



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Ανάπτυξη Εφαρμογής «Museum Treasure Hunt» για  
κινητές συσκευές**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

**ΜΑΡΙΑΣ Γ. ΚΟΝΔΥΛΗ**

**Επιβλέπων :** Στέφανος Κόλλιας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιανουάριος 2018





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

## Ανάπτυξη εφαρμογής «Museum Treasure Hunt» για κινητές συσκευές

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

**ΜΑΡΙΑΣ Γ. ΚΟΝΔΥΛΗ**

**Επιβλέπων :** Στέφανος Κόλλιας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 23<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2018.

(Υπογραφή)

.....  
Στέφανος Κόλλιας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....  
Γεώργιος Στάμου  
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....  
Ανδρέας Σταφυλοπάτης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιανουάριος 2018

(Υπογραφή)

.....

**ΚΟΝΔΥΛΗ ΜΑΡΙΑ**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Μαρία Γ. Κονδύλη, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περίληψη

Η ικανοποίηση των επισκεπτών σε μουσεία σχετίζεται άμεσα με την εμπειρία της μάθησης, της ανακάλυψης και της συμμετοχής στη κινητοποίηση των μαθησιακών συμπεριφορών. Τα συστήματα εντοπισμού θέσης αποτελούν μια κατάλληλη λύση για την ενίσχυση της πολιτιστικής εμπειρίας μέσα σε κάποιο μουσείο, επειδή μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των επισκεπτών μέσω της παροχής ηλεκτρονικού περιεχομένου και υπηρεσιών. Η χρησιμοποίηση ενός κινητού ψηφιακού εργαλείου, κατά τη διάρκεια μιας επίσκεψης, σίγουρα αποκαλύπτει νέες δυνατότητες κατασκευής μη συμβατικών σεναρίων μάθησης. Σε αυτό το πλαίσιο θεωρήθηκε πως υπάρχει πρόσφορο έδαφος για τη σχεδίαση της εφαρμογής «Museum Treasure Hunt» για συσκευές iOS. Για την ανάπτυξη της μελετήσαμε έννοιες όπως παιχνιδοποίηση, παιχνίδια σοβαρού σκοπού, εξέλιξη και τεχνικές εύρεσης τοποθεσίας σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Η παρούσα μελέτη έχει στόχο να εμπλουτίσει το συγκεκριμένο τομέα παρουσιάζοντας το εννοιολογικό πλαίσιο και τις βασικές αρχές σχεδίασης της εφαρμογής, η οποία βασίζεται στη τοποθεσία του χρήστη και ενσωματώνει μια προσέγγιση ψηφιακής αφήγησης μέσα από ένα κυνήγι θησαυρού. Ο χρήστης ακολουθεί την ιστορία κατά την επίσκεψή του στο μουσείο, ενώ παράλληλα λύνει γρίφους και συγκεντρώνει πόντους. Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στον επισκέπτη του μουσείου να βλέπει εύκολα πληροφορίες και υλικό για τα εκθέματα, εντοπίζοντας τη θέση του χρήστη στο χώρο με χρήση της τεχνολογίας beacon, δηλαδή μικρών πομπών Bluetooth χαμηλής ενέργειας που βρίσκονται κοντά στα εκθέματα. Το παιχνίδι αναπτύχθηκε για το Μουσείο Ισλαμικής Τέχνης και έχει σκοπό να ενισχύσει την επικοινωνία του περιεχομένου του με το ευρύ κοινό, κυρίως των νεαρών ατόμων, αξιοποιώντας την αφήγηση και το παιχνίδι.

**Λέξεις Κλειδιά:** παιχνιδοποίηση, εφαρμογή μουσείου, εφαρμογή κινητής συσκευής, iOS, πολιτιστική κληρονομιά, ψηφιακά αρχεία, μεταδεδομένα, παιχνίδια σοβαρού σκοπού, υπηρεσίες τοποθεσίας, εγγύτητα, παιχνίδια με χρήση τοποθεσίας, beacons



## **Abstract**

Visitors' satisfaction at a museum is directly related to the experience of learning, discovering and motivation. Indoor positioning systems are an appropriate solution to enhance cultural experience in a museum, because they can meet the needs of visitors through the provision of electronic content and services. Using a mobile digital tool during a museum visit certainly reveals new possibilities for building unconventional learning scenarios. In this context, it was thought that there is a good ground for designing the Museum Treasure Hunt application for iOS devices. To sketch this app, we studied various concepts such as gamification, serious games, indoor and outdoor positioning techniques. The present study aims to enrich this area by presenting the conceptual framework and design principles of the application, which is based on the user's location and incorporates a digital narrative approach (storytelling) through the treasure hunt. The user follows the story during his museum visit, while at the same time he solves puzzles and gathers points. The application enables the museum visitor to easily see information and multimedia about the exhibits by identifying his location in the area using the beacon technology. Beacons are small low energy Bluetooth transmitters, which are located near the exhibits. The game was developed for the Museum of Islamic Art and aims to enhance communication of its content with the general public, especially young people, utilizing narrative and play.

**Keywords:** gamification, museum application, mobile app, iOS, cultural heritage, digital archives, metadata, serious games, location services, proximity, location-based games, beacons





## Ευχαριστήριο Σημείωμα

Μέσα από τις γραμμές αυτές θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Στέφανο Κόλλια για τη διαρκή του καθοδήγηση και τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα επίσης να δώσω στον Βασίλειο Τζουβάρα, ερευνητή της σχολής ΗΜΜΥ, στη Μαρία Ράλλη της σχολής ΗΜΜΥ, στον Ευάγγελο Κουτκιά και στα υπόλοιπα μέλη του Εργαστηρίου Επεξεργασίας Εικόνας Βίντεο και Πολυμέσων, για τις συμβουλές και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και για την εξαιρετική συνεργασία που είχα μαζί τους.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Μουσείο Μπενάκη για τη γόνιμη συνεργασία μας χωρίς την οποία αυτή η εργασία δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί.

Ευελπιστώ το παρόν κείμενο να φανεί χρήσιμο στους μελλοντικούς αναγνώστες.



## Πίνακας περιεχομένων

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>1</b>
1.1	Εφαρμογή Μουσείου (Museum Application) .....	1
1.2	Αντικείμενο διπλωματικής και κίνητρο .....	2
1.3	Οργάνωση του τόμου .....	3
<b>2</b>	<b>Θεωρητικό υπόβαθρο</b> .....	<b>5</b>
2.1	Βασικοί ορισμοί.....	5
2.1.1	Παιχνιδοποίηση (Gamification).....	5
2.1.2	Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού (Serious Games).....	6
2.1.3	Μεταδεδομένα (Metadata).....	7
2.2	Η εξέλιξη της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης.....	7
2.2.1	Εντοπισμός θέσης (geolocation) .....	7
2.2.2	Ιστορική Αναδρομή.....	7
2.2.3	Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης (Geological Positioning System).....	10
2.2.4	Εντοπισμός μέσω κυψελών κινητής τηλεφωνίας .....	14
2.2.5	Συστήματα Εντοπισμού μέσω Ασύρματων Δικτύων (Wi-Fi).....	17
2.2.6	Εντοπισμός Θέσης μέσω διεύθυνσης IP .....	18
2.2.7	Μέθοδοι Εντοπισμού Θέσης σε εσωτερικό χώρο (Indoor Positioning).....	19
2.3	Αναλυτική παρουσίαση της τεχνολογίας των beacon .....	24
2.4	Εύρεση τοποθεσίας στο λειτουργικό σύστημα iOS .....	31
2.4.1	Υπηρεσία σημαντικής αλλαγής θέσης (Significant Location Change).....	31
2.4.2	Κανονική Υπηρεσία Θέσης (Standard Location Service).....	31
2.4.3	Παρακολούθηση περιοχής (Region Monitoring).....	33
2.4.4	Υπηρεσία εντοπισμού θέσης για εσωτερικούς χώρους .....	35
2.5	Ασφάλεια Προσωπικών Δεδομένων.....	37
2.6	Πλατφόρμα WITH.....	38
<b>3</b>	<b>Σχετικές εφαρμογές</b> .....	<b>41</b>
3.1	Museum of Modern Art – MOMA .....	42
3.2	Guggenheim Museum.....	43
3.3	American Museum of Natural History (AMNH) .....	45
3.4	Staedel Museum .....	48
3.5	Clio Muse App.....	49
3.6	AMΘ Mobile .....	52
3.7	Rick Steves’ Ancient Rome Tour .....	53
3.8	Musee de Louvre .....	54
3.9	mApp .....	55
3.10	infSoft.....	59
3.11	The Sweeper.....	61

3.12	Philips Museum, Eindhoven .....	61
3.13	National Slate Museum, Wales .....	63
3.14	Brooklyn Museum, New York .....	65
3.15	Neon Muzeum, Poland .....	67
3.16	Australian Museum .....	68
3.17	Canadian Museum of Nature.....	69
3.18	Άλλες εφαρμογές.....	70
<b>4</b>	<b>Η εφαρμογή «Museum Treasure Hunt» .....</b>	<b>71</b>
4.1	Μουσείο Ισλαμικής Τέχνης.....	71
4.2	Στόχος.....	72
4.3	Βασικές Λειτουργίες.....	74
4.4	Πολιτιστικό Περιεχόμενο .....	74
4.5	Beacon .....	74
4.6	Μέθοδος Σχεδιασμού Παιχνιδιού (Game Design) .....	75
4.7	Σύστημα πόντων και επιβράβευση.....	77
<b>5</b>	<b>Περιγραφή Λειτουργικότητας Εφαρμογής.....</b>	<b>81</b>
5.1	Βήματα σχεδίασης .....	81
5.2	Αλληλουχία Οθονών .....	82
5.3	Wireframes .....	83
5.4	Σχεδιασμένες Οθόνες .....	84
5.4.1	Κεντρική Οθόνη .....	84
5.4.2	Κεντρικό Menu.....	85
5.4.3	Οθόνη Επιλογής Ιστορίας.....	86
5.4.4	Οθόνη Σταδίων Ιστορίας.....	87
5.4.5	Οθόνη Κειμένου Ιστορίας.....	88
5.4.6	Οθόνη Beacon Scanning.....	89
5.4.7	Οθόνη Προβολής Εκθέματος.....	90
5.4.8	Οθόνη Πολλαπλής Επιλογής (Κουίζ).....	91
5.4.9	Οθόνη Προφίλ Χρήστη .....	92
5.4.10	Οθόνη Πληροφοριών Μουσείου.....	92
5.4.11	Απλή Περιήγηση .....	92
5.5	Τελικές Οθόνες .....	93
5.5.1	Κεντρική Οθόνη (Home Page).....	93
5.5.2	Οθόνη Επιλογής Ιστορίας.....	94
5.5.3	Οθόνη Σταδίων Ιστορίας.....	95
5.5.4	Οθόνη Προβολής Εκθέματος.....	96
5.5.5	Οθόνη Κειμένου Ιστορίας.....	96
5.5.6	Οθόνη Προφίλ Χρήστη .....	97
5.5.7	Οθόνη Πληροφοριών Μουσείου.....	97
<b>6</b>	<b>Λεπτομέρειες Υλοποίησης .....</b>	<b>99</b>
6.1	Αρχιτεκτονική.....	99

6.2	Τεχνολογικά Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν .....	100
6.2.1	Λογισμικό .....	101
6.2.2	Υλικό .....	104
<b>7</b>	<b>Επίλογος.....</b>	<b>105</b>
7.1	Σύνοψη και συμπεράσματα .....	105
7.2	Μελλοντικές επεκτάσεις.....	107
<b>8</b>	<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>109</b>



## Λεξικό Τεχνικών Όρων

<b>Museum Application</b>	Εφαρμογή Μουσείου
<b>Location-based mobile game</b>	Παιχνίδι κινητών συσκευών που βασίζεται στην τοποθεσία
<b>Serious Game</b>	Παιχνίδι σοβαρού σκοπού
<b>Game designing</b>	Σχεδίαση Παιχνιδιού
<b>Digital Storytelling</b>	Ψηφιακή αφήγηση
<b>Gamification</b>	Παιχνιδοποίηση
<b>Crowdsourcing</b>	Πληθοπορισμός
<b>Digital Cultural Heritage</b>	Ψηφιακή Πολιτιστική Κληρονομιά
<b>Metadata</b>	Μεταδεδομένα
<b>Geolocation</b>	Εντοπισμός Θέσης
<b>Geological Positioning System (GPS)</b>	Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθεσίας
<b>Indoor Location</b>	Τοποθεσία εσωτερικού χώρου
<b>User Experience Design (UX ή UEX)</b>	Εμπειρία που αποκομίζει ο χρήστης από το προϊόν
<b>User Interface Designing</b>	Σχεδίαση του περιβάλλοντος του χρήστη
<b>Wireframes</b>	Σχεδιάγραμμα χαμηλού επιπέδου





# 1

## *Εισαγωγή*

Στους χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως μουσεία, οι επισκέπτες αναζητούν εμπειρίες οι οποίες συνδυάζουν ιστορικά γεγονότα με τη τεχνολογία του σήμερα. Τα διάφορα μουσεία ανά τον κόσμο προσπαθούν διαρκώς να διατηρούν το ενδιαφέρον των επισκεπτών και να ελκύουν όλο και περισσότερα νεαρά άτομα. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στην ανάπτυξη τεχνολογικών εφαρμογών ώστε να αυξηθεί η προσοχή των επισκεπτών.

### *1.1 Εφαρμογή Μουσείου (Museum Application)*

Τα τελευταία χρόνια, έχει καθιερωθεί η ενσωμάτωση των φορητών τεχνολογιών ως εργαλείων στην επίσκεψη μουσείων και χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς. Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές λύσεις οι οποίες έχουν αναπτυχθεί ως σήμερα και αξιοποιούν τη διαδραστικότητα των κινητών συσκευών [1]. Σε αυτό το πλαίσιο, ιδιαίτερο ρόλο κατέχουν τα συστήματα που βασίζονται στην τοποθεσία και σε τεχνολογίες αισθητήρων για την ακριβή ανίχνευση της θέσης του χρήστη στο εσωτερικό ενός κτηρίου. Με λίγα λόγια, σύμφωνα με τη θέση του χρήστη στο χώρο παρουσιάζεται στη φορητή συσκευή το κατάλληλο πολιτιστικό περιεχόμενο [2].

Αυτές οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν αποκαλύψει νέες εκπαιδευτικές ευκαιρίες για τα μουσεία και ανοίγουν νέους δρόμους στην ανάπτυξη σεναρίων μάθησης. Η συμπεριφορά των

επισκεπτών επηρεάζεται από τη χρήση μιας φορητής συσκευής και από το σύστημα που αναπτύσσεται μέσω της αμοιβαίας αλληλεπίδρασης του χρήστη της συσκευής με τα κοινωνικά και φυσικά περιβάλλοντα όπου η εμπειρία λαμβάνει χώρα [3]. Η χρήση πολυμέσων και η διαδραστικότητα που συνήθως χαρακτηρίζουν αυτά τα συστήματα, σε συνδυασμό με την ολοένα αυξανόμενη ικανότητα χρήσης των κινητών συσκευών, καθιστούν τα φορητά ψηφιακά εργαλεία μια εξαιρετική πηγή για το κοινό το οποίο αναζητά πιο σαγηνευτικές πολιτιστικές εμπειρίες. Ωστόσο, η ανάπτυξη ψηφιακών εργαλείων που μπορούν να ενισχύσουν αποτελεσματικά τη διασκέδαση και τη μάθηση εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση. Σε αυτό το πλαίσιο, τα location-based games για κινητά τηλέφωνα αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη λύση [4], καθώς δημιουργούν μια εμπειρία διασκέδασης που μπορεί να προσελκύσει επισκέπτες, ενισχύοντας ταυτόχρονα τη συμμετοχή του χρήστη (engagement), η οποία αποτελεί σημαντικό πρόδρομο της μάθησης [5].

## ***1.2 Αντικείμενο διπλωματικής και κίνητρο***

Στο πλαίσιο της ταχείας ανάπτυξης των Museum Applications θεωρήθηκε ότι υπάρχει πρόσφορο έδαφος για τη δημιουργία μιας απλής και εύχρηστης εφαρμογής για κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα iOS, η οποία θα διευκολύνει, θα ενημερώνει και θα καθοδηγεί τον επισκέπτη του μουσείου κατά τη διάρκεια της περιήγησής του.

Η εφαρμογή «Museum Treasure Hunt» αποτελεί ένα location-based mobile game που αναπτύχθηκε για το Μουσείο Ισλαμικής Τέχνης – Μουσείο Μπενάκη (Αθήνα, Ελλάδα). Η εφαρμογή μπορεί επίσης να χαρακτηριστεί ως παιχνίδι σοβαρού σκοπού (serious game), καθώς συνδυάζει διασκέδαση με εκπαιδευτικές προοπτικές [6, 7, 8]. Η εφαρμογή απευθύνεται σε όλο το ηλικιακό εύρος και κυρίως στα νεαρότερα άτομα, κοινό που πιθανότατα δεν διαθέτει ισχυρά εσωτερικά κίνητρα για την ενασχόληση με τους θησαυρούς πολιτιστικής κληρονομιάς. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με κεντρικό σκοπό την γεφύρωση αυτού του χάσματος. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στο παιχνίδι αποσκοπεί στην προώθηση των κινήτρων των νεαρών ατόμων και των παιδιών να εξερευνήσουν το Μουσείο, ενώ η χρήση της διαδραστικής ψηφιακής αφήγησης ιστοριών επινοήθηκε ως ένας τρόπος επικοινωνίας του πολιτιστικού ψηφιακού περιεχομένου μέσα από ένα προσιτό και καθημερινό στυλ. Με αυτό τον τρόπο, η περιήγηση του χρήστη στο μουσείο εξελίσσεται μη γραμμικά με αποτέλεσμα να κινητοποιείται συνεχώς το ενδιαφέρον του.

Η παρούσα εργασία, πρωτίστως έχει ως στόχο να περιγράψει τη σχεδίαση και τις θεωρητικές αρχές που ενέπνευσαν την αρχιτεκτονική της εφαρμογής. Σε αυτό το πλαίσιο, αναλύεται σε ποιο βαθμό οι διάφορες συνιστώσες της εφαρμογής είναι ελκυστικές αισθητικά από τους χρήστες και σε ποιο βαθμό τελικά καταφέρνουν να επηρεάσουν την εμπειρία τους.

Δεύτερον, διερευνάται κατά πόσον το location-based game προώθησε πραγματικά την απόκτηση πραγματικής γνώσης των συμμετεχόντων. Η μέτρηση της επίτευξης των μαθησιακών αποτελεσμάτων που αφορούν ένα μουσείο είναι ένα πολυσυζητημένο θέμα [9]. Τέλος, πριν από τη σχεδίαση της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε εκτενής μελέτη όλων των εννοιών που συναντήσαμε και χρησιμοποιήσαμε, τα αποτελέσματα της οποίας καταγράφονται στα θεωρητικά κεφάλαια του παρόντος κειμένου. Η έρευνά μας έχει ως στόχο τον εμπλουτισμό αυτού του πεδίου της βιβλιογραφίας.

Βασικός άξονας της σχεδίασης είναι η διευκόλυνση και η κινητοποίηση του ενδιαφέροντος του επισκέπτη του μουσείου κατά τη διάρκεια της φυσικής επίσκεψής του. Η εφαρμογή είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη πλατφόρμα WITH (του εργαστηρίου Εικόνας, Βίντεο και Πολυμέσων του ΕΜΠ).

### ***1.3 Οργάνωση του τόμου***

Πέραν του παρόντος κεφαλαίου που αποτελεί την εισαγωγή της, η εργασία αυτή έχει επιμεριστεί σε 7 επιπλέον κεφάλαια, το περιεχόμενο των οποίων παρατίθεται περιληπτικά παρακάτω.

Το 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύει βασικούς ορισμούς που χρησιμοποιούνται συχνά στη συγκεκριμένη εργασία. Ακόμη, ασχολείται εκτενώς με την εξέλιξη της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης σε εξωτερικούς και εσωτερικούς χώρους (outdoor και indoor positioning) και γίνεται παρουσίαση των βασικών μεθόδων. Έμφαση δίνεται στη τεχνολογία beacon, η οποία χρησιμοποιείται στη παρούσα υλοποίηση. Επίσης, παρουσιάζονται οι υπηρεσίες του λογισμικού iOS που αφορούν την υλοποίηση, τις μεθόδους εντοπισμού θέσης και την ασφάλεια προσωπικών δεδομένων. Ξεχωριστή υποενότητα αφιερώνεται στο πρωτόκολλο iBeacon στο οποία στηρίζεται σημαντικό κομμάτι της λειτουργικότητας της εφαρμογής.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένες προϋπάρχουσες εφαρμογές της Ελλάδας και του εξωτερικού που είναι ή υπήρξαν διαθέσιμες για το κοινό και λειτουργούν σε κινητά τηλέφωνα. Οι εφαρμογές αυτές ως επί το πλείστον ασχολούνται με το αντικείμενο του εντοπισμού θέσης σε εσωτερικούς χώρους και αφορούν μουσεία. Ακόμη, καταγράφονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν και το σύνολο των υπηρεσιών που προσφέρουν. Η επιλογή των εφαρμογών αυτών έγινε με στόχο την παρουσίαση των διαφορετικών διαθέσιμων τρόπων αλληλεπίδρασης με το χρήστη.

Τα επόμενα τρία κεφάλαια αποτελούν μια ενιαία ενότητα και περιλαμβάνουν κάθε λεπτομέρεια για την εφαρμογή «Museum Treasure Hunt».

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της εφαρμογής σε υψηλό επίπεδο. Παρουσιάζονται οι στόχοι, οι βασικές της λειτουργίες και οι λεπτομέρειες σχετικά με το περιεχόμενο.

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφεται πλήρως η λειτουργικότητα της συνολικής εφαρμογής, ενώ παράλληλα αναλύεται και παρουσιάζεται κάθε οθόνη.

Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται λεπτομέρειες για την υλοποίηση, τις τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν (υλικό και λογισμικό) κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής..

Στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται μια σύνοψη των συμπερασμάτων και εξετάζονται οι επικείμενες βελτιώσεις που επιδέχεται η εφαρμογή. Επίσης περιγράφονται ιδέες για την περαιτέρω εξέλιξή της σε διαφορετικούς χώρους και περιβάλλοντα.

Τέλος, στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται η βασική βιβλιογραφία που μελετήθηκε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

# 2

## ***Θεωρητικό υπόβαθρο***

Για το μεγαλύτερο μέρος του παρόντος κεφαλαίου, χρησιμοποιήθηκε το διαδίκτυο ως πηγή πληροφοριών. Το διαδίκτυο θεωρείται ως μία πολύ σημαντική πηγή πληροφοριών για τους ερευνητές. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε μέσω της μηχανής Google χρησιμοποιώντας τις λέξεις κλειδιά gamification, serious games, digital cultural heritage, museum application και πολλές ακόμη. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε εκτενέστατη έρευνα σε όλη τη σχετική βιβλιογραφία, δηλαδή, σε βιβλία, συνέδρια, αναφορές, διπλωματικές και μεταπτυχιακές εργασίες κτλ.

### ***2.1 Βασικοί ορισμοί***

#### ***2.1.1 Παιγνιδοποίηση (Gamification)***

Ο όρος “gamification” πρωτοεμφανίστηκε το 2008 και προσδιορίζεται ως η χρήση διαφόρων μηχανισμών παιχνιδιού, όπως είναι οι διαγωνισμοί και οι προκλήσεις, τα δώρα και οι βαθμολογίες, οι κανόνες, τα οποία, εάν αξιοποιηθούν ως εργαλεία πάνω σε ένα site ή σε μια εφαρμογή, μπορούν να αυξήσουν κατακόρυφα τη διαδραστικότητα και την αφοσίωση των χρηστών (engagement).

## 2.1.2 Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού (Serious Games)

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού είναι ένας όρος που εισήγαγε ο Clark Abt για την περιγραφή παιχνιδιών με ρητό και προσεκτικά μελετημένο εκπαιδευτικό σκοπό, των οποίων πρωταρχικός στόχος δεν είναι η απλή διασκέδαση. Αργότερα, ο Mike Zyda αναβάθμισε αυτό τον ορισμό, ξεκινώντας από τον ορισμό του παιχνιδιού, για να περιγράψει το πώς τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού χρησιμοποιούν την ψυχαγωγία για την ανάπτυξη της εκπαίδευσης, της υγείας, της κοινωνικής πολιτικής και της στρατηγικής επικοινωνίας. Η εμπειρία από το χρήστη είναι πιο σημαντική όσο πιο κοντά στη πραγματικότητα είναι τα σενάρια αυτά, καθώς έτσι μπορεί να μεταφερθεί σε πραγματικές καταστάσεις της επιχειρηματικής ή της προσωπικής ζωής. Παρά το γεγονός ότι μπορεί να είναι και διασκεδαστικά, κύριος στόχος τους είναι η εκπαίδευση ή η έρευνα. Το επίθετο «serious» αναφέρεται σε προϊόντα που χρησιμοποιούνται από χώρους όπως η άμυνα, η εκπαίδευση, η επιστημονική έρευνα, η υγειονομική περίθαλψη, η διαχείριση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, η εφαρμοσμένη μηχανική, η πολιτική, η θρησκεία κ.α.

Η έννοια των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού δεν πρέπει να συγχέεται με την έννοια της παιχνιδιοποίησης. Παρόλα αυτά, η γραμμή που χωρίζει τις δύο έννοιες είναι αρκετά λεπτή. Η βασική τους διαφορά είναι πως τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού έχουν ως κεντρικό στόχο την ψυχαγωγία και όχι την διασκέδαση, ενώ ο σκοπός της παιχνιδιοποίησης είναι η παραγωγή μιας εφαρμογής που χαρακτηρίζεται από τα βασικά στοιχεία ενός παιχνιδιού.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις διαφορές των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού και των παιχνιδιών διασκέδασης. Πηγή [Susi., Johannesson, Backlund, Serious Games]:

	<b>Serious Games</b>	<b>Entertainment Games</b>	<b>Serious Entertainment</b>
<b>Task vs. rich experience</b>	Problem solving in focus	Rich experiences preferred	Rich problem solving experiences
<b>Focus</b>	Important elements of learning	To have fun	Having fun emerge from learning
<b>Simulations</b>	Assumptions necessary for workable simulations	Simplified simulation processes	Start simple and work towards complexity
<b>Communication</b>	Should reflect natural (i.e., non-perfect) communication	Communication is often perfect	Start out perfect and gradually introduce noise (i.e., to the point of natural and domain specific communication)

*Εικόνα 2.1: Συγκριτικός πίνακας τύπων παιχνιδιού.*

### **2.1.3 Μεταδεδομένα (Metadata)**

Τα μεταδεδομένα (μετάφραση του όρου metadata, ο οποίος σχηματίζεται από την ελληνική λέξη μετά και τη λατινική λέξη data "δεδομένα") είναι δεδομένα τα οποία περιγράφουν άλλα δεδομένα. Κατά κανόνα, ένα σύνολο μεταδεδομένων περιγράφει ένα άλλο σύνολο δεδομένων, το οποίο αποτελεί μια πηγή. Η βασική χρησιμότητα των μεταδεδομένων είναι να επιταχύνουν και να εμπλουτίζουν την αναζήτηση πηγών. Η αναζήτηση με τη χρήση μεταδεδομένων γλιτώνει τον χρήστη από περίπλοκες και χρονοβόρες χειροκίνητες διαδικασίες φιλτραρίσματος πληροφοριών. Μπορεί να είναι περιγραφικά (πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο του αρχείου), δομικά (πληροφορίες που συνδέουν το αρχείο με άλλα αρχεία) ή διοικητικά (πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση του αρχείου ή για τον έλεγχο πρόσβασης σε αυτό).

## **2.2 Η εξέλιξη της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης**

### **2.2.1 Εντοπισμός θέσης (geolocation)**

Εντοπισμός θέσης (geolocation) ονομάζεται η διαδικασία υπολογισμού των γεωγραφικών συντεταγμένων (γεωγραφικού μήκους, πλάτους, ύψους) μιας τοποθεσίας. Η διαδικασία αυτή ποικίλει με τη βοήθεια της κατάλληλης τεχνολογίας. Παρόλο που τα τελευταία χρόνια η σχετική τεχνολογία έχει εξελιχθεί ραγδαία και η τεχνολογία είναι διαθέσιμη σχεδόν σε κάθε άνθρωπο, συστήματα εντοπισμού θέσης υπήρχαν, σε μια πρώιμη μορφή τους βέβαια, από τα αρχαία κιόλας χρόνια.

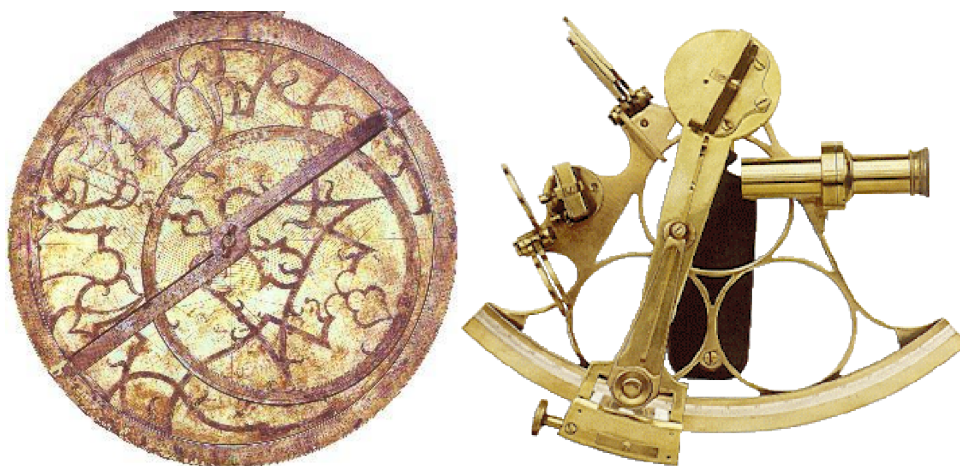
### **2.2.2 Ιστορική Αναδρομή**

Ανέκαθεν οι άνθρωποι έψαχναν κάποιο σημείο αναφοράς ώστε να βρουν τη σωστή πορεία τους. Στην αρχαιότητα, προσδιόριζαν τη θέση τους παρατηρώντας τον αστρικό ουρανό και έχοντας συγκεκριμένους αστερισμούς ως πυξίδα. Το πρώτο όργανο που χρησιμοποίησαν οι άνθρωποι για να παρατηρήσουν τα αστέρια ήταν 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 3ο 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.>> (Ορισμός από τη Wikipedia)*

Με την πάροδο του χρόνου και εξαιτίας των αναγκών που προέκυπταν, ανακαλύφθηκαν τα πρώτα σύνθετα όργανα, όπως είναι η πυξίδα και ο εξάντας. Ωστόσο, ο εξάντας, στην πρώιμη μορφή του, είχε τη δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες μόνο για τα γεωγραφικό πλάτος και όχι για το γεωγραφικό μήκος. Οι ναυτικοί κατέληξαν σε ένα νέο εργαλείο: το octant, το οποίο προσδιόριζε και το γεωγραφικό μήκος. Το 1761, ο άγγλος ωρολογοποιός John Harrison κατασκεύασε ένα όργανο το οποίο δεν ήταν άλλο από το σημερινό χρονόμετρο. Σε συνδυασμό με τον εξάντα, το χρονόμετρο επέτρεπε τον υπολογισμό του στίγματος των πλοίων με εξαιρετική ακρίβεια για τα δεδομένα της εποχής.

Σημειώνεται ότι η πιστότητα της μαγνητικής πυξίδας όπως την γνωρίζουμε σήμερα ανάγεται στο μόλις πρόσφατο παρελθόν. Πριν από 100 περίπου ετών ο Λόρδος Κέλβιν τελειοποίησε την μαγνητική πυξίδα η οποία χρησιμοποιείται σήμερα. Μια μαγνητική βελόνη επιπλέουσα σε δοχείο ύδατος συνιστούσε την αρχαιότερη εκδοχή της.



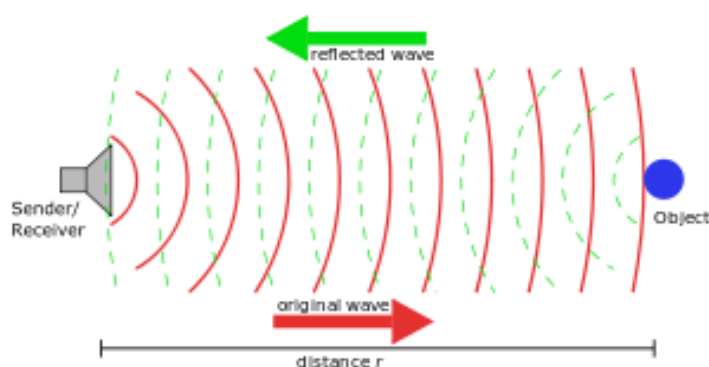
*Εικόνες 2.2, 2.3: Αστρολάβος του 16<sup>ου</sup> αιώνα, Εξάντας*

Χρειάστηκαν αρκετοί αιώνες για να πραγματοποιηθεί το επόμενο μεγάλο βήμα. Πριν και κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου αναπτύχθηκε και εξελίχθηκε από διάφορες χώρες το ραντάρ (radar - **R**adio **D**etection **A**nd **R**anging). Το ραντάρ είναι ένα σύστημα ανίχνευσης κινητών ή ακίνητων αντικειμένων που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για να καθορίσει το εύρος, το ύψος, την απόσταση, την κατεύθυνση ή την ταχύτητα τους. Η μεγάλη αξία του ραντάρ οφείλεται στις σημαντικές δυνατότητες ανίχνευσης και παρακολούθησης στόχων, με εξαιρετική ακρίβεια, σε μεγάλες αποστάσεις. Δύναται να ανακαλύψει αντικείμενα όταν οι συνθήκες φωτισμού είναι απαγορευτικές για τον απευθείας οπτικό εντοπισμό. Έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση αεροσκαφών, πλοίων διαστημοπλοίων, κατευθυνόμενων βλημάτων, μηχανοκίνητων οχημάτων, καιρικών σχηματισμών και μορφολογίας εδάφους. Το πρώτο ραντάρ που τέθηκε σε λειτουργία ήταν κατασκευή του



Εθνικού Εργαστηρίου Φυσικής (National Physical Laboratory) της Μ. Βρετανίας και χρησιμοποιήθηκε στο Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο.

Η αρχή λειτουργίας του ραντάρ βασίζεται στην εκπομπή και λήψη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μετά από ανάκλαση σε κάποιο αντικείμενο. Αρχικά, η κεραία του ραντάρ μεταδίδει παλμούς ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που αντανακλούν όταν συναντήσουν κάποιο αντικείμενο στη διαδρομή τους. Το αντικείμενο μέσω της ανάκλασης επιστρέφει ένα μέρος της ενέργειας του κύματος σε μία κεραία δέκτη, η οποία, συνήθως, βρίσκεται 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 της διαμόρφωσης συχνότητας, η οποία προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια.



*Εικόνα 2.4: Αρχή λειτουργίας του ραντάρ*

Επόμενο σημαντικό βήμα ήταν η εμφάνιση των πρώτων δορυφόρων. Το 1957, η Σοβιετική Ένωση έθεσε σε τροχιά γύρω από τη Γη το Sputnik, που ήταν ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος.

Το 1959 το Αμερικανικό Πολεμικό Ναυτικό χρησιμοποίησε ένα σύστημα πλοήγησης κάνοντας χρήση του συστήματος δορυφόρων Transit. Το σύστημα αυτό ήταν ο πρόγονος του GPS (Global Positioning System), η ιδέα του οποίου αναπτύχθηκε στα τέλη του 1960. Η αρχή λειτουργίας του περιγράφεται αναλυτικά στην επόμενη υποενότητα. Χρησιμοποιήθηκε, αρχικά, σύστημα 6 δορυφόρων γεγονός που επέβαλε αρκετούς περιορισμούς στη χρήση και στην απόδοση του συστήματος. Στις αρχές του 1970, χρηματοδοτήθηκε πρόγραμμα για τη μελέτη του GPS και δημιουργήθηκε ειδικό γραφείο εντός του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ. Στα μέσα της δεκαετίας του 1970 ξεκίνησαν και οι πρώτες δοκιμές του.

Τα επόμενα χρόνια, οι στρατιωτικές δυνάμεις των Ηνωμένων Πολιτειών σχημάτισαν, δοκίμασαν και βελτίωσαν την τεχνολογία εντοπισμού μέσω GPS χρησιμοποιώντας το δίκτυο των δορυφόρων τους. Το 1980, ο Αμερικανικός Στρατός προσδιόρισε ακριβώς τον τρόπο λειτουργίας του GPS και έθεσε κανόνες σχετικά με αυτό.

Το 1983, οι Ρώσοι κατέρριψαν ένα αεροσκάφος της Korean Airlines όταν εκείνο βγήκε από την τροχιά του λόγω λάθους πλοήγησης και βρέθηκε στον Σοβιετικό εναέριο χώρο. Έως τότε, το GPS υπήρχε μόνο για στρατιωτική χρήση και ανήκε στη δικαιοδοσία του Αμερικανικού Υπουργείου Εθνικής Άμυνας. Ο τότε Πρόεδρος των ΗΠΑ, Ronald Reagan, εκμεταλλευόμενος τις συνθήκες κατάρριψης του Κορεατικού αεροσκάφους ανακοίνωσε οι δυνατότητες πλοήγησης του υπάρχοντος συστήματος των στρατιωτικών GPS θα έπρεπε να διατεθούν και για χρήση από του πολίτες. Όλα τα παραπάνω θα ήταν διαθέσιμα, αλλά με κάποιους περιορισμούς στη διάθεση του σήματος. Το διάστημα 1986 έως 1989 δεν υπήρχε κάποια πρόοδος στις έρευνες εξαιτίας της καταστροφής του διαστημικού λεωφορείου Challenger.

Το 1989 το πρόγραμμα εκτόξευσης ανανεώθηκε και πραγματοποιήθηκαν αλλαγές στο σχέδιο δορυφορικού συμπλέγματος. Την ίδια χρονιά, αναπτύχθηκε η πρώτη GPS συσκευή χειρός από την εταιρία Magellan Navigation Inc. Η συσκευή ονομάστηκε Magellan NAV 1000. Κατά την διάρκεια του Πολέμου του Κόλπου (The Gulf War, 2 Αυγούστου 1990 - 28 Φεβρουαρίου 1991), η χρήση των συστημάτων GPS έπαιξε ένα πολύ σημαντικό ρόλο.

Έως τα τέλη της δεκαετίας του 1990 όλο και μεγαλύτερος αριθμός εταιριών υιοθετούν την τεχνολογία GPS (Tom Tom, Garmin, Benefon κτλ). Η Benefon, το 1999, παρουσίασε στην αγορά το πρώτο κινητό τηλέφωνο με GPS.

Από όλα τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι απαιτήθηκαν αρκετές δεκαετίες μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ώστε το σύστημα GPS να εξελιχθεί, να γίνει ιδιαίτερα ακριβές και να αρχίσει να διατίθεται για ελεύθερη χρήση στο ευρύ κοινό.

Το 2000 με απόφαση του Προέδρου της Αμερικής Bill Clinton χωρίζεται η επιλεκτική διαθεσιμότητα. Παράλληλα, αυξάνεται η οριζόντια ακρίβεια στους αστικούς δέκτες από 100m σε 15-25m. Το 2005 είναι η χρονιά έναρξης της υπηρεσίας Google Maps.

Με την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας και της αγοράς, το GPS chip έγινε ένα βασικό τμήμα των περισσότερων κινητών τηλεφωνικών συσκευών ή tablet. Αν και ο όρος GPS περιγράφει το δίκτυο δορυφόρων των Ηνωμένων Πολιτειών, αντίστοιχα δίκτυα έχουν πλέον δημιουργηθεί ή δημιουργούνται από τη Ρωσία, την Ευρωπαϊκή Ένωση, την Κίνα, την Ινδία και την Ιαπωνία. Αιτία αυτής της τάσης είναι η επιθυμία των χωρών να ελέγχουν οι ίδιες τον τρόπο λειτουργίας των εφαρμογών τους.

### **2.2.3 Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης (Geological Positioning System)**

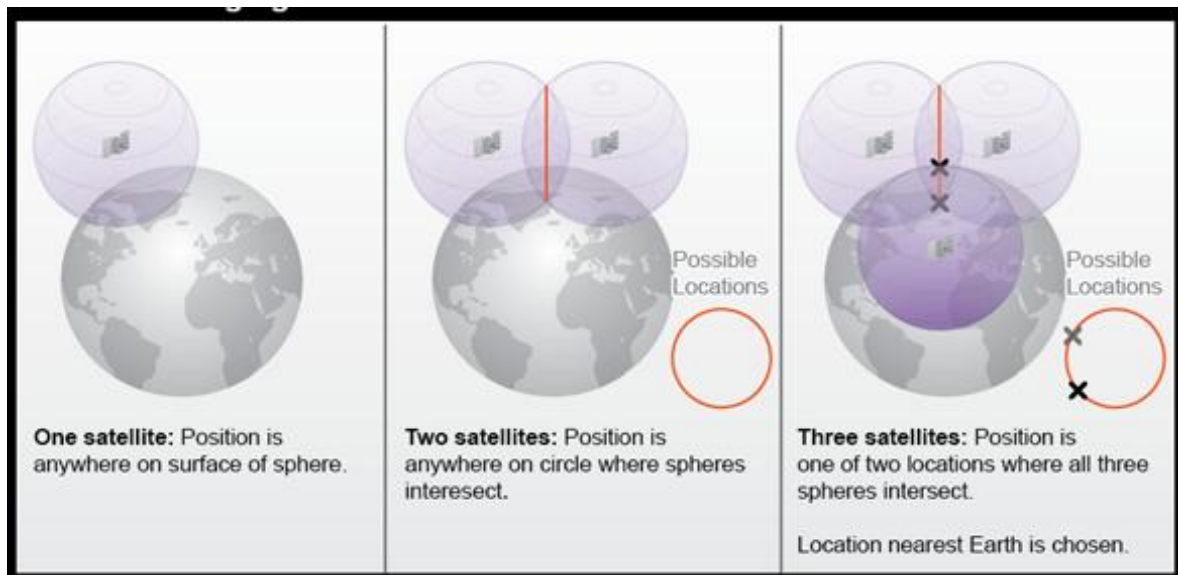
Το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης είναι σύνθετο σύστημα μέτρησης και προσδιορισμού θέσεων των συντεταγμένων X, Y, Z ως προς ένα Παγκόσμιο Καρτεσιανό Γεωκεντρικό Σύστημα αναφοράς. Το GPS (Geological Positioning System) στη σημερινή του μορφή συνδυάζει όλες τις μεθόδους που είχαν χρησιμοποιηθεί στον ουρανό, δηλαδή την

τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς και της παρατήρησης ενός τεχνητού ουράνιου σώματος, του δορυφόρου.



*Εικόνα 2.5.: Ανίχνευση αντικειμένων από τους δορυφόρους*

Η λειτουργία των συστημάτων εντοπισμού GPS βασίζεται 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 κάνει τους υπολογισμούς, χρησιμοποιεί αυτά τα σήματα για να υπολογίσει την ακριβή απόσταση από καθέναν από τους τέσσερις δορυφόρους και στη συνέχεια να υπολογίσει την ακριβή θέση επί του πλανήτη με απόκλιση λίγων μέτρων βάσει αυτών των αποστάσεων (οριζόντιος και υψομετρικός υπολογισμός). Η ακριβής τοποθεσία βρίσκεται από την τομή των τριών σφαιρών που δημιουργούν τα κύματα που αποστέλλουν οι δορυφόροι.



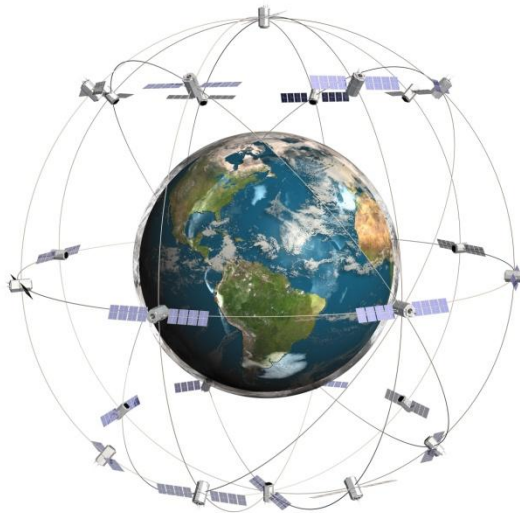
*Εικόνα 2.6: Μέθοδος υπολογισμού θέσης*

Θεωρητικά τρεις δορυφόροι θα αρκούσαν για τον εντοπισμό της θέσης, καθώς η τομή των τριών σφαιρών στο χώρο είναι δύο σημεία και το ένα από αυτά μπορεί συνήθως να αποκλειστεί καθώς βρίσκεται πάνω από την ατμόσφαιρα της Γης. Επομένως, τρεις 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, όμως, τα πολύ ακριβή ρολόγια κοστίζουν πολύ και είναι αρκετά μεγάλα για να μπορέσουν να τοποθετηθούν σε έναν δέκτη, χρησιμοποιούνται επιπλέον δορυφόροι για να δώσουν και άλλες μετρήσεις και να επιτευχθεί ο εντοπισμός του δέκτη με μεγάλη ακρίβεια.

Ανά πάσα στιγμή σε οποιοδήποτε σημείο είναι ορατοί τέσσερις δορυφόροι. Μία συσκευή GPS λαμβάνει το σήμα που εκπέμπουν οι ορατοί δορυφόροι και από την καθυστέρηση διάδοσης υπολογίζει την απόστασή της από τους δορυφόρους.

Το σύστημα GPS χωρίζεται σε τρία μέρη:

- 1) Τμήμα του Διαστήματος. Περιλαμβάνει τους δορυφόρους οι οποίοι εκπέμπουν τα σήματα που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του συστήματος.
- 2) Τμήμα Ελέγχου. Περιλαμβάνει τους γήινους σταθμούς που έχουν την ευθύνη της παρακολούθησης των δορυφόρων, τους υπολογισμούς για τις τροχιές των δορυφόρων καθώς και όλο τον απαραίτητο καθημερινό έλεγχο του Τμήματος Διαστήματος.
- 3) Τμήμα των Χρηστών. Όλη η ποικιλία των εφαρμογών, οργάνων και υπολογιστικών τεχνικών που δίνουν στους χρήστες τις λύσεις εντοπισμού θέσης.



*Εικόνα 2.7: Κίνηση των δορυφόρων γύρω από τη Γη*

Πρακτικά, το σύστημα GPS αποτελείται από 72 δορυφόρους (Φεβρουάριος 2016) που βρίσκονται σε τροχιά στο διάστημα σε απόσταση 11 χιλιάδων ναυτικών μιλίων από τη Γη και κινούνται σε 6 διαφορετικές τροχιές. Οι δορυφόροι αυτοί βρίσκονται διαρκώς σε κίνηση κάνοντας 2 πλήρεις περιστροφές γύρω από τη Γη σε λιγότερο από 24 ώρες. Οι χώρες που διαθέτουν δικό τους σύστημα δορυφόρων είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (GPS), η Ρωσία (GLONASS), η Κίνα (BeiDou), η Ευρωπαϊκή Ένωση (Galileo) και η Ινδία (GAGAN). Η Γαλλία και η Ιαπωνία βρίσκονται σε διαδικασία ανάπτυξης τοπικών συστημάτων πλοήγησης.

Οι υπηρεσίες του GPS που παρέχονται διακρίνονται σε:

- 1) Βασικής Θέσης (SPS - Standard Positioning System)
- 2) Ακριβούς Θέσης (PPS - Precise Positioning System). Παρέχεται σε εξουσιοδοτημένους χρήστες (π.χ. στρατός ή σύμμαχοι των ΗΠΑ).
- 3) Αναπτυγμένης Τεχνικής GPS (DGPS - Differential Global Positioning System). Χρησιμοποιεί επίγειους σταθμούς σε συνδυασμό με δορυφόρους.

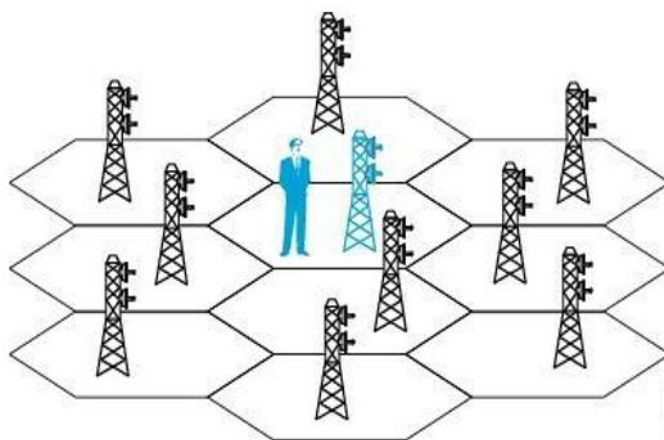
Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ομοσπονδιακής Διοίκησης Αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής η ακρίβεια δεκτών GPS SPS υψηλής ποιότητας είναι συχνά στο 1 μέτρο ενώ με την προσθήκη συστημάτων επέκτασης (augmentation systems) μπορεί να φτάσει κάποια εκατοστά ή και στο χιλιοστό αν χρησιμοποιηθούν μόνιμοι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

Το μεγαλύτερο καλό που προσφέρει το GPS σε σχέση με τα προηγούμενα συστήματα εντοπισμού θέσης μέσω σταθμών εδάφους είναι ότι το πρώτο δουλεύει ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, είναι διαθέσιμο στους χρήστες οπουδήποτε και αν βρίσκονται

όποια ώρα και αν το θελήσουν. Τέλος, έχει σχετικά μικρό κόστος για το σύστημα δέκτης – κεραία, ενώ, επίσης, δεν απαιτείται συνδρομή χρήσης.

#### 2.2.4 Εντοπισμός μέσω κυψελών κινητής τηλεφωνίας

Οι συσκευές κινητής τηλεφωνίας έχουν την δυνατότητα εύρεσης τοποθεσίες βασιζόμενες και στο παρεχόμενο δίκτυο τηλεφωνίας (GSM localization). Οι τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι αρκετές και ποικίλουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και την ισχύ του παρεχόμενου δικτύου (π.χ. fingerprinting, modeling-based techniques κτλ). Η βασικότερη, όμως, μέθοδος βασίζεται στην εκμετάλλευση των κυψελών (cell identification).



*Εικόνα 2.8: Κυψελοειδές Σύστημα Επικοινωνίας*

Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας είναι κυψελοειδή, δηλαδή είναι χωρισμένα σε μικρότερα τμήματα, τα επονομαζόμενα κελιά ή κυψέλες (cells). Ουσιαστικά, ένα κελί αποτελεί το τμήμα ενός δικτύου που αντιστοιχεί στην περιοχή που μπορεί να καλύψει ένας πομπός. Η βασική ιδέα πίσω από ένα κυψελοειδές σύστημα είναι η χρήση πομπών χαμηλής ισχύος σε κάθε κελί, έτσι ώστε να καθίσταται ικανή η αποδοτική επαναχρησιμοποίηση των διαθέσιμων συχνοτήτων. Στην πραγματικότητα, από τη στιγμή που οι πομποί είναι χαμηλής ισχύος, το σήμα τους δεν μπορεί να διαδοθεί πολύ μακριά και επομένως η συχνότητα που χρησιμοποιείται σε ένα κελί μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε ένα άλλο που βρίσκεται λίγο μακρύτερα. Έτσι, οι συχνότητες που παραχωρούνται σε κάθε δίκτυο κατανέμονται κατάλληλα σε μια ομάδα κελιών και στην συνέχεια η κατανομή αυτή επαναλαμβάνεται σε όλη την περιοχή κάλυψης ενός δικτύου.

Ο πάροχος μπορεί να υπολογίσει τη θέση των κινητών τηλεφώνων είτε υπολογίζοντας την γωνία άφιξης του σήματος σε δύο τουλάχιστον κυψέλες είτε καταγράφοντας το χρόνο άφιξης σε τρεις τουλάχιστον κυψέλες. Μπορεί να συνδυάζει και τις δύο μεθόδους για μεγαλύτερη ακρίβεια καθώς και οι δύο μέθοδοι παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα. Όσο το κινητό τηλέφωνο είναι σε κατάσταση αναμονής, συνδέεται με το σταθμό βάσης από τον



οποίο λαμβάνει το ισχυρότερο σήμα. Κάθε φορά που μειώνεται η λαμβανόμενη ισχύ από τη συνδεδεμένη κυψέλη, το κινητό πραγματοποιεί διαπομπή προς τη διαθέσιμη κυψέλη με τη μέγιστη ισχύ.

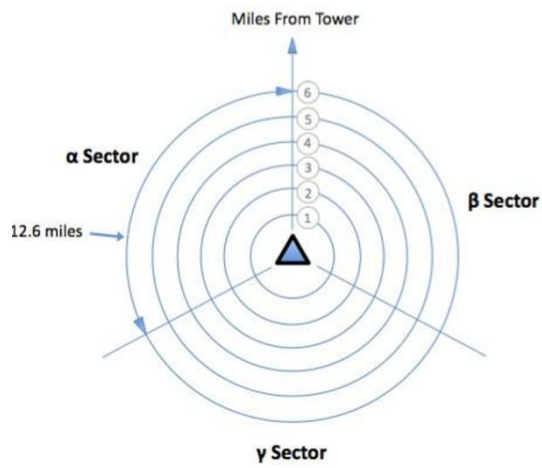
Ειδικευμένες υπηρεσίες μπορούν να επιτύχουν ακρίβεια μέχρι 50 μέτρα σε αστικές περιοχές όπου η χρήση κινητών και η πυκνότητα των πύργων κεραία (σταθμούς βάσης) είναι αρκετά υψηλές. Στις απομακρυσμένες από τα αστικά κέντρα περιοχές μπορεί να μεσολαβούν και χιλιόμετρα μεταξύ των σταθμών βάσης και επομένως να οδηγήσουν σε μικρότερη ακρίβεια (Βικιπέδια).

Γνωρίζοντας, λοιπόν, ανά πάσα στιγμή με ποια κεραία είναι συνδεδεμένη μια συσκευή, αυτόματα είναι γνωστό σε ποιο κελί του δικτύου βρίσκεται και άρα σε ποια τοποθεσία. Το βασικό πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι πως υποστηρίζεται από όλα τα κινητά τηλέφωνα. Επιπλέον, δεν απαιτείται μεγάλη δαπάνη ενέργειας για τη διαδικασία, αφού απλά μια φωνητικά κλήση ή μια σύνδεση δεδομένων παρέχουν την πληροφορία της θέσης. Από την άλλη πλευρά, η ακρίβεια που παρέχει είναι αλληλένδετη με το μέγεθος του κελιού. Επομένως, σε καμία περίπτωση δεν ενδείκνυται για εντοπισμό θέσης σε εσωτερικούς χώρους (indoor location), αφού απαιτούμαι ακρίβεια ελάχιστων μέτρων.

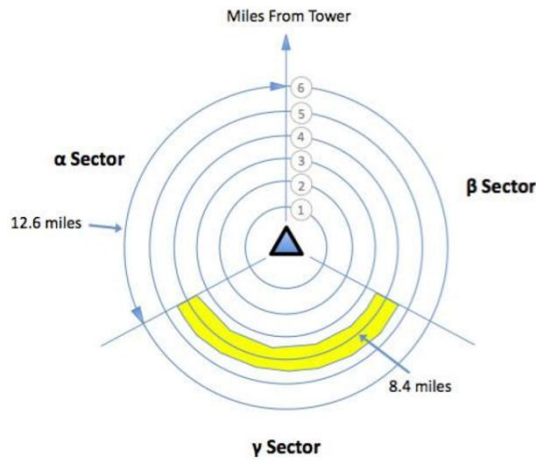


*Εικόνα 2.9: Σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας*

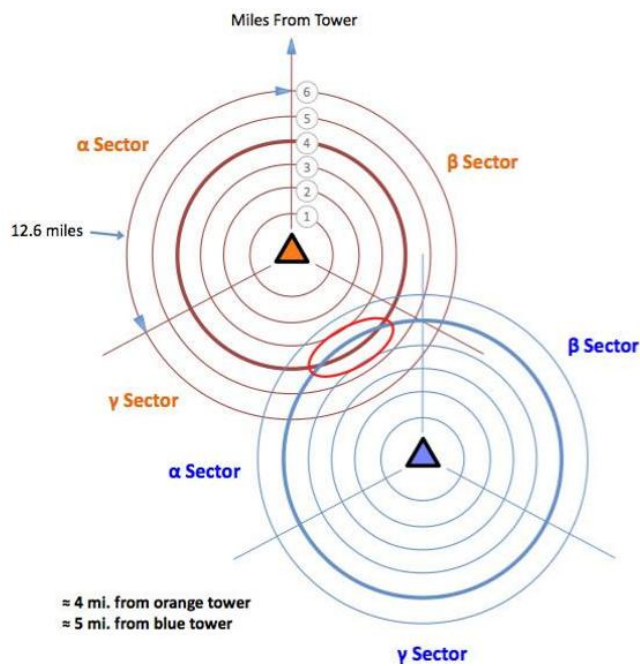
Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται ο προσδιορισμός θέσης ενός κινητού όταν αυτό αλληλεπιδρά με έναν, δύο ή τρεις σταθμούς βάσης.



Εικόνα 2.10: Εντοπισμός Θέσης με ένα σταθμό βάσης



Εικόνα 2.11: Εντοπισμός Θέσης με δύο σταθμούς βάσης



Εικόνα 2.12: Εντοπισμός Θέσης με τρεις σταθμούς βάσης



Από τα παραπάνω φαίνεται καθαρά ότι 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 ορισμένα μειονεκτήματα. Καταρχάς, προϋποθέτει ότι η συσκευή που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό έχει ενσωματωμένο ή συνδεδεμένο κατάλληλο υλικό ώστε να γίνει ικανή να λαμβάνει και να επεξεργάζεται τα διαφορετικά σήματα. Επιπλέον, το σήμα των δορυφόρων δεν έχει μεγάλη ακρίβεια ή μπορεί και να μην υπάρχει στους εσωτερικούς χώρους ή σε αστικές περιοχές με ψηλά κτήρια που στέκονται εμπόδιο στη μετάδοση του σήματος του δέκτη.

### **2.2.5 Συστήματα Εντοπισμού μέσω Ασύρματων Δικτύων (Wi-Fi)**

Η ραγδαία αύξηση της χρήσης των ασυρμάτων δικτύων τα τελευταία χρόνια δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποίησής τους με μεγάλη επιτυχία για τον εντοπισμό θέσης συσκευών που μπορούν να συνδεθούν με αυτά. Η τεχνική εντοπισμού μέσω Wi-Fi βασίζεται στη μέτρηση της έντασης του σήματος που λαμβάνει η συσκευή από τα κοντινά ασύρματα δίκτυα. Τυπικές παράμετροι που είναι χρήσιμες για τη διαδικασία είναι 1) το SSID (Service Set Identifier – το όνομα που προσδιορίζει ένα ασύρματο δίκτυο) και 2) η διεύθυνση MAC της συσκευής. Η καταγραφή αυτών των σημάτων σε διάφορες περιοχές και η αντιστοίχισή του σε γεωγραφικές συντεταγμένες γίνεται από παρόχους όπως οι Google, AlterEgo TruePosition Inc και Navizon.

Τα συστήματα αυτά έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χώρους που δεν υπάρχει σήμα GPS ή σήμα κινητής τηλεφωνίας όπως οι εσωτερικοί χώροι. Η ακρίβεια του εντοπισμού μέσω Wi-Fi 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. Επειδή το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του Wi-Fi είναι πιο ασθενές από αυτό των κεραιών κινητής τηλεφωνίας, αν το προς εντοπισμό αντικείμενο βρεθεί στην εμβέλεια ενός ή περισσότερων καταγεγραμμένων δικτύων τότε έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με αυτή του σήματος κινητής τηλεφωνίας, η οποία μπορεί να φτάσει στα ελάχιστα μέτρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της διαθεσιμότητας των καρτών ασυρμάτου δικτύου στους περισσότερους τύπους υπολογιστών και ηλεκτρονικών συσκευών, μπορούμε να επιτύχουμε αρκετά μεγάλη εκτίμηση για την θέση και των σταθερών συσκευών χωρίς να υπάρχει ανάγκη για περισσότερο υλικό.

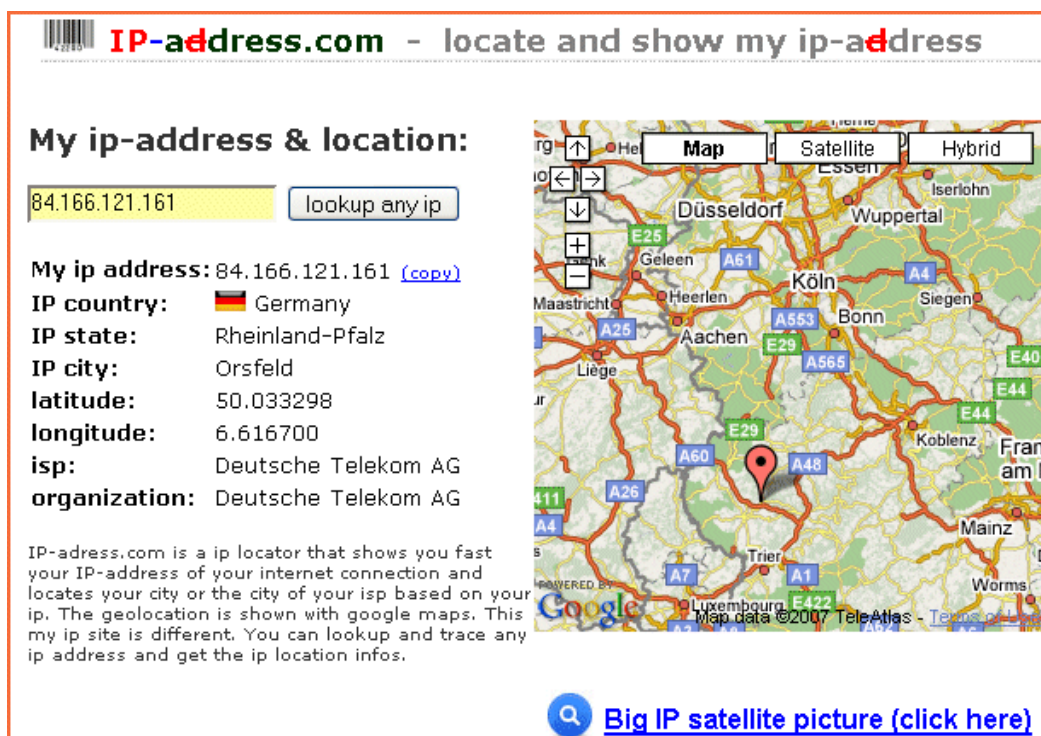
## 2.2.6 Εντοπισμός Θέσης μέσω διεύθυνσης IP

Μία μέθοδος εντοπισμού τοποθεσίας μίας συσκευής είναι μέσω της διεύθυνσης IP που της έχει εκχωρηθεί όταν συνδέεται στο διαδίκτυο. Η τεχνική αυτή έχει άμεση εφαρμογή στα κινητά τηλέφωνα από τη στιγμή που η πλειοψηφία τους έχει τη δυνατότητα πλέον να συνδεθεί στο internet μέσω Wi-Fi.

Οι συσκευές που έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο λαμβάνουν μία διεύθυνση IP η οποία έχει καθοριστεί από τον οργανισμό RIR (Regional Internet Registry) με βάση την περιοχή που εντοπίζονται. RIR ονομάζονται οι οργανισμοί που διαχειρίζονται την κατανομή των διευθύνσεων IP ανά γεωγραφική περιοχή (χώρα, πόλη κτλ) και αποτελούν την κύρια πηγή πληροφοριών σχετικά με τις διευθύνσεις. Παγκοσμίως υπάρχουν πέντε τέτοιοι οργανισμοί. Η διεύθυνση, λοιπόν, που αντιστοιχίζεται σε ένα τερματικό του διαδικτύου είναι μοναδική και ορίζεται από έναν εκ των πέντε RIR.

Επομένως, όταν κάποια συσκευή συνδέεται στο διαδίκτυο μέσω κάποιας συνδρομητικής γραμμής είναι πολύ εύκολος ο προσδιορισμός της διεύθυνσης στην οποία βρίσκεται. Βέβαια, αυτό δεν είναι επαρκές εφαρμογές εντοπισμού σε εσωτερικό χώρο, όπου απαιτείται ακρίβεια σε επίπεδο μόνο λίγων μέτρων. Επιπλέον, η μέθοδος αυτή δεν έχει καθολικό χαρακτήρα από τη στιγμή που είναι απαραίτητη η σύνδεση σε Wi-Fi.

Υπάρχουν διαθέσιμες αρκετές ιστοσελίδες στις οποίες δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα να εισάγει μία διεύθυνση IP και να λάβει τη θέση της στον παγκόσμιο χάρτη.



The screenshot shows the website **IP-address.com - locate and show my ip-address**. It features a search bar with the IP address **84.166.121.161** and a **lookup any ip** button. Below the search bar, the results are displayed as follows:

- My ip address:** 84.166.121.161 (copy)
- IP country:** Germany
- IP state:** Rheinland-Pfalz
- IP city:** Orsfeld
- latitude:** 50.033298
- longitude:** 6.616700
- isp:** Deutsche Telekom AG
- organization:** Deutsche Telekom AG

A map on the right side of the page shows the location of Orsfeld, Germany, with a red pin. The map includes labels for cities like Düsseldorf, Köln, Bonn, Aachen, and Koblenz, as well as major roads like A4, A61, and E25. At the bottom of the page, there is a link: **Big IP satellite picture (click here)**.

Εικόνα 2.13: Παράδειγμα εντοπισμού IP από τη σελίδα ip-address.com

### 2.2.7 Μέθοδοι Εντοπισμού Θέσης σε εσωτερικό χώρο (Indoor Positioning)

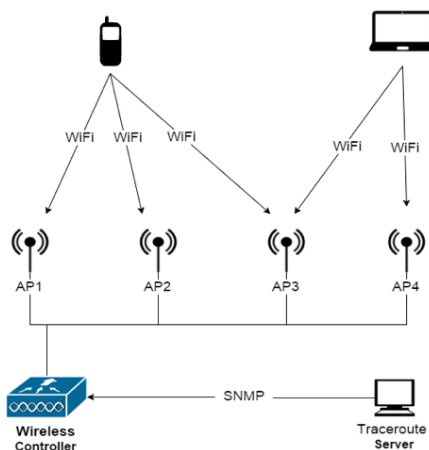
Εδώ και αρκετά χρόνια το κύριο μέσο εντοπισμού θέσης ήταν το GPS. Στην τυπική λειτουργία, ένας δέκτης GPS μπορεί να προσδιορίσει με μεγάλη ακρίβεια τη θέση του αν έχει οπτική επαφή με τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους. Ωστόσο, το GPS δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσα σε κλειστούς χώρους καθώς εκεί τα σήματα από δορυφόρους και κεραίες κινητής τηλεφωνίας δεν είναι πάντα ισχυρά.

Έπειτα από έρευνα στην παγκόσμια αγορά λογισμικού για κινητά τηλέφωνα γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι τα τελευταία χρόνια οι τεχνολογίες που σχετίζονται με τον εντοπισμό θέσης σε εσωτερικούς χώρους αναπτύσσονται με ταχύτατους ρυθμούς.

Μεγάλο είναι το πλήθος των εφαρμογών που μπορούν να ωφεληθούν από το indoor positioning. Τέτοια παραδείγματα είναι εφαρμογές που αφορούν εικονική πραγματικότητα, ξεναγήσεις μουσείων, μεγάλα εμπορικά καταστήματα, αεροδρόμια, σταθμούς μέσων μαζικής μεταφοράς, κοινωνικά δίκτυα, νοσοκομεία, ξενοδοχεία, σημεία στάθμευσης κ.ά.

#### 2.2.7.1 Indoor Location με χρήση Wi-Fi

Λίγο παραπάνω αναλύσαμε τον τρόπο με τον οποίο η χρήση Wi-Fi επιτυγχάνει τον εντοπισμό θέσης σε εξωτερικούς χώρους. Στην περίπτωση των εσωτερικών χώρων η μέθοδος είναι λίγο 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 τις αντιστοιχήσει σε συντεταγμένες σε ένα επίπεδο σύστημα καθορισμένο ειδικά για τον χώρο αυτόν. Συχνά είναι αναγκαία η εγκατάσταση επιπλέον σημείων ασύρματης πρόσβασης (access points).



Εικόνα 2.14: Εντοπισμός Θέσης με Wi-Fi

### 2.2.7.2 Εντοπισμός αποτυπώματος (fingerprinting)

Η συγκεκριμένη τεχνολογία αφορά την εύρεση τοποθεσίας με βάση τα αποτυπώματα των λαμβανόμενων σημάτων από τους σταθμούς βάσης του παρεχόμενου δικτύου τηλεφωνίας. Η μέθοδος fingerprinting συνίσταται για δίκτυα και εφαρμογές εσωτερικού χώρου (indoor applications).

Αρχικά, χωρίζουμε την περιοχή που μελετάμε σε μικρές περιοχές (συνήθως τετραγωνικές). Έπειτα χρησιμοποιούμε ένα μετρητή για να δημιουργήσουμε μία μεγάλη βάση δεδομένων με τα αποτυπώματα για την εκάστοτε περιοχή, όπου βρισκόμαστε. Ο εντοπισμός της κινητής μονάδας είναι αρκετά απλός: συγκρίνουμε το σήμα που λάβαμε από το σταθμό βάσης προς μία κινητή μονάδα με τη βάση δεδομένων.

		$\bar{x}$ ΣΒ 1	70.14				Ο 393.75	Γ	
	A		20.15		B		31.73	30.26	22.04
		4.15	8.27	43.16	125.49	13.21	12.69		
		3.63	0.00		Δ		Κ 155.67		
0.00	0.00	0.62	8.37		$\bar{x}$ ΣΒ 2		82.07	Ε	
0.00	0.00	0.44	0.00	18.22	15.19	0.62	4.92		
	70.94	Z			19.48	8.46	3.98	6.18	$\bar{x}$ ΣΒ 3
ΣΤ	71.25		Ξ 299.46	185.33	18.53	73.17		0.44	0.44
	67.58		Ν 293.52		Η	92.4	Θ		3.11
	67.31	78.81	79.66			94.17	Λ 239.05	Μ 374.65	22.11

Εικόνα 2.15: Οι ισχύεις που λαμβάνει η κινητή μονάδα σε κάθε περιοχή μιας τυχαίας κάτοψης

Αυτή η μέθοδος φαίνεται αρκετά απλή στη λειτουργία και στην εφαρμογή της, όμως, εμφανίζει πολλά μειονεκτήματα. Πρώτα απ' όλα, απαιτεί την πραγματοποίηση εκτενών και πολύ ακριβών μετρήσεων σε κάθε πιθανή περιοχή, πράγμα που κοστίζει πολύ ακριβά και σε χρόνο και σε υλικό. Χρειαζόμαστε πάρα πολλές ώρες για να πραγματοποιηθεί αυτή η διαδικασία ενώ, παράλληλα, κρίνεται αναγκαίο να διαθέτουμε ειδικό εξοπλισμό για να μετρήσουμε το σήμα με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια. Ταυτόχρονα, πρέπει να γίνεται συνεχής αναβάθμιση της βάσης δεδομένων, αφού κάθε αλλαγή που πραγματοποιείται στο χώρο μας επηρεάζει σημαντικά τις τυποποιημένες τιμές των σημάτων που λαμβάνει η κινητή μονάδα σε κάθε περιοχή. Επίσης, αν υπάρχουν πάνω από μία περιοχές με την ίδια τιμή, τότε μας είναι αδύνατο να βρούμε τη θέση της κινητής μονάδας.

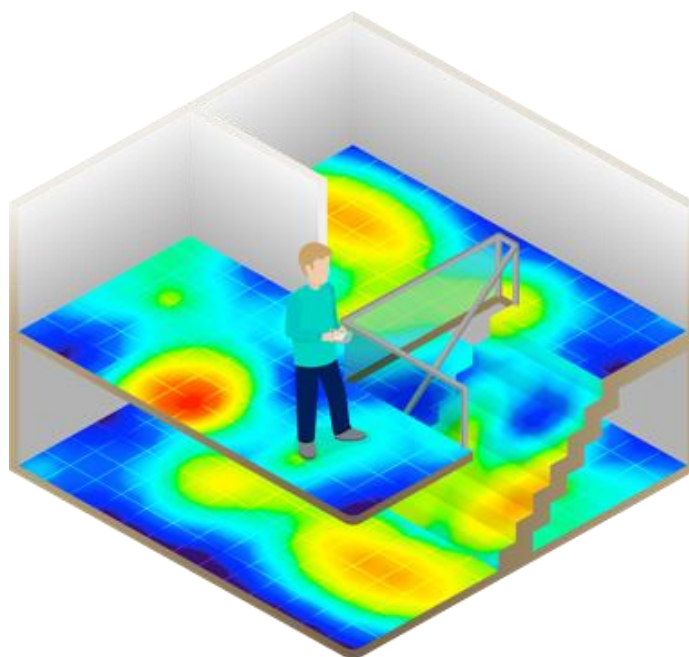
Τέλος, ο λόγος που αποκλείουμε μία εφαρμογή της μεθόδου αυτής σε εξωτερικό χώρο είναι γιατί σε εξωτερικά δίκτυα μας είναι πρακτικά αδύνατον να προβλέψουμε τα εμπόδια που ανά διαστήματα θα συναντά το σήμα καθώς διαδίδεται προς την κινητή μονάδα, όπως κτήρια κτλ.

### 2.2.7.3 Μαγνητικός Εντοπισμός Θέσης (Magnetic Positioning)

Ο μαγνητικός εντοπισμός θέσης αποτελεί μια λύση του εντοπισμού θέσης σε εσωτερικό χώρο, η οποία αξιοποιεί την πυξίδα που διαθέτουν τα smartphones. Προσφέρει σημαντική ακρίβεια χωρίς να έχει μεγάλες απαιτήσεις υλικού (hardware). Κεντρική ιδέα είναι πως η δομή κάθε κτηρίου έχει ένα μοναδικό μαγνητικό αποτύπωμα λόγω του μαγνητικού πεδίου της Γης το οποίο επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο τα οικοδομικά υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένο.

Η εφεύρεση του συγκεκριμένου συστήματος ανήκει στον καθηγητή Janne Haverinen και τον ερευνητή Anssi Kemppainen του Πανεπιστημίου Oulu στην Φινλανδία . Η λειτουργία του εμπνεύστηκε από τον τρόπο που τα ζώα στη φύση βρίσκουν το δρόμο τους (πουλιά, νυχτερίδες, σολομοί κτλ.). Τα ζώα βασίζονται στα μαγνητικά πεδία της Γης για να εντοπίσουν την κατεύθυνση με την οποία πρέπει να κινηθούν ώστε να φτάσουν στον προορισμό τους (π.χ. μετανάστευση). Κατ' αναλογία, επειδή κάθε σημείο του κτηρίου έχει δικό του μαγνητικό στίγμα, τα smartphones μπορούν να ανιχνεύσουν τη θέση του χρήστη.

Ο Janne Haverinen δημιούργησε την εταιρεία IndoorAtlas ([www.indooratlas.com](http://www.indooratlas.com)) η οποία παρέχει λύσεις για εφαρμογές εντοπισμού με τη συγκεκριμένη μέθοδο.



*Εικόνα 2.16: Magnetic Positioning σε παράδειγμα κτηρίου*

#### 2.2.7.4 Εντοπισμός θέσης με Διόδους εκπομπής Φωτός (LEDs)

Ειδικές διόδους εκπομπής φωτός (Light Emitting Diode - LED) τοποθετούνται σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου που επιθυμούμε. Τα LED εκπέμπουν ακτινοβολία η οποία μεταφράζεται σε έναν μοναδικό κωδικό μη ορατό στο ανθρώπινο μάτι. Στη συνέχεια, η κάμερα των κινητών τηλεφώνων, στα οποία έχει εγκατασταθεί το κατάλληλο λογισμικό, ανιχνεύει αυτό τον κωδικό και το πρόγραμμα αντιλαμβάνεται σε ποιο σημείο βρίσκεται ο χρήστης. Στην πράξη, η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με την τεχνολογία Bluetooth Low Energy (BLE) που θα αναλύσουμε παρακάτω (π.χ. από την εταιρεία ByteLight).



*Εικόνα 2.17: Indoor Location με LED*

#### 2.2.7.5 Εντοπισμός Θέσης με ηχητικά σήματα

Λειτουργεί με τρόπο παρόμοιο με αυτό των LED. Η λειτουργία τους βασίζεται σε συσκευές που εκπέμπουν μοναδικά αναγνωρίσιμα σήματα ήχων σε συχνότητες μη αντιληπτές από το ανθρώπινο αυτί. Το μικρόφωνο του κινητού τηλεφώνου λαμβάνει αυτούς τους εκπεμπόμενους κωδικούς και τους προωθεί στην εφαρμογή, η οποία τους συνδυάζει και προσδιορίζει τη θέση του χρήστη.

#### 2.2.7.6 Εντοπισμός Θέσης με χρήση BLE (Bluetooth Low Energy)

Μια άλλη ασύρματη τεχνολογία που έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται πολύ τα τελευταία χρόνια είναι τα Bluetooth χαμηλής ενέργειας (Bluetooth Low Energy - BLE) ή



Bluetooth Smart. Όλα τα κινητά τηλέφωνα πλέον είναι εξοπλισμένα με τη διεπαφή αυτή για τη διευκόλυνση αποστολής αρχείων ή για την επικοινωνία με άλλες περιφερειακές συσκευές.

Το BLE indoor positioning βασίζεται στη χρήση μικροσυσκευών Bluetooth που εκπέμπουν πληροφορίες μέσω ραδιοκυμάτων μικρού μήκους κύματος, υπερυψηλών συχνοτήτων και χαμηλής έντασης. Οι δέκτες μπορούν να αναγνωρίσουν αυτή την ακτινοβολία αν βρίσκονται αρκετά κοντά στην BLE συσκευή. Η τεχνολογία BLE χαρακτηρίζεται από χαμηλή κατανάλωση ισχύος γεγονός που έκανε το Bluetooth αρκετά δημοφιλές και σε εφαρμογές πέρα των κινητών τηλεφώνων.

Ωστόσο, η τεχνολογία επηρεάζεται έντονα από παρεμβολές άλλων ασύρματων πεδίων, όπως το Wi-Fi, και από αντικείμενα που παρεμβάλλονται. Γι' αυτό το λόγο, δε σχεδιάστηκε αρχικά για τον ακριβή εντοπισμό θέσης. Σχεδιάστηκε για τον προσδιορισμό της εγγύτητας ενός δέκτη στον πομπό. Παρόλα αυτά, υπάρχουν πλέον βελτιώσεις και η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό θέσης σε εσωτερικούς χώρους με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

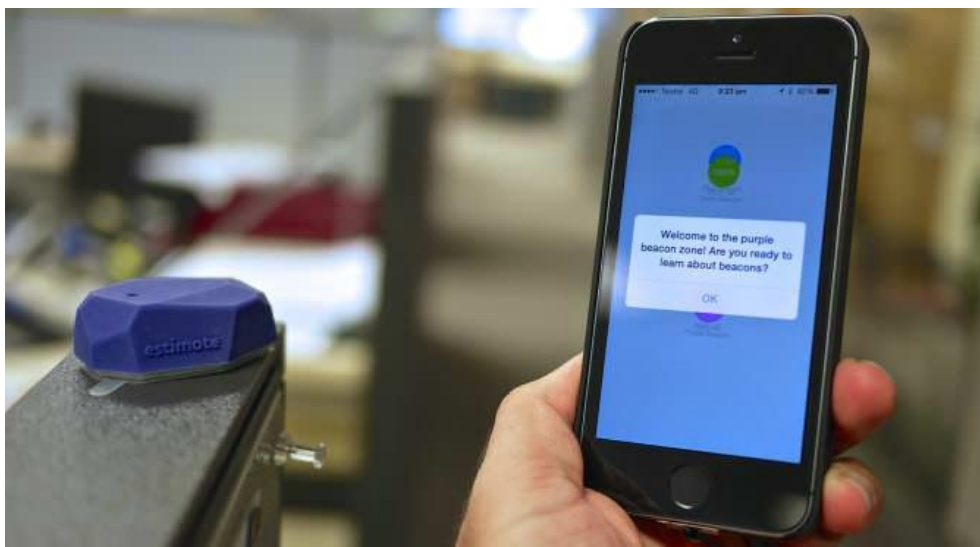
#### 2.2.7.7 Συγκριτικός Πίνακας

	Wi-Fi	Magnetic Positioning	Sound/LEDs	Bluetooth (before 4.0)	BLE
<b>Κόστος</b>	Μέτριο	Ελάχιστο	Υψηλό	Χαμηλό	Μέτριο
<b>Δημοτικότητα</b>	Υψηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή
<b>Ακρίβεια</b>	Χαμηλή	Υψηλή	Ποικίλλει	Χαμηλή	Μέτρια
<b>Εύρος αντίχρευσσης</b>	Μεγάλο	Μικρό	Μικρό	Μικρό	Μέτριο
<b>Πηγή Ενέργειας</b>	Ηλ. ρεύμα/ μπαταρία	Καμία	Ποικίλλει	Μπαταρία	Μπαταρία
<b>Περιβάλλον ανάπτυξης</b>	iOS/Android	iOS/Android	iOS/Android	iOS/Android	iOS/Android
<b>Σημαντικά Πλεονεκτήματα</b>	Μεγάλη δημοτικότητα, μεγάλη εμβέλεια, Δεν επηρεάζεται από τις αντανάκλασεις και την πολλαπλή διαδρομή.	Υψηλή ακρίβεια, Λειτουργεί και στις NLoS (Non-Line-of-Sight) συνθήκες	Συνήθως υψηλή ακρίβεια	Χαμηλό κόστος, μεγάλη δημοτικότητα	Χαμηλό κόστος, μεγάλη δημοτικότητα, εφικτή η υψηλή ακρίβεια, ισχυρή εμβέλεια, Χαμηλή κατανάλωση μπαταρίας

<b>Σημαντικά Μειονεκτήματα</b>	Χαμηλή ακρίβεια, πιθανό να επηρεάζεται από το περιβάλλον, Υψηλή Κατανάλωση Μπαταρίας	Περιορισμένη περιοχή κάλυψης, Ανάγκη υψηλής ενέργειας ή εξαιρετικά ευαίσθητων μαγνητομέτρων για επέκταση περιοχής κάλυψης	Ακριβό, χαμηλή εμβέλεια, χαμηλή δημοτικότητα	Χαμηλή δημοτικότητα, πιθανό να επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες, χαμηλή εμβέλεια	Πιθανό να επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες
------------------------------------	--	---	--	--	---

### 2.3 Αναλυτική παρουσίαση της τεχνολογίας των beacon

Τα beacons είναι μικρές συσκευές (συνήθως 50x30mm) που λειτουργούν ως πομποί χαμηλής ενέργειας και βασίζουν την λειτουργία τους στην τεχνολογία bluetooth. Κάθε πομπός επαναληπτικά μεταδίδει ένα σήμα, το οποίο μπορούν να εντοπίσουν όσες συσκευές είναι εξοπλισμένες με την τεχνολογία Bluetooth (όπως τα smartphones). Δεν μεταδίδουν περιεχόμενο, αλλά μια σειρά αριθμών. Η συσκευή, που θα λάβει το μεταδιδόμενο σήμα, το αναγνωρίζει και προσδιορίζει την εγγύτητά της από το beacon. Τα beacons θα μπορούσαν να παρομοιαστούν με τους φάρους, οι οποίοι ενημερώνουν τα πλοία δίνοντάς τους ένα στίγμα για την θέση τους.



*Εικόνα 2.18: Σύνδεση συσκευής με beacon*

Υπάρχουν πολλοί τύποι beacon και οι διαφορές τους εντοπίζονται στο πρωτόκολλο που χρησιμοποιούν, στις λύσεις ενέργειας και αυτονομίας, καθώς και την μέθοδο για τον εντοπισμό της τεχνολογίας που χρησιμοποιούν.





Εικόνα 2.19: Διαφορετικοί τύποι Beacon

Χαρακτηριστικά	StickNFind	Estimote	Kontakt.io	RedBear	Radius Networks	KST	Roximity	Glimworm	Qualcom
Τύποι Συσκευών	Beacon	Beacon και stickers	Beacon	Beacon B1	Beacon και USB Dongle	Particle	Beacon X/O	Beacon	Gimbal Beacon
Πρωτόκολλο	S-Beacon	iBeacon, Eddystone	iBeacon, Eddystone	iBeacon	iBeacon, AltBeacon, Eddystone	iBeacon, Eddystone	iBeacon	iBeacon	Global
Τροφοδοσία	Μπαταρία	Μπαταρία	Μπαταρία	Μπαταρία	Μπαταρία/ εξωτερική	Μπαταρία	Μπαταρία	Μπαταρία	Μπαταρία
Χρόνος Ζωής	1-3 έτη	2 έτη	2 έτη	21 μήνες	5 μήνες	6 μήνες	5 χρόνια	1 έτος	Άγνωστο
Εμβέλεια	50m	70m	Άγνωστη	50m	Άγνωστη	50m	60m	(2, 20,50)m	50m
Chipset	nRF51822	nRF51822	Άγνωστο	CC2540	nRF51822	nRF51822	nRF51822	CC2540	Άγνωστο
Διαχείριση Πλατφόρμας Cloud	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Άγνωστο	Όχι	Άγνωστο	Άγνωστο	Ναι
Updatable Firmware	Ναι	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Άγνωστο	Άγνωστο	Ναι
Ασφαλής ενημέρωση Γλικού	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Άγνωστο	Άγνωστο	Άγνωστο	Άγνωστο	Ναι
Υποστήριξη κρυπτογράφησης	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Άγνωστο	Όχι	Ναι	Άγνωστο	Ναι
Ρυθμός Μετάδοσης	1000ms	200ms	Άγνωστο	250ms	Άγνωστο	Άγνωστο	100ms	100/1285ms	Άγνωστο
UUID	Ναι	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Άγνωστο
MajorID, MinorID	Ναι	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Άγνωστο
Δείγμα Εφαρμογής	Ναι	Ναι	Άγνωστο	Ναι	Ναι	Ναι	Άγνωστο	Άγνωστο	Όχι
iOS SDK	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι

Android SDK	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Άγνωστο	Ναι
URL(πληροφορίες, frameworks και βιβλιοθήκες)	https://www.stickfind.com/Beacons&iBeacons/	http://estimote.com/	https://kontakt.io	http://redbearlab.com/iBeacon/	http://www.radiusnetworks.com/	https://kstechnologies.com/particle/	http://roximity.com/platform/	http://glimwormBeacons.com	http://www.gimbal.com/

*Πίνακας ...: Συγκριτικός Πίνακας διαφορετικών τύπων beacon*

Χρησιμοποιούνται ήδη σε μεγάλα μουσεία, όπως το Metropolitan Museum of Art, το Cleveland Museum of Art (ArtLens App) και το Solomon R. Guggenheim Museum στη Νέα Υόρκη (Guggenheim app -Near Me feature-). Κατά την περιήγηση του επισκέπτη σε αυτά τα μουσεία, διαπιστώνεται η πορεία του και τα εκθέματα που παρακολουθεί κάθε στιγμή. Μόλις κάποιο beacon αντιληφθεί ότι ο επισκέπτης πλησιάζει αντικείμενα για τα οποία υπάρχουν πληροφορίες (audio, video, text), τότε αυτές εμφανίζονται αυτόματα στη συσκευή με σκοπό την καθοδήγηση και την καλύτερη ξενάγηση του. Ακόμη, γίνεται χρήση τους και σε πλήθος άλλων περιπτώσεων, όπως σε μεγάλα αεροδρόμια.

Το BLE πρωτόκολλο **iBeacon** προτάθηκε από την Apple και χρησίμευσε ως αναφορά για τα υπόλοιπα υπάρχοντα πρωτόκολλα (Eddystone, Nearable...). Το iBeacon είναι ένα πρότυπο ιδιοκτησίας που διατηρεί ένα ευρύ οικοσύστημα προϊόντων BLE και πόρων λογισμικού για προγραμματιστές που στοχεύουν θεμελιωδώς στην κοινότητα της Apple.

Κάθε iBeacon μπορεί να προσδιοριστεί μοναδικά με τρεις παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτές είναι:

- **Μοναδική συμβολοσειρά εγγύτητας (Proximity UUID):** Πρόκειται για μια συμβολοσειρά μήκους 128 bit η οποία περιγράφει με μοναδικό τρόπο την ομάδα των beacon που θέλουμε να παρακολουθήσουμε ή γενικά τον φορέα που τη διαχειρίζεται. Για παράδειγμα, στην περίπτωσή μας, ο φορέας που υλοποιεί την εφαρμογή είναι το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Θα φτιαχτεί, λοιπόν, ένα μοναδικό τέτοιο αλφαριθμητικό που θα αντιστοιχεί στο ΕΜΠ.
- **Major:** Πρόκειται για έναν 16-bit unsigned integer ο οποίος χρησιμοποιείται για να ομαδοποιήσει σχετικά beacon (π.χ. μιας αίθουσας), τα οποία έχουν το ίδιο proximity UUID.
- **Minor:** Πρόκειται για έναν 16-bit unsigned integer ο οποίος χρησιμοποιείται για να διαφοροποιήσει τα beacon που έχουν το ίδιο proximity UUID και την ίδια major τιμή.

Prefix (9 bytes)	UUID (16 bytes)	Major (2 bytes)	Minor (2 bytes)	TX (1 byte)
---------------------	--------------------	--------------------	--------------------	----------------

Υπάρχει ακόμη και η παράμετρος **TX Power** (1 byte), η οποία είναι μια τιμή που δείχνει την ένταση του σήματος ένα μέτρο μακριά από τη συσκευή. Αυτή η παράμετρος πρέπει να βαθμονομείται για κάθε συσκευή από τον χρήστη ή τον κατασκευαστή.

Όταν η συσκευή βρίσκεται μέσα στην περιοχή κάποιου beacon, η εφαρμογή μπορεί να αρχίσει να κάνει **ranging**, δηλαδή να παίρνει συνεχείς ενημερώσεις για τα beacon που βρίσκονται κοντά. Στις ενημερώσεις αυτές φαίνεται το ποια beacon είναι κοντά (σύμφωνα με τα proximity UUID, major και minor) 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.

Υπάρχει ακόμη η έννοια του **region monitoring** που είναι στην ουσία η παρακολούθηση εισόδου ή εξόδου από το πεδίο εμβέλειας ενός beacon. Δεν είναι απαραίτητο να είναι ανοιχτή η εφαρμογή καθώς δρα στο παρασκήνιο. Η συγκεκριμένη ιδιότητα των beacon δίνει δυνατότητα ανάπτυξης πολλών και ενδιαφερόντων σεναρίων χρήσης. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή που είναι αφιερωμένη στην ενίσχυση της εμπειρίας των πελατών σε ένα συγκεκριμένο πολυκατάστημα μπορεί να χρησιμοποιήσει το ίδιο proximity UUID για να παρακολουθήσει όλα τα καταστήματα που βρίσκονται στην αλυσίδα καταστημάτων του πολυκαταστήματος. Όταν ο χρήστης πλησιάζει ένα κατάστημα, η εφαρμογή ανιχνεύει τα beacons του και χρησιμοποιεί τις τιμές major και minor αυτών των beacons ώστε να καθορίσει τις πρόσθετες πληροφορίες, όπως σε ποιο κατάστημα βρίσκεται εκείνη τη στιγμή.

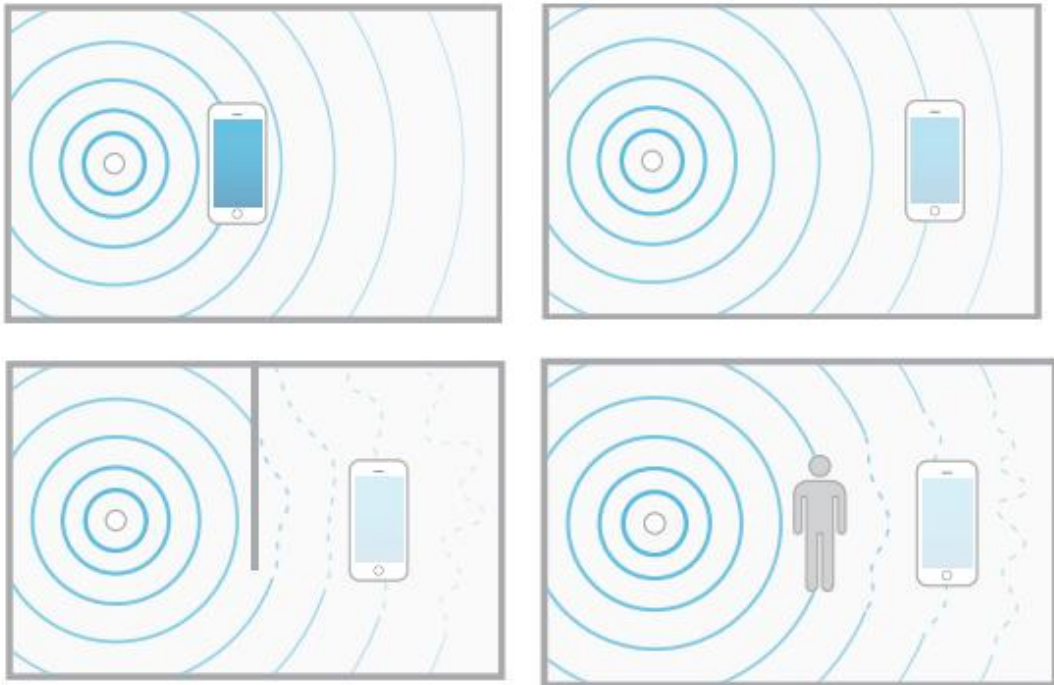


*Εικόνα 2.20: Δομή beacon*

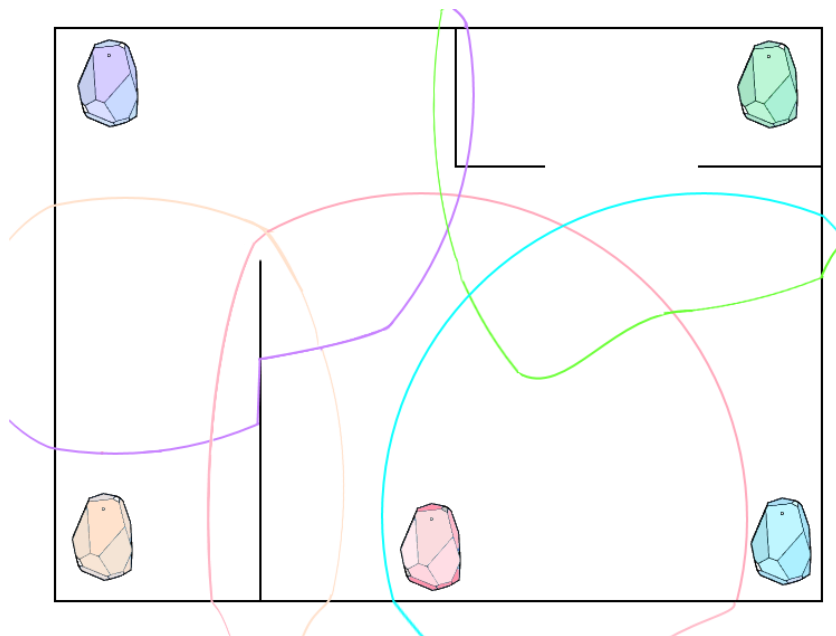
Όταν η συσκευή είναι μακριά από το beacon, η ένταση του σήματος εξασθενεί και επομένως η ακρίβεια του σήματος είναι μικρή. Η ένταση του σήματος αυξάνεται όσο η συσκευή πλησιάζει στο beacon με αποτέλεσμα τη καλύτερη εκτίμηση της εγγύτητας.

Ωστόσο, 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.

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στην επόμενη σειρά εικόνων:



*Εικόνα 2.21: Εκτίμηση σήματος Beacon και εμπόδια*



*Εικόνα 2.22: Παράδειγμα κάλυψης και ισχύς των beacon*

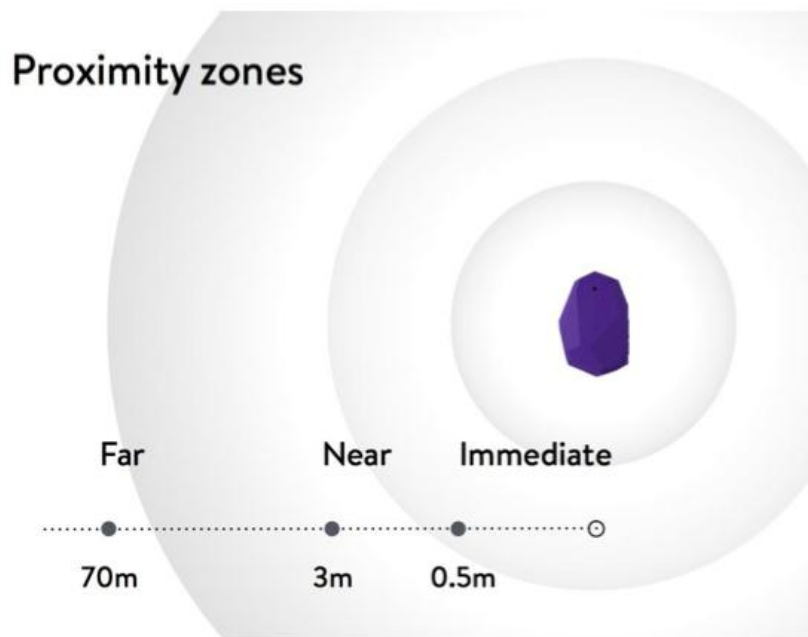
Αυτό συμβαίνει διότι οι συσκευές iBeacon χρησιμοποιούν Bluetooth χαμηλής ενέργειας για την εκπομπή σημάτων. Το BLE βασίζεται στα 2,4 GHz και ως εκ τούτου

υπόκειται σε εξασθένηση από διάφορα φυσικά υλικά όπως τοίχοι, πόρτες ή άλλες φυσικές δομές. Η συχνότητα των 2,4 GHz μπορεί επίσης να επηρεαστεί από το νερό, γεγονός που δηλώνει ότι το ανθρώπινο σώμα θα επηρεάσει επίσης τα σήματα.

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. Είναι δυνατό 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 beacon, η διάταξή τους στο χώρο και το αν παρεμβάλλονται αντικείμενα ή άνθρωποι μεταξύ των beacon και της συσκευής. Για αυτό η Apple υπογραμμίζει ότι η τεχνολογία iBeacon προτείνεται για εκτίμηση εγγύτητας και όχι για ακριβή εντοπισμό συσκευών.

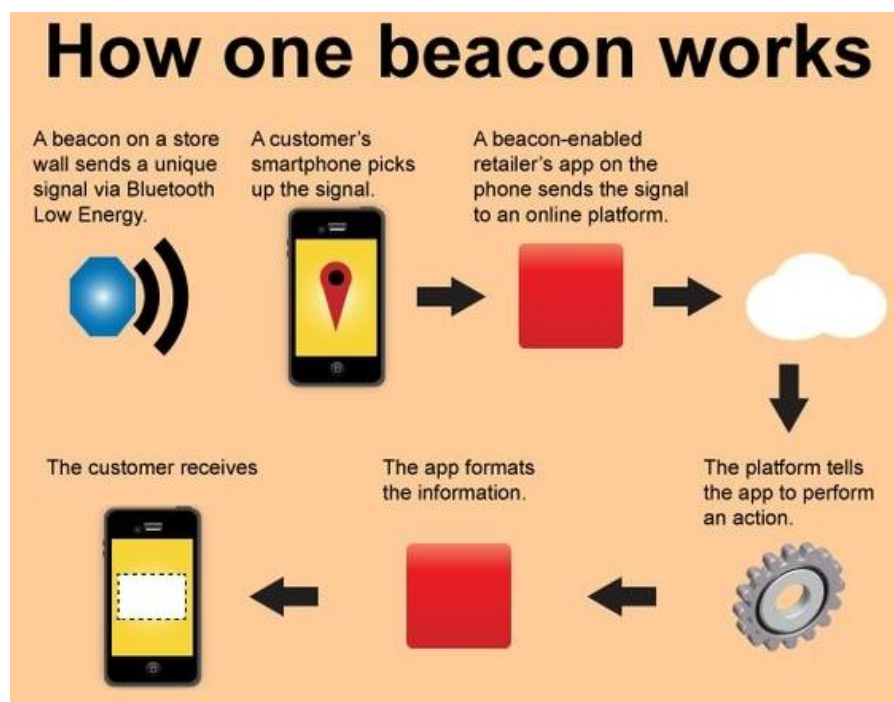
Όταν η συσκευή βρίσκεται μέσα στην εμβέλεια ενός beacon, τότε το λειτουργικό κατατάσσει την εγγύτητά του σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες.

Κατάσταση Εγγύτητας	Περιγραφή
Πολύ κοντινή	Η συσκευή είναι ακριβώς δίπλα στο beacon (<1m)
Κοντινή	Αν υπάρχει η οπτική επαφή μεταξύ των δύο αντικειμένων απέχουν περίπου 1-3 μέτρα. Αν υπάρχει κάποιο εμπόδιο πιθανό αυτή η απόσταση να μην είναι ακριβής.
Μακρινή	Αν εμφανίζεται αυτή η ένδειξη είναι πιθανό να είναι μεγάλη η απόσταση. Μπορεί, ωστόσο, να εμφανίζεται και στις περιπτώσεις που δεν μπορεί να εκτιμηθεί η εγγύτητα λόγω εμποδίων.
Άγνωστη	Δεν μπορεί να προσδιοριστεί η εγγύτητα.



*Εικόνα 2.23: Ζώνες απόστασης των beacon*

Κατά την εγκατάσταση του συστήματος είναι απαραίτητη η διαδικασία εκπαίδευσής του, η οποία γίνεται λαμβάνοντας μετρήσεις του επιπέδου ισχύος των διαθέσιμων σημάτων σε κάθε περιοχή. Συνδυάζοντας τα δεδομένα αυτά επιτυγχάνει σε πραγματικό χρόνο τον εντοπισμό μιας συσκευής με ακρίβεια ενός μέτρου. Επιπρόσθετα, παρέχει τη δυνατότητα παροχής οδηγιών, όταν κάποια τοποθεσία επιλεγεί ως επιθυμητός προορισμός.



*Εικόνα 2.24: Ο τρόπος λειτουργίας ενός beacon*

## **2.4 Εύρεση τοποθεσίας στο λειτουργικό σύστημα iOS**

Στο παρόν υποκεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση της μεθόδου εύρεσης τοποθεσίας του συστήματος iOS καθώς η εφαρμογή μας αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα αυτή. Θα αναλυθούν οι τεχνολογίες που χρησιμοποιεί η Apple για τον εντοπισμό θέσης και τις σχετικές λειτουργίες.

Το iOS (προηγουμένως iPhone OS) είναι ένα λογισμικό για κινητά το οποίο αναπτύχθηκε και διανέμεται από την Apple Inc. Αρχικά παρουσιάστηκε το 2007 για το iPhone, ενώ υποστηρίζει και άλλες συσκευές της Apple όπως το iPod touch, το iPad και το Apple TV. Οι υπηρεσίες του iOS που σχετίζονται με την τοποθεσία βρίσκονται συγκεντρωμένες στο framework (πλαίσιο) Core Location και αναλύονται στα τρία επόμενα υποκεφάλαια. Αυτό το framework παρέχει πλήθος υπηρεσιών οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να εντοπίσουν την τρέχουσα θέση της εκάστοτε συσκευής.

### **2.4.1 Υπηρεσία σημαντικής αλλαγής θέσης (Significant Location Change)**

Σύμφωνα με αυτή την υπηρεσία, η συσκευή εντοπίζει τη τρέχουσα θέση της και ενημερώνεται στην περίπτωση που προκληθεί κάποια μεγάλη αλλαγή στη θέση αυτή. Αποτελεί την ιδανική επιλογή στην περίπτωση που μια εφαρμογή χρειάζεται μια γρήγορη, όχι απαραίτητα ακριβή, εκτίμηση της θέσης της συσκευής, χωρίς να υπάρχει η ανάγκη συχνής ενημέρωσης. Κατ' επέκταση, η υπηρεσία αυτή απαιτεί την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση μπαταρίας και μπορεί να λειτουργήσει ακόμα και αν η εφαρμογή δεν είναι ενεργή. Γι' αυτό το λόγο, χρησιμοποιείται συνήθως από τις εφαρμογές όταν βρίσκονται στο παρασκήνιο. Για να εντοπίσει τη θέση της συσκευής βασίζεται στο σύστημα των κεραιών κινητής τηλεφωνίας.

### **2.4.2 Κανονική Υπηρεσία Θέσης (Standard Location Service)**

Η κανονική υπηρεσία θέσης χρησιμοποιεί το διαθέσιμο hardware και software της συσκευής για να παρέχει τη πληροφορία της θέσης στην εφαρμογή που την ζητάει. Παρέχει τον πιο παραμετροποιήσιμο τρόπο λήψης της θέσης της συσκευής και παρακολούθησής της (tracking). Δηλαδή, δίνεται η δυνατότητα στην εφαρμογή να ορίσει ορισμένες παραμέτρους για την πληροφορία της θέσης που ζητά:

- **Επιθυμητή ακρίβεια θέσης.** Η εφαρμογή ορίζει την ακρίβεια σε μέτρα που θα ήθελε να έχει η πληροφορία της θέσης που της παρέχει το λειτουργικό σύστημα.



- **Φίλτρο απόστασης.** Η εφαρμογή ορίζει την ελάχιστη απόσταση σε μέτρα την οποία πρέπει να διανύσει η συσκευή ώστε να δημιουργηθεί μια ενημέρωση αλλαγής θέσης.
- **Τύπος Δραστηριότητας.** Εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής και χρησιμοποιείται για να γίνει παύση της υπηρεσίας θέσης (autopause) όταν η συσκευή αναγνωρίσει ότι ο χρήστης δεν κάνει πλέον κάποια δραστηριότητα, με σκοπό να ελαττωθεί η κατανάλωση ενέργειας της συσκευής. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή που μετράει τα βήματα ενός πεζού, μπαίνει σε παύση μόλις αντιληφθεί ότι δεν υπάρχει δραστηριότητα κίνησης ή ότι υπάρχει κίνηση με πολύ μεγάλη ταχύτητα. Αναλόγως, αν η δραστηριότητα είναι η πλοήγηση ενός οχήματος και η συσκευή δεν κινείται ή κινείται πολύ αργά για αρκετή ώρα, είναι πιθανό να έχει σταματήσει η πλοήγηση, οπότε ενεργοποιείται το autopause και σταματάνε προσωρινά οι ενημερώσεις για την θέση της συσκευής.

Η εφαρμογή ζητάει να ενημερώνεται για τις αλλαγές θέσης με τις παραπάνω παραμέτρους. Το λειτουργικό σύστημα ενημερώνει την εφαρμογή προσπαθώντας να χρησιμοποιήσει τους ελάχιστους δυνατούς πόρους και να καταναλώσει την ελάχιστη δυνατή μπαταρία.

Οι εφαρμογές iOS μπορούν να χρησιμοποιούν την υπηρεσία standard location στο παρασκήνιο εάν παρέχουν υπηρεσίες που απαιτούν συνεχείς ενημερώσεις τοποθεσίας. Ως αποτέλεσμα, αυτή η δυνατότητα είναι πιο κατάλληλη για εφαρμογές που βοηθούν τον χρήστη στις δραστηριότητες που σχετίζονται με την πλοήγηση και την άσκηση(fitness).

Η εφαρμογή έχει στη διάθεσή της τις υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας, το Wi-Fi και το σύστημα GPS της συσκευής. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι:

1. Αρχικά, χρησιμοποιείται η πληροφορία που παρέχεται από τους πύργους κινητής τηλεφωνίας (cell positioning) έτσι ώστε να αποκτήσει η εφαρμογή μια γενική εκτίμηση της θέσης της συσκευής. Για το συγκεκριμένο βήμα δεν απαιτείται πρόσθετη κατανάλωση ενέργειας, αφού οι δέκτες των σημάτων τηλεφωνίας είναι ενεργοί ούτως ή άλλως. Βέβαια, η ακρίβεια δεν είναι μεγάλη σε αυτό το πρώτο στάδιο.
2. Στην συνέχεια, εάν είναι ανοιχτό το Wi-Fi της συσκευής, χρησιμοποιείται και αυτό στον εντοπισμό θέσης. Τα Wi-Fi hotspots λόγω του ασθενούς σήματός τους έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια.
3. Όταν εντοπιστεί η θέση της συσκευής με βάση κάποιο Wi-Fi hotspot, η συσκευή κατεβάσει σε συμπιεσμένη μορφή ψηφιδωτού (tile) τα δεδομένα για



τα κοντινά hotspots. Το μέγεθος αυτού του ψηφιδωτού είναι 5kmx5km, γεγονός που κάνει πιο γρήγορο τον εντοπισμό των γρήγορων μετακινήσεων αφού δε χρειάζεται να κατέβουν τα δεδομένα αυτά από το δίκτυο.

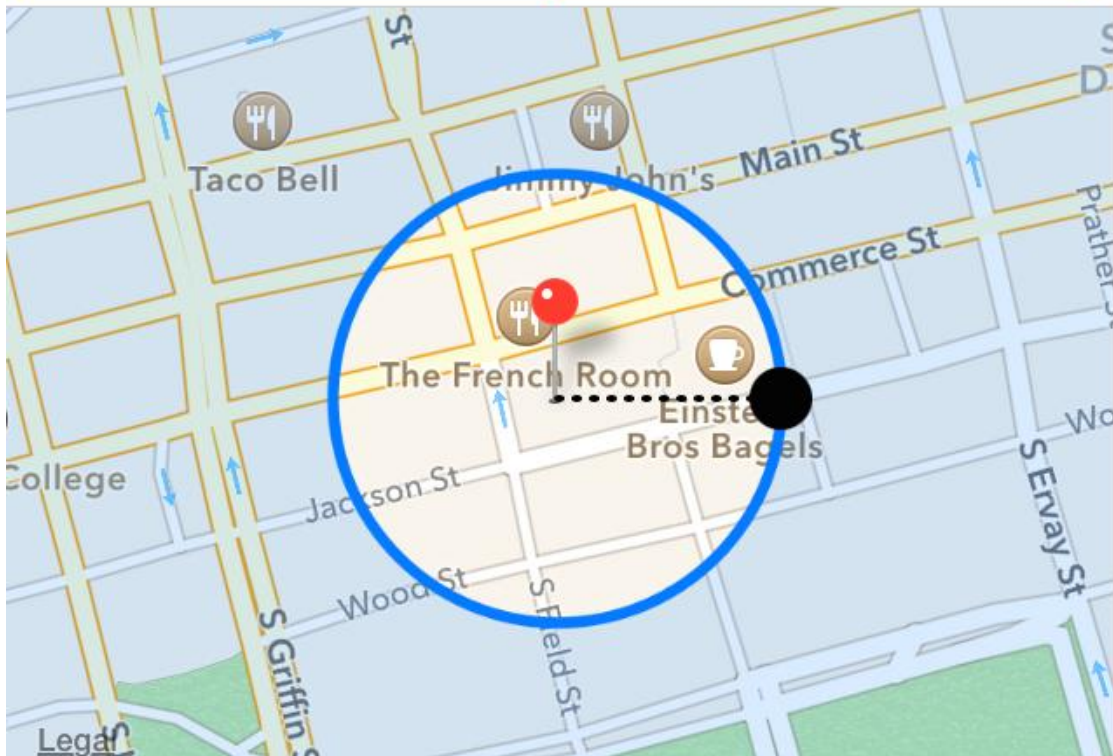
4. Όταν βρεθεί σήμα από αρκετούς δορυφόρους (GPS), η ακρίβεια γίνεται όλο και καλύτερη. Η διαδικασία, όμως, αυτή απαιτεί ορισμένα δευτερόλεπτα. Είναι γεγονός πως η ύπαρξη Wi-Fi σε αυτό το στάδιο βοηθάει στο να αγνοηθούν οι μεγάλες αποκλίσεις στην ακρίβεια εντοπισμού θέσης και να οδηγηθούμε σε μεγαλύτερη ακρίβεια.
5. Εάν διαθέτουμε και δεδομένα χάρτη για την εκάστοτε τοποθεσία (map aided location) η ακρίβεια μπορεί να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο. Η ύπαρξη διανυσματικών δεδομένων για τα κτήρια και τους δρόμους διευκολύνουν τη διαδικασία εντοπισμού και οριοθετούν τις περιοχές που πρέπει να ερευνηθούν. Επιπλέον, είναι αρκετά βοηθητικό εάν έχει οριστεί ο τύπος δραστηριότητας του χρήστη. Για παράδειγμα, αν έχουμε ορίσει ότι ο χρήστης οδηγάει γνωρίζουμε ότι θα πρέπει να βρίσκεται σε κάποιον δρόμο και μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις πρόσθετες πληροφορίες που παρέχονται από τους αισθητήρες, όπως είναι η κατεύθυνση της κίνησης.

### **2.4.3 Παρακολούθηση περιοχής (Region Monitoring)**

Η υπηρεσία αυτή δίνει τη δυνατότητα στη συσκευή να εντοπίσει και να λάβει ενημερώσεις στη περίπτωση που διαπιστωθεί η είσοδος ή η έξοδος από σύνορα που ορίζονται από μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή ή από μια περιοχή στην οποία έχουν εμβέλεια συσκευές Beacon. Το iOS δίνει τη δυνατότητα σε μια εφαρμογή να ορίζει τέτοιες περιοχές. Μια γεωγραφική περιοχή είναι η επιφάνεια που ορίζεται από ένα κύκλου δεδομένης ακτίνας με κέντρο ένα συγκεκριμένο σημείο της Γης. Σε αντίθεση, μια περιοχή beacon είναι μια επιφάνεια που ορίζεται από την εγγύτητα (proximity) της συσκευής σε ένα σύστημα beacon.

When I arrive...

When I leave...



Εικόνα 2.25: Ορισμός γεωγραφικής περιοχής παρακολούθησης

### Region monitoring: what is it?



@giorgionatili #mobiletea #nese

23

Εικόνα 2.26: Παρακολούθηση περιοχής beacon

Πριν από την προσπάθεια παρακολούθησης οποιωνδήποτε περιοχών, η εφαρμογή θα πρέπει να ελέγξει εάν η παρακολούθηση περιοχής υποστηρίζεται στην συσκευή που χρησιμοποιείται. Ακολουθούν ορισμένοι λόγοι για τους οποίους ενδέχεται να μην είναι διαθέσιμη η παρακολούθηση περιοχής:

- Η συσκευή δεν διαθέτει το απαραίτητο υλικό για την υποστήριξη της παρακολούθησης περιοχής.
- Ο χρήστης αρνήθηκε στην εφαρμογή την άδεια να χρησιμοποιεί την παρακολούθηση περιοχής.
- Ο χρήστης απενεργοποίησε τις υπηρεσίες τοποθεσίας στις "Ρυθμίσεις".
- Ο χρήστης απενεργοποίησε την ανανέωση των εφαρμογών παρασκηνίου στις "Ρυθμίσεις", είτε γενικά για τη συσκευή είτε για την εφαρμογή.
- Η συσκευή βρίσκεται σε λειτουργία αεροπλάνου και δεν μπορεί να ενεργοποιήσει το απαραίτητο υλικό.

#### **2.4.4 Υπηρεσία εντοπισμού θέσης για εσωτερικούς χώρους**

Όπως αναλύθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια, για τον εντοπισμό της θέσης μια συσκευής σε ένα εξωτερικό χώρο γίνεται συνδυασμός της παροχής δικτύου κινητής τηλεφωνίας, του GPS και του Wi-Fi. Ωστόσο, όταν ασχολούμαστε με τον εντοπισμό θέσης σε εσωτερικό χώρο, οι δύο πρώτες τεχνολογίες δεν βοηθούν ιδιαίτερα. Αυτό συμβαίνει διότι το μεν δίκτυο κινητής τηλεφωνίας δεν έχει ακρίβεια ούτε σε εξωτερικούς χώρους, το δε GPS μπορεί να μην έχει καθόλου σήμα λόγω της αδυναμίας να φτάσει το δορυφορικό σήμα στη συσκευή μέσω φυσικών εμποδίων (κτίρια, τοίχοι κ.α.). Από την άλλη πλευρά, οι περισσότεροι εσωτερικοί χώροι διαθέτουν πλέον συστήματα Wi-Fi. Έτσι, όταν η συσκευή διαπιστώσει πως βρίσκεται σε ένα τέτοιο χώρο, μειώνει τη λειτουργία εντοπισμού θέσης μέσω GPS και σήματος κινητής τηλεφωνίας για να εξοικονομήσει ενέργεια. Παράλληλα, δίνει έμφαση στον εντοπισμό θέσης μέσω του Wi-Fi και των αισθητήρων κίνησης της συσκευής. Οι αισθητήρες κίνησης ενισχύουν κατά πολύ την ακρίβεια θέσης που παρέχουν τα παραμετρικά δεδομένα ραδιοσυχνοτήτων καθώς μπορούν να υπολογίσουν την κατεύθυνση και την ταχύτητα του χρήστη. Επομένως, μπορούν να προβλέψουν που θα βρίσκεται μετά από λίγη ώρα. (συνέδριο προγραμματιστών της Apple, 2014)

Εάν ο εσωτερικός χώρος έχει εισαχθεί στο πρόγραμμα της Apple, η θέση της συσκευής μπορεί να εντοπιστεί με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Έχοντας η Apple πληροφορίες για το κτήριο, όπως είναι το ύψος ή οι όροφοι, μπορεί να δώσει τη θέση της συσκευής σε μορφή γεωγραφικών συντεταγμένων και ορόφου. Χρησιμοποιώντας η εφαρμογή τα κατάλληλα

εργαλεία λογισμικού που παρέχονται από το λειτουργικό iOS μπορεί να αντιστοιχίσει τις γεωγραφικές συντεταγμένες σε συντεταγμένες επιπέδου. Με λίγα λόγια, έχει τη δυνατότητα να απεικονίσει τη θέση της συσκευής σε ένα σχέδιο της κάτοψης του χώρου.



***Εικόνα 2.27 :** Εντοπισμός θέσης σε εσωτερικό χώρο*

Τις δυνατότητες του εσωτερικού εντοπισμού θέσης μπορούν να τις εκμεταλλευθούν πολλές εφαρμογές για να παρέχουν πολύ χρηστικές λειτουργικότητες. Μερικά παραδείγματα είναι:

- Εφαρμογή αεροδρομίου η οποία να κατευθύνει τους χρήστες με αναλυτικές οδηγίες για το που πρέπει να κάνει check-in, πώς θα φτάσει στην πύλη επιβίβασης κτλ.
- Εφαρμογή ξενοδοχείου η οποία μόλις διαπιστώνει πως ο χρήστης του δωματίου πλησιάζει ανάβει το φως ή ανοίγει τη πόρτα χωρίς τη χρήση κλειδιού. Ακόμη, μπορεί να δώσει οδηγίες στους ενοίκους για να εντοπίσουν το δωμάτιό τους και να κινηθούν στο χώρο.
- Εφαρμογή εμπορικού κέντρου η οποία να βοηθάει το χρήστη να βρει αυτό που θέλει, δίνοντας οδηγίες σχετικά με τη διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει για να βρει κάθε κατάσταση.
- Εφαρμογή που να βοηθάει μια παρέα φίλων να γνωρίζει τη θέση κάθε μέλους της σε ένα χώρο.
- Εφαρμογή Καζίνο η οποία δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να παραγγείλει ένα ποτό και να ορίσει σε ποιο τραπέζι επιθυμεί να τον σερβίρουν.
- Εντοπισμός καλύτερης διαδρομής προς την έξοδο ενός κτηρίου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

- Εντοπισμός παρκαρισμένου αυτοκινήτου σε μεγάλους χώρους στάθμευσης.
- Αγορές ή παραγγελίες σε ένα κατάστημα, χωρίς τη βοήθεια υπαλλήλου και αυτόματη ενημέρωση για τις διαθέσιμες προσφορές.
- Εφαρμογή γυμναστηρίου, η οποία εντοπίζει το μηχάνημα που βρίσκεται ο χρήστης και προβάλλει αυτόματα τις οδηγίες χρήσεις του.

## **2.5 Ασφάλεια Προσωπικών Δεδομένων**

Η τεράστια πρόοδος της πληροφορικής, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, οι νέες μορφές διαφήμισης και ηλεκτρονικών συναλλαγών και η ανάγκη της ηλεκτρονικής οργάνωσης του κράτους ως συνέπεια την αυξημένη ζήτηση προσωπικών πληροφοριών από τον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα. Η ανεξέλεγκτη καταχώριση και επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων σε ηλεκτρονικά και χειρόγραφα αρχεία υπηρεσιών, εταιρειών και οργανισμών μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην ιδιωτική ζωή του πολίτη. Ολοένα και αυξανόμενος αριθμός εφαρμογών έχει την τάση να χρησιμοποιεί όλο και περισσότερες πληροφορίες που αφορούν το χρήστη.

Καθίσταται πολύ σημαντικό το να ξέρει ο χρήστης ποιες ακριβώς είναι οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται, που αποθηκεύονται και πώς ακριβώς χρησιμοποιούνται. Επομένως, κρίνεται απαραίτητο το να είναι εμφανείς οι όροι χρήσης ώστε να καλείται ο χρήστης να απαντήσει εάν τους αποδέχεται ή όχι. Η υπηρεσία με τη σειρά της είναι υποχρεωμένη να σέβεται τους όρους χρήσης και δεσμεύεται από το νόμο να τους τηρεί. Μπορεί να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες του χρήστη μόνο στη περίπτωση που εκείνος είναι ενημερωμένος και έχει δώσει τη συγκατάθεσή του.

Η ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών και οι νέες μορφές διαφήμισης και ηλεκτρονικών συναλλαγών οδήγησαν στην αυξημένη ζήτηση προσωπικών πληροφοριών από τον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα. Οι προσωπικές αυτές πληροφορίες που αναφέρονται σε κάθε είδους δραστηριότητα προσωπική είτε επαγγελματική του ατόμου ονομάζονται προσωπικά δεδομένα. Τα προσωπικά δεδομένα του χρήστη είναι πολλά, όπως το ονοματεπώνυμο, η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τοποθεσία, τηλέφωνο, στατιστικά στοιχεία ή διαφημίσεις. Σε περίπτωση που η εφαρμογή χρησιμοποιεί κάποια από τα παραπάνω στοιχεία, οφείλει να ζητήσει την αποδοχή των όρων χρήσης (privacy policy).



*Εικόνα 2.28: Πολιτική Απορρήτου (Privacy Policy) του Dropbox*

Ενδεικτικά, ορισμένα στοιχεία που δηλώνουν πολιτική προστασίας του χρήστη:

- Ενημέρωση του χρήστη και απαίτηση της συγκατάθεσής του για τη χρησιμοποίηση των στοιχείων του.
- Κρυπτογράφηση των δεδομένων
- Τα προσωπικά δεδομένα του χρήστη πρέπει να δίνονται στις Δημόσιες Αρχές μόνο σε περιπτώσεις που προβλέπεται από το νόμο.
- Απαγόρευση συνδυασμού πληροφοριών με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων αν δεν υπάρχει η γνώση και η έγκριση του χρήστη σχετικά με τον τρόπο που θα χρησιμοποιηθούν

## **2.6 Πλατφόρμα WITH**

Το WITH (<http://with.image.ntua.gr/>) είναι μια πλατφόρμα που αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας, Βίντεο και Πολυμέσων του ΕΜΠ με σκοπό την ένωση ψηφιακών αντικειμένων, εκθεμάτων και συλλογών από μουσεία και αρχεία σε όλο τον κόσμο. Επιτρέπει την αναζήτηση και την παρακολούθηση ψηφιακού πολιτιστικού υλικού διαφορετικών και ασύνδετων βάσεων δεδομένων από ένα ενιαίο σημείο πρόσβασης. Η

αναζήτηση πραγματοποιείται σε οργανισμούς όπως η Europeana, η Ψηφιακή Δημόσια Βιβλιοθήκη της Αμερικής, το YouTube, το Μουσείο Rijks, η Εθνική Βιβλιοθήκη της Αυστραλίας, η Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Νέας Ζηλανδίας και άλλες.

Το WITH είναι διαθέσιμο σε όλους όσους επιθυμούν να κάνουν μια εύκολη αναζήτηση σε διάφορες πηγές αρχείων πολιτισμού, είτε είναι πολιτιστικοί φορείς και οργανισμοί, είτε απλοί χρήστες. Δίνει την δυνατότητα στα μέλη της πλατφόρμας να βλέπουν, να συλλέγουν και να επαναχρησιμοποιούν τα δεδομένα με σκοπό την προώθηση της καινοτομίας και την ανάδειξη της αξίας του πολιτιστικού περιεχομένου.

### **Υπάρχουσες δυνατότητες WITH:**

- Ταυτόχρονη και εύκολη αναζήτηση πολιτιστικού περιεχομένου σε πλήθος πηγών. Υπάρχει η δυνατότητα σύνθετης αναζήτησης, εφ' όσον υποστηρίζεται από τον εκάστοτε φορέα. Για κάθε ψηφιακό αντικείμενο, εμφανίζονται και τα μεταδεδομένα που ο πολιτιστικός φορέας αποφασίζει να παρέχει. Για περισσότερες πληροφορίες ενός αντικειμένου, ο χρήστης παραπέμπεται στο site του φορέα που παρέχει το αρχείο.
- Δημιουργία Ψηφιακής Βιβλιοθήκης από τον χρήστη. Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να συλλέγει (collect) τα αρχεία που τον ενδιαφέρουν και να δημιουργεί με αυτά ιδιωτικές ή δημόσιες συλλογές.
- Δημιουργία Ψηφιακών Εκθέσεων. Δημιουργία ιστοριών χρησιμοποιώντας το επιθυμητό ψηφιακό υλικό και τα μεταδεδομένα του. Οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να προβάλλουν το υλικό αυτό με συγκεκριμένη σειρά και ροή, καθώς και να το συνδυάσουν με κείμενα. Το περιβάλλον επεξεργασίας και δημιουργίας της έκθεσης είναι εύκολο και εύχρηστο.
- Προφίλ Χρηστών. Παρέχεται στους χρήστες η δυνατότητα να κατασκευάζουν το προφίλ τους, στο οποίο περιλαμβάνουν τις προσωπικές πληροφορίες που επιθυμούν. Οι χρήστες μπορούν να ακολουθούν άλλους χρήστες, να επιλέγουν ως αγαπημένες δημόσιες συλλογές άλλων και να προωθούν περιεχόμενο και συλλογές στα διάφορα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.





# 3

## *Σχετικές εφαρμογές*

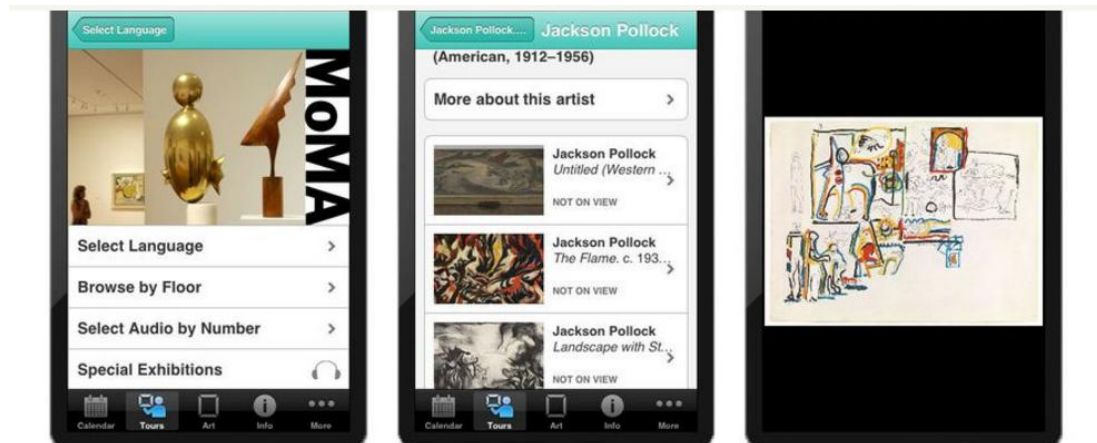
Οι εφαρμογές που αφορούν μουσεία είναι ένα αντικείμενο με ραγδαία εξέλιξη. Υπάρχει μεγάλο πλήθος σχετικών εφαρμογών οι οποίες είναι διαθέσιμες στα Apple και Play Store. Για λόγους πληρότητας κρίνεται απαραίτητο να αναλύσουμε ορισμένες από τις πιο ενδιαφέρουσες εφαρμογές που συναντήσαμε κατά την έρευνα μας, οι οποίες αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης αλλά και κίνητρο για σκέψη και διαφοροποίηση. Βασικό κριτήριο για την επιλογή τους δεν είναι μόνο το πόσο δημοφιλείς είναι. Θεωρήθηκε σημαντικό να παρουσιαστούν εφαρμογές που ξεχωρίζουν ως προς την εφευρετικότητα και την πρωτοτυπία τους. Τέλος, Η καταγραφή δεν αφορά αποκλειστικά τις εφαρμογές που υλοποιήθηκαν με την τεχνολογία beacon.

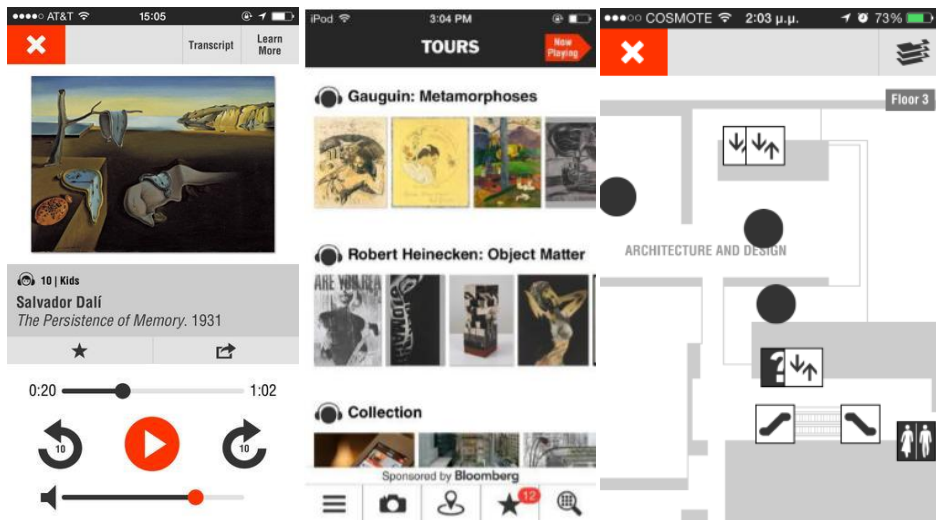
Σχεδόν όλες οι εφαρμογές που παρατίθενται δίνουν στον επισκέπτη του μουσείου έναν εύκολο τρόπο να δει πληροφορίες για τα εκθέματά του, συχνά με τη μορφή κειμένου και οπτικοακουστικού υλικού. Ορισμένες από αυτές χρησιμοποιούν χάρτες και κατόψεις των αιθουσών του μουσείου. Κάποιες άλλες χρησιμοποιούν την τεχνική του gamification, με σκοπό να προσεγγίσουν περισσότερο κοινό και να μετατρέψουν το παιχνίδι σε γνώση.

### 3.1 Museum of Modern Art – MOMA

Η εφαρμογή του Μουσείου Μοντέρνα Τέχνης της Νέας Υόρκης διαθέτει μια εφαρμογή η οποία είναι διαθέσιμη για iOS συσκευές. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή παρέχει τις δυνατότητες:

- Ηχητικές ξεναγήσεις
- Προβολή των διαθέσιμων εκθεμάτων και των βασικών τους πληροφοριών
- Δυνατότητα δημιουργίας προσωπικής συλλογής με τα διάφορα πολυμέσα (εικόνες, media, έργα τέχνης κτλ)
- Φωτογράφιση εκθεμάτων και κοινή χρήση στο κοινωνικά δίκτυα
- Ημερολόγιο εκθέσεων και εκδηλώσεων
- Χάρτης στον οποίο παρουσιάζονται οι θέσεις των αντικειμένων
- Πληροφορίες σχετικά με το Μουσείο
- Δυνατότητα αναζήτησης για ένα συγκεκριμένο καλλιτέχνη ή έκθεμα
- Να δει λεπτομέρειες για τα εκθέματα του μουσείου σε μορφή κειμένου, εικόνων και ακουστικών περιηγήσεων / περιγραφών.
- Να δει που βρίσκονται οι διάφορες παροχές του μουσείου όπως ακουστικά προγράμματα, κατάσταση δώρων, ανελκυστήρες, τουαλέτες, καφετέρια και πληροφορίες.

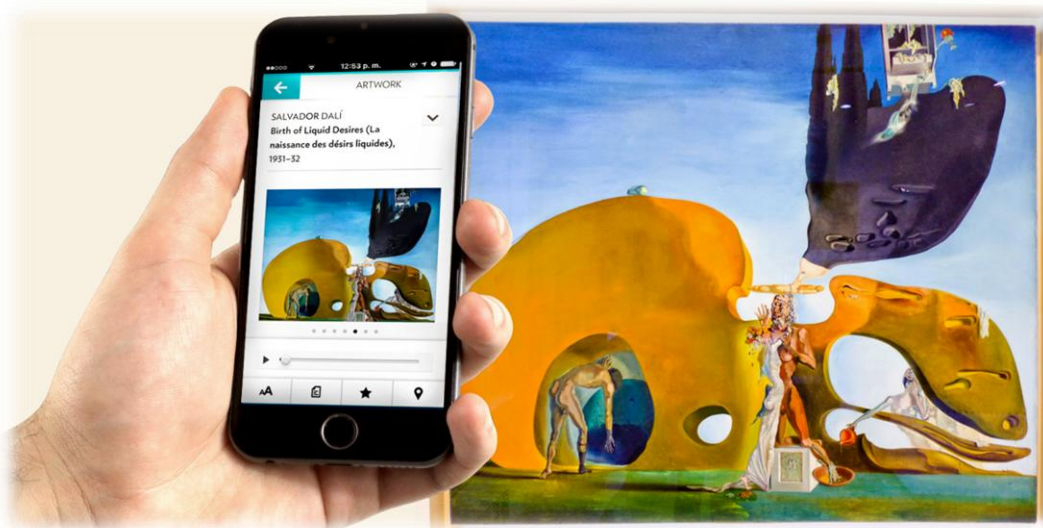




*Εικόνες 3.1: MOMA*

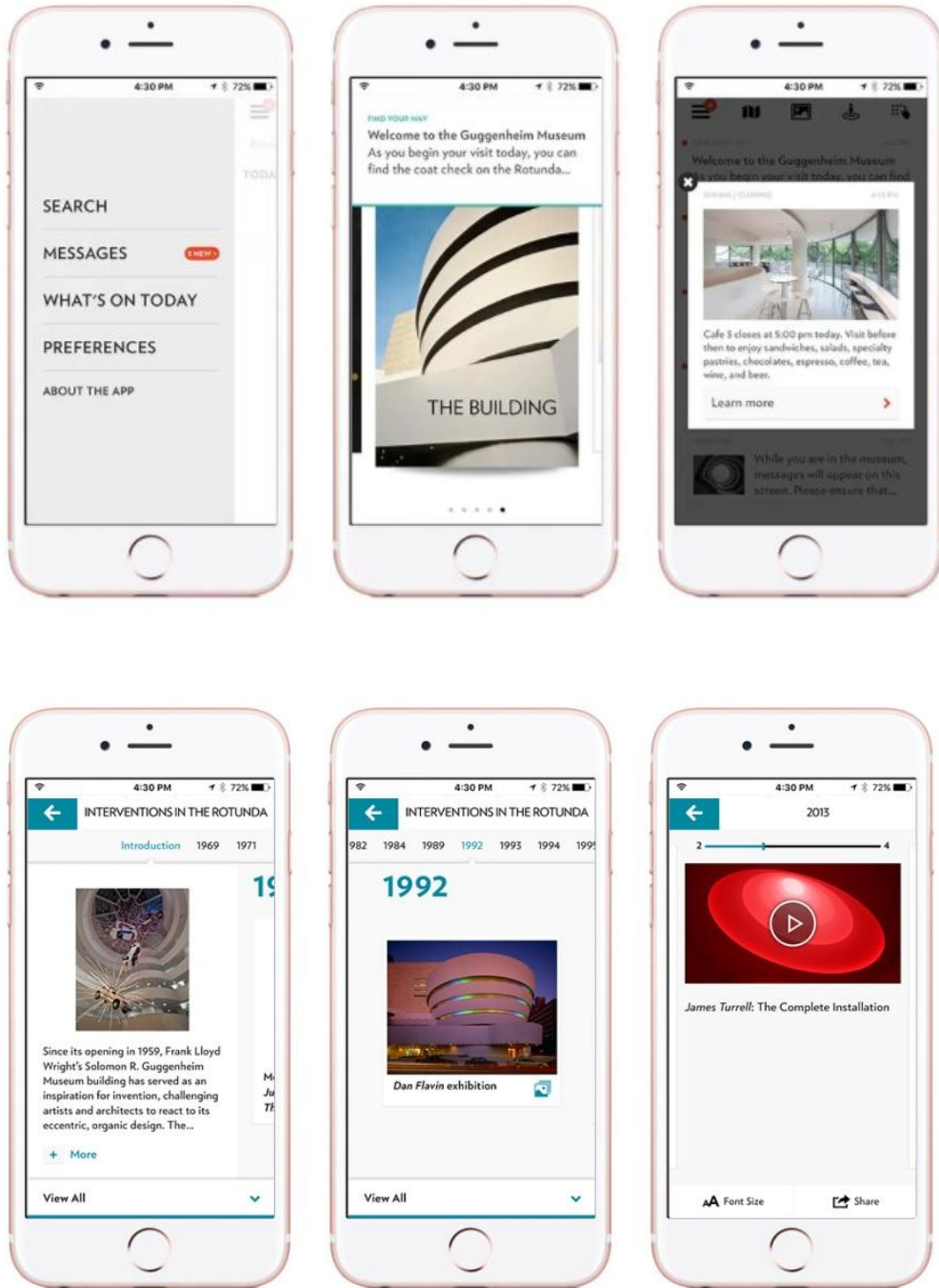
### 3.2 Guggenheim Museum

Το Μουσείο Guggenheim στη Νέα Υόρκη έχει αναπτύξει την εφαρμογή Near me, η οποία εμφανίζει κείμενο ήχου, βίντεο και κείμενο σχετικά με κοντινά έργα τέχνης και εκθέματα. Απασχολεί περίπου 100 beacon. Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη δωρεάν στα iTunes και Play Store.



*Εικόνα 3.2: Near me App*

Όταν ένας επισκέπτης ανοίγει τη Near Me εμφανίζονται στην οθόνη πληροφορίες σχετικά με κοντινά έργα τέχνης και εκθέσεις.



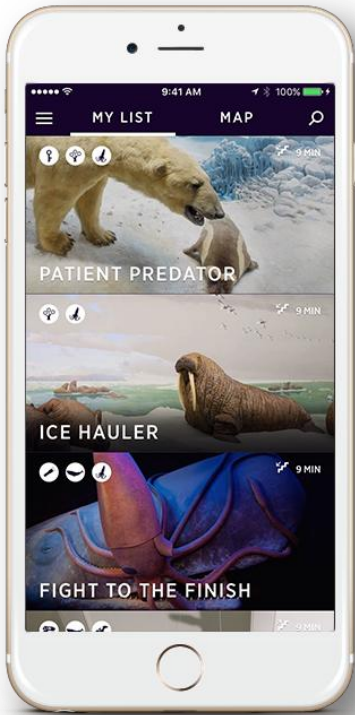
*Εικόνα 3.2 Near me App*

### 3.3 *American Museum of Natural History (AMNH)*

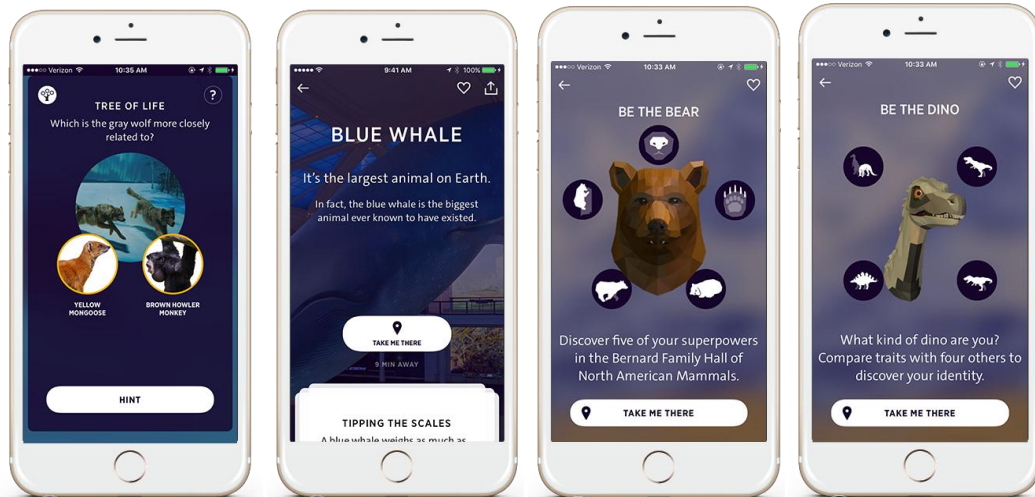
Το Μουσείο της Αμερικανικής Φυσικής Ιστορίας στη Νέα Υόρκη έχει δημοσιεύσει μια σειρά από εφαρμογές τόσο για iOS όσο και για Android συσκευές. Μερικές από αυτές είναι οι Explorer, Dinosaurs, Pterosaurs: The Card Game, Microrangers, Pterosaurs: Flight in the Age of Dinosaurs, The Power of Poison: Be a Detective, Hall of North American Mammals, Beyond Planet Earth: Augmented Reality.

Το 2010 το μουσείο είχε δημοσιεύσει μια πρώτη εκδοχή της εφαρμογής Explorer η οποία λειτουργούσε μόνο σε συσκευές iOS. Η εφαρμογή ανανεώθηκε και είναι και πάλι διαθέσιμη στο iTunes Store. Πλέον υποστηρίζει και το λειτουργικό Android και είναι διαθέσιμη και στο Play Store. Αποτελεί μια εφαρμογή η οποία αναλαμβάνει να ξεναγήσει το χρήστη στο Μουσείο και να κάνει τη περιήγησή του ενδιαφέρουσα. Παρέχει σύστημα πλοήγησης το οποίο λειτουργεί κυρίως με χρήση της τεχνολογίας των beacon. Έχουν τοποθετηθεί περίπου 700 συσκευές beacon στις 45 αίθουσες του μουσείου. Επικουρικά χρησιμοποιείται το δωρεάν δίκτυο WiFi του μουσείου. Παρέχονται ακόμη οι εξής δυνατότητες στο χρήστη:

- Λεπτομέρειες Εκθεμάτων, προσθήκη στα αγαπημένα, δυνατότητα κοινοποίησης των καλύτερων στιγμών της περιήγησης στα κοινωνικά δίκτυα
- Οδηγίες προς τη κοντινότερη καφετέρια, τουαλέτα ή έξοδο.
- Αναζήτηση εκθεμάτων με βάση τη δημοτικότητα τους, αλφαβητικά ή ανάλογα με την αίθουσα
- Πλήθος διασκεδαστικών βίντεο, εκπαιδευτικών εργαλείων puzzle και quiz
- Δυνατότητα Επιλογής ενδιαφερόντων (interests) ώστε η εφαρμογή να οργανώσει τη λίστα των εκθεμάτων με κριτήριο τη προσέγγιση των αγαπημένων θεμάτων του χρήστη
- «Be the Bear»: παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας που επιτρέπει στο χρήστη να αλληλεπιδράσει με εικονικά εκθέματα
- «Be a Dino Detective»: παιχνίδι που πραγματοποιείται στον τέταρτο όροφο του κτηρίου με σκοπό να ανακαλύψει ο χρήστης με ποιο δεινόσαυρο ταυτίζεται
- «Tree of Life»: παιχνίδι που αποσκοπεί στην ανακάλυψη της εξελικτικής πορείας των ειδών και τη βελτίωση της κατανόησης των παρεχόμενων πληροφοριών







*Εικόνες 3.3: AMNH Explorer App*

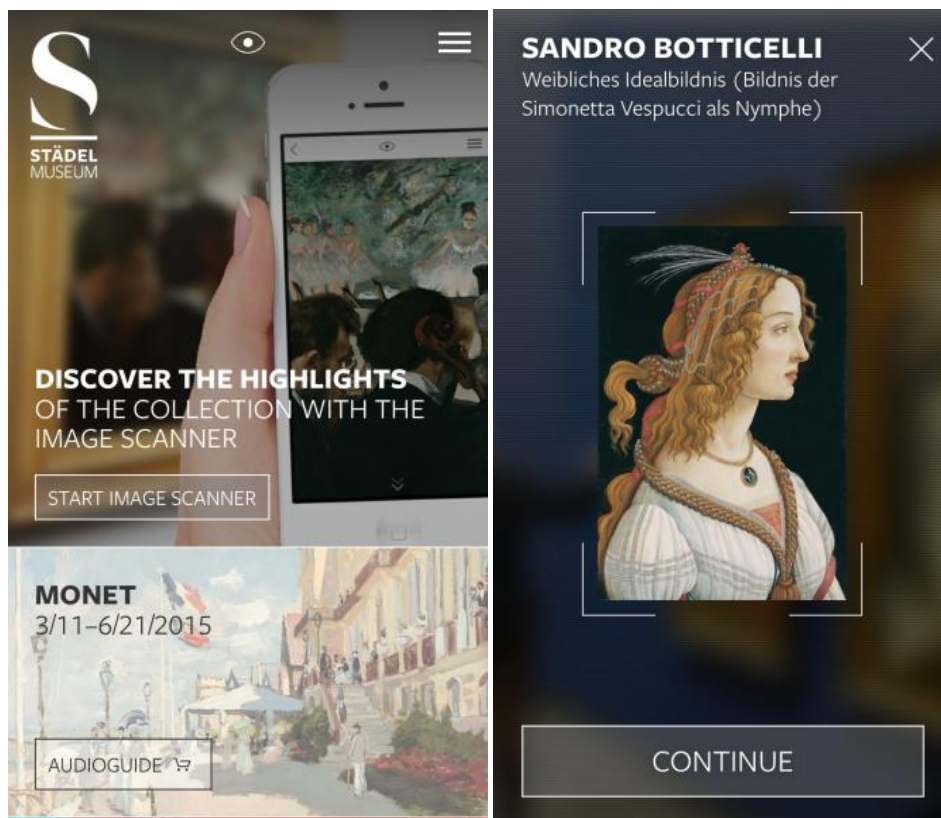
Το Μουσείο Αμερικανικής Φυσικής Ιστορίας στη Νέα Υόρκη παρέχει κατά καιρούς εφαρμογές που συνοδεύουν ορισμένες εκθέσεις του με σκοπό να τις κάνουν ενδιαφέρουσες και διαδραστικές. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εφαρμογή Pterosaurs: The Card Game. Πρόκειται για μια παλαιότερη έκθεση του AMNH για την οποία κατασκευάστηκε μια πολύ αξιόλογη εφαρμογή που βασίστηκε στη λογική του gamification. Το μουσείο προμήθευε τους επισκέπτες της έκθεσης με κάρτες πτεροσαύρων. Εκείνοι με τη σειρά τους, έκαναν scanning με χρήση της εφαρμογής κατά την περιήγησή τους ώστε να δουν animations με τους πτερόσαυρους να πετούν, να περπατούν κ.α.



*Εικόνα 3.3: AMNH, Pterosaurs: The Card Game*

### 3.4 *Staedel Museum*

Μια άλλη ενδιαφέρουσα δωρεάν εφαρμογή είναι αυτή που αναπτύχθηκε από το Μουσείο Staedel της Φρανκφούρτης. Η εφαρμογή εμπλουτίζει την επίσκεψή του χρήστη στο μουσείο με ενδιαφέρουσες πληροφορίες και κομμάτια ηχητικής ξενάγησης για περίπου εκατό έργα. Βασικό εργαλείο της αποτελεί ένας ενσωματωμένος σαρωτής εικόνας (image scanner), τον οποίο χρησιμοποιεί ο χρήστης για να σκανάρει τα εκθέματα που επιθυμεί. Η εφαρμογή στη συνέχεια αναγνωρίζει σε ελάχιστο χρόνο το έκθεμα και παρέχει όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες. Δίνεται δωρεάν για iOS και Android.



*Εικόνα 3.4: Stadel Museum App*





*Εικόνα 3.4: Stadel Museum App*

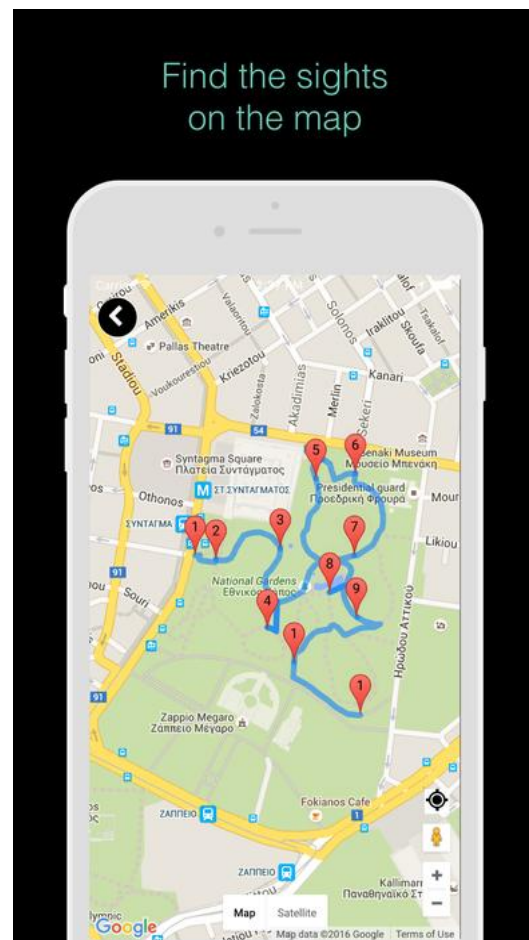
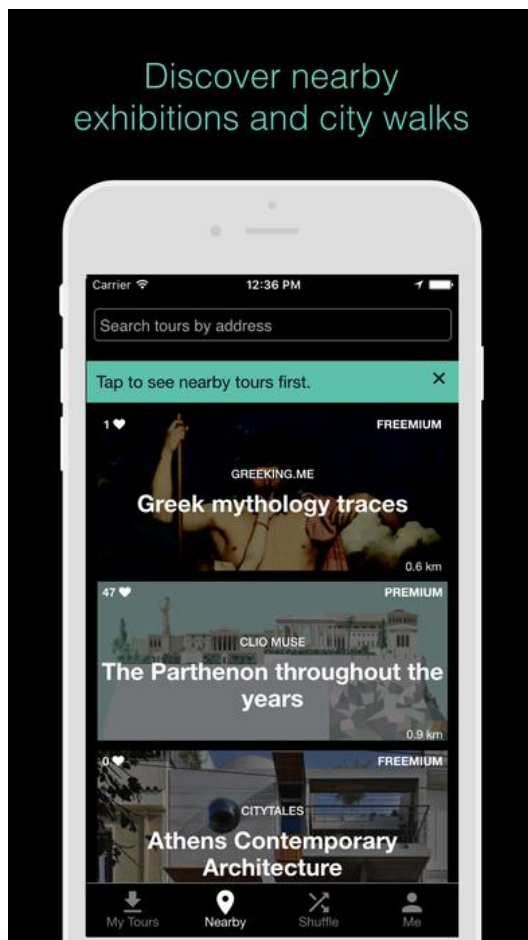
### **3.5 Clio Muse App**

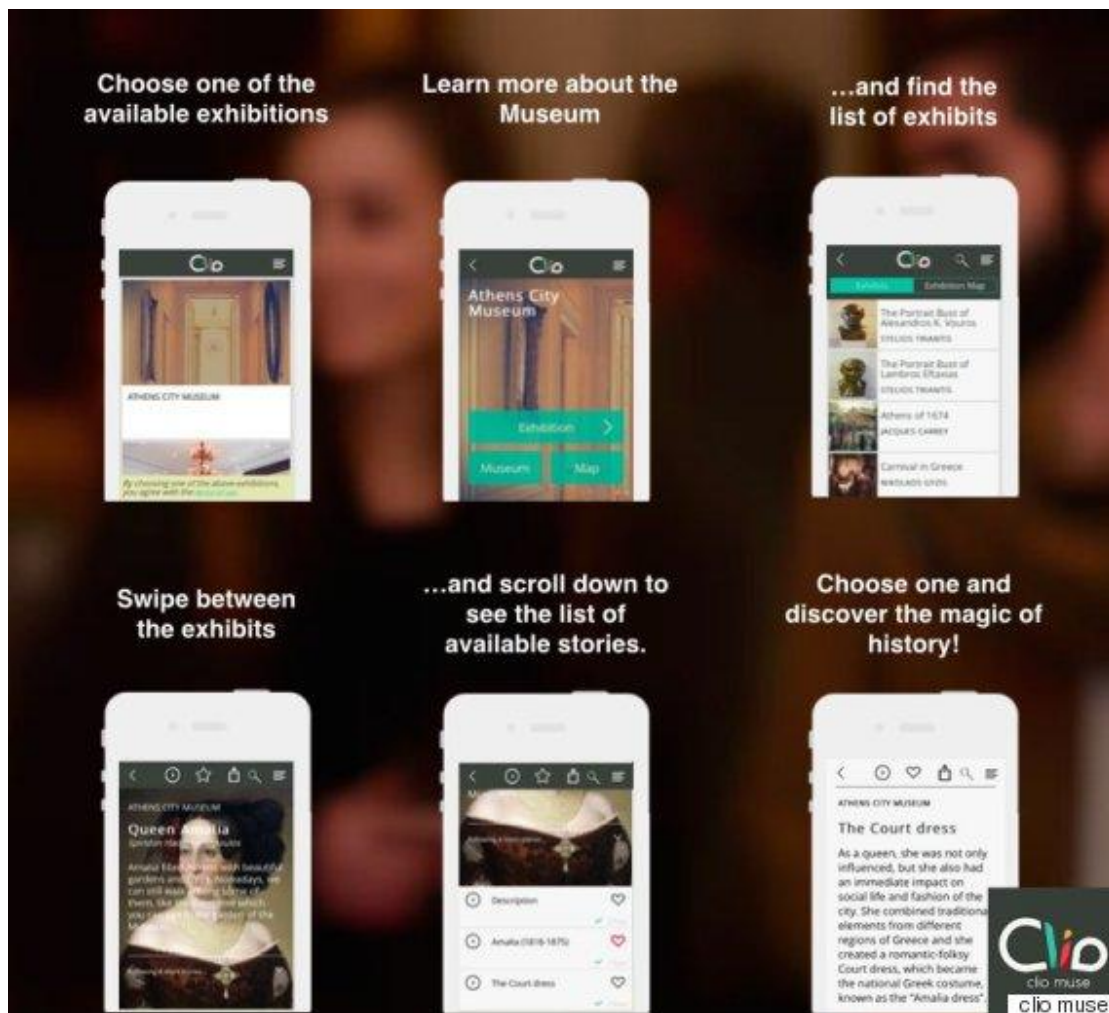
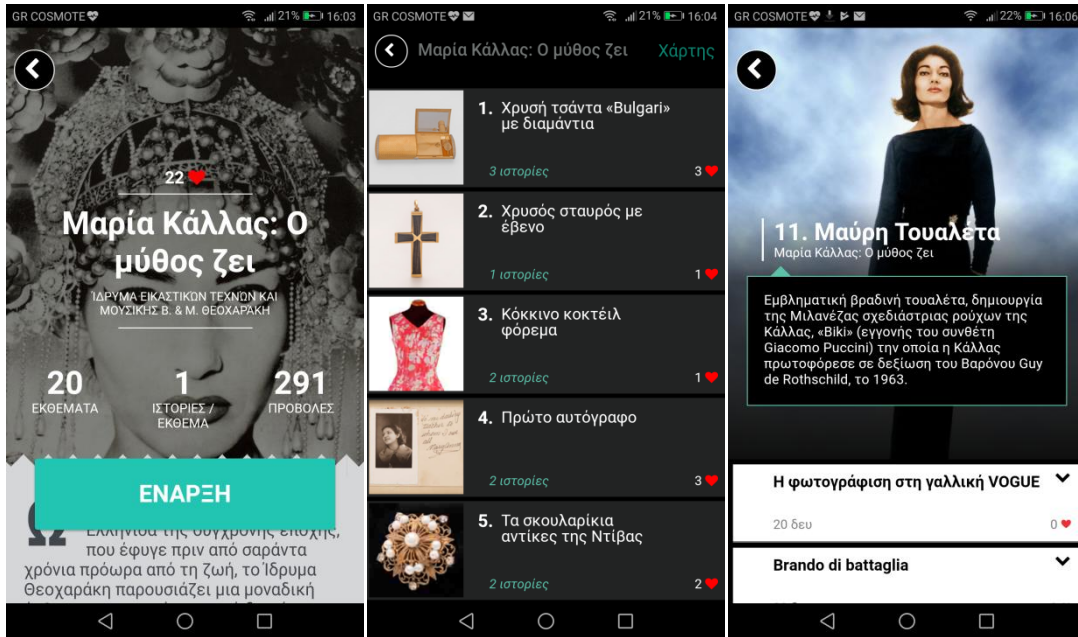
Η Clio Muse είναι μία εφαρμογή αφήγησης ιστοριών για την τέχνη και τον πολιτισμό και αποτελεί μια πλατφόρμα διασύνδεσης αρκετών πολιτιστικών ιδρυμάτων με τους επισκέπτες. Μοιράζεται μοναδικές, αληθινές και συναρπαστικές ιστορίες επιλεγμένων εκθεμάτων από όλο τον κόσμο. Για τους χρήστες λειτουργεί ως εφαρμογή ξενάγησης κατά τη διάρκεια της επίσκεψής τους στον εκθεσιακό χώρο και ως ψηφιακό περιοδικό όπου βρίσκουν ενδιαφέρουσες ιστορίες πριν και μετά την επίσκεψη. Τις ιστορίες αυτές μπορούν να τις ψηφίσουν, να τις μοιραστούν και να τις προσθέσουν στα αγαπημένα. Για τους χώρους πολιτισμού είναι ένα εργαλείο προβολής τους και αύξησης του κοινού τους διότι όλες οι εκθέσεις εντάσσονται σε μία πλατφόρμα με κοινή μεθοδολογία και έτσι επισκέπτες άλλων εκθέσεων που φιλοξενούνται στην Clio Muse, ανακαλύπτουν και τις υπόλοιπες που βρίσκονται μέσα σε αυτήν. Επιπλέον αποτελεί εργαλείο αξιολόγησης των εκθέσεων τους μέσω στατιστικών που προκύπτουν από τη δραστηριότητα των επισκεπτών τους.

Το περιεχόμενο μπορεί να ανανεώνεται από το εκάστοτε μουσείο ή χρήστη στους οποίους δίνεται η δυνατότητα να δημιουργήσουν το προσωπικό τους «μονοπάτι. Είναι σχεδιασμένη από ιστορικούς, αρχαιολόγους και μουσειολόγους. Μοιράζεται μοναδικές ιστορίες για επιλεγμένα εκθέματα, χωρισμένες σε 4 θεματικές ενότητες, με εμφανή τη

χρονική διάρκεια κάθε ενότητας. Οι επισκέπτες μπορούν να επιλέξουν για κάθε έκθεμα την ποσότητα της πληροφορίας που θα διαβάσουν, θα δουν ή θα ακούσουν. Να ψηφίσουν τα αγαπημένα τους εκθέματα και τις πιο ενδιαφέρουσες ιστορίες, να παίζουν διαδραστικά παιχνίδια και να μοιραστούν την εμπειρία τους με τους φίλους τους στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Η πλατφόρμα διαχείρισης CREATE που παρέχεται βοηθά τους παρόχους υπηρεσιών (Πολιτιστικά Ιδρύματα, Μουσεία, Τουριστικές Επιχειρήσεις, ιδιώτες κτλ.) να δημιουργήσουν και προωθήσουν το περιεχόμενο τους με το πιο ελκυστικό τρόπο δημιουργώντας τις δικές τους διαδρομές. Δίνει τη δυνατότητα προσθήκης ή αφαίρεσης των σημείων ενδιαφέροντος, επεξεργασίας περιηγήσεων, επισύναψης εικόνων, βίντεο ή φωνητικών αρχείων και δημοσίευσης των περιηγήσεων σε λίγα λεπτά χωρίς να είναι απαραίτητες οι τεχνικές γνώσεις. Τέλος, η πλατφόρμα βελτιώνεται συνεχώς, καθώς ενσωματώνει τις προτιμήσεις του κοινού από την καθημερινή χρήση.



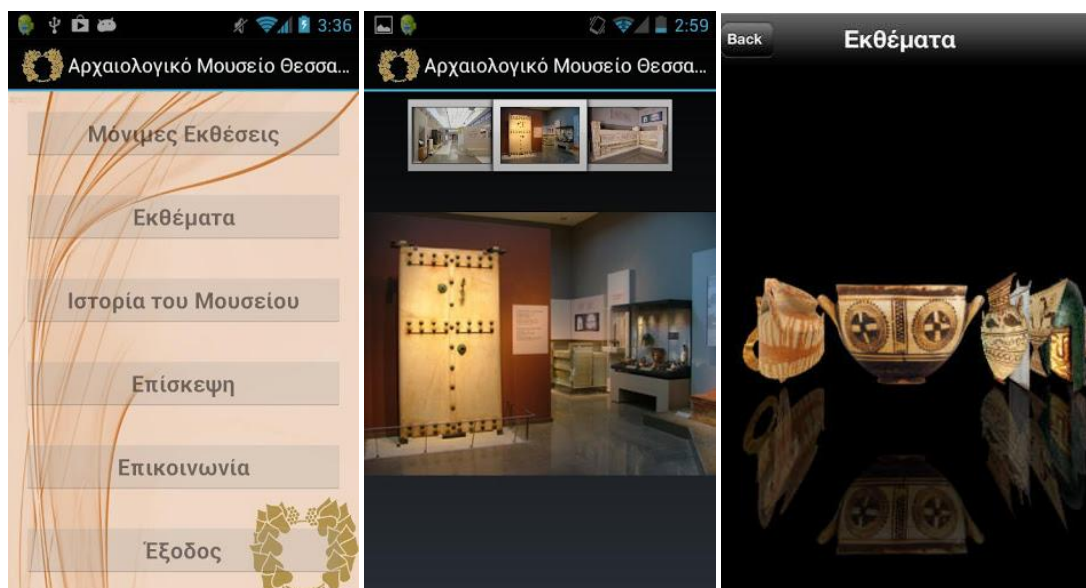


*Εικόνες 3.5: Clío Muse App*

### 3.6 AMΘ Mobile

Σύμφωνα με την περιγραφή της εφαρμογής στη σελίδα της, η εφαρμογή του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης είναι η πρώτη εφαρμογή που αναπτύχθηκε για ελληνικό μουσείο (2012). Λειτουργεί σε Android και iOS. 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 φοιτητές Βαγγέλη Μοτεσνίτσαλη, Στέφανο Όροβα και Στέφανο Αντάρη 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.



*Εικόνα 3.6: AMΘ Mobile App*



### 3.7 Rick Steves' Ancient Rome Tour

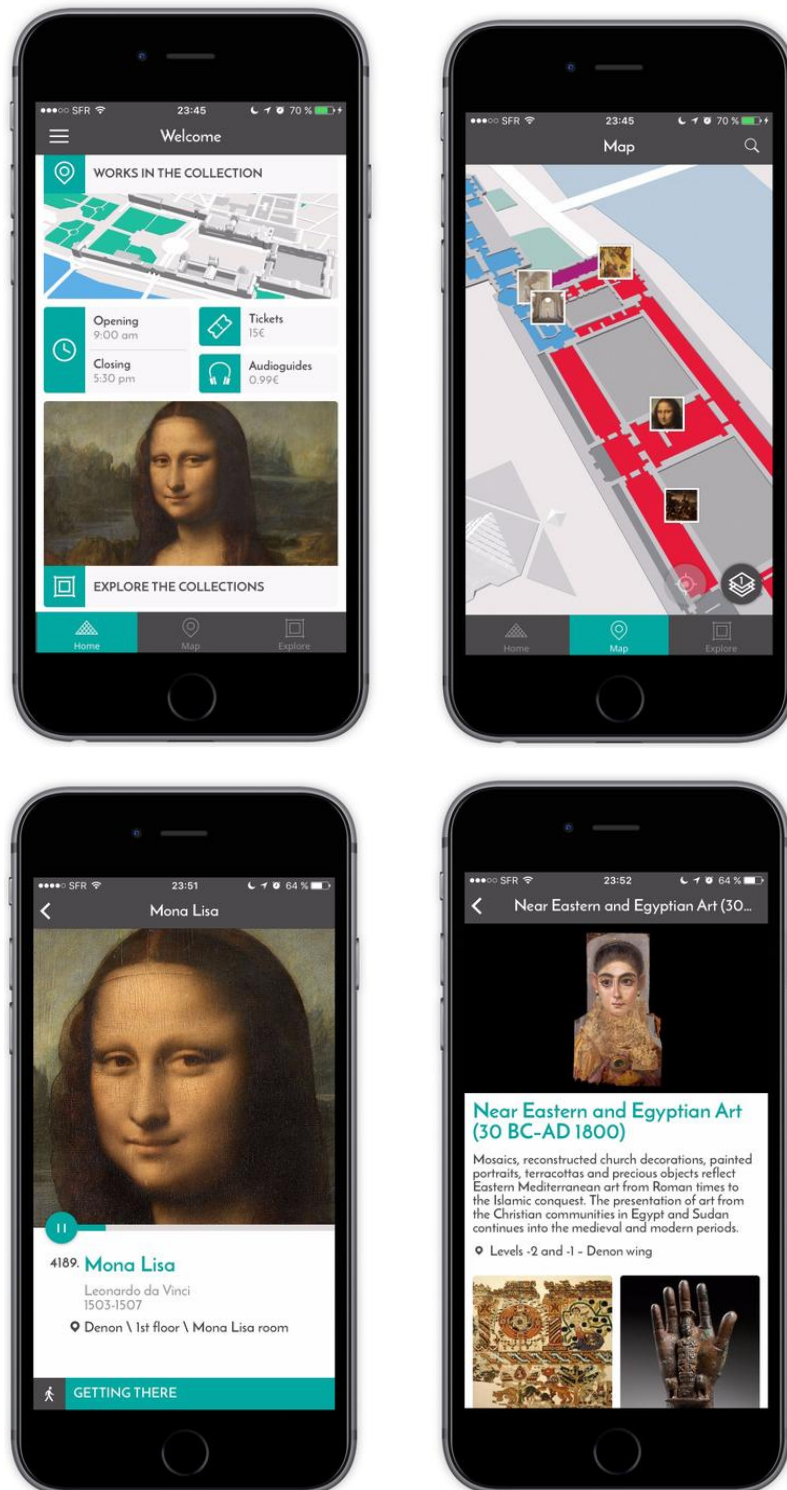
Μια πολύ απλή εφαρμογή προσωπικού διαδραστικού οδηγού πολυμέσων για την αρχαία Ρώμη. Η συσκευή αναπαραγωγής ήχου επιτρέπει στο χρήστη να ακούει λεπτομερείς εξηγήσεις για τα τμήματα της περιήγησης και των αξιοθέατων. Μερικά από τα αξιοθέατα συνοδεύονται από βίντεο. Αυτός ο περιηγητικός ξεναγός της ιστορίας της Ρώμης βελτιώνεται με χρήσιμες πληροφορίες σε κοντινά ξενοδοχεία και εστιατόρια. Η καρτέλα πληροφοριών οποιουδήποτε αξιοθέατου, ξενοδοχείου ή εστιατορίου εμφανίζει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το κόστος, τη διεύθυνση, τους αριθμούς τηλεφώνου κ.λπ.



*Εικόνα 3.7: Ancient Rome App*

### 3.8 Musee de Louvre

Πρόκειται για μια εφαρμογή που αναπτύχθηκε για το Μουσείο του Λούβρου και προσφέρει στο χρήστη δυνατότητες ξενάγησης. Είναι διαθέσιμη σε Android και iOS συσκευές.

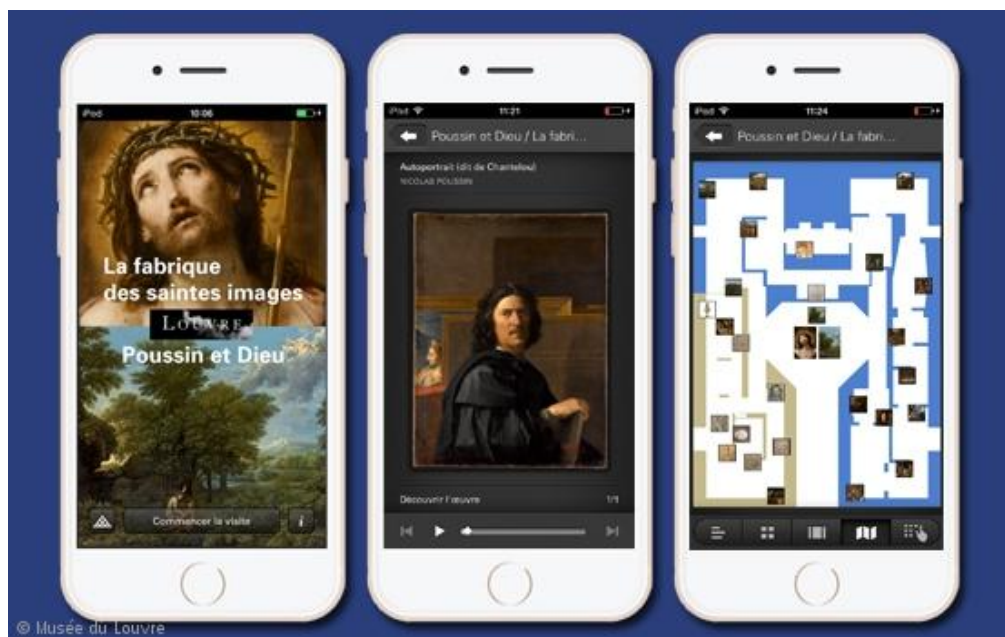


*Εικόνες 3.8: Muse de Louvre App*

### Poussin and God/ Making Sacred Images - Exhibition App

Πρόκειται για την εφαρμογή “Poussin and God” και “Making Sacred Images,” η οποία είναι διαθέσιμη για iPhone και για Android και αναπτύχθηκε από το Μουσείο του Λούβρου:

Η εφαρμογή παρέχει audio ξενάγηση των εκθεμάτων των εκθέσεων του Μουσείου.



*Εικόνα 3.8.: Poussin and God App*

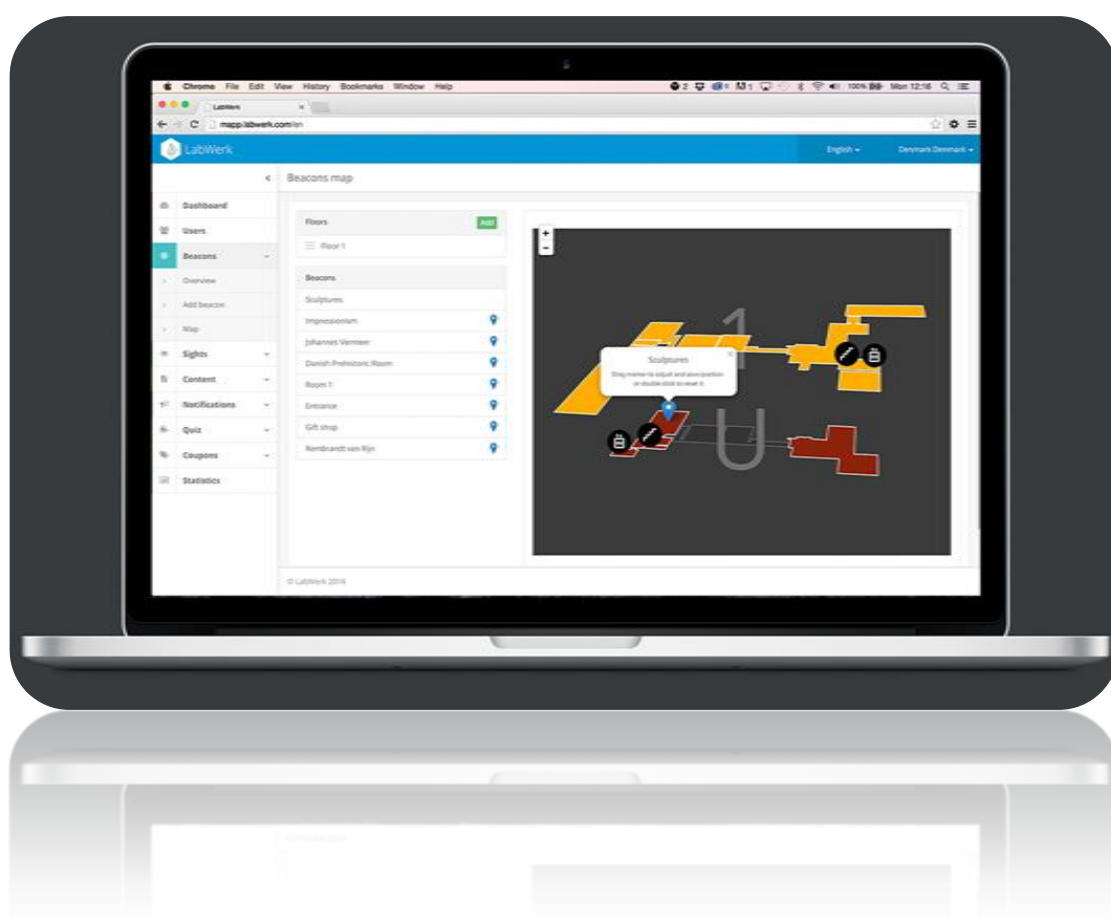
### **3.9 mApp**

Η νέα πλατφόρμα για μουσεία της εταιρείας LabWerk με έδρα την Ολλανδία, mApp, επαναπροσδιορίζει την εμπειρία του επισκέπτη. Μέσω της χρήσης της τεχνολογίας iBeacon, το mApp έχει σχεδιαστεί ειδικά για να ενισχύσει τη συμμετοχή των επισκεπτών, να δημιουργήσει εξατομικευμένες αλληλεπιδράσεις και να μεταφέρει περιεχόμενο στο επόμενο επίπεδο. Επιτρέπει στα πολιτιστικά ιδρύματα να βασιστούν στην ήδη διαμορφωμένη πλατφόρμα mApp και να σχεδιάσουν τις εφαρμογές τους.

Καθώς οι επισκέπτες βρίσκονται σε ένα μουσείο, το smartphone ή το tablet τους θα αναζητήσει σήματα που αποστέλλονται από ένα δίκτυο beacon. Αυτά τα beacon μπορούν να τοποθετηθούν σε κοινόχρηστους χώρους για μαζικές εκπομπές ή δίπλα σε συγκεκριμένα εκθέματα για να στείλουν ένα στοχευμένο μήνυμα στους θεατές. Κατά την ανίχνευση ενός beacon, ενεργοποιείται μια ειδοποίηση ή ενέργεια στη συσκευή του επισκέπτη, η οποία τον κατευθύνει σε συγκεκριμένες πληροφορίες.

Οι υπάλληλοι των μουσείων και οι επιμελητές με μικρή εμπειρία πληροφορικής μπορούν εύκολα να δημιουργήσουν μια μοναδική εμπειρία για το χρήστη με τη βοήθεια της πλατφόρμας mApp. Με την πλατφόρμα mApp, τα μουσεία είναι σε θέση να δημιουργήσουν μια μοναδική εφαρμογή και εμπειρία που να ανταποκρίνεται στις ατομικές ανάγκες, απαιτήσεις και θρόνες.

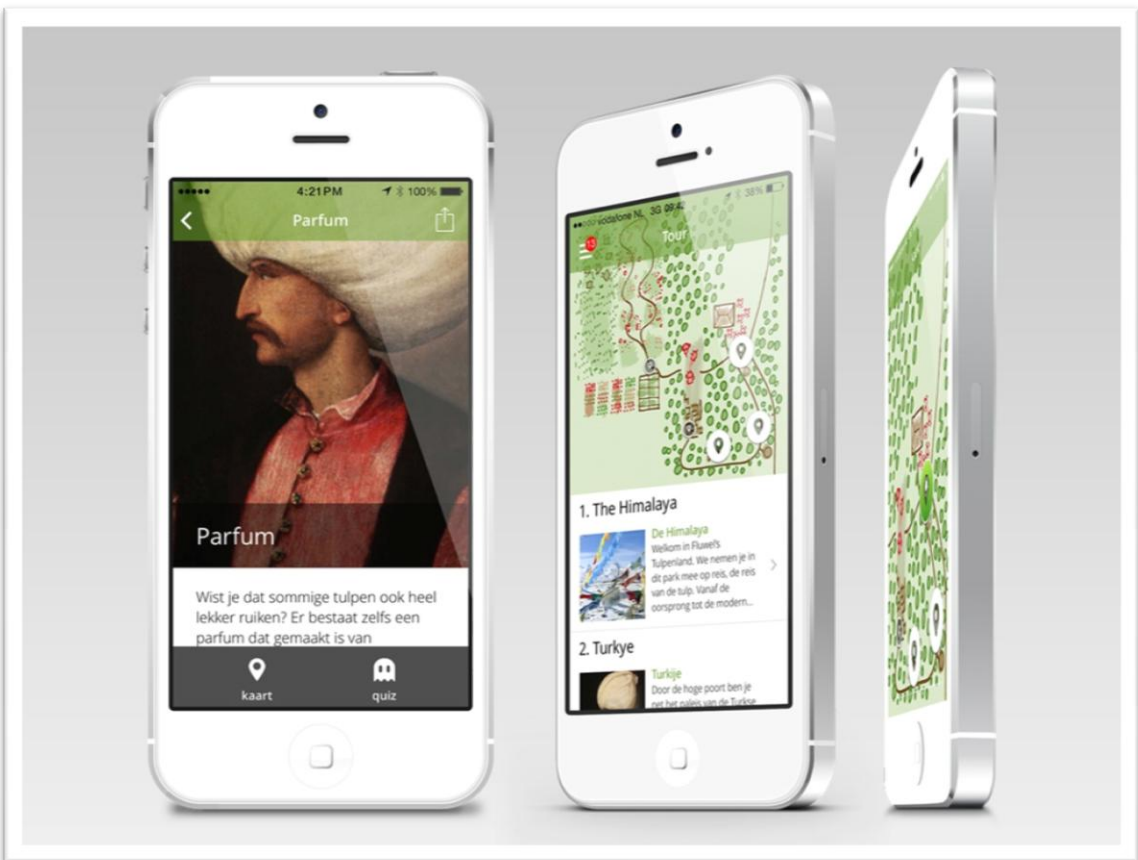
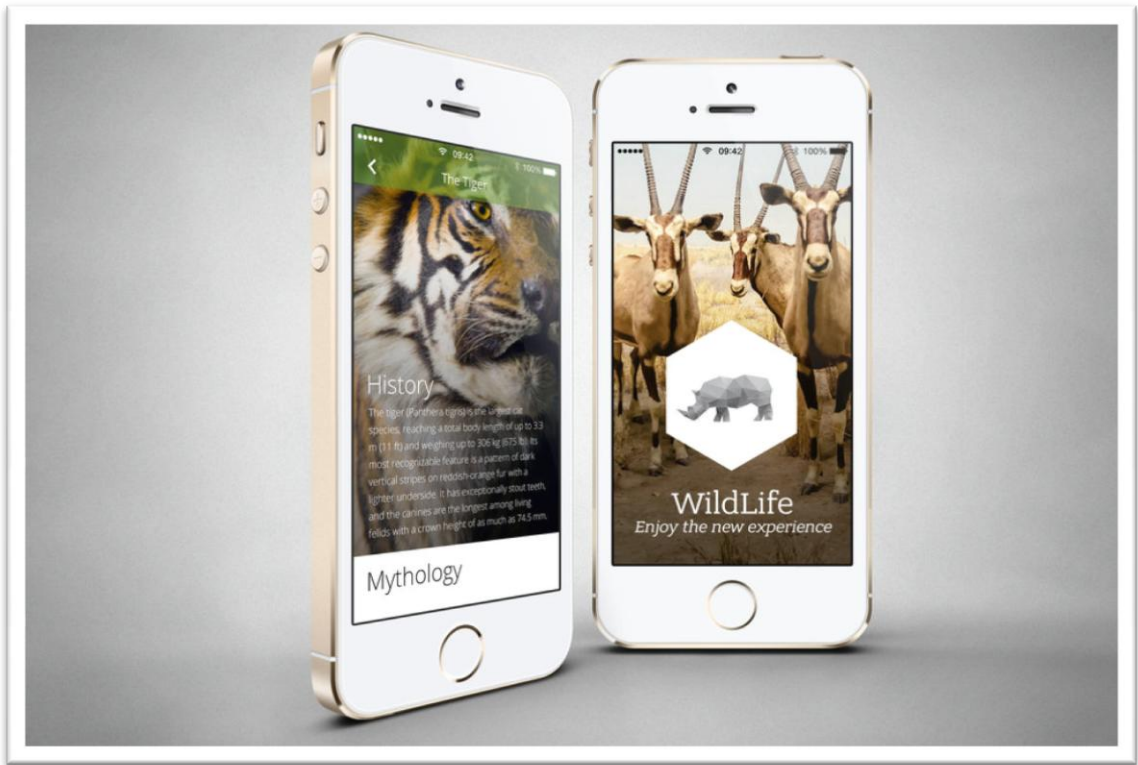
Η εφαρμογή LabWerk Museum προσφέρει στους επισκέπτες μια σειρά χαρακτηριστικών, όπως: εύρεση τοποθεσίας χρήστη στο χώρο, εσωτερική πλοήγηση, gamification και engagement, ένταξη κουπονιών (passbook) και βραβείων, πολυγλωσσικό περιεχόμενο, ενσωμάτωση facebook και twitter, επωνυμία που να ταιριάζει στο μουσείο.



*Εικόνα 3.9: Πλατφόρμα σχεδίασης mApp*

Στη συνέχεια, παρατίθενται στιγμιότυπα από ορισμένες αξιολογικές εφαρμογές ή θρόνες που δημιουργήθηκαν και βασίστηκαν στη πλατφόρμα mApp.





*Εικόνα 3.9: Παραδείγματα mApp*



*Εικόνα 3.9: Zoom App – Βιοπάрко Zoom στο Τορίνο*

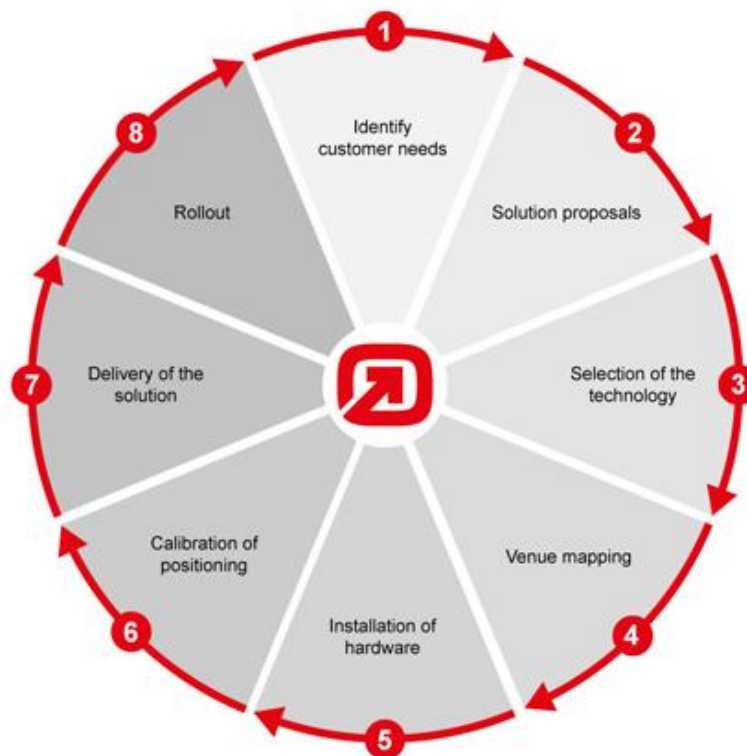


*Εικόνα 3.9: Fluwel's Tulpenland App*

### 3.10 infSoft

Η πλατφόρμα infsoft προσφέρει συστήματα εσωτερικής πλοήγησης και εσωτερικού εντοπισμού για διάφορες βιομηχανίες. Δεδομένου ότι το GPS δεν είναι διαθέσιμο σε εσωτερικούς χώρους, χρησιμοποιεί Bluetooth beacons για εσωτερική τοποθέτηση ή ρυθμίζει το εσωτερικό σύστημα εντοπισμού θέσης με Wi-Fi. Επιπλέον, παρέχει λύσεις υψηλής ακρίβειας βασισμένες στην τεχνολογία Ultra-wideband (UWB). Η infSoft έχει αναπτύξει ένα ειδικό υλικό για την εσωτερική παρακολούθηση - τους κόμβους εντοπισμού infsoft και τις ετικέτες εντοπισμού infsoft - που βοηθούν να βρεθούν στοιχεία και άνθρωποι στα κτίρια σε πραγματικό χρόνο. Οι φημισμένες εταιρείες χρησιμοποιούν τις εσωτερικές εφαρμογές πλοήγησης, καθώς και τις λύσεις παρακολούθησης και ανάλυσης. Η τεχνολογία infsoft είναι επίσης διαθέσιμη ως εσωτερική SDK πλοήγησης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα τρίτων.

Η infsoft προσφέρει όλο το φάσμα των υπηρεσιών εσωτερικής τοποθέτησης: εσωτερική πλοήγηση, εσωτερική ανάλυση, εντοπισμό εσωτερικών τοποθεσιών και υπηρεσίες που βασίζονται σε εσωτερικές τοποθεσίες.



*Εικόνα 3.10: Στάδια παραγωγής Εφαρμογής της infSoft*

Οι Ελβετικοί Ομοσπονδιακοί Σιδηρόδρομοι (SBB) έχουν κυκλοφορήσει μια νέα έκδοση της εφαρμογής "My Train Station". Αναπτύχθηκε από την εταιρεία infsoft από το

Großmehring κοντά στην Ingolstadt, η οποία ειδικεύεται στην εσωτερική πλοήγηση και τις εσωτερικές υπηρεσίες. Η εφαρμογή παρέχει ακόμη πληροφορίες σχετικά με τα καταστήματα και τις υπηρεσίες που υπάρχουν στο σταθμό (ώρες λειτουργίας, προϊόντα, τοποθεσία κ.λπ.), ενημέρωση για προσφορές, δυνατότητα αξιολόγησης καταστημάτων, ειδήσεις, αγορές από το Shop κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, εύρεση καλύτερων υπηρεσιών και δρομολογίων, προσβάσιμες διαδρομές αν ταξιδεύει ο χρήστης με αποσκευές, αν υπάρχει αναπηρία κ.ά.

Μια νέα λειτουργία είναι το "Friend Finder". Οι χρήστες μπορούν να στείλουν ένα σύνδεσμο κοινής χρήσης σε φίλους μέσω μηνύματος κειμένου ή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στον κεντρικό σιδηροδρομικό σταθμό της Ζυρίχης. Ισχύει για 30 λεπτά ενώ δείχνει την πραγματική θέση του χρήστη. Η εφαρμογή πλοηγεί τον παραλήπτη απευθείας στο σημείο συνάντησης. Η εφαρμογή έχει επίσης ενσωματωμένο το SBB SpeedyShop. Οι ταξιδιώτες μπορούν να παραγγείλουν καλλυντικά και άλλα προϊόντα από το ηλεκτρονικό κατάστημα ενώ βρίσκονται εν κινήσει και στη συνέχεια να το παραλάβουν 30 λεπτά αργότερα στο σιδηροδρομικό σταθμό.

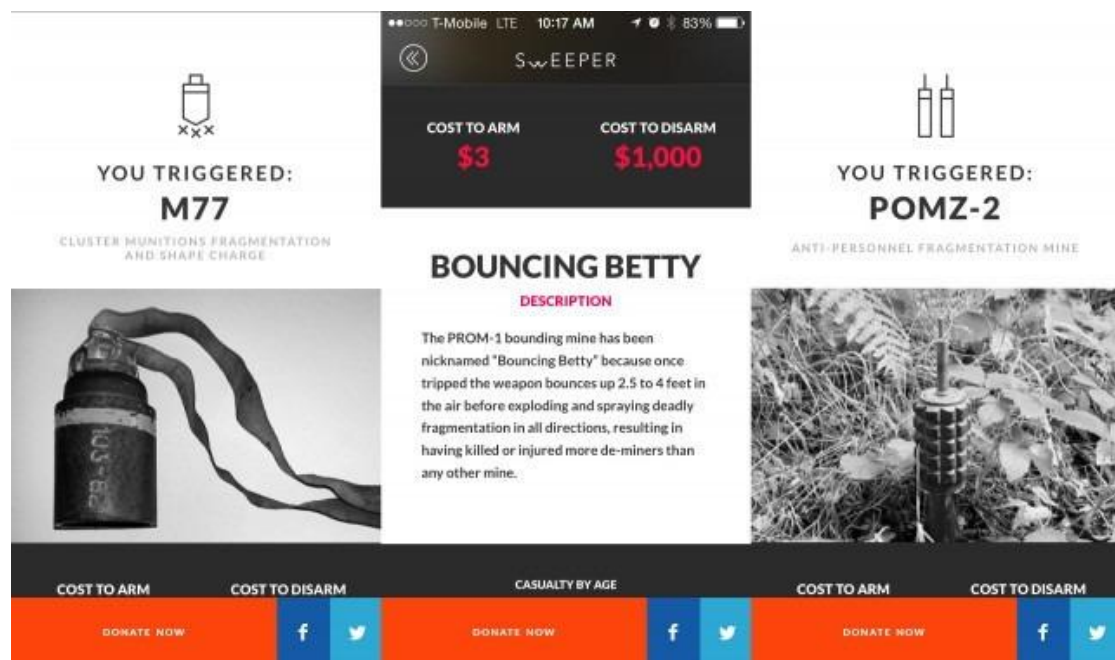


*Εικόνα 3.10: My Station App, Zurich main station*



### 3.11 The Sweeper

Πρόκειται για μια εφαρμογή που αναπτύχθηκε από το New Museum της Νέας Υόρκης στο πλαίσιο της έκθεσης που πραγματοποιήθηκε στις 4 Απριλίου του 2014 με αφορμή τη Παγκόσμια Ημέρα των Ηνωμένων Εθνών ενημέρωσης για τις νάρκες. Η εφαρμογή The Sweeper βασίστηκε στη τεχνολογία των beacon και είναι διαθέσιμη σε συσκευές iOS και Android. Στόχος ήταν η προσομοίωση ενός ναρκοπεδίου στο οποίο ο χρήστης προσπαθούσε να αποφύγει την έκρηξη των ναρκών. Οι συσκευές beacon τοποθετούνταν σε διάφορα κρυφά σημεία στο χώρο της έκθεσης. Μόλις ο χρήστης πλησίαζε πολύ κοντά σε κάποιο πομπό, εκείνος εξέπεμπε ένα ήχο σφοδρής έκρηξης μιας νάρκη ξηράς. Τον ήχο της έκρηξης ακολούθουσε μια ακουστική μαρτυρία της πραγματικής εμπειρίας κάποιου.

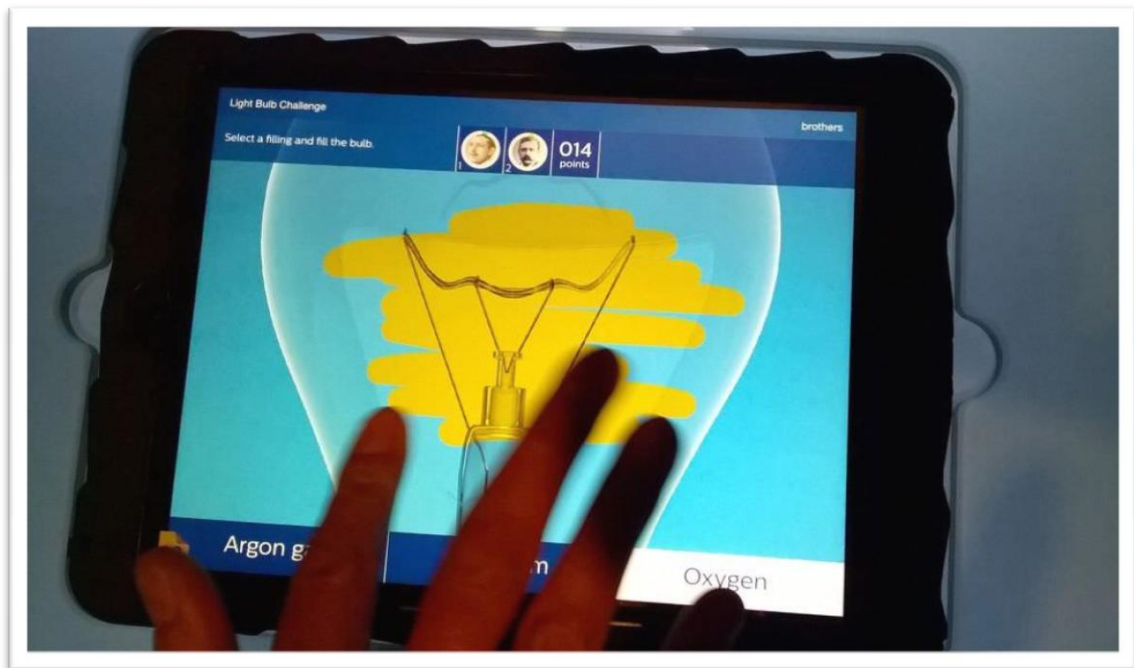
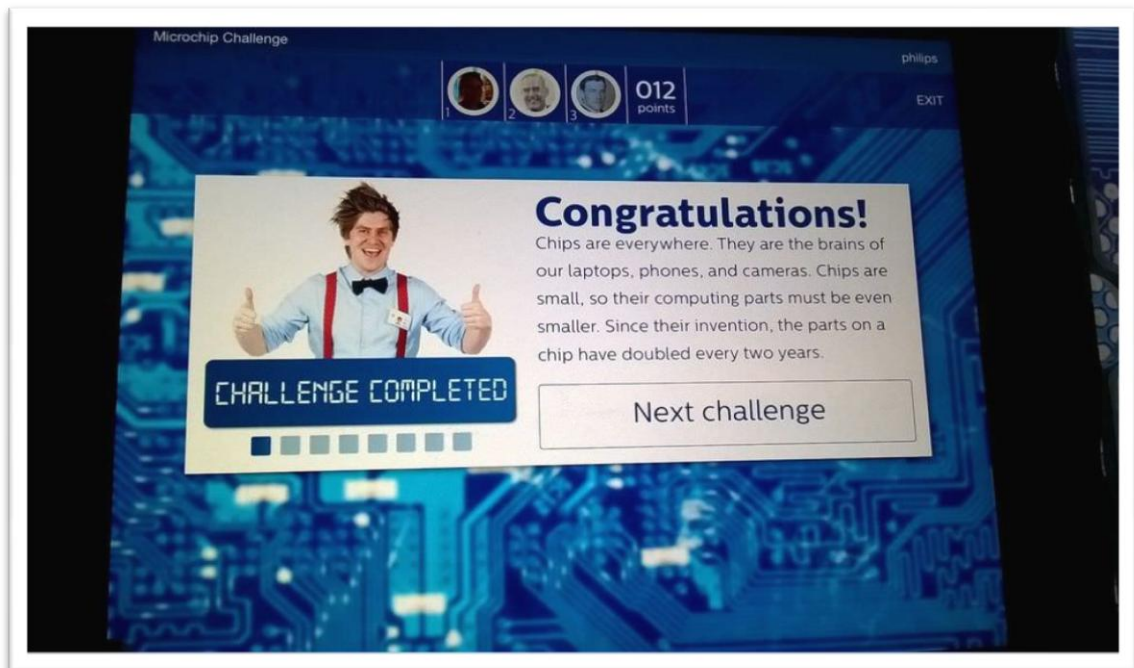


*Εικόνα 3.11: The Sweeper*

### 3.12 Philips Museum, Eindhoven

Από τις 12 Ιουνίου 2014 οι επισκέπτες του μουσείου μπορούσαν να παίζουν ένα διαδραστικό παιχνίδι με την ονομασία "Mission Eureka" καθώς περπατούσαν γύρω από τα εκθέματα. Αυτό το παιχνίδι παίζεται με ένα iPad που ανιχνεύει την τοποθεσία των επισκεπτών στο μουσείο με σήματα Bluetooth (beacons) και μπορεί να παιχτεί με 2, 3 ή 4 άτομα. Οι ομάδες καλούνται να λύσουν ορισμένες «προκλήσεις», σαν να ήταν πραγματικοί ερευνητές. Εργαζόμενοι μαζί ως ομάδα μπορούν για παράδειγμα να ανακαλύψουν πώς λειτουργεί το φως LED και τι κάνουν οι ακτίνες X. Το παιχνίδι επιτρέπει, ακόμη, στα μέλη

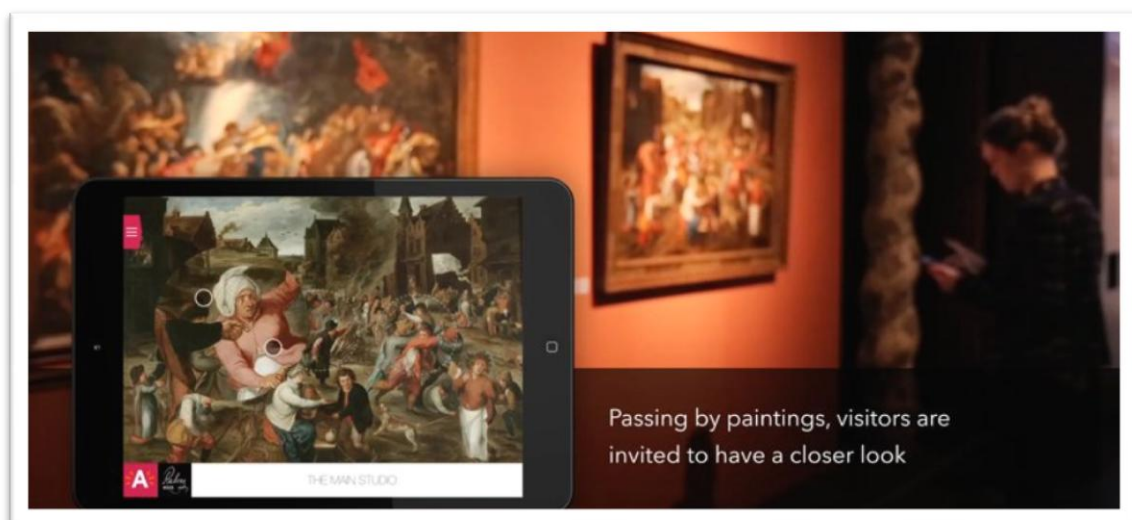
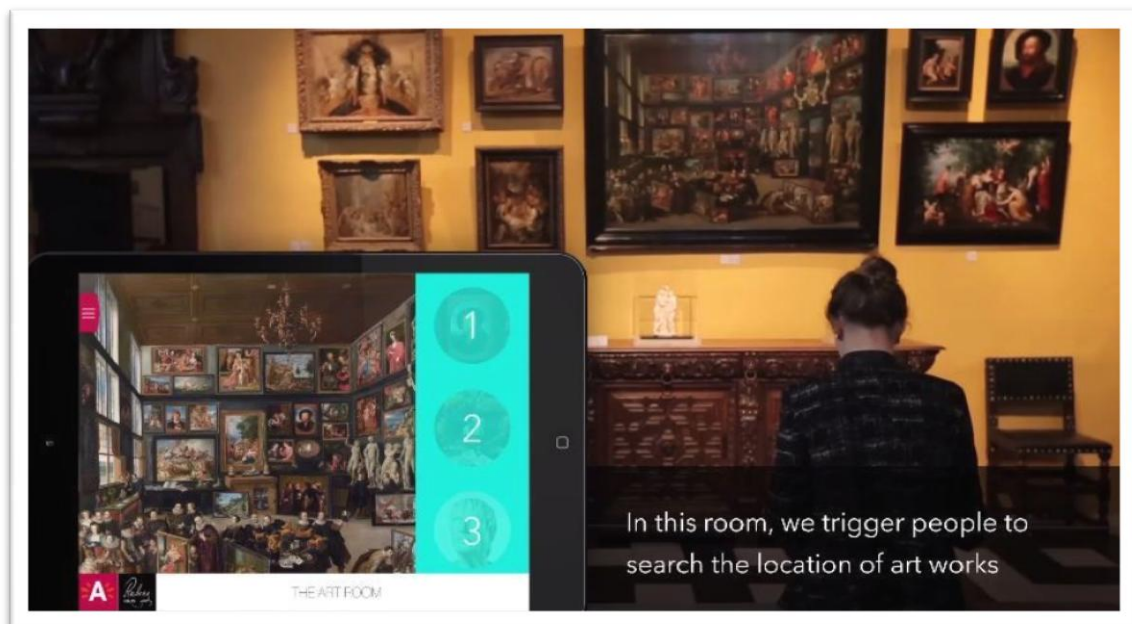
της ομάδας να ανταγωνίζονται μεταξύ τους. Απευθύνεται σε άτομα ηλικίας 8 έως 100 ετών. Για άτομα κάτω των 12 ετών είναι απαραίτητη η βοήθεια κάποιου ενήλικα. Το παιχνίδι υλοποιήθηκε από την εταιρία NothernLight.



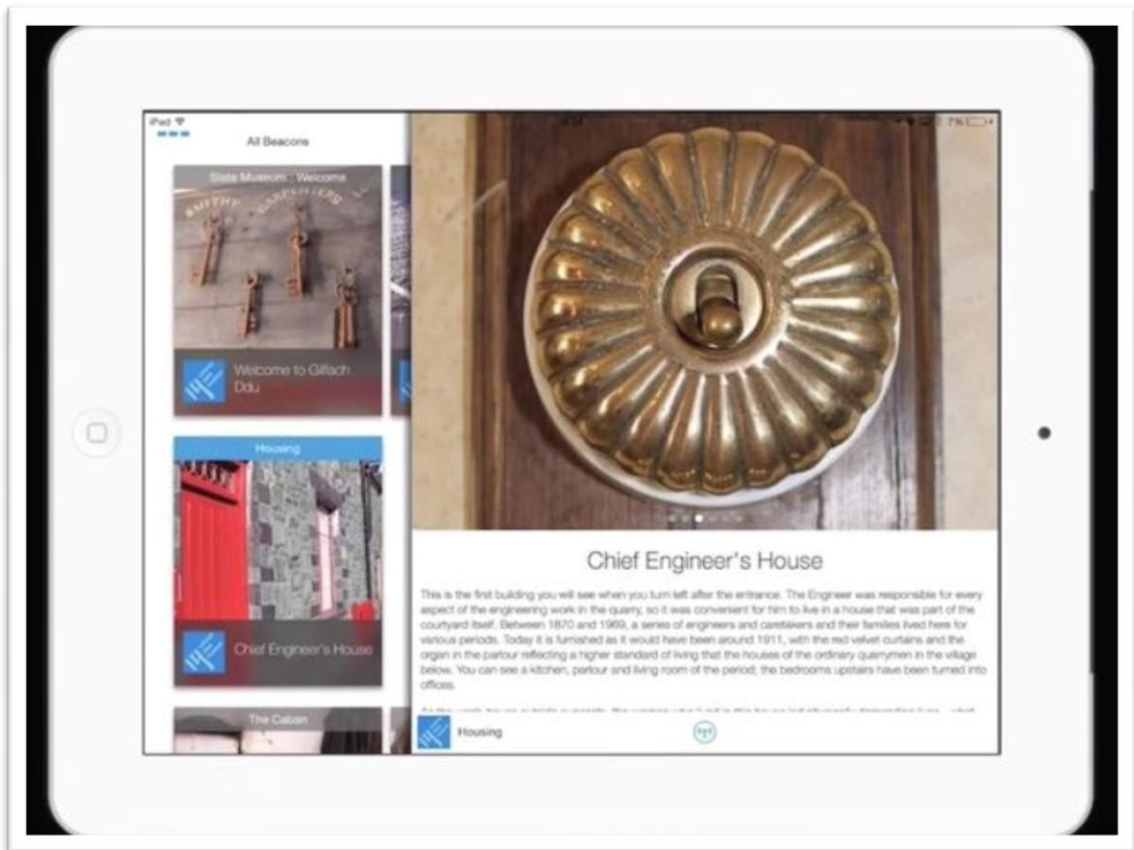
*Εικόνα 3.12: Mission Eureka*

### 3.13 National Slate Museum, Wales

Το μουσείο επιτρέπει στους επισκέπτες να ανακαλύψουν περισσότερα σχετικά με τις συλλογές, με υλικό πλούσιο σε πολυμέσα που εμφανίζεται στην κινητή συσκευή τους καθώς περπατούν γύρω από έναν ιστότοπο. Το Εθνικό Μουσείο Slate της Ουαλίας στη Snowdonia ήταν το πρώτο εθνικό μουσείο στον κόσμο που εγκαθίδρυσε beacon, που επιτρέπουν στους επισκέπτες να ανακαλύψουν περισσότερα για τις συλλογές καθώς περπατούν γύρω από μια τοποθεσία.







*Εικόνα 3.13: National Slate Museum App*

Το μουσείο προσπαθεί να ενσωματώσει συγκεκριμένα στοιχεία της ψηφιακής κληρονομιάς, όπως η εκμάθηση, η διερμηνεία και η χρήση δίγλωσσων και πολύγλωσσων



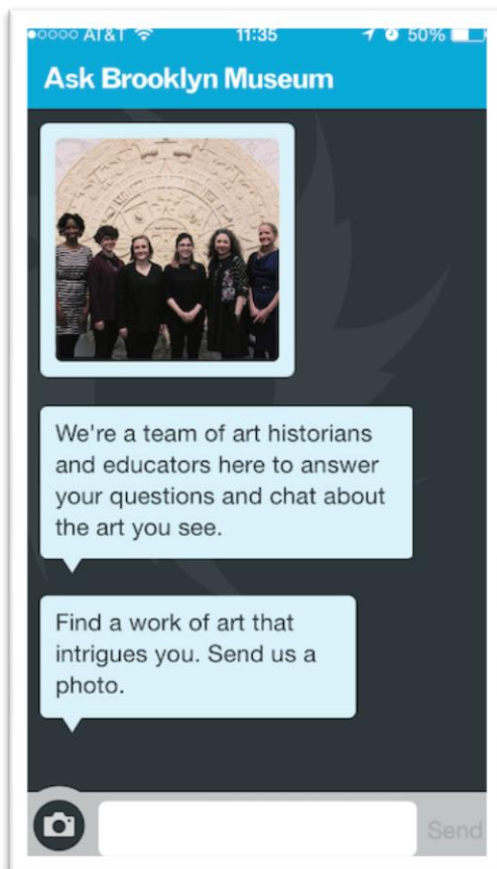
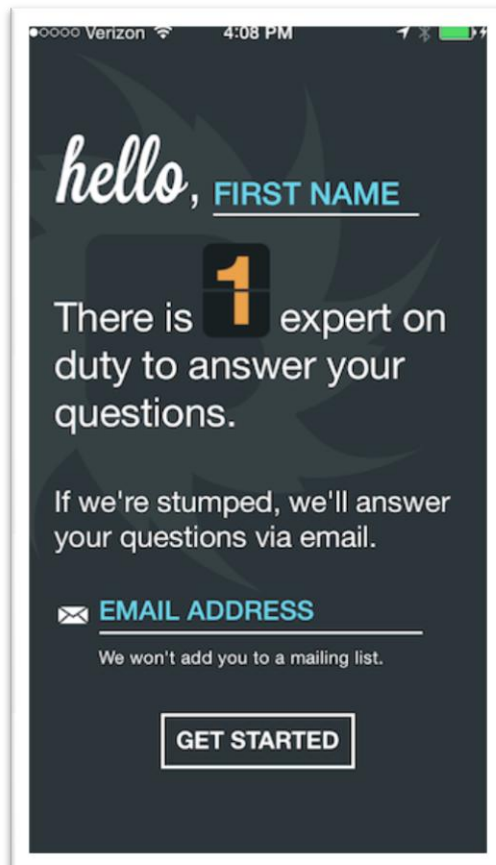
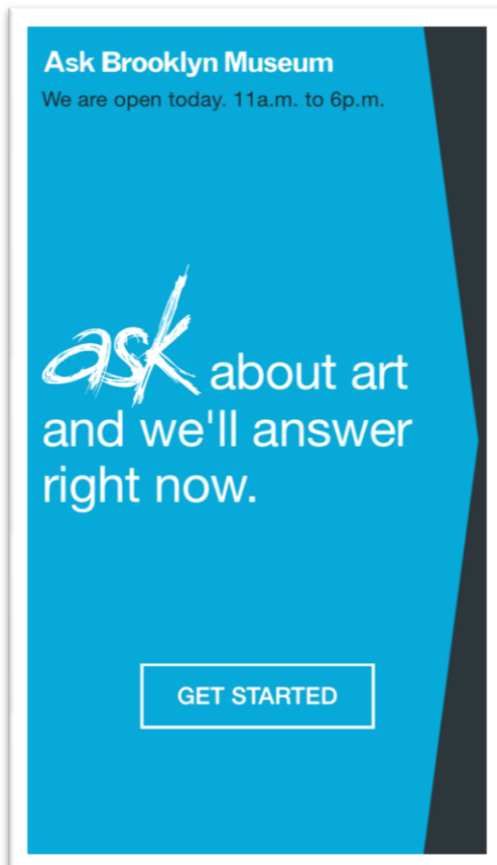
υλικών. Το περιεχόμενο μεταφέρεται δυναμικά στα χέρια των επισκεπτών του μουσείου, με υλικό πλούσιο σε πολυμέσα που εμφανίζεται στην κινητή συσκευή τους καθώς περπατούν.

Το μουσείο της Ουαλίας διερευνά έτσι το πλήρες δυναμικό της τεχνολογίας iBeacon για τη δημιουργία ενός νέου κόσμου δημόσιων υπηρεσιών για τον πολιτιστικό τομέα, την πολιτιστική κληρονομιά και τον μουσείο. Περίπου 25 iBeacons έχουν τοποθετηθεί στο το μουσείο.

### ***3.14 Brooklyn Museum, New York***

Το Brooklyn Museum με την Ask App υιοθετεί μια πιο προσωπική προσέγγιση, χρησιμοποιώντας τα beacon ως απλούς δείκτες της θέσης. Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στους επισκέπτες του μουσείου να κάνουν ερωτήσεις σχετικά με συγκεκριμένα κομμάτια τέχνης. Για να το επιτύχει απασχολεί 150 beacon.

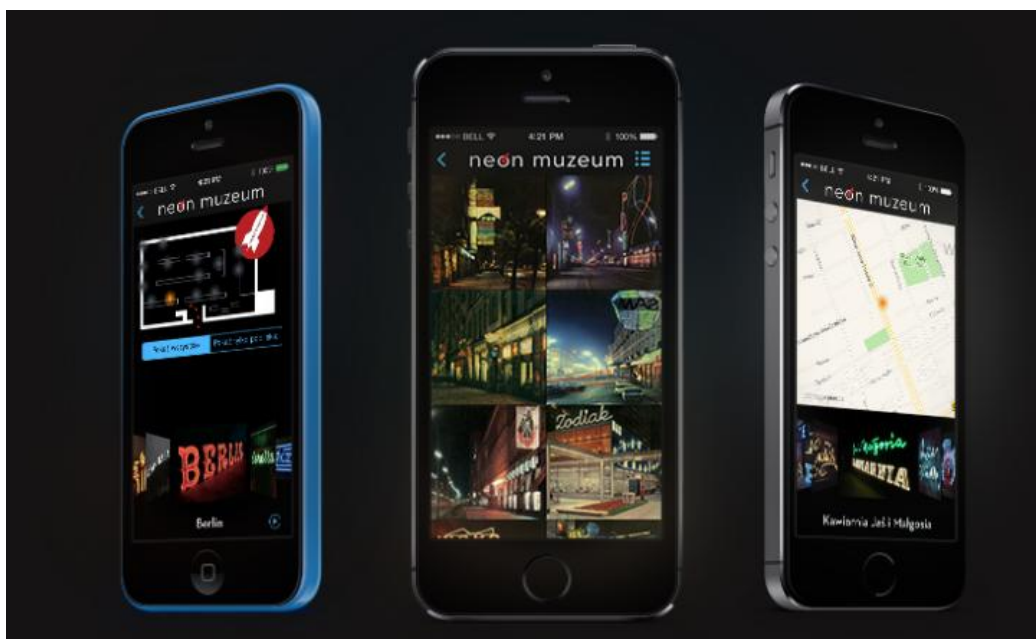
Ο στόχος του μουσείου ήταν να βοηθήσει τους επισκέπτες να μάθουν περισσότερα για τα εκθέματα. Για να διευκολύνει τους χρήστες χρησιμοποιεί beacon για να τους εντοπίσει στο χώρο και να εμφανίσει τα εκθέματα που βρίσκονται κοντά. Στη συνέχεια, οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή "Ask" για να κάνουν ερωτήσεις και να λάβουν απαντήσεις από έναν εμπειρογνώμονα σε πραγματικό χρόνο. Η ομάδα των ειδικών περιλαμβάνει έναν αρχαιολόγο και ανθρωπολόγο, καθώς και ιστορικούς τέχνης και εκπαιδευτικούς.



*Εικόνα 3.14: Ask App*

### 3.15 Neon Muzeum, Poland

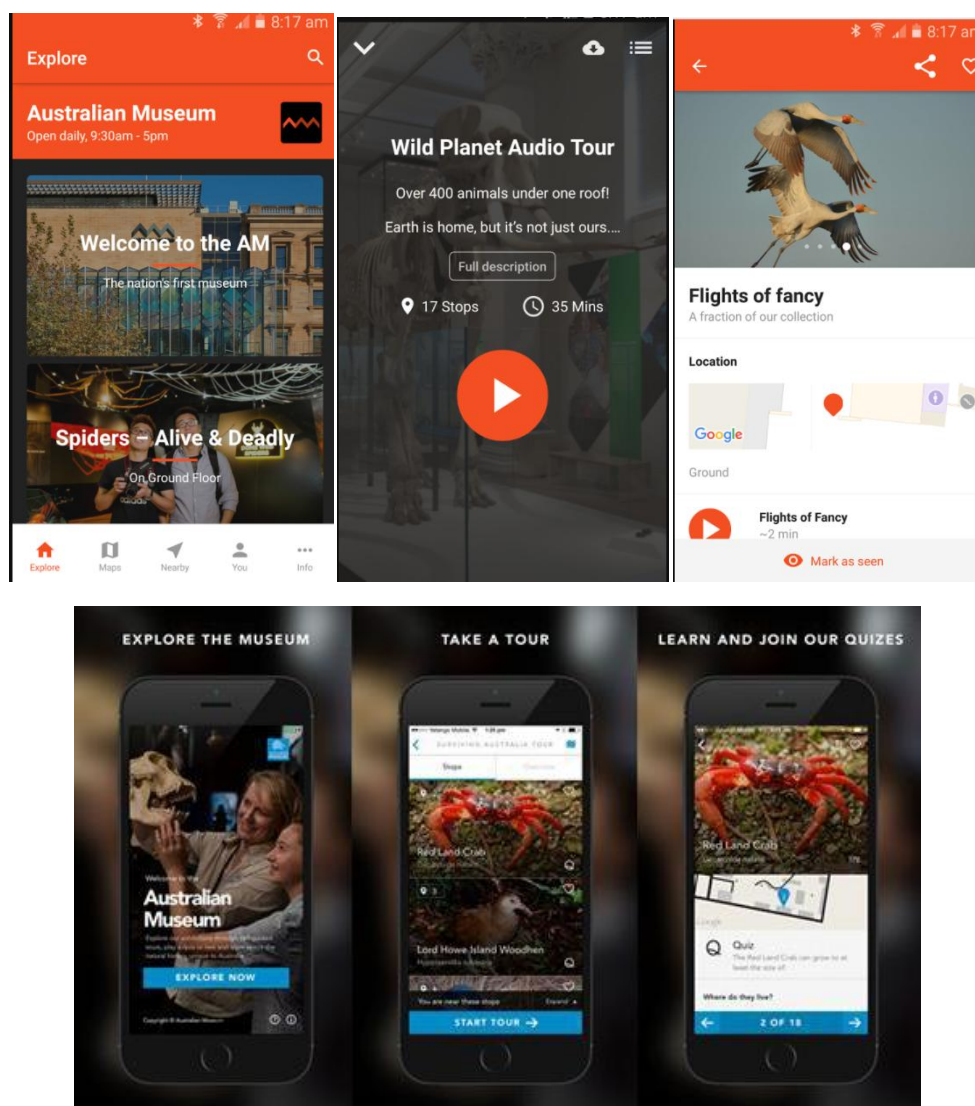
Το App χρησιμοποιεί την τεχνολογία iBeacon για να εντοπίσει τους χρήστες στο εσωτερικό του Μουσείου Νεον ώστε να τους δώσει επιπλέον περιεχόμενο όπως: ιστορικές πληροφορίες για τα εκθέματα της συλλογής, ακουστικές περιηγήσεις από τους διευθυντές, πολλά άλλα στοιχεία και στιγμές διασκέδασης.



*Εικόνα 3.15: Neon Museum App*

### 3.16 Australian Museum

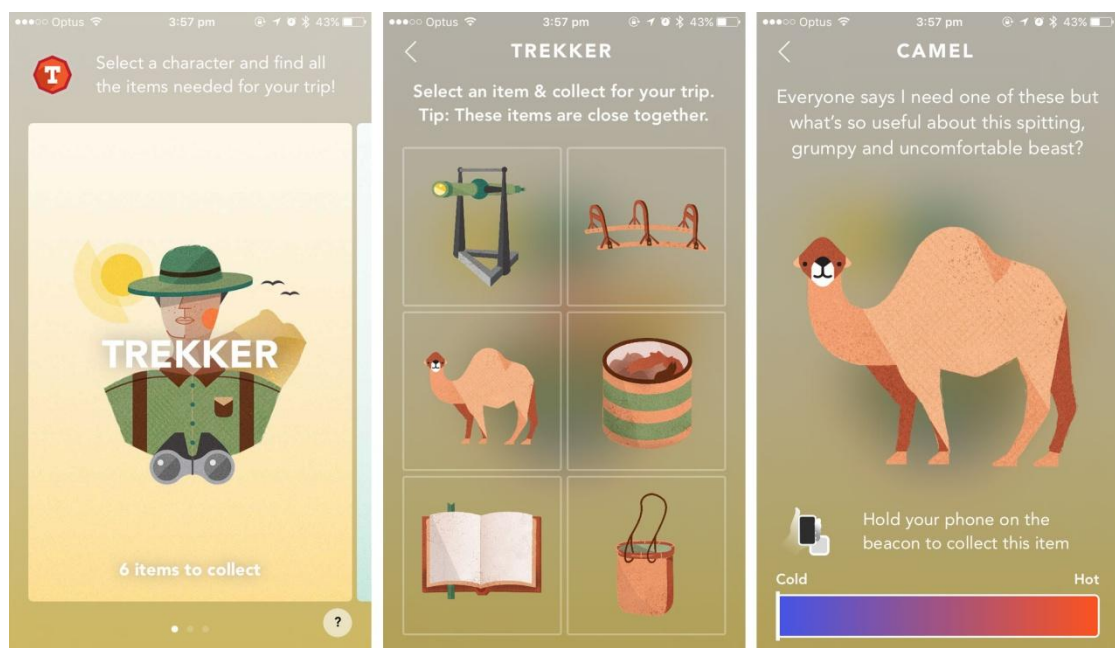
Το Australian Museum συνεργαζόμενο με την εταιρία Beaconmaker έχει κατασκευάσει μια σειρά από εφαρμογές χρησιμοποιώντας τη τεχνολογία Beacon. Η εφαρμογή επιτρέπει να ξεναγηθεί στο χώρο του μουσείου μόνος του και να εντοπίσει τι συμβαίνει. Επιπλέον, διαθέτει πλήρεις πληροφορίες για τις τρέχουσες και επερχόμενες εκθέσεις και δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να μοιραστεί τις εμπειρίες με τους φίλους του μέσω τις κοινοποίησης στα κοινωνικά δίκτυα. Το Μουσείο βρίσκεται σε μια διαρκή προσπάθεια βελτίωσης της εφαρμογής καθώς συνεχώς προσθέτουν νέες δυνατότητες και πληροφορίες.



Εικόνα 3.16: Australian Museum App

Το μουσείο έχει αναπτύξει μια ακόμη εφαρμογή, η οποία απευθύνεται στα παιδιά ηλικίας 8 με 12. Αυτή η εφαρμογή επιτρέπει κατ' ουσία στο χρήστη να συμμετέχει σε ένα

κυνήγι θησαυρού σε όλο το μουσείο. Η εφαρμογή Trailblazer χρησιμοποιεί μια «μπάρα ραντάρ» για να υπολογίσει την απόσταση μεταξύ της συσκευής και του αντικειμένου (beacon) που το παιδί προσπαθεί να βρει. Χρησιμοποιεί το ζεστό και κρύο για να απεικονίσει την απόσταση στους χρήστες. Για να συμπληρώσει την εφαρμογή, το Μουσείο ανέπτυξε επίσης ένα εργαλείο διαχείρισης το οποίο επιτρέπει στο προσωπικό του μουσείου την απρόσκοπτη δοκιμή και τη βαθμονόμηση των beacon, ανάλογα με τις απαιτήσεις. Ο σχεδιασμός της εφαρμογής στοχεύει σε πολύ απλό UI, με σαφείς και πολύχρωμες εικόνες για να ελκύσουν το ενδιαφέρον των παιδιών. Χρησιμοποιήθηκαν ακόμη απλά κινούμενα σχέδια οθόνης για να επισημανθούν τα τμήματα της διεπαφής που απαιτούν μια ενέργεια. Χρησιμοποιήθηκε ελάχιστο κείμενο, καθώς το UI επικεντρώθηκε σε σαφείς γραφικές υποδείξεις για να επισημάνει την πρόοδο των χρηστών.



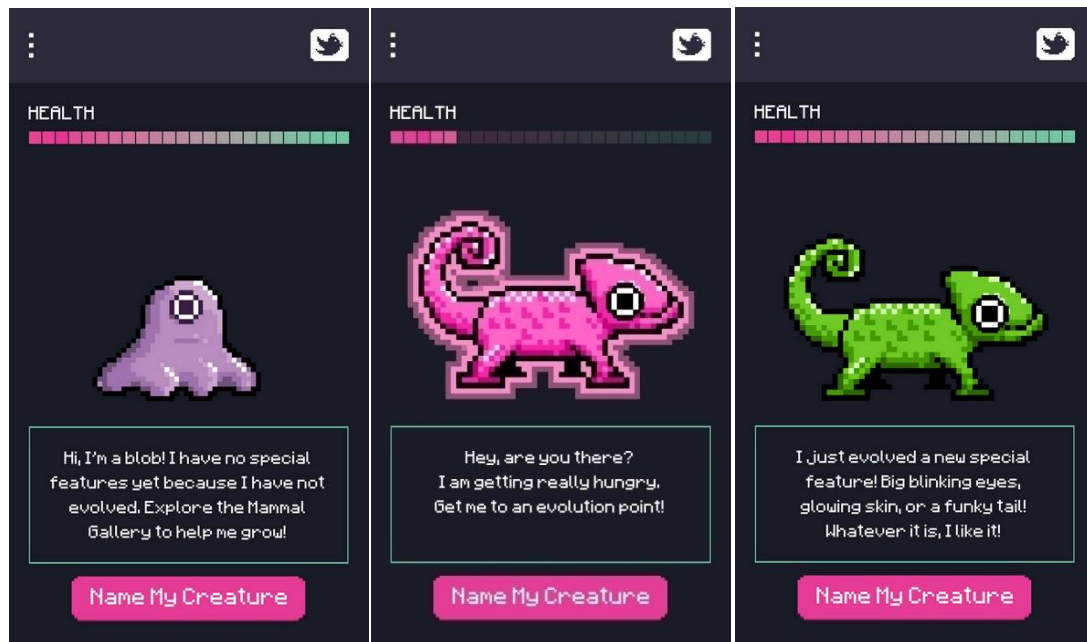
*Εικόνα 3.16.: Trailblazer App*

### **3.17 Canadian Museum of Nature**

Πρόκειται μια μικρή εφαρμογή που αναπτύχθηκε από το Canadian Museum of Nature και βασίζεται σε μια πολύ απλή ιδέα. Χρησιμοποιεί iBeacon για να ενισχυθεί το UX ώστε να παρακινηθούν οι επισκέπτες και να ασχοληθούν βαθύτερα με το περιεχόμενο της έκθεσης. Οι κανόνες του παιχνιδιού είναι απλοί: Ξεκινώντας το παιχνίδι κάθε συμμετέχων κατέχει ένα πλάσμα - μια άμορφη μάζα που μπορεί αργότερα να εξελιχθεί σε ένα ψάρι, ερπετό, έντομο,



πουλί ή κατσίκι. Στη συνέχεια, κάθε φορά που ο χρήστης πλησιάζει ένα πομπό beacon, το πλάσμα αναπτύσσει νέα, τυχαία επιλεγμένα χαρακτηριστικά. Μπορεί να είναι μια αλλαγή στο χρώμα, μια προσθήκη – π.χ. λαμπερά μάτια, χρυσαφένια λάμψη ή δυνατότητα να κάνει ήχους. Μετά από την ολοκλήρωση πέντε βημάτων, ο χρήστης καταλήγει σε ένα πλήρως ανεπτυγμένο πλάσμα που μπορεί να μοιραστεί με τους φίλους του στο Twitter. Η αξία του συγκεκριμένου παιχνιδιού βρίσκεται στο γεγονός ότι βασίζεται σε μια πολύ απλή ιδέα και απαιτεί μόνο πέντε πομπούς.



*Εικόνα 3.17: Canadian Museum of Nature*

### **3.18 Άλλες εφαρμογές**

Τα beacon δεν είναι απαραίτητα να χρησιμοποιούνται μόνο στα μουσεία. Ορισμένα αθλητικά γήπεδα, συμπεριλαμβανομένης της Barcelona FC, χρησιμοποιούν beacon για να στέλνουν μηνύματα στους ανθρώπους μέσα ή κοντά στο γήπεδο, καλώντας τους να αγοράσουν εισιτήρια στα μουσεία τους. Ακόμη, η Piacenza είναι η πρώτη πόλη στην Ιταλία που υιοθέτησε τα beacon για τους τουρίστες και τους πολίτες. Με τη χρήση της εφαρμογής πόλης, οι χρήστες μπορούν να λαμβάνουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για διάφορα αξιοθέατα, συμπεριλαμβανομένων των μουσείων. Τέλος, μεγάλος αριθμός ξενοδοχείων χρησιμοποιεί beacon, όπως η εφαρμογή The James Hotels App.

# 4

## *Η εφαρμογή «Museum Treasure Hunt»*

Στην παρούσα εργασία σχεδιάστηκε μια πρότυπη εφαρμογή περιήγησης σε μουσείο για φορητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα iOS με απώτερο σκοπό την ευχρηστία και τη διαδραστικότητα. Η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιεί τη τεχνολογία των beacons.

Η εφαρμογή, επίσης, υλοποιεί ένα κυνήγι θησαυρού μέσα στο Μουσείο Ισλαμικής Τέχνης για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το παιχνίδι αυτό έχει σχεδιαστεί και παίζεται ήδη προφορικά με παιδιά νηπιαγωγείου υπό την καθοδήγηση του προσωπικού του μουσείου. Η ιστορία περιλαμβάνει την περιπέτεια του Αχμέτ που ξεκινάει με το άλογό του για την εύρεση της ιδανικής κοπέλας για να παντρευτεί και συνδέεται με εκθέματα που βρίσκονται στον 3ο και 4ο όροφο του μουσείου. Το παιχνίδι περιλαμβάνει:

- Διάδραση των παιδιών με τα εκθέματα του μουσείου για την εξέλιξη της ιστορίας
- Εύρεση εκθεμάτων μέσα στο μουσείο βάσει της φωτογραφίας τους
- Εξαγωγή περισσότερων πληροφοριών για τα συγκεκριμένα εκθέματα
- Εύρεση στοιχείων κοντά ή μέσα σε ένα συγκεκριμένο έκθεμα
- Απάντηση σε γρίφο για τη συνέχεια της ιστορίας

### *4.1 Μουσείο Ισλαμικής Τέχνης*

Η εφαρμογή σχεδιάστηκε για το «Μουσείο Ισλαμικής Τέχνης – Μουσείο Μπενάκη» το οποίο στεγάζεται στο νεοκλασικό κτηριακό συγκρότημα, που δωρίθηκε από το Λάμπρο

Ευταξία και βρίσκεται στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας κοντά στο αρχαίο νεκροταφείο του Κεραμεικού. Στο Μουσείο Ισλαμικής Τέχνης εκτίθενται συλλογές ισλαμικής τέχνης οι οποίες άρχισαν να συγκροτούνται από τον Αντώνη Μπενάκη στην Αίγυπτο κατά τις πρώτες δεκαετίες του 20ού αιώνα, την ίδια περίοδο με τις άλλες μεγάλες συλλογές της Ευρώπης και Αμερικής. Πρωταρχικός στόχος αυτής της προσπάθειας είναι η ανάδειξη της ισλαμικής καλλιτεχνικής δημιουργίας, η εύκολη πρόσβαση στο υλικό και η τεκμηριωμένη παρουσίασή του. Πάνω από 8.000 δείγματα κεραμεικής, μεταλλοτεχνίας, χρυσοχοΐας, υφαντικής ξυλογλυπτικής, υαλουργίας, μικρότερες ομάδες από οστέινα αντικείμενα, ενεπίγραφες επιτύμβιες στήλες, και όπλα, καθώς και τον εσωτερικό μαρμαροθετημένο διάκοσμο μιας αίθουσας υποδοχής ενός αρχοντικού του 17ου αιώνα από το Κάιρο, υπομνηματίζουν με συνέπεια τη συνέχεια του ισλαμικού χρόνου από την πρωτοϊσλαμική ως την οθωμανική εποχή και την εξέλιξη της ισλαμικής τέχνης ως το 19ο αιώνα.

*\*Οι παραπάνω πληροφορίες αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα του Μουσείου Μπενάκη (<http://www.benaki.gr/?id=10107>)*



*Εικόνα 4.1: Μουσείο Ισλαμικής Τέχνης*

## **4.2 Στόχος**

Η απλή ξενάγηση στο χώρο του μουσείου προσφέρει συνήθως μια απλή παρατήρηση των εκθεμάτων και πολλές πληροφορίες οι οποίες δεν διευκολύνουν το χρήστη να εντοπίσει



και να συγκρατήσει όσες των ενδιαφέρουν. Ο χρήστης πρέπει να μπει σε διαδικασία να συνδέσει μόνος του τα αντικείμενα και να κατανοήσει το χωροχρονικό πλαίσιο. Από την άλλη πλευρά, η ύπαρξη μιας ιστορίας η οποία συνδέει πλήθος εκθεμάτων του μουσείου επιτυγχάνει μια νοητική σύνδεση και κατανόηση της χρηστικότητας του κάθε αντικειμένου.



### **Ύπαρξη σύνδεσης μεταξύ των αντικειμένων του μουσείου σε ένα ενιαίο παιχνίδι με στάδια.**

Για να γεμίσει λοιπόν αυτό το κενό επικοινωνίας, αναπτύχθηκε μια εφαρμογή κινητής τηλεφωνίας βασισμένη σε τοποθεσίες, η οποία προσφέρει στους επισκέπτες πληροφορίες με βάση τα συμφραζόμενα που θα μπορούσαν να τους βοηθήσουν να ανακαλύψουν τους χαρακτήρες, τις παραδόσεις, τα γεγονότα, τα ήθη και έθιμα της Ανατολής. Βασικός στόχος του παιχνιδιού είναι να προσφέρει στους επισκέπτες, και κυρίως στα παιδιά, μια ευχάριστη και ικανοποιητική εμπειρία συνδυάζοντας την εξερεύνηση των χώρων με την παροχή δραστηριοτήτων που θα μπορούσαν όχι μόνο να προωθήσουν την απόκτηση γνώσης για τα εκθέματα αλλά και να δημιουργήσουν μια θετική στάση απέναντι στην εξερεύνηση.

Συγκεκριμένα, οι μαθησιακοί στόχοι που τέθηκαν για το παιχνίδι ήταν οι εξής: να γνωστοποιηθούν και να μεταδοθούν πληροφορίες σχετικά με την ιστορία της Ανατολής και της πολιτιστικής της κληρονομιάς και να τονιστεί η σημασία της επιλογής των δηλώσεων των αντικειμένων στην οθόνη. Όσον αφορά το κοινό στο οποίο στοχεύει, η εφαρμογή σχεδιάστηκε για όλο το ηλικιακό εύρος. Το κνήγι θησαυρού, ωστόσο, απευθύνεται κυρίως σε παιδιά και εφήβους, χωρίς φυσικά να αποκλείεται η χρήση και από μεγαλύτερες ηλικίες. Ο βασικός λόγος πίσω από αυτή την επιλογή στόχου είναι πως υπήρχε στο πλαίσιο λειτουργίας του μουσείου υποστήριξη εκμάθησης ειδικά σχεδιασμένη για τη συμμετοχή παιδιών που επισκέπτονταν το χώρο. Βασικό αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η εμπλοκή των χρηστών, καθώς και η δυνατότητα εκτίμησης του βαθμού της εμπειρίας [Xhembull, 2014]. Οι πληροφορίες γίνονται ελκυστικές για να τις χρησιμοποιήσουν ακόμη και τα μικρά παιδιά ώστε να αφομοιώσουν εύκολα την γνώση που τους παρέχεται.

Το ευρύ ηλικιακό εύρος που απαιτεί ο στόχος αποτέλεσε μεγάλη πρόκληση για το σχεδιασμό και το προγραμματισμό της εφαρμογής. Συγκεκριμένα, χρειάστηκε να μελετηθεί και να προσδιοριστεί το βάθος, το περιεχόμενο και το πλήθος των πληροφοριών που μεταδίδονται μέσω της εφαρμογής ώστε να προσαρμόζονται και να καλύπτουν όλες τις ηλικίες. Γι' αυτό το λόγο, η προσέγγιση, όσον αφορά το κνήγι θησαυρού, είναι απλή, με αφηγηματικό χαρακτήρα και χωρίζεται σε κουίζ, τα οποία κινητοποιούν το ενδιαφέρον και

κρατούν το χρήστη σε αγωνία και εγρήγορση. Με λίγα λόγια, αυτή η μέθοδος θεωρήθηκε η καταλληλότερη για να μεταφερθεί πλούσιο πολιτιστικό περιεχόμενο με διασκεδαστικό τρόπο.

### **4.3 Βασικές Λειτουργίες**

- Διευκόλυνση, ενημέρωση και καθοδήγηση επισκέπτη του μουσείου κατά τη διάρκεια της περιήγησής του
- Διασκεδαστική περιήγηση μέσα από κυνήγι θησαυρού – παιχνίδι ερωτήσεων
- Εντοπισμός κοντινών εκθεμάτων και προβολής λεπτομερειών με χρήση beacon
- Εύκολη εύρεση πληροφοριών εκθεμάτων
- Κυνήγι Θησαυρού
- Διαθέσιμες πληροφορίες για το μουσείο (ιστορία, διεύθυνση, ωράριο λειτουργίας κτλ)
- Δυνατότητα δημιουργίας και προβολής προφίλ
- Στατιστικά στοιχεία και ποσοστό ολοκλήρωσης διαδρομών.

### **4.4 Πολιτιστικό Περιεχόμενο**

Για το περιεχόμενο των παρεχομένων πληροφοριών της παρούσας εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε:

- Υλικό, εικόνες και περιεχόμενο που παραχωρήθηκαν από το Μουσείο Μπενάκη όσον αφορά το κυνήγι θησαυρού (Κείμενο 500 λέξεων και 13 εικόνες). Οι πολιτισμικές πληροφορίες των εκθεμάτων με τα στάδια του παιχνιδιού.
- Υλικό από την πολιτιστική πλατφόρμα WITH σχετικό με το Μουσείο Μπενάκη.

### **4.5 Beacon**

Ο βασικότερος παράγοντας που μας οδήγησε στη χρησιμοποίηση των beacon στην εφαρμογή μας είναι πως τα beacon είναι ικανά να ενισχύσουν τις εμπειρίες των χρηστών στα μουσεία.

Αναλυτικά, τα σημαντικότερα στοιχεία τους:

- Αυτόματος προσδιορισμός αν κάποιος χρήστης βρίσκεται κοντά σε κάποιο έκθεμα
- Αντί ο επισκέπτης να αναζητά κάθε φορά χειροκίνητα σε μια εφαρμογή το τμήμα ή έκθεμα που επιθυμεί, μπορεί να πλησιάσει απλώς τα σημεία που των ενδιαφέρουν και να διαβάσει σε άμεσο χρόνο στοιχεία για το έργο και τον καλλιτέχνη στο κινητό του.
- Εξοικονομείται με αυτό το τρόπο χρόνος και κόπος.
- Μεταφορά πληροφοριών σύμφωνα με τις επιθυμίες του χρήστη.
- Ενίσχυση της διαδραστικότητας καθώς ξεπερνά τα όρια μιας απλής audio ξενάγησης.
- Αυτόματη αναγνώριση όσων εκθεμάτων είναι κοντά στο χρήστη
- Δυνατότητα άμεσης ενημέρωσης κοινωνικών δικτύων
- Εκτίμηση εγγύτητας χρήστη από τα εκθέματα
- Εντοπισμός των επισκεπτών στο χώρο
- Μέτριο έως χαμηλό κόστος
- Συγκέντρωση διδομένων συμπεριφοράς των χρηστών και παραγωγή στατιστικών (analytics). Για παράδειγμα, μπορεί ένα μουσείο να διαπιστώσει ποιο είναι το έκθεμα που κινητοποιήσε περισσότερο το ενδιαφέρον των χρηστών.

## ***4.6 Μέθοδος Σχεδιασμού Παιχνιδιού (Game Design)***

Η εφαρμογή μας παράχθηκε ως ένα location-based παιχνίδι για κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα iOS. Οι σχεδιαστικές αποφάσεις ελήφθησαν λαμβάνοντας υπόψη το πλαίσιο του μουσείου και τους στόχους που τέθηκαν, μαζί με τη βιβλιογραφία που υπάρχει για τη μηχανική των παιχνιδιών και τις παρόμοιες εργασίες που έχουν κατά καιρούς υλοποιηθεί. Αποφασίστηκε, λοιπόν, να γίνουν τα εξής:

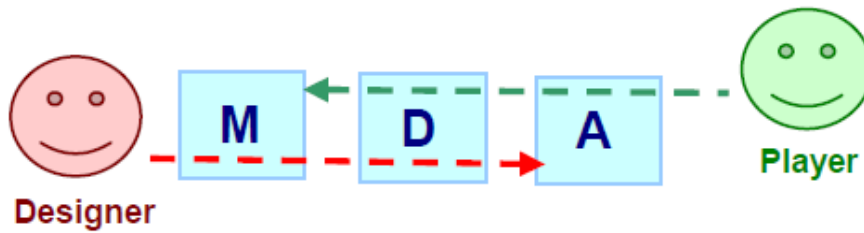
- Παροχή μιας ιστορίας ως βάση ώστε να υπάρχει ουσιαστικό υπόβαθρο (Storytelling Approach).
- Εκμετάλλευση της έννοιας του παιχνιδιού ώστε να ενισχυθεί η συναισθηματική εμπλοκή του χρήστη.
- Αξιοποίηση της φυσικής θέσης του χρήστη.
- Ενσωμάτωση ανταμοιβών στο πλαίσιο του παιχνιδιού για την εξερεύνηση και την επίτευξη των καθηκόντων για να ενισχυθούν τα κίνητρα του χρήστη.
- Προσανατολισμός στο βάθος και στην ακρίβεια της εξερεύνησης παρά την σύντομη διάρκεια του παιχνιδιού.

Βασικός άξονας της σχεδίασης είναι η διευκόλυνση και η κινητοποίηση του ενδιαφέροντος του επισκέπτη του μουσείου κατά τη διάρκεια της φυσικής επίσκεψής του.

Η ανάπτυξη ενός παιχνιδιού απαιτεί έναν σχεδιαστή παιχνιδιών (game designer), στόχος του οποίου είναι να δημιουργήσει μια εμπειρία ικανή να κινητοποιήσει το ενδιαφέρον του παίκτη. Εκτός από την απλή οικοδόμηση του παιχνιδιού πρέπει ο σχεδιαστής να γνωρίσει πώς να κερδίσει τη προσοχή του χρήστη, καθώς η βιομηχανία των serious games υποφέρει από έλλειψη ενδιαφέροντος για τα προϊόντα τους. Σε αρκετές περιπτώσεις, είναι πολύ σημαντικό να συγκεντρωθεί η προσοχή του κοινού πριν ολοκληρωθεί η διαδικασία δημιουργίας του παιχνιδιού, καθώς αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετρήσει τις προσδοκίες και να δώσει κατεύθυνση στο έργο.

Ο σχεδιασμός παιχνιδιών είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τη ψυχολογία, καθώς η κύρια λειτουργία του είναι να δημιουργήσει μια εμπειρία που έχει την πρόθεση να χειριστεί τον παίκτη. Μια εφαρμογή μπορεί να διασκεδάζει, να προκαλεί θλίψη, να γεννά προβληματισμό, να εμψυχώνει κ.ά. Για να επιτευχθούν αυτές οι σημαντικές εμπειρίες οι σχεδιαστές χρησιμοποιούν τη χρήση της πρόκλησης και της απόκτησης γνώσης για να εξελίσσουν συνεχώς τον παίκτη και να τον κρατούν ως μέρος του προγραμματισμένου διαγράμματος ροής.

Για να σχεδιαστεί μια εμπειρία είναι σημαντικό να τεθεί το ερώτημα "ποια είναι η εμπειρία που παρέχεται στον παίκτη;", τι παίρνει ο παίκτης ή ψάχνει σε ένα παιχνίδι; Το πλαίσιο **MDA** (Mechanics, Dynamics, Aesthetics) προσφέρει τρία επίπεδα αφαίρεσης για να αναλύσει την εμπειρία που έχει συγκεντρωθεί από ένα παιχνίδι. Οι παράγοντες αυτοί δεν πρέπει να συγχέονται με τις αισθήσεις. Η αισθητική στο πλαίσιο αυτό είναι η αισθητική του παιχνιδιού, δηλαδή οι πιο αληθινοί λόγοι για τους οποίους οι άνθρωποι παίζουν και απολαμβάνουν παιχνίδια. Οι μηχανικές αναφορές (Mechanics) αφορούν τις πραγματικές ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει ο παίκτης (π.χ. άλμα, λήψη, μετακίνηση, γύρισμα κ.λπ.). Οι δυναμικές (Dynamics) είναι ένα σύνολο ενεργειών που μπορεί να εκτελέσει ο παίκτης μέσω ενός συνδυασμού μηχανικών (π.χ. άλματα και γυρίσματα ταυτόχρονα για να γίνουν δυσκολότερα). Τέλος, η Αισθητική (Aesthetics) είναι το αποτελέσματα του συνδυασμού της Δυναμικής. Δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να συγχέεται με την οπτική αισθητική. Όλα τα παραπάνω περιγράφουν την εμπειρία που έχει συγκεντρωθεί από το παιχνίδι (π.χ. πρόκληση, αίσθηση, αφήγηση, κλπ.). Αυτό το πλαίσιο προσφέρει μια νέα και πιο προσεκτική προσέγγιση στην απεικόνιση του είδους και την ανάλυση των παιχνιδιών. Προσφέρει δε προοπτικές τόσο από την πλευρά του παίκτη, όσο και στην άποψη του σχεδιαστή.



Εικόνα 4.2: MDA

Οι σχεδιαστές και οι παίκτες βλέπουν τα παιχνίδια από τις αντίθετες πλευρές του φάσματος και γι' αυτό οι σχεδιαστές πρέπει να είναι σε θέση να δουν μέσα από τα μάτια των παικτών, προκειμένου να δημιουργήσουν μια απίστευτη εμπειρία. Η μάθηση και η κυριαρχία του παιχνιδιού είναι στην ουσία η ανταμοιβή των σχεδιαστών. Εκ προοιμίου, η κύρια επιβράβευση των serious games είναι η απόκτηση γνώσης μέσα από την εφαρμογή και όχι η επίτευξη "highscores".

Επιπλέον, οι σχεδιαστές έχουν αναγνωρίσει ότι, ενώ είναι δύσκολο να επιτύχουν, τα παιχνίδια δεν χρειάζεται να είναι απλώς διασκεδαστικά για να θεωρούνται επιτυχημένα. Βασικός στόχος είναι η συμμετοχή του χρήστη, το λεγόμενο engagement. Το engagement πρέπει να προέρχεται από την ίδια την αποστολή και από το περιβάλλον που την περιβάλλει. Μόλις εμπλακεί ο παίκτης θα αναζητήσει ενεργά τις λύσεις και θα προσαρμόσει τις στρατηγικές του βασίζομενος στις πληροφορίες που έλαβε από το παιχνίδι. Τα σοβαρά παιχνίδια που βασίζονται στη διασκέδαση για να επιτύχουν μάθηση είχαν οριακή επιτυχία, αλλά δεν έχουν δοθεί επαρκείς έλεγχοι και αποδείξεις.

Στην περίπτωση μας, επιλέξαμε να μας καθοδηγεί το ίδιο το θέμα και η εμπειρία τόσο ως προς το περιεχόμενο όσο και ως προς το τρόπο που αυτό θα παρουσιαστεί στους παίκτες. Η απλή διασκέδαση δεν ήταν ο μοναδικός στόχος μας, αλλά ήταν ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποιήσαμε. Στην αρχή θέσαμε το ερώτημα "Πώς μπορούμε να κάνουμε αυτό το παιχνίδι διασκεδαστικό;". Αλλά έπειτα από μερικές επαναλήψεις η ερώτηση άλλαξε σε "Πώς μπορούμε να κάνουμε αυτό το ενδιαφέρον;". Η διασκέδαση δεν είναι πάντα αυτό που ψάχνει ο παίκτης. Σίγουρα, όμως, το να υπάρχει είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα.

#### 4.7 Σύστημα πόντων και επιβράβευση

Το σύστημα της αξιολόγησης των χρηστών συνιστά ένα από τα βασικότερα κομμάτια του game designing. Δεν είναι απαραίτητο να διαθέτουν όλα τα παιχνίδια σύστημα

αξιολόγησης και επιβράβευσης. Ωστόσο, η διατήρηση ενός score είναι κομβικής σημασίας και καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το πως οι χρήστες αντιλαμβάνονται το παιχνίδι. Ένας καλός αλγόριθμος βοηθάει τους χρήστες να κινητοποιηθούν περισσότερο και να μην πλήξουν.

#### Θεωρία σχετικά με το point system

Η νέα τάση των εκπαιδευτικών εφαρμογών και του gamification είναι η επιβράβευση των παικτών για την ολοκλήρωση συγκεκριμένων στόχων, π.χ. η συγκέντρωση δεδομένου αριθμού πόντων. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται το κίνητρο των χρηστών, καθώς συνδέεται η προσπάθεια και η επίδοση τους με την επιβράβευση. Υπάρχουν πολλοί τύποι επιβραβεύσεων (rewards), όπως πόντοι, έπαινοι, powers, bonus level, badges, spectacle etc. Γενικά, όσο περισσότερα rewards υπάρχουν, τόσο μεγαλύτερο ενδιαφέρον αποκτά η εφαρμογή. Ωστόσο, πάντα πρέπει να είναι ισορροπημένη η χρήση τους, καθώς αποδοτικό είναι να δίνεται η κατάλληλη επιβράβευση, στη κατάλληλη ώρα και στη κατάλληλη ποσότητα.

Η ύπαρξη πολλών rewards δεν αποτελεί πάντα μια καλή επιλογή για την ενίσχυση του κινήτρου. Είναι σημαντικό να ισορροπεί το σύστημα και να επιβραβεύει κατάλληλα όλων των τύπων τους χρήστες, όσο χρόνο και αν αφιερώσει ο καθένας στην εφαρμογή. Για να μπορέσει να επιτευχθεί αυτό, γίνεται χρήση ενός συστήματος που βασίζεται στα επίπεδα (layered rewards system design). Στα πρώτα βήματα, ο χρήστης βλέπει μόνο τον προφανή στόχο, ο οποίος είναι η ολοκλήρωση των επιπέδων. Ύστερα, όμως, από λίγο, ανακαλύπτει ότι το σύστημα είναι πιο σύνθετο και υπάρχουν και άλλες επιβραβεύσεις. Η ιδέα αυτή σχετίζεται με τη προσπάθεια να διατηρηθεί αμείωτο των ενδιαφέρον όλων των χρηστών, κυρίως αυτών που θα ασχοληθούν περισσότερο.

Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογών, χρησιμοποιείται η λογική των ποινών. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, αν χρησιμοποιήσεις βοήθεια, αν κάνεις κάποιο λάθος ή αν καθυστερήσεις να απαντήσεις τιμωρείσαι με αφαίρεση πόντων. Αποτέλεσμα, όμως, αυτής της λογικής είναι η αποθάρρυνση και η δυσαρέσκεια των παιχτών. Ίσως θα ήταν πιο αποδοτικός ένας αλγόριθμος απόδοσης πόντων που ακολουθεί την λογική των bonus. Σε αυτή τη περίπτωση, θα μειωθεί η απογοήτευση των χρηστών. Συγκεκριμένα, όταν ολοκληρώνεις ένα επίπεδο, η οθόνη απόδοσης των πόντων σε ενημερώνει για όλα τα bonus που κέρδισες: bonus χρόνου, no hint/restart bonus etc. Όλα τα bonus μεταφράζονται σε πόντους και προστίθενται στο τελικό score. Αν δεν καταφέρεις να κερδίσεις κάποιο από αυτά τα bonus, λαμβάνεις μόνο τους βαθμούς που κέρδισες από την ολοκλήρωση του επιπέδου.

Είναι σημαντικό οι πόντοι να απονέμονται πρωτίστως ως επιβράβευση για την επίδοση των σταδίων και δευτερευόντως για την ολοκλήρωσή τους. Η χρυσή τομή βρίσκεται στη κοινή συνισταμένη των δύο παραγόντων. Δηλαδή, reward πρέπει να δίνεται σε όσους ολοκληρώνουν ένα επίπεδο με ένα ορισμένο επίπεδο επάρκειας.

Η επιβράβευση των χρηστών ταιριάζει περισσότερο σε στάδια που δεν παρουσιάζουν κάποιο ιδιαίτερο γνωστικό ενδιαφέρον. Αν το στάδιο, όμως, έχει σημαντικό περιεχόμενο, τότε η γνώση που θα παραχθεί από αυτό αποτελεί την πραγματική επιβράβευση του χρήστη.

Σύμφωνα με όσα παρουσιάστηκαν παραπάνω, κάθε σχεδιαστής συστήματος πόντων καλείται να απαντήσει στα παρακάτω ερωτήματα:

- Απόφαση του επιπέδου δυσκολίας της κάθε δοκιμασίας. Ο πιο απλός τρόπος για να αποφασίσει ο σχεδιαστής το επίπεδο δυσκολίας είναι να προσπαθήσει να σκεφτεί πως θα αισθανθεί ο παίχτης. Η ακρίβεια αυτής της απόφασης εξαρτάται από το είδος του παιχνιδιού και από το κοινό στο οποίο απευθύνεται.
- Πιθανές αυξομειώσεις στο ποσό των πόντων που κερδίζει ο χρήστης ανάλογα με την επιτυχία αυτού που καλείται να κάνει. Αν ένα παιχνίδι έχει πολλούς τρόπους για να κερδίσεις πόντους, πιθανότατα θα πρέπει να υπάρχει ποικιλία και μεγάλες τιμές των πόντων που θα λάβει. Αντίθετα, αν το παιχνίδι είναι πολύ απλό, τότε η ποικιλία μειώνεται.
- Διαφορετική αναλογία πόντων για κάθε επίπεδο δυσκολίας.
- Ύπαρξη bonus πόντων για κάθε επίπεδο, καθώς και η ανάπτυξη των κριτηρίων για την απόκτηση του καθενός από αυτά.
- Τρόποι με τους οποίους ο χρήστης μπορεί να επιβραβευθεί
- Ύπαρξη ή όχι ανταγωνισμού και κατάταξης μεταξύ των παιχτών.

Σύμφωνα με όσα παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν παραπάνω, σχεδιάστηκαν τα εξής για την παρούσα εφαρμογή:

- Beacon Scanning: όταν ο χρήστης αναζητά το επόμενο αντικείμενο της ιστορίας
  - +30 αν το βρει χωρίς βοήθεια
  - +20 αν χρησιμοποιήσει το hint
- Πολλαπλής Επιλογής:
  - Αν βρει τη σωστή απάντηση με την πρώτη +25
  - Με τη δεύτερη +10
  - Με τη τρίτη +5
- Τρεις τύποι μεταλλίων (χρυσό, αργυρό και χάλκινο κύπελλο). Κριτήριο που καθορίζει το κύπελλο που αντιστοιχεί στον κάθε παίχτη είναι το σύνολο των πόντων που καταφέρνει να αποσπάσει ο χρήστης. Έστω sumMax τον maximum αριθμό πόντων που μπορεί να κερδίσει κάποιος σε ένα συγκεκριμένο κυνήγι θησαυρού. Τότε

το sumMax ισούται με το άθροισμα του  $30 \cdot (\text{αριθμό των beacon scanning}) + 25 \cdot (\text{αριθμό ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής})$ . Κατά την διάρκεια του παιχνιδιού, μόλις ο χρήστης εξασφαλίσει το 30% του sumMax κερδίζει το πρώτο χάλκινο κύπελλο. Με το 60% του sumMax του απονέμεται και το δεύτερο κύπελλο. Τέλος, το χρυσό κύπελλο του δίνεται όταν συμπληρώνει το 90% του sumMax.

- Λίστες με τους 10 top scorers κάθε κυνηγιού, οι οποίες δίνουν μεγαλύτερο κίνητρο στο χρήστη να μετέχει στο παιχνίδι προσπαθώντας να κερδίσει όσο το δυνατό περισσότερους πόντους και να βρεθεί στη λίστα.
- Στο πλαίσιο της συνεργασίας, του συναγωνισμού και της επικοινωνίας, δίνεται η δυνατότητα κοινοποίησης του τελικού σκορ του χρήστη στα κοινωνικά δίκτυα με σκοπό τη προώθηση της εφαρμογής.
- Bonus πόντων σε κάποιο κυνήγι αν ο χρήστης επισκεφτεί τη σελίδα του μουσείου.
- Πιθανότητα υλικής επιβράβευσης που καθορίζεται από την επίδοση του χρήστη, π.χ. έκπτωση στο εισιτήριο ή προσφορά στα προϊόντα του πωλητηρίου του μουσείου εάν και εφόσον το Μουσείο αποφασίσει να υλοποιήσει κάτι τέτοιο.



# 5

## *Περιγραφή Λειτουργικότητας Εφαρμογής*

Η σχεδίαση του περιβάλλοντος του χρήστη (**User Interface Design**) πραγματοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να το καταστήσει κατανοητό και εύκολο στη χρήση και στην πλοήγηση (navigation). Οι αισθητικοί στόχοι που τέθηκαν για την εφαρμογή, χρησιμοποιώντας το πλαίσιο MDA, ήταν: η ανακάλυψη, η απλότητα, η αφήγηση και η πρόκληση.

Ακολουθεί ακριβής ανάλυση και περιγραφή των βημάτων που ακολουθήθηκαν, καθώς και όλων των σχεδιασμένων και τελικών οθονών της εφαρμογής.

### *5.1 Βήματα σχεδίασης*

Αρχικά, τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τη σχεδίαση της εφαρμογής είναι τα εξής:

1. Εκτενής μελέτη και αναζήτηση αναγκών των χρηστών και Ανταγωνιστική Ανάλυση
2. Καταγραφή ιδεών από άλλες εφαρμογές και στοιχείων που προέκυψαν από την έρευνα
3. Κατασκευή των Wireframes
4. Αισθητικό περιεχόμενο (Γραμματοσειρά, Χρώματα, Στοιχεία Διεπαφής κ.ά.)
5. Υλοποίηση και Τελικός έλεγχος

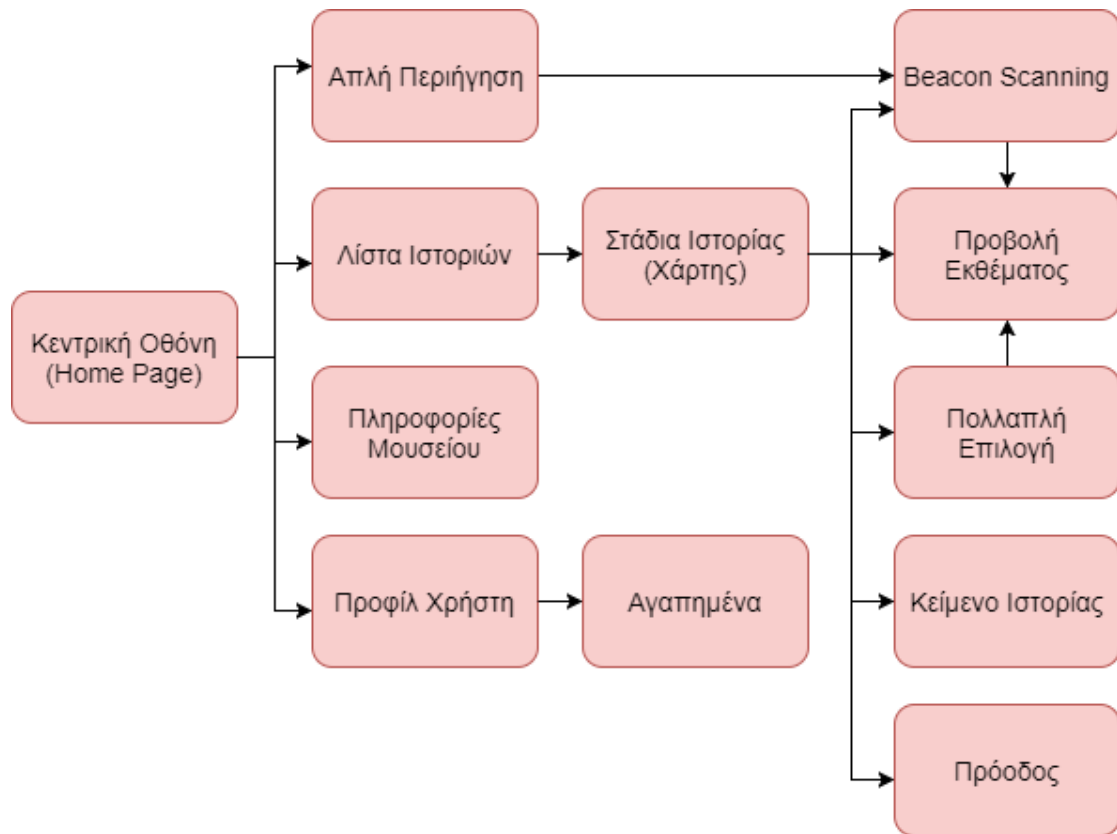
## 5.2 Αλληλουχία Οθονών

Ο χρήστης εισέρχεται στην εφαρμογή. Συνοπτικά, παρουσιάζονται οι δυνατότητες του χρήστη και τα βήματα που μπορεί να ακολουθήσει από κάθε οθόνη:

Κεντρική Οθόνη (Home Page)

- Απλή περιήγηση
  - Beacon Scanning
    - Προβολή Εκθέματος
- Επιλογή Ιστορίας (Κυνήγι Θησαυρού – Λίστα Ιστοριών)
  - Στάδια Ιστορίας (Χάρτης)
    - Πρόοδος
    - Κείμενο Ιστορίας
    - Beacon Scanning
    - Πολλαπλή Επιλογή
    - Προβολή Εκθέματος
- Πληροφορίες Μουσείου
- Προβολή Προφίλ Χρήστη
  - Αγαπημένα

Στο παρακάτω διάγραμμα πραγματοποιείται οπτική αναπαράσταση όσων αναφέρονται πιο πάνω:



Εικόνα 5.1: Διάγραμμα αλληλουχίας οθονών

### 5.3 Wireframes

Τα wireframes είναι μια πρώτη αποτύπωση των οθονών χωρίς αισθητικές λεπτομέρειες. Πρόκειται δηλαδή για μια καταγραφή του τι θα περιλαμβάνει κάθε οθόνη και όχι του πώς. Για αυτό τον λόγο, σχεδιάζονται ή συνήθως σκισάρονται γρήγορα χωρίς λεπτομερή σχεδιασμό. Το βασικό πλεονέκτημα των wireframes είναι ότι δίνουν στην ομάδα που εμπλέκεται σε ένα έργο, τη γενική εικόνα του, πριν η ομάδα αρχίσει να εστιάζει στις λεπτομέρειες. Γίνεται ένας πρώτος, σωστός προγραμματισμός που μειώνει το ρίσκο μελλοντικών λαθών ή αλλαγών. Τα wireframes μπορούν να υλοποιηθούν σκισάροντας στο χαρτί ή χρησιμοποιώντας κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα.

Στη δική μας περίπτωση, τα wireframes σχεδιάστηκαν στη διαδικτυακή πλατφόρμα proto ( <http://www.proto.io> ). Δεν κρίθηκε σκόπιμο να παρατεθούν όλες οι πρωτότυπες οθόνες, αφού στη συνέχεια δίνονται οι τελικές μορφές τους. Ωστόσο, ένα ενδεικτικό παράδειγμα:



Εικόνα 5.2: Wireframe Οθόνης προβολής αντικειμένου

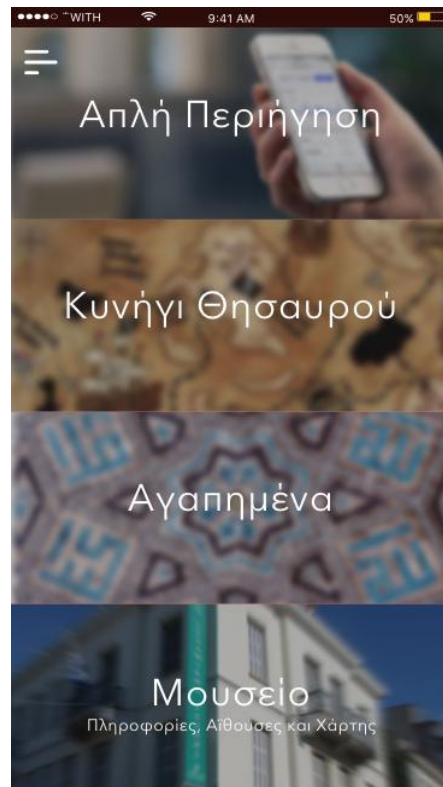
Σημείωση: όλες οι τιμές των πεδίων είναι ενδεικτικές και εξυπηρετούν μόνο τη κατανόηση των λεπτομερειών της εκάστοτε οθόνης.

## 5.4 Σχεδιασμένες Οθόνες

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται μία προς μία οι οθόνες που σχεδιάστηκαν για το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής και η λειτουργικότητά τους.

### 5.4.1 Κεντρική Οθόνη

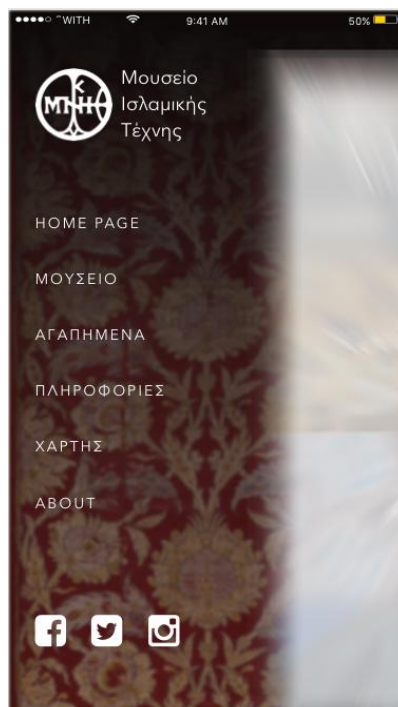
Η οθόνη αυτή είναι η πρώτη που αντικρίζει ο χρήστης μόλις ανοίξει την εφαρμογή.



Εικόνα 5.3, 5.4: Είσοδος και Πρώτη Οθόνη

#### 5.4.2 Κεντρικό Menu

Όταν ο χρήστης πατήσει το πλήκτρο «menu» του κινητού εμφανίζεται το κεντρικό μενού της εφαρμογής.

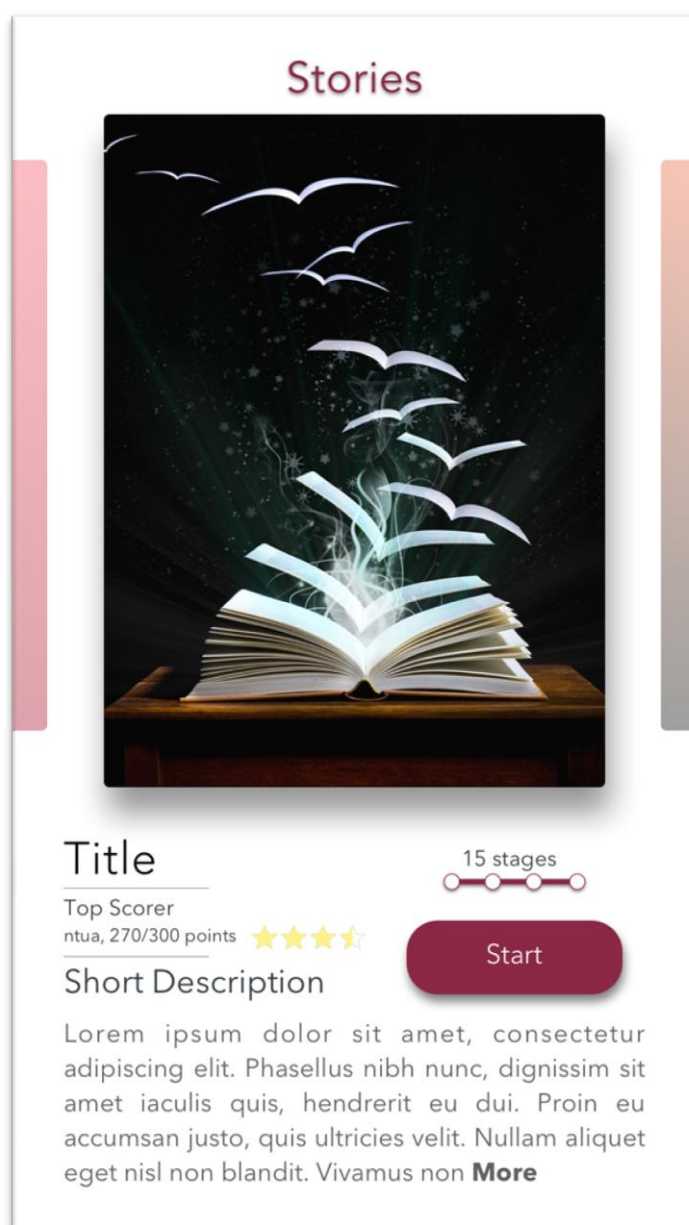


Εικόνα 5.5: Side Menu

Σημείωση: Η προσέγγιση αυτή τελικά δεν ακολουθήθηκε. Κατά την υλοποίηση της εφαρμογής θεωρήθηκε καλύτερο και πιο βολικό να υπάρχουν οι επιλογές σε task bar και όχι σε sandwich menu.

### 5.4.3 Οθόνη Επιλογής Ιστορίας

Για κάθε ιστορία υπάρχει τίτλος, μια χαρακτηριστική φωτογραφία, μια μικρή περιγραφή, αριθμός σταδίων και εκτιμώμενος χρόνος.



Εικόνα 5.6: Οθόνη Επιλογής Ιστορίας

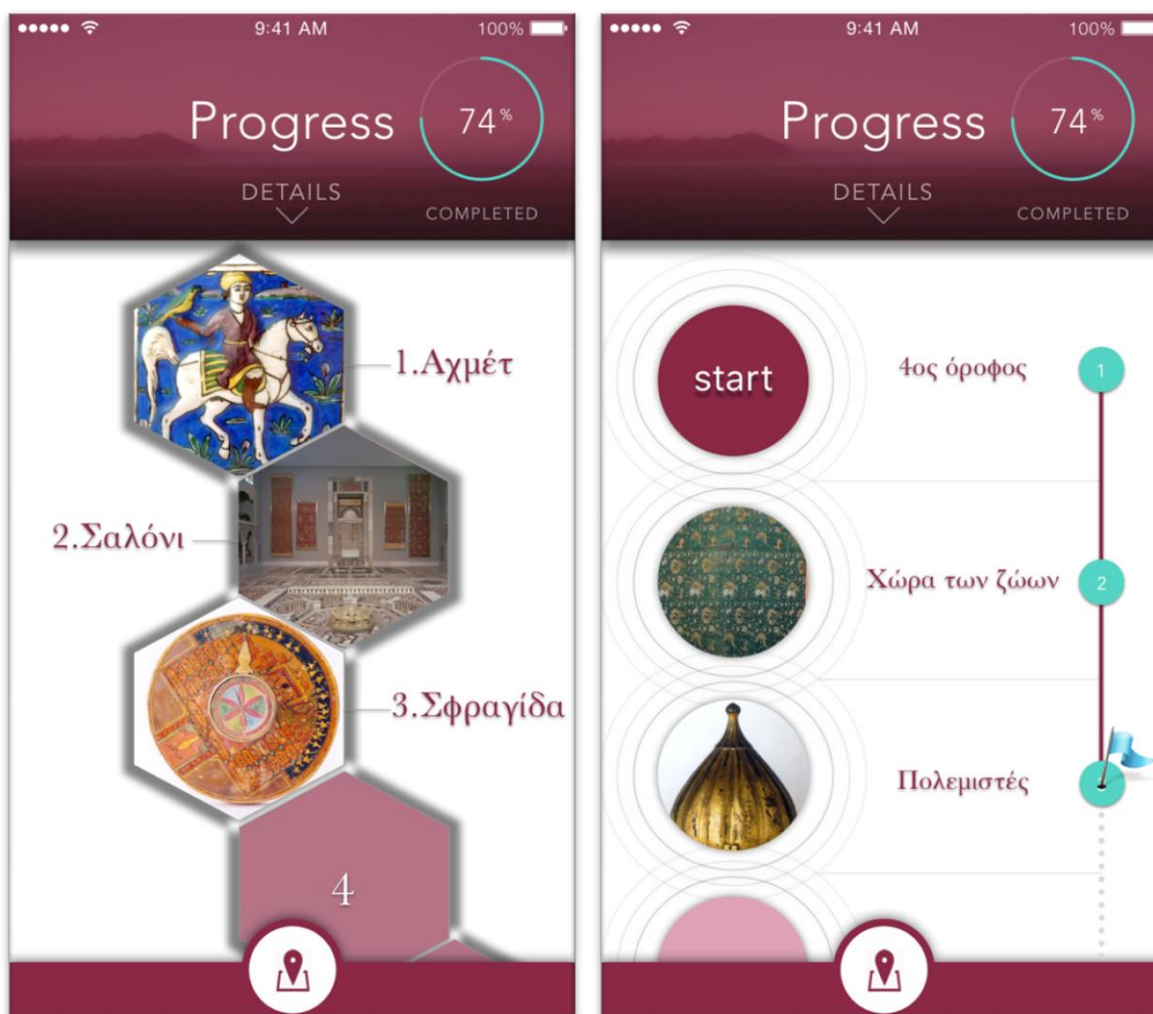


#### 5.4.4 Οθόνη Σταδίων Ιστορίας

Πρόκειται για τον χάρτη της ιστορίας. Σε αυτή την οθόνη φαίνονται τα βήματα που πρέπει ακολουθήσει ο χρήστης. Μπορεί να δει τον αριθμό των σταδίων, τις λεπτομέρειες τους, όσα εκθέματα έχει ανακαλύψει και το πλήθος όσων του απομένουν. Κάθε καινούργιο έκθεμα που βρίσκει εμφανίζεται στο χάρτη μαζί με τη φωτογραφία και τις πληροφορίες του. Δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα να μπορεί να επιλέξει (με πάτημα - tap) κάποιο από τα εκθέματα που έχει εντοπίσει και να προβάλει τις λεπτομέρειές του (Μετάβαση σε Οθόνη Προβολής Εκθέματος).



Εικόνα 5.7, 5.8: Οθόνη χάρτη και οθόνη προόδου



Εικόνα 5.9, 5.10: Παραλλαγές Οθόνης Χάρτη

#### 5.4.5 Οθόνη Κειμένου Ιστορίας

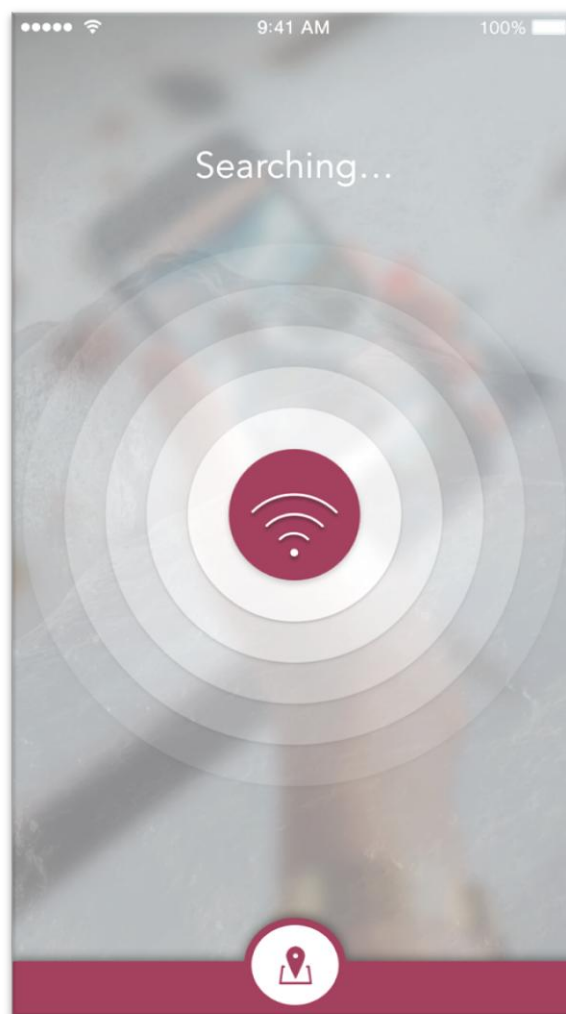
Πρόκειται για μια πολύ απλή οθόνη, στην οποία εξιστορείται η ιστορία. Ο χρήστης διαβάζει το περιεχόμενο και προχωρά στο επόμενο βήμα. Υπάρχει περιορισμός στον αριθμό χαρακτήρων που μπορούν να εμφανιστούν ανά οθόνη, ώστε να διαβάζεται εύκολα το κείμενο και να μην προκαλέσει κούραση στο χρήστη.



#### 5.4.6 Οθόνη Beacon Scanning

Εκτίμηση εγγύτητας (ranging) των beacon. Ο χρήστης καλείται να εντοπίσει στο χώρο του μουσείου το έκθεμα που απαιτείται για να συνεχίσει η εξέλιξη της ιστορίας. Ο παίκτης κερδίζει αν καταφέρει να το βρει και να πάει δίπλα του. Μέσω της τεχνολογίας beacon η συσκευή γνωρίζει ανά πάσα στιγμή την απόσταση του παίκτη από το έκθεμα. Συνδυάζοντας τη λογική από το παιχνίδι «κρύο-ζέστη» η απόσταση μεταφράζεται σε κοντά ή μακριά. Μόλις διαπιστωθεί ότι ο χρήστης βρεθεί πολύ κοντά στο έκθεμα, το σύστημα θεωρεί πως το εντόπισε και προχωράει στο επόμενο βήμα.

Το γεγονός πως ο χρήστης πρέπει να βρεθεί στο μουσείο για να ακολουθήσει το κυνήγι θησαυρού, αντί να μπορεί απλώς να περιηγηθεί από το σπίτι του απαντώντας σε ερωτήσεις, κάνει την εφαρμογή πιο διαδραστική και τον παροτρύνει να συμμετάσχει σε μια πιο ζωντανή εμπειρία.



Εικόνα 5.11: Οθόνη beacon scanning

### 5.4.7 Οθόνη Προβολής Εκθέματος

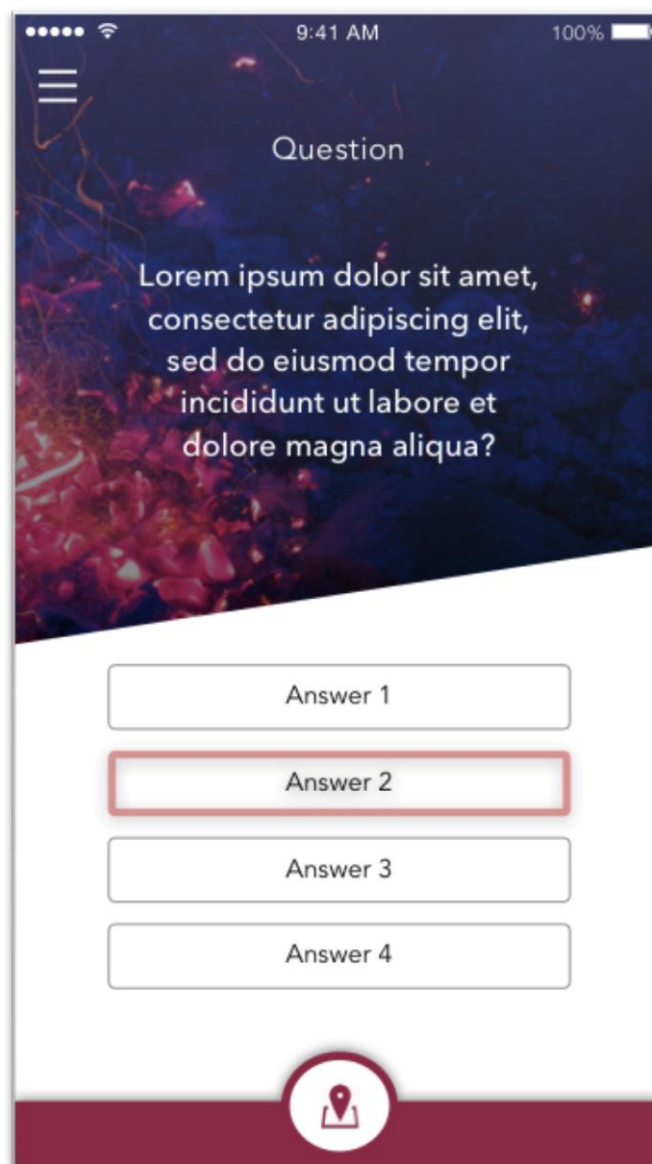
Πρόκειται για την πιο σημαντική οθόνη της εφαρμογής αφού σε αυτή περιλαμβάνονται αναλυτικά όλες οι πληροφορίες των εκθεμάτων. Στο πάνω μέρος της οθόνης και αριστερά φαίνεται η φωτογραφία του εκθέματος και δεξιά ο τίτλος της και οι βασικές λεπτομέρειες. Στο κάτω μισό της οθόνης εμφανίζεται κείμενο με τις πληροφορίες του αντικειμένου. Αν υπήρχε και ηχητική περιγραφή ή βίντεο για το έκθεμα θα μπορούσε να προστεθεί σε αυτό το σημείο ένα αντίστοιχο κουμπί που θα ενεργοποιούσε τη λειτουργία αυτή. Οι επισκέπτες έρχονται σε επαφή με το έργο, το δημιουργό (αν είναι γνωστός) και την ιστορία τους. Δίνεται, ακόμη, η δυνατότητα στο χρήστη να προσθέσει το έκθεμα στα αγαπημένα του με σκοπό την αποθήκευση και τη δυνατότητα μεταγενέστερης μελέτης των εκθεμάτων.



Εικόνα 5.12, 5.13: Δύο παραλλαγές της Οθόνης Προβολής Εκθέματος

#### 5.4.8 Οθόνη Πολλαπλής Επιλογής (Κουίζ)

Στην οθόνη αυτή ο χρήστης καλείται να λύσει γρίφους και να απαντήσει σε μια ερώτηση που αφορά κάποιο έκθεμα ή έχει γενικό περιεχόμενο σχετικό με την εξέλιξη της ιστορίας. Με κάθε σωστή απάντηση, ανατίθεται στο χρήστη μια νέα αποστολή για τον εντοπισμό του επόμενου αντικειμένου. Τα παιχνίδια κάνουν συναρπαστική την επίσκεψη στο μουσείο επειδή ενισχύουν τη διάδραση του χρήστη με το μουσείο και τα εκθέματά του. Επίσης, κινητοποιούν το ενδιαφέρον, ειδικά σε σχέση με μια απλή ανάγνωση ενός κειμένου, και βοηθούν στην πιο εύκολη αφομοίωση των πληροφοριών. Μπορούν να αποτελέσουν ιδανικό μέσο για να κεντρίσει το ενδιαφέρον των παιδιών γύρω από την τέχνη και την ιστορία. Τέλος, το κομμάτι των γρίφων μπορεί να δώσει αρκετές παραλλαγές και μεγάλη ποικιλία.



Εικόνα 5.14: Οθόνη Πολλαπλής Επιλογής

#### **5.4.9 Οθόνη Προφίλ Χρήστη**

Εμφάνιση όσων πληροφοριών έχει εισάγει ο εκάστοτε χρήστης. Ακόμη, ο χρήστης μπορεί να δει τα εκθέματα που έχει ορίσει ως αγαπημένα. Το αποτέλεσμα της δουλειάς του είναι εμφανές στη προβολή του προφίλ του αφού μπορεί να δει το ποσοστό ολοκλήρωσης των διαδρομών και ποια ήταν η πρόοδος του.

#### **5.4.10 Οθόνη Πληροφοριών Μουσείου**

Πληροφορίες σχετικές με το μουσείο, τη τοποθεσία του κτηρίου στο χάρτη, ώρες λειτουργίας και εισιτήρια. Στοιχεία επικοινωνίας.

#### **5.4.11 Απλή Περιήγηση**

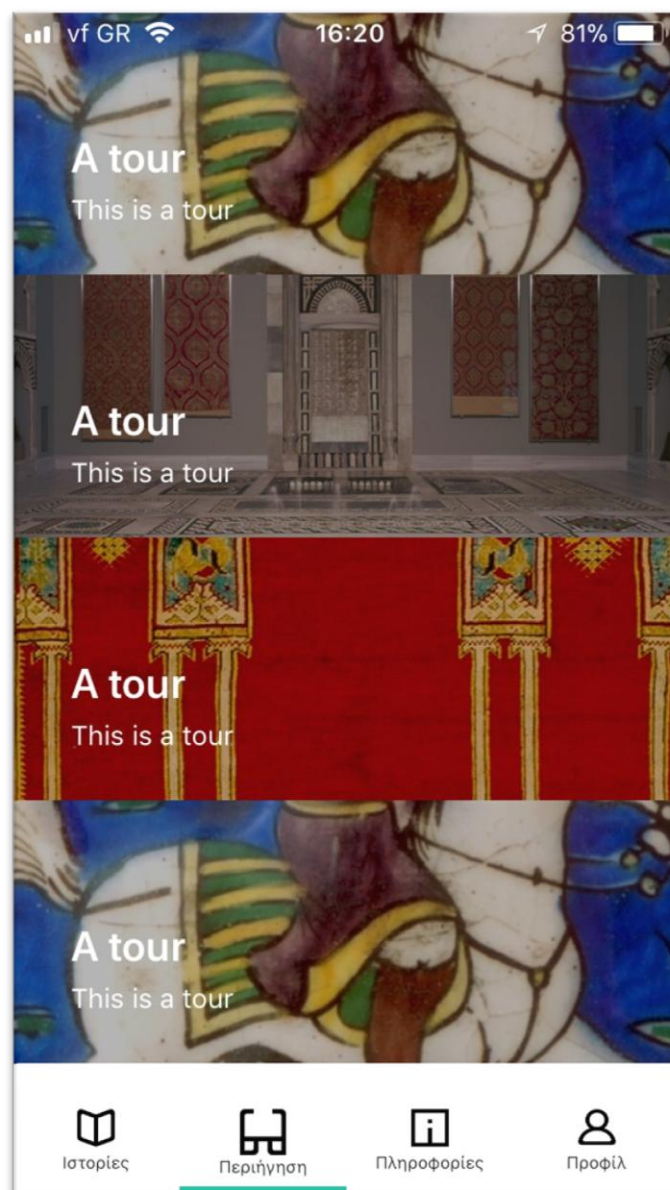
Κατά την φυσική περιήγηση του χρήστη στο μουσείο, η εφαρμογή με την βοήθεια των beacons εντοπίζει προσεγγιστικά τη θέση του επισκέπτη και εμφανίζει αυτόματα πληροφορίες για τα εκθέματα που πλησιάζει. Πληροφορίες σε μορφή κειμένου, video ή audio (Οθόνη Προβολής Εκθέματος).

## 5.5 Τελικές Οθόνες

Οι οθόνες αυτές προέκυψαν κατά τη διάρκεια της παραγωγής του κώδικα της εφαρμογής, έχοντας ως πρότυπο τις σχεδιασμένες. Οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν, έγιναν κυρίως για λόγους απλοποίησης.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η βασικότερη αλλαγή ήταν η ενίσχυση του task bar και η κατάργηση του sandwich menu. Αποφασίστηκε να περιέχει το task bar τα κουμπιά πλοήγησης για πιο γρήγορη και εύκολη πρόσβαση στις υπόλοιπες οθόνες της εφαρμογής.

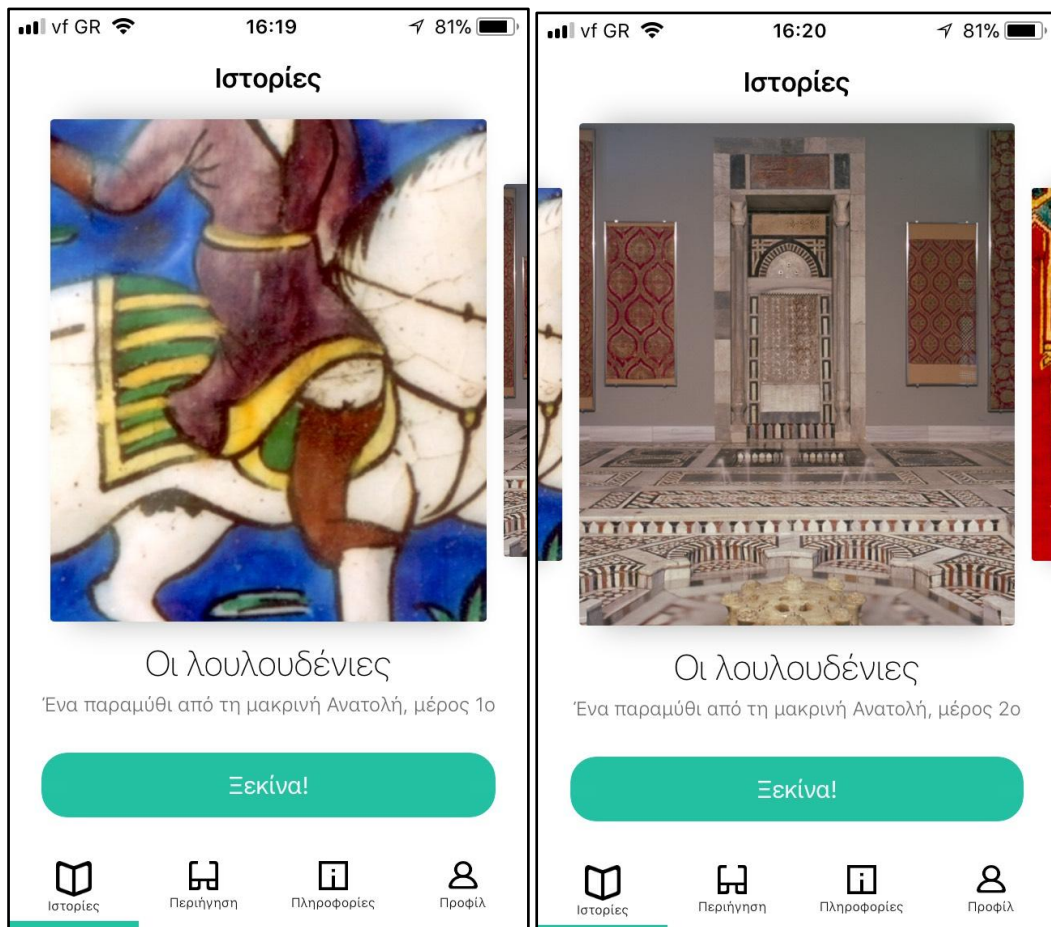
### 5.5.1 Κεντρική Οθόνη (Home Page)



Εικόνα 5.15:Κεντρική Οθόνη

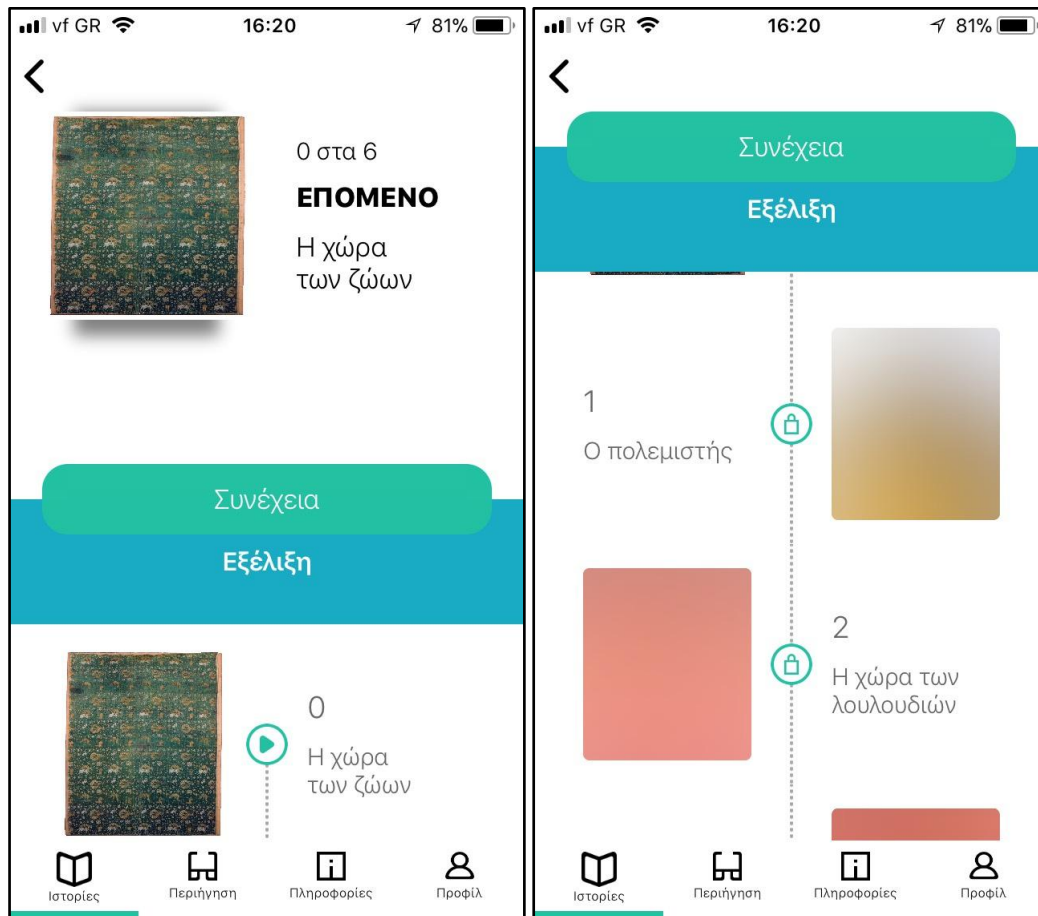


### 5.5.2 Οθόνη Επιλογής Ιστορίας



Εικόνα 5.16, 5.17: Επιλογή Ιστορίας

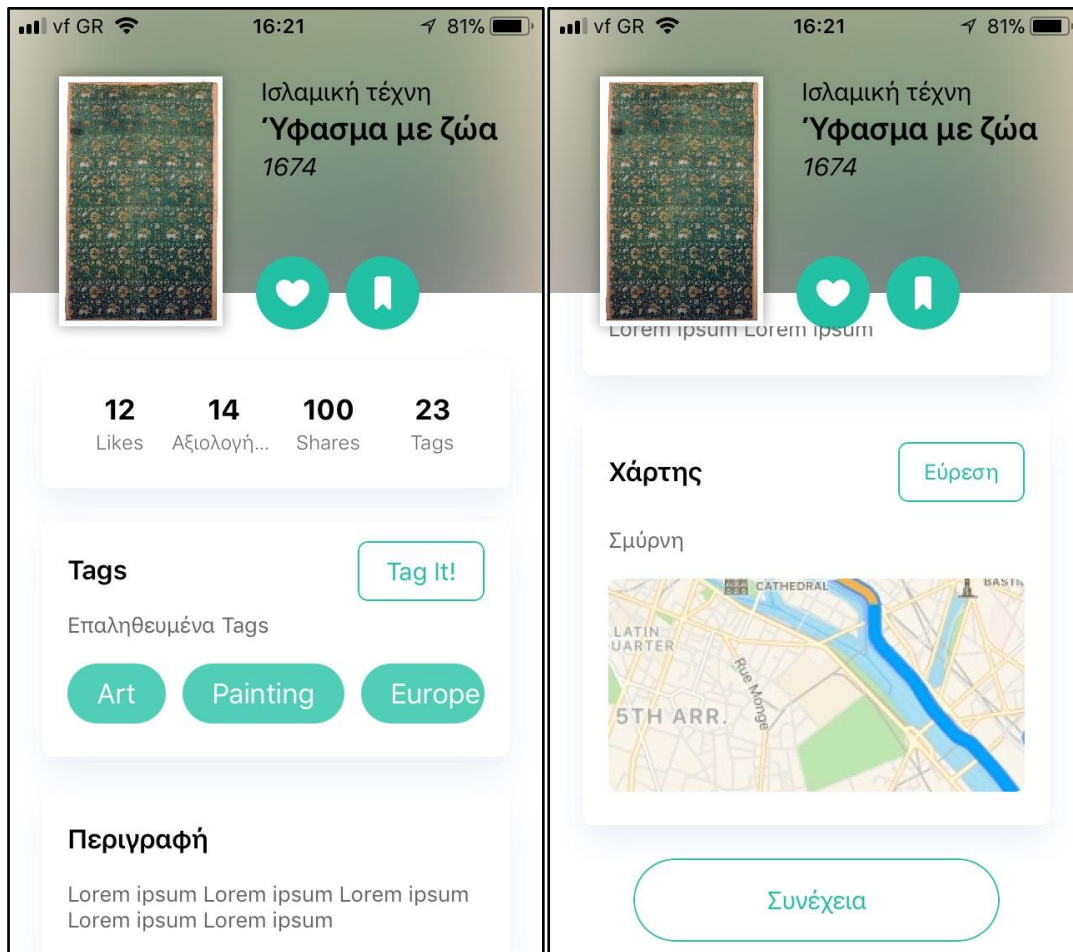
### 5.5.3 Οθόνη Σταδίων Ιστορίας



Εικόνα 5.18, 5.19: Οθόνη Σταδίων Ιστορίας

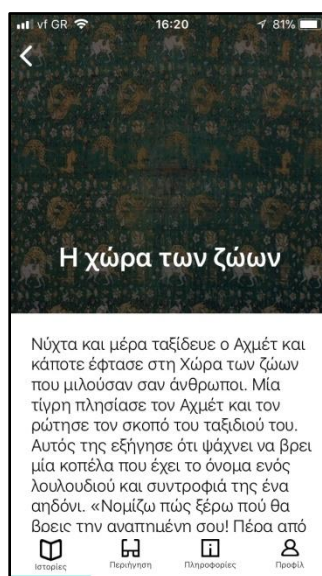


### 5.5.4 Οθόνη Προβολής Εκθέματος



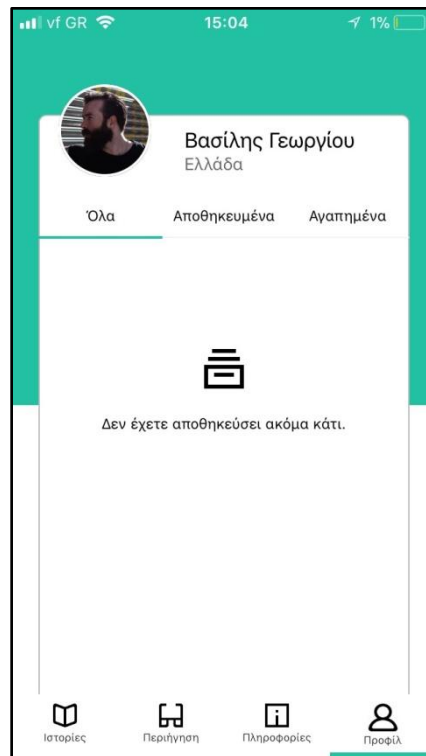
Εικόνα 5.20, 5.21: Οθόνη Προβολής Εκθέματος

### 5.5.5 Οθόνη Κειμένου Ιστορίας



Εικόνα 5.22: Οθόνη Κειμένου Ιστορίας

### 5.5.6 Οθόνη Προφίλ Χρήστη



Εικόνα 5.23: Οθόνη Προφίλ Χρήστη

### 5.5.7 Οθόνη Πληροφοριών Μουσείου



Εικόνα 5.24: Οθόνη Πληροφοριών Μουσείου



# 6

## *Λεπτομέρειες Υλοποίησης*

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, στην αρχιτεκτονική καθώς και σε λεπτομέρειες σχετικές με τις τεχνολογίες, την υλοποίηση και την ανάπτυξη της εφαρμογής.

Το κομμάτι της υλοποίησης ανέλαβε να το φέρει εις πέρας ο Ευάγγελος Κουτκιάς ο οποίος είναι iOS Developer.

### *6.1 Αρχιτεκτονική*

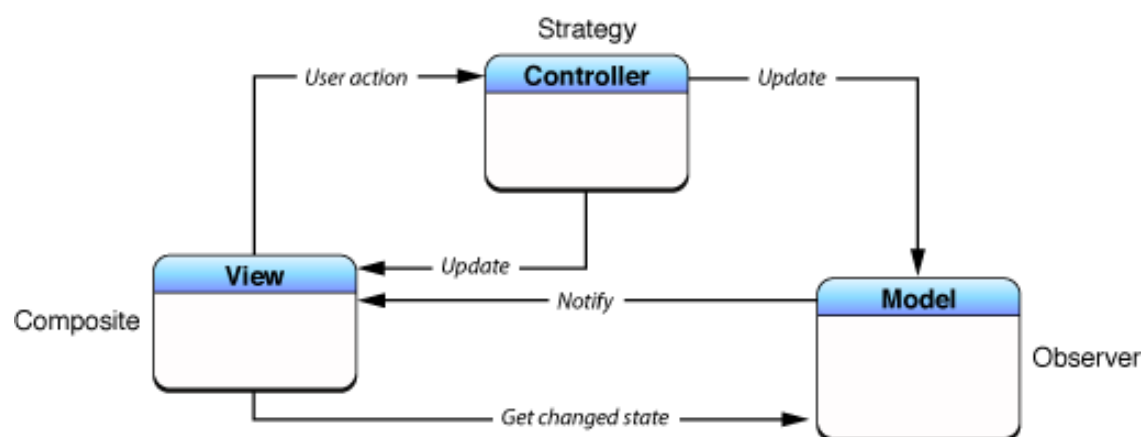
Το αρχιτεκτονικό μοντέλο MVC (Model-View-Controller) είναι το βασικό σχεδιαστικό μοτίβο των iOS εφαρμογών. Επιπλέον, τα frameworks της Apple είναι κατασκευασμένα με βάση αυτό. Η εφαρμογή, ακολουθώντας τις συμβάσεις των iOS εφαρμογών, το χρησιμοποιεί. Σύμφωνα με το MVC τα αντικείμενα εντάσσονται σε 3 κατηγορίες ρόλων:

Τα **models** είναι αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα της εφαρμογής. Τα δεδομένα αυτά συνήθως έχουν κάποια κατάσταση (state) η οποία μπορεί να αλλάξει. Για παράδειγμα μπορεί κάποια δεδομένα να διαγράφονται, να προστίθενται άλλα και να αλλάζουν τα πεδία κάποιων άλλων. Τέτοια αντικείμενα μπορεί να έχουν σχέσεις 1:1 ή και

1:N και συνήθως η απεικόνισή τους θυμίζει γράφο. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι μια επαφή μιας εφαρμογής τηλεφωνικού καταλόγου.

Τα **views** είναι αντικείμενα τα οποία αντιπροσωπεύουν το στοιχεία του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής (δηλαδή, είναι τα στοιχεία που βλέπει ο χρήστης). 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).

Οι **controllers** είναι αντικείμενα που λαμβάνουν ενημερώσεις – γεγονότα από τα views όταν ο χρήστης αλληλεπιδρά μαζί τους ή από τα models όταν αλλάζει η κατάσταση τους. Με λίγα λόγια, είναι ο ενδιάμεσος μεταξύ View και Model. Με βάση τα γεγονότα μπορεί να τροποποιήσουν την κατάσταση (state) κάποιων models ή κάποιων views. Συντονίζουν διάφορα κομμάτια της εφαρμογής και διευθύνουν τον κύκλο ζωής των αντικείμενων.



Εικόνα 6.1.: Model – View - Controller

## 6.2 Τεχνολογικά Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

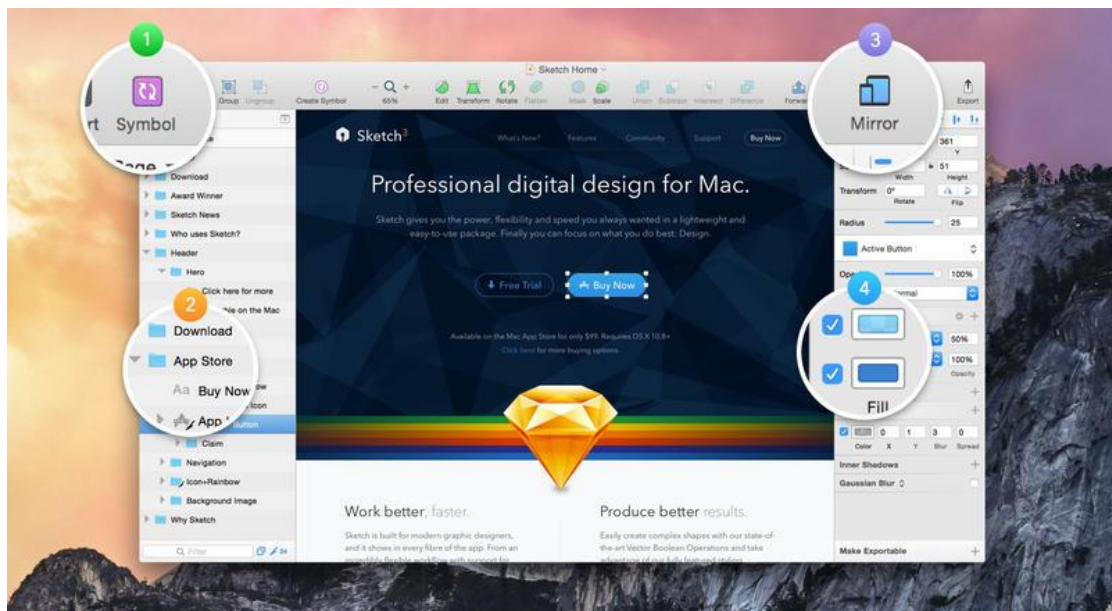
Τα τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

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

## 6.2.1 Λογισμικό

### 6.2.1.1 Σχεδίαση Εφαρμογής

Για τη σχεδίαση της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε δοκιμή πλήθους σχεδιαστικών εργαλείων. Τελικά, η πρώτη προσέγγιση της σχεδίασης (wireframing) πραγματοποιήθηκε στην on-line πλατφόρμα <http://www.proto.io>. Ωστόσο, το κεντρικό και θεμελιώδες κομμάτι της σχεδίασης υλοποιήθηκε στο πρόγραμμα Sketch. Το Sketch είναι ένα επαγγελματικό ψηφιακό περιβάλλον σχεδίασης που λειτουργεί σε λογισμικό Mac.

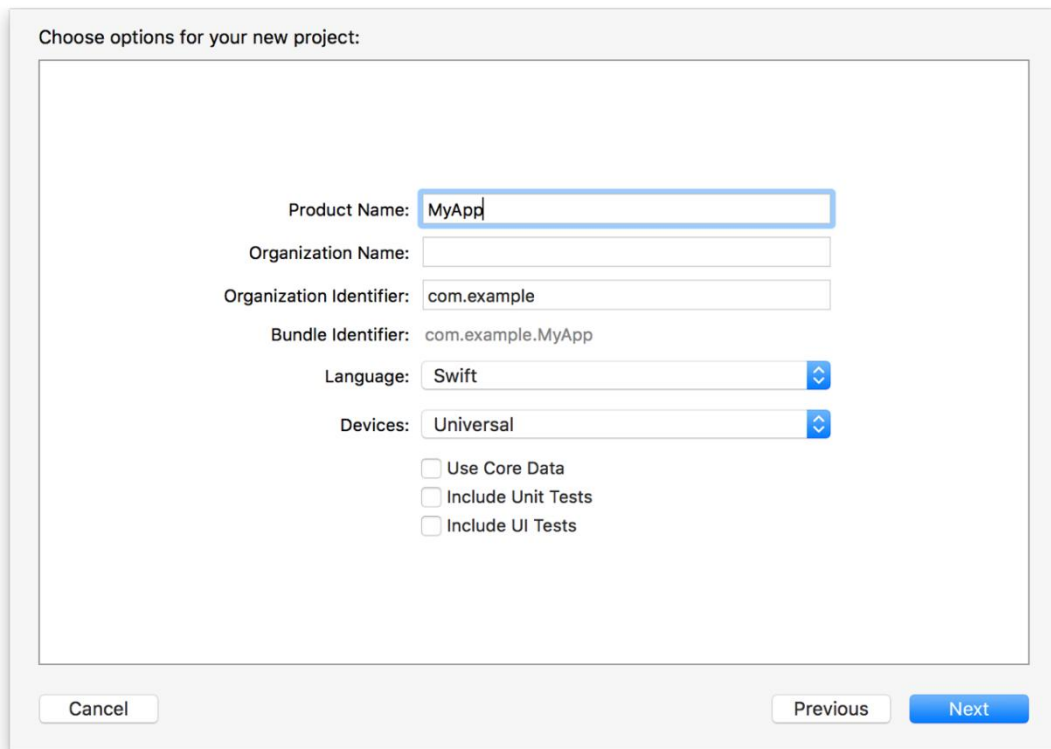


Εικόνα 6.2: Περιβάλλον προγράμματος Sketch

### 6.2.1.2 Ανάπτυξη Εφαρμογής

- Περιβάλλον ανάπτυξης (IDE): XCode

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



Εικόνα 6.3: Δημιουργία νέου project στο XCode

- Γλώσσα: Swift

Το Swift είναι μια ισχυρή γλώσσα προγραμματισμού γενικού σκοπού για macOS, iOS, watchOS και tvOS και έχει δημιουργηθεί από την Apple Inc. Το γράψιμο του κώδικα Swift είναι διαδραστικό και διασκεδαστικό, η σύνταξη είναι συνοπτική αλλά εκφραστική και το Swift περιλαμβάνει σύγχρονα χαρακτηριστικά γνωρίσματα για τους προγραμματιστές. Ο Swift κώδικας είναι ασφαλής, ενώ παράλληλα παράγει λογισμικό που εκτελείται με αστραπιαία ταχύτητα.

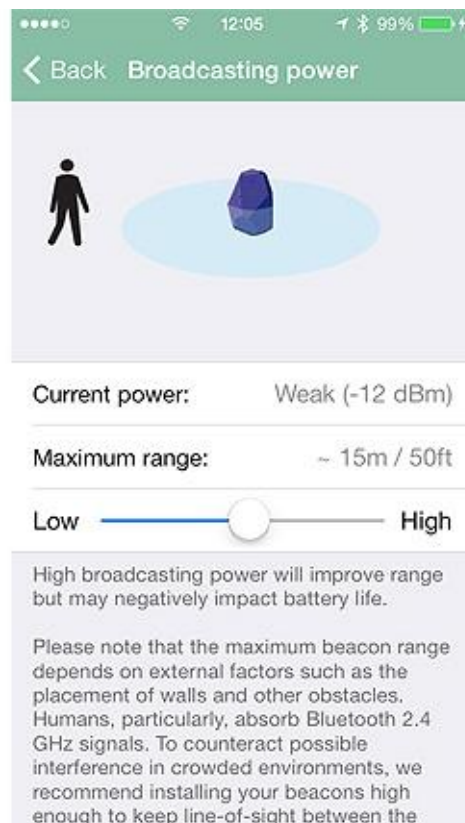
Έχει σχεδιαστεί ώστε να λειτουργεί μαζί με τα frameworks Cocoa και Cocoa Touch, καθώς και με τον κώδικα Objective-C που εντοπίζεται στα προϊόντα της Apple. Εισήχθη το 2014 στο Παγκόσμιο Συνέδριο Προγραμματιστών της Apple (2014 Worldwide Developers Conference (WWDC)). Σχεδιάστηκε ως μία εναλλακτική λύση της Objective-C, απλούστερης όμως σύνταξης και με σύγχρονες έννοιες.

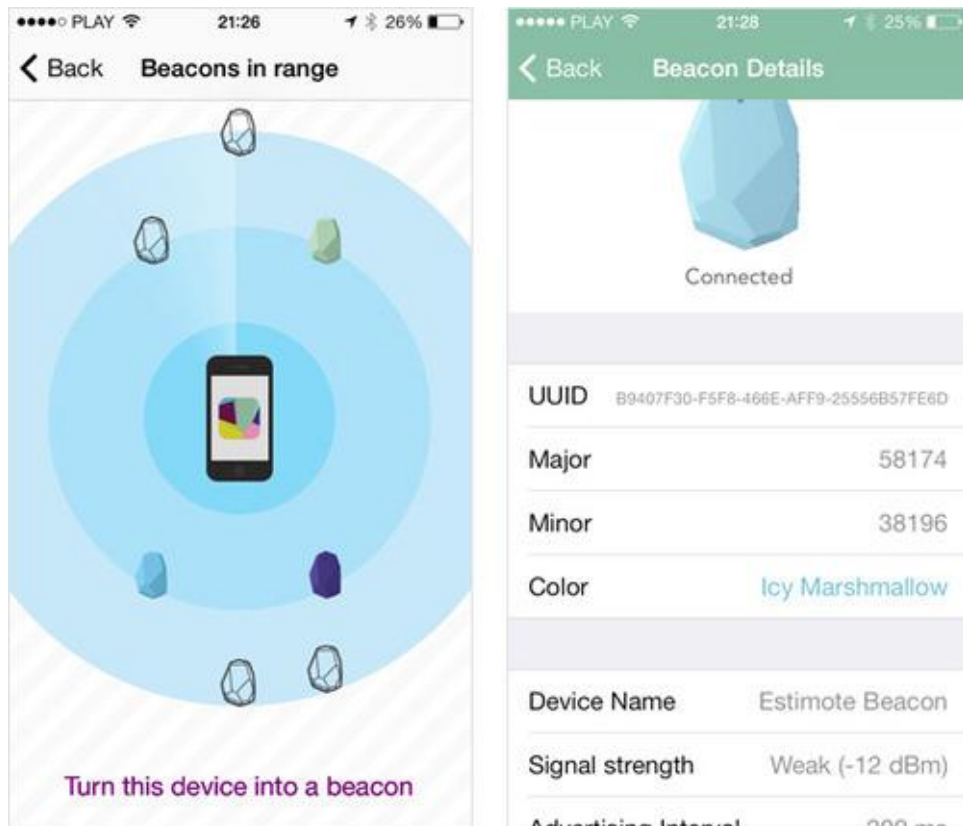
- Estimote SDK.

Για τη λειτουργικότητα και τον εντοπισμό θέσης του χρήστη χρησιμοποιήθηκαν beacons της Estimote. Αυτά συνοδεύονται από μια εργαλειοθήκη λογισμικού (SDK) που δίνει τη



δυνατότητα στην εφαρμογή να κάνει ανίχνευση ορίων περιοχής των beacons και εκτίμηση εγγύτητας.





Εικόνα 6.4: Estimote SDK

### 6.2.2 Υλικό

- Η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε συσκευές iPhone 5S. Ωστόσο, μπορεί να τρέξει σε οποιαδήποτε συσκευή iOS που έχει έκδοση λειτουργικού συστήματος 7 ή μεγαλύτερη.
- Χρησιμοποιήθηκαν ακόμη, τα beacons της Estimote. Είναι μικροί Bluetooth smart (χαμηλής ενέργειας) πομποί που συμβαδίζουν με τις προδιαγραφές της Apple για τα beacons.

# 7

## *Επίλογος*

### *7.1 Σύννοψη και συμπεράσματα*

Το θέμα που θίγει η παρούσα διπλωματική εργασία συμπυκνώνεται στο εξής ερώτημα «Πώς μπορεί η τεχνολογία μέσω των κινητών συσκευών σε συνδυασμό με τη παιχνιδοποίηση να συνεισφέρει στη διάδοση των θησαυρών της πολιτιστικής κληρονομιάς». Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα μελετήσαμε αρκετές έννοιες - παιχνιδοποίηση, πληθοπορισμός, εντοπισμός θέσης, παιχνίδια σοβαρού σκοπού κ.α.- από την οπτική των πολιτιστικών ιδρυμάτων. Παράλληλα, σχεδιάσαμε μια εφαρμογή ξενάγησης ενσωματώνοντας κινήγι θησαυρού για συσκευές iOS. Η μεθοδολογία της έρευνας που χρησιμοποιήθηκε εμπεριέχει τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, τη μελέτη των σχετικών εργασιών και εφαρμογών, καθώς και τη σχεδίαση και δημιουργία του παιχνιδιού. Προσπαθήσαμε ώστε ακόμη και αν κάποιος δεν έχει ασχοληθεί με το συγκεκριμένο θέμα να πάρει μια βασική ιδέα για τον τρόπο δόμησης μιας τέτοιας εφαρμογής ενώ, παράλληλα, σκοπός ήταν και η διαφοροποίηση από τις προϋπάρχουσες.

Ο κεντρικός μας στόχος κατά τη διάρκεια της σχεδίασης ήταν να συνδυαστούν ορισμένα χαρακτηριστικά και κάποιες σχεδιαστικές αρχές των παιχνιδιών απλής διασκέδασης με αυτά που έχουν σοβαρό σκοπό. Μελετώντας έρευνες για τη συμπεριφορά των χρηστών, σχεδιάσαμε ένα παιχνίδι που προσφέρει γρήγορη πρόοδο κατά τη διάρκεια της εξέλιξής του, ποικιλία περιεχομένου στα στάδιά του, οδηγίες καθ' όλη τη διάρκεια και ικανοποίηση στο

χρήστη. Ακόμη, σύμφωνα με όσα μελετήσαμε, καταλήξαμε πως είναι ιδιαίτερα σημαντική η σύνδεση των εκθεμάτων του μουσείου σε ένα κοινό πλαίσιο, σε μια κοινή ιστορία. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκε η storytelling προσέγγιση, στη προσπάθεια ενίσχυσης του ενδιαφέροντος και της επιθυμίας των χρηστών να παίζουν.

Οι δοκιμές της πιλοτικής εφαρμογής «Museum Treasure Hunt» μας έδειξαν τα εξής:

- Εύκολη και γρήγορη εύρεση πληροφοριών εκθεμάτων.
- Πολύ καλή η ακρίβεια των estimate beacon. Αν ο χρήστης είχε ανοιχτή την εφαρμογή στο κινητό του και βρισκόταν στον ίδιο χώρο με κάποια συσκευή beacon, σχεδόν αμέσως διαπιστωνόταν η ύπαρξή της και γινόταν εκτίμηση της εγγύτητάς της. Το μόνο πρόβλημα ήταν πως σε κάποιες δοκιμές παρουσιάστηκε απόκλιση στον εντοπισμό της θέσης. Η ανίχνευση των ορίων περιοχής (region monitoring) γίνεται σε λιγότερο από 2 δευτερόλεπτα.
- Εύκολη η εγκατάσταση των beacons. Επίσης, είναι πολύ ελαφριά, μικρά και διακριτικά και δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος φθοράς των εκθεμάτων.
- Η σύνδεση των εκθεμάτων σε μια κοινή ιστορία αποτελεί μια νέα, διαδραστική μορφή παρουσίασης των εκθεμάτων, γεγονός που βοηθάει πολύ τους χρήστες να αφομοιώσουν τις παρεχόμενες πληροφορίες.
- Σημαντική η ενσωμάτωση των παιχνιδιών και των γρίφων. Η επίσκεψη του χρήστη στο μουσείο γίνεται πιο ευχάριστη.
- Εύχρηστη και φιλική προς του χρήστες όλων των ηλικιών.
- Δεν περιορίζεται στην απλή μεταφορά των πληροφοριών των εκθεμάτων σε ψηφιακή μορφή, όπως κάνουν οι περισσότερες εφαρμογές μουσείων.
- Γενικά, η εφαρμογή του συστήματος πόντων δίνει αρκετές δυνατότητες στα μουσεία, καθώς μπορεί να αξιοποιήσει τα αποτελέσματα. Μπορούν να επιβραβεύσουν το χρήστη για τη πρόοδο του με πόντους που μπορούν ενδεχομένως να εξαργυρωθούν. Ως αποτέλεσμα, η επίσκεψη γίνεται πιο ελκυστική για τον χρήστη και βοηθάει πιθανότατα την ενίσχυση των πολιτισμικών χώρων.

Συνοψίζοντας, πιστεύουμε πως η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στα μουσεία είναι το επόμενο βήμα της πολιτιστικής ανάπτυξης, αφού επιτρέπει μια πιο προσωποποιημένη και κοινωνικοποιημένη εκδοχή του πολιτισμού η οποία προσαρμόζεται στα ενδιαφέροντα του εκάστοτε χρήστη.

## 7.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Η εφαρμογή «Museum Treasure Hunt» έχει πολλά περιθώρια επέκτασης. Κάποιες ιδέες για επεκτάσεις είναι:

- Η προσθήκη και άλλων ιστοριών οι οποίες θα συνδυάζουν διάφορα αντικείμενα του μουσείου σε κυνήγια θησαυρού.
- Η επέκταση της εφαρμογής ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από συσκευές android.
- Η δυνατότητα του χρήστη να κατασκευάσει μόνος του κυνήγι θησαυρού συνδυάζοντας εκθέματα του μουσείου.
- Η προσθήκη της δυνατότητας βαθμολόγησης των ιστοριών από τους χρήστες. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα θα προκύπτουν στατιστικά στοιχεία, όπως ο αριθμός των χρηστών που επέλεξαν κάθε ιστορία, το ποσοστό ολοκλήρωσής της ή ο μέσος όρος βαθμολογίας καθεμιάς.
- Η προσθήκη εικονικής πραγματικότητας κατά τη διαδικασία αναζήτησης των εκθεμάτων στο χώρο.
- Η προσθήκη σύντομων παιχνιδιών και puzzle για την ολοκλήρωση ορισμένων σταδίων.
- Η προσθήκη ηχητικής ή βίντεο ξενάγησης από κάποιον ηθοποιό κατά τη διάρκεια της απλής περιήγησης του χρήστη στο μουσείο.
- Η δυνατότητα τρισδιάστατης αναπαράστασης ενός αντικειμένου στη συσκευή του χρήστη.
- Η προσθήκη indoor navigation συστήματος, που θα μπορεί να εντοπίζει τη τρέχουσα θέση του χρήστη και να την απεικονίζει στο σχέδιο κάτοψης του χώρου. Η εφαρμογή θα δίνει αναλυτικές οδηγίες στο χρήστη για το πώς θα μεταβεί στο σημείο που επιθυμεί.
- Με την προσθήκη indoor location δίνονται αρκετές δυνατότητες επέκτασης της εφαρμογής. Πρώτα απ' όλα, δίνεται η δυνατότητα στο μουσείο να γνωρίζει κάθε στιγμή τον αριθμό και τη θέση των επισκεπτών σε κάθε αίθουσα ή όροφο. Με αυτό τον τρόπο, παράγονται στατιστικά στοιχεία που αφορούν τα εκθέματα που έχουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τους επισκέπτες. Επιπλέον, θα βοηθούσε αρκετά τους επισκέπτες να κινηθούν πιο άνετα στο χώρο του μουσείου στην περίπτωση που κάποια αίθουσα έχει πολυκοσμία να κινηθούν σε κάποιο άλλο σημείο.

- Η αλληλεπίδραση με τα κοινωνικά δίκτυα. Προσθήκη της δυνατότητας κοινοποίησης ενός εκθέματος ή ενός επιτεύγματος.
- Η προσθήκη δυνατότητας πρόκλησης φίλων του χρήστη με σκοπό να ξεπεράσουν κάποιο από τα επιτεύγματά του.
- Προσθήκη λειτουργικότητας προτάσεων στο χρήστη της εφαρμογής για εκθέματα που είναι πιθανό να ενδιαφέρουν το χρήστη κρίνοντας από την αλληλεπίδρασή του με την εφαρμογή και τα εκθέματα.
- Η προσθήκη ειδοποιήσεων προκειμένου να ενημερώνονται οι χρήστες που έχουν την εφαρμογή όταν ένα καινούργιο κινήγι θησαυρού έχει δημοσιευθεί, ακόμα και όταν η εφαρμογή είναι κλειστή.

# 8

## *Βιβλιογραφία*

### **Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή**

- [1] M. Economou and E. Meintani. Promising beginnings? Evaluating museum mobile phone apps. In Proceedings of the Re-Thinking Technology in Museums Emerging Experience Conference. 87–101, 2011
- [2] C. Emmanouilidis, R. Koutsiamanis, and A. Tasidou. Mobile guides: Taxonomy of architectures, context awareness, technologies and applications. *Journal of Networks and Computer Applications* 36, 103–125. 2013.
- [3] M. L. Koole. A model for framing mobile learning. In *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training* 1, 2, 25–47. 2009.
- [4] M. Mortara, C. E. Catalano, F. Bellotti, G. Fiucci, M. Houry-Panchetti, and P. Petridis. Learning cultural heritage by serious games. *Journal of Cultural Heritage* 15, 3, 318–325. 2014.
- [5] S. Bitgood. *An Attention-Value Model of Museum Visitors*. Center for Advancement of Informal Science Education, Washington, DC. 2010.
- [6] M. Mortara. Introduction to special issue on serious games for cultural heritage. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage* 6, 2, Article No. 6. 2013.



- [7] A. Yusoff, R. Crowder, L. Gilbert, and G. Wills. A conceptual framework for serious games. In Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. 21–23.2009.
- [8] D. Cosley, J. Lewenstein, A. Herman, J. Holloway, J. Baxter, S. Nomura, K. Boehner, and G. Gay. ArtLinks: Fostering social awareness and reflection in museums. In Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual ISIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'08). 403–412. 2008.
- [9] F. Bellotti, R. Berta, A. De Gloria, and M. Margarone. User testing a hypermedia tour guide. IEEE Pervasive Computing 1, 2, 33–41. 2002.

## **Κεφάλαιο 2 – Θεωρητικό Υπόβαθρο**

### 2.1 – Βασικοί Ορισμοί

Oates B. J., Researching Information Systems and Computing, SAGE, Publications, 2006

Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nache L., From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”, Mindtrek '11 Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Academic Mindtrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 2011

Abt, Clark C. Serious Games. s.l. : Viking Press, 1970

Zyda, Mike. From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. IEEE Computer. September 2005, p. 25-32

Serious Game. Wikipedia. [Ηλεκτρονικό] [http://en.wikipedia.org/wiki/Serious\\_game](http://en.wikipedia.org/wiki/Serious_game), 2011

Metadata, Wikipedia [Ηλεκτρονικό] <https://en.wikipedia.org/wiki/Metadata>

Susi T., Johannesson, M., Backlund, P.: Serious Games –An Overview, Technical Report HS-IKI-TR-07-001, School of Humanities and Informatics, Univ. of Skövde, Sweden, 2007

### 2.2 – Η εξέλιξη της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης

Ζησόπουλος Α. – Παραδείσης Δ., Σημειώσεις Διαφορικού Εντοπισμού (DGPS), ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Μάιος 1999.

Μπαλοδήμος Δ., Γεωδαιτικές Μετρήσεις Ακριβείας, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Ιανουάριος 2004

Μπισμπιλής Κ., Αξιολόγηση του αμφίδρομου μετασχηματισμού των συντεταγμένων μεταξύ του HTRS07 και του ΕΓΣΑ87, Μεταπτυχιακή εργασία, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Ιούνιος 2010

Παραδείσης Δ., Σημειώσεις Δορυφορικής Γεωδαισίας, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Νοέμβριος 2000

Φωτίου Α. – Πικρίδας Χ., GPS και Γεωδαιτικές Εφαρμογές, Διορθωμένη ανατύπωση, ΑΠΘ, Δεκέμβριος 2008

Κωνσταντίνος Δ. Παπασπύρου, Ανάπτυξη εφαρμογής σε κινητά τερματικά για Πλοήγηση σε εσωτερικούς χώρους, ΕΜΠ, Ιούνιος 2012

Γεράσιμος Χατζάρας, Προσδιορισμός Θέσης σε κλειστούς χώρους μέσω Δικτύων Wifi, ΑΠΘ, Νοέμβριος 2014

Κωνσταντίνος Ε. Κρεμύζας, Move n' learn – Μία πρόταση εφαρμογής έξυπνων φορητών συσκευών για περιήγηση σε μουσεία, ΕΜΠ, Αθήνα 2014

Global Positioning System. Wikipedia. [Ηλεκτρονικό], [https://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)

Indian Regional Navigation Satellite, Wikipedia, [Ηλεκτρονικό], [http://en.wikipedia.org/wiki/Indian\\_Regional\\_Navigational\\_Satellite\\_System](http://en.wikipedia.org/wiki/Indian_Regional_Navigational_Satellite_System)

Galileo (Satellite Navigation), Wikipedia, [Ηλεκτρονικό], [http://en.wikipedia.org/wiki/Galileo\\_%28satellite\\_navigation%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_%28satellite_navigation%29)

Compass, Wkipedia, [Ηλεκτρονικό], <http://en.wikipedia.org/wiki/Compass>

GLONASS, Wikipedia, [Ηλεκτρονικό], <http://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS>

Position Technology, Wikipedia, [Ηλεκτρονικό]. [https://en.wikipedia.org/wiki/Positioning\\_technology](https://en.wikipedia.org/wiki/Positioning_technology)

Indoor Positioning System, Wikipedia, [Ηλεκτρονικό], [https://en.wikipedia.org/wiki/Indoor\\_positioning\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Indoor_positioning_system)

Magnetic Positioning , Wikipedia [Ηλεκτρονικό], [https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic\\_positioning](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_positioning)

Magnetic Positioning, How it Works?, IndoorAtlas, <http://www.indooratlas.com/2015/04/15/magnetic-positioning-technology-how-it-works-2/>

Faculty of Information Technology and Electrical Engineering , University of Oulu, Finland, <http://www.oulu.fi/>

Τεχνικές εντοπισμού θέσης κινητού σταθμού κάτω από Non-Line-of-Sight συνθήκες, Καλυβάς Ιωάννης, Πανεπιστήμιο Πατρών, Μάιος 2009

### 2.3 – Αναλυτική Παρουσίαση της τεχνολογίας των beacon

Estimote. [Ηλεκτρονικό], <http://estimote.com/>

Λάμπρου Ε. – Πανταζής Γ., Εφαρμοσμένη Γεωδαισία, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Μάρτιος 2010

Monitoring Beacon Regions. [Ηλεκτρονικό], Apple, [https://developer.apple.com/library/content/documentation/UserExperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/RegionMonitoring/RegionMonitoring.html#//apple\\_ref/doc/uid/TP40009497-CH9-SW1](https://developer.apple.com/library/content/documentation/UserExperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/RegionMonitoring/RegionMonitoring.html#//apple_ref/doc/uid/TP40009497-CH9-SW1)

iBeacon for Developers, [Ηλεκτρονικό], Apple Developer, <http://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>

State of the Art, Trends and Future of Bluetooth Low Energy, Near Field Communication and Visible Light Communication in the Development of Smart Cities, Gonzalo Cerruela García \*, Irene Luque Ruiz and Miguel Ángel Gómez-Nieto, Department of Computing and Numerical Analysis, University of Córdoba, Νοέμβριος 2016

Proposing an extended iBeacon system for indoor route guidance, Akihiro Fujihara and Takuma Yanagizawa, Department of Management Information Science, Fukui University of Technology, Σεπτέμβριος 2015

#### 2.4 – Εύρεση τοποθεσίας στο λειτουργικό σύστημα iOS

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

Apple. Taking Core Location Indoors, Apple Worldwide Developers Conference, Apple Inc., 2014

Getting the User's Location, [Ηλεκτρονικό], Apple Developer, <https://developer.apple.com/library/content/documentation/UserExperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/CoreLocation/CoreLocation.html>

Region Monitoring and iBeacon, [Ηλεκτρονικό], Apple Developer, [https://developer.apple.com/library/content/documentation/UserExperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/RegionMonitoring/RegionMonitoring.html#//apple\\_ref/doc/uid/TP40009497-CH9-SW1](https://developer.apple.com/library/content/documentation/UserExperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/RegionMonitoring/RegionMonitoring.html#//apple_ref/doc/uid/TP40009497-CH9-SW1)

#### **Κεφάλαιο 4 – Η εφαρμογή «Museum Treasure Hunt»**

Ghiani G., Paterno F., Spano L.D., Enhancing Mobile Museum Guides with Public Displays, 2008

R. Koster, Theory of fun for game design, O' Reilly Media, Inc., 2013

Von Ahn L. & Dabbish L., Designing games with a purpose, Communications of the ACM, Vol. 51, 2008

GamifIR '14: Proceedings of the First International Workshop on Gamification for Information Retrieval, New York, USA, 2014

J. Schlotterer, Ch. Seifert, L. Wagner, M. Granitzer, A Game with a Purpose to Access Europe's Cultural Treasure, 2015

T. Campbell, Audience, technology and the power of Museums, 2014

Mia Ridge, Playing with difficult Objects – Game Designs to Improve Museum Collections, 2011

Ricardo Francisco Vilelas de Almeida, A Proposal for a Framework for Serious Game development based on entertainment Game Design, University Institute of Lisbon, September 2015

Jesse Schell. The art of game design. Elsevier/Morgan Kaufmann, 2008

Kristian Kiili, Sara de Freitas, Sylvester Arnab, and Timo Lainema. The design principles for flow experience in educational games. Procedia Computer Science, 15:78–91, 2012

Raph Koster. Theory of Fun for Game Design 2ed. O'reilly, 2013

Jetmir Xhembulla, Intrigue at the Museum: Facilitating Engagement and Learning through a Location-based Mobile Game, 2014

## Κεφάλαιο 6 – Λεπτομέρειες Υλοποίησης

Model-View-Controller, [Ηλεκτρονικό], Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Model%E2%80%93view%E2%80%93controller>

Model-View-Controller, [Ηλεκτρονικό], Apple Developer, <https://developer.apple.com/library/content/documentation/General/Conceptual/DevPedia-CocoaCore/MVC.html>

XCode, [Ηλεκτρονικό], Apple Developer, <https://developer.apple.com/xcode/>

Swift, [Ηλεκτρονικό], Apple Developer, <https://developer.apple.com/swift/>

Swift, [Ηλεκτρονικό], Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Swift\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Swift_(programming_language))

<https://developer.apple.com/library/content/documentation/Swift/Conceptual/BuildingCocoaApps/>