

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ & ΣΠΟΥΔΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**“BUS LOCATOR: ΣΥΣΤΗΜΑ
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΓΙΑ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ
ΜΕΣΩ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ”**

Νικολέττα Γεωργίου

Λεμεσός 2014

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΣΩΝ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΣΠΟΥΔΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Πτυχιακή εργασία

**BUS LOCATOR: ΣΥΣΤΗΜΑ
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΓΙΑ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ
ΜΕΣΩ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ**

Νικολέττα Γεωργίου

Σύμβουλος καθηγητής
Δρ. Λάμπρος Λαμπρινός

Λεμεσός 2014

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Νικολέττα Γεωργίου, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Λάμπρο Λαμπρινό, επίκουρο καθηγητή, για την υποστήριξη του, τις συμβουλές του και την ενθάρρυνση του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας. Δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την συμπαράσταση και την κατανόηση τους σε αυτή τη δύσκολη περίοδο. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου για την παροχή του απαραίτητου εξοπλισμού για την υλοποίηση της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Bus Locator: Σύστημα ενημέρωσης για διακίνηση μέσω λεωφορείου» εκπονήθηκε από τη Νικολέττα Γεωργίου, φοιτήτρια του η΄ εξαμήνου του Τμήματος Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου υπό την επίβλεψη του επίκουρου καθηγητή Δρ. Λάμπρου Λαμπρινού και ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2014.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εντάσσεται στο πεδίο των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας. Η στρατηγική έρευνας που ακολουθεί η είναι η ποσοτική, με πειραματική ερευνητική μέθοδο. Σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση και υλοποίηση μιας οικονομικής, ευέλικτης και επεκτάσιμης λύσης για ένα σύστημα που ενημερώνει τους δυνητικούς χρήστες σχετικά με τα λεωφορεία. Το σύστημα περιλαμβάνει το στήσιμο της υποδομής που θα παράγει την απαραίτητη πληροφορία αλλά και την ανάπτυξη μιας android εφαρμογής για επεξεργασία και παρουσίαση της χρήσιμης πληροφορίας στον χρήστη.

Βασικό πλεονέκτημα του συστήματος είναι ότι προσφέρει έγκυρη, ευέλικτη και γρήγορη πληροφόρηση στους χρήστες της, σε αντίθεση με τη στατική πληροφόρηση που παρέχεται μέχρι στιγμής στην Κύπρο.

ABSTRACT

This thesis entitled “Bus Locator: Information System about bus transportation” was developed by Nikoletta Georgiou, an 8th semester student of the department of Communication and Internet Studies, Cyprus University of Technology, under the supervision of Dr. Lampros Lamprinos and was completed in May 2014.

This thesis belongs to the field of Information and Communication Technologies. The research strategy followed in this thesis is quantitative, and the research method is the experiment. The purpose of this paper is the presentation and implementation of an economic, flexible and expandable solution for a system that informs potential users about buses. The system includes setting up the infrastructure that will produce the necessary information, and development of an android application for processing and presenting information to the user. A key advantage of this system is that it offers reliable, flexible and quick information to users, in contrast to the static information provided so far in Cyprus.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT.....	v
Πίνακας περιεχομένων.....	vi
Λίστα Διαγραμμάτων.....	viii
Συντομογραφίες.....	ix
Απόδοση όρων.....	x
1. Εισαγωγή.....	1
2. Περιγραφή Προβλήματος – Αναγκαιότητα Μελέτης.....	3
2.1 Περιγραφή προβλήματος και Αναγκαιότητα μελέτης.....	3
2.2 Διατύπωση Ερευνητικού ερωτήματος.....	4
3. Σκοπός και Στόχος.....	5
3.1 Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας.....	5
3.2 Προσωπικός Στόχος.....	6
4. Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	7
4.1 Internet of Things (IoT).....	7
4.2 Τεχνολογικό υπόβαθρο.....	7
4.2.1 Δίκτυα Zigbee.....	7
4.2.2 Android.....	9
4.2.3 Global Positioning System (GPS).....	10
4.3 Παρόμοιες Έρευνες.....	10
5. Μεθοδολογία.....	13
5.1 Δείγμα.....	13
5.2 Εργαλεία.....	13
5.3 Μοντέλο ανάπτυξης συστήματος.....	14
5.4 Ανάλυση Απαιτήσεων Συστήματος.....	16
5.5 Σχεδιασμός Συστήματος.....	18
5.5.1 Αναλυτική περιγραφή συστήματος.....	18

5.5.2	Δομή και Αρχιτεκτονική.....	25
5.5.3	Εξοπλισμός.....	26
5.5.4	Λογισμικό.....	27
5.5.5	Σενάριο χρήσης	28
6.	Υλοποίηση	29
7.	Συμπεράσματα	35
8.	Επίλογος.....	37
9.	Βιβλιογραφία	38
10.	Παραρτήματα	41

ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Τοπολογίες δικτύων Zigbee.....	8
Εικόνα 2: Πλακέτα arduino uno.....	9
Εικόνα 3: Xbee Pro Series 2	9
Εικόνα 4: Πλαίσιο ανάπτυξης android εφαρμογών	10
Εικόνα 5: Κλασικό Μοντέλο Καταρράκτη	14
Εικόνα 6: Μοντέλο Καταρράκτη με Ανατροφοδότηση	16
Εικόνα 7: Επικοινωνία συστήματος.....	20
Εικόνα 8: Προσχέδιο χάρτη εφαρμογής.....	21
Εικόνα 9: Προσχέδιο βάσης δεδομένων	22
Εικόνα 10: Δομή Συστήματος.....	25
Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	26
Εικόνα 12: Διάγραμμα Βάσης Δεδομένων.....	30
Εικόνα 13: Αρχική οθόνη εφαρμογής.....	32
Εικόνα 14: Χάρτης της εφαρμογής	33
Εικόνα 15: Παραθυράκι ενημέρωσης χάρτη.....	34

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

3G	third generation (of mobile telecommunications technology)
ADT	Android Development Toolkit
DTN	Disruption Tolerant Network
FFD	Full Function Device
GPS	Global Positioning System
IDE	Integrated Development Environment
IoT	Internet of Things
JDK	Java Development Kit
JSON call	JavaScript Object Notation call
MAC address	Media Access Control address
PAN coordinator	Personal Area Network coordinator
RF modules	Radio Frequency modules
RFD	Reduced Function Device
SDK	Software Development Kit
SWOT analysis	Strengths Weaknesses Opportunities Threats analysis
USB adapter	Universal Serial Bus adapter

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Android Development Toolkit	Εργαλειοθήκη ανάπτυξης λογισμικού android
Arduino shields	Προστατευτικά arduino
Bus	Λεωφορείο
Cluster topology	Τοπολογία διασποράς
Disruption Tolerant Network	Δίκτυο ανεκτικό σε διακοπές
End device	Τερματική συσκευή
Full Function Device	Συσκευή εκτεταμένων λειτουργιών
Global Positioning System	Παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης
Infowindow	Παράθυρο ενημέρωσης
Integrated Development Environment	Ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης
Internet of Things	Διαδίκτυο των Πραγμάτων
Java Development Kit	Εργαλειοθήκη ανάπτυξης εφαρμογών Java
JavaScript Object Notation call	Κλήση συμβολισμού αντικειμένου JavaScript
Location	Τοποθεσία
Marker	Δείκτης
Media Access Control address	Διεύθυνση ελέγχου πρόσβασης μέσου
Mesh topology	Τοπολογία πλέγματος
Personal Area Network coordinator	Δρομολογητής προσωπικού δικτύου
Plug-in	Επέκταση
Radio Frequency modules	Μονάδες ραδιοσυχνοτήτων
Reduced Function Device	Συσκευή περιορισμένων λειτουργιών
Router	δρομολογητής
Server	Διακομιστής, εξυπηρετητής

Sketch	Σχεδιάσμα
snippet	Απόσπασμα, κείμενο
Software Development Kit	Εργαλειοθήκη ανάπτυξης λογισμικού
Star topology	Τοπολογία αστέρα
Strengths Weaknesses Opportunities Threats analysis	Ανάλυση δυνατοτήτων, αδυναμιών, ευκαιριών, κινδύνων
Universal Serial Bus adapter	Προσαρμογέας ενιαίου σειριακού διαύλου
Third generation (of mobile telecommunications technology)	Τηλεπικοινωνίες τρίτης γενιάς

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι χαρακτηρισμοί «ευφύες» και «έξυπνο», χρησιμοποιούνται συχνά για τεχνολογικά προϊόντα της εποχής μας. Όμως, για να μπορεί όντως ένα τεχνολογικό προϊόν να χαρακτηριστεί ως τέτοιο, πρέπει να ενσωματώνει δύο σημαντικές ιδιότητες. Πρώτον, πρέπει να έχει επίγνωση της κατάστασής και του περιβάλλοντός του, και δεύτερον, πρέπει να είναι ικανό να αντιδράσει σε αυτά (Worden κ.ά. 2003). Τα έξυπνα τεχνολογικά προϊόντα, και πιο συγκεκριμένα οι έξυπνες κινητές συσκευές έχουν σήμερα τεράστια απήχηση στο κοινό. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι συντείνουν στη διευκόλυνση της καθημερινότητας, καλύπτοντας την ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη για πληροφόρηση, από οποιοδήποτε σημείο και οποιαδήποτε στιγμή.

Η παρούσα εργασία αποτελεί την πτυχιακή εργασία για σκοπούς απόκτησης πτυχίου, και φέρει τον τίτλο «Bus Locator: Σύστημα Ενημέρωσης για Διακίνηση μέσω Λεωφορείου». Αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο μπορούν να επικοινωνήσουν οι στάσεις λεωφορείων και τα λεωφορεία μεταξύ τους, ώστε να παραχθεί η απαραίτητη πληροφορία και να ενημερωθεί ο χρήστης.

Η εργασία περιλαμβάνει δύο βασικά τμήματα. Το πρώτο, αφορά την υλική υποδομή του συστήματος. Συγκεκριμένα έχει να κάνει με τη δημιουργία και την αποθήκευση δεδομένων, τα οποία θα παράγονται μέσω της επικοινωνίας των στάσεων των λεωφορείων με τα λεωφορεία. Το δεύτερο τμήμα, αφορά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής η οποία θα τρέχει σε κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα android, και έχει να κάνει με την άντληση, την επεξεργασία και την εμφάνιση των δεδομένων. Σκοπός της εφαρμογής είναι η παροχή άμεσης και έγκυρης πληροφόρησης, ώστε οι χρήστες να μπορούν να ενημερώνονται και να διακινούνται εύκολα με τα λεωφορεία. Η πληροφόρηση που θα λαμβάνει ο χρήστης αφορά πληροφορίες σχετικές με τα λεωφορεία όπως το ποια λεωφορεία περνούν από μια συγκεκριμένη στάση, τον χρόνο που απομένει μέχρι την άφιξη ενός λεωφορείου σε μια συγκεκριμένη στάση και την επόμενη στάση ενός λεωφορείου. Η εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση των δύο πιο πάνω τμημάτων, στο πλαίσιο μιας ευέλικτης, επεκτάσιμης και οικονομικής λύσης για ενημέρωση προς όφελος του χρήστη.

Στο επόμενο κεφάλαιο, θα γίνει καθορισμός του προβλήματος, διατύπωση του ερευνητικού ερωτήματος, και αναφορά στην αναγκαιότητα της μελέτης. Θα ακολουθήσουν κεφάλαια που αναφέρονται στη βιβλιογραφική επισκόπηση, στη μεθοδολογία έρευνας, στην υλοποίηση του συστήματος και στα συμπεράσματα.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ – ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Περιγραφή προβλήματος και Αναγκαιότητα μελέτης

Οι έξυπνες τεχνολογίες θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε διάφορους τομείς της ζωής μας με απώτερο σκοπό τη διευκόλυνση της καθημερινότητας. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στον τομέα των μεταφορών ώστε να ενημερώνουν το κοινό για τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Παρόλα αυτά, τέτοιες τεχνολογίες δεν εφαρμόζονται επαρκώς στα μαζικά μέσα μεταφοράς, με αποτέλεσμα το κοινό να είναι είτε δυσαρεστημένο από την εμπειρία χρήσης τους, είτε να μην τα χρησιμοποιεί καν.

Στην Κύπρο το πρόβλημα έγκειται στο ότι δεν υπάρχει κάποιο τεχνολογικά έξυπνο σύστημα το οποίο να ενημερώνει το κοινό σε σχέση με τη χρήση λεωφορείων. Μετά από μια μικρή έρευνα για τον αρμόδιο δημόσιο φορέα στη Λευκωσία, τον Οργανισμό Συγκοινωνιών Επαρχίας Λευκωσίας (Ο.Σ.Ε.Λ), οι υπάρχοντες τρόποι ενημέρωσης δεν δίνουν λύση στο πρόβλημα. Ο πλέον παραδοσιακός τρόπος ενημέρωσης είναι το έντυπο υλικό. Δηλαδή, σε φυλλάδια αναγράφονται τα δρομολόγια των λεωφορείων και οι ώρες άφιξής τους στις στάσεις. Η πληροφόρηση αυτής της μορφής είναι πολύ στατική και οι ανάγκες του κοινού δεν σταματούν εκεί. Οι χρήστες θέλουν να έχουν συνεχή ενημέρωση που να μη βασίζεται σε στατικά δεδομένα, αλλά σε δεδομένα πραγματικού χρόνου. Θέλουν ανά πάσα στιγμή να γνωρίσουν για τυχόν αλλαγές στα δρομολόγια και στους χρόνους αναμονής των λεωφορείων. Πέραν από αυτό, πολλές φορές αποτελεί πρόβλημα η πρόσβαση στο έντυπο υλικό. Ακόμη, υπάρχει το τηλεφωνικό κέντρο το οποίο μπορεί να δώσει πληροφόρηση. Όμως πολλές φορές οι υπάλληλοι εκεί δεν σηκώνουν καν το τηλέφωνο και έτσι το κοινό δεν προτιμά αυτή τη λύση. Άλλες λύσεις που προσφέρονται για ενημέρωση είναι η ιστοσελίδα του Ο.Σ.Ε.Λ και μια android εφαρμογή για κινητές συσκευές. Και πάλι, οι εναλλακτικές αυτές δεν προσφέρουν μια ικανοποιητική λύση αφού η πληροφόρηση που παρέχουν είναι εξίσου στατική. Ο λόγος είναι ότι πρόκειται για απλή μεταφορά του στατικού έντυπου υλικού σε μια ιστοσελίδα και μια εφαρμογή αντίστοιχα.

2.2 Διατύπωση Ερευνητικού ερωτήματος

Από τα πιο πάνω, γίνεται σαφής η ανάγκη για εύρεση μιας λύσης στο πρόβλημα για ενημέρωση του κοινού σχετικά με τα λεωφορεία. Συγκεκριμένα, η ενημέρωση αναφέρεται στο ποια λεωφορεία περνούν από ποιες στάσεις, ο χρόνος που απομένει μέχρι την άφιξη των λεωφορείων και η επόμενη στάση ενός λεωφορείου.

Ουσιαστικά, αυτή ακριβώς η λύση αναμένεται να βρεθεί στα πλαίσια της εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Συνεπώς, το ερευνητικό ερώτημα στο οποίο καλείται να απαντήσει η πτυχιακή εργασία είναι το εξής:

«Με ποιο τρόπο μπορεί να δοθεί μια λύση για επαρκή ενημέρωση σχετικά με τη χρήση λεωφορείων;»

3. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ

3.1 Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας

Γενικός σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να μπορεί ο χρήστης μέσω μιας εφαρμογής στην έξυπνη κινητή του συσκευή να ενημερώνεται επαρκώς για τα λεωφορεία, ώστε να ικανοποιείται από τη χρήση τους. Συγκεκριμένα, για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός πρέπει αρχικά να δημιουργηθεί ένα σύστημα υποδομής και στη συνέχεια, να αναπτυχθεί μια android εφαρμογή. Το σύστημα υποδομής θα αφορά την επικοινωνία των λεωφορείων μαζί με τις στάσεις τους, την άντληση των δεδομένων που θα παράγονται από την επικοινωνία αυτή και την αποθήκευσή τους σε μια βάση δεδομένων. Η android εφαρμογή που θα αναπτυχθεί, θα ανακτά την πληροφορία που είναι αποθηκευμένη στη βάση δεδομένων, θα την επεξεργάζεται και θα την εμφανίζει στον χρήστη. Η εφαρμογή θα αποτελεί ουσιαστικά το μέσο με το οποίο ο χρήστης θα έχει επαφή και στο οποίο θα παρέχεται η χρήσιμη πληροφορία.

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση των πιο πάνω πρέπει να τοποθετείται στα πλαίσια της ευελιξίας και της επεκτασιμότητας. Δηλαδή, το σύστημα πρέπει να είναι ικανό να ανταποκρίνεται συνεχώς σε τυχόν αλλαγές που ενδέχεται να προκύψουν και να προσαρμόζει την πληροφορία που παρέχει σύμφωνα με αυτές. Επιπρόσθετα, εκτός από τις βασικές πληροφορίες που θα παρέχει, θα μπορεί, μετά από μικρές προσθήκες υλικού, να παρέχει επιπλέον χρήσιμες πληροφορίες. Τέτοιες πληροφορίες θα μπορούσαν να είναι η ρύπανση της ατμόσφαιρας ή τα επίπεδα του θορύβου σε κάποιο σημείο.

Ακόμη ένα σημαντικό σημείο που θα πρέπει να προσεχθεί, είναι το ότι το σύστημα θα πρέπει να αποτελεί μια οικονομική λύση στο αρχικό πρόβλημα. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να αποφευχθεί η χρήση 3G κατά τη μεταφορά της πληροφορίας προς αποθήκευση στη βάση δεδομένων, επειδή αυτό θα έχει σημαντικό κόστος.

3.2 Προσωπικός Στόχος

Σε προσωπικό επίπεδο, αυτό που αναμένω να αποκομίσω από την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η εξοικείωση με τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν και η απόκτηση εμπειρίας. Συγκεκριμένα, πρώτη φορά θα ασχοληθώ εις βάθος με τις συγκεκριμένες τεχνολογίες. Αναμένω να μάθω πως να προγραμματίζω μικροσυσκευές, να στήνω δίκτυα μικρής εμβέλειας και να κατανοήσω καλύτερα πως αναπτύσσονται οι εφαρμογές android. Επιπλέον το γεγονός ότι όλες αυτές οι τεχνολογίες πρέπει να συνδυαστούν ώστε να δημιουργηθεί ένα μεγαλύτερο σύστημα είναι κάτι που αποτελεί μια ενδιαφέρουσα πρόκληση.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

4.1 Internet of Things (IoT)

Το IoT αποτελεί σημαντικό κομμάτι του μελλοντικού διαδικτύου. Σύμφωνα με τους Weber R. H. και Weber R. (2010) πρόκειται για μια παγκόσμια, δυναμική υποδομή βασισμένη στο διαδίκτυο με δυνατότητες αυτορύθμισης, η αρχιτεκτονική της οποίας διευκολύνει την αλληλεπίδραση αγαθών (πραγμάτων) και υπηρεσιών. Βασίζεται σε πρωτόκολλα επικοινωνίας όπου τα πράγματα είτε φυσικά είτε εικονικά έχουν ταυτότητες, φυσικές ιδιότητες, έξυπνες διεπαφές και εντάσσονται στο δίκτυο πληροφοριών. Η λέξη «πράγματα» δεν αναφέρεται κατ' ανάγκη σε κάποιο προϊόν υψηλής τεχνολογίας. Μπορεί να αναφέρεται σε οτιδήποτε όπως ένα αυτοκίνητο, ένα ψυγείο, ένα σπίτι, ένα κινητό τηλέφωνο ή κάποιο τρόφιμο. Το μελλοντικό διαδίκτυο θα επιτρέπει σε ανθρώπους και πράγματα να συνδεθούν οποτεδήποτε και από οπουδήποτε (Vermesan κ.ά 2009).

Κάποια παραδείγματα αλληλεπίδρασης πραγμάτων που πιθανόν να εντάσσονται στο IoT μπορεί να είναι ένα ντουλάπι που παρακολουθεί τα αποθέματα τροφίμων ή ένα αυτοκίνητο που ειδοποιεί άλλα αυτοκίνητα για την κυκλοφοριακή συμφόρηση στο δρόμο.

Η εργασία αυτή εμπίπτει στη γενική λογική του IoT, αφού χρησιμοποιεί πράγματα με αυτά τα χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα οι μικροεπεξεργαστές, που θα τοποθετηθούν στα λεωφορεία και στις στάσεις, και στους οποίους θα γίνει αναφορά στη συνέχεια, θα έχουν τις δικές τους μοναδικές ταυτότητες, τις δικές τους φυσικές ιδιότητες και θα εντάσσονται σε ένα δίκτυο στο οποίο θα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

4.2 Τεχνολογικό υπόβαθρο

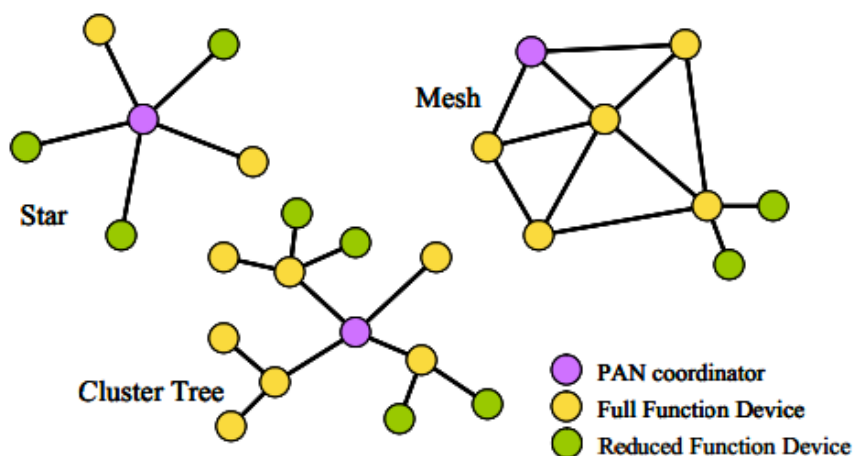
4.2.1 Δίκτυα Zigbee

Το Zigbee είναι μια συλλογή από πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία δικτύων χαμηλής ισχύος. Μέσω του Zigbee μπορεί να μεταφερθεί

περιορισμένος όγκος δεδομένων, 250Kbits ανά δευτερόλεπτο. Χρησιμοποιείται κυρίως για συστήματα χαμηλού κόστους, μικρού όγκου δεδομένων και τροφοδοτούνται με μπαταρία μεγάλης διάρκειας (Farahani 2008).

Σύμφωνα με τον Παπαθεοδώρου (2009), οι συσκευές που εντάσσονται σε ένα δίκτυο Zigbee μπορούν να εκτελέσουν τον ρόλο του κεντρικού διαχειριστή (PAN Coordinator), τον ρόλο του δρομολογητή ή απλού διαχειριστή (Router) ή τον ρόλο της τερματικής συσκευής (End Device). Οι ρόλοι αυτοί έχουν είτε περιορισμένες λειτουργίες (RFD), είτε εκτεταμένες λειτουργίες (FFD). Ο PAN coordinator και τα routers έχουν πάντα εκτεταμένες λειτουργίες, ενώ τα end devices έχουν είτε εκτεταμένες είτε περιορισμένες λειτουργίες.

Ο Craig (2004) αναφέρει ότι υπάρχουν τρία είδη τοπολογιών που μπορεί να υποστηρίξει ένα δίκτυο Zigbee (εικόνα 1): η τοπολογία αστέρα (star topology), η τοπολογία πλέγματος (mesh topology) και η τοπολογία διασποράς (cluster topology). Η τοπολογία αστέρα επιτρέπει την απευθείας επικοινωνία των routers και των end devices με τον PAN coordinator και έχει μεγάλη διάρκεια μπαταρίας. Στην τοπολογία πλέγματος τα end devices μπορούν να επικοινωνούν μόνο με τους routers, ενώ οι routers μπορούν να επικοινωνούν και μεταξύ τους και με τον PAN coordinator. Με αυτό τον τρόπο παρέχουν εναλλακτικές διαδρομές στη ροή πληροφοριών και γι' αυτό είναι αρκετά αξιόπιστα. Η τοπολογία διασποράς λειτουργεί σαν υβριδική τοπολογία αστέρα και πλέγματος συνδυάζοντας έτσι την υψηλή αξιοπιστία με τη μεγάλη διάρκεια μπαταρίας.



Εικόνα 1: Τοπολογίες δικτύων Zigbee

Πολύ συχνά, οι μικροεπεξεργαστές Arduino και τα XBee χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό και επικοινωνούν μεταξύ του μέσω Zigbee δικτύων. Το arduino είναι μια ανοικτού λογισμικού υπολογιστική πλατφόρμα που αποτελείται από 2 μέρη, την πλακέτα arduino (εικόνα 2) και το λογισμικό arduino. Το πρώτο μέρος, είναι ουσιαστικά το υλικό της πλατφόρμας, δηλαδή ένας μικροεπεξεργαστής, που προγραμματίζεται σε γλώσσα Wiring – μια απλουστευμένη παραλλαγή της υψηλού επιπέδου γλώσσας προγραμματισμού C. Το δεύτερο μέρος, είναι το Integrated Development Environment (IDE) το οποίο είναι ένα πρόγραμμα που τρέχει σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, επιτρέπει να γραφτούν μικροπρογράμματα, και στη συνέχεια να φορτωθούν στην πλακέτα arduino (Banzi 2009). Το arduino μπορεί να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον λαμβάνοντας σήματα από αισθητήρες. Επιπλέον, είναι χαμηλό σε κόστος. Τα XBee (εικόνα 3) είναι μονάδες που εκπέμπουν ραδιοκύματα και χρησιμοποιούνται για ασύρματη επικοινωνία. Είναι φθηνές, με χαμηλή κατανάλωση και χρησιμοποιούν πρωτόκολλο zigbee για να επικοινωνούν.



Εικόνα 2: Πλακέτα arduino uno



Εικόνα 3: Xbee Pro Series 2

4.2.2 Android

Το android είναι μια πλατφόρμα για κινητές συσκευές, η οποία συνδυάζει τρία στοιχεία. Το δωρεάν, ανοικτού κώδικα λογισμικό, το επίσης ανοικτού κώδικα περιβάλλον για ανάπτυξη εφαρμογών και συσκευές, κυρίως κινητά τηλέφωνα, οι οποίες τρέχουν

λογισμικό android, με τις android εφαρμογές τους (Meier 2012). Στην εικόνα 4 φαίνεται το πλαίσιο ανάπτυξης μιας android εφαρμογής. Σύμφωνα με τους Gandhewar και Sheikh (2011), το περιβάλλον ανάπτυξης περιλαμβάνει το Android SDK (Software Development Kit), το Eclipse IDE (Integrated Development Environment) και το Java Development Kit (JDK).



Εικόνα 4: Πλαίσιο ανάπτυξης android εφαρμογών

4.2.3 Global Positioning System (GPS)

Το GPS ορίζεται ως ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού της θέσης. Στηρίζεται στις πληροφορίες που δίνουν οι δέκτες GPS, οι οποίοι είναι ειδικές συσκευές τοποθετημένες σε 24 δορυφόρους γύρω από τη Γη. Οι δορυφόροι κινούνται σε συγκεκριμένες τροχιές γύρω από τη γη, μεταδίδοντας συγχρονισμένα ραδιοκύματα με υψηλή ακρίβεια.

4.3 Παρόμοιες Έρευνες

Μια έρευνα που είναι παρόμοια με την παρούσα πτυχιακή εργασία, έγινε από τους Jagyasi, Kumar, και Pande (2012), με τον τίτλο «Human Participatory Sensing in Fixed Route Bus Information System». Πρόκειται για μια συμμετοχική πλατφόρμα, δηλαδή μια πλατφόρμα που απαιτεί τη συνεισφορά των χρηστών. Οι χρήστες μέσω του έξυπνου κινητού τους τηλεφώνου και μιας εφαρμογής που τρέχει σε αυτό, στέλνουν πληροφορία που σχετίζεται με τα δρομολόγια και τις ώρες άφιξης των λεωφορείων στην εφαρμογή αυτή. Η εφαρμογή με τη σειρά της λαμβάνει τα δεδομένα από τους χρήστες, τα επεξεργάζεται και έτσι μπορεί

να παρέχει πληροφορία στους χρήστες που τη ζητούν. Η έρευνα εφαρμόστηκε πειραματικά σε διαδρομές στο Mumbai, με επιτυχία.

Η συγκεκριμένη έρευνα μοιάζει με την παρούσα έρευνα ως προς το γεγονός ότι θέλει να ενημερώσει το κοινό. Παρόλα αυτά, διαφέρει ως προς τον τρόπο λειτουργίας. Οι συγγραφείς της αναφέρουν ότι επέλεξαν να στηριχτούν στη συμμετοχικότητα λόγω του ότι η έρευνα δεν θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε πολλές αναπτυσσόμενες και υποανάπτυκτες χώρες. Υποστηρίζουν ότι ο λόγος είναι ότι οι ήδη υπάρχουσες λύσεις, οι οποίες στηρίζονται στις τεχνολογίες GPS και σε αναγνώριση ραδιοσυχνότητων είναι δύσκολο να εγκατασταθούν και να συντηρηθούν. Όμως, κατά πόσο θα έχει ανταπόκριση στο κοινό η λύση που προτείνουν; Το κοινό θα είναι πρόθυμο να παρέχει την απαραίτητη πληροφορία; Αυτό αποτελεί πρόκληση για την έρευνα, μια και συνήθως οι χρήστες για να κάνουν κάτι πρέπει να τους δοθεί το απαραίτητο κίνητρο.

Μια δεύτερη παρόμοια έρευνα εκπονήθηκε από τους Krco, Vuckovic και Jovic (2010), με τίτλο «ecoBus – Mobile Environment Monitoring». Η έρευνα αναφέρεται σε ένα σύστημα παρατήρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων, συμβάντων και άλλων πληροφοριών, που λειτουργεί μέσω αισθητήρων που τοποθετούνται σε λεωφορεία και τρόλεϊ στο Βελιγράδι. Πρόκειται για μια έρευνα σε πειραματικό στάδιο, που σκοπό έχει να εντοπίσει τις προοπτικές του συστήματος ώστε να τύχουν ανάλογης εκμετάλλευσης για μελλοντική εφαρμογή του σε πραγματικό περιβάλλον.

Μια επιπλέον σχετική έρευνα πραγματοποιήθηκε από φοιτητές του Τμήματος Πληροφορικής και Μαθηματικών του Πανεπιστημίου της Μασσαχουσέττης «Amherst». Η έρευνα με τίτλο «Study of a bus-based disruption-tolerant network: Mobility Modeling and Impact on Routing», αποτελεί ουσιαστικά ένα ενδοπανεπιστημιακό δίκτυο από κόμβους που συνδέονται με τα λεωφορεία που κυκλοφορούν στο χώρο του πανεπιστημίου για πληροφόρηση των φοιτητών. Το δίκτυο που ανέπτυξαν ήταν ένα Disruption Tolerant Network (DTN), δηλαδή όταν για οποιοδήποτε λόγο χάνεται η επικοινωνία στο δίκτυο δεν χάνονται δεδομένα ή όταν υπάρχει συμφόρηση κατά τη μεταφορά δεδομένων το δίκτυο μπορεί να το διαχειριστεί (Zhang κ.ά. 2007).

Η παρόμοια έρευνα των Choi, Jung, Park, Shin και Chang (2011) φέρει τον τίτλο «A Smart Location – Aware Application fro Bus Guide based on GPS» και εφαρμόστηκε στη Σεούλ. Πρόκειται για μια εφαρμογή που εντοπίζει μέσω GPS τον χρήστη και τον οδηγεί σε κοντινές στάσεις ενημερώνοντάς τον για τις γραμμές των λεωφορείων. Η συγκεκριμένη έρευνα διαφέρει από την παρούσα έρευνα στο γεγονός ότι χρησιμοποιεί τεχνολογία GPS. Επιπλέον δεν παράγει το ίδιο το σύστημα την πληροφορία που χρειάζεται και δεν υπολογίζονται οι χρόνοι άφιξης των λεωφορείων.

Ακόμα μια έρευνα παρόμοια με την παρούσα έρευνα, είναι η διπλωματική εργασία του Ferris (2011). Ο τίτλος της είναι «OneBusAway: Improving the Usability of Public Transit» και έχει να κάνει με ένα πληροφοριακό σύστημα μετάδοσης δεδομένων πραγματικού χρόνου. Σκοπός είναι να αυξηθεί η χρήση των λεωφορείων. Η έρευνα παρουσιάζει τα εργαλεία που μπορούν να υποστηρίξουν την παροχή δεδομένων πραγματικού χρόνου.

Τέλος, δεν θα μπορούσε να μην γίνει αναφορά στην πτυχιακή εργασία της Ιουλιανού (2013), με τίτλο «Περιμένοντας το λεωφορείο: Μια android εφαρμογή ενημέρωσης». Η Ιουλιανού δεν κατάφερε να φτάσει στο σημείο της ανάπτυξης της εφαρμογής η οποία θα ενημερώνει τον χρήστη, λόγω του ότι ο διατιθέμενος χρόνος για την εκπόνηση της πτυχιακής της εργασίας δεν ήταν αρκετός για αυτό. Παρόλα αυτά, έχει υλοποιήσει μέρος της επικοινωνίας.

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η στρατηγική έρευνας που θα χρησιμοποιηθεί για την εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας είναι η ποσοτική και η ερευνητική μέθοδος είναι το πείραμα. Πιο κάτω θα αναλυθεί το δείγμα στο οποίο απευθύνεται το σύστημα, τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν, καθώς και το μοντέλο ανάπτυξης που επιλέχθηκε για την υλοποίηση του συστήματος.

5.1 Δείγμα

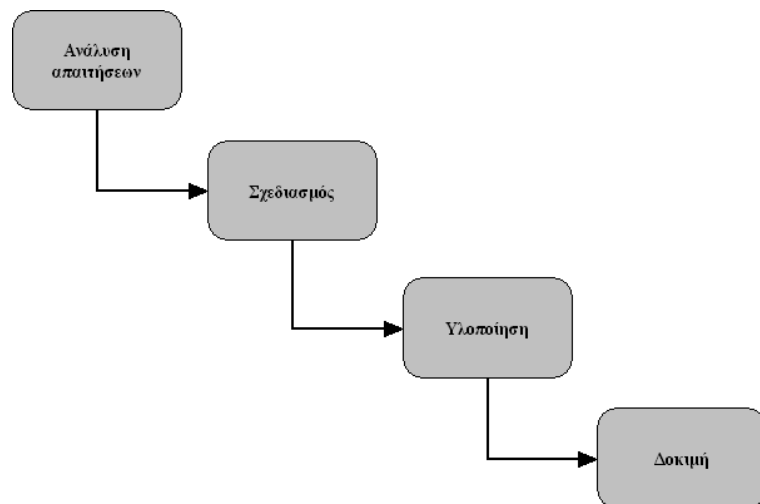
Το δείγμα στο οποίο θα απευθύνεται το τελικό προϊόν της πτυχιακής εργασίας, δηλαδή η εφαρμογή Bus Locator, δεν περιορίζεται από κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό όπως το φύλο, η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο ή η κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Θα απευθύνεται κυρίως σε άτομα που έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο και τη δυνατότητα πρόσβασης σε έξυπνες κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα android, ώστε να μπορούν να κατεβάσουν και να εγκαταστήσουν την εφαρμογή. Επιπλέον, θα απευθύνεται σε άτομα που χρησιμοποιούν τα μαζικά μέσα μεταφοράς, και συγκεκριμένα το λεωφορείο, και αναζητούν ένα πιο αποτελεσματικό τρόπο ενημέρωσης για αυτά.

5.2 Εργαλεία

Η πραγματοποίηση του πειράματος απαιτεί ποικιλία εργαλείων (υλικός εξοπλισμός και προγράμματα). Όσον αφορά τον υλικό εξοπλισμό, περιλαμβάνει πλακέτες arduino uno, xbee Pro Series 2, arduino shields, xbee usb adapter, κεντρικός υπολογιστής και τα ανάλογα καλώδια για τον συνδέουν με τις συσκευές και μια έξυπνη κινητή συσκευή με λειτουργικό σύστημα android. Τα απαραίτητα προγράμματα είναι το X-CTU από την εταιρεία Digi International, το IDE arduino, ο MySQL server, το εργαλείο phpMyAdmin, το πρόγραμμα Eclipse για Java προγράμματα και το android SDK. Όλα τα εργαλεία θα επεξηγηθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

5.3 Μοντέλο ανάπτυξης συστήματος

Το μοντέλο ανάπτυξης που αρχικά επιλέχθηκε είναι το μοντέλο του καταρράκτη (Εικόνα 5). Το μοντέλο αυτό διέρχεται από τέσσερις φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η ανάλυση απαιτήσεων κατά την οποία μελετώνται οι προδιαγραφές τους συστήματος και οι οικονομικοί πόροι που διατίθενται ώστε να εξαχθούν οι τελικές απαιτήσεις. Η δεύτερη φάση είναι ο σχεδιασμός κατά τον οποίο σχεδιάζεται αναλυτικά το σύστημα με βάση τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης. Στον σχεδιασμό περιλαμβάνονται η γενική περιγραφή, η δομή, ο εξοπλισμός, το λογισμικό, το περιεχόμενο, τα σενάρια χρήσης κ.α. Η υλοποίηση, αποτελεί την τρίτη φάση κατά την οποία είτε συλλέγονται είτε δημιουργούνται τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν. Στη συγκεκριμένη φάση παράγεται η εφαρμογή η οποία θα επεξεργάζεται τα δεδομένα, όπως αυτή έχει σχεδιαστεί πιο πριν. Στην τελευταία φάση, τη δοκιμή, ελέγχεται η εφαρμογή που παράχθηκε και έτσι προκύπτει το τελικό προϊόν (Γκότσης 2005).



Εικόνα 5: Κλασικό Μοντέλο Καταρράκτη

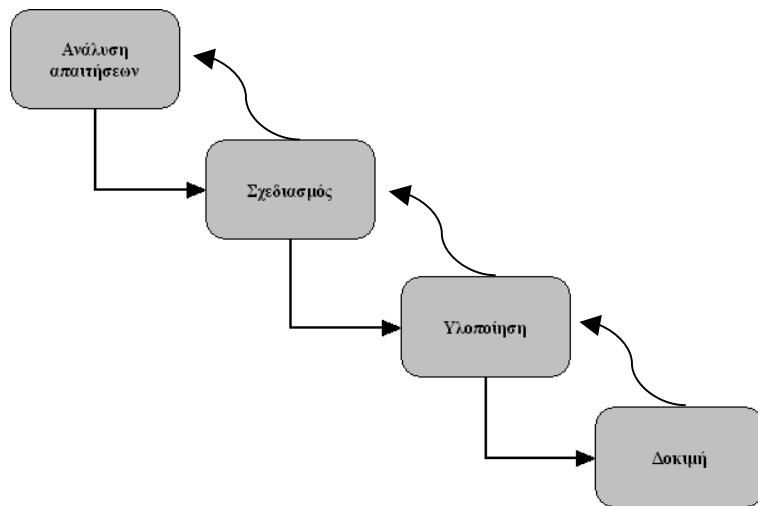
Εντούτοις, μετά από μια μικρή έρευνα κατέληξα στην επιλογή μια παραλλαγής του μοντέλου αυτού, που ονομάζεται «μοντέλο καταρράκτη με προσθήκη ανατροφοδότησης» (Εικόνα 6). Ο λόγος είναι ότι το κλασικό μοντέλο του καταρράκτη παρουσιάζει αδυναμίες. Σύμφωνα με τον Γκότση (2005),

«Αν και το μοντέλο ανάπτυξης καταρράκτη αποτελεί μια χρήσιμη αρχική προσέγγιση για την ανάλυση του κύκλου ζωής ενός συστήματος υπερκειμένου,

παρουσιάζει αρκετές αδυναμίες, καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα ότι πρέπει να αναζητηθεί ένα καταλληλότερο μοντέλο ανάπτυξης. Το πιο σημαντικό μειονέκτημα του μοντέλου είναι το γεγονός ότι δε λαμβάνει υπόψιν του διαπιστώσεις και συμπεράσματα που εξάγονται κατά την ανάπτυξη και επηρεάζουν διεργασίες που έχουν προηγηθεί. Για παράδειγμα, σε περίπτωση λανθασμένης εκτίμησης κατά το σχεδιασμό της εφαρμογής και το σφάλμα αυτό αναγνωριστεί κατά την υλοποίηση, τότε το μοντέλο καταρράκτη δεν παρέχει καμία βοήθεια για τη διαχείριση του σφάλματος αυτού. Το μοντέλο αυτό δηλαδή δεν αφήνει περιθώρια για επανάληψη μιας φάσης της ανάπτυξης μετά την απομάκρυνση από την τελευταία.»

Επιπλέον ο Σφέτσος (χ.χ.) αναφέρει ότι στο μοντέλο του καταρράκτη δεν γίνεται σωστός προσδιορισμός των απαιτήσεων αφού ο πελάτης δεν γνωρίζει εξ αρχής τι ακριβώς θέλει. Στην πορεία διαφαίνονται οι τελικές απαιτήσεις. Τονίζει ότι τα λάθη σε ένα σύστημα ανακαλύπτονται σιγά σιγά και το κόστος διόρθωσης πολλές φορές είναι μεγάλο. Ακόμα, λόγω της δομής του μοντέλου η πρώτη έκδοση του συστήματος, που είναι ουσιαστικά και η τελευταία, είναι έτοιμη πολύ αργά στη διάρκεια του κύκλου ζωής του προγράμματος. Σαν αποτέλεσμα το πρόγραμμα δεν επιδέχεται διορθώσεις σε τυχόν λάθη που θα προκύψουν.

Το μοντέλο του καταρράκτη με ανατροφοδότηση δίνει τη λύση στην κύρια αδυναμία του κλασικού μοντέλου του καταρράκτη. Με λίγα λόγια δίνει τη δυνατότητα να διορθώσουμε τυχόν σφάλματα που προκύπτουν, με το να επιστρέψουμε στη προηγούμενη φάση. Βέβαια, οι τέσσερις φάσεις του μοντέλου παραμένουν οι ίδιες όπως και στο κλασικό μοντέλο. Με αυτό τον τρόπο, το μοντέλο του καταρράκτη με ανατροφοδότηση μπορεί να εκτελεστεί πολλές φορές πριν να μας δώσει το τελικό προϊόν, που θα είναι απαλλαγμένο από σφάλματα και έτοιμο για χρήση. Ακολουθούν αναλυτικά οι φάσεις του μοντέλου ανάπτυξης του συστήματος.



Εικόνα 6: Μοντέλο Καταρράκτη με Ανατροφοδότηση

5.4 Ανάλυση Απαιτήσεων Συστήματος

Όπως ειπώθηκε πιο πριν, η ανάλυση απαιτήσεων είναι η πρώτη φάση του μοντέλου ανάπτυξης του συστήματος που θα ακολουθηθεί. Εδώ, θα αναλυθούν οι προδιαγραφές που πρέπει να πληρεί το σύστημα και οι οικονομικοί πόροι που χρειάζονται.

Οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές μπορούν να προκύψουν μέσα από το μοντέλο της SWOT ανάλυσης. Πρόκειται για μια ανάλυση του συστήματος που θα αναπτυχθεί, και περιλαμβάνει τα δυνατά σημεία (Strengths), τα αδύνατα σημεία (Weaknesses), τις ευκαιρίες (Opportunities) και τις απειλές (Threats) που αφορούν το σύστημα.

Τα δυνατά σημεία του συστήματος είναι ότι καταρχάς, θα έχει τα χαρακτηριστικά της ευελιξίας και της επεκτασιμότητας, δηλαδή το σύστημα θα προσαρμόζεται άμεσα σε αλλαγές που προκύπτουν ώστε να παρέχεται έγκυρη ενημέρωση και θα μπορεί έκτος των βασικών πληροφοριών (λεωφορεία που περνούν από μια στάση, χρόνος άφιξης λεωφορείων, επόμενη στάση λεωφορείου) να μεταδίδει και επιπλέον χρήσιμη πληροφορία (π.χ. περιβαλλοντικές μετρήσεις, κυκλοφοριακή κίνηση). Ακόμη, η υλοποίηση του συστήματος θα είναι μια οικονομικότερη λύση σε σχέση με πιο παλιές υλοποιήσεις, που χρησιμοποιούν για παράδειγμα τεχνολογία 3G. Γενικά το σύστημα θα είναι καινοτόμο σε σχέση με τα Κυπριακά δεδομένα, αφού η υπάρχουσα κατάσταση ενημέρωσης για τα λεωφορεία κάθε άλλο παρά σύγχρονη είναι.

Όσον αφορά τα αδύνατα σημεία, αυτά περιορίζονται κυρίως στο γεγονός ότι στην Κύπρο οι πλείστοι ηλικιωμένοι δεν έχουν πρόσβαση σε έξυπνα τηλέφωνα. Αυτό αποτελεί πρόβλημα αφού οι ηλικιωμένοι σε ένα μεγάλο ποσοστό τους χρησιμοποιούν τα λεωφορεία για τις μεταφορές τους και αφού δεν θα έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή, τότε αυτόματα μειώνεται σημαντικά το δείγμα στο οποίο απευθύνεται το σύστημα.

Με την υλοποίηση και την εφαρμογή του συστήματος παρουσιάζονται πολλές ευκαιρίες ή και προκλήσεις. Πρώτα από όλα, ενθαρρύνεται το κοινό να χρησιμοποιεί ένα μαζικό μέσο μεταφοράς, αφού θα του παρέχεται η κατάλληλη ενημέρωση. Από αυτό και μόνο, προκύπτουν πολλά θετικά αποτελέσματα όπως, η αποσυμφόρηση του κέντρου της πόλης, η οικονομικότερη λύση για τις μεταφορές του κοινού και ο περιορισμός των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα.

Η κυριότερη απειλή που ενδέχεται να προκύψει, είναι η απόρριψη της εφαρμογής από το ίδιο το κοινό. Δηλαδή το κοινό μπορεί να μην μείνει ευχαριστημένο από τη λειτουργικότητα της εφαρμογής, την εμφάνιση της διεπαφής, την πλοήγηση στην εφαρμογή, την απόδοση της εφαρμογής, την πληροφόρηση που λαμβάνει κ.α. Συνεπώς ο χρήστης δεν θα χρησιμοποιεί την εφαρμογή. Αυτό θα σήμαινε την αποτυχία της πτυχιακής εργασίας, λόγω του ότι γενικός σκοπός της είναι να ωφελήσει το κοινό μέσα από τη χρήση της εφαρμογής. Αυτό είναι γενικά το ρίσκο που υπάρχει με όλες τις νέες εφαρμογές.

Κάτι άλλο που πρέπει να καθοριστεί ως απαίτηση είναι η διεπαφή της εφαρμογής. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί είναι αυτό με το οποίο θα αλληλεπιδρά ο χρήστης, και κατ' επέκταση είναι αυτό που τελικά θα απορρίψει ή θα συνεχίσει να χρησιμοποιεί. Η διεπαφή του χρήστη θα πρέπει κυρίως να είναι φιλική προς αυτόν. Δηλαδή η οθόνη με την οποία θα αλληλεπιδρά ο χρήστης θα πρέπει να έχει το απολύτως απαραίτητο περιεχόμενο σε απλή διάταξη. Με λίγα λόγια η οθόνη δεν πρέπει να είναι βαρυφορτωμένη με περιττές πληροφορίες και πολύπλοκη διαρρύθμιση. Έτσι θα αποφευχθεί μια πιθανή σύγχυση του χρήστη που μπορεί να οδηγήσει σε εκνευρισμό και απόρριψη της εφαρμογής.

Ακόμη η πλοήγηση του χρήστη στην εφαρμογή θα πρέπει να είναι σύντομη. Δηλαδή, ο χρήστης πρέπει να βρίσκει εύκολα αυτό που θέλει με δύο – τρία κλικ και όχι να ψάχνει τι πρέπει να πατήσει για να πετύχει αυτό που θέλει. Τέλος, το περιεχόμενο της εφαρμογής θα πρέπει να είναι σαφές. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που υπάρχουν κουμπιά στην εφαρμογή, αυτά θα πρέπει να δείχνουν ξεκάθαρα τη λειτουργία τους. Μια ετικέτα ή μια εικόνα πάνω στο κουμπί μπορεί να δώσει το επιθυμητό νόημα. Αν δεν τηρηθούν αυτοί οι περιορισμοί τότε ο χρήστης πολύ πιθανόν να χάσει το ενδιαφέρον του για την εφαρμογή και να μην την ξαναχρησιμοποιήσει. Κάτι επίσης σημαντικό είναι η εφαρμογή να προσφέρει ένα αισθητικά ωραίο αποτέλεσμα ώστε να ελκύει γενικότερα τον χρήστη.

Όσον αφορά τους οικονομικούς πόρους που απαιτούνται για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας, αυτοί είναι ελάχιστοι. Ο λόγος είναι ότι το λογισμικό που χρειάζεται διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο και το υλικό, δηλαδή ο εξοπλισμός, προσφέρεται από το Τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών διαδικτύου. Συνεπώς δεν υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες οικονομικές απαιτήσεις για την ανάπτυξη του συστήματος. Παρόλα αυτά σε περίπτωση που το σύστημα εφαρμοστεί πλήρως σε πραγματικό περιβάλλον τότε θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κυρίως το κόστος των μικροσυσκευών που απαιτούνται.

5.5 Σχεδιασμός Συστήματος

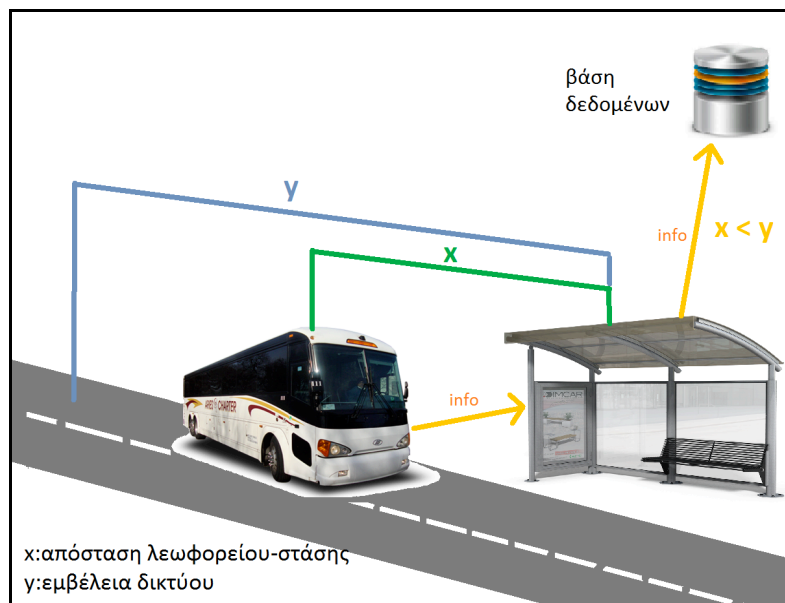
5.5.1 Αναλυτική περιγραφή συστήματος

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το σύστημα που αναμένεται να υλοποιηθεί έχει να κάνει με την πληροφόρηση σε σχέση με τα λεωφορεία (π.χ. ώρες άφιξης, επόμενες στάσεις, διαδρομές κτλ.) και κατ' επέκταση με τη διευκόλυνση της χρήσης τους.

Το σύστημα σε γενικές γραμμές θα περιλαμβάνει δύο βασικές λειτουργίες, την παραγωγή πληροφορίας και την παρουσίαση της επεξεργασμένης πληροφορίας. Αρχικά, η πρώτη λειτουργία αφορά ένα σύστημα υποδομής που θα την καθιστά εφικτή. Συνεπώς, πρέπει με κάποιο τρόπο να παραχθεί και να συλλεχθεί η πληροφορία που χρειάζεται. Η συγκεκριμένη πληροφορία αναφέρεται στο σημείο του δρομολογίου που βρίσκεται ένα λεωφορείο ανά πάσα στιγμή. Ο τρόπος που επιλέχθηκε για να πραγματοποιηθεί αυτή η

λειτουργία είναι να χρησιμοποιηθούν μικροεπεξεργαστές στις στάσεις και στα λεωφορεία. Οι μικροεπεξεργαστές θα ενταχθούν σε ένα δίκτυο ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους (εικόνα 7) και θα τοποθετηθούν οι ανάλογα στις στάσεις και στα λεωφορεία. Αφού γίνει αυτό, κάθε φορά που ένα λεωφορείο θα μπαίνει εντός της εμβέλειας του μικροεπεξεργαστή μιας στάσης, τότε ο μικροεπεξεργαστής του θα μπορεί να στέλνει πληροφορίες στον μικροεπεξεργαστή της στάσης. Με αυτό το τρόπο, και δεδομένου ότι μια στάση αποτελεί σημείο ενός δρομολογίου, ουσιαστικά θα έχει παραχθεί η πληροφορία που αρχικά χρειαζόταν. Δηλαδή, η αποστολή ενός μηνύματος από ένα συγκεκριμένο λεωφορείο προς μια συγκεκριμένη στάση μας υποδεικνύει σε ποιο ακριβώς σημείο του δρομολογίου του βρίσκεται το λεωφορείο και ποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Θα μπορούσε βέβαια αυτή η πληροφορία να παραχθεί και με την τοποθέτηση GPS στα λεωφορεία, ώστε να κρατείται και να μεταφέρεται προς αποθήκευση με 3G η τοποθεσία του λεωφορείου με μεγαλύτερη ακρίβεια και σε πιο συχνά χρονικά διαστήματα. Μια τέτοια λύση όμως θα είχε πολύ μεγαλύτερο κόστος και δεν θα ταίριαζε στις αρχικές απαιτήσεις του συστήματος, λόγω της μεταφοράς δεδομένων με 3G σε τακτά χρονικά διαστήματα. Παρόλα αυτά θα μπορούσε να τοποθετηθεί GPS στα λεωφορεία ώστε να συλλέγεται χρήσιμη πληροφορία (π.χ. κυκλοφοριακή συμφόρηση σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο) για τους φορείς συγκοινωνιών.

Όταν τελικά συλλεχθεί η απαραίτητη πληροφορία από τη στάση, τότε πρέπει να αποθηκευτεί ώστε να είναι διαθέσιμη για μετέπειτα επεξεργασία. Ο χώρος αποθήκευσης των πληροφοριών θα είναι μια βάση δεδομένων σε κάποιο απομακρυσμένο server (διακομιστή). Για τη μεταφορά και την αποθήκευση των πληροφοριών απαιτείται σύνδεση με το διαδίκτυο. Για αυτό τον λόγο οι στάσεις θα πρέπει να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο. Παρόλα αυτά, και πάλι στο πλαίσιο της οικονομικής λύσης, μόνο μερικές από τις στάσεις λεωφορείων θα έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο. Όσον αφορά τις στάσεις που δεν θα έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο, οι πληροφορίες που θα λαμβάνονται θα στέλνονται σε επόμενο λεωφορείο το οποίο θα τις μεταφέρει μέχρι τη στάση που θα έχει πρόσβαση και τότε αυτή θα τις αποθηκεύσει στη βάση δεδομένων.



Εικόνα 7: Επικοινωνία συστήματος

Στη συνέχεια, η λειτουργία της παρουσίασης της επεξεργασμένης πληροφορίας αφορά μια εφαρμογή η οποία θα τρέχει σε μια έξυπνη κινητή συσκευή με λειτουργικό σύστημα android. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε η πλατφόρμα android για την ανάπτυξη της εφαρμογής είναι το ότι αποτελεί μια παγκόσμιας κλάσης πλατφόρμα ανοικτού κώδικα και την πιο διαδεδομένη της εποχής μας.

Η εφαρμογή επιλέχθηκε να ονομαστεί «Bus Locator» λόγω του ότι μπορεί κάποιος εύκολα από το όνομα της να εικάσει περί τίνος πρόκειται. Η ονομασία προέκυψε τις αγγλικές λέξεις «bus» που σημαίνει «λεωφορείο» και «location» που σημαίνει «τοποθεσία».

Η εφαρμογή του συστήματος θα είναι αυτή που θα παρουσιάζει στον χρήστη την πληροφορία που αναζητά. Σύμφωνα με τις προκαθορισμένες απαιτήσεις πρέπει η εφαρμογή να είναι φιλική προς τον χρήστη. Πρέπει δηλαδή να προσφέρει μια απλή, σύντομη πλοήγηση, με τις απόλυτα απαραίτητες πληροφορίες και γενικά ένα καλαίσθητο αποτέλεσμα. Έτσι, αποφασίστηκε να υπάρχει μια αρχική οθόνη με τον τίτλο της εφαρμογής και τρία κουμπιά. Κάθε κουμπί θα αποτελεί μια λειτουργία της εφαρμογής. Η διαρρύθμιση και το μέγεθος των κουμπιών θα είναι ανάλογη της σημαντικότητας της κάθε λειτουργίας. Για παράδειγμα το κουμπί για την κύρια λειτουργία θα είναι μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα.

Η κύρια λειτουργία της εφαρμογής θα περιλαμβάνει ένα χάρτη (εικόνα 8) στον οποίο θα φαίνεται η θέση του χρήστη καθώς επίσης και οι τοποθεσίες των στάσεων. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης θα μπορεί να δει ποιες είναι οι κοντινότερες στάσεις σε αυτόν και να επιλέξει ποια θα χρησιμοποιήσει. Επιπρόσθετα με ένα κλικ στη στάση ο χρήστης θα μπορεί να δει σε ένα παραθυράκι ποια λεωφορεία περνούν από τη συγκεκριμένη στάση, σε πόση ώρα θα περάσουν από τη στάση, αλλά και ποια είναι η επόμενη στάση κάποιου λεωφορείου.



Εικόνα 8: Προσχέδιο χάρτη εφαρμογής

Για να γίνει αυτό θα πρέπει κάθε φορά που επιλέγεται κάποια στάση η εφαρμογή να ανατρέχει στη βάση δεδομένων, όπου θα αποθηκεύονται οι πληροφορίες από την πρώτη λειτουργία του συστήματος, και να αντλεί τις πληροφορίες που χρειάζονται. Για την εμφάνιση του περιεχομένου στο παραθυράκι κάποιας στάσης όπως εξηγήθηκε πριν θα χρειαστούν πληροφορίες όπως: ποια λεωφορεία περνούν από τη στάση που επιλέχθηκε, που βρίσκονται τη συγκεκριμένη στιγμή τα λεωφορεία αυτά (σε ποια στάση), ποια στάση ακολουθεί μετά από αυτή που επιλέχθηκε και πόση ώρα χρειάζονται τα λεωφορεία να φτάσουν από τη στάση στην οποία βρίσκονται στην επόμενη και από την επόμενη στην μεθεπόμενη και ούτω καθεξής μέχρι τη στάση που επιλέχθηκε. Κατά συνέπεια, στη βάση δεδομένων θα υπάρχουν όλες αυτές οι πληροφορίες. Δηλαδή, εκτός από την πληροφορία που θα συλλέγεται από τα λεωφορεία και τις στάσεις, η βάση δεδομένων θα περιέχει πολλές άλλες πληροφορίες όπως: πληροφορίες για τα λεωφορεία, τις στάσεις, τα δρομολόγια κτλ., οι οποίες χρειάζονται για την ενημέρωση του χρήστη. Στην εικόνα 9

φαίνεται το διάγραμμα της βάσης δεδομένων και οι πληροφορίες που θα περιλαμβάνει. Οι στατικές πληροφορίες όπως οι αριθμοί των λεωφορείων, τα ονόματα και οι τοποθεσίες των στάσεων κτλ. θα συλλεχθούν από τις ιστοσελίδες των δημόσιων οργανισμών για τις συγκοινωνίες.



Εικόνα 9: Προσχέδιο βάσης δεδομένων

Για να μπορεί ο χρήστης να δει στο παραθυράκι τις πληροφορίες που προαναφέρθηκαν δεν αρκεί η απλή ανάκτησή τους από τη βάση δεδομένων. Προϋποθέεται η επεξεργασία των πληροφοριών ώστε να καταλήξει στον χρήστη μόνο η χρήσιμη πληροφορία. Άρα το στάδιο της επεξεργασίας των πληροφοριών τοποθετείται ακριβώς μετά την ανάκτηση τους από τη βάση δεδομένων και σαφώς πριν την παρουσίαση στην οθόνη του χρήστη. Στο παραθυράκι θα αναγράφεται μόνο οι αριθμοί των λεωφορείων που περνούν από τη συγκεκριμένη στάση, ο χρόνος που απομένει μέχρι την άφιξή τους και η επόμενη στάση τους. Βέβαια, από μια στάση μπορεί να περνά μεγάλος αριθμός λεωφορείων. Παρόλα αυτά είναι αδύνατον να εμφανίζονται όλα στο παραθυράκι για λόγους ευχρηστίας και αισθητικής. Γι' αυτό θα φιλτραριστούν για παράδειγμα τα πρώτα πέντε λεωφορεία που φτάνουν πιο σύντομα στη στάση.

Πολύ σημαντικό είναι να υπολογιστεί ο χρόνος άφιξης των λεωφορείων στη στάση. Στη βάση δεδομένων θα υπάρχουν για παράδειγμα οι δέκα πιο πρόσφατοι χρόνοι που χρειάστηκε ένα λεωφορείο για να πάει από μια συγκεκριμένη στάση σε μια άλλη. Από αυτούς τους χρόνους θα υπολογίζεται ο μέσος όρος και έτσι θα προκύπτει κάθε φορά ο χρόνος που χρειάζεται μεταξύ δύο στάσεων. Αυτό γίνεται κυρίως για να είναι ευέλικτο και προσαρμόσιμο το αποτέλεσμα στους παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν τον χρόνο άφιξης του λεωφορείου. Για παράδειγμα, αν στη διαδρομή από μια στάση σε άλλη προστεθούν φώτα τροχαίας ή κυρτώματα οδοστρώματος τότε αυτό θα επηρεάσει τον χρόνο άφιξης του λεωφορείου. Με το να υπολογίζεται ο μέσος όρος των πιο πρόσφατων χρόνων που καταγράφηκαν αναμένεται να μειωθεί το σφάλμα στο αποτέλεσμα που μπορεί να προκύψει από εξωτερικούς παράγοντες στη διάρκεια του χρόνου.

Στη συνέχεια, θα πρέπει να συναθροιστούν οι χρόνοι (μέσοι όροι) που χρειάζεται ένα λεωφορείο για να φτάσει από τη μια στάση στην άλλη και μέχρι τη στάση που επιλέχθηκε. Για παράδειγμα επιλέγεται από τον χρήστη η έβδομη στάση ενός δρομολογίου και το λεωφορείο βρίσκεται εκείνη τη στιγμή στην τέταρτη στάση. Για να υπολογιστεί ο χρόνος που χρειάζεται να φτάσει το λεωφορείο στην έβδομη στάση πρέπει να αθροιστεί ο χρόνος που χρειάζεται από την τέταρτη στην πέμπτη στάση, από την πέμπτη στην έκτη και από την έκτη στην έβδομη. Υπάρχει όμως η περίπτωση το λεωφορείο να έχει φύγει από την τέταρτη στάση πολύ πιο πριν ο χρήστης πατήσει στην έβδομη στάση, και να βρίσκεται κάπου ανάμεσα στην τέταρτη και την πέμπτη στάση. Αυτό θα επηρέαζε την ακρίβεια του χρόνου που θα προέκυπτε από το άθροισμα των χρόνων όπως εξηγήθηκε πιο πριν. Δηλαδή ο χρόνος που θα προέκυπτε θα ήταν μεγαλύτερος από τον χρόνο που πραγματικά απομένει μέχρι να φτάσει το λεωφορείο στη βάση. Για να μειωθεί αυτό το σφάλμα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η χρονική στιγμή που το λεωφορείο έφυγε από την τέταρτη στάση. Στο προηγούμενο παράδειγμα, αν το λεωφορείο έφευγε από την τέταρτη στάση λεπτά πριν επιλέξει ο χρήστης στην έβδομη στάση, τότε από το αποτέλεσμα του αθροίσματος που θα προέκυπτε όπως εξηγήθηκε πιο πριν θα έπρεπε να αφαιρεθούν τα δύο λεπτά.

Το χαρακτηριστικό της ευελιξίας της εφαρμογής έγκειται στο γεγονός ότι το παραθυράκι ενημέρωσης θα εμφανίζεται ναι μεν όταν ο χρήστης κάνει κλικ σε κάποια στάση, όμως θα

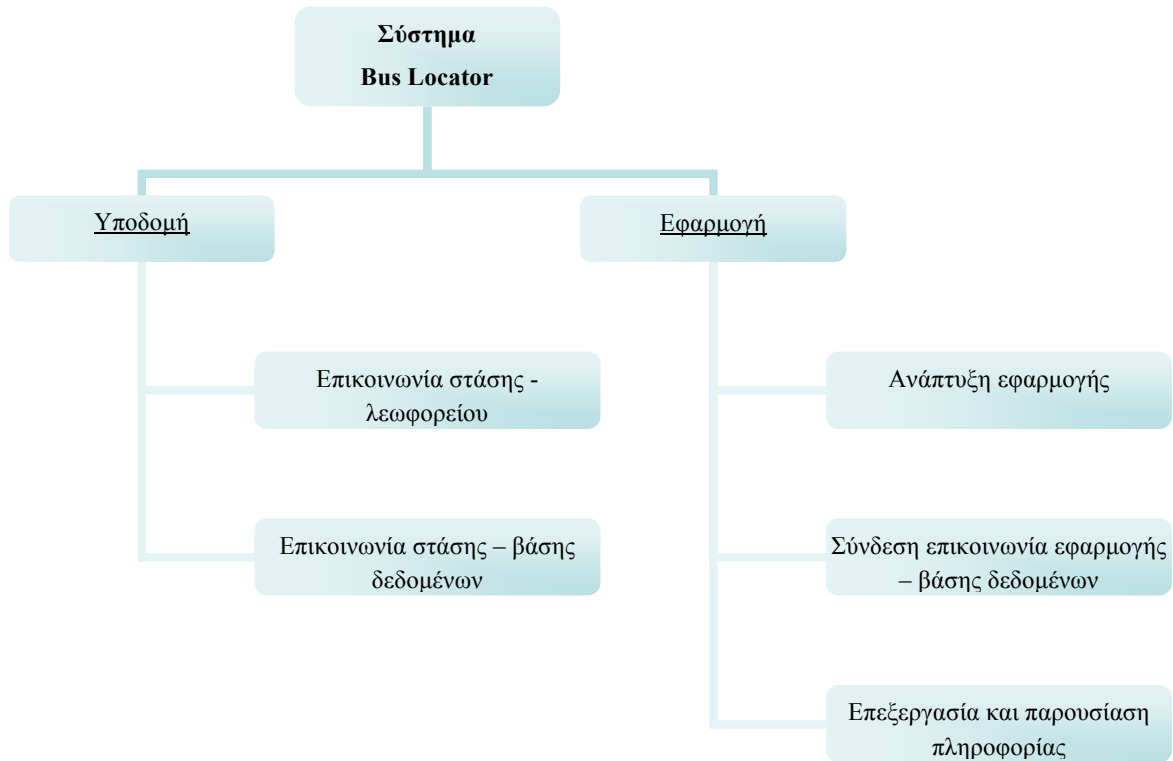
εμφανίζεται για περιορισμένο χρόνο. Για παράδειγμα, το παραθυράκι θα εμφανίζεται για είκοσι δευτερόλεπτα και μετά θα εξαφανίζεται. Μετά ο χρήστης θα πρέπει να ξαναεπιλέξει τη στάση για να εμφανιστεί ξανά. Με αυτό το τρόπο θα μπορεί να γίνεται ανανέωση της πληροφορίας, αφού η ακρίβειά της επηρεάζεται από το πέρασμα του χρόνου. Επιπρόσθετα η εφαρμογή θα παρουσιάζει ευελιξία σε τυχόν αλλαγές στη στατική πληροφορία που θα περιέχει η βάση δεδομένων όπως για παράδειγμα στα δρομολόγια. Αν ενημερωθεί η βάση για μια αλλαγή, τότε αυτό αρκεί για να συνεχίσει να είναι έγκυρη η τελική πληροφόρηση προς τον χρήστη λόγω του ότι η πληροφορία ανακτάται δυναμικά από τη βάση δεδομένων.

Τις δευτερεύουσες λειτουργίες της εφαρμογής θα αντιπροσωπεύουν δύο άλλα κουμπιά στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής. Σκοπός τους είναι να παρέχουν έξτρα πληροφόρηση σχετικά με τα λεωφορεία. Το πρώτο κουμπί, «Routes», θα οδηγεί σε μια οθόνη όπου θα παρέχονται πληροφορίες που αφορούν τα δρομολόγια των λεωφορείων. Οι πληροφορίες αυτές θα περιλαμβάνουν το λεπτομερές δρομολόγιο κάθε λεωφορείου, δηλαδή τις στάσεις που ακολουθεί και με ποια σειρά, καθώς και τις ώρες και μέρες εκκίνησης από την αφετηρία. Μέσω ενός μενού ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει τον αριθμό δρομολογίου που επιθυμεί και αμέσως θα ανακαλούνται από τη βάση δεδομένων οι πληροφορίες που αναφέρθηκαν πιο πριν και θα παρουσιάζονται στην οθόνη. Το δεύτερο κουμπί θα οδηγεί σε μια οθόνη όπου θα αναγράφονται οι τιμές και τα είδη των εισιτηρίων για τα λεωφορεία. Και πάλι η πληροφορία αυτή θα ανακτάται από τη βάση δεδομένων. Το κουμπί αυτό θα ονομάζεται «Ticket prices».

Επιπλέον, όπως καθορίστηκε στην πρώτη φάση του μοντέλου ανάπτυξης, το σύστημα θα πρέπει να είναι επεκτάσιμο. Αυτό σημαίνει ότι εκτός από τις λειτουργίες που ήδη ενσωματώνει, θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να υποστηρίζει περαιτέρω λειτουργίες δευτερεύουσας σημασίας. Για παράδειγμα, μελλοντικά το σύστημα ίσως να πρέπει να δίνει επιπρόσθετη πληροφόρηση όπως μετρήσεις για τον θόρυβο ή τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής μόλυνσης σε διάφορα σημεία της πόλης. Για να καταστεί αυτό εφικτό πρέπει εξαρχής το σύστημα να προνοήσει για τις επεκτάσεις υλικού που θα απαιτηθεί.

5.5.2 Δομή και Αρχιτεκτονική

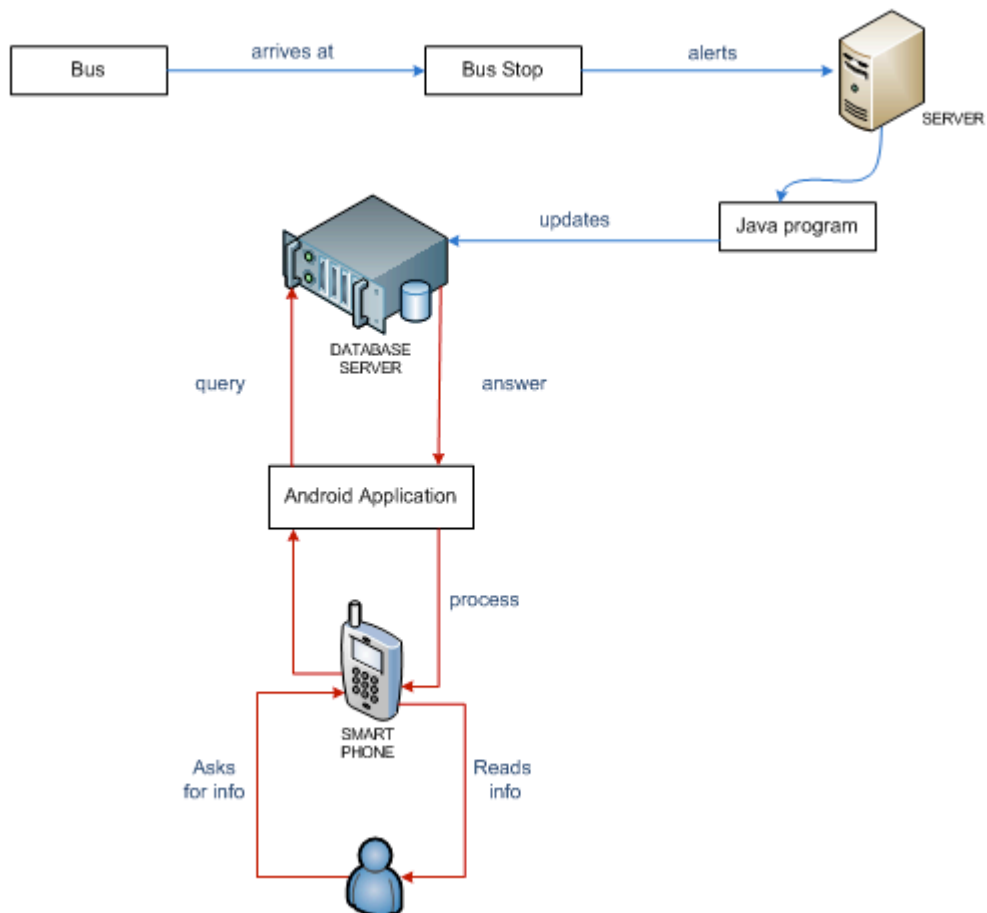
Το σύστημα θα χωρίζεται ουσιαστικά σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος, όπως προαναφέρθηκε, είναι η υποδομή και το δεύτερο μέρος είναι η εφαρμογή. Γενικότερα το σύστημα θα αποτελείται από πέντε υποσυστήματα τα οποία ανήκουν στα δύο βασικά μέρη του συστήματος (εικόνα 10).



Εικόνα 10: Δομή Συστήματος

Η συνεργασία όλων των υποσυστημάτων μεταξύ τους θα έχει ως αποτέλεσμα την ενημέρωση του χρήστη. Το πρώτο υποσύστημα είναι το δίκτυο μέσω του οποίου θα επιτυγχάνεται η επικοινωνία λεωφορείου – στάσης. Το δεύτερο περιλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ στάσης (με πρόσβαση στο διαδίκτυο) και βάσης δεδομένων. Το τρίτο υποσύστημα είναι η ανάπτυξη της εφαρμογής που θα χρησιμοποιεί ο χρήστης. Το τέταρτο αναφέρεται στην επικοινωνία της εφαρμογής με τη βάση δεδομένων, και τέλος στο πέμπτο υποσύστημα θα γίνεται επεξεργασία και παρουσίαση της χρήσιμης πληροφορίας.

Στην εικόνα 11 φαίνεται η αρχιτεκτονική του συστήματος, η οποία απεικονίζει τη γενική περιγραφή του συστήματος όπως αναλύθηκε προηγουμένως. Ταυτόχρονα, δείχνει τον τρόπο με τον οποίο ενώνονται τα διάφορα υποσυστήματα. Τα μπλε βέλη αντιπροσωπεύουν το πρώτο μέρος του συστήματος (υποδομή) και τα κόκκινα βέλη το δεύτερο μέρος (εφαρμογή). Διαπιστώνεται ότι η βάση δεδομένων αποτελεί το κοινό σημείο συνάντησης των δύο μερών του συστήματος.



Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική Συστήματος

5.5.3 Εξοπλισμός

Για την υλοποίηση του πειράματος θα χρειαστεί συγκεκριμένος εξοπλισμός, ο οποίος θα δανειστεί από το Τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου. Πρώτον, θα χρειαστούν οι μικροεπεξεργαστές arduino και xbee, οι οποίοι θα τοποθετηθούν στις στάσεις και στα λεωφορεία ώστε να επιτυγχάνεται η επικοινωνία τους. Δεύτερον, θα χρειαστούν arduino shields τα οποία θα τοποθετηθούν στις πλακέτες arduino ώστε στη συνέχεια να μπορούν να μπουν πάνω τους τα xbee. Τρίτον, θα

χρειαστεί ένας κεντρικός υπολογιστής που θα εκτελεί ρόλο κεντρικού server, καθώς επίσης και ένας xbee usb adapter με το xbee του, ώστε να μπορεί να διαβάζει εισερχόμενα μηνύματα. Τέταρτον, θα χρειαστούν τα ανάλογα καλώδια για τους μικροεπεξεργαστές ώστε να μπορεί να φορτωθεί σε αυτά κώδικας. Τέλος θα χρειαστεί μια έξυπνη κινητή συσκευή για τις δοκιμές της εφαρμογής του συστήματος.

5.5.4 Λογισμικό

Πέραν του εξοπλισμού απαραίτητο είναι και το λογισμικό για την ανάπτυξη του συστήματος. Αρχικά, απαραίτητο είναι το πρόγραμμα X-CTU το οποίο διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο από την εταιρεία «Digi International». Το πρόγραμμα X-CTU έχει μια πολύ απλή και εύκολη στη χρήση διεπαφή. Βοηθά στη διαχείριση και τη ρύθμιση των RF modules που παράγει η εταιρεία Digi International. Τα xbee pro series 2 που θα χρησιμοποιηθούν είναι RF modules από τη συγκεκριμένη εταιρεία και γι' αυτό το πρόγραμμα X-CTU θα χρησιμοποιηθεί για τη ρύθμισή τους. Πιο συγκεκριμένα τα xbee θα ρυθμιστούν έτσι ώστε να απαρτίζουν ένα Zigbee δίκτυο μέσα στο οποίο θα επικοινωνούν.

Στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό IDE arduino, στο οποίο θα γραφτεί το sketch που θα φορτωθεί στην πλακέτα arduino. Και αυτό το λογισμικό προσφέρεται δωρεάν στο διαδίκτυο και έχει απλό περιβάλλον χρήσης.

Η βάση δεδομένων θα αποθηκευτεί σε ένα παγκόσμια διαδεδωμένο και ανοικτού κώδικά σχεσιακό σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, το MySQL. Το λογισμικό phpMyAdmin θα αποτελέσει το εργαλείο για τη διαχείριση της βάσης δεδομένων και του περιεχομένου της που θα δημιουργηθεί και θα αποθηκευτεί στο MySQL, μέσω του διαδικτύου.

Έπειτα θα αναπτυχθεί ένα Java πρόγραμμα το οποίο θα εγκατασταθεί στον κεντρικό server ώστε να μπορεί να διαβάζει τις πληροφορίες που θα αποστέλλονται από τις στάσεις και να τις αποθηκεύει στη βάση δεδομένων. Για να αναπτυχθεί το πρόγραμμα χρειάζεται το λογισμικό Eclipse, το οποίο είναι ιδανικό για κώδικα σε γλώσσα προγραμματισμού Java.

Τέλος, για να αναπτυχθεί η android εφαρμογή για την ενημέρωση του χρήστη, θα χρησιμοποιηθεί και πάλι το λογισμικό Eclipse με την προσθήκη ενός plug-in για android εφαρμογές (ADT).

5.5.5 Σενάριο χρήσης

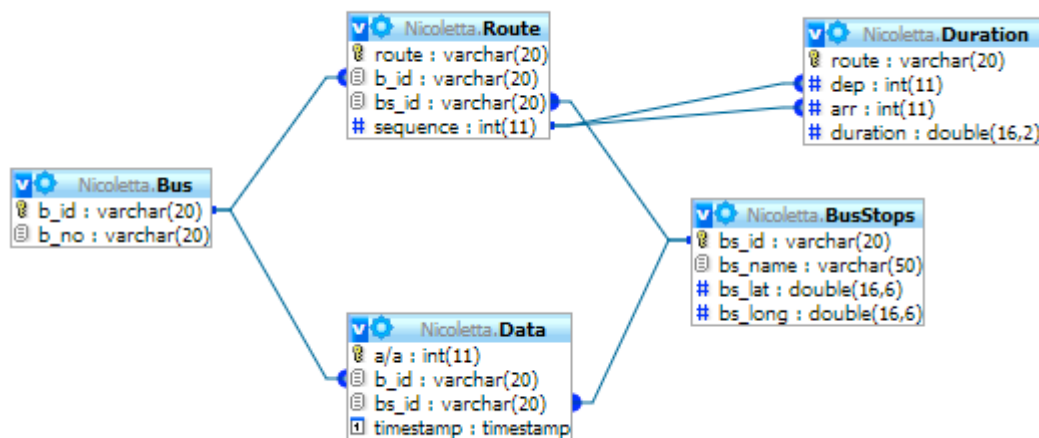
Ο χρήστης θα μπορεί να κατεβάσει στην έξυπνη κινητή του συσκευή την εφαρμογή Bus Locator, υπό την προϋπόθεση ότι έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Τρέχοντας την εφαρμογή θα βλέπει την αρχική οθόνη της εφαρμογής. Αν επιλέξει το κουμπί «Map» για την κύρια λειτουργία της εφαρμογής, τότε θα εντοπίζεται η θέση του και θα εμφανίζεται στον χάρτη της εφαρμογής. Στον χάρτη θα εμφανίζονται επίσης και οι στάσεις των λεωφορείων. Ο χρήστης θα μπορεί να δει τις κοντινότερες σε αυτόν στάσεις και να επιλέξει αυτή που θα χρησιμοποιήσει για την μετακίνησή του. Επιλέγοντας τη στάση, η εφαρμογή θα εμφανίζει σε ένα μικρό παραθυράκι τα λεωφορεία που θα περάσουν από τη συγκεκριμένη στάση, τον ακριβή χρόνο άφιξής τους στη στάση, αλλά και την επόμενη στάση του λεωφορείου από αυτή που επιλέχθηκε (εικόνα 4). Το παραθυράκι θα εξαφανίζεται είκοσι δευτερόλεπτα μετά τη στιγμή εμφάνισής του. Αν ο χρήστης θέλει να ξαναεμφανιστεί το παραθυράκι τότε δεν έχει παρά να ξαναεπιλέξει τη στάση που θέλει.

6. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί ο τρόπος υλοποίησης του συστήματος και κατ' επέκταση τα αποτελέσματα της έρευνας. Η υλοποίηση που ακολουθήθηκε τελικά δεν κατέστη δυνατόν να στηριχθεί πλήρως στον σχεδιασμό του συστήματος, και γι' αυτό έχουν συμβάλει πολλοί λόγοι. Η μεγάλη έκταση του συστήματος και ο βαθμός πολυπλοκότητάς του σε συνδυασμό με τον περιορισμένο χρόνο για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας ήταν κάτι που επηρέασε αρκετά. Έπρεπε η υλοποίηση να περιοριστεί στις βασικές λειτουργίες του συστήματος, και μόνο αν ο χρόνος το επέτρεπε να προχωρήσει στις υπόλοιπες. Ακόμα, δεν υπήρχε δυνατότητα πρόσβασης σε πραγματικές στάσεις και λεωφορεία, ώστε να τοποθετηθούν οι μικροεπεξεργαστές και να γίνουν οι δοκιμές όπως αναμενόταν. Αντ' αυτού, οι ίδιοι οι μικροεπεξεργαστές ανέλαβαν τους ρόλους των στάσεων και των λεωφορείων σε ένα μικρότερο χώρο, για τις ανάγκες του πειράματος. Για τους σκοπούς υλοποίησης του συστήματος επιλέχθηκαν δύο δρομολόγια που εκτελούνται από την Εταιρεία Μεταφοράς Επιβατών Λεμεσού (EMEL), στην παραλιακή περιοχή Λεμεσού. Συγκεκριμένα υλοποιήθηκαν τα δρομολόγια με αριθμό 25 και 31.

Αρχικά, δημιουργήθηκε η βάση δεδομένων όπου αποθηκεύονται οι απαραίτητες πληροφορίες. Στη βάση υπάρχουν πέντε πίνακες και συνδέονται μεταξύ τους με τρόπο που φαίνεται στην εικόνα 12. Στο πίνακα «Bus» αποθηκεύεται ο αριθμός κάθε λεωφορείου, που αντιπροσωπεύει και τον αριθμό του δρομολογίου που εκτελεί, και ο μοναδική ταυτότητα του. Η μοναδική ταυτότητα κάθε λεωφορείου καθορίζεται από το MAC address (Media Access Control address) του xbee που βρίσκεται στη συσκευή που είναι τοποθετημένη σε κάθε λεωφορείο. Στον πίνακα εμφανίζεται ως «b_id». Ο πίνακας «BusStops», περιέχει πληροφορίες σχετικά με τις στάσεις των λεωφορείων. Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν την μοναδική ταυτότητα (MAC address του xbee της συσκευής που βρίσκεται στη στάση) κάθε στάσης που αντιπροσωπεύεται από το πεδίο «bs_id», το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της και την ονομασία της. Ο πίνακας «Route» είναι αυτός που συνδέει τις στάσεις με τα λεωφορεία μέσω του αριθμού του δρομολογίου. Συνεπώς πέραν του αριθμού του δρομολογίου περιέχει το MAC address της στάσης και το MAC address του λεωφορείου. Περιέχει επίσης το πεδίο sequence (σειρά), το οποίο

υποδεικνύει με ακέραιους αριθμούς τη σειρά των στάσεων σε ένα δρομολόγιο. Αυτό χρειάζεται για να μπορεί να εντοπιστεί η επόμενη στάση κάθε λεωφορείου. Ο πίνακας «Duration», έχει αποθηκευμένους τους χρόνους που χρειάζεται για να φτάσει ένα λεωφορείο από μια στάση σε μια άλλη. Αυτοί οι χρόνοι συνυπολογίζονται όπως επεξηγήθηκε στον σχεδιασμό του συστήματος για να προκύπτει κάθε φορά ο χρόνος άφιξης ενός λεωφορείου σε μια στάση. Παρόλα αυτά δεν κατέστη δυνατό να προκύπτουν οι χρόνοι κάθε στάσης μέσα από τον μέσο όρο των πιο πρόσφατων χρόνων, λόγω του ότι το σύστημα δεν υλοποιήθηκε σε πραγματικές στάσεις και λεωφορεία. Για τους σκοπούς υλοποίησης του συστήματος, αποθηκεύτηκαν στον πίνακα ενδεικτικοί σταθεροί χρόνοι. Συγκεκριμένα στον πίνακα είναι αποθηκευμένος ο αριθμός του δρομολογίου, η στάση από την οποία ξεκινά και η στάση στην οποία φτάνει το λεωφορείο και ο χρόνος που χρειάζεται. Τέλος, ο πίνακας «data» χρησιμεύει στην αποθήκευση της πληροφορίας που παράγει η επικοινωνία ενός λεωφορείου με μια στάση. Αποθηκεύει δηλαδή το πότε ένα λεωφορείο πέρασε από μια στάση. Αυτός ο πίνακας είναι ο μόνος ο οποίος ενημερώνεται συνεχώς. Το περιεχόμενο των υπόλοιπων πινάκων είναι περισσότερο στατικό.



Εικόνα 12: Διάγραμμα Βάσης Δεδομένων

Ακολούθως έγινε η υλοποίηση του πρώτου υποσυστήματος που ανήκει στο πρώτο μέρος του συστήματος, και αφορά την επικοινωνία μεταξύ στάσεων και λεωφορείων. Μέσω του προγράμματος X-CTU δημιουργήθηκε ένα δίκτυο Zigbee στο οποίο εντάσσονται οι μικροσυσκευές arduino, arduino shields, xbee και xbee usb adapter, αναλαμβάνοντας συγκεκριμένους ρόλους. Στο δίκτυο Zigbee υπάρχουν τρεις ρόλοι: ο κεντρικός διαχειριστής (PAN Coordinator), οι δρομολογητές ή απλοί διαχειριστές (Routers) και οι

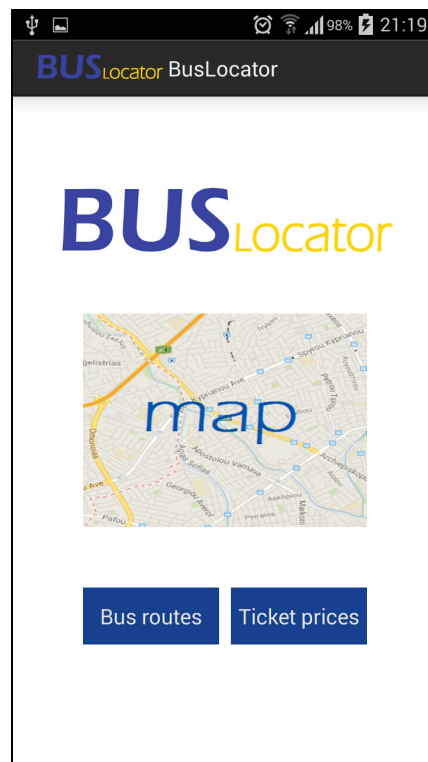
τερματικές συσκευές (End Devices). Ο PAN coordinator αποτελείται από ένα xbee τοποθετημένο σε ένα xbee usb adapter, και θα είναι συνδεδεμένο στον κεντρικό υπολογιστή του συστήματος ώστε να λαμβάνει τα μηνύματα από τις στάσεις. Τα router θα αποτελούνται από μια πλακέτα arduino η οποία θα είναι ενωμένη με ένα xbee με τη βοήθεια ενός arduino shield. Τα routers είναι ουσιαστικά οι στάσεις οι οποίες λαμβάνουν μηνύματα από τα λεωφορεία και τα προωθούν στον PAN Coordinator. Τα end devices αποτελούνται από τον ίδιο ακριβώς εξοπλισμό όπως και τα routers, όμως μπορούν μόνο να στείλουν πληροφορία και όχι να λάβουν. Τα end devices αντιπροσωπεύουν τα λεωφορεία. Από τον τρόπο διασύνδεσης και λειτουργίας των συσκευών καθορίστηκε η τοπολογία πλέγματος για το συγκεκριμένο δίκτυο. Για να στηθεί το δίκτυο μέσω του X-CTU ρυθμίστηκε ανάλογα με τον ρόλο της η κάθε μονάδα xbee ξεχωριστά, πριν συνδεθεί στην πλακέτα arduino ή στο xbee usb adapter.

Στη συνέχεια μέσω του λογισμικού IDE Arduino, γράφτηκε το sketch για τις πλακέτες arduino και ακολούθως φορτώθηκε σε αυτές. Το sketch εντοπίζει το MAC address του xbee που είναι τοποθετημένο σε μια συγκεκριμένη πλακέτα arduino (end device) και το στέλνει στον router του συστήματος (στάση). Ο router με τη σειρά του λαμβάνει το μήνυμα (Mac address λεωφορείου), προσθέτει το δικό του MAC address στο μήνυμα, και προωθεί το τελικό μήνυμα στον PAN coordinator.

Έπειτα, ο κεντρικός υπολογιστής, στον οποίο είναι συνδεδεμένος ο PAN coordinator, τρέχει ένα java πρόγραμμα μέσω του οποίου διαβάζει τα μηνύματα που λαμβάνει ο PAN coordinator (MAC address από ένα end device και ένα router κάθε φορά) και ενημερώνει τη βάση δεδομένων. Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκε ένα πρόγραμμα σε γλώσσα Java μέσω του λογισμικού Eclipse. Πρώτη λειτουργία του είναι να διαβάζει τα μηνύματα που φτάνουν στον PAN coordinator, μέσω της σειριακής θύρας (serial port) στην οποία είναι συνδεδεμένος ο PAN coordinator. Η επικοινωνία μέσω του serial port απαιτούσε την εγκατάσταση της βιβλιοθήκης «RXTX». Παρόλο που η βιβλιοθήκη εγκαταστάθηκε, προέκυψαν πολλά σφάλματα που εμπόδιζαν τη σωστή λειτουργία της. Τελικά χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί ο πηγαίος κώδικας της βιβλιοθήκης για να δουλέψει. Δεύτερη λειτουργία του είναι να συνδέεται με τη βάση δεδομένων και μέσω ενός php αρχείου και ενός JSON call ενημερώνει τη βάση για κάθε μήνυμα που φτάνει.

Το μήνυμα που μεταφέρεται στη βάση δεδομένων είναι ουσιαστικά το ποιο λεωφορείο πέρασε από ποια στάση. Τη στιγμή που αποθηκεύεται αυτή η εγγραφή στη βάση κρατείται αυτόματα από τη βάση και ο χρόνος. Άρα είναι γνωστή και η χρονική στιγμή που περνά ένα συγκεκριμένο λεωφορείο από μια συγκεκριμένη στάση. Κάθε φορά που φτάνει στον PAN coordinator ένα μήνυμα με το MAC address ενός λεωφορείου που ήδη έχει καταχωρηθεί, τότε το πρόγραμμα δίνει εντολή στη βάση να ανανεώσει την προηγούμενη εγγραφή για αυτό το MAC address, αλλάζοντας απλά το MAC address της στάσης και τον χρόνο. Με αυτό τον τρόπο στη βάση υπάρχει ένας πίνακας με μια μοναδική εγγραφή για κάθε λεωφορείο, που υποδεικνύει από ποια στάση πέρασε τελευταία φορά ένα λεωφορείο και ποια χρονική στιγμή συνέβηκε αυτό.

Η υλοποίηση προχώρησε με την ανάπτυξη της εφαρμογής Bus Locator. Αυτό έγινε με τη χρήση του λογισμικού Eclipse, στο οποίο προστέθηκε το ADT plug-in για android εφαρμογές. Στη εικόνα 13 φαίνεται η αρχική οθόνη της εφαρμογής. Περιέχει την ονομασία της εφαρμογής και τρία κουμπιά που αντιπροσωπεύουν τις τρεις λειτουργίες της εφαρμογής. Το κουμπί «map» είναι εμφανώς πιο μεγάλο γιατί αντιπροσωπεύει την κύρια λειτουργία.



Εικόνα 13: Αρχική οθόνη εφαρμογής

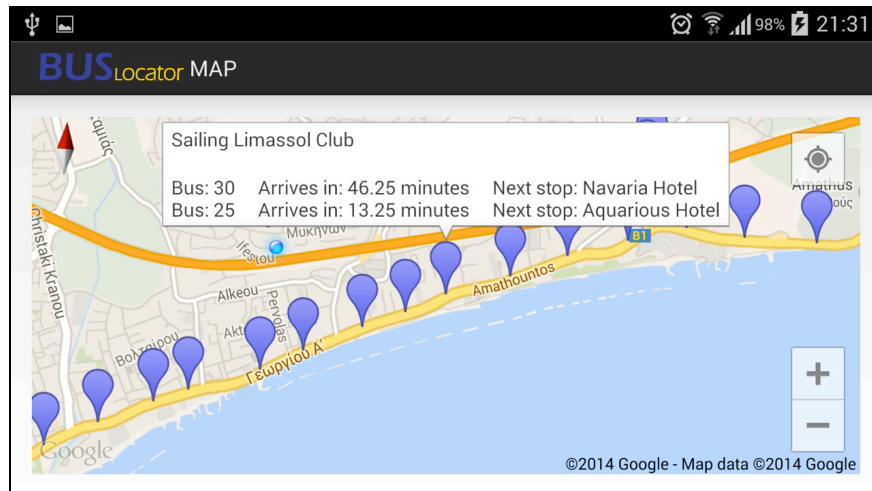
Πατώντας το κουμπί «map» εμφανίζεται στην οθόνη ένας χάρτης (εικόνα 14). Ο χάρτης δημιουργήθηκε με τη βοήθεια της υπηρεσίας χαρτογράφησης της Google, «Google Maps», και του android API. Ο χάρτης έχει τη δυνατότητα εντοπισμού της γεωγραφικής θέσης του χρήστη (γαλάζιο εικονίδιο) και εμφάνισής της στον χάρτη. Ακόμα, υπάρχουν κουμπιά για μεγέθυνση και σμίκρυνση του χάρτη και κουμπί κεντραρίσματος του χάρτη σε συνάρτηση με την τοποθεσία του χρήστη. Στο χάρτη εμφανίζονται επίσης οι στάσεις των λεωφορείων με ένα μπλε εικονίδιο. Αυτό έγινε με τη χρήση των markers, που αποτελούν ουσιαστικά ένα γεωγραφικό σημείο στον χάρτη με συγκεκριμένο γεωγραφικό μήκος και πλάτος (longitude, latitude). Τα markers στον χάρτη της εφαρμογής χρησιμοποιούν και άλλες ιδιότητες όπως την ιδιότητα τίτλου (title) και την ιδιότητα εμφάνισης ενός μικρού κειμένου κάτω από τον τίτλο (setSnippet). Ο τίτλος κάθε marker – στάσης αντιπροσωπεύει το όνομα κάθε στάσης και το κείμενο από κάτω αντιπροσωπεύει την πληροφορία που αναζητά ο χρήστης (ποιο λεωφορείο θα περάσει, σε πόσο χρόνο και ποια είναι η επόμενη στάση) σε συνάρτηση με τη συγκεκριμένη στάση.



Εικόνα 14: Χάρτης της εφαρμογής

Κάθε φορά επιλέγεται το κουμπί «Map» από την κεντρική οθόνη της εφαρμογής, γίνεται σύνδεση με τη βάση δεδομένων και μέσω ενός JSON call ανακτώνται από τον πίνακα «BusStop» οι γεωγραφικές συντεταγμένες, και ο τίτλος για κάθε στάση. Στη συνέχεια με τη βοήθεια του marker δημιουργούνται και εμφανίζονται οι στάσεις στον χάρτη.

Ακολουθώς, δημιουργήθηκε clickListener (ακροατής κλικ) για τα marker – στάσεις, ώστε κάθε φορά που γίνεται κλικ σε κάποια στάση να εμφανίζεται ένα παραθυράκι (infowindow) με τον ανάλογο τίτλο και snippet (εικόνα 15).



Εικόνα 15: Παραθυράκι ενημέρωσης χάρτη

Πιο αναλυτικά, κάθε φορά που γίνεται κλικ σε κάποια στάση, τίθεται μια σειρά από ερωτήματα στη βάση δεδομένων που ζητούν τα εξής:

- Όλα τα λεωφορεία που περιλαμβάνουν στο δρομολόγιό τους τη στάση που επιλέχθηκε
- Με ποια στάση επικοινωνήσαν τελευταία φορά τα συγκεκριμένα λεωφορεία και ποια χρονική στιγμή έγινε αυτό
- Όλους τους χρόνους που χρειάζονται τα λεωφορεία για να φτάσουν από τη μια στάση στην άλλη μέχρι και τη στάση που επιλέχθηκε
- Ποια στάση ακολουθεί μετά από αυτήν που επιλέχθηκε για κάθε λεωφορείο.

Κάθε φορά που τίθεται ένα ερώτημα, η βάση δεδομένων επιστρέφει τις απαντήσεις και η εφαρμογή τις επεξεργάζεται εξάγει την πληροφορία που θα εμφανιστεί στην οθόνη του χρήστη και την αποθηκεύει στο snippet, προχωρώντας στο επόμενο ερώτημα. Αν στο τέλος προκύψουν πολλά αποτελέσματα που πρέπει να εμφανιστούν στο snippet, αν δηλαδή περνούν πολλά λεωφορεία από μια στάση, τότε επιλέγονται να εμφανιστούν τα λεωφορεία που φτάνουν πιο σύντομα στη στάση.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αν και η υλοποίηση του συστήματος δεν ταυτίζεται πλήρως με τον σχεδιασμό, το σύστημα έφτασε σε ένα σημείο όπου είναι λειτουργήσιμο. Για αυτούς τους λόγους, το τελευταίο στάδιο του μοντέλου ανάπτυξης, δηλαδή το στάδιο της δοκιμής του συστήματος, δεν πραγματοποιήθηκε όπως αναμενόταν. Παρόλα αυτά έγιναν μερικές δοκιμές του συστήματος, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν επιτυχώς. Όλα όσα υλοποιήθηκαν λειτουργούν ομαλά. Η εφαρμογή έχει απλή, σύντομη και φιλική προς τον χρήστη διεπαφή όπως αρχικά καθορίστηκε. Η κύρια λειτουργία της εφαρμογής, δηλαδή ο χάρτης, φορτώνεται κανονικά, εμφανίζει τη θέση του χρήστη και τις στάσεις. Επιπλέον, όταν ο χρήστης επιλέξει κάποια στάση τότε εμφανίζεται η πληροφορία που αναζητά.

Εντούτοις, κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας εντοπίστηκαν κάποιες αδυναμίες του συστήματος που δεν είχαν προβλεφθεί αρχικά. Πρώτον, σύμφωνα με τον σχεδιασμό του συστήματος, δεν έχουν όλες οι στάσεις πρόσβαση στο διαδίκτυο. Τα δεδομένα που μαζεύονται στις στάσεις χωρίς πρόσβαση στο διαδίκτυο, μεταφέρονται μέσω λεωφορείων μέχρι τη στάση που έχει πρόσβαση και τότε αυτή ενημερώνει τη βάση. Η αδυναμία σε αυτό εντοπίζεται στο γεγονός ότι για να φτάσει η πληροφορία από τις στάσεις στην στάση που έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο απαιτείται αρκετός χρόνος ο οποίος επηρεάζει αισθητά την άμεση ενημέρωση του χρήστη. Για παράδειγμα, αν το λεωφορείο που θέλει να χρησιμοποιήσει ο χρήστης βρίσκεται τέσσερις στάσεις πριν από τη στάση που επέλεξε (χωρίς πρόσβαση στο διαδίκτυο), τότε μέχρι να ενημερωθεί η βάση για αυτό ο χρήστης δεν θα λαμβάνει ακριβή ενημέρωση.

Επιπλέον και σύμφωνα πάντα με τον αρχικό σχεδιασμό του συστήματος, ο χρόνος που χρειάζεται ένα λεωφορείο για να φτάσει από μια στάση σε άλλα προκύπτει κάθε φορά από τους πιο πρόσφατους χρόνους που κατεγράφησαν για αυτές τις στάσεις. Παρόλα αυτά, υπάρχει περίπτωση στη διαδρομή να συμβεί κάτι, όπως ένα δυστύχημα ή μια βλάβη του λεωφορείου και κατά συνέπεια θα επηρεαστούν οι αμέσως επόμενοι μέσοι όροι χωρίς να πρέπει. Από την άλλη αν αυτό που θα συμβεί είναι μόνιμο, όπως για

παράδειγμα αν προστεθούν φώτα τροχαίας, τότε και πάλι θα επηρεαστούν οι μέσοι όροι. Όμως μέχρι να συμπεριληφθεί η επιρροή αυτή σε όλους στους πρόσφατους χρόνους, θα περάσει ένα διάστημα όπου οι μέσοι όροι που θα προκύπτουν θα έχουν μεγάλη απόκλιση από την πραγματικότητα.

Η υλοποίηση του συστήματος αναμένεται να επεκταθεί σε λεπτομέρειες και δευτερεύουσες λειτουργίες το καλοκαίρι του 2014, κυρίως λόγω του περιορισμένου χρόνου εκπόνησης της εργασίας

Μελλοντικά, θα μπορούσαν να ακολουθήσουν έρευνες με σκοπό την κάλυψη των αδυναμιών που εντοπίστηκαν στην παρούσα έρευνα ή την επιπλέον ανάπτυξη μιας ιστοσελίδας σαν εναλλακτική λύση της έξυπνης κινητής συσκευής.

8. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Μέσα από την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας προσπάθησα να δώσω μια αποτελεσματικότερη και οικονομικότερη λύση από την υπάρχουσα σε τοπικό επίπεδο, στο θέμα της ενημέρωσης των χρηστών για τα λεωφορεία.

Ο αρχικός σκοπός επιτεύχθηκε σε ένα αρκετά ικανοποιητικό βαθμό. Επιπλέον μέσα από την εκπόνηση αυτής της εργασίας επιτεύχθηκε ο προσωπικός μου στόχος, που ήταν η απόκτηση επιπλέον γνώσης και εμπειρίας. Γενικά, η ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας με χαροποιεί ιδιαίτερα διότι από αυτή έμαθα πολλά τόσο σε επίπεδο εκπαίδευσης όσο και σε προσωπικό επίπεδο.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Banzi, M. (2009). *Getting Started with arduino*. Sebastopol: O'Reilly Media.

Choi, J. Y., Jung, J. H., Park, S., Shin, H. J., & Chang, B. M. (2011). A Smart Location-Aware Application for Bus Guide based on GPS. *International Journal of Information Processing and Management*, 2(1), 101-108.

Craig, W. C. (2004). *Zigbee: Wireless control that simply works*. Ανακτήθηκε στις 6 Μαΐου, 2014, από http://www.chipbook.com/databook/Interface/ZIGBEE/041427r000ZB_Members-ZigbeeWireless.pdf

Digi International Inc. (1996). Zigbee: low-cost, low-power, wireless networking for device monitoring and control. Ανακτήθηκε στις 2 Μαΐου, 2014, από <http://www.digi.com/technology/rf-articles/wireless-zigbee>

Farahani, S. (2008). *ZigBee wireless networks and transceivers*. Oxford: Elsevier.

Ferris, B. (2011). *OneBusAway: Improving the Usability of Public Transit* (Doctoral dissertation, University of Washington).

Gandhewar, N., & Sheikh, R. (2011). Google Android: An Emerging Software Platform For Mobile Devices. *International Journal on Computer Science & Engineering*.

Google Developers. (1999). Google Maps Android API v2: Getting Started. Ανακτήθηκε στις 27 Μαρτίου, από https://developers.google.com/maps/documentation/android/start#getting_the_google_maps_android_api_v2

Jagyasi B. G., Kumar V. & Pande A. (2012). Human participatory sensing in fixed route bus information system. In A. Vinel, R. Mehmood, M. Berbineau, C. R. Garcia, & C. M. Huang (Eds), *Nets4Cars/Nets4Trains'12 Proceedings of the 4th international conference on Communication Technologies for Vehicles*, (pp. 113-123). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.

Krcic, S., Vuckovic, J., & Jokic, S. (2010). ecoBus – Mobile Environment Monitoring. In *Towards a Service-Based Internet* (pp. 189-190). Springer: Berlin Heidelberg.

Meier, R. (2012). *Professional Android 4 application development*. John Wiley & Sons.

phpMyAdmin contributors. (2003). phpMyAdmin: Bringing MySQL to the Web. Ανακτήθηκε στις 27 Μαρτίου, από http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php

Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A., Jubert, I. S., Mazura, M., Harrison, M., Eisenhauer, M. & Doody P. (2009). *Internet of things strategic research roadmap. Internet of Things: Global Technological and Societal Trends*, 9.

Worden, K., Bullough, W. A., & Haywood, J. (Eds.). (2003). *Smart technologies*. Singapore: World Scientific.

Zhang, X., Kurose, J., Levine, B. N., Towsley, D., & Zhang, H. (2007). Study of a bus-based disruption-tolerant network: Mobility modeling and impact on routing. *Proceedings of the 13th Annual ACM International Conference on Mobile Computing and Networking*, 195-206.

Γκότσης, Γ., (2005). *Μηχανική Υπερμέσων Συστημάτων Δομικού Υπολογισμού* (Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών).

Ιουλιανού, Μ. (2013). *Περιμένοντας το λεωφορείο: Ένα έξυπνο σύστημα ενημέρωσης* (Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου).

Παπαθεοδώρου, Τ. (2009). Επικοινωνία μέσω Zigbee. (Πτυχιακή εργασία, ΑΤΕΙ Χανίων, 2009). Ανακτήθηκε από

<http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/hlk/2009/PapatheodorouTilemachos/attached-document/2009papatheodorou.pdf>

Σφέτσος, Π. (χ.χ). Μεθοδολογίες Προγραμματισμού ΙΙ: Ευέλικτες Μεθόδους. [Powerpoint slides]. Ανακτήθηκε από Αλεξάνδρειο ΤΕΙ Θεσσαλονίκης. Online:

https://www.google.com.cy/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CDMQFjAC&url=http%3A%2F%2Ftaetos.it.teithe.gr%2F~sfetsos%2FTheory_7.ppt&ei=Ex9IU8mIEYPoPLuWgdgI&usg=AFQjCNFBARv5mZxf2njKBRG6TIZpLYXleA

10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α: Κώδικας για τη δημιουργία του χάρτη

```
//INITIALIZE METHOD - GOOGLE MAP
private void initilizeMap() {
    if (googleMap == null) {
        //map fragment
        googleMap = ((MapFragment)
getFragmentManager().findFragmentById(R.id.map)).getMap();

        [...]

        //user location
        googleMap.setMyLocationEnabled(true);

        // user location button
        googleMap.getUiSettings().setMyLocationButtonEnabled(true);

        // gestures - simeia ston xarti
        googleMap.getUiSettings().setRotateGesturesEnabled(true);

        // when map opens, moves camera to a specific location
        CameraPosition cameraPosition = new
CameraPosition.Builder().target(new LatLng(34.968559,
33.159199)).zoom(9).build();

        googleMap.animateCamera(CameraUpdateFactory.newCameraPosition(cameraPosit
ion));

        // check if map is created successfully or not
        if (googleMap == null) {
            Toast.makeText(getApplicationContext(),
                "Sorry! unable to create maps",
Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }// end of map check

    }//end of if googleMap==null

}//end of InitializeMap method
```

Παράρτημα Β: Κώδικας για τη δημιουργία των markers

```
//create markers - bus stops
for(int i=0; i<latitude.length; i++){
    //marker options
    MarkerOptions marker = new MarkerOptions().position(new
LatLng(latitude[i], longitude[i])).title(name[i]).snippet(id[i]);
    // blue color icon
    marker.icon(BitmapDescriptorFactory.defaultMarker(BitmapDescriptorFactory
.HUE_BLUE));
    // add marker
    googleMap.addMarker(marker);
}
```

```
} // end of create markers - bus stops
```

Το πιο πάνω κομμάτι κώδικα δείχνει τον τρόπο που δημιουργήθηκαν τα markers. Κάθε marker είναι ένα αντικείμενο τύπου MarkerOptions, το οποίο έχει τις ιδιότητες position (γεωγραφική θέση), title και snippet. Οι τιμές για τις ιδιότητες προέρχονται από αντίστοιχους πίνακες οι οποίοι δημιουργήθηκαν από τις πληροφορίες που επέστρεψε η βάση δεδομένων. Επιπλέον οι markers έχουν την ιδιότητα icon (εικονίδιο), η οποία δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας του προκαθορισμένου κόκκινου εικονιδίου του marker. Μετά τη δημιουργία κάθε marker ακολουθεί η ένταξη του στον χάρτη με την ιδιότητα addMarker που ανήκει στον χάρτη.

Παράρτημα Γ: Κώδικας για τη δημιουργία των infowindows

```
googleMap.setInfoWindowAdapter(new InfoWindowAdapter(){  
  
    @Override  
    public View getInfoWindow(Marker arg0) {  
        return null;  
    }  
  
    // Defines the contents of the InfoWindow  
    @Override  
    public View getInfoContents(Marker arg0) {  
  
        // Getting view from the layout file infowindow  
        View v = getLayoutInflater().inflate(R.layout.infowindow, null);  
  
        // Getting reference to the TextView to set data  
        TextView dataview = (TextView) v.findViewById(R.id.dataview);  
        // Getting reference to the TextView to set title  
        TextView titleview = (TextView) v.findViewById(R.id.titleview);  
  
        // Setting the title  
        titleview.setText(title);  
        // Setting the data  
        dataview.setText(data);  
  
        // Returning the view containing InfoWindow contents  
        return v;  
    }  
});  
  
marker.showInfoWindow();
```

Ο πιο πάνω κώδικας παρουσιάζει τον τρόπο δημιουργίας ενός infowindow. Το infowindow αποτελεί επέκταση του snippet.