Εθνικο Μετσοβιο Πολυτεχνειο
Σχολη Ηλεκτρολογων Μηχανικων και Μηχανικων Υπολογιστων
Τομεας Τεχνολογιας Πληροφορικης και Υπολογιστων

Geocrowd Explorer

Εφαρμογή Εκτεταμένης Πραγματικότητας Για Παρουσίαση Γεω-ιστολογικού Περιεχομένου

Διπλωματικη Εργασια

του

Στυλιανού Δ. Δούδαλη

Επιβλέπων : Τιμολέων Σελλής
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2010

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Υπολογιστών

Geocrowd Explorer

Εφαρμογή Εκτεταμένης Πραγματικότητας Για Παρουσίαση Γεω-ιστολογικού Περιεχομένου

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

Στυλιανού Δ. Δούδαλη

Επιβλέπων : Τιμολέων Σελλής
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 12η Ιουλίου 2010.

.....	.....	.....
Τ. Σελλής	Ι. Βασιλείου	Γ. Στάμου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.	Καθηγητής ΕΜΠ	Λέκτορας ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2010

.....

Στυλιανού Δ. Δούδαλη

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.
©2010 -- All rights reserved

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Υπολογιστών

Copyright ©-- All rights reserved Στυλιανός Δ. Δούδαλης, 2010.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή πρόλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Ευχαριστίες

Καταρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Τιμολέοντα Σελλή για την επίβλεψη αυτής της διπλωματικής μου εργασίας και κυρίως για την ευκαιρία που μου έδωσε να την εκπονήσω στο Ινστίτουτο Πληροφοριακών Συστημάτων και Προσομοίωσης.

Κατά δεύτερο λόγο ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Δρ. Dieter Pfoser για την καθοδήγηση του και την εξαιρετική συνεργασία που μου προσέφερε.

Τέλος θα ήθενα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου και την οικογένειά μου για την καθοδήγηση και την ηθική συμπαράσταση που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια ως φοιτητής στο ΕΜΠ.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής εκτεταμένης πραγματικότητας (augmented reality) που επιτρέπει την παρουσίαση γεω-ιστολογικού (Geoblogging) περιεχομένου σε κινητές συσκευές. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε για κινητά που χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα Android.

Ο όρος εκτεταμένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας ζωντανής (άμεσης ή έμμεσης) άποψης του φυσικού κόσμου, η οποία εμπλουτίζεται από ψηφιακά δεδομένα ,όπως εικόνες, που παράγονται από υπολογιστή, δημιουργώντας έτσι μια μικτή πραγματικότητα.

Ο όρος Geoblogging περιγράφει την γεωγραφικά ενημερωμένη εκδοχή ενός ιστολογίου, που δίνει τη δυνατότητα προσθήκης περιεχομένου που έχει γεωγραφική διάσταση και εμπεριέχει γεωγραφική πληροφορία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός γεω-ιστολογίου (Geoblog) είναι ένας χάρτης που διαθέτει εικόνες, οι οποίες έχουν συγκεκριμένη γεωγραφική θέση. Η εφαρμογή GEOCROWD (`www.geocrowd.org`) είναι ένα γεω-ιστολόγιο (geoblog) που αναπτύχθηκε από το ΙΠΣΥΠ. Το τελευταίο χρησιμοποιεί τη γεωγραφική πληροφορία ως μέσο χωροχρονικής περιγραφής ταξιδιών είτε αναφερόμαστε σ' ένα ταξίδι που διασχίζει την Ευρώπη είτε σε μια απλή απογευματινή βόλτα στη γειτονιά.

Επομένως στόχος της διπλωματικής είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής εκτεταμένης πραγματικότητας που καταναλώνει το γεω-ιστολογικό περιεχόμενο του Geocrowd. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να αποτελέσει πρότυπο για μελλοντικούς ταξιδιωτικούς οδηγούς.

Λέξεις κλειδιά: Εκτεταμένη Πραγματικότητα, Google Maps , Geocrowd , Παρουσίαση γεω-ιστολογικού περιεχομένου

Abstract

The scope of this thesis is the development of an augmented reality application for mobile phones, which is able to present geoblogging content. More particularily, the application is based on the Android platform.

Augmented reality (AR) is a term used for describing a live (direct or indirect) view of the physical real-world augmented by digital data,such as pictures, which are created by a computer, hense creating a mixted reality.

The term geoblogging is used to describe a blog which uses data with geospatial metadata. A simple example of a geoblogging platform is a site with images overlayed on a map. Geocrowd (`www.geocrowd.org`) is a platform developped by IMIS which uses geoblogging for spatiotemporal storytelling. In other words, Geocrowd tells the story of a trip by using the content collected during the trip.

Therefore, the purpose of this thesis is the development of an augmented reality application which consumes Geocrowd's geoblogging content. This application could become a prototype for future travel agents.

Keywords: Augmented Reality, Google Maps , Geocrowd , Geobloggging content consumer

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή **7**

1.1 Εφαρμογή εκτεταμένης πραγματικότητας για κατανάλωση γεω-ιστολικού περιεχομένου . . . 7

1.2 Οργάνωση Κειμένου . . . 8

2 Σχετικές Εργασίες **9**

2.1 Geoparsing . . . 9

2.2 Γεωκωδικοποίηση . . . 9

2.3 Geotagging . . . 10

2.4 Γεω-ιστολόγιο . . . 10

2.5 Έξυπνα Κινητά . . . 10

2.6 Εκτεταμένη Πραγματικότητα . . . 11

2.7 Wikitude . . . 12

2.8 Layar . . . 13

3 Μαθηματικό Υπόβαθρο **15**

3.1 Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας . . . 15

3.1.1 ECEF Σύστημα Συντεταγμένων . . . 16

3.1.2 Το Γεωειδές . . . 16

3.1.3 Το Ελλειψοειδές . . . 16

3.1.4 Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς . . . 16

3.1.5 Τύποι Μετασχηματισμού από το WGS84 στο ECEF . . . 17

3.1.6 Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας . . . 18

3.2 Γωνίες Προσανατολισμού στο Android . . . 20

3.3 Μετασχηματισμός Παρατήρησης I . . . 21

3.3.1 Ομογενείς Συντεταγμένες . . . 22

3.3.2 Γινόμενο Πινάκων . . . 22

3.3.3 Βασικοί Πίνακες Μετασχηματισμού . . . 23

3.3.4 Προοπτική Προβολή . . . 24

3.3.5 Σύνθεση Μετασχηματισμών . . . 26

3.3.6 Μετασχηματισμός Παρατήρησης I . . . 27

4 Ανάλυση Απαιτήσεων Συστήματος **31**
4.1 Αρχιτεκτονική 31
4.2 Περιγραφή Λειτουργιών 32
4.2.1 Main 32
4.2.2 Augmented Reality 34
4.2.3 Google Maps 34
4.2.4 Data Manager 35
4.2.5 Sensor Manager 37
4.2.6 Activity Communicator 37
4.3 Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων 38
4.3.1 Οντότητες 38
4.3.2 Σχέσεις 39
4.3.3 Διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων 40

5 Σχεδίαση Συστήματος **41**
5.1 Αρχιτεκτονική 41
5.2 Περιγραφή Κλάσεων 42
5.2.1 Βασικές Κλάσεις του Android API 42
5.2.2 Υποσύστημα Activity Communicator 48
5.2.3 Υποσύστημα Sensor Manager 49
5.2.4 Υποσύστημα Data Manager 50
5.2.5 Υποσύστημα Main 51
5.2.6 Υποσύστημα Augmented Reality 52
5.2.7 Υποσύστημα Google Maps 55
5.2.8 Υπόλοιπες Κλάσεις 58
5.2.9 Διαγράμματα Κλάσεων 59
5.3 Πόροι 61
5.4 AndroidManifest.xml 62
5.5 Βάση Δεδομένων 62

6 Υλοποίηση **63**
6.1 Geocrowd API 63
6.2 Υλοποίηση Μετασχηματισμού Παρατήρησης I 69
6.2.1 Αναπαράσταση γεωγραφικής θέσης σημείου ενδιαφέροντος και χρήστη 69
6.2.2 Υπολογισμός γωνιών προσανατολισμού της συσκευής 70
6.2.3 Μετασχηματισμός από το ECEF στο GΣΣΣ 72
6.2.4 Πίνακας προβολής 73
6.3 Πλατφόρμες και Προγραμματιστικά εργαλεία 74
6.3.1 Android API 74
6.3.2 Android SDK 74
6.4 Εγκατάσταση Εφαρμογής 77

7 Εγχειρίδιο χρήσης **79**
7.1 Σενάριο Χρήσης 79

8 Επίλογος **85**

Βιβλιογραφία **87**

Κατάλογος σχημάτων

2.1 Αρχιτεκτονική του Layar 14

3.1 ECEF σύστημα συντεταγμένων 15
3.2 Παράλληλοι και μεσηβρινοί 17
3.3 Τομή δύο σφαιρών 19
3.4 Τομή τριών σφαιρών 19
3.5 Σύστημα συντεταγμένων Συσκευής 20
3.6 Γωνία azumith σε κατάκόρυφο προσανατολισμό συσκευής 20
3.7 Γωνία pitch σε κατάκόρυφο προσανατολισμό συσκευής 21
3.8 Γωνία roll σε κατάκόρυφο προσανατολισμό συσκευής 21
3.9 Γινόμενο Πινάκων 22
3.10 Προοπτική προβολή [11] 25
3.11 Μετασχηματισμός παρατήρησης I [12] 27

4.1 block διάγραμμα υποσυστημάτων 32
4.2 Διάγραμμα ροής Main Activity 33
4.3 Διάγραμμα ροής Augmented Reality Activity 34
4.4 Διάγραμμα ροής Google Maps Activity 35
4.5 Διάγραμμα ροής Data Manager 36
4.6 Διάγραμμα ροής Sensor Manager 37
4.7 Διάγραμμα ροής Activity Communicator 37
4.8 Διάγραμμα ροής Activity Communicator 40

5.1 Όργανωση κώδικα 41
5.2 Κύκλος Ζωής μιας Activity. 44
5.3 Όργανωση ενός ViewGroup 45
5.4 NinePatchDrawable 47
5.5 Παράδειγμα Tab Activity 52
5.6 Διάγραμμα Καταστάσεων RoutePlayer 57
5.7 Διάγραμμα κλάσεων για τις κλάσεις που επικοινωνούν με τον χρήστη 59
5.8 Διάγραμμα κλάσεων για τις κλάσεις που σχετίζονται με τον GSensorManager . 59
5.9 Διάγραμμα κλάσεων για τις κλάσεις που επικοινωνούν που σχετίζονται με τον DataManager και τη διαπροσωπεία Marker 60

5.10 Διάγραμμα κλάσεων για τις κλάσεις που προέρχονται από την κλάση View . . 60
5.11 Διαγράμμα κλάσεων για τις κλάσεις που επεκτείνουν την κλάση Overlay . . . 61
5.12 Διαγράμμα κλάσεων για τις κλάσεις που σχετίζονται με την MapView 61
5.13 Σχήμα βάσης δεδομένων 62

6.2 Υπολογισμός προσανατολισμού με τη βοήθεια του SensorManager 71
6.1 Σύστημα συντεταγμένων συσκευής για τον Geocrowd Explorer 71
6.3 Azumith από SensorManager 72
6.4 Υπολογισμός γωνίας περιστροφής του GΣΣΣ σε σχέση με το ECEF 72
6.5 Προβολή στο επίπεδο XZ σε δεξιόστροφο σύστημα 73
6.6 Καρτέλα Setting 77
6.7 Καρτέλα Available Packages 78

7.1 Κεντρικό Μενού 79
7.2 Options Μενού 79
7.3 File Μενού 1 80
7.4 File Μενού 2 80
7.5 Σύνδεση 80
7.6 Επιτυχής σύνδεση 80
7.7 Αναζήτηση Ταξιδιών 81
7.8 Λίστα Ταξιδιών 81
7.9 Επιλογή Τρόπου Προβολής 81
7.10 Εκτεταμένη Πραγματικότητα 1 81
7.11 Εκτεταμένη Πραγματικότητα 2 82
7.12 Google Maps 1 82
7.13 Google Maps 2 82
7.14 Θέση Χρήστη 82

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Εφαρμογή εκτεταμένης πραγματικότητας για κατανάλωση γεω-ιστολικού περιεχομένου

Η ανάπτυξη του Παγκόσμιου Συστήματος Θεσιθεσίας [1] και η δημιουργία συσκευών, με GPS-δέκτες, προσιτές στο ευρύ αγοραστικό κοινό δημιούργησε νέες προκλήσεις για την επιστημονική κοινότητα και έφερε στη διάθεση του καταναλωτή καινοτόμες εφαρμογές. Αξιοποιώντας τις δυνατότητας του GPS τα δεδομένα αποκτούν μια επιπλέον διάσταση την γεωγραφική. Παραδείγματος χάριν, στις νέες φωτογραφικές μηχανές οι φωτογραφίες συνοδεύονται από πληροφορίες για τη γεωγραφική θέση όπου τραβήχτηκαν. Βάσεις δεδομένων και ιστοσελίδες χρησιμοποιούν την επιπλέον πληροφορία για την οργάνωση των δεδομένων τους και για την παρουσίασή τους στους χρήστες τους. Τώρα πια, κάποιος μπορεί να ψάξει πληροφορίες για συγκεκριμένη γεωγραφική θέση. Το σύνολο των δεδομένων μιας ιστοσελίδας με γεωγραφική διάσταση αποτελεί το γεω-ιστολογικό περιεχόμενο της ιστοσελίδας.

Τα έξυπνα κινητά, που ουσιαστικά αποτελούν μικρούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές ενσωματωμένους σε κινητές συσκευές, φέρνουν μια νέα εποχή στον τομέα της κοινωνικής δικτύωσης. Χάρις τους GPS-δέκτες τους και την πρόσβαση στο διαδίκτυο επιτρέπουν στους χρήστες τους να ανταλλάσσουν μηνύματα και φωτογραφίες χωρίς να βρίσκονται μπροστά στον υπολογιστή τους, καθώς και να μοιράζονται ακόμα και την γεωγραφική τους θέση. Οι δυνατότητες των έξυπνων κινητών δεν σταματούν εδώ. Διαθέτουν ένα σύνολο από αισθητήρες όπως κάμερα, πυξίδα και επιταχυνσίμετρο που τους επιτρέπουν να υπολογίζουν τον προσανατολισμό της συσκευής στο χώρο και να τραβούν φωτογραφίες και βίντεο. Εδώ έρχεται η εκτεταμένη πραγματικότητα [2] για να δημιουργήσει πρωτότυπες εφαρμογές, αναμιγνύοντας τον πραγματικό κόσμο με γεω-ιστολογικό περιεχόμενο.

[1] Το Παγκόσμιο Συστήματος Θεσιθεσίας (Global Positioning System -GPS) είναι ένα παγκόσμιο σύστημα που επιτρέπει τον προσδιορισμό της θέσης οπουδήποτε στη γη.

[2] Εκτεταμένη πραγματικότητα είναι μια ζωντανής (άμεση ή έμμεσης) άποψη του φυσικού κόσμου, η οποία εμπλουτίζεται από ψηφιακά δεδομένα.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία μιας πρότυπης εφαρμογής εκτεταμένης πραγματικότητας που παρουσιάζει το γεω-ιστολογικό περιεχόμενο του Geocrowd [1]. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε για το λειτουργικό σύστημα Android [26] και το όνομά της είναι Geocrowd Explorer.

1.2 Οργάνωση Κειμένου

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από 8 κεφάλαια, στα οποία γίνεται η ανάλυση του θεωρητικού υπόβαθρου της παρούσας εργασίας, των εργαλείων και των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν.

Το Κεφάλαιο 2 περιγράφει δουλειά παρεμφερή με την διπλωματική εργασία. Δηλαδή, εξηγεί πως προέκυψε η ανάγκη δημιουργία του Geocrowd Explorer και περιγράφει δύο υπάρχουσες εφαρμογές εκτεταμένης πραγματικότητας το Wikitude και το Layar.

Το Κεφάλαιο 3 αναλύει το μαθηματικό υπόβαθρο στο οποίο βασίζεται η εργασία.

Το Κεφάλαιο 4 παρουσιάζει την αρχιτεκτονική του συστήματος, δηλαδή τα υποσυστήματα από τα οποία δομείται , τη λειτουργία και το ρόλο κάθε υποσυστήματος και το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων της τοπικής βάσης.

Τα Κεφάλαια 5 και 6 εξηγούν θέματα υλοποίησης. Συγκεκριμένα, παρουσιάζουν την υλοποίηση των υποσυστημάτων της εφαρμογής, της τοπικής βάσης δεδομένων και των αλγορίθμων. Επιπλέον περιγράφουν τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και τον τρόπο εγκατάστασης της εφαρμογής.

Το Κεφάλαιο 7 είναι ένα σύντομο εγχειρίδιο χρήσης της εφαρμογής. Το Κεφάλαιο 8 είναι μια ανακεφαλαίωση όλων των θεμάτων με τα οποία ασχολήθηκε η διπλωματική εργασία και στο τέλος ακολουθεί η Βιβλιογραφία.

Κεφάλαιο 2

Σχετικές Εργασίες

Ο Geocrowd Explorer έρχεται να χρησιμοποιήσει και να παρουσιάσει με χρήση εκτεταμένης πραγματικότητας στον απλό χρήστη μιας κινητής συσκευής το γεω-ιστολογικό περιεχόμενο του γεω-ιστολογίου Geocrowd [1]. Με άλλα λόγια, απότελεί τον τελικό κρίκο μιας αλυσίδας που περιλαμβάνει την δημιουργία , την επεξεργασία , την απόθήκευση και την παρουσίαση γεω-ιστολογικού περιεχομένου. Ο ρόλος του παρόντος κεφαλαίου στην διπλωματική εργασία είναι η εξοικίωση του αναγνώστη *α)* με τον όρο του γεω-ιστολογίου περιεχομένου που απότελεί την πηγή των δεδομένων για τον Geocrowd Explorer, *β)* με τα έξυπνα κινητά που συνιστούν το μέσο παρουσίασης και *γ)* με την εκτεταμένη πραγματικότητα που είναι ένας τρόπος παρουσίασης των προηγούμενων δεδομένων. Επιπλέον, παρουσιάζονται δύο υπάρχουσες εφαρμογές εκτεταμένης πραγματικότητας: το Wikitude [2] και το Layar [3]

2.1 Geoparsing

Όλα ξεκινούν με το geoparsing, δηλαδή τη λεκτική και γραμματική ανάλυση μιας ιστοσελίδας, πιθανώς υποβοηθούμενη από κάποιο gazetteer (ευρετήριο τοπωνυμίων), με στόχο την ανακάλυψη πιθανής γεωγραφικής πληροφορίας. Η πληροφορία αυτή μπορεί να εμφανίζεται με διάφορες μορφές (από το επίπεδο του δικτύου, όπως διεύθυνση IP, από επίπεδο κειμένου, όπως τηλέφωνα, ταχυδρομικοί κώδικες, από επίπεδο σημασιολογίας, όπως διευθύνσεις, τοπωνύμια, κατευθύνσεις, από επίπεδο τοπολογίας κ.α.).

2.2 Γεωκωδικοποίηση

Η γεωκωδικοποίηση (geocoding) είναι η μετατροπή αυτής της πληροφορίας σε συντεταγμένες, σε κάποιο γεωγραφικό σύστημα αναφοράς. Αν και αυθύπαρκτη διαδικασία, συνήθως απότελεί την φυσική συνέχεια του geoparsing. Γύρω από την τον τομέα του geoparsing και του geocoding έχει γίνει πολύ δουλειά. Μερικά παραδείγματα διπλωματικών εργασιών είναι οι [5], [6].

2.3 Geotagging

Το Geotagging [4] απότελεί ένα είδος γεωκωδικοπίησης. Είναι η διαδικασία δημιουργίας γεωγραφικά ενημερωμένης πληροφορίας. Δηλαδή, είναι ο εμπλουτισμός κάθε είδους δεδομένων, όπως εικόνες ,βίντεο ή ειδήσεις, με γεωγραφική πληροφορία. Η επιπλέον πληροφορία περιλαμβάνει, παραδείγματος χάριν, τις γεωγραφικές συντεταγμένες, το υψόμετρο ή το όνομα της περιοχής, όπου τραβήχθηκε μια φωτογραφία ή συντελέστηκε ένα γεγονός.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του Geotagging είναι ποικίλα. Μηχανές αναζήτησης ,που χρησιμοποιούν την προηγούμενη τεχνολογία, μπορούν να βρίσκουν εικόνες ή πληροφορίες σχετικές με συγκεκριμένη γεωγραφική θέση ή περιοχή. Το Geotagging είναι η νέα μόδα στην κοινωνική δικτύωση (social networking). Οι χρήστες εφαρμογών, όπως το twitter [23], δεν ανταλλάσσουν πια μόνο μηνύματα , γεγονότα και εικόνες αλλά τα εμφανίζουν πάνω σ' ένα χάρτη. Επιπλέον, με τη χρήστη των έξυπνων κινητών μπορούν να μοιράζονται και το δικό τους γεωγραφικό στίγμα κάθε στιγμή.

2.4 Γεω-ιστολόγιο

Ο όρος γεω-ιστολόγιο (Geoblog) χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα ιστολόγιο (blog) ή μια ιστοσελίδα που χρησιμοποιεί γεωγραφικά ενημερωμένη πληροφορία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός γεω-ιστολογίου είναι μια ιστοσελίδα που διαθέτει ένα χάρτη, στον οποίο υπερθέτει πληροφορία προερχόμενη από Geotagging.

Το Geocrowd [1] είναι ένα γεω-ιστολόγιο. Οι χρήστες του μπορούν να μοιράζονται μεταξύ τους τα ταξίδια που πραγματοποιούν, είτε αυτά πρόκειται για μια απλή βραδινή έξοδο στο κέντρο της πόλης, είτε για τον γύρο της Ευρώπης. Η παρουσίαση των ταξιδιών στους χρήστες γίνεται με τη χρήση Google Maps και συνοδεύονται από το οπτικοακουστικό υλικό που συνέλεξαν οι δημιουργοί τους κατά τη διάρκειά των ταξιδιών τους. Ένα ταξίδι αναπαρίσταται από τη διαδρομή του και τα σημεία που ο δημιουργός του συνέλεξε το υλικό του ταξιδιού. Στο υπόλοιπο αυτής της διπλωματικής εκπόνησης τα προηγούμενα σημεία αναφέρονται ως σημεία ενδιαφέροντος ή απλά ως κόμβοι του ταξιδιού.

2.5 Έξυπνα Κινητά

Τα έξυπνα κινητά (smartphones) [24] είναι κινητά τηλέφωνα νέας γενιάς που προσφέρουν προηγμένες υπηρεσίες σε σχέση με τους προγόνους τους. Ουσιαστικά, απότελούν μικρούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές ενσωματωμένους με κινητά τηλέφωνα. Εκτός από κινητή επικοινωνία προσφέρουν πολλαπλές δυνατότητες στους χρήστες τους όπως:

1. Υπολογιστική δύναμη και χώρο απόθήκευσης δεδομένων.

2. Υπηρεσίες διαδικτύου.

3. Προσδιορισμός θέσης με χρήση του συστήματος GPS.

4. Πυξίδα και διαφόρων ειδών αισθητήρων (π.χ θερμοκρασίας).

5. Ποικιλία εφαρμογών για κοινωνικής δικτύωση και διασκέδαση.

Οι εκπληκτικές δυνατότητες των έξυπνων κινητών τα καθιστούν την μόδα των ημερών και ταυτόχρονα έναν από τους πιο ανθηρούς οικονομικά και τεχνολογικά τομείς της αγοράς των κινητών τηλεφώνων. Μεγάλες εταιρίες όπως η Apple, η Google και η Microsoft διεκδικούν μερίδιο στην αγορά προβάλλοντας η κάθε μία τις δικές της συσκευές και το δικό της λειτουργικό σύστημα. Μερικά από τα διαθέσιμα λειτουργικά συστήματα είναι το iOS της Apple [25] ,το Android της Google [26], το Windows Mobile [27] της Microsoft και το Symbian [28] που χρησιμοποιείται σε συσκευές της Sony Ericsson, της Samsum Electronics και της Nokia.

Για την ανάπτυξη του Geocrowd Explorer χρησιμοποιήθηκε το λειτουργικό Android. Είναι ανοιχτού κώδικα και βασίζεται στον πυρήνα 2.6 του Linux. Επιπλέον, συνοδεύεται από μια πλήρη ομάδα από προγραμματιστικά εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών. Οι βιβλιοθήκες του είναι γραμμένες σε C/C++/Java ενώ οι νέες εφαρμογές αναπτύσσονται σε Java.

2.6 Εκτεταμένη Πραγματικότητα

Ο όρος εκτεταμένη πραγματικότητα [21] (Augmented Reality) χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια (άμεση ή έμμεση) άποψη του κόσμου εμπλουτισμένη με ψηφιακά δεδομένα, όπως εικόνες , κείμενο ή ολόκληρα τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα.

Η ανάπτυξη νέων τεχνικών , η αύξηση της υπολογιστικής ισχύς των νέων ηλεκτρονικών υπολογιστών και η άφιξη των έξυπνων κινητών τείνουν να κατάστήσουν την εκτεταμένη πραγματικότητα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας. Οι εφαρμογές της είναι πληθώρες, μερικές από τις οποίες ανιχνεύονται στους εξής τομείς:

- **Της ενημέρωσης.** Κλασσικό παράδειγμα είναι τα δελτία καιρού όπου ο παρουσιαστής φαίνεται να βρίσκεται μπροστά από ένα χάρτη πρόγνωσης του καιρού. Στην πραγματικότητα ο παρουσιαστής είναι στο στούντιο και πίσω του υπάρχει ένα πράσινο ή μπλε φόντο. Σε ζωντανό χρόνο γίνεται επεξεργασία της εικόνας όπου το πράσινο φόντο αντικαθίσταται από τον χάρτη πρόγνωσης του καιρού. Σε άλλη περίπτωση, ο παρουσιαστής του δελτίου ειδήσεων φαίνεται να κινείται μέσα σ' ένα εικονικό στούντιο και να συνομιλεί με δημοσιογράφο που στην πραγματικότητα μπορεί να βρίσκεται στην άλλη πλευρά του κόσμου.

- **Της ψυχαγωγίας και της κοινωνικής δικτύωσης.** Τα έξυπνα κινητά , χάρις την κάμερα και την ποικιλία των αισθητήρων τους, προσφέρουν νέες δυνατότητες στην ανάπτυξη πρωτοπόρων και διασκεδαστικών εφαρμογών. Παραδείγματος χάριν, το iPhone και το Android διαθέτουν εφαρμογές χάριν στις οποίες ο χρήστης όχι μόνο μπορεί μαθαίνει πληροφορίες για τον χώρο στον οποίο κινείται, αλλά έχει τη δυνατότητα να μοιράζεται τις

δικές του εντυπώσεις του με τους φίλους του. [3], [2] Επιπλέον, υπάρχουν ηλεκτρονικά παιχνίδια που εμπλουτίζουν τον κόσμο τους με εικόνες από τον πραγματικό κόσμο αυξάνοντας την αίσθηση του ρεαλισμού και το επίπεδο εθισμού [31].

- **Της ιατρικής και της εκπαίδευσης.** Ίσως μια από τις σημαντικότερες προσφορές της εκτεταμένης πραγματικότητας είναι αυτή στον τομέα της ιατρικής. Συγκεκριμένα, εικόνες, που προέρχονται από ιατρικές εξετάσεις, υπόκεινται σε επεξεργασία με σκοπό τη δημιουργία τρισδιάστατων παραστάσεων. Οι παραστάσεις στη συνέχεια προβάλλονται πάνω στο σώμα του ασθενούς και στην κατάλληλη θέση. Έτσι, ο γιατρός μπορεί να ξέρει κατά τη διάρκεια της εγχείρισης την ακριβή θέση όπου βρίσκεται το όποιο πρόβλημα και να κάνει τις τομές με μεγαλύτερη ακρίβεια και ευκολία. Η αξία της εκτεταμένης πραγματικότητας φαίνεται όταν χρησιμοποιείται ως βοήθημα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ιδιαίτερα στην ιατρική, οι εκπαιδευόμενοι γιατροί μπορούν να μαθαίνουν για την ανατομία του ανθρώπινου σώματος παρατηρώντας τρισδιάστατα μοντέλα που προβάλλονται πάνω σε αληθινούς ανθρώπους.

Το μεγάλο πρόβλημα στην ανάπτυξη πολύπλοκων εφαρμογών εκτεταμένης πραγματικότητας είναι το υπολογιστικό κόστος. Η επεξεργασία εικόνων και η σύνθεση τρισδιάστατων μοντέλων είναι μια ακριβή σε υπολογιστική δύναμη διαδικασία. Για το λόγο αυτό, κατά τα πρώτα χρόνια, η χρήση εφαρμογών εκτεταμένης πραγματικότητας επιτρεπόταν μόνο σε μεγάλους οργανισμούς, όπως ο στρατός ή οι ισχυρές επιχειρήσεις, που είχαν την οικονομική δυνατότητα να αγοράσουν ακριβούς εξοπλισμούς. Εντούτοις, τον τελευταίο καιρό, η ανάπτυξη όλο και δυνατότερων υπολογιστών που χωρούν στο μέγεθος μιας κινητής συσκευής καθιστούν την εκτεταμένη πραγματικότητα προσβάσιμη στον απλό χρήστη.

2.7 Wikitude

Το wikitude [2] είναι μια πλατφόρμα εκτεταμένης πραγματικότητας που απότελείται από τρία μέρη :

1. Τον Wikitude World Browser
2. Το Wikitude.me
3. Το Wikitude API.

Ο Wikitude World Browser είναι μια εφαρμογή εκτεταμένης πραγματικότητας που διατίθεται για τα λειτουργικά σύστημα Android, iOS και symbian. Επιτρέπει στο χρήστη να αντλεί πληροφορίες για τον χώρο που βρίσκεται και να τις βλέπει ζωντανά μέσα από την κάμερα του κινητού του. Η πληροφορία εμφανίζεται με τη μορφή σημείων ενδιαφέροντος (Points Of Interest - POI) που υπερτίθεται πάνω από την εικόνα της κάμερας.

Ο ρόλος του **Wikitude.me** είναι ο αντίστροφος αυτού του Wikitude World Browser. Δίνει τη δυνατότητας στους χρήστες του να μοιράζονται μεταξύ τους τοποθεσίες που θεωρούν ενδιαφέρουσες , χρησιμοποιώντας μια διαπροσωπεία βασισμένη σε Google Maps ή ανεβάζοντας τα

δικά τους KML ή ARML αρχεία. Επιπλέον παρέχει ένα WebService σε περίπτωση που ο χρήστης θέλει η πηγή των δεδομένων να βρίσκεται σε δικό του εξυπηρετητή (Server).

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να περιγράψουμε τι είναι τα αρχεία KML και ARML. Και οι δύο τύποι αρχείων χρησιμοποιούν τη γλώσσα XML. Τα αρχεία KML [29] χρησιμοποιούνται από εφαρμογές όπως η Google Earth και η Google Maps που χρησιμοποιούν παγκόσμιους χάρτες για να παρουσιάζουν τις πληροφορίες τους και να παρέχουν υπηρεσίες . Ο ρόλος τους είναι η απόθήκευση και η μεταφορά δεδομένων με γεωγραφικό περιεχόμενο. Τα τελευταία χρόνια εφαρμογές εκτεταμένης πραγματικότητας για έξυπνα κινητά που παρουσιάζουν δεδομένα με γεωγραφικό περιεχόμενο γίνονται όλο και πιο διαδεδομένες. Γενικά, όλες οι εφαρμογές ακολουθούν την ίδια νοοτροπία. Δηλαδή, επικοινωνούν με τους χρήστες τους μέσω σημείων ενδιαφέροντος, που υπερτίθενται στην εικόνα που προέρχεται από την κάμερα. Το πρώτυπο ARML [30] είναι μια απόπειρα δημιουργίας ενός προτύπου περιγραφής των σημείων ενδιαφέροντος. Ουσιαστικά, απότελεί επέκταση του KML προτύπου, παραλλαγές του οποίου ήδη χρησιμοποιούνται από τις προαναφερθέντες εφαρμογές εκτεταμένης πραγματικότητας.

Το Wikitude API είναι μια διαπροσωπεία προγραμματισμού (Application Programmin Interface - API) που επιτρέπει σε προγραμματιστές να αξιοποιήσουν το Wikitude για να δημιουργήσουν τη δική τους εφαρμογή εκτεταμένης πραγματικότητας.

Η παρούσα διπλωματική εργασία καλύπτει το κομμάτι του Wikitude World Browser και του Wikitude API.

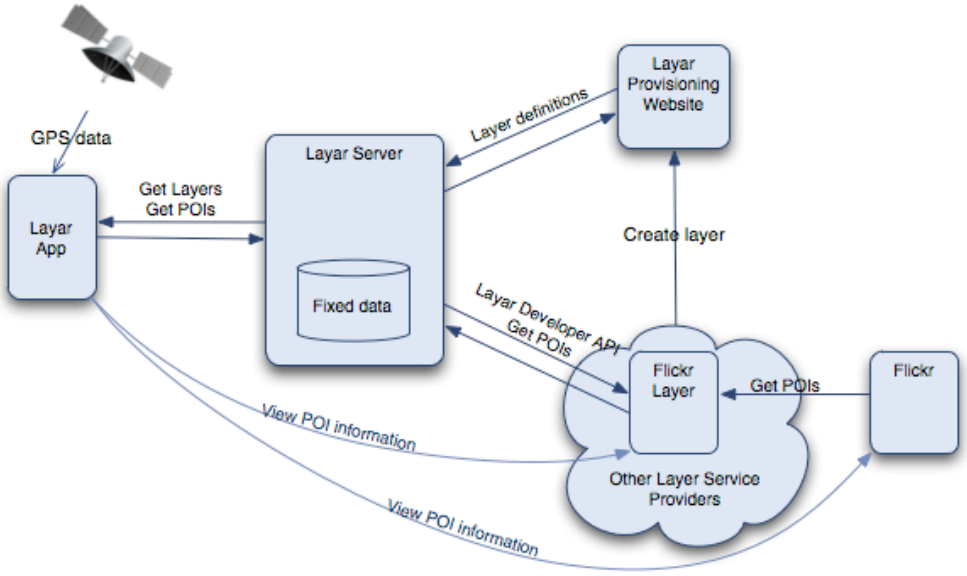
2.8 Layar

Ο Layar Reality Browser είναι μια εφαρμογή εκτεταμένης πραγματικότητας που εμπλουτίζει τον κόσμο ,όπως αυτός φαίνεται μέσα από την κάμερα του κινητού, με ψηφιακά δεδομένα. Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη για τα λειτουργικά συστήματα Android , iPhone ενώ η έκδοση για symbian είναι υπό κατάσκευή.

Βασική μονάδα στο Layar είναι το Layer, η οποία είναι ότι η ιστοσελίδα για το Internet. Κάθε χρήστης μπορεί να δημιουργήσει το δικό του Layer μέσα από το οποίο να εμφανίζει τα δικά του σημεία ενδιαφέροντος και να παρέχει υπηρεσίες όπως είναι η επικοινωνία μεταξύ των χρηστών του Layer.

Το σχήμα 2.1 δείχνει την αρχιτεκτονική στου Layar, η οποία δομείται από πέντε υποσυστήματα:

1. **Layar App** : Είναι η εφαρμογή εκτεταμένης πραγματικότητας που τρέχει στη συσκευή του χρήστη. Χρησιμοποιώντας τα GPS δεδομένα από τον δέκτη της συσκευής στέλνει



Σχήμα 2.1: Αρχιτεκτονική του Layar

ερωτήματα προς τον Layar Server για να βρει layers και σημεία ενδιαφέροντος που βρίσκονται κοντά στον χρήστη.

2. **Layar Server** : Είναι η καρδιά του συστήματος. Μαζί της επικοινωνεί το Layar App για να βρει διαθέσιμα layers και σημεία ενδιαφέροντος. Ταυτόχρονα είναι η γέφυρα επικοινωνίας προς τις βάσεις δεδομένων του Layar αλλά και τρίτων ομάδων.

3. **Layar Provisioning Website**: Είναι η ιστοσελίδα μέσω της οποίας οποιοσδήποτε μπορεί να δημιουργήσεις το δικό του layer. Μαζί του επικοινωνεί ο Layar Server για να μάθει τη δομή κάποιου layer.

4. **Layar Service Providers**: Αφού βρεθεί η δομή κάποιου layer τότε έρχεται η σειρά των Layar Service Providers για να στείλουν τα περιεχόμενα του. Οι Layer Service Providers μπορεί να ανήκουν στην Layar ή σε οποιονδήποτε χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες της.

5. **Layer Content Sources** : Αποτελούν τις βάσεις δεδομένων όπου απόθηκεύονται τα περιεχόμενα ενός layer. Η απόστολή των δεδομένων τους γίνεται μέσω των Layar Service Providers.

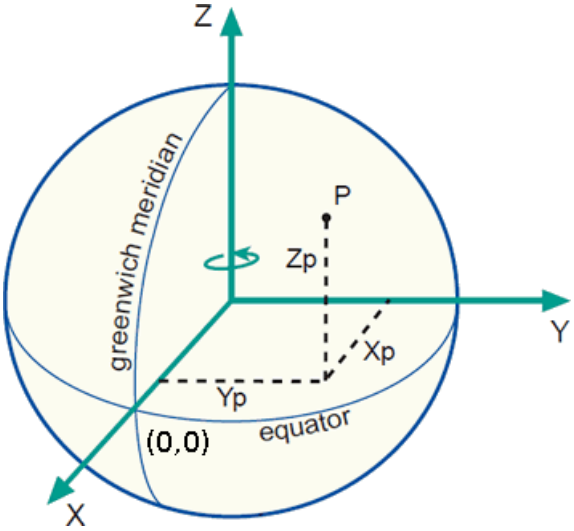
Η παρούσα διπλωματική εργασία καλύπτει το κομμάτι του Layar App.

Κεφάλαιο 3

Μαθηματικό Υπόβαθρο

Το παρόν κεφάλαιο περιγράφει το παγκόσμιο σύστημα θεσιθεσίας, τις γωνίες προσανατολισμού του Android και τον μετασχηματισμό παρατήρησης I. Το παγκόσμιο σύστημα θεσιθεσίας χρησιμοποιείται από τις Android Συσκευές για τον προσδιορισμό της θέσης της συσκευής. Οι γωνίες προσανατολισμού περιγράφουν πως μια Android Συσκευή προσδιορίζει τον προσανατολισμό της στο χώρο. Ο μετασχηματισμός παρατήρησης χρησιμοποιείται στην εκτεταμένη πραγματικότητα για την απεικόνιση των σημείων ενδιαφέροντος στην οθόνη της συσκευής.

3.1 Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας



Σχήμα 3.1: ECEF σύστημα συντεταγμένων

Μία από τις δυνατότητες που προσφέρουν τα Android κινητά στον χρήστη τους είναι η πρόσβαση στις υπηρεσίες του παγκόσμιου συστήματος θεσιθεσίας (Global Positioning System - GPS). Η παρούσα υποενότητα βοηθάει τον αναγνώστη να κατάλάβει τι είναι το παγκόσμιο σύστημα θεσιθεσίας, περιγράφοντας τη θεωρία και τον τρόπο λειτουργίας του.

3.1.1 ECEF Σύστημα Συντεταγμένων

Το ECEF [15] (Earth-Centered, Earth-Fixed) (σχήμα 3.1) είναι ένα δεξιόστροφο, τρισδιάστατο, καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Ο ρόλος του είναι η περιγραφεί σημείων της γης. Η αρχή του συστήματος (0,0,0) ταυτίζεται με το κέντρο βάρους της γης. Ο άξονα Z είναι παράλληλος με τον άξονα περιστροφής της γης και δείχνει προς το βόριο πόλο. Ο άξονας X τέμνει τη γη στο σημείο με γεωγραφικό πλάτος ίσο 0° και γεωγραφικό μήκος ίσο 0°, που αντιστοιχεί στο σημείο τομής του ισημερινού με τον τον μεσημβρινό που διέρχεται από το Αστεροσκοπείο του Greenwich. Ο άξονας Y προκύπτει από το γεγονός ότι το σύστημα είναι δεξιόστροφο. Το ECEF είναι ένα σταθερό σύστημα συντεταγμένων δηλαδή περιστρέφεται μαζί με τη γη γύρω από τον άξονα Z.

3.1.2 Το Γεωειδές

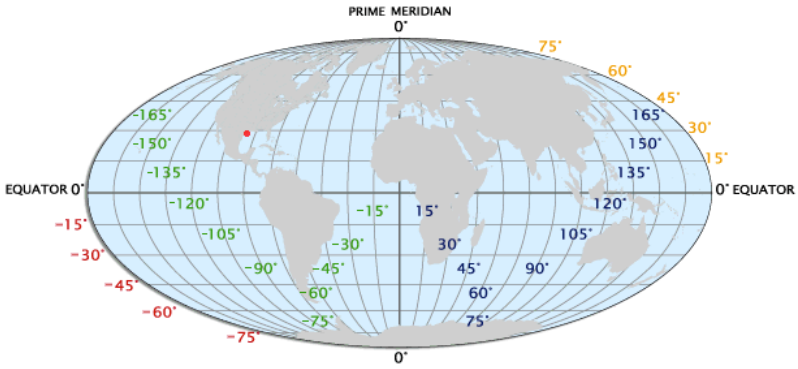
Η επιφάνεια της γης είναι ακανόνιστη για να μετρήσουμε πάνω της με ακρίβεια. Μια λύση είναι αναγωγή των παρατηρήσεων στη βαρυτική επιφάνεια της γης που προσεγγίζει τη μέση στάθμη της θάλασσας. Βαρυτική επιφάνεια είναι η επιφάνεια σε κάθε σημείο της οποίας η βαρυτική δύναμη είναι κάθετη. Αυτή η ισοδυναμική επιφάνεια είναι γνωστή σαν Γεωειδές [17] (Geoid). Είναι σχεδόν σφαιρική αλλά λόγω της περιστροφής της γης υπάρχει ένα μικρό «φούσκωμα» στον ισημερινό ενώ στους πόλους «ισοπεδώνεται». Συγχρόνως λόγω των διαφορετικών πετρωμάτων κατά τόπους υπάρχει μεταβολή στο βαρυτικό πεδίο κάτι που δημιουργεί τοπικά ακανόνιστες επιφάνειες. Όπως γίνεται κατάνοητό το Γεωειδές είναι μία αρκετά σύνθετη επιφάνεια.

3.1.3 Το Ελλειψοειδές

Για να απλοποιήσουμε τον υπολογισμό της τοποθεσίας ενός αντικειμένου, το γεωειδές προσεγγίζεται από το κοντινότερο μαθηματικά προσδιοριστέο σχήμα που ονομάζεται ελλειψοειδές [19] (ellipsoid). Ένα ελλειψοειδές προσδιορίζεται από το μικρό είτε από το μεγάλο άξονα της έλλειψης ή από μία αναλογία αυτών των αξόνων. Παρόλα ταύτα υπάρχει πολύ μεγάλος αριθμός ελλειψοειδών που είναι διαθέσιμα. Σε γενικές γραμμές το ελλειψοειδές δεν είναι τίποτα άλλο από το καλύτερο «ταίριασμα» του γεωειδούς. Η προσέγγιση ενός γεωειδούς με αναφορά ενός ελλειψοειδούς μπορεί να λάβει χώρα μόνο τοπικά και αυτός ο περιορισμός οδηγεί στην ύπαρξη πολλών διαφορετικών ελλειψοειδών με διαφορετικό μέγεθος και σχήμα. Αρκετά από αυτά τα ελλειψοειδή σήμερα έχουν εκλείψει ενώ άλλα χρησιμοποιούνται σε εθνικό επίπεδο για χαρτογράφηση εδαφών. Για το Ελληνικό Γεωδαιτικό [16] Σύστημα Αναφοράς 87 (ΕΓΣΑ 87) χρησιμοποιείται το ελλειψοειδές GRS 80 με μεγάλο ημιάξονα ελλειψοειδούς 6378137.000m.

3.1.4 Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς

Ο ρόλος ενός γεωδετικού συστημάτος αναφοράς [18] είναι ο προσδιορισμός της θέσης ενός σημείου πάνω στη γη, προσεγγίζοντας την τελευταία με κάποιο ελλειψοειδές. Το μέγεθος και το σχήμα του ελλειψοειδούς επιλέγεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ταιριάζει όσο το δυνατόν



Σχήμα 3.2: Παράλληλοι και μεσημβρινοί

καλύτερα με την τοποθεσία που μας ενδιαφέρει.

Το Παγκόσμιο Γεωδετικό Σύστημα Αναφοράς είναι ένα πρότυπο σύστημα αναφοράς για τη γη. Η τελευταία έκδοσή του είναι η WGS84. Η θέση ενός σημείου στο WGS84 περιγράφεται χρησιμοποιώντας το γεωγραφικό πλάτος (latitude), το γεωγραφικό μήκος (longitude) και το ύψος (altitude). Το γεωγραφικό πλάτος είναι η γωνιακή απόσταση ενός σημείου από τον ισημερινό , παίρνει τιμές στο διάστημα (-90° , 90°) και συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα φ. Το γεωγραφικό πλάτος είναι θετικό για σημεία που ανήκουν στο βόρειο ημισφαίριο της γης , αρνητικό για σημεία του νότιου ημισφαιρίου και μηδέν στον ισημερινό. Το γεωγραφικό μήκος είναι η γωνιακή απόσταση ενός σημείου από τον μεσημβρινό που διέρχεται από το Αστεροσκοπείο του Greenwich στην Μεγάλη Βρετανία και συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα λ. Παίρνει τιμές στο διάστημα (-180°, 180°). Ανατολικά στου πρώτου μεσημβρινού το γεωγραφικό μήκος είναι θετικό , ενώ δυτικά αρνητικό. Το ύψος είναι η υψομετρική διαφορά ανάμεσα στο σημείο και στο ελλειψοειδές αναφοράς. Συμβολίζεται με το λατινικό γράμμα h. Στο σχήμα 3.2 φαίνονται γωνίες στις οποίες αντιστοιχούν οι παράλληλοι (γεωγραφικό πλάτος) και οι μεσημβρινοί (γεωγραφικό μήκος) της γης .

3.1.5 Τύποι Μετασχηματισμού από το WGS84 στο ECEF

Οι επόμενοι τύποι είναι οι τύποι μετασχηματισμού από την τελευταία έκδοση (WGS84) του παγκόσμιου γεωδετικού συστήματος αναφοράς στο ECEF.

$$x = (N + h)\cos(\phi)\cos(\lambda)$$

$$y = (N + h)\cos(\phi)\sin(\lambda)$$

$$z = (\mathrm{N}(1 - f)^2 + h)\sin(\phi)$$

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{\frac{1}{2}}}$$

$$e^2 = 2f - f^2$$

Πίνακας Συμβόλων	
x, y, z	Συντεταγμένες στο ECEF
ϕ	Γεωγραφικό πλάτος (latitude)
λ	Γεωγραφικό μήκος (longitude)
h	Ύψος (altitude)
$a = 6378137m$	Ακτίνα γης
$\frac{1}{f} = 298.257222101$	Παράγοντας εξομάλυνσης

3.1.6 Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας

Το Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας [20] (Global Positioning System - GPS), είναι ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων γύρω από τη Γη. Χρησιμοποιεί την τελευταία έκδοση του Παγκόσμιου Γεωδετικού Συστήματος Αναφοράς WGS84. Προσφέρει αξιόπιστο προσδιορισμό της θέσης ενός σημείου που βρίσκεται οπουδήποτε πάνω ή κοντά στη γη ,δεδομένου ότι υπάρχει ανεμπόδιστη οπτική επαφή με τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους. Είναι το σύστημα που χρησιμοποιεί το Android.

3.1.6.1 Λειτουργικά Τμήματα

Το σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS) σχηματίζει ένα παγκόσμιο δίκτυο, με εμβέλεια που καλύπτει ξηρά, θάλασσα και αέρα. Εξαιτίας αυτής της έκτασής του είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός του σε επιμέρους τμήματα όπου πραγματοποιούνται όλες οι λειτουργίες του αλλά και ο συντονισμός του. Αναλυτικά, τα τμήματα αυτά είναι:

- **Διαστημικό τμήμα**: Αποτελείται από το δίκτυο 24 δορυφόρων. Οι δορυφόροι «σκεπάζουν» ομοιόμορφα με το σήμα τους ολόκληρο τον πλανήτη, γεγονός που απόδεικνύει τη φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από τη λειτουργία του συστήματος GPS, δηλαδή τη διαθεσιμότητά του σε κάθε σημείο της Γης. Όλοι οι δορυφόροι βρίσκονται σε ύψος περίπου 12.700 μιλίων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκτελούν δύο περιστροφές γύρω από τη Γη κάθε 24ωρο.

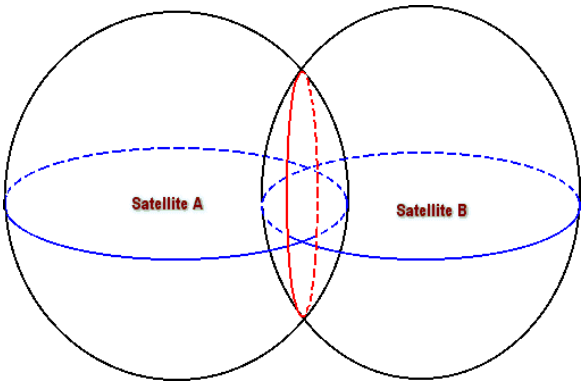
- **Επίγειο τμήμα ελέγχου**: Οι δορυφόροι, όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν ανά πάσα στιγμή προβλήματα στη σωστή λειτουργία τους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε αυτούς αφορούν στη σωστή τους ταχύτητα και υψόμετρο και στην κατάσταση της επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να απότρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος. Το τμήμα επίγειου ελέγχου απότελείται από ένα επανδρωμένο και τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα, εγκατεστημένα σε ισάριθμες περιοχές του πλανήτη.

  Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής: α) Κολοράντο (Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής) β) Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός) γ) Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός) δ) Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός) ε) Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)

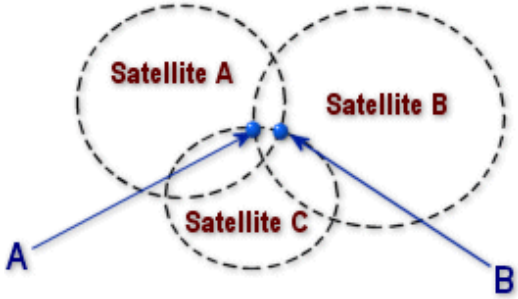
Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αναλαμβάνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των εναπόμεινάντων τεσσάρων σταθμών, καθώς και τον συντονισμό τους. Σημειώνοντας τη θέση των σταθμών αυτών πάνω σε έναν παγκόσμιο χάρτη, παρατηρεί κανείς ότι η διάταξή τους δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της Γης.

- **Το τμήμα τελικού χρήστη**: Απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες δεκτών GPS ανά την υφήλιο. Οι δέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο κατά τη διάρκεια μιας απλής πεζοπορίας, όσο και σε οχήματα ή θαλάσσια σκάφη και κατά κανόνα διαθέτουν αρκετά μικρές διαστάσεις. Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδυάζονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής GPS. Πρόκειται, δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης και τις μετατρέπει σε κατάνοητή «ανθρώπινη» μορφή, πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση.

3.1.6.2 Αλγόριθμος Υπολογισμού Θέσης



Σχήμα 3.3: Τομή δύο σφαιρών



Σχήμα 3.4: Τομή τριών σφαιρών

Κάθε δορυφόρος που συμμετέχει στο GPS σύστημα εκπέμπει συνεχώς μηνύματα που περιέχουν *α)* τη χρονική στιγμή απόστολής του μηνύματος *β)* πληροφορίες για την δική κατάστασή του , τη τροχιά του καθώς και την τροχιά των υπολοίπων δορυφόρων.

Ένας GPS-δέκτης χρησιμοποιεί τα προηγούμενα μηνύματα για να προσδιορίσει τη θέση του δορυφόρου σε καρτεσιανές συντεταγμένες και την απόστασή του από αυτόν. Η θέση του δορυφόρου και η απόσταση του από τον δέκτη ορίζουν μια σφαίρα με τον δορυφόρο στο κέντρο και τον δέκτη να βρίσκεται κάπου στην επιφάνειά της. Χρησιμοποιώντας την πληροφορία από δύο δορυφόρους οι πιθανές θέσεις του δέκτη περιορίζονται στα σημεία τομής δύο σφαιρών δηλαδή στην περιφέρεια ενός κύκλου (3.3) . Αξιοποιώντας τα δεδομένα από τρεις δορυφόρους η θέση του δέκτη περιορίζεται σε δύο σημεία , που προκύπτουν από την τομή ενός κύκλου με μια σφαί-

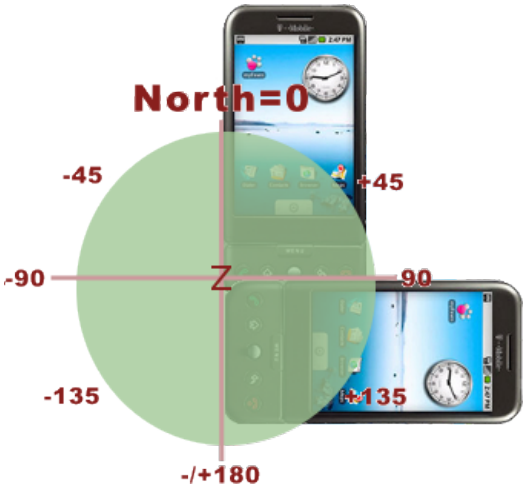
ρα (σχήμα 3.4). Τέλος αν ο δέκτης επικοινωνεί με τέσσερις δορυφόρους μπορεί να υπολογίσει ακριβώς τη θέση του.

Βέβαια η προηγούμενη προσέγγιση του αλγορίθμου προσδιορισμού της θέσης δεν λαμβάνει υπόψιν σφάλματα. Μια από τις συνηθέστερες πηγές σφαλμάτων είναι το ρολόι του δέκτη. Το ρολόι χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του χρόνου άφιξης ενός μηνύματος από το δορυφόρο. Η χρονική διαφορά ανάμεσα στη στιγμή αναχώρησης και άφιξης ενός μηνύματος πολλαπλασιαζόμενη με την ταχύτητα του φωτός δίνει τη απόσταση του δορυφόρου από το δέκτη. Εξαιτίας της τεράστιας τιμής της ταχύτητας του φωτός ($300 * 10^6$ μέτρα ανά δευτερόλεπτο), μικρά σφάλματα στον προσδιορισμό του χρόνου άφιξης προκαλούν σοβαρά λάθη στον υπολογισμό της απόστασης από το δορυφόρο. Επομένως χρειάζονται δέκτες μεγάλης ακρίβειας.

3.2 Γωνίες Προσανατολισμού στο Android

Εκτός από GPS δέκτες , οι συσκευές της Google διαθέτουν πυξίδα και επιταχυνσίμετρο που τους επιτρέπουν να υπολογίζουν τον προσανατολισμό τους στον χώρο. Το τρόπος προσδιορισμού του προσανατολισμού απότελεί το αντικείμενο της υποενότητας.

Σχήμα 3.5: Σύστημα συντεταγμένων Συσκευής



Σχήμα 3.6: Γωνία azumith σε κατάκόρυφο προσανατολισμό συσκευής

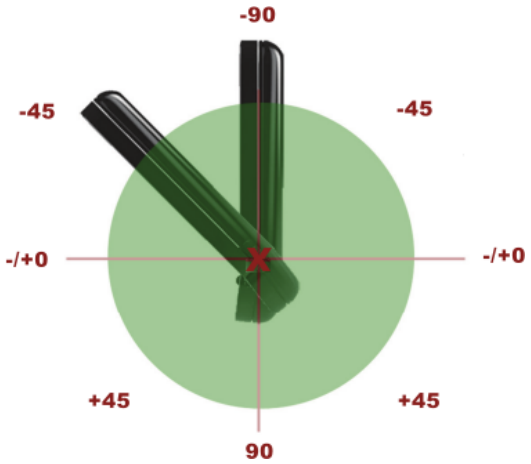
Το Android API ορίζει δύο ορθογώνια, δεξιόστροφα, καρτεσιανά σύστημα συντεταγμένων βάση το οποία υπολογίζει τον προσανατολισμό της συσκευής στον χώρο. Το πρώτο ονομάζεται σύστημα συντεταγμένων συσκευής (ΣΣΣ) (σχήμα 3.5) και ορίζεται ως εξής:

- Η αρχή (0,0,0) του συστήματος βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία της συσκευής.
- Ο άξονας X είναι οριζόντιος με προσανατολισμό προς τα δεξιά.
- Ο άξονας Y είναι κατάκόρυφος και δείχνει προς το πάνω μέρος της οθόνης.
- Ο άξονας Z προκύπτει από το εξωτερικό γινόμενο των άλλων δύο αξόνων.

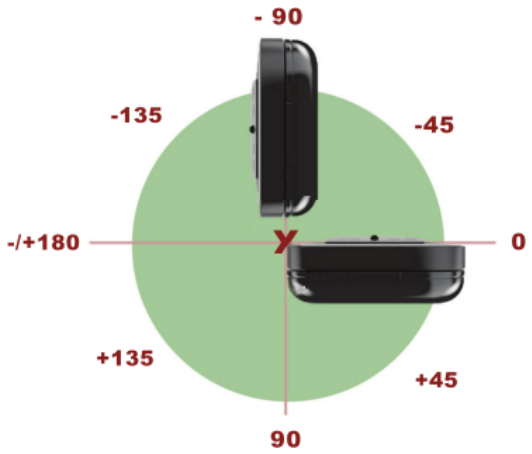
Το δεύτερο ονομάζεται παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων (ΠΣΣ) και ορίζεται ως εξής:

- Η αρχή (0,0,0) του συστήματος βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία της συσκευής.
- Ο άξονας Z είναι κάθετος στο έδαφος και δείχνει προς τον ουρανό
- Ο άξονας Y είναι παράλληλος στο έδαφος και δείχνει προς το βόρειο πόλο.
- Ο άξονας X είναι το εξωτερικό γινόμενο των άλλων δύο αξόνων και δείχνει περίπου προς την ανατολή.

Το δύο συστήματα συντεταγμένων ταυτίζονται όταν *α)* η συσκευή είναι τοποθετημένη οριζόντια με την οθόνη της να κοιτάει προς τα πάνω και *β)* ο άξονας Y του συστήματος ΣΣΣ δείχνει προς το βόρειο πόλο.



Σχήμα 3.7: Γωνία pitch σε κατάκόρυφο προσανατολισμό συσκευής



Σχήμα 3.8: Γωνία roll σε κατάκόρυφο προσανατολισμό συσκευής

Ο προσανατολισμός της συσκευής εκφράζεται με μια τριάδα γωνιών (azumith , pitch , roll) που δηλώνουν την περιστροφή γύρω από τους άξονες του ΠΣΣ. Η azumith (σχήμα 3.6) είναι η γωνία περιστροφής γύρω από τον άξονα Z. Παίρνει θετικές τιμές όταν ο άξονας Y στρέφεται προς τον άξονα X και μηδενίζεται όταν ο άξονας Y δείχνει προς το βόρειο πόλο. Η γωνία pitch (σχήμα 3.7) εκφράζει τη περιστροφή γύρω από τον άξονα X. Λαμβάνει θετικές τιμές όταν ο άξονας Z κινείται προς τον άξονα Y. Η γωνία roll (σχήμα 3.8) ισούται με τη γωνία περιστροφής της συσκευής γύρω από τον άξονα Y. Οι τιμές της είναι μεγαλύτερες του μηδενός όταν ο άξονας Z κινείται προς τον άξονα X.

3.3 Μετασχηματισμός Παρατήρησης I

Ένας μετασχηματισμός παρατήρησης είναι ουσιαστικά ένας μετασχηματισμός από ένα παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων (ΠΠΣ) σε ένα επίπεδο ενός συστήματος συντεταγμένων παρατηρητή (ΣΣΠ). Μπορεί να περιγραφεί σαν σύνθεση βασικών μετασχηματισμών. Παράλληλα,

περιγράφει τον αλγόριθμο αποκοπής και προβολής. Η παρούσα ενότητα ξεκινάει με την περιγραφή μερικών βασικών εννοιών της γραφικής υπολογιστών , που θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατάνόηση του μετασχηματισμού, και ολοκληρώνεται την παρουσίαση του ΜΠΙ. Στα πλαίσια του Geocrowd Explorer χρησιμοποιούμε τον μετασχηματισμό παρατήρησης για να προβάλλουμε τα σημεία ενδιαφέροντος που βρίσκονται στο σύστημα συντεταγμένων ECEF στην οθόνη της συσκευής.

3.3.1 Ομογενείς Συντεταγμένες

Στη γραφική υπολογιστών μας ενδιαφέρει να μπορούμε να εκφράσουμε όλους τους δυνατούς μετασχηματισμούς με τη χρήση πινάκων. Παραδείγματος χάριν, σ' ένα τρισδιάστο καρτεσιανό σύστημα χρησιμοποιούμε έναν 3x3 πίνακα για να περιγράψουμε την περιστροφή ενός αντικειμένου γύρω από την αρχή των αξόνων. Όμως , μετασχηματισμοί ,όπως η μεταφορά, δεν μπορούν να εκφραστούν σ' ένα τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων με τη χρήση 3x3 μητρών. Το προηγούμενο πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με τη χρήστη των ομογενών συντεταγμένων.

Οι ομογενείς συντεταγμένες [8] εισάγουν μια τέταρτη μεταβλητή. Ένα σημείο δεν αναπαριστάται πλέον με τη τριάδα (x,y,z) , αλλά με μια τετράδα (x,y,z,w). Η τετράδα (x,y,z,w) με w $\neq$ 0 παριστάνει τις ομογενείς συντεταγμένες του σημείου (x/w,y/w,z/w) $\in E^3$. Επειδή όμως υπάρχουν άπειρες τέτοιες παραστάσεις του ίδιου σημείου, χρησιμοποιούμε την ονομαζόμενη βασική παράσταση όπου το w = 1. Επομένως το σημείο (x,y,z) $\in E^3$ έχει ομογενείς συντεταγμένες την τετράδα (x,y,z,1).

3.3.2 Γινόμενο Πινάκων

Το γινόμενο πινάκων είναι η πιο συνηθισμένη πράξη στην γραφική υπολογιστών. Το γινόμενο [14] του πίνακα A με τον πίνακα B συμβολίζεται με AB. Η πράξη του γιμομένου μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο όταν ο αριθμός των στηλών του A να είναι ίσος με τον αριθμό των γραμμών του B. Δηλαδή, αν οι διαστάσεις του A είναι μ x ν τότε ο B πρέπει να έχει διαστάσεις ν x ρ, ενώ το αποτέλεσμα έχει διαστάσεις μ x ρ.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1\nu} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2\nu} \\ \dots & & & \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{i\nu} \\ \dots & & & \\ a_{\mu,1} & a_{\mu,2} & \dots & a_{\mu\nu} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1j} & \dots & \beta_{1\rho} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2j} & \dots & \beta_{2\rho} \\ \dots & & & & & \\ \beta_{\nu,1} & \beta_{\nu,2} & \dots & \beta_{\nu j} & \dots & \beta_{\nu\rho} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1j} & \dots & \gamma_{1\rho} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2j} & \dots & \gamma_{2\rho} \\ \dots & & & & & \\ \gamma_{i1} & \gamma_{i2} & \dots & \gamma_{ij} & \dots & \gamma_{i\rho} \\ \dots & & & & & \\ \gamma_{\mu,1} & \gamma_{\mu,2} & \dots & \gamma_{\mu j} & \dots & \gamma\mu\rho \end{bmatrix}$$

Σχήμα 3.9: Γινόμενο Πινάκων

Το σχήμα 3.9 δείχνει το γινόμενο πινάκων AB. Τα στοιχεία του αποτελέσματος δίνονται από

τον τύπο

$$\gamma_{ij} = a_{i1} * \beta_{1j} + a_{i2} * \beta_{2j} + ... + a_{i\nu} * \beta_{\nu j}$$

Δηλαδή, πολλαπλασιάζουμε ένα προς ένα τα στοιχεία της i-γραμμής του A με τα αντίστοιχα στοιχεία της j-στήλης του B καιρού προσθέτουμε τα γίνόμενα.

3.3.3 Βασικοί Πίνακες Μετασχηματισμού

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει μερικούς απλούς μετασχηματισμούς συντεταγμένων [9], οποίοι χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση πολυπλοκότερων μετασχηματισμών. Αν το διάνυσμα $[x, y, z]^T$ είναι οι αρχικές συντεταγμένες ενός σημείου , το διάνυσμα $[x', y', z']^T$ συμβολίζει τις τελικές συντεταγμένες και A είναι ο πίνακας μετασχηματισμού, τότε τα τρία μεγέθη συνδέονται με τη σχέση:

$$[x', y', z']^T = \mathrm{A} * [x, y, z]^T$$

- **Μετατόπιση** κατά ένα διάνυσμα $\vec{d}$ = (d_x,d_y,d_z).

$$T(\vec{d}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & d_x \\ 0 & 1 & 0 & d_y \\ 0 & 0 & 1 & d_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- **Περιστροφή** γύρω από έναν από τους άξονες X,Y,Z κατά γωνία θ σύμφωνα με τη θετική στροφή. Σ' ένα δεξιόστροφο σύστημα συντεταγμένων η θετική στροφή είναι αντίθετη της κίνησης των δεικτών του ρολογιού. Για ευκολία, μπορούμε να την προσδιορίσουμε χρησιμοποιώντας τον κανόνα του δεξιού χεριού. Σύμφωνα με τον προηγούμενο κανόνα όταν ο αντίχειρας του δεξιού χεριού είναι ομόρροπος με τον άξονα περιστροφής η θετική φορά είναι η φορά με την οποία κλείνουν τα υπόλοιπα δάχτυλα.

$$R_x(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_z(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- **Αλλαγή κλίμακας** κατά παράγοντες s_x, s_y και s_z στους άξονες X, Y και Z αντίστοιχα.

$$S(s_x, s_y, s_z) = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- **Στρέβλωση** είναι ο μετασχηματισμός στον οποίο οι συντεταγμένες σε δύο άξονες μεταβάλλονται συνάρτηση της τρίτης συντεταγμένης που παραμένει αμετάβλητη. Παραδείγματος χάριν, κατά τη στρέβλωση στο XY-επίπεδο η συντεταγμένη z παραμένει αμετάβλητη ενώ στους άξονες X και Y παρατηρείται στρέβλωση κατά παράγοντες a και b αντίστοιχα. Ο προηγούμενος μετασχηματισμός εκφράζεται με τον πίνακα

$$SH_{xy}(a, b) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & a & 0 \\ 0 & 1 & b & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Το απότέλεσμα είναι

$$SH_{xy}(a, b) * [x, y, z]^T = [x + az, y + bz, z, 1]^T$$

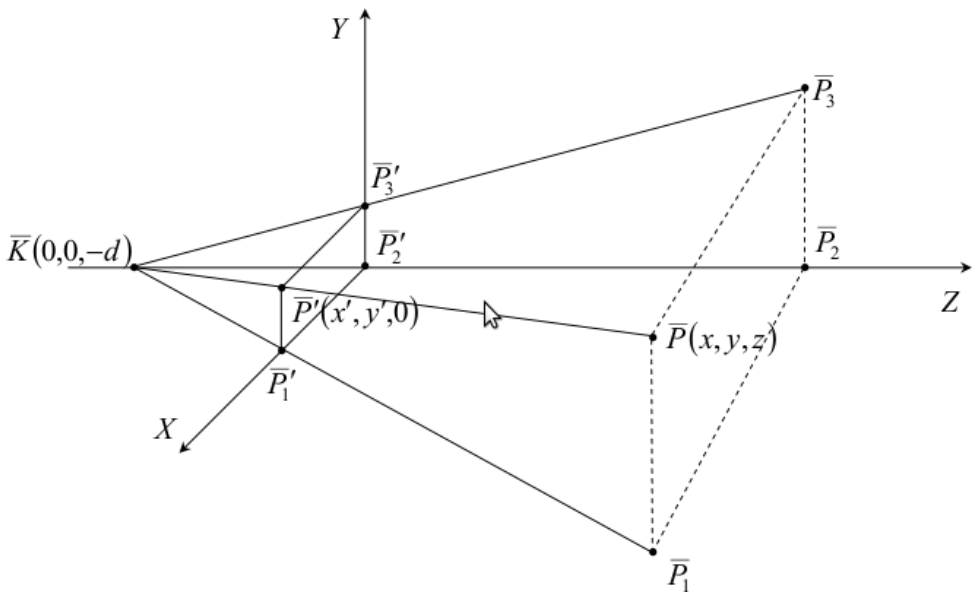
- **Αντίστροφοι μετασχηματισμοί**. Αν ο A είναι ένας μετασχηματισμός τότε ο A^{-1} είναι ο αντίστροφός του, δηλαδή $A*A^{-1} = I$ (ο μοναδιαίος πίνακας). Με άλλα λόγια ο A^{-1} αναιρεί την επίδραση που είχε ο A. Με το συμβολισμό A^T αναπαρίσταται ο ανάστροφος του A , δηλαδή ο πίνακας που έχει ως γραμμές τις στήλες του A και ως στήλες τις γραμμές του A. Στη συνέχεια δίνονται οι αντίστροφοι πίνακες μερικών εκ των μετασχηματιστών που περιγράφηκαν στην παρούσα υποενότητα:

$$T^{-1}(\vec{d}) = T(-\vec{d})$$
$$S^{-1}(s_x, s_y, s_z) = S(\frac{1}{s_x}, \frac{1}{s_y}, \frac{1}{s_z})$$
$$R^{-1}(\theta) = R(-\theta) = R^{\mathrm{T}}(\theta)$$

3.3.4 Προοπτική Προβολή

Το σχήμα 3.10 παρουσιάζει ένα παράδειγμα προοπτικής προβολής [11]. Το κέντρο προβολής βρίσκεται πάνω στον αρνητικό άξονα Z στο σημείο $\overline{K}$(0,0,-d) και το επίπεδο προβολής είναι το XY. Τότε το σημείο $\overline{P}$(x,y,z) προβάλλεται στο σημείο $\overline{P'}$(x′,y′,0) που είναι η τομή του ευθύγραμου τμήματος $\overline{P}$ $\overline{\mathrm{K}}$ με το επίπεδο XY. Από τα όμοια τρίγωνα $\overline{\mathrm{K}}$ $\overline{P'_1}$ $\overline{P'_2}$, $\overline{\mathrm{K}}$ $\overline{P_1}$ $\overline{P_2}$ και $\overline{\mathrm{K}}$ $\overline{P'_2}$ $\overline{P'_3}$, $\overline{\mathrm{K}}$ $\overline{P_2}$ $\overline{P_3}$ μπορούμε να υπολογίζουμε τις συντεταγμένες του σημείου προβολής:

$$x' = \frac{x * d}{d + z} \qquad y' = \frac{y * d}{d + z}$$



Σχήμα 3.10: Προοπτική προβολή [11]

Η προοπτική προβολή δεν μπορεί να παρασταθεί με τη μορφή πίνακα καθώς δεν απότελεί γραμμικό μετασχηματισμό, εξαιτίας της διαίρεσης με το z. Ωστόσο, μπορεί να εκφραστεί με τη χρήστη ομογενών συντεταγμένων, χρησιμοποιώντας τον επόμενο πίνακα:

$$P_{pers} = \begin{bmatrix} d & 0 & 0 & 0 \\ 0 & d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d \end{bmatrix}$$

Ο πίνακας μεταβάλλει τις συντεταγμένες ενός σημείου $\overline{P}$ ως εξής:

$$\begin{bmatrix} \mathrm{X} \\ \mathrm{Y} \\ \mathrm{Z} \\ W \end{bmatrix} = P_{pers} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x * d \\ y * d \\ 0 \\ z + d \end{bmatrix}$$

Στη συνέχεια διαιρώντας με την ομογενή συντεταγμένη παίρνουμε τις συντεταγμένες του $\overline{P'}$:

$$\overline{P'} = \begin{bmatrix} \mathrm{X} \\ \mathrm{Y} \\ \mathrm{Z} \\ W \end{bmatrix} /W = \begin{bmatrix} \frac{x * d}{z + d} \\ \frac{y * d}{z + d} \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Ιδιότητες προοπτικής προβολής :

- Οι ευθείες γραμμές προβάλλονται σε ευθείες.

- Παράλληλες ευθείες, που δεν είναι παράλληλες με το επίπεδο προβολής, προβάλλονται σε ευθείες που φαίνεται ότι τέμνονται σε ένα πολύ μακρινό σημείο ονομαζόμενο σημείο φυγής.
- Αποστάσεις και γωνίες δεν διατηρούνται.
- Η απόσταση του κέντρου από το επίπεδο προβολής ονομάζεται εστιακή απόσταση. Αυξάνοντας την εστιακή απόσταση μεγαλώνει το οπτικό πεδίο. Επομένως, περισσότερα σημεία προβάλλονται πάνω στον επίπεδο προβολής. Αντίθετα μειώνοντάς την,μικρότερο κομμάτι του κόσμου προβάλλεται πάνω στο επίπεδο προβολής.
- Κεντρική σμίκρυνση. Το μέγεθος των αντικειμένων μειώνεται κατά ένα παράγοντα που είναι ανάλογος της απόστασης του αντικειμένου από το κέντρο προβολής.

3.3.5 Σύνθεση Μετασχηματισμών

Συνήθως στη γραφική υπολογιστών πρέπει να εφαρμόσουμε μια ακολουθία μετασχηματισμών [10]. Παραδείγματος χάριν, θέλουμε να περιστρέψουμε κατά γωνία θ ένα αντικείμενο γύρω από άξονα παράλληλο στον άξονα X ,που απέχει από την αρχή των αξόνων κατά διάνυσμα $\vec{c}$. Ο προηγούμενος μετασχηματισμός μπορεί να εκφραστεί με τρεις διαδοχικούς απλούς μετασχηματισμούς:

1. Μετατόπιση του αντικειμένου κατά διάνυσμα $-\vec{c}$ ώστε ο άξονας περιστροφής να ταυτιστεί με τον άξονα X.
2. Περιστροφή γύρω από τον άξονα X κατά γωνία θ.
3. Μετατόπιση κατά διάνυσμα $\vec{c}$, ώστε ο άξονας περιστροφής να βρεθεί στην αρχική του θέση.

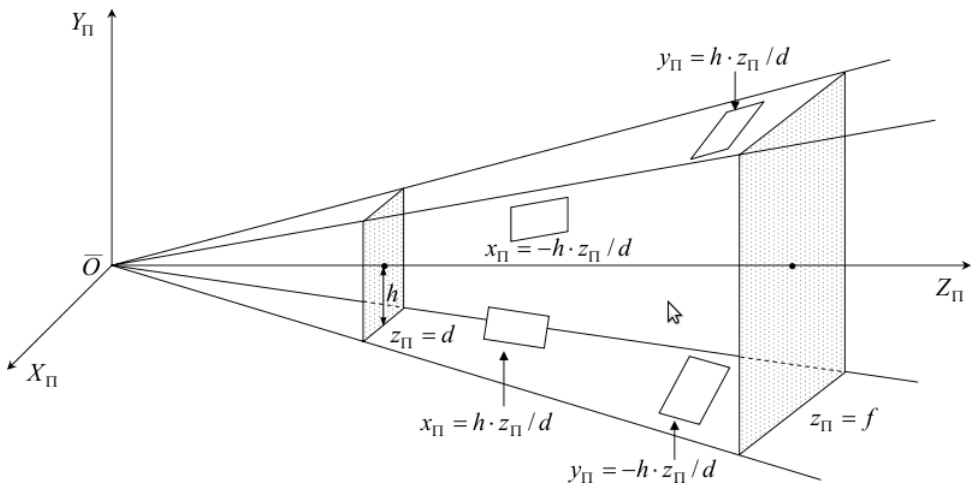
Μαθηματικά ο μετασχηματισμός υπολογίζεται από το γινόμενο:

$$S_{total} = T(\vec{c}) * R_X(\theta) * T(-\vec{c}).$$

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο πρώτος μετασχηματισμός βρίσκεται στην δεξιά άκρη του γινομένου ενώ ο τελευταίος στην αριστερή. Αλλαγή της σειράς στον πολλαπλασιασμό των πινάκων δίνει, συνήθως, διαφορετικά απότελέσματα.

Ιδιότητες:

1. $T(\vec{c_1}) * T(\vec{c_2}) = T(\vec{c_1} + \vec{c_2})$
2. $R(\theta_1) * R(\theta_2) = R(\theta_2) * R(\theta_1) = R(\theta_2 + \theta_1)$



Σχήμα 3.11: Μετασχηματισμός παρατήρησης I [12]

3.3.6 Μετασχηματισμός Παρατήρησης I

Ο μετασχηματισμός παρατήρησης I [12] προτάθηκε από τους Newman και Sproull. Στο σχήμα 3.11 φαίνονται οι παράμετροί του:

- Το σημείο παρατήρησης $\overline{O}$.
- Ένα αριστερόστροφο σύστημα συντεταγμένων .
- Το μέγεθος του παραθύρου προβολής 2h.
- Τις απόστάσεις του έμπροσθεν (d) και του όπισθεν (f) επιπέδου απόκοπής από το $\overline{O}$. Τα δύο επίπεδα απόκοπής είναι κάθετα στον άξονα Z_π.
- Τα όρια απόκοπής του αλγορίθμου που αντιστοιχούν στα 6 επίπεδα :

$$x_\pi = \pm h * \frac{z_\pi}{d} \qquad y_\pi = \pm h * \frac{z_\pi}{d} \qquad z_\pi = d \qquad z_\pi = f$$

  Ο πολλαπλασιασμός με το h εξασφαλίζει ότι τα αντίστοιχα επίπεδα απόκοπής εφάπτονται στα όρια της οθόνης. Οποιοδήποτε αντικείμενο (ή μέρος αντικειμένου) βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά των ορίων πρέπει να απόκόπτεται.

Ο ΜΠΙ προσομοιάζει τη λειτουργία μιας φωτογραφικής μηχανής, με τη διαφορά ότι στη φωτογραφική μηχανή το έμπροσθεν και το όπισθεν επίπεδο προβολής δεν υπάρχουν. Ο ΜΠΙ έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά/περιορισμούς:

- Το επίπεδο προβολής ταυτίζεται με το έμπροσθεν επίπεδο απόκοπής
- Το κέντρο προβολή είναι ταυτόσημο με το σημείο παρατήρησης.
- Χρησιμοποιεί προοπτική προβολή.
- Το παράθυρο παρατήρησης είναι τετράγωνο και συμμετρικό ως προν τον άξονα Z_π.

Η εφαρμογή του MPI έγκειται στην εφαρμογή των ακόλουθων βημάτων:

1. Μεταφορά του $\overline{O}$ στην αρχή του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων (ΠΠΣ).
2. Στροφές γύρω από τους άξονες X,Y και Z του ΠΠΣ ώστε αυτοί να ταυτιστούν με τους αντίστοιχους άξονες του συστήματος συντεταγμένων παρατηρητή (ΣΣΠ).
3. Αποκοπή.
4. Προοπτική προβολή.

3.3.6.1 Προβολή και απόκοπή στον ΜΠΠ

Κατά την προβολή στις δύο διαστάσεις δεν θέλουμε να χάσουμε την πληροφορία της τρίτης διάστασης για δύο λόγους:

1. Η απόκοπή εκτελείται εύκολα σαν ενδιάμεσο στάδιο της προβολής.
2. Η πληροφορία της τρίτης διάστασης χρησιμοποιείται από άλλες λειτουργίες που συνήθως ακολουθούν ενός μετασχηματισμού παρατήρησης.

Έτσι χρειαζόμαστε ένα μετασχηματισμό $P_{\text{ΜΠΠ}}$ που να μετατρέπει ένα σημείο του ΣΣΠ $[x_\pi, y_\pi, z_\pi, 1]^T$ σε σημείο του συστήματος συντεταγμένων οθόνης (ΣΣΟ) $[x_o, y_o, z_o, 1]^T$. Οι τιμές των x_o,y_o μπορούν εύκολα να υπολογιστούν με τη χρήση όμοιων τριγώνων και δίνονται από τους τύπους:

$$x_o = \frac{d * x_\pi}{h * z_\pi} \qquad -1 \leq x_o \leq 1$$

$$y_o = \frac{d * y_\pi}{h * z_\pi} \qquad -1 \leq y_o \leq 1$$

Η διαίρεση με το h κανονικοποιεί τις τιμές των x_o,y_o. Ο υπολογισμός του z_o πρέπει να πληρεί τις εξής προϋποθέσεις:

1. Ευθείες και επίπεδα του ΣΣΠ να απεικονίζονται σε ευθείες και επίπεδα του ΣΣΟ αντίστοιχα.
2. Οι τιμές του z_o να είναι κανονικοποιημένες.

Όπως έδειξαν οι Newman και Sproull , ένας μετασχηματισμός που πληρεί τα παραπάνω είναι ο:

$$z_o = A + \frac{B}{z_\pi}$$

Ο υπολογισμός των σταθερών A και B γίνεται χρησιμοποιώντας τους περιορισμούς:

1. Επιλέγουμε B < 0 , έτσι ώστε μεγαλύτερες τιμες του z_o να αντιστοιχούν σε μεγαλύτερη απόσταση από τον παρατηρητή.
2. Τιμές του $z_\pi \in [d,f]$ να απεικονίζονται σε τιμές του $z_o \in [0,1]$.

Έτσι παίρνουμε τις δύο εξισώσεις με δύο αγνώστους:

$$0 = \mathrm{A} + \frac{B}{d} \qquad 1 = \mathrm{A} + \frac{B}{f}$$

λύνοντάς κατάλήγουμε στον μετασχηματισμό του Z_π:

$$z_o = \frac{f(1 - d/z_\pi)}{f - d} \qquad 0 \leq y_o \leq 1$$

Οι προηγούμενοι μετασχηματισμοί μπορούν να εκφραστούν με την επόμενη μήτρα:

$$P_{\text{ΜΠΙ}} = \begin{bmatrix} \frac{d}{h} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{d}{h} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{f}{f-d} & -\frac{fd}{f-d} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Οπότε ο μετασχηματισμός από το ΠΣΣ στο ΣΣΠ γίνεται ως εξής:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ w' \end{bmatrix} = P_{\text{ΜΠΙ}} * \begin{bmatrix} x_\pi \\ y_\pi \\ z_\pi \\ w_\pi \end{bmatrix} \implies \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ w' \end{bmatrix} /w'$$

Η απόκοπή γίνεται μετά το στάδιο υπολογισμού των [x',y',z',1]^T και εκφράζεται με τις συνθήκες

$$-w' \leq x' \leq w'$$

$$-w' \leq y' \leq w'$$

$$0 \leq z' \leq w'$$

Κεφάλαιο 4

Ανάλυση Απαιτήσεων Συστήματος

Το παρόν κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην περιγραφή της αρχιτεκτονικής της εφαρμογής του Geocrowd Explorer. Αρχικά παρουσιάζει σε συντομία τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι υπομονάδες από τις οποίες δομείται η εφαρμογή και η λειτουργία κάθε μίας από αυτές. Τέλος παρατίθεται το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων στο οποίο βασίζεται η τοπική βάση δεδομένων.

4.1 Αρχιτεκτονική

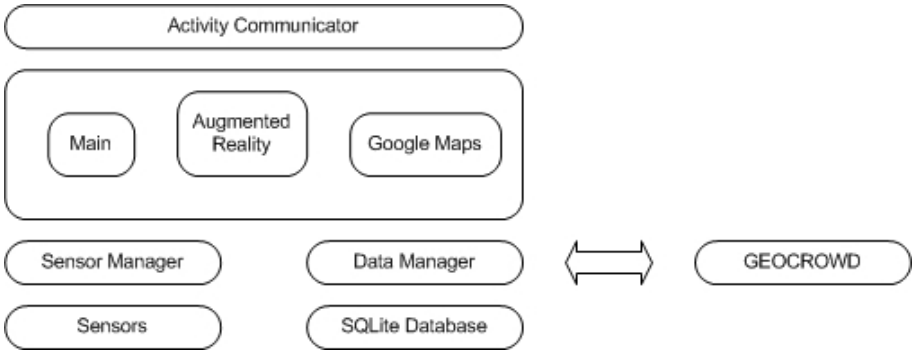
Ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές, που χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα Android, η οποία να μπορεί να παρουσιάζει στον χρήστη το γεω-ιστολογικό περιεχόμενο που είναι αποθηκευμένο στο γεω-ιστολόγιο Geocrowd. Η πληροφορία που είναι αποθηκευμένη στο Geocrowd [1] είναι ταξίδια μαζί με το υλικό που συνέλεξε ο δημιουργός τους κατά τη διάρκειά τους, δηλαδή σύντομα κείμενα , εικόνες ή videos. Η πληροφορία παρουσιάζεται στον χρήστη του Geocrowd Explorer με δύο τρόπους :

1. Υπερτιθέμενη πάνω σε χάρτες της Google , αξιοποιώντας την επέκταση Google Map APIs Add-On για το Android API.

2. Σε ζωντανό χρόνο με τη χρήση εκτεταμένης πραγματικότητας , εμπλουτίζοντας με ψηφιακά δεδομένα τον πραγματικό κόσμο όπως αυτός φαίνεται μέσα από την κάμερα της συσκευής.

Ο χρήστης όχι μόνο έχει τη δυνατότητα να επιλέγει ένα από τους δύο παραπάνω τρόπους παρουσίασης των δεδομένων, αλλά μπορεί απλά να μεταβαίνει από τον ένα τρόπο στον άλλον αλλάζοντας τον προσανατολισμό του κινητού του ανάμεσα σε οριζόντιο και κατακόρυφο. Ακόμα η εφαρμογή πρέπει να είναι ικανή να ανιχνεύει τη θέση και το προσανατολισμό του κινητού στο χώρο.

Το block διάγραμμα του σχήματος 4.1 δείχνει τα υποσυστήματα που απαρτίζουν την εφαρμογή και πως αυτά επικοινωνούν μεταξύ τους.



Σχήμα 4.1: block διάγραμμα υποσυστημάτων

- Η **Main** είναι το κεντρικό υποσύστημα του Geocrowd Explorer. Εμφανίζεται όταν ξεκινάει η εφαρμογή. Επιτρέπει στον χρήστης να ρυθμίζει τις παραμέτρους του συστήματος και τα έχει πρόσβαση στα ταξίδια του Geocrowd.
- Η **Augmented Reality** αναλαμβάνει την παρουσίαση των ταξιδιών με χρήση εκτεταμένης πραγματικότητας.
- Η **Google Maps** είναι υπεύθυνη για την απεικόνιση των ταξιδιών πάνω στους χάρτες της Google Maps.
- Ο **Data Manager** είναι επιφορτισμένος με τη διαχείριση των δεδομένων και την επικοινωνία με το GEOCROWD και με την τοπική βάση δεδομένων.
- Ο **Sensor Manager** είναι ο σύνδεσμος ανάμεσα στους αισθητήρες της συσκευής (GPS , πυξίδα) και στις υπόλοιπες υπομονάδες της εφαρμογής.
- Ο **Activity Communicator** καθιστά δυνατή την επικοινωνία μεταξύ των Main Activity, Augmented Rality Activity και Google Maps Activity.

Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει μόνο με τα υποσυστήματα Main, Augmented Reality και Google Maps μέσω του γραφικού περιβάλλοντος που διαθέτουν. Η επικοινωνία των τριών προηγούμενων υποσυστημάτων με τα Data Manager , Sensor Manager και Activity Commmunicator γίνεται χρησιμοποιώντας το σχεδιαστικό μοτίβο Observer (ή Listener).

4.2 Περιγραφή Λειτουργιών

4.2.1 Main

Η Main Activity είναι το πρώτο υποσύστημα με το οποίο έρχεται σε επαφή ο χρήστης όταν ανοίγει την εφαρμογή Geocrowd Explorer. Οι ενέργειες που μπορεί να κάνει μέσω αυτού χωρίζονται σε τρεις ομάδες:

1. Στη **ρύθμιση των παραμέτρων** του συστήματος.

   Ο χρήστης μπορεί *α)* να επιλέξει το Geocrowd να στέλνει μόνο τα ταξίδια που έχει δημιουργήσει ο ίδιος ο χρήστης ή όλα όσα είναι διαθέσιμα, *β)* να ενεργοποιήσει τη δυνατότητα μετάβασης από Google Maps σε εκτεταμένη πραγματικότητα και αντίστροφα απλά αλλάζοντας τον προσανατολισμό του κινητού του ανάμεσα σε οριζόντια και κατακόρυφη θέση. Διαφορετικά το κινητό θα παραμένει "κλειδωμένο" στον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης αρχικά επέλεξε για να δει το ταξίδι.

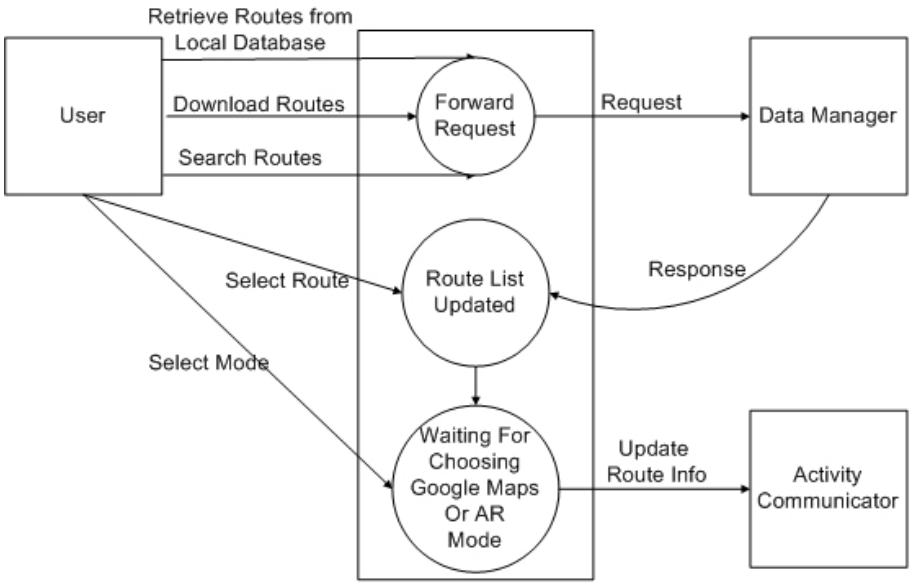
2. **Στην εύρεση ταξιδιών**.

   Οι επιλογές του χρήστη είναι *α)* να κατεβάσει όσα ταξίδια είναι διαθέσιμα στο Geocrowd σύμφωνα πάντα με τις ρυθμίσεις που έχει κάνει, *β)* να ψάξει για ταξίδια που βρίσκονται κοντά του, δηλαδή βρίσκονται μέσα σε ένα κύκλο αναζήτησης με κέντρο τη θέση του χρήστη και ακτίνα που προσδιορίζεται από αυτόν, *γ)* να δει τα ταξίδια που είναι ήδη αποθηκευμένα στην τοπική βάση. Η ανάκτηση των δεδομένων γίνεται με τη μορφή ερωτημάτων προς το υποσύστημα Data Manager.

3. **Η προβολή κάποιου ταξιδιού**.

   Αφού ο χρήστης επιλέξει την πηγή από την οποία προέρχονται τα ταξίδια , τότε αυτά εμφανίζονται σε μορφή λίστας. Επιλέγοντας ένα από αυτά ο χρήστης μπορεί να διαλέξει ανάμεσα σε Google Maps και εκτεταμένη πραγματικότητα για να το δει. Στη συνέχεια ενημερώνεται ο Data Communicator για την επιλογή του χρήστη και η Main Activity μεταβαίνει στο παρασκήνιο.

Το σχήμα 4.2 δείχνει το διάγραμμα ροής δεδομένων του παρόντος υποσυστήματος.



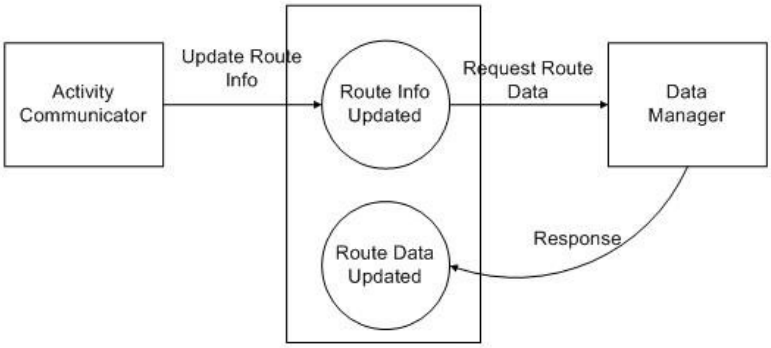
Σχήμα 4.2: Διάγραμμα ροής Main Activity

4.2.2 Augmented Reality

Το υποσύστημα Augmented Reality αναλαμβάνει το κομμάτι εκτεταμένης πραγματικότητας της εφαρμογής ,εμπλουτίζοντας τον πραγματικό κόσμο ,όπως αυτός φαίνεται μέσα από κάμερα συσκευής, με ψηφιακά δεδομένα, δηλαδή κείμενο, εικόνες και videos.

Η μετάβαση στο προσκήνιο του υποσύστηματος Augmented Reality έχει ως αποτέλεσμα στην οθόνη του κινητού να εμφανίζεται ότι "βλέπει" η κάμερα της συσκευής. Όταν ένα σημείο ενδιαφέροντος βρεθεί μέσα στο οπτικό πεδίο της κάμερας τότε αυτό εντοπίζεται από το υποσύστημα και τα περιεχόμενά του εμφανίζονται στην οθόνη. Οι εικόνες, το κείμενο και τα videos παρουσιάζονται στην οθόνη ως μια λίστα αντικειμένων μέσα σε κουτάκια με τα οποία ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει, πατώντας απλά πάνω τους. Μετά το πάτημα αν τα δεδομένα είναι κείμενο ή εικόνα τότε αυτά μεγεθύνονται για να γίνουν ευδιάκριτα από τον χρήστη, ενώ αν είναι κάποιο video τότε εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο ξεκινάει η αναπαραγωγή του.

Το παρών υποσύστημα επικοινωνεί με τον Activity Communicator για να "μάθει" τα στοιχεία του ταξιδιού που επέλεξε να δει ο χρήστης. Αν χρειάζεται, τότε απευθύνεται στον Data Manager με σκοπό να ανακτήσει τα περιεχόμενα της διαδρομής. Το σχήμα 4.3 δείχνει το διάγραμμα ροής δεδομένων του παρόντος υποσυστήματος.



Σχήμα 4.3: Διάγραμμα ροής Augmented Reality Activity

4.2.3 Google Maps

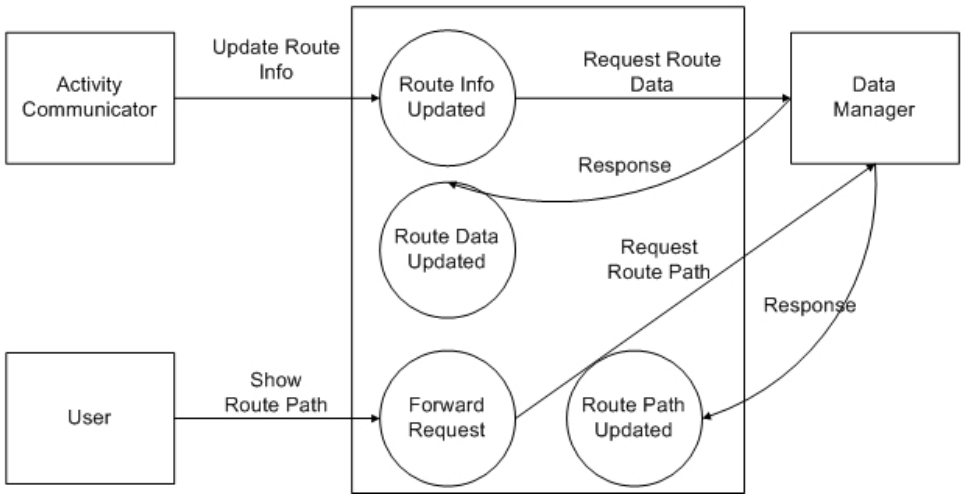
Το σύστημα Google Maps είναι υπεύθυνο για τη παρουσίαση ενός ταξιδιού πάνω σ' ένα χάρτη. Το προγραμματιστικό περιβάλλον του Android SDK διαθέτει την επέκταση Google Map APIs Add-On, η οποία μας επιτρέπει να ενσωματώσουμε τους χάρτες της Google Maps στην εφαρμογή μας . Η παρουσίαση ενός ταξιδιού ακολουθεί παρόμοια νοοτροπία με αυτή του υποσυστήματος Augmented Reality. Συγκεκριμένα τα σημεία ενδιαφέροντος εμφανίζονται στον χάρτη σαν πινέζες με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει πατώντας πάνω τους. Μετά το πάτημα εμφανίζονται στην οθόνη τα περιεχόμενα του σημείου ενδιαφέροντος ως μια λίστα που περιέχει κείμενο και εικόνες. Με την επιλογή ενός στοιχείου της λίστα, αν αυτό είναι κεί-

μενο ή εικόνα τότε μεγεθύνεται για να γίνει ευδιάκριτο από τον χρήστη, ενώ αν είναι video τότε εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο ξεκινάει η αναπαραγωγή του.

Το παρών υποσύστημα προσφέρει τρεις ακόμα υπηρεσίες:

1. Ο χρήστης μπορεί να δει τη διαδρομή την οποία πρέπει να ακολουθήσει για να επισκεφτεί όλα τα σημεία ενδιαφέροντος του ταξιδιού. Αυτή απεικονίζεται σαν γραμμή πάνω στον χάρτη.
2. Έχει τη δυνατότητα ,κάθε στιγμή, να παρακολουθεί το γεωγραφικό του στίγμα του στον χάρτη.
3. Μπορεί να απολαύσει σαν ταινία τα περιεχόμενα του ταξιδιού του χωρίς να χρειάζεται να ψάχνει τα σημεία ενδιαφέροντος στον χάρτη και να τα επιλέγει για να δει τα περιεχόμενά τους.

Το παρών υποσύστημα επικοινωνεί με τον Activity Communicator για να "μάθει" τα στοιχεία του ταξιδιού που επέλεξε να δει ο χρήστης. Αν κρίνεται απαραίτητο τότε απευθύνεται στον Data Manager για να ανακτήσει στα δεδομένα της διαδρομής. Το σχήμα 4.4 δείχνει το διάγραμμα ροής δεδομένων του παρόντος υποσυστήματος.



Σχήμα 4.4: Διάγραμμα ροής Google Maps Activity

4.2.4 Data Manager

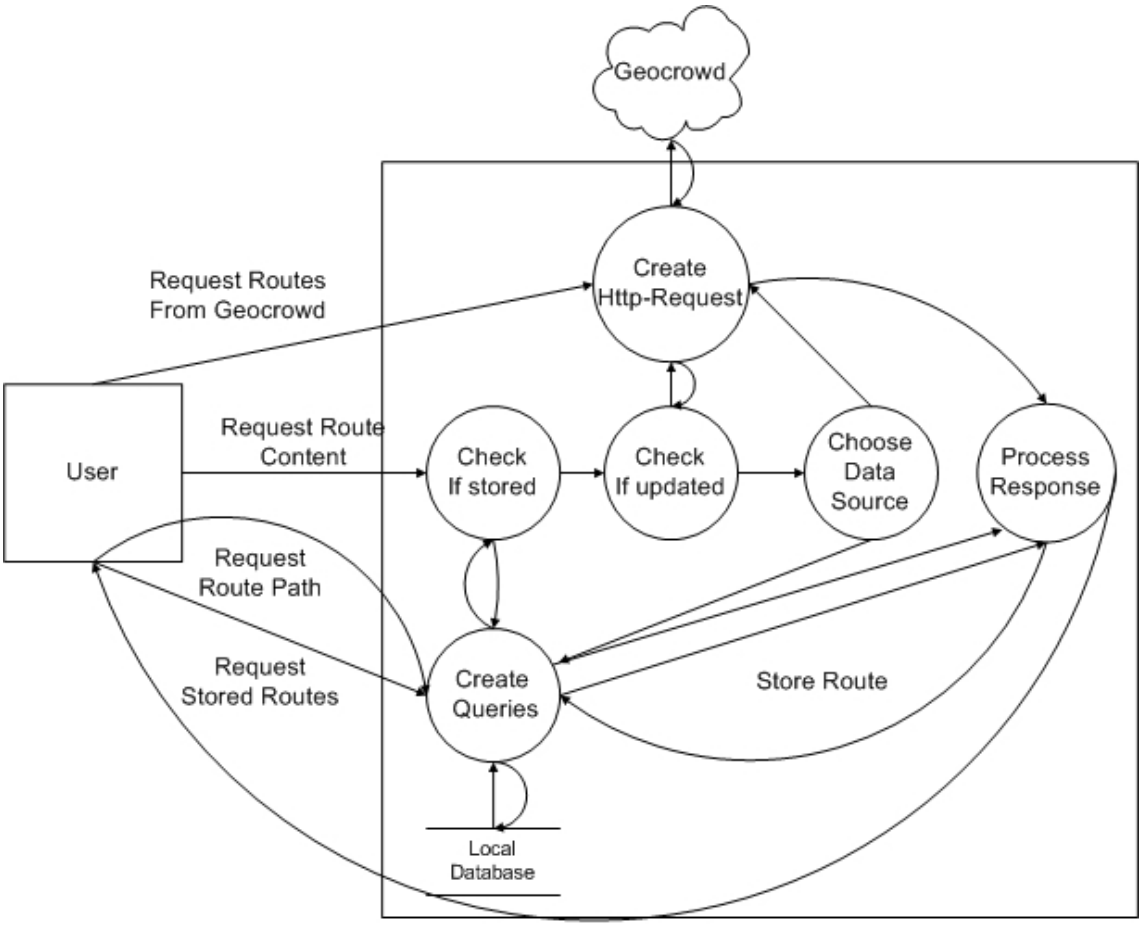
Ο Data Manager είναι η καρδιά της εφαρμογής. Είναι επιφορτισμένος με τη διαχείριση των δεδομένων της εφαρμογής. Οποιοδήποτε άλλο υποσύστημα θέλει να μάθει τα στοιχεία ή τα περιεχόμενα ενός ταξιδιού πρέπει να απευθυνθεί σ' αυτό. Σε τίτλους τα καθήκοντά του είναι :

1. Η επικοινωνία με το Geocrowd [1] και η επεξεργασία των απαντήσεών του.

2. Η επικοινωνία με της τοπική βάση δεδομένων και η διαχείριση της, δηλαδή η δημιουργία της, αν δεν υπάρχει, η προσθήκη, η διαγραφή και η ενημέρωση των εγγραφών της.

3. Η αποθήκευση, διαγραφή και ενημέρωση αρχείων από τη μνήμη του κινητού.

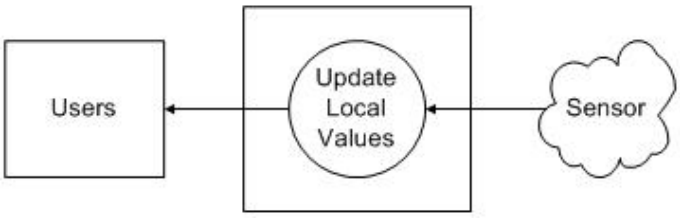
Ο Data Manager παρέχει δύο βασικούς τρόπους για την εύρεση ταξιδιών: είτε επικοινωνώντας με το Geocrowd, είτε ανασύροντας όσα είναι αποθηκευμένα στην τοπική βάση δεδομένων. Επιπλέον δίνει τη δυνατότητα ανάκτησης των περιεχομένων ενός ταξιδιού. Όταν ο Data Manager κατεβάσει τα περιεχόμενα ενός ταξιδιού (κείμενο και εικόνες) από το Geocrowd τα αποθηκεύει στο κινητό, είτε μέσα σε μια τοπική βάση δεδομένων είτε ως αρχεία στη μνήμη της συσκευής. Επομένως σε επόμενο αίτημα για το ίδιο ταξίδι δε χρειάζεται να απευθυνθεί στο Geocrowd για να βρει τα περιεχόμενά του. Το σχήμα 4.5 δείχνει το διάγραμμα ροής δεδομένων του παρόντος υποσυστήματος. Ο όρος Χρήστης (User) αντιπροσωπεύει τα υπόλοιπα υποσυστήματα που επικοινωνούν με τον Data Manager. Ο χρήστης-άνθρωπος δεν αλληλεπιδρά άμεσα μαζί του.



Σχήμα 4.5: Διάγραμμα ροής Data Manager

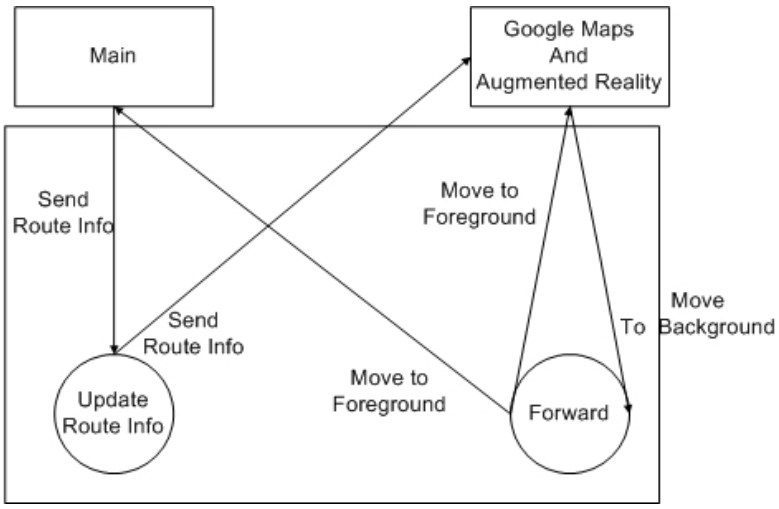
4.2.5 Sensor Manager

Ο Ρόλος του Sensor Manager είναι η διαχείριση των αισθητήρων. Συγκεκριμένα φροντίζει τα είναι ενήμερος κάθε στιγμή για τη γεωγραφική θέση και τον προσανατολισμό του κινητού. Το σχήμα 4.6 δείχνει το διάγραμμα ροής δεδομένων του παρόντος υποσυστήματος. Κάθε φορά που ο Sensor Manager λαμβάνει τις νέες μετρήσεις των αισθητήρων, τις επεξεργάζεται και στη συνέχεια τις προωθεί στα υποσυστήματα (Users) που τις χρειάζονται. Η επεξεργασία των μετρήσεων περιλαμβάνει την ενημέρωση των τοπικών του μεταβλητών του υποσυστήματος, την εξομάλυνση των μετρήσεων με τον υπολογισμό μέσο όρων και τον υπολογισμό νέων μεγεθών που είναι απαραίτητα για την κάλυψη των αναγκών της εφαρμογής.



Σχήμα 4.6: Διάγραμμα ροής Sensor Manager

4.2.6 Activity Communicator



Σχήμα 4.7: Διάγραμμα ροής Activity Communicator

Στο σχήμα 4.7 φαίνεται το διάγραμμα ροής δεδομένων του παρόντος υποσυστήματος. Ο Activity Communicator είναι υπεύθυνος για το συντονισμό και την επικοινωνία των υποσυστημάτων : Main, Augmented Reality και Google Maps. Συγκεκριμένα τα καθήκοντά του είναι:

1. Να "θυμάται" ποιο ταξίδι έχει επιλέξει ο χρήστης να δει.

2. Να ρυθμίζει ποιο υποσύστημα θα βρίσκεται στο προσκήνιο και θα αλληλεπιδρά με τον χρήστη σύμφωνα με τα αιτήματα που λαμβάνει.

4.3 Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων

Ο ρόλος της τοπικής βάσης δεδομένων είναι η αποθήκευση των περιεχομένων ταξιδιών , που έχει ήδη επιλέξει ο χρήστης να δει. Χρησιμοποιώντας την αποφεύγουμε το κόστος της επικοινωνίας με το Geocrowd και της επεξεργασίας των απαντήσεων που λαμβάνουμε απ' αυτόν. Στη συνέχεια ακολουθεί η σύντομη περιγραφή των οντοτήτων της βάσης , των μεταξύ τους σχέσεων και το διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων.

4.3.1 Οντότητες

Κάθε μία από τις παρακάτω οντότητες διαθέτει ένα κλειδί (**ID**) που έιναι ένας ακέραιος.

Route : Αντιπροσωπεύει ένα ταξίδι. Ένα ταξίδι αποτελείται από το αναγνωριστικό του χρήστη (**User_ID**) που το δημιούργησε, τον τίτλο του (**Title**) και την ημερομηνία της τελευταίας ενημέρωσής του (**Update_Date**).

Position : Είναι η γεωγραφική θέση ενός σημείου ενδιαφέροντος, δηλαδή το γεωγραφικό μήκος (**Longitude**) και το γεωγραφικό πλάτος του (**Latitude**). Ταυτόχρονα αντιπροσωπεύει το ίδιο το σημείο ενδιαφέροντος. Κάποιος θα μπορούσε να ισχυριστεί ότι δύο ή περισσότερα σημεία ενδιαφέροντος μπορεί να έχουν την ίδια γεωγραφική θέση. Στην πράξη όμως, αυτό είναι δύσκολο να συμβεί.

Text : Είναι ένα σύντομο κείμενο για το οποίο μας ενδιαφέρει μόνο το περιεχόμενό του (**Content**).

Image : Οι εικόνες δεν αποθηκεύονται στη βάση αλλά σε φακέλους στη μνήμη του κινητού. Στη βάση κρατάμε μόνο τη διεύθυνση (**Image_Path**) στην οποία μπορούμε να τη βρούμε.

Video : Η αποθήκευση των videos στη μνήμη του κινητού ακόμα και αυτών που έχουν μέγεθος της τάξης των 5 MByte είναι μια χρονοβόρα διαδικασία. Επομένως αποφασίσαμε ο χρήστης να βλέπει τα video μέσω streaming. Για κάθε video κρατάμε τοπικά μόνο το πρώτο frame του ως εικόνα (**Image_Path**), ώστε ο χρήστης να παίρνει μια ιδέα για το τι πρόκειται να δει, και τη διεύθυνση (**Video_URL**) μέσω της οποίας μπορεί να πραγματοποιηθεί το streaming.

Component : Κάθε ταξίδι διαθέτει μια διαδρομή την οποία μπορεί να ακολουθήσει ο χρήστης ώστε να επισκεφτεί όλα τα σημεία ενδιαφέροντος του ταξιδιού. Μια ομάδα από components συνθέτουν αυτή τη διαδρομή. Κάθε Component είναι αυτόνομο από τα υπόλοιπα και συνίσταται σ' ένα σύνολο από σημεία (**Points**) από τα οποία πέρασε ο δημιουργός του ταξιδιού. Κάθε σημείο

είναι μια γεωγραφική θέση δηλαδή ένας ζευγάρι της μορφής (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος).

4.3.2 Σχέσεις

Composed of : Συνδέει τις οντότητες **Route** και **Component**. Ένα ταξίδι μπορεί να διαθέτει ένα ή περισσότερα components ή και κανένα. Κανένα component σημαίνει ότι ο δημιουργός του δεν έχει καταγράψει τη διαδρομή του.

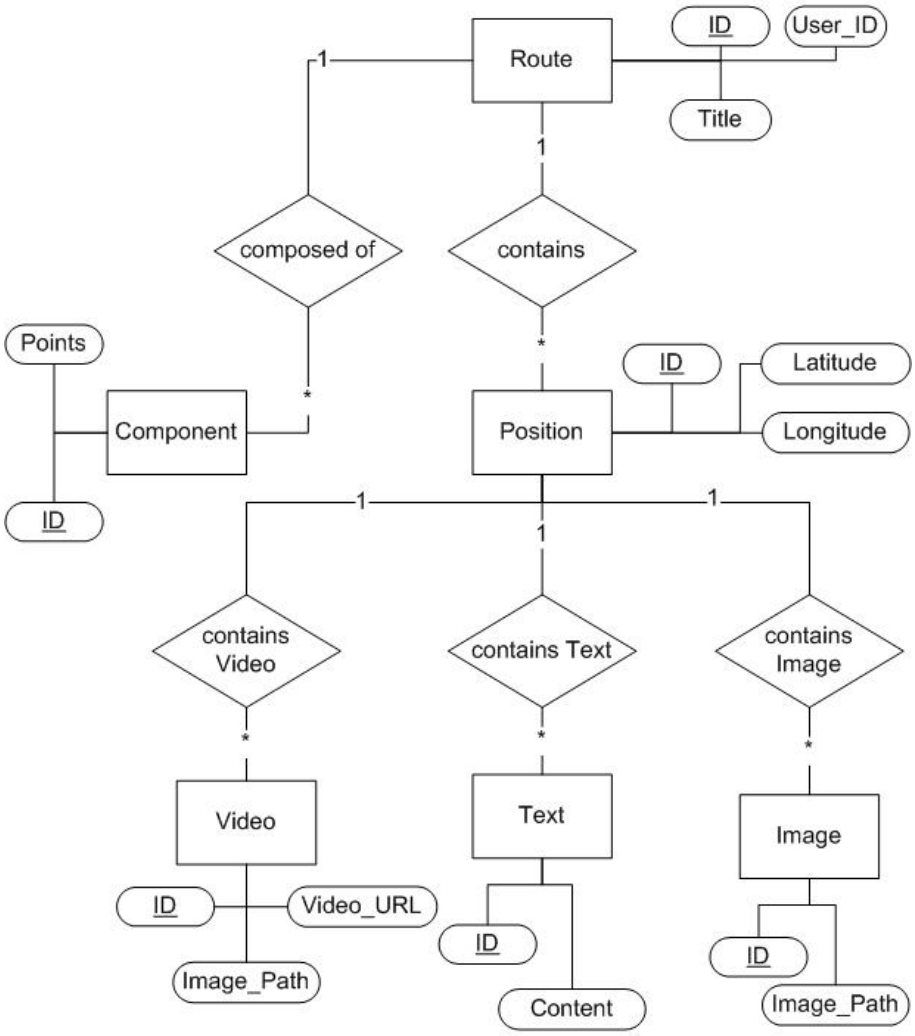
Contains : Συνδέει τις οντότητες **Route** και **Postion**. Ένα ταξίδι μπορεί να περιέχει ένα ή περισσότερα σημεία ενδιαφέροντος ή και κανένα. Αν και η απουσία σημείων ενδιαφέροντος καθιστά ένα ταξίδι τετριμμένο, λαμβάνουμε υπόψην την περίπτωση που ο χρήστης απλά θέλει να μοιραστεί ένα ταξίδι παρουσιάζοντας τη διαδρομή που ακολούθησε , χωρίς να έχει καταγράψει κάποιο κείμενο ή άλλο οπτικοακουστικό υλικό.

Contains video : Συνδέει τις οντότητες **Position** και **Video**. Ένα σημείο ενδιαφέροντος μπορεί να περιέχει κανένα, ένα ή περισσότερα video.

Contains Text : Συνδέει τις οντότητες **Position** και **Text**. Ένα σημείο ενδιαφέροντος μπορεί να περιέχει κανένα, ένα ή περισσότερα κείμενα.

Contains Image : Συνδέει τις οντότητες **Position** και **Image**. Ένα σημείο ενδιαφέροντος μπορεί να περιέχει καμία , μία ή περισσότερες εικόνες.

4.3.3 Διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων



Σχήμα 4.8: Διάγραμμα ροής Activity Communicator

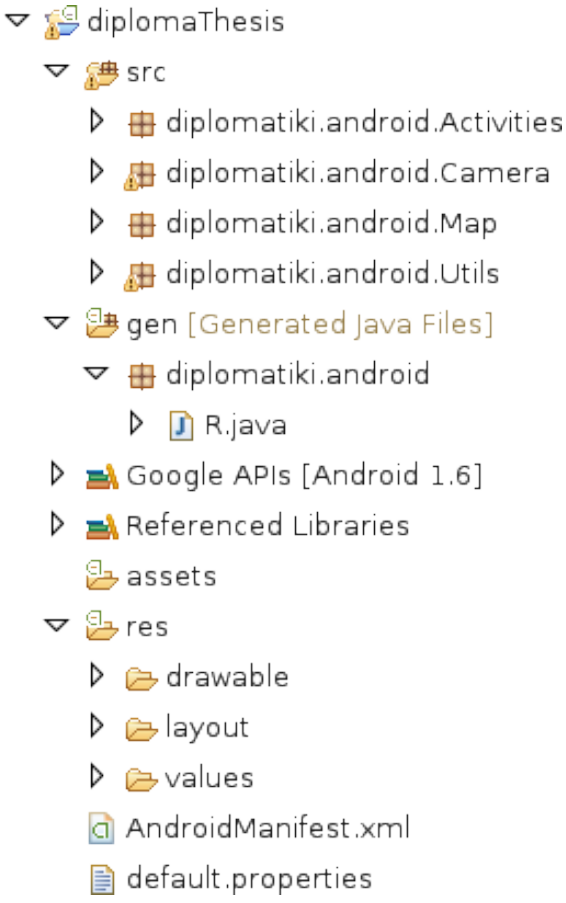
Κεφάλαιο 5

Σχεδίαση Συστήματος

Το παρόν κεφάλαιο περιγράφει την οργάνωση του κώδικα του Geocrowd Explorer καθώς και το σχήμα της τοπικής βάσης που προέκυψε από το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

5.1 Αρχιτεκτονική

Ο κώδικας κάθε εφαρμογής για την πλατφόρμα Android οργανώνεται ακολουθώντας συγκεκριμένη ιεραρχία (σχήμα 5.1) αποτελείται από τους παρακάτω φακέλους και αρχεία:



Σχήμα 5.1: Όργανωση κώδικα

- **src** : Περιέχει την κεντρική Activity (ο ρόλος της εξηγείται σε επόμενη υποενότητα) καθώς και τις υπόλοιπες κλάσεις από τις οποίες δομείται η εφαρμογή

- **GoogleAPIs**[**Android1.6**] : Περιλαμβάνει τις βιβλιοθήκες της έκδοσης του Android για το οποίο προορίζεται η εφαρμογή. Στο παρόν παράδειγμα η εφαρμογή προορίζεται το λειτουργικό Android 1.6 που χρησιμοποιεί την επέκταση Google APIs.

- **Reference Libraries** : Περιέχει άλλες βιβλιοθήκες που έχει προσθέσει ο προγραμματιστής.

- **res** : Εδώ αποθηκεύονται διάφοροι πόροι (resources) που μπορεί να έχει ανάγκη η εφαρμογή , όπως εικόνες
- **drawable** : Περιέχει εικόνες και εικονίδια
- **layout** : Περιέχει Xml αρχεία με τα οποία ο προγραμματιστής μπορεί να περιγράψει τη διαρύθμιση γραφικών περιβάλλοντων.
- **values** : Περιέχει άλλους πόρους οργανωμένους σε Xml αρχεία , όπως Strings.
- **gen** : Περιέχει java αρχεία ,όπως το R.java, τα οποία δημιουργούνται από τα προγραμματισικά εργαλεία. Το R.java περιέχει ένα ευρετήριο των πόρων που είναι αποθηκευμένοι στο φάκελο res .
- **AndroidManifest.xml** : Περιέχει πληροφορίες που πρέπει να ξέρει το λειτουργικό σύστημα για την εφαρμογή πριν ξεκινήσει να τρέχει τον κώδικά της.

Οι επόμενες ενότητες περιγράφουν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια την οργάνωση του κώδικα του Geocrowd Explorer.

5.2 Περιγραφή Κλάσεων

Αυτή η ενότητα περιγράφει τις κλάσεις του Geocrowd Explorer. Εκτός από τις νέες κλάσεις παρουσιάζει μερικές βασικές κλάσεις του Android API και του Google APIs Add-on , ώστε να γίνει κατανοητή η υλοποίηση των υποσυστημάτων της εφαρμογής.

5.2.1 Βασικές Κλάσεις του Android API

5.2.1.1 Activity

Μια Activity [32] ως ιδέα αντιπροσωπεύει την απλούστερη δραστηριότητα την οποία μπορεί να κάνει ένας χρήστης. Αποτελεί τη βάση για κάθε εφαρμογή. Από την πλευρά του ο προγραμματιστής έχει στα χέρια του μια οντότητα με την οποία μπορεί εύκολα να καθορίζει το γραφικό περιβάλλον και να διαχειρίζεται τον κύκλο ζωής της εφαρμογής του.

Το λειτουργικό σύστημα διαχειρίζεται τις activities με μια στοίβα. Στην κορυφή της στοίβας τοποθετείται η activity η οποία βρίσκεται στο προσκήνιο και με την οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης. Κατά τη διάρκεια της ζωής της μια activity περνάει από τρεις καταστάσεις με κριτήριο αν είναι πλήρως , μερικώς ή καθόλου ορατή από τον χρήστη:

- Έναν μια activity βρίσκεται στο προσκήνιο, δηλαδή είναι πλήρως ορατή από τον χρήστη, τότε χαρακτηρίζεται ως ενεργή (active).
- Αν είναι στο παρασκήνιο αλλά παραμένει μερικώς ορατή , τότε βρίσκεται σε κατάστασης αναμονής (paused). Αυτό μπορεί να συμβεί όταν η ενεργή activity είναι ημιδιαφανής ή δεν καλύπτει πλήρως την οθόνη.

- Όταν μια activity έχει πλήρως επικαλυφθεί από κάποια άλλη τότε λέμε ότι είναι σταματημένη (stopped) . Στην κατάσταση αυτή ο χρήστης δε μπορεί να αλληλεπιδράσει μαζί της.

Και στις τρεις καταστάσεις μια activity είναι ζωντανή δηλαδή διατηρεί τις μεταβλητές και μπορεί κάνει ενέργειες όπως να πραγματοποιεί υπολογισμούς , να χρησιμοποιεί το διαδίκτυο και να επικοινωνεί με τους αισθητήρες. Σε περίπτωση που το λειτουργίκο σύστημα χρειάζεται μνήμη αρχίζει να τερματίζει activities ξεκινώντας από τις σταματημένες και συνεχίζοντας με αυτές που βρίσκονται σε αναμονής.

Το σχήμα 5.2 δείχνει τον κύκλο ζωής μιας Activity στον οποίο μπορούμε να διακρίνουμε τρεις βασικούς υποκύκλους:

- Μια Activity ξεκινάει με την κλήση της **onCreate**() και τελειώνει την κλήση της **onDestroy**(). Στα πλαίσια της onCreate() πρέπει να γίνονται όλες οι βασικές αρχικοποιήσεις ενώ η onDestroy() πρέπει να ελευθερώνει όλους τους πόρους που έχει δεσμεύσει η Activity.

- Μια Activity είναι ορατή και μπορεί να αλληλεπιδράσει μ' αυτή ο χρήστης ανάμεσα στις κλήσεις των μεθόδων **onStart**() και **onStop**(). Μόνο κατά τη διάρκεια αυτού του υποκύκλου είναι απαραίτητη η δέσμευση πόρων που πρέπει να είναι ορατοί στον χρήστη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου πόρου είναι η εικόνα από την κάμερα της συσκευής.

- Μια Activity βρίσκεται στο προσκήνιο, δηλαδή μπροστά από τις υπόλοιπες activities, ανάμεσα στις κλήσεις των μεθόδων **onResume**() και **onPause**().

5.2.1.2 Dialog

Όπως δηλώνει το όνομα της (διάλογος), η συγκεκριμένη κλάση [33] επιτρέπει την επικοινωνία με τον χρήστη μέσω σύντομων μηνυμάτων που συνήθως ζητούν από το χρήστη κάποια απλή και σύντομη ενέργεια. Κλασικά παραδείγματα είναι τα παρακάτω:

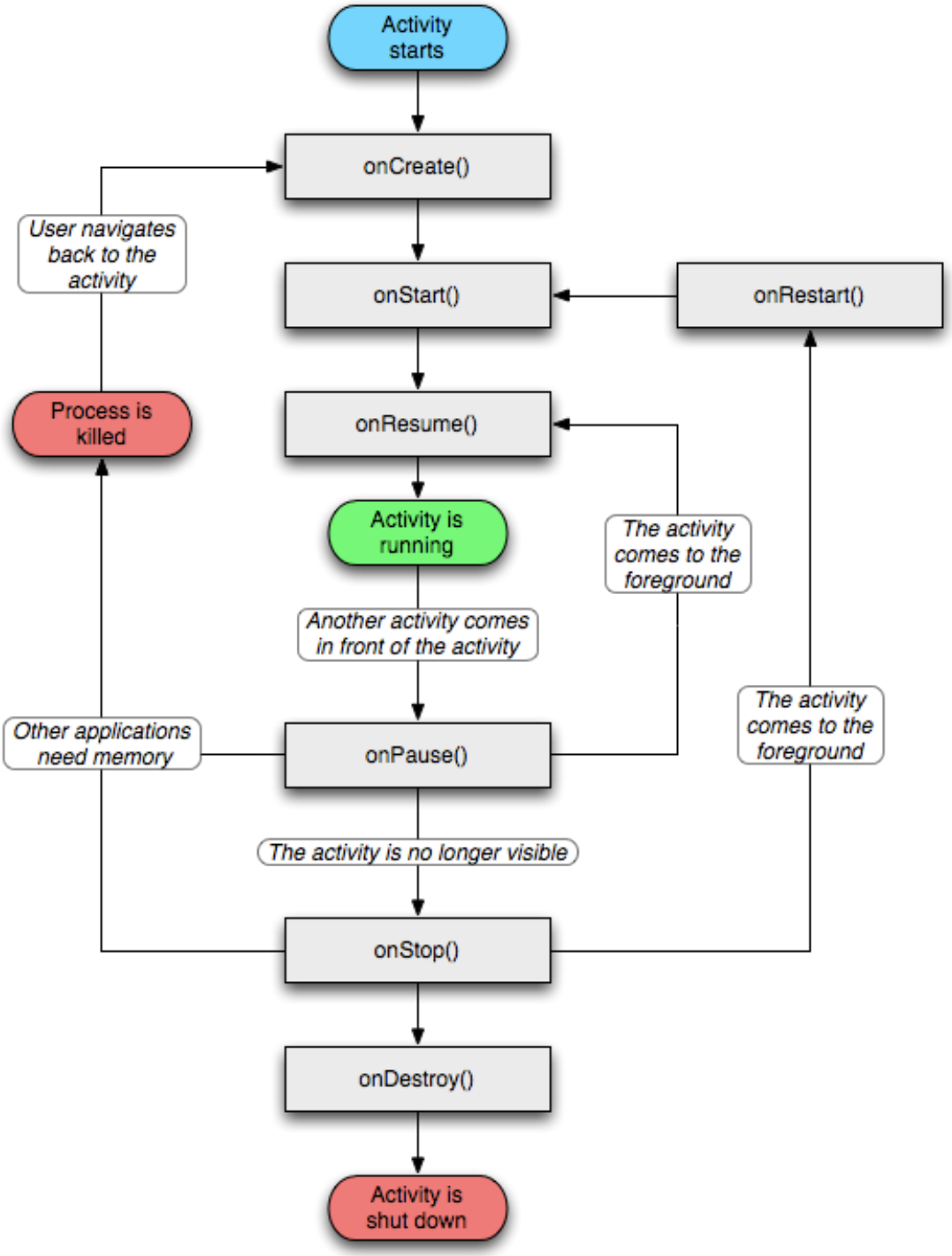
- Η εφαρμογή ζητά το όνομα χρήστη και τον κωδικό.

- Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει ανάμεσα σε δύο επιλογές (π.χ. βουνό ή θάλασσα) ή να απαντήσει αρνητικά ή καταφατικά σε κάποια ερώτηση.

Οι μέθοδοι της κλάσης διευκολύνουν τη δημιουργία και στο σχεδιασμό των μηνυμάτων (όπως είναι η προσθήκη κουμπιών).

5.2.1.3 View

Η κλάση View [34] αντιπροσωπεύει τη βασική δομική μονάδα για την κατασκευή οντοτήτων που συμμετέχουν στην δημιουργία γραφικών περιβάλλοντων , όπως κουμπιά , μενού και μπάρες. Κάθε στιγμιότυπο της κλάσης μπορεί να ζωγραφίζει τον εαυτό του στην οθόνη της συσκευής και να εξυπηρετεί γεγονότα που το αφορούν.



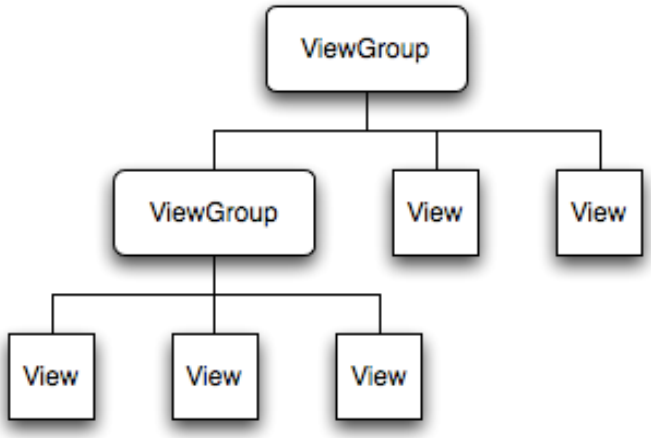
Σχήμα 5.2: Κύκλος Ζωής μιας Activity.

Οι οβάλ κόμβοι δηλώνουν τις καταστάσεις ενώ οι τετράγωνοι δείχνουν τις μεθόδους που καλούνται καθώς μια Activity μεταβαίνει από κατάσταση σε κατάσταση.

5.2.1.4 ViewGroup

Η κλάση ViewGroup, [35], [36] όπως δηλώνει το όνομά της, είναι μια υποκλάση της View, που αντιπροσωπεύει ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορούν να υπάρχουν αντικείμενα τύπου View. Παιδιά της είναι κλάσεις όπως η LinearLayout και η RelativeLayout που καθορίζουν την διαρρύθμιση των αντικειμένων μέσα στο πλαίσιο. Παραδείγματος χάριν, η LinearLayout οργανώνει τα περιεχόμενά της σε μορφή λίστας , ενώ στη RelativeLayout ο προγραμματιστής ορίζει τη θέση ενός αντικειμένου σε σχέση με τη θέση κάποιου άλλου.

Τα περιεχόμενα ενός ViewGroup οργανώνονται σε μορφή δένδρου (σχήμα 5.3) , με τους κόμβους να είναι αντικείμενα της κλάσης ViewGroup και τα παιδιά να ανήκουν στην κλάση View. Η δόμηση του δένδρου , δηλαδή η δημιουργία ενός γραφικού περιβάλλοντος , από τον προγραμματιστή μπορεί να γίνει είτε με χρήση κώδικα είτε περιγράφοντας το σ' ένα Xml αρχείο.



Σχήμα 5.3: Όργανωση ενός ViewGroup

Κάθε κλάσης που επεκτείνει την κλάση ViewGroup διαθέτει μια ιδιωτική κλάση με όνομα LayoutParams που ορίζει τη θέση ενός αντικείμενο μέσα στο ViewGroup.

5.2.1.5 GeoPoint

Η κλάση [37] αντιπροσωπεύει μια γεωγραφική θέση. Οι συντεταγμένες της (γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος) μετρούνται σε μικρο-μοίρες, δηλαδή μοίρες * 10^6.

5.2.1.6 OverlayItem

Ένα OverlayItem [37] είναι ένα αντικείμενο το οποίο μπορεί να εμφανιστεί πάνω σ' ένα Google Map, οι συντεταγμένες του οποίου καθορίζονται από ένα GeoPoint. Την προβολή του την αναλαμβάνουν εξολοκλήρου οι βιβλιοθήκες του Google API. Αποτελεί δομική μονάδα της κλάσης ItemizedOverlay. Επεκτείνοντας την κλάση μπορούμε να καθορίζουμε τι θα γίνεται όταν ο χρήστης πατάει πάνω του και να προσθέσουμε ότι άλλες λειτουργίες επιθυμούμε.

5.2.1.7 ItemizedOverlay

Αναλαμβάνει [37] τη διαχείριση μιας ομάδας από OverlayItems.

5.2.1.8 MapView

Όπως δηλώνει το όνομα της κλάσης η MapView [37] παρέχει στον προγραμματιστή τη δυνατότητα απεικόνισης χαρτών. Επεκτείνει την κλάση ViewGroup. Η MapView μπορεί να υπάρξει μόνο στα πλαίσια μιας κλάσης MapActivity γιατί η λειτουργία της βασίζεται σε νήματα ο κύκλος ζωής των οποίων μπορεί να διευθύνεται μόνο από μια MapActivity. Τα νήματα αυτά της παρέχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο και στο σύστημα αρχείων του λειτουργικού συστήματος. Τα δεδομένα που εμφανίζονται στον χάρτη οργανώνονται σε επίπεδα (overlays) με τον χάρτη να βρίσκεται στο κατώτερο επίπεδο.

Η MapView διευκολύνει τον προγραμματιστή στη διαχείριση των χαρτών αναλαμβάνοντας να παρακάτω καθήκοντα:

1. Επικοινωνεί με το web-service της Goole Maps για να κατεβάζει τα περιεχόμενα των χαρτών που θέλει να δει ο χρήστης.

2. Διαχειρίζεται τα δεδομένα που λαμβάνει από το web-service. Συγκεκριμένα τα τοποθετεί σε προσωρινά αρχεία , τα οποία στη συνέχεια τα αποθηκεύει στο φάκελο της εφαρμογής στη μνήμη του κινητού. Ο προγραμματιστής αν θέλει μπορεί να διαγράψει τα προσωρινά αρχεία.

3. Αναλαμβάνει την απεικόνιση των δεδομένων που θέλει ο προγραμματιστής να υπερτίθενται στον χάρτη. Ο προγραμματιστής παρέχει τα δεδομένα σε δύο μορφές: *α)* σαν απλά αντικείμενα της κλάσης View ή της ViewGroup, *β)* ως επίπεδα (overlays) καθένα από τα οποία περιέχει μια λίστα από αντικείμενα της κλάσης OverlayItem.

5.2.1.9 Sensor

Η κλάση [38] αντιπροσωπεύει ένα αισθητήρα της συσκευής. Ο προγραμματιστής έχει πρόσβαση στους αισθητήρες *i)* φωτεινότητας, *ii)* πίεσης, *iii)* μαγνητικού πεδίου, *iv)* θερμοκρασίας, *v)* στο επιταχυνσίμετρο , *vi)* στο γυροσκόπιο και *vii)* στον αισθητήρα που ελέγχει αν υπάρχουν αντικείμενα κοντά στη συσκευή.

5.2.1.10 SensorEventListener

Είναι μια διαπροσωπεία [39] την οποία πρέπει να υλοποιούν κλάσεις , που θέλουν να λαμβάνουν ενημερώσεις από τους αισθητήρες.

5.2.1.11 SensorManager

Ο SensorManager [40] διαχειρίζεται την επικοινωνία με τους αισθητήρες. Οι μέθοδοί του προσφέρουν πρόσβαση στους αισθητήρες και αναλαμβάνουν την εγγραφή και διαγραφή sensorEventListeners. Από τις μεθόδους του ξεχωρίζουν τρεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των γωνιών προσανατολισμού (azumith,pitch,roll) της συσκευής.

- **getRotationMatrix** : Υπολογίζει τον πίνακα περιστροφής που μετασχηματίζει ένα διανύσματα από το σύστημα συντεταγμένων συσκευής στο παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων.
- **remapCoordinateSystem** : Μετασχηματίζει τον πίνακα περιστροφής που προέρχεται από τη μέθοδο getRotationMatrix ώστε να αναφέρεται σε ένα καινούριο σύστημα συντεταγμένων συσκευής. Οι άξονες του νέου συστήματος δίνονται ως παράμετροι στη μέθοδο.
- **getOrientation** : Παίρνοντας ως παράμετρο ένα πίνακα περιστροφής, υπολογίζει τον προσανατολισμό της συσκευής (azumith,pitch,roll).

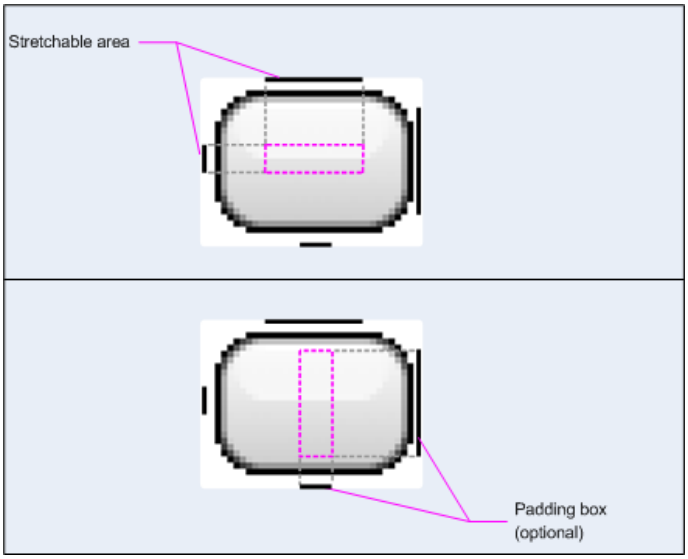
5.2.1.12 LocationManager

Ο LocationManager [41] προσφέρει πρόσβαση στις GPS υπηρεσίες που διαθέτει το Android.

5.2.1.13 LocationListener

Οι κλάσεις που θέλουν να ενημερώνονται από τον LocationManager [42] για τη θέση της συσκευής πρέπει να υλοποιούν την διαπροσωπεία LocationListener.

5.2.1.14 NinePatchDrawable



Σχήμα 5.4: NinePatchDrawable

Ένα στιγμιότυπο της κλάσης NinePatchDrawable [43] αντιπροσωπεύει μια bitmap εικόνα που μπορεί να προσαρμόζει το μέγεθός της στις διαστάσεις ενός αντικειμένου View. Τέτοιου είδους εικόνες χρησιμοποιούνται ως φόντο σε κουμπιά. Στα πλαίσια της εφαρμογής χρησιμοποιήσαμε ένα NinePatchDrawable ως φόντο για τα αντικείμενα της κλάσης Info. Το σχήμα 5.4 δείχνει ένα NinePatchDrawable. Ουσιαστικά είναι μια png εικόνα μέσα σ' ένα πλαίσιο πάχους ενός pixel. Ο ρόλος του πλαισίου είναι να καθορίζει τα σταθερά κομμάτια της εικόνας και εκείνα που μπορούν να τεντωθούν. Μια γραμμή στην πάνω πλευρά της εικόνας και μια δεύτερη στην αριστερή της πλευρά ορίζουν την μεταβλητή περιοχή της εικόνας. Κατά την προσαρμογή της εικόνας στις νέες της διάστασης το περιεχόμενο αυτής της περιοχής αντιγράφεται για να συμπληρωθούν πιθανά κενά. Μια γραμμή στην δεξιά και μια στην κάτω πλευρά της εικόνας καθορίζουν το κομμάτι μέσα στο οποίο θα τοποθετηθούν τα περιεχόμενα ενός αντικείμενα View,

όπως κάποιο κείμενο ή άλλα αντικείμενα τύπου View. Ο ορισμός του δεύτερου ορθογωνίου είναι προαιρετικός. Αν λείπουν η δεξιά και η κάτω γραμμή τότε αντικαθίστανται από την πάνω και την αριστερή. Η μετατροπή εικόνων σε NinePatchDrawables μπορεί να γίνει με τη χρήση του Draw 9-patch που αποτελεί εργαλείο του Android SDK

5.2.2 Υποσύστημα Activity Communicator

5.2.2.1 ActivityCommunicator

Όπως δηλώνει το όνομα της κλάσης, υλοποιεί το υποσύστημα Activity Communicator. Η κλάση ακολουθεί το μοντέλο δημιουργίας Singleton και το μοντέλο συμπεριφοράς Listener (ή Observer). Ο λόγος που ακολουθεί το μοντέλο Singleton είναι γιατί έχει το ρόλο συντονιστή άλλων υποσυστημάτων, οπότε πρέπει να υπάρχει μόνο ένα στιγμιότυπο της κλάσης. Άλλες κλάσεις που θέλουν να επικοινωνούν μαζί της πρέπει να υλοποιούν τη διαπροσωπεία ActivityCommunicatorListener

Μέθοδοι :

- **updateRoute** : Ενημερώνει τον Activity Communicator για τα στοιχεία του νέου ταξιδιού που επέλεξε να δει ο χρήστης.
- **enableModeSwitching** : Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τη δυνατότητα αλλαγής ανάμεσα σε εκτεταμένη πραγματικότητα και Google Maps και ενημερώνει όλους τους ActivityCommunicatorListener για την αλλαγή.
- **switchToActivity** : Φέρνει στο προσκήνιο την Activity της οποίας το όνομα δίνεται ως παράμετρος στη μέθοδο.
- **createInstance** : Αναλαμβάνει τη δημιουργία στιγμιότυπου ακολουθώντας το μοντέλο Singleton
- **registerListener** : Εγραφή Listener
- **unregisterListener** : Διαγραφή Listener

5.2.2.2 ActivityCommunicatorListener

Πρόκειται για μια διαπροσωπεία την οποία πρέπει να υλοποιούν όλες οι κλάσεις που θέλουν να επικοινωνούν με την κλάση ActivityCommunicator

Διαθέτει δύο μεθόδους :

- **update** : Ενημερώνει τον listener για τα στοιχεία του ταξιδιού που επέλεξε ο χρήστης.
- **changeModeSwitching** : Ενημερώνει αν έχει ενεργοποιηθεί ή όχι τη δυνατότητα αλλαγής ανάμεσα σε εκτεταμένη πραγματικότητα και Google Maps.

5.2.3 Υποσύστημα Sensor Manager

5.2.3.1 GSensorManager

Αναλαμβάνει το ρόλο του υποσυστήματος Sensor Manager. Για να μπορεί να διαβάζει τις τιμές των αισθητήρων της συσκευής , υλοποιεί δύο διαπροσωπείες του Android API : τη LocationListener και τη SensorEventListener. Η πρώτη της επιτρέπει να μαθαίνει τη γεωγραφική θέση του κινητού ενώ η δεύτερη τον προσανατολισμό του. Η κλάση ακολουθεί το μοντέλο δημιουργίας Singleton και το μοντέλο συμπεριφοράς Listener (ή Observer). Η GSensorManager είναι υποχρεωμένη να επανυπολογίζει συνέχεια τον προσανατολισμό του κινητού γιατί οι τιμές των αισθητήρων αλλάζουν συνεχώς ακόμα και αν η συσκευή παραμένει ακίνητη. Όποτε είναι ευνόητο να υπάρχει ένα μόνο στιγμιότυπο της κλάσης για να πραγματοποιούνται όσο το δυνατόν λιγότερες πράξεις. Άλλες κλάσεις που θέλουν να ενημερώνονται από τη GSensorManager για τη γεωγραφική θέση πρέπει να υλοποιούν τη διαπροσωπεία GLocationListener ενώ για τον προσανατολισμό τη διαπροσωπεία GSensorListener.

Μέθοδοι :

- **createInstance** : Αναλαμβάνει τη δημιουργία στιγμιότυπου ακολουθώντας το μοντέλο Singleton
- Οι μέθοδοι **onLocationChanged** , **onProviderDisabled** , **onProviderEnabled** , **onStatusChanged** υπάρχουν για την υλοποίηση της διαπροσωπείας LocationListener. Η σημαντικότερη είναι η **onLocationChanged** γιατί μας δίνει τις συντεταγμένες της συσκευής , δηλαδή το γεωγραφικό πλάτος και μήκος.
- Οι μέθοδοι **registerGPSListener** και **unregisterGPSListener** φροντίζουν την καταχώρηση και διαγραφή αντικειμένων που θέλουν να ενημερώνονται για τη θέση του κινητού.
- **requestGPSUpdate** : Υπάρχει ώστε κάποιος GLocationListener να ζητάει ενημέρωση για τη γεωγραφική θέση όποτε αυτός το επιθυμεί. Συνήθως χρησιμοποιείται όταν ο listener βρίσκεται στο στάδιο των αρχικοποίησης.
- Οι μέθοδοι **onAccuracyChanged** , **onSensorChanged** υπάρχουν για την υλοποίηση της διαπροσωπείας sensorEventListener. Η σημαντικότερη είναι η **onSensorChanged** γιατί μας παρέχει τις νέες τιμές των αισθητήρων της συσκευής.
- **findOrientation** : Υπολογίζει τον προσανατολισμό του κινητού. Δηλαδή υπολογίζει τις γωνίες περιστροφής της συσκευής γύρω από τους άξονες X, Y, Z.
- Οι μέθοδοι **registerSensorListener** και **unregisterSensorListener** φροντίζουν την καταχώρηση και διαγραφή αντικειμένων που θέλουν να ενημερώνονται για τον προσανατολισμό της συσκευής.

5.2.3.2 GLocationListener

Είναι μια διαπροσωπεία την οποία πρέπει να υλοποιούν όλες οι κλάσεις που θέλουν να ενημερώνονται για τη θέση της συσκευής από την κλάση GSensorManager. Διαθέτει μία μόνο μέθοδο , την **onLocationChanged**.

5.2.3.3 GSensorListener

Είναι μια διαπροσωπεία την οποία πρέπει να υλοποιούν όλες οι κλάσεις που θέλουν να ενημερώνονται για τον προσανατολισμό της συσκευής από την κλάση GSensorManager. Διαθέτει μία μόνο μέθοδο , την **onOrientationChanged**.

5.2.4 Υποσύστημα Data Manager

5.2.4.1 DatabaseHelper

Επεκτείνει την κλάση SQLiteOpenHelper του Android API, η οποία διευκολύνει τη δημιουργία, τη συντήρησης και την αλληλεπίδραση με μια τοπική βάση δεδομένων. Διαθέτει δύο μέθοδους την **onCreate** , που καθορίζει τι γίνεται όταν η βάση δημιουργείται, και την **onUpgrade** , που δηλώνει τι πρέπει να γίνει όταν η βάση αναβαθμίζεται. Στα πλαίσια της εφαρμογής Geocrowd Explorer η παρούσα κλάση υπάρχει μόνο μέσα στα όρια της κλάσης DataManager.

5.2.4.2 DataManager

Υλοποιεί το υποσύστημα Data Manager, δηλαδή αναλαμβάνει την αποθήκευση , ενημέρωση και διαγραφή των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε τοπική βάση δεδομένων ή σε μορφή αρχείων στη μνήμη του κινητού καθώς και την επικοινωνία το Geocrowd (www.geocrowd.org). Οι μέθοδοι της κλάσης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά την επικοινωνία με το Geocrowd , ενώ η δεύτερη την αλληλεπίδραση με τη τοπική βάση δεδομένων.

Μέθοδοι επικοινωνίας με το Geocrowd :

- **login** : Διατυπώνει ερώτημα σύνδεσης ενός χρήστη με το Geocrowd. Επιστρέφει ένα μοναδικό αναγνωριστικό , το οποίο είναι απαραίτητο για τη διατύπωση των υπόλοιπων ερωτημάτων προς το Geocrowd.
- **downloadRoutes** Ζητά τη λίστα με τους τίτλους των ταξιδιών που έχουν δημιουργηθεί από έναν μόνο χρήστη ή και από τους υπόλοιπους.
- **search** : Ζητάει από το Geocrowd τη λίστα με τους τίτλους των ταξιδιών , τα οποία βρίκονται κοντά σε μια γεωγραφική θέση και σε απόσταση μικρότερη από μία ακτίνα.
- **readRouteList** : Διαβάζει και επεξεργάζεται το XML αρχείο που έρχεται ως απάντηση από το Geocrowd κάθε φορά που ζητάμε μια λίστα με τίτλους ταξιδιών.
- **retrieveStoredRoutes** : Επιστρέφει μια λίστα με τους τίτλους των ταξιδιών που είναι αποθηκευμένα στην τοπική βάση δεδομένων.

- **getRoute** : Ζητάει τα περιεχόμενα ενός ταξιδιού. Αν το ταξίδι βρίσκεται ήδη στη τοπική βάση και η εκδοσή του είναι ίδια με αυτή στο Geocrowd, τότε ανασύρουμε τα δεδομένα από τη βάση. Διαφορετικά, διατυπώνουμε το κατάλληλο ερώτημα προς το Geocrowd. Η μέθοδος επιστρέφει μια λίστα από αντικείμενα που υλοποιούν τη διαπροσωπεία **Marker**.
- **retrieveRoute** : Ανασύρει τα περιεχόμενα ενός ταξιδιού από την τοπική βάση δεδομένων.
- **downloadRoute** : Διατυπώνει ερώτημα απόκτησης των περιεχομένων ενός ταξιδιού από το Geocrowd και επεξεργάζεται στο XML που δέχεται ως απάντηση.
- **getComponents** : Ανασύρει από την τοπική βάση δεδομένων όλα τα components που συνθέτουν τη διαδρομή ενός ταξιδιού.
- **storeFile** : Κατεβάζει από κάποιο Url ένα αρχείο και το αποθηκεύει στη μνήμη του κινητού.
- **sendRequest** : Στέλνει ένα http-request στο Geocrowd και επιστρέφει ένα αρχείο Xml.

Μέθοδοι επικοινωνίας με την τοπική βάση :

- **dbAddRoute** : Προσθέτει μια νέα εγγραφή στον πίνακα των ταξιδιών.
- **dbAddComponent** : Προσθέτει μια νέα εγγραφή στον πίνακα των components.
- **dbAddPosition** : Προσθέτει μια νέα εγγραφή στον πίνακα των γεωγραφικών θέσεων.
- **dbAddtext** : Προσθέτει μια νέα εγγραφή στον πίνακα των κειμένων.
- **dbAddImage** : Προσθέτει μια νέα εγγραφή στον πίνακα των εικόνων.
- **dbAddVideo** : Προσθέτει μια νέα εγγραφή στον πίνακα των video.
- **dbRemoveRoute** : Αφαιρεί από την βάση ένα ταξίδι και όλα τα περιεχόμενά του.

5.2.4.3 Marker

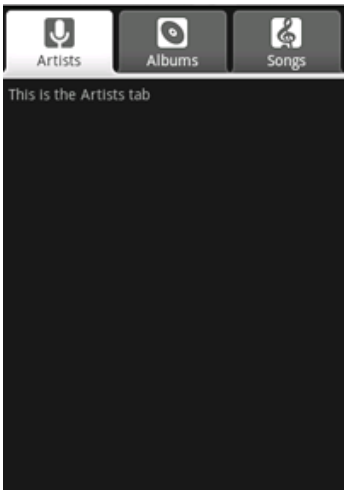
Ένας Marker αντιπροσωπεύει ένα σημείο ενδιαφέροντος. Πρόκειται για μια διαπροσωπεία η οποία διευκολύνει την κλάση DataManager να προσθέτει σ' έναν Marker το περιεχόμενό του , δηλαδή κείμενο , εικόνες και videos.

5.2.5 Υποσύστημα Main

5.2.5.1 Main

Η παρούσα κλάση υλοποιεί το υποσύστημα Main Activity. Επεκτείνει την κλάση TabActivity του Android API , η οποία διευκολύνει τη δημιουργία καρτελών όπως φαίνεται στο σχήμα 5.5. Σε κάθε καρτέλα μπορούμε να ενσωματώσουμε ένα απλό αντικείμενο της κλάσης View, όπως μια λίστα από εικόνες, ή μια ολόκληρη Activity (δραστηριότητα). Η TabActivity δεν διαθέτει κάποιο μηχανισμό επικοινωνίας με τις activities που φιλοξενεί.

Το κενό αυτό καλύφθηκε με τη δημιουργία του υποσυστήματος Activity Communicator. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες που προσφέρει η συγκεκριμένη κλάση μπορούμε με ευκολία να αλλάζουμε ανάμεσα σε εκτεταμένη πραγματικότητα και Google Maps. Στα πλαίσια του Geocrowd Explorer χρησιμοποιούμε τρεις καρτέλες. Στην πρώτη εμφανίζεται μια λίστα με τους τίτλους των διαθέσιμων ταξιδιών που μπορεί να δει ο χρήστης, στη δεύτερη η εκτεταμένη πραγματικότητα και στην τρίτη τα Google Maps. Η κλάση υλοποιεί τη διαπροσωπεία GLocationListener για να ενημερώνεται για τη θέση της συσκευής από την κλαση GSensorManager και τη διαπροσωπεία ActivityCommunicatorListener για να τα υποσυστήματα Main και Augmented Reality.



Σχήμα 5.5: Παράδειγμα Tab Activity

Οι μέθοδοί της χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη περιλαμβάνει τις μεθόδους **onCreate** , **onResume** , **onPause** , **onStop** που διαχειρίζονται τον κύκλο ζωής της Activity. Η δεύτερη ομάδα μεθόδων "αντιλαμβάνεται" και εξυπηρετεί γεγονότα όπως το πάτημα ενός κουμπιού ή την αλλαγή της θέσης της συσκευής και αποτελείται από τις επόμενες μεδόδους :

- **onCreateOptionsMenu** : Διαχειρίζεται τη δημιουργία του κεντρικού μενού της παρούσης Activity.
- **onOptionsItemSelected** : Καλείται όταν ο χρήστης επιλέγει ένα από τα αντικείμενα του κεντρικού μενού.
- **onCreateDialog** : Επιμελείται τη δημιουργία dialog.
- Οι μέθοδοι **login** , **downloadRoutes** , **search** και **goOfflineMode** καλούνται από τις μεθόδους onOptionsItemSelected και onCreateDialog ανάλογα με τις επιλογές του χρήστη.
- **onKeyDown** : Καλείται όταν ο χρήστης πατάει οποιοδήποτε κουμπί ή χρησιμοποιεί τη μπίλια της συσκευής.
- **onItemClick** : Καλείται όποτε ο χρήστης επιλέγει ένα από τα αντικείμενα της λίστας με τους τίτλους των ταξιδιών.

5.2.6 Υποσύστημα Augmented Reality

5.2.6.1 GeoCamera

Η κλάση GeoCamera παίζει τον ρόλο του υποσύστηματος Augmented Reality Activity. Επεκτείνει την κλάση Activity και υλοποιεί τρεις διαπροσωπείες : *α)* την GSensorListener και την GLocationListener για να ενημερώνεται για τη θέση και τον προσανατολισμό της συσκευής από

την κλάση GSensorManager και *β)* την ActivityCommunicatorListener για μπορεί να επικοινωνεί με το υποσύστημα Main.

Οι μέθοδοι της κλάσης :

- Η **onCreate** , η **onResume** , η **onPause** και η **onStop** διαχειρίζονται τον κύκλο ζωής της Activity.
- Η **surfaceCreated** , η **surfaceDestroyed** και η **surfaceChanged** διαχειρίζονται τον κύκλο ζωής του αντικειμένου mCameraLayer που αποτελεί στιγμιότυπο της κλάσης SurfaceView. Χρησιμοποιώντας την τελευταία μπορούμε να προβάλλουμε στην οθόνη του κινητού τον φυσικό κόσμο όπως αυτός φαίνεται μέσα από την κάμερα της συσκευής.
- **onOrientationChanged** : Υλοποιεί τη διαπροσωπεία GSensorListener. Αν είναι ενεργοποιημένη η δυνατότητα αλλαγής ανάμεσα σε εκτεταμένη πραγματικότητα και Google Maps τότε ελέγχει αν πρέπει να γίνει η αλλαγή.
- **onLocationChanged** : Υλοποιεί τη διαπροσωπεία GLocationListener και μετατρέπει τις συντεταγμένες της συσκευής από το ζευγάρι (γεωγραφικό πλάτος , γεωγραφικό μήκος) σε παγκόσμιες καρτεσιανές συντεταγμένες.
- **showMarkers** : Η συγκεκριμένη μέθοδος καλείται όποτε αλλάζει η θέση ή ο προσανατολισμός του κινητού. Υπολογίζει την μήτρα μετασχηματισμού από το παγκόσμιο καρτεσιανό σύστημα στο καρτεσιανό σύστημα που έχει ως κέντρο το κινητό. Στη συνέχεια προωθεί τον πίνακα μετασχηματισμού σε όλα τα αντικείμενα που τον χρειάζονται δηλαδή σ' αυτά που ναι στιγμιότυπα των κλάσεων CamMarker και RadarView.
- Οι μέθοδοι **update** , και **changeModeSwitching** υλοποιούν τη διαπροσωπεία ActivityCommunicatorListener. Η update δημιουργεί ένα καινούργιο νήμα (Thread) στο οποίο τρέχει ο κώδικας απόκτησης των περιεχομένων του ταξιδιού και ενημέρωσης των μεταβλητών της κλάσης GeoCamera. Όταν το νήμα τελειώσει καλεί τη συνάρτηση **updateCompleted** που πραγματοποιεί όσες ενημερώσεις δεν μπορούν να γίνουν σε διαφορετικό νήμα από το κεντρικό. Η φόρτωση των περιεχομένων ενός ταξιδιού πραγματοποιούνται σε διαφορετικό νήμα από αυτό που τρέχει η κεντρική εφαρμογή ώστε ο χρήστης να μην αισθάνεται ότι η εφαρμογή έχει μπλοκάρει.
- **onKeyDown** : Καλείται όταν ο χρήστης πατάει οποιοδήποτε κουμπί ή χρησιμοποιεί τη μπίλια της συσκευής.

5.2.6.2 CamMarker

Ο CamMarker αντιπροσωπεύει ένα σημείο ενδιαφέροντος, όπως αυτό φαίνεται στα πλαίσια της εκτεταμένης πραγματικότητας. Επεκτείνει την κλάση View του Android API. Υλοποιεί τη διαπροσωπεία Marker για να μπορεί να ενημερώνεται με τα περιεχόμενά του από την κλάση

DataManager. Αν του παραχθεί η μήτρα μετασχηματισμού από το παγκόσμιο καρτεσιανό σύστημα στο καρτεσιανό σύστημα που έχει ως κέντρο το κινητό, είναι ικανός να εμφανίσει στην οθόνη της συσκευής τόσο τον εαυτό του όσο και τα περιεχόμενά του.

Μέθοδοι :

- Οι μέθοδοι **addText** , **addImage** και **addVideo** υλοποιούν τη διαπροσωπεία Marker.
- **project** : Προβάλλει στην οθόνη της συσκευή τον εαυτό του και τα περιεχόμενά του. Δέχεται ως παράμετρο μια μήτρα μετασχηματισμού από το παγκόσμιο καρτεσιανό σύστημα στο καρτεσιανό σύστημα που έχει ως κέντρο το κινητό.
- **distanceFrom** : Επιστρέφει την απόσταση του CamMarker από ένα καρτεσιανό σημείο του οποίου οι συντεταγμένες δίνονται ως ορίσματα στη μέθοδο.
- **getCartesianCoords** : Επιστρέφει τις καρτεσιανές συντεταγμένες του Marker.

5.2.6.3 CamMarkerComparator

Υλοποιεί τη διαπροσωπεία Comparator<CamMarker>. Ο ρόλος του είναι να συγκρίνει δύο στιγμιότυπα της κλάσης CamMarker και να αποφασίζει ποιο βρίσκεται πιο μακριά από ένα σημείο αναφοράς. Στα πλαίσια του Geocrowd Explorer χρησιμοποιούμε τον CamMarkerComparator για να ταξινομούμε τους CamMarkers κατά φθίνουσα απόσταση, ώστε μετά το στάδιο της προβολής το σημείο ενδιαφέροντος που βρίσκεται πιο κοντά στον χρήστη να εμφανίζεται στην οθόνη της συσκευής μπροστά από τα υπόλοιπα σημεία.

Μέθοδοι :

- **setReferencePoint** : Θέτει το σημείο αναφοράς.
- **compare** : Συγκρίνει δύο CamMarkers.

5.2.6.4 GridLayer

Επεκτείνει την κλάση View του Android API. Η κλάση GridLayer ζωγραφίζει στην οθόνη του κινητού ένα πλέγμα που δίνει την αίσθηση του βάθους στον χρήστη.

Μέθοδοι :

- **onDraw** : Καλείται όποτε απαιτείται η εφαρμογή να ζωγραφίσει ένα αντικείμενο της κλάσης GridLayer.

5.2.6.5 CamPathLayer

Επεκτείνει την κλάση View του Android API. Αναλαμβάνει να προβάλλει στην οθόνη του κινητού τη διαδρομή του ταξιδιού.

Μέθοδοι :

- **onDraw** : Καλείται όποτε απαιτείται η εφαρμογή να ζωγραφίσει ένα αντικείμενο της κλάσης CamPathLayer.
- Υπάρχουν δύο μεθόδους **update** οι οποίες ενημερώνουν ένα στιγμιότυπο της κλάσης με τα στοιχεία του ταξιδιού που έχει επιλέξει ο χρήστης και με τη μήτρα προβολής.

5.2.6.6 RadarView

Επεκτείνει την κλάση View του Android API. Αντιστοιχεί σ' ένα ραντάρ στο οποίο εμφανίζονται όσα σημεία ενδιαφέροντος βρίσκονται κοντά στον χρήστη.

Μέθοδοι :

- **onDraw** : Καλείται όποτε απαιτείται η εφαρμογή να ζωγραφίσει ένα αντικείμενο της κλάσης RadarView.
- **update** : Παρέχει τα σημεία ενδιαφέροντος που θα εμφανιστούν στο ραντάρ καθώς και τη μήτρα προβολής.

5.2.7 Υποσύστημα Google Maps

Για τη δημιουργία του υποσυστήματος Google Maps αξιοποιήσαμε το Google APIs Add-On. Το τελευταίο αποτελεί επέκταση του Android API , που επιτρέπει στον προγραμματιστή να προσθέσει τους χάρτες της Google στην εφαρμογή του. Το παρόν υποσύστημα κατασκευάστηκε πρώτο και αποτέλεσε πρώτυπο για τη δημιουργία του υποσυστήματος Augmented Reality.

5.2.7.1 MapMain

Η κλάση MapMain αποτελεί την καρδιά του υποσυστήματος Google Maps και επεκτείνει την κλάση MapActivity , η οποία επιτρέπει τη διαχείριση στιγμιότυπων της κλάσης MapView. Η MapMain υλοποιεί τρεις διαπροσωπείες : *α)* την GSensorListener και την GLocationListener για να ενημερώνεται για τη θέση και τον προσανατολισμό της συσκευής από την κλάση GSensor-Manager και *β)* την ActivityCommunicatorListener για μπορεί να επικοινωνεί με το υποσύστημα Main Activity.

Οι μέθοδοι της κλάσης :

- Η **onCreate** , η **onResume** , η **onPause** και η **onStop** διαχειρίζονται τον κύκλο ζωής της Activity.

- **onOrientationChanged** : Υλοποιεί τη διαπροσωπεία GSensorListener.Αν είναι ενεργοποιημένη η δυνατότητα αλλαγής ανάμεσα σε εκτεταμένη πραγματικότητα και Google Maps τότε ελέγχει αν πρέπει να γίνει η αλλαγή.

- **onLocationChanged** : Υλοποιεί τη διαπροσωπεία GLocationListener. Και ενημερώνει τον χάρτη με τη θέση συσκευής και του χρήστη. Αν είναι ενεργοποιημένη η δυνατότητα αλλαγής ανάμεσα σε εκτεταμένη πραγματικότητα και Google Maps τότε ελέγχει αν πρέπει να γίνει η αλλαγή.

- **findOrientation** : Καλείται από την μέθοδο onOrientationChanged.

- Οι μέθοδοι **update** , και **changeModeSwitching** υλοποιούν τη διαπροσωπεία ActivityCommunicatorListener. Η update δημιουργεί ένα καινούργιο νήμα (Thread) στο οποίο τρέχει ο κώδικας απόκτησης των περιεχομένων του ταξιδιού και ενημέρωσης των μεταβλητών της κλάσης MapMain. Όταν το νήμα τελειώσει καλεί τη συνάρτηση **updateCompleted** που πραγματοποιεί όσες ενημερώσεις δεν μπορούν να γίνουν σε διαφορετικό νήμα από το κεντρικό. Η φόρτωση των περιεχομένων ενός ταξιδιού πραγματοποιούνται σε διαφορετικό νήμα από αυτό που τρέχει η κεντρική εφαρμογή ώστε ο χρήστης να μην αισθάνεται ότι η εφαρμογή έχει μπλοκάρει.

- **onKeyDown** : Καλείται όταν ο χρήστης πατάει οποιοδήποτε κουμπί ή χρησιμοποιεί τη μπίλια της συσκευής.

- **onCreateOptionsMenu** : Διαχειρίζεται τη δημιουργία του κεντρικού μενού της παρούσης Activity.

- **onOptionsItemSelected** : Καλείται όταν ο χρήστης επιλέγει ένα από τα αντικείμενα του κεντρικού μενού.

5.2.7.2 MapMarker

Ο MapMarker αντιπροσωπεύει ένα σημείο ενδιαφέροντος, όπως αυτό φαίνεται πάνω σ' ένα χάρτη. Επεκτείνει την κλάση OverlayItem του Google APIs Add-On.Ο MapMarker υλοποιεί τη διαπροσωπεία Marker για να μπορεί να ενημερώνεται με τα περιεχόμενά του από την κλάση DataManager.

Μέθοδοι :

- **createHumanMarker** : Δημιουργεί έναν ειδικό τύπο MapMarker που χρησιμοποιείται για να δείχνει τη θέση του χρήστη στον χάρτη.

- Οι μέθοδοι **addText** , **addImage** και **addVideo** υλοποιούν τη διαπροσωπεία Marker.

- **showContent** : Όταν καλείται προβάλει πάνω στον χάρτη τα περιεχόμενα του MapMarker.

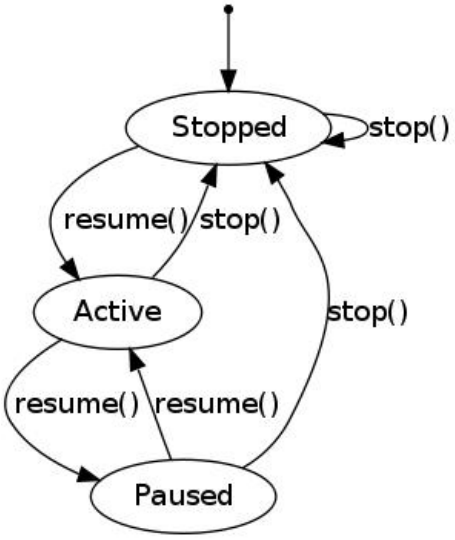
5.2.7.3 MarkerOverlay

Η κλάση MarkerOverlay επεκτείνει την κλάση **ItemizedOverlay** < **MapMarker** > του Google APIs Add-On. Η συγκεκριμένη κλάση περιέχει μια λίστα από στιγμιότυπα της κλάσης MapMarker τα οποία προβάλλει πάνω στον χάρτη.

5.2.7.4 PathOverlay

Επεκτείνει την κλάση Overlay του Android API. Αναλαμβάνει να ζωγραφίζει πάνω στον χάρτη τη διαδρομή από την οποία πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης για επισκεφτεί όλα τα σημεία ενδιαφέροντος ενός ταξιδιού.
Μέθοδοι :

- **onDraw** : Καλείται όποτε απαιτείται η εφαρμογή να ζωγραφίσει ένα αντικείμενο της κλάσης PathOverlay.
- **update** : Καλείται για την ενημέρωση του PathOverlay με την διαδρομή που πρέπει να δείχνει.
- **showHideRoute** : Εμφανίζει ή εξαφανίζει τη διαδρομή.



Σχήμα 5.6: Διάγραμμα Καταστάσεων RoutePlayer

5.2.7.5 RoutePlayer

Ο RoutePlayer επιτρέπει στον χρήστη να βλέπει ένα ταξίδι σαν ταινία, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται να επιλέγει κάθε σημείο ενδιαφέροντος για να δει τα περιεχόμενά του.
Ένας RoutePlayer μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις παρακάτω καταστάσεις (σχήμα 5.6):

- Ενεργός (Active). Βρίσκεται σ' αυτή την κατάσταση όσο "παίζει" τα περιεχόμενα ενός ταξιδιού.
- Σε αναμονή (Paused). Ο RoutePlayer έχει σταματήσει την αναπαραγωγή του ταξιδιού αλλά θυμάται το τελευταίο σημείο ενδιαφέροντος του οποίου τα περιεχόμενα έδειξε.
- Σταματημένος (Stopped). Ο RoutePlayer έχει σταματήσει την αναπαραγωγή. Αν του ζητηθεί η αναπαραγωγή του ταξιδιού τότε θα ξεκινήσει από την αρχή.

Υλοποιεί τη διαπροσωπεία Runnable, η οποία επιτρέπει σε μια κλάση να τρέχει κώδικα σε καινούριο νήμα.

Μέθοδοι :

- **setMarkers** : Καθορίζει τα σημεία ενδιαφέροντος που θα δείχνει ο RoutePlayer.
- **run** : Υλοποιεί τη διαπροσωπεία Runnable. Ουσιαστικά καθορίζει το χρονικό διάστημα μέχρι την επίσκεψη στον επόμενο κόμβο του ταξιδιού.
- **resume** : Ξεκινάει ή θέτει σε αναμονή τον RoutePlayer. Την επόμενη φορά που θα ξεκινήσει, ο RoutePlayer θα συνεχίσει την παρουσίαση του ταξιδιού από το σημείο ενδιαφέροντος που σταμάτησε.
- **stop** : Σταματάει τον RoutePlayer. Την επόμενη φορά που θα ξεκινήσει, ο RoutePlayer θα αρχίσει από την αρχή την παρουσίαση του ταξιδιού.

5.2.8 Υπόλοιπες Κλάσεις

5.2.8.1 Info

Η κλάση Info επεκτείνει την κλάση ListView του Android API και μας επιτρέπει να παρουσιάζουμε τα περιεχόμενα ενός Marker στη μορφή λίστας. Υλοποιεί τη διαπροσωπεία OnItemClickListener ώστε να μπορεί να επεξεργάζεται γεγονότα αλληλεπίδρασης του χρήστη με τα περιεχόμενα της λίστα.

Μέθοδοι :

- **clear** : Καθαρίζει τη λίστα.
- **onItemClick** : Υλοποιεί τη διαπροσωπεία OnItemClickListener.

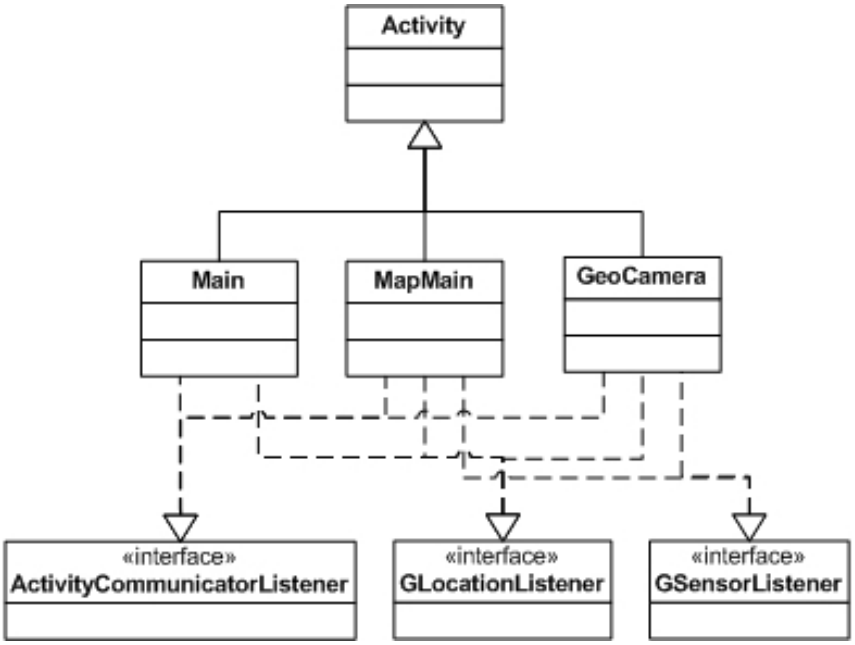
5.2.8.2 MoviePlayer

Η κλάση MoviePlayer επεκτείνει την κλάση VideoView του Android API. Κλάση VideoView επιτρέπει την αναπαραγωγή video των οποίο τα δεδομένα είναι διαθέσιμα στη μνήμη της συσκευής ή μέσω streaming. Υλοποιεί τις διαπροσωπείες OnCompletionListener, OnErrorListener.

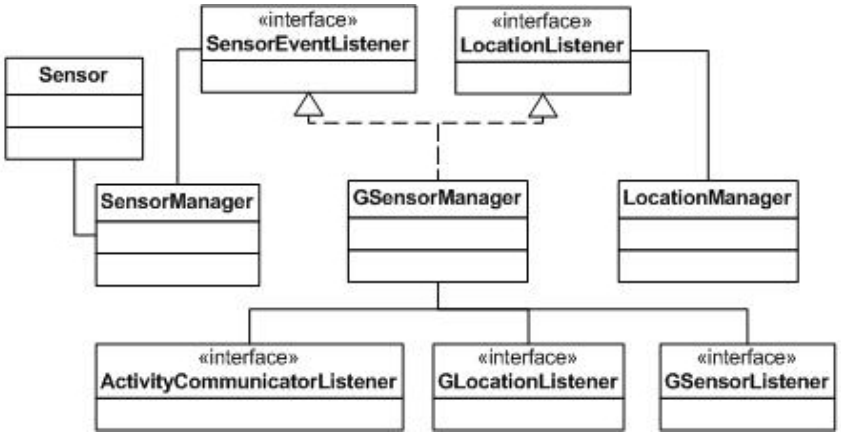
Μέθοδοι :

- **onTouchEvent** : Καλείται όταν ο χρήστης πατάει πάνω στον MoviePlayer. Εμφανίζει την μπάρα αναπαραγωγής/κατάστασης του video.
- **onKeyDown** : Καλείται όταν ο χρήστης πατάει οποιοδήποτε κουμπί ή χρησιμοποιεί τη μπίλια της συσκευής.
- **onCompletion** : Υλοποιεί τη διαπροσωπεία OnCompletionListener και καλείται όταν τελειώσει η αναπαραγωγή του video και κλίνει τον MoviePlayer.
- **onError** : Υλοποιεί τη διαπροσωπεία OnErrorListener και καλείται όταν συμβεί κάποιο λάθος.

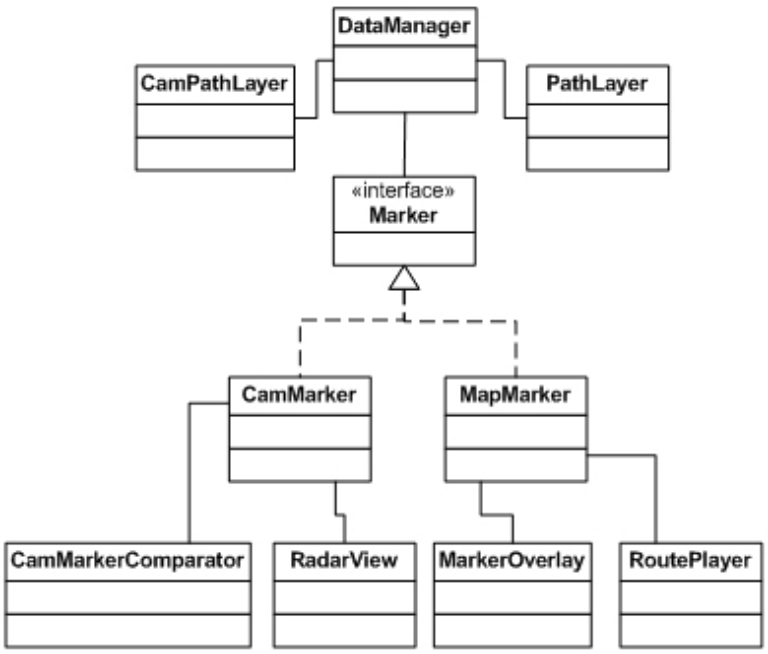
5.2.9 Διαγράμματα Κλάσεων



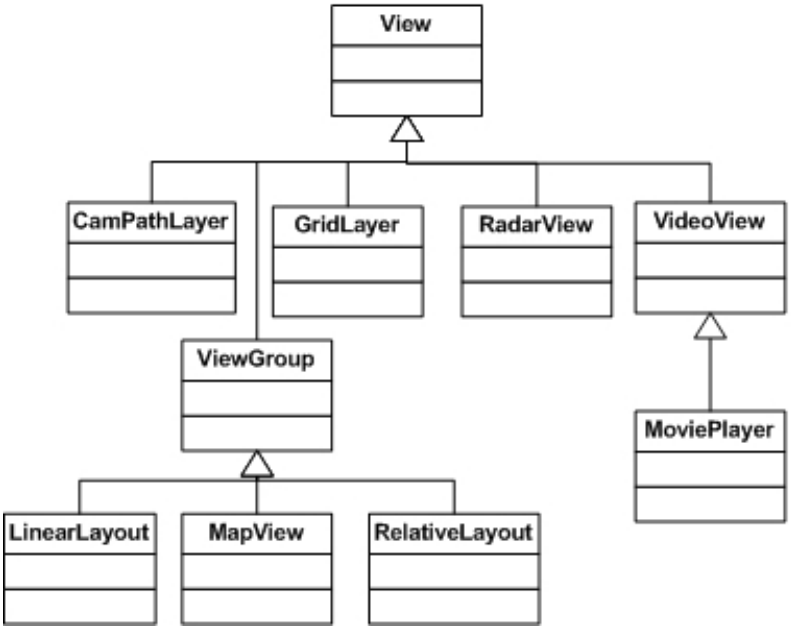
Σχήμα 5.7: Διάγραμμα κλάσεων για τις κλάσεις που επικοινωνούν με τον χρήστη



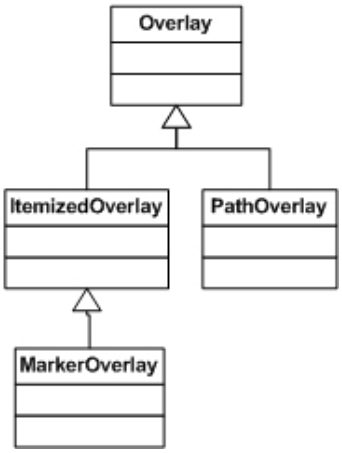
Σχήμα 5.8: Διάγραμμα κλάσεων για τις κλάσεις που σχετίζονται με τον GSensorManager



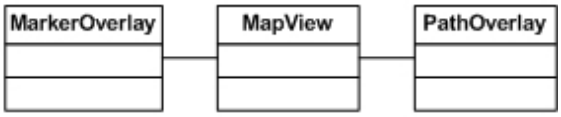
Σχήμα 5.9: Διάγραμμα κλάσεων για τις κλάσεις που επικοινωνούν που σχετίζονται με τον Data-Manager και τη διαπροσωπεία Marker



Σχήμα 5.10: Διάγραμμα κλάσεων για τις κλάσεις που προέρχονται από την κλάση View



Σχήμα 5.11: Διαγράμμα κλάσεων για τις κλάσεις που επεκτείνουν την κλάση Overlay



Σχήμα 5.12: Διαγράμμα κλάσεων για τις κλάσεις που σχετίζονται με την MapView

5.3 Πόροι

Με τον όρο πόροι εννοούμε οτιδήποτε (εκτός από τις βιβλιοθήκες και τον κώδικα) χρειάζεται η εφαρμογή για να λειτουργήσει, όπως εικόνες , XML αρχεία που περιγράφουν γραφικά περιβάλλοντα ή περιέχουν Strings. Οι πόροι της εφαρμογής αποθηκεύονται ξεχωριστά από τον κώδικα της στον φάκελο με όνομα $bfres$ και οργανώνονται σε υποφακέλους. Τα εικονίδια και οι εικόνες που χρησιμοποιούνται ως φόντο τοποθετούνται στον φάκελο $bfdrawable$. XML αρχεία που περιγράφουν γραφικά περιβάλλοντα στον φάκελο layout. Ο διαχωρισμός των πόρων από τον υπόλοιπο κώδικα έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

- Διαχωρίζει τη δημιουργία του γραφικού περιβάλλοντος από το αλγοριθμικό κομμάτι μιας εφαρμογής.
- Τα XML αρχεία είναι ευανάγνωστα και παρουσιάζουν με σαφήνεια την ιεράρχηση και τις ιδιότητες των οντοτήτων που περιέχουν.
- Ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει να χρησιμοποιούνται διαφορετικά γραφικά περιβάλλοντα όταν αλλάζουν οι ρυθμίσεις της συσκευής όπως η γλώσσα , ο προσανατολισμός και η ανάλυση της οθόνης.
- Γίνεται ευκολότερη η δημιουργία και συντήρηση των γραφικών περιβάλλοντων και του κώδικα της εφαρμογής.

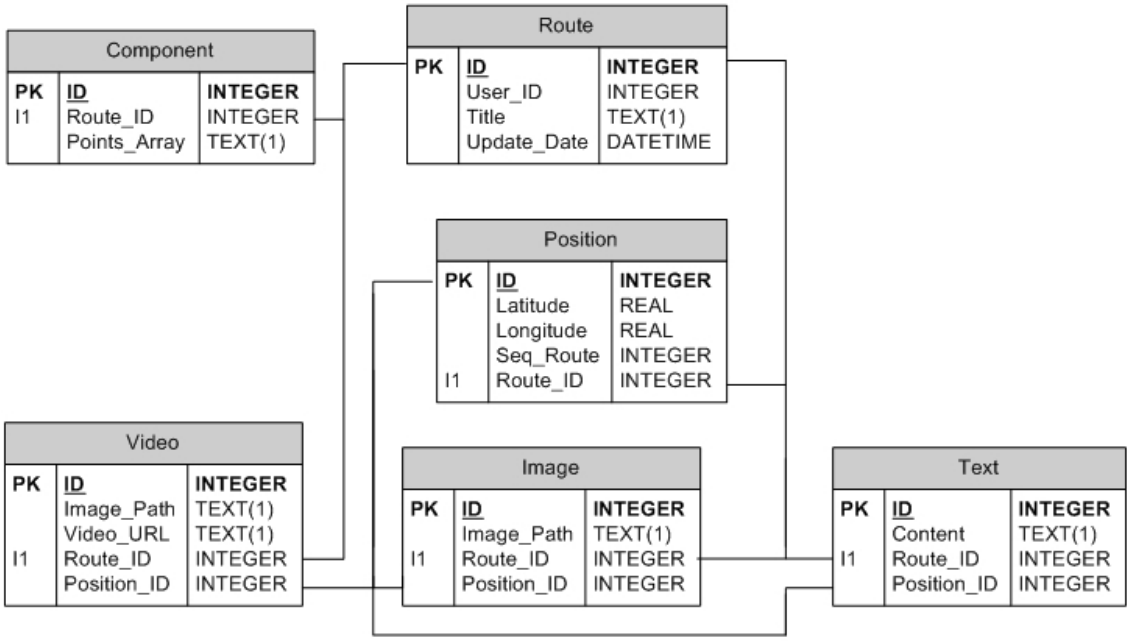
5.4 AndroidManifest.xml

Το AndroidManifest.xml [44] περιέχει πληροφορίες που πρέπει να ξέρει το λειτουργικό σύστημα για την εφαρμογή πριν ξεκινήσει να τρέχει τον κώδικά της, μερικές από αυτές είναι :

- Το όνομα της εφαρμογής και το όνομα του πακέτου στο οποίο αποθηκεύεται η εφαρμογή.
- Την κατώτερη έκδοση του Android API που χρειάζεται η εφαρμογή για να λειτουργήσει.
- Τις βιβλιοθήκες που χρειάζεται η εφαρμογή.
- Τα δικαιώματα που πρέπει να αποκτήσει η εφαρμογή για να τρέξει, όπως πρόσβαση στο διαδίκτυο , στην κάμερα και στην μπάρα κατάστασης.
- Τα δικαιώματα που πρέπει να έχουν άλλες εφαρμογές για να επικοινωνήσουν με υποσυστήματα της εφαρμογης.
- Τα υποσυστήματα από τα οποία αποτελείται η εφαρμογή, όπως τα ονόματα των Activities που περιέχει και κάτω από ποιες προϋποθέσεις αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν.
- Όλες τις activities που ορίζει ο κώδικας της εφαρμογής και ποια από αυτές είναι η κεντρική, δηλαδή αυτή που θα τρέξει όταν το λειτουργικό σύστημα ξεκινήσει την εφαρμογή.

5.5 Βάση Δεδομένων

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφουμε το σχήμα της βάσης που προκύπτει από το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 5.13: Σχήμα βάσης δεδομένων

Κεφάλαιο 6

Υλοποίηση

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει λεπτομερώς θέματα υλοποίησης του συστήματος. Συγκεκριμένα περιγράφει το Geocrowd API , την υλοποίηση των αλγορίθμους και τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιεί η εφαρμογή καθώς και τον τρόπο εγκατάστασης του Geocrowd Explorer.

6.1 Geocrowd API

Το Geocrowd API είναι ένα σύνολο από http ερωτήματα χάρις τα οποία ο Geocrowd Explorer , έχει πρόσβαση στα περιεχόμενα του Geocrowd. Οι απαντήσεις στα ερωτήματα έχουν τη μορφή XML αρχείων. Το Geocrowd API εξελίχθηκε κατά την ανάπτυξη της παρούσης διπλωματικής ώστε να παρέχει περισσότερες δυνατότητες και να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που εμφανίστηκαν. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τα ερωτήματα από τα οποία αποτελείται.

1. **Σύνδεση με Geocrowd**

   Ερώτημα :

   ```
   http://www.geocrowd.org/mobile_interaction/mobile_login?
   usesrname=the_username&password=the_password
   ```

   Απάντηση :

   ```
   <user>
     <created-at type="datetime">2009-12-04T08:40:44Z</created-at>
     <crypted-password>1f7307d10f54d844bfea89ee6827cba15e68a2dc
     </crypted-password>
     <email>android@gmail.com</email>
     <email-hash>4092454701_9d2e793e4dc2d84608b5ef691dc27974
     </email-hash>
   ```

```
  <fb-user-id type="integer" nil="true"></fb-user-id>
  <id type="integer">6</id>
  <login>android</login>
  <name></name>
  <remember-token nil="true"></remember-token>
  <remember-token-expires-at type="datetime" nil="true">
  </remember-token-expires-at>
  <salt>3de73687648e6c82ffd4963138c0b6f99c3b5e25</salt>
  <updated-at type="datetime">2009-12-04T08:40:46Z</updated-at>
</user>
```

Το ερώτημα ζητάει τη σύνδεση ενός χρήστη με το Geocrowd . Δέχεται ως παραμέτρους το όνομα και τον κωδικό του χρήστη. Από την απάντηση ξεχωρίζει ο κόμβος με όνομα id ,γιατί περιέχει το μοναδικό αναγνωριστικό με το οποίο ο χρήστης αντιπροσωπεύεται στο Geocrowd. Το αναγνωριστικό είναι απαραίτητο για τη σύνταξη άλλων ερωτημάτων.

2. **Δημιουργία νέου χρήστη**

Ερώτημα :

```
http://www.geocrowd.org/mobile_interaction/mobile_signup?
usesrname=the_username&password=the_password&
confirm_password=the_confirm_password&email=the_email
```

Το ερώτημα αιτεί από το Geocrowd τη δημιουργία ενός νέου χρήστη. Οι παράμετροί του είναι το όνομα , ο κωδικός και η ηλεκτρονική διεύθυνση του νέου χρήστη.
Η απάντηση είναι ίδια με αυτή ενός ερωτήματος σύνδεσης με το Geocrowd. Από την απάντηση ξεχωρίζει ο κόμβος με όνομα id ,γιατί περιέχει το μοναδικό αναγνωριστικό με το οποίο ο χρήστης αντιπροσωπεύεται στο Geocrowd. Το αναγνωριστικό είναι απαραίτητο για τη σύνταξη άλλων ερωτημάτων.

3. **Λίστα ταξιδιών**

Ερώτημα :

```
http://www.geocrowd.org/mobile_interaction/mobile_viewer?
list=true&user_id=user_id[&show=self|public]
```

Απάντηση :

```
<routes type="array">
  <route>
    <created-at type="date">2009-11-25</created-at>
    <date-name>gh</date-name>
    <id type="integer">219</id>
    <place>dghfghfgh</place>
    <sharing>public</sharing>
    <skg>13db1773a9e4d104e1b1f109f27faaf963fd3954219</skg>
    <trip-name>hgfgdh</trip-name>
    <updated-at type="datetime">2009-11-25T12:54:41Z</updated-at>
    <user-id type="integer">1</user-id>
  </route>
  <route>
    ...
  </route>
  ...
</routes>
```


Ένα ταξίδι μπορεί να είναι ιδιωτικό (private) ή δημόσιο (public) . Όταν ανήκει στην πρώτη κατηγορία τότε μόνο ο δημιουργός του μπορεί να το δει. Αντίθετα όταν χαρακτηρίζεται ως public είναι διαθέσιμο σε οποιοδήποτε χρήστη.

Το ερώτημα ζητά τα στοιχεία των ταξιδιών που βρίσκονται στο Geocrowd. Η παράμετρος user_id είναι το αναγνωριστικό του χρήστη που προέρχεται από ένα ερώτημα σύνδεσης ή εγγραφής ενός χρήστη. Η παράμετρος show είναι προαιρειτική. Η τιμή επηρεάζει το ερώτημα ως εξής:

- **self** : Ζητάει μόνο τα ταξίδια που έχει δημιουργήσει ο χρήστης με αναγνωριστικό user_id.
- **public** : Ζητάει τα δημόσια ταξίδια όλων των χρηστών εκτός από αυτά του χρήστη με αναγνωριστικό user_id.
- **η παράμετρος λείπει** : Ζητάει τα ταξίδια που ανήκουν και στις δύο προηγούμενες κατηγορίες.

Η απάντηση του ερωτήματος είναι μια λίστα από κόμβους τύπου route, με κάθε κόμβο να αντιπροσωπεύει ένα ταξίδι. Από τα στοιχεία ενός ταξιδιού ο Geocrowd Explorer αποθηκεύει : *α)* το αναγνωριστικό του ταξιδιού (id) , *β)* το αναγνωριστικό του δημιουργού του (user-id), *γ)* το όνομά του (trip-name), *δ)* την ευρύτερη περιοχή στην οποία το ταξίδι εξελίχθηκε (place), *ε)* την ημερομηνία τελευταίας τροποποίησης (updated-at) ή ,αν δεν έχει τροποποιηθεί, την ημερομηνία δημιουργίας (created-at).

4. **Λίστα ταξιδιών κοντά σ' ένα σημείο**

Ερώτημα :

```
http://www.geocrowd.org/mobile_interaction/near_by?
radius=the_destance_from_the_point&lat=the_latitude
&lng=the_point_lognitude&user_id=the_user_id[&show=public|self]
```

Το ερώτημα ζητά τα ταξίδια που είναι κοντά σε μια γεωγραφική θέση σε απόσταση μικρότερη από μια ακτίνα αναζήτησης. Το ερώτημα ακολουθεί την ίδια νοοτροπία και έχει παρόμοια απάντηση με ένα απλό ερώτημα που ζητά τη λίστα ταξιδιών από το Geocrowd. Η διαφορά του είναι οι τρεις επιπλέον παράμετροι: *α)* η ακτίνα αναζήτησης (radius), *β)* το γεωγραφικό πλάτος (lat) και *γ)* το γεωγραφικό μήκος του σημείου (lng).

5. **Περιεχόμενα ταξιδιού**

Ερώτημα :

```
http://www.geocrowd.org/mobile_interaction/mobile_viewer?
single_route=true&user_id=the_id_of_the_user
&route_id=the_id_of_the_route&all_content=true
```

Απάντηση :

```
<route>

  <route_components>
    <component>
      <id>id of the component</id>
      <route_id>the id of the route </route_id>
      <points_array>the point array lat1,lng1 ;lat2,lng2
      i.e.(22.459,37.9855;22.456,37.981)</points_array>
      <seq>the sequence num</seq>
    </component>
      ...
  </route_components>

  <text_content>
    <position_id>678</position_id>
    <lat>37.9525225225873</lat>
    <lng>22.4204349517822</lng>
    <text_content_id>190</text_content_id>
```

```
  <seq_route>3</seq_route>
  <!--if all_content=true-->
  <content>the text </content>
</text_content>

<item_content><!--Pictures or video content
  <position_id>664</position_id>
  <lat>37.9855</lat>
  <lng>22.459</lng>
  <item_id>1207</item_id>
  <name>the name</name>
  <seq_route>0</seq_route>
  <item_type>type(image or video)</item_type>
  <!--if all_content=true-->
  <comment></comment>
  <url_thumb>
    http://www.geocrowd.org/system/avatars/1067
    /thumb/DSCN3687.JPG?2009
  </url_thumb>
  <url_medium>
    http://www.geocrowd.org/system/avatars/1067
    /medium/DSCN3687.JPG?2009
  </url_medium>
  <!-- if it is video -->
  <url_video_original>
    http://www.geocrowd.org/system/avatars/1067
    /medium/video
  <url_video_original>
</item_content>

<group>
  <!--groups are content that that contains more that one
  picture or video or txt, all with the same coordinates
  <position_id>666</position_id>
  <lat>37.9756666666667</lat>
  <lng>22.4553333333333</lng>
  <seq_route>2</seq_route>

  <item_content>
    ...
  </item_content>
```

```
    <text_content>
      ...
    </text_content>
    ..
  </group>
  ...
</route>
```

Το ερώτημα ζητάει τα περιεχόμενα του ταξιδιού με αναγνωριστικό route_id και αναγνωριστικό χρήστη ,που το δημιούργησε, user_id. Η απάντηση περιέχει τους επόμενους κόμβους:

- **route_components** : Περιέχει μια λίστα από υποκόμβους τύπου component. Κάθε component αντιπροσωπεύει ένα κομμάτι της διαδρομής του ταξιδιού.
- **text_content** : Αντιπροσωπεύει ένα σημείο ενδιαφέροντος που περιέχει κείμενο. Αποτελείται από τους υποκόμβους :
  - **lat** (γεωγραφικό πλάτος) , **lng** (γεωγραφικό μήκος) και **seq_route** που καθορίζουν τη γεωγραφική θέση και τη σειρά επίσκεψης με την οποία εμφανίζεται το σημείο ενδιαφέροντος στο ταξίδι.
  - **content** : Περιέχει το κείμενο.
- **item_content** : Αντιπροσωπεύει ένα σημείο ενδιαφέροντος που περιέχει μια εικόνα ή ένα βίντεο. Αρχικά η εικόνα αποτελούσε κομμάτι της απάντησης του ερωτήματος στο σημείο που τώρα βρίσκονται οι κόμβοι url_thumb και url_medium χρησιμοποιώντας κωδικοποίηση Base64. Η Base64 κωδικοποίηση επιτρέπει την κωδικοποίηση δυαδικών δεδομένων και αποστολή τους μέσω καναλιών που καταλαβαίνουν δεδομένα αποτελούμενα από ASCII χαρακτήρες. Όμως, το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερο σε όγκο από τα αρχικά δεδομένα. Η ανάγκη αποστολής video όξυνε το πρόβλημα. Τελικά αποφασίστηκε η απάντηση του ερωτήματος να περιέχει urls από τα οποία ο χρήστης του Geocrowd API να μπορεί να κατεβάσει τις εικόνες ή τα video. Η συγκεκριμένη βελτίωση μείωσε τον όγκο των απεσταλμένων δεδομένων και κατά συνέπεια τον χρόνο αναμονής του χρήστη, κατάργησε την ανάγκη αποκωδικοποίησης των δεδομένων και επιτρέπει την αναπαραγωγή ενός βίντεο μέσω streaming. Οι εικόνες αποθηκεύονται στη μνήμη του τηλεφώνου ενώ η τοπική βάση δεδομένων λειτουργεί ως ευρετήριο για την ανέρευσή τους.

  Περίεχει τους υποκόμβους :

  - **lat** (γεωγραφικό πλάτος) , **lng** (γεωγραφικό μήκος) και **seq_route** που καθορίζουν τη γεωγραφική θέση και τη σειρά επίσκεψης με την οποία εμφανίζεται το σημείο ενδιαφέροντος στο ταξίδι.

- **item_type** : τύπος περιεχομένου , δηλαδή εικόνα ή βίντεο.
- **url_thumb**, **url_medium** : είναι οι διεύθυνσης για την ανάκτηση της ίδιας εικόνας σε μικρή και μεσαία ανάλυση αντίστοιχα. Στην περίπτωση που το περιεχόμενο είναι βίντεο, τότε η εικόνα είναι το πρώτο του καρέ. Σε κάθε περίπτωση ο Geocrowd Explorer πάντα κατεβάζει την εικόνα στη μεσαία της ανάλυση.
- **url_video_original** : url για το βίντεο.

• **group** : Αντιπροσωπεύει ένα σημείο ενδιαφέροντος που περιέχει εικόνες , βίντεο και κείμενα. Συνίσταται από κόμβους τύπου text_content και item_content.

6. **Ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης ενός ταξιδιού**

   Ερώτημα :

   ```
   http://www.geocrowd.org/mobile_interaction/updated?
   route_id=the_id_of_the_route
   ```

   Ζητάει από το Geocrowd την ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης του ταξιδιού με αναγνωριστικό route_id.

7. **Έλεγχος αν ένα ταξίδι είναι κοντά σ' ένα σημείο**

   Ερώτημα :

   ```
   http://www.geocrowd.org/mobile_interaction/is_close?
   radius=the_destance_from_the_point&lat=the_latitude
   &lng=the_point_lognitude&user_id=the_user_id&route_id=the_route_id
   ```

   Το ερώτημα ζητάει από το Geocrowd να ελέγξει αν το ταξίδι με αναγνωριστικό route_id που δημιουργήθηκε από τον χρήστη με αναγνωριστικό user_id βρίσκεται κοντά στο σημείο με γεωγραφική θέση (lat,lng) και σε απόσταση μικρότερη ή ίση από radius.

6.2 Υλοποίηση Μετασχηματισμού Παρατήρησης I

Η παρούσα υποενότητα περιγράφει την υλοποίηση του μετασχηματισμού παρατήρησης I , που χρησιμοποιείται από το κομμάτι της εκτεταμένης πραγματικότητας του Geocrowd Explorer.

6.2.1 Αναπαράσταση γεωγραφικής θέσης σημείου ενδιαφέροντος και χρήστη

Κατά το μετασχηματισμό της θέσης ενός σημείου ενδιαφέροντος ή της συσκευής από το σύστημα WGS84 στο ECEF προβήκαμε στις παρακάτω απλοποιήσεις:

1. Θεωρήσαμε ότι η γη είναι τέλεια σφαίρα. Έτσι οι τύποι μετασχηματισμού απλοποιούνται στους:

$$x = R\cos(\phi)\cos(\lambda)$$

$$y = R\cos(\phi)\sin(\lambda)$$

$$z = R\sin(\phi)$$

Πίνακας Συμβόλων	
x, y, z	Συντεταγμένες στο ECEF
ϕ	Γεωγραφικό πλατός (latitude)
λ	Γεωγραφικό μήκος (longitude)
R	Ακτίνα γης

Η προσέγγιση αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι τα σημεία που προβάλλονται στην οθόνη της συσκευής βρίσκονται κοντά στο χρήστη και έχουν μικρές διαφορές στο γεωγραφικό πλάτος και μήκος τους.

2. Αγνοούμε το ύψος. Ο υπολογισμός της καρτεσιανής θέσης , ακόμα και αν χρησιμοποιούσαμε τους ακριβέστερους τύπους, είναι μια διαδικασία επιρρεπής σε σφάλματα , λόγω της μεγάλης ακτίνας της γης. Αγνοώντας τη συντεταγμένη του ύψους απλοποιείται η διαδικασία εντοπισμού ενός σημείου στο χώρο από τον αλγόριθμο παρατήρησης. Για να έχει ο χρήστης την αίσθηση του βάθους μετά την προβολή ενός σημείου δεν μηδενίσαμε το ύψος τελείως αλλά θεωρήσαμε ότι όλα τα σημεία ενδιαφέροντος έχουν σταθερή υψομετρική διαφορά από τη θέση του χρήστη της τάξης μερικών δεκάδων μέτρων.

6.2.2 Υπολογισμός γωνιών προσανατολισμού της συσκευής

Το Android API ορίζει πολλά συστήματα συντεταγμένων που αντί να βοηθούν μπορεί να μπερδέψουν το προγραμματιστή. Ο Geocrowd Explorer χρησιμοποιεί το δικό του σύστημα συντεταγμένων συσκευής (GΣΣΣ) που προϋποθέτει ότι η συσκευή βρίσκεται σε οριζόντιο προσανατολισμό (landscape mode) με την οθόνη όρθια όπως φαίνεται στο σχήμα 6.1. Το σύστημα είναι σταθερό, δηλαδή κινείται μαζί με τη συσκευή. Οι άξονές του ορίζονται ως εξής:

- Ο άξονας Z είναι παράλληλος στην μικρή πλευρά της συσκευής με προσανατολισμό προς τον ουρανό. Δηλαδή είναι παράλληλος με τον άξονα Z του ECEF.
- Ο άξονας X είναι παράλληλος στην μεγάλη πλευρά και δείχνει προς τα δεξιά.
- Ο άξονας Y έχει τέτοιο προσανατολισμό ώστε να συμπληρώνει ένα ορθογώνιο και δεξιόστροφο σύστημα συντεταγμένων.

Στο σύστημα ως θετική φορά διαγραφής των γωνιών θεωρούμε τη μαθηματική φορά.

Όπως υπόθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο , το Android καθορίζει τον προσανατολισμό της συσκευής στο χώρο χρησιμοποιώντας τις γωνίες azumith, pitch και roll που ισοδυναμούν με στις περιστροφές γύρω από τους άξονες Z,X και Y αντίστοιχα. Στα πλαίσια της εφαρμογής κάναμε τις επόμενες απλουστεύσεις:

```
SensorManager.getRotationMatrix(mInR, mI, mAccels, mMagns );
SensorManager.remapCoordinateSystem(mInR, SensorManager.AXIS_X,
  SensorManager.AXIS_Z, mOutR);
SensorManager.getOrientation(mOutR, mOrientRad );
```

Σχήμα 6.2: Υπολογισμός προσανατολισμού με τη βοήθεια του SensorManager

1. Η περιστροφή γύρω από τον Y είναι μηδενική.

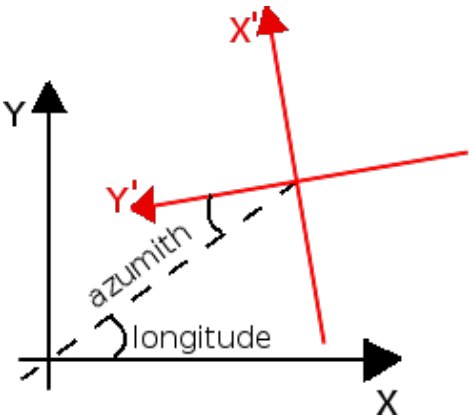
2. Η στροφή της συσκευής γύρω από τον άξονα X είναι σταθερή και ίση με -30°. Η γωνία των -30° δίνει στο χρήστη την αίσθηση του βάθους και αντιστοιχεί σε μια ελαφριά κλήση της συσκευής προς τα μπροστά.

Ο υπολογισμός του **azumith** γίνεται με τη βοήθεια της κλάσης **SensorManager**. Η τελευταία υπολογίζει τη γωνιακή διαφορά ανάμεσα στον άξονα Y' του ΓΣΣΣ και τον βόρειο πόλο (σχήμα 6.3). Η γωνία μηδενίζεται όταν ο άξονας Y' του ΓΣΣΣ δείχνει τον βόρειο πόλο. Στο σχήμα 6.2 φαίνεται ο κώδικας με τον οποίο ο SensorManager υπολογίζει την γωνία azumith. Η μέθοδος **getRotationMatrix** υπολογίζει τον πίνακα περιστροφής που μετασχηματίζει ένα διάνυσμα από το σύστημα συντεταγμένων συσκευής (ΣΣΣ) στο παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων (ΠΣΣ). Για να τον υπολογισμό του πίνακα περιστροφής χρησιμοποιεί τις μετρήσεις του επιταχυνσίμετρου και του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου. Παίρνοντας ως είσοδο τον πίνακα περιστροφής η remapCoordinateSystem υπολογίζει τον πίνακα περιστροφής σε ένα νέο ΠΣΣ. Οι άξονες του νέου συστήματος ορίζονται με βάση τους άξονες του ΠΣΣ όπως αυτό ορίζεται από το Android API και περιγράφεται στη θεωρία της διπλωματικής. Στη δική μας περίπτωση το νέο ΠΣΣ διατηρεί τον άξονα X αλλά ο νέος άξονας Y ταυτίζεται με τον άξονα Z. Τέλος η μέθοδος **getOrientation** υπολογίζει τις γωνίες προσανατολισμού από τις οποίες κρατάμε την azumith.

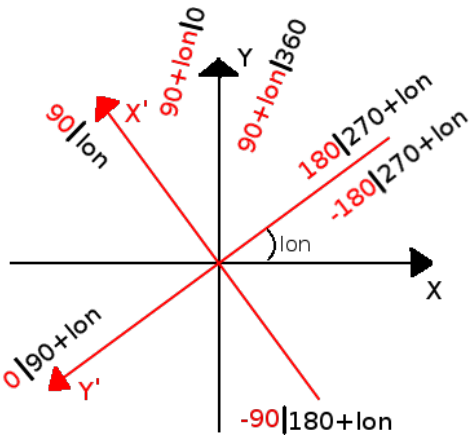
Σχήμα 6.1: Σύστημα συντεταγμένων συσκευής για τον Geocrowd Explorer

Οι συντεταγμένες των σημείων ενδιαφέροντος και της συσκευής υπολογίζονται στο σύστημα ECEF. Επομένως, πρέπει να μετασχηματιστούν στο ΓΣΣΣ. Τα δύο συστήματα έχουν ομόρροπους άξονες Z, οπότε μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τη γωνία περιστροφής του ΓΣΣΣ σε σχέση με το ECEF. Στο σχήμα 6.4 οι άξονες του ECEF είναι οι X,Y ,ενώ οι άξονες του ΓΣΣΣ είναι οι X', Y'. Η γωνία lon είναι το γεωγραφικό μήκος της θέσης όπου βρίσκεται η συσκευή. Επιπλέον, στο σχήμα υπάρχουν ζευγάρια της μορφής (γωνία α | γωνία β) Η γωνία α είναι οι τιμές της γωνίας azumith όπως την υπολογίζει ο SensorManager καθώς ο άξονας Y' περιστρέφεται και παίρνει τιμές στο διάστημα (-180,180). Η γωνίες β είναι η γωνία περιστροφής του ΓΣΣΣ σε

σχέση με το ECEF με τιμές στο διάστημα (0,360).



Σχήμα 6.3: Azumith από SensorManager



Σχήμα 6.4: Υπολογισμός γωνίας περιστροφής του ΓΣΣΣ σε σχέση με το ECEF

Λύνοντας τις εξισώσεις που προκύπτουν καταλήγουμε ότι η γωνία περιστροφής του ΓΣΣΣ σε σχέση με το ECEF συνάρτηση του azumith δίνεται από τον τύπο:

$$\varphi(a) = \begin{cases} -a + 90 + lon & -180 \leq a \leq 90 + lon \\ -a + 450 + lon & 90 + lon < a \leq 180 \end{cases}$$

Ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίσαμε κατά τον προσδιορισμό των γωνιών προσανατολισμού είναι η αστάθεια των τιμών που λαμβάνουμε από τους αισθητήρες. Ακόμα και αν η συσκευή παραμένει ακίνητη οι τιμές των γωνιών αλλάζουν. Αυτός είναι ένας από τους κύριους λόγους που προβήκαμε σε προαναφερθέντες απλοποιήσεις. Το πρόβλημα μετριάστηκε σημαντικά χρησιμοποιώντας τον μέσο όρο των τιμών. Έτσι, αν η μεταβολή της τιμής μιας γωνίας είναι μικρότερη από κάποιο όριο χρησιμοποιούμε τον μέσο όρο ενώ αν είναι μεγαλύτερη τη νέα τιμή. Αυξάνοντας το όριο παίρνουμε σταθερότερες τιμές όμως η κίνηση των σημείων στην οθόνη χάνει την ομαλότητά της και τα σημεία φαίνονται να κάνουν άλματα. Τελικά ορίσαμε το όριο στις 8 μοίρες.

6.2.3 Μετασχηματισμός από το ECEF στο ΓΣΣΣ

Ο μετασχηματισμός των συντεταγμένων ενός σημείου από το ECEF στο ΓΣΣΣ μπορεί να αναλυθεί στα επόμενα απλά βήματα:

1. Μετατόπιση της αρχής του ΓΣΣΣ στην αρχή του ECEF.
2. Περιστροφή γύρω από τον άξονα Z κατά γωνία -φ. Η φ είναι η γωνία στροφής του ΓΣΣΣ σε σχέση με το ECEF
3. Περιστροφή γύρω από τον άξονα X κατά 30 μοίρες.

Η προηγούμενη αλυσίδα μετασχηματισμών εκφράζεται μαθηματικά ως:

$$S_{total} = R_X(30^o) * R_Z(-\varphi) * T(-\vec{c}),$$

με το διάνυσμα $\vec{c}$ να είναι η θέση της συσκευής στο ECEF.

6.2.4 Πίνακας προβολής

Ο αλγόριθμος παρατήρησης I στο στάδιο της προβολής χρησιμοποιεί ένα αριστερόστροφο σύστημα προσανατολισμού και το επίπεδο προβολής είναι παράλληλο στο επίπεδο XY. Η προσαρμογή του αλγορίθμου στο GΣΣΣ φαίνεται στο σχήμα 6.5. Ακολουθώντας τα ίδια βήματα με αυτά που περιγράφει ο ΜΠΙ προκύπτει ο νέος πίνακας προβολής :

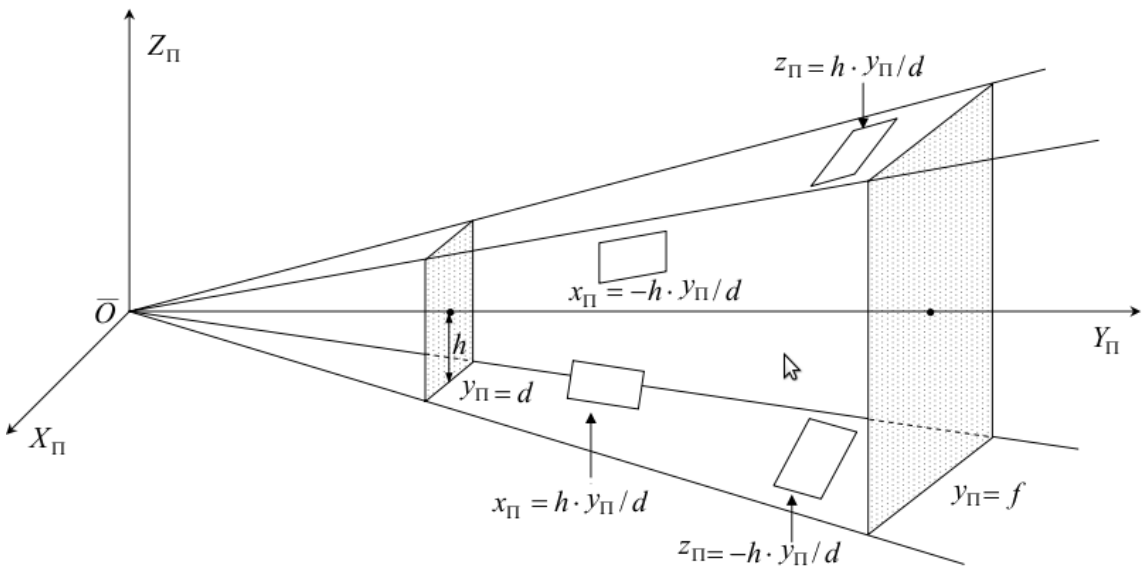
$$P_{\text{ΜΠΙ}_\text{Y}} = \begin{bmatrix} \frac{d}{h} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{f}{f-d} & 0 & -\frac{fd}{f-d} \\ 0 & 0 & \frac{d}{h} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

και οι καινούριες συνθήκες προβολής:

$$-w' \leq x' \leq w'$$

$$-w' \leq z' \leq w'$$

$$0 \leq y' \leq w'$$



Σχήμα 6.5: Προβολή στο επίπεδο XZ σε δεξιόστροφο σύστημα

Μετα την προβολή, ακολουθεί η απεικόνιση των σημείων στην οθόνη της συσκευής. Η οθόνη διαθέτει το δικό της σύστημα συντεταγμένων. Η αρχή του βρίσκεται στην πάνω αριστερή γωνία της οθόνης. Ο άξονας X είναι οριζόντιος με φορά προς τα δεξιά , ενώ ο άξονας Y είναι κατακόρυφος με φορά προς τα κάτω.

6.3 Πλατφόρμες και Προγραμματιστικά εργαλεία

6.3.1 Android API

Το Android API [45] είναι ένα σύνολο από βιβλιοθήκες που επιτρέπουν σ' οποιοδήποτε να δημιουργήσει την δική του εφαρμογή για το λειτουργικό σύστημα Android. Η τελευταία έκδοση είναι η 2.2 . Οι εφαρμογές που βασίζονται σε παλαιότερες εκδόσεις του Android API μπορούν να τρέξουν στις καινούριες αλλά το αντίστροφο δεν ισχύει. Παρόλ' αυτά , σε περίπτωση που πραγματοποιούνται σημαντικές αλλαγές σε κατώτερο επίπεδο μπορούν να εμφανιστούν ασυμβατότητες.

6.3.2 Android SDK

Το Android SDK [46] είναι ένα σύνολο από εργαλεία που βοηθούν τον προγραμματιστή να χτίσει τη δική εφαρμογή. Στην ιστοσελίδα (developer.android.com) υπάρχουν αναλυτικές πληροφορίες για την εγκατάσταση του. Υποστηρίζει όλα τα δημοφιλή λειτουργικά συστήματα (Linux , Mac , Windows). Οι δημιουργοί του δείχνουν σαφή προτίμηση στο περιβάλλον ανάπτυξης Eclipse (www.eclipse.org) για το οποίο κατασκέβασαν την επέκταση με όνομα Android Development Tools (ADT), χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άλλα περιβάλλοντα ανάπτυξης. Το ADT λύνει τα χέρια του προγραμματιστή αναλαμβάνοντας πολλές ενέργειες ρουτίνας. Μερικές από αυτές είναι:

- Η διαχείριση των ενημερώσεων, όπως είναι η εγκατάσταση νέων εκδόσεων του Android API.
- Η δημιουργία εικονικών συσκευών.
- Η εγκατάσταση της εφαρμογής σε εικονική ή πραγματική συσκευή.
- Η ανάγνωση γραφικών περιβάλλοντων που περιγράφονται σε XML αρχεία και η παρουσίασή τους όπως θα φαίνονταν στην οθόνη της συσκευής.
- Η δημιουργία εκτελέσιμων (.apk) αρχείων της εφαρμογής.

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή μερικών εκ των εργαλείων του Android SDK που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάπτυξη του Geocrowd Explorer.

6.3.2.1 Android Emulator

Ένα από τα βασικότερα εργαλεία ιδικά κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της εφαρμογής είναι ο προσομοιωτής που βασίζεται στον QEMU, ένα προσομοιωτή επεξεργαστών. Προσομοιώνει σχεδόν όλες τις λειτουργίες μιας πραγματικής συσκευής, όπως πλήρης λειτουργία του λειτουργικού συστήματος, πρόσβαση στις βασικές εφαρμογές του Android , σύνδεση με το διαδίκτυο και χρήση των Google Maps.

Ο προσομοιωτής αρχίζει να χάνει την αξία του όταν η εφαρμογή απαιτεί δεδομένα από τους αισθητήρες. Ο προγραμματιστής μπορεί να δώσει εικονικά δεδομένα για τη θέση της συσκευής χρησιμοποιώντας το εργαλείο ddms, όμως δεν συμβαίνει το ίδιο με τη λειτουργία της κάμερας και της πυξίδας. Ο Sensor Simulator είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε από την ομάδα Openintents (`code.google.com/p/openintents`) και προσομοιώνει τη λειτουργία κάποιων εκ των αισθητήρων μιας πραγματικής συσκευής, συμπεριλαμβανομένου της πυξίδας. Αποτελείται από τρια κομμάτια:

1. Τονπροσομοιωτήτωναισθητήρων. Αυτός είναι μια κανονική Java εφαρμογή. Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει ποιοι αισθητήρες προσομοιώνονται. Επιπλέον, περιστρέφοντας ένα τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση του ποντικιού μπορεί να καθορίσει τον προσανατολισμό της συσκευής στο χώρο.

2. Τηνεφαρμογή. Η εφαρμογή τρέχει στον Android Emulator και λαμβάνει μέσο δικτύου τις τιμές των αισθητήρων που παράγει ο προσομοιωτής.

3. Τηδιαπροσωπεία. Η διαπροσωπεία είναι ένα σύνολο από κλάσεις οι οποίες αντικαθιστούν τις κλάσεις του Android API στον κώδικα της εφαρμογής. Ουσιαστικά αυτό που κάνει είναι να επικοινωνεί με τη εφαρμογή που τρέχει ήδη στον Android Emulator και να λαμβάνει τα εικονικά δεδομένα.

Δυστυχώς, ο Sensor Simulator προσομοιώνει τη λειτουργία παλαιότερων κλάσεων του Android API που είναι παρωχημένες. Εντούτοις, βοηθάει καθοριστικά στην εξοικείωση του προγραμματιστή με τις γωνίες προσανατολισμού του Android (azumith,pitch,roll). Όσο αναφορά την προσομοίωση της λειτουργίας της κάμερας, διάφοροι προγραμματιστές έχουν γράψει κώδικα που επιτρέπει στον Android Emulator να επικοινωνεί με τη κάμερα του υπολογιστή τους. Όμως, δεν δουλεύει για όλες τις περιπτώσεις. Το πρόβλημα των αισθητήρων λύνεται οριστικά με τη χρήση ξεκλείδωτων κινητών συσκευών, που προορίζονται για προγραμματιστές.

6.3.2.2 Android Virtual Devices (AVDs)

Ένα AVD περιγράφει μια εικονική συσκευή και χρησιμοποιείται από τον Android Emulator. Η δημιουργία μιας εικονικής συσκευής συμπεριλαμβάνει τον προσδιορισμό της έκδοσης του Android API, τη χρήση ή όχι Google Maps και τον καθορισμό του μεγέθους της μνήμης. Κάθε εικονική συσκευή είναι ανεξάρτητη από τις άλλες. Διαθέτει τη δική της μνήμη , τις δικές ρυθμίσεις και τις δικές εφαρμογές. Είναι σαν μια πλήρως ξεχωριστή συσκευή.

6.3.2.3 Android Debug Bridge (adb)

Το adb επιτρέπει τη διαχείριση εικονικών και πραγματικών συσκευών. Ακολουθούν μερικές από τις επιλογές που παρέχει μαζί με τις εντολές χρήσης τους:

- Εύρεση των συνδεδεμένων συσκευών :

adb devices

Επιστρέφει μια λίστα με τα αναγνωριστικά των συνδεδεμένων συσκευών.

- Η εγκατάσταση εφαρμογής :

adb install <app_name.apk>

- Απεγκατάσταση εφαρμογής:

adb uninstall <app_package_name>

- Η ανάγνωση του ιστορικού (log) μιας συσκευής:

adb logcat

- Η σύνδεση με μια συσκευή. Η σύνδεση ανοίγει μια κονσόλα που επιτρέπει την εκτέλεση εντολών του λειτουργικού Linux:

adb shell

- Αποθήκευση και ανάληψη αρχείων:

adb pull <remote> <local>
adb push <local> <remote>

Η παράμετρος <remote> είναι η διεύθυνση του αρχείου στη μνήμη της εικονικής ή της πραγματικής συσκευής, ενώ η <local> είναι η διεύθυνση στο μήχανημα απ' όπου ο χρήστης προγραμματίζει.

- Στην περίπτωση που περισσότερες από μία συσκευές είναι συνδεδεμένες οι προηγούμενες εντολές λαμβάνουν την παρακάτω μορφή:

adb -s <serialNumber> <command>

Η παράμετρος <command> είναι η εντολή, ενώ η <serialNumber> είναι το αναγνωριστικό της συσκευής. Η εύρεση των αναγνωριστικών γίνεται με την εντολή "adb devices".

6.3.2.4 Draw 9-patch

Είναι ένας επεξεργαστής εικόνων που επιτρέπει την μετατροπή απλών png εικόνων σε εικόνες 9-patch, ο ρόλος και η μορφή των οποίων περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο κατά την ανάλυση της κλάσης NinePatchDrawable. Οι τροποποιημένες εικόνες αποθηκεύονται με κατάληξη 9.png.

6.4 Εγκατάσταση Εφαρμογής

Τα αρχεία εγκατάστασης εφαρμογών για Android έχουν τη μορφή <όνομα αρχείου>.apk. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βήματα εγκατάστασης του Geocrowd Explorer στη συσκευή T-Mobile G1 η οποία είναι ξεκλείδωτη [47].

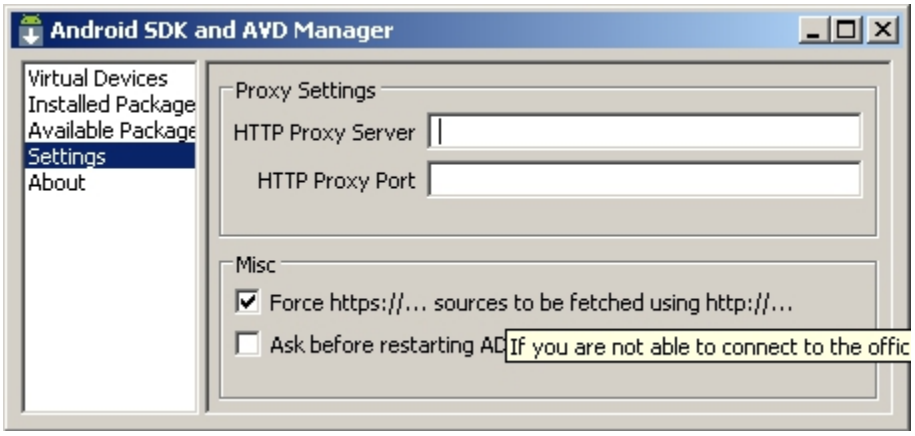
1. **Εγκατάσταση Android SDK**

   Το Android SDK απαιτεί για τη λειτουργία την έκδοση 5 ή μεγαλύτερη του JDK Η εγκατάσταση είναι απλή. Ο χρήστης απλά κατεβάζει τη συμπιεσμένη μορφή του από την ιστοσελίδα `http://developer.android.com/sdk/index.html` και την αποσυμπιέζει όπου επιθυμεί.

2. **Ενεργοποίηση "USB Debugging" στη Συσκευή**

   Όντας στην επιφάνεια εργασίας του Android κινητού μας επιλέγουμε **MENU** → **Settings** → **Applications** → **Development** → **USBdebugging**

3. **Σύνδεση Συσκευής στον Υπολογιστή**



Σχήμα 6.6: Καρτέλα Setting

Αν το λειτουργικό σύστημα είναι MAC ή Linux τότε η σύνδεση της συσκευής με τον υπολογιστή μέσω του USB καλωδίου αρκεί. Στην περίπτωση που το λειτουργικό είναι Windows τότε πρέπει να προηγηθεί η εγκατάσταση του USB οδηγού [48]. Ο οδηγός είναι διαθέσιμος μέσω του SDK Setup. Αφού τρέξουμε το εκτελέσιμο μεταβαίνουμε στην καρτέλα των ρυθμίσεων (Settings). Εκεί επιλέγουμε την επιλογή Force (σχήμα 6.6) για να εξαναγκάσουμε το SDK Setup να κατεβάζει πάντα λίστα με τα διαθέσιμα πακέτα. Στην καρτέλα με τα διαθέσιμα πακέτα (Available Packages) επιλέγουμε και κατεβάζουμε τον οδηγό όπως φαίνεται στο σχήμα 6.7. Έχοντας συνδεδεμένη τη συσκευή στον υπολογιστή ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα ώστε να εγκαταστίσουμε τον οδηγό:

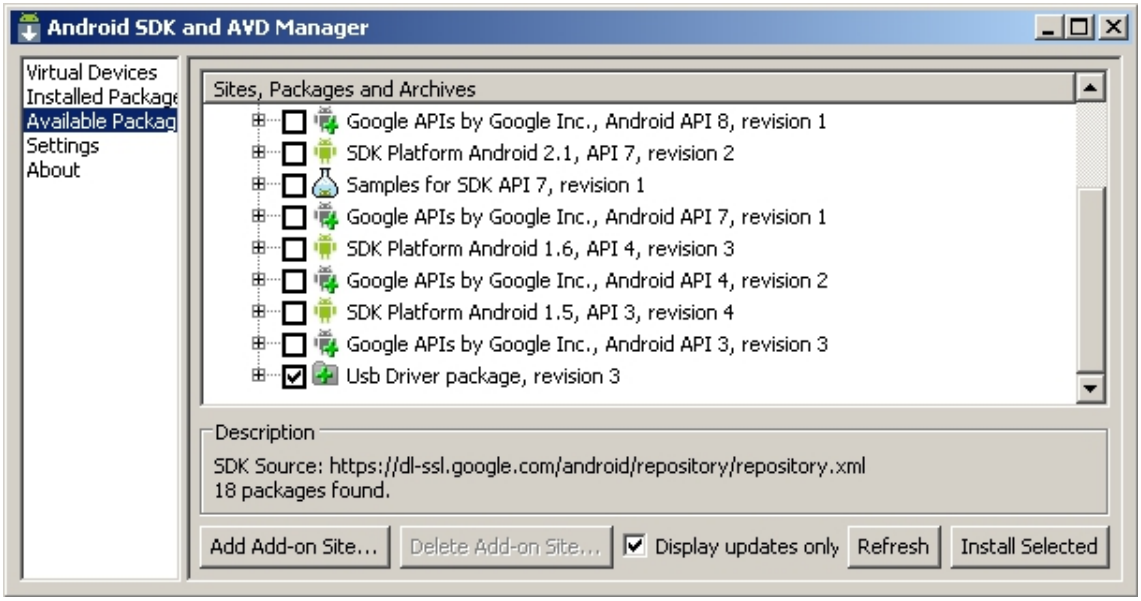
i) Ανοίγουμε τον πίνακα ελέγχου (Control Panel).

ii) Επιλέγουμε σύστημα (System) και μετά διαχείριση συσκευών (Device Manager)

iii) Κάνοντας δεξί κλικ στον κόμβο "Android Phone" διαλέγουμε "ενημέρωση οδηγού" (Update Driver)

iv) Επιλέγουμε "εγκατάσταση οδηγού από λίστα ή συγκεκριμένη τοποθεσία" (Install from a list or specific location) και προχωράμε στην επόμενη σελίδα.

v) Στη νέα σελίδα διαλέγουμε τον φάκελο όπου είναι αποθηκευμένος ο οδηγός και συνεχίζουμε στην επόμενη σελίδα, όπου ολοκληρώνεται η εγκατάσταση.



Σχήμα 6.7: Καρτέλα Available Packages

4. **Εγκατάσταση και Απεγκατάσταση Εφαρμογής**

Σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα και αν βρισκόμαστε ανοίγουμε μια κονσόλα και μεταβαίνουμε στον φάκελο android-sdk-linux/tools όπου βρίσκεται το εργαλείο adb. Για την εγκατάσταση του Geocrowd Explorer εκτελούμε:

adb install geocrowdExplorer.apk

ενώ για την απεγκατάσταση του τρέχουμε:

adb uninstall diplomatiki.android.

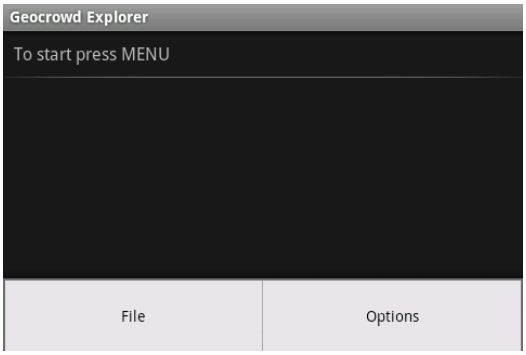
Κεφάλαιο 7

Εγχειρίδιο χρήσης

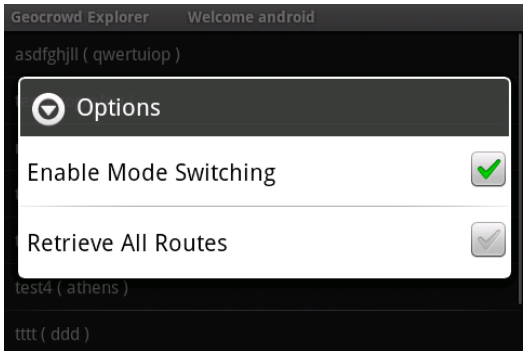
Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει ένα πλήρες σενάριο χρήσης της εφαρμογής με σκοπό την πλήρη εξοικείωση του χρήστη με τον Geocrowd Explorer.

7.1 Σενάριο Χρήσης

Το σενάριο πραγματοποιήθηκε στο μοντέλο T-Mobile G1 με την έκδοση 1.6 του λειτουργικού συστήματος Android. Ο Geocrowd Explorer χρησιμοποιεί τη συσκευή σε οριζόντιο προσανατολισμό. Το πληκτρολόγιο της συσκευής εμφανίζεται σέρνοντας την οθόνη προς τα πάνω. Στο δεξιό κομμάτι του τηλεφώνου βρίσκονται τα πλήκτρα MENU και BACK (βελάκι που κοιτάει προς τα κάτω) που χρησιμοποιούνται κατά την πλοήγηση του χρήστη μέσα στην εφαρμογή. Το πλήκτρο MENU εμφανίζει κάθε στιγμή το διαθέσιμο μενού , αν υπάρχει. Πατώντας το πλήκτρο BACK ο χρήστης επιστρέφει στην προηγούμενη κατάσταση απ' αυτή που βρίσκεται. Παραδείγματος χάριν, αν ο χρήστης ανοίξει κάποιο παράθυρο ή μενού τότε αυτό κλείνει με τη χρήση του πλήκτρου BACK.



Σχήμα 7.1: Κεντρικό Μενού



Σχήμα 7.2: Options Μενού

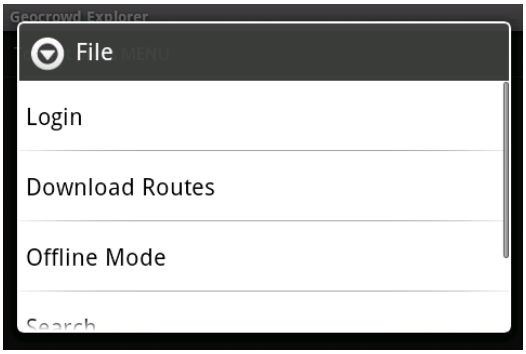
Η χρήση του Geocrowd Explorer συνοψίζεται σε μια αλυσίδα βημάτων, μερικά εκ των οποίων είναι προαιρετικά:

1. **Ρύθμιση Παραμέτρων Συστήματος**

   Το βήμα αυτό δεν είναι υποχρεωτικό. Επιλέγοντας **MENU** → **Options** εμφανίζεται η λίστα (σχήμα 7.2) με τις παραμέτρους που ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει:

   - **EnableModeSwitching** : Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τη δυνατότητα αλλαγής ανάμεσα σε Google Maps και Εκτεταμένη Πραγματικότητα και είναι εκ των προτέρων ενεργοποιημένη.

   - **RetrieveAllRoutes** : Καθορίζει αν ο Geocrowd Explorer θα ζητά από το Geocrowd μόνο τα ταξίδια του χρήστη ή όλα τα διαθέσιμα ταξίδια. Η δεύτερη επιλογή είναι η προεπιλεγμένη.

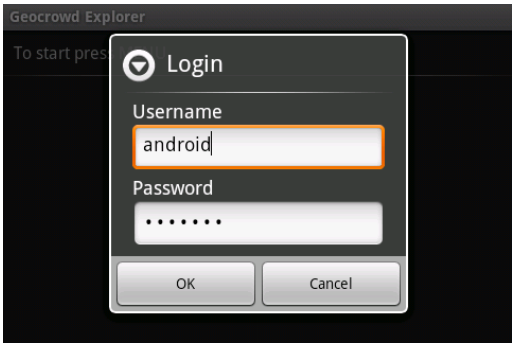


Σχήμα 7.3: File Μενού 1

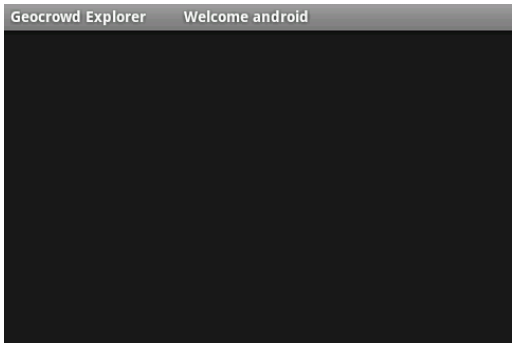
Σχήμα 7.4: File Μενού 2

2. **Σύνδεση με Geocrowd**

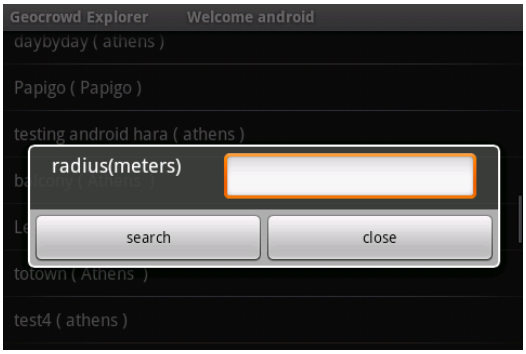
   Επιλέγοντας **MENU** → **File** → **Login** , εμφανίζεται ένα παράθυρο (σχήμα 7.5) στο οποίο η εφαρμογή ζητάει από τον χρήστη το όνομα χρήστη (UserName) και τον κωδικό (Password). Το κουμπί Cancel κλείνει το παράθυρο, ενώ το κουμπί OK στέλνει στο Geocrowd το αίτημα σύνδεσης. Στην περίπτωση επιτυχούς σύνδεσης με το Geocrowd εμφανίζεται στον τίτλο της εφαρμογής το όνομα του χρήστη (σχήμα 7.6).



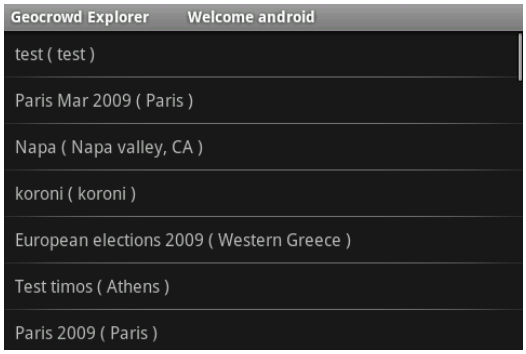
Σχήμα 7.5: Σύνδεση



Σχήμα 7.6: Επιτυχής σύνδεση



Σχήμα 7.7: Αναζήτηση Ταξιδιών



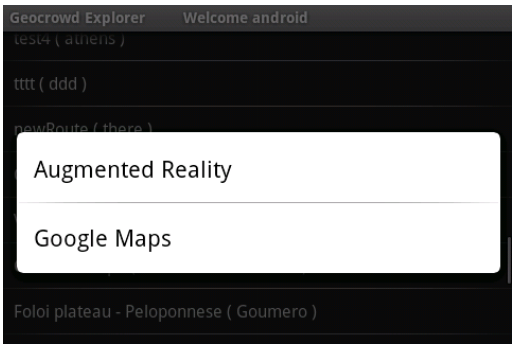
Σχήμα 7.8: Λίστα Ταξιδιών

3. **Επιλογή Πηγής Ταξιδιών**

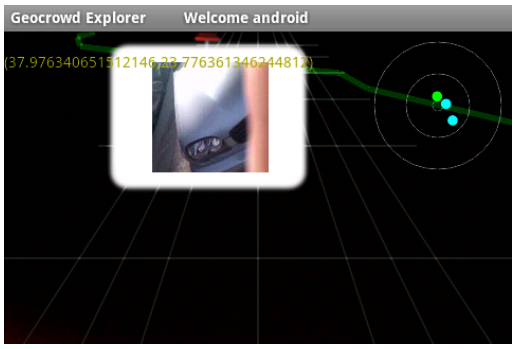
Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει ανάμεσα σε τρεις πηγές ταξιδιών

- **MENU** → **File** → **DownloadRoute** : Κατεβάζει ταξίδια από το Geocrowd σύμφωνα με τις επιλογές του χρήστη στο 1ο βήμα.
- **MENU** → **File** → **Search** : Εμφανίζεται ένα παράθυρο (σχήμα 7.7) στο οποίο ζητάει μια ακτίνα αναζήτησης σε μέτρα. Πατώντας το κουμπί close κλείνει το παράθυρο , ενώ επιλέγοντας το κουμπί search ο Geocrowd Explorer αναζητεί ταξίδια που βρίσκονται κοντά στον χρήστη και σε απόσταση μικρότερη από την ακτίνα αναζήτησης.
- **MENU** → **File** → **OfflineMode** : Παρουσιάζει στο χρήστη τα ταξίδια που είναι ήδη αποθηκευμενά στην τοπική βάση δεδομένων. Αυτή η επιλογή δεν προϋποθέτει την τέλεση του 2ου βήματος.

Αφού γίνει η επιλογή της πηγής των ταξιδιών τότε εμφανίζονται στην οθόνη οι τίτλοι των διαθέσιμων ταξιδιών σε μορφή λίστας (σχήμα 7.8).



Σχήμα 7.9: Επιλογή Τρόπου Προβολής



Σχήμα 7.10: Εκτεταμένη Πραγματικότητα 1

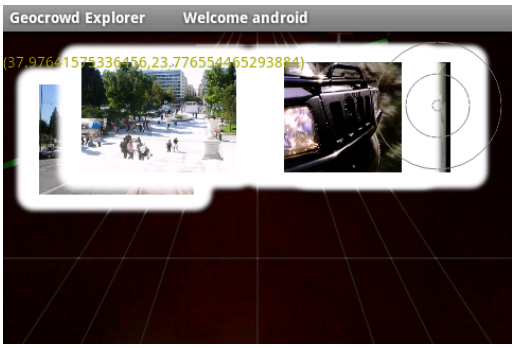
4. **Επιλογή Τρόπου προβολής**

Το πάτημα πάνω στον τίτλο ενός ταξιδιού εμφανίζεται στην οθόνη ένα παράθυρο (σχήμα 7.9) στο οποίο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αν θέλει να δει το ταξίδι με τη χρήση

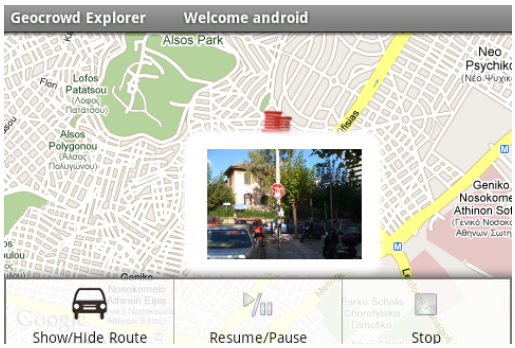
εκτεταμένης πραγματικότητας ή Google Maps.

5. **Εκτεταμένη Πραγματικότητα**

Διαλέγοντας την εκτεταμένη πραγματικότητα ο χρήστης μπορεί να δει ένα ταξίδι σε ζωντανό χρόνο μέσα από την κάμερα της συσκευής του (π.χ. σχήμα 7.10). Για να προσανατολίζεται ευκολότερα, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το ραντάρ που βρίσκεται στην πάνω δεξιά γωνία. Τα σημεία ενδιαφέροντος που φαίνονται στην οθόνη (κόκκινες πινέζες) είναι αυτά που βρίσκονται αριστερά και δεξιά του θετικού κατακόρυφου άξονα. Η πράσινη γραμμή δείχνει τη διαδρομή που ακολούθησε ο δημιουργός του ταξιδιού. Η διαδρομή του ταξιδιού συχνά καλύπτεται από τα περιεχόμενα των κόμβων του ταξιδιού. Αν ο χρήστης θέλει να δει τη διαδρομή είναι προτιμότερη η χρήση των Google Maps. Ο χρήστης πατώντας πάνω στα περιεχόμενα ενός κόμβου μπορεί να τα δει μεγεθυμένα , αν αυτά είναι εικόνες ή κείμενο , ή να ξεκινήσει την αναπαραγωγή κάποιου βίντεο. Τα περιεχόμενα ενός κόμβου είναι οργανωμένα σε λίστα. Αν είναι περισσότερα του ενός, κουνώντας τη λίστα προς τα πάνω εμφανίζονται τα υπόλοιπα. Πατώντας το κουμπί BACK ο χρήστης επιστρέφει στην αρχική οθόνη.

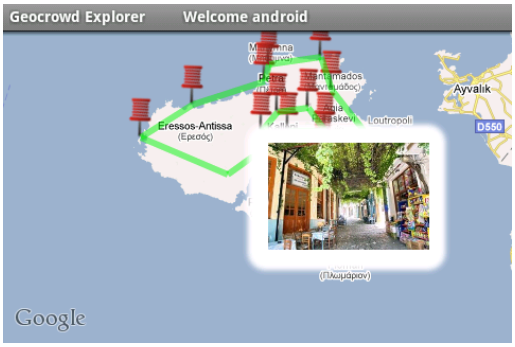


Σχήμα 7.11: Εκτεταμένη Πραγματικότητα 2

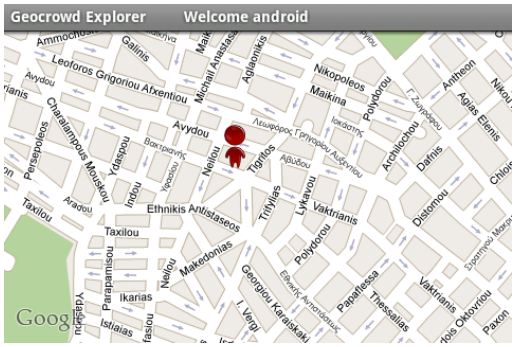


Σχήμα 7.12: Google Maps 1

6. **Google Maps**



Σχήμα 7.13: Google Maps 2



Σχήμα 7.14: Θέση Χρήστη

Αν ο χρήστης διαλέξει τους χάρτες της Google Maps για να δει το ταξίδι , τότε τα σημεία

ενδιαφέροντος εμφανίζονται στην οθόνη με τη μορφή πινεζών (σχήμα 7.12) Πατώντας πάνω σε κάποια πινέζα, ο χρήστης μπορεί να δει τα περιεχόμενά της, που εμφανίζονται ως λίστα εικόνων και κειμένων. Επιλέγοντας κάποιο από τα περιεχόμενα ενός κόμβου, ο χρήστης μπορεί να το δει μεγεθυμένο , αν αυτό είναι εικόνα ή κείμενο , ή να ξεκινήσει την αναπαραγωγή του στη περίπτωση που είναι βίντεο.

Η θέση του χρήστη στο χάρτη εμφανίζεται μ' ένα κόκκινο ανθρωπάκι (σχήμα 7.14). Το κουμπί MENU του πληκτρολογίου εμφανίζει το μενού του υποσυστήματος, το οποίο παρέχει τρεις επιλογές (σχήμα 7.12) :

- **Show/HideRoute** : Εμφανίζει ή εξαφανίζει τη διαδρομή του ακολούθησε ο δημιουργός του ταξιδιού για να επισκεφτεί όλους τους κόμβους του ταξιδιού.
- Τα υπόλοιπα δύο κουμπιά ελέγχουν τον Route Player, που επιτρέπει στον χρήστη του Geocrowd Explorer να δει το ταξίδι χωρίς να χρειάζεται να επιλέξει κάθε σημείο ενδιαφέροντος ξεχωριστά. Το κουμπί **Resume/Pause** ξεκινάει ή θέτει σε αναμονή τον Route Player , ενώ το **Stop** τον σταματάει.

7. **Τερματισμός Εφαρμογής**

Αφού ο χρήστης επιστρέψει στην αρχική καρτέλα του Geocrowd Explorer, πατώντας το κουμπί BACK όσες φορές είναι απαραίτητο, μπορεί να τερματίσει την εφαρμογή επιλέγοντας **MENU** → **File** → **Quit**.

Κεφάλαιο 8

Επίλογος

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκε πλήρως η υλοποίησης του Geocrowd Explorer. Ο τελευταίος επιτρέπει στον χρήστη να ξαναζεί τα ταξίδια, που είναι αποθηκευμένα στον Geocrowd με τη χρήση εκτεταμένης πραγματικότητας και Google Maps.

Οι βελτιώσεις που μπορεί να δεχτεί αφορούν τη μείωση του χρόνου ανάκτησης των δεδομένων ενός ταξιδιού και αναμονής του χρήστη. Η καθυστέρηση εμφανίζεται σε δύο σημεία. Το πρώτο σημείο αφορά το χρόνος ανάγνωσης και επεξεργασίας των απαντήσεων του Geocrowd που αυξάνεται όσο μεγαλώνει ο αριθμός των σημείων ενδιαφέροντος και το πλήθος των εικόνων. Το δεύτερο σημείο είναι η ανάκτηση και παρουσίαση της διαδρομής ενός ταξιδιού. Το πρόβλημα γίνεται ορατό όταν η διαδρομή είναι μεγάλη. Δηλαδή, όταν είναι μεγάλος ο αριθμός των σημείων, που αν τα ενώσεις, δημιουργούν τη διαδρομή του ταξιδιού. Επιπλέον, η εφαρμογή αναπτύχθηκε στην έκδοση 1.6,του Android ενώ η τελευταία είναι η 2.2 , που διορθώνει προβλήματα της 1.6.

Ένα από τα προβλήματα που αντιμετώπισε η εφαρμογή ήταν η αστάθεια των μετρήσεων από τους αισθητήρες. Οι τιμές των αισθητήρων χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του προσανατολισμού της συσκευής. Ο προσανατολισμός της συσκευής μας ενδιέφερε κυρίως στο κομμάτι της εκτεταμένης πραγματικότητας. Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε θεωρώντας πολλές τιμές των παραμέτρων σταθερές και χρησιμοποιώντας μέσους όρους για τις τιμές των υπολοίπων. Η προηγούμενη λύση έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα αφού η κίνηση των σημείων ενδιαφέροντος στην οθόνη της συσκευής είναι ομαλή. Αλλά ίσως να μπορεί να υλοποιηθεί κάποια καλύτερη λύση.

Επόμενες επεκτάσεις της εφαρμογής αυτής αφορούν την παροχή περισσότερων υπηρεσιών στον χρήστη. Παραδείγματος χάριν, ο Geocrowd Explorer μπορεί να ενωθεί με την εφαρμογή που αναλαμβάνει την καταγραφή ενός ταξιδιού. Έτσι ο χρήστης θα μπορεί να προσθέτει τα δικά του σχόλια και υλικό στα ταξίδια των φίλων του ή να τροποποιεί ταξίδια που έχει ήδη δημιουργήσει. Με άλλα λόγια, οι επιπλέον υπηρεσίες δημιουργούν μια εφαρμογή κοινωνικής δικτύωσης με στόχο οι χρήστες να μπορούν να μοιράζονται τα ταξίδια που πραγματοποιούν.

Βιβλιογραφία

[1] Geocrowd, Ιστοσελίδα http://www.geocrowd.org/, Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[2] Wikitude, Ιστοσελίδα http://www.wikitude.org/, Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[3] Layar, Ιστοσελίδα http://www.layar.com/, Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[4] Geotagging, Ιστοσελίδα http://en.wikipedia.org/wiki/Geotagging, Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[5] Αλβέρτου-Δαυϊδ Αντζελ . Διπλωματική "Εξαγωγή Γεωγραφική Πληροφορίας από Ημιδομημένο Κείμενο". Ιούλιος 2006.

[6] Χαρίκλεια Λόντου . Διπλωματική "Ημι-αυτόματη Γεωκωδικοποίηση Ιστοσελίδων". Ιούλιος 2008.

[7] Θ.Θεοχάρης , Α. Μπεμ , Α Καραμπάση , Γ. Παπαϊωάννου , Ν. Πλατής: Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι, Αθήνα,1999. Ιστοσελία http://graphics.di.uoa.gr/ Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[8] Θ.Θεοχάρης , Α. Μπεμ , Α Καραμπάση , Γ. Παπαϊωάννου , Ν. Πλατής: Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι,pp 76-80 Αθήνα,1999. Ιστοσελία http://graphics.di.uoa.gr/ Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[9] Θ.Θεοχάρης , Α. Μπεμ , Α Καραμπάση , Γ. Παπαϊωάννου , Ν. Πλατής: Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι,pp 104-109 Αθήνα,1999. Ιστοσελία http://graphics.di.uoa.gr/ Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[10] Θ.Θεοχάρης , Α. Μπεμ , Α Καραμπάση , Γ. Παπαϊωάννου , Ν. Πλατής: Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι,pp 81-82 Αθήνα,1999. Ιστοσελία http://graphics.di.uoa.gr/ Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[11] Θ.Θεοχάρης , Α. Μπεμ , Α Καραμπάση , Γ. Παπαϊωάννου , Ν. Πλατής: Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι,pp 142-144 Αθήνα,1999. Ιστοσελία http://graphics.di.uoa.gr/ Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[12] Θ.Θεοχάρης , Α. Μπεμ , Α Καραμπάση , Γ. Παπαϊωάννου , Ν. Πλατής: Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι,pp 158-164 Αθήνα,1999. Ιστοσελία http://graphics.di.uoa.gr/ Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[13] Θ.Θεοχάρης , Α. Μπεμ , Α Καραμπάση , Γ. Παπαϊωάννου , Ν. Πλατής: Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι, Αθήνα,1999. Ιστοσελία http://graphics.di.uoa.gr/ Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[14] Ν.Καδιανάκης, Σ.Καρανάσιος: Γραμμική Άλγεβρα Αναλυτική Γεωμετρία και Εφαρμογές, Έκδοση 3,Αθήνα,2003

[15] Department of Defence World Geodetic System, Its Definition and Relationship with Local Geodetic Systems, 2000.

[16] ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ. Ιστοσελίδα http://www.gistech.gr/-systhmata-syntetagmenwn.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[17] Geoid. Ιστοσελίδα http://en.wikipedia.org/wiki/Geoid. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[18] World Geodetic System. Ιστοσελίδα http://en.wikipedia.org/wiki/World_Geodetic_System. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[19] Ellipsoid. Ιστοσελίδα http://en.wikipedia.org/wiki/Ellipsoid. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[20] Global Positioning System. Ιστοσελίδα http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[21] Augmented Reality Page. Ιστοσελίδα http://www.se.rit.edu/~jrv/research/ar/. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[22] Android developers. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/index.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[23] Twitter. Ιστοσελίδα http://twitter.com/. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[24] Smartphones. Ιστοσελίδα http://en.wikipedia.org/wiki/Smartphone. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[25] iOS. Ιστοσελίδα http://www.apple.com/iphone/ios4/. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[26] Android. Ιστοσελίδα http://www.android.com/. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[27] Windows Mobile. Ιστοσελίδα http://www.microsoft.com/Windowsmobile/en-us/default.mspx. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[28] Symbian. Ιστοσελίδα http://www.symbian.org/. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[29] KML Ιστοσελίδα http://code.google.com/apis/kml/. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[30] ARML. Ιστοσελίδα http://openarml.org/. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[31] Best AR application for iPhone. Ιστοσελίδα http://www.iphoneness.com/iphone-apps/best-augmented-reality-iphone-applications/. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[32] Activity. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/app/Activity.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[33] Dialog. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/app/Dialog.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[34] View. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/view/View.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[35] ViewGroup. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/view/ViewGroup.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[36] User Interface. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/guide/topics/ui/index.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[37] Google APIs Add-On. Ιστοσελίδα http://code.google.com/android/add-ons/google-apis/reference/index.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[38] Sensor. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/hardware/Sensor.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[39] SensorEventListener. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/hardware/SensorEventListener.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[40] SensorManage. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/hardware/SensorManager.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[41] LocationManager. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/location/LocationManager.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[42] LocationListener. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/location/LocationListener.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[43] NinePatchDrawable. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/reference/android/graphics/drawable/NinePatchDrawable.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[44] AndroidManifest. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/guide/topics/manifest/manifest-intro.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[45] Android API. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/guide/appendix/api-levels.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[46] Android SDK. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/guide/developing/tools/index.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[47] Developing on a Device. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/guide/developing/device.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.

[48] USB Driver for Windows. Ιστοσελίδα http://developer.android.com/sdk/win-usb.html. Ίσχυε τον Ιούλιο του 2010.