



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Γεωπληροφορική»**

Δ Ι Π Λ Ω Μ Α Τ Ι Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

“Move n’ Learn”

**Μία πρόταση εφαρμογής έξυπνων φορητών
συσκευών για περιήγηση σε μουσεία**



ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Ε. ΚΡΕΜΥΖΑΣ

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών, Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ 2014 .



National Technical University of Athens

School of Rural and Surveying Engineering

POSTGRADUATE STUDIES PROGRAMME ON

“Geoinformatics”

T H E S I S

“Move n’ Learn”

A prototype mobile application for museums



KONSTANTINOS E. KREMIZAS

Electrical and Computer Engineer, N.T.U.A.

Athens 2014.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Γεωπληροφορική»**



“Move n’ Learn”

**Μία πρόταση εφαρμογής έξυπνων φορητών
συσκευών για περιήγηση σε μουσεία**

Επιβλέπων:

Καθηγητής Μαρίνος Κάβουρας

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

- 1. Καθ. Μαρίνος Κάβουρας**
- 2. Καθ. Βύρωνας Νάκος**
- 3. Δρ. Μαργαρίτα Κόκλα**

Στους γονείς μου και τα αδέρφια μου

“Σπάνια είμαι πιο χαρούμενος από όταν ξοδεύω μια ολόκληρη μέρα προγραμματίζοντας τον υπολογιστή μου να κάνει κάτι που διαφορετικά θα μου έπαιρνε δέκα ολόκληρα δευτερόλεπτα να κάνω με το χέρι.”

Ντάγκλας Άνταμς

Αντι προλόγου

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Γεωπληροφορική» υπό την επίβλεψη του καθηγητή Μαρίνου Κάβουρα.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την εξεταστική επιτροπή των καθηγητών που με επέλεξε για να παρακολουθήσω το μεταπτυχιακό αυτό πρόγραμμα δίνοντάς μου έτσι την ευκαιρία να έρθω σε επαφή με ένα επιστημονικό πεδίο που ήταν ταυτόχρονα νέο για μένα αλλά στο οποίο μπορούσα να εφαρμόσω και να εμπλουτίσω τις γνώσεις μου στην Πληροφορική. Ευχαριστώ πολύ τους διδάσκοντες, μέλη Δ.Ε.Π. και μεταδιδακτορικούς ερευνητές για τις διαλέξεις και τη συνεισφορά τους στο μεταπτυχιακό. Το μεταπτυχιακό πρόγραμμα και η διπλωματική αυτή εργασία υπήρξε αφορμή για να ασχοληθώ με το iOS development που αποτελεί πλέον την κύριά μου ενασχόληση και μεγάλη μου αγάπη.

Τις πιο θερμές ευχαριστίες οφείλω στον Καθηγητή, Πρόεδρο του μεταπτυχιακού προγράμματος και επιβλέποντα της διπλωματικής μου Μαρίνο Κάβουρα για τα ερεθίσματα και τις γνώσεις που μου έδωσε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό όσο και για την υπομονή και κατανόησή του κατά το διάστημα της εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Ευχαριστώ θερμά επίσης τις διδάκτορες Μαργαρίτα Κόκλα και Ελένη Τομαή τόσο για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια των μαθημάτων του μεταπτυχιακού όσο και για τις εποικοδομητικές συζητήσεις και την ανταλλαγή ιδεών μαζί με τον κύριο καθηγητή Μαρίνο Κάβουρα κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Τον αδερφό μου Κίμωνα τον ευχαριστώ πολύ για την βοήθειά του κατά το στάδιο συλλογής δεδομένων. Τέλος ευχαριστώ τους φίλους μου και την οικογένειά μου και ειδικά τη μητέρα μου για την στήριξη και την ενθάρρυνσή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν παράλληλα με μεγάλο εργασιακό φόρτο.

1 Περίληψη

Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας έχει ως αποτέλεσμα την εύρεση νέων τρόπων εκμάθησης και αντίληψης της τέχνης και της ιστορίας. Έτσι αρκετά μουσεία και εκθεσιακοί χώροι εμπλουτίζουν την εμπειρία της επίσκεψης με τη χρήση τεχνολογικών μέσων. Ένα από αυτά τα μέσα είναι **οι εφαρμογές έξυπνων φορητών συσκευών** που αποτελούν μια πολύ ενδιαφέρουσα λύση καθώς έχουν πολλές δυνατότητες και βρίσκονται ήδη στα χέρια των περισσότερων επισκεπτών. Ωστόσο, οι περισσότερες από τις υπάρχουσες εφαρμογές για μουσεία περιορίζονται σε μια απλή μεταφορά των πληροφοριών των εκθεμάτων σε ψηφιακή μορφή ενώ δεν είναι ιδιαίτερα εύχρηστες και φιλικές προς το χρήστη και ειδικά τις μικρές ηλικίες.

Με την παρούσα εργασία γίνεται μία πρόταση για την εκμετάλλευση των υπηρεσιών θέσης (**location services**) που παρέχει το λειτουργικό σύστημα των συσκευών και την χρήση των τεχνικών της παιχνιδοποίησης (**gamification**) και των προγραμμάτων επιβραύσεως (**loyalty programs**) για τη δημιουργία μιας εφαρμογής που θα κάνει πιο εύκολη και συναρπαστική την περιήγηση σε ένα μουσείο και την εμάθηση της ιστορίας. **Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε το «Move n' Learn» μια πρότυπη εφαρμογή για συσκευές iOS.**

Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στον επισκέπτη του μουσείου να βλέπει εύκολα πληροφορίες για τα εκθέματα που βρίσκονται ανά πάσα στιγμή κοντά του, με τη χρήση της τεχνολογίας **iBeacon**, δηλαδή την τοποθέτηση μικρών πομπών Bluetooth χαμηλής ενέργειας κοντά στα εκθέματα. Εκτός από πληροφορίες για το έκθεμα ξεχωριστά, μπορεί να δει τα εκθέματα του μουσείου τοποθετημένα στους τόπους προέλευσής τους σε έναν διαδραστικό **χάρτη** στον οποίο αυτός επιλέγει την χρονολογία. Επίσης μπορεί να δει το **ιστορικό της περιήγησής του σε μια απεικόνιση χωρο-χρονικού ταξιδιού στο χάρτη**. Τέλος, με την επίσκεψή του σε διάφορα εκθέματα και παίζοντας **παιχνίδια γρίφους** όπως το κυνήγι του κρυμμένου θησαυρού και το «βρες τον τόπο προέλευσης» μαζεύει πόντους τους οποίους μπορεί να εξαργυρώσει στο κατάστημα του μουσείου ή σε συνεργαζόμενα μουσεία.

Λέξεις κλειδιά: υπηρεσίες θέσης, εντοπισμός θέσης, γεωκωδικοποίηση μουσείο, αρχαιολογικός χώρος, εφαρμογή, εφαρμογή κινητής τηλεφωνίας, έξυπνες συσκευές, μάθηση, χάρτης, εγγύτητα

Abstract

The continuous evolution of technology leads to the discovery of new ways with which one can perceive and learn art and history. As a result, many museums and exhibition spaces enhance their visitors' experience with technology tools. Good examples of such tools are **smart mobile devices**. They provide a very interesting solution as they offer a lot of functionality and they are already in most visitors' hands. However, most of the existing museum applications are limited to a simple adaptation of information to a digital form and are not particularly user friendly, especially if the user is a child.

This thesis proposes using the **location services** the smart devices' operating system provides as well as **gamification** and **loyalty programs** for the creation of an application that will make a museum visit and learning history easier and more exciting. **For this purpose a prototype iOS application called "Move n' Learn" was developed.**

The application enables a museum visitor to easily find info about exhibits that are located near him at any moment, by using **iBeacon** technology, which involves placing small low energy Bluetooth devices near the exhibits. Besides finding info about each exhibit separately, the user can see all the museum exhibits placed in their places of origin on an interactive **map**, whose current date they can modify. They can also view a **space-time travel representation of their route, on the map**. Finally, they can earn points by viewing exhibits and playing **riddle games** like treasure hunt and "find the place of origin" and they can redeem them in the museum store or in an affiliate museum.

Keywords: location services, geolocation, geocoding, museum, archaeological sites, application, app, iOS, iphone, smartphone, mobile app, mobile device, learning, map, proximity.

Περιεχόμενα

| | | |
|---|---|---------------|
| 1 | Περίληψη..... | - 8 - |
| 2 | Δομή Εργασίας | - 13 - |
| 3 | Θεωρητικό υπόβαθρο..... | - 16 - |
| | 3.1 Η εξέλιξη της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης | - 16 - |
| | 3.1.1 Αστρολάβος..... | - 16 - |
| | 3.1.2 Ραντάρ - 16 - | |
| | 3.1.3 Συσκευές GPS..... | - 17 - |
| | 3.1.4 Εντοπισμός μέσω κυψελών κινητής τηλεφωνίας | - 20 - |
| | 3.1.5 Συστήματα εντοπισμού μέσω ασύρματων δικτύων (Wi-Fi) | - 23 - |
| | 3.1.6 Εντοπισμός Θέσης μέσω Διεύθυνσης IP..... | - 24 - |
| | 3.1.7 Εντοπισμός Θέσης Εσωτερικών Χώρων (Indoor Positioning) | - 25 - |
| | 3.2 Η τοποθεσία στο λειτουργικό σύστημα iOS της Apple | - 29 - |
| | 3.2.1 Η κανονική υπηρεσία θέσης (standard location service) | - 29 - |
| | 3.2.2 Η υπηρεσία σημαντικής αλλαγής θέσης (significant location change)..... | - 42 - |
| | 3.2.3 Η παρακολούθηση περιοχής (region monitoring)..... | - 42 - |
| | 3.2.4 Εκτίμηση εγγύτητας (ranging) των beacons | - 44 - |
| | 3.2.5 Γεωκωδικοποίηση και αντίστροφη Γεωκωδικοποίηση..... | - 48 - |
| | 3.2.6 Υπηρεσία εντοπισμού θέσης για εσωτερικούς χώρους | - 49 - |
| | 3.2.7 Ρυθμίσεις Υπηρεσιών Θέσης σε μια συσκευή iOS και ασφάλεια προσωπικών δεδομένων..... | - 52 - |
| | 3.3 Υπηρεσίες Θέσης (Location Based Services - LBS)..... | - 54 - |
| | 3.3.1 Η ανάγκη για Υπηρεσίες Θέσης | - 54 - |
| | 3.3.2 Κατηγορίες Υπηρεσιών Θέσης | - 56 - |

| | | |
|------------|---|---------------|
| 3.3.3 | Προστασία προσωπικών δεδομένων..... | - 70 - |
| 3.4 | Παραδείγματα εφαρμογών για μουσεία..... | - 72 - |
| 3.4.1 | MOMA (Museum Of Modern Art)..... | - 72 - |
| 3.4.2 | AMNH Explorer App for iPhone & iPod touch | - 74 - |
| 3.4.3 | Pterosaurs: The Card Game..... | - 76 - |
| 3.4.4 | The Sweeper | - 77 - |
| 3.4.5 | AMΘ mobile | - 78 - |
| 3.4.6 | USEUM - 79 - | |
| 3.4.7 | Andros e-museum | - 81 - |
| 4 | Σκοπός - 82 - | |
| 5 | Η εφαρμογή Move n' Learn | - 85 - |
| 5.1 | Τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν..... | - 85 - |
| 5.1.1 | Λογισμικό - 85 - | |
| 5.1.2 | Υλικό - 87 - | |
| 5.2 | Συλλογή Δεδομένων | - 88 - |
| 5.3 | Η ανάπτυξη της εφαρμογής Move n' Learn | - 94 - |
| 5.3.1 | Η αρχιτεκτονική του project..... | - 94 - |
| 5.3.2 | Το γραφικό περιβάλλον και η λειτουργικότητα της εφαρμογής | - 97 - |
| 6 | Συμπεράσματα | - 126 - |
| 7 | Μελλοντική δουλειά..... | - 128 - |
| 8 | Bibliography..... | - 130 - |

2 Δομή Εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από 5 ενότητες που συνιστούν το θεωρητικό της υπόβαθρο, μια μεταβατική ενότητα που συνοψίζει την αναγκαιότητα για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής για μουσεία σαν την προτεινόμενη και 3 υποενότητες στις οποίες αναλύεται η υλοποίηση της πρότυπης εφαρμογής Move n' Learn και η λειτουργικότητά της. Τέλος, σε ξεχωριστές ενότητες συνοψίζονται τα συμπεράσματα προτείνονται μελλοντικές προεκτάσεις της εφαρμογής.

Στο **θεωρητικό υπόβαθρο** συμπεριλαμβάνονται οι υποενότητες:

- **Η εξέλιξη της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης:** Γίνεται μια ιστορική αναδρομή στις τεχνολογίες εντοπισμού θέσης καθώς και γίνεται αναφορά των βασικών τους χαρακτηριστικών. Αναλυτικά περιγράφονται οι τεχνολογίες GPS, εντοπισμού μέσω Wi-Fi και εντοπισμού μέσω κυψελών κινητής τηλεφωνίας καθώς χρησιμοποιούνται κατά κόρον σήμερα από τις υπηρεσίες θέσης των λειτουργικών συστημάτων των έξυπνων κινητών και έξυπνων φορητών συσκευών εν γένει. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις τεχνολογίες εντοπισμού θέσης εσωτερικού χώρου καθώς έχουν άμεση συσχέτιση με την αναπτυσσόμενη εφαρμογή.
- **Η τοποθεσία στο λειτουργικό σύστημα iOS της Apple:** Επειδή η εφαρμογή Move n' Learn αναπτύχθηκε για συσκευές iOS, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει αναλυτική αναφορά στις υπηρεσίες τοποθεσίας του λειτουργικού συστήματος. Έτσι αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα για να βελτιστοποιήσει την ακρίβεια θέσης κρατώντας παράλληλα χαμηλά την κατανάλωση ενέργειας. Ξεχωριστή υποενότητα αφιερώνεται στην τεχνολογία iBeacon στην οποία στηρίζεται σημαντικό κομμάτι της λειτουργικότητας του Move n' Learn.

- **Υπηρεσίες Θέσης:** Στην υποενότητα αυτή αναλύεται η χρησιμότητα των υπηρεσιών θέσης. Γίνεται μια προσπάθεια κατηγοριοποίησής τους ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν και γίνεται αναφορά σε σημαντικές σύγχρονες εφαρμογές της κάθε κατηγορίας. Τέλος εξηγείται η αναγκαιότητα της ύπαρξης πολιτικής προστασίας των προσωπικών δεδομένων ειδικά στις εφαρμογές που κάνουν χρήση της τοποθεσίας.
- **Παραδείγματα εφαρμογών για μουσεία:** Στην υποενότητα αυτή αναφέρονται ενδεικτικά κάποιες εφαρμογές της Ελλάδας και του εξωτερικού που είναι ή υπήρξαν διαθέσιμες στο κοινό και αφορούν μουσειακούς χώρους. Η επιλογή των εφαρμογών αυτών έγινε με στόχο την παρουσίαση των διαφορετικών διαθέσιμων τρόπων αλληλεπίδρασης με τον χρήστη.

Στο **κεφάλαιο Σκοπός** εξηγούνται οι ελλείψεις που υπάρχουν στις διαθέσιμες εφαρμογές για μουσεία τις οποίες έχει ως στόχο να καλύψει η πρόταση της εφαρμογής Move n' Learn.

Στην ενότητα **Η εφαρμογή Move n' Learn** περιλαμβάνονται οι εξής υποενότητες:

- **Τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν:** Γίνεται αναφορά στο υλικό (hardware) και το λογισμικό (software) που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση και τις δοκιμές της εφαρμογής.
- **Συλλογή Δεδομένων:** Περιγράφεται η διαδικασία με την οποία συλλέχθηκαν και οργανώθηκαν τα δεδομένα της εφαρμογής.
- **Η ανάπτυξη της εφαρμογής Move n' Learn:** Περιγράφεται η αρχιτεκτονική λογισμικού της εφαρμογής, η ανάπτυξή της και η λειτουργικότητα της κάθε οθόνης της διεπαφής χρήστη.

Στην ενότητα **Συμπεράσματα:** γίνεται μία αποτίμηση του κατά πόσο η αναπτυχθείσα εφαρμογή επιτυγχάνει τους στόχους της και στην ενότητα **Μελλοντική δουλειά** γίνονται προτάσεις για το πώς θα μπορούσε αυτή η πρότυπη εφαρμογή να επεκταθεί για να καλύψει με τον πιο αποτελεσματικό τις ανάγκες ενός αληθινού μουσείου και των επισκεπτών του.

3 Θεωρητικό υπόβαθρο

3.1 Η εξέλιξη της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης

Εντοπισμός θέσης (geolocation) ονομάζεται η διαδικασία εύρεσης γεωγραφικών συντεταγμένων (γεωγραφικού μήκους, πλάτους, ύψους) μιας τοποθεσίας. Ο εντοπισμός θέσης μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους με τη βοήθεια της κατάλληλης τεχνολογίας. Παρόλο που η σχετική τεχνολογία έχει εξελιχθεί τόσο ραγδαία που έχει έρθει στα χέρια (κυριολεκτικά) πολλών ανθρώπων τα τελευταία μόλις χρόνια, συστήματα εντοπισμού θέσης υπήρχαν, σε μία πρώιμη μορφή τους βέβαια από τα αρχαία κιόλας χρόνια.

3.1.1 Αστρολάβος

Το πρώτο τέτοιο όργανο μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ο Αστρολάβος. “Ο αστρολάβος είναι ένα ιστορικό αστρονομικό όργανο το οποίο χρησιμοποιούσαν οι ναυτικοί και οι αστρονόμοι για την ναυσιπλοΐα και την παρατήρηση του Ήλιου και των αστεριών από τον 2ο αιώνα π.Χ. μέχρι τον 18ο αιώνα μ.Χ., μετά τον οποίο χρησιμοποιήθηκε ένα πιο εξελιγμένο όργανο, ο εξάντας. Χρησιμοποιώντας τον αστρολάβο προέβλεπαν τις θέσεις του ήλιου της σελήνης, των πλανητών και των άστρων. Με τη βοήθεια του αστρολάβου είναι δυνατό να βρεθεί η ώρα αν είναι γνωστό το γεωγραφικό μήκος και πλάτος ή αντίστροφα.” (Βικιπαιδεία)

3.1.2 Ραντάρ

Το ραντάρ, που αναπτύχθηκε από διάφορες χώρες πριν και κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου πολέμου, είναι ένα σύστημα ανίχνευσης αντικειμένων που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για να καθορίσει το εύρος, το ύψος, την κατεύθυνση ή την ταχύτητα των αντικειμένων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση αεροσκαφών, πλοίων, διαστημόπλοιων, κατευθυνόμενα βλημάτων, μηχανοκίνητων οχημάτων, καιρικών σχηματισμών, και σχηματισμού εδάφους. Η κεραία του ραντάρ ή κεραία μεταδίδει παλμούς

ραδιοκυμάτων ή μικροκύματα που αντανακλούν όταν συναντήσουν κάποιο αντικείμενο στο δρόμο τους. Το αντικείμενο επιστρέφει ένα μικρό μέρος της ενέργειας του κύματος σε ένα πιάτο ή κεραία που βρίσκεται συνήθως στην ίδια θέση με τον πομπό. Η απόσταση του αντικειμένου μπορεί να μετρηθεί είτε με το χρόνο που κάνει το ραδιοκύμα να φτάσει μέχρι το αντικείμενο και να γυρίσει είτε μέσω της μεθόδου διαμόρφωσης συχνότητας που παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια.

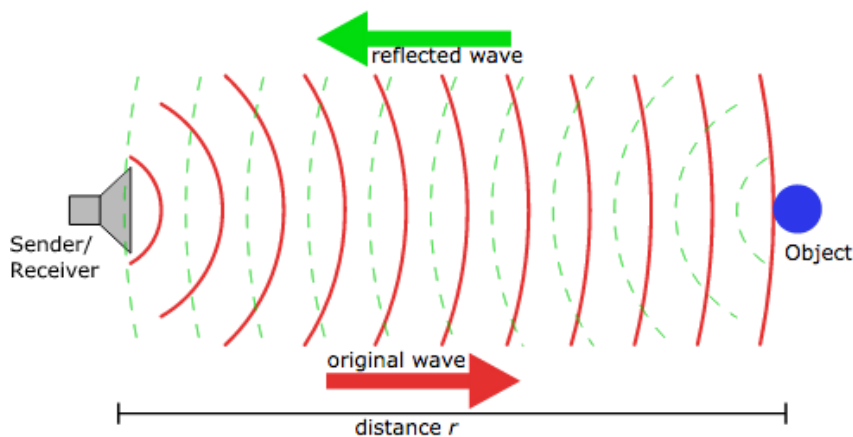


Figure 1 : Continuous wave (CW) radar.

3.1.3 Συσκευές GPS

Το 1957 η Σοβιετική Ένωση έθεσε σε τροχιά γύρω από τη Γη το Sputnik, τον πρώτο τεχνητό δορυφόρο. Το 1959 οι το πολεμικό ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών χρησιμοποίησε ένα σύστημα πλοήγησης με τη χρήση του συστήματος δορυφόρων Transit. Τα επόμενα χρόνια οι στρατιωτικές δυνάμεις των Ηνωμένων Πολιτειών σχημάτισαν, δοκίμασαν και βελτίωσαν την τεχνολογία εντοπισμού μέσω GPS (του δικτύου δορυφόρων τους). Όταν το 1983 το αεροσκάφος των Κορεατικών Αερογραμμών βγήκε από την τροχιά του λόγω λάθους πλοήγησης ενώ ήταν σε Σοβιετικό εναέριο χώρο και καταρρίφθηκε από τις Σοβιετικές δυνάμεις, ο Πρόεδρος των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής Ronald Reagan ανακοίνωσε ότι οι δυνατότητες πλοήγησης του υπάρχοντος συστήματος των στρατιωτικών GPS θα έπρεπε να

διατεθούν και για χρήση από τους πολίτες αλλά με κάποιους περιορισμούς στην διάθεση του σήματος. Έτσι τα χρόνια που ακολούθησαν ξεκίνησαν να αναπτύσσονται διάφορες συσκευές GPS από εταιρίες με πρώτη συσκευή GPS χειρός το Magellan NAV 1000 της Magellan Navigation Inc. το 1989. Στη συνέχεια έγινε άρση των προαναφερθέντων περιορισμό με αποτέλεσμα ακόμα μεγαλύτερη υιοθέτηση της τεχνολογίας από εταιρίες όπως η Tom Tom η Garmin και η Benetton η οποία το 1999 παρουσίασε το πρώτο κινητό τηλέφωνο με GPS στην αγορά. Με την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας και της αγοράς το GPS chip έγινε ένα βασικό τμήμα των περισσότερων κινητών συσκευών τηλεφωνικών ή tablet. Αν και ο όρος GPS περιγράφει το δίκτυο δορυφόρων των Ηνωμένων Πολιτειών, αντίστοιχα δίκτυα πλέον έχουν δημιουργηθεί ή δημιουργούνται από τη Ρωσία, την Ευρωπαϊκή Ένωση την Κίνα, την Ινδία και την Ιαπωνία για καθώς οι εφαρμογές τους είναι πολύ σημαντικές για να θέλουν να έχουν οι ίδιες οι χώρες τον έλεγχο της λειτουργίας τους.

Η λειτουργία των συστημάτων εντοπισμού GPS στηρίζεται στη μέθοδο του τριπλευρισμού. Κάθε δορυφόρος μεταδίδει ένα ηλεκτρομαγνητικό σήμα - μία δέσμη μικροκυμάτων - που αναγγέλλει την παρουσία του σε οποιοδήποτε άτομο στη Γη που διαθέτει ένα δέκτη έτοιμο να λάβει το σήμα. Για να εντοπίσει τη θέση, ένας λήπτης GPS συνήθως λαμβάνει ανά πάσα στιγμή σήματα από τέσσερις δορυφόρους. Ο ενσωματωμένος ηλεκτρονικός υπολογιστής, ή ένας ξεχωριστός απομακρυσμένος σταθμός που κάνει τους υπολογισμούς, χρησιμοποιεί αυτά τα σήματα για να υπολογίσει την ακριβή απόσταση από καθένα από τους τέσσερις δορυφόρους και στη συνέχεια να υπολογίσει την ακριβή θέση επί του πλανήτη με απόκλιση λίγων μέτρων βάσει αυτών των αποστάσεων. Η ακριβής τοποθεσία βρίσκεται από την τομή των τριών σφαιρών που δημιουργούν τα κύματα που αποστέλουν οι δορυφόροι.

Θεωρητικά τρεις δορυφόροι θα αρκούσαν για τον εντοπισμό της θέσης καθώς η τομή τριών σφαιρών στο χώρο είναι 2 σημεία και το ένα από αυτά μπορεί συνήθως να αποκλειστεί καθώς βρίσκεται πάνω από την ατμόσφαιρα της γης. Επομένως 3 δορυφόροι θα ήταν αρκετοί αν ο δέκτης είχε ένα πολύ ακριβές, ατομικό ρολόι. Έστω και μικρές ανακρίβειες στο χρόνο επιφέρουν σημαντικά σφάλματα καθώς το σήμα ταξιδεύει με την ταχύτητα του φωτός. Επειδή τα πολύ ακριβή ρολόγια είναι και ακριβά αλλά και πολύ μεγάλα για να τοποθετηθούν σε έναν

δέκτη, χρησιμοποιούνται επιπλέον δορυφόροι για να δώσουν επιπλέον μετρήσεις και να επιτευχθεί ο εντοπισμός του δέκτη με μεγάλη ακρίβεια.

Σύμφωνα με στοιχεία της Ομοσπονδιακής Διοίκησης Αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής η ακρίβεια δεκτών GPS SPS υψηλής ποιότητας είναι συχνά στο 1 μέτρο ενώ με την προσθήκη συστημάτων επέκτασης (augmentation systems) μπορεί να φτάσει κάποια εκατοστά ή και στο χιλιοστό αν χρησιμοποιηθούν μόνιμοι σταθμοί αναφοράς (CORS). (U.S. Government)

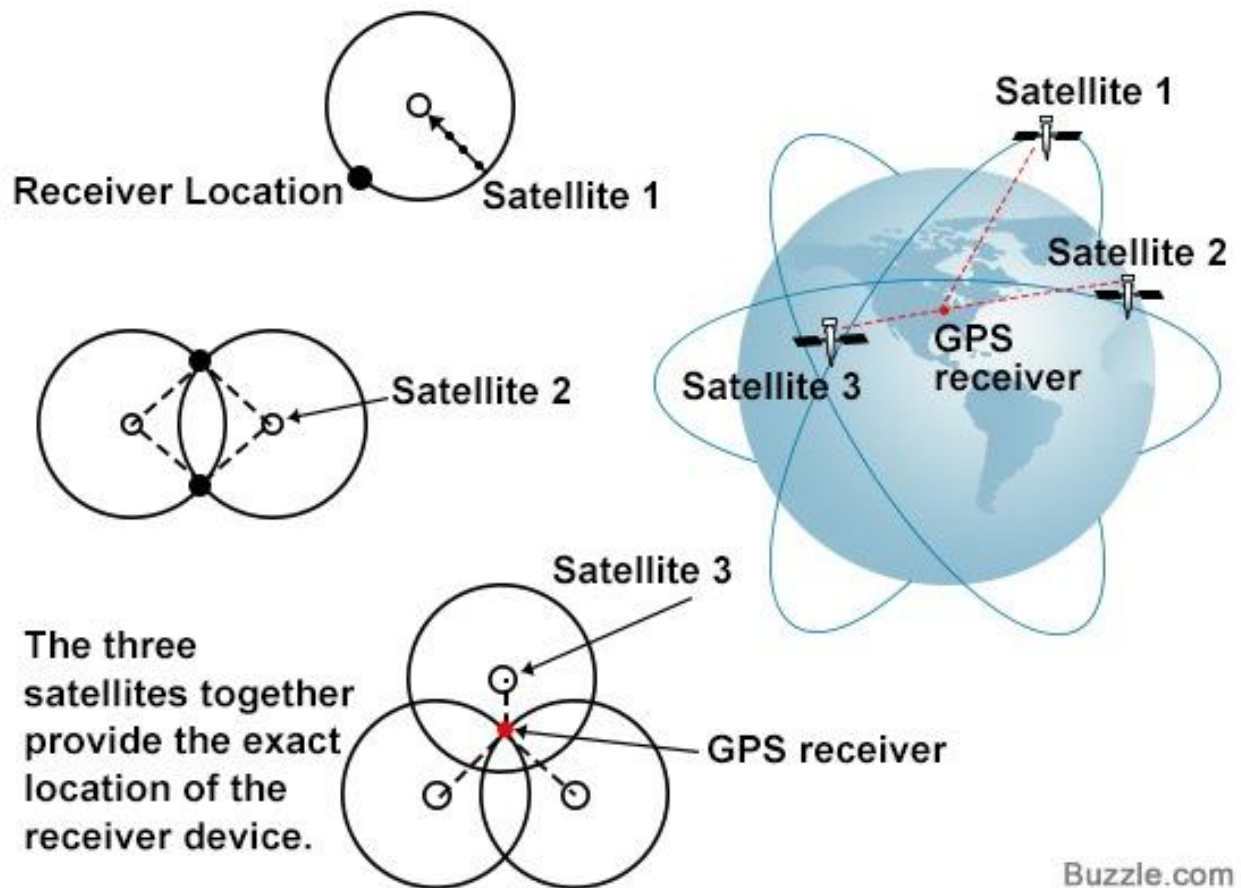


Figure 2 Global Positioning System (buzzle.com)

3.1.4 Εντοπισμός μέσω κυψελών κινητής τηλεφωνίας

Οι συσκευές κινητής τηλεφωνίας έχουν τη δυνατότητα εντοπισμού θέσης ακόμα κι αν δεν διαθέτουν ενσωματωμένο GPS chip εκμεταλευόμενες την πληροφορία των κυψελών. Ως κυψέλη (cell) κινητής τηλεφωνίας αναφερόμαστε στην γεωγραφική περιοχή που καλύπτεται από έναν πομποδέκτη κινητής τηλεφωνίας ή σταθμό βάσης. (Θεοδωρίδης, 2004) . Η τεχνολογία εντοπισμού βασίζεται στη μέτρηση των επιπέδων ενέργειας και τα πρότυπα της κεραίας (γωνιακή εξάρτηση της ισχύος των ραδιοκυμάτων από την κεραία) και χρησιμοποιεί την λογική ότι ένα ενεργό κινητό τηλέφωνο επικοινωνεί πάντα ασύρματα με έναν από τους στενότερους σταθμούς βάσης, έτσι ώστε η γνώση της θέσης του σταθμού βάσης συνεπάγεται το κινητό τηλέφωνο βρίσκεται κοντά. Προηγμένα συστήματα καθορίζουν τον τομέα στον οποίο βρίσκεται το κινητό τηλέφωνο και εκτιμούν επίσης προσεγγιστικά την απόσταση από το σταθμό βάσης. Περαιτέρω προσέγγιση μπορεί να γίνει με την παρεμβολή σημάτων μεταξύ γειτονικών σταθμών βάσης (κεραιών). Ειδικευμένες υπηρεσίες μπορούν να επιτύχουν ακρίβεια μέχρι 50 μέτρα σε αστικές περιοχές όπου η χρήση κινητών και η πυκνότητα των πύργων κεραία (σταθμούς βάσης) είναι αρκετά υψηλές. Στις απομακρυσμένες από τα αστικά κέντρα περιοχές μπορεί να μεσολαβούν και χιλιόμετρα μεταξύ των σταθμών βάσης και επομένως να οδηγήσουν σε μικρότερη ακρίβεια. (Wikipedia) Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται ο προσδιορισμός θέσης ενός κινητού όταν αυτό «διαπραγματεύεται» με μία , δύο και τρεις σταθμούς βάσης αντίστοιχα. Οι τομείς α β και γ που φαίνονται στα σχήματα αυτά αναφέρονται στις περιοχές που αντιστοιχούν στις 3 πλευρές του τριγωνικού σχήματος που έχουν συνήθως οι σταθμοί βάσης (βλ. Figure 5). (Wrongful Convictions Blog) .

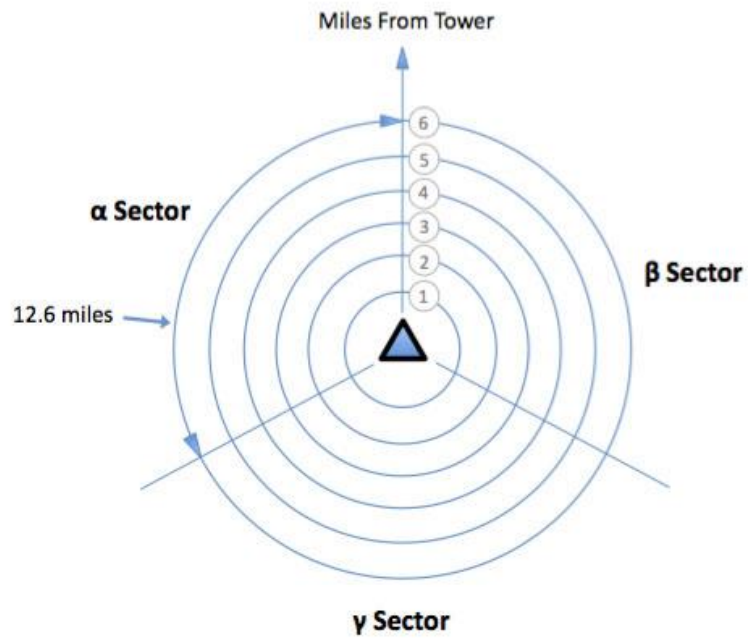


Figure 3 Εντοπισμός θέσης με έναν σταθμό βάσης

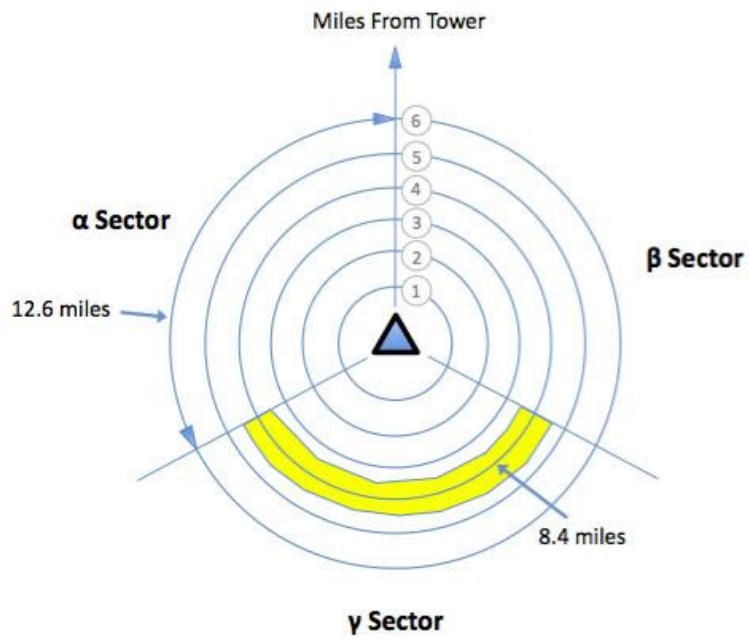


Figure 4 Εντοπισμός θέσης με 2 σταθμούς βάσης

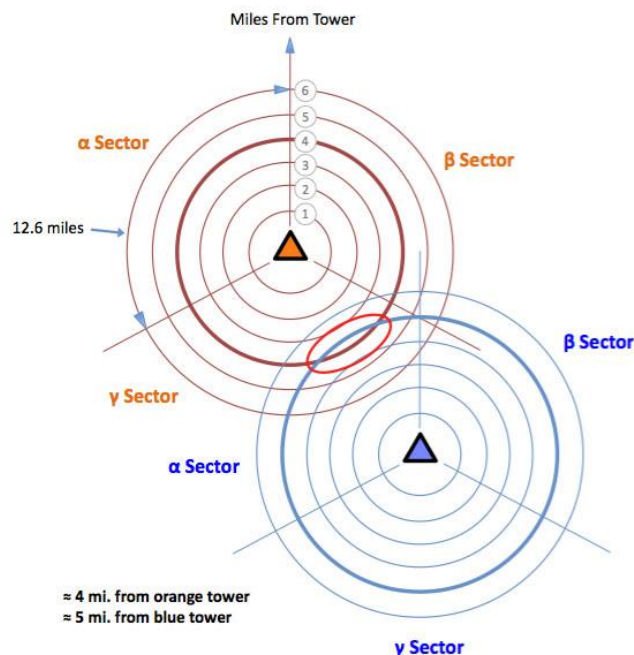


Figure 5 Εντοπισμός θέσης με 3 σταθμούς βάσης

Ο εντοπισμός μέσω δορυφόρων παρέχει τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια στις περισσότερες περιπτώσεις και τη μέγιστη κάλυψη παγκοσμίως καθώς η εμβέλεια των δορυφόρων καλύπτει όλο τον πλανήτη. Ωστόσο έχει και κάποια μειονεκτήματα. Καταρχάς προϋποθέτει ότι η συσκευή που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό έχει ενσωματωμένο ή συνδεδεμένο κατάλληλο υλικό (hardware) που είναι ικανή να λαμβάνει και να επεξεργάζεται τα δορυφορικά σήματα. Για παράδειγμα δεν έχουν όλες οι κινητές συσκευές τέτοιο υλικό. Επιπλέον το σήμα των δορυφόρων δεν έχει μεγάλη ακρίβεια ή μπορεί και να μην υπάρχει στους εσωτερικούς χώρους ή σε αστικές περιοχές με υψηλά κτίρια που στέκονται εμπόδιο στην μετάδοση του σήματος στον δέκτη.



Figure 6 Σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας

3.1.5 Συστήματα εντοπισμού μέσω ασύρματων δικτύων (Wi-Fi)

Η ραγδαία αύξηση του αριθμού των ασύρματων δικτύων με την εξάπλωση του ίντερνετ την τελευταία δεκαετία έχει ως αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μεγάλη επιτυχία για εντοπισμό θέσης συσκευών που μπορούν να συνδεθούν με αυτά. Η τεχνική που χρησιμοποιείται είναι αντίστοιχη με αυτή που χρησιμοποιείται στα συστήματα εντοπισμού GPS και τα συστήματα εντοπισμού μέσω κυψελών κινητής τηλεφωνίας μόνο που αυτή τη φορά από την συσκευή μετράται η ένταση του σήματος των κοντινών ασύρματων δικτύων. Τυπικές παράμετροι που είναι χρήσιμες για την γεωκωδικοποίηση είναι το SSID (Service Set Identifier, το όνομα που προσδιορίζει ένα ασύρματο δίκτυο) και η διεύθυνση MAC. Η καταγραφή αυτών των σημάτων σε διάφορες - κυρίως αστικές - περιοχές και η αντιστοίχισή

τους σε γεωγραφικές συντεταγμένες γίνεται από παρόχους όπως η οι Google, Navizon, AlterGeo TruePosition Inc. και Com Bain Mobile. Τα συστήματα αυτά έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές που δεν υπάρχει σήμα GPS ή σήμα κινητής τηλεφωνίας όπως εσωτερικοί χώροι. Η ακρίβεια του εντοπισμού μέσω WiFi εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό των ασύρματων δικτύων που είναι καταγεγραμμένα και κοντά στην συσκευή που θέλουμε να εντοπιστεί καθώς και από τον τύπο της συσκευής. Επειδή ηλεκτρομαγνητικό πεδίο των Wi-Fi είναι πιο ασθενές από αυτό των κεραιών κινητής τηλεφωνίας, αν το αντικείμενο προς εντοπισμό βρεθεί στην εμβέλεια ενός ή περισσότερων καταγεγραμμένων δικτύων τότε έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι με μέσω του σήματος κινητής τηλεφωνίας. Μπορεί να φτάσει περίπου στα 2.0 - 2.5 μέτρα αν και μετρήσεις δείχνουν ότι υπάρχει ένα σημείο καμπής ως προς τον αριθμό των σημείων πρόσβασης, πάνω από το οποίο η ακρίβεια μπορεί και να μειωθεί. (Jekabsons1 , Kairish, & Zuravlyov, 2011) . Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της διαθεσιμότητας των καρτών ασύρματου δικτύου στους περισσότερους τύπους υπολογιστών και ηλεκτρονικών συσκευών, μπορούμε να επιτύχουμε αρκετά καλή εκτίμηση για την θέση και σταθερών συσκευών χωρίς να υπάρχει ανάγκη για επιπλέον hardware. Την δυνατότητα γεωεντοπισμού μέσω Wi-Fi παρέχουν οι περισσότεροι σύγχρονοι φυλλομετρητές (web browsers) (Firefox, Google Chrome, Opera Internet Explorer Safari).

3.1.6 Εντοπισμός Θέσης μέσω Διεύθυνσης IP

Υπολογιστές που δεν έχουν κάρτα ασύρματου δικτύου αλλά συνδέονται με το διαδίκτυο μέσω Ethernet μπορούν να χρησιμοποιήσουν την Διεύθυνση IP για να πάρουν/δώσουν πληροφορία για τη θέση τους. Υπάρχουν υπηρεσίες με βάσεις δεδομένων στις οποίες αντιστοιχούνται οι IPs σε χώρες (μερικές φορές και σε πόλεις) μέσω των Υπηρεσιών Παροχής Ίντερνετ (Internet Service Providers – ISPs).

Οι περισσότερες σύγχρονες «έξυπνες» συσκευές χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό GPS, κυψελών κινητής τηλεφωνίας και Wi-Fi για τον προσδιορισμό της θέσης τους.

3.1.7 Εντοπισμός Θέσης Εσωτερικών Χώρων (Indoor Positioning)

Λόγω της μεγαλύτερης απαιτούμενης ακρίβειας και των ιδιαίτερων συνθηκών η διαδικασία του εντοπισμού θέσης και ενδεχομένως της κίνησης ενός ατόμου ή αντικειμένου μέσα σε έναν εσωτερικό χώρο είναι μια ειδική περίπτωση. Τα σήματα από δορυφόρους και από κεραιές κινητής τηλεφωνίας δεν έχουν τόση ακρίβεια σε αυτές τις περιπτώσεις και μπορεί να μην είναι καθόλου διαθέσιμα. Έτσι χρησιμοποιούνται άλλες τεχνολογίες.

3.1.7.1 Wi-Fi

Μία από αυτές είναι το Wi-Fi που έχουμε αναφέρει ήδη ως έναν από τους διαθέσιμους τρόπους εντοπισμού θέσης σε εξωτερικούς χώρους. Στην περίπτωση αυτή η χρήση του είναι κάπως διαφορετική καθώς οι διαθέσιμες βάσεις δεδομένων με την αντιστοίχιση μεταξύ SSIDs, των εντάσεών τους και γεωγραφικών συντεταγμένων δεν έχουν τόσο αναλυτικά στοιχεία. Επομένως ο ενδιαφερόμενος πρέπει να χαρτογραφήσει την ένταση των Wi-Fi σημάτων στο εσωτερικό και να την αντιστοιχίσει σε συντεταγμένες σε ένα επίπεδο σύστημα συντεταγμένων καθορισμένο ειδικά για τον χώρο αυτό (για παράδειγμα σε σχέση με κάποια από τις γωνίες του κτιρίου όπως αυτές απεικονίζονται στην κάτοψή του). Επίσης συχνά είναι αναγκαία και η εγκατάσταση επιπλέον σημείων ασύρματης πρόσβασης (access points). Παράδειγμα ενός εμπορικού προϊόντος που προσφέρει μια λύση για γεωεντοπισμό σε εσωτερικούς χώρους μέσω ασύρματων σημείων πρόσβασης είναι το Blue Dot Kit της [Meridian](#) (Meridian (Aruba Networks))

3.1.7.2 Μαγνητικός Εντοπισμός Θέσης

Μια άλλη επιλογή είναι η αξιοποίηση της πυξίδας που έχουν πολλές έξυπνες συσκευές ενσωματωμένες και η χαρτογράφηση των μεταβολών / παραμορφώσεων του μαγνητικού πεδίου της γης λόγω των μεταλλικών τμημάτων του κτιρίου. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τον καθηγητή Janne Haverinen και τον ερευνητή Anssi Kemppainen του Πανεπιστημίου της Oulu στην Φινλανδία (University of Oulu - University of Oulu - Faculty of Information

Technology and Electrical Engineering). Ο Janne Haverinen στη συνέχεια δημιούργησε την εταιρία [Indoor Atlas](#) που παρέχει λύσεις για εφαρμογές εντοπισμού εσωτερικών χώρων. (Wikipedia), (IndoorAtlas)

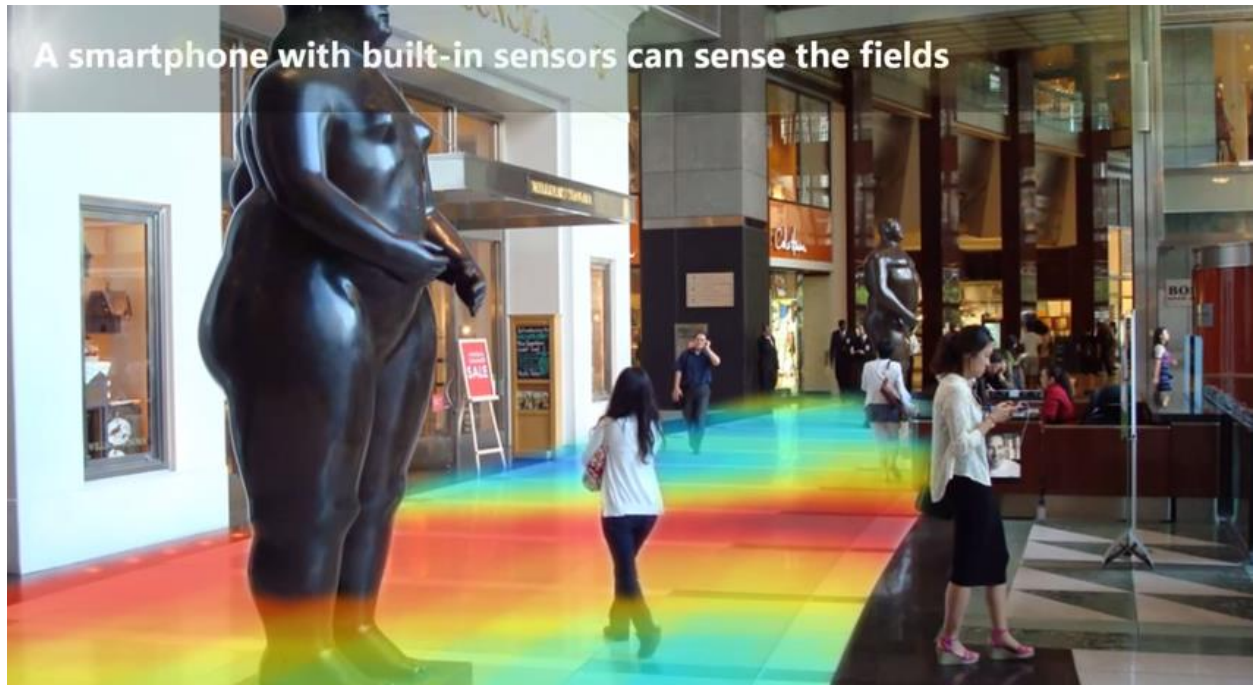


Figure 7 Απεικόνιση της παραμόρφωσης του μαγνητικού πεδίου της Γης σε έναν εσωτερικό χώρο, που εκμεταλλεύεται το σύστημα IndoorAtlas (IndoorAtlas)

3.1.7.3 Δίοδοι εκπομπής φωτός (LEDs)

Η εταιρία [ByteLight](#) παρέχει μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί ειδικές διόδους εκπομπής φωτός (light-emitting diode (**LED**)) για τον εντοπισμό θέσης σε εσωτερικούς χώρους. Τα LEDs αυτά τοποθετούνται σε συγκεκριμένα σημεία στο χώρο που παρουσιάζουν ενδιαφέρον και η ακτινοβολία ανιχνεύεται από την κάμερα του έξυπνο κινητού στο οποίο πρέπει να έχει εγκατασταθεί το κατάλληλο λογισμικό. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται από την ByteLight σε συνδιασμό με την τεχνολογία Bluetooth Low Energy (BLE) στην οποία θα αναφερθούμε εκτενέστερα αργότερα. (ByteLight)

How it Works



3.1.7.4 Εντοπισμός με ηχητικά σήματα

Επίσης υπάρχουν και προτάσεις για την χρησιμοποίηση μοναδικά αναγνωρίσιμων ηχητικών σημάτων που μπορούν να λαμβάνουν τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα μέσω του μικροφώνου τους. «Η εργασία αυτή επωφελείται από την ικανότητα του μικροφώνου του iPhone ή iPad να ανιχνεύσει ήχο υψηλής συχνότητας για την ακριβή ακουστική ταυτοποίηση. Παρά το γεγονός ότι η μέγιστη θεωρητική τιμή για την απόκριση συχνότητας του ενσωματωμένου στο μικρόφωνο της iOS συσκευής είναι 20 kHz, εκπομπές με συχνότητες κοντά στα 22 kHz έχουν ανιχνευθεί πειραματικά. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία είναι στην περιοχή από 18 έως 22 kHz, που είναι αρκετά υψηλές ώστε να είναι ακουστό για σχεδόν κάθε άνθρωπος, αλλά αρκετά χαμηλές ώστε να παραχθούν από το πρότυπο υλικό ήχου. Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να αναπτύξει ένα φθηνό σύστημα για εντοπισμό θέσης σε εσωτερικούς χώρους, όπου ο χρήστης παίρνει τη θέση του με τη χρήση ενός μικροφώνου συσκευής iOS. Για το σκοπό αυτό, ένα iPad τρίτης γενιάς χρησιμοποιείται για υψηλής συχνότητας λήψη δεδομένων ήχου και δεν είναι αναγκαίο ούτε σύστημα εξωτερικής

λήψης ούτε μικρόφωνο υπερήχων. Η ικανότητα των συσκευών iOS να αναγνωρίσουν τα ακουστικά σήματα στην περιοχή των 20 kHz έχει επιδειχθεί με επιτυχία. Το γεγονός αυτό επιτρέπει τη χρήση αυτού του είδους της συσκευής για ακουστική ανίχνευση κώδικα και ακριβή τοποθέτηση μέσω πολυπλεύρισης.» (Aguilera, Paredes, J.A., Alvarez, F.J, Suarez, J.I., & Hernandez, A.)

3.1.7.5 Bluetooth Low Energy (BLE)

Μια άλλη ασύρματη τεχνολογία που έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται πολύ τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα μετά το συνέδριο των Developers της Apple το 2013 (Apple Worldwide Developers Conference 2013) είναι τα Bluetooth χαμηλής ενέργειας (Bluetooth Low Energy ή BLE). Πρόκειται για συσκευές που εκπέμπουν πληροφορίες μέσω ραδιοκύματα μικρού μήκους κύματος, υπερυψηλών συχνοτήτων και χαμηλής έντασης. Οι δέκτες που μπορούν να αναγνωρίσουν αυτή την ακτινοβολία αν βρίσκονται αρκετά κοντά στην BLE συσκευή. Η τεχνολογία αυτή λόγω του ότι επηρεάζεται από παρεμβολές από άλλα ασύρματα πεδία όπως το Wi-Fi και από αντικείμενα που παρεμβάλλονται δεν σχεδιάστηκε για τον ακριβή εντοπισμό θέσης. Σχεδιάστηκε για τον προσδιορισμό της εγγύτητας ενός δέκτη στον πομπό. Ωστόσο διάφορες λύσεις ισχυρίζονται ότι χρησιμοποιούν την τεχνολογία αυτή για εντοπισμό θέσης σε εσωτερικούς χώρους με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

3.2 Η τοποθεσία στο λειτουργικό σύστημα iOS της Apple

Το iOS είναι το λειτουργικό σύστημα της Apple για τις φορητές συσκευές της (μέχρι τώρα iPhone και iPad). Επειδή η πρότυπη εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της εργασίας αυτής αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα αυτή, έχει νόημα να δούμε πιο συγκεκριμένα ποιες τεχνολογίες ακριβώς χρησιμοποιεί η Apple για τον εντοπισμό θέσης και για σχετικές με τη θέση λειτουργίες. Περισσότερες γενικότερες πληροφορίες, εκτός αυτών που σχετίζονται με την τοποθεσία για το λειτουργικό σύστημα iOS θα δοθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Οι υπηρεσίες του iOS που έχουν να κάνουν με την τοποθεσία βρίσκονται συγκεντρωμένες στο πλαίσιο (framework) Core Location. Οι υπηρεσίες αυτές μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- **Η υπηρεσία σημαντικής αλλαγής θέσης (significant location change).** Η υπηρεσία αυτή δίνει την δυνατότητα στη συσκευή να εντοπίσει την τρέχουσα θέση του κινητού και να ενημερώνεται όταν η θέση αυτή αλλάζει σημαντικά καταναλώνοντας την ελάχιστη δυνατή ενέργεια.
- **Η κανονική υπηρεσία θέσης (standard location service).** Παρέχει τον πιο παραμετροποιήσιμο τρόπο λήψης της θέσης της συσκευής και παρακολούθησης (tracking) της.
- **Η παρακολούθηση περιοχής (region monitoring)** επιτρέπει την λήψη ενημέρωσης (event) όταν η συσκευή εισέρχεται σε ή εξέρχεται από όρια (boundaries) που ορίζονται από μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή ή από ένα Beacon - πομπό bluetooth χαμηλής ενέργειας.

3.2.1 Η κανονική υπηρεσία θέσης (standard location service)

Η κανονική υπηρεσία θέσης χρησιμοποιεί το διαθέσιμο hardware και software της συσκευής για να παρέχει την πληροφορία της θέσης στην εφαρμογή που την ζητάει. Η εφαρμογή ορίζει διάφορες παραμέτρους για την πληροφορία της θέσης που ζητά:

- I. **Επιθυμητή ακρίβεια της θέσης.** Η εφαρμογή ορίζει την ακρίβεια σε μέτρα που θα ήθελε να έχει η πληροφορία της θέσης που της δίνει το λειτουργικό σύστημα.
- II. **Φίλτρο απόστασης (distance filter).** Η ελάχιστη απόσταση (σε μέτρα), μια συσκευή πρέπει να κινηθεί οριζοντίως για να δημιουργηθεί μια ενημέρωση αλλαγής θέσης.
- III. **Ο τύπος δραστηριότητας (activity type).** Ο τύπος της δραστηριότητας του χρήστη που χρειάζεται την πληροφορία της θέσης εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής που χρησιμοποιεί. Ο τύπος της δραστηριότητας χρησιμοποιείται για να γίνει παύση της υπηρεσίας (λειτουργικότητα που ονομάζεται autopause) θέσης όταν η συσκευή αναγνωρίσει ότι ο χρήστης δεν κάνει πλέον αυτή την δραστηριότητα, με σκοπό να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας από την εφαρμογή και να διατηρηθεί η μπαταρία της συσκευής. Πιθανές τιμές του τύπου δραστηριότητας είναι:
 - a. Πλοήγηση οχήματος (Automotive Navigation).
 - b. Fitness
 - c. Πλοήγηση άλλου τύπου (πχ με τρένο, πλοίο ή αεροπλάνο).

Μόλις η εφαρμογή ζητήσει να ενημερώνεται για τις αλλαγές θέσης με τις παραπάνω παραμέτρους, το λειτουργικό σύστημα προσπαθεί να χρησιμοποιήσει τους ελάχιστους δυνατούς πόρους και να καταναλώσει την ελάχιστη δυνατή μπαταρία προκειμένου να το επιτύχει. Οι τεχνολογίες θέσης που έχει στη διάθεσή της η συσκευή είναι αυτές που φαίνονται στην επόμενη σελίδα.

Three Positioning Methods



Cell



Wi-Fi



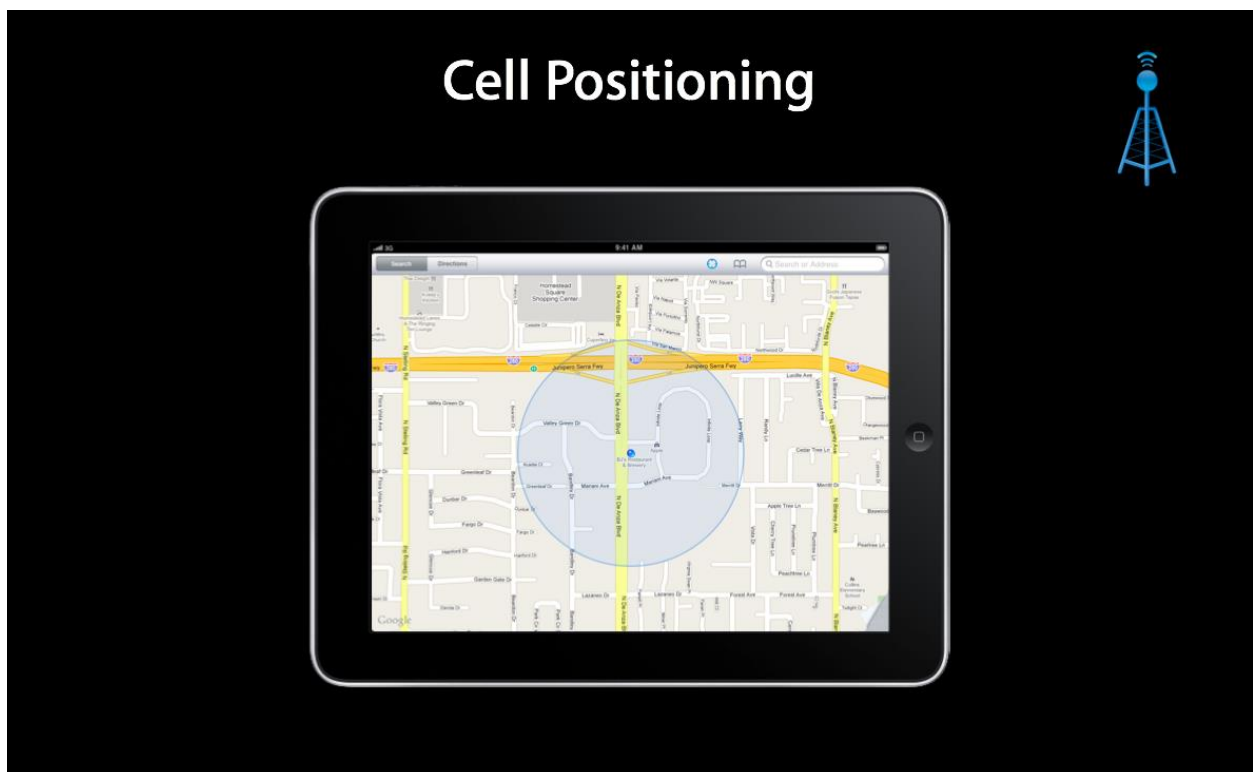
GPS

Comparing Positioning Methods



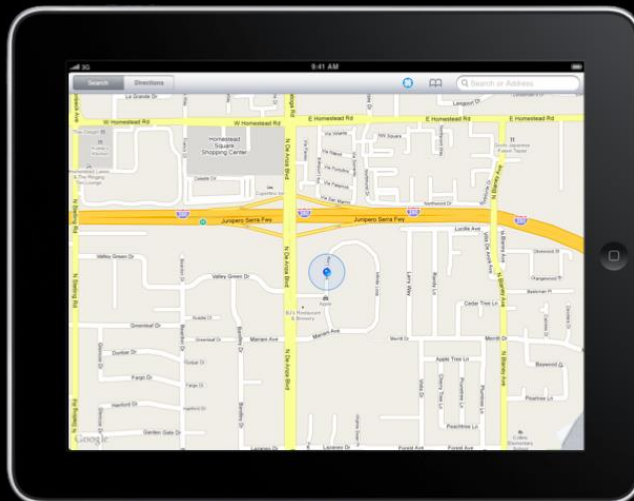
Figure 8 Μέθοδοι εντοπισμού θέσης του iOS (Grainger, 2010)

- Σε πρώτο στάδιο χρησιμοποιεί την πληροφορία των πύργων κινητής τηλεφωνίας για να αποκτήσει μια χονδρική εκτίμηση της θέσης της συσκευής. Οι δέκτες των σημάτων κινητής τηλεφωνίας είναι λειτουργούν έτσι κι αλλιώς στο κινητό οπότε δεν χρειάζεται επιπλέον κατανάλωση ενέργειας σε αυτό το στάδιο και η αρχική εκτίμηση θέσης γίνεται γρήγορα. Βέβαια η ακρίβεια δεν είναι τόσο μεγάλη (500 – 1000 μέτρα σε μία αστική περιοχή).



- Στην συνέχεια, αν οι ορισμένες από την εφαρμογή παράμετροι απαιτούν μεγαλύτερη ακρίβεια, και είναι και ανοικτό το Wi-Fi της συσκευής, χρησιμοποιείται και αυτό στον εντοπισμό θέσης.

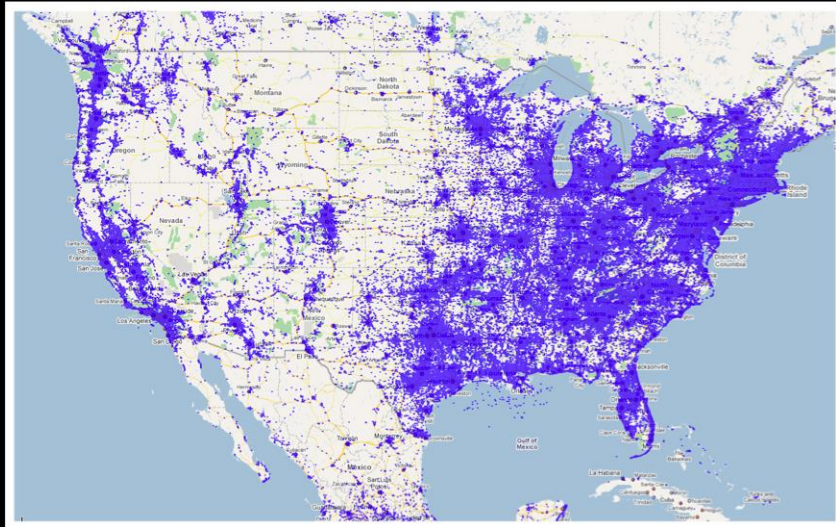
Wi-Fi Positioning



Τα Wi-Fi hotspots λόγω του ασθενέστερου από τις κεραιές της κινητής τηλεφωνίας σήματός τους έχουν μεγαλύτερη ακρίβει. Ο αριθμός των Wi-Fi hotspots που έχει καταγεγραμμένα η Apple ολοένα αυξάνονται. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η κάλυψη που είχαν το 2010 σύμφωνα με τα στοιχεία της Apple στο ετήσιό της συνέδριο για Developers (Apple Worldwide Developers Conference)

Wi-Fi Location Coverage

iPhone OS 3.2 and iOS 4



Wi-Fi Location Coverage

iPhone OS 3.2 and iOS 4

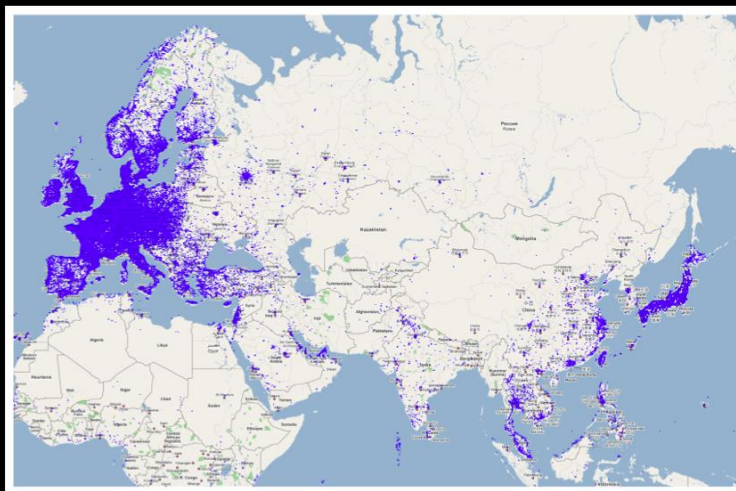


Figure 9 Κάλυψη του γεωκωδικοποιημένων Wi-Fi hotspots της Apple το 2010 (Grainger, 2010)

Όταν εντοπιστεί η θέση της συσκευής με βάση κάποια Wi-Fi hotspots, η συσκευή κατευάζει σε συμπιεσμένη μορφή ψηφιδωτού (tile) τα δεδομένα για τα κοντινά hotspots. Οι διαστάσεις αυτών των ψηφιδωτών που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα είναι 5χλμ x 5χλμ. Έτσι για τις κοντινές μετακινήσεις, ο εντοπισμός μέσω Wi-Fi είναι πολύ πιο γρήγορος καθώς δεν χρειάζεται τα δεδομένα για τα Wi-Fi hotspots να κατεβούν από το δίκτυο καθώς είναι ήδη στη συσκευή.

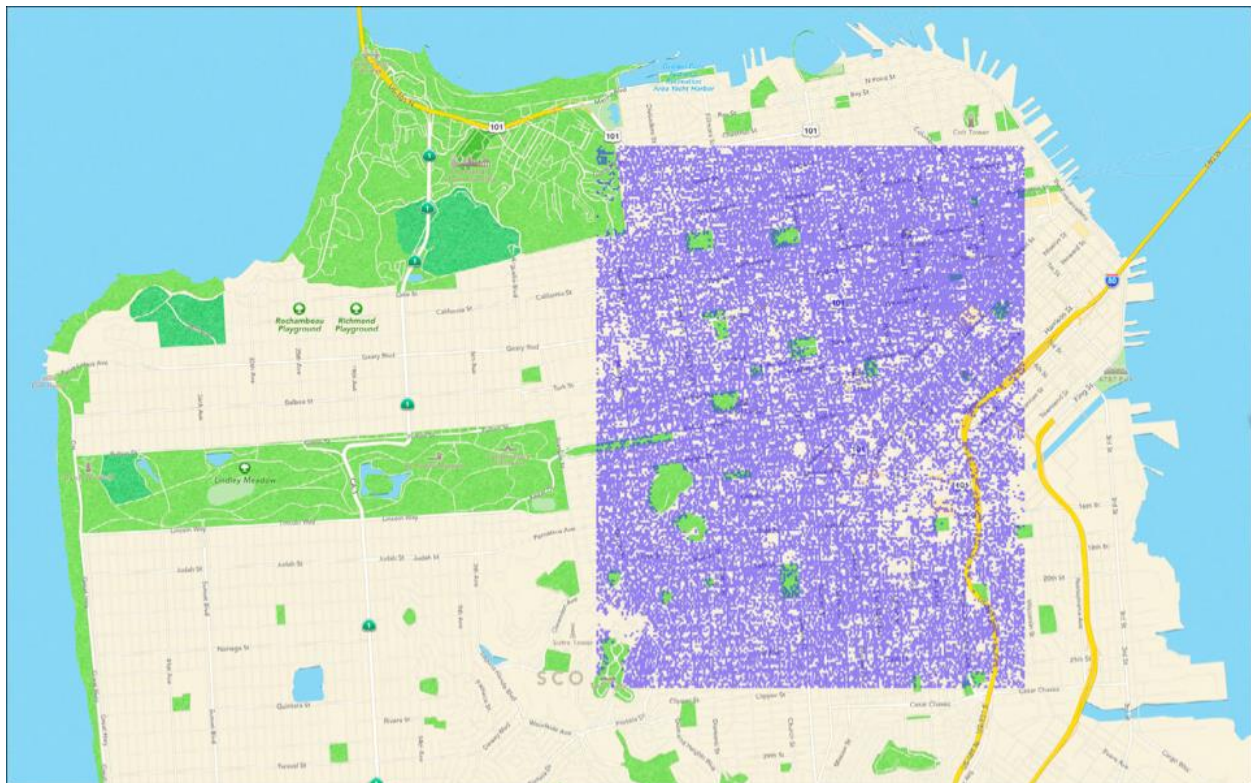


Figure 10 Wi-Fi tiles (Grainger, 2010)

- Τέλος, όταν βρεθεί σήμα από αρκετούς δορυφόρους, (κάτι που χρειάζεται συνήθως κάποια δευτερόλεπτα) η ακρίβεια γίνεται ακόμα μεγαλύτερη.

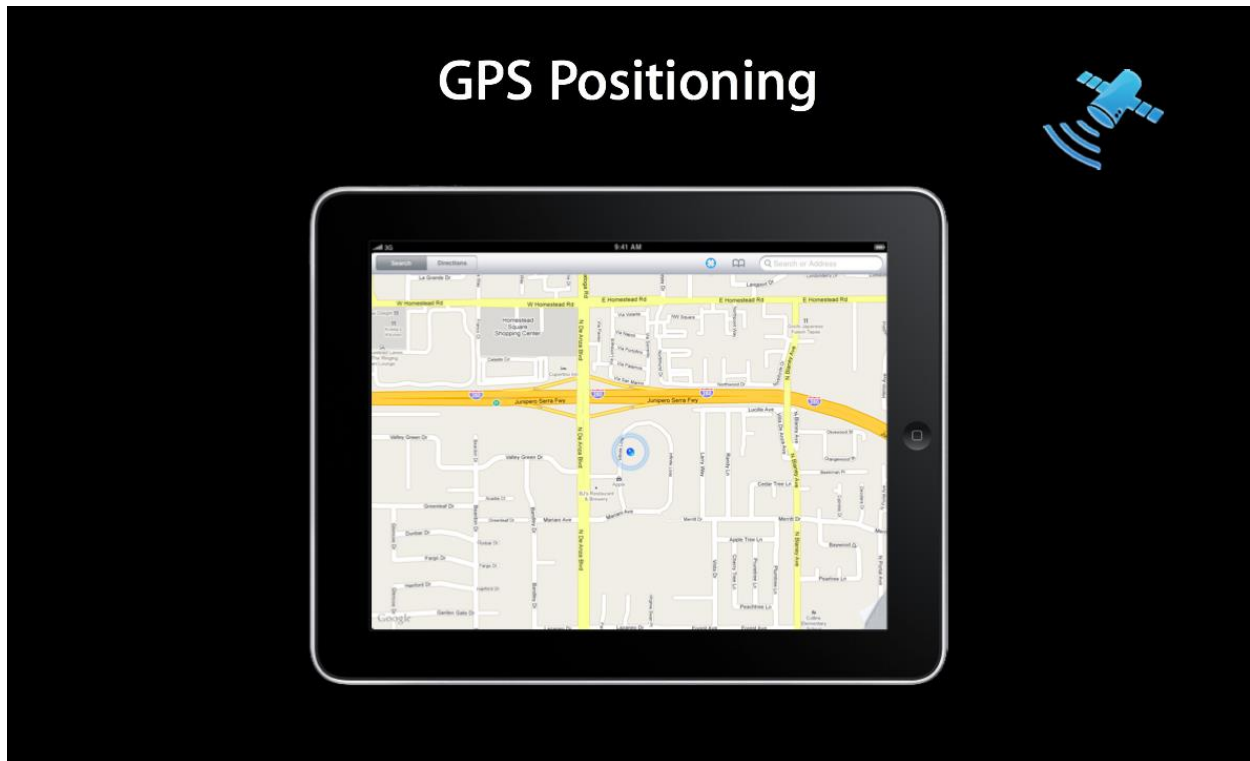
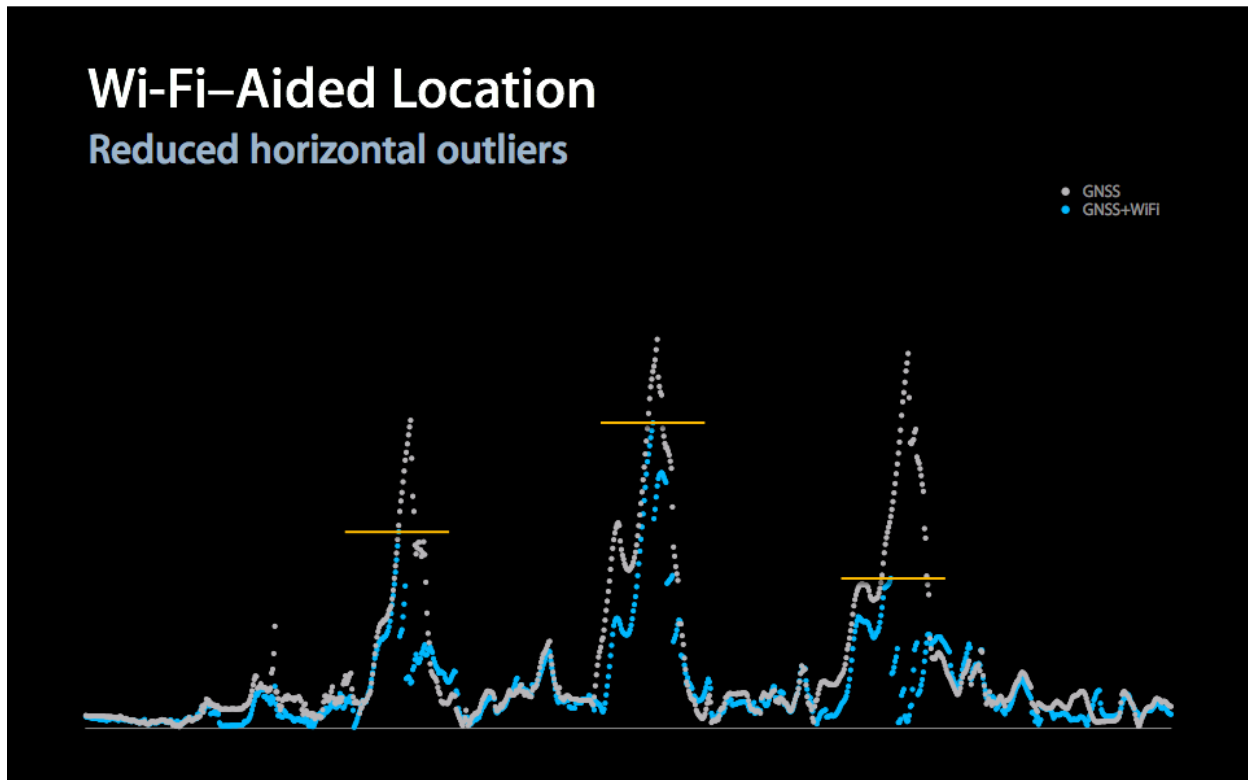


Figure 11 Εντοπισμός μέσω GPS

- **A-GPS (assisted GPS) – Wi-Fi Aided Location.** Στην περίπτωση που εκτός από σήμα GPS είναι ανοικτό και το Wi-Fi της συσκευής, τότε η ακρίβεια της τοποθεσίας αυξάνεται. Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται η βελτίωση αυτή κατά την οδήγηση σε ένα τετραγωνικό τετράγωνο σε μια περιοχή του San Francisco με πολύ ψηλά κτίρια. (Grainger, 2010)

Το σήμα του Wi-Fi βοηθάει στο να αγνοηθούν οι μεγάλες αποκλίσεις στην ακρίβεια της οριζόντιας θέσης και να οδηγηθούμε σε μεγαλύτερη ακρίβεια.



- **Map aided location:** Στην περίπτωση που έχουμε και δεδομένα χάρτη για την τοποθεσία, και συγκεκριμένα διανυσματικά δεδομένα για τα κτίρια και τους δρόμους, η ακρίβεια μπορεί να βελτιωθεί ακόμα περισσότερο. Στην βελτίωση της ακρίβειας της θέσης βοηθάει επίσης αν έχει οριστεί ο τύπος της δραστηριότητας του χρήστη. Για παράδειγμα αν έχουμε ορίσει ότι ο χρήστης οδηγεί καταρχάς γνωρίζουμε ότι θα βρίσκεται λογικά μέσα σε κάποιον δρόμο ενώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τις επιπλέον πληροφορίες αισθητήρων που έχουμε ενεργοποιήσει για την πλοήγηση (όπως η κατεύθυνση της κίνησης). Έτσι στο παράδειγμα με την οδήγηση στο San Francisco η

3.2.1.1 Μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας κατά την ανίχνευση θέσης

Η διαδικασία κανονικού εντοπισμού θέσης είναι αρκετά κοστοβόρα ως προς την κατανάλωση μπαταρίας της συσκευής. Για αυτό υπάρχουν δύο μηχανισμοί που προσπαθούν να ελαχιστοποιήσουν την κατανάλωση αυτή. Η αυτόματη παύση ενημερώσεων θέσης (autopause) και η αναβολή λήψης των ενημερώσεων θέσης. Οι δύο αυτοί μηχανισμοί έχουν παρόμοιες ονομασίες αλλά διαφέρουν σημαντικά.

- Όταν ενεργοποιείται ο μηχανισμός της αυτόματης παύσης ενημερώσεων, αν ο η εφαρμογή έχει ορίσει τον τύπο της δραστηριότητάς του χρήστη, παρατηρείται το μοτίβο κίνησης της συσκευής και αν το λειτουργικό σύστημα συμπεράνει ότι η δραστηριότητα αυτή έχει σταματήσει, κάνει παύση των ενημερώσεων θέσης μέχρι να ξαναρχίσει η δραστηριότητα. Για παράδειγμα αν η δραστηριότητα είναι πλοήγηση οχήματος και η συσκευή δεν κινείται ή κινείται πολύ αργά για αρκετή ώρα το πιθανότερο είναι ότι η πλοήγηση έχει σταματήσει οπότε ενεργοποιείται το autopause και σταματάνε προσωρινά οι ενημερώσεις για την θέση της συσκευής. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και όταν ο τύπος της δραστηριότητας είναι Fitness αλλά η ταχύτητα της κίνησης της συσκευής είναι πολύ μεγάλη. Το πιθανότερο είναι ότι ο χρήστης έχει σταματήσει την άσκησή του και επιστρέφει χρησιμοποιώντας κάποιο μέσο μεταφοράς. Οπότε η λειτουργία autopause ενεργοποιείται και σταματάνε οι ενημερώσεις θέσης.
- Κάποιες εφαρμογές για να λειτουργήσουν σωστά ζητούν από το λειτουργικό να συλλέγει δεδομένα για την κίνηση της συσκευής ακόμα κι όταν δεν είναι ενεργές. Για παράδειγμα μια εφαρμογή fitness θέλει να συλλέγει δεδομένα για την κίνηση του χρήστη ακόμα κι όταν αυτός τρέχει με κλειδωμένο το κινητό του. Ωστόσο η εφαρμογή σε αρκετές περιπτώσεις δεν έχει ανάγκη να ενημερώνεται για την κίνηση αυτή σε πραγματικό χρόνο αλλά θέλει να ενημερωθεί για τα

δεδομένα που συλλέχθηκαν όσο ήταν ανενεργή όταν ο χρήστης την ανοίξει ή όταν διανύσει κάποια συγκεκριμένη απόσταση ή περάσει συγκεκριμένη ώρα. Στην περίπτωση της εφαρμογής fitness μπορεί να θέλει να μαζέψει τα στατιστικά του χρήστη και να τα παρουσιάσει όταν την ανοίξει ή να τον ενημερώσει όταν τρέξει 4 χιλιόμετρα ή όταν έχει τρέξει μια ώρα συνεχόμενα. Στο ενδιάμεσο δεν είναι αναγκαία η ενημέρωση της εφαρμογής για την κίνηση του χρήστη και επομένως μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια με τον μηχανισμό της αναβολής ενημερώσεων θέσης.

3.2.2 Η υπηρεσία σημαντικής αλλαγής θέσης (significant location change)

Η υπηρεσία σημαντικής αλλαγής θέσης είναι μια καλή επιλογή αν η εφαρμογή χρειάζεται μια γρήγορη κατ' εκτίμηση πληροφορία της θέσης, χωρίς ανάγκη για μεγάλη ακρίβεια και δεν χρειάζεται συχνές ενημερώσεις για τη θέση αυτή. Η υπηρεσία σημαντικής αλλαγής της θέσης χρησιμοποιεί τις κεραίες κινητής τηλεφωνίας για τον εντοπισμό θέσης. Νέες ενημερώσεις για τη θέση δεν έρχονται αν ο χρήστης δεν μετακινηθεί τουλάχιστον 500 μέτρα και αν δεν έχουν περάσει τουλάχιστον 5 λεπτά από την προηγούμενη ενημέρωση. Επειδή η υπηρεσία αυτή δεν παρουσιάζει μεγάλο κόστος ως προς τη μπαταρία, λειτουργεί ακόμα και όσο η εφαρμογή δεν είναι ενεργή. Αν η εφαρμογή έχει τερματιστεί από το λειτουργικό όσο δεν ήταν ενεργή και λάβει ενημέρωση σημαντικής αλλαγής θέσης, «ξυπνάει» στο «background».

3.2.3 Η παρακολούθηση περιοχής (region monitoring)

Το iOS δίνει τη δυνατότητα σε μια εφαρμογή να ορίζει περιοχές και να παίρνει ενημερώσεις όταν εισέρχεται σε αυτές ή/και εξέρχεται από αυτές. Οι περιοχές αυτές μπορεί να είναι δύο διαφορετικών τύπων: α) γεωγραφικές περιοχές και β) περιοχές beacons. Και στις δύο περιπτώσεις η εφαρμογή μπορεί να πάρει ενημερώσεις και όταν δεν είναι ενεργή και να κάνει κάποια ενέργεια μετά την ενημέρωση αυτή.

3.2.3.1 Παρακολούθηση γεωγραφικών περιοχών

Οι γεωγραφικές περιοχές μπορούν να οριστούν ως κυκλικές περιοχές με συγκεκριμένες γεωγραφικές συντεταγμένες ως κέντρο και συγκεκριμένη ακτίνα. Αν η εφαρμογή έχει ζητήσει από το λειτουργικό σύστημα να ενημερώνεται όταν εισέρχεται σε ή εξέρχεται από μια γεωγραφική περιοχή το κινητό χρησιμοποιεί την πληροφορία από τις κεραιές κινητής τηλεφωνίας και ενδεχομένως το σήμα Wi-Fi για να δει αν κάποιο τέτοιο γεγονός συνέβη. Μια εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιεί μέχρι 20 γεωγραφικές περιοχές για παρακολούθηση ανά πάσα στιγμή.

3.2.3.2 Παρακολούθηση περιοχών iBeacons

Τα iBeacons είναι πομποί [Bluetooth Low Energy \(BLE\)](#) που ακολουθούν συγκεκριμένες προδιαγραφές που ορίζει η Apple για να μπορούν να επικοινωνούν με το λειτουργικό σύστημα iOS. Κάθε beacon μπορεί να προσδιοριστεί με τρεις παραμέτρους. Για να γίνει κατανοητή η χρησιμότητα της καθεμιας από αυτές ας υποθέσουμε ότι χρησιμοποιούμε iBeacon monitoring για να παρακολουθούμε το αν ο χρήστης πλησιάζει σε μουσειακά εκθέματα, (όπως είχαμε στην περίπτωση της εργασίας αυτής). Οι παράμετροι που προσδιορίζουν μια περιοχή iBeacon είναι οι εξής

- Μοναδικό συμβολοσειρά εγγύτητας (Proximity UUID): Μια συμβολοσειρά που περιγράφει μοναδικά το σύνολο των beacons που μπορεί να θέλουμε να παρακολουθούμε. Για παράδειγμα αν ο φορέας που υλοποιεί την εφαρμογή είναι το Υπουργείο Πολιτισμού θα φτιάξει ένα μοναδικό τέτοιο αλφαριθμητικό που θα αντιστοιχεί στο «Υπουργείο Πολιτισμού».
- Major: Η παράμετρος αυτή χρησιμοποιείται για να ομαδοποιήσει κάπως τα beacons. Για παράδειγμα θα μπορούσε το major να αντιστοιχίζεται σε κάποιο μουσείο.

- Minor: Η παράμετρος αυτή σε συνδιασμό με το major και το proximity UUID καθορίζει ένα συγκεκριμένο beacon.

Ας υποθέσουμε ότι το Υπουργείο πολιτισμού εγκαθιστούσε ένα beacon κοντά σε κάθε σημαντικό έκθεμα συγκεκριμένων μουσείων. Η εφαρμογή του Υπουργείου Πολιτισμού θα μπορούσε να ενδιαφέρεται για το αν ο χρήστης πλησιάζει σε ένα οποιοδήποτε beacon που έχει εγκαταστήσει το Υπουργείο. Τότε θα χρειαζόταν να παρακολουθεί τις iBeacon περιοχές με τη συγκεκριμένη συμβολοσειρά εγγύτητας. Αν στόχος ήταν να παρακολουθεί όλα τα εκθέματα που βρίσκονται για παράδειγμα στο αρχαιολογικό μουσείο θα έπρεπε να παρακολουθεί τις iBeacon περιοχές με τη μοναδική συμβολοσειρά του Υπουργείου Πολιτισμού και major αυτό που αντιστοιχεί στο Αρχαιολογικό Μουσείο. Τέλος αν στόχος ήταν να βλέπει πότε ο χρήστης πλησιάζει σε ένα συγκεκριμένο beacon και μόνο σε αυτό θα έπρεπε να παρακολουθεί την περιοχή που ορίζεται από τις παραμέτρους που αναφέραμε προηγουμένως και από το minor του συγκεκριμένου beacon επιπλέον. Βέβαια συνήθως μια εφαρμογή θέλει να παρακολουθεί τις περιοχές όλων των beacons αλλά ενδεχομένως θέλουν να χειριστούν διαφορετικά το γεγονός ανάλογα με το major και το minor.

Η εφαρμογή αντιμετωπίζει τις iBeacon περιοχές όπως και τις γεωγραφικές περιοχές και επομένως μπορεί να λαμβάνει ενημερώσεις ακόμα και όταν δεν είναι ενεργή για το αν η συσκευή μπαίνει σε αυτές ή εξέρχεται από αυτές.

3.2.4 Εκτίμηση εγγύτητας (*ranging*) των beacons

Όταν η συσκευή βρίσκεται μέσα στην περιοχή κάποιου iBeacon, η εφαρμογή μπορεί να αρχίσει να κάνει ranging, δηλαδή να παίρνει συνεχείς ενημερώσεις για τα beacons που βρίσκονται κοντά. Στις ενημερώσεις αυτές φαίνεται το ποια beacons είναι κοντά (καθορίζονται από τα proximity UUID, major και minor που αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο) καθώς και κάποιες ενδείξεις για την απόστασή τους από τη συσκευή. Όταν μια συσκευή iOS ανιχνεύει το σήμα ενός beacon, χρησιμοποιεί την ένταση του σήματός του (RSSI - Received Signal Strength Indication) για να προσδιορίσει τόσο την εγγύτητά του όσο και την ακρίβεια

της εκτίμησης της εγγύτητας. Όσο πιο δυνατό είναι το σήμα, τόσο πιο σίγουρο μπορεί να είναι το iOS για την εγγύτητα του beacon. (Apple Inc., 2014)

Στην ιδανική περίπτωση που ανάμεσα στο beacon και το χρήστη δεν υπάρχουν εμπόδια, αν η απόστασή τους είναι μικρή η ένταση του σήματος του beacon που φτάνει στη συσκευή είναι μεγαλύτερη και η ακρίβεια καλύτερη από ότι αν η απόστασή τους είναι μεγαλύτερη.

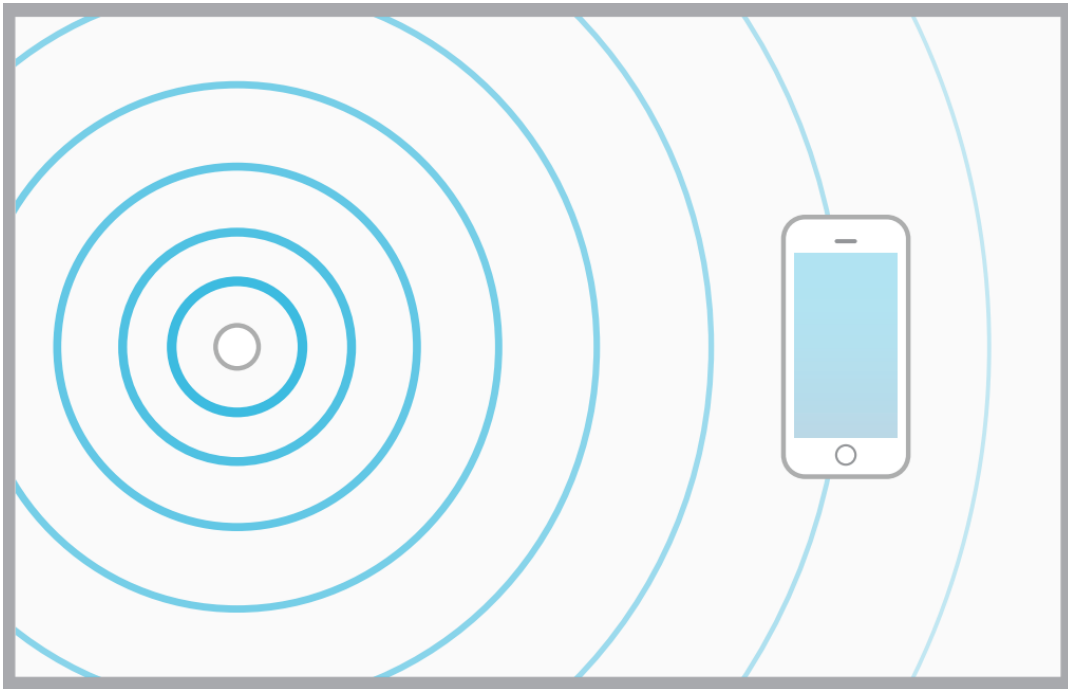


Figure 14 Όταν η συσκευή είναι μακριά από το beacon η ένταση του σήματος εξασθενεί και επομένως η ακρίβεια είναι μικρή.

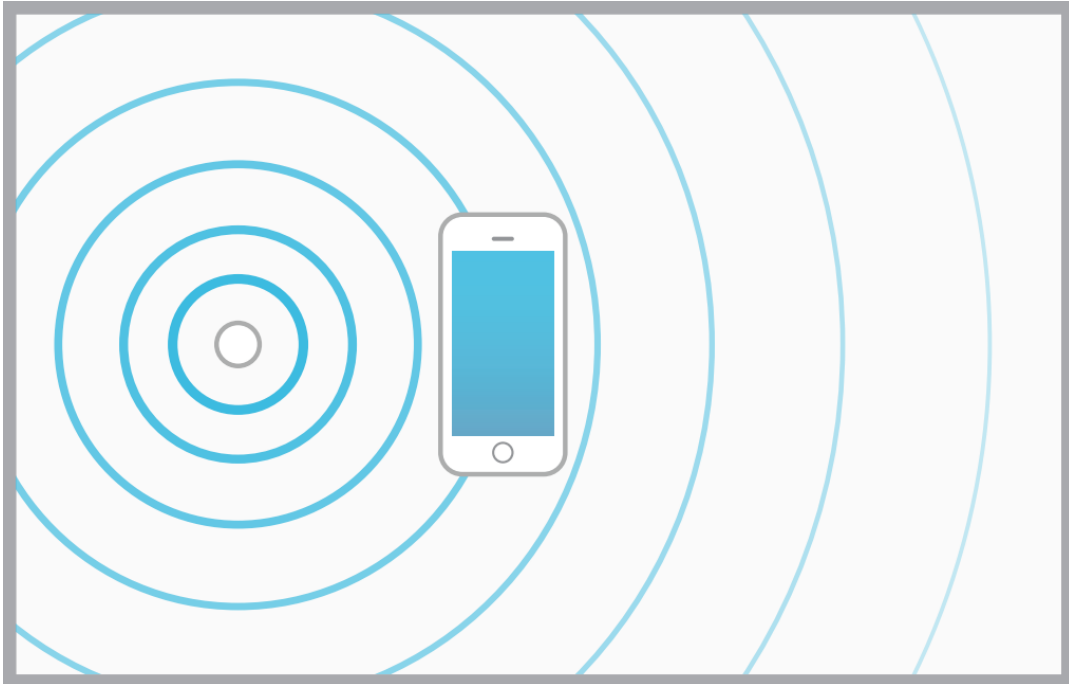


Figure 15 Η ένταση του σήματος αυξάνεται όσο η συσκευή πλησιάζει στο beacon με αποτέλεσμα καλύτερη εκτίμηση της εγγύτητας.

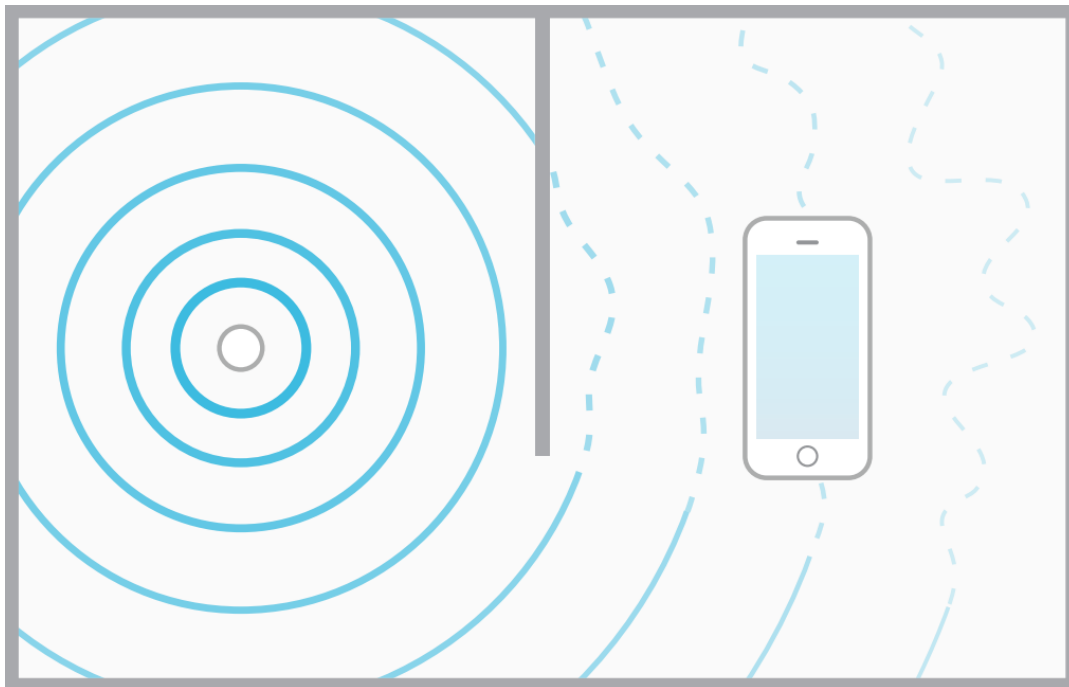


Figure 16 Φυσικά αντικείμενα και υλικά εμποδίζουν το σήμα και μειώνουν την ένταση του σήματος που φτάνει στη συσκευή. Τα εμπόδια κάνουν την απόσταση να φαίνεται μεγαλύτερη από αυτή που είναι στην πραγματικότητα.

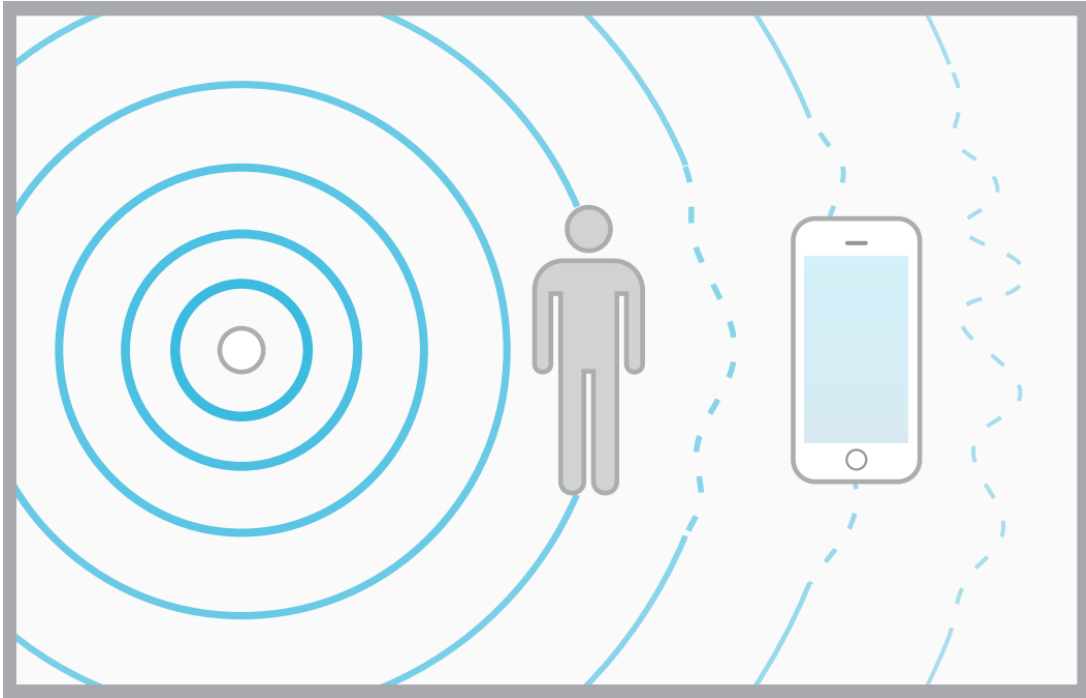


Figure 17 Το ανθρώπινο σώμα μπορεί επίσης να εμποδίσει το σήμα

Το γεγονός ότι η ακρίβεια της προσέγγισης εγγύτητας της συσκευής σε ένα beacon επηρεάζεται αρνητικά από παρεμβαλλόμενα αντικείμενα έχει ως αποτέλεσμα η τεχνολογία αυτή να μην είναι ιδανική για εντοπισμό σε εσωτερικούς χώρους. Μπορεί να επιτευχθεί μια προσέγγιση θέσης σε επίπεδο δωματίου αλλά από εκεί και πέρα η ακρίβεια της εκτίμησης της θέσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι ο αριθμός των beacons, η διάταξή τους και το αν παρεμβάλλονται αντικείμενα ή άνθρωποι μεταξύ των beacons και της συσκευής. Για αυτό η Apple δηλώνει ότι η τεχνολογία iBeacon προορίζεται για εκτίμηση εγγύτητας και όχι για ακριβή εντοπισμό συσκευών.

Όταν η συσκευή βρίσκεται μέσα στην εμβέλεια ενός beacon, τότε το λειτουργικό κατατάσσει την εγγύτητά του σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες.

| Κατάσταση Εγγύτητας | Περιγραφή |
|---------------------|--|
| Πολύ Κοντινή | Με πολύ μεγάλη σιγουριά η συσκευή είναι ακριβώς δίπλα στο beacon |
| Κοντινή | Αν υπάρχει καθαρή οπτική επαφή μεταξύ συσκευής και beacon, αυτό σημαίνει ότι απέχουν 1-3 μέτρα. Αν μεσολαβούν εμπόδια μπορεί αυτή η απόσταση να μην αναφερθεί. |
| Μακρινή | Γίνεται αντιληπτή η ύπαρξη beacon αλλά όχι με τόση ακρίβεια που να μπορούμε να πούμε ότι είναι Κοντά ή Πολύ Κοντά. Το “Μακριά” δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η φυσική τους απόσταση είναι μακρινή. Οπότε αν κάποιο beacon φαίνεται μακριά, πρέπει να χρησιμοποιείται η ένδειξη της ακρίβειας για μια εκτίμηση της εγγύτητας. |
| Άγνωστη | Η εγγύτητα του beacon δεν μπορεί να προσδιοριστεί. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι η εκτίμηση εγγύτητας μόλις ξεκίνησε ή ότι δεν υπάρχουν επαρκείς μετρήσεις για να προσδιοριστεί η κατάσταση της εγγύτητάς του. |

3.2.5 Γεωκωδικοποίηση και αντίστροφη Γεωκωδικοποίηση

Πέραν της πληροφορίας για τις γεωγραφικές συντεταγμένες της συσκευής που μπορεί να παρέχει μέσω του γεω-εντοπισμού, το iOS παρέχει και δύο άλλες υπηρεσίες σχετιζόμενες με τη θέση.

- Με την γεωκωδικοποίηση μια διεύθυνση αντιστοιχίζεται σε γεωγραφικές συντεταγμένες.
- Με την αντίστροφη γεωκωδικοποίηση γεωγραφικές συντεταγμένες (που μπορεί να έχουν βρεθεί για παράδειγμα μέσω της υπηρεσίας θέσης της συσκευής)

αντιστοιχίζονται σε μια διεύθυνση και τα επιμέρους πεδία της (όπως οδός, αριθμός οδού, πόλη κλπ.)

3.2.6 Υπηρεσία εντοπισμού θέσης για εσωτερικούς χώρους

Στο Συνέδριο Προγραμματιστών της Apple του 2014 ανακοινώθηκε η νέα υπηρεσία εντοπισμού θέσης για εσωτερικούς χώρους που αρχικά λειτουργεί για τρεις συγκεκριμένες τοποθεσίες (η Ακαδημία Επιστημών της California, το Κέντρο Westfield του San Fransisco και το Αεροδρόμιο Mineta San Jose) και σταδιακά θα παρέχεται και για περισσότερα κτίρια σε ολόκληρο τον κόσμο.

Όπως εξηγήθηκε σε προηγούμενες παραγράφους, ο εντοπισμός θέσης μιας συσκευής σε εξωτερικούς χώρους γίνεται με ένα συνδυασμό τεχνολογιών κεραιών κινητής τηλεφωνίας, GPS και Wi-Fi. Σε εσωτερικούς χώρους οι δύο πρώτες τεχνολογίες δεν βοηθούν ιδιαίτερα καθώς η μεν πρώτη δεν έχει τόσο καλή ακρίβεια ούτε σε ανοικτούς χώρους ενώ το GPS δεν έχει επαρκή ακρίβεια και μπορεί να μην έχει και καθόλου σήμα λόγω του ότι υπάρχουν φυσικά εμπόδια στο να φτάσει το δορυφορικό σήμα στη συσκευή. Ωστόσο οι εσωτερικοί χώροι και ειδικά αυτοί που έχουν ενδιαφέρον για εσωτερικό εντοπισμό θέσης, έχουν Wi-Fi hotspots. Έτσι, όταν η συσκευή καταλάβει ότι βρίσκεται σε έναν τέτοιο χώρο, μειώνει τη λειτουργία εντοπισμού θέσης μέσω GPS και σήματος κινητής τηλεφωνίας για να εξοικονομήσει ενέργεια και δίνει έμφαση στον εντοπισμό θέσης μέσω Wi-Fi και μέσω αισθητήρων κίνησης. Οι αισθητήρες κίνησης ενισχύουν κατά πολύ την ακρίβεια της θέσης που παρέχουν τα παραμετρικά δεδομένα ραδιοσυχνοτήτων καθώς μπορούν να υπολογίσουν την κατεύθυνση και την ταχύτητα του χρήστη και επομένως το που θα βρίσκεται μετά από λίγη ώρα. c (Apple, 2014)

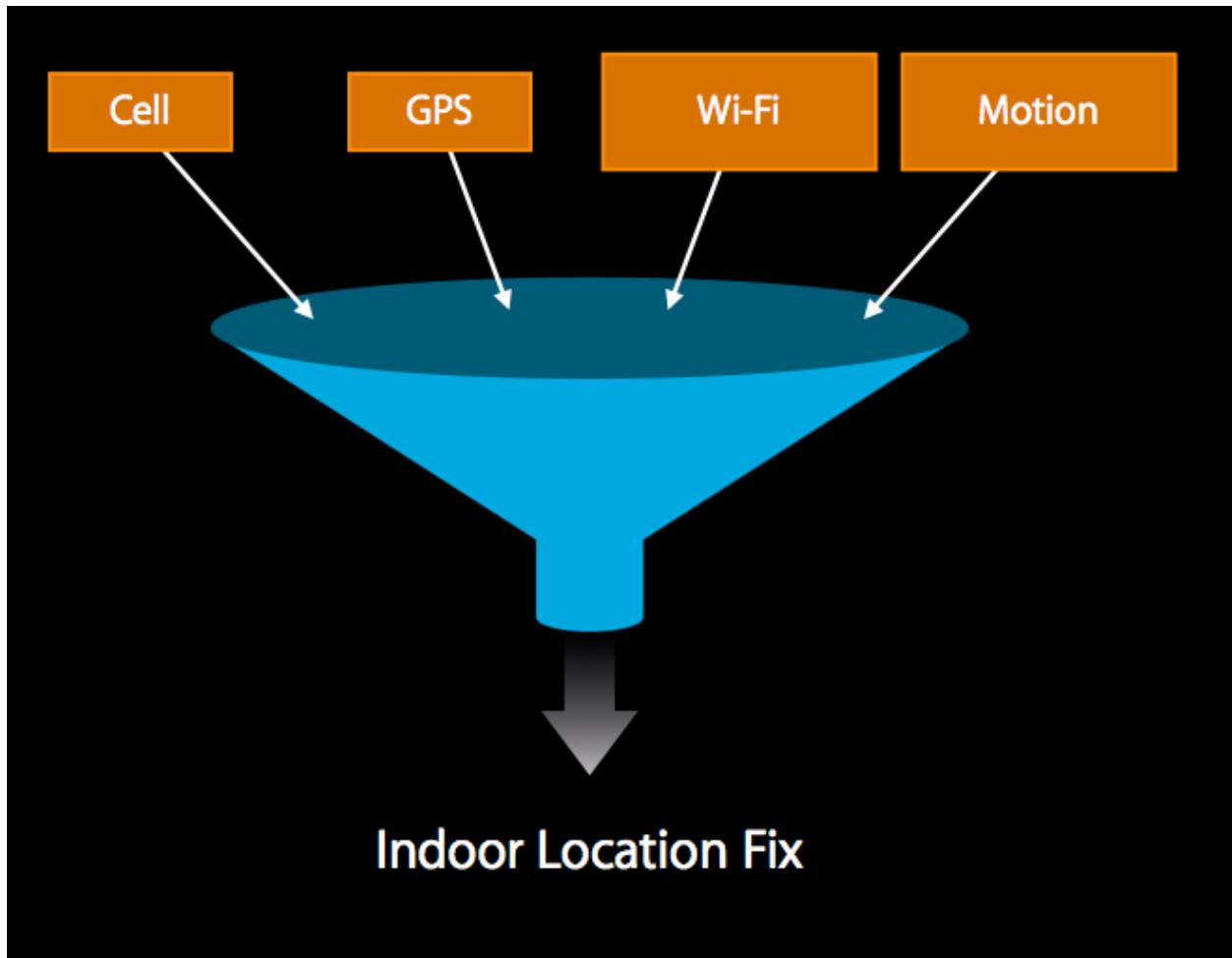


Figure 18 Πώς επιτυγχάνεται ο εντοπισμός θέσης σε εσωτερικούς χώρους

Έτσι μπορεί να εντοπιστεί με πολύ ικανοποιητική ακρίβεια η θέση της συσκευής σε εσωτερικούς χώρους που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα της Apple. Η θέση αυτή δίνεται με τη μορφή γεωγραφικών συντεταγμένων και ορόφου (έχοντας ήδη πληροφορίες για το ύψος από και για το κτίριο, η Apple μπορεί να παρέχει και την πληροφορία του ορόφου). Στη συνέχεια, η εφαρμογή μπορεί με τα κατάλληλα εργαλεία που παρέχει το Software Development Kit του iOS να αντιστοιχίσει τις γεωγραφικές συντεταγμένες σε συντεταγμένες επιπέδου της κάτοψης του χώρου (λαμβάνοντας υπόψιν και την καμπυλότητα της επιφάνειας της γης). Έτσι μπορεί να επιτευχθεί μια απεικόνιση θέσης της συσκευής στον χώρο όπως η παρακάτω.



Figure 19 Απεικόνιση της θέσης του χρήστη στην κάτοψη του χώρου

Τις δυνατότητες του εσωτερικού εντοπισμού θέσης που παρέχει πλέον το iOS μπορούν να τις εκμεταλλευθούν εφαρμογές και να παρέχουν πολύ χρηστικές λειτουργικότητες στους χρήστες τους. Μερικά από τα παραδείγματα που αναφέρθηκαν στην διάλεξη Taking Location Indoors του WWDC 2014 (Apple, 2014) είναι τα εξής:

- Εφαρμογή που θα βοηθάει άτομα να βρίσκουν τους φίλους τους σε ένα εμπορικό κέντρο.
- Μια εφαρμογή αεροδρομίου θα μπορούσε να δίνει οδηγίες για το πώς να παει ο χρήστης στην καφετέρια. Από τη στιγμή όμως που η εφαρμογή γνωρίζει την ώρα αναχώρισης της πτήσης και την πύλη, μπορεί να ενημερώσει τον χρήστη

όταν θα πρέπει να ξεκινήσει από την καφετέρια και να πάει προς την πύλη και να του δώσει αναλυτικές οδηγίες για το πώς θα το κάνει.

- Μια εφαρμογή για καζίνο του Λας Βέγκας θα μπορούσε να δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να παραγγείλει ποτό από το δωμάτιό του, να κατευθυνθεί προς κάποιο παιχνίδι και ο σερβιτόρος να δει την τοποθεσία του και να του φέρει εκεί το ποτό του.

3.2.7 Ρυθμίσεις Υπηρεσιών Θέσης σε μια συσκευή iOS και ασφάλεια προσωπικών δεδομένων

Για να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή iOS την θέση του χρήστη πρέπει να πάρει πρώτα την άδειά του. Έτσι εμφανίζεται στην οθόνη μια ανακοίνωση που περιγράφει τους λόγους για τους οποίους η εφαρμογή χρειάζεται την θέση του και ζητάει την έγκρισή του. Αν ο χρήστης δώσει την έγκρισή του και μόνο τότε μια εφαρμογή έχει την πρόσβαση στην θέση του χρήστη.



Figure 20 Η εφαρμογή πρέπει να ζητήσει την άδεια του χρήστη προκειμένου να χρησιμοποιήσει την πληροφορία της θέσης του για συγκεκριμένο σκοπό

Ανά πάσα στιγμή ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει ή απενεργοποιήσει τις υπηρεσίες θέσης της συσκευής συνολικά ή ανά εφαρμογή. Επίσης, αν μια εφαρμογή ζητάει πρόσβαση στην τοποθεσία του χρήστη όσο αυτός την χρησιμοποιεί ή/και συνέχεια (ακόμα και όταν δεν την χρησιμοποιεί), ο χρήστης μπορεί να εγκρίνει ή απορρίψει καθένα από τους δύο αυτούς τύπους πρόσβασης ξεχωριστά. Επίσης υπάρχει ειδική σήμανση για να είναι σαφές ποιες εφαρμογές χρησιμοποίησαν και πόσο πρόσφατα την πληροφορία θέσης και για το αν έλαβαν συνεχή πληροφορία θέσης ή πληροφορία ορίων περιοχής.

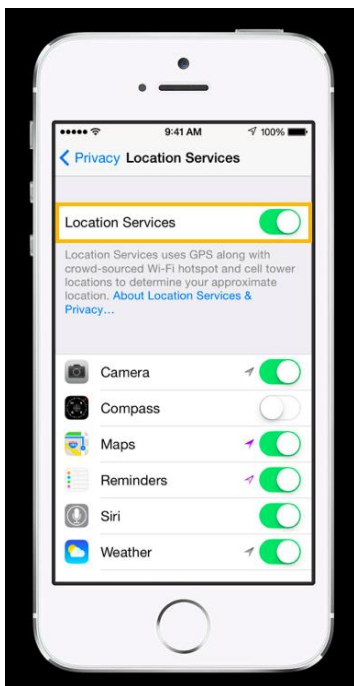


Figure 21 Γενική ενεργοποίηση / απενεργοποίηση των υπηρεσιών θέσης ανά εφαρμογή



Figure 22 Επιμέρους ρυθμίσεις υπηρεσίας

Επίσης υπάρχουν δύο ακόμα ρυθμίσεις σχετικές με την θέση της συσκευής. Η μία είναι για να επιτρέψει στη συσκευή να «μαθαίνει» τοποθεσίες που επισκέπτεται συχνά ο χρήστης για να του παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με αυτές και η άλλη είναι να επιτρέψει στην Apple να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες αυτές για να βελτιώσει τους χάρτες της.



Figure 23 Ρυθμίσεις Frequent Locations & Improve Maps

3.3 Υπηρεσίες Θέσης (Location Based Services - LBS)

3.3.1 Η ανάγκη για Υπηρεσίες Θέσης

Όλες οι υπηρεσίες και οι εφαρμογές λογισμικού που τις υλοποιούν έχουν απευθύνονται σε κάποιο συγκεκριμένο κοινό τις ανάγκες του οποίου προσπαθούν να

καλύψουν. Το κοινό αυτό μπορεί να είναι πολύ ευρύ ή πολύ συγκεκριμένο (niche audience). Ωστόσο σε κάθε περίπτωση σημαντικός παράγοντας για το πόσο χρήσιμη είναι η υπηρεσία είναι το πόσο λαμβάνει υπόψιν τις ανάγκες του χρήστη και του παρέχει μια εξατομικευμένη εμπειρία, δηλαδή μια εμπειρία προσαρμοσμένη στην περίπτωσή του. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι με το να κρατούνται από την εφαρμογή στοιχεία του χρήστη όπως το ιστορικό του ως χρήστης της εφαρμογής και στοιχεί, όπως ηλικία και ενδιαφέροντα που μπορούν να τον κατατάξουν σε κάποια συγκεκριμένη ομάδα χρηστών. Για παράδειγμα ένα ηλεκτρονικό κατάστημα μπορεί να παρατηρεί τις αγοραστικές συνήθειες ενός χρήστη για να του προτείνει προϊόντα που έχουν περισσότερες πιθανότητες να του αρέσουν. Ένα κοινωνικό δίκτυο (social network) τροποποιεί τα νέα που θα εμφανίζει στον χρήστη του ανάλογα με το τι συνηθίζει να παρακολουθεί και μπορεί να του προτείνει μια εκδήλωση στην οποία θα πάνε κάποιοι φίλοι του. Τέτοιες μέθοδοι μπορούν να βοηθήσουν στην παροχή μιας πολύ πιο προσωποποιημένης υπηρεσίας. Ωστόσο υπάρχει και μία άλλη παράμετρος που είναι πολύ σημαντική και αλλάζει συνεχώς και για τον ίδιο ακριβώς χρήστη: Η θέση του.

Η θέση του χρήστη παίζει πολύ σημαντικό γιατί βάζει τις ανάγκες του σε συγκεκριμένο πλαίσιο. Το πιθανότερο είναι ότι οι ανάγκες που έχει κάποιος όταν είναι στο σπίτι του είναι πολύ διαφορετικές από όταν οδηγεί και πολύ διαφορετικές όταν είναι στον μόνιμο τόπο κατοικίας του από όταν είναι διακοπές σε κάποια ξένη χώρα. Συχνά θα χρησιμοποιεί διαφορετικές υπηρεσίες / εφαρμογές σε κάθε μια από αυτές τις περιπτώσεις αλλά θα τον βοηθήσει αν και οι ίδιες εφαρμογές παρουσιάζουν διαφορετικό περιεχόμενο ανάλογα με την περίπτωση.

Οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν την πληροφορία της θέσης του χρήστη με σκοπό να παρέχουν μια εμπειρία προσαρμοσμένη στις ανάγκες του λέγονται Υπηρεσίες Θέσης (Location Based Services – LBS). Τέτοιες υπηρεσίες μπορούμε να συναντήσουμε σε εφαρμογές σταθερών υπολογιστών όπου η τοποθεσία του χρήστη δηλώνεται είτε χειροκίνητα από τον χρήστη είτε υπολογίζεται αυτόματα με τον γεωεντοπισμό μέσω Wi-Fi που παρέχουν οι υλοποιήσεις της προδιαγραφής του γεωεντοπισμού του HTML 5 είτε κάποια λειτουργικά συστήματα για σταθερούς υπολογιστές (παράδειγμα το Mac OSX). Παράδειγμα αποτελεί το Google Maps website. Ωστόσο οι υπηρεσίες θέσης έχουν πολύ μεγαλύτερη αξία στις συσκευές κινητής

τηλεφωνίας και στις φορητές συσκευές γενικότερα όπως τα έξυπνα ρολόγια. Οι χρήστες τις έχουν συνήθως συνεχώς μαζί τους όπου κι αν βρίσκονται οπότε αποτελούν την ιδανική πλατφόρμα για να εντοπίσει την θέση τους και να τους παρέχει σχετικές με αυτήν πληροφορίες.

3.3.2 Κατηγορίες Υπηρεσιών Θέσης

Ακολουθούν οι διαφορετικές κατηγορίες Υπηρεσιών και μερικά παραδείγματα για την καθεμία. Επειδή το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι μια Υπηρεσία Θέσης για έξυπνη φορητή συσκευή, στα παραδείγματα θα εστιάσουμε στις εφαρμογές έξυπνων φορητών συσκευών που παρέχουν Υπηρεσίες Θέσης. Οι Υπηρεσίες Θέσης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τα ερωτήματα στα οποία απαντάνε. (Θεοδωρίδης, 2004)

3.3.2.1 Πού βρίσκομαι?

Ο χρήστης θέλει απλά να βρει την τοποθεσία του ενδεχομένως γιατί έχει χαθεί και μετά να συνεχίσει την δραστηριότητα που έκανε. Αυτό το ερώτημα απαντούν όλες σχεδόν οι εφαρμογές που έχουν χάρτες όπως το Google Maps, το Maps της Apple και το Bing Maps.

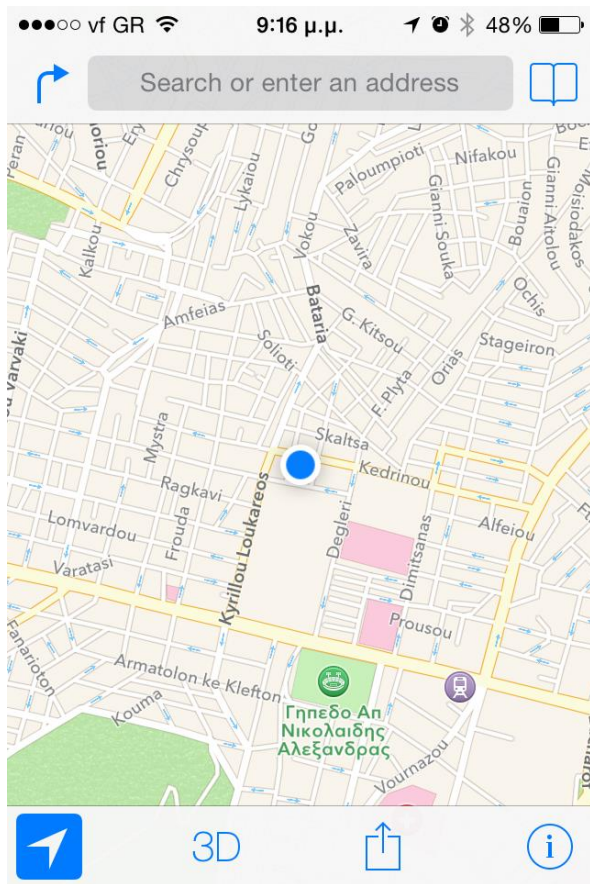
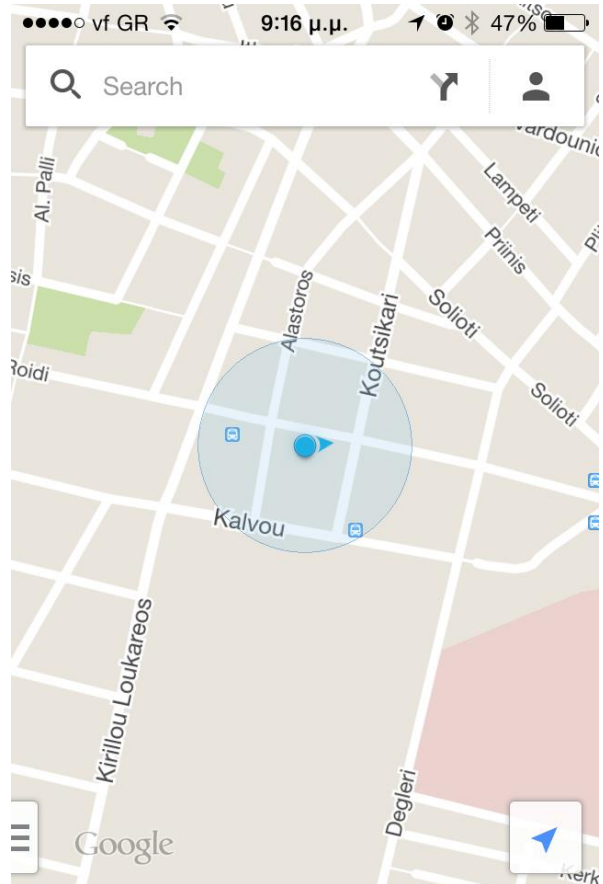


Figure 24 a) Maps iOS (Apple)



b) Google Maps iOS

3.3.2.2 Πώς μπορώ να μεταβώ από το σημείο A στο σημείο B?

3.3.2.2.1 Google Maps:

Παρέχει αναλυτικές (turn by turn) οδηγίες για οδήγηση μεταξύ δύο σημείων με επιλογές για αποφυγή αυτοκινητόδρομων, διοδίων και ferry boats, τρισδιάστατα μοντέλα κτιρίων, κοντινά σημεία ενδιαφέροντος, εκτιμώμενο χρόνο άφιξης, εναλλακτικές διαδρομές, πληροφορίες για κίνηση, έργα στους δρόμους και τα μέσα μαζικής μεταφοράς, χάρτες των μέσων μαζικής μεταφοράς, χάρτες για εσωτερικούς χώρους, οδηγίες για πεζούς. Δεν είναι διαθέσιμη όλη η λειτουργικότητα σε κάθε πόλη και χώρα.

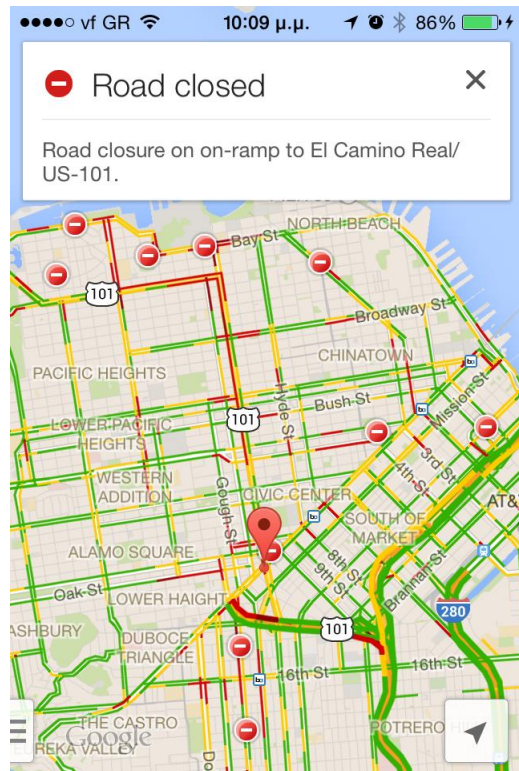
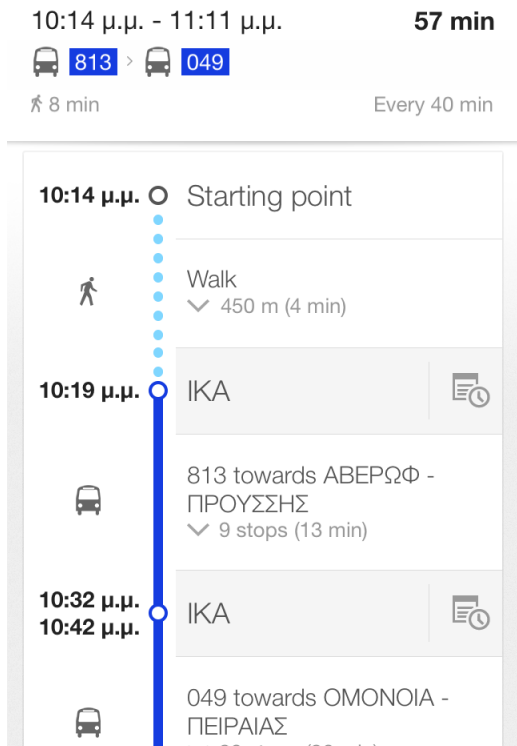
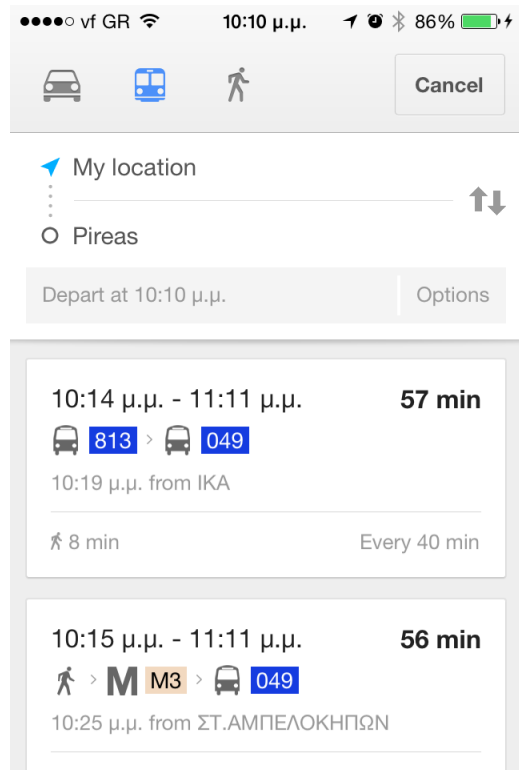


Figure 25 Google Maps for iOS

3.3.2.2.2 City Mapper

Εφαρμογή αντίστοιχη με το Google Maps που εξειδικεύεται στα μέσα μαζικής μεταφοράς και δίνει ιδιαίτερη σημασία στην ευκολία χρήσης. Έχει ενδιαφέρουσες λειτουργικότητες όπως «συνάντησέ με σε αυτό το σημείο», πληροφορίες για τον καιρό, καταγραφή των θερμίδων που καίει ο χρήστης σε μια διαδρομή και τη δυνατότητα να τροποποιήσει το πως εμφανίζονται οι οθόνες ανάλογα με τις προτιμήσεις του.

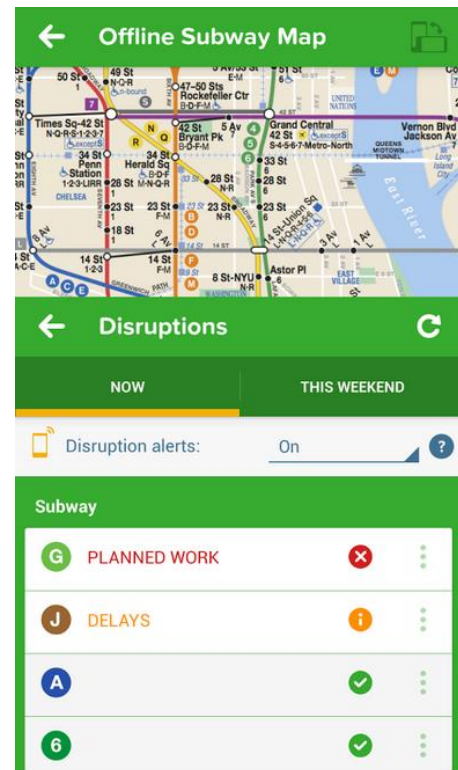
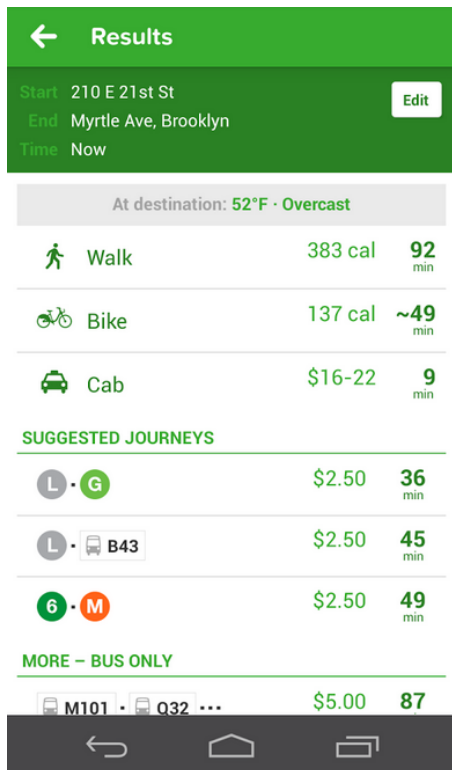


Figure 26 City Mapper for Android

3.3.2.2.3 Sygic

GPS Navigation, Maps & POI, Route Directions. Τα χαρακτηριστικά του που το κάνουν να ξεχωρίζουν είναι τα εξής: Αποθηκεύει αυτόματα βίντεο σε περίπτωση ατυχήματος, SOS λειτουργικότητα που βοηθάει τον χρήστη να ζητήσει βοήθεια από κοντινά νοσοκομεία, φαρμακεία, βενζινάδικα, λειτουργεί χωρίς σύνδεση με το διαδίκτυο, δέχεται φωνητικές

οδηγίες, τροποποίηση της πολυγραμμής της διαδρομής στο χάρτη με το χέρι, προβολή της διαδρομής στο τζάμι του αυτοκινήτου, καταγραφή στατιστικών για το αμάξι όπως ταχύτητα, επιτάχυνση.

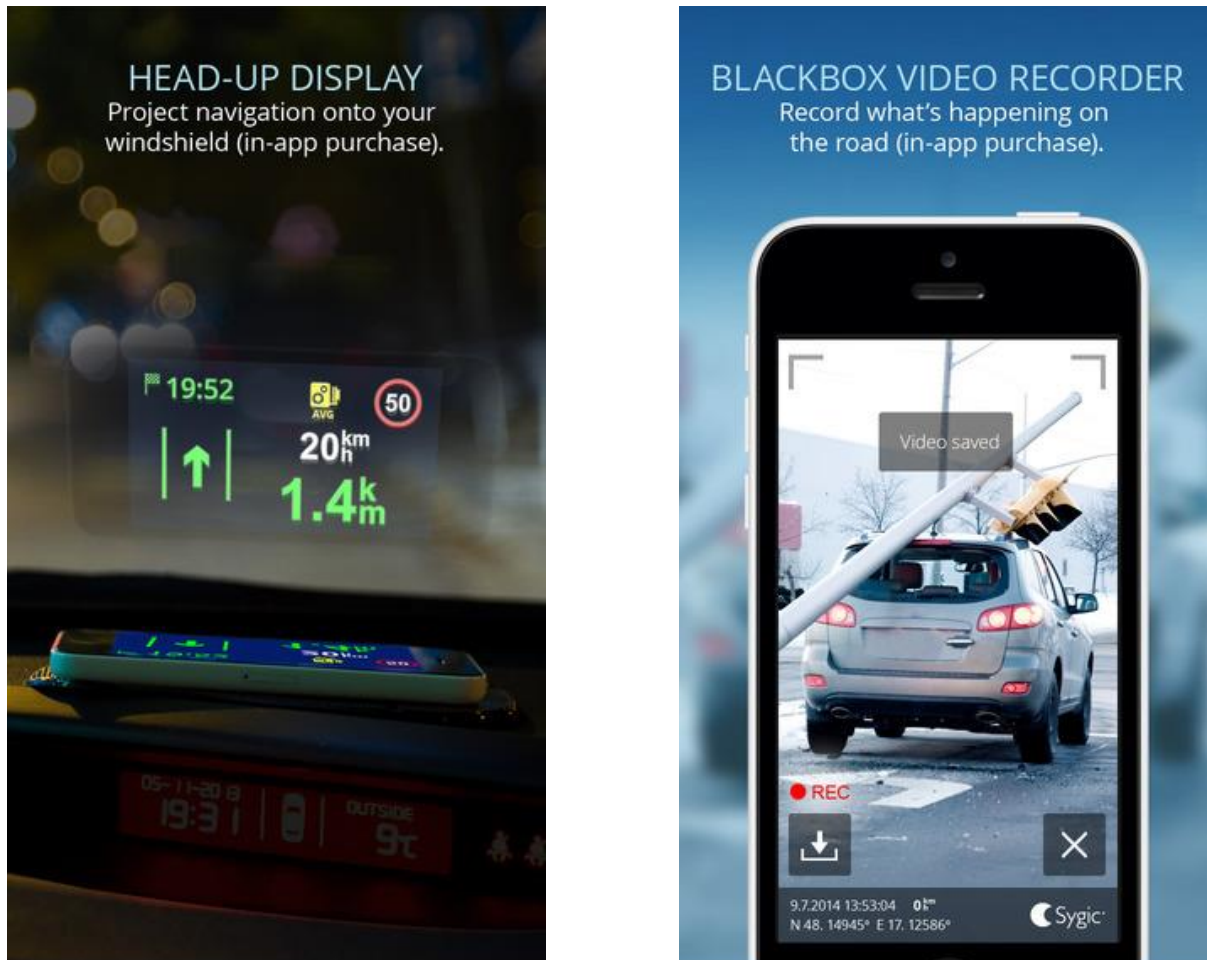


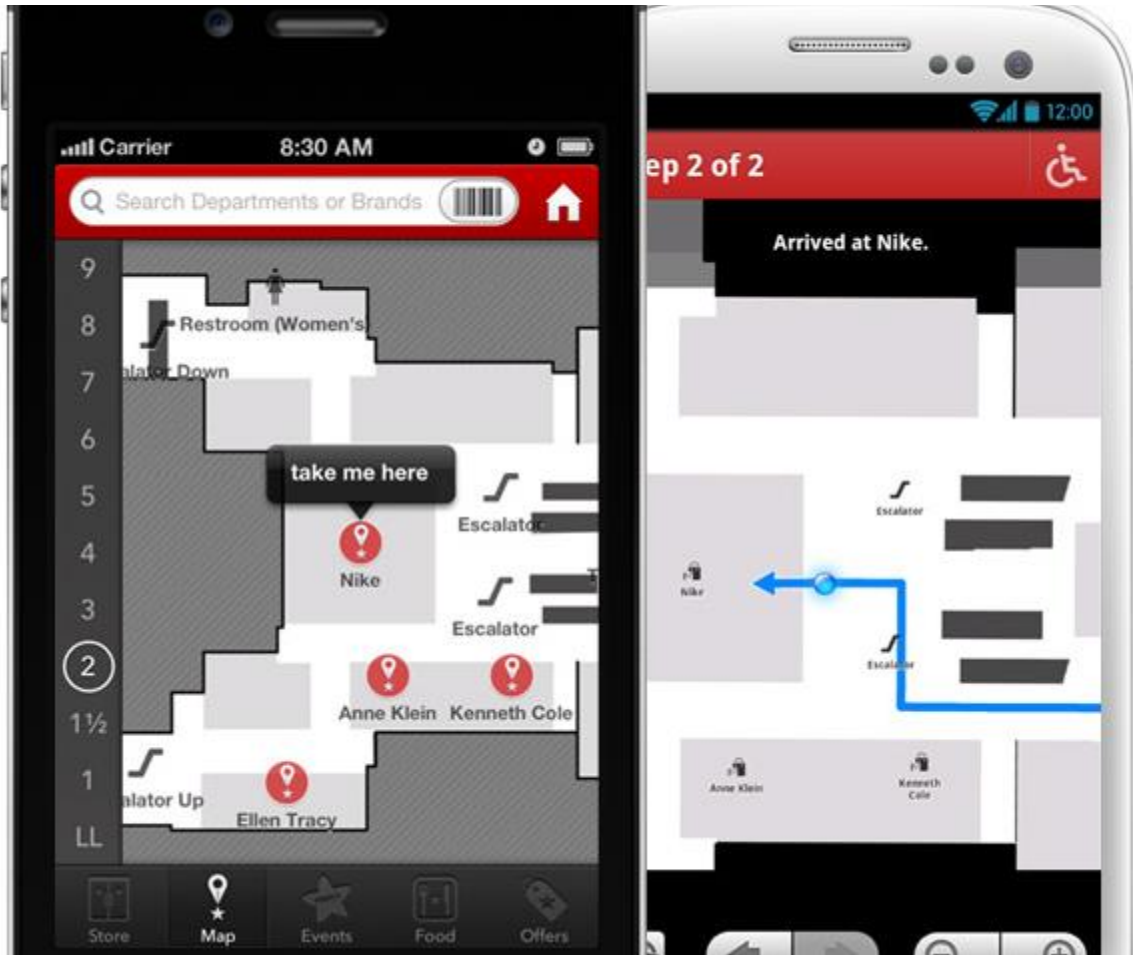
Figure 27 Sygic for iOS

3.3.2.2.4 Waze Social GPS, Maps & Traffic

Δίνει οδηγίες διαδρομής με βάση πληροφορίες για την κίνηση που παρέχουν με το να έχουν ανοιχτή την εφαρμογή και άλλοι χρήστες.

3.3.2.2.5 Η εφαρμογή των καταστημάτων Macey's

Ήταν η πρώτη που χρησιμοποίησε το NavKit SDK της Meridian για να παρέχει στους πελάτες της οδηγίες για το πώς να μεταβούν από ένα σημείο του καταστήματος σε ένα άλλο.



3.3.2.3 Τι ενδιαφέρον έχει κοντά μου?

Στο ερώτημα αυτό απαντούν διάφορα services και εμφανίζουν τα σημεία ενδιαφέροντος γύρω από την περιοχή του χρήστη είτε με τη μορφή λίστας από το κοντινότερο στο μακρινότερο είτε στο χάρτη. Σε αυτή την οικογένεια ανήκει φυσικά το Google Maps με τα Google Places, το ελληνικό Athens Book που εμφανίζει πληροφορίες για κοντινά φαρμακεία, βενζινάδικα, εστιατόρια, μπαρ κλπ.

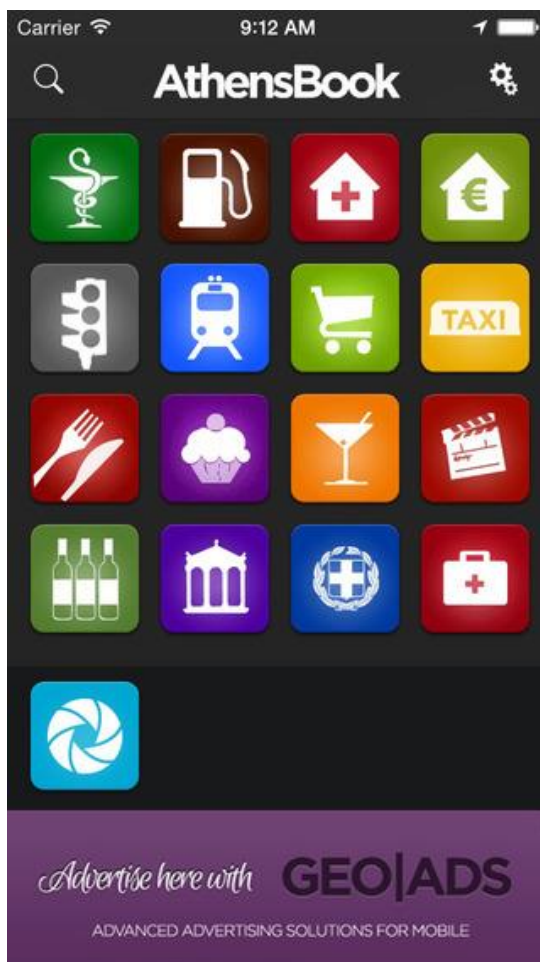


Figure 28 AthensBook

3.3.2.4 Που είναι οι φίλοι μου (ή οι εχθροί μου)? Και το αντίστροφο: Δείξε στους φίλους μου που είμαι. (Location Based Social Networks)

3.3.2.4.1 Foursquare

Μια από τις πρώτες εφαρμογές που απαντούσε σε αυτά τα ερωτήματα ήταν είναι το Foursquare. Αρχικά το Foursquare λειτουργούσε σαν ένα Κοινωνικό Δίκτυο με βάση την Θέση (Location Based Social Network) όπου το κάθε μέλος μπορούσε να ψάξει για σημεία ενδιαφέροντος κοντά του και να ανακοινώσει στους “φίλους” του ότι βρίσκεται σε κάποιο από αυτά κάνοντας “check-in”. Επίσης μπορούσε να γράψει κριτικές για ένα κατάστημα και να διαβάσει κριτικές άλλων.

Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό του foursquare ήταν το ότι παρότρυνε τους χρήστες να ανταγωνίζονται ο ένας τον άλλο για τον αριθμό των check-ins τους στα διάφορα μέρη και τους επιβράβευε με κάποιο εικονικό ή χειροπιαστό τρόπο. Για παράδειγμα αν κάποιος έκανε check-in σε κάποιο μέρος περισσότερες φορές από οποιονδήποτε άλλο τις τελευταίες 60 ημέρες ανακηρυσσόταν «Δημάρχος» του μέρους αυτού. Πολλά καταστήματα παρείχαν ειδικές παροχές ή εκπτώσεις στους «Δημάρχους» τους. Οι τίτλοι αυτοί που δίνονταν ως βραβεία στους χρήστες λέγονταν **badges**.

Τα badges είναι ένα πολύ καλό παράδειγμα της τεχνικής που ονομάζουμε **gamification**, δηλαδή του να γίνεται πιο ελκυστική η αλληλεπίδραση με μια εφαρμογή με το να παρουσιάζεται με τη μορφή παιχνιδιού. Επίσης το Foursquare αποτελεί ένα καλό παράδειγμα location based marketing.



Figure 29 Foursquare Check-Ins



Figure 30 Foursquare Badges

Παρόλη τη σημασία που είχε το Foursquare στην καθιέρωση των Location Based Social Networks, το γεγονός ότι ένα από τα βασικά του χαρακτηριστικά , το να ενημερώνεις τους φίλους σου για το πού είσαι (μέσω του check-in) το υλοποίησαν και άλλα δίκτυα κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook, το Twitter και το Instagram καθώς και το ότι ήταν ολοένα και πιο δύσκολο λόγω των πολλών χρηστών να πάρει κάποιος κάποιο badge για μια τοποθεσία, ανάγκασαν την εταιρία να αλλάξει το μοντέλο της. Έτσι χώρισε την εφαρμογή της σε δύο εφαρμογές. Η μία από αυτές, το Swarm κράτησε το τμήμα του κοινωνικού δικτύου με βάση τη θέση με τα check-ins και badges αυτή φορά όμως ο ανταγωνισμός γίνεται μέσω φίλων. Η άλλη που κρατάει την ονομασία Foursquare εστιάζει στην αναζήτηση σημείων ενδιαφέροντος που ταιριάζουν στο προφίλ του χρήστη και στην παροχή σε αυτών εξατομικευμένων προτάσεων.

3.3.2.4.2 Find My Friends

Η εφαρμογή που απαντάει ακριβώς και αποκλειστικά στο ερώτημα αυτής της κατηγορίας είναι το Find My Friends της Apple. Δείχνει στο χάρτη τους φίλους του χρήστη με real time δεδομένα, για όσο αυτοί αποφασίσουν να παρέχουν αυτή την πληροφορία. Έτσι διευκολύνει τις συναντήσεις όταν και τα δύο άτομα κινούνται ή δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να κανονίσει (ή να αποφύγει...) μια συνάντηση αν βλέπει ότι είναι κοντά με κάποιον φίλο του.



Figure 31 Find My Friends της Apple

3.3.2.4.3 Ingress (Location Based Game)

Μια υποκατηγορία υπηρεσιών που απαντούν στο ερώτημα για το που είναι άλλοι χρήστες είναι τα παιχνίδια που στηρίζονται στην πληροφορία της θέσης (Location Based Games). Σε αυτά τα παιχνίδια οι παίκτες πρέπει παροτρύνονται να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους όσο κινούνται στον πραγματικό κόσμο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Ingress, ένα παιχνίδι για κινητές συσκευές που αναπτύχθηκε από την Niantic Labs , μια startup που δημιουργήθηκε μέσα στην Google. Στο Ingress οι παίκτες χωρίζονται σε δύο αντίπαλες ομάδες, την «Αντίσταση» και τους «Πεφωτισμένους», που ανταγωνίζονται για το ποια θα κατακτήσει τα περισσότερα σημεία «ειδικής ενέργειας». Τα σημεία αυτά βρίσκονται σε πραγματικές τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο, συνήθως σε θέσεις κλειδιά όπως αγάλματα και κομβικά κτίρια και οι παίκτες πρέπει να ανακαλύψουν τέτοια σημεία, να μεταβούν εκεί, να τα κατακτήσουν και να τα διαφυλάξουν για την ομάδα τους και να κατακτήσουν ακόμα μεγαλύτερες περιοχές όπως η Disneyland ή το Ηνωμένο Βασίλειο.

3.3.2.5 Ενημέρωσέ με όταν φτάνω κάπου ή φεύγω από κάπου

Geofencing λέγεται η λειτουργικότητα με την οποία το σύστημα και ενδεχομένως ο χρήστης ειδοποιείται όταν ο αυτός εισέρχεται ή εξέρχεται σε/από μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή (πχ έναν κύκλο με συγκεκριμένο κέντρο και ακτίνα ή ένα πολύγωνο). Η εξέλιξη των τεχνολογιών γεωεντοπισμού τα τελευταία χρόνια ήταν τέτοια που επέτρεψε το να παρέχεται αυτή η λειτουργικότητα και να επηρεάζεται το λιγότερο δυνατόν η μπαταρία των κινητών. Ως αποτέλεσμα η λειτουργικότητα του Geofencing παρέχεται από όλες τις μεγάλες πλατφόρμες κινητής τηλεφωνίας (iOS, Android, Windows Phone).

Μια πολύ χρηστική εφαρμογή του Geofencing είναι σε εφαρμογές Υπενθυμίσεων (Reminders). Ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει υπενθυμίσεις όπως που περιγράφονται από φράσεις της μορφής «Θύμισέ μου να πάρω αναψυκτικό όταν γυρνάω σπίτι» πέραν των πιο συνηθισμένων της μορφής «Θύμισέ μου αυτό τότε».

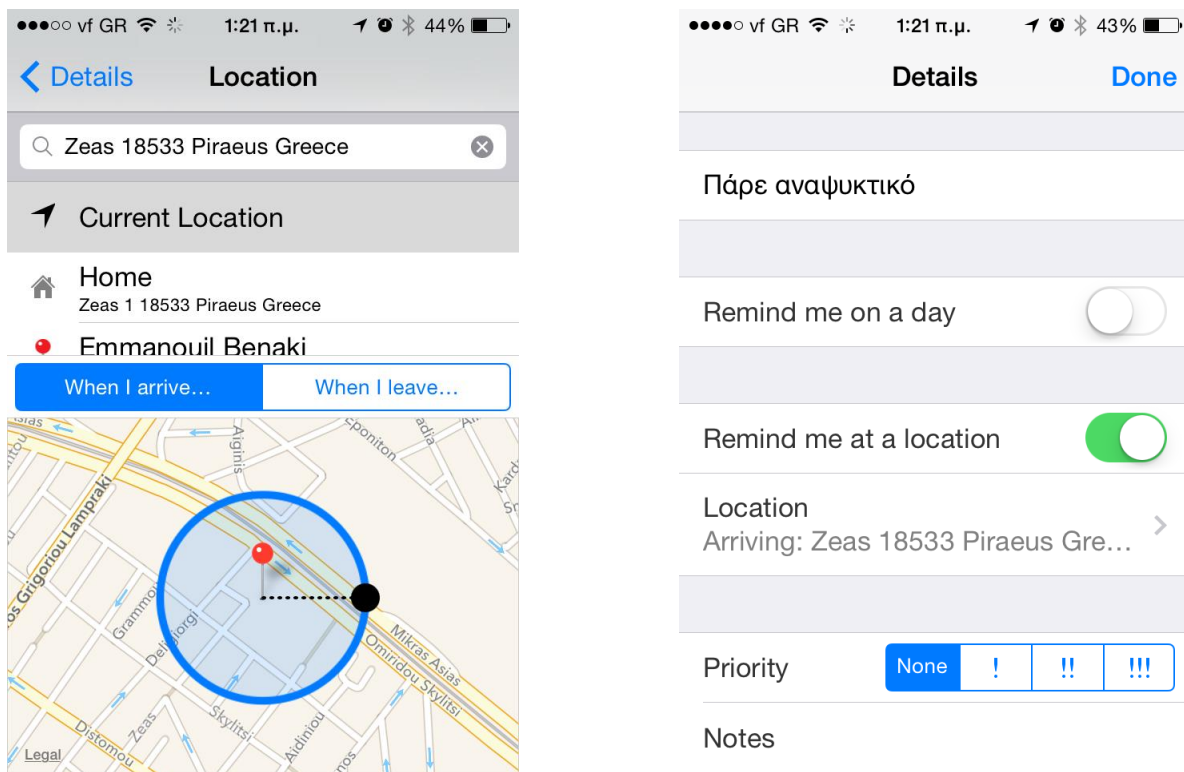


Figure 32 Reminders της Apple για το iOS

Το Geofencing μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για λίγο διαφορετικές υπηρεσίες όπως το να ενημερώνει τον χρήστη αν βρεθεί κοντά σε κάποιο από τα καταστήματα τα οποία τρέχουν προσφορές τις οποίες δικαιούται. Επίσης μπορεί να υλοποιηθεί σε κλίμακα εσωτερικού χώρου για να ενημερώνεται ο χρήστης όταν βρίσκεται κοντά σε κάποιο αντικείμενο για το οποίο υπάρχουν ενδιαφέρουσες πληροφορίες.

3.3.2.6 Δώσε μου στατιστικά για τη διαδρομή που έκανα

Μια σημαντική τάση που υπάρχει τα τελευταία χρόνια είναι αυτή των fitness applications δηλαδή εφαρμογών που καταγράφουν στατιστικά από μία διαδρομή που έκανε ο χρήστης για παράδειγμα περπατώντας, τρέχοντας ή κάνοντας ποδήλατο. Τα στατιστικά αυτά μπορεί να είναι χρόνος διαδρομής, απόσταση που καλύφθηκε, θερμίδες που έκαψε ο χρήστης, υψόμετρο που ανέβηκε / κατέβηκε και άλλα. Στην περίπτωση που υπάρχει συσκευή wearable όπως έξυπνο ρολόι ή fitness bracelet μπορούν να καταγραφούν στατιστικά και για τους παλμούς του ή άλλες μετρήσεις. Όλα αυτά τα στατιστικά μπορούν να αναλυθούν σε βάθος χρόνου για να διαπιστωθεί η πορεία της υγείας του χρήστη. Παράδειγμα μιας τέτοιας εφαρμογής είναι το Runtastic.



Figure 33 Runtastic

3.3.2.7 Τι θέλω?

Όσο και αν ακούγεται σαν σενάριο επιστημονικής φαντασίας, αυτό είναι το ερώτημα που φιλοδοξούν να μπορούν να απαντήσουν σε μερικά χρόνια οι περισσότερες μεγάλες υπηρεσίες του σήμερα και ανταγωνίζονται για το ποια θα το πετύχει πρώτη. Πλέον οι υπηρεσίες συλλέγουν πολλά στοιχεία για τους χρήστες τους και τις συνήθειές τους. Μπορούν να συλλέξουν στοιχεία για το τι αγοράζουν, τι είδους πληροφορίες και διαφημίσεις τους ενδιαφέρουν περισσότερο, πόσους φίλους έχουν και τι κοινά χαρακτηριστικά έχουν, σε ποιες περιοχές κινούνται, ποιες ώρες και αν υπάρχουν κάποια μοτίβα στην συμπεριφορά τους. Φυσικά όλες αυτές τις πληροφορίες δεν τις έχει η κάθε υπηρεσία. Συνήθως μια υπηρεσία συλλέγει πληροφορίες για ένα υποσύνολο από αυτές και ανάλογα με την συγκατάθεση που δίνει ο χρήστης. Ωστόσο υπηρεσίες όπως αυτή του Facebook ή της Google καλύπτουν αρκετά μεγάλο εύρος αυτών των πληροφοριών. Το να παρέχουν κάποια πληροφορία στον χρήστη όταν αυτός την ζητήσει γίνεται ολοένα και πιο εύκολο και αποτελεσματικό.

Το επομενο βήμα όμως θα ήταν η υπηρεσία να καταλαβαίνει τόσο καλά τις ανάγκες του χρήστη και το μοτίβο της συμπεριφοράς του, που να μπορεί να του προτείνει για παράδειγμα ένα καλό μέρος να φάει κοντά του που να ταιριάζει στο γούστο του, το διαθέσιμο χρόνο του και την κατάλληλη ώρα ιδανικά χωρίς αυτός να χρειαστεί να ρωτήσει. Ή χωρίς να χρειαστεί να σκεφτεί όλες αυτές τις παραμέτρους αναλυτικά και να τις καθορίσει. Εταιρίες όπως η Apple , η Google, το Facebook και το Foursquare (μετά την αλλαγή της υπηρεσίας του που αναφέρθηκε προηγουμένως) προσπαθούν να πλησιάσουν όσο καλύτερα γίνεται αυτή την δίχως τριβή, διαισθητική εμπειρία υπηρεσίας. Για παράδειγμα το Google Now είναι ένας έξυπνος προσωπικός βοηθός που εκτός από το να απαντάει σε ερωτήσεις που ο χρήστης διατυπώνει σε φυσική γλώσσα, παρέχει και πληροφορίες σε στιγμές που θεωρεί κατάλληλες με βάση τα Google Searches του και την τοποθεσία του. Αντίστοιχα η Apple στο iOS μπορεί με κατάλληλες εγκρίσεις του χρήστη από τις ρυθμίσεις να παρέχει υπηρεσίες όπως το Next Destination. Το Next Destination χρησιμοποιεί την πληροφορία των αποθηκευμένων διευθύνσεων του χρήστη όπως της δουλειάς και του σπιτιού και έχοντας στοιχεία για το

σύνηθες πρόγραμμά του ως προς τις μεταβάσεις μεταξύ τους τον ενημερώνει πόσος θα είναι ο χρόνος για τη μετάβαση στην επόμενη τοποθεσία.

Το ερώτημα που εγείρεται φυσικά σε αυτό το σημείο είναι κατά πόσο διασφαλίζεται η ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων του χρήστη σε μια τόσο ανοιχτή ροή πληροφορίας προς τις υπηρεσίες.

3.3.3 Προστασία προσωπικών δεδομένων

Η τάση των εφαρμογών να χρησιμοποιούν όλο και περισσότερες πληροφορίες για τον χρήστη μεταξύ των οποίων και η θέση προκειμένου να του παρέχουν διάφορες ευκολίες καθιστά πολύ σημαντικό το να ξέρει ο χρήστης ποιες ακριβώς είναι αυτές οι πληροφορίες, αν αποθηκεύονται και πού και πώς ακριβώς χρησιμοποιούνται. Από τη στιγμή που οι όροι χρήσης είναι εμφανείς, ο χρήστης μπορεί να αποφασίσει αν θα τους αποδεχθεί και θα χρησιμοποιήσει την υπηρεσία ή όχι. Στην απόφασή του αυτή πρέπει να ζυγίσει την ιδιωτικότητα που θυσιάζει σε σχέση με τις ευκολίες που θα αποκτήσει. Από την άλλη μεριά η υπηρεσία δεσμεύεται από τον νόμο να τηρεί τους όρους χρήσης της και να χρησιμοποιήσει τις προσωπικές πληροφορίες του χρήστη μόνο όταν αυτός είναι ενημερωμένος και δίνει τη συγκατάθεσή του και για να χρησιμοποιηθούν όπως περιγράφουν οι όροι και όχι με άλλο τρόπο.

Στοιχεία που είναι ενδεικτικά μιας πολιτικής που προστατεύει τον χρήστη είναι:

- a. Το να ενημερώνεται και να ζητείται η συγκατάθεσή του για να **χρησιμοποιηθούν** τα προσωπικά του στοιχεία (για παράδειγμα η θέση του).
- b. Αν τα δεδομένα μεταφέρονται σε διακομιστές της εταιρίας που παρέχει την υπηρεσία για επεξεργασία ή αποθήκευση ή αν αποθηκεύονται στη συσκευή, να έχει προηγηθεί **κρυπτογράφηση** των δεδομένων και το κλειδί της για την αποκρυπτογράφηση να το έχει η εταιρία και να μην το διαθέτει σε τρίτους με τους οποίους πιθανώς συνεργάζεται για την αποθήκευση των δεδομένων. Έτσι

εξασφαλίζεται ότι αν κάποιος μπει κακόβουλα ως ενδιάμεσος στην μεταφορά αυτή, δεν θα μπορέσει να εξάγει την αρχική πληροφορία.

- c. Το να μην **αποθηκεύονται** τα δεδομένα αν δεν είναι απολύτως απαραίτητο και με γνώση πάντα του χρήστη. Δηλαδή αν χρειάζεται η πληροφορία της θέσης του χρήστη για παράδειγμα για να χρησιμοποιήσει κάποια συγκεκριμένη λειτουργικότητα, αυτή η πληροφορία να χρησιμοποιηθεί αλλά να μην αποθηκευθεί αν ο χρήστης δεν έχει δώσει ρητή συγκατάθεση γνωρίζοντας που θα χρησιμοποιηθεί.
- d. Το να μην γίνεται **συνδυασμός πληροφοριών** για την εξαγωγή συμπερασμάτων χωρίς τη γνώση και συγκατάθεση του χρήστη για το πού ακριβώς θα χρησιμοποιηθούν αυτά. Για παράδειγμα αν το ιστορικό τοποθεσίας συνδυάζεται με το ιστορικό των αγορών του χρήστη για να του εμφανίζονται διαφημίσεις όταν βρίσκεται κοντά σε μέρη που συνηθίζει να κάνει αγορές, αυτό θα πρέπει να γίνεται με τη συγκατάθεσή του.
- e. Τα προσωπικά δεδομένα του χρήστη θα πρέπει να δίνονται στις Δημόσιες Αρχές μόνο στις περιπτώσεις που προβλέπονται από το νόμο και αφότου ακολουθηθεί η κατάλληλη νομική διαδικασία.

Έχουν γίνει διάφορες προτάσεις για αρχιτεκτονικές συστημάτων που θα εξασφαλίζουν την μεγαλύτερη δυνατή προστασία του χρήστη. Παράδειγμα η παρεμβολή μεταξύ συσκευής και των διακομιστών της υπηρεσίας θέσης ενός ενδιάμεσου Διακομιστή Ανωνυμίας (Anonymity Server) που θα ανήκει σε έναν κοινώς αποδεκτό φορέα που χαίρει της εμπιστοσύνης όλων (Stenneth & Yu). Ωστόσο δεν έχει βρεθεί κάποιο κοινώς αποδεκτό μοντέλο για τον ακριβή χειρισμό των προσωπικών δεδομένων και έτσι η κάθε υπηρεσία θέσης λειτουργεί με τους δικούς τους όρους και περιορισμούς.

3.4 Παραδείγματα εφαρμογών για μουσεία.

Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότερα μουσεία έχουν αναπτύξει εφαρμογές για να κάνουν την περιήγηση των επισκεπτών πιο ευχάριστη, εύκολη και διαδραστική εμπειρία. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται μερικές από αυτές που έχουν γίνει στο εξωτερικό και στην Ελλάδα. Η επιλογή των εφαρμογών δεν έγινε με βάση το πόσο δημοφιλείς είναι. Αντίθετα έγινε μια προσπάθεια να παρουσιαστούν εφαρμογές που έχουν ξεχωριστές λειτουργικότητες και μια διαφορετική αλληλεπίδραση με το χρήστη. Σχεδόν όλες οι εφαρμογές δίνουν στον επισκέπτη του μουσείου έναν εύκολο τρόπο να δει πληροφορίες για τα εκθέματά του, συχνά με τη μορφή κειμένου και οπτικοακουστικού υλικού. Κάποιες από αυτές χρησιμοποιούν χάρτες για να διευκολύνουν την περιήγηση του στο μουσείο και κάποιες από αυτές χρησιμοποιούν την τεχνική του gamification για να μετατρέψουν την μάθηση σε παιχνίδι.

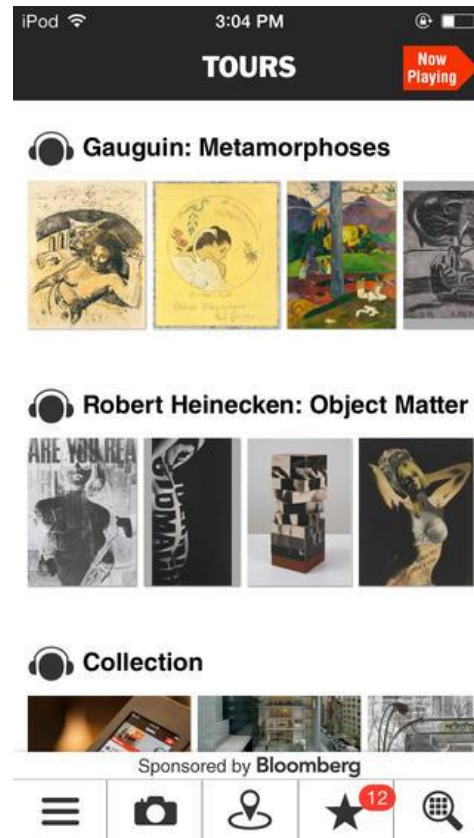
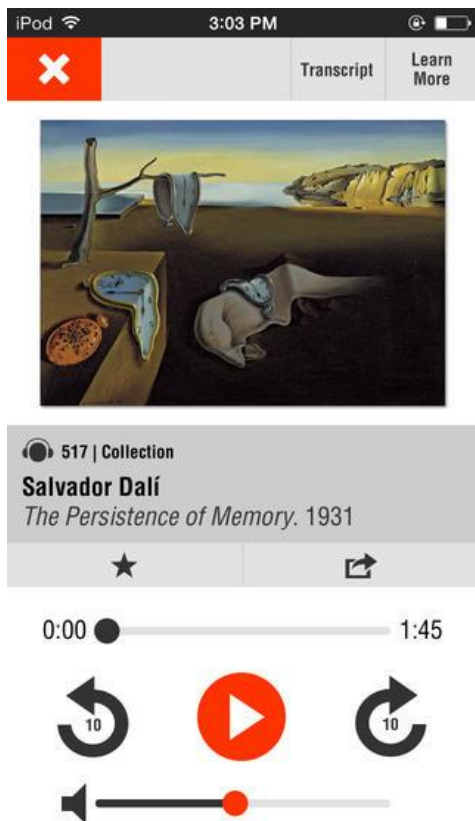
Πρέπει να σημειωθεί ότι εξαιτίας του ότι πολλές από τις εφαρμογές συνοδεύουν συγκεκριμένες εκθέσεις που μπορεί να μην είναι μόνιμες στα μουσεία, μπορεί να μην είναι διαθέσιμες πλέον στα αντίστοιχα App Stores.

3.4.1 MOMA (*Museum Of Modern Art*)

Το Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης της Νέας Υόρκης έχει μια εφαρμογή για iOS συσκευές (iPhone / iPad) μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί:

- Να δει τα διαθέσιμα εκθέματα με βάση
 - Τον καλλιτέχνη (αλφαβητικά)
 - Την χρονολογία (δεκαετίες)
 - Τον όροφο
- Να κάνει αναζήτηση
 - Με βάση λέξη κλειδί
 - Με βάση κωδικό

- Να δει λεπτομέρειες για τα εκθέματα του μουσείου σε μορφή κειμένου, εικόνων και ακουστικών περιηγήσεων / περιγραφών.
- Να δει πού βρίσκεται ένα έκθεμα στο χάρτη του μουσείου (κατόψεις ορόφων)
- Να αποθηκεύσει εκθέματα στα αγαπημένα του ή να δημιουργήσει δικές του συλλογές με εκθέματα.
- Να οργανώσει την επίσκεψή του στο μουσείο βλέποντας τις ώρες και μέρες που είναι ανοικτό, τις τιμές, εκπνώσεις, τοποθεσία κ.λπ.
- Να δει το πρόγραμμα του μουσείου, τι εκθέσεις και εκδηλώσεις έχει και πότε.
- Να δει τις κατόψεις των ορόφων του μουσείου όπου φαίνεται και το που είναι οι διάφορες συλλογές
- Να δει που βρίσκονται οι διάφορες παροχές του μουσείου όπως ακουστικά προγράμματα, κατάστημα δώρων, ανελκυστήρες, τουαλέτες, καφετέρια και πληροφορίες.



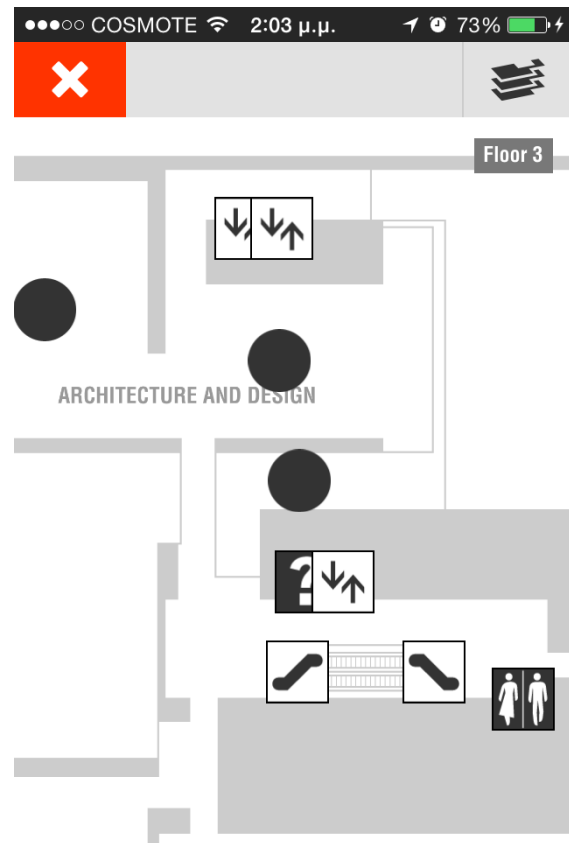
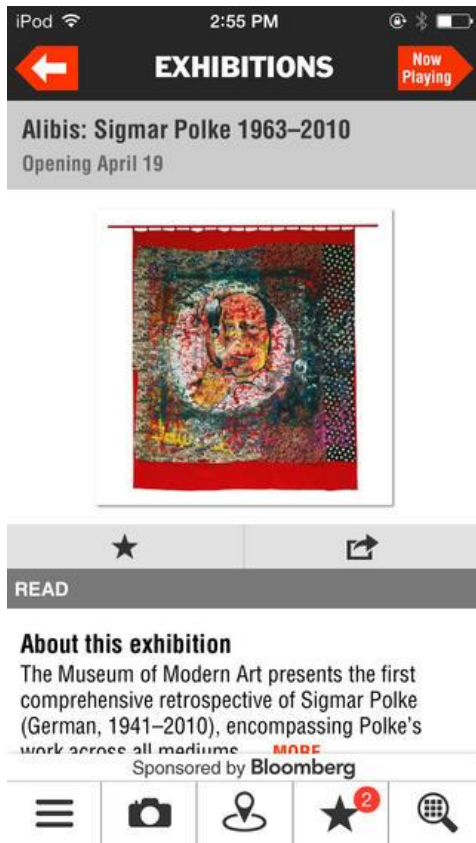
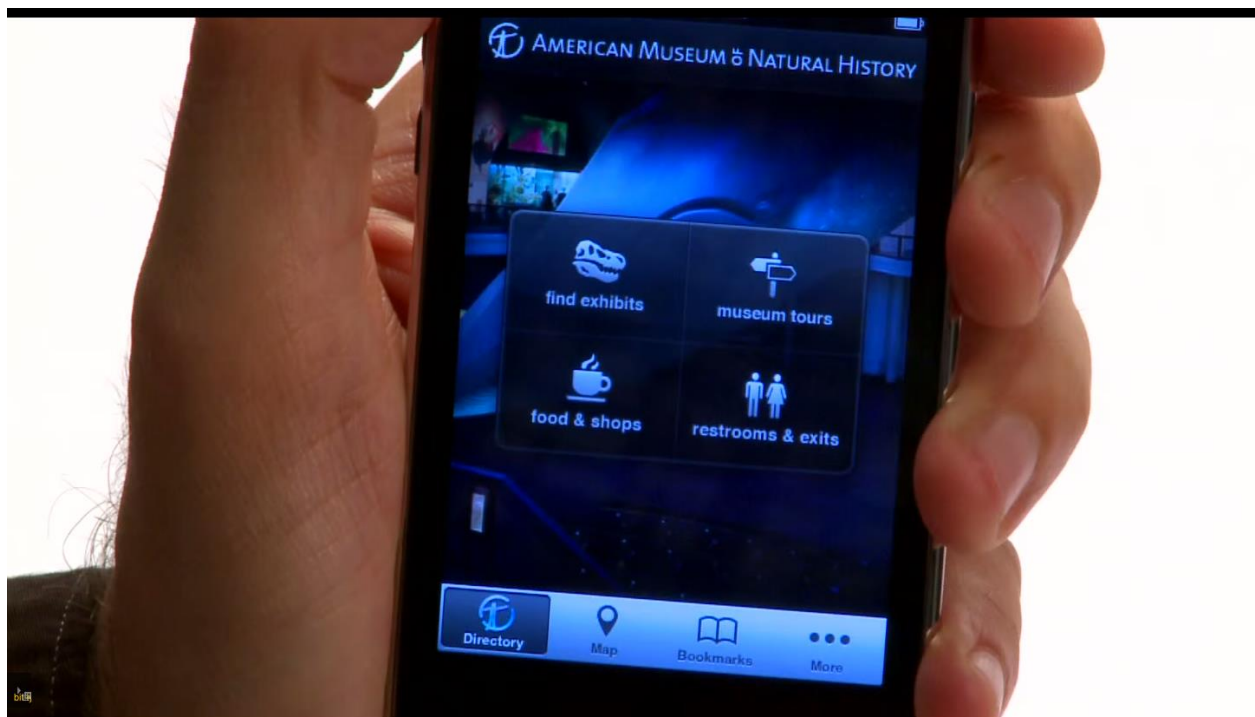


Figure 34 MOMA iOS app

3.4.2 AMNH Explorer App for iPhone & iPod touch

Το 2010 το Μουσείο της Αμερικάνικης Φυσικής Ιστορίας στη Νέα Υόρκη δημοσίευσε μια εφαρμογή για iOS συσκευές που ήταν εν μέρει σύστημα πλοήγησης και εν μέρει οδηγός για την περιήγηση στο μουσείο. Η εφαρμογή χρησιμοποιούσε την Indoor Positioning πλατφόρμα της Meridian για να παρέχει οδηγίες «βήμα προς βήμα» (turn by turn directions) προς το έκθεμα που έχει επιλέξει ο χρήστης. Εναλλακτικά ο χρήστης μπορούσε να επιλέξει και από μία λίστα με περιηγήσεις που ήταν διαθέσιμες στην εφαρμογή ή να δημιουργήσει την δικιά του περιήγηση επιλέγοντας από τα διαθέσιμα εκθέματα και να προγραμματίσει έτσι την επίσκεψή του στο μουσείο από πριν. Επίσης μπορούσε να δει οδηγίες για να μεταβεί στην κοντινότερη τουαλέτα ή καφετέρια. Τέλος μπορούσε να αναζητήσει εκθέματα ανάλογα με το πόσο δημοφιλή ήταν, αλφαβητικά ή ανάλογα με την αίθουσά τους, να δει λεπτομέρειες για

αυτά, να τα αποθηκεύσει στα αγαπημένα και να το μοιραστεί (κάνει “share”) με τους φίλους του στα κοινωνικά δίκτυα του Twitter και του Facebook.



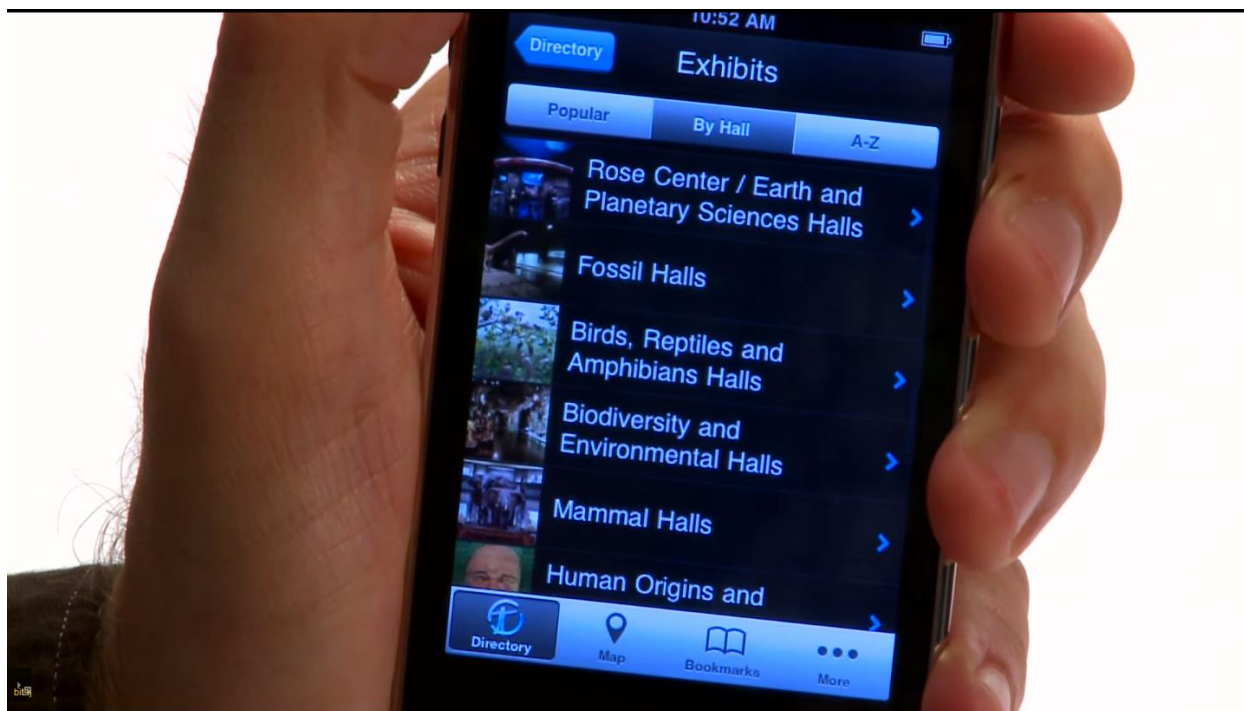


Figure 35 AMNH Explorer App for iPhone & iPod Touch

Η εφαρμογή αυτή δεν είναι διαθέσιμη πλέον στο iTunes Store.

3.4.3 *Pterosaurs: The Card Game*

Το Μουσείο της Αμερικάνικης Φυσικής Ιστορίας στη Νέα Υόρκη παρέχει κατά καιρούς ενδιαφέρουσες εφαρμογές που συνοδεύουν κάποιες εκθέσεις του και τις κάνουν πιο διαδραστικές για το κοινό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτή η εφαρμογή παιχνιδιού καρτών που συνοδεύει την έκθεση σχετική με τους πτερόσαυρους (είδος δεινοσαύρων). Στην εφαρμογή χρησιμοποιείται η τεχνική του gamification για να γίνεται πιο ευχάριστη και διαδραστική η εκμάθηση πληροφοριών που σχετίζονται με τα αντίστοιχα εκθέματα. Το μουσείο προμηθεύει τους επισκέπτες της έκθεσης με κάρτες πτερόσαυρων και όταν αυτοί τις σκανάρουν χρησιμοποιώντας την εφαρμογή μπορούν να δουν animations με τους πτερόσαυρους να πετούν και να περπατούν κλπ.

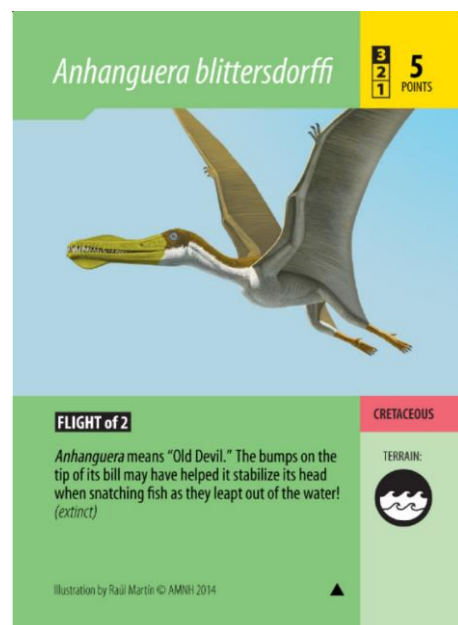


Figure 36 Ενδεικτικές κάρτες από το "Pterosaurus"



Figure 37 Σχέδιο του animation για την πτήση ενός πτερόσαυρου

3.4.4 The Sweeper

Το μουσείο New Museum της Νέας Υόρκης με αφορμή την Παγκόσμια Ημέρα των Ηνωμένων Εθνών για την ενημέρωση σχετικά με τις νάρκες και τη βοήθεια για τη δράση για τις νάρκες στις 4 Απριλίου δημοσίευσε την εφαρμογή The Sweeper. Το The Sweeper χρησιμοποιούσε την τεχνολογία iBeacons (Bluetooth Low Energy specification της Apple – θα

αναφερθούμε σε αυτήν αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο) για να προσομοιώσει ένα να ναρκοπέδιο και να δώσει στους χρήστες πώς είναι να ζεις με νάρκες. Οι μικρές συσκευές – πομποί iBeacons τοποθετούνταν σε διάφορα κρυφά σημεία στους χώρους της έκθεσης. Όταν ο χρήστης πλησίαζε σε κάποιο από αυτά η εφαρμογή εξέπεμπε έναν ήχο έκρηξης και στη συνέχεια ακουγόταν η μαρτυρία κάποιου που είχε όντως ζήσει κάτι τέτοιο. Στο τέλος ζητείται από τον χρήστη να κάνει μια μικρή δωρεά με σκοπό να μην ζήσει κανείς αυτό που (σε πολύ μικρότερο βαθμό) έζησε αυτός μόλις. Το The Sweeper δεν είναι πλέον διαθέσιμο στο Appstore.

3.4.5 AMΘ mobile

Σύμφωνα με την περιγραφή της στη σελίδα της εφαρμογής στο [iTunes Store](#), η εφαρμογή του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης είναι η πρώτη εφαρμογή για ελληνικό μουσείο στο Appstore. Η εφαρμογή εστιάζει στην προβολή των μόνιμων εκθέσεων του μουσείου, σε μια επιλογή σημαντικών εκθεμάτων, ενώ την ίδια στιγμή ενημερώνει τους χρήστες σε θέματα πρόσβασης, εισιτηρίων και ωραρίου λειτουργίας. Με τη χρήση των νέων τεχνολογιών, δίνει τη δυνατότητα πρόσβασης στο μουσείο με την υποστήριξη του συστήματος δορυφόρων εντοπισμού θέσης (GPS), τη δυνατότητα απευθείας τηλεφωνικής κλήσης στο τηλεφωνικό κέντρο του μουσείου μέσα από το περιβάλλον της εφαρμογής καθώς και την αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων.

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε από τον μεταπτυχιακό φοιτητή Στέφανο Αντάρη στα πλαίσια της ερευνητικής ομάδας OSWINDS (Operating Systems – Web/INternet Data Sources management) του τμήματος Πληροφορικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης υπό την εποπτεία της κ. Αθηνάς Βακάλη, αναπληρώτριας καθηγήτριας του τμήματος. (Vakali)

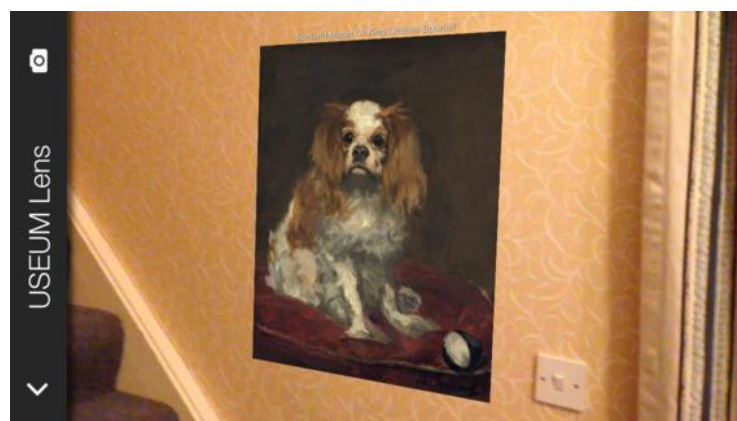
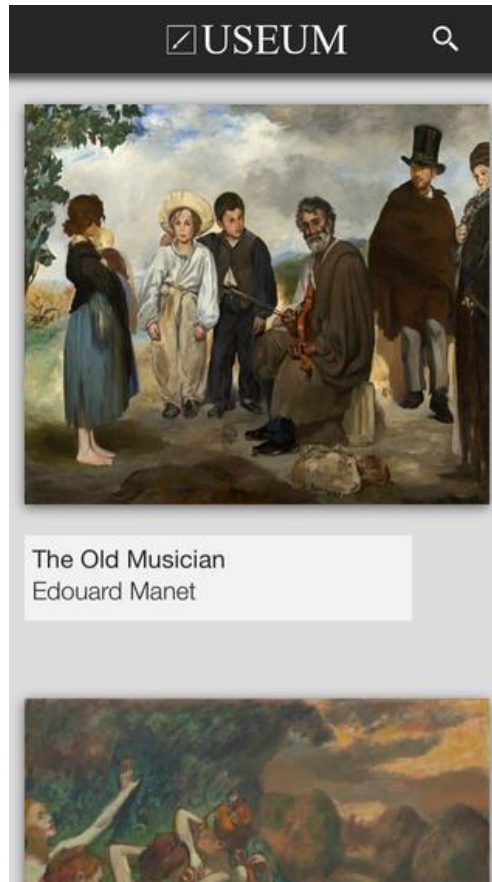


3.4.6 USEUM

Σύμφωνα με το website του, το Useum είναι η πρώτη crowdsourced γκαλερί τέχνης παγκοσμίως. Έχει πάνω από 11000 έργα τέχνης, που ποικίλουν από έργα μεγάλων κλασικών καλλιτεχνών μέχρι έργα σύγχρονων καλλιτεχνών από όλο τον κόσμο. Το USEUM φέρνει σε επαφή καλλιτέχνες, ινστιτούτα τέχνης και λάτρεις της τέχνης σε μια κοινότητα όπου μπορούν να ανεβάζουν, να αγοράζουν έργα τέχνης, να συζητούν γύρω από αυτήν και να στείλουν e-cards σε άλλους. Η εφαρμογή του USEUM για κινητά τηλέφωνα εκτός από το να παρουσιάζει τα έργα τέχνης που υπάρχουν και το website έχει και μια άλλη ενδιαφέρουσα λειτουργικότητα: Με τη χρήση τεχνολογίας Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality) δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δει από την κάμερα του κινητού του πώς θα φαινόταν κάποιος πίνακας στον τοίχο του σπιτιού του.

Το USEUM ξεκίνησε ως η πτυχιακή του διδακτορικού της Φωτεινής Βαλεοντή στο UCL. Το USEUM κέρδισε το πρώτο βραβείο στο Athens Startup Weekend το 2012. Το Athens Startup Weekend είναι μια εκδήλωση που γίνεται κάθε χρόνο και στην οποία άτομα με

επιχειρηματικές ιδέες σχηματίζουν ομάδες και έχουν ένα σαββατοκύριακο για να τις σχηματοποιήσουν σε μια παρουσίαση. (Ζώγια)



3.4.7 Andros e-museum

Η εφαρμογή αυτή έχει πληροφορίες για το μουσείο της Άνδρου, τις βασικές εκθέσεις του και σημεία ενδιαφέροντος του νησιού.

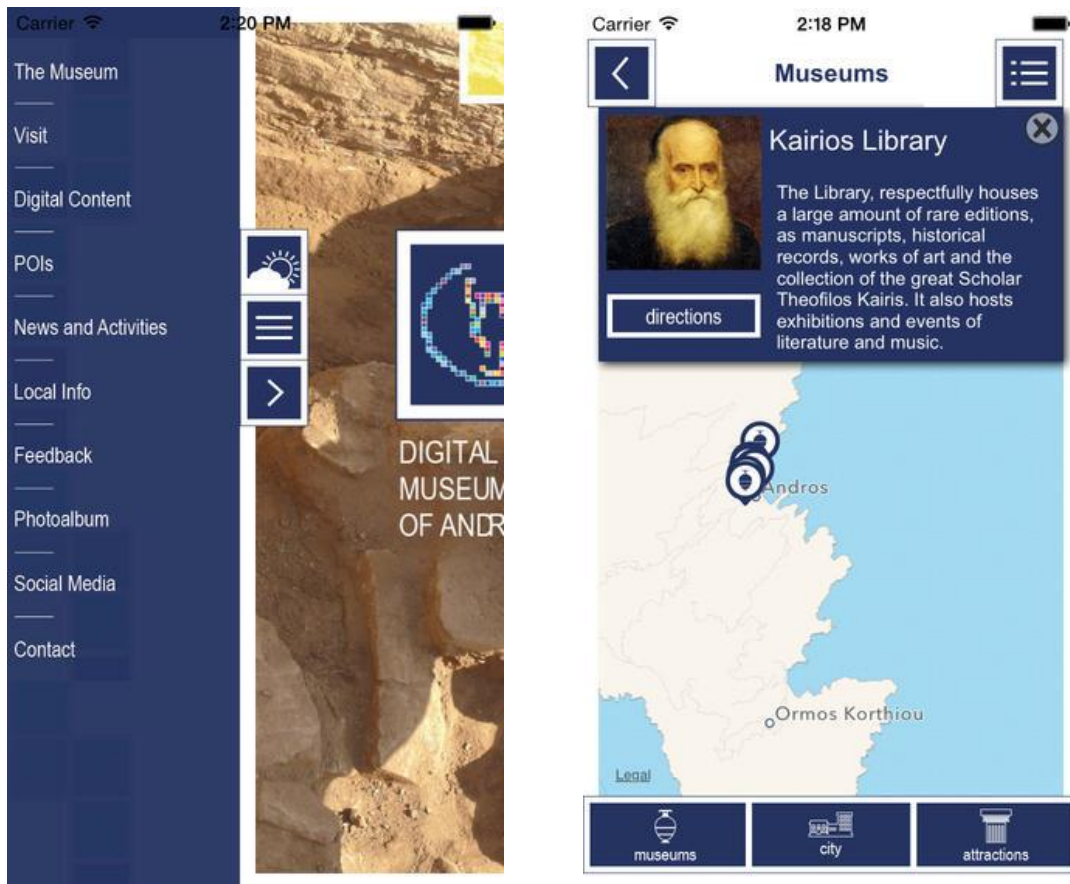


Figure 38 Andros e-museum iOS app

4 Σκοπός

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε μια πρότυπη εφαρμογή περιήγησης σε μουσεία για φορητές συσκευές με απώτερο σκοπό την ευχρηστία και την διαδραστικότητα. Η εφαρμογή αυτή είναι συμβατή με φορητές συσκευές της πλατφόρμας iOS και χρησιμοποιεί την τεχνολογία iBeacons.

Μελετώντας τις υπάρχουσες εφαρμογές περιήγησης σε μουσειακούς χώρους παρατηρήθηκαν τα εξής:

- ✓ Οι περισσότερες εφαρμογές εστιάζουν στην παροχή πληροφοριών για τα εκθέματα και όχι στην ευχρηστία (usability). Παρέχουν δηλαδή πολλές πληροφορίες στον χρήστη αλλά στις συνθήκες μιας πραγματικής περιήγησης του στον χώρο ενός μουσείου δεν είναι εύκολο για αυτόν να βρει τις πληροφορίες που τον ενδιαφέρουν. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που ο επισκέπτης περιηγείται στο μουσείο χωρίς συγκεκριμένο πρόγραμμα αλλά πλησιάζοντας τα εκθέματα που του τραβάνε το ενδιαφέρον, συνήθως θα πρέπει να εντοπίσει το αντίστοιχο έκθεμα στην εφαρμογή χειροκίνητα. Για παράδειγμα μπορεί να το αναζητήσει πληκτρολογώντας το όνομά του ή επιλέγοντας από τις υπάρχουσες κατηγορίες (όπως είδος τέχνης, αίθουσα κλπ.). Αυτή η διαδικασία δημιουργεί τριβή στην εμπειρία του χρήστη και τον αποσπά από τον σκοπό της επίσκεψής του. Στην πραγματικότητα ιδανικά θα ήθελε τη εφαρμογή να μπορεί να καταλάβει ποιο έκθεμα τον ενδιαφέρει και να εμφανίζει αυτόματα την πληροφορία για αυτό.

- ✓ Αν και οι πληροφορίες στις εφαρμογές αυτές διατίθενται σε διάφορες καθιερωμένες μορφές (formats), όπως κείμενο, ακουστική διήγηση, εικόνες, βίντεο, δεν είναι αρκετά εύπεπτες και ελκυστικές για να τις χρησιμοποιήσουν ακόμα και μικρά παιδιά και να αφομοιώσουν εύκολα την γνώση που τους παρέχεται.

- ✓ Συγκεκριμένα η χωροχρονική πληροφορία, δηλαδή η πληροφορία του τόπου προέλευσης ενός εκθέματος και η χρονολόγησή του δεν δίνεται με τρόπο που να βοηθάει στην αφομοίωσή τους από τον χρήστη. Έτσι συχνά ο επισκέπτης φεύγει από το μουσείο με συγκεχυμένες αναμνήσεις για αυτά που είδε. Μπορεί να θυμάται την εικόνα ενός εκθέματος, ίσως και κάποια ιστορία πίσω από αυτό και πού βρέθηκε αλλά του είναι δύσκολο να σκεφτεί σε ποια περίοδο τοποθετείται τι διαδραματιζόταν σε άλλες γεωγραφικές περιοχές εκείνη την περίοδο και τι διαδραματιζόταν στην περιοχή αυτή μια άλλη χρονική περίοδο. Ιδανικά ο επισκέπτης θα ήθελε να έχει ξεκάθαρες γνώσεις για την εξέλιξη της ιστορίας στον χώρο και τον χρόνο.

- ✓ Απουσιάζει η σύνδεση των εκθεμάτων του μουσείου με τα προϊόντα του καταστήματός του, και με τα εκθέματα άλλων μουσείων.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προτείνεται:

- ✓ Η χρήση της τεχνολογίας iBeacon για τον αυτόματο προσδιορισμό του αν ο επισκέπτης βρίσκεται κοντά σε κάποιο έκθεμα. Τοποθετώντας πομπούς iBeacons κοντά στα εκθέματα, μπορεί να προστεθεί ένα νέο τμήμα στην εφαρμογή στο οποίο ο χρήστης θα βλέπει μόνο τα εκθέματα που είναι κοντά του. Έτσι δεν θα χρειάζεται να ψάξει στις υπάρχουσες κατηγορίες της εφαρμογής για να εντοπίσει το έκθεμα που τον ενδιαφέρει.
- ✓ Η χρήση της τεχνικής του gamification για να γίνει η περιήγηση και η εκμάθηση πληροφοριών πιο ευχάριστη. Συγκεκριμένα προτείνεται η προσθήκη στην εφαρμογή τμήματος με μικρά παιχνίδια - γρίφους που θα επιβραβεύουν τον χρήστη για τις γνώσεις που έχει αποκομίσει κατά την επίσκεψή του στο μουσείο.
 - ✓ Η προσθήκη τμήματος με διαδραστικό χάρτη στον οποίο γίνεται χωροχρονική απεικόνιση των εκθεμάτων. Επίσης η δυνατότητα εύκολης μετάβασης από ένα έκθεμα στις πληροφορίες για την ιστορική περίοδο στην οποία χρονολογείται και το αντίστροφο καθώς και η σύνδεση εκθεμάτων μεταξύ τους με χρήση ετικετών (tags).
- ✓ Η δημιουργία συστήματος πόντων με βάση το οποίο ο χρήστης θα επιβραβεύεται για την επίσκεψή του και τις γνώσεις που αποκόμισε με τη δυνατότητα εξαργύρωσης των πόντων του στο κατάστημα του μουσείου ή σε άλλα “συγγενικά” μουσεία.

Οι παραπάνω προτάσεις υλοποιήθηκαν στην πρότυπη εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της εργασίας αυτής.

5 Η εφαρμογή Move n' Learn

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα τεχνολογικά εργαλεία καθώς και τα δεδομένα στα οποία στηρίχθηκε η ανάπτυξη της εφαρμογής.

5.1 Τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

Τα τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι

- α) **Το λογισμικό (software)** που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη και
- β) **το υλικό** με το οποίο έγιναν οι δοκιμές της εφαρμογής.

5.1.1 Λογισμικό

5.1.1.1 Cocoa-Touch

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τα πλαίσια (frameworks) Cocoa-Touch της Apple. Τα πλαίσια αυτά είναι λογισμικό που έχει φτιάξει η Apple για να διευκολύνει την ανάπτυξη εφαρμογών για συσκευές που «τρέχουν» στο λειτουργικό σύστημα iOS. Έτσι κάποιος που αναπτύσσει μια εφαρμογή για τέτοιες συσκευές μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτά τα frameworks ως δομικά στοιχεία και να «κτίσει» πάνω σε αυτά. Ακόμα και το ίδιο το λειτουργικό σύστημα iOS και οι εφαρμογές που περιέχει χρησιμοποιούν και αυτά τα πλαίσια του Cocoa-Touch. Έτσι αναπτύσσοντας πάνω στο Cocoa-Touch είναι μπορεί κάποιος να φτιάξει εφαρμογές που να έχουν τα συνηθισμένα χαρακτηριστικά και την συνηθισμένη συμπεριφορά των εφαρμογών iOS.

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας χρησιμοποιεί τα παρακάτω πλαίσια του Cocoa-Touch:

- **UIKit:** Για τα στοιχεία της Γραφικής Διεπαφής Χρήστη (Graphical User Interface ή GUI) και την συμπεριφορά τους.
- **MapKit:** Για τους χάρτες της εφαρμογής.
- **Core Location Framework:** Για την ανίχνευση περιοχών ορίων και την εκτίμηση εγγύτητας των iBeacons των εκθεμάτων.
- **Core Animation:** Για τα animations εμφάνισης των εκθεμάτων στον χάρτη.

5.1.1.2 Γλώσσα: Objective-C

Τα περισσότερα πλαίσια του Cocoa Touch έχουν γραφτεί στη γλώσσα προγραμματισμού Objective-C. Η Objective C είναι μια αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού που μεταγλωττίζεται για να τρέχει με μεγάλη ταχύτητα αλλά ταυτόχρονα χρησιμοποιεί ένα πολύ δυναμικό περιβάλλον εκτέλεσης που την κάνει πολύ ευέλικτη. Είναι υπερσύνολο της C και έτσι στις εφαρμογές Cocoa-Touch εκτός από «καθαρή» Objective-C μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει και C και C++.

5.1.1.3 Περιβάλλον ανάπτυξης (IDE): XCode

Η ανάπτυξη του κώδικα της εφαρμογής έγινε χρησιμοποιώντας το περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment ή IDE) XCode που παρέχει η Apple μαζί με το iOS SDK (Development Kit).

5.1.1.4 Βιβλιοθήκες λογισμικού τρίτων (Third party libraries)

Εκτός από τα frameworks του Cocoa-Touch της Apple, για την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν και δύο βιβλιοθήκες λογισμικού τρίτων.

- **[Estimote SDK](#):** Για την λειτουργικότητα της εμφάνισης κοντινών εκθεμάτων της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν iBeacons της [Estimote](#). Αυτά συνοδεύονται από

μια εργαλειοθήκη λογισμικού (SDK) που δίνει την δυνατότητα στην εφαρμογή να κάνει ανίχνευση ορίων περιοχής των beacons και εκτίμηση εγκύτητας.

- [RBBAnimation](#) : Μία βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα που διευκόλυνε την υλοποίηση του animation της εμφάνισης των εκθεμάτων στο χάρτη.
- [objc-codegenutils](#) : Μια βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα που αποτελείται στην ουσία από κομμάτια κώδικα που τρέχουν κάθε φορά που η εφαρμογή γίνεται build.

5.1.1.5 Εργαλείο διαχείρισης εξαρτήσεων (code dependency tool): [Cocoapods](#)

Για την εύκολη εισαγωγή των βιβλιοθηκών λογισμικού που χρησιμοποιεί η εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο διαχείρισης εξαρτήσεων [Cocoapods](#).

5.1.1.6 Υπηρεσίες τρίτων

Για την δημιουργία των Passes για τα κουπόνια χρησιμοποιήθηκε υπηρεσία [PassSource](#)

5.1.2 Υλικό

- Η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε μια συσκευή iPhone 4S. Ωστόσο μπορεί να τρέξει σε οποιαδήποτε συσκευή iOS (iPad, iPhone, iPod touch) που έχει έκδοση λειτουργικού συστήματος 7 ή μεγαλύτερη και έχει δοκιμαστεί στους αντίστοιχους προσωμοιωτές.
- Για την λειτουργικότητα της εμφάνισης κοντινών εκθεμάτων της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν τα iBeacons της [Estimote](#). Είναι μικροί Bluetooth smart (Bluetooth χαμηλής ενέργειας) πομοί που συμβαδίζουν με της προδιαγραφές της Apple για τα iBeacons. (Παράγραφος: [Παρακολούθηση περιοχών iBeacons](#))



Figure 39 Estimote Beacons

5.2 Συλλογή Δεδομένων

Η εφαρμογή Museum δεν αποτελεί μια πλήρη και λειτουργική εφαρμογή για ένα συγκεκριμένο μουσείο. Αναπτύχθηκε ως μια πρότυπη εφαρμογή που θα χρησιμεύσει ως παράδειγμα υλοποίησης και ως επαλήθευση ιδέας (proof of concept) για τις προτάσεις που δόθηκαν στην παράγραφο [Σκοπός](#) για την αντιμετώπιση των ελλείψεων των περισσότερων εφαρμογών για μουσεία. Στην ουσία αποτελεί πρόταση για συμπληρωματική λειτουργικότητα που θα μπορούσε να προστεθεί σε μια οποιαδήποτε εφαρμογή μουσείου.

Για το λόγο αυτό, αναζητήθηκαν δεδομένα που θα μπορούσαν να αναδείξουν καλύτερα το εγχείρημα αυτό. Επομένως ήταν ανάγκη να εντοπιστεί ένα μουσείο που θα έχει:

1. Πληροφορίες για τα εκθέματά του ανοικτά διαθέσιμες στο διαδίκτυο. Οι πληροφορίες ήταν ανάγκη να συμπεριλαμβάνουν τουλάχιστον περιγραφή, τοποθεσία προέλευσης, ιστορική περίοδο στην οποία αναφέρονται και φωτογραφία του εκθέματος.

2. Εκθέματα που θα καλύπτουν ευρύ χωροχρονικό φάσμα. Δηλαδή εκθέματα που χρονολογούνται σε ευρύ φάσμα ιστορικών περιόδων και εκθέματα με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποικιλία ως προς την προέλευσή τους.
3. Κάποιες γενικές πληροφορίες για τις σημαντικές ιστορικές περιόδους των οποίων εκθέματα φιλοξενεί το μουσείο.

Επελέχθη το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο της Αθήνας τηρεί όλες τις παραπάνω προϋποθέσεις. Από τον [δικτυακό τόπο](#) του μουσείου και συγκεκριμένα από την υποενότητα [Συλλογές](#) συλλέχθηκαν τα δεδομένα για τα εκθέματα και τις ιστορικές περιόδους. Οι ιστορικές περίοδοι και τα εκθέματα είναι τα δύο βασικά μοντέλα (οντότητες δεδομένων) που ήταν αναγκαίες για την εφαρμογή. Τα πεδία που περιέχουν αυτές οι οντότητες είναι τα εξής.

- Εκθέματα (exhibits)
 - **Τίτλος (title):** Ένας σύντομος τίτλος για το έκθεμα. Εμφανίζεται στις λίστες των εκθεμάτων
 - **Περιγραφή (description):** Μια συνήθως μεγαλύτερη περιγραφή για το έκθεμα. Η πληροφορία αυτή εμφανίζεται στην οθόνη που των λεπτομερειών ενός εκθέματος.
 - **Γεωγραφικό Πλάτος (latitude):** Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου προέλευσης του εκθέματος.
 - **Γεωγραφικό Μήκος (longitude):** Το γεωγραφικό μήκος του τόπου προέλευσης του εκθέματος. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του τόπου προέλευσης των εκθεμάτων είναι προσεγγιστικές καθώς στις η πληροφορία που βρέθηκε στον δικτυακό τόπο του Αρχαιολογικού Μουσείου ήταν κάποιο τοπωνύμιο μέσα στην περιγραφή του εκθέματος.
 - **Τόπος προέλευσης (origin):** Ο τόπος προέλευσης του εκθέματος.
 - **Κατηγορία τέχνης (artType):** Η κατηγορία τέχνης στην οποία μπορεί να καταταχθεί το έκθεμα. Για παράδειγμα «Έργα Γλυπτικής» και «Αγγεία και μικροτεχνία».

- **Ιστορική περίοδος (age):** Η ιστορική περίοδος στην οποία κατατάσσεται το έκθεμα. Αυτό το πεδίο αντιστοιχεί με το πεδίο Τίτλος (title) της οντότητας των Ιστορικών Περιόδων. Στην ουσία δηλαδή είναι το ξένο κλειδί (foreign key) με ορολογία βάσεων δεδομένων.
- **Ετικέτες (tags):** Ένα σύνολο από λέξεις κλειδιά που σχετίζονται με κάποιο τρόπο με το έκθεμα. Για παράδειγμα αν ένα αγαλματίδιο ήταν αφιερωμένο στην θεά Αθηνά ένα από τα tags θα μπορούσε να είναι το «Αθηνά». Αν τα δεδομένα μιας εφαρμογής έχουν tags σε όσο το δυνατόν περισσότερα σημεία μπορούν να δημιουργηθούν ομαδοποιήσεις και συνδέσεις μεταξύ αντικειμένων με κοινά στοιχεία χωρίς να χρειάζεται να είναι γνωστό από πριν το ποια είναι τα στοιχεία αυτά. Για παράδειγμα μπορούμε όταν κάποιος μαζέψει περισσότερους από 10 πόντους για εκθέματα με κάποιο tag να του δώσουμε ένα δώρο που σχετίζεται με αυτό το tag από το κατάστημα του μουσείου (για παράδειγμα έναν αναμνηστικό αγαλματίδιο της Αθηνάς).
- **Εικόνα (image):** Το όνομα του αρχείου της εικόνας του εκθέματος που φαίνεται στις λίστες εκθεμάτων και στις λεπτομέρειες των εκθεμάτων. Οι εικόνες αυτές βρέθηκαν στον ιστότοπο του μουσείου και τροποποιήθηκαν για να έχουν τις κατάλληλες διαστάσεις.
- **Εικόνα χάρτη (pin):** Το όνομα του αρχείου της εικόνας του εκθέματος όπως αυτό απεικονίζεται στο χάρτη. Και αυτή η εικόνα προκύπτει από την τροποποίηση της εικόνας που υπάρχει στον ιστότοπο ούτως ώστε να έχει το κατάλληλο μέγεθος.
- **Url:** Η διεύθυνση της σελίδας του εκθέματος στον ιστότοπο του μουσείου. Αυτό το πεδίο δεν χρησιμοποιείται από την εφαρμογή. Προστέθηκε κατά την διάρκεια της ανάπτυξης της εφαρμογής για να διευκολύνει τον εντοπισμό των αρχικών δεδομένων.
- **Ήχος και βίντεο (sound, video):** Τα δύο αυτά πεδία έχουν προβλεφθεί για να τοποθετηθούν τα ονόματα αρχείων ήχου και βίντεο ενός

εκθέματος. Επειδή δεν βρέθηκαν τέτοια δεδομένα προς το παρόν είναι κενά αλλά θα μπορούσαν να προστεθούν μελλοντικά.

- **id:** Μοναδικό αναγνωριστικό του εκθέματος που προκύπτει από την συνένωση του major και του minor αναγνωριστικού του αντίστοιχου ibeacon που τοποθετείται κοντά στο έκθεμα.
- **Ιστορικές περίοδοι (ages)**
 - **Έτος έναρξης (startYear):** Το έτος έναρξης της ιστορικής περιόδου.
 - **Έτος λήξης (endYear):** Το έτος λήξης της ιστορικής περιόδου.
 - **Τίτλος (title):** Το όνομα της χρονικής περιόδου.
 - **Περιγραφή (description):** Πληροφορίες για την ιστορική περίοδο όπως βρέθηκαν κυρίως στη σελίδα [χρονολόγιο](#) του ιστότοπου μουσείου.

Τα δεδομένα αυτά εισήχθησαν σε ένα αρχείο μορφής plist που είναι ένας τύπος XML που έχει προδιαγράψει η Apple και μπορεί να αναπαρασταθεί με φιλικό για τον χρήστη τρόπο από το [XCode](#). Παρακάτω φαίνονται δύο τμήματα αυτού του plist αρχείου. Στο ένα φαίνονται τα δεδομένα ενός εκθέματος και στο άλλο τα δεδομένα μιας ιστορικής περιόδου.

| Key | Type | Value |
|--------------|------------|---|
| ▼ Root | Dictionary | (2 items) |
| ▼ exhibits | Array | (28 items) |
| ▶ Item 0 | Dictionary | (13 items) |
| ▼ Item 1 | Dictionary | (15 items) |
| title | String | Πήλινο σφαιρικό αγγείο με πολύχρωμη διακόσμηση. Διμήνη Μαγνησίας, Νεότερη Nec |
| description | String | |
| latitude | Number | 39.3590091 |
| longitude | Number | 22.8936829 |
| origin | String | Διμήνη Μαγνησίας |
| artType | String | Προϊστορικές Αρχαιότητες |
| age | String | Νεολιθική Εποχή |
| year | String | 5300–4800 π.Χ. |
| timeOfOrigin | String | 650 π.χ |
| ▶ tags | Array | (4 items) |
| image | String | 5922 |
| pin | String | 5922pin |
| url | String | http://www.namuseum.gr/collections/prehistorical/neolithic/neolithic01-gr.html |
| sound | String | |
| video | String | |
| ▶ Item 2 | Dictionary | (15 items) |

Figure 40 Τα δεδομένα ενός εκθέματος

| Key | Type | Value |
|--------------|------------|---|
| ▼ Root | Dictionary | (2 items) |
| ▼ exhibits | Array | (28 items) |
| ▶ Item 0 | Dictionary | (13 items) |
| ▼ Item 1 | Dictionary | (15 items) |
| title | String | Πήλινο σφαιρικό αγγείο με πολύχρωμη διακόσμηση. Διμήνη Μαγνησίας, Νεότερη Νεο |
| description | String | |
| latitude | Number | 39.3590091 |
| longitude | Number | 22.8936829 |
| origin | String | Διμήνη Μαγνησίας |
| artType | String | Προϊστορικές Αρχαιότητες |
| age | String | Νεολιθική Εποχή |
| year | String | 5300-4800 π.Χ. |
| timeOfOrigin | String | 650 π.χ |
| ▶ tags | Array | (4 items) |
| image | String | 5922 |
| pin | String | 5922pin |
| url | String | http://www.namuseum.gr/collections/prehistorical/neolithic/neolithic01-gr.html |
| sound | String | |
| video | String | |
| ▶ Item 2 | Dictionary | (15 items) |

Figure 41 Τα δεδομένα μιας ιστορικής περιόδου

Από τα δεδομένα που υπήρχαν στον ιστότοπο του Αρχαιολογικού Μουσείου, επιλέχθηκαν κάποια από αυτά. Η επιλογή αυτή έτσι ώστε να έχουμε κάποια εκθέματα για κάθε ιστορική περίοδο και να υπάρχει κατά το δυνατόν και ποικιλία τύπου εκθεμάτων και τοποθεσιών προέλευσης. Τα δεδομένα του ιστότοπου δεν ήταν δομημένα με τέτοιο τρόπο που να ταιριάζουν ακριβώς στις ανάγκες της εφαρμογής. Για παράδειγμα οι ιστορικές περίοδοι που υπάρχουν στο [χρονολόγιο](#) του ιστότοπου παρουσιάζουν αλληλοεπικαλύψεις. Επίσης το χρονολόγιο είναι χωρισμένο σε πολλές ιστορικές περιόδους με αποτέλεσμα πολλές από αυτές να μην έχουν εκθέματα. Ακόμα, πολλές φορές η ιστορική περίοδος που αναφερόταν στην περιγραφή κάποιων εκθεμάτων δεν αντιστοιχούσε ακριβώς σε κάποια ιστορική περίοδο του χρονολογίου.

Εξαιτίας των παραπάνω έγινε μια τροποποίηση των δεδομένων ούτως ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την εφαρμογή. Οι ιστορικές περίοδοι συμπτήχθησαν σε οκτώ βασικές ιστορικές περιόδους:

- Νεολιθική Εποχή (6800 με 3300 π.Χ.)
- Εποχή του Χαλκού (3300 με 1100 π.Χ.)
- Γεωμετρική Περίοδος (1100 με 700 π.Χ.)
- Ανατολίζουσα Περίοδος (700 με 625 π.Χ.)
- Αρχαϊκή Εποχή (620 με 480 π.Χ.)
- Κλασσική Περίοδος (480 με 330 π.Χ.)
- Ελληνιστική Περίοδος (330 π.Χ. με 40 π.Χ.)
- Ρωμαϊκή Περίοδος (40 π.Χ. με 476 μ.Χ.)

Στα δεδομένα εισήχθησαν 28 εκθέματα που εντάσσονται σε αυτές τις ιστορικές περιόδους.

5.3 Η ανάπτυξη της εφαρμογής Move n' Learn

5.3.1 Η αρχιτεκτονική του project

Η εφαρμογή ακολουθεί τις συμβάσεις των εφαρμογών Cocoa-Touch και επομένως χρησιμοποιεί το αρχιτεκτονικό μοντέλο MVC (Model-View-Controller). Σύμφωνα με το MVC τα αντικείμενα εντάσσονται σε 3 κατηγορίες ρόλων:

- **Τα models** είναι αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα της εφαρμογής. Τα δεδομένα αυτά συνήθως έχουν κάποια κατάσταση (state) η οποία μπορεί να αλλάζει. Για παράδειγμα μπορεί κάποια δεδομένα να διαγράφονται, να προστίθενται άλλα και να αλλάζουν τα πεδία κάποιων άλλων. Στην περίπτωση της εφαρμογής αυτής της εργασίας τα βασικά μοντέλα είναι αυτά των εκθεμάτων και των ιστορικών περιόδων.

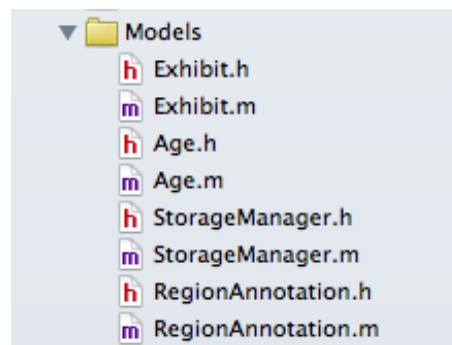


Figure 42 Τα μοντέλα της εφαρμογής

- **Τα views** είναι αντικείμενα τα οποία αντιπροσωπεύουν το στοιχεία του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής. Για παράδειγμα μπορεί να είναι μια επιγραφή (label) ή ένα κουμπί. Τα views ενημερώνουν τους controllers όταν ο χρήστης αλληλεπιδρά μαζί τους (για παράδειγμα ένα κουμπί μπορεί να ενημερώσει τον controller του ότι ο χρήστης το πάτησε) ενώ οι controllers μπορούν να τα τροποποιούν (για παράδειγμα ένας controller μπορεί να αλλάξει το κείμενο μιας επιγραφής). Στην εφαρμογή Move n' Learn χρησιμοποιήθηκαν τα views που φαίνονται παρακάτω.

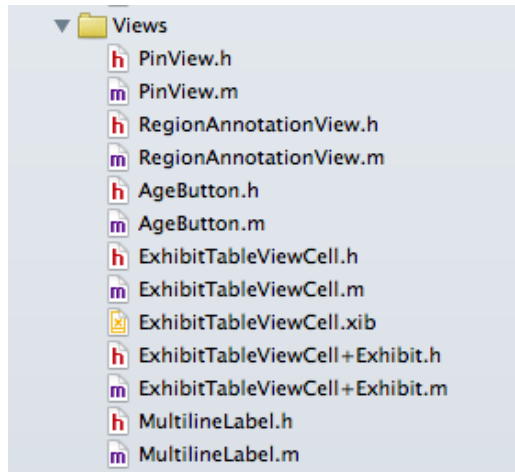


Figure 43 Τα custom views της εφαρμογής

Εκτός των custom views που δημιουργήθηκαν προγραμματιστικά υπάρχουν χρησιμοποιήθηκαν και τα views που παρέχει το Cocoa-Touch μέσω της λειτουργικότητας του storyboard. Το storyboard είναι ένα αρχείο στο οποίο μπορεί να γίνει με εύκολο τρόπο (drag and drop) δημιουργία του γραφικού περιβάλλοντος και να απεικονιστεί συγκεντρωτικά το γραφικό μέρος της εφαρμογής.

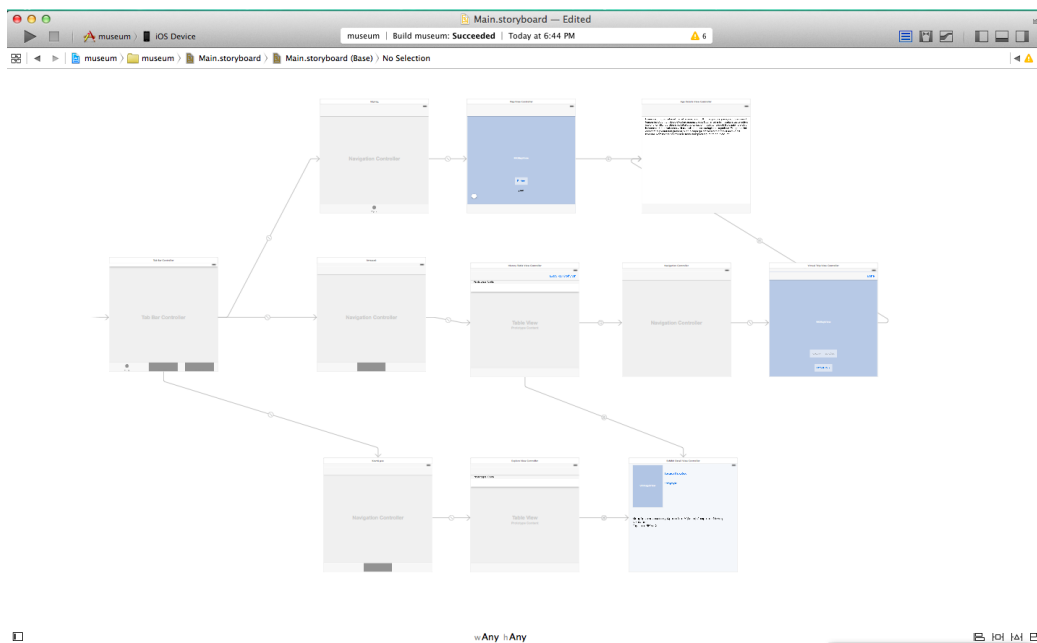


Figure 44 Το storyboard της εφαρμογής

- **Οι controllers** είναι αντικείμενα που
 - Λαμβάνουν ενημερώσεις – γεγονότα από τα views όταν ο χρήστης αλληλεπιδρά μαζί τους ή από τα μοντέλα όταν αλλάζει η κατάσταση τους.
 - Με βάση αυτά τα γεγονότα μπορεί να τροποποιήσουν την κατάσταση (state) κάποιων μοντέλων ή κάποιων views.

Στην παρούσα εφαρμογή χρησιμοποιείται ένας controller για κάθε οθόνη της εφαρμογής.

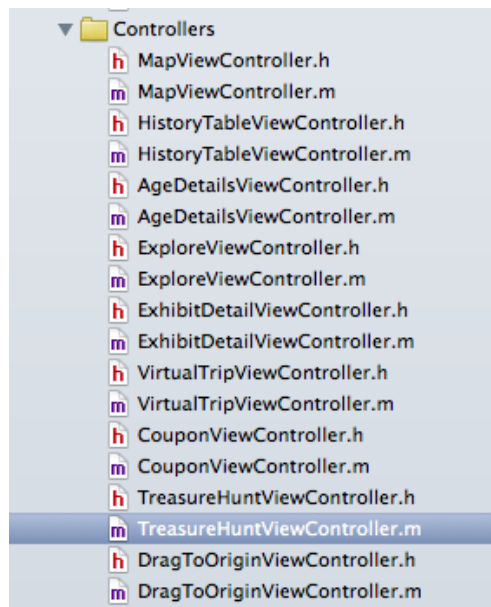


Figure 45 Οι Controllers της εφαρμογής

Η αρχιτεκτονική MVC μπορεί να αποδοθεί συνοπτικά με το παρακάτω διάγραμμα.

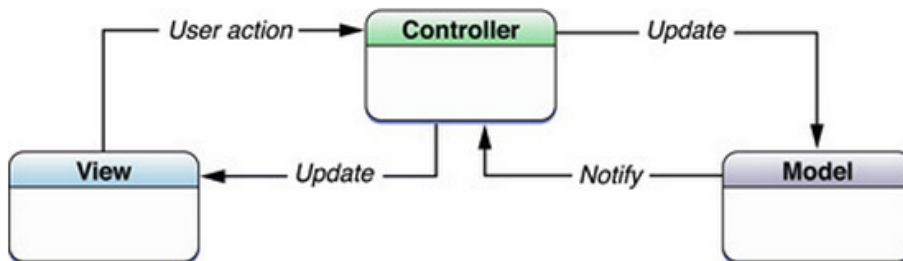



Figure 46 Model View Controller

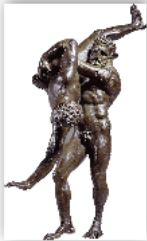
5.3.2 Το γραφικό περιβάλλον και η λειτουργικότητα της εφαρμογής


Στην ενότητα αυτή περιγράφονται μια προς μία οι οθόνες του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής και η λειτουργικότητά τους.

5.3.2.1 “Κοντά μου”

●●●●○ COSMOTE 📶 2:05 π.μ. 📍 🕒 📶 98% 🔋

 Μαρμάρινο άγαλμα κούρου, από το Σούνιο
Γύρω στο 600 π.Χ.

 Χάλκινο σύμπλεγμα παλαιστών.

 Χάλκινο τάλαντο σε σχήμα "δοράς βοδιού", τύπος ιδιαίτερα διαδεδομένος από τον 16ο έως τον 11ο αι. π.Χ. σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Η κυπριακή προέλευση των ταλάντων αυτών έχει

🗺️ Χάρτης **📍 Κοντά μου** ⏳ Ιστορικό 🏆 Οι πόντοι μου 📄 ? Παιχνίδια

Στην οθόνη αυτή εμφανίζεται μια λίστα με τα εκθέματα που είναι «κοντά» (ενότητα [Εκτίμηση εγγύτητας \(ranging\) των beacons](#)) στον επισκέπτη του μουσείου και με σειρά εγγύτητας. Αν κάνει tap σε κάποιο από αυτά ή αν πάει ακριβώς δίπλα στο έκθεμα εμφανίζεται η οθόνη με τις λεπτομέρειες του εκθέματος. Αυτό το φιλτράρισμα των αποστάσεων βασίστηκε στην υπόθεση ότι υπάρχουν πολλά εκθέματα σε μια αίθουσα και έχουν τοποθετηθεί beacons κοντά σε αυτά και επομένως ο χρήστης μπορεί να βρίσκεται κοντά σε πολλά beacons ταυτόχρονα. Αν όμως το μουσείο έχει εκθέματα στα οποία αφιερώνονται μεγαλύτεροι χώροι (για παράδειγμα μια ολόκληρη αίθουσα) ή τοποθετούνταν ένα beacon ανά αίθουσα το οποίο αντιστοιχούσε σε πληροφορίες για πολλά εκθέματα, ίσως ήταν σοφότερο να γίνει διαφορετικό φιλτράρισμα. Σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσε να εμφανίζονταν στη λίστα τα beacons που είναι σε «μακρινή απόσταση» και αν ο επισκέπτης πλησίαζε σε «κοντινή απόσταση» σε ένα beacon να εμφανίζονταν οι λεπτομέρειές του. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης δεν θα μπορούσε με tap στη λίστα να μεταβεί στις λεπτομέρειες του εκθέματος. Θα έπρεπε να πάει «κοντά» του για να «ξεκλειδώσουν» οι πληροφορίες αυτές.

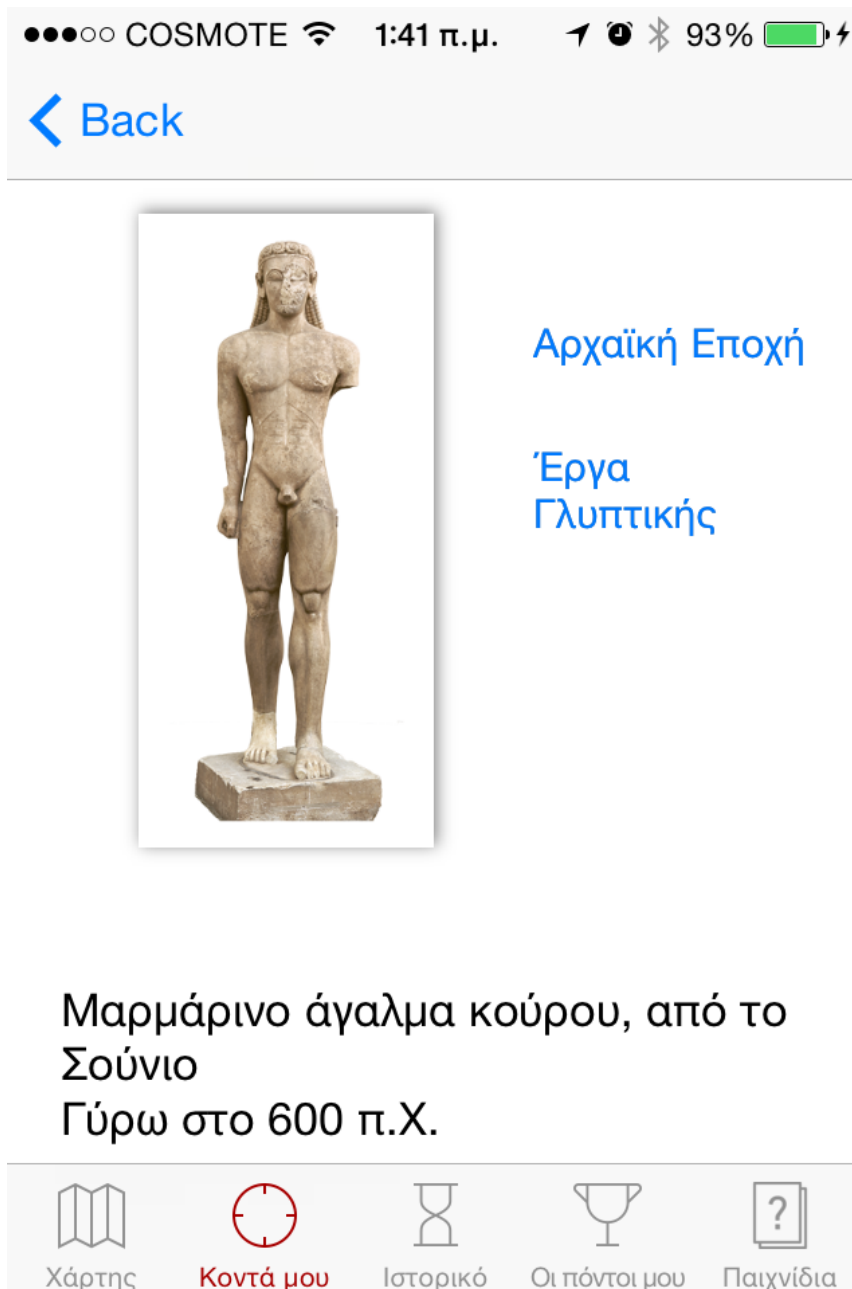
Το γεγονός ότι ο χρήστης πρέπει να βρίσκεται κοντά σε ένα έκθεμα για να δει τις λεπτομέρειες για αυτό αντί να μπορεί να μπορεί να τις δει για παράδειγμα από το σπίτι του κάνει την εφαρμογή πιο διαδραστική και τον παροτρύνει να συμμετάσχει σε μια πιο ζωντανή εμπειρία. Φυσικά αυτό δεν είναι μονόδρομος. Η ενότητα «κοντά μου» της εφαρμογής θα μπορούσε να συνυπάρχει σε μια εφαρμογή με άλλες ενότητες που του δίνουν την ευκαιρία να αναζητήσει τα εκθέματα ασχέτως της θέσης του. Σε αυτή την περίπτωση η ενότητα «κοντά μου» θα τον διευκολύνει αν βρίσκεται στο μουσείο και απλά δεν θα την χρησιμοποιήσει όταν χρησιμοποιεί από άλλο χώρο. Σε αυτό το σενάριο και πάλι ο χρήστης παροτρύνεται να πάει στο μουσείο και να δει από κοντά τα εκθέματα με το σύστημα πόντων και το σύστημα επιβράευσης, αυτό που ονομάζουμε σε όρους marketing **loyalty program**.

Το loyalty program λειτουργεί ως εξής: Όταν γίνεται η μετάβαση προς τις λεπτομέρειες του εκθέματος, και γνωρίζουμε ταυτόχρονα ότι ο χρήστης βρίσκεται κοντά του, ο χρήστης κερδίζει κάποιους πόντους ως επιβράευση. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος πόντων είναι κάτι που εξαρτάται από το μουσείο, τις ιδιαιτερότητές του και τους τύπους εξαργύρωσης που μπορεί να προσφέρει αλλά ενδεικτικά στο Move n' Learn ο χρήστης κάθε φορά που

επισκέπτεται ένα έκθεμα κερδίζει 5 γενικούς πόντους, 5 πόντους για την αντίστοιχη ιστορική περίοδο, 5 πόντους για την κατηγορία τέχνης και 5 πόντους για κάθε ετικέτα (λέξη-κλειδί ή tag) που έχει το έκθεμα.

Η εξαργύρωση των πόντων θα περιγραφεί στην οθόνη «Οι πόντοι μου»

5.3.2.2 Λεπτομέρειες εκθέματος



The screenshot shows a mobile application interface. At the top, the status bar displays 'COSMOTE', signal strength, Wi-Fi, time '1:41 π.μ.', location, alarm, Bluetooth, and battery level '93%'. Below the status bar is a navigation bar with a blue back arrow and the text 'Back'. The main content area features a photograph of a marble statue of a female figure (Kouros) on the left. To the right of the image, the text 'Αρχαϊκή Εποχή' (Ancient Age) and 'Έργα Γλυπτικής' (Sculpture Works) is displayed in blue. Below the image and text, the title 'Μαρμάρινο άγαλμα κούρου, από το Σούνιο' (Marble statue of Kouros, from Sounion) and the date 'Γύρω στο 600 π.Χ.' (Around 600 BC) are shown in black. At the bottom, there is a navigation bar with five icons: a map (Χάρτης), a red circle with a crosshair (Κοντά μου), an hourglass (Ιστορικό), a trophy (Οι πόντοι μου), and a question mark in a box (Παιχνίδια).

Στην οθόνη αυτή φαίνονται αναλυτικά οι διαθέσιμες πληροφορίες για το έκθεμα. Στο πάνω μέρος της οθόνης φαίνεται η φωτογραφία του εκθέματος και δεξιά της η ιστορική περίοδος στην οποία αντιστοιχεί και το είδος τέχνης . Αν ο χρήστης πατήσει πάνω στην ιστορική περίοδο εμφανίζεται η οθόνη με τις πληροφορίες για την ιστορική περίοδο. Αν πατήσει πάνω στο είδος τέχνης εμφανίζεται μια λίστα με τα εκθέματα που κατατάσσονται στην ίδια κατηγορία τέχνης. Αν υπήρχε και ηχητική περιγραφή για το έκθεμα ή αρχείο βίντεο θα μπορούσε να προστεθεί σε αυτό το σημείο ένα αντίστοιχο κουμπί που θα ενεργοποιεί την λειτουργία αυτή. Κάτω από αυτές τις πληροφορίες εμφανίζεται το κείμενο της περιγραφής του εκθέματος.

5.3.2.3 Χάρτης

Στην οθόνη αυτή έχουμε μια χωρο-χρονική απεικόνιση των εκθεμάτων του μουσείου. Ο χρήστης μπορεί μετακινώντας το slider που υπάρχει στο κάτω μέρος της οθόνης μπορεί να αλλάζει την χρονολογία σε τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 4000 π.Χ. και 476 μ.Χ. Ανά πάσα στιγμή πάνω από το slider εμφανίζεται η ιστορική περίοδος που αντιστοιχεί στην τρέχουσα χρονολογία. Αν ο χρήστης πατήσει πάνω στην χρονική περίοδο μεταβαίνει στην οθόνη των πληροφοριών της χρονικής περιόδου. Στον χάρτη ανά πάσα στιγμή εμφανίζονται τα εκθέματα που αντιστοιχούν στην τρέχουσα χρονική περίοδο. Αν ο χρήστης πατήσει κάποιο από τα εκθέματα εμφανίζεται ένα πλαίσιο με τον τίτλο, την κατηγορία τέχνης και την ιστορική περίοδο στην οποία αντιστοιχεί και ένα κουμπί που αν το πατήσει μεταβαίνει στην οθόνη των λεπτομερειών του εκθέματος.

Όταν αλλάζει χρονική περίοδος, τα νέα εκθέματα εμφανίζονται με ένα οπτικό εφέ που δημιουργεί την αίσθηση ότι πέφτουν στο χάρτη από τον ουρανό. Για το εφέ αυτό χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη [RBBAnimation](#).

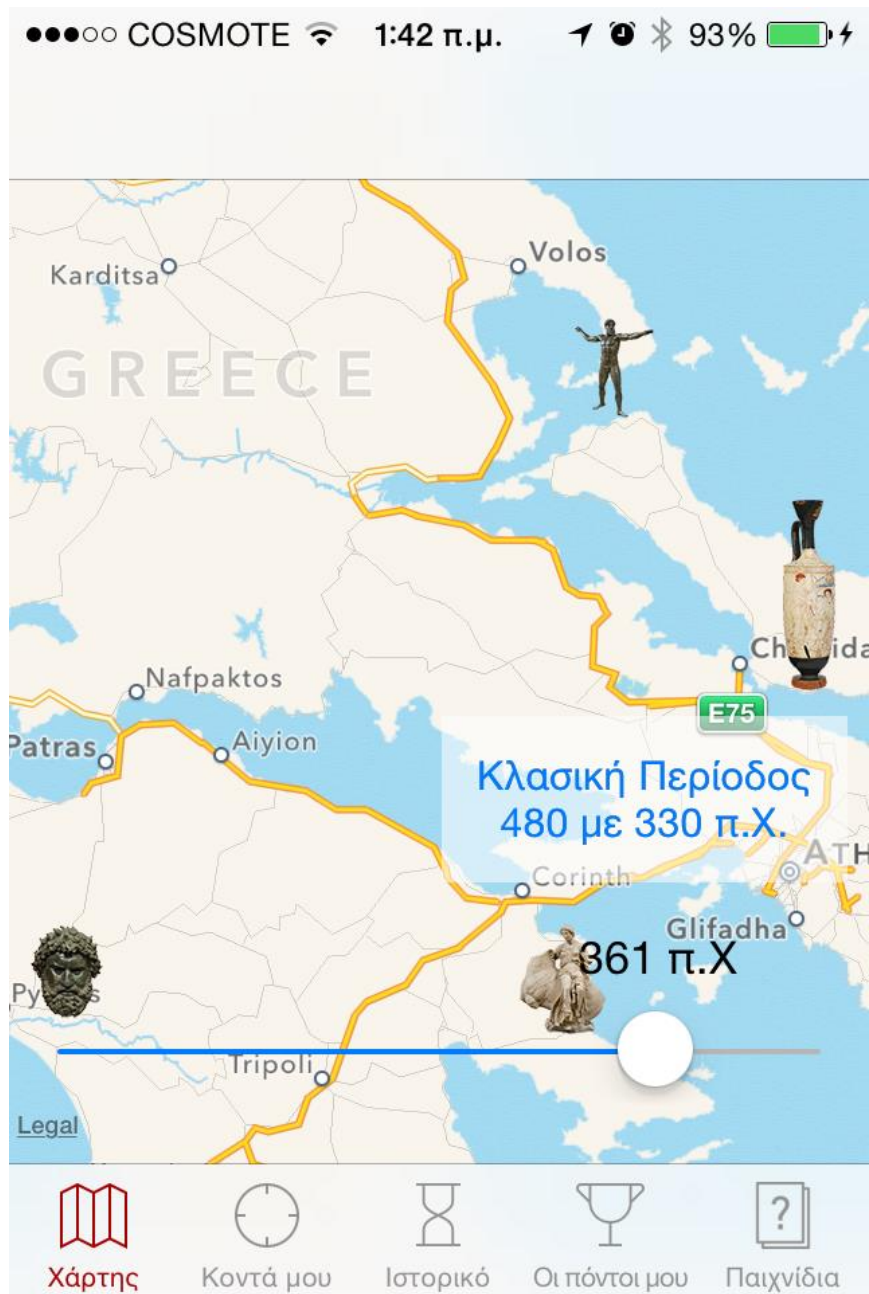


Figure 47 Χάρτης - Ο χρήστης πατάει πάνω σε ένα έκθεμα

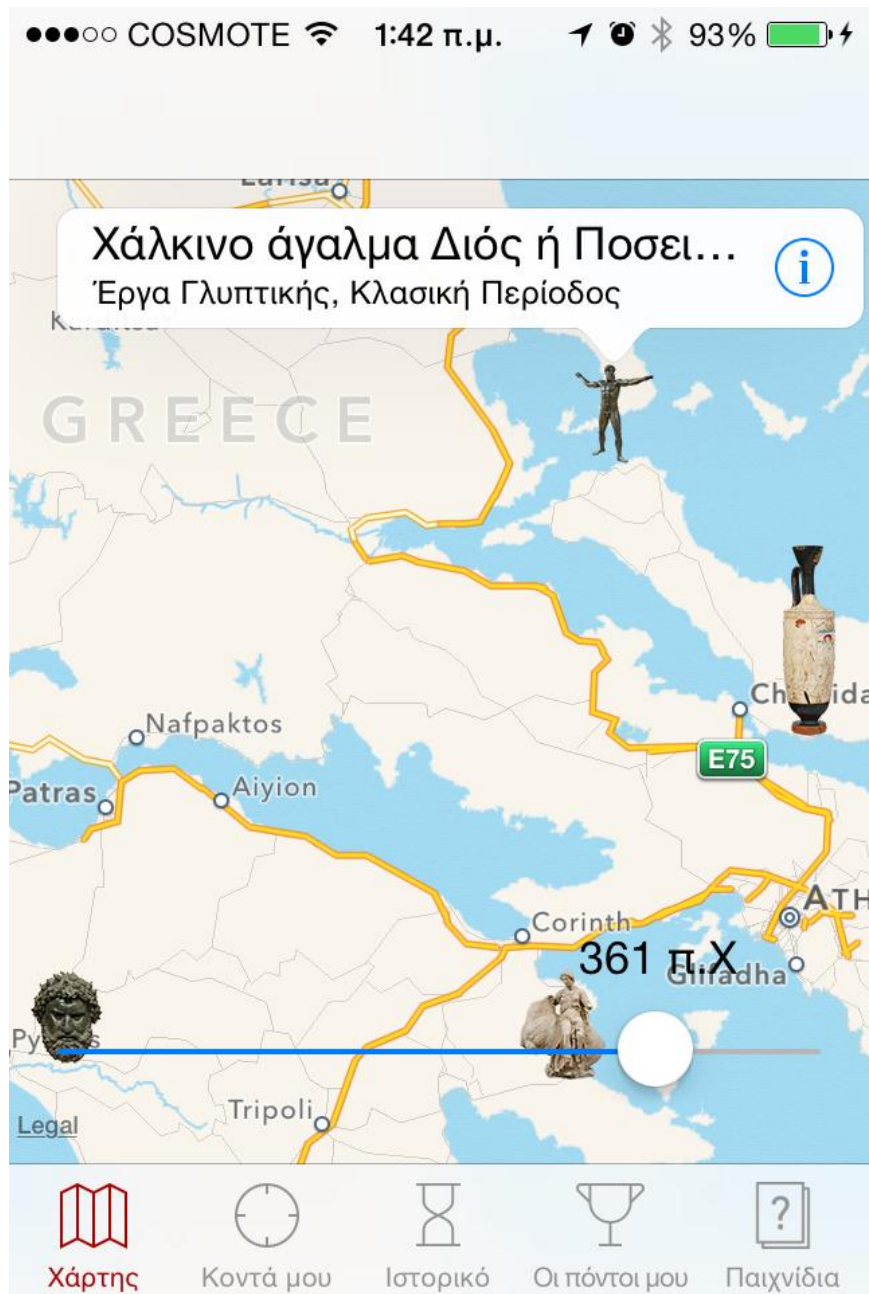


Figure 48 Χάρτης - Επιλογή χρονικής περιόδου

5.3.2.4 Λεπτομέρειες ιστορικής περιόδου

Στην οθόνη αυτή περιέχεται ένα κείμενο με πληροφορίες για την χρονική περίοδο και ένα κουμπί που οδηγεί σε μια λίστα με τα εκθέματα που αντιστοιχούν σε αυτήν.

The screenshot shows a mobile application interface. At the top, the status bar displays 'COSMOTE', signal strength, Wi-Fi, time '1:43 π.μ.', location, Bluetooth, and battery '93%'. Below the status bar is a navigation bar with a blue back arrow and the text 'Back Κλασική Περίοδος'. The main content area contains three paragraphs of text describing different periods of classical art. The first paragraph is about the 'Early Classical Period' (480-450 BC), the second about the 'Mature Period' (450-425 BC), and the third about the 'Late Classical Period' (380-325 BC). At the bottom of the text area, there is a blue banner with the text 'Εκθέματα της περιόδου'. Below the banner is a navigation bar with five icons and labels: 'Χάρτης', 'Κοντά μου', 'Ιστορικό', 'Οι πόνοι μου', and 'Παιχνίδια'.

480-450 π.Χ. • ΠΡΩΙΜΗ ΚΛΑΣΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: Η τέχνη σημειώνει σημαντικές αλλαγές, είναι η περίοδος του «Αυστηρού Ρυθμού». Οι μορφές παρουσιάζονται βαριές, σχεδόν αυστηρές, και οι επιφάνειες όσο γίνεται πιο απλοποιημένες. Γνωστότεροι γλύπτες ο Κρητίος, ο Νησιώτης, ο Πυθαγόρας, ο Κάλαμις και ο Μύρων.

450-425 π.Χ. • ΩΡΙΜΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ της κλασικής γλυπτικής, την οποία χαρακτηρίζουν κινήσεις πρωτόφαντες και στάσεις απελευθερωμένες. Τρεις γλύπτες πρωτοστατούν στην ωρίμαση της κλασικής τέχνης: ο Φειδίας από την Αθήνα, ο Μύρων από τις Ελευθερές και ο Πολύκλειτος από το Άργος.

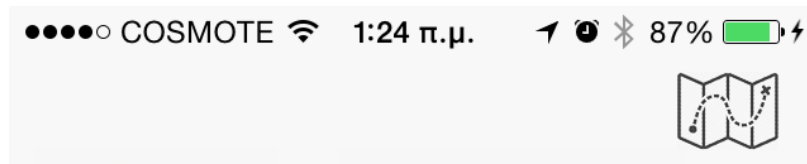
380-325 π.Χ. • ΥΣΤΕΡΗ ΚΛΑΣΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ. Κορυφαίοι γλύπτες, όπως ο Πραξιτέλης, ο Βρύασις, ο Σκόπας, ο Λεωχάρης και ο Λυσιππος, κατακτούν την τέχνη.

Εκθέματα της περιόδου

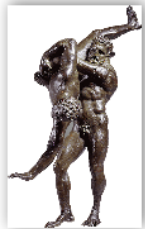
Χάρτης Κοντά μου Ιστορικό Οι πόνοι μου Παιχνίδια

5.3.2.5 Ιστορικό

Η οθόνη αυτή είναι μια λίστα από τα εκθέματα που έχει επισκευθεί ο χρήστης, με το πιο πρόσφατο να είναι στην κορυφή και το πιο παλιό κάτω κάτω. Αν πατήσει οποιοδήποτε από αυτά μπορεί να ξαναδει τις λεπτομέρειές του. Επίσης, αν πατήσει το κουμπί που βρίσκεται στην δεξιά μεριά της μπάρας πλοήγησης (navigation bar – η μπάρα που είναι στο πάνω μέρος της οθόνης) μεταβαίνει στην οθόνη του ιστορικού στο χάρτη.



Χάλκινο τάλαντο σε σχήμα "δοράς βοδιού", τύπος ιδιαίτερα διαδεδομένος από τον 16ο έως τον 11ο αι. π.Χ. σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Η κυπριακή προέλευση των



Χάλκινο σύμπλεγμα παλαιστών.



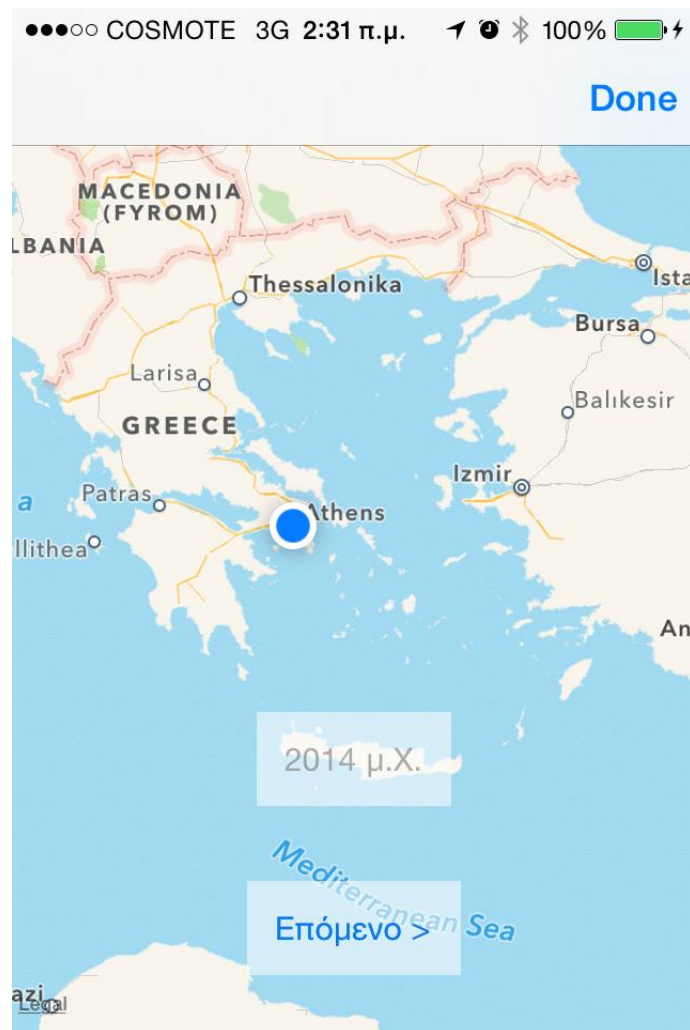
Μαρμάρινο άγαλμα κούρου, από το Σούνιο Γύρω στο 600 π.Χ.



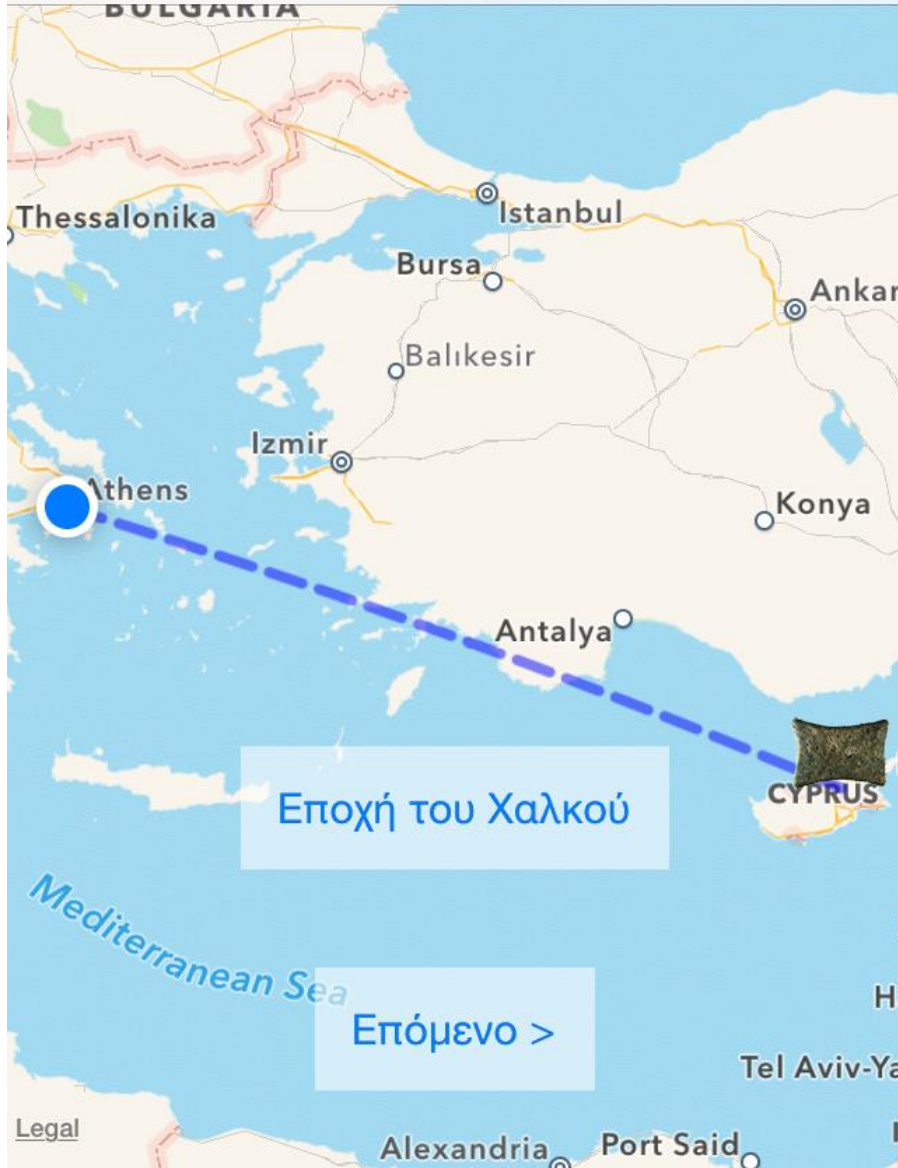
5.3.2.6 Ιστορικό στο χάρτη

Στην οθόνη αυτή το ιστορικό των εκθεμάτων που έχει επισκευθεί ο χρήστης παρουσιάζεται με τη μορφή πλοήγησης στο χωρο-χρόνο. Το ταξίδι ξεκινάει από την χρονολογία του “Σήμερα” και την τοποθεσία του μουσείου και κάθε φορά που ο χρήστης πατά το κουμπί “Επόμενο” εμφανίζεται το επόμενο έκθεμα που είδε με τη μορφή διαδρομής στο χάρτη από το προηγούμενο έκθεμα.

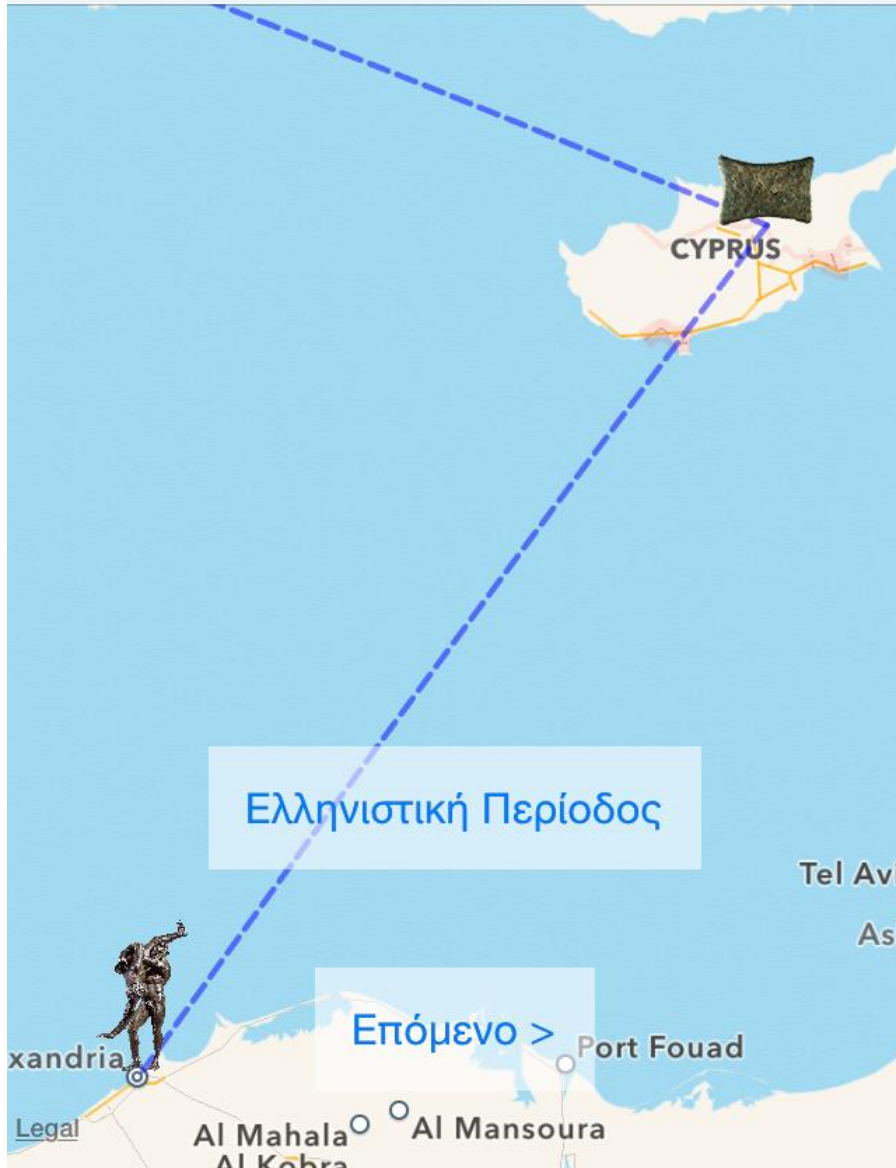
Για την σύνδεση μιας στάσης του ταξιδιού του χρήστη στο χάρτη με την επόμενη χρησιμοποιήθηκε η κλάση MKGeodesicPolyline η οποία σχεδιάζει μια γεωδαιτική πολυγραμμή στο χάρτη.



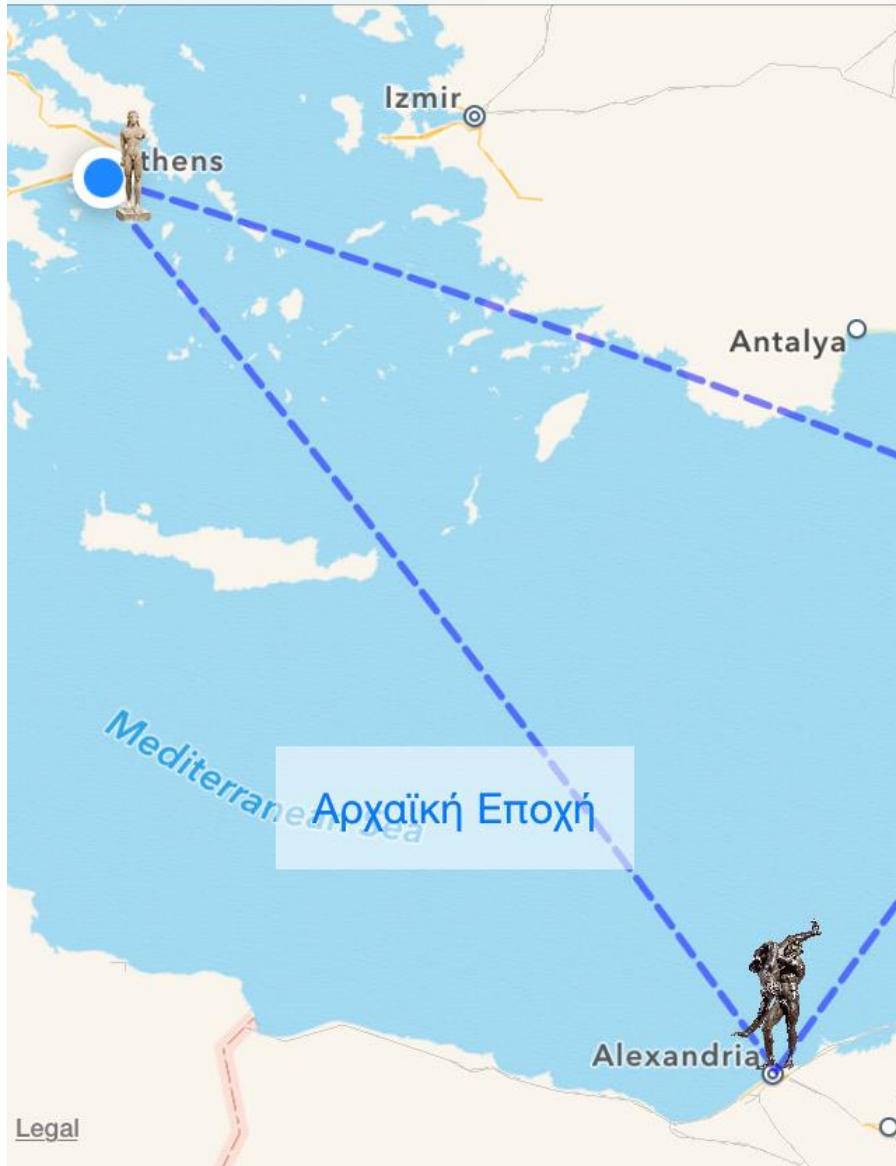
Done



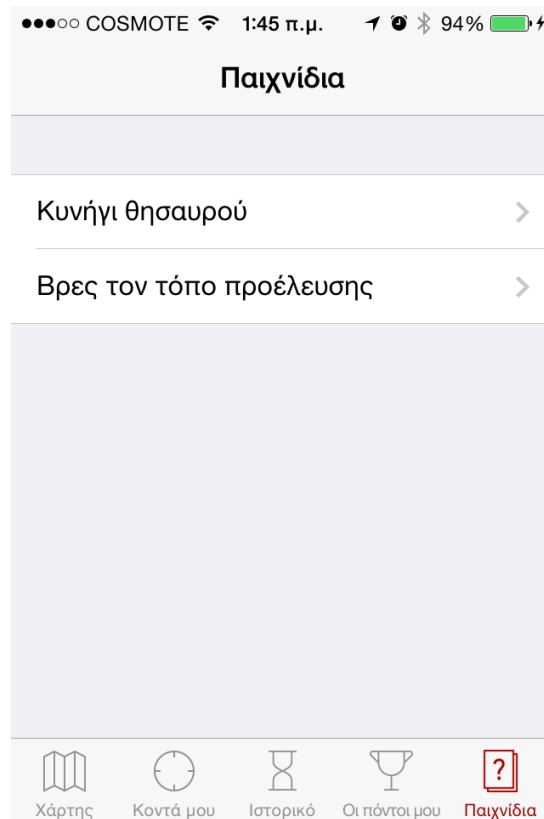
Done



Done



5.3.2.7 Παιχνίδια / Γρίφοι



Στο τμήμα αυτό της εφαρμογής ο χρήστης μπορεί να παίξει κάποια παιχνίδια / γρίφους που εξετάζουν τη γνώση του πάνω στα εκθέματα του μουσείου. Κερδίζοντας μαζεύει πόντους τους οποίους που αντιστοιχούν σε επιτεύγματα – τίτλους που μπορεί να δει στην οθόνη «Οι πόντοι μου». Τα παιχνίδια κάνουν πιο συναρπαστική την επίσκεψη στο μουσείο και επειδή είναι πιο διαδραστικά από την ανάγνωση ενός κειμένου, βοηθούν στο να αφομοιώνονται οι γνώσεις πληροφορίες πιο εύκολα. Έτσι για παράδειγμα μπορούν να αποτελέσουν ιδανικό μέσο για να κεντρισθεί το ενδιαφέρον των παιδιών γύρω από την τέχνη και την ιστορία. Στο συγκεκριμένο κομμάτι της εφαρμογής θα μπορούσε να τοποθετηθεί μεγάλη ποικιλία γρίφων ανάλογα με το περιεχόμενο του μουσείου και το κοινό της εφαρμογής. Θα μπορούσε για παράδειγμα να υπάρχει μια ομάδα γρίφων για ενήλικες και μια για παιδιά. Για τους σκοπούς

αυτής της εργασίας υλοποιήθηκαν ενδεικτικά 2 παιχνίδια: Το «Κυνήγι του χαμένου θησαυρού» και το «Βρες τον τόπο προέλευσης»

5.3.2.8 Κυνήγι Θησαυρού

Στο παιχνίδι αυτό ο παίκτης έχει έναν γρίφο που έχει ως απάντηση ένα συγκεκριμένο έκθεμα. Ο παίκτης κερδίζει αν καταφέρει και εντοπίσει το έκθεμα και πάει ακριβώς δίπλα του. Μέσω της τεχνολογίας iBeacon η συσκευή ξέρει ανά πάσα στιγμή αν ο παίκτης είναι μακριά από το έκθεμα, κοντά ή ακριβώς δίπλα του. Συνδιάζοντας τη λογική από το παιχνίδι «κρύο-ζεστό» σε κάθε μια από αυτές τις απόστασης φαίνεται αντίστοιχη ένδειξη.

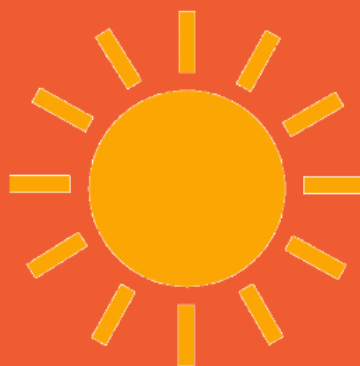


Figure 49 Κρύο Ζεστό (1): Κρύο

< Παιχνίδια

Μία κυριολεκτικά μεγάλη αφιέρωση
στον Ποσειδώνα

Ζεστό!



Χάρτης



Κοντά μου



Ιστορικό



Οι πόντοι μου



Παιχνίδια

Figure 50 Κρύο – Ζεστό (2): Ζεστό

Μία κυριολεκτικά μεγάλη αφιέρωση
στον Ποσειδώνα

ΚΑΥΤΟ!!!

Συγχαρητήρια! Το βρήκες!!



περισσότερες πληροφορίες

επόμενο αντικείμενο



Χάρτης



Κοντά μου



Ιστορικό



Οι πόντοι μου



Παιχνίδια

Figure 51 Κρύο - Ζεστό (3): Καυτό

[Back](#)

Άγαλμα κούρου από ναξιακό μάρμαρο. Το υπερφυσικού μεγέθους άγαλμα, από τα μεγαλύτερα και πιο μεγαλόπρεπα της σειράς των κούρων, βρέθηκε, μαζί με την πλίνθο και τη βάση του, σε έναν αποθέτη μπροστά στο ναό του Ποσειδώνος στο Σούνιο (Αττική). Ο κούρος ήταν αφιέρωμα στον Ποσειδώνα, και πιθανότατα ήταν στημένο μπροστά στο ναό του. Στον αποθέτη τοποθετήθηκε μετά την καταστροφή του ναού και των αναθημάτων του από τους Πέρσες το 480 π. Χ.
Ύψος 3,05μ.



Χάρτης



Κοντά μου



Ιστορικό



Οι πόντοι μου



Παιχνίδια

Figure 52 Κρύο - Ζεστό (4): Περισσότερες πληροφορίες για τη λύση

5.3.2.9 Βρες τον τόπο προέλευσης

Στο παιχνίδι αυτό ο παίκτης πρέπει να σύρει τα εκθέματα που βρίσκονται στο χάρτη και να τα βάλει στον τόπο προέλευσής τους. Οι πιθανοί τόποι προέλευσης φαίνονται με μπλε κυκλικές περιοχές στο χάρτη. Όταν ένα έκθεμα τοποθετηθεί σωστά στην τοποθεσία προέλευσής του, η αντίστοιχη κυκλική περιοχή γίνεται πράσινη.

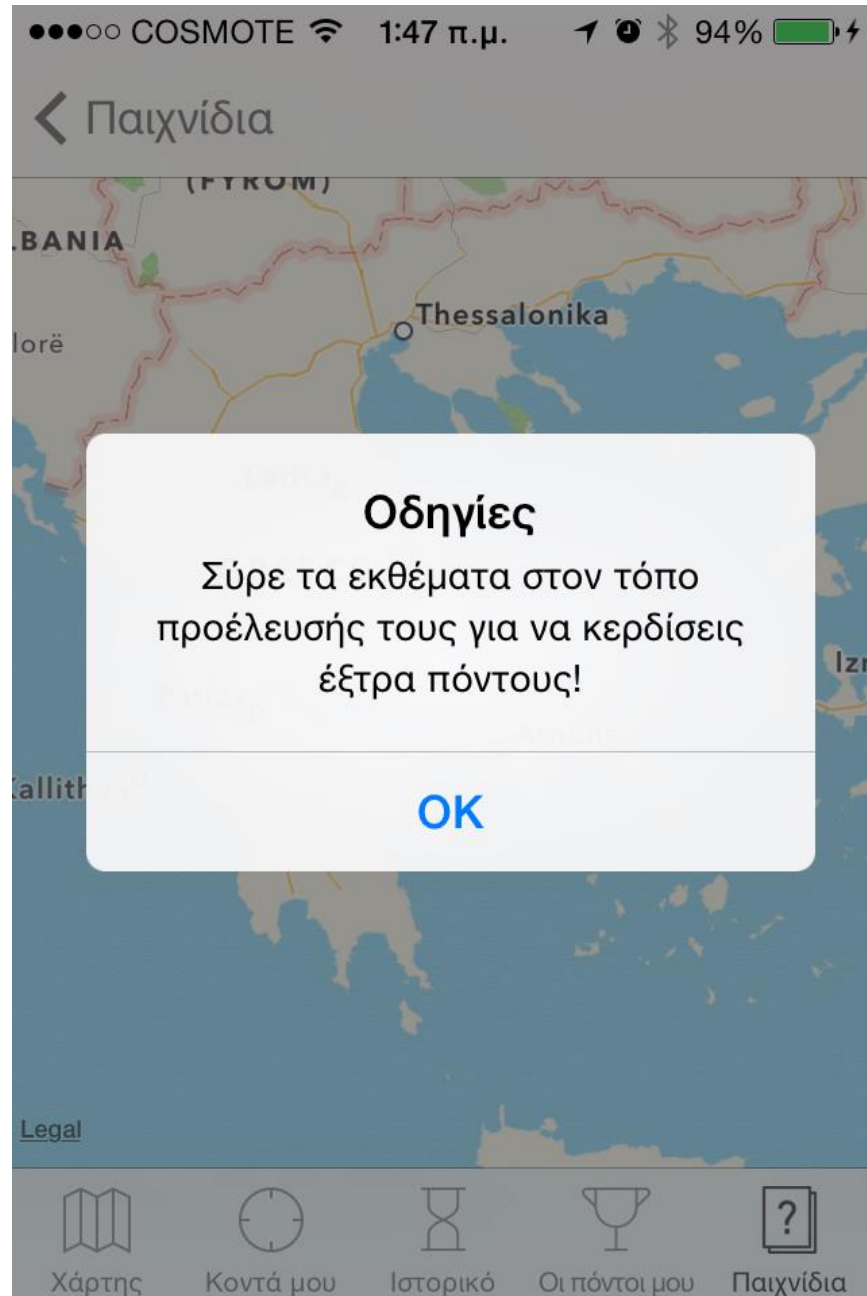
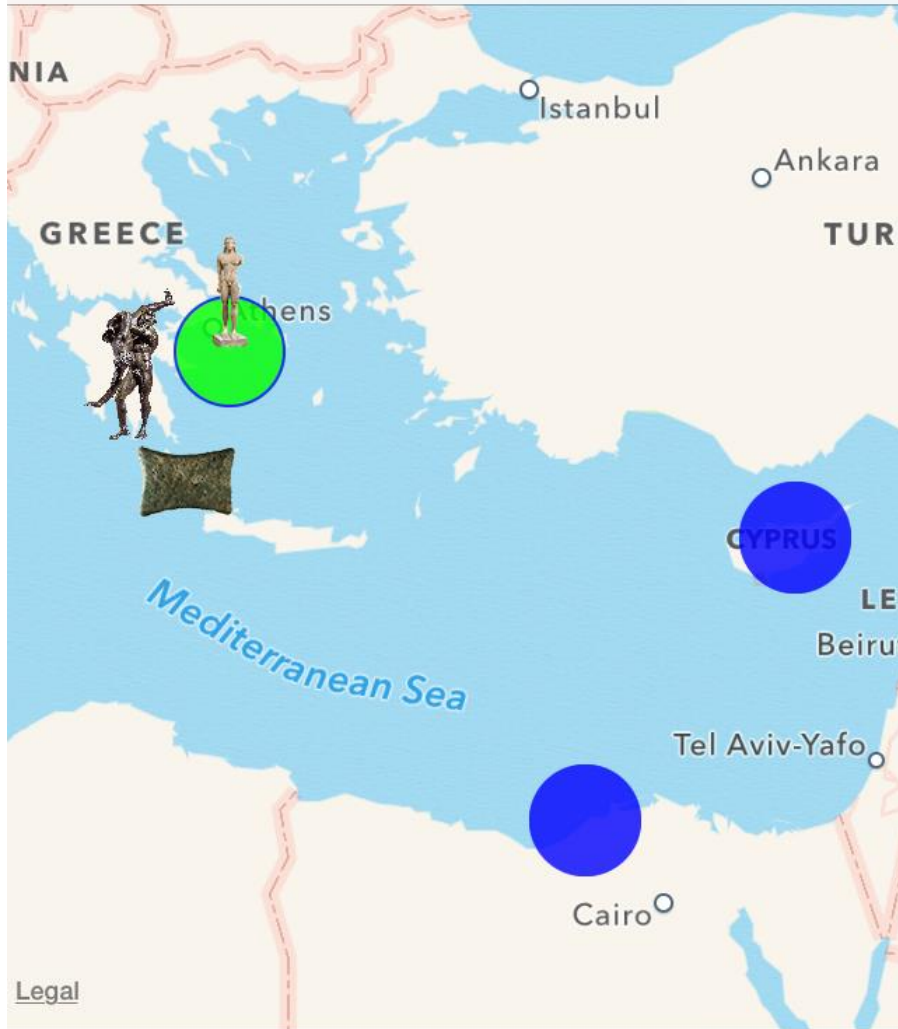


Figure 53 Βρες την τοποθεσία προέλευσης (1): Οδηγίες χρήσης

Παιχνίδια



- Χάρτης
- Κοντά μου
- Ιστορικό
- Οι πόνοι μου
- Παιχνίδια

Figure 54 Πρες τον τόπο προέλευσης (2)

Παιχνίδια

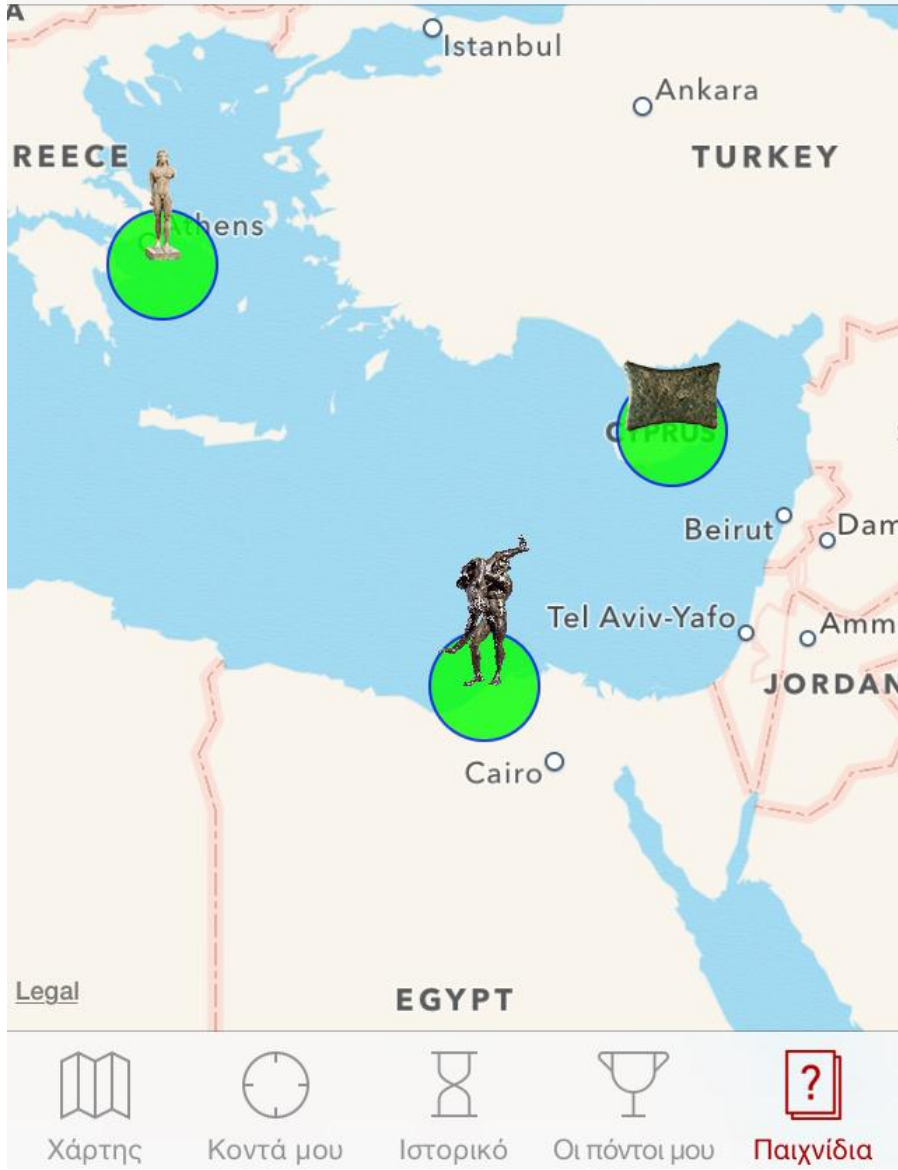


Figure 55 Βρες τον τόπο προέλευσης (3)

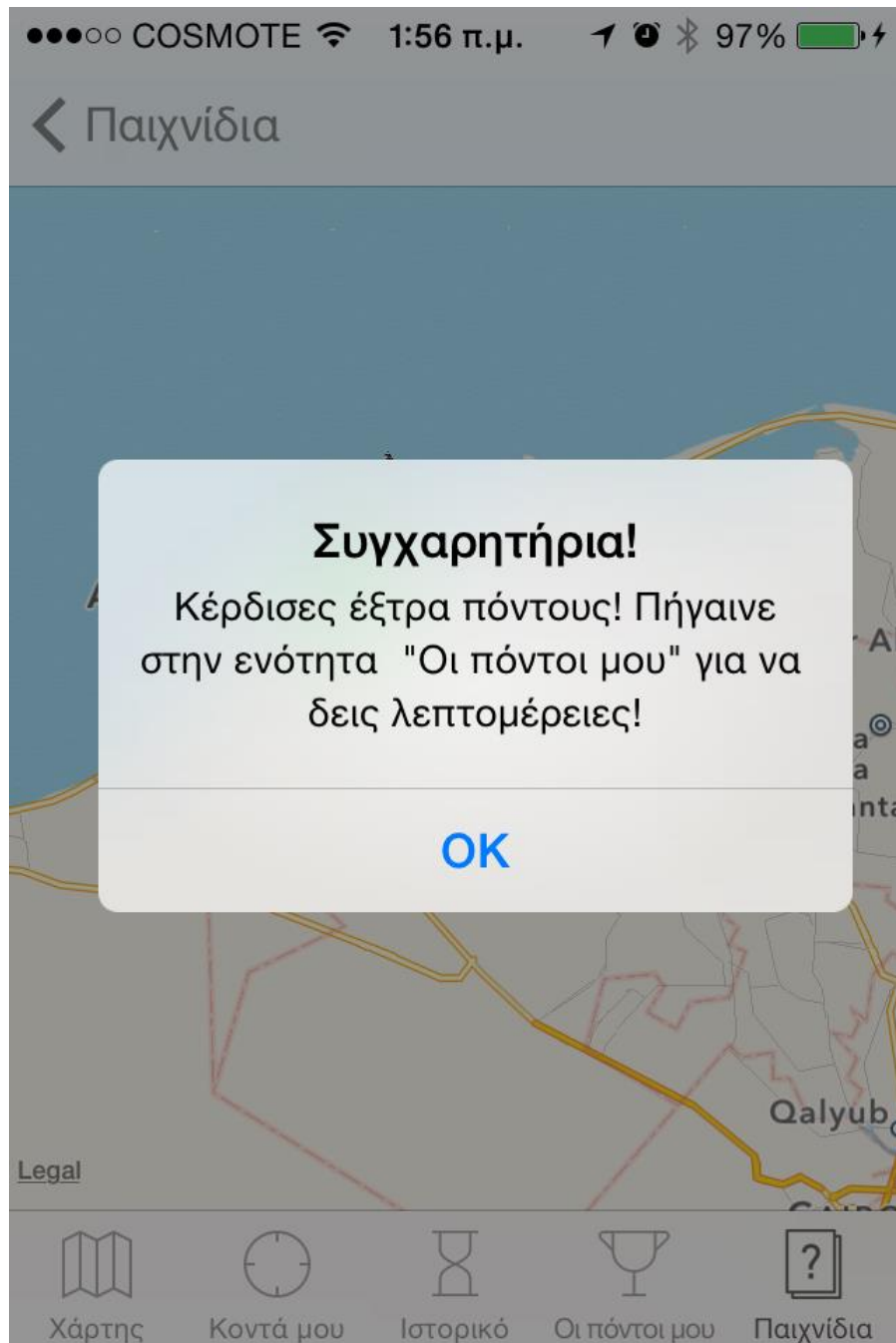


Figure 56 Βρες τον τόπο προέλευσης (3): Νίκη

5.3.2.10 Οι πόντοι μου

Στην οθόνη αυτή, ο χρήστης μπορεί να δει τους πόντους που έχει μαζέψει συνολικά ή ανά ιστορική περίοδο, κατηγορία τέχνης ή ανά ετικέτα (tag). Όσο μαζεύει πόντους του απονέμονται τίτλοι όπως «Προχωρημένος» και «Ιστορικός» (ξεκινάει ως «αρχάριος»).

●●●○○ COSMOTE 1:39 π.μ. 92%

ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΟΝΤΟΙ

90 πόντοι Προχωρημένος

ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ

Αρχαϊκή Εποχή 50 πόντοι Ιστορικός

Εποχή του Χαλκού 5 πόντοι Αρχάριος

Εποχή του Χαλκού 5 πόντοι Αρχάριος

Ελληνιστική Περίοδος 5 πόντοι Αρχάριος

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΕΧΝΗΣ

Χάρτης Κοντά μου Ιστορικό **Οι πόντοι μου** Παιχνίδια

Αρχαϊκή Εποχή 50 πόντοι **Ιστορικός**

Εποχή του Χαλκού 5 πόντοι Αρχάριος

Εποχή του Χαλκού 5 πόντοι Αρχάριος

Ελληνιστική Περίοδος 5 πόντοι Αρχάριος

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΕΧΝΗΣ

Έργα Γλυπτικής 15 πόντοι **Προχωρημένος** >

Κυπριακές Αρχαιότητες 5 πόντοι Αρχάριος

Αιγυπτιακές Αρχαιότητες 5 πόντοι Αρχάριος



Χάρτης



Κοντά μου



Ιστορικό



Οι πόντοι μου



Παιχνίδια

5.3.2.11 Κουπόνια

Η επιβράβευσή του, εκτός από τη μορφή τίτλων που το απονέμονται μπορεί να έχει και υλική μορφή. Για παράδειγμα μπορεί το μουσείο να αποφασίσει ότι θα δώσει σε όσους έχουν μαζέψει πάνω από 15 πόντους για έργα γλυπτικής να τους δώσει ένα κουπόνι με έκπτωση 15% για αγορές από το κατάστημα του μουσείου προϊόντων που έχουν να κάνουν με γλυπτική (για παράδειγμα αναμνηστικά ομοιώματα – μινιατούρες αγαλμάτων ή ένα βιβλίο για την γλυπτική στην Αρχαία Ελλάδα). Επίσης τα κουπόνια θα μπορούσαν να λειτουργούν σε συνεργασία και με άλλα μουσεία. Για παράδειγμα ο χρήστης θα μπορούσε να επιβραβευθεί με ένα δωρεάν εισιτήριο για ένα άλλο μουσείο με εκθέματα της κατηγορίας ή της εποχής που φαίνεται να τον ενδιαφέρει.

Για τα κουπόνια χρησιμοποιήθηκαν αρχεία Passes του iOS που μπορούν να αποθηκευθούν στο PassBook. Το PassBook είναι μια εφαρμογή του iOS στην οποία συγκεντρώνονται όλα τα Passes. Τα Passes συνήθως είναι κουπόνια, κάρτες επιβίβασης, εισιτήρια κ.ά. που έχουν πάνω τους χρήσιμη πληροφορία και κάποιο QRCode το οποίο χρησιμοποιείται για την επαλήθευση της εγκυρότητάς του από την άλλη μεριά (ταμείας, ελεγκτής εισιτηρίων κ.λ.π.).

Ένα άλλο ενδιαφέρον χαρακτηριστικό των Passes είναι ότι μπορούν να ενεργοποιούνται αυτόματα όταν ο χρήστης φτάνει σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία (μέσω ανίχνευσης ορίων περιοχής) και να ανοίγουν κατευθείαν από το lock screen του κινητού

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι το σύστημα πόντων και οι επιβραβεύσεις εξαρτώνται πολύ σε πραγματικές συνθήκες από το συγκεκριμένο μουσείο με το οποίο σχετίζονται, τα εκθέματά του τα προϊόντα που έχει προς πώληση, συνεργασίες με άλλα μουσεία κλπ. Έτσι η λογική πίσω από τις επιβραβεύσεις μπορεί να είναι από πολύ απλή μέχρι αρκετά πολύπλοκη. Για το λόγο αυτό δεν κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη λύση για σύστημα επιβράβευσής αλλά προτείνεται ως μελλοντική επέκταση εφόσον υπάρχει ενδιαφέρον από κάποιον πολιτιστικό φορέα για υλοποίηση. Τα δεδομένα των πόντων και η λογική της επιβράβευσής στην εφαρμογή που αναπτύχθηκε είναι «ψεύτικα» («dummy data») και

χρησιμεύουν απλά για λόγους παρουσίασης της εμπειρίας που θα προσέφερε μια τέτοια λειτουργικότητα.



Figure 57 Λεπτομέρειες επιβράβευσης

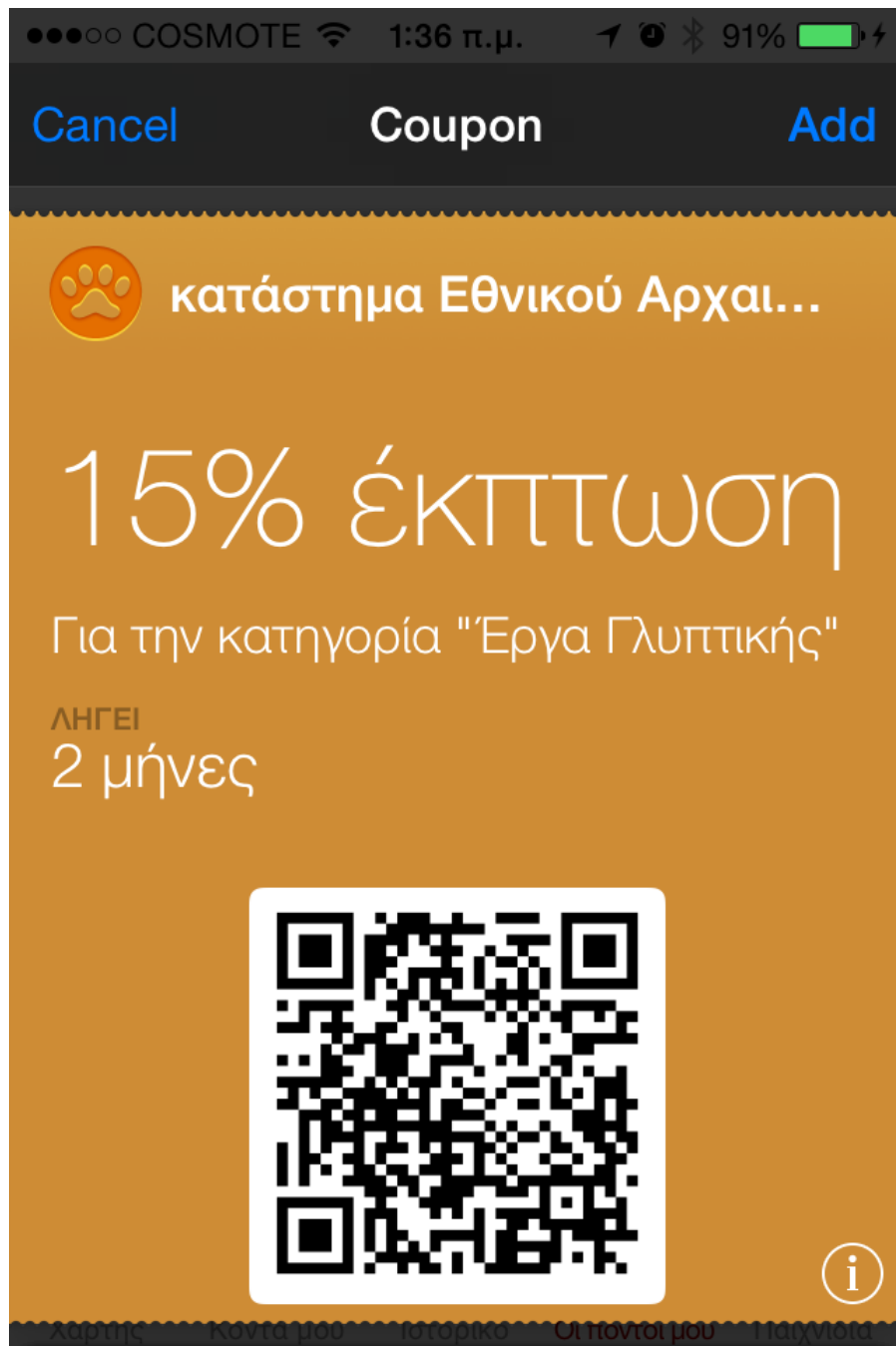


Figure 58 Προσθήκη κουπονιού

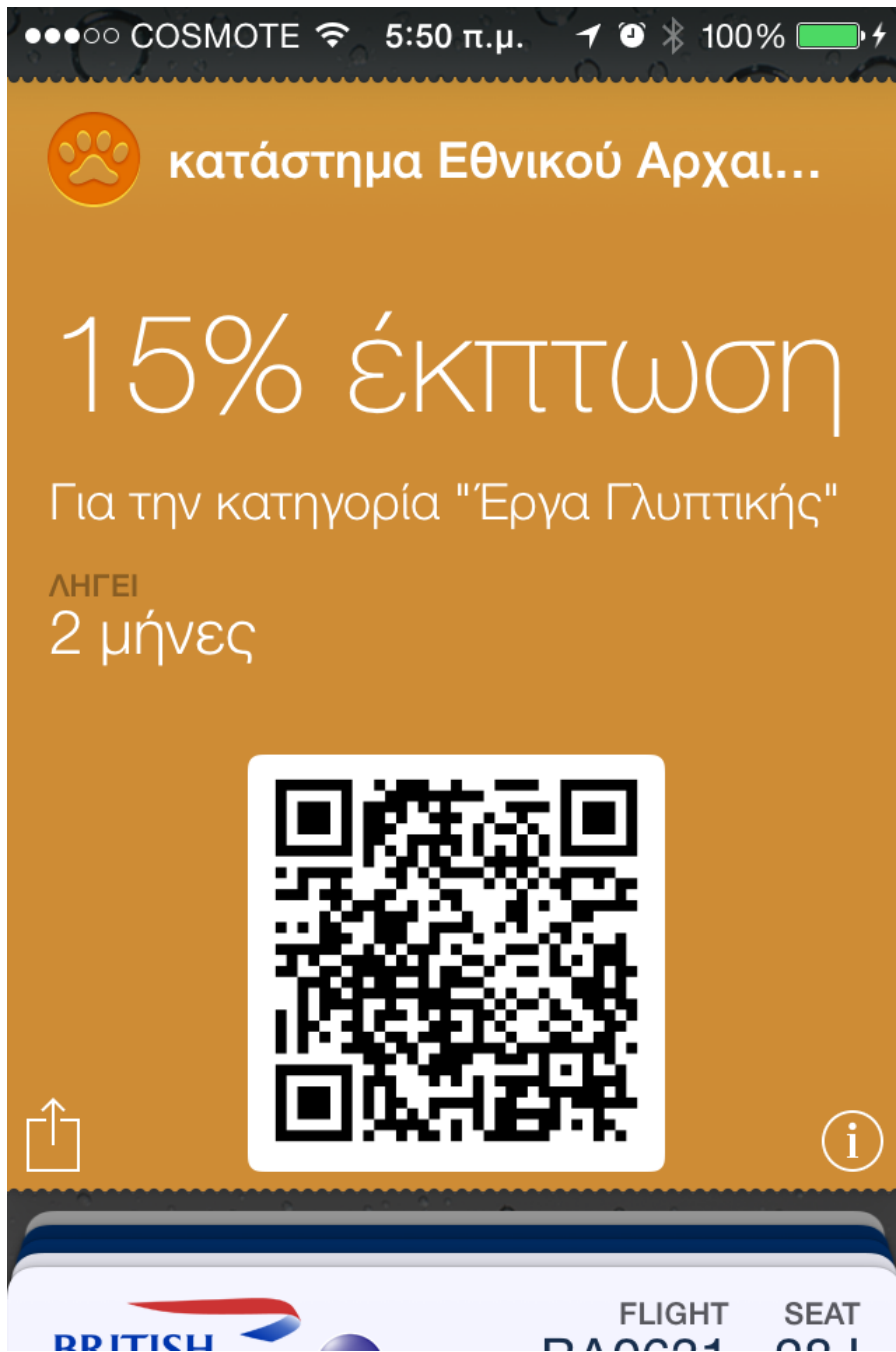


Figure 59 Το κουπόνι στο PassBook

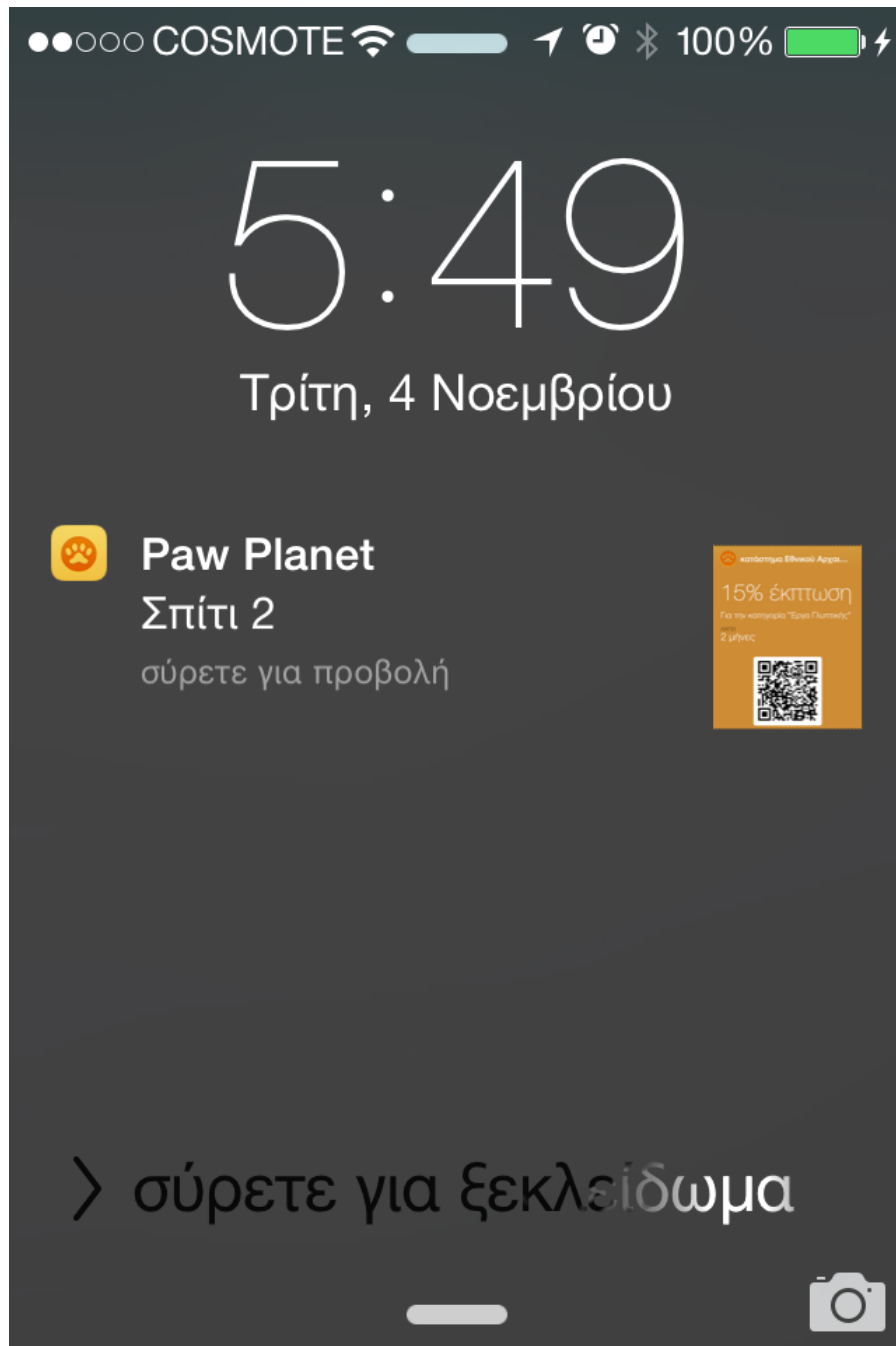


Figure 60 To Pass στο lock screen όταν ο χρήστης βρίσκεται στον μια από τις τοποθεσίες που ενεργοποιείται

Σημείωση: Στις παραπάνω εικόνες το όνομα και το λογότυπο του Pass είναι αυτά που υπάρχουν στο template Pass του [PassSource](#), του εργαλείου δηλαδή που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία τους. Επειδή χρησιμοποιήθηκε η δωρεάν έκδοση της υπηρεσίας, δεν υπήρχε δυνατότητα τροποποίησής τους.

6 Συμπεράσματα

Το τελικό αποτέλεσμα της εργασίας αυτής είναι **μια εφαρμογή** που αν και έχει ενδεικτικά δεδομένα, **είναι πλήρως λειτουργική** και επαληθεύει τις υποθέσεις που είχαν γίνει και πετυχαίνει τους στόχους της.

Συγκεκριμένα οι δοκιμές της εφαρμογής Move n' Learn δείχνουν ότι:

- Προσφέρει **εύκολη εύρεση πληροφοριών** για κοντινά εκθέματα. Σε αντιδιαστολή με τις υπάρχουσες εφαρμογές που η αναζήτηση συγκεκριμένου εκθέματος απαιτεί αρκετά δευτερόλεπτα και σχετικά μεγάλη εξοικείωση του χρήστη με την δομή της εφαρμογής, στην περίπτωση του Move n' Learn η εύρεση των πληροφοριών που ενδιαφέρουν τον χρήστη είναι σχεδόν ακαριαία. Οι δοκιμές έδειξαν ότι **χρειάζεται λιγότερο από 2 δευτερόλεπτα για να ολοκληρωθεί η παρακολούθηση ορίων περιοχής (region monitoring) και η ανίχνευση εγγύτητας beacons από τη στιγμή που ο χρήστης επιλέγει να “μπει” στην οθόνη “Κοντά μου”**.
- Η **ακρίβεια των estimate beacons είναι πολύ καλή**. Δεν έγινε δοκιμή κατά την οποία κάποιο beacon ήταν στο ίδιο δωμάτιο με τη συσκευή και η εφαρμογή δεν τα εντόπισε παρόλο που έγιναν και πολλές δοκιμές με εμπόδια ανάμεσά τους.

- Τα beacons είναι αρκετά μικρά και ελαφριά και η εγκατάστασή τους θα είναι εύκολη στον χώρο ενός μουσείου χωρίς κίνδυνο φθοράς των εκθεμάτων.
- Η **χωροχρονική απεικόνιση των εκθεμάτων** αλλά και του «ταξιδιού» του επισκέπτη του μουσείου στο χάρτη αποτελεί μια νέα, διαδραστική μορφή παρουσίασης των εκθεμάτων που βοηθάει πολύ την αφομοίωση της γνώσης.
- Η **χρήση παιχνιδιών-γρίφων**, ειδικά όταν αυτοί χρησιμοποιούν την χωροχρονική πληροφορία και την φυσική θέση του χρήστη κάνουν την επίσκεψη στο μουσείο και την εκμάθηση πιο ευχάριστη.
- Η **επιβράβευση της επίσκεψης του χρήστη** στο μουσείο και της αλληλεπίδρασής του με πόντους που μπορούν ενδεχομένως να εξαργυρωθούν κάνει την επίσκεψη πιο ελκυστική για τον χρήστη και βοηθάει την ενίσχυση των πολιτισμικών χώρων.

Συνοψίζοντας, εκτιμάται ότι η ύπαρξη μιας εφαρμογής για μουσείο σαν αυτή του Move n' Learn εκτιμάται ότι θα βοηθούσε πολύ στην καλλιέργεια ενδιαφέροντος για την ιστορία και τον πολιτισμό, ειδικά στους νέους και θα ενίσχυε σημαντικά τις δραστηριότητες του μουσείου. Επομένως προτείνεται η εξέταση του ενδεχομένου επέκτασής της σε πλήρη εφαρμογή για κάποιο μουσείο.

7 Μελλοντική δουλειά

Ακριβώς επειδή το Move n' Learn δεν αποτελεί μια ολοκληρωμένη εφαρμογή αλλά την επαλήθευση υπόθεσης για τις προτάσεις που έγιναν στα πλαίσια αυτής της εργασίας για την κατεύθυνση προς πιο διαδραστικές location based εφαρμογές μουσείων με τη χρήση των τεχνικών του gamification και του loyalty marketing, έχει πολλά περιθώρια επέκτασης. Προτείνονται τα παρακάτω:

- Παρουσίαση της εργασίας σε μουσεία ή άλλους πολιτισμικούς φορείς με σκοπό την εύρεση κάποιου χώρου τις συγκεκριμένες ανάγκες του οποίου θα προσαρμοστεί η εφαρμογή.
- Δημιουργία Συστήματος Διαχείρισης Δυναμικού Περιεχομένου (Content Management System) και API service που θα επικοινωνεί με την mobile εφαρμογή. Έτσι οι υπάλληλοι του μουσείου θα μπορούν να ανανεώνουν το περιεχόμενο δηλαδή τα εκθέματα, τις ιστορικές περιόδους και τις πληροφορίες τους (κείμενα και εικόνες) και η mobile εφαρμογή να ανανεώνει αντίστοιχα το περιεχόμενό της χωρίς να χρειάζεται να περάσει από την διαδικασία update του Appstore.
- Ανάλογα με την περίπτωση του μουσείου και των στόχων του μπορεί να κρίνεται αναγκαία και η προσθήκη πιο «παραδοσιακών» οθονών και λειτουργιών εφαρμογής μουσείων όπως αναζήτηση εκθεμάτων με λέξεις κλειδιά, αίθουσα και κατηγορία, ανεξαρτήτως της τρέχουσας θέσης του χρήστη.
- Προσθήκη ηχητικών περιγραφών των εκθεμάτων και βίντεο όπου αυτό είναι εφικτό.

- Προσθήκη indoor navigation συστήματος που θα μπορεί να απεικονίσει την τρέχουσα θέση του χρήστη σε κάτοψη του ορόφου και θα μπορεί να του δώσει αναλυτικές οδηγίες για το πώς να μεταβεί σε συγκεκριμένο έκθεμα, στην καφετέρια, στις κοντινότερες τουαλέτες κ.λ.π. Παρότι υπάρχουν πολλές διαθέσιμες λύσεις ([Εντοπισμός Θέσης Εσωτερικών Χώρων \(Indoor Positioning\)](#)) προτείνεται η ένταξη του μουσείου στο πρόγραμμα Indoor Location της Apple καθώς προβλέπεται να είναι η πιο αξιόπιστη λύση κρίνοντας από την λειτουργικότητά της (μεγάλη ακρίβεια, ενσωμάτωση στους χάρτες της Apple, εμφάνιση της εφαρμογής στο lock screen του χρήστη όταν είναι κοντά κ.α.) και από το ότι θα έχει την υποστήριξη της Apple.
- Έχοντας προσθέσει indoor navigation positioning σύστημα θα είναι εφικτή η μέτρηση του αριθμού των ατόμων που βρίσκονται ανά πάσα στιγμή σε κάθε όροφο και αίθουσα. Αυτό θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο στο να μπορούν να δουν οι επισκέπτες αν κάποια αίθουσα έχει πολυκοσμία και να κατευθυνθούν αρχικά σε κάποια άλλη.
- Καταγραφή στατιστικών στοιχείων (analytics) για τα εκθέματα που έχουν το περισσότερο ενδιαφέρον για τους επισκέπτες, τις χρονικές περιόδους που τους ενδιαφέρουν περισσότερο κ.λ.π.
- Προσθήκη λειτουργικότητας προτάσεων στον χρήστη της εφαρμογής για εκθέματα προϊόντα του καταστήματος ή άλλα μουσεία που είναι πιθανόν να τον ενδιαφέρουν κρίνοντας από την αλληλεπίδρασή του με την εφαρμογή και εκθέματα.
- Δημιουργία λίστας με τους πόντους όλων των χρηστών της εφαρμογής (leaderboards).
- Integration με κοινωνικά δίκτυα. Προσθήκη δυνατότητας share ενός επιτεύγματος ή των πληροφοριών εκθέματος.
- Προσθήκη δυνατότητας πρόκλησης (challenge) «φίλων» του χρήστη που έχουν την εφαρμογή να ξεπεράσουν κάποιο επίτευγμά του.

8 Bibliography

Βικιπαιδεία. (n.d.). *Αστρολάβος*. Retrieved from Βικιπαιδεία:
<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BB%CE%AC%CE%B2%CE%BF%CF%82>

Θεοδωρίδης, Γ. (2004, Δεκέμβριος). Next-Generation Location-based Services (LBS): Issues and Technologies.

Vakali, A. (n.d.). *AMΘ mobile*. Retrieved from Itunes:
<https://itunes.apple.com/us/app/amth-mobile/id603493530?mt=8>

Ζώγια, Β. (n.d.). Retrieved from ΒΗmagazino:
<http://www.tovima.gr/vimagazino/interviews/article/?aid=452574>

(n.d.). Retrieved from buzzle.com: <http://www.buzzle.com/articles/how-location-tracking-works.html>

(n.d.). Retrieved from Wrongful Convictions Blog:
<http://wrongfulconvictionsblog.org/2012/06/01/cell-tower-triangulation-how-it-works/>

U.S. Government. (n.d.). Retrieved from GPS.gov:
<http://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/>

University of Oulu - University of Oulu - Faculty of Information Technology and Electrical Engineering. (n.d.). <http://www.oulu.fi/>. Retrieved from <http://www.oulu.fi/cse/personnel/janne-haverinen/homepage>

Wikipedia. (n.d.). *Magnetic positioning*. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_positioning

Wikipedia. (n.d.). *Mobile phone tracking*. Retrieved from Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_phone_tracking

Wikipedia. (n.d.). *Radar*. Retrieved from Wikipedia.

Aguilera, T., Paredes, J.A., Alvarez, F.J, Suarez, J.I., & Hernandez, A. Acoustic local positioning system using an iOS device. *Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), 2013*. IEEE.

Apple Inc. (2014, June 2). *iBeacon for Developers*. Retrieved from Apple Developer: <https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>

Apple. (2014). Taking Core Location Indoors. *Apple Worldwide Developers Conference*. Apple Inc.

ByteLight. (n.d.). <http://www.bytelight.com/>. Retrieved from <http://www.bytelight.com/>: <http://www.bytelight.com/>

Cocoapods. (n.d.). Retrieved from Cocoapods: <http://cocoapods.org/>

Estimote. (n.d.). Retrieved from Estimote: <http://estimote.com/>

Grainger, M. (2010). Using Core Location in iOS 4. *Apple Worldwide Developers Conference*.

IndoorAtlas. (n.d.). Retrieved from <https://www.indooratlas.com/>

Jekabsons1 , G., Kairish, V., & Zuravlyov, V. (2011). An Analysis of Wi-Fi Based Indoor Positioning Accuracy. *Scientific Journal of Riga Technical University Computer Science. Applied Computer Systems* .

Meridian (Aruba Networks). (n.d.). Retrieved from <http://www.meridianapps.com/>: <http://www.meridianapps.com/>

Mio Technology Corp. (n.d.). Retrieved from http://eu.mio.com/el_gr/global-positioning-system_how-does-gps-work.htm

PassSource. (n.d.). *PassSource*. Retrieved from PassSource: <http://www.passsource.com/>

Stenneth, L., & Yu, P. Privacy-Aware Mobile Location-Based Systems. academia.edu.