

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ
ΚΙΝΗΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ**

Χαρίτων Ευσταθιάδης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2011

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Ανίχνευση Αστικού Περιβάλλοντος με Αισθητήρες Κινητών Συσκευών

Χαρίτων Ευσταθιάδης

Επιβλέποντες Καθηγητές

Μάριος Δ. Δικαιάκος

Γιώργος Πάλλης

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2011

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τους καθηγητές μου Δρ. Μάριο Δικαιάκο και Δρ. Γιώργο Πάλλη, οι οποίοι υπήρξαν οι επιβλέποντες καθηγητές της διπλωματικής μου εργασίας, για τη συνεχή υποστήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της. Τους ευχαριστώ για την κατανόηση που έδειξαν στα διάφορα προβλήματα που αντιμετώπισα κατά καιρούς και για τη βοήθεια που μου προσέφεραν για την επίλυση των προβλημάτων αυτών. Είναι σπουδαίοι ερευνητές και καθηγητές, αλλά πάνω απ' όλα εξαιρετικοί άνθρωποι. Η ευκαιρία που μου έδωσαν για να εργαστώ σε ερευνητικό εργαστήριο ήταν το έναυσμα για την έκθεση μου σε υψηλής ποιότητας έρευνα, ένα σημαντικό συστατικό που χωρίς αυτό η διπλωματική εργασία μου πιθανότατα να μην ήταν δυνατό να ολοκληρωθεί.

Ευχαριστώ τους φοιτητές που εργάζονταν στο εργαστήριο για τις πολύωρες και καρποφόρες συζητήσεις που κάναμε, και ιδιαίτερα τον Νικόλα Λουλλούδη, υποψήφιο διδάκτορα, για την πολύτιμη και ανιδιοτελή βοήθεια που μου προσέφερε. Ευχαριστώ επίσης τους συμφοιτητές μου Σοφία Γεωργιάδου και Παναγιώτη Ανδρέου για τις μακρές και ουσιαστικές συζητήσεις που κάναμε καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου, και ιδιαίτερα τους γονείς μου Ανδρέα και Ελευθερία, για τις συμβουλές και καθοδηγήσεις τους που πάντα θα χαίρουν άκρας εκτίμησης και σημασίας από εμένα.

Περίληψη

Σύμφωνα με το νόμο του Μουρ ο αριθμός των τρανζίστορ σε μια επεξεργαστική μονάδα διπλασιάζεται κάθε 18 μήνες. Αυτό το γεγονός έχει ως αποτέλεσμα τα κινητά τηλέφωνα να ενισχύονται με περισσότερα τεχνικά χαρακτηριστικά, αξιοποιώντας τις δυνατότητες που τους προσφέρουν οι επεξεργαστικές μονάδες.

Στις μέρες μας οι κινητές συσκευές είναι εξοπλισμένες με ποικίλους αισθητήρες όπως το δέκτη GPS, το επιταχυνσιόμετρο, τη φωτογραφική μηχανή και το μικρόφωνο. Είναι κατανοητό πως τα κινητά μας τηλέφωνα δεν είναι μόνο μια απλή συσκευή επικοινωνίας, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν μια αισθητήρια μονάδα που συγκεντρώνει πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον του χρήστη της σε πραγματικό χρόνο.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού η οποία επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύξουν εύκολα, γρήγορα και αποδοτικά εφαρμογές αστικής αντίληψης χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες που μας προσφέρουν οι σημερινές κινητές συσκευές. Για την παρουσίαση των δυνατοτήτων της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού αναπτύχθηκαν δύο εφαρμογές που δοκιμάστηκαν σε πραγματική κινητή συσκευή.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	1
1.1 Κινητά Τηλέφωνα – Αισθητήρες Κινητών Τηλεφώνων	2
1.2 Κοινωνική Δικτύωση	3
1.3 Κίνητρα Διπλωματικής Εργασίας	4
1.4 Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας	4
 Κεφάλαιο 2 Παρουσίαση συναφούς βιβλιογραφίας	 7
2.1 Αστική Αντίληψη – Ανίχνευση Αστικού Περιβάλλοντος	8
2.1.1 Συστήματα Αστικής Αντίληψης	8
2.1.2 Συμμετέχουσα αντίληψη	8
2.1.3 Καιροσκοπική αντίληψη	8
2.2 Ανίχνευση Αστικού Περιβάλλοντος μέσω αισθητήρες κινητών συσκευών	9
2.3 Κοινωνικά Δίκτυα σε Κινητές Συσκευές	13
2.4 Συμπίεση Δεδομένων	15
2.4.1 Αλγόριθμος Run Length Coding	17
2.4.2 Αλγόριθμος Huffman	17
2.4.3 Αλγόριθμος LZW	18
2.5 Σχετική δουλειά - Πλατφόρμες Ενδιάμεσου Λογισμικού (Middlewares)	18
2.5.1 iStuff Mobile: Rapidly Prototyping New Mobile Phone Interfaces for Ubiquitous Computing	19
2.5.2 Campaignr: Configurable mobile sensing	21
2.5.3 Nericell: Rich Monitoring of Road and Traffic Conditions using Mobile Smartphones	23
2.5.4 EEMSS: a framework of Energy Efficient Mobile Sensing for automatic user State recognition	25
2.5.5 Jigsaw: Continuous Sensing Engine for Mobile Phone Applications	27
2.5.6 SoundSense: Scalable Sound Sensing for People-Centric Applications on Mobile Phones	30
2.5.7 Horation Framework to Reduce Mobility Footprints	33
2.5.8 Συγκριτικός πίνακας	35
 Κεφάλαιο 3 Πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World	 36
3.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν	37
3.1.1 Sensaris Senspods	37

3.1.2	Εργαλείο GPS	38
3.1.3	Επιταχυνσιόμετρο	38
3.1.4	Επιλογή κατάλληλου λογισμικού για ανάπτυξη του Feel The World	39
3.2	Αρχιτεκτονική Πλατφόρμας Ενδιάμεσου Λογισμικού Feel The World	41
3.3	Ανάλυση Αρχιτεκτονικής	45
3.3.1	Εφαρμογές Κινητών Τηλεφώνων	46
3.3.2	Εφαρμογές Υπολογιστών – Εξυπηρετητών	51
Κεφάλαιο 4	Αλγόριθμοι	54
4.1	Αλγόριθμοι Συμπίεσης Δεδομένων	55
4.1.1	Γιατί είναι απαραίτητη η συμπίεση δεδομένων;	55
4.1.2	Επιλογή καταλληλότερου αλγορίθμου	55
4.2	Αλγόριθμος καθορισμού χρονικής στιγμής αποστολής δεδομένων	58
4.2.1	Κίνητρο - Στόχος	58
4.2.2	Ανάλυση Αλγορίθμου	58
4.3	Αλγόριθμος Υπολογισμού Κατάστασης Χρήστη	61
4.3.1	Κίνητρο - Στόχος	61
4.3.2	Περιγραφή Αλγορίθμου	61
4.3.3	Αξιολόγηση Αλγορίθμου Ανίχνευσης Κατάστασης Χρήστη	64
Κεφάλαιο 5	Εφαρμογές που αναπτύχθηκαν	66
5.1	Συσκευή HTC Desire	67
5.2	Ανάπτυξη εφαρμογών	67
5.2.1	Εφαρμογή κοινωνικής Facebook Friends Tracker	67
5.2.2	Εφαρμογή Feel The World Reporter	73
Κεφάλαιο 6	Συμπεράσματα	81
6.1	Συμπεράσματα	82
6.2	Μελλοντική Εργασία	83
Βιβλιογραφία		84
Παράρτημα Α		87

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1	Κινητά Τηλέφωνα – Αισθητήρες Κινητών Τηλεφώνων	2
1.2	Κοινωνική Δικτύωση	3
1.3	Κίνητρα Διπλωματικής Εργασίας	4
1.4	Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας	4

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια εισαγωγή στο πεδίο με το οποίο ασχοληθήκαμε στην παρούσα διπλωματική εργασία. Αρχικά γίνεται μια περιγραφή της ανάπτυξης των κινητών συσκευών και την προσθήκη αισθητήρων σε αυτές. Στη συνέχεια γίνεται μια εισαγωγή στο πεδίο της κοινωνικής δικτύωσης και τον σημαντικό ρόλο που έχουν τέτοιες εφαρμογές στη σημερινή εποχή. Ακολούθως παρουσιάζονται τα κίνητρα της διπλωματικής εργασίας και οι στόχοι που καθοριστήκαν.

1.1 Κινητά Τηλέφωνα – Αισθητήρες Κινητών Τηλεφώνων

Η ολοκλήρωση της κατασκευής του πρώτου κινητού τηλεφώνου, του MotorolaDynaTAC[26], έγινε την 3η Απριλίου του 1973 στη Νέα Υόρκη, από τον Δρ. Μάρτιν Κούπερ που εργαζόταν για την Motorola. Είχε ύψος 25 εκατοστά και βάρος 900 γραμμάρια. Υποστήριζε τη λειτουργία της φωνητικής κλήσης χωρίς την εξάρτηση από φυσική καλωδιακή σύνδεση με δίκτυο παροχής τηλεφωνίας. Από τότε πέρασαν σχεδόν 30 χρόνια στα οποία άλλαξαν πολλά στον τομέα της κινητής τηλεφωνίας.

Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας, το κινητό τηλέφωνο έγινε μια απαραίτητη συσκευή για τον κάθε άνθρωπο, οποιασδήποτε κοινωνικής τάξης. Τα τελευταία χρόνια παρακολουθούμε μια πρωτοφανή αύξηση στις δυνατότητες των κινητών τηλεφώνων.

Στην αρχή της δεκαετίας του '90 άρχισε η απογείωση των κινητών τηλεφώνων, με την ψηφιοποίηση δικτύων (GSM) και συσκευών. Τα κινητά έγιναν μικρότερα (100-200 γραμμάρια), χωρούσαν στην παλάμη και στην τσέπη του χρήστη τους. Πέρασαμε έτσι στα κινητά της δεύτερης γενιάς (2G), που παρείχαν και άλλες ευκολίες, όπως την αποστολή σύντομων γραπτών μηνυμάτων (SMS) και τη λήψη φωτογραφιών.

Στις αρχές του 21ου αιώνα μπήκαν στη ζωή μας τα κινητά τρίτης γενιάς (3G), με τις απεριόριστες δυνατότητες των πολυμέσων και την χρήση του διαδικτύου σε υψηλές ταχύτητες. Οι κινητές αυτές συσκευές παρέχουν κι άλλες δυνατότητες. Σχεδόν όλες έχουν ενσωματωμένο δέκτη GPS[21] από όπου μπορούν να ανακτήσουν τη θέση τους. Είναι επίσης εξοπλισμένες με διάφορους αισθητήρες που παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες στους χρήστες τους. Οι πιο συνηθισμένοι αισθητήρες είναι οι ακόλουθοι: Global Positioning System (GPS) δέκτης, ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, μικρόφωνο, ψηφιακή πυξίδα, επιταχυνσιόμετρο (accelerometer), δέκτης σήματος GSM, δέκτης σήματος Wi-Fi. Μια άλλη δυνατότητα είναι η σύνδεση με εξωτερικούς αισθητήρες είτε μέσω της υπηρεσίας Bluetooth είτε μέσω Wi-Fi, αυξάνοντας έτσι τα δεδομένα που μπορούν να παραχθούν.

Λόγω αυτών των δυνατοτήτων τα κινητά τηλέφωνα είναι επίσης θερμομέτρα, δέκτες GPS, συσκευές ανίχνευσης αερίων στην ατμόσφαιρα, συσκευές μέτρησης έντασης του ήχου κ.α. Έτσι έχουμε διασκορπισμένους αισθητήρες σε ολόκληρο τον πλανήτη, χωρίς καμία αλλαγή στην καθημερινότητά μας. Χρησιμοποιώντας αυτές τις συσκευές, μπορούμε να ανιχνεύσουμε το αστικό περιβάλλον της κάθε περιοχής και να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα που θα βοηθήσουν την καθημερινότητά μας.

1.2 Κοινωνική Δικτύωση

Στην εποχή που ζούμε οι υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης είναι ευρέως διαδεδομένες. Ο κάθε άνθρωπος που χρησιμοποιεί το διαδίκτυο είναι και χρήστης τουλάχιστον μιας υπηρεσίας κοινωνικής δικτύωσης. Στις μέρες μας ο μαγικός κόσμος του διαδικτύου τείνει να γίνει το μέσο γνωριμίας μεταξύ ομάδων ανθρώπων, εκμηδενίζοντας τις αποστάσεις. Έτσι καταλαβαίνουμε ότι αυτές οι υπηρεσίες έχουν εισαχθεί και αποτελούν βασική «ασχολία» της καθημερινότητας μας ανεξαρτήτως κοινωνικής τάξης, οικονομικής καθώς και επαγγελματικής κατάστασης του ατόμου που τα χρησιμοποιεί.

Με τον όρο «υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης» εννοούμε την ομαδοποίηση κάποιων ανεξάρτητων ατόμων-κόμβων, ούτως ώστε να δημιουργήσουμε μια κοινότητα όπου τα μέλη της συνδέονται μεταξύ τους κάτω από κάποια σχέση ή κάποια κοινά ενδιαφέροντα και δραστηριότητες.

Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας οι υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης μπορούν να αναπτύσσονται σε κινητές συσκευές. Αν αναλογιστούμε τους ρυθμούς της καθημερινότητας που συνεχώς αυξάνονται καταλήγουμε στο ότι η ανάπτυξη των υπηρεσιών κοινωνικής δικτύωσης σε κινητές συσκευές καθίσταται απαραίτητη.

1.3 Κίνητρα Διπλωματικής Εργασίας

Η κατάσταση που επικρατεί στη χρήση κινητών τηλεφώνων για την απόκτηση μετρήσεων του περιβάλλοντος στα αστικά δίκτυα μπορεί να χαρακτηριστεί ως υπό ανάπτυξη. Οι εφαρμογές που υλοποιούνται είναι συνήθως μιας χρήσης αφού είναι πιο εύκολη η δημιουργία καινούργιας εφαρμογής για να καλύψει τις ανάγκες ενός νέου αντικειμένου αίσθησης, παρά να γίνει τροποποίηση της παλιάς. Αυτό οδηγεί στην ανάγκη να γίνει ξανά υλοποίηση κώδικα και ιδεών, με αποτέλεσμα τη σπατάλη χρόνου κατά τη δημιουργία εφαρμογών από την αρχή.

Σε αυτό το πλαίσιο κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) που να παρέχει πρόσβαση σε όλους τους αισθητήρες που βρίσκονται είτε ενσωματωμένοι στις κινητές συσκευές είτε επικοινωνούν με αυτές μέσω κάποιου τύπου σύνδεσης. Ακόμα, μέσω αυτής της επαναχρησιμοποιήσιμης πλατφόρμας θα μπορούσε να παρέχεται στον προγραμματιστή ένας εύκολος τρόπος εκμετάλλευσης των γνωστών κοινωνικών δικτύων, δίνοντας του έτσι τη δυνατότητα να κοινοποιήσει εύκολα τα αποτελέσματα της αστικής αντίληψης. Το ενδιάμεσο αυτό λογισμικό πρέπει να δουλεύει καλά σε διαδικτυακά περιβάλλοντα, αντιμετωπίζοντας τις ποικίλες προκλήσεις, χωρίς να εκθέτει τον χρήστη στην πολυπλοκότητα που παρουσιάζει ο προγραμματισμός εφαρμογών αστικής αντίληψης με αισθητήρες κινητών τηλεφώνων. Επίσης πρέπει να προσφέρει υπηρεσίες εξοικονόμησης πόρων κατά τη μεταφορά δεδομένων σε κάποιο δίκτυο, καθώς και εξοικονόμησης των πόρων του τηλεφώνου. Η πλατφόρμα αυτή πρέπει να απευθύνεται και σε χρήστες που δεν έχουν προγραμματιστική πείρα, δίνοντας τους τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τους αισθητήρες μιας κινητής συσκευής χωρίς περιοσμούς λόγω των προγραμματιστικών γνώσεων τους.

1.4 Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας

Η διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την υλοποίηση μιας πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) η οποία παρέχει εύκολη πρόσβαση σε λειτουργίες και

δεδομένα που αφορούν αισθητήρες κινητών τηλεφώνων, είτε εσωτερικούς είτε εξωτερικούς.

Η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού απευθύνεται στους προγραμματιστές που ασχολούνται με αισθητήρες κινητών τηλεφώνων, καθώς και με την ανάπτυξη εφαρμογών που σχετίζεται με τα δεδομένα που μπορεί κάποιος να ανακτήσει από αυτούς. Επίσης υποστηρίζει τις βασικές λειτουργίες για διαμερισμό των δεδομένων στα κοινωνικά δίκτυα Facebook και Twitter. Για την ανταλλαγή των δεδομένων με αποδοτικό τρόπο λαμβάνεται υπόψη η εξοικονόμηση των πόρων του δικτύου και η μειωμένη χρήση της μπαταρίας της κινητής συσκευής.

Συγκεκριμένα, η πλατφόρμα λογισμικού απευθύνεται στους προγραμματιστές που αναπτύσσουν εφαρμογές σχετικές με:

- Κοινωνική Δικτύωση
 - Ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ χρηστών
 - Κοινοποίηση πληροφοριών στα μέλη της κοινότητας του χρήστη σχετικές με:
 - Τη θέση στην οποία βρίσκεται (Γεωγραφικές συντεταγμένες)
 - Τις πληροφορίες που ανακτώνται από τη δική του κινητή συσκευή
- Ανίχνευση ρύπανσης της ατμόσφαιρας*
- Ανίχνευση κατάστασης χρήστη της κινητής συσκευής

*Χρειάζεται η σύνδεση με κατάλληλο εξωτερικό αισθητήρα

Τα δεδομένα που ανακτώνται από εφαρμογές που χρησιμοποιούν την πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού μπορούν να αποστέλλονται και να αποθηκεύονται σε ένα εξυπηρετητή ο οποίος στη συνέχεια τα επεξεργάζεται και τα αποθηκεύει σε μία βάση δεδομένων. Έτσι, οι προγραμματιστές μπορούν να ανακτούν αυτά τα δεδομένα και να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες στους χρήστες είτε μέσω ιστοσελίδων είτε μέσω

κάποιων εφαρμογών. Με αυτό τον τρόπο οι χρήστες των εφαρμογών που θα αναπτυχθούν με τη χρήση αυτής της πλατφόρμας, αλλά και οι χρήστες του διαδικτύου γενικότερα, έρχονται σε επαφή με τις πληροφορίες αυτές και είναι σε θέση να γνωρίζουν διάφορα στοιχεία σχετικά με:

- Το μέρος που υπάρχει υψηλή παραγωγή μιας βλαβερής, για τον άνθρωπο, ουσίας
- Την κίνηση στο δρόμο σε μια συγκεκριμένη περιοχή, για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή
- Την ακριβή θέση κάποιων σημαντικών πληροφοριών όπως κενού χώρου στάθμευσης, οδικών έργων, πυρκαγιάς κτλ

Για να μπορέσουν να παραχθούν αυτές οι πληροφορίες μέσω των λειτουργιών που θα παρέχει αυτή η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού, πρέπει να γίνουν πολλά στάδια επεξεργασίας. Για την αποστολή των δεδομένων στον εξυπηρετητή λαμβάνεται υπόψη ο τρόπος πρόσβασης στο διαδίκτυο και η χρέωσή του και η αναγκαιότητα αποστολής του συγκεκριμένου στοιχείου. Επίσης λαμβάνεται υπόψη και η χρήση των πόρων ενός δικτύου κατά τη μεταφορά, καθώς επίσης και της μπαταρίας της κινητής συσκευής.

Κεφάλαιο 2

Παρουσίαση συναφούς βιβλιογραφίας

2.1	Αστική Αντίληψη – Ανίχνευση Αστικού Περιβάλλοντος	8
2.1.1	Συστήματα Αστικής Αντίληψης	8
2.1.2	Συμμετέχουσα αντίληψη	8
2.1.3	Καιροσκοπική αντίληψη	8
2.2	Ανίχνευση Αστικού Περιβάλλοντος μέσω αισθητήρες κινητών συσκευών	9
2.3	Κοινωνικά Δίκτυα σε Κινητές Συσκευές	13
2.4	Συμπίεση Δεδομένων	15
2.4.1	Αλγόριθμος Run Length Coding	17
2.4.2	Αλγόριθμος Huffman	17
2.4.3	Αλγόριθμος LZW	18
2.5	Σχετική δουλειά - Πλατφόρμες Ενδιάμεσου Λογισμικού (Middlewares)	18
2.5.1	iStuff Mobile: Rapidly Prototyping New Mobile Phone Interfaces for Ubiquitous Computing	19
2.5.2	Campaignr: Configurable mobile sensing	21
2.5.3	Nericell: Rich Monitoring of Road and Traffic Conditions using Mobile Smartphones	23
2.5.4	EEMSS: a framework of Energy Efficient Mobile Sensing for automatic user State recognition	25
2.5.5	Jigsaw: Continuous Sensing Engine for Mobile Phone Applications	27
2.5.6	SoundSense: Scalable Sound Sensing for People-Centric Applications on Mobile Phones	30
2.5.7	Horation Framework to Reduce Mobility Footprints	33
2.5.8	Συγκριτικός πίνακας	35

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται συνοπτικά η βιβλιογραφία που ερευνήθηκε στα πλαίσια της παρούσης διπλωματικής εργασίας. Αρχικά γίνεται αναφορά στα συστήματα αστικής αντίληψης και στους τύπους της αντίληψης που υιοθετούν. Στη συνέχεια γίνεται εκτενής περιγραφή στο πεδίο της ανίχνευσης αστικού περιβάλλοντος μέσω αισθητήρων κινητών συσκευών καθώς και στο πεδίο της κοινωνικής δικτύωσης. Τέλος γίνεται συνοπτική παρουσίαση των κυριότερων πλατφόρμων ενδιάμεσου λογισμικού.

2.1 Αστική Αντίληψη – Ανίχνευση Αστικού Περιβάλλοντος

2.1.1 Συστήματα Αστικής Αντίληψης

Η ανάπτυξη των συστημάτων αστικής αντίληψης είναι ένας αναπτυσσόμενος τομέας με τον οποίο ασχολούνται πολλά ερευνητικά κέντρα και επιστήμονες ανά τον κόσμο. Η ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων βρίσκεται ακόμα στα πρώτα της βήματα, αλλά εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς. Οι έρευνες καταπιάνονται με πολλά ζητήματα, όπως το πώς θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές των αισθητήρων και πώς μπορούν να αναπτυχθούν αλγόριθμοι που να μπορούν να προβούν σε ασφαλή συμπεράσματα. Εκείνο που συγκεντρώνει το περισσότερο ενδιαφέρον είναι το ποιος είναι ο ακριβής ρόλος των ανθρώπων στη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος. Η διαφορετική οπτική γωνία με την οποία βλέπει μια ομάδα επιστημόνων αυτό το ρόλο, επηρεάζει την ανάπτυξη του συστήματος. Οι κυριότερες προσεγγίσεις αυτού του ζητήματος είναι δύο, η συμμετέχουσα αντίληψη και η καιροσκοπική αντίληψη.

2.1.2 Συμμετέχουσα αντίληψη

Η συμμετέχουσα αντίληψη[7] περιγράφεται όταν ο χρήστης συνειδητά επιλέγει να ικανοποιήσει ένα αίτημα του συστήματος χωρίς να έχει οποιοδήποτε προσωπικό ή οικονομικό συμφέρον. Τα συστήματα αστικής αντίληψης που υιοθετούν αυτή την προσέγγιση πρέπει να υποστηρίζουν διάφορα στάδια αποφάσεων. Ο χρήστης ενός τέτοιου συστήματος πρέπει να είναι σε θέση να επιλέγει τα δεδομένα τα οποία επιθυμεί να μοιράζεται καθώς και το επίπεδο ιδιωτικότητας που επιθυμεί. Η σχεδίαση ενός τέτοιου συστήματος χρησιμοποιεί εργαλεία που βοηθούν τους χρήστες να δημοσιεύσουν, να αναζητήσουν, να ερμηνεύσουν και να επαληθεύσουν τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας κοινωνικά ανεπτυγμένες τεχνικές ενθάρρυνσης της συμμετοχής του κοινού.

2.1.3 Καιροσκοπική αντίληψη

Σύμφωνα με την καιροσκοπική αντίληψη, ο χρήστης δεν γνωρίζει ποτέ ένα τέτοιο σύστημα είναι σε λειτουργία καθώς ούτε και ποια ιδιότητα του συστήματος τέθηκε σε ισχύ. Η συσκευή ενός χρήστη χρησιμοποιείται όταν διαπιστωθεί από το σύστημα ότι

είναι χρήσιμη. Αυτή η διαπίστωση μπορεί να προκύψει είτε από τα δεδομένα του δέκτη GPS είτε από οποιοδήποτε άλλο αισθητήρα του οποίου η τιμή εγείρει το «ενδιαφέρον» του συστήματος αυτόματα. Αυτή η αντίληψη θέτει σοβαρές ανησυχίες σχετικά με την παραβίαση ιδιωτικών πληροφοριών του χρήστη, όπως είναι η γεωγραφική του θέση. Λόγω των πιο πάνω, τα συστήματα που ακολουθούν την καιροσκοπική αντίληψη είναι απαραίτητο όπως λαμβάνουν τα δείγματα τους όταν κινήσουν το ενδιαφέρον τους μόνο όταν το επιτρέπουν οι περιορισμοί ιδιωτικότητας και διαφάνειας του χρήστη-επιτηρητή.

2.2 Ανίχνευση Αστικού Περιβάλλοντος μέσω αισθητήρες κινητών συσκευών

Οι σημερινές κινητές συσκευές δεν περιορίζονται μόνο στη δυνατότητα φωνητικής κλήσης και αποστολής μηνυμάτων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν συσκευές ανίχνευσης αστικού περιβάλλοντος, κάτι που τα τελευταία χρόνια καθιερώθηκε σαν ένα αναπτυσσόμενο πεδίο έρευνας. Έτσι η κάθε κινητή συσκευή, που διαθέτει ενσωματωμένους αισθητήρες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν επιτηρητής σε συστήματα αστικής αντίληψης και με αυτό τον τρόπο να είναι χρήσιμη στη συλλογή πληροφοριών που αφορούν το περιβάλλον.

Ένα ενδιαφέρον περιστατικό ώθησε τον Martin Lucac, διδακτορικό φοιτητή του τμήματος πληροφορικής του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια του Λος Άντζελες, να ασχοληθεί με την εκμετάλλευση των δεδομένων που μπορούν να ανακτηθούν από τους αισθητήρες των κινητών συσκευών. Ο Lucac είχε αναπτύξει ένα σεισμόμετρο χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του accelerometer της κινητής του συσκευής. Ενώ βρισκόταν στο διαμέρισμα του έγινε ένας μικρός σεισμός, παρατηρώντας τα στοιχεία που περιτύλιξε η εφαρμογή του κατάλαβε ότι η κινητή του συσκευή μπορεί να αποτελέσει ένα έγκυρο και φθηνό κινητό σειсмоγράφο.

Ο Martin Lucac είναι ένας ερευνητής που χρησιμοποίησε ένα αισθητήρα κινητής συσκευής, το επιταχυνσιόμετρο, που ενσωματώθηκε στη συσκευή κυρίως για λόγους αυτόματου προσανατολισμού της οθόνης αναλόγως της θέσης της συσκευής για να βοηθά τους χρήστες κινητών συσκευών να παίζουν ηλεκτρονικά παιχνίδια, για να επιτύχει ένα διαφορετικό σκοπό. Στη σημερινή εποχή αυτό το φαινόμενο παρατηρείται

όλο και περισσότερο καθώς από τη μία οι ερευνητές αναζητούν καινοτόμους τρόπους ούτως ώστε να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες των συσκευών και από την άλλη οι κινητές συσκευές συνεχώς εξοπλίζονται με περισσότερους αισθητήρες αυξάνοντας έτσι τις δυνατότητές τους. Σημαντικό βοήθημα στο έργο των ερευνητών είναι το ότι τα κινητά τηλεφωνα έχουν εξαπλωθεί σε ολόκληρο τον κόσμο. Η κινητή τηλεφωνία έχει καθιερωθεί στην καθημερινή ζωή του μέσου ανθρώπου. Αυτό οδήγησε τον Deborah Estrin, διευθυντή του Κέντρου Ενσωματωμένης Δικτυακής Αντίληψη (CENS), να δηλώσει ότι «Ποτέ μια τεχνολογία, εκτός από την ανθρώπινη παρατήρηση, δεν έχει επεκταθεί τόσο στον έξω στον κόσμο». Έτσι η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων των κινητών συσκευών καθιερώθηκε σαν ένα πεδίο έρευνας που συνεχώς αναπτύσσεται.

Οι κινητές συσκευές έχουν κατορθώσει να διεισδύσουν σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου ανεξαρτήτως κουλτούρας, βιοτικού επιπέδου και οικονομικής κατάστασης. Ο Boris Rubinsky, διευθυντής του Κέντρου Βιομηχανικής στην Υπηρεσία της Ανθρωπότητας και την Κοινωνία στο Εβραϊκό Πανεπιστήμιο της Ιερουσαλήμ στο Ισραήλ, αναφέρει ένα περιστατικό για να δικαιολογήσει το συμπέρασμα του, ότι τα κινητά τηλέφωνα είναι παντού. Το 2005 επισκέφτηκε ένα ινδικό χωριό που είναι χτισμένο στους λόφους των Ιμαλαίων και παρατήρησε ότι ενώ τα παιδιά πλένονταν σε ένα ποτάμι και τα ζώα παραπλανιόντουσαν σε μέρη όπου κυκλοφορούσαν οι άνθρωποι, ένα άτομο στη μέση του δρόμου χρησιμοποιούσε το κινητό του τηλέφωνο. Έτσι αποφάσισε να χρησιμοποιήσει τα κινητά τηλέφωνα για να επιλύσει το πρόβλημα της έλλειψης ιατρικής απεικόνισης στον αναπτυσσόμενο κόσμο.

Τα κινητά τηλέφωνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναφορά φυσικών καταστροφών, έρευνα υγείας, έρευνα ρύπανσης της ατμόσφαιρας, καθώς και διάφορα άλλα πεδία που πολύ πιθανόν να μην μπορούμε να φανταστούμε. Ο Gaetano Borriello, μηχανικός ηλεκτρονικών υπολογιστών στην Google και το Πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον, εξερευνά πώς η τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει την φροντίδα της υγείας σε ανεπαρκείς πληθυσμούς χρήζοντας το κινητό τηλέφωνο ως πλατφόρμα επιλογής.

GPS δέκτης – Σημείο Αναφοράς

Ο άνθρωπος ανέκαθεν χρησιμοποιούσε κάποια σημεία και μέσα για να προσανατολιστεί. Στην αρχαιότητα χρησιμοποιούνταν κάποια σταθερά άστρα που η θέση τους ήταν γνωστή στον παρατηρητή, έτσι εύκολα μπορούσε να υπολογίσει τη δική του θέση. Αρκετά χρόνια αργότερα μπήκε στην ζωή των ανθρώπων, κυρίως των ναυτικών, ένα όργανο που θα ευκόλυνε την πλοήγησή τους, η πυξίδα. Το όργανο αυτό βοηθά στον προσανατολισμό καθώς έχει την ιδιότητα να δείχνει με μια βελόνα πάντα το βορρά. Η πυξίδα ήταν τον κύριο όργανο πλοήγησης για πάρα πολλά χρόνια.

Τα τελευταία χρόνια ένα πρωτοποριακό σύστημα κάνει την εμφάνισή του και αντικαθιστά την πυξίδα προσφέροντας περισσότερη ακρίβεια στο χρήστη καθώς και πολλές άλλες ιδιότητες. Το σύστημα αυτό ονομάστηκε GPS (Global Positioning System)[21]. Το GPS προσφέρει μεγάλη ακρίβεια καθώς χρησιμοποιεί την τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς και την παρατήρηση ενός ουράνιου σώματος, δορυφόρου. Η ακρίβεια αυτή αυξάνεται καθώς στις μέρες μας κάθε δέκτης GPS μπορεί να παράξει ένα στίγμα που θα υποδηλώνει τη θέση του χρησιμοποιώντας όχι ένα μόνο δορυφόρο αλλά ένα δίκτυο πολυάριθμων δορυφόρων που βρίσκεται σε σταθερή θέση γύρω από την γη. Έτσι ο δέκτης μπορεί να εντοπιστεί οπουδήποτε κι αν βρίσκεται πάνω στον πλανήτη.

Όταν πρωτοδημιουργήθηκε το GPS η χρήση του ήταν αποκλειστικά στρατιωτική. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 το σύστημα αυτό διατίθεται για ελεύθερη χρήση στο ευρύ κοινό. Τα τελευταία χρόνια το GPS αποτελεί απαραίτητο χαρακτηριστικό των σύγχρονων κινητών συσκευών. «Όταν τα κινητά τηλέφωνα απέκτησαν ενσωματωμένο δέκτη GPS, αποκτήσαμε ξαφνικά μια «ενημέρωση» για το που βρίσκονται στον κόσμο», σύμφωνα με τον Quinn Jacobson, μηχανικό ηλεκτρονικών υπολογιστών στο Ερευνητικό Κέντρο της Nokia στο Πάλο Άλτο, της Καλιφόρνια. Ο Alexandre Bayen, μηχανικός συστημάτων στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, στο Μπέρκλεϋ, διαπίστωσε ότι το GPS αυξάνει τις δυνατότητες του κινητού τηλεφώνου μετατρέποντάς το σε ένα χρήσιμο εργαλείο για τη μελέτη της οδικής κυκλοφορίας, μειώνοντας έτσι το κόστος μιας τέτοιας έρευνας, καθώς μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνταν πολύ ακριβότερα μέσα όπως οι κάμερες και ειδικοί αισθητήρες τοποθετημένοι στα πεζοδρόμια. Η ομάδα του Alexandre Bayen βασίστηκε στο σύστημα GPS για να αναπτύξει μία ερευνητική εφαρμογή που προσφέρει υπηρεσίες εκτίμησης της κυκλοφοριακής συμφόρησης σε μια

περιοχή του Σαν Φρανσίσκο της Καλιφόρνια. Η εφαρμογή αυτή ονομάζεται Mobile Millenium και οι χρήστες μπορούν να το κατεβάσουν στη συσκευή τους και να αποστείλουν τη θέση τους σε ένα κεντρικό υπολογιστή. Στη συνέχεια ο κεντρικός υπολογιστής αναλύει τα δεδομένα και τα ιστορικά στοιχεία που έχει στη διάθεσή του και παράγει την κυκλοφοριακή ροή στους δρόμους τη δεδομένη στιγμή, αποστέλλοντας τα αποτελέσματα στους χρήστες.

Μία άλλη εφαρμογή που βασίστηκε στο GPS είναι η εφαρμογή του PEIR (Personal Enviromental Impact Report) του πανεπιστημίου της Καλιφόρνια, στο Λος Άντζελες (UCLA). Αυτή η εφαρμογή χρησιμοποιεί τα δεδομένα της γεωγραφικής θέσης που ανακτά από τις κινητές συσκευές και υπολογίζει την περιβαλλοντική επίδραση. Για τους υπολογισμούς αυτούς χρησιμοποιεί διάφορα μοτίβα τροχιών - συχνές διαδρομές, που χρησιμοποιούν οι χρήστες του.

Ωστόσο, από τα δεδομένα του GPS μπορούν να εξαχθούν και κάποιες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των ανθρώπων. Σε μια έρευνα, που έγινε από τη συνεργασία του πανεπιστημίου Tsinghua με το πανεπιστήμιο Huazhong και τη Microsoft, υποστηρίζεται ότι από αυτά τα δεδομένα σε συνδυασμό με κάποια στατικά δεδομένα, μπορούμε να εξαγάγουμε πληροφορίες σχετικά με το αν ο χρήστης περπατά, οδηγά, βρίσκεται στο λεωφορείο ή χρησιμοποιεί το ποδήλατο. Βλέποντας την ταχύτητα από τον δέκτη του GPS, εάν είναι υψηλή, μπορούμε να απορρίψουμε την περίπτωση του περπατήματος. Στη συνέχεια όμως, μόνο από τα δεδομένα του δέκτη, δεν μπορούμε να καταλήξουν σε κάποιο συμπέρασμα. Έτσι χρησιμοποιούνται τα στατιστικά στοιχεία. Σύμφωνα με στατιστικές έρευνες, οι άνθρωποι έχουν ένα μοτίβο στην αλλαγή της κατάστασης τους. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να βρεθεί η πιθανότητα της επόμενης κατάστασης του χρήστη, όπως φαίνεται στον πίνακα 1.

Πέραν του δέκτη GPS, υπάρχουν και άλλοι αισθητήρες που μπορούν να μας παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες. Οι σύγχρονες κινητές συσκευές έχουν την δυνατότητα σύνδεσης με εξωτερικούς αισθητήρες, αυξάνοντας έτσι το φάσμα των πληροφοριών που μπορούν να παράξουν. Αυτή τη δυνατότητα εκμεταλλεύτηκαν στο MIT (Massachusetts Institute of Technology) για να αναπτύξουν το CarTel[3]. Το CarTel είναι ένα κατανεμημένο, κινητό δίκτυο αισθητήρων και σύστημα τηλεπληροφορικής.

Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται πάνω από αυτό το σύστημα μπορούν να συλλέξουν, να επεξεργαστούν, να παραδώσουν, να αναλύσουν, και να απεικονίσουν τα δεδομένα που ανακτούν από τους αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι σε κινητές μονάδες όπως τα αυτοκίνητα και τα smartphones. Για να λειτουργήσει αυτό το δίκτυο ένας μικρός ενσωματωμένος υπολογιστής αλληλεπιδρά με ποικίλους αισθητήρες, επεξεργάζεται τα συλλεχθέντα στοιχεία, και τα αποστέλλει σε έναν κεντρικό υπολογιστή. Οι εφαρμογές που τρέχουν στον κεντρικό υπολογιστή αναλύουν αυτά τα στοιχεία και παρέχουν διάφορες ενδιαφέρουσες υπηρεσίες στους χρήστες.

2.3 Κοινωνικά Δίκτυα σε Κινητές Συσκευές

Η κοινωνική δικτύωση στηρίζεται στην ιδέα ότι υπάρχει μια γνωστή σύνδεση σχετικά με το πώς οι άνθρωποι γνωρίζονται ο ένας με τον άλλον, είτε άμεσα είτε έμμεσα. Αυτή η σχέση τους μπορεί να αφορά την κοινή ανάγκη για εύρεση εργασίας, κοινό επαγγελματικό προσανατολισμό, κοινά ενδιαφέροντα καθώς και για να μοιραστούν εμπειρίες και απόψεις.

Ο όρος κοινωνική δικτύωση ξεκίνησε να μελετάται από τους κοινωνιομετρικούς αναλυτές των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής του 1930. Οι αναλυτές αυτοί στόχευσαν στο να ερευνήσουν πώς τα συναισθήματα της ευημερίας συσχετίζονται με τη δομή της κοινωνικής ζωής των ανθρώπων. Πάνω σε αυτή την προσέγγιση στηρίχτηκε την ίδια εποχή ο Jacob Moreno ο οποίος επινόησε το sociogram, ένα οπτικό διάγραμμα των δικτύων σχέσης των ανθρώπων στο οποίο τα άτομα αντιπροσωπεύονται ως σημεία και οι συνδέσεις τους ως οι γραμμές που ενώνουν τα σημεία.

Παράλληλα, την ίδια εποχή, στο πανεπιστήμιο Harvard άρχισε η μελέτη ομάδων ανθρώπων που είχαν μεταξύ τους κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Οι έρευνες του Harvard ερεύνησαν περαιτέρω τη μαθηματική βάση της κοινωνικής δομής και κατέληξαν στο ότι οι ομάδες περιγράφονται εύστοχα με τη χρήση των κατάλληλων αλγεβρικών προτύπων.

Η κοινωνική δικτύωση αποτελεί ένα σημαντικό και ενδιαφέρον τομέα της τεχνολογίας της πληροφορικής. Πολλοί επιστήμονες της πληροφορικής αναπτύσσουν εφαρμογές

που χρησιμοποιούν υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης. Με τον όρο «υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης» εννοούμε τις υπηρεσίες που επιτρέπουν σε ανθρώπους με κοινά ενδιαφέροντα να έρθουν κοντά και να δημιουργήσουν εικονικές κοινότητες.

Η κοινωνική περιοχή δικτύων, το SixDegrees.com, προωθήθηκε το 1997 και επέτρεψε στους χρήστες να δημιουργήσουν καταλόγους, να απαριθμήσει τους φίλους τους και αρχίζοντας από το 1998, να πλοηγηθούν στους καταλόγους των φίλων τους. Επιπλέον το Classmates.com επέτρεψε στους ανθρώπους να συνδεθούν με το γυμνάσιο ή το κολλέγιο τους και να πλοηγηθούν στο δίκτυο για συμμαθητές τους οι οποίοι συνδέθηκαν και αυτοί στο δίκτυο, αλλά χωρίς να έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν καταλόγους των φίλων τους μέχρι τα έτη αργότερα. Το SixDegrees ήταν το πρώτο για να συνδυάσει αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα.

Τα πιο πάνω κοινωνικά δίκτυα δέχονται συνεχείς βελτιώσεις και εξελίξεις. Στις μέρες μας υπάρχουν οι κοινωνικές περιοχές δικτύων (SNSs) όπως το MySpace[27], το Facebook[20], το Cyworld [19], και το Bebo [17] οι οποίες έχουν προσελκύσει εκατομμύρια χρήστες, πολλοί από τους οποίους έχουν ενσωματώσει αυτές τις περιοχές στις καθημερινές πρακτικές τους. Παρόλο που οι βασικές τεχνολογικές πρακτικές τους είναι αρκετά πάγιες, οι πολιτισμοί που προκύπτουν γύρω από SNSs ποικίλουν. Οι περισσότερες περιοχές υποστηρίζουν τη συντήρηση των προϋπαρχόντων κοινωνικών δικτύων, όμως υπάρχουν και άλλες οι οποίες βοηθούν να συνδέσουμε τα ενδιαφέροντα, τις πολιτικές απόψεις, ή τις δραστηριότητες των ατόμων. Μερικές περιοχές προσελκύουν τους ανθρώπους με κριτήρια όπως την κοινή γλώσσα, κοινές σεξουαλικές ή θρησκευτικές απόψεις, ή τις ταυτότητες υπηκοότητας. Οι περιοχές ποικίλλουν επίσης στο βαθμό στον οποίο ενσωματώνουν τα νέα εργαλεία ενημέρωσης και επικοινωνίας, όπως η κινητή συνδεσιμότητα.

Στις μέρες μας, υπάρχει η έννοια της «κινητής κοινωνικής δικτύωσης». Κάτω από αυτή τη έννοια συνδέονται άνθρωποι μέσω των κινητών τους συσκευών. Σε αυτόν τον κοινωνικά-οδηγημένο εικονικό κόσμο, οι άνθρωποι μπορούν να διαμορφώσουν τις δικές τους «στιγμιαίες εικονικές κοινότητες» διευκολύνοντας έτσι την αλληλεπίδρασή τους.

Μέχρι τώρα έχουν ήδη υλοποιηθεί πολλές εφαρμογές κινητής κοινωνικής δικτύωσης. Μια τέτοια εφαρμογή έχει υλοποιηθεί και παρουσιαστεί πρόσφατα από το πανεπιστήμιο Rutgers και ονομάζεται τροχαίο κοινωνικό δίκτυο (VSN). Το τροχαίο κοινωνικό δίκτυο εκμεταλλεύεται την μεγάλη ευκαιρία που παρέχει ο μεγάλος αριθμός ανθρώπων οι οποίοι περνούν μία οι περισσότερες ώρες κάθε ημέρα οδηγώντας από το σπίτι στο γραφείο τους, έχοντας μια προβλέψιμη και καθημερινή συμπεριφορά, διαμορφώνοντας έτσι εικονικές κινητές κοινότητες. Αυτοί οι οδηγοί κάνοντας χρήση Vs δικτύων μπορούν να συνδεθούν με άλλους οδηγούς κατά μήκος των δημοφιλών δρόμων και να επικοινωνήσουν μεταξύ τους συνομιλώντας μέσω μηνυμάτων φωνής.

Επιπρόσθετα το νέο κινητό MobiClique, το οποίο δημιουργήθηκε και παρουσιάστηκε πειραματικά από το πανεπιστήμιο Michigan State το 2007, αποτελεί και αυτό μια εφαρμογή κινητής κοινωνικής δικτύωσης. Το MobiClique με χρήση Bluetooth επιτρέπει σε κινητές συσκευές να επικοινωνήσουν άμεσα με άλλες συσκευές καθώς συναντιούνται ευκαιριακά και να ανταλλάξουν δεδομένα.

2.4 Συμπίεση Δεδομένων

Συμπίεση δεδομένων ονομάζεται η διαδικασία η οποία μειώνει το μέγεθος ενός αρχείου ή συμβολοσειράς, μειώνοντας τον αριθμό των δεδομένων αλλά κρατώντας την πληροφορία που περιέχεται. Οι Νικόλας Τσιφτές, Adam Dunkels, Thiemo Voigt του Σουηδικού Ινστιτούτου Πληροφορικής, ασχολήθηκαν με την χρήση αλγορίθμων συμπίεσης σε δίκτυα στα οποία διακινούνται τα δεδομένα που ανακτώνται από αισθητήρες [9]. Σύμφωνα με την έρευνα τους η χρήση συμπίεσης σε τέτοιου τύπου δίκτυα κρίνεται απαραίτητη, αλλά θέτουν το εξής ζήτημα: η συμπίεση δεδομένων σίγουρα εξοικονομεί χρόνο και πόρους του δικτύου, αλλά χρειάζεται περισσότερη επεξεργασία καθώς πρέπει στην μία πλευρά να γίνει η συμπίεση των δεδομένων και στην άλλη η αποσυμπίεση. Στην έρευνα τους απέδειξαν ότι το συγκεκριμένο ζήτημα λύνεται με τη χρήση του τύπου συμπίεσης Deflate ο οποίος 67% περισσότερη ταχύτητα καθώς επίσης και 69% εξοικονόμηση ενέργειας στην αποστολή δεδομένων ενός δικτύου αισθητήρων.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την συμπίεση δεδομένων είναι οι εξής: Κωδικοποίηση με βάση το μήκος της ακολουθίας (run-length encoding), Κωδικοποίηση με βάση τη διαφορά από την προηγούμενη τιμή (relative encoding), Κωδικοποίηση με βάση τη συχνότητα εμφάνισης (frequency encoding), Προσαρμοζόμενη κωδικοποίηση με βάση λεξικό (adaptive dictionary encoding). Υπάρχουν δύο κατηγορίες αλγορίθμων συμπίεσης, η απωλεστική (lossy data compression) και η μη-απωλεστική (lossless compression).

Απωλεστική συμπίεση

Η απώλεια δεδομένων μπορεί να μην είναι αποδεκτή σε αρχεία κειμένου, είναι όμως αποδεκτή σε εικόνες και ταινίες. Ο λόγος είναι ότι η πληροφορία που χάνεται είναι τόσο μικρή ώστε τα μάτια μας και τα αφτιά μας δεν μπορούν να τη διακρίνουν. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι κατάλληλες οι απωλεστικές μέθοδοι συμπίεσης. Οι μέθοδοι αυτοί είναι ευρέως διαδεδομένοι και χρησιμοποιούνται καθημερινά από τους χρήστες ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Κάποια παραδείγματα αλγορίθμων απωλεστικής συμπίεσης που χρησιμοποιούμε συχνά είναι η μέθοδος Joint Photographic Experts Group (JPEG) για εικόνες, η μέθοδος Moving Pictures Experts Group (MPEG) για βίντεο και το πρότυπο MP3 για ήχο.

Μη απωλεστική συμπίεση

Στην μη απωλεστική συμπίεση (lossless compression) δεν υπάρχουν απώλειες δεδομένων. Τα αρχικά δεδομένα και τα δεδομένα μετά τη συμπίεση και την αποσυμπίεση είναι ακριβώς τα ίδια, επειδή σε αυτές τις μεθόδους ο αλγόριθμος συμπίεσης και ο αλγόριθμος αποσυμπίεσης είναι ακριβώς αντίστροφοι. Κατά τη διαδικασία δε χάνεται κανένα μέρος των δεδομένων. Τα πλεονάζοντα δεδομένα κωδικοποιούνται κατά τη συμπίεση και αποκωδικοποιούνται κατά την αποσυμπίεση. Αυτοί οι μέθοδοι χρησιμοποιούνται όταν τα δεδομένα που θα κωδικοποιηθούν χαρακτηρίζονται από σημαντικές λεπτομέρειες που δεν μπορούν να χαθούν, όπως είναι τα αρχεία κειμένου.

Κάποια παραδείγματα τύπων που εφαρμόζουν μη απωλεστική συμπίεση είναι οι zip και rar.

2.4.1 Αλγόριθμος Run Length Coding

Ο αλγόριθμος RLC είναι μία από τις πιο απλές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη συμπίεση των δεδομένων. Κατά την εκτέλεση αυτού του αλγορίθμου, διατρέχονται τα δεδομένα που θα συμπιεστούν, που αποτελούν διαδοχικές ακολουθίες bytes, και ανιχνεύονται οι διαδοχικές επαναλήψεις του ίδιου byte. Ακολούθως, γίνεται αντικατάσταση των διαδοχικών επαναλήψεων με ένα αριθμό που αποτελεί το πλήθος των συνεχόμενων bytes και το byte, μία μόνο φορά. Στην περίπτωση που βρεθεί byte που δεν επαναλαμβάνεται, ο αλγόριθμος δεν κάνει καμία αλλαγή, καθώς τότε θα αύξανε το μέγεθος. Για παράδειγμα, εάν ο αλγόριθμος έπαιρνε σαν είσοδο την συμβολοσειρά «AAAAAAACCCCCDDDDDDDDTTTT» τότε θα έδινε ως αποτέλεσμα την «7A5C7D4T». Όπως παρατηρούμε η αρχική συμβολοσειρά έχει μέγεθος 23 χαρακτήρων ενώ το αποτέλεσμα της συμπίεσης 8.

2.4.2 Αλγόριθμος Huffman

Αυτός ο αλγόριθμος[2] αποτελεί μία από τις πιο γνωστές τεχνικές συμπίεσης και επιτυγχάνει υψηλά ποσοστά συμπίεσης, λόγω της στατιστικής ανάλυσης των προς συμπίεση δεδομένων. Παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον David Huffman το 1952, από τον οποίον πήρε και το όνομα του. Υπάρχουν διάφορες εκδοχές του αλγορίθμου Huffman, και χρησιμοποιούνται κυρίως για την μετάδοση κειμένων.

Ο αλγόριθμος Huffman βασίζεται στο ότι στην πλειοψηφία των δεδομένων ο ρυθμός εμφάνισης μερικών bits είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό εμφάνισης κάποιων άλλων. Κατά την εκτέλεση, υπολογίζει την πιθανότητα εμφάνισης του κάθε bit που παρουσιάζεται. Στην συνέχεια αυτές οι πιθανότητες χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ενός δυαδικού δέντρου από τη βάση προς τα επάνω (bottom-up). Η κωδικοποίηση για τα συχνότερα εμφανιζόμενα bits είναι μικρότερη από ότι για τα υπόλοιπα, με αποτέλεσμα το συνολικό μέγεθος να είναι μικρότερο. Στο δέντρο τα bits αποτελούν τα φύλλα και οι ακμές σημειώνονται με 0 ή 1. Η δυαδική αναπαράσταση της διαδρομής από τη ρίζα μέχρι το σύμβολο είναι η συμπιεσμένη αναπαράστασή των δεδομένων ως σειρά δυαδικών ψηφίων.

2.4.3 Αλγόριθμος LZW

Πολλά δεδομένα έχουν κοινά στοιχεία που επαναλαμβάνονται. Εδώ βασίζει τη λειτουργία του ο αλγόριθμος LZW[12], ο οποίος παρουσιάστηκε από τους J. Ziv και A. Lempel το 1977 και τροποποιήθηκε από τον T. Welch το 1984. Κατά την εκτέλεση του δημιουργεί μία δομή δεδομένων, τον πίνακα αναφορών, όπου αποθηκεύει όλες τις ακολουθίες των bits που εμφανίζονται στο υπό συμπίεση αρχείο. Σε αυτό τον πίνακα αποθηκεύεται για κάθε συμβολοσειρά το πλήθος των εμφανίσεων της και ένας μοναδικός αριθμός που αντιστοιχεί σε αυτή. Κατά την συμπίεση, κάθε συμβολοσειρά αντικαθιστάται από τον μοναδικό αριθμό της. Στο τέλος επισυνάπτεται και το λεξικό, για να είναι εφικτή η αποσυμπίεση. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται συμπίεση, καθώς ο αριθμός είναι πολύ πιο μικρός από τη συμβολοσειρά. Για την λειτουργία της αποσυμπίεσης γίνεται ανάγνωση του λεξικού, αντιστοίχιση των μοναδικών αριθμών με τις αντίστοιχες συμβολοσειρές και αντικατάστασή τους. Τα αρχεία τύπου «zip» δημιουργούνται με συμπίεση βασισμένη στον αλγόριθμο LZW.

2.5 Σχετική δουλειά - Πλατφόρμες Ενδιάμεσου Λογισμικού (Middlewares)

Πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) είναι ένα επίπεδο λογισμικού το οποίο βρίσκεται μεταξύ του λειτουργικού συστήματος και της κατανεμημένης εφαρμογής και έχει στόχο να δίνει στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να ασχολείται μόνο με ειδικά προβλήματα των τριών κύριων επιπέδων (presentation, application, resource), που αφορούν στην υλοποίηση της συγκεκριμένης εφαρμογής και όχι με γενικά προβλήματα που αφορούν την κατανεμημένη εκτέλεση της εφαρμογής.

Τέτοιες αρχιτεκτονικές χρησιμοποιούνται κυρίως για την υποστήριξη και απλοποίηση σύνθετων και κατανεμημένων εφαρμογών. Περιλαμβάνουν web servers, application servers και άλλα παρόμοια εργαλεία για την υποστήριξη της ανάπτυξης και διάθεσης των εφαρμογών.

Το middleware είναι παρόμοιο με το μεσαίο επίπεδο μιας αρχιτεκτονικής συστήματος τριών επιπέδων με τη διαφορά ότι επεκτείνεται ανάμεσα σε πολλαπλά συστήματα ή

εφαρμογές. Ένα ενδιάμεσο λογισμικό προσφέρει, από άποψη ποιότητας, αφαιρετικότητα καθώς μας καθοδηγεί στο να ακολουθήσουμε ένα συγκεκριμένο στυλ αρχιτεκτονικής που εξασφαλίζει ότι η εφαρμογή είναι «αφαιρετική», με την έννοια ότι υπάρχει η δυνατότητα να πραγματοποιηθούν εύκολα προσθαφαιρέσεις και αλλαγές σε επίπεδο υλοποίησης. Επίσης προσφέρει κλιμάκωση (Scalability), καθώς μας καθοδηγεί στο να χρησιμοποιήσουμε συγκεκριμένο στυλ αρχιτεκτονικής και συγκεκριμένους μηχανισμούς για την υλοποίηση της εφαρμογής που εν συνεχεία μας επιτρέπουν να την προσαρμόζουμε εύκολα ανάλογα με τη ζήτηση των λειτουργιών της από τους χρήστες. Τέλος, μία πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού προσφέρει εγγυημένη απόδοση (Performance) καθοδηγώντας μας να χρησιμοποιήσουμε συγκεκριμένους μηχανισμούς για την υλοποίηση της εφαρμογής που εξασφαλίζουν κάποια δεδομένα επίπεδα απόδοσης.

Από τεχνική άποψη μία πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού προσφέρει διαφάνεια διανομής (Distribution transparency) καθώς οι έτοιμοι μηχανισμοί που προσφέρει δίνουν στον προγραμματιστή την δυνατότητα να μην ασχολείται με θέματα σχετικά με την κατανομή της εφαρμογής σε ένα ετερογενές περιβάλλον εκτέλεσης.

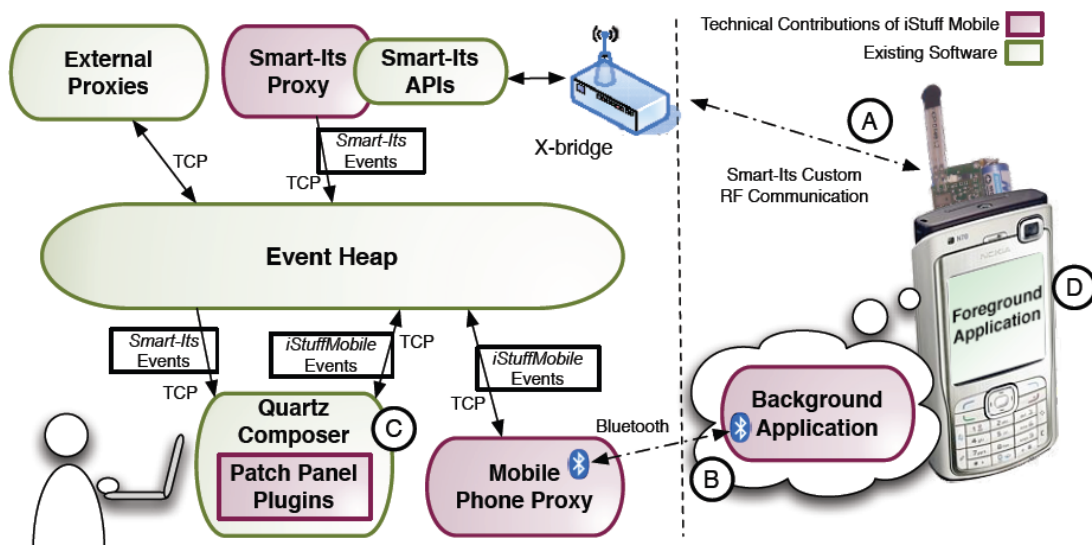
Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες ενδιαφέροντες πλατφόρμες ενδιάμεσου λογισμικού, που σχετίζονται με την ανάπτυξη του Feel the World.

2.5.1 iStuff Mobile: Rapidly Prototyping New Mobile Phone Interfaces for Ubiquitous Computing

Το iStuff Mobile[1] είναι μία πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού που αναπτύχθηκε από την ομάδα Media Computing του πανεπιστημίου του Aachen στη Γερμανία. Πρόκειται για μία από τις πρώτες πλατφόρμες γρήγορης πρωτοτυποποίησης που βοηθούν στην εξερεύνηση νέων διαπροσωπικών βασισμένων σε αισθητήρες κινητών τηλεφώνων. Με τη χρήση του iStuff Mobile είναι εφικτή η ανάπτυξη γρήγορων πρωτοτύπων χωρίς οποιαδήποτε αλλαγή στο υλικό ή στο λογισμικό της συσκευής. Εστιάζει στη δυνατότητα ανάπτυξης λειτουργικών πρωτοτύπων χαμηλού κόστους και παρέχει πρόσβαση σε κινητά τηλέφωνα με αισθητήρες. Επίσης επιτρέπει την σύνδεση της

συσκευής με το Smart-Its board, ένα εξωτερικό σύστημα το οποίο έχει ενσωματωμένους αισθητήρες φωτός, πίεσης και θερμοκρασίας.

Το iStuff Mobile αναπτύχθηκε πάνω από το iStuff Framework. Σε γενικές γραμμές είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε διάφορα κομμάτια λογισμικού να κατανέμονται σε ξεχωριστούς υπολογιστές. Μία συνοπτική περιγραφή της λειτουργίας του ακολουθεί στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1. Κατά τη κίνηση της κινητής συσκευής, το Smart-Its board αποστέλλει τις τιμές των αισθητήρων στο Smart-Its X-bridge ασύρματα. Στη συνέχεια, ο ενδιαμέσος του Smart-Its συλλέγει τα δεδομένα από το X-bridge μέσω Ethernet και τα συγχωνεύει στο Smart-Its (A). Ακολούθως τα δεδομένα διοχετεύονται στον Mobile Phone Proxy μέσω Bluetooth επικοινωνίας και ο proxy συγχωνεύει τα δεδομένα στο iStuff Mobile events (B). Στο επόμενο στάδιο, το Quartz Composer GUI επεκτείνεται με ειδικά plugin για μεταφορά των input events στα επιθυμητά output events (C). Για την έξοδο του κινητού τηλεφώνου ο Mobile Phone Proxy δέχεται τα iStuff Mobile events και μεταφέρει τα αποτελέσματα στο background application μέσω Bluetooth επικοινωνίας. Η εφαρμογή παρασκηνίου είναι υπεύθυνη να αποφασίσει είτε να εκτελέσει την κατάλληλη εντολή είτε να το προωθήσει στην εφαρμογή που βρίσκεται στο προσκήνιο (foreground application).

Στο κινητό τηλέφωνο τρέχει μία εφαρμογή παρασκηνίου. Η εφαρμογή αυτή έχει αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιεί κάποιες προδιαγραφές όπως να υποστηρίζει επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων μέσω Bluetooth, να είναι ευαίσθητο στους ήχους και στη μεταβολή τους, να έχει έλεγχο δόνησης, να μπορεί να παγώνει τις ενέργειες που μπορούν να γίνουν από την εφαρμογή που τρέχει στο προσκήνιο και να τις επαναφέρει, να θέτει σε λειτουργία οποιαδήποτε εξωτερική εφαρμογή στο κινητό τηλέφωνο και τέλος, να έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί τη κάμερα για να βγάζει φωτογραφίες και βίντεο. Η εφαρμογή αυτή είναι συμβατή με το λειτουργικό σύστημα Symbian Series 60 αλλά προσφέρεται και για ανάπτυξη σε Windows Mobile 5.0 καθώς το λογισμικό αυτό μοιράζεται πολλές κοινές δυνατότητες με το Symbian Series 60. Πλατφόρμες λογισμικού που βασίζονται στο λειτουργικό σύστημα Linux θεωρούνται κατάλληλες για ανάπτυξη της εφαρμογής, ωστόσο οι προσπάθειες βρίσκονται ακόμα σε αρχικό στάδιο.

Το Smart-Its παρέχει μια διαδικασία κλήσης στη διαπροσωπία η οποία επιτρέπει εύκολη ρύθμιση των αισθητήρων χωρίς αλλαγές στον κώδικα των sensor boards. Με αυτό τον τρόπο το iStuff Mobile χρησιμοποιώντας το Smart-Its, πέτυχε διάφορες αλληλεπιδράσεις με το κινητό τηλέφωνο. Έτσι μπορεί να εφαρμόσει τεχνικές για να προσφέρει ενδιαφέρουσες υπηρεσίες. Μία υπηρεσία είναι η αυτόματη αλλαγή του προσωπικού προφίλ του χρήστη, ούτως ώστε να απενεργοποιεί τον ήχο κλήσης όταν ο χρήστης πάρει την τηλεφωνική του συσκευή καθώς μπορεί να ανιχνεύει πότε ο χρήστης την αγγίζει. Ένα άλλο σενάριο που ικανοποιεί είναι η εισαγωγή κειμένου ανάλογα με την κλίση του τηλεφώνου. Αν το τηλέφωνο πάρει κλίση προς τα αριστερά τότε ενεργοποιείται το πρώτο γράμμα, αν πάρει κλίση προς τα πάνω ενεργοποιείται το δεύτερο, προς τα δεξιά το τρίτο και προς τα κάτω το τέταρτο. Έτσι επιτυγχάνει την εισαγωγή κειμένου χωρίς ο χρήστης να αγγίζει το πληκτρολόγιο της συσκευής.

Από στατιστικές έρευνες και πειράματα, πάρθηκαν αποτελέσματα που έδειξαν ότι η πλατφόρμα αυτή χρειάζεται μικρό χρόνο εκπαίδευσης και ότι οι χρήστες μπορούν εύκολα να τη χρησιμοποιήσουν και να κτίσουν πρωτότυπα σε λιγότερο από 30 λεπτά.

2.5.2 Campaignr: Configurable mobile sensing

Το Campaignr[18] είναι μια πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού που απευθύνεται σε χρήστες κινητών συσκευών που τρέχουν λογισμικό Symbian. Η πλατφόρμα αυτή αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια στο Λος Άντζελες και έχει ως στόχο τη συμμετοχή των χρηστών σε εκστρατείες συλλογής δεδομένων κοινωνικού και περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος.

Η πλατφόρμα αυτή είναι σε θέση να αποστέλλει και να αποθηκεύει τα δεδομένα που συλλέγονται από τις κινητές συσκευές σε κάποιο αποθηκευτικό χώρο. Για να το πετύχει αυτό υποστηρίζει εκτός από διαδοχική συλλογή και αποστολή δεδομένων, και τη δυνατότητα αποθήκευσης των πληροφοριών στην μνήμη του τηλεφώνου, όταν η σύνδεση στο Διαδίκτυο δεν είναι εφικτή, για μετέπειτα ανάκτηση και αποστολή τους. Έτσι μπορεί να συλλέγει δεδομένα ακόμα και σε περιοχές με φτωχή ή καθόλου συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο όπως είναι τα απομακρυσμένα χωριά.

Το Campaignr επιτρέπει στις συσκευές κινητών τηλεφώνων να δρουν σαν αισθητήρες γενικής συλλογής δεδομένων. Χρησιμοποιείται στο εργαστήριο CENS στον τομέα Urban and Participatory Sensing research ως μία από τις βασικές πλατφόρμες για τη συλλογή δεδομένων. Τον τελευταίο καιρό λόγω προβλημάτων σταθερότητας στη συλλογή μεγάλης ποσότητας δεδομένων, αντικαταστάθηκε από άλλα προγράμματα που εξυπηρετούν καλύτερα τον σκοπό αυτό. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια του τελευταίου χρόνου η σταθερότητα και η αξιοπιστία του Campaignr έχει αυξηθεί δραματικά.

Το Campaignr έχει σχεδιαστεί αφαιρετικά, ούτως ώστε να ικανοποιεί τις ανάγκες των χρηστών που χρησιμοποιούν μεγάλο αριθμό αισθητήρων. Είναι εύκολα προσαρμόσιμο σε αυτές, καθώς μέσω ενός XML αρχείου ο χρήστης ορίζει ποιοι αισθητήρες, ρυθμός συλλογής και διεύθυνση παραλήπτη θα χρησιμοποιηθούν κατά τη συλλογή των δεδομένων. Έτσι δεν χρειάζονται περεταίρω αλλαγές στον κώδικα της πλατφόρμας, συνεπώς ούτε απασφαλμάτωση, έλεγχος και επανεγκατάσταση, εκτός από την τροποποίηση του XML αρχείου που βρίσκεται στο τηλέφωνο.

Για να επιτευχθεί η προσαρμογή της πλατφόρμας με το XML αρχείο, σε υψηλό επίπεδο, χρησιμοποιήθηκαν πολλές αφαιρετικές διαπροσωπίες, που σε συνδυασμό με

την πολυπλοκότητα που χαρακτηρίζει την ανάπτυξη Sybian εφαρμογών, οδήγησε στα πολλά προβλήματα που αντιμετωπίζει.

Τα βέλη μονής γραμμής είναι γραμμές ελέγχου και τα βέλη διπλής γραμμής είναι γραμμές δεδομένων. Το Campaignr αρχικά διαβάζει τα XML αρχεία από τη μνήμη και παρουσιάζει μια λίστα από αυτά. Όταν κάποιο από αυτά επιλεγεί, ο Main Controller δημιουργεί όλα τα κομμάτια με βάση το περιεχόμενο του αρχείου. Στη συνέχεια συλλέγονται τα δεδομένα από τους αισθητήρες, αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων, και έπειτα φορτώνονται με WiFi ή EDGE.

2.5.3 Nericell: Rich Monitoring of Road and Traffic Conditions using Mobile Smartphones

Η καθημερινότητα του κάθε οδηγού και επιβάτη ενός οχήματος χαρακτηρίζεται από την πυκνή κυκλοφοριακή συμφόρηση στις πόλεις που γίνεται συνεχώς μεγαλύτερη. Ο έλεγχος αυτής της συμφόρησης είναι αρκετά περίπλοκος, εξ αιτίας των διάφορων οδικών συνθηκών όπως οι ανώμαλοι δρόμοι και η χαοτική κυκλοφορία με πολλά και απρόβλεπτα φρεναρίσματα και κορναρίσματα. Σημαντικό ρόλο στη πολυπλοκότητα που παρουσιάζει η οδική κίνηση παίζουν οι διαφορετικοί τύποι οχημάτων που κυκλοφορούν στους ίδιους δρόμους, όπως τα μοτοποδήλατα, τα αυτοκίνητα, τα λεωφορεία και τα φορτηγά. Για να εξετάσουν τις συνθήκες των δρόμων και της κυκλοφορίας έτσι ώστε να γίνουν η κατάλληλες ρυθμίσεις και να αποφευχθούν δυσάρεστες καταστάσεις, οι ερευνητές της Microsoft δημιούργησαν το Nericell, ένα σύστημα που προσομοιώνει την ανθρώπινη αντίληψη στις κινητές συσκευές, που οι οδηγοί μεταφέρουν μαζί τους. Οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση τους σε χάρτη, επιτρέποντας στον χρήστη να ψάξει το δρομολόγιο που θα ακολουθήσει για να αποφύγει την κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Οι ερευνητές που υλοποίησαν το Nericell[6], έλαβαν υπόψη την ελαχιστοποίηση στη χρήση των πόρων. Έτσι με το Nericell οι κινητές συσκευές εκτελούν λειτουργίες

αντίληψης και αποστολής των ερεθισμάτων που δέχονται σε έναν κεντρικό υπολογιστή όπου τυγχάνουν επεξεργασίας και αποθηκεύονται.

Το Nericell αποτελείται από το συστατικό αντίληψης. Η ανάπτυξη της αντίληψης είναι μια μεγάλη πρόκληση, ίσως η μεγαλύτερη, που είχαν να αντιμετωπίσουν οι ερευνητές. Το Nericell χρησιμοποιεί το δέκτη GPS της συσκευής, το επιταχυνσιόμετρο και το μικρόφωνο για την συλλογή ποικίλων πληροφοριών για την ποιότητα του δρόμου καθώς και για το θόρυβο που επικρατεί. Με τη χρήση του επιταχυνσιόμετρου γίνεται ανάλυση των τιμών του, διαπιστώνοντας έτσι την κατάσταση του δρόμου. Επίσης χρησιμοποιεί ανιχνευτές προσκρούσεων και φρεναρισμάτων προκειμένου να συλλεχθούν οι κατάλληλες πληροφορίες για τις συνθήκες των δρόμων και της κυκλοφοριακής κίνησης.

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα με το οποίο ήρθαν αντιμέτωποι οι ερευνητές ήταν η εξοικονόμηση ενέργειας. Η κινητή συσκευή χρησιμοποιεί μπαταρίες, που εξασθενούν πολύ γρήγορα όταν γίνεται χρήση των αισθητήρων. Για αυτόν τον λόγο, υιοθέτησαν την έννοια της προκαλούμενης αντίληψης (*triggered sensing*), όπου ένας αισθητήρας που έχει σχετικά φθινό κόστος από ενεργειακή άποψη χρησιμοποιείται για να προκαλέσει τη λειτουργία ενός ακριβότερου αισθητήρα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η ανάλυση των τιμών του επιταχυνσιόμετρου, που έχει μικρό κόστος ενέργειας, για να διαπιστωθεί εάν είναι χρήσιμο να τεθεί σε λειτουργία ο δέκτης GPS, που έχει μεγάλο ενεργειακό κόστος.

Για να επιτευχθούν τα πιο πάνω στο Nericell έχουν υλοποιηθεί οι εξής αλγόριθμοι:

1. Υβριδικός αλγόριθμος που ανιχνεύει τις προσκρούσεις και ανωμαλίες στο οδόστρωμα καθώς επίσης και το φρενάρισμα.
2. Υβριδικός αλγόριθμος για προσδιορισμό των κορναρισμάτων με τη χρήση των δειγμάτων ήχου που έχουν συλλεχθεί μέσω του μικροφώνου της συσκευής.
3. Προκαλούμενες τεχνικές αντίληψης (*triggered sensing techniques*), όπου ένας χαμηλού ενεργειακού κόστους αισθητήρας χρησιμοποιείται για να προκαλέσει τη λειτουργία ενός υψηλής κατανάλωσης ενέργειας αισθητήρα. Ο αλγόριθμος αυτός λαμβάνει υπόψη τις ενεργειακές δαπάνες των διαφορετικών αισθητήρων,

και διατηρεί πάντα ανοιχτό το GSM σήμα του και το επιταχυνσιόμετρο. Χρησιμοποιεί τα δεδομένα που λαμβάνει από αυτές τις δύο συσκευές για να προκαλέσει την ενεργοποίηση των υπόλοιπων αισθητήρων. Έτσι διασφαλίζει ότι κανένας αισθητήρας υψηλού ενεργειακού κόστους δεν είναι σε λειτουργία χωρίς να είναι απαραίτητο.

2.5.4 EEMSS: a framework of Energy Efficient Mobile Sensing for automatic user State recognition

Η αναγνώριση των δραστηριοτήτων και της κατάστασης του χρήστη παρέχει ενδιαφέρουσες πληροφορίες που είναι χρήσιμες για εφαρμογές κινητών τηλεφώνων. Τέτοιου τύπου πληροφορίες είναι χρήσιμες σε υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης, υπηρεσίες διαδικτύου καθώς επίσης και σε υπηρεσίες εξαγωγής στατιστικών στοιχείων. Παρόλα αυτά, η αναγνώριση δραστηριοτήτων και της κατάστασης του χρήστη απαιτεί συνεχή επεξεργασία των δεδομένων των αισθητήρων των κινητών συσκευών κάτι που οδηγεί σε υψηλή κατανάλωση ενέργειας και ισχύς της μπαταρίας.

Στις μέρες μας οι δυνατότητες των κινητών συσκευών έχουν αυξηθεί σημαντικά. Οι κινητές συσκευές είναι εξοπλισμένες με αρκετούς αισθητήρες, έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση του αστικού περιβάλλοντος και για την αναγνώριση των δραστηριοτήτων και της κατάστασης του χρήστη. Με την ανάλυση των τιμών και την παραγωγή χρήσιμων αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο, οι συσκευές γίνονται προσωποποιημένες και αλλάζουν την συμπεριφορά τους, αναλόγως της μεταβολής του περιβάλλοντος και των ενεργειών του χρήστη. Έτσι οδηγούμαστε στην αυτοματοποιημένη συμπεριφορά των κινητών τηλεφώνων. Αυτό το ενδιαμέσο λογισμικό επικεντρώνεται κυρίως στη χρήση της κατάστασης του χρήστη ως ένα σημαντικό τρόπο αναπαράστασης του περιεχομένου και τροποποίησης της λειτουργίας του τηλεφώνου. Η κατάσταση ενός χρήστη μπορεί να είναι και ένας συνδυασμός χαρακτηριστικών όπως κίνηση, τοποθεσία και κατάσταση περιβάλλοντος τα οποία στο σύνολό τους περιγράφουν το τρέχον περιεχόμενο του χρήστη.

Αυτή η προσπάθεια είχε αρκετά εμπόδια για να ξεπεράσει. Η περιορισμένη χωρητικότητα της μπαταρίας των κινητών τηλεφώνων και η μικρή διάρκεια ζωής της

ήταν ένα από αυτά. Με την χρήση των ενσωματωμένων αισθητήρων η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται με αποτέλεσμα η διάρκεια ζωής της μπαταρίας να μειώνεται δραστικά. Έτσι οι ερευνητές κατέληξαν ότι ο καλύτερος τρόπος εξοικονόμησης είναι η απενεργοποίηση των αισθητήρων ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Συγκεκριμένα, οι αισθητήρες απενεργοποιούνται όταν κριθεί πως δεν είναι απαραίτητη η λειτουργία τους, όταν, δηλαδή, δεν υπάρχει μεταβολή στις τιμές τους για κάποιο χρονικό διάστημα

Το EEMSS[10] αναπτύχθηκε από τη συνεργασία του Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνια του Λος Άντζελες με το πανεπιστήμιο Carnegie Mellon του Pittsburgh και το ερευνητικό κέντρο της Nokia στο Palo Alto, και έχει ως στόχο την αυτόματη αναγνώριση της κατάστασης ενός χρήστη και καταγραφή των τιμών των αισθητήρων της συσκευής με αποδοτικό τρόπο λαμβάνοντας υπόψη την κατανάλωση ενέργειας της συσκευής. Για να το πετύχει αυτό χρησιμοποιεί μια ιεραρχική στρατηγική διαχείρισης των αισθητήρων της συσκευής ούτως ώστε να αναγνωρίσει τις καταστάσεις του χρήστη καθώς και τις μεταβολές μεταξύ τους. Για την αυτόματη αναγνώριση της κατάστασης του χρήστη, συνδυάζει τις τιμές των αισθητήρων της συσκευής. Το EEMSS βασίζει τη λειτουργία του σε ένα XML σχήμα. Αυτό το σχήμα διαχειρίζεται τη λειτουργία των αισθητήρων και καθορίζει τις μεταβάσεις του χρήστη δίνοντας σαν είσοδο κάθε φορά την τρέχουσα κατάσταση. Αυτή η διαδικασία περνά και από το κέντρο διαχείρισης των αισθητήρων, το οποίο αποφασίζει για το ποιοι αισθητήρες θα ενεργοποιηθούν και ποιοι δεν κρίνεται αναγκαίο, εξοικονομώντας έτσι ενέργεια της μπαταρίας της συσκευής.

Η χρήση του XML σχήματος για τη διαχείριση της λειτουργίας των αισθητήρων παρέχει τρία πλεονεκτήματα:

- Απλοποιείται η αναγνώριση των καταστάσεων του χρήστη σε πραγματικό χρόνο, μέσω του μηχανισμού περιγραφής της κατάστασης
- Το σχήμα επιτρέπει στη συσκευή να χρησιμοποιήσει μόνο όσους αισθητήρες είναι αναγκαίοι για την αναγνώριση της κατάστασης του χρήστη
- Το σχήμα είναι επεκτάσιμο. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα να επεκταθεί ούτως ώστε να παρέχει τα δεδομένα των αισθητήρων σε εφαρμογές που αναπτύσσονται σε υψηλότερα επίπεδα, με τη χρήση ποικίλων τύπων αισθητήρων

Για την πειραματική αξιολόγηση του EEMSS έγιναν μελέτες σε 10 άτομα που υπαγόntonσαν σε 2 διαφορετικά πανεπιστήμια. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 2.1.

	At some place	Walking	Vehicle
At some place	99.17%	0.78%	0.05%
Walking	12.64%	84.29%	3.07%
Vehicle	10.59%	15.29%	74.12%

Πίνακας 2.1. Αποτελέσματα πειραματικής αξιολόγησης EEMSS.

Η πρώτη στήλη παρουσιάζει την πραγματική συμπεριφορά του εξεταζόμενου, ενώ η πρώτη γραμμή παρουσιάζει τα αποτελέσματα ταύτισης. Όπως βλέπουμε όταν ο εξεταζόμενος βρισκόταν σε κάποιο μέρος, αναγνωρίστηκε στο 99.17% των περιπτώσεων ενώ το 0.78% και 0.05% εμφανίστηκε ως αποτέλεσμα ότι περπατούσε και βρισκόταν σε όχημα, αντίστοιχα. Όταν ο εξεταζόμενος περπατούσε κατέληξε στο σωστό συμπέρασμα στο 84.29% των περιπτώσεων ενώ το υπόλοιπα 12.64% και 3.07% κατέληξε στο συμπέρασμα ότι βρισκόταν σε κάποιο μέρος και σε όχημα, αντίστοιχα. Στην τελευταία περίπτωση, όταν ο χρήστης βρίσκεται σε όχημα, παρατηρείται 74.12% επιτυχία.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το EEMSS είναι ικανό να ανιχνεύσει καταστάσεις με ακρίβεια 92.56% βελτιώνοντας και τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας της συσκευής πάνω από 75% σε σχέση με αντίστοιχα ενδιαμέσα λογισμικά. Επίσης είναι ικανό να χαρακτηρίσει την κατάσταση του χρήστη ανάλογα με το χρόνο, την τοποθεσία και τις δραστηριότητες που αυτός εκτελεί, σε πραγματικό χρόνο. Ως αποτέλεσμα, το σύστημα μπορεί να δώσει απαντήσεις στο κατά πόσο ο χρήστης δουλεύει, συνεδριάζει, ή ξεκουράζεται συνδυάζοντας τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται μαζί με πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία που εξάγονται με βάση την ανίχνευση του σήματος Wi-Fi.

2.5.5 Jigsaw: Continuous Sensing Engine for Mobile Phone Applications

Η πλατφόρμα Jigsaw [5] είναι μια μηχανή συνεχής αίσθησης για κινητά τηλέφωνα που αναπτύχθηκε από το πανεπιστήμιο Dartmouth και το ερευνητικό κέντρο της Nokia, και υποστηρίζει τη συνεχή παρακολούθηση των τιμών των αισθητήρων που βρίσκονται στις κινητές συσκευές. Αποτελεί μια επαναχρησιμοποιήσιμη πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού, που προσφέρει υπηρεσίες αίσθησης και προτείνει κατάλληλες τεχνικές αναγνώρισης λαμβάνοντας υπόψη το κόστος σε ενέργεια.

Χρησιμοποιεί κατάλληλα κανάλια πληροφόρησης για τους αισθητήρες, τα οποία έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να αντιμετωπίζουν τις ανεξάρτητες προκλήσεις που προκύπτουν σε κάθε αισθητήρα ξεχωριστά. Λειτουργεί εξολοκλήρου σε κινητά τηλέφωνα και δεν απαιτεί τη χρήση εξωτερικού εξυπηρετητή για την πραγματοποίηση μέρους οποιασδήποτε λειτουργίας του. Η ανάπτυξη της μηχανής Jigsaw χαρακτηρίζεται από τα εξής:

- Την αφαιρετική επεξεργασία των δεδομένων του επιταχυνσιόμετρου (accelerometer) η οποία επιτρέπει στα συμπεράσματα να είναι εύρωστα σε σχέση με το υλικό του τηλεφώνου, τον προσανατολισμό του και τις στάσεις του σώματος του χρήστη της συσκευής. ποιότητας ή ανομοιόμορφα.
- Τον έξυπνο αλγόριθμο ελέγχου εισδοχής καθώς και επεξεργασίας των δεδομένων που προέρχονται από το μικρόφωνο και το επιταχυνσιόμετρο.
- Τα στάδια των καναλιών πληροφόρησης μερικών αισθητήρων (όπως ο δέκτης GPS) που είναι ακριβά στη λειτουργία τους, δηλαδή κοστίζουν σε χρόνο και πόρους. Αυτά τα κανάλια πυροδοτούνται ανάλογα με την περίπτωση, μόνο όταν κριθεί αναγκαίο, εξοικονομώντας έτσι πόρους και μειώνοντας το χρόνο εκτέλεσης.

Η μηχανή Jigsaw προτείνει νέες προσεγγίσεις στην αξιοποίηση του επιταχυνσιόμετρου ως μέρος του καναλιού πληροφόρησης του αισθητήρα αυτού. Μέσω του καναλιού πληροφόρησης του μικροφώνου προτείνει προσεγγίσεις που μειώνουν το υπολογιστικό κόστος της χρήσης του αισθητήρα και της επεξεργασίας των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τον ήχο. Τέλος, έχει σχεδιαστεί ένα κανάλι πληροφόρησης για το GPS που χρησιμοποιεί τεχνικές μάθησης και οδηγεί τον κύκλο εργασιών λαμβάνοντας

υπόψη τη δραστηριότητα του χρήστη, τη διαθέσιμη μπαταρία και τη διάρκεια την οποία απαιτείται η λειτουργία της εφαρμογής.

Το Jigsaw προσφέρεται για την ανάπτυξη εφαρμογών συνεχής αίσθησης. Δύο εφαρμογές που αναπτύχθηκαν πάνω από αυτή την πλατφόρμα είναι το GreenSaw και το JigMe.

Η εφαρμογή JigMe είναι μια εφαρμογή ημερολογίου που καταγράφει και κοινοποιεί τις δραστηριότητες του χρήστη στο κοινωνικό δίκτυο Facebook. Τέτοιες δραστηριότητες είναι για παράδειγμα ένα μέρος το οποίο ο χρήστης επισκέφτηκε, καθώς και το ποιο μέσω μαζικής μεταφοράς χρησιμοποίησε για να πάει εκεί. Πρόκειται για μια καιροσκοπική εφαρμογή, καθώς η καταγραφή και κοινοποίηση των δεδομένων γίνεται αυτόματα. Τα δεδομένα του JigMe δημοσιοποιούνται στο Facebook και παρουσιάζονται σε ένα χάρτη όπως φαίνεται και στην εικόνα. Εάν ο χρήστης παραμείνει για αρκετή ώρα σε κάποιο σημείο, τότε το σημείο χαρακτηρίζεται ως σημαντικό και τοποθετείται στο χάρτη με κόκκινο ή πράσινο χρώμα. Το κόκκινο χρώμα σηματοδοτεί μακροχρόνια παραμονή ενώ το πράσινο σηματοδοτεί σύντομη επίσκεψη. Στο χάρτη παρουσιάζεται επίσης και η τροχιά της κίνησης της συσκευής. Η τροχιά που παρουσιάζεται με πράσινο χρώμα σηματοδοτεί περπάτημα, με κόκκινο ποδηλασία ή τρέξιμο και με μπλε για χρήση αυτοκινήτου. Η στάσιμη περίοδος παραλείπεται έτσι ώστε να μπορεί εύκολα να εντοπιστούν οι μέθοδοι μεταφοράς από το ένα σημείο στο άλλο.

Όταν ο χρήστης επιλέξει κάποιο σημείο από το χάρτη, ένα παράθυρο εμφανίζεται που δείχνει τις αναγνωρισμένες ηχητικές δραστηριότητες εκείνου του σημείου. Η εφαρμογή JigMe τρέχει σε κινητά τηλέφωνα Nokia N95 και Apple iPhone. Μια πρώτη άποψη από τη χρήση της είναι ότι καταναλώνει πολύ γρήγορα τη μπαταρία των κινητών συσκευών.

Η GreenSaw είναι μια εφαρμογή που δίνει στο χρήστη πληροφορίες σχετικά με το ημερήσιο διαιτολόγιο του. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν θερμίδες και ποσοστά υδατανθράκων που ο χρήστης συμπεριέλαβε στη διατροφή του. Χρησιμοποιεί το επιταχυνσιόμετρο του τηλεφώνου για να ενημερωθεί για της συνθήκες που επικρατούν την συγκεκριμένη χρονική στιγμή καθώς επίσης και για να παρέχει ανάδραση σε σχέση

με τους υπολογισμούς του με βάση τους τρόπους μετακίνησης και τις φυσικές του δραστηριότητες. Η εφαρμογή GreenSaw τρέχει σε κινητές συσκευές Apple iPhone.

2.5.6 SoundSense: Scalable Sound Sensing for People-Centric Applications on Mobile Phones

Κάθε κινητό τηλέφωνο περιέχει ενσωματωμένο ένα πολύ σημαντικό αισθητήρα. Ο αισθητήρας αυτός είναι το μικρόφωνο, που εκτός από την συμμετοχή του στη σημαντικότερη υπηρεσία που προσφέρουν τα τηλέφωνα, μπορεί να είναι πολύ χρήσιμος για την ιδιότητά του να μαζεύει ήχους. Οι ήχοι αυτοί μπορούν να οδηγήσουν σε χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά την τοποθεσία της συσκευής και τις δραστηριότητες στις οποίες λαμβάνει μέρος ο χρήστης. Οι Hong Lu, Wei Pan, Nicholas D. Lane, Tanzeem Choudhury and Andrew T. Campbell του Τμήματος Πληροφορικής του Dartmouth College ανέπτυξαν το SoundSense, μία ενδιάμεση πλατφόρμα λογισμικού που υποστηρίζει τη μοντελοποίηση γεγονότων ήχου σε κινητά τηλέφωνα. Το SoundSense[4] έχει αναπτυχθεί και τρέχει στο Apple iPhone[16]. Αναπαριστά το πρώτο σύστημα αντίληψης ήχου γενικού σκοπού, ειδικά σχεδιασμένο για να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις σχεδίασης συστημάτων για κινητά τηλέφωνα. Τέτοιες προκλήσεις είναι οι εξής:

- επέκταση σε μεγάλο αριθμό ατόμων καθένας από τους οποίους μπορεί κάθε μέρα να βρίσκεται σε περιβάλλοντα με διαφορετικές ακουστικές αισθήσεις,
- αξιόπιστη λειτουργία κάτω από διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες
- να επιτρέπεται στο τηλέφωνο να λειτουργεί ανεπηρέαστα, με τους αλγόριθμους να είναι απλοποιημένοι αρκετά για να τρέξουν στα περιορισμένα σε πόρους κινητά τηλέφωνα αλλά και αποτελεσματικοί και να επιχειρούν την προστασία της ιδιωτικότητας των χρηστών.

Το SoundSense με τη χρήση διαφόρων τεχνικών εκμάθησης είναι σε θέση να ταξινομεί συνηθισμένους ήχους, όπως η μουσική και η ομιλία, αλλά και να ανακαλύπτει καινούριους ήχους για κάθε χρήστη. Για να τεθεί σε λειτουργία το σύστημα και να μπορεί να αναγνωρίζει καινούρια ακουστικά γεγονότα της καθημερινής ζωής των χρηστών, χρειάζεται μόνο μία κινητή συσκευή, χωρίς οποιαδήποτε αλληλεπίδραση.

Το SoundSense υλοποιήθηκε στην κινητή συσκευή Apple iPhone έχοντας τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

- **Preprocessing:** Η επεξεργασία του ήχου συνήθως αρχίζει διαιρώντας το stream ήχου που συλλέγεται από το μικρόφωνο σε frames ίδιας διάρκειας. Δεν γίνεται επεξεργασία σε όλα τα frames, καθώς αυτό συνεπάγεται και μεγάλο υπολογιστικό κόστος. Οι μετρήσεις για εντροπία Spectral και ενέργεια φιλτράρουν τα frames που έχουν χαμηλή ένταση.
- **Coarse Category Classification:** Η κατηγοριοποίηση εφαρμόζεται με ιεραρχικό τρόπο με την εφαρμογή των ταξινομητών πολλαπλών επιπέδων. Στην αρχή εντοπίζονται τα χαρακτηριστικά των frames. Στη συνέχεια μεταφέρονται στον ταξινομητή πρώτου σταδίου που είναι υπεύθυνος να κάνει αξιολόγηση των κοινών κατηγοριών στις οποίες ανήκει ο ήχος όπως: ομιλία, μουσική, και περιβαλλοντικός ήχος. Αυτή η ανάθεση οδηγεί στα επόμενα στάδια κατηγοριοποίησης που θα πρέπει να εφαρμοστούν. Μερικές εφαρμογές μπορεί να απαιτούν μόνο αυτή την κοινού επιπέδου κατηγοριοποίηση, με αποτέλεσμα να τρέχουν γρηγορότερα και με λιγότερο υπολογιστικό κόστος.
- **Finer Intra-Category Classification:** Ο σκοπός των ταξινομητών σε αυτό το επίπεδο είναι η εξαγωγή μεγαλύτερων επιπέδων λεπτομέρειας από το δείγμα ήχου που έχει ήδη ταξινομηθεί σε κάποια κατηγορία.
- Αυτή η κατηγορία ταξινομητών δεν είναι η συχνότερα προτιμώμενη. Η μη επιτηρούμενη ταξινόμηση είναι μια ειδική κατηγορία όπου υπάρχουν δύο ταξινομητές δύο επιπέδων. Επιλέγεται σε περιπτώσεις που χρειάζεται να γίνει προσαρμοστική επεξεργασία και κατηγοριοποίηση των ήχων που υπάρχουν στο σύνολο των δεδομένων. Κατά τη λειτουργία τους μαθαίνουν τα κομμάτια του ήχου που παίζουν σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή του χρήστη αναλύοντας την συχνότητα εμφάνισής τους, καθώς και την διάρκεια της κάθε εμφάνισης τους. Στη συνέχεια προσαρμόζονται ούτως ώστε να αναγνωρίσουν τον ήχο, όταν αυτός εμφανιστεί, χωρίς να χρειαστεί η επανάληψη ολόκληρης της διαδικασίας.

Κατά την πειραματική αξιολόγηση του SoundSense διαπιστώθηκαν συνοπτικά για τον κάθε τομέα τα παρακάτω αποτελέσματα:

- CPU and Memory Benchmarks: Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το λογισμικό λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει επεκτάσεις χωρίς να παρατηρεί υπέρ-χρήση της μνήμης και της επεξεργαστικής ισχύς. Επίσης επιτρέπει την ταυτόχρονη εκτέλεση και άλλων εφαρμογών.
- Classification Performance: Στο τέλος της αξιολόγησης του τομέα της κατηγοριοποίησης διαπιστώθηκε βελτίωση στην ακρίβεια της κατηγοριοποίησης ήχων μουσικής και ομιλίας κατά 10%
- Finer Intra-Category Classifier: Βάση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων που έγιναν σε ένα αρκετά μεγάλο σύνολο ήχων ομιλίας διαπιστώθηκε 72% ακρίβεια στην ταξινόμηση.
- Unsupervised Adaptive Ambient Sound Learning: Τα πειράματα έδειξαν τον υψηλότερο βαθμό αντήχησης έχει ο ήχος της τριβής του τηλεφώνου με τα ρούχα του χρήστη του.

Στη συνέχεια η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού αξιολογήθηκε με βάση τα αποτελέσματα που έδωσε μετά τη χρήση δύο εφαρμογών. Πρόκειται για δύο εφαρμογές που αναπτύχθηκαν για την κινητή συσκευή Apple iPhone. Η πρώτη είναι μια εφαρμογή καταγραφής ήχων σε ημερήσια βάση με καιροσκοπική αντίληψη, ενώ η δεύτερη μια εφαρμογή εντοπισμού ήχων μουσικής με συμμετέχουσα αντίληψη.

Σχετικά με τα αποτελέσματα της πρώτης εφαρμογής, διαπιστώθηκε ότι η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού SoundSense μπορεί να ανιχνεύσει και να διακρίνει ηχητικά γεγονότα μεγάλης διάρκειας. Σε μικρής όμως διάρκειας γεγονότα αντιμετωπίζει πρόβλημα ανίχνευσης. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος οι ήχοι μικροί διάρκειας σημαδεύονται ως μη επιθυμητοί, ούτως ώστε να μην προκαλούν αχρείαστη επεξεργασία.

Κατά την αξιολόγηση της δεύτερης εφαρμογής ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να βγάλουν φωτογραφίες στα μέρη όπου το σύστημα SoundSense εντόπιζε ήχους μουσικής. Έτσι μπορούσαν να δουν αν ο εντοπισμός μουσικής σε εκείνο το μέρος ήταν κάτι λογικό.

Συνοψίζοντας, η πλατφόρμα λογισμικού SoundSense απευθύνεται στον τομέα της ανάπτυξης εφαρμογών κινητών συσκευών. Αυτές οι συσκευές έχουν περιορισμένους διαθέσιμους πόρους καθώς και μειωμένη επεξεργαστική ισχύ, δεδομένα τα οποία λαμβάνονται υπόψη από το SoundSense, χωρίς να μειώνει την ποιότητα των υπηρεσιών που προσφέρει. Συγκεκριμένα, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα συστήματα αναγνώρισης ήχων, είναι σε θέση να εκτελέσει τους αλγόριθμους κατηγοριοποίησης ήχων μέσω του διαδικτύου και όχι τοπικά, μειώνοντας έτσι το υπολογιστικό κόστος. Τα αποτελέσματα του είναι συγκρίσιμα όσον αφορά την ποιότητα, χωρίς όμως να περιορίζει σε καμία περίπτωση τον χρήστη από το να εκτελέσει κάποιες από τις λειτουργίες της κινητής του συσκευής.

2.5.7 Horation Framework to Reduce Mobility Footprints

Ο όρος Mobility footprint αναφέρεται στο μέγεθος, το βάρος και την ενέργεια που απαιτείται από το υλικό που πρέπει να υπάρχει σε ένα κινητό τηλέφωνο για να μπορεί να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά σε οποιοδήποτε χρόνο και χώρο. Η ιδανική περίπτωση είναι να έχουμε μηδενικό mobility footprint. Αυτό είναι εφικτό αν θεωρήσουμε ότι συγχωνεύουμε τις καταστάσεις σε μια εικονική μηχανή η οποία βρίσκεται κάπου κοντά στο χρήστη και στην οποία το κινητό τηλέφωνο έχει πρόσβαση μέσω του διαδικτύου. Αυτό το σενάριο μπορεί να επιτευχθεί μέσω του ενδιαμέσου λογισμικού Horatio, μιας τεχνολογίας έξυπνων κινητών τηλεφώνων η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προσωπικός κινητός βοηθός υπεύθυνος για το αυτόματο άδειασμα της cache για μια εικονική μηχανή.

Η πλατφόρμα ενδιαμέσου λογισμικού Horatio αναπτύχθηκε από τη συνεργασία των πανεπιστημίων Rutgers, Carnegie Mellon και Toronto. Έχει υλοποιηθεί ένα πρωτότυπο το οποίο είναι συμβατό με τις κινητές συσκευές Nokia N95 που τρέχει λογισμικό Symbian και με τις συσκευές OpenMoko Neo FreeRunner που τρέχουν λογισμικό Linux. Το Horatio χρησιμοποιεί τις βασικές λειτουργίες των πιο πάνω κινητών συσκευών, όπως τη φωνητική κλήση και την αποστολή γραπτών μηνυμάτων. Εκμεταλλεύεται επίσης το γεγονός ότι τέτοιες συσκευές παραμένουν ενεργές υπολογιστικές και αποθηκευτικές συσκευές και έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνήσουν με κάποιο δίκτυο μέσω Bluetooth, Wi-Fi και 3G.

Το Horatio αναπτύχθηκε με στόχο τη διατήρηση χαμηλού mobility footprint, βασισμένο στην αρχιτεκτονική πελάτη – εξυπηρετητή. Κύριος στόχος του είναι να συμπεριφέρεται σαν επιταχυντής απόδοσης κι να δρα σε περιπτώσεις όπου η σύνδεση με το διαδίκτυο είναι αδύνατη έως ανύπαρκτη μειώνοντας την καθυστέρηση.

Το Horatio έχει σχεδιαστεί κάτω από τέσσερις βασικές υποθέσεις:

- Λειτουργεί σε ένα ISR* ενσωματωμένο περιβάλλον το οποίο χρησιμοποιεί απομακρυσμένο μοντέλο parcel home όπως φαίνεται στην εικόνα 1. Έτσι η προσωρινή χρήση πελατών κρίνεται αναγκαία.
- Η κινητή συσκευή στην οποία χρησιμοποιείται υποστηρίζει τεχνολογίες ασύρματης σύνδεσης (3G, WiFi).
- Οι χρήστες εμπιστεύονται τα κινητά τους τηλέφωνα αλλά εμπιστεύονται μόνο προσωρινά τους πελάτες ISR*.
- Υπάρχει ισχυρή συνδεσιμότητα ανάμεσα σε ένα πελάτη ISR* και στο Horatio.

* Internet Suspend/Resume program

2.5.8 Συγκριτικός πίνακας

Στον πίνακα 2.2 φαίνεται η σύγκριση της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World με τις κυριότερες πλατφόρμες που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 2.

	Campaignr	EEMS	Nericell	SoundSense	Feel The World
Υποστηριζόμενες Αντιλήψεις	Συμμετέχουσα	Συμμετέχουσα Καιροσκοπική	Συμμετέχουσα Καιροσκοπική	Συμμετέχουσα Καιροσκοπική	Συμμετέχουσα Καιροσκοπική
Κοινωνικά Δίκτυα	NAI	OXI	OXI	OXI	NAI
Αισθητήρες Κινητής Συσκευής	ΟΛΟΥΣ	ΟΛΟΥΣ	ΟΛΟΥΣ	Μικρόφωνο	ΟΛΟΥΣ
Εξωτερικοί Αισθητήρες	OXI	OXI	OXI	OXI	NAI
Ανίχνευση Κατάστασης Χρήστη	OXI	NAI	OXI	OXI	NAI
Συμπύεση Δεδομένων	OXI	OXI	OXI	OXI	NAI
Αποστολή δεδομένων μέσω διαθέσιμου δικτύου	OXI	OXI	OXI	OXI	NAI
Δημοσίευση	Sensys 2007	MobiSys 2009	Sensys 2008	MobiSys 2009	-

Πίνακας 2.2. Αποτελέσματα σύγκρισης μεταξύ των κυριότερων πλατφόρμων ενδιάμεσου λογισμικού που ερευνήθηκαν και της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World. Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας συμπεριλαμβάνει χαρακτηριστικά τα οποία δεν συμπεριλαμβάνονται στις υπόλοιπες πλατφόρμες.

Κεφάλαιο 3

Πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World

3.1	Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν	37
3.1.1	Sensaris Senspods	37
3.1.2	Εργαλείο GPS	38
3.1.3	Επιταχυνσιόμετρο	38
3.1.4	Επιλογή κατάλληλου λογισμικού για ανάπτυξη του Feel The World	39
3.2	Αρχιτεκτονική Πλατφόρμας Ενδιάμεσου Λογισμικού Feel The World	41
3.3	Ανάλυση Αρχιτεκτονικής	45
3.3.1	Εφαρμογές Κινητών Τηλεφώνων	46
3.3.2	Εφαρμογές Υπολογιστών – Εξυπηρετητών	51

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήσαμε μια τηλεφωνική συσκευή που χρησιμοποιεί την πλατφόρμα λογισμικού κινητών τηλεφώνων Android[13] και τους εξωτερικούς αισθητήρες της εταιρίας Sensaris. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή των τεχνολογιών, καθώς επίσης και οι λόγοι που επιλέγηκαν αυτές οι τεχνολογίες έναντι των υπολοίπων. Στη συνέχεια γίνεται μια εκτενής ανάλυση της αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού, τόσο στην πλευρά των εφαρμογών κινητών τηλεφώνων όσο και των εφαρμογών υπολογιστών – εξυπηρετητών.

3.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν

3.1.1 Sensaris Senspods

Η Sensaris[28] είναι μια εταιρία που δραστηριοποιείται στον τομέα των δικτύων αισθητήρων. Σχεδιάζει και κατασκευάζει αισθητήρες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δίκτυα αισθητήρων. Παρέχει API[14] το οποίο ο προγραμματιστής μπορεί να χειριστεί ούτως ώστε να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες που προσφέρουν οι αισθητήρες. Μετά από την έρευνα που κάναμε διαπιστώσαμε ότι πρόκειται για μια αξιόπιστη εταιρία που παράγει ποιοτικούς αισθητήρες. Στο πελατολόγιο της περιλαμβάνει οργανισμούς και εταιρίες όπως το MIT και τις IBM, Microsoft, Sony, Orange. Το FeelTheWorld είναι συμβατό με όλους τους τύπους αισθητήρων της Sensaris[28].

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν έχουν τις εξής δυνατότητες:

➤ **Eco senspod 1**

- Μέτρηση έντασης ήχου
- Μέτρηση θερμοκρασίας
- Μέτρηση σχετικής υγρασίας
- Μέτρηση αερίων COx και NOx

➤ **Eco senspod 2**

- Μέτρηση ακτινοβολίας (UV)
- Μέτρηση αερίου Όζοντος

➤ **CO2 senspod**

- Μέτρηση ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα (CO2)
- Μέτρηση θερμοκρασίας
- Μέτρηση σχετικής υγρασίας
- Ενσωματωμένο δέκτη GPS

Τα Sensaris Senspods έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Processor Texas Instruments MSP430
- Operating system inspired from FreeRTOS
- Bluetooth Bluegiga Class 2 radio

- Power: Rechargeable long lasting 3.7 V Lithium ion battery 1100 mAh for extended lifetime
- Storage: 2G Bit micro SD Card

3.1.2 Εργαλείο GPS

Το GPS (Global Positioning System)[21] είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται για την ανάκτηση πληροφοριών σχετικά με τη θέση του χρήστη. Προσφέρει μεγάλη ακρίβεια καθώς χρησιμοποιεί την τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς και την παρατήρηση ενός δορυφόρου. Η ακρίβεια αυτή αυξάνεται καθώς στις μέρες μας κάθε δέκτης GPS μπορεί να παράξει ένα στίγμα που θα υποδηλώνει τη θέση του χρησιμοποιώντας όχι ένα μόνο δορυφόρο αλλά ένα δίκτυο 24 - 32 δορυφόρων που βρίσκεται σε σταθερή θέση γύρω από την γη. Έτσι ο δέκτης μπορεί να εντοπιστεί οπουδήποτε κι αν βρίσκεται πάνω στον πλανήτη.

Ο δέκτης GPS είναι ενσωματωμένος στην κινητή συσκευή HTC Desire αλλά και σε κάποια μοντέλα των Sensaris Senspods[28].

3.1.3 Επιταχυνσιόμετρο

Το Επιταχυνσιόμετρο είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που έχει την ικανότητα να μετρά διάφορες δυνάμεις επιτάχυνσης. Αυτές οι δυνάμεις μπορεί να είναι στατικές, όπως είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας ή δυναμικές που προκαλούνται από μικρές ή μεγάλες αλλαγές στην ταχύτητα ή στην διεύθυνση της κίνησης (επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, στροφές).

Χρησιμοποιείται κυρίως σε συστήματα πλοήγησης, τα οποία συνδυάζοντας την χρήση επιταχυνσιομέτρων, των γυροσκοπίων και των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, μπορούν να υπολογίζουν την θέση ενός οχήματος στον χώρο καθώς και την στάση και την ταχύτητά του με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Αυτοί οι υπολογισμοί είναι απαραίτητοι για την λειτουργία του αυτόματου πιλότου στα αεροπλάνα καθώς επίσης και την πλοήγηση αεροπλάνων, πλοίων και υποβρυχίων. Το επιταχυνσιόμετρο χρησιμοποιείται επίσης και

για την ενεργοποίηση του αερόσακου στα αυτοκίνητα, καθώς και σε οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή απαιτείται η μέτρηση της επιτάχυνσης.

Ο αισθητήρας επιταχυνσιομέτρου είναι ενσωματωμένος σε κινητές συσκευές αλλά και σε κάποια μοντέλα των Sensaris Senspods[28].

3.1.4 Επιλογή κατάλληλου λογισμικού για ανάπτυξη του Feel The World

Εκτός από την επιλογή των αισθητήρων που θα χρησιμοποιούνταν στην εργασία, έπρεπε να γίνει και σωστή επιλογή του λογισμικού. Η επιλογή αυτή δεν ήταν εύκολη καθώς κυκλοφορούν στην αγορά πολλά λογισμικά κινητών συσκευών με παρόμοιες δυνατότητες. Οι ελάχιστες απαιτήσεις που είχαμε από το λογισμικό που θα επιλέγαμε ήταν:

- 1) Να υποστηρίζει σύνδεση και αποστολή δεδομένων μέσω Wi-Fi, 3G και GPRS
- 2) Να επιτρέπει πρόσβαση στα δεδομένα που παράγονται από το δέκτη GPS
- 3) Να επιτρέπει πρόσβαση στους αισθητήρες accelerometer και μικροφώνου
- 4) Να επιτρέπει σύνδεση με τους sensaris senspods[28].
- 5) Να επιτρέπει αλληλεπίδραση με κοινωνικά δίκτυα, όπως το Facebook[20]

Μετά από έρευνα οι επικρατέστερες συσκευές ήταν το OSx που τρέχει στις κινητές συσκευές της Apple[15] και το Google Android[22] που είναι μια αναπτυσσόμενη πλατφόρμα λογισμικού που χρησιμοποιείται σε πολλές κινητές συσκευές.

Ξεκινήσαμε κάνοντας δοκιμές στο OSx της εταιρίας Apple[15]. Για την ανάπτυξη εφαρμογών στο λειτουργικό OSx είναι απαραίτητη η χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Objective C. Για να επιβεβαιώσουμε τις ελάχιστες απαιτήσεις που θέσαμε, αναπτύξαμε κάποιες εφαρμογές που τρέχουν σε κινητά τηλέφωνα Apple iPhone. Αρχικά αναπτύξαμε μια εφαρμογή που ανακτά τα δεδομένα από το σύστημα GPS, απεικονίζει τη θέση του χρήστη στην οθόνη μέσω των Google Maps, και αποστέλλει τα δεδομένα μέσω Wi-Fi και GPRS σε ένα εξυπηρετητή. Ο εξυπηρετητής που αναπτύξαμε μπορεί να ανακτά δεδομένα από κάποια απομακρυσμένη κινητή συσκευή. Με αυτό τον τρόπο επιβεβαιώσαμε ότι η συσκευή πληροί τις 2 πρώτες ελάχιστες απαιτήσεις. Στη συνέχεια αναπτύξαμε μια άλλη εφαρμογή, που ανακτά τα

δεδομένα από τον αισθητήρα του accelerometer και τα εμφανίζει στην οθόνη της συσκευής. Ακολούθως παίρνει τα δεδομένα από το μικρόφωνο και τα επεξεργάζεται ούτως ώστε να μετατραπούν σε μέτρο decibel. Τέλος η ένταση του ήχου που ανιχνεύει το μικρόφωνο παρουσιάζεται στην οθόνη, μετρημένη σε decibel. Έτσι επιβεβαιώθηκε και η πληρότητα της 3^{ης} ελάχιστης απαίτησης. Η επιλογή της συσκευής iPhone 4[16] τελικά εγκαταλείφτηκε διότι δεν επιτρέπει την σύνδεση με τους αισθητήρες της Sensaris, κάτι που έκαναν οι προηγούμενες εκδόσεις του τηλεφώνου και μας ώθησε στο να εξετάσουμε την περίπτωση του.

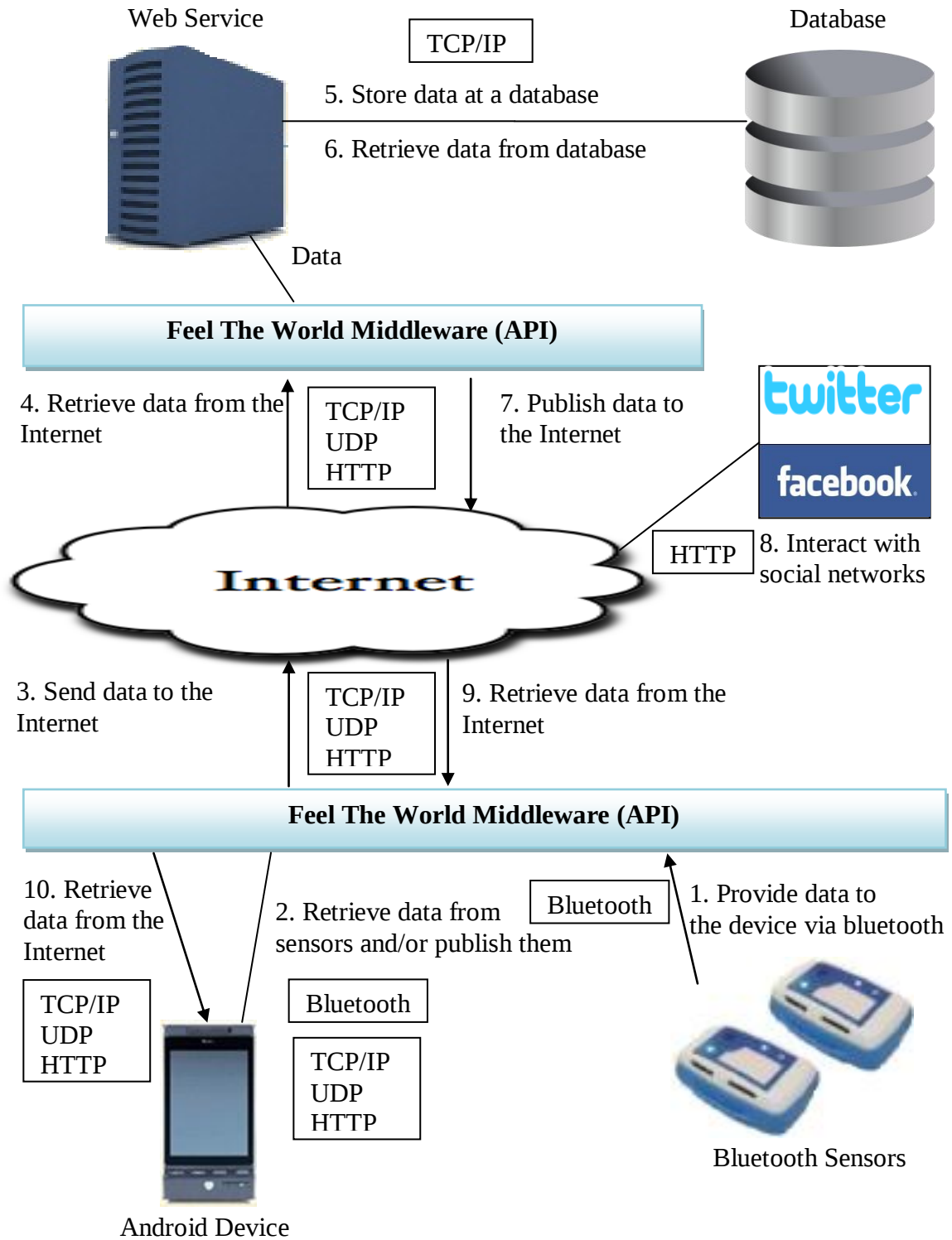
Επόμενο βήμα ήταν οι δοκιμές στην πλατφόρμα λογισμικού κινητών συσκευών Google Android[22]. Η ανάπτυξη εφαρμογών στην πλατφόρμα λογισμικού Google Android γίνεται σε Java και XML. Τότε έπρεπε να επιβεβαιώσουμε ότι η συσκευή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη του FeelTheWorld, έτσι αναπτύξαμε 2 ανάλογες εφαρμογές με τις προηγούμενες. Στην πρώτη εφαρμογή ανακτήσαμε τα δεδομένα του GPS και τα στείλαμε επιτυχώς στον Server, αφού πρώτα τα είχαμε απεικονίσει στην οθόνη του κινητού. Στη δεύτερη εφαρμογή ανακτήσαμε τα δεδομένα των αισθητήρων και τα παρουσιάσαμε επίσης στην οθόνη με παρόμοια διαδικασία με το iPhone. Παρατηρήσαμε επίσης ότι υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης της έντασης των σημάτων Wi-Fi και GSM, κάτι που μπορεί να χρησιμεύσει στη συνέχεια. Έτσι επιβεβαιώσαμε ότι η συσκευή πληροί τα 4 πρώτα κριτήρια. Στη συνέχεια αναπτύξαμε μια εφαρμογή για να ανακτούμε πληροφορίες από το Facebook και να τις παρουσιάζουμε στην οθόνη. Οπότε καταλήξαμε ότι με την πλατφόρμα λογισμικού Google Android μπορούμε να επιτύχουμε τον σκοπό μας.

Device	Programming Language	Wi-Fi & GPRS	GPS receiver values	Accelerometer & Microphone	Sensaris Senspods connectivity	Social Networks	WiFi & Gsm signal values
OS X	Objective C	√	√	√	X	√	X
Android	Java	√	√	√	√	√	√

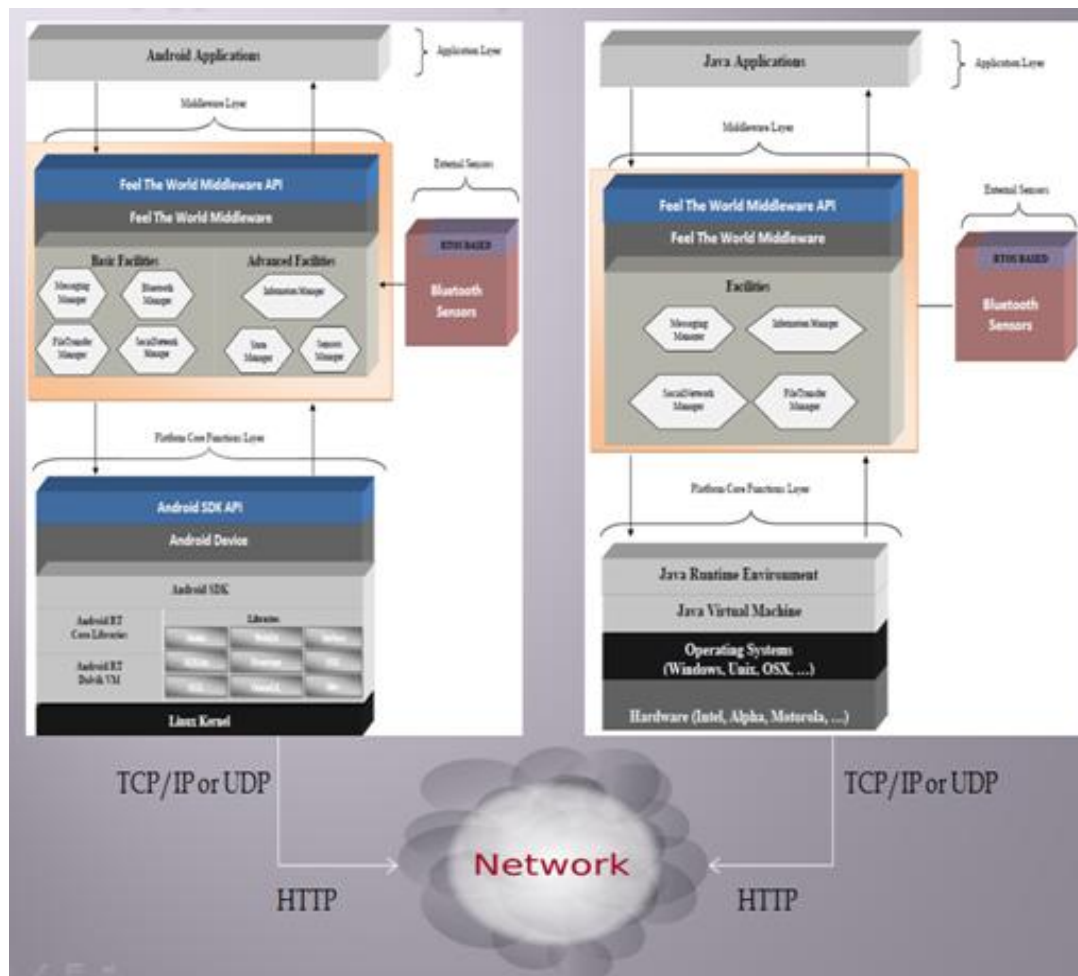
Πίνακας 3.1 Αποτελέσματα σύγκρισης λογισμικών OSX και Android

3.2 Αρχιτεκτονική Πλατφόρμας Ενδιάμεσου Λογισμικού Feel The World

Η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World έχει αναπτυχθεί ούτως ώστε να επιτρέπει τόσο την ανάπτυξη εφαρμογών σε κινητές συσκευές, τόσο και την ανάπτυξη εφαρμογών που τρέχουν σε ένα υπολογιστή. Υποστηρίζει την επικοινωνία μεταξύ τους, μέσω του μοντέλου πελάτη – εξυπηρετητή (client - server) και των πρωτοκόλλων TCP/IP και UDP. Στα σχήματα 3.1, 3.2 φαίνεται η γενική αρχιτεκτονική αυτής της πλατφόρμας και η αρχιτεκτονική του συστήματος, με τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται.



Σχήμα 3.1: Γενική αρχιτεκτονική Feel The World. Στα ορθογώνια φαίνονται τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται.



Σχήμα 3.2: Αρχιτεκτονική συστήματος. Αριστερά παρουσιάζεται το τμήμα πελάτη και δεξιά το τμήμα εξυπηρετητή. Οι υπηρεσίες της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού χρησιμοποιούνται μέσω του FeelTheWorld API. Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται είναι τα TCP/IP, UDP και HTTP.

Τμήμα Πρώτο: Εφαρμογή Κινητής Συσκευής

Η πλατφόρμα λογισμικού Feel The World επιτρέπει στον προγραμματιστή να την χρησιμοποιήσει για την ανάπτυξη εφαρμογών που θα εγκαθίστανται και θα τρέχουν πάνω στην κινητή συσκευή. Μέσω της πλατφόρμας παρέχονται δυνατότητες όπως:

- Χρήση ενός κοινωνικού δικτύου για:
 - Εκτέλεση επερωτήσεων πάνω στη βάση του
 - Ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ χρηστών
 - Κοινοποίηση πληροφοριών στα μέλη της κοινότητας του χρήστη

- Ανάκτηση τιμών από τους ενσωματωμένους στη κινητή συσκευή αισθητήρες
- Σύνδεση με συσκευές Bluetooth και διαχείριση των δεδομένων τους
- Ανάκτηση τιμών από εξωτερικούς αισθητήρες, συνδεδεμένους στη συσκευή
- Ανίχνευση κατάστασης χρήστη της κινητής συσκευής. Μέσω αλγορίθμων που αναπτύξαμε, μπορούμε να παρέχουμε τη δυνατότητα στον προγραμματιστή να γνωρίζει εάν ο χρήστης περπατά, είναι ακίνητος ή βρίσκεται σε όχημα.
- Ανταλλαγή πληροφοριών μαζί με κάποιο ορατό προς το δίκτυο εξυπηρετητή. Για την ανταλλαγή των δεδομένων γίνεται χρήση αλγόριθμου συμπίεσης, ούτως ώστε να εξοικονομούνται πόροι του δικτύου και να μειώνεται η χρήση της μπαταρίας της κινητής συσκευής. Επίσης αναπτύχθηκαν αλγόριθμοι που επιτρέπουν στον προγραμματιστή να ελέγχει την ανταλλαγή αυτή, ούτως ώστε τα δεδομένα να στέλνονται είτε άμεσα μέσω της «καλύτερης» διαθέσιμης σύνδεσης, είτε αργότερα, όταν η σύνδεση θα είναι μέσω Wi-Fi.

Τμήμα Δεύτερο: Εφαρμογή Εξυπηρετητή

Εκτός από την ανάπτυξη εφαρμογών κινητών συσκευών, η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World επιτρέπει στον προγραμματιστή να αναπτύσσει εφαρμογές που θα εγκαθίστανται και θα τρέχουν πάνω σε κάποιο εξυπηρετητή.

Οι δυνατότητες που παρέχονται από την πλατφόρμα είναι οι εξής:

- Χρήση ενός κοινωνικού δικτύου για:
 - Εκτέλεση επερωτήσεων πάνω στη βάση του για ανάκτηση απαιτούμενων δεδομένων
 - Ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ χρηστών
 - Κοινοποίηση πληροφοριών στα μέλη της κοινότητας του χρήστη
- Ανάκτηση δεδομένων από εξωτερικούς αισθητήρες, συνδεδεμένους στον υπολογιστή μέσω Bluetooth
- Ανταλλαγή πληροφοριών μαζί με κάποιο πελάτη. Η σύνδεση μεταξύ τους μπορεί να είναι είτε μέσω των πρωτοκόλλων TCP/IP είτε UDP. Για την ανταλλαγή των δεδομένων γίνεται χρήση αλγόριθμου συμπίεσης, ούτως ώστε

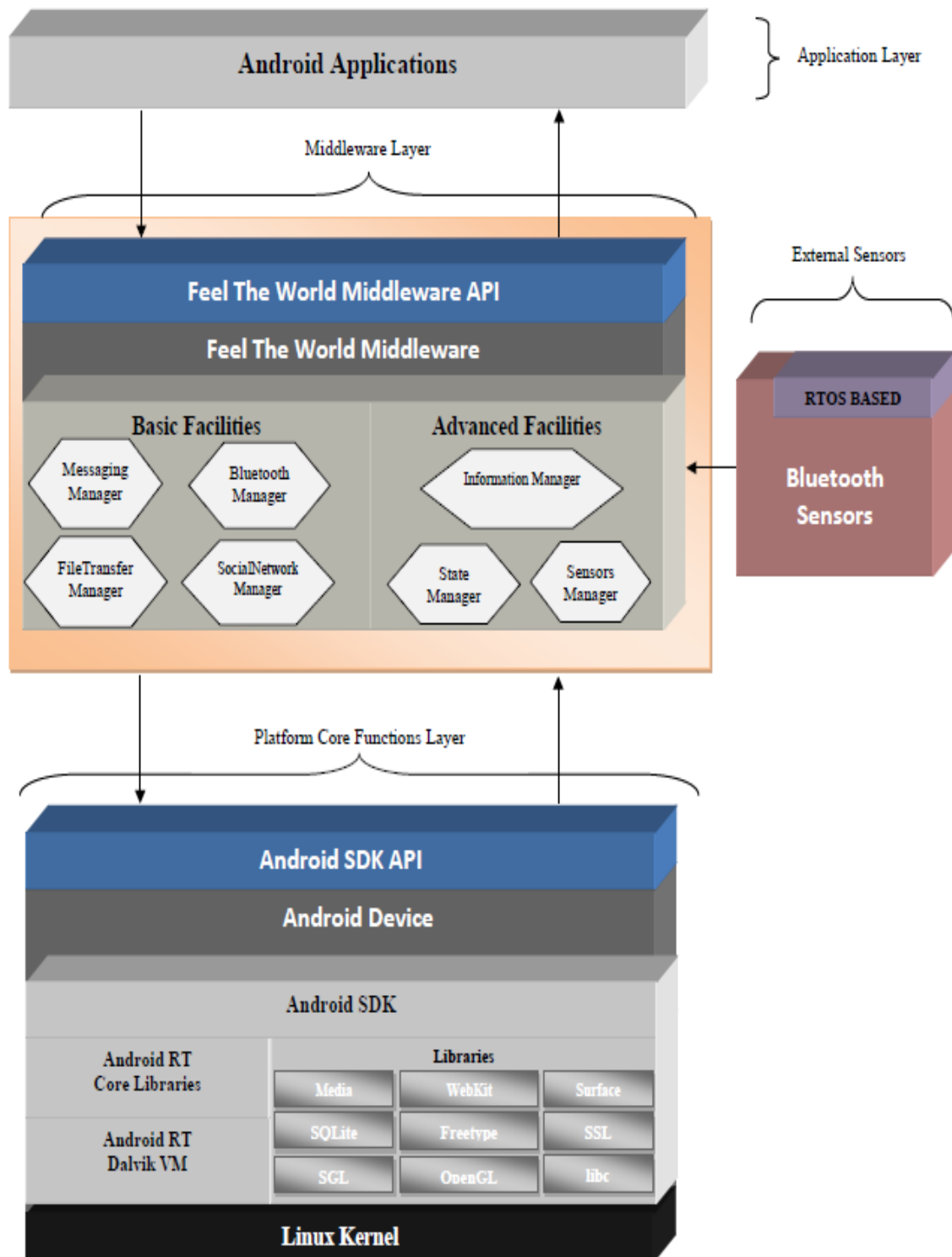
να εξοικονομούνται πόροι του δικτύου και να μειώνεται η χρήση της μπαταρίας της κινητής συσκευής.

- Κοινοποίηση των ανακτώμενων δεδομένων στο διαδίκτυο. Η κοινοποίηση μπορεί να γίνει σε μία ιστοσελίδα, ούτως ώστε οι χρήστες της να μπορούν να παρακολουθήσουν τα συλλεχθέντα από τις συσκευές δεδομένα.

3.3 Ανάλυση Αρχιτεκτονικής

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε με περισσότερες λεπτομέρειες την αρχιτεκτονική της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως υπάρχουν δύο τμήματα, ένα για τις εφαρμογές τηλεφώνων και ένα για τις εφαρμογές υπολογιστών.

3.3.1 Εφαρμογές Κινητών Τηλεφώνων



Σχήμα 3.3: Αρχιτεκτονική πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World για εφαρμογές κινητών συσκευών (Τμήμα 1).

Στο πιο πάνω σχήμα παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World για εφαρμογές κινητών συσκευών. Όπως παρατηρούμε το

Feel The World, τοποθετείται στο middleware layer, κάτω από το Application Layer και χρησιμοποιεί το Android SDK[13] για να αναπτύξει τις υπηρεσίες που προσφέρει. Το Android SDK, που παρέχεται δωρεάν, προσφέρει διάφορες κλάσεις στους προγραμματιστές που τους βοηθά να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες των κινητών συσκευών που τρέχουν το λογισμικό Android. Χρησιμοποιείται επίσης η πλατφόρμα των εξωτερικών αισθητήρων, που είναι ανεπτυγμένη πάνω από πυρήνα βασισμένο σε RTOS, ούτως ώστε να λαμβάνονται οι τιμές τους μέσω της επικοινωνίας Bluetooth. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World χωρίζονται σε Βασικές (Basic Facilities) και Εξειδικευμένες (Advanced Facilities).

Βασικές Υπηρεσίες (Basic Facilities)

Οι βασικές υπηρεσίες είναι υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται συχνά, σε πολλές εφαρμογές, και χωρίζονται σε τέσσερα τμήματα. Τα τμήματα αποτελούν διαφορετικά πακέτα λογισμικού και προσφέρουν διαφορετικού τύπου υπηρεσίες μέσω των διαχειριστών (Managers) που έχουμε ορίσει.

Messaging Manager

Ο Messaging Manager είναι υπεύθυνος για τη σύνδεση και τη διαχείριση των μηνυμάτων κειμένου που στέλνονται ή παραλαμβάνονται στον / από τον εξυπηρετητή. Παρέχει την δυνατότητα σύνδεσης, μέσω των πρωτοκόλλων TCP/IP ή UDP, και την αποστολή και παραλαβή μηνυμάτων (τύπου συμβολοσειράς ή πίνακα τύπου byte). Επίσης παρέχει τη δυνατότητα αποστολής και παραλαβής συμπιεσμένων μηνυμάτων, ελαχιστοποιώντας έτσι τη χρήση των πόρων του δικτύου καθώς και της μπαταρίας της κινητής συσκευής. Για την επιλογή του τύπου συμπίεσης έγινε μία εκτενής έρευνα, που περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο. Καταλήξαμε ότι ο κατάλληλος τύπος συμπίεσης είναι ο Deflate, έτσι προχωρήσαμε στην υιοθέτησή του. Για να καταστεί αυτό δυνατό αναπτύξαμε τον αλγόριθμο συμπίεσης και αποσυμπίεσης δεδομένων Deflate σε Java. Τέλος παρέχει τη δυνατότητα αποστολής μηνυμάτων αναλόγως του διαθέσιμου δικτύου. Ο αλγόριθμος που αναπτύχθηκε για την παροχή αυτής της υπηρεσίας περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4.

Για την παροχή της υπηρεσίας σύνδεσης και ανταλλαγής μηνυμάτων μέσω των πρωτοκόλλων TCP/IP ή UDP χρησιμοποιήθηκαν οι διάλογοι επικοινωνίας που παρέχονται μέσω της Java. Αναπτύξαμε μεθόδους, οι οποίες κάνουν χρήση αυτών των διαύλων, ούτως ώστε ο χρήστης της πλατφόρμας μας να μπορεί ευκολότερα και σε λιγότερο χρόνο να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες που του προσφέρονται μέσω της Java.

Εκτός από την ανταλλαγή μη συμπιεσμένων μηνυμάτων, η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού παρέχει τη δυνατότητα ανταλλαγής κωδικοποιημένων μηνυμάτων. Αφού μετά από έρευνα καταλήξαμε στον τύπο συμπίεσης που θα χρησιμοποιούσαμε, αναπτύξαμε τον τύπο αυτό σε Java, ούτως ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσω της πλατφόρμας. Η μέθοδος `sendCompressedMessage` δέχεται σαν παράμετρο μία συμβολοσειρά, όπως ακριβώς και η μέθοδος `sendMessage` η οποία στέλνει μια μη κωδικοποιημένη συμβολοσειρά. Στη συνέχεια η συμβολοσειρά μετατρέπεται σε πίνακα τύπου `byte`, συμπιέζεται και αποστέλλεται στον εξυπηρετητή. Ο εξυπηρετητής κατά την παραλαβή αποσυμπιέζει τα δεδομένα, και τα μετατρέπει σε συμβολοσειρά.

FileTransfer Manager

Ο FileTransfer Manager είναι υπεύθυνος για την αποστολή και την παραλαβή αρχείων διαφόρων τύπων. Υποστηρίζει την αποστολή και την παραλαβή αρχείων κειμένου, ήχου και βίντεο (`txt`, `mp3`, `wmv`, `avi`, `mp4`, `flv`, `bmp`, `jpeg`, `jpg`, `png`) προς/από ένα εξυπηρετητή χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο TCP/IP. Κατά την χρήση αυτής της υπηρεσίας, ανακτάται το αρχείο από την συσκευή και μετατρέπεται σε πίνακα τύπου `byte`. Στη συνέχεια συμπιέζεται με την χρήση του τύπου συμπίεσης `Deflate` και αποστέλλεται στον παραλήπτη. Κατά την παραλαβή γίνεται η αποσυμπίεση και αποθήκευση του αρχείου.

Παρέχει επίσης υπηρεσίες εύρεσης μιας εικόνας από το URL της και μετατροπής της σε αντικείμενο τύπου `Android.Drawable` ούτως ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις εφαρμογές σαν μια απλή εικόνα. Ακόμα απλοποιεί τη χρήση υπηρεσιών που προσφέρονται από το Android SDK, όπως την παραγωγή ήχου από μια συμβολοσειρά και την αποστολή γραπτών μηνυμάτων σε κινητές συσκευές.

Bluetooth Manager

Ο Bluetooth Manager είναι υπεύθυνος για την διαχείριση των συσκευών που χρησιμοποιούν την υπηρεσία Bluetooth. Παρέχει υπηρεσίες αναζήτησης συσκευών που βρίσκονται εντός της εμβέλειας του κινητού τηλεφώνου, σύνδεσης με αυτές καθώς και ταυτοποίηση (pairing) εάν είναι η πρώτη φορά που θα συνδεθούν. Επίσης παρέχει τη δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ του κινητού τηλεφώνου και των συσκευών Bluetooth.

Social Network Manager

Ο Social Network Manager παρέχει τη δυνατότητα στον προγραμματιστή να χρησιμοποιήσει γνωστά κοινωνικά δίκτυα όπως το Facebook και το twitter στις εφαρμογές του με εύκολο και απλό τρόπο. Για την ανάπτυξη χρησιμοποιήσαμε τα APIs[14] των κοινωνικών δικτύων, απλοποιώντας την χρήση τους, κάνοντάς τα έτσι εύχρηστα και για μη έμπειρους προγραμματιστές. Ο διαχειριστής προσφέρει υπηρεσίες σύνδεσης με το κοινωνικό δίκτυο, ανάκτησης των μελών του κοινωνικού δικτύου του χρήστη, δημοσίευσης στοιχείων στην κοινότητα. Ακόμα υποστηρίζει την εκτέλεση επερωτήσεων στις βάσεις δεδομένων των κοινωνικών δικτύων, επιτρέποντας έτσι στον χρήστη να ανακτά τα δεδομένα που χρειάζεται. Για την ανταλλαγή των δεδομένων γίνεται χρήση του πρωτοκόλλου HTTP.

Εξειδικευμένες Υπηρεσίες (Basic Facilities)

Οι εξειδικευμένες υπηρεσίες που προσφέρονται από την πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World είναι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν κάποιους αλγόριθμους δίνοντας έτσι ποικίλες δυνατότητες στους χρήστες. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν επιτρέπουν στους έμπειρους χρήστες να αναπτύξουν εξειδικευμένες εφαρμογές και χωρίζονται σε τρία τμήματα. Όπως και στις βασικές υπηρεσίες τα τμήματα αποτελούν διαφορετικά πακέτα λογισμικού και προσφέρουν διαφορετικού τύπου υπηρεσίες μέσω των διαχειριστών (Managers) που έχουμε ορίσει.

Sensors Manager

Ο διαχειριστής Sensors Manager παρέχει υπηρεσίες διαχείρισης των αισθητήρων που βρίσκονται είτε ενσωματωμένοι στην κινητή συσκευή, είτε συνδέονται σε αυτή μέσω Bluetooth. Παρέχει δυνατότητες:

- Ενεργοποίησης δέκτη GPS και ανάκτηση των τιμών του
 - ο Υπολογισμός απόστασης μεταξύ δύο γεωγραφικών σημείων
 - ο Χρήση του Google Maps API[23] για ανάκτηση του ονόματος της περιοχής
 - ο Χρήση των Google Maps API για ανάκτηση των συντεταγμένων μιας περιοχής
- Ενεργοποίησης δέκτη επιταχυνσιόμετρου και ανάκτηση των τιμών του
- Ανάκτησης της έντασης του ήχου που ανιχνεύεται από το μικρόφωνο της κινητής συσκευής
- Ανίχνευσης των σημείων σύνδεσης με το διαδίκτυο που βρίσκονται εντός της εμβέλειας της συσκευής καθώς επίσης και σύνδεσης με το σημείο που έχει το καλύτερο σήμα.
- Ανάκτησης του επιπέδου των Wi-Fi και GSM σημάτων της κινητής συσκευής
- Σύνδεσης μέσω Bluetooth με τους εξωτερικούς αισθητήρες που βρίσκονται εντός της εμβέλειας και ανάκτησης των τιμών τους με εύκολο τρόπο.

Για την ανταλλαγή των δεδομένων γίνεται χρήση των Bluetooth διαύλων επικοινωνίας.

State Manager

Ο διαχειριστής State Manager έχει τη δυνατότητα να διακρίνει την κατάσταση του χρήστη της κινητής συσκευής (εάν βρίσκεται σε όχημα, περπατά ή είναι ακίνητος) μέσω ενός αλγόριθμου που υλοποιήσαμε. Ο αλγόριθμος αυτός, που περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο, ανακτά τις τιμές του αισθητήρα του επιταχυνσιόμετρου και τις τιμές του δέκτη GPS, εάν χρειάζεται, και παράγει με μεγάλη ακρίβεια το αποτέλεσμα. Αυτή η δυνατότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον προγραμματιστή για να αναπτύξει έξυπνες και ενδιαφέρουσες εφαρμογές.

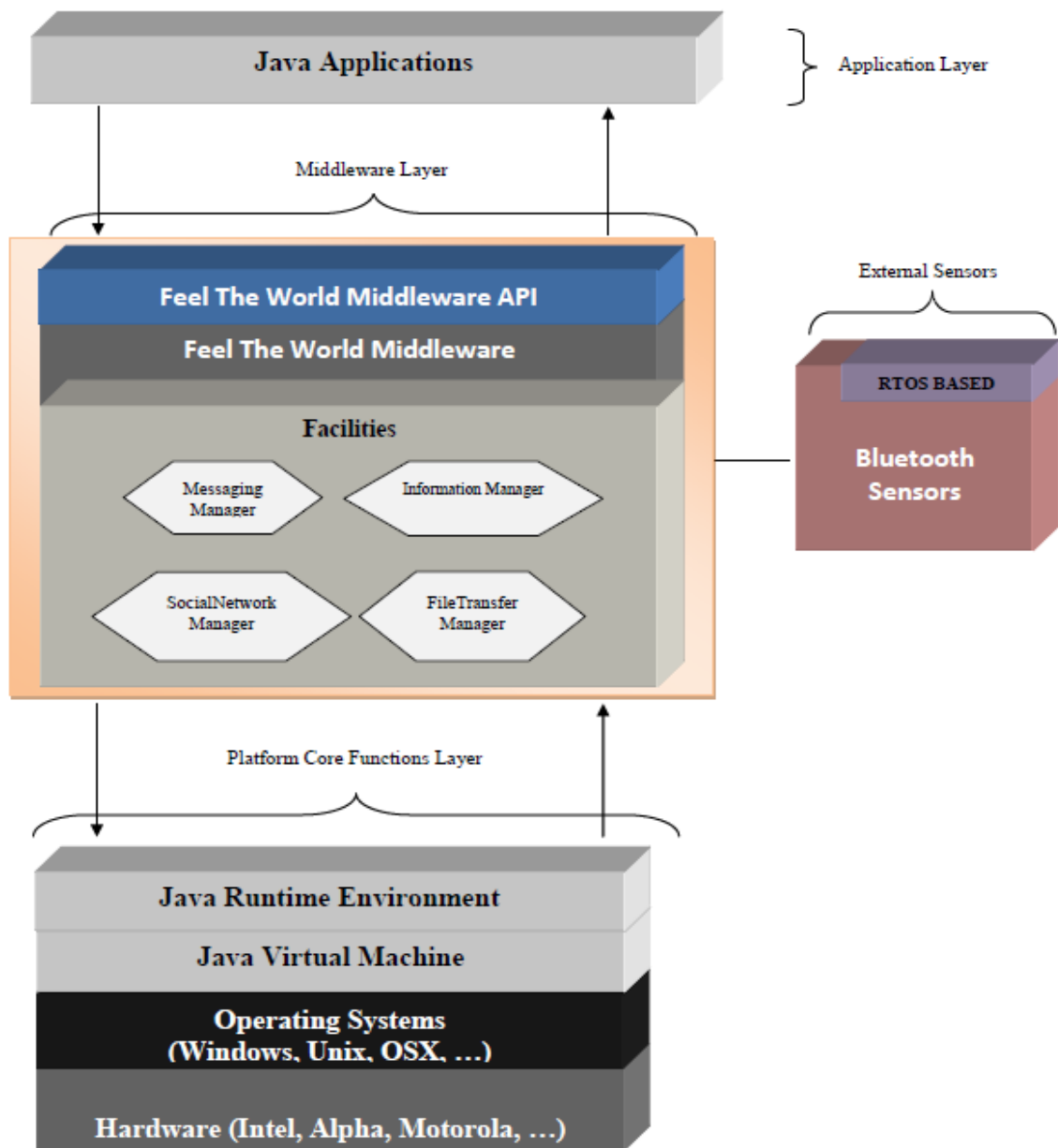
Information Manager

Ο διαχειριστής FeelTheWorld Notification Manager προσφέρει τη δυνατότητα στον προγραμματιστή να βάζει ετικέτες στα δεδομένα που θέλει να στείλει σε κάποιο εξυπηρετητή. Επίσης είναι σε θέση να παραλάβει αυτού του τύπου δεδομένα. Η

ανταλλαγή γίνεται με τη χρήση συμπίεσης και αποσυμπίεσης των δεδομένων, εξοικονομώντας έτσι πόρους του δικτύου και μειώνοντας τη χρήση της μπαταρίας της κινητής συσκευής. Κατά τη δημιουργία ενός τέτοιου αντικειμένου καθορίζεται η ετικέτα και ο τύπος του, καθώς και διάφορα δεδομένα που θέλει ο χρήστης να ανακτηθούν από τους αισθητήρες. Επιτρέπει επίσης τον καθορισμό του τρόπου που θα σταλούν τα δεδομένα, καθώς και την αυτόματη αποστολή τους μέσω ενός αλγορίθμου που υλοποιήσαμε. Ο αλγόριθμος αυτός λαμβάνει υπόψη την προτεραιότητα που δίνει ο χρήστης στα δεδομένα του και αναλόγως τα στέλνει με το διαθέσιμο δίκτυο. Εάν για παράδειγμα τα δεδομένα είναι χαμηλής προτεραιότητας και δεν υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο Wi-Fi, τότε ο αλγόριθμος τα αποθηκεύει και τα αποστέλλει όταν τέτοιου τύπου δίκτυο είναι διαθέσιμο, λαμβάνοντας έτσι υπόψη και την χρέωση του χρήστη σε περίπτωση αποστολής δεδομένων μέσω GPRS ή 3G. Γίνεται χρήση του Messaging Manager και χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο TCP/IP για την επικοινωνία και την ανταλλαγή των δεδομένων.

3.3.2 Εφαρμογές Υπολογιστών – Εξυπηρετητών

Στο σχήμα 3.4 παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World για εφαρμογές υπολογιστών - εξυπηρετητών. Όπως παρατηρούμε, το Feel The World, τοποθετείται στο middleware layer, κάτω από το Application Layer της Java. Αναπτύχθηκε πάνω από το περιβάλλον της Java και την Java Virtual Machine[25]. Οι βιβλιοθήκες της Java που χρησιμοποιούνται, παρέχονται δωρεάν, και προσφέρουν πολλές και ποικίλες κλάσεις στους προγραμματιστές. Χρησιμοποιείται επίσης η πλατφόρμα των εξωτερικών αισθητήρων, που είναι ανεπτυγμένη πάνω από πυρήνα βασισμένο σε RTOS, ούτως ώστε να λαμβάνονται οι τιμές τους μέσω τις επικοινωνίας Bluetooth εάν υποστηρίζεται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Τέλος, το Feel The World κάνει χρήση των APIs που παρέχονται από διάφορα κοινωνικά δίκτυα, ούτως ώστε να προσφέρει στους προγραμματιστές υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης.



Σχήμα 3.4: Αρχιτεκτονική πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World για εφαρμογές υπολογιστών - εξυπηρετητών (Τμήμα 2).

Η Feel The World πλατφόρμα λογισμικού προσφέρει μεταξύ άλλων στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να ανταλλάξει συμπιεσμένα δεδομένα μαζί με ένα πελάτη και να τα κοινοποιήσει σε ένα κοινωνικό δίκτυο. Επίσης του επιτρέπει να ανακτήσει τις τιμές των αισθητήρων και να τις διαχειριστεί αναλόγως. Οι υπηρεσίες είναι χωρισμένες σε τέσσερα τμήματα, που αποτελούν διαφορετικά πακέτα λογισμικού, και προσφέρουν διαφορετικού τύπου υπηρεσίες μέσω των διαχειριστών (Managers) που έχουμε ορίσει.

Οι διαχειριστές αυτοί είναι ο Messaging, FileTransfer, Information και Social Network. Οι λειτουργίες τους είναι παρόμοιες με τους αντίστοιχους διαχειριστές των κινητών συσκευών. Διαφορές υπάρχουν στον διαχειριστή FileTransfer που είναι υπεύθυνος για την αποστολή και την παραλαβή αρχείων διαφόρων τύπων. Υποστηρίζει την αποστολή και την παραλαβή αρχείων κειμένου, ήχου και βίντεο (txt, mp3, wmv, avi, mp4, flv, bmp, jpeg, jpg, png) προς/από ένα πελάτη. Σε αντίθεση με τον αντίστοιχο της κινητής συσκευής, εάν η εφαρμογή εγκατασταθεί σε ένα υπολογιστή ορατό από το διαδίκτυο είναι σε θέση να κοινοποιήσει τα δεδομένα αυτά σε κάποια ιστοσελίδα ούτως ώστε να μπορεί ο επισκέπτης να τα δει. Ο Information Manager μπορεί να ανταλλάξει δεδομένα με τον πελάτη, ικανοποιώντας τα αιτήματά του. Μπορεί επίσης να στείλει αιτήματα ανάκτησης δεδομένων αισθητήρων προς τον πελάτη, ούτως ώστε να του σταλούν οι τιμές των αισθητήρων που επιθυμεί τη συγκεκριμένη στιγμή, εάν ο πελάτης το επιτρέπει.

Κεφάλαιο 4

Αλγόριθμοι

4.1	Αλγόριθμοι Συμπίεσης Δεδομένων	55
4.1.1	Γιατί είναι απαραίτητη η συμπίεση δεδομένων;	55
4.1.2	Επιλογή καταλληλότερου αλγορίθμου	55
4.2	Αλγόριθμος καθορισμού χρονικής στιγμής αποστολής δεδομένων	58
4.2.1	Κίνητρο - Στόχος	58
4.2.2	Ανάλυση Αλγορίθμου	58
4.3	Αλγόριθμος Υπολογισμού Κατάστασης Χρήστη	61
4.3.1	Κίνητρο - Στόχος	61
4.3.2	Περιγραφή Αλγορίθμου	61
4.3.3	Αξιολόγηση Αλγορίθμου Ανίχνευσης Κατάστασης Χρήστη	64

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μια έρευνα που κάναμε για να καταλήξουμε στο κατά πόσον είναι χρήσιμο να υπάρχει η συμπίεση δεδομένων σε μία πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού. Αναφέρονται οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα των πειραμάτων που εκτελέσαμε. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο αλγόριθμος που υλοποιήσαμε, ούτως ώστε να διακρίνουμε μέσω του αισθητήρα του επιταχυνσιομέτρου και του δέκτη GPS την κατάσταση του χρήστη της συσκευής, εάν δηλαδή είναι ακίνητος, περπατά ή βρίσκεται σε όχημα.

4.1 Αλγόριθμοι Συμπίεσης Δεδομένων

4.1.1 Γιατί είναι απαραίτητη η συμπίεση δεδομένων;

Οι εφαρμογές που θα αναπτύσσονται με τη χρήση της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World θα χαρακτηρίζονται από την ανάκτηση δεδομένων από αισθητήρες και διακίνησή τους σε κάποιο δίκτυο. Έτσι αποτελούν κόμβους υπεύθυνους να ενημερώνουν τον εξυπηρετητή του δικτύου. Αυτού του τύπου οι εφαρμογές πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την δέσμευση πόρων του δικτύου, την κατανάλωση ενέργειας της κινητής συσκευής, την καθυστέρηση στη διακίνηση των δεδομένων καθώς και την ακρίβεια στις πληροφορίες που διακινούν. Έτσι πρέπει να διασφαλίσουμε ότι μέσω της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World ικανοποιούνται οι πιο πάνω απαιτήσεις.

4.1.2 Επιλογή καταλληλότερου αλγορίθμου

Η συμπίεση δεδομένων μπορεί να μειώσει τον χρόνο διακίνησης τους στο δίκτυο (transmission time) μειώνοντας το μέγεθος αυτών που θα μπουν στο δίκτυο. Επίσης μειώνει και το κόστος της αποστολής στις περιπτώσεις που τα δεδομένα στέλνονται μέσω των υπηρεσιών 3G και GPRS. Από την άλλη όμως αυξάνει την επεξεργασία που πρέπει να γίνει στα δύο άκρα, καθώς πριν τη διαδικασία αποστολής πρέπει να γίνει συμπίεση των δεδομένων και αποσυμπίεση τους κατά την παραλαβή. Αυτό το δίλημμα έπρεπε να ληφθεί υπόψη ούτως ώστε να μην επιβαρύνεται η συσκευή με περεταίρω επεξεργασία που συνεπάγεται μεγαλύτερη χρήση της μπαταρίας.

Έτσι προχωρήσαμε σε δοκιμές κάποιων αλγορίθμων ούτως ώστε να αποφασίσουμε ποιος είναι ο επικρατέστερος. Για τις δοκιμές αυτές αναπτύξαμε τους τύπους συμπίεσης σε Java, ούτως ώστε να συγκρίνουμε το ποσοστό συμπίεσης της ίδιας συμβολοσειράς καθώς και την χρήση της μπαταρίας. Οι δοκιμές έγιναν στους εξής τύπους κωδικοποίησης:

- Αλγόριθμος Huffman[2]
- Συνδυασμός αλγορίθμων Huffman και Run-Length coding
- Συμπίεση ZIP
- Συμπίεση Deflate (συνδυασμός αλγορίθμων LZ[12] και Huffman)

Στο πρώτο πείραμα βάλαμε μία συμβολοσειρά που περιείχε τη γεωγραφική μας θέση όπως ανακτήθηκε από τον δέκτη GPS, μία χρονοσφραγίδα και τον μοναδικό αριθμό ενός χρήστη του κοινωνικού δικτύου Facebook[20]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

Αλγόριθμος	Μήκος Εισόδου (Bytes)	Μήκος Εξόδου (Bytes)	Ποσοστό Συμπίεσης
Huffman	63	200	-217.46 %
Huffman - Runlength	63	115	-82.53 %
ZIP	63	168	-166.66 %
Deflate	63	50	20.63 %

Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα δοκιμών στους τύπους συμπίεσης. Το διάνυσμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το εξής:

35.14933333333333,33.33739166666666,20,02,2011,14,01,794278970,1

Όπως παρατηρούμε από τα αποτελέσματα ο μόνος τύπος που προσφέρει συμπίεση σε τόσο μικρά δεδομένα είναι ο Deflate. Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς οι αλγόριθμοι Huffman και Runlength χρησιμοποιούνται κυρίως σε συμπίεση εικόνων, όπου η πληροφορία επαναλαμβάνεται με πολύ υψηλή συχνότητα. Ο τύπος συμπίεσης ZIP δουλεύει καλύτερα σε μεγάλου μεγέθους δεδομένα από ότι σε μικρού.

Στη συνέχεια προχωρήσαμε σε πειράματα μεγαλύτερων διανυσμάτων. Συγκεκριμένα εκτελέσαμε τους αλγόριθμους συμπίεσης σε ένα διάνυσμα 8 φορές μεγαλύτερο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2

Αλγόριθμος	Μήκος Εισόδου (Bytes)	Μήκος Εξόδου (Bytes)	Ποσοστό Συμπίεσης
Huffman	504	1600	-217.4 %
Huffman - Runlength	504	899	-78.37 %
ZIP	504	177	64.88 %
Deflate	504	59	88.29 %

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα δοκιμών στους τύπους συμπίεσης. Το διάνυσμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 8 φορές μεγαλύτερο από το προηγούμενο.

Όπως παρατηρούμε οι τύποι συμπίεσης παρουσιάζουν βελτίωση. Οι τύποι Huffman και Runlength εξακολουθούν να μην συμπιέζουν τα δεδομένα σε αντίθεση με τους ZIP και Deflate. Ο τύπος ZIP συμπίεσε τα δεδομένα κατά 64.88%. Ο τύπος Deflate είναι ξανά ο καλύτερος καθώς παρουσιάζει συμπίεση 88.29%, που είναι πολύ καλύτερο και από το ποσοστό του ίδιου τύπου σε μικρότερου μεγέθους δεδομένα.

Όσον αφορά το πρόβλημα της αύξησης της επεξεργασίας που πρέπει να γίνει στα δύο άκρα, καθώς πριν τη διαδικασία αποστολής πρέπει να γίνει συμπίεση των δεδομένων και αποσυμπίεση τους κατά την παραλαβή, λάβαμε υπόψη μας τα αποτελέσματα της έρευνας[9] που έγινε στο Σουηδικό Ινστιτούτο Επιστήμης Υπολογιστών. Σε αυτή την έρευνα συμμετείχαν οι Νικόλας Τσιφτές, Adam Dunkels και Thiemo Voigt και απέδειξαν ότι ο τύπος συμπίεσης Deflate προσφέρει 67% περισσότερη ταχύτητα καθώς επίσης και 69% εξοικονόμηση ενέργειας στην αποστολή δεδομένων μέσα σε ένα δίκτυο. Έτσι καταλήξαμε ότι ο τύπος συμπίεσης Deflate είναι ο ιδανικός για να εφαρμοστεί στην πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World.

4.2 Αλγόριθμος καθορισμού χρονικής στιγμής αποστολής δεδομένων

4.2.1 Κίνητρο - Στόχος

Οι κινητές συσκευές έχουν δυνατότητες συλλογής δεδομένων μέσω των αισθητήρων τους σε πραγματικό χρόνο. Πρόκειται κάποιες φορές για δεδομένα μεγάλου μεγέθους ακόμα και μετά από τη χρήση τύπων συμπίεσης. Ένα σημαντικό κομμάτι της έρευνας μας σχετίζεται με τον καθορισμό της χρονικής στιγμής που θα αποσταλούν τα δεδομένα σε ένα δίκτυο. Οι διάφοροι τύποι σύνδεσης με το διαδίκτυο έχουν και διαφορετικά χαρακτηριστικά. Ο τύπος σύνδεσης Wi-Fi έχει το πλεονέκτημα ότι ο χρήστης δεν επιβαρύνεται οικονομικά αναλόγως του μεγέθους των δεδομένων που αποστέλλει, κάτι που συμβαίνει όμως σε τύπους σύνδεσης GPRS και 3G. Έτσι η ανάπτυξη ενός αλγορίθμου που διαχειρίζεται και καθορίζει τη χρονική στιγμή που θα αποστέλλονται τα δεδομένα στο δίκτυο κρίνεται απαραίτητη σε μια πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού που επιτρέπει την ανίχνευση αστικού περιβάλλοντος μέσω αισθητήρων κινητών συσκευών.

Ένας από τους στόχους της παρούσης διπλωματικής εργασίας ήταν να παρέχει τη δυνατότητα στον προγραμματιστή να επιλέξει τον αυτόματο έλεγχο της αποστολής των δεδομένων του, αναλόγως των προτεραιοτήτων που θέτει ο ίδιος. Έτσι μπορεί να ελέγχει την ροή των δεδομένων προς όφελος τις κινητής συσκευής και του χρήστη, χωρίς να έχει ο ίδιος εξειδικευμένες γνώσεις. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτή την υπηρεσία μέσω του Messaging Manager.

Έχοντας υπ' όψη τις ποικίλες σειρές προτεραιότητας που μπορεί να επιθυμεί κάποιος προγραμματιστής αναπτύξαμε τον πιο κάτω αλγόριθμο.

4.2.2 Ανάλυση Αλγορίθμου

U: Τύπος δικτύου

x: αριθμός προτεραιότητας. Ξεκινά από τον αριθμό 1 ως μέγιστη προτεραιότητα.

Flag: σημαία που δείχνει εάν στάλθηκαν τα δεδομένα

PendingList: Λίστα όπου προστίθενται τα δεδομένα, ο τύπος δικτύου και ο αριθμός της προτεραιότητας του κάθε τύπου. Η λίστα θα χρησιμοποιηθεί για να σταλούν τα δεδομένα αργότερα.

Αλγόριθμος:

U = Τύπος δικτύου που αποτελεί προτεραιότητα

x: αριθμός προτεραιότητας. Ξεκινά από τον αριθμό 1 ως μέγιστη προτεραιότητα.

While (Flag == false) {

 If (Είναι εφικτή η σύνδεση δίκτυο μέσω του τύπου U)

 Αποστολή των δεδομένων μέσω του U

 SendData (data, U)

 Flag = true;

 PendingList.clear ();

 Break;

 Else If (Ορίζεται από τον U επόμενος τύπος προτεραιότητας)

 Εάν τα δεδομένα δεν υπάρχουν στη λίστα τότε προστίθενται

 If (!PendingList.contains(data))

 PendingList. Add (data, U, x)

 x++;

 U = τύπος δικτύου επόμενης προτεραιότητας

 Continue;

Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμη σύνδεση και δεν υπάρχει επόμενος τύπος προτεραιότητας τότε προσθέτονται στη λίστα και η επανάληψη τερματίζεται

Else

 If (!PendingList.contains(data))

 PendingList.add (data, U, x)

 Flag = true

 Return PendingList

}

Αλγόριθμος Αποστολής Δεδομένων που βρίσκονται στην λίστα

For (κάθε τύπο σύνδεσης T που υπάρχει)

 If (εφικτή σύνδεση στο δίκτυο μέσω T)

 For (κάθε κόμβο W στη λίστα PendingList)

 IF (W.U==T AND W.x==1)

```
sendData(W,T);
PendingList.remove(W);
Return PendingList;
```

Επεξήγηση αλγορίθμου

Ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί τις μεταβλητές η χρήση των οποίων που επεξηγείται πιο πάνω. Αρχικά μπαίνει σε ένα επαναληπτικό βρόγχο ο οποίος σταματά μόνο όταν εγερθεί η σημαία από το επόμενο τμήμα του αλγορίθμου. Η σημαία εγείρεται είτε όταν τα δεδομένα έχουν σταλεί, είτε όταν ελέγχθηκαν όλες οι περιπτώσεις προτεραιότητας τύπων δικτύων που έθεσε ο χρήστης χωρίς να υπάρχει εφικτή σύνδεση. Στη συνέχεια ακολουθούν οι επόμενες διαδικασίες, εντός του βρόγχου:

1. Γίνεται έλεγχος για το αν είναι εφικτή η σύνδεση με τον τύπο U
 2. Εάν είναι εφικτή η σύνδεση τότε τα δεδομένα αποστέλλονται μέσω του διαθέσιμου τύπου δικτύου U και σταματά ο αλγόριθμος.
3. Εάν όχι, τότε ελέγχει εάν ορίζεται τύπος δικτύου επόμενης προτεραιότητας.
 4. Στην περίπτωση που ορίζεται εισάγουμε τα δεδομένα στην λίστα αναμονής με τον τύπο δικτύου U και την προτεραιότητα που έχει αυτός ο τύπος, και προχωρούμε στον έλεγχο του επόμενου τύπου δικτύου. Επαναλαμβάνουμε από την διαδικασία 1.
5. Εάν όχι, ελέγχουμε αν τα δεδομένα έχουν εισαχθεί στη λίστα με υψηλότερη προτεραιότητα σε άλλο τύπο.
 6. Εάν δεν έχουν εισαχθεί, τότε τα εισάγουμε
 7. τερματίζουμε το πρόγραμμα και επιστρέφουμε τη λίστα αναμονής

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται ο επόμενος αλγόριθμος, ούτως ώστε να αποσταλούν τα δεδομένα που βρίσκονται στη λίστα. Ο αλγόριθμος αυτός λαμβάνει υπ' όψη την προτεραιότητα που τέθηκε στην αποστολή των δεδομένων, και τα στέλνει μόνο όταν είναι διαθέσιμη η πρώτη προτεραιότητα. Στην αρχή διαπερνώνται όλοι οι δυνατοί τύποι σύνδεσης με το δίκτυο και γίνονται τα ακόλουθα για κάθε τύπο σύνδεσης T:

1. Έλεγχος εάν είναι εφικτή η σύνδεση στο δίκτυο

2. Εάν ναι, για κάθε κόμβο W της λίστας αναμονής γίνονται τα ακόλουθα
3. Εάν ο τύπος σύνδεσης που εισήχθηκε στη λίστα είναι ο τύπος T_a και έχει προτεραιότητα 1, τότε τα δεδομένα αποστέλλονται μέσω του τύπου T και διαγράφονται από τη λίστα αναμονής.
4. Ο αλγόριθμος σταματά και επιστρέφεται η λίστα αναμονής.

Η πολυπλοκότητα του πιο πάνω αλγορίθμου και ο χρόνος εκτέλεσης είναι της τάξης του $O(n)$, καθώς εξαρτάται από το πλήθος των δεδομένων που θέλει να στείλει ο χρήστης.

4.3 Αλγόριθμος Υπολογισμού Κατάστασης Χρήστη

4.3.1 Κίνητρο - Στόχος

Με τη δυνατότητα ανάκτησης σημαντικών χαρακτηριστικών, σε πραγματικό χρόνο, όσον αφορά τον χρήστη της κινητής συσκευής και το περιβάλλον του, οι εφαρμογές θα μπορούν να προσαρμοστούν καλύτερα στις διάφορες αλλαγές του περιβάλλοντος και των προσωπικών απαιτήσεων του χρήστη. Η αλληλεπίδραση μας με την κινητή μας συσκευή θα ήταν πιο εύκολη και απλή εάν για παράδειγμα απενεργοποιούσε τη δόνηση σε περίπτωση κλήσης εάν βρισκόμασταν στο αυτοκίνητο, και την ενεργοποιούσε εάν ήμασταν σε κάποιο μέρος και περπατούσαμε. Με αυτούς τους τρόπους η κινητή συσκευή θα μπορούσε να συμπεριφέρεται έξυπνα αναλόγως των περιστάσεων.

Αυτό ήταν και το κίνητρο της ανάπτυξης του αλγόριθμου αναγνώρισης της κατάστασης του χρήστη. Στόχος μας ήταν να αναπτύξουμε ένα αλγόριθμο που χρησιμοποιεί τα δεδομένα από ενσωματωμένους στην κινητή συσκευή αισθητήρες και διακρίνει την κατάσταση του χρήστη της, εάν δηλαδή είναι ακίνητος, περπατά ή βρίσκεται σε όχημα. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί το αποτέλεσμα του αλγόριθμου αυτού ούτως ώστε να αναπτυχθούν χρήσιμες και έξυπνες εφαρμογές. Η υπηρεσία μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσω του State Manager.

4.3.2 Περιγραφή Αλγορίθμου

Ο αλγόριθμος αρχικά λαμβάνει τα δεδομένα από τον αισθητήρα του επιταχυνσιομέτρου και του δέκτη GPS και στη συνέχεια τα επεξεργάζεται ούτως ώστε να προβεί σε

ασφαλή συμπεράσματα. Ο αλγόριθμος, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.1, για να καταλήξει στα συμπεράσματα του ελέγχει την διαφορά μεταξύ η διαδοχικών τιμών του αισθητήρα του επιταχυνσιόμετρου και την τιμή της ταχύτητας από τον δέκτη GPS. Ο προγραμματιστής μπορεί να καθορίσει την τιμή του η αναλόγως της ανάγκης για ορθότητα του αποτελέσματος. Έτσι μπορεί να παράξει ασφαλή αποτελέσματα όσων αφορά την κατάσταση του χρήστη. Στον πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι τρεις περιπτώσεις που ελέγχονται. Οι τιμές που αναγράφονται είναι το αποτέλεσμα των δοκιμών και της ανάλυσης που κάναμε, ούτως ώστε να πετύχουμε την ανίχνευση της κατάστασης του χρήστη.

Κατάσταση	Μέσος όρος διαφοράς διαδοχικών τιμών Επιταχυνσιόμετρου (X, Y, Z)			Τιμή ταχύτητας (από δέκτη GPS)
Ακίνητος	< = 0.01	< = 0.01	< =0.01	0.0 Km/h
Περπατά	> = 0.27	> = 0.27	> = 0.27	< 10.0 Km/h
Βρίσκεται σε όχημα	< 0.27	< 0.27	< 0.27	> 10.0 Km/h

Πίνακας 4.3: Περιπτώσεις καταστάσεων χρήστη

Ακίνητος

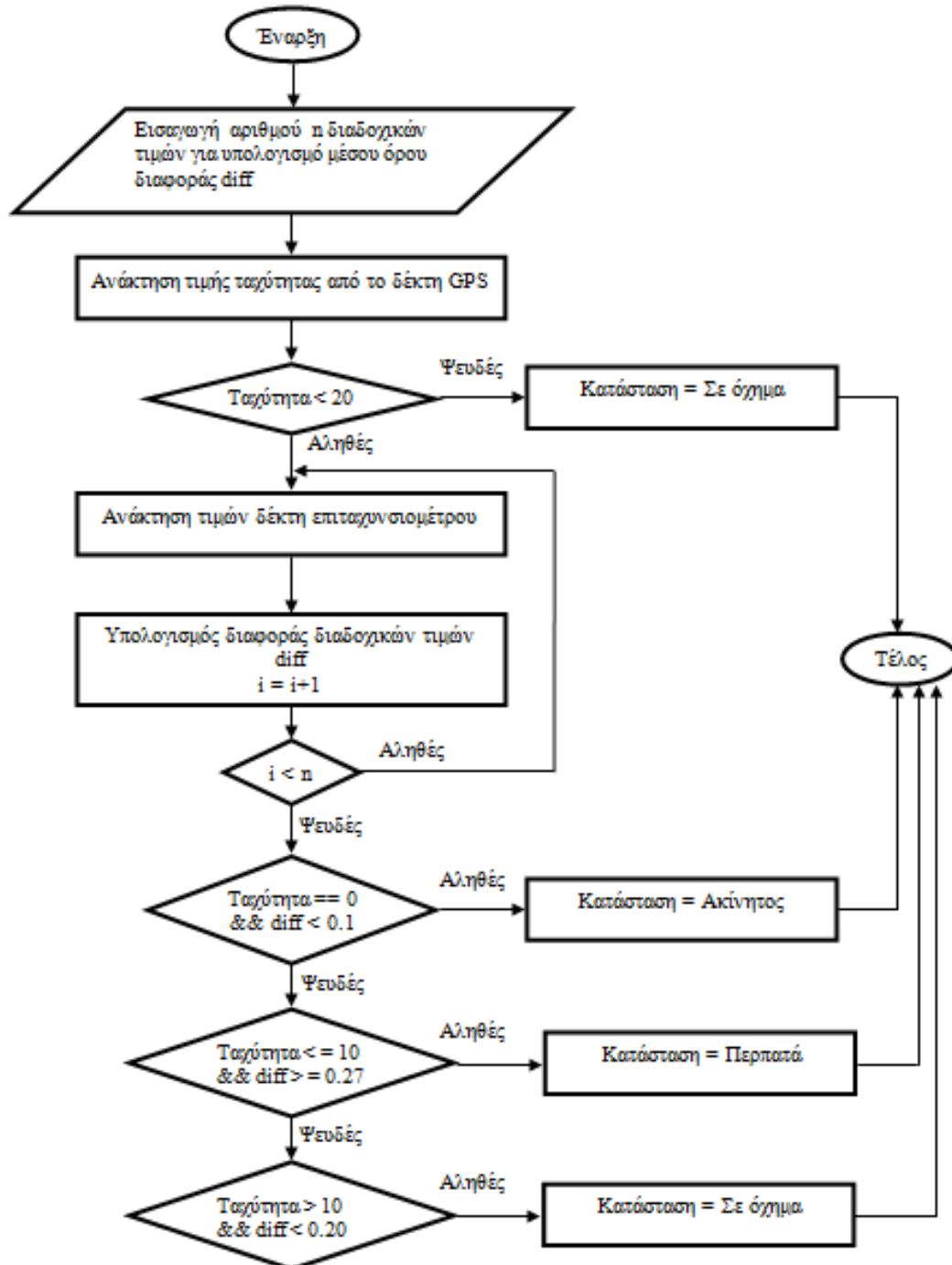
Εάν ο χρήστης της κινητής συσκευής είναι ακίνητος, τότε η ταχύτητά του είναι μηδενική και ο μέσος όρος διαφοράς των διαδοχικών τιμών x,y,z του επιταχυνσιόμετρου δεν υπερβαίνει την τιμή 0.01.

Περπατά

Όταν ο χρήστης της κινητής συσκευής περπατά με οποιονδήποτε ρυθμό, τότε η ταχύτητα του είναι μικρότερη από 10Km/h και ο μέσος όρος διαφοράς μεταξύ των διαδοχικών τιμών του επιταχυνσιόμετρου είναι μεγαλύτερος από την τιμή 0.27

Βρίσκεται σε όχημα

Στην περίπτωση που η κινητή συσκευή βρίσκεται μέσα σε ένα όχημα, η διαφορά μεταξύ των διαδοχικών τιμών του επιταχυνσιομέτρου είναι μικρότερη από 0.27, με την ταχύτητα να μην είναι μηδενική. Όταν η ταχύτητα υπερβαίνει τα 20Km/h τότε δεν εξετάζονται οι υπόλοιπες περιπτώσεις.



Σχήμα 4.1. Αλγόριθμος υπολογισμού κατάστασης χρήστη: Λογικό Διάγραμμα

Η πολυπλοκότητα του πιο πάνω αλγορίθμου και ο χρόνος εκτέλεσης είναι της τάξης του $O(n)$, καθώς εξαρτάται από το μέγεθος του δείγματος που θέλει να χρησιμοποιήσει ο χρήστης.

4.3.3 Αξιολόγηση Αλγόριθμου Ανίχνευσης Κατάστασης Χρήστη

Για την αξιολόγηση του αλγορίθμου ανίχνευσης της κατάστασης του χρήστη, αναπτύχθηκε μία απλή εφαρμογή, που με τη χρήση της πλατφόρμας λογισμικού Feel The World διαβάζει τις τιμές των αισθητήρων του επιταχυνσιόμετρου και του δέκτη GPS. Στη συνέχεια εκτελεί τον αλγόριθμο και παρουσιάζει τα αποτελέσματα, δηλαδή εάν ο χρήστης είναι ακίνητος, βρίσκεται σε όχημα ή περπατά, στην οθόνη της κινητής συσκευής για κάθε χρονική στιγμή. Τα αποτελέσματα καταγράφονται και σε αρχείο ούτως ώστε να μπορούν να μελετηθούν μετά το τέλος των πειραμάτων. Ο αλγόριθμος αξιολογήθηκε ως προς την ορθότητα του αποτελέσματος του.

Επόμενο βήμα ήταν η εγκατάσταση και χρήση της εφαρμογής αυτής στην κινητή συσκευή, σε διάφορες επαναλαμβανόμενες πραγματικές συνθήκες, και συγκρίνοντας την πραγματική κατάστασή μας με το αποτέλεσμα του αλγορίθμου, την κάθε χρονική στιγμή, καταγράψαμε κάποια χρήσιμα συμπεράσματα. Λαμβάναμε τιμές από το επιταχυνσιόμετρο κάθε 0.5 δευτερόλεπτα και τις χρησιμοποιήσουμε στον αλγόριθμο.

Στο πρώτο πείραμα ο χρήστης της εφαρμογής κράτησε ακίνητη την κινητή συσκευή που έτρεχε την εφαρμογή, ενώ στεκόταν και στη συνέχεια ενώ καθόταν για 10 λεπτά. Τέλος προκαλούσε αναταραχές στην κινητή συσκευή, προσπαθώντας να την ξεγελάσει και να δώσει λάθος αποτέλεσμα. Τα αποτελέσματα που εμφανίζονταν στην οθόνη και στο αρχείο ήταν ότι ο χρήστης βρισκόταν ακίνητος σε όλη την διάρκεια του πειράματος, κάτι που ήταν ορθό. Ο λόγος που δεν ξεγελάστηκε ο αλγόριθμος από τις αναταραχές είναι ότι κάλυψε αυτό το ενδεχόμενο με την χρήση της ταχύτητας της κινητής συσκευής που ανέκτησε από τον δέκτη GPS και είχε μηδενική τιμή.

Κατά το δεύτερο πείραμα ο χρήστης της εφαρμογής περπατούσε ομαλά για 10 λεπτά, κρατώντας την κινητή συσκευή στα χέρια και στη συνέχεια βάζοντάς την στην τσέπη

του. Στο αρχείο καταγράφηκε ότι ο χρήστης περπατούσε σε όλη την διάρκεια του δεύτερου πειράματος κάτι που ήταν απόλυτα ακριβές.

Στη διάρκεια του τρίτου πειράματος ο χρήστης χρησιμοποίησε την εφαρμογή και οδήγησε για ένα μικρό χρονικό διάστημα με μεταβαλλόμενη ταχύτητα. Κατά τη διάρκεια της διαδρομής η κινητή συσκευή ήταν τοποθετημένη σε μία σταθερή βάση και συνέλεξε 1200 τιμές, 1 κάθε 0.5 δευτερόλεπτα. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι ο αλγόριθμος παρείχε αρκετά μεγάλη ακρίβεια καθώς από τα 1200 καταγεγραμμένα στοιχεία τα 1115 είχαν δώσει το ορθό αποτέλεσμα. Στα υπόλοιπα 85 δεδομένα ο αλγόριθμος έδωσε αποτέλεσμα ότι ο χρήστης της συσκευής ήταν ακίνητος καθώς σταμάτησε σε φωτεινούς σηματοδότες τροχαίας.

Τέλος, στον πίνακα 4.4 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των πειραμάτων και το ποσοστό ακρίβειας του αλγορίθμου ανίχνευσης κατάστασης χρήστη.

	Ακίνητος	Περπατά	Βρίσκεται σε όχημα
Ακίνητος	100%	0%	0%
Περπατά	0%	100%	0%
Βρίσκεται σε όχημα	7.1%	0%	92.9%

Πίνακας 4.4: Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πειραματικής αξιολόγησης του αλγορίθμου αναγνώρισης της κατάστασης του χρήστη. Η πρώτη στήλη περιγράφει την πραγματική κατάσταση και η πρώτη γραμμή το αποτέλεσμα του αλγορίθμου.

Κεφάλαιο 5

Εφαρμογές που αναπτύχθηκαν

5.1	Συσκευή HTC Desire	67
5.2	Ανάπτυξη εφαρμογών	67
5.2.1	Εφαρμογή κοινωνικής Facebook Friends Tracker	67
5.2.1.1	Περιγραφή Εφαρμογής	67
5.2.1.2	Αρχιτεκτονική Εφαρμογής	69
5.2.1.3	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	71
5.2.2	Εφαρμογή Feel The World Reporter	73
5.2.2.1	Περιγραφή Εφαρμογής	73
5.2.2.2	Αρχιτεκτονική Εφαρμογής	75
5.2.2.3	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	77

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται πειραματική αξιολόγηση της πλατφόρμας λογισμικού Feel The World. Για την αξιολόγηση αυτή, αναπτύχθηκαν κάποιες εφαρμογές, στην κινητή συσκευή HTC Desire. Η εφαρμογή Friends Tracker χρησιμοποιεί την Feel The World πλατφόρμα για να αλληλεπιδρά με το κοινωνικό δίκτυο Facebook, καθώς και για την ανάκτηση των απαραίτητων δεδομένων από τους αισθητήρες της κινητής συσκευής. Τα δεδομένα αυτά αποστέλλονται στον εξυπηρετητή ο οποίος τα διαχειρίζεται και προσφέρει κάποιες υπηρεσίες στους χρήστες. Με την εφαρμογή Feel The World - Reporter ο χρήστης μπορεί να κοινοποιεί δεδομένα που του κίνησαν το ενδιαφέρον, αποστέλλοντας τα στον εξυπηρετητή, ο οποίος τα αποθηκεύει σε μια βάση δεδομένων και τα δημοσιοποιεί σε μια ιστοσελίδα. Κατά την πειραματική αξιολόγηση θα αναφερθεί η ακριβής λειτουργία των εφαρμογών και ο αριθμός των γραμμών κώδικα που χρειάστηκαν. Θα παρουσιαστούν επίσης και τα αποτελέσματα κάποιων πειραμάτων που έγιναν με τη χρήση της κινητής συσκευής σχετικά με την ακρίβεια του αλγορίθμου αναγνώρισης της κατάστασης του χρήστη της συσκευής.

5.1 Συσκευή HTC Desire



Οι εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική αξιολόγηση αναπτύχθηκαν και δοκιμάστηκαν στη συσκευή HTC Desire[24]. Η συσκευή αυτή τρέχει Google Android[22] λειτουργικό σύστημα. Το Google Android αποτελείται από Java εφαρμογές, που τρέχουν σε ένα Framework βασισμένο στις βασικές βιβλιοθήκες της Java. Υποστηρίζει όλες τις Java εφαρμογές που αναπτύχθηκαν με τη χρήση του Android SDK[13], που παρέχεται δωρεάν.

Τεχνικά χαρακτηριστικά συσκευής HTC Desire

Το HTC Desire[24] έχει τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

- AMOLED capacitive touchscreen, 16M colors, 480 x 800 pixels, 3.7 inches
- Built-in 802.11b/g Radio
- Υποστηρίζει ενσωματωμένη τεχνολογία Bluetooth 2.1
- Υποστηρίζει ενσωματωμένη τεχνολογία Wi-Fi, 2G, 3G
- Ενσωματωμένο δέκτη GPS, Accelerometer and Proximity sensor
- Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικών αισθητήρων
- Υποστηρίζει λειτουργικό σύστημα Android OS, v2.1 (Eclair)

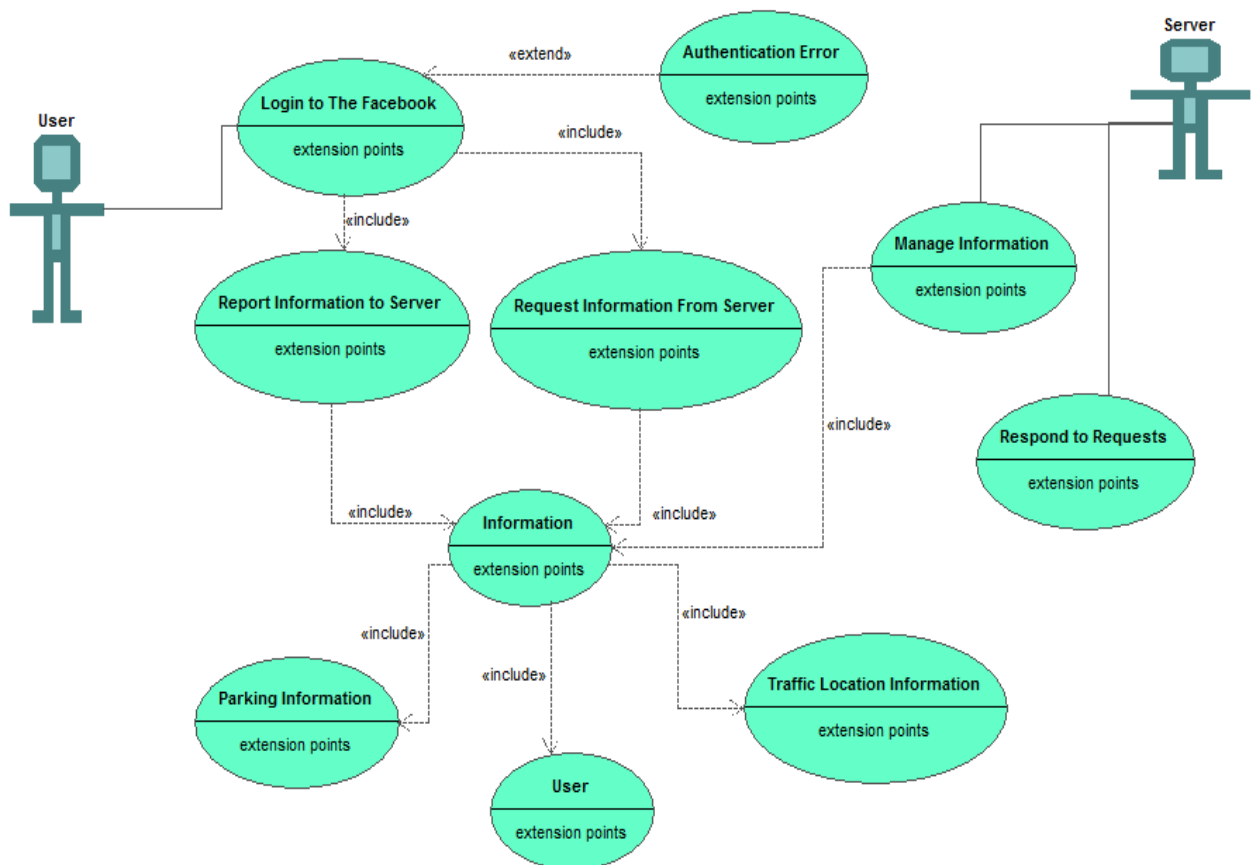
5.2 Ανάπτυξη εφαρμογών

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα παρουσιαστεί αναλυτική περιγραφή των εφαρμογών που υλοποιήθηκαν με τη χρήση της πλατφόρμας λογισμικού Feel The World. Μέσω αυτών των εφαρμογών θα γίνει η αξιολόγηση των υπηρεσιών που προσφέρει η πλατφόρμα.

5.2.1 Εφαρμογή κοινωνικής Facebook Friends Tracker

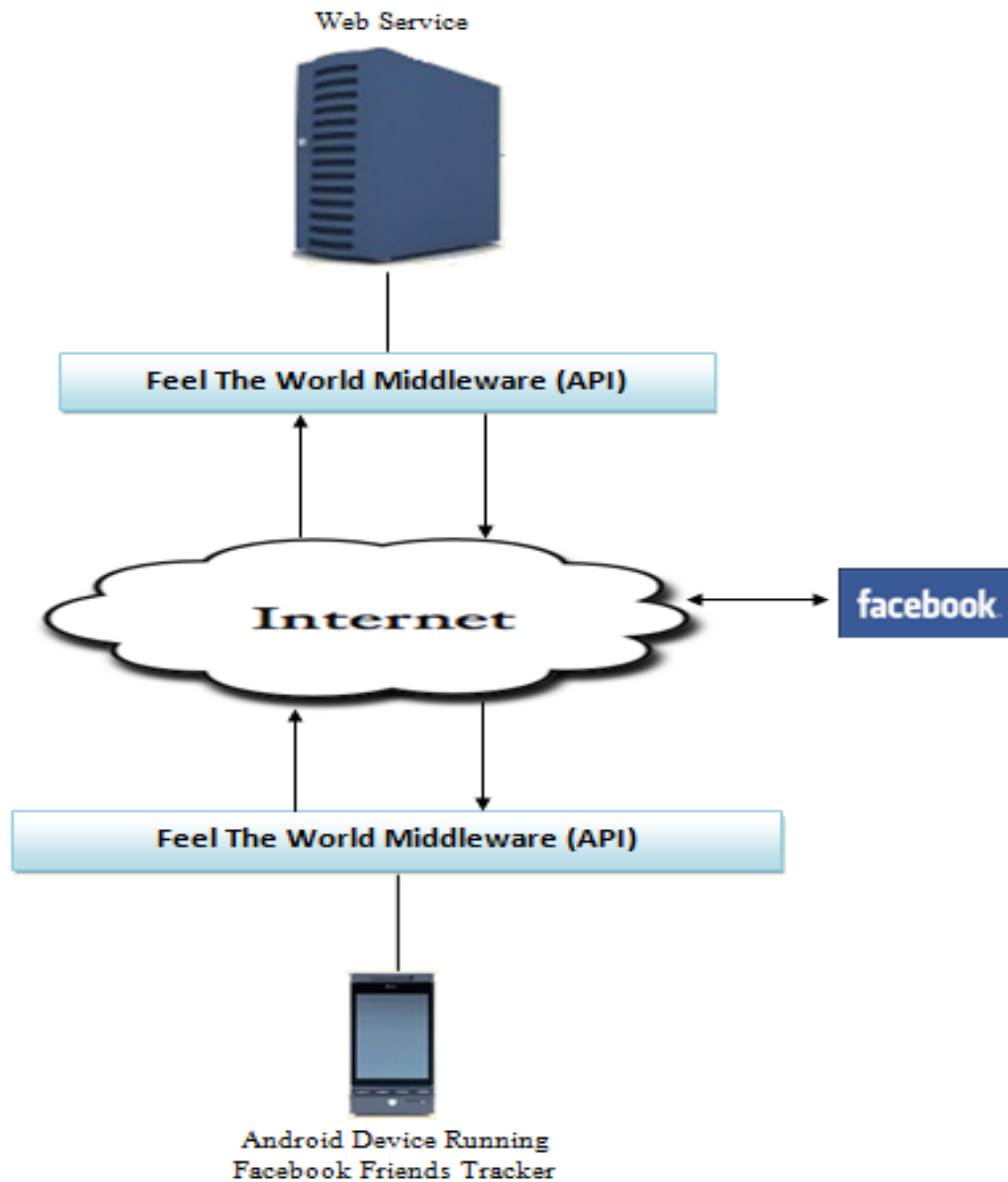
5.2.1.1 Περιγραφή Εφαρμογής

Η εφαρμογή Facebook Friends Tracker είναι μια εφαρμογή δύο τμημάτων, πελάτη και εξυπηρετητή, που χρησιμοποιεί το κοινωνικό δίκτυο του Facebook. Αναπτύχθηκε με τη χρήση της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World. Στόχος ήταν η ανάπτυξη μίας εφαρμογής κοινωνικής δικτύωσης για κινητές συσκευές η οποία συλλέγει πληροφορίες σχετικά με τη θέση και τις αναφορές για κενούς χώρους στάθμευσης ή υψηλής οδικής κυκλοφορίας που έγιναν από τα μέλη της κοινότητας στην οποία ανήκουν. Με αυτό τον τρόπο κάθε χρήστης της κινητής συσκευής γνωρίζει πού ακριβώς βρίσκονται τα μέλη της κοινότητάς του καθώς και την θέση των αναφορών που έκαναν, με την ακρίβεια που του προσφέρει το σύστημα GPS. Έτσι μπορεί να επικοινωνεί μαζί τους και να μαθαίνει πληροφορίες για το συγκεκριμένο σημείο. Τα δεδομένα αποθηκεύονται και διαχειρίζονται από έναν κεντρικό εξυπηρετητή που, όπως και η εφαρμογή του πελάτη, υλοποιήθηκε με την χρήση της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World. Στο σχήμα 5.1 φαίνεται η λειτουργία της εφαρμογής καθώς και οι επιλογές που έχει ο χρήστης. Ο τρόπος λειτουργίας των εφαρμογών πελάτη και εξυπηρετητή αναλύονται στη συνέχεια.



Σχήμα 5.1. Εφαρμογή Facebook Friends Tracker: Μοντέλο Περιπτώσεων χρήσης (Use Case Diagram)

5.2.1.2 Αρχιτεκτονική Εφαρμογής



Σχήμα 5.2. Facebook Friends Tracker: Γενική Αρχιτεκτονική Εφαρμογής

Η εφαρμογή Facebook Friends Tracker αναπτύχθηκε πάνω από την πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World, όπως φαίνεται και από την γενική αρχιτεκτονική της εφαρμογής στο σχήμα 5.2. Πρόκειται για εφαρμογή δύο τμημάτων, του πελάτη και του εξυπηρετητή, που ανταλλάσσουν δεδομένα. Οι δύο αυτές εφαρμογές ανακτούν δεδομένα από το κοινωνικό δίκτυο του Facebook μέσω επερωτήσεων που εκτελούν στη βάση δεδομένων του.

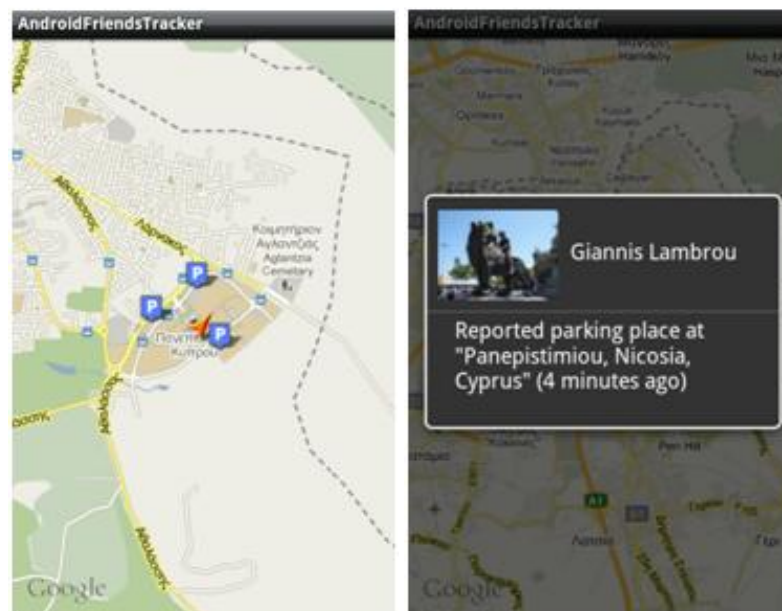
Τρόπος Λειτουργίας: Τμήμα Πελάτη

Το τμήμα πελάτη της εφαρμογής Facebook Friends Tracker εγκαθίσταται και τρέχει πάνω στην κινητή συσκευή, όπου ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει μια διαπροσωπία για να ανακτήσει τις πληροφορίες που επιθυμεί.

Όταν ο χρήστης τρέξει την εφαρμογή, του ζητείται να συνδεθεί με τα προσωπικά του στοιχεία στο κοινωνικό δίκτυο του Facebook. Μετά την επιτυχή σύνδεση του μπορεί να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες που του προσφέρει η εφαρμογή. Οι δυνατότητες που παρέχονται είναι οι εξής:

- Αναφορά της τρέχουσας γεωγραφικής θέσης και κοινοποίηση στην κοινότητα
- Αναφορά θέσης στάθμευσης ή/και σημείου με υψηλή οδική κυκλοφορία και κοινοποίηση στα μέλη της κοινότητας
- Αποστολή αιτήματος ανάκτησης γεωγραφικής θέσης των μελών της κοινότητας
- Αποστολή αιτήματος ανάκτησης χώρων στάθμευσης ή υψηλής οδικής κίνησης

Στην εικόνα 5.1 παρουσιάζονται δύο οθόνες αποτελεσμάτων μετά από αίτημα του χρήστη για ανάκτηση πληροφοριών σχετικά με τους χώρους σταθμεύσεις που δημοσιοποιήθηκαν στην κοινότητα του.



Εικόνα 5.1: Οθόνες εμφάνισης αποτελεσμάτων μετά από αίτημα του χρήστη για ανάκτηση των χώρων στάθμευσης που βρίσκονται στην περιοχή του. Στην αριστερή εικόνα εμφανίζονται οι θέσεις στάθμευσης πάνω στο χάρτη. Στη δεξιά εικόνα, αφού ο χρήστης επιλέξει, εμφανίζονται πληροφορίες σχετικά με το ποιο μέλος της κοινότητας

κοινοποίησε αυτό το χώρο, το πότε έγινε η κοινοποίηση και τη διεύθυνση του χώρου στάθμευσης.

Τρόπος Λειτουργίας: Τμήμα Εξυπηρετητή

Ο εξυπηρετητής, που είναι ανεπτυγμένος σε Java, είναι υπεύθυνος για την διαχείριση των δεδομένων που παίρνει από τους χρήστες καθώς και για την ικανοποίηση των αιτημάτων τους. Πρόκειται για πολυνηματικό εξυπηρετητή που αποθηκεύει τα δεδομένα που ανακτά από τους χρήστες σε αρχείο, με το όνομα του κάθε χρήστη. Στη συνέχεια, όταν λάβει κάποιο αίτημα ελέγχει, μέσω εκτέλεσης επερωτήσεων στην βάση του κοινωνικού δικτύου Facebook, εάν ο χρήστης είναι εξουσιοδοτημένος για να πάρει τέτοια πληροφορία και αν είναι του την αποστέλλει.

5.2.1.3 Αποτελέσματα Αξιολόγησης

Κατά την ανάπτυξη του Facebook Friends Tracker ήταν η πρώτη φορά που ήρθαμε σε επαφή με την πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World για την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής, αξιολογώντας την έτσι με τον καλύτερο τρόπο. Διαπιστώσαμε ότι η ανάκτηση και αποστολή των δεδομένων έχει απλοποιηθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό λόγω της χρήσης της πλατφόρμας. Κάποια χαρακτηριστικά σημεία, τα οποία δείχνουν την απλότητα του κώδικα και των γνώσεων που χρειάζονται, είναι ο κώδικας που χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των δεδομένων από το δέκτη GPS, καθώς και η ανταλλαγή των διαφόρων πληροφοριών με τον εξυπηρετητή. Να σημειώσουμε εδώ πως η διακίνηση των δεδομένων γίνεται με συμπίεση, λόγω της δυνατότητας που προσφέρει η πλατφόρμα.

Στην αξιολόγηση λάβαμε υπόψη την απλότητα του κώδικα που απαιτείται αλλά και τις γραμμές κώδικα που χρειάστηκαν για την υλοποίηση της πιο πάνω εφαρμογής.

Η ανάκτηση των δεδομένων από τον δέκτη GPS γίνεται με τον πιο κάτω κώδικα.

```
posManager.updatePosition(2000, 10);  
latitude = posManager.getLatitude();  
longitude = posManager.getLongitude();
```

Το αντικείμενο posManager είναι του τύπου SensorsManager και είναι υπεύθυνο για την ανάκτηση των δεδομένων από τους αισθητήρες και τον δέκτη GPS. Η μέθοδος updatePosition χρησιμοποιείται για την αναβάθμιση των πεδίων του αντικειμένου με την τρέχουσα θέση και τις υπόλοιπες τιμές του δέκτη GPS της συσκευής και οι μέθοδοι getLatitude, getLongitude επιστρέφουν το γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος αντίστοιχα.

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται η γεωγραφική θέση ούτως ώστε να σταλούν οι πληροφορίες στον εξυπηρετητή. Με τον πιο κάτω κώδικα δημιουργούνται τα αντικείμενα που χρειάζονται για την αποστολή των πληροφοριών.

```
MessagingManager client = new MessagingManager();  
client.connectToServer(serverIP, port);
```

```
FeeltheworldNotification noti = new FeeltheworldNotification(  
    latitude, longitude, "" + uid, "Position", "");  
noti.sendNotification(client);
```

Αρχικά δημιουργείται ένας διαχειριστής μηνυμάτων, MessagingManager, που παίρνει σαν παραμέτρους την διεύθυνση IP της μηχανής που τρέχει ο εξυπηρετητής και το Port που χρησιμοποιεί η εφαρμογή. Αναλόγως της επιλογής του χρήστη, σχετικά με το τι είδους πληροφορία θα στείλει, δημιουργεί το ανάλογο αντικείμενο FeeltheworldNotification, βάζοντας σαν παραμέτρους την ετικέτα και τη γεωγραφική θέση. Στη συνέχεια το αποστέλλει στον εξυπηρετητή με τη χρήση του MessagingManager.

Όπως παρατηρούμε, ο προγραμματιστής της εφαρμογής δεν χρειάζεται εξειδικευμένες γνώσεις προγραμματισμού κινητών συσκευών για να μπορεί να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα λογισμικού. Επίσης παρατηρούμε ότι με σχετικά πολύ λίγες γραμμές κώδικα μπορούν να υλοποιηθούν λειτουργίες που χωρίς τη χρήση της πλατφόρμας πολύ μεγαλύτερο αριθμό. Συγκεκριμένα η εφαρμογή Facebook Friends Tracker χρειάστηκε και για τα δύο τμήματά της συνολικά 709 γραμμές κώδικα, εκ των οποίων οι 392 ήταν

για την απεικόνιση των στοιχείων σε χάρτη, κάτι που δεν προσφέρεται μέσω της πλατφόρμας λογισμικού.

5.2.2 Εφαρμογή Feel The World Reporter

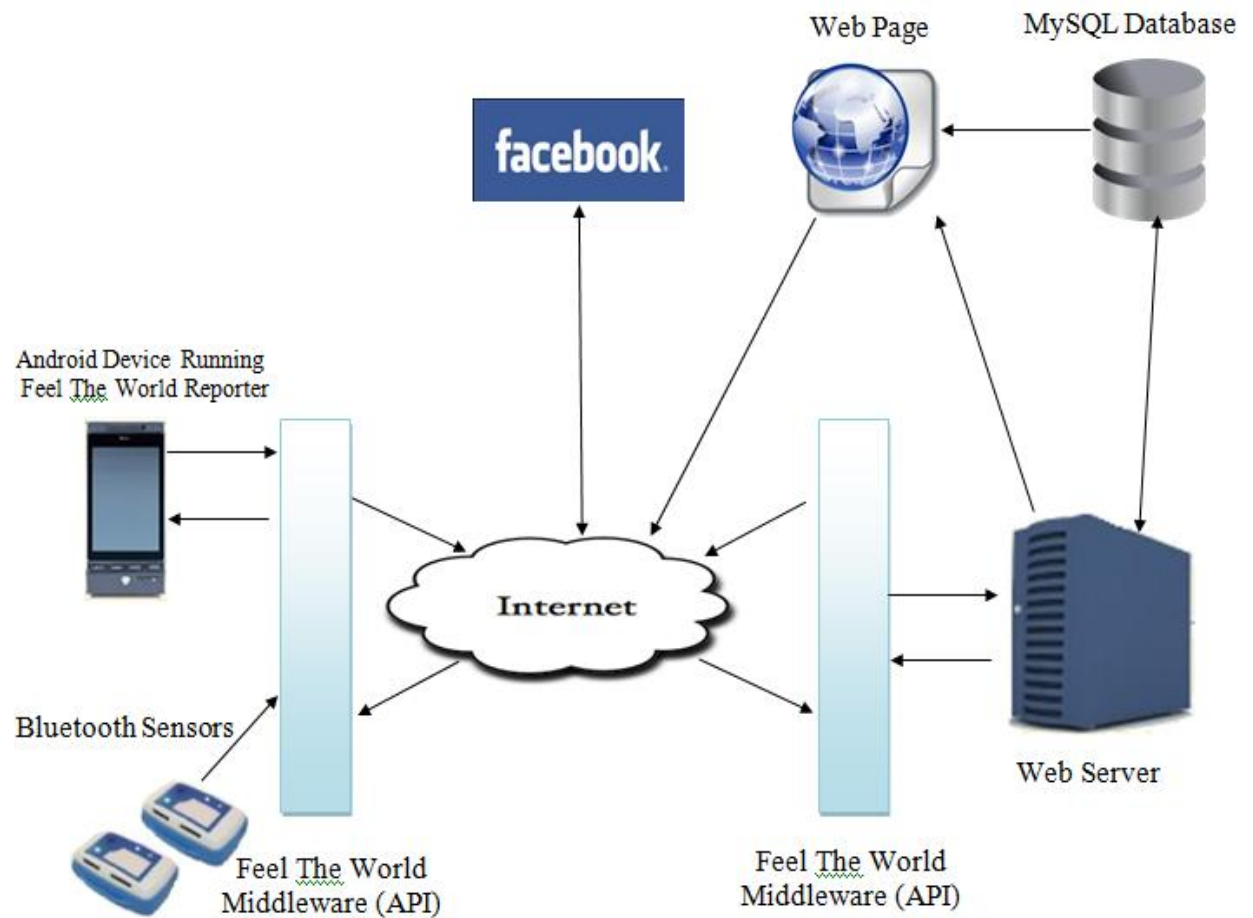
5.2.2.1 Περιγραφή Εφαρμογής

Η εφαρμογή Feel The World Reporter είναι μια εφαρμογή διαδικτύου που έχει ως στόχο την άμεση εμπλοκή των πολιτών-χρηστών της στην κοινοποίηση διαφόρων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή. Οι χρήστες μπορούν επίσης να κοινοποιούν διάφορες τοποθεσίες που επισκέφτηκαν και υπηρεσίες που χρησιμοποίησαν και τους προκάλεσαν είτε θετικά είτε αρνητικά συναισθήματα. Εάν ο χρήστης έχει στην κατοχή του εξωτερικούς αισθητήρες Η κοινοποίηση μπορεί να γίνει ανώνυμα ή επώνυμα χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που υπάρχουν στο προσωπικό προφίλ του χρήστη στο κοινωνικό δίκτυο του Facebook. Η δημοσίευση των στοιχείων γίνεται σε μια ιστοσελίδα που αναπτύχθηκε για τον σκοπό αυτής της εφαρμογής.

Πρόκειται για μια εφαρμογή 2 τμημάτων, που χρησιμοποιεί το μοντέλο επικοινωνίας πελάτη-εξυπηρετητή και το πρωτόκολλο TCP/IP. Οι εφαρμογές πελάτη, που τρέχει πάνω στην κινητή συσκευή, και εξυπηρετητή, που τρέχει σε ένα υπολογιστή ορατό από το διαδίκτυο, αναπτύχθηκαν πάνω από την πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World, που διασφαλίζει την σύνδεση μεταξύ τους και την ανταλλαγή συμπιεσμένων δεδομένων. Επίσης παρέχει πολλές υπηρεσίες που ήταν χρήσιμες κατά την υλοποίηση των εφαρμογών, μειώνοντας αισθητά τον χρόνο και τον κώδικα που χρειάστηκε.

Στο σχήμα 5.3 παρουσιάζεται το μοντέλο περιπτώσεων χρήσης της εφαρμογής. Όπως παρατηρούμε, οι χρήστες του συστήματος είναι δύο. Ο πρώτος τύπος χρήστη είναι ο χρήστης της κινητής συσκευής, που χρησιμοποιεί την εφαρμογή για να ενημερώσει τον εξυπηρετητή για οτιδήποτε βρίσκει ενδιαφέρον. Ο δεύτερος χρήστης είναι ο επισκέπτης της ιστοσελίδας που ενημερώνεται για τις πληροφορίες που δημοσιοποιήθηκαν και έχει τη δυνατότητα να τις κοινοποιήσει σε γνωστά κοινωνικά δίκτυα.

5.2.2.2 Αρχιτεκτονική Εφαρμογής



Σχήμα 5.4. Γενική Αρχιτεκτονική Εφαρμογής Feel The World Reporter.

Η εφαρμογή Feel The World Reporter χωρίζεται σε δύο τμήματα, την εφαρμογή που τρέχει στην κινητή συσκευή και την εφαρμογή που τρέχει στον εξυπηρετητή. Η εφαρμογή της κινητής συσκευής αποτελεί την εφαρμογή που τρέχει στο παρασκήνιο, με την οποία ο χρήστης αλληλεπιδρά και εκτελεί τα αιτήματά του. Μέσω μιας διαπροσωπίας χρήστη, μπορεί να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες που του προσφέρονται ούτως ώστε να κοινοποιήσει τα δεδομένα που επιθυμεί. Αυτό μπορεί να γίνει ανώνυμα ή επώνυμα χρησιμοποιώντας τα προσωπικά στοιχεία του λογαριασμού του στο κοινωνικό δίκτυο του Facebook. Το δεύτερο τμήμα είναι η εφαρμογή που τρέχει στον εξυπηρετητή και έχει ως στόχο να διαχειρίζεται τα δεδομένα που δέχεται από το πρώτο τμήμα. Αρχικά τα αποθηκεύει σε μια βάση δεδομένων και στη συνέχεια τα δημοσιοποιεί σε μια ιστοσελίδα, με τη βοήθεια ενός script γραμμένο σε PHP. Η ιστοσελίδα είναι προσπελάσιμη από οποιονδήποτε χρήστη του διαδικτύου. Ο

επισκέπτης μπορεί να κοινοποιήσει ενδιαφέρουσες πληροφορίες στο προσωπικό του προφίλ σε διάφορα γνωστά κοινωνικά δίκτυα μέσω της ιστοσελίδας αυτής.

Τρόπος Λειτουργίας: Τμήμα Πελάτη

Το τμήμα αυτό είναι η εφαρμογή που είναι εγκατεστημένη και τρέχει πάνω στην κινητή συσκευή και εκμεταλλεύεται κάποιες από της δυνατότητες που προσφέρει η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World. Μέσω μιας διαπροσωπίας ο χρήστης μπορεί να αναφέρει διάφορες πληροφορίες στον εξυπηρετητή. Η αναφορά των πληροφοριών μπορεί να γίνει επώνυμα εάν ο χρήστης επιλέξει να συνδεθεί στο κοινωνικό δίκτυο του Facebook ή ανώνυμα. Συγκεκριμένα οι υπηρεσίες που παρέχονται στον χρήστη είναι οι εξής:

- Επιλογή φωτογραφίας μιας περιοχής ή χρήση της κάμερας του τηλεφώνου για φωτογράφιση μιας περιοχής που ο χρήστης είτε βρήκε ενδιαφέρουσα είτε εντόπισε κάποιο πρόβλημα. Στη συνέχεια μπορεί να την αποστείλει μαζί με τίτλο και περιγραφή στον εξυπηρετητή για κοινοποίηση στην ιστοσελίδα.
- Αναφορά κενών χώρων στάθμευσης μέσω του χάρτη και αποστολή τους στον εξυπηρετητή για κοινοποίηση
- Σύνδεση με εξωτερικούς αισθητήρες για ανάκτηση των τιμών τους. Απεικόνιση των αποτελεσμάτων στην οθόνη της κινητής συσκευής και αποστολή τους στον εξυπηρετητή για κοινοποίηση
- Σύνδεση με το κοινωνικό δίκτυο του Facebook για επώνυμη κοινοποίηση

Στην εικόνα 5.2 παρουσιάζονται δύο οθόνες από την διαπροσωπία του πρώτου τμήματος της εφαρμογής.



Εικόνα 5.2: Οθόνες διαπροσωπίας της εφαρμογής Feel The World Reporter που τρέχει στην κινητή συσκευή. Αριστερά βλέπουμε την οθόνη όπου ο χρήστης μπορεί να αναφέρει κάποιο πρόβλημα γράφοντας τον τίτλο και την περιγραφή με την οποία θέλει να το κοινοποιήσει. Επίσης έχει την επιλογή να επιλέξει μία φωτογραφία του προβλήματος από τη συλλογή του ή να χρησιμοποιήσει τη κάμερα της κινητής συσκευής για να το φωτογραφίσει. Δεξιά βλέπουμε την οθόνη εμφάνισης των τιμών που ανακτήθηκαν από τους εξωτερικούς αισθητήρες. Ο χρήστης μπορεί να στείλει αυτές τις τιμές στον εξυπηρετητή ούτως ώστε να κοινοποιηθούν.

Τρόπος Λειτουργίας: Τμήμα Εξυπηρετητή

Το τμήμα του εξυπηρετητή είναι εγκατεστημένο και τρέχει σε ένα υπολογιστή ορατό από το διαδίκτυο. Πρόκειται για μια εφαρμογή ανεπτυγμένη σε Java, που τρέχει στο παρασκήνιο και κανένας χρήστης δεν έχει άμεση αλληλεπίδραση με αυτή. Χρησιμοποιεί την πλατφόρμα λογισμικού Feel The World για να ικανοποιήσει αιτήματα του χρήστη. Με τη χρήση αυτής της πλατφόρμας ο εξυπηρετητής έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί με το τμήμα του πελάτη, μέσω του πρωτοκόλλου TCP/IP, και να ανταλλάζει συμπιεσμένα δεδομένα. Επίσης είναι σε θέση να ανακτά και να αποθηκεύει με απλό τρόπο τις εικόνες των προβλημάτων αναφέρει ο πελάτης.

Ακολουθώς ο εξυπηρετητής αποθηκεύει τα δεδομένα σε μια MySQL βάση δεδομένων καλώντας το κατάλληλο, ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων, Stored Procedures. Για να καταστεί αυτό εφικτό έγινε χρήση του οδηγού JDBC. Εκτός από την αποθήκευση των δεδομένων, ο εξυπηρετητής καλεί ένα script γραμμένο σε PHP. Το script αυτό είναι υπεύθυνο να κοινοποιεί τα δεδομένα που δέχτηκε ο εξυπηρετητής σε μια ιστοσελίδα που αναπτύχθηκε γι αυτό τον σκοπό. Έτσι η ιστοσελίδα ενημερώνεται αυτόματα, σε πραγματικό χρόνο.

5.2.2.3 Αποτελέσματα Αξιολόγησης

Το Feel The World Reporter είναι μια ολοκληρωμένη εμπορική εφαρμογή, τόσο στο τμήμα του πελάτη όσο και στο τμήμα του εξυπηρετητή, που προσφέρει εξειδικευμένες υπηρεσίες στον χρήστη της. Έτσι έπρεπε να στηριχτούμε και να εκμεταλλευτούμε όλες

τις βασικές υπηρεσίες καθώς και δύο από τις τρεις εξειδικευμένες υπηρεσίες της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World.

Στην αξιολόγηση λάβαμε υπόψη την απλότητα του κώδικα που απαιτείται αλλά και τις γραμμές κώδικα που χρειάστηκαν για την υλοποίηση της πιο πάνω εφαρμογής.

Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι πρόκειται για μία αξιόπιστη πλατφόρμα, η οποία εκτός από τις υπηρεσίες που προσφέρει, λαμβάνει υπόψη της και την εξοικονόμηση των πόρων του δικτύου και της μπαταρίας της κινητής συσκευής. Ακόμα απλοποιεί τον προγραμματισμό εφαρμογών που χρησιμοποιούν τους αισθητήρες που βρίσκονται ενσωματωμένοι στην κινητή συσκευή καθώς και αυτούς που συνδέονται σε αυτή μέσω της τεχνολογίας Bluetooth. Επίσης απλοποιείται και η ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των συσκευών, και μεταξύ μιας συσκευής και ενός εξυπηρετητή. Κάποια βασικά σημεία κώδικα που χρησιμοποιήθηκαν για την χρήση της πλατφόρμας λογισμικού Feel The World παρουσιάζονται πιο κάτω.

Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την αποστολή του αρχείου εικόνας, του τίτλου και της περιγραφής της πληροφορίας που αποστέλλει ο χρήστης είναι ο εξής:

Τμήμα Πελάτη:

```
String text= problemText+"@"+latitude+"@"+longitude+"@"+titleText+ "@"+type;  
FileTransferManager.sendFileAndTextToServer(serverIP, serverPort,  
selectedImagePath, MultimediaManager.JPG, text);
```

Τμήμα Εξυπηρετητή:

```
String answer= FileTransferManager.getFileAndTextFromClient(1357, picturePath);
```

Αρχικά δημιουργείται μία συμβολοσειρά η οποία αποτελείται από τον τίτλο της πληροφορίας, την περιγραφή και τα δεδομένα της τοποθεσίας που εντοπίστηκε. Τα δεδομένα χωρίζονται με τον χαρακτήρα «@» που είναι το σύμβολο που καθορίστηκε σαν διαχωριστικό σε αυτή την εφαρμογή. Στη συνέχεια καλείται η μέθοδος `sendFileAndTextToServer` που βρίσκεται στην κλάση `FileTransferManager` και είναι υπεύθυνη για τη συμπίεση και αποστολή των δεδομένων. Δέχεται σαν παραμέτρους την

διεύθυνση IP της μηχανής που τρέχει ο εξυπηρετητής, το Port που χρησιμοποιεί η εφαρμογή, την τοποθεσία που βρίσκεται η εικόνα που θα αποσταλεί, τη συμβολοσειρά που θα αποσταλεί μαζί με την εικόνα. Τα δεδομένα αυτά παραλαμβάνονται από το τμήμα του εξυπηρετητή από την μέθοδο `getFileAndTextFromClient` που βρίσκεται στην κλάση `FileTransferManager` και είναι υπεύθυνη για την ανάκτηση και αποθήκευση της εικόνας, και επιστρέφει την συμβολοσειρά που στάλθηκε. Η εικόνα που παραλαμβάνεται αποθηκεύεται στην τοποθεσία που καθορίζεται από τη συμβολοσειρά `picturePath`.

Ένα άλλο σημαντικό σημείο στον κώδικα είναι ο τρόπος που γίνεται η σύνδεση της κινητής συσκευής με τους εξωτερικούς αισθητήρες και η ανάκτηση των τιμών τους.

```
Intent myIntent = new Intent(this.getApplicationContext(),
                                BluetoothScanner.class);
startActivityForResult(myIntent, 0);
ArrayList<BluetoothDevice> devices= BluetoothScanner.getDevices();
ArrayList<SensPod> senspods=new ArrayList<SensPod>();
for(int i=0;i<devices.size();i++){
    if(devices.get(i).getName().equals("SensPod"))
        senspods.add(new SensPod(devices.get(i)));
senspods.get(0).connect();
sens.get(0).readDataFromSensor();
```

Στην αρχή εκτελούμε την κλάση `BluetoothScanner`. Η κλάση αυτή εκτελεί αναζήτηση των συσκευών που χρησιμοποιούν την τεχνολογία σύνδεσης `Bluetooth` και βρίσκονται στην εμβέλεια της κινητής συσκευής. Στη συνέχεια ανακτούμε τις συσκευές, και βρίσκουμε αυτές που είναι αισθητήρες. Τώρα μπορούμε εύκολα να συνδεθούμε και να ανακτήσουμε τις τιμές τους χρησιμοποιώντας τις μεθόδους `connect` και `readDataFromSensor` αντίστοιχα.

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης αυτής της εφαρμογής διαπιστώσαμε ότι ο προγραμματιστής που χρησιμοποιεί την πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού `Feel The World` μπορεί να χρησιμοποιήσει τόσο τις βασικές όσο τις εξειδικευμένες υπηρεσίες,

χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις, μέσω του API που παρέχεται. Όπως παρατηρήσαμε και από τα πιο πάνω παραδείγματα, η ανάπτυξη εφαρμογών παρόμοιων με το Feel The World Reporter, χρειάζεται σχετικά μικρό αριθμό γραμμών κώδικα, εάν γίνει χρήση αυτής της πλατφόρμας. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν 782 γραμμές κώδικα για την ανάπτυξη της εφαρμογής του πελάτη, με περισσότερες από 420 να είναι για απεικόνιση χαρτών και δεδομένων στην διαπροσωπία, και χρήση της φωτογραφικής μηχανής της κινητής συσκευής, κάτι που δεν συμπεριλαμβάνεται στις δυνατότητες της πλατφόρμας λογισμικού Feel The World. Όσον αφορά την υλοποίηση του εξυπηρετητή, χρειάστηκαν 450 γραμμές κώδικα, συμπεριλαμβανομένων της αλληλεπίδρασης με τη βάση δεδομένων και την υλοποίηση του PHP script. Υπάρχει ένας επιπρόσθετος κώδικας, 200 γραμμών, σε PHP που χρησιμοποιείται για το φιλτράρισμα και την απεικόνιση των στοιχείων συγκεντρωτικά στην ιστοσελίδα σε ένα χάρτη Google Map.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

6.1	Συμπεράσματα	82
6.2	Μελλοντική Εργασία	83

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται κάποια χρήσιμα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης παρουσιάζονται συνοπτικές κατευθύνσεις σχετικά με την μελλοντική εργασία και την επέκταση της πλατφόρμας ενδιάμεσου λογισμικού Feel The World

6.1 Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη των συστημάτων αστικής αντίληψης είναι ένας τομέας έρευνας με συνεχή μελέτη και υπόκειται σε διαρκή βελτίωση. Χαρακτηριστικό στοιχείο είναι ότι με τον τομέας αυτό ασχολούνται πολλά ερευνητικά κέντρα και επιστήμονες ανά τον κόσμο. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, που είχε διάρκεια δύο εξαμήνων, ασχοληθήκαμε με το πεδίο αυτό.

Αρχικά διεξήχθη εκτενής μελέτη των εφαρμογών και των πλατφόρμων ενδιάμεσου λογισμικού που υπάρχουν στο ερευνητικό πεδίο. Μελετήθηκαν σε μεγάλο βάθος οι υπηρεσίες που προσφέρουν, η αρχιτεκτονική και ο τρόπος λειτουργίας τους. Από την έρευνα μας διαπιστώσαμε κάποια προβλήματα και ελλείψεις, που είχαμε σκοπό να τα καλύψουμε στην πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού που αναπτύξαμε. Στη συνέχεια προχωρήσαμε στην έρευνα για εύρεση του κατάλληλου λογισμικού στο οποίο αναπτύχθηκε η πλατφόρμα αυτή, καθώς και για εύρεση των κατάλληλων αισθητήρων που χρησιμοποιήθηκαν για τον σκοπό αυτό. Μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν διάφοροι αλγόριθμοι και τύποι συμπίεσης δεδομένων πριν καταλήξουμε στην τελική μας επιλογή. Ακολούθως αναπτύχθηκαν αλγόριθμοι για την εύρεση της κατάστασης του χρήστη της κινητής συσκευής (εάν είναι ακίνητος, περπατά, βρίσκεται σε όχημα) και για τον καθορισμό της κατάλληλης χρονικής στιγμής αποστολής δεδομένων στο διαδίκτυο.

Η πλατφόρμα λογισμικού που αναπτύχθηκε αξιολογήθηκε μέσω της ανάπτυξης δύο εφαρμογών κινητών συσκευών. Πρόκειται για δύο εφαρμογές που χρησιμοποιούν το μοντέλο του πελάτη-εξυπηρετητή και χρησιμοποιούν την πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού και στα δύο τμήματα. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι πρόκειται για μία αξιόπιστη πλατφόρμα, η οποία εκτός από τις υπηρεσίες που προσφέρει, λαμβάνει υπόψη της και την εξοικονόμηση των πόρων του δικτύου και της μπαταρίας της κινητής συσκευής.

6.2 Μελλοντική Εργασία

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία καταφέραμε να φέρουμε εις πέρας όλους τους αρχικούς στόχους που θέσαμε. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις γνώσεις που αποκτήσαμε κυρίως από την έρευνα που διεξαγάγαμε αναπτύξαμε μία πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση αστικού περιβάλλοντος μέσω αισθητήρων κινητών συσκευών. Παρόλα αυτά υπάρχουν κάποιες πολύ χρήσιμες λειτουργίες-βελτιώσεις που δεν υλοποιήθηκαν κυρίως λόγω χρόνου.

Ως μελλοντική εργασία, επιβάλλεται η ανάπτυξη ενός αλγορίθμου που ανιχνεύει όχι μόνο την κατάσταση του χρήστη, αλλά και το μέρος στο οποίο βρίσκεται, μέσω της χρήσης περισσότερων αισθητήρων, εκτός από τον αισθητήρα του επιταχυνσιομέτρου και του δέκτη του GPS. Αυτό είναι εφικτό με την ανάκτηση των τιμών του μικροφώνου και μετατροπή τους σε ένταση. Έτσι μέσω στατικών ερευνών που δημοσιοποιούν τα επίπεδα έντασης σε κάποιους συχνά χρησιμοποιήσιμους χώρους, μπορεί να διακριθεί μέσω σύγκρισης των στοιχείων ο χώρος στον οποίο βρίσκεται ο χρήστης.

Επιπλέον, μια άλλη σημαντική επέκταση είναι η αναβάθμιση του αλγορίθμου που διαβάζει δεδομένα από τους εξωτερικούς αισθητήρες που συνδέονται στη συσκευή μέσω Bluetooth, ούτως ώστε να ανακτούν τις τιμές και διαφορετικού τύπου αισθητήρες. Επίσης θα ήταν πολύ ενδιαφέρον εάν η πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού μπορούσε να ανακτά τιμές από διάφορες γνωστές βάσεις του διαδικτύου, όπως των αεροδρομίων και των λιμανιών. Έτσι θα μπορούσαν να αναπτυχθούν εφαρμογές κινητών τηλεφώνων που παρέχουν και αυτές τις υπηρεσίες, σε συνδυασμό με τις ήδη υπάρχουσες.

Τέλος, μπορεί να γίνει μία βελτίωση στον αλγόριθμο αποστολής δεδομένων αναλόγως του διαθέσιμου δικτύου. Στον αλγόριθμο αυτό θα μπορούσε να προστεθούν ελέγχει ούτως ώστε να δίνει μηνύματα στον χρήστη όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη μνήμη καθώς και όταν η μπαταρία της κινητής συσκευής εξαντλείται. Έτσι μπορεί να υπάρχει περισσότερος έλεγχος στους πόρους του δικτύου

Βιβλιογραφία

- [1] R. Ballagas, F. Memon, R. Reiners, and J. Borchers, “iStuff mobile”, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '07*, San Jose, California, USA: 2007, p. 1107.
- [2] D. Huffman, “A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes”, *Proceedings of the IRE*, vol. 40, Sep. 1952, pp. 1098-1101.
- [3] B. Hull, V. Bychkovsky, Y. Zhang, K. Chen, M. Goraczko, A. Miu, E. Shih, H. Balakrishnan, and S. Madden, “CarTel”, *Proceedings of the 4th international conference on Embedded networked sensor systems - SenSys '06*, Boulder, Colorado, USA: 2006, p. 125.
- [4] H. Lu, W. Pan, N.D. Lane, T. Choudhury, and A.T. Campbell, “SoundSense”, *Proceedings of the 7th international conference on Mobile systems, applications, and services - Mobisys '09*, Wroclaw, Poland: 2009, p. 165.
- [5] H. Lu, J. Yang, Z. Liu, N.D. Lane, T. Choudhury, and A.T. Campbell, “The Jigsaw continuous sensing engine for mobile phone applications”, *Proceedings of the 8th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems - SenSys '10*, Zurich, Switzerland: 2010, p. 71.
- [6] P. Mohan, V.N. Padmanabhan, and R. Ramjee, “Nericell”, *Proceedings of the 6th ACM conference on Embedded network sensor systems - SenSys '08*, Raleigh, NC, USA: 2008, p. 323.
- [7] M. Mun, P. Boda, S. Reddy, K. Shilton, N. Yau, J. Burke, D. Estrin, M. Hansen, E. Howard, and R. West, “PEIR, the personal environmental impact report, as a platform for participatory sensing systems research”, *Proceedings of the 7th international conference on Mobile systems, applications, and services - Mobisys '09*, Wroclaw, Poland: 2009, p. 55.

- [8] S. Smaldone, B. Gilbert, N. Bila, L. Iftode, E. de Lara, and M. Satyanarayanan, "Leveraging smart phones to reduce mobility footprints", *Proceedings of the 7th international conference on Mobile systems, applications, and services - Mobisys '09*, Wroclaw, Poland: 2009, p. 109.
- [9] N. Tsiftes, A. Dunkels, and T. Voigt, "Efficient Sensor Network Reprogramming through Compression of Executable Modules", *2008 5th Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks*, San Francisco, California, USA: 2008, pp. 359-367.
- [10] Y. Wang, J. Lin, M. Annavaram, Q.A. Jacobson, J. Hong, B. Krishnamachari, and N. Sadeh, "A framework of energy efficient mobile sensing for automatic user state recognition", *Proceedings of the 7th international conference on Mobile systems, applications, and services - Mobisys '09*, Wroclaw, Poland: 2009, p. 179.
- [11] Y. Zheng, Y. Chen, Q. Li, X. Xie, and W.-Y. Ma, "Understanding transportation modes based on GPS data for web applications", *ACM Transactions on the Web*, vol. 4, Jan. 2010, pp. 1-36.
- [12] J. Ziv and A. Lempel, "A universal algorithm for sequential data compression", *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 23, May. 1977, pp. 337-343.
- [13] Android SDK, <http://developer.android.com/sdk/index.html>
- [14] API, http://en.wikipedia.org/wiki/Application_programming_interface
- [15] Apple Inc, <http://www.apple.com/>
- [16] Apple Iphone, <http://www.apple.com/>
- [17] Bebo, www.bebo.com

- [18] Campaignr, <http://urban.cens.ucla.edu/technology/campaignr>
- [19] CyWorld, <http://us.cyworld.com/>
- [20] Facebook, www.facebook.com
- [21] Global Positioning System, http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [22] Google Android, [http://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system))
- [23] Google Maps API, <http://code.google.com/intl/el-GR/apis/maps/index.html>
- [24] HTC Desire, www.htc.com/.../desire/overview.html
- [25] Java Virtual Machine, http://en.wikipedia.org/wiki/Java_Virtual_Machine
- [26] MotorolaDynaTAC, http://en.wikipedia.org/wiki/Motorola_DynaTAC
- [27] My Space, www.myspace.com
- [28] Sensaris, <http://www.sensaris.com/>

Παράρτημα Α

Στο παράρτημα αυτό επισυνάπτεται το Application Programming Interface της πλατφόρμας λογισμικού Feel The World. Μέσω αυτού του API ο προγραμματιστής μπορεί να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα αυτή.

Messaging Manager

Field Summary	
java.lang.String	<u>lastMsg</u>
Constructor Summary	
<u>MessagingManager</u> ()	
Method Summary	
void	<u>closeConnection</u> () Close the connection between the client and the server
void	<u>connectToTCPServer</u> (java.lang.String ip, int port) Connect with the TCP server
void	<u>connectToUDPserver</u> (java.lang.String ip, int port) Connect with the UDP server
java.lang.String	<u>getCompressedTCPMessage</u> () Get a compressed message from the server
java.lang.String	<u>getCompressedUDPmessage</u> ()
java.lang.String	<u>getTCPMessage</u> () Get a message from the server
java.lang.String	<u>getUDPmessage</u> (byte[] response) Get a compressed message from the UDP server
boolean	<u>isConnected</u> ()
void	<u>sendCompressedTCPMessage</u> (java.lang.String msg)

	Send a compress message to the server as String compression algorithm: Deflate
void	<u>sendCompressedUDPmessage</u> (java.lang.String msg)
void	<u>sendTCPMessage</u> (byte[] msg) Send a message to the server as byte array
void	<u>sendTCPMessage</u> (java.lang.String msg) Send a message to the server as String
void	<u>sendSms</u> (Activity act, java.lang.String phoneNumber, java.lang.String message) Send a message to the phoneNumber
void	<u>sendUDPmessage</u> (java.lang.String msg) Send a message to the UDP server as String
void	<u>speak</u> (Activity thisAct, OnInitListener thisList, java.lang.String x, java.util.Locale locale) Converts a string to a sound
Methods inherited from class java.lang.Object	
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait	

NetworkDataAlgorithm

Method Summary	
boolean	<u>contains</u> (java.lang.String data)
java.util.ArrayList<com.FeelTheWorldFramework.PendingListNode>	<u>getPendingList</u> () Returns the pending list
java.util.ArrayList<com.FeelTheWorldFramework.PendingListNode>	<u>send</u> (java.lang.String data, java.util.ArrayList<java.lang.Integer> priority)

	Executes the control Network Data algorithm
java.util.ArrayList<com.FeelTheWorldFramework.PendingListNode>	<u>sendPendingData</u> () Sends the data that are in the pending list, if their first priority is available
Methods inherited from class java.lang.Object	
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait	

FileTransfer Manager

Constructor Summary	
	<u>FileTransferManager</u> ()
Method Summary	
static void	<u>getFileFromServer</u> (java.lang.String serverIP, int serverPort, java.lang.String path) Method use to get a file from the server
static void	<u>sendFileAndTextToServer</u> (java.lang.String serverIP, int serverPort, java.lang.String filePath, int type, java.lang.String text) Method use to send a file from the device to the server
static void	<u>sendFileToServer</u> (java.lang.String serverIP, int serverPort, java.lang.String filePath, int type) Method use to send a file from the device to the server
Methods inherited from class java.lang.Object	
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait	

Bluetooth Manager

Field Summary	
static SensPod	sens
Constructor Summary	
BluetoothManager ()	
Method Summary	
static java.util.ArrayList<BluetoothDevice>	getDevices () Get the devices that are in the range
void	onCreate (Bundle savedInstanceState)
boolean	onCreateOptionsMenu (Menu menu)
boolean	onOptionsItemSelected (MenuItem item)
Methods inherited from class java.lang.Object	
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait	

Social Network Manager

Constructor Summary	
SocialNetworkManager ()	
Method Summary	
void	connectToFacebook (Activity activity, int layout, java.lang.String title, java.lang.String api_key) Connect to facebook

	void	<u>connectToTwitter</u> (Activity act, java.lang.String username, java.lang.String password) Connect to twitter
java.util.List<winterwell.jtwitter.Twitter.User>		<u>getFollowers</u> () Get followers of the logged in user
java.util.List<net.xeomax.FBRocket.Facebook friend>		<u>getFriends</u> (net.xeomax.FBRocket.Facebook facebook) Get friends of the logged in user
<u>FacebookUser</u>		<u>getMyProfile</u> () Get the profile of the facebook user
	java.lang.String[]	<u>getNames</u> () Get friends name as string
	void	<u>onLoginFail</u> () Called when login failed
	void	<u>onLoginSuccess</u> (net.xeomax.FBRocket.Facebook facebook) Called when the login succeed
Methods inherited from class java.lang.Object		
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait		

Sensors Manager

Method Summary	
<u>PositionManager</u>	<u>getPosition</u> () Get the GPS receiver values
<u>SensPod</u>	<u>getSensPod</u> () Get Senspod values
<u>SignalManager</u>	<u>getSignal</u> ()

	Get GSM and Wi-Fi signal values
Methods inherited from class java.lang.Object	
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait	

Position Manager

Constructor Summary	
<u>PositionManager</u>	(LocationManager m)
Constructor	
Method Summary	
static java.lang.String	<u>convertCoordToPlace</u> (java.lang.Double lat, java.lang.Double lon) Gets the coordinates of a place and returns the address in String
static double	<u>convertDMS2Dec</u> (java.lang.Double coordIn) Convert the DMS (Degrees Minutes Seconds) GPS coordinates to Decimal Coordinates
static double	<u>distance</u> (double lat1, double lon1, double lat2, double lon2, char unit) Calculate the distance between 2 points
static Address	<u>geocoding</u> (Context context, java.lang.String address) Gets the name of a place and returns the Address object
double	<u>getAccuracy</u> () returns the current accuracy
double	<u>getLatitude</u> () returns the current latitude
double	<u>getLongitude</u> ()

	returns the current longitude
double	<u>getSpeed</u> () returns the current speed
static Address	<u>reverseGeocoding</u> (Context context, double latitude, double longitude) Gets the coordinates of a place and returns the address
void	<u>updatePosition</u> (long minTime, float minDistance) Updates the current position, by choosing the best provider (GPS or/and GSM Network)
Methods inherited from class java.lang.Object	
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait	

Senspod

Constructor Summary	
<u>SensPod</u> (BluetoothDevice device) Constructor	
Method Summary	
int	<u>available</u> () Check if is available
void	<u>connect</u> () Connect to a bluetooth device
double	<u>getBattery</u> () Get Battery Level
double	<u>getCo2</u> () Get CO2 Level
double	<u>getCox</u> () Get COx Level

long	<u>getDate()</u> Get Date
double	<u>getHumidity()</u> Get Humidity Level
double	<u>getNoise()</u> Get Noise Level
double	<u>getNox()</u> Get NOx Level
double	<u>getO3()</u> Get O3 Level
double	<u>getTemperature()</u> Get Temperature Level
long	<u>getTime()</u> Get current Time
double	<u>getUv()</u> Get UV Level
java.lang.String	<u>readDataFromSensor()</u> Returns a string with actual sensor data
Methods inherited from class java.lang.Object	
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait	

State Manager

Constructor Summary	
<u>StateManager()</u>	
Method Summary	
java.lang.String	<u>getUserState</u> (java.util.Vector<java.lang.Double> x, java.util.Vector<java.lang.Double> y, java.util.Vector<java.lang.Double> z)

	Returns the User state based on average difference of accelerometer values
Methods inherited from class java.lang.Object	
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait	

Information Manager

Constructor Summary	
	<u>InformationManager</u> (double lat, double lon, java.lang.String type, java.lang.String data) Constructor
	<u>InformationManager</u> (double lat, double lon, java.lang.String uid, java.lang.String type, java.lang.String data) Constructor
	<u>InformationManager</u> (java.lang.String data, java.lang.String type) Constructor
	<u>InformationManager</u> (java.lang.String data, java.lang.String type, java.lang.String uid) Constructor
Method Summary	
java.lang.String	<u>getResponse</u> (<u>MessagingManager</u> client) Get response from server
java.lang.String	<u>requestInformation</u> (<u>MessagingManager</u> client, java.lang.String type) Request Specific information from Server
void	<u>sendNotification</u> (<u>MessagingManager</u> client) Send Information to the server
Methods inherited from class java.lang.Object	

```
equals, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait,  
wait
```