

**Εσωτερική πλοήγηση σε κλειστούς χώρους με
βάση την τοποθεσία με Επαυξημένη
Πραγματικότητα**

Σπυρίδων Τσότζολας
3099

Διπλωματική Εργασία

Επιβλέπων: Ν. Μαμουλής

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος 2021



ΤΜΗΜΑ ΜΗΧ. Η/Υ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE & ENGINEERING
UNIVERSITY OF IOANNINA

Περίληψη στα ελληνικά

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας πλήρως λειτουργικής εφαρμογής για κινητές συσκευές Android με χρήση της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Η εφαρμογή είναι σχεδιασμένη για φοιτητές του τμήματος Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής, ώστε να τους διευκολύνει να πλοηγηθούν γρήγορα και εύκολα στο εσωτερικό χώρο της σχολής, χωρίς να χρειάζεται να αναζητήσουν πληροφορίες για τον προορισμό που τους ενδιαφέρει μέσα σε αυτό. Η Επαυξημένη πραγματικότητα έγκειται στο γεγονός ότι η εφαρμογή δείχνει με αντικείμενα (βελάκι, άνθρωπο που καθοδηγεί) προς τα πού να κατευθυνθεί μέσα στο κτίριο ο χρήστης για να φτάσει στον προορισμό του. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της συγκεκριμένης πτυχιακής είναι το ολοκληρωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον Android Studio, χρησιμοποιώντας την γλώσσα προγραμματισμού Java, το εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού ARCore SDK για την ενσωμάτωση της Επαυξημένης Πραγματικότητας, καθώς και η τεχνολογία beacons για την ενημέρωση της θέσης του χρήστη στον χώρο.

Λέξεις Κλειδιά: κινητή εφαρμογή, εσωτερική πλοήγηση, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Android Studio, ARCore, beacons bluetooth low energy

Abstract

The purpose of this thesis is the development of a fully functional application for Android mobile devices using Augmented Reality technology. The application is designed for students of the Department of Computer Science and Engineering to facilitate them to navigate quickly and easily inside the building, without having to look for information about the destination that they might find interesting. Augmented Reality lies in the fact that the application points with objects (arrow, man guiding) where the user is headed inside the building to reach his destination. The technologies that were used for the implementation of this thesis are Android Studio Integrated Development Environment (IDE), using the Java programming language, the ARCore SDK for the integration of Augmented Reality, as well as the beacon technology for updating the user's position in the space.

Keywords: mobile application, indoor navigation, Augmented Reality, Android Studio, ARCore, beacons bluetooth low energy

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή	7
Αντικείμενο της διπλωματικής	7
1.2 Οργάνωση του τόμου	10
Περιγραφή Θέματος	11
Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας	11
2.1.2 Αναπτυξιακά εργαλεία εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας	15
Ανάλυση απαιτήσεων	17
2.2.1 Γενική περιγραφή των λειτουργιών του συστήματος	17
2.3 Λειτουργίες συστήματος	17
2.3.1 Καλωσόρισμα στην εφαρμογή	17
2.3.2 Επεξήγηση εφαρμογής	18
2.3.3 Επιλογή τρέχουσας τοποθεσίας χρήστη	18
2.3.4 Σκανάρισμα QR code	18
2.3.5 Επιλογή προορισμού	19
2.3.6 Εύρεση συντομότερης διαδρομής	20
2.3.7 Απεικόνιση της διαδρομής με Επαυξημένη Πραγματικότητα.	20
Σχεδίαση & Υλοποίηση	21
Beacons	21
3.1.1 Bluetooth Low Energy Technology	21
3.1.2 Bluetooth Low Energy Beacons	21
3.1.3 Πρωτόκολλα Beacon	22
3.1.3.1 iBeacon	22
3.1.3.2 Eddystone	23
3.2 Μέθοδοι πλοήγησης σε εσωτερικούς χώρους	25
3.2.1 Fingerprinting	26
3.2.2 Trilateration	26
3.3 Kalman Filter	27
3.4 Σχεδίαση και αρχιτεκτονική λογισμικού	28
3.4.1 Android Studio	28
3.4.2 Build - Gradle	29
3.4.3 Layout XML αρχεία	30
3.4.4 Δραστηριότητες/ Activities	30
3.4.5 Πόροι/ Resources	32
3.5 Υλοποίηση	33
3.5.1 WelcomeActivity	33
3.5.2 ExplanationApp	34

3.5.3 CurrentLocationActivity	35
3.5.4 DestinationActivity	36
3.5.5 ARNavigation	37
3.6 Αισθητήρες Android (Android Sensors)	38
3.6.1 Υπολογισμός προσανατολισμού συσκευής	38
3.6.2 Αναγνώριση κίνησης χρήστη	40
Πειραματική Αξιολόγηση	41
4.1 Πειραματική αξιολόγηση χρήσης BLE Beacons σε εσωτερικούς χώρους με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας	41
4.2 Ακρίβεια θέσης	42
4.3 Αντιστοιχία απόστασης – RSSI	43
4.4 Διακύμανση σήματος	44
Επίλογος	45
Σύνοψη και συμπεράσματα	45
Μελλοντικές επεκτάσεις	46
Βιβλιογραφία	47

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής

Ο όρος Επαυξημένη Πραγματικότητα, γνωστός ως Augmented Reality, είναι η σε πραγματικό χρόνο άμεση ή έμμεση θέαση ενός φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος, του οποίου τα στοιχεία επαυξάνονται από στοιχεία αναπαραγόμενα από συσκευές υπολογιστών, όπως ήχος, βίντεο, γραφικά ή δεδομένα τοποθεσίας. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα συμπληρώνει το πραγματικό περιβάλλον και δεν το αντικαθιστά όπως συμβαίνει στις περιπτώσεις εικονικής πραγματικότητας (Ronald Azuma, 1997). Τα πραγματικά αντικείμενα συνυπάρχουν με τα εικονικά και ταυτόχρονα τα εικονικά αντικείμενα επιδεικνύουν πληροφορία η οποία δεν είναι άμεσα ανιχνεύσιμη από τον χρήστη μέσω των αισθήσεων του. Πρόκειται δηλαδή για ένα ταχέως εξελισσόμενο ερευνητικό πεδίο, το οποίο στοχεύει στον εμπλουτισμό της αντίληψης της πραγματικότητας από τον χρήστη. Με άλλα λόγια, τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας συνδυάζουν την πραγματική πληροφορία, καθώς και την πληροφορία που δημιουργείται από τον υπολογιστή σε ένα πραγματικό περιβάλλον.

Στόχος λοιπόν της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές Android με χρήση της παραπάνω τεχνολογίας. Λόγω της δημοτικότητας της τεχνολογίας θέσης εσωτερικού χώρου, καταλήξαμε να αναπτύξουμε μια εφαρμογή εσωτερικής πλοήγησης. Αντίστοιχες εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλα κτίρια, όπως νοσοκομεία, αεροδρόμια και σιδηροδρομικούς σταθμούς, για να καθοδηγήσουν τον επισκέπτη στους προορισμούς τους.

Ένα από τα κύρια προβλήματα που χρειάζεται να επιλύσουμε είναι αυτό του εντοπισμού της τοποθεσίας καθώς και της αναγνώρισης και κίνησης του χρήστη μέσα στον

εσωτερικό χώρο. Παρόλο που υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες για τη θέση του χρήστη, οι περισσότερες από αυτές έχουν μερικά μειονεκτήματα. Μερικές τεχνολογίες είναι οι εξής.

Bluetooth Beacons

Τα Beacons είναι μικροί «αποστολείς» σημάτων Bluetooth, τοποθετημένοι στον τοίχο ή στην οροφή σε όλη την τοποθεσία σε απόσταση 10-20 μέτρων. Ανάλογα με τα beacons που ακούει η συσκευή και πόσο ισχυρό είναι το σήμα, υπολογίζεται η θέση της συσκευής στο χώρο (κατ' εκτίμηση). Η εκτίμηση της θέσης, διαφέρει. Εξαρτάται από τον τύπο συσκευής.

Simultaneous Localization And Mapping (SLAM)

Το Simultaneous Localization And Mapping (SLAM) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την κατασκευή και την ενημέρωση ενός χάρτη ενός άγνωστου περιβάλλοντος, ενώ ταυτόχρονα παρακολουθεί την τοποθεσία ενός αντιπροσώπου μέσα σε αυτό. Η εφαρμογή μαθαίνει πώς φαίνεται ένα περιβάλλον, δημιουργεί ένα σημείο νέφους και επαναπροσδιορίζεται βάσει αυτού. Τα περισσότερα από τα συστήματα λειτουργούν μόνο σε μικρότερες περιοχές (200 τετραγωνικά μέτρα) και το περιβάλλον δεν πρέπει να αλλάζει. Οι δημοφιλείς μέθοδοι λύσης κατά προσέγγιση περιλαμβάνουν το φίλτρο σωματιδίων, το εκτεταμένο φίλτρο Kalman, τη διασταύρωση συνδιακύμανσης και το GraphSLAM. Οι αλγόριθμοι SLAM βασίζονται σε έννοιες της υπολογιστικής γεωμετρίας και της υπολογιστικής όρασης και χρησιμοποιούνται στην πλοήγηση ρομπότ, τη ρομποτική χαρτογράφηση και την οδομετρία για εικονική πραγματικότητα ή επαυξημένη πραγματικότητα. Οι αλγόριθμοι SLAM προσαρμόζονται στους διαθέσιμους πόρους, επομένως δεν στοχεύουν στην τελειότητα, αλλά στη λειτουργική συμμόρφωση. Δημοσιευμένες προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται σε αυτοκινούμενα αυτοκίνητα, μη επανδρωμένα αεροσκάφη, αυτόνομα υποβρύχια οχήματα, πλανητικά ροβέρ, νεότερα οικιακά ρομπότ, ακόμη και μέσα στο ανθρώπινο σώμα.

Markers/QR Codes

Η τοποθέτηση δεικτών και η αποθήκευση μιας τοποθεσίας αυτού του δείκτη ενημερώνει την εφαρμογή για την τοποθεσία του χρήστη. Για ορισμένα σενάρια, είναι πολύ βολικό να χρησιμοποιούνται κώδικοι QR για εσωτερική τοποθέτηση, καθώς οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν τις εφαρμογές πλοήγησης και στη συνέχεια ο κωδικός QR χρησιμοποιείται για τον σύνδεσμο λήψης εφαρμογών. Ανάλογα με το μέγεθος του δείκτη, οι χρήστες μπορούν να περπατήσουν για απόσταση 30 μέτρων μετά τη μαγνητοσκόπηση ενός κωδικού QR με

μετατόπιση 0,5-1,0 μέτρων. Αυτή η προσέγγιση είναι απλή, δεν απαιτεί πολύπλοκες εγκαταστάσεις και θα λειτουργεί σταθερά.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, όπου χρησιμοποιείται η τεχνολογία των beacons απαιτείται να είναι ενεργό το Bluetooth και η υπηρεσία τοποθεσίας του κινητού ώστε να είναι εφικτή η αναγνώριση των αισθητήρων που είναι εγκατεστημένοι στον πρώτο όροφο του κτιρίου. Όταν η συσκευή βρίσκεται εντός της εμβέλειας των αισθητήρων, μέσω των σημάτων που στέλνονται από κάθε διαφορετικό αισθητήρα στη συσκευή, υπολογίζεται η ακριβής θέση και κίνηση του χρήστη στο χώρο σε σχέση με τις υπόλοιπες οντότητες.

Εφόσον η θέση έχει αναγνωριστεί και ο φοιτητής έχει επιλέξει από ένα μενού τον προορισμό που τον ενδιαφέρει, ξεκινάει το κομμάτι της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Συγκεκριμένα, ανοίγει η κάμερα της συσκευής του χρήστη και εμφανίζεται σε αυτή ένα βέλος. Ο χρήστης ακολουθώντας την κατεύθυνση που δείχνει το βέλος αρχίζει να κινείται προς αυτήν. Κινούμενος ο χρήστης, ενημερώνεται η θέση και η κατεύθυνση του βέλους, με τέτοιο τρόπο, ώστε να τον οδηγήσει στον προορισμό που επέλεξε προηγουμένως από το μενού.

Η αναγνώριση του βηματισμού του χρήστη επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα που έχουν οι περισσότερες κινητές συσκευές και είναι γνωστός με τον όρο Accelerometer. Εφόσον λοιπόν αναγνωριστεί το βήμα του χρήστη, ενημερώνεται και η θέση του και το βέλος εμφανίζεται αναλόγως.

1.2 Οργάνωση του τόμου

Μετά από μια σύντομη εισαγωγή του θέματος στο Κεφάλαιο 1, το ακόλουθο Κεφάλαιο 2 περιγράφει αναλυτικά τις απαιτήσεις και τις λειτουργίες του συστήματος.

Το Κεφάλαιο 3 εισάγει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και πιθανές εναλλακτικές λύσεις. Επίσης μετά από μια αναλυτική εξήγηση των στοιχείων του Android project και πως αυτά συνδέονται μεταξύ τους, παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της εφαρμογής των λειτουργιών σε μια πρώτη έκδοση της Android εφαρμογής.

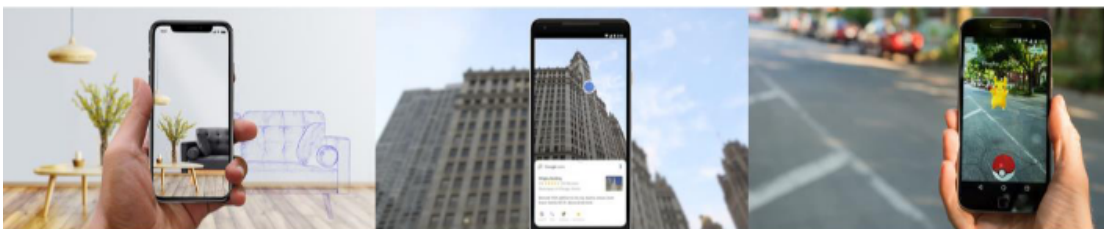
Τα αποτελέσματα του παραπάνω κεφαλαίου παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 4, ύστερα από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για την κατανόηση και βελτίωση του συστήματος.

Το Κεφάλαιο 5 συνοψίζει τα αποτελέσματα της διατριβής και παρέχει προτάσεις για μελλοντική επέκταση στον τομέα ανάπτυξης Android εφαρμογών.

Κεφάλαιο 2. Περιγραφή Θέματος

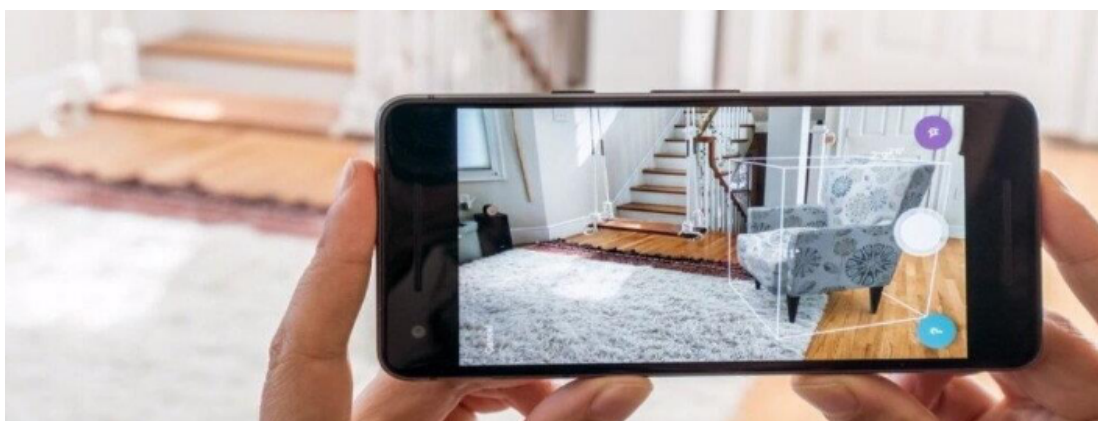
2.1 Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να βιωθεί μέσα από μια ποικιλία εμπειριών. Χωρίζεται σε 3 κύριες κατηγορίες εργαλείων. 3D προβολή επαυξημένης πραγματικότητας, όπου οι χρήστες μπορούν να τοποθετήσουν μοντέλα 3D σε φυσικό μέγεθος. Πρόγραμμα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας, που εμπλουτίζει την οθόνη της κάμερας με σχετικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι μπορούν να χρησιμοποιούν smartphone σε κτίρια για να δουν το ιστορικό ή τις εκτιμήσεις τους. Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα ανάπτυξης μιας εντυπωσιακής εμπειρίας παιχνιδιών που χρησιμοποιεί πραγματικό περιβάλλον. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Pokémon Go, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να εντοπίζουν τα κρυμμένα Pokémon σε ένα χάρτη του πραγματικού κόσμου.



Εικόνα 1: Παραδείγματα επαυξημένης πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις οθόνες και τις συνδεδεμένες συσκευές. Σε κινητές συσκευές όπως smartphone και tablet, είναι σαν ένα μαγικό παράθυρο μέσα από το οποίο οι θεατές μπορούν να δουν ολόγραμμα και να χειριστούν τρισδιάστατα μοντέλα. Στον υπολογιστή και τη συνδεδεμένη συσκευή αναπαραγωγής, λειτουργεί μέσω της κάμερας και μεταδίδει την εικόνα στην οθόνη, τα γυαλιά και το φακό και η επαυξημένη πραγματικότητα γίνεται μέρος ολόκληρου του οπτικού πεδίου. Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει πολλές υποσχόμενες εφαρμογές για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις και η τεχνολογία γίνεται φθηνότερη κάθε μέρα. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολύ αποτελεσματικά δημιουργώντας ιστοσελίδες πωλήσεων και μάρκετινγκ που μπορούν να βοηθήσουν τους πελάτες να ψωνίσουν. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας την επαυξημένη πραγματικότητα, οι πελάτες μπορούν να δουν πώς ένα έπιπλο θα απεικονίζεται ή θα ταιριάζει στο σπίτι τους ακόμη και πριν το αγοράσουν. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, καθώς βοηθά τους πελάτες να πάρουν τη σωστή απόφαση αγοράς. Αυτή η βελτιωμένη απόφαση αύξησε την αναγνωρισιμότητα της μάρκας. Επιπλέον, στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της διάγνωσης και της θεραπείας των ασθενών και να καταστήσει το υπάρχον σύστημα υγειονομικής περίθαλψης πιο ακριβές και αποδοτικό. Ένα σημαντικό παράδειγμα είναι το υψηλότερο ποσοστό επιτυχίας των επεμβάσεων των γιατρών. Επιπλέον, στο μάρκετινγκ και τις πωλήσεις, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να προωθήσει τις πωλήσεις μέσω ελκυστικών καταλόγων προϊόντων. Οι εκπρόσωποι πωλήσεων μπορούν να εμφανίζουν προϊόντα απευθείας στους πελάτες με έναν πολύ ρεαλιστικό τρόπο.



Εικόνα 2: Αναπαράσταση εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις



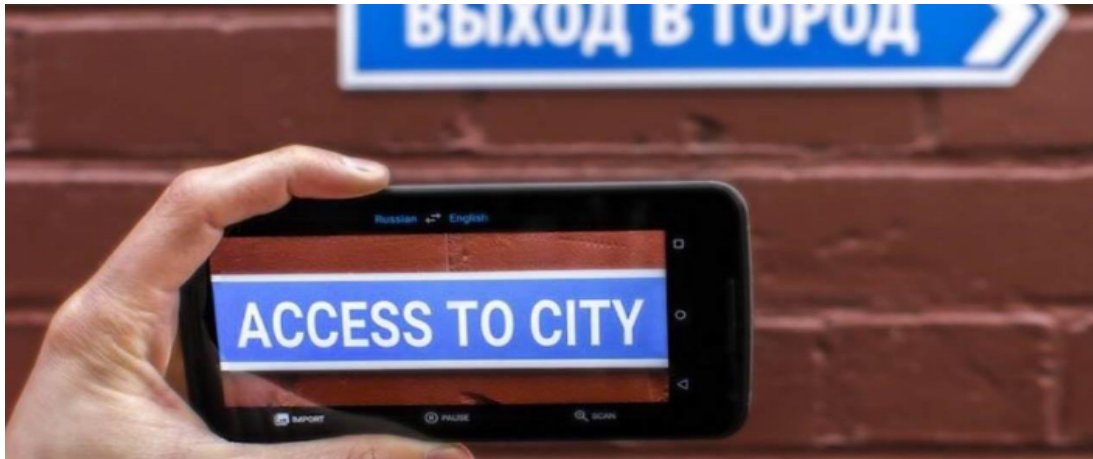
Εικόνα 3: Αναπαράσταση εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας στον κλάδο της ιατρικής

Στις τεχνικές εργασίες, η επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει στους τεχνικούς να είναι καλύτερα εξοπλισμένοι και να εργάζονται πιο αποτελεσματικά. Οι τεχνικοί μπορούν εύκολα να χειριστούν μηχανήματα, εξοπλισμό και άλλα προϊόντα χρησιμοποιώντας τα έξυπνα γυαλιά τους. Στη συνέχεια σχετικά με την εκπαίδευση, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να δώσει μια καινούργια διάσταση στην εκμάθηση, εφαρμόζοντας τρισδιάστατα μοντέλα επίστρωσης στο κείμενο, καθιστώντας έτσι την μάθηση πιο ευχάριστη. Παρουσιάζοντας πληροφορίες σχετικά με την ασφαλή λειτουργία του εξοπλισμού χωρίς ατυχήματα, οι μαθητές μπορούν να διδαχθούν σχετικά με τις γνώσεις ασφάλειας του εργαστηρίου. Στη λιανική βιομηχανία, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να βελτιώσει την εμπειρία των πελατών. Οι αγοραστές μπορούν να «περπατήσουν» στο εικονικό κατάστημα, να επιλέξουν προϊόντα πατώντας στην οθόνη του smartphone ή του tablet και στη συνέχεια να παραδώσουν τα προϊόντα απευθείας στα σπίτια τους. Τέλος, στην αλυσίδα εφοδιασμού και στη διαχείριση υλικού, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να βάλει ολογραφικές εικόνες και οδηγίες στην αντίληψη ενός ατόμου για τον πραγματικό κόσμο, κάτι που είναι πολύτιμο για την εκπαίδευση των υπαλλήλων να χρησιμοποιούν μεγάλες μηχανές ή ειδικό εξοπλισμό.



Εικόνα 4: Αναπαράσταση χειρισμού μηχανημάτων με τη βοήθεια προϊόντων όπως τα έξυπνα γυαλιά

Διάφορες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας έχουν δημιουργηθεί σήμερα, όπως το Google Translate, το Wikitude και το Snapchat. Αρχικά, η Google δημιούργησε μία από τις πιο εκπληκτικές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας που είναι διαθέσιμες σήμερα, το Google Translate, χρησιμοποιώντας την ισχυρή μηχανή μετάφρασης της. Η εφαρμογή αυτή είναι δωρεάν για iOS και Android. Αξιοποιώντας την κάμερα της κινητής συσκευής, η εφαρμογή παρέχει μετάφραση κειμένου σε πραγματικό χρόνο στον πραγματικό κόσμο. Η εφαρμογή αυτή την στιγμή, υποστηρίζει 29 γλώσσες με λειτουργικότητα σε πραγματικό χρόνο και 37 άλλες γλώσσες με φωτογραφίες. Το Wikitude, το οποίο αποτελεί προϊόν προώθησης τοπικών επιχειρήσεων, προσφέρει όλες τις γεωγραφικές πληροφορίες που είναι χρήσιμες για ταξίδια. Όχι μόνο διαδρομές σε παγκοσμίου φήμης ορόσημα, αλλά και κατευθύνσεις προς τις πλησιέστερες ταμειακές μηχανές, καταστήματα, ξενοδοχεία κλπ. Η Wikitude πουλάει διαφημιστικά σποτάκια στο χάρτη τα οποία προωθούνται με τη μορφή επαγγελματικών καρτών ή βίντεο μέσω επαυξημένης πραγματικότητας. Τέλος, η εφαρμογή Snapchat χρησιμοποιώντας αλγόριθμους αναγνώρισης προσώπου προσθέτει στα πρόσωπα χαριτωμένα φίλτρα και αντιδρά με κινούμενα γραφικά όταν οι άνθρωποι σηκώνουν τα φρύδια τους ή ανοίγουν το στόμα τους.



Εικόνα 5: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Google Translate

2.1.2 Αναπτυξιακά εργαλεία εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

Το 2017, η Apple κυκλοφόρησε το ARKit και η Google κυκλοφόρησε το ARCore (SDK), το κύριο εργαλείο ανάπτυξης εφαρμογών AR για κινητά. Τα τελευταία δύο χρόνια, ο αριθμός των συσκευών που είναι συμβατές με την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας έχει διπλασιαστεί και ο αριθμός των χρηστών έχει αυξηθεί κατά δύο φορές. Η Apple έχει εκθέσει την τεχνολογία AR σε απλούς χρήστες κινητών τηλεφώνων, επομένως βρίσκεται σε ηγετική θέση σε αυτήν την τεχνολογία, επειδή κυκλοφόρησε το ARKit 2.0 το 2018 και στη συνέχεια κυκλοφόρησε το ARKit 3.0 το 2019. Αν και το ARKit έχει μεγαλύτερη κυριαρχία έναντι του ARCore της Google, η απόλυτη αξία του τελευταίου έχει δεκαπλασιαστεί. Οι συμβατές με ARCore συσκευές Android αυξήθηκαν από 250 εκατομμύρια τον Δεκέμβριο του 2018 σε 400 εκατομμύρια τον Μάιο του 2019. Για την δική μας κινητή εφαρμογή χρησιμοποιήσαμε την πλατφόρμα ARCore, συνεπώς αξίζει να αναφέρουμε λίγα στοιχεία για την συγκεκριμένη τεχνολογία.

ARCore

Το ARCore είναι η πλατφόρμα της Google για τη δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Χρησιμοποιώντας διαφορετικά API, το ARCore επιτρέπει στο τηλέφωνο να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του, να κατανοεί τον κόσμο και να αλληλεπιδρά με τις

πληροφορίες γύρω του. Ορισμένα API είναι διαθέσιμα σε όλες τις συσκευές Android και iOS για να επιτρέπουν την κοινή χρήση εμπειριών AR. Το ARCore χρησιμοποιεί τρεις βασικές λειτουργίες για να ενσωματώσει το εικονικό περιεχόμενο στον πραγματικό κόσμο μέσω της κάμερας του τηλεφώνου σας. Η παρακολούθηση κίνησης επιτρέπει στη συσκευή να κατανοεί και να παρακολουθεί τη θέση της σε σχέση με τον κόσμο. Η γνώση του περιβάλλοντος επιτρέπει στη συσκευή να ανιχνεύει το μέγεθος και τη θέση όλων των τύπων επιφανειών, όπως οριζόντιες, κάθετες και γωνιακές επιφάνειες, όπως δάπεδα, τραπέζια, ακόμη και τοίχοι. Ακόμη, η εκτίμηση φωτός επιτρέπει στο κινητό τηλέφωνο να αντιλαμβάνεται τις τρέχουσες συνθήκες φωτισμού του περιβάλλοντος. Το ARCore έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε διάφορες συσκευές Android που υποστηρίζουν Android 7.0 (Nougat) και νεότερες εκδόσεις. Η βασική λειτουργία του ARCore είναι να εντοπίσει μια κινητή συσκευή καθώς κινείται και να χτίζει τον πραγματικό κόσμο με τον δικό της τρόπο. Η τεχνολογία ανίχνευσης κίνησης ARCore χρησιμοποιεί την κάμερα του τηλεφώνου για την παρακολούθηση στόχων και την παρακολούθηση της κίνησης αυτών των σημείων με την πάροδο του χρόνου. Συνδυάζοντας την κίνηση αυτών των σημείων και τα αποτελέσματα μέτρησης των αδρανειακών αισθητήρων του κινητού τηλεφώνου, το ARCore μπορεί να καθορίσει τη θέση και την κατεύθυνση του κινητού τηλεφώνου όταν κινείται στο διάστημα. Γνωρίζοντας τον πραγματικό κόσμο, το ARCore επιτρέπει στους προγραμματιστές εφαρμογών να ενσωματώνουν απρόσκοπτα αντικείμενα, σχόλια ή άλλες πληροφορίες στο φυσικό περιβάλλον.

2.2 Ανάλυση απαιτήσεων

2.2.1 Γενική περιγραφή των λειτουργιών του συστήματος

Η εφαρμογή μας θέλουμε να παρέχει στον χρήστη τις εξής λειτουργίες:

1. Ένα καλωσόρισμα στην εφαρμογή.
2. Μία επεξήγηση για το πώς δουλεύει η εφαρμογή.
3. Την επιλογή της τρέχουσας τοποθεσίας του χρήστη, μέσω ενός μενού.
4. Το σκανάρισμα ενός QR code που θα υπάρχει στην είσοδο του κτιρίου.
5. Την επιλογή της τοποθεσίας που τον ενδιαφέρει, μέσω ενός μενού ή εισάγοντας έναν κωδικό.

6. Την εύρεση της συντομότερης διαδρομής από το σημείο εκκίνησης προς τον προορισμό που επιθυμεί ο χρήστης να φτάσει.
7. Την απεικόνιση της διαδρομής με Επαυξημένη Πραγματικότητα.

2.3 Λειτουργίες συστήματος

2.3.1 Καλωσόρισμα στην εφαρμογή

Περιγραφή λειτουργίας:

Η λειτουργία αυτή καλωσορίζει τον χρήστη στην εφαρμογή, παρέχοντας του λίγα λόγια για αυτή και τις δυνατότητές της.

Ακολουθίες ερεθίσματος / απόκρισης:

Ο χρήστης διαβάζει το κείμενο, ώστε να καταλάβει για το τι εφαρμογή πρόκειται και στην συνέχεια πατάει το κουμπί <<CONTINUE>>, ώστε να συνεχίσει στην εφαρμογή.

2.3.2 Επεξήγηση εφαρμογής

Περιγραφή λειτουργίας:

Η λειτουργία αυτή είναι υπεύθυνη να πληροφορήσει τον χρήστη για τις λειτουργίες που προσφέρει η εφαρμογή, όπως επίσης και για το πώς δουλεύει, ώστε να μην έχει κανένα πρόβλημα να εξοικειωθεί με αυτή.

Ακολουθίες ερεθίσματος / απόκρισης:

Ο χρήστης διαβάζει προσεκτικά τις οδηγίες που παρέχονται σε βήματα, ώστε να γνωρίζει στην συνέχεια τι πρέπει να κάνει για να πλοηγηθεί χωρίς απολύτως κανένα πρόβλημα στην εφαρμογή. Αφού, έχει κατανοήσει πλήρως το πως λειτουργεί, πατάει το κουμπί <<START DEMO>>, ώστε να συνεχίσει στην εφαρμογή.

2.3.3 Επιλογή τρέχουσας τοποθεσίας χρήστη

Περιγραφή λειτουργίας:

Η λειτουργία αυτή προσφέρει στον χρήστη ένα μενού με κάποιες αίθουσες του χώρου που θα ελεγχθεί η εφαρμογή και μια επιπλέον θέση σαν <<main entrance>>, στην περίπτωση που ο χρήστης μόλις μπήκε στο χώρο.

Ακολουθίες ερεθίσματος / απόκρισης:

Ο χρήστης επιλέγει από το συγκεκριμένο μενού την θέση που βρίσκεται πατώντας πάνω στο συγκεκριμένο τίτλο που δηλώνει την τοποθεσία. Η ενέργεια αυτή θα τον οδηγήσει στην συνέχεια σε μία νέα σελίδα επιλογής του προορισμού που τον ενδιαφέρει να κατευθυνθεί.

2.3.4 Σκανάρισμα QR code

Περιγραφή λειτουργίας:

Η λειτουργία αυτή προσφέρει στον χρήστη την δυνατότητα να σκανάρει ένα QR code, ώστε να δηλώσει ότι βρίσκεται στην είσοδο του κτιρίου. Παράλληλα, θα μπορεί επίσης μέσω του συγκεκριμένου QR code να εγκαταστήσει την εφαρμογή στην συσκευή του, σε περίπτωση που δεν την έχει ήδη.

Ακολουθίες ερεθίσματος / απόκρισης:

Ο χρήστης κατά την διαδικασία επιλογής της τρέχουσας τοποθεσίας θα δει κάτω από το μενού με τις τοποθεσίες, ένα μπλε εικονίδιο με την λέξη <<QR Code>>. Πατώντας το συγκεκριμένο κουμπί, ανοίγει αυτόματα η κάμερα και ζητάει από τον χρήστη να σκανάρει το QR code. Σκανάροντας λοιπόν το QR code θα τον οδηγήσει στην συνέχεια σε μία νέα σελίδα επιλογής του προορισμού που τον ενδιαφέρει να κατευθυνθεί.

2.3.5 Επιλογή προορισμού

Περιγραφή λειτουργίας:

Έχοντας δώσει ο χρήστης την αρχική του τοποθεσία, είτε μέσω του μενού, είτε σκανάροντας το qr code, το επόμενο Activity που εμφανίζεται προσφέρει στον χρήστη την δυνατότητα να δηλώσει τον προορισμό που τον ενδιαφέρει.

Ακολουθίες ερεθίσματος / απόκρισης:

Ο χρήστης μπορεί να δηλώσει τον προορισμό του είτε εισάγοντας έναν κωδικό (Α.2 έως Α.4 & Α.7 έως Α.9) που αντιστοιχεί σε κάθε αίθουσα και να πατήσει το κουμπί <<Submit>>, είτε να το βρει μέσω ενός μενού που του παρέχει η εφαρμογή. Το μενού παρέχει κάποιες αίθουσες στο χώρο που θα ελεγχθεί η εφαρμογή. Στην περίπτωση που ο χρήστης εισάγει μη αποδεκτό κωδικό η εφαρμογή του βγάζει αντίστοιχο μήνυμα, ώστε να ξαναπροσπαθήσει.

2.3.6 Εύρεση συντομότερης διαδρομής

Περιγραφή λειτουργίας:

Έχοντας επιλεγεί η αρχική θέση και η θέση ενδιαφέροντος με τους παραπάνω τρόπους που περιγράφηκαν, υπολογίζεται στο background η συντομότερη διαδρομή, χρησιμοποιώντας τον γνωστό αλγόριθμο Dijkstra.

Ακολουθίες ερεθίσματος / απόκρισης:

Το μονοπάτι αυτό στην συνέχεια χρησιμοποιείται για να γίνει η καθοδήγηση στον τελικό προορισμό με χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Το μονοπάτι αυτό θα είναι πάντα της μορφής αρχική θέση - τελικός προορισμός, λόγω της απλής χαρτογράφησης του χώρου.

2.3.7 Απεικόνιση της διαδρομής με Επαυξημένη Πραγματικότητα.

Περιγραφή λειτουργίας:

Στη λειτουργία αυτή, παρέχεται η δυνατότητα καθοδήγησης του φοιτητή στον τελικό προορισμό ενδιαφέροντος με χρήση της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Ακολουθίες ερεθίσματος / απόκρισης:

Αφού επιλέξει ο χρήστης τον προορισμό που τον ενδιαφέρει τότε έρχεται το κομμάτι της επαυξημένης πραγματικότητας ώστε να τον καθοδηγήσει μέσω ενός object(βελάκι) στον προορισμό που επέλεξε. Συγκεκριμένα ανοίγει η κάμερα της συσκευής και εμφανίζεται ένα βέλος με κατεύθυνση προς τον τελικό προορισμό. Ο χρήστης θα πρέπει να κινηθεί προς αυτήν την κατεύθυνση και στην συνέχεια θα ενημερωθεί η θέση και η κατεύθυνση του βέλους με βάση την νέα θέση του χρήστη που λαμβάνεται από τις συσκευές beacons και με βάση την συντομότερη διαδρομή

που έχει υπολογιστεί προηγουμένως. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται μόλις ο χρήστης φτάσει στον τελικό προορισμό που είχε δηλώσει σε προηγούμενο Activity.

Κεφάλαιο 3. Σχεδίαση & Υλοποίηση

3.1 Beacons

3.1.1 Bluetooth Low Energy Technology

Το Bluetooth Low Energy (BLE) είναι ένα ασύρματο δίκτυο προσωπικής περιοχής (WPA) που έχει σχεδιαστεί με σκοπό την υποστήριξη εφαρμογών στους τομείς της υγείας, της φυσικής κατάστασης, της ασφάλειας, της ψυχαγωγίας και του μάρκετινγκ. Σε σύγκριση με την παραδοσιακή τεχνολογία Bluetooth, η τεχνολογία Bluetooth χαμηλής ενέργειας έχει σχεδιαστεί για να παρέχει εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και κόστος συντήρησης. Σήμερα, λειτουργικά συστήματα όπως iOS, Android, Windows Phone και Blackberry, καθώς και MacOS, Linux, Windows 10 υποστηρίζουν Bluetooth χαμηλής ενέργειας.

3.1.2 Bluetooth Low Energy Beacons

Τα BLE Beacons αποτελούν συσκευές χαμηλής ενέργειας που μεταδίδουν σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές που βρίσκονται κοντά τους. Η τεχνολογία Bluetooth χαμηλής ενέργειας επιτρέπει στις smart συσκευές να ενεργούν όταν βρίσκονται κοντά σε μια συσκευή Beacon. Τα Bluetooth Beacons χρησιμοποιούν αισθητήρες εγγύτητας για τη μετάδοση ενός παγκοσμίως μοναδικού αναγνωριστικού αριθμού (UUID). Το UUID και κάποια byte μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της φυσικής θέσης της συσκευής Beacon, την παρακολούθηση πελατών και την αποστολή ενός εξατομικευμένου μηνύματος στο κινητό

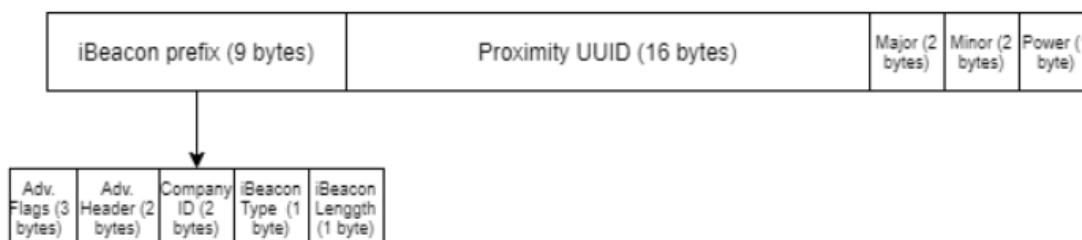
τηλέφωνο των πελατών. Τα Bluetooth Beacons διαφέρουν από άλλες τεχνολογίες που ασχολούνται με την πλοήγηση σε εσωτερικούς χώρους, επειδή η συσκευή Beacon είναι ένας μονόδρομος πομπός στη συσκευή λήψης (κινητό τηλέφωνο ή άλλη συσκευή) και απαιτεί μια συγκεκριμένη εφαρμογή εγκατεστημένη στο κινητό τηλέφωνο για να αλληλεπιδράσει με τη συσκευή Beacon. Αυτό διασφαλίζει ότι μόνο η εγκατεστημένη εφαρμογή μπορεί να επικοινωνεί και να παρακολουθεί τη δραστηριότητα των χρηστών και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενάντια στη θέλησή τους όταν βρίσκονται στο περιβάλλον όπου είναι τοποθετημένες οι συσκευές Beacon.

3.1.3 Πρωτόκολλα Beacon

Τα δημοφιλέστερα πρωτόκολλα για Beacon είναι το Eddystone της Google και το iBeacon της Apple, το οποίο είναι και αυτό το οποίο χρησιμοποιήθηκε.

3.1.3.1 iBeacon

Το πρωτόκολλο iBeacon περιλαμβάνει ένα μοναδικό αναγνωριστικό (UUID) καθώς και άλλες φιλικές προς το χρήστη διαμορφώσιμες μεταβλητές. Ένα πρωτόκολλο iBeacon φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 6: Πρωτόκολλο iBeacon

UUID:

Ορίζει ένα αλφαριθμητικό 16 byte που χρησιμοποιείται για τη διαφοροποίηση μιας ομάδας beacons. Για παράδειγμα, εάν τα Τμήματα Επιστήμης και Μηχανικής Πληροφορικής στην Ελλάδα διατηρούν ένα δίκτυο beacon σε μια αλυσίδα τμημάτων, όλα τα Τμήματα Επιστήμης και Μηχανικής Πληροφορικής θα μοιράζονται το ίδιο UUID. Αυτό επιτρέπει στην εφαρμογή κινητού τηλεφώνου που εφαρμόζεται από τα Τμήματα Επιστήμης και Μηχανικής

Πληροφορικής να γνωρίζει ποιές διαφημίσεις προέρχονται από τα Τμήματα Επιστήμης Πληροφορικής και Μηχανικών Beacons.

Major:

Ορίζει ένα αλφαριθμητικό 2 byte που χρησιμοποιείται για τη διαφοροποίηση ενός μικρότερου υποσυνόλου beacons σε μεγαλύτερη ομάδα. Για παράδειγμα, εάν ένα Τμήμα Επιστήμης και Μηχανικής Πληροφορικής έχει τέσσερα beacons τοποθετημένα, και τα τέσσερα σήματα θα έχουν την ίδια τιμή major. Αυτό επιτρέπει στα τμήματα της Ελλάδας να γνωρίζουν ακριβώς ποιο τμήμα είναι.

Minor:

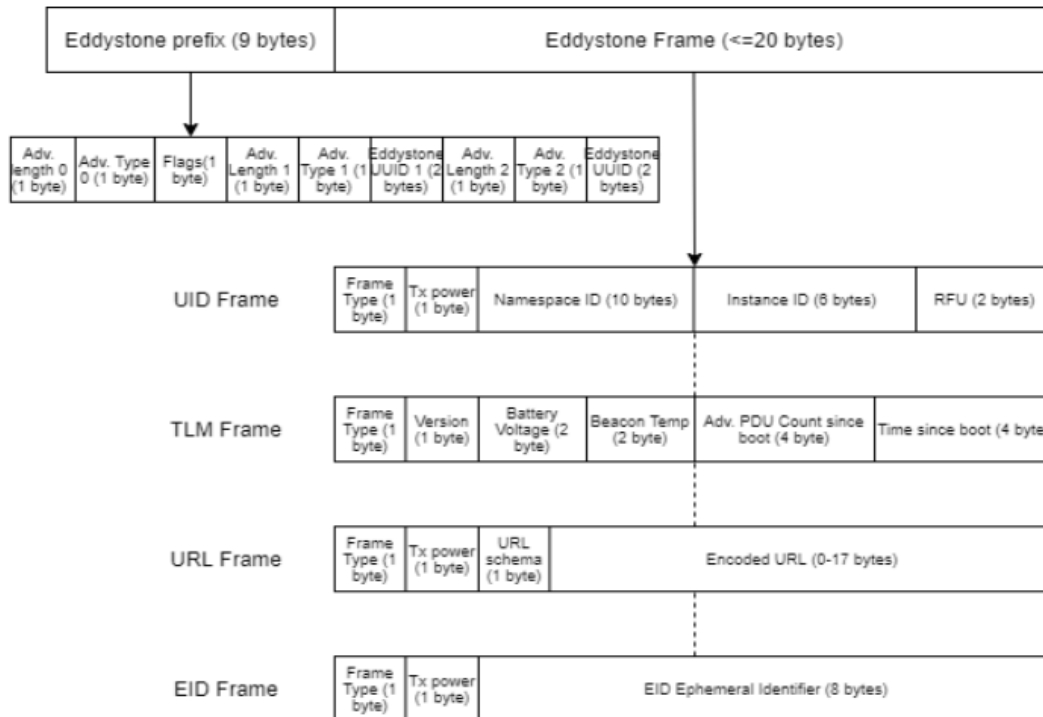
Ορίζει αλφαριθμητικό 2 byte που χρησιμοποιείται για τη διαφοροποίηση μεμονωμένων φάρων. Συνεχίζοντας με τα Τμήματα Επιστήμης και Μηχανικής Πληροφορικής, ένα beacon στην πρόσοψη ενός τμήματος έχει τη δική του μοναδική minor τιμή. Αυτό επιτρέπει στην εφαρμογή να γνωρίζει ακριβώς πού βρίσκεται ο χρήστης στο τμήμα.

Power:

Καθορίζει την απόσταση μεταξύ ενός σήματος και μιας εφαρμογής κινητού τηλεφώνου. Πρόκειται για τιμή από 1 byte που ορίζεται ως η ισχύς σήματος σε ένα μέτρο από το κινητό τηλέφωνο. Έτσι, οι εφαρμογές κινητών τηλεφώνων μπορούν να το χρησιμοποιήσουν ως βάση για να εκτιμήσουν την ακριβή απόσταση.

3.1.3.2 Eddystone

Το πρωτόκολλο Eddystone υποστηρίζει τριών ειδών πακέτα: Eddystone-UID, Eddystone-TLM, Eddystone-URL, Eddystone-EID.



Εικόνα 7: Πρωτόκολλο Eddystone

Πλαίσιο UUID:

Αυτό το πλαίσιο μεταδίδει έναν αναγνωριστικό κωδικό που επιτρέπει στις εφαρμογές να ανακτούν πληροφορίες από servers εφαρμογών. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εσωτερική τοποθεσία, αναγνώριση φυσικών αντικειμένων και για αλληλεπίδραση με την εφαρμογή με τον τρόπο που αποφασίζει ο προγραμματιστής.

Πλαίσιο TLM:

Αυτό το πλαίσιο μεταδίδει δεδομένα σχετικά με τη λειτουργία τους σε πελάτες. Αυτά τα δεδομένα ονομάζονται τηλεμετρία και είναι χρήσιμα για την παρακολούθηση της υγείας και της σωστής λειτουργίας των beacons.

Πλαίσιο URL:

Αυτό το πλαίσιο μεταδίδει ένα URL το πολύ 18 χαρακτήρων που ανακατευθύνει σε έναν ιστότοπο που έχει ασφαλιστεί με το πρωτόκολλο SSL (Secure Sockets Layer).

Πλαίσιο EID:

Αυτό το πλαίσιο μεταδίδει ένα κρυπτογραφημένο εφήμερο αναγνωριστικό που αλλάζει περιοδικά με ρυθμό που καθορίζεται κατά την αρχική εγγραφή σε μια υπηρεσία Ιστού. Το εφήμερο αναγνωριστικό εκπομπής μπορεί να αναλυθεί σε χρήσιμη πληροφορία από την υπηρεσία στην οποία καταχωρήθηκε, αλλά στους άλλους παρατηρητές φαίνεται να αλλάζει τυχαία. Αυτός ο τύπος πλαισίου προορίζεται για χρήση σε συσκευές για ασφάλεια και προστασία απορρήτου.

3.2 Μέθοδοι πλοήγησης σε εσωτερικούς χώρους

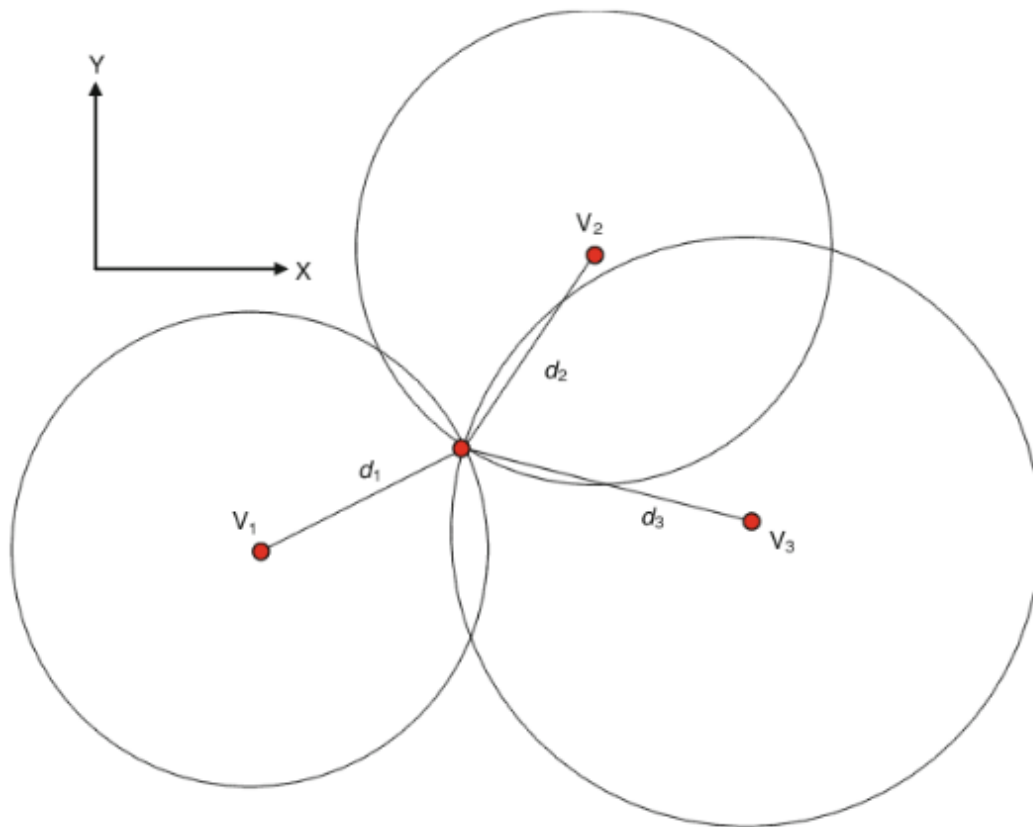
Η ραδιοσυχνότητα που μεταδίδεται από συσκευές BLE χρησιμοποιείται διαφορετικά ανάλογα με τη μέθοδο πλοήγησης. Οι πιο συνηθισμένες είναι η μέθοδος αποτυπωμάτων fingerprinting και ο τριγωνισμός trilateration. Προτού εξηγηθούν αυτές οι μέθοδοι, είναι απαραίτητο να κατανοηθεί ο τρόπος μέτρησης των σημάτων ραδιοσυχνότητας. Ο Δείκτης Ισχύος Λήψης Σήματος ή Received Signal Strength(RSSI) είναι η μέτρηση της ισχύος του ληφθέντος σήματος. Το RSSI είναι συνήθως αόρατο για έναν χρήστη μιας συσκευής λήψης. Η ισχύς του σήματος εξαρτάται από την τιμή της απόστασης και της ισχύος μετάδοσης και μετράται σε dBm που κυμαίνονται από -100 έως +20 (απόσταση 40-50 m). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή, τόσο ισχυρότερο είναι και το σήμα. Λόγω εξωτερικών παραγόντων που επηρεάζουν τα ραδιοκύματα -όπως απορρόφηση, παρεμβολή ή περίθλαση -το RSSI τείνει να κυμαίνεται. Όσο πιο μακριά βρίσκεται ο χρήστης από τη συσκευή BLE, τόσο πιο ασταθές γίνεται το RSSI. Μερικές από τις εσωτερικές μεθόδους πλοήγησης συλλέγουν τις τιμές RSSI και τις χρησιμοποιούν ως έχουν, ενώ άλλες αρχικά τις φιλτράρουν, τις εξομαλύνουν και στη συνέχεια τις χρησιμοποιούν για να υπολογίσουν την απόσταση μεταξύ συσκευών μετάδοσης BLE και χρήστη. Δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο μαθηματικό μοντέλο που μετατρέπει την τιμή RSSI σε απόσταση. Πολλά από αυτά έχουν εφαρμοστεί και δοκιμαστεί, αλλά κανένα από αυτά δεν είναι ακριβές.

3.2.1 Fingerprinting

Ο εντοπισμός βάσει δακτυλικών αποτυπωμάτων αποτελείται συνήθως από δύο κύριες φάσεις: offline(εκπαίδευση) και online(δοκιμή). Η offline φάση δακτυλικών αποτυπωμάτων έχει σχεδιαστεί για την εκμάθηση του RSSI σε κάθε σημείο ενδιαφέροντος. Μόλις συλλεχθούν κάποια δεδομένα, τότε εξετάζεται η online φάση κατά την οποία οι τιμές RSSI από τα beacon μετρώνται και συγκρίνονται με τις αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων. Πραγματοποιούνται συνεχείς σαρώσεις και δημιουργείται ένα δακτυλικό αποτύπωμα χρόνου εκτέλεσης κάθε φορά. Στη συνέχεια συγκρίνεται η τελευταία τιμή με καθεμία από τις αποθηκευμένες, ώστε να ληφθεί η πλησιέστερη αντιστοίχιση που αντιπροσωπεύει τη θέση όπου βρίσκεται ο χρήστης.

3.2.2 Trilateration

Αποτελεί μια γεωμετρική μέθοδο για τον προσδιορισμό της θέσης ενός κινητού ή σταθερού σημείου στο χώρο χρησιμοποιώντας τις τιμές RSSI. Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί τρία ή περισσότερα σημεία γεωγραφικού πλάτους και μήκους(latitude & longitude) και τιμές RSSI των τριών ή περισσότερων συσκευών BLE. Οι τιμές RSSI μπορούν να μετατραπούν σε αποστάσεις και να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό της θέσης. Αυτό δεν είναι απόλυτα ακριβές, συγκεκριμένα προσφέρει ακρίβεια περίπου 1-2 μέτρα, αλλά είναι σχετικά απλό, δεδομένου ότι χρησιμοποιεί κοινό υλικό και απαιτεί σχετικά απλά μαθηματικά.



Εικόνα 8: Trilateration τριών σημείων

Αν και η μέθοδος fingerprinting παρέχει καλύτερη ακρίβεια από τη μέθοδο trilateration, παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα. Η συλλογή των τιμών σε μια περιοχή είναι χρονοβόρα, απαιτείται έρευνα για την περιοχή στην οποία πρόκειται να τοποθετηθούν οι συσκευές και τυχόν αλλαγές σε ένα κτίριο επηρεάζουν την έξοδο και συνεπώς οδηγούν στην εκ νέου βαθμονόμηση των τιμών RSSI. Συνεπώς για τους σκοπούς αυτής της εργασίας έχει η εφαρμοστεί η μέθοδος trilateration.

3.3 Kalman Filter

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, χρησιμοποιήθηκε το φίλτρο Kalman ή διαφορετικά, γραμμικός εκτιμητής ελαχίστων τετραγώνων. Το συγκεκριμένο φίλτρο δίνει έμφαση στην μεταβολή του εύρους των συχνοτήτων του σήματος RSSI που λαμβάνεται από τις συσκευές Beacons ή ακόμα και αποβολή μετρικών τμημάτων των συχνοτήτων του σήματος αυτού. Πιο απλά, είναι μια μέθοδος απομάκρυνσης μη επιθυμητών στοιχείων. Είναι μια στοχαστική εξίσωση καθώς υπολογίζει τη στιγμιαία κατάσταση ενός γραμμικού δυναμικού

μοντέλου που διαταράσσεται από το λεγόμενο «λευκό θόρυβο», δηλαδή μετρήσεις που σχετίζονται γραμμικά με τη δυναμική κατάσταση του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, καθώς τα ληφθέντα σήματα από τις συσκευές Beacons θεωρούνται ότι λαμβάνονται συναρτήσει με το χρόνο, τότε επιτρέπεται η πρόβλεψη, το φιλτράρισμα και η εξομάλυνση του σήματος.

3.4 Σχεδίαση και αρχιτεκτονική λογισμικού

3.4.1 Android Studio

Όπως έχει αναφερθεί, η ανάπτυξη της εφαρμογής έγινε με την χρήση Android Studio. Η έκδοση που χρησιμοποιείται είναι η 4.2.1 και για την γλώσσα προγραμματισμού επιλέχθηκε η Java.

Το Android Studio είναι ένα ολοκληρωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον για ανάπτυξη εφαρμογών στην πλατφόρμα Android. Πρωτοεμφανίστηκε 16 Μαΐου 2003 σε συνέδριο της Google και είναι βασισμένο στο λογισμικό JetBrains-IntelliJ IDEA ενώ είναι κατασκευασμένο σε Java. Επιπλέον περιλαμβάνει το Android SDK το οποίο εμπεριέχει τις απαραίτητες βιβλιοθήκες και εργαλεία για την ανάπτυξη των εφαρμογών.

Το Android Studio προσφέρει ποικίλες υπηρεσίες, κάποιες από τις οποίες είναι:

- Ένα ευέλικτο Gradle-based σύστημα κατασκευής(build).
- Δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών για όλες τις συσκευές Android (Smartphones, Smart watches , Smart TV's).
- Έναν εικονικό εξομοιωτή (emulator) για εκτέλεση και εντοπισμό σφαλμάτων.
- Έναν Επεξεργαστή διάταξης που επιτρέπει στους χρήστες να μεταφέρουν και να αποθέτουν στοιχεία διεπαφής χρήστη με επιλογή προεπισκόπησης.
- Περιέχει εργαλεία ελέγχου της απόδοσης, της χρηστικότητας και έλεγχο συμβατότητας των εφαρμογών.
- Υποστήριξη Google Cloud Platform.
- Υποστήριξη Java, C++, Kotlin και πολλές επεκτάσεις.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα στοιχειώδη μέρη ενός Android Studio project για την καλύτερη κατανόηση της δομής.

3.4.2 Build - Gradle

Το project δημιουργείται χρησιμοποιώντας το Gradle. Το Gradle είναι ένα εργαλείο αυτόματου build που χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού Groovy η οποία βασίζεται σε Java, προκειμένου να διαμορφώσει τη διαδικασία του build.

Το Android Studio(IDE) μπορεί να κάνει απευθείας εισαγωγή και δημιουργία ενός Gradle project. Όταν δεν χρησιμοποιείται Android Studio, το build μπορεί να ξεκινήσει χρησιμοποιώντας το Gradle wrapper που περιλαμβάνεται στον πηγαίο κώδικα. Το παραπάνω αποτελεί ένα script, το οποίο μπορεί να κατεβάσει αυτόματα το Gradle χωρίς να απαιτείται τοπική εγκατάσταση.

Το project χωρίζεται στο ριζικό και σε διάφορα επιμέρους. Η διαμόρφωση για το root project γίνεται στο αρχείο build.gradle το οποίο βρίσκεται στον ριζικό κατάλογο. Σε αυτό το αρχείο καθορίζονται η έκδοση του εργαλείου build που χρησιμοποιείται καθώς και το αποθετήριο από το οποίο κατεβάζεται. Ακόμη, στον ριζικό κατάλογο βρίσκεται το αρχείο settings.gradle, στο οποίο όλα τα επιμέρους projects προστίθενται στο κύριο Gradle project.

Κάθε επιμέρους project έχει επίσης το δικό του αρχείο build.gradle, που βρίσκεται στον ριζικό του κατάλογο. Σε αυτό το αρχείο εφαρμόζονται τα απαραίτητα plugins και καθορίζονται οι εξαρτήσεις (dependencies).

3.4.3 Layout XML αρχεία

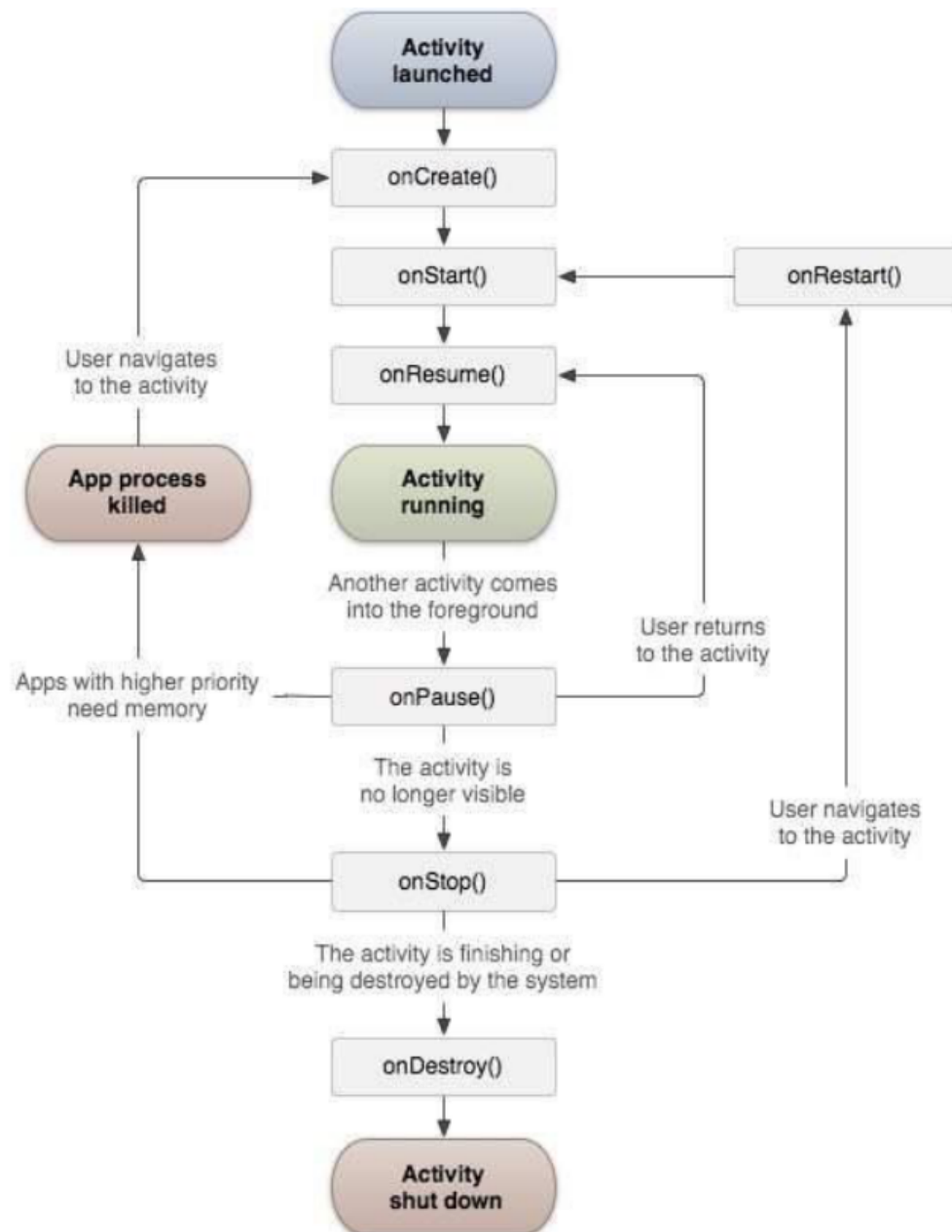
Τα αρχεία αυτά ορίζουν τη βασική γραφιστική της εφαρμογής. Με τη χρήση XML, μπορεί να καθοριστεί γρήγορα πώς θα έπρεπε η διάταξη της δραστηριότητας να μοιάζει. Κάθε δραστηριότητα που θα αναλυθεί παρακάτω, συνδέεται με ένα συγκεκριμένο αρχείο .xml που περιέχει διάφορα στοιχεία διάταξης. Αυτά τα στοιχεία συνδέονται αργότερα μέσω του κώδικα Java της δραστηριότητας.

3.4.4 Δραστηριότητες/ Activities

Οι δραστηριότητες (activities) είναι οι οθόνες που βλέπει ένας χρήστης όταν αλληλεπιδρά με μια Android εφαρμογή.

Κάθε εφαρμογή έχει τη δραστηριότητα ως κύριο στοιχείο, όπου βρίσκονται όλα τα πρόσθετα κουμπιά, προβολές κειμένου, προβολές εικόνων και άλλα. Αυτές οι δραστηριότητες καθορίζονται στο αρχείο AndroidManifest.xml.

Κάθε δραστηριότητα έχει έναν συγκεκριμένο κύκλο μεθόδων που καλούνται σε μια συγκεκριμένη σειρά, σε συγκεκριμένες ενέργειες χρήστη και ποτέ άλλοτε.



Εικόνα 9: Activity Lifecycle

Καθεμία από αυτές τις μεθόδους μπορούν να υπερφορτωθούν (override), καθορίζοντας έτσι την επιθυμητή συμπεριφορά της εφαρμογής.

3.4.5 Πόροι/ Resources

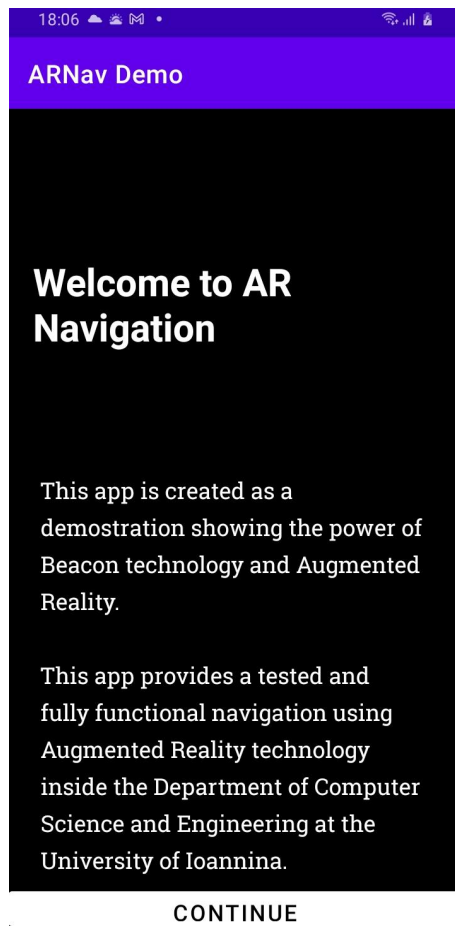
Κάθε project του Android Studio περιέχει έναν ειδικό φάκελο πόρων που επιτρέπει τον διαχωρισμό των αρχείων προέλευσης όπως εικόνες ή συμβολοσειρές από τον πηγαίο κώδικα Java για να επιτευχθεί μια πιο ξεκάθαρη δομή. Τα αρχεία αντί να αναφέρονται απευθείας στον κώδικα, χρησιμοποιείται μια σχετική διαδρομή και αυτό επιτρέπει να αλλάζει οτιδήποτε πιθανώς χρειαστεί χωρίς να υπάρχουν παρεμβολές στην πηγαίο κώδικα.

3.5 Υλοποίηση

Αυτό το κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην περιγραφή της εφαρμογής που υλοποιήσαμε. Παρέχει βασικές πληροφορίες για τις διάφορες δραστηριότητες του Android Studio project.

3.5.1 WelcomeActivity

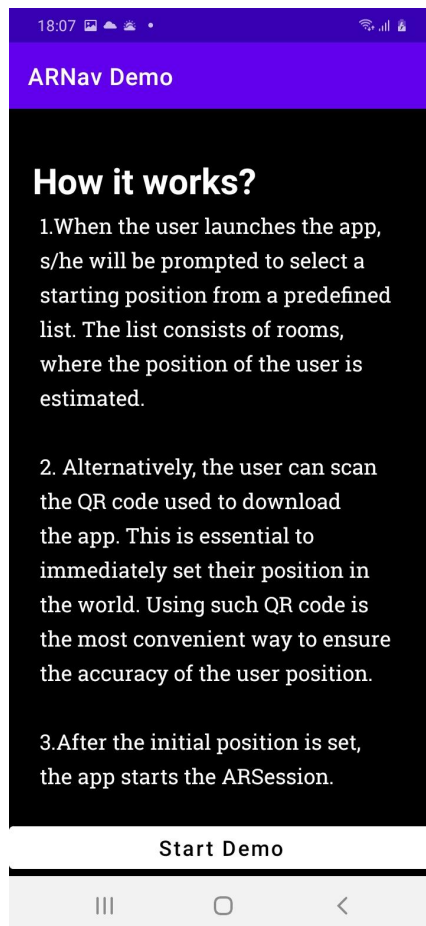
Η δραστηριότητα εκκίνησης της εφαρμογής που ονομάζεται WelcomeActivity χρησιμεύει στο καλωσόρισμα του χρήστη στην εφαρμογή. Του παρέχει ένα μικρό κείμενο, που ο χρήστης μπορεί να διαβάσει, για να καταλάβει για το τι εφαρμογή πρόκειται να χρησιμοποιήσει. Τέλος του παρέχει ένα κουμπί <<CONTINUE>>, που με το πάτημα του μας οδηγεί στο επόμενο Activity.



Εικόνα 10: WelcomeActivity Activity

3.5.2 ExplanationApp

Το ExplanationApp προσφέρει στον χρήστη μια λεπτομερής περιγραφή των λειτουργιών που προσφέρει η εφαρμογή μας, παρέχοντας οδηγίες σε μορφή βημάτων για το πώς δουλεύει η εφαρμογή. Έχοντας διαβάσει και κατανοήσει λοιπόν το κείμενο ο χρήστης, μπορεί να πατήσει το κουμπί <<START DEMO>> για να συνεχίσει την περιήγηση του στην εφαρμογή.

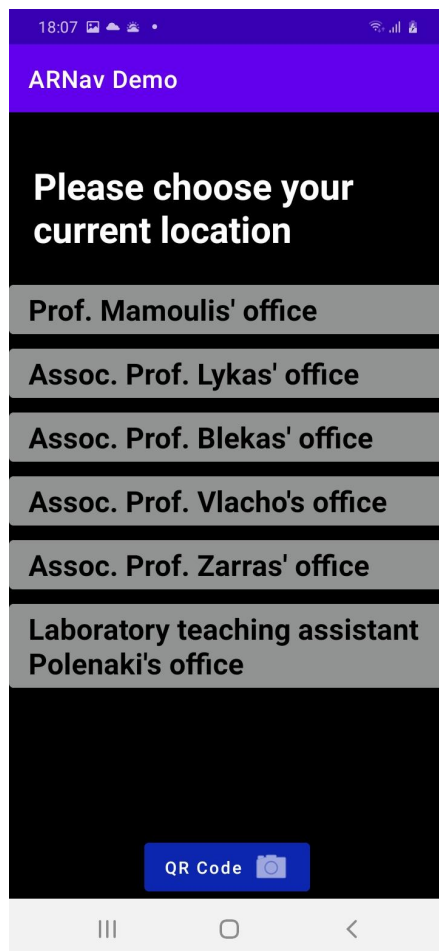


Εικόνα 11: ExplanationApp Activity

3.5.3 CurrentLocationActivity

Το CurrentLocationActivity δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δηλώσει την αρχική του θέση στο χώρο που θα ελεγχθεί η εφαρμογή. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα παρέχει ένα μενού με κάποιες δυνατές τοποθεσίες του χρήστη μέσα στο κτίριο. Αυτές είναι μερικά γραφεία των καθηγητών, καθώς και αίθουσες του ορόφου. Επιλέγοντας λοιπόν από το συγκεκριμένο μενού, την τρέχουσα τοποθεσία του, ο χρήστης συνεχίζει στο επόμενο Activity. Τέλος, στην τρέχων δραστηριότητα, ο χρήστης μπορεί να δηλώσει ότι βρίσκεται στην είσοδο του ορόφου, πατώντας ένα μπλε κουμπί <<QR Code>>. Η ενέργεια αυτή θα ενεργοποιήσει την κάμερα της

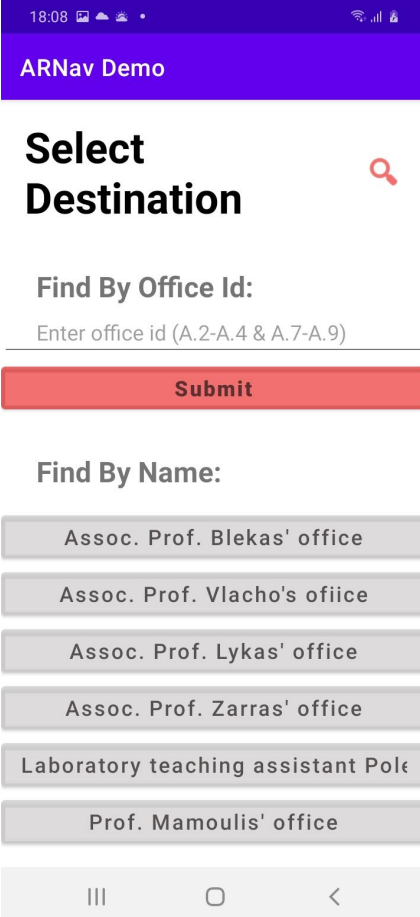
συσκευής του χρήστη και θα του ζητήσει να σκανάρει ένα QR code. Σκανάροντας λοιπόν το QR code η εφαρμογή γνωρίζει ότι ο χρήστης βρίσκεται στην αρχική είσοδο του χώρου που θα δοκιμαστεί η εφαρμογή και συνεχίζει με το επόμενο Activity.



Εικόνα 12: CurrentLocationActivity Activity

3.5.4 DestinationActivity

Έχοντας δώσει ο χρήστης την αρχική του τοποθεσία, είτε μέσω του μενού, είτε σκανάροντας το QR code, το επόμενο Activity που εμφανίζεται είναι το DestinationActivity. Αυτό προσφέρει στον χρήστη την δυνατότητα να δηλώσει τον προορισμό που τον ενδιαφέρει. Ο χρήστης μπορεί να δηλώσει τον προορισμό του είτε εισάγοντας έναν κωδικό (A.2 έως A.4 & A.7 έως A.9) που αντιστοιχεί σε κάθε αίθουσα, είτε να το βρει μέσω ενός μενού που του παρέχει το συγκεκριμένο activity. Το μενού παρέχει κάποιες αίθουσες στο χώρο που θα ελεγχθεί η εφαρμογή. Στην περίπτωση που ο χρήστης εισάγει μη αποδεκτό κωδικό η εφαρμογή του βγάζει αντίστοιχο μήνυμα, ώστε να ξαναπροσπαθήσει.



18:08

ARNav Demo

Select Destination

Find By Office Id:

Enter office id (A.2-A.4 & A.7-A.9)

Submit

Find By Name:

- Assoc. Prof. Blekas' office
- Assoc. Prof. Vlachos' office
- Assoc. Prof. Lykas' office
- Assoc. Prof. Zarras' office
- Laboratory teaching assistant Pol...
- Prof. Mamoulis' office

III □ <

Εικόνα 13: DestinationActivity Activity

3.5.5 ARNavigation

Αφού επιλέξει ο χρήστης τον προορισμό που τον ενδιαφέρει τότε έρχεται το κομμάτι της επαυξημένης πραγματικότητας ώστε να τον καθοδηγήσει μέσω ενός object(βελάκι) στον προορισμό που επέλεξε. Συγκεκριμένα ανοίγει η κάμερα της συσκευής και εμφανίζεται ένα βέλος με κατεύθυνση προς τον τελικό προορισμό. Ο χρήστης θα πρέπει να κινηθεί προς αυτήν την κατεύθυνση και στην συνέχεια θα ενημερωθεί η θέση και η κατεύθυνση του βέλους με βάση την νέα θέση του χρήστη που λαμβάνεται από τις συσκευές beacons και με βάση την συντομότερη διαδρομή που έχει υπολογιστεί προηγουμένως. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται μόλις ο χρήστης φτάσει στον τελικό προορισμό που είχε δηλώσει σε προηγούμενο Activity.



Εικόνα 14: ARNavigation Activity

3.6 Αισθητήρες Android (Android Sensors)

Όπως είναι γνωστό οι περισσότερες Android συσκευές έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες που μετρούν την κίνηση, τον προσανατολισμό και διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι αισθητήρες αυτοί έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν δεδομένα με αρκετά μεγάλο ποσοστό ακρίβειας. Χρησιμοποιούνται κυρίως για να αποτυπώνουν την κίνηση στις τρεις διαστάσεις x,y,z , ή την τοποθέτηση της συσκευής στο χώρο ή για την παρακολούθηση των αλλαγών στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον κοντά στη συσκευή. Για παράδειγμα με τη χρήση αισθητήρων μπορούμε να γνωρίζουμε αν η συσκευή βρίσκεται υπό κλίση, κουνιέται ή ακάμα και αν περιστρέφεται. Οι κατηγορίες που υποστηρίζει η πλατφόρμα του Android είναι οι εξής:

- Αισθητήρες κίνησης

Οι αισθητήρες αυτοί εκτιμούν τις δυνάμεις επιτάχυνσης καθώς και τις δυνάμεις περιστροφής στους τρεις άξονες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα επιταχυνσιόμετρα

(accelerometers), οι αισθητήρες βαρύτητας (gravity sensors), τα γυροσκόπια (gyroscopes) και οι αισθητήρες περιστροφής (rotational vector sensors).

- Περιβαλλοντικούς αισθητήρες

Αυτοί οι αισθητήρες υπολογίζουν αρκετές περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως είναι η θερμοκρασία και η πίεση του αέρα, ο φωτισμός και η υγρασία. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα βαρόμετρα, τα φωτόμετρα και τα θερμόμετρα.

- Αισθητήρες θέσης

Αυτοί οι αισθητήρες εκτιμούν τη φυσική θέση της συσκευής. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει αισθητήρες προσανατολισμού και μαγνητόμετρα .

3.6.1 Υπολογισμός προσανατολισμού συσκευής

Στα πλαίσια της εφαρμογής ήταν αναγκαίο να υπολογιστεί η κατεύθυνση του κινητού τηλεφώνου, ώστε με βάση αυτή να τοποθετηθεί στο σωστό σημείο το AR object. Υπολογίζοντας τον προσανατολισμό μιας συσκευής, μπορούμε να παρακολουθούμε τη θέση της συσκευής σε σχέση με το πλαίσιο αναφοράς της γης (συγκεκριμένα, ο μαγνητικός βόρειος πόλος).

Το σύστημα υπολογίζει τις γωνίες προσανατολισμού χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα γεωμαγνητικού πεδίου (geomagnetic field sensor) μιας συσκευής σε συνδυασμό με το επιταχυνσιόμετρο (accelerometer) της συσκευής. Χρησιμοποιώντας αυτούς τους δύο αισθητήρες υλικού, το σύστημα παρέχει δεδομένα για τις ακόλουθες τρεις γωνίες προσανατολισμού:

- **Azimuth** (βαθμοί περιστροφής γύρω από τον άξονα -z). Αυτή είναι η γωνία μεταξύ της τρέχουσας κατεύθυνσης της πυξίδας της συσκευής και του μαγνητικού βορρά. Εάν το πάνω άκρο της συσκευής βλέπει προς το μαγνητικό βορρά, το azimuth είναι 0 μοίρες. Αν το πάνω άκρο βλέπει νότια, το azimuth είναι 180 μοίρες. Ομοίως, εάν το άνω άκρο βλέπει προς τα ανατολικά, το azimuth είναι 90 μοίρες και αν το πάνω άκρο κοιτάζει προς τα δυτικά, το azimuth είναι 270 μοίρες.
- **Pitch** (βαθμοί περιστροφής γύρω από τον άξονα x). Αυτή είναι η γωνία μεταξύ ενός επιπέδου παράλληλου προς την οθόνη της συσκευής και ενός επιπέδου παράλληλου προς το έδαφος. Εάν κρατάτε τη συσκευή παράλληλα με το έδαφος, με το κάτω άκρο πιο κοντά σας και γέρνετε το πάνω άκρο της συσκευής προς το έδαφος, η γωνία κλίσης γίνεται θετική. Η κλίση προς την αντίθετη κατεύθυνση, δηλαδή μετακινώντας

το πάνω άκρο της συσκευής μακριά από το έδαφος, προκαλεί αρνητική γωνία κλίσης. Το εύρος τιμών είναι -180 μοίρες έως 180 μοίρες.

- **Roll** (βαθμοί περιστροφής γύρω από τον άξονα y). Αυτή είναι η γωνία μεταξύ ενός επιπέδου κάθετου στην οθόνη της συσκευής και ενός επιπέδου κάθετου στο έδαφος. Εάν κρατάτε τη συσκευή παράλληλα με το έδαφος με το κάτω άκρο πιο κοντά σας και γέρνετε το αριστερό άκρο της συσκευής προς το έδαφος, η γωνία κύλισης γίνεται θετική. Η κλίση προς την αντίθετη κατεύθυνση, δηλαδή μετακινώντας την δεξιά άκρη της συσκευής προς το έδαφος, προκαλεί αρνητική γωνία κλίσης. Το εύρος τιμών είναι -90 μοίρες έως 90 μοίρες

3.6.2 Αναγνώριση κίνησης χρήστη

Λόγω των δυσκολιών με την μη ακρίβεια της θέσης του χρήστη που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο, επιλέξαμε να κάνουμε την εσωτερική πλοήγηση χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα επιτάχυνσης (Acceleration sensor). Ο αισθητήρας επιτάχυνσης είναι ένας μηχανισμός που αντιλαμβάνεται και εκτιμά την κίνηση της συσκευής σε τρεις άξονες x,y,z. Αν για παράδειγμα η συσκευή μετακινηθεί πάνω ή κάτω, αλλάζει η τιμή του acceleration στον άξονα y. Η λειτουργία αυτού του αισθητήρα μοιάζει με εκείνη του αισθητήρα προσανατολισμού αφού ο τελευταίος χρησιμοποιεί το επιταχυνσιόμετρο. Στην απλή περίπτωση, ένας αισθητήρας επιτάχυνσης αποτελείται από μία μάζα που συναρμολογείται πάνω σε σπειροειδή ελατήρια με τρόπο ώστε η μάζα να μπορεί να μετακινηθεί σε μία διεύθυνση. Αν για παράδειγμα υπάρξει κάποια επιτάχυνση a σε αυτή την διεύθυνση, η μάζα m μετακινείται κατά απόσταση x. Αυτή η αλλαγή στη θέση μπορεί να μετρηθεί μέσω διαφόρων διαδικασιών και έτσι μπορούμε να λαμβάνουμε την τιμή της τρέχουσας επιτάχυνσης. Για τον υπολογισμό της επιτάχυνσης σε τρεις διαστάσεις χρειάζεται να έχουμε τρεις τέτοιους αισθητήρες. Αυτοί οι αισθητήρες πρέπει να είναι τοποθετημένοι κάθετα μεταξύ τους έτσι ώστε να μετράμε την επιτάχυνση στους τρεις χωρικούς άξονες x, y, z ανεξάρτητα. Στην συνέχεια μπορούμε να έχουμε τιμή για την ολική επιτάχυνση.

Στα πλαίσια της εφαρμογής μας λοιπόν χρησιμοποιήθηκε ο συγκεκριμένος αισθητήρας, για την αναγνώριση βήματος του χρήστη. Γνωρίζοντας τον αριθμό βημάτων που απαιτούνται κατά μήκος των διαδρομών, που περιέχει η εφαρμογή μας (αρχική θέση - τελικός προορισμός)

και επιλέγονται από τα μενού που παρέχει, ελέγχουμε πόσα βήματα έχουν γίνει και αναλόγως και την διαδρομή (path), εμφανίζουμε το AR object στην σωστή θέση και κατεύθυνση.

Κεφάλαιο 4. Πειραματική Αξιολόγηση

4.1 Πειραματική αξιολόγηση χρήσης BLE Beacons σε εσωτερικούς χώρους με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας

Για την εσωτερική πλοήγηση σε εσωτερικούς χώρους με επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες BLE Beacons έγινε αξιολόγηση για το πώς αυτοί επιδρούν σε συνδυασμό με τους αισθητήρες accelerometer, proximity και magnetic των κινητών τηλεφώνων. Η εφαρμογή εξετάστηκε στον πρώτο όροφο του τμήματος Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και πιο συγκεκριμένα εξετάστηκε στο διάδρομο έξω από τα γραφεία των καθηγητών. Αναλυτικότερα, εφόσον η εφαρμογή εξετάζεται σε διάδρομο μπορεί να γενικευθεί ότι εφαρμόζεται εσωτερική πλοήγηση του κτιρίου με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας σε μορφή πλαισίου. Οι συσκευές BLE Beacons που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τρεις στο σύνολο. Στην προκειμένη περίπτωση, η μείζον δυσκολία παρατηρήθηκε στον εντοπισμό της θέσης εσωτερικά του κτιρίου και

συνεπώς η τοποθέτηση του τρισδιάστατου αντικειμένου στο χώρο. Παρατηρήθηκε ότι κατά την υλοποίηση και τον έλεγχο της τοποθέτησης του αντικειμένου, η τοποθέτηση παρουσιάζει αστάθεια στην επί τόπου τοποθέτηση του αντικειμένου και η καθοδήγηση ήταν ανεπιτυχής. Παρ'όλα αυτά, διαφορετικά ακολουθήθηκε εναλλακτικός τρόπος υλοποίησης της εφαρμογής αυτός με τη χρήση του αισθητήρα του επιταχυνσιόμετρου ο οποίος αποδείχθηκε πιο αποτελεσματικός και εύκολος στην υλοποίηση. Μετά από τον εκτενή έλεγχο όσον αφορά τον συγκεκριμένο αισθητήρα παρατηρήθηκε ότι η τοποθέτηση του αντικειμένου έγινε με μεγαλύτερη επιτυχία συγκριτικά με τον εντοπισμό της θέσης του χρήστη εσωτερικά του κτιρίου με την ασύρματη τεχνολογία BLE Beacons. Αυτό αποδεικνύεται κάνοντας χρήση της εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο.

4.2 Ακρίβεια θέσης

Σχετικά με τη θέση του χρήστη εσωτερικού του κτιρίου, η οποία προκύπτει μέσω της μεθόδου trilateration, η απόκλιση από την πραγματική θέση κυμαίνεται από 1-5 μέτρα. Αυτό μπορεί να συμβαίνει καθώς ή ίδια η μέθοδος trilateration έχει κάποια απόκλιση σε συνδυασμό με κάποιες διακυμάνσεις που μπορεί να προκύψουν στο σήμα.

Παρατηρήθηκε ακόμη, ότι η ακρίβεια σχετίζεται και με την τοποθέτηση των beacons στο χώρο. Συγκεκριμένα, όσο πιο κοντά βρίσκονται οι συσκευές beacon μεταξύ τους, τόσο καλύτερη είναι η εκτιμώμενη θέση του χρήστη. Αυτό συμβαίνει διότι σε μικρότερη απόσταση, το σήμα και από τις τρεις συσκευές είναι ισχυρότερο και η απόσταση από καθεμία από αυτές υπολογίζεται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Παρόλα αυτά πάλι η μη ακρίβεια ήταν σημαντική για την συγκεκριμένη εφαρμογή.

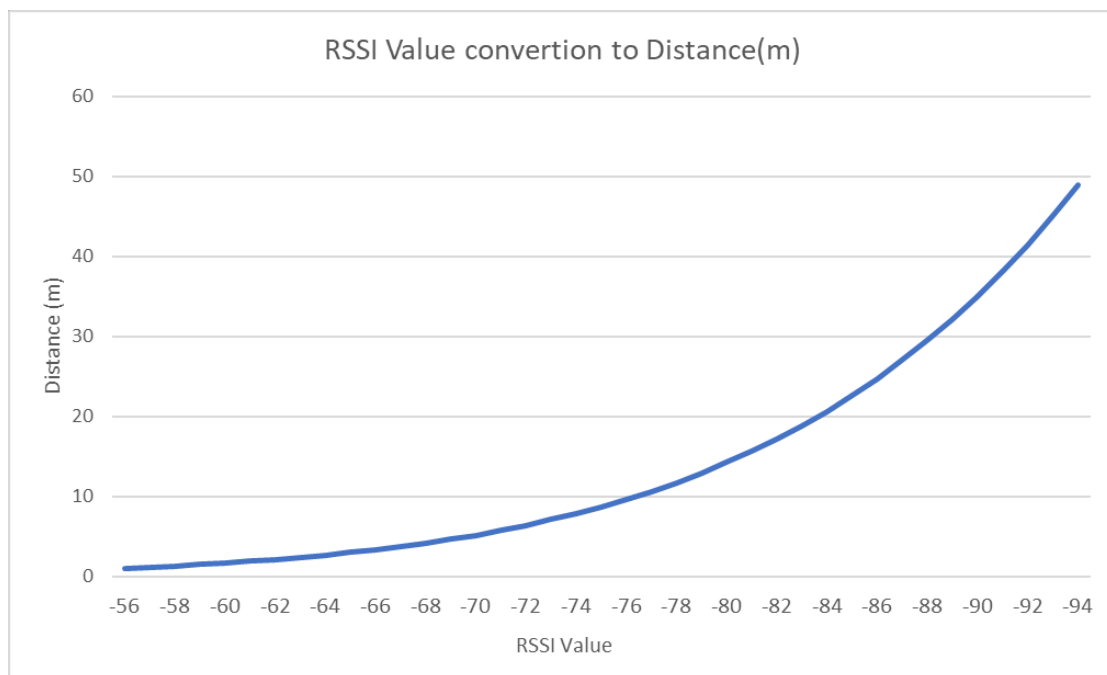
Τέλος είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι διαφορετικές κινητές συσκευές, έχουν διαφορετική εκτίμηση της τοποθεσίας, ανάλογα με την έκδοση του Bluetooth και των υπηρεσιών τοποθεσίας που διαθέτουν.

4.3 Αντιστοιχία απόστασης – RSSI

Προκειμένου η πληροφορία που λαμβάνεται από τους αισθητήρες να είναι χρήσιμη, είναι αναγκαίο η τιμή RSSI να μετατραπεί σε απόσταση της τάξης του μέτρου.

Η τιμή RSSI του σήματος το οποίο λαμβάνεται για κάθε έναν από τους αισθητήρες Beacons, μετά από πειράματα στο χώρο το τμήματος, παρατηρήθηκε ότι κυμαίνεται από -25 έως -100.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται αυτή η αντιστοιχία.

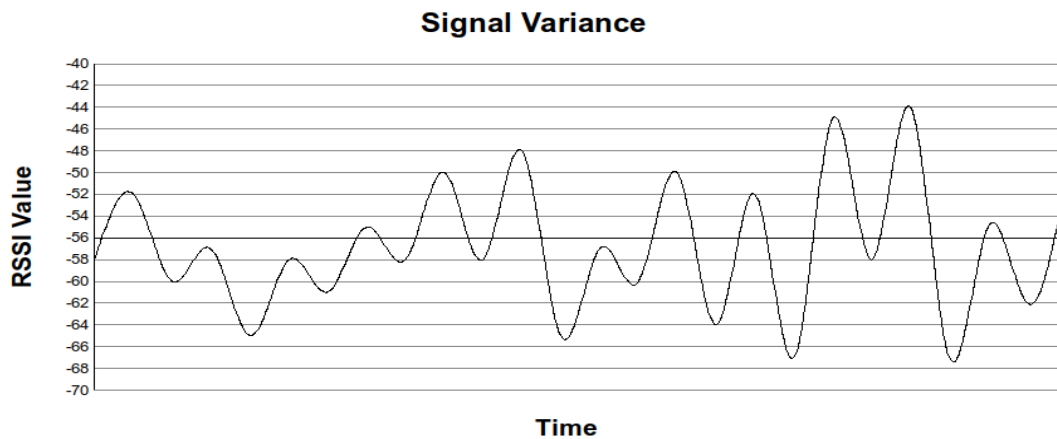


Εικόνα 15: Διάγραμμα Απόστασης - RSSI

Για έναν αισθητήρα, οι τιμές για απόσταση μεγαλύτερη των 35 μέτρων συνήθως δεν μας ενδιαφέρουν. Αυτό συμβαίνει καθώς οι τιμές αυτές είτε αντιστοιχούν σε σημεία εκτός του κτηρίου ή σε σημεία που δεν έχουν κάποιο ενδιαφέρον, είτε δεν τις χρησιμοποιούμε, διότι μας ενδιαφέρουν μικρότερες τιμές από άλλους αισθητήρες προκειμένου να βρούμε τις πλησιέστερες οντότητες.

4.4 Διακύμανση σήματος

Οι διακυμάνσεις στην διαδικασία μετάδοσης σήματος όταν η κινητή συσκευή βρίσκεται σε σταθερή απόσταση ενός μέτρου από μια συσκευή beacon, παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα. Αυτές οι διακυμάνσεις είναι ο λόγος για την απόκλιση της πραγματικής θέσης του χρήστη στο κτίριο. Αυτός ήταν και απο τους βασικούς λόγους για τους οποίους δεν κρίθηκε πιθανόν να γίνει η καθοδήγηση εσωτερικά του χώρου, χρησιμοποιώντας την συγκεκριμένη τεχνολογία, καθώς όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της θέσης του χρήστη. Οπότε από την στιγμή που είχαμε διακυμάνσεις στις τιμές RSSI, ήταν αναμενόμενο να έχουμε και διακυμάνσεις στην ακρίβεια της τοποθεσίας του ατόμου που βρίσκεται εσωτερικά του κτιρίου και χρησιμοποιεί την εφαρμογή μας.



Εικόνα 16: Διάγραμμα διακύμανσης σήματος RSSI

Κεφάλαιο 5. Επίλογος

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Η εργασία αυτή παρέχει θεωρητικό καθώς και πρακτικό υπόβαθρο γνώσεων για την ανάπτυξη εφαρμογών Android που στοχεύουν στην πλοήγηση σε εσωτερικούς χώρους με χρήση της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Έπειτα από την ανάλυση του σχεδιασμού που πραγματοποιήθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, συμπεραίνουμε ότι καλύπτει τις βασικές λειτουργίες μιας εφαρμογής πλοήγησης.

Η χρήση του Android Studio σε γλώσσα Java σε συνδυασμό με την xml, καθώς και η αλληλεπίδραση με το εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού ARCore SDK για την ενσωμάτωση της Επαυξημένης Πραγματικότητας, κάλυψαν πλήρως τις ανάγκες που προέκυψαν κατά την ανάπτυξη των λειτουργιών της εφαρμογής και την επίτευξη ενός φιλικού προς τον χρήστη περιβάλλοντος.

Χάρη στην υλοποίηση της εφαρμογής σε πραγματικό χώρο, αυτή η διατριβή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια πρώτη έκδοση μιας εφαρμογής πλοήγησης για το Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Ακόμη αποτελεί ένα καλό σημείο εκκίνησης για κάθε προγραμματιστή που επιθυμεί να υλοποιήσει ένα παρόμοιο σύστημα ή για όποιον επιθυμεί να μάθει με περισσότερες λεπτομέρειες για την χρήση αυτών των τεχνολογιών στην πράξη.

5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Πάραυτα, η εφαρμογή αποτελεί αποτέλεσμα εκπόνησης ακαδημαϊκής διπλωματικής εργασίας, σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια και με περιορισμένη πρακτική εφαρμογή, γεγονός που αφήνει περιθώρια εξέλιξης.

Η συστηματική χρήση της εφαρμογής από περισσότερους χρήστες, είναι πιθανό να φέρει στην επιφάνεια σφάλματα κυμαινόμενης αναγκαιότητας επίλυσης, τα οποία δεν έχουν εμφανιστεί

ακόμα. Στο μέλλον υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης επιπλέον λειτουργιών που θα κάνουν την εφαρμογή πληρέστερη, πιο λειτουργική και θα καταστήσουν τη χρήση της ευκολότερη.

Βιβλιογραφία

1. Build your first Android AR app using ARCore and Sceneform από <https://flexible.com/android/build-your-first-android-ar-app-using-arcore-and-sceneform/>
2. AR-based Indoor Navigation (edited April 08 2021) από <https://blog.griddynamics.com/ar-based-indoor-navigation/>
3. Εφαρμογές επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας σε δημόσιους χώρους (edited 17 Ιουνίου 2020) από <https://bit.ly/39j4Dze>
4. Android Developers από https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html
5. Bluetooth low energy beacon (edited 4 January 2021) από https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_low_energy_beacon
6. iBeacon and Eddystone από <https://kontakt.io/ibeacon-and-eddystone/>
7. Practical Fingerprinting Localization for Indoor Positioning System by Using Beacons(Santosh Subedi1 and Jae-Young Pyun, 31 Dec 2017) από <https://www.hindawi.com/journals/js/2017/9742170/>
8. Trilateration vs. Triangulation for Indoor Positioning Systems (Leverage, March 22, 2019) από <https://www.iotforall.com/trilateration-vs-triangulation-indoor-positioning-systems>
9. AndroidStudio Features (edited 13 January 2021) από https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio#Features
10. ARCore - Google Developers από <https://developers.google.com/ar/develop/java/quickstart>
11. Sceneform overview - Google Developers από <https://developers.google.com/sceneform/develop>
12. Node | Sceneform | Google Developers από <https://developers.google.com/sceneform/reference/com/google/ar/sceneform/Node>

13. Create a Simple Pedometer and Step Counter in Android (by [Anu S Pillai](#) · Published March 30, 2017 · Updated July 6, 2019) από <http://www.gadgetsaint.com/android/create-pedometer-step-counter-android/#.Weg2KmiCyM8>
14. Εικόνες Επαυξημένης Πραγματικότητας (Κεφάλαιο 2) από <https://bit.ly/3nTscr8>