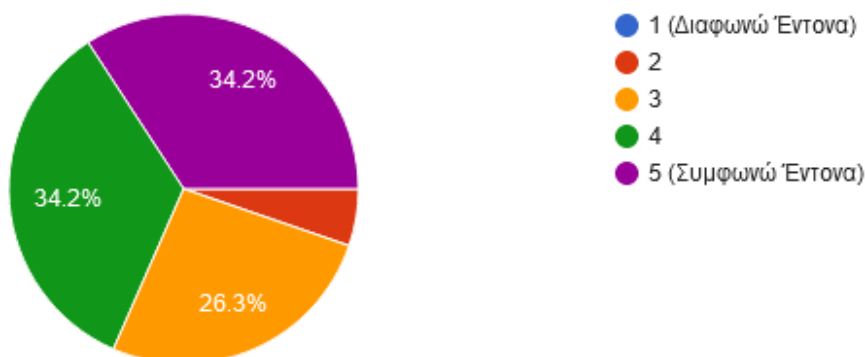
ΕΡΩΤΗΣΗ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ
Συνολικά, θα βαθμολογούσα την εφαρμογή ως	Το χειρότερο περιβάλλον που θα μπορούσα να φανταστώ
	Απαίσιο

	Φτωχό
	OK
	Καλό
	Εξαιρετικό
	Το καλύτερο περιβάλλον που θα μπορούσα να φανταστώ

Ακολουθούν οι απαντήσεις των χρηστών στο ερωτηματολόγιο SUS.

1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ την εφαρμογή συχνά.

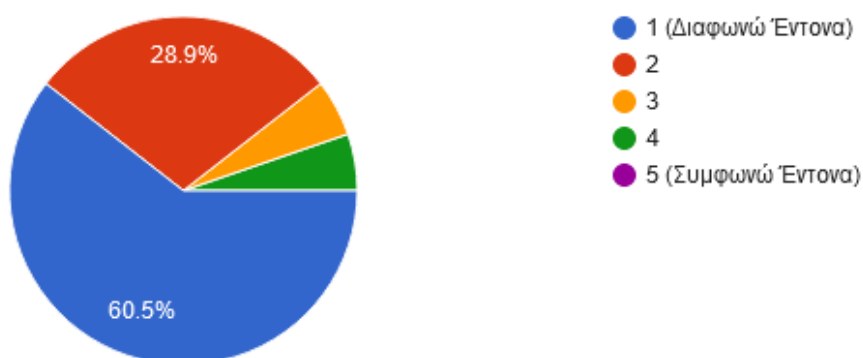
38 responses



Εικόνα 35: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 1

2. Βρήκα την εφαρμογή αδικαιολόγητα περίπλοκη.

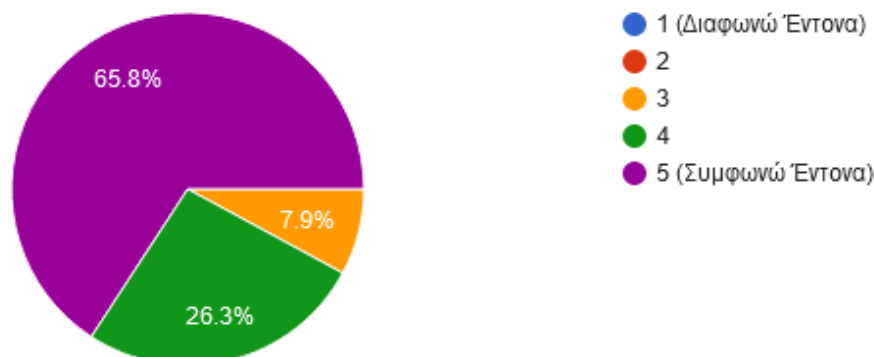
38 responses



Εικόνα 36: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 2

3. Σκέφτηκα ότι η εφαρμογή ήταν εύκολη στη χρήση.

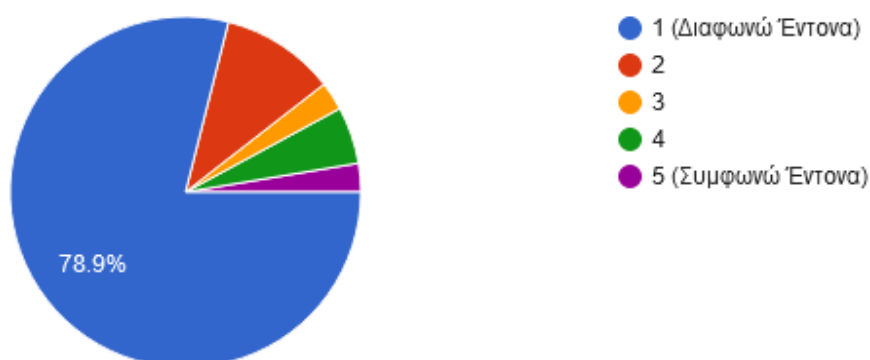
38 responses



Εικόνα 37: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 3

4. Νομίζω ότι θα χρειαστώ βοήθεια από κάποιον τεχνικό για να είμαι σε θέση να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή.

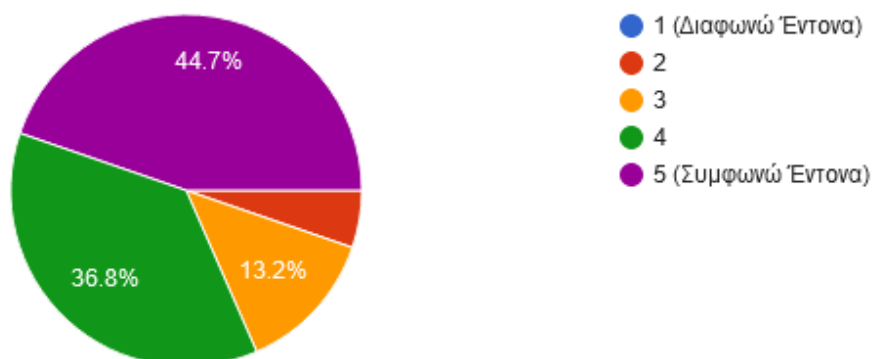
38 responses



Εικόνα 38: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 4

5. Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες της εφαρμογής καλά ολοκληρωμένες.

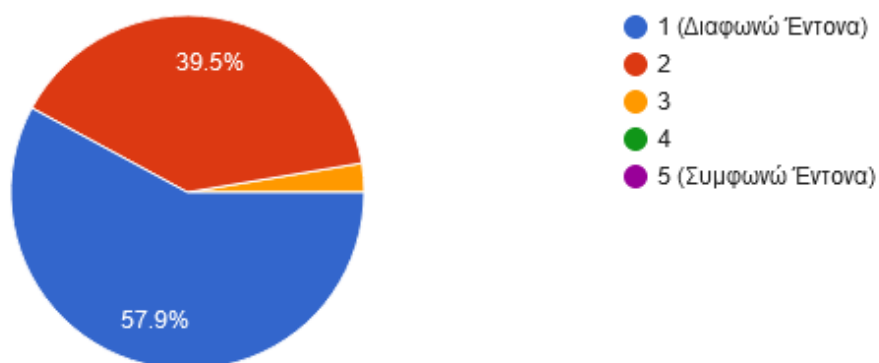
38 responses



Εικόνα 39: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 5

6. Σκέφτηκα ότι υπήρχε μεγάλη ασυνέπεια στην εφαρμογή.

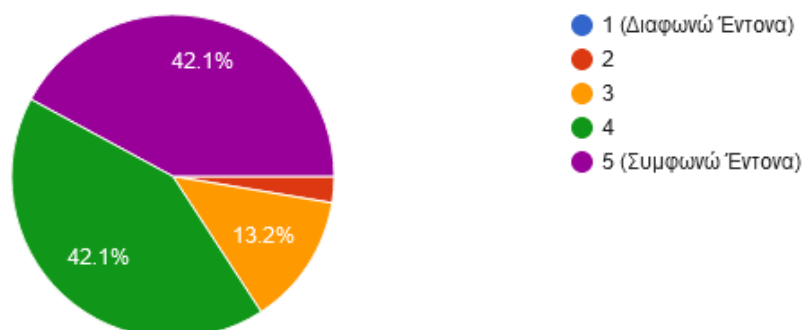
38 responses



Εικόνα 40: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 6

7. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθουν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή πολύ γρήγορα.

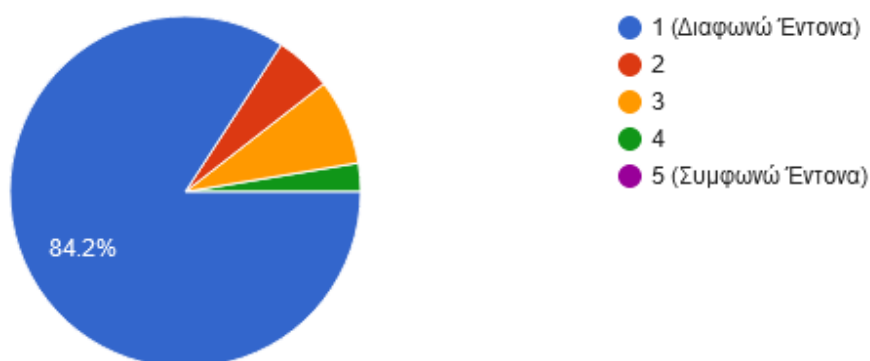
38 responses



Εικόνα 41: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 7

8. Βρήκα την εφαρμογή πολύ περίπλοκη/δύσκολη στη χρήση.

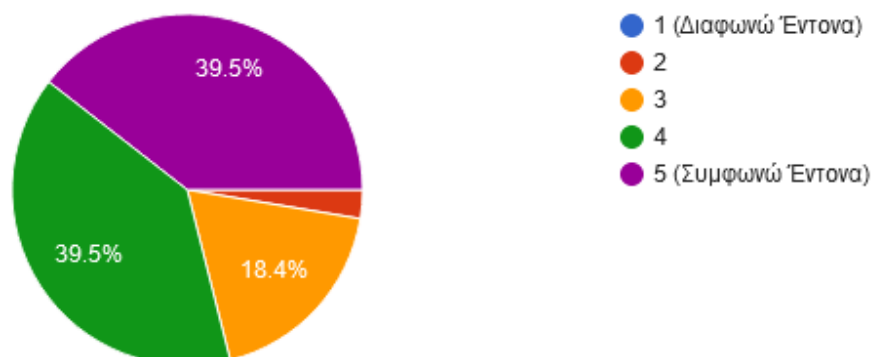
38 responses



Εικόνα 42: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 8

9. Ένιωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας την εφαρμογή.

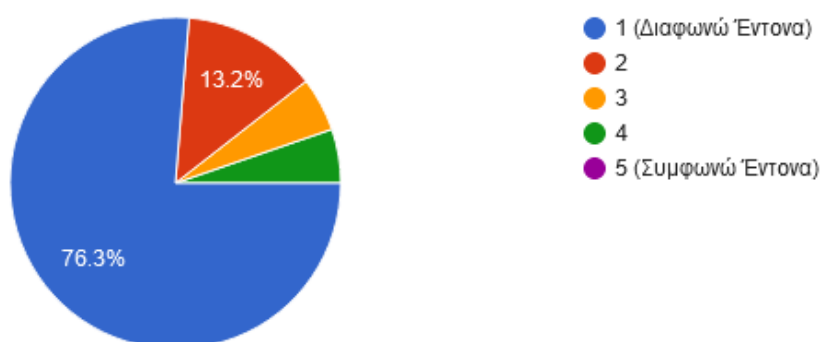
38 responses



Εικόνα 43: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 9

10. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν να μπορέσω να ξεκινήσω με την εφαρμογή.

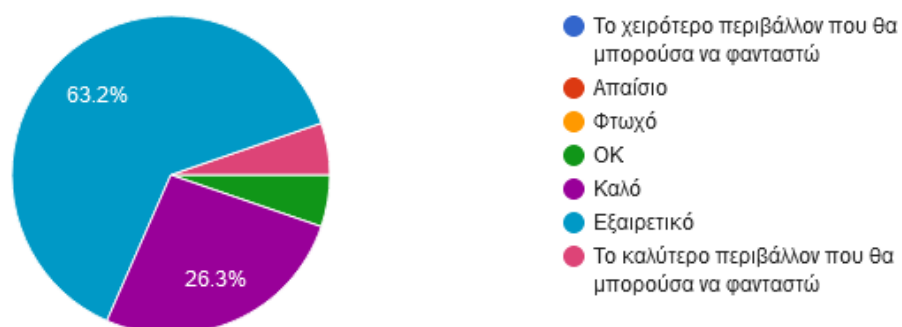
38 responses



Εικόνα 44: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση 10

Συνολικά, θα βαθμολογούσα την εφαρμογή ως

38 responses



Εικόνα 45: Ερωτηματολόγιο – Ερώτηση συνολικής αξιολόγησης

Συνολικά, σύμφωνα με τις απαντήσεις που έδωσαν οι χρήστες στο ερωτηματολόγιο η εφαρμογή αξιολογήθηκε θετικά και φάνηκε ότι είναι ένα εργαλείο που θα ήθελαν να χρησιμοποιούν πιο συχνά. Ακόμη, σύμφωνα με τις απαντήσεις η εφαρμογή αξιολογήθηκε εύκολη στη χρήση.

Κατά την εκτέλεση του πειράματος έγινε καταγραφή δεδομένων του χρήστη, όπως οι ακραίες αποστάσεις που όρισε κατά τη βαθμονόμηση, οι ακραίες τιμές του μεγέθους της γραμματοσειράς που επέλεξε, η χρονική διάρκεια που παρέμεινε σε κάθε σελίδα, ο αριθμός των βαθμίδων (scales) αυξομείωσης του κειμένου και η απόσταση του χρήστη από την οθόνη κάθε δευτερόλεπτο. Παρακάτω ακολουθούν οι μέσοι όροι των δεδομένων αυτών των χρηστών.

Πίνακας 3: Μέσοι όροι δεδομένων πειράματος

	Μέσος όρος
Μεγέθυνση κειμένου κοντινής απόστασης	110,62
Μεγέθυνση κειμένου μακρινής απόστασης	120,30
Κοντινή απόσταση (cm)	25,50
Μακρινή απόσταση (cm)	42,71
Απόσταση ματιών κοντινής απόστασης (points)	113,92
Απόσταση ματιών μακρινής απόστασης (points)	66,91
Συνολικός αριθμός βαθμίδων	3,38
Μέση απόσταση σελίδας 1.1 (κοντινή)	23,10
Μέση απόσταση σελίδας 1.2 (μέση)	32,77
Μέση απόσταση σελίδας 1.3 (μακρινή)	44,15
Μέση απόσταση σελίδας 2.1 (κοντινή)	23,27
Μέση απόσταση σελίδας 2.2 (μέση)	31,68
Μέση απόσταση σελίδας 2.3 (μακρινή)	43,93
Διάρκεια σελίδας 1.1	50,14
Διάρκεια σελίδας 1.2	45,97
Διάρκεια σελίδας 1.3	41,28
Διάρκεια σελίδας 2.1	50,24
Διάρκεια σελίδας 2.2	48,86
Διάρκεια σελίδας 2.3	36,81
Διάρκεια σελίδας 3	77,25
Αριθμός αυξομειώσεων σελίδας 3	15,51
Διάρκεια σελίδας 4	81,67
Αριθμός αυξομειώσεων σελίδας 4	11,73

5.3 Αξιολόγηση χρηστικότητας δεικτών κειμένου

Η τελευταία ερώτηση που τέθηκε στους χρήστες αφορά το δεύτερο μέρος του συνολικού πειράματος, η οποία ήταν προφορική και ηχογραφήθηκε. Οι χρήστες ερωτήθηκαν ποιον από τους δύο τρόπους ανάγνωσης προτίμησαν περισσότερο και γιατί. Ο ένας τρόπος ήταν απλό κείμενο, ενώ ο δεύτερος ήταν κείμενο με χρωματιστούς δείκτες στο τέλος κάθε πρότασης του κειμένου.

Το 44,74% (17 χρήστες) των χρηστών απάντησε ότι προτιμούσε την σελίδα με τους χρωματιστούς δείκτες, το 36,84% (14 χρήστες) απάντησε ότι προτιμούσε τη σελίδα χωρίς τους δείκτες, ενώ το υπόλοιπο 18,42% (7 χρήστες) δεν είχε κάποια προτίμηση μεταξύ των δύο σελίδων. Για τους περισσότερους χρήστες που δεν προτιμούσαν τη σελίδα με τους χρωματιστούς δείκτες, ο λόγος ήταν ότι τα χρώματα αποσπούσαν την προσοχή τους από το κείμενο ή επειδή δεν καταλάβαιναν τον λόγο που βρίσκονταν εκεί. Ακόμη ένας λόγος ήταν ότι την στιγμή που τους δινόταν η οδηγία να αλλάξουν απόσταση δεν είχαν σταματήσει στο τέλος της πρότασης (όπου και βρίσκονταν οι δείκτες) και με αυτόν τον τρόπο δεν τους βοήθησαν οι δείκτες. Είναι πιο πιθανό εάν έπερναν μόνοι τους την πρωτοβουλία να αλλάξουν την θέση τους, να το έκαναν αφού είχαν ολοκληρώσει την ανάγνωση μιας πρότασης και έτσι να έβλεπαν πιο χρήσιμους τους δείκτες. Όσον αφορά τους χρήστες που προτίμησαν τη σελίδα με τους δείκτες, ο λόγος για τους περισσότερους ήταν ότι τους βοηθούσαν να βρουν πιο εύκολα το σημείο που είχαν μείνει κατά την αλλαγή του μεγέθους της γραμματοσειράς. Ωστόσο, κάποιοι από τους χρήστες αυτούς, προτίμησαν την σελίδα με τους δείκτες για διαφορετικό λόγο. Κάποιοι ανέφεραν ότι το κείμενο ήταν πιο ευανάγνωστο ή λιγότερο μονότονο λόγω των δεικτών, ενώ ένας άλλος ότι τον βοηθούσαν να αφομοιώσει καλύτερα αυτά που διάβαζε.

6

Συμπεράσματα και Προοπτικές

6.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Στη διπλωματική αυτή παρουσιάστηκε ένας νέος τρόπος χρήσης ενός δεδομένου πλαισίου, η απόσταση του χρήστη από την οθόνη της συσκευής. Αναπτύχθηκε μια εφαρμογή η οποία χρησιμοποιεί το δεδομένο αυτό για την προσαρμογή του μεγέθους του περιεχομένου της εφαρμογής. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στη βαθμονόμηση που γίνεται πριν από τη χρήση της εφαρμογής, ώστε ο χρήστης να έχει τη βέλτιστη δυνατή εμπειρία. Επίσης, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα όπου οι χρήστες έκαναν χρήση της εφαρμογής διαβάζοντας διάφορα κείμενα. Τα αποτελέσματα του πειράματος ήταν πολύ θετικά, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών απάντησε θετικά ως προς την ευχρηστία και τη χρησιμότητα του συστήματος.

6.2 Μελλοντική Εργασία

Η διπλωματική αυτή αφήνει αρκετές προοπτικές για την ανάπτυξη αλλά και την επέκταση των λειτουργιών της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της. Η εφαρμογή αυτή παρέχει τη δυνατότητα πλοήγησης στον παγκόσμιο ιστό μέσω αυτής. Θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα εργαλείο ως επέκταση (extension) σε κάποιον φυλλομετρητή (browser) ώστε να μη χρειάζεται η εγκατάσταση μιας επιπλέον εφαρμογής, για να χρησιμοποιείται το εργαλείο αυτό παράλληλα με όλες τις λειτουργίες του φυλλομετρητή. Επίσης, θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε αναγνώστες ηλεκτρονικών βιβλίων (e-book readers), ακόμη και σε εφαρμογές όπου θα αλλάζουν κάποιες λειτουργίες όπως για παράδειγμα να ενεργοποιούνται φωνητικές εντολές.

Σε ακόμα πιο προχωρημένο στάδιο θα μπορούσαν να βελτιστοποιηθούν κάποιες αδυναμίες του εργαλείου, όπως είναι όταν γίνεται αναδιάταξη του κειμένου την στιγμή που αλλάζει το μέγεθος του κειμένου και ο χρήστης χάνει το σημείο στο οποίο έκανε ανάγνωση αμέσως πριν την αλλαγή του μεγέθους. Για την λύση αυτού του προβλήματος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένας ιχνηλάτης ματιών (eye tracker), ώστε να ανιχνεύεται το σημείο στο οποίο είχε μείνει ο χρήστης και να του υποδεικνύεται με κάποιο τρόπο το σημείο αυτό.

Βιβλιογραφία- Αναφορές

- [1] “The Mobile Economy 2019,” *The Mobile Economy*.
<https://www.gsma.com/r/mobileeconomy/> (accessed Jan. 05, 2020).
- [2] N. Bevan, “What is the difference between the purpose of usability and user experience evaluation methods,” 2009, vol. 9, pp. 1–4.
- [3] “User interface,” *Wikipedia*. Mar. 18, 2020, Accessed: Apr. 04, 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=User_interface&oldid=946204822.
- [4] A. Hussain and E. O. Mkpojiogu, “The effect of responsive web design on the user experience with laptop and smartphone devices,” *J. Teknol.*, vol. 77, no. 4, pp. 41–47, 2015.
- [5] E. Harb, P. Kapellari, S. Luong, and N. Spot, “Responsive web design,” *Version of 06 Dec 2011*, vol. 6, 2011.
- [6] E. G. Nilsson and O.-W. Rahlff, “Mobile and stationary user interfaces—differences and similarities based on two examples,” In *Proceedings of HCI international 2003*, vol. 2003.
- [7] “Ubiquitous computing,” *Wikipedia*. Mar. 18, 2020, Accessed: Mar. 30, 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ubiquitous_computing&oldid=946214099.
- [8] B. Schilit, N. Adams, and R. Want, “Context-aware computing applications,” In *1994 First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp. 85-90. IEEE, 1994.
- [9] B. N. Schilit and M. M. Theimer, “Disseminating active map information to mobile hosts,” *IEEE Netw.*, vol. 8, no. 5, pp. 22–32, 1994.
- [10] A. K. Dey, “Understanding and using context,” *Pers. Ubiquitous Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 4–7, 2001.
- [11] G. Chen and D. Kotz, “A survey of context-aware mobile computing research,” *Dartm. Comput. Sci. Tech. Rep. TR2000-381*, 2000.
- [12] K. Henriksen, J. Indulska, and A. Rakotonirainy, “Modeling context information in pervasive computing systems,” 2002, pp. 167–180.
- [13] Bettini, C., Brdiczka, O., Henriksen, K., Indulska, J., Nicklas, D., Ranganathan, A. and Riboni, D., “A survey of context modelling and reasoning techniques,” *Pervasive Mob. Comput.*, vol. 6, no. 2, pp. 161–180, 2010.

- [14] K. J. Choboter and A. M. Broga, “Display Brightness Adjustment,” Aug. 2012.
- [15] J. Yu, Y. Chen, and J. Li, “Color scheme adaptation to enhance user experience on smartphone displays leveraging ambient light,” *IEEE Trans. Mob. Comput.*, vol. 16, no. 3, pp. 688–701, 2016.
- [16] H. J. C. Letourneur, D. J. Foster, and L. E. Sellier, “Dynamic display adjustment,” Nov. 2016.
- [17] T. T. Kristjansson, M. Mansour, A. S. Chhetri, and L. Solbach, “Volume adjustment for listening environment,” Dec. 2018.
- [18] J. Zhang, R. Xia, Z. Fu, J. Li, and Y. Yan, “A fast two-microphone noise reduction algorithm based on power level ratio for mobile phone,” 2012, pp. 206–209.
- [19] K. A. Li, T. Y. Sohn, S. Huang, and W. G. Griswold, “Peopletones: a system for the detection and notification of buddy proximity on mobile phones,” 2008, pp. 160–173.
- [20] N. Eagle and A. Pentland, “Social serendipity: Mobilizing social software,” *IEEE Pervasive Comput.*, vol. 4, no. 2, pp. 28–34, 2005.
- [21] E. Isaacs, A. Walendowski, and D. Ranganathan, “Hubbub: A sound-enhanced mobile instant messenger that supports awareness and opportunistic interactions,” 2002, pp. 179–186.
- [22] A. Ranganathan, R. H. Campbell, A. Ravi, and A. Mahajan, “Conchat: A context-aware chat program,” *IEEE Pervasive Comput.*, vol. 1, no. 3, pp. 51–57, 2002.
- [23] E. D. Mynatt, J. Rowan, S. Craighill, and A. Jacobs, “Digital family portraits: supporting peace of mind for extended family members,” 2001, pp. 333–340.
- [24] A. Bayat, M. Pomplun, and D. A. Tran, “A study on human activity recognition using accelerometer data from smartphones,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 34, pp. 450–457, 2014.
- [25] E. Thammasat and J. Chaicharn, “A simply fall-detection algorithm using accelerometers on a smartphone,” 2012, pp. 1–4.
- [26] D. Shi, X. Chen, J. Wei, and R. Yang, “User emotion recognition based on multi-class sensors of smartphone,” 2015, pp. 478–485.
- [27] S. B. Calo, D. M. Freimuth, R. K. Ganti, J. J. Fan, and F. Ye, “QA based on context aware, real-time information from mobile devices,” Aug. 2019.
- [28] “Sensor,” *Wikipedia*. Apr. 03, 2020, Accessed: Apr. 05, 2020. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Sensor&oldid=948856845>.

- [29] A. Anjum and M. U. Ilyas, “Activity recognition using smartphone sensors,” 2013, pp. 914–919.
- [30] C.-P. Lau, H.-F. Tse, A. J. Camm, and S. S. Barold, “Evolution of pacing for bradycardias: sensors,” *Eur. Heart J. Suppl.*, vol. 9, no. suppl_I, pp. I11–I22, 2007.
- [31] “Sensors Overview,” *Android Developers*. https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview (accessed Jan. 08, 2020).
- [32] H. Bageel and S. Saeed, “Face Detection Authentication on Smartphones: End Users Usability Assessment Experiences,” 2019, pp. 1–6.
- [33] M. Chauhan and M. Sakle, “Study & analysis of different face detection techniques,” *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 1615–1618, 2014.
- [34] J. He, S. Roberson, B. Fields, J. Peng, S. Cielocha, and J. Coltea, “Fatigue detection using smartphones,” *J. Ergon.*, vol. 3, no. 03, pp. 1–7, 2013.
- [35] N. Heni and H. Hamam, “Facial emotion detection of smartphone games users,” 2015, pp. 1243–1247.
- [36] W. Lawanont, M. Inoue, P. Mongkolnam, and C. Nukoolkit, “Neck posture monitoring system based on image detection and smartphone sensors using the prolonged usage classification concept,” *IEEJ Trans. Electr. Electron. Eng.*, vol. 13, no. 10, pp. 1501–1510, 2018.
- [37] “Computer vision syndrome,” *Wikipedia*. Mar. 26, 2020, Accessed: Mar. 28, 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer_vision_syndrome&oldid=947437073.
- [38] J. S. Jennifer and T. S. Sharmila, “Edge based eye-blink detection for computer vision syndrome,” 2017, pp. 1–5.
- [39] W. D. Thomson, “Eye problems and visual display terminals—the facts and the fallacies,” *Ophthalmic Physiol. Opt.*, vol. 18, no. 2, pp. 111–119, 1998.
- [40] A. Jackson and I. Bailey, “Visual acuity,” *Optom. Pract.*, vol. 5, pp. 53–68, 2004.
- [41] Y. Bababekova, M. Rosenfield, J. E. Hue, and R. R. Huang, “Font size and viewing distance of handheld smart phones,” *Optom. Vis. Sci.*, vol. 88, no. 7, pp. 795–797, 2011.
- [42] C. Eastwood-Sutherland and T. J. Gale, “Eye-screen distance monitoring for computer use,” 2011, pp. 2164–2167.

- [43] W. Ponglangka, N. Theera-Umpon, and S. Auephanwiriyaikul, “Eye-gaze distance estimation based on gray-level intensity of image patch,” 2011, pp. 1–5.
- [44] K. A. Rahman, M. S. Hossain, M. A.-A. Bhuiyan, T. Zhang, M. Hasanuzzaman, and H. Ueno, “Person to camera distance measurement based on eye-distance,” 2009, pp. 137–141.
- [45] I. König, P. Beau, and K. David, “A new context: Screen to face distance,” 2014, pp. 1–5.
- [46] Z. Li, W. Chen, Z. Li, and K. Bian, “Look into my eyes: Fine-grained detection of face-screen distance on smartphones,” 2016, pp. 258–265.
- [47] H. Lee, S. Lee, Y. S. Choi, Y. Seo, and E. Shim, “A new posture monitoring system for preventing physical illness of smartphone users,” 2013, pp. 713–716.
- [48] K. W. Nixon, X. Chen, and Y. Chen, “Scope-quality retaining display rendering workload scaling based on user-smartphone distance,” 2016, pp. 1–6.
- [49] E. Machado *et al.*, “A conceptual framework for adaptive user interfaces for older adults,” 2018, pp. 782–787.
- [50] K. C. Brata and M. S. Hidayatulloh, “An idea of intuitive mobile diopter calculator for myopia patient,” *Telkomnika*, vol. 17, no. 1, pp. 307–313, 2019.
- [51] “Face Detection Concepts Overview | Mobile Vision | Google Developers.” <https://developers.google.com/vision/face-detection-concepts> (accessed Apr. 19, 2020).

Σύντομο Βιογραφικό Συγγραφέα



Η Χαραλαμπία Παπαδάτου ολοκλήρωσε τις σπουδές της στην Πολυτεχνική Σχολή του Πανεπιστημίου Πατρών, στο τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής το 2021. Από το 2016 εργάζεται στην Ελλάδα ως Software Developer. Ειδικεύεται στην ανάπτυξη front-end για εφαρμογές Android, Windows και Web. Έχει καλές γνώσεις και εμπειρία πάνω στις γλώσσες προγραμματισμού Java, C# και JavaScript.