

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΠΟΛΕΩΝ
ΣΕ ΕΞΥΠΝΑ ΤΗΛΕΦΩΝΑ**

Νικόλας Πογιατζής

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2017

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Εφαρμογή Εξερεύνησης Πόλεων σε Έξυπνα Τηλέφωνα

Νικόλας Πογιατζής

Επιβλέπων Καθηγητής
Μάριος Δικαιάκος

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε
προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής
του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2017

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλα τα πρόσωπα που συνέβαλαν στην έμπνευση και εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Κατ' αρχάς, να ευχαριστήσω τα πρόσωπα στο οικογενειακό μου περιβάλλον για την όλη στήριξη καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες προς τον επιβλέπων καθηγητή μου, κύριο Μάριο Δικαϊάκο, ο οποίος με διαφανή τρόπο μου προσέφερε την απαραίτητη καθοδήγηση, ωθώντας με να συνθέσω καινοτόμες ιδέες.

Ευχαριστίες έχω να δώσω στο Εργαστήριο Διαδικτυακού Υπολογισμού (LInC) για την οργάνωση παρουσιάσεων κατά τη διάρκεια εκπόνησης. Οι παρουσιάσεις αποτελούν σημαντικό εργαλείο αξιολόγησης της πορείας εκπόνησης, τόσο από τον ίδιο το φοιτητή, όσο και από άτομα με εμπειρία στο χώρο.

Τέλος, ευχαριστώ την εταιρεία Tech 2 Tech για την ενεργό συνεισφορά της στο χώρο της εκπαίδευσης, μέσω της υποτροφίας που παρείχε.

Περίληψη

Το περιβάλλον της σύγχρονης πόλης έχει αποκτήσει μεγάλη πολυπλοκότητα, η οποία κάνει τη μετακίνησή μας δυσκολότερη. Κατά την πορεία μας μέσα σε κάποια πόλη, επιτελούμε διάφορες διαδικασίες, τόσο συνειδητά, όσο και μη, προκειμένου να προσανατολιστούμε στο χώρο. Οι διαδικασίες αυτές χρησιμοποιούν ερεθίσματα από το περιβάλλον στο οποίο μετακινούμαστε, όπως για παράδειγμα, κάποιοι γνωστοί σε εμάς τόποι και δρόμοι. Διάφορα στοιχεία στο περιβάλλον δρουν ως ορόσημα, τα οποία αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα μέσα προσανατολισμού.

Η πλοήγηση έχει κάνει δυναμική είσοδο στη ζωή μας τα τελευταία χρόνια, με σκοπό να βοηθήσει στην καθοδήγησή μας ενώ μετακινούμαστε. Πλέον, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας. Όλοι σχεδόν χρησιμοποιούμε διάφορες εφαρμογές κινητών συσκευών προκειμένου να μας βοηθήσουν να πλοηγηθούμε προς το μέρος που επιθυμούμε. Όμως, η σύγχρονη κουλτούρα χρήσης πολλαπλών εφαρμογών πλοήγησης, πάσχει λόγω της δυσκολίας δυναμικού συνδυασμού πληροφοριών από πολλαπλές πηγές.

Παράλληλα με την ανάπτυξη της πλοήγησης, έχει διαδοθεί επίσης η δυνατότητα ενημέρωσής μας για διάφορα σημεία ενδιαφέροντος. Είναι πλέον εύκολο για κάποιον να αναζητήσει πληροφορίες για εστιατόρια, καφετέριες, καταστήματα και γενικότερα τόπους. Η δυνατότητα αυτή έχει ενισχυθεί από διάφορες εφαρμογές, οι οποίες στοχεύουν στην ευκολία εντοπισμού τόπων, αλλά και στην πληροφόρηση σχετικά με αυτούς.

Παρ' όλες τις δυνατότητες που παρέχουν οι πιο πάνω τεχνολογίες, η πλοήγηση στο περιβάλλον της σύγχρονης πόλης αποτελεί μεγάλη πρόκληση. Η πλοήγηση και η εξερεύνηση στο περιβάλλον πόλης, μπορούν να συνδυαστούν, με σκοπό την ευκολότερη και ισχυρότερη εκμάθηση της περιοχής από τον άνθρωπο. Συνεπώς, προτείνεται η χρήση των οροσήμων κατά τη διαδικασία πλοήγησης, σε συνδυασμό με την ενημέρωση για τους διαφόρους τόπους. Παράλληλα, προτείνεται η παροχή πληροφοριών για την οργάνωση της πόλης, οι οποίες δίνουν μία γενική εικόνα για τα σημεία στα οποία πρέπει να κινηθεί κάποιος, αναλόγως της ανάγκης που έχει. Η υβριδική αυτή προσέγγιση μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό τόσο στη διαδικασία εκμάθησης της πόλης, όσο και στην πλοήγηση μέσα στην πόλη.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1.....	1
Εισαγωγή.....	1
1.1 Η Πλοήγηση Σήμερα	1
1.2 Διατύπωση Προβλήματος.....	2
1.3 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας.....	4
1.4 Στάδια Εκπόνησης	5
1.5 Ανάλυση Πεδίου Εφαρμογών.....	6
1.6 Εξέταση Αναγκών Κοινού	8
Κεφάλαιο 2.....	12
Πληροφορίες Εφαρμογής (Abstractions).....	12
2.1 Τύποι Πληροφοριών Εφαρμογής.....	12
2.2 Πηγές Άντλησης Πληροφοριών	15
2.3 Κατηγορίες Τόπων	16
Κεφάλαιο 3.....	18
Αρχιτεκτονική Εφαρμογής	18
3.1 Επικοινωνία Συστατικών Στοιχείων	18
3.2 Βάση Δεδομένων	22
3.3 Data Mining Server	23
3.4 RESTful API.....	24
Κεφάλαιο 4.....	25
Εξόρυξη Γνώσης	25
4.1 Framework για Εξόρυξη Δεδομένων	25
4.2 Ανάκτηση Δεδομένων από Παροχείς	26
4.3 Διαδικασία Εξόρυξης Γνώσης	27
4.4 Συγχώνευση Ετερογενών Δεδομένων	29
4.5 Χαρακτηρισμός Περιοχών	34
4.6 Εντοπισμός Οροσήμων	35
4.7 Εξειδικευμένοι Χάρτες (Map Layers)	37
4.8 Θεματικές Περιοχές	38
4.9 Περιγραφές Χαρακτηριστικών Τόπων	42
4.10 Αξιολόγηση Γνώσης	44
4.11 Παρακολούθηση Διαδικασίας Εξόρυξης	45
4.12 Βιβλιοθήκες για την Εξόρυξη Γνώσης	47
Κεφάλαιο 5.....	48
Κινητή Εφαρμογή.....	48
5.1 Αρχιτεκτονική Κινητής Εφαρμογής.....	48
5.2 Δυνατότητες Κινητής Εφαρμογής.....	51
5.3 Εκμετάλλευση Γνώσης από Κινητή Εφαρμογή	53
5.4 Εξερεύνηση Τόπων ανά Κατηγορία	54
5.5 Προφίλ Χρήστη Κινητής Εφαρμογής	55

5.6 Ημερολόγιο Εξερεύνησης Πόλης.....	56
5.7 Βιβλιοθήκες για την Κινητή Εφαρμογή.....	57
5.8 Γραφικά Κινητής Εφαρμογής.....	58
5.9 Γενική Αξιολόγηση Κινητής Εφαρμογής	58
Κεφάλαιο 6.....	59
Αλγόριθμοι Κινητής Εφαρμογής	59
6.1 Ιδιαιτερότητες Αλγορίθμων.....	59
6.2 Αλγόριθμος Επιλογής Διαδρομής.....	60
6.3 Λειτουργία Προγραμματισμού Διαδρομής	62
6.4 Αλγόριθμος Πλοήγησης.....	65
6.5 Αλγόριθμος Σχετικής Θέσης Οροσήμου	69
6.6 Αλγόριθμος Επιλογής Οροσών.....	72
Κεφάλαιο 7.....	74
Συμπεράσματα.....	74
7.1 Δεδομένα Εφαρμογής	74
7.2 Αρχιτεκτονική Εφαρμογής	75
7.3 Εμπειρία Χρήστη.....	76
Βιβλιογραφία	77
Παράρτημα Α - Στιγμιότυπα Κινητής Εφαρμογής	A-1
Παράρτημα Β - Σχήμα Βάσης Δεδομένων	B-1
Παράρτημα Γ - Εγχειρίδιο Χρήσης Data Mining Framework	Γ-1
Παράρτημα Δ - Ερωτηματολόγιο Αναγκών Κοινού	Δ-1

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Η Πλοήγηση Σήμερα

Γενικότερα, πλοήγηση είναι η λειτουργία που επιτελεί ο κάθε άνθρωπος για να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό του, μέσα από κάποια διαδρομή. Κατά την πλοήγηση, ο άνθρωπος αναλύει το περιβάλλον της διαδρομής για να υπολογίσει κάποιον τρόπο με τον οποίο μπορεί να φτάσει στην επιθυμητή τοποθεσία. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται αυτή η ανάλυση διαφέρει από άτομο σε άτομο, γεγονός το οποίο την κάνει πιο εύκολη για κάποιους και πιο δύσκολη για κάποιους άλλους.

Στις μέρες μας, ο όρος πλοήγηση αναφέρεται σε ένα ευρύ πεδίο μελέτης, το οποίο εστιάζει σε τρόπους με τους οποίους μπορεί να βοηθηθεί η μετακίνηση κάποιου από τοποθεσία σε τοποθεσία. Η πλοήγηση διακρίνεται σε διάφορες κατηγορίες αναλόγως του μέσου μετακίνησης που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα, κάποιος ποδηλάτης έχει διαφορετικές ανάγκες κατά την πλοήγησή του, και συνεπώς τα συστήματα που εξυπηρετούν την ανάγκη αυτή λαμβάνουν υπόψη διαφορετικές παραμέτρους. Η πιο διαδεδομένη μορφή πλοήγησης είναι η πλοήγηση κατά την οδήγηση, λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητας στο οδικό δίκτυο και της ανάγκης λήψης αποφάσεων σε μικρά χρονικά διαστήματα.

Σήμερα, η πλοήγηση είναι πλέον κομμάτι της καθημερινότητας όλων, λόγω της εξέλιξης των έξυπνων τηλεφώνων. Κάθε κάτοχος κάποιου έξυπνου τηλεφώνου, δύναται να επιλέξει από μία πληθώρα δωρεάν και πληρωμένων εφαρμογών για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές που επιτελούν πλοήγηση, κάθε μία από αυτές με διαφορετικό τρόπο, απαρτίζοντας έτσι μία συλλογή εφαρμογών που θεωρητικά, σε συνδυασμό τους, ικανοποιούν κάθε ανάγκη. Από την άλλη, η πρακτικότητα χρήσης μειώνεται όσο μεγαλώνει ο αριθμός των εφαρμογών που χρησιμοποιούνται παράλληλα. Ένα από τα σύγχρονα προβλήματα που αφορούν τα έξυπνα τηλέφωνα, είναι ο μεγάλος αριθμός εφαρμογών που χρειάζεται κάποιος για να εξυπηρετήσει συγκεκριμένη ανάγκη.

1.2 Διατύπωση Προβλήματος

Αρχίζοντας, μπορούμε να εξάγουμε κάποια γενικά προβλήματα από την γενική εικόνα της πλοήγησης σήμερα (υποκεφάλαιο 1.1):

1. Συνήθως χρειάζονται πολλαπλές εφαρμογές για την εξυπηρέτηση των αναγκών μας
2. Ο κάθε άνθρωπος αντιμετωπίζει με διαφορετικό τρόπο τη διαδικασία πλοήγησης

Σε περιβάλλον πόλης, εκτός από τη διαδικασία πλοήγησης, τίθεται ένα ακόμη πρόβλημα: "Πώς μπορεί κάποιος να εξερευνήσει την πόλη;". Με την έννοια εξερεύνηση, αναφέρομαι στη διαδικασία παράλληλης πλοήγησης και εκμάθησης της περιοχής, χωρίς να προαπαιτείται κάποια γνώση για αυτήν.

Στη συνέχεια του υποκεφαλαίου, κωδικοποιώ το πρόβλημα που επέλεξα να λύσω μέσα από μία ακολουθία θεμάτων, προκειμένου να γίνει όσο το δυνατόν πιο συγκεκριμένο.

Θέμα Α - Ακροατήριο Εφαρμογής

Έχει τεθεί ως στοχευμένο ακροατήριο ο πεζός

Όπως έχω αναφέρει προηγουμένως ([υποκεφάλαιο 1.1](#)), τα συστήματα πλοήγησης για οδηγούς αυτοκινήτων, ποδηλάτες κτλ. λαμβάνουν υπόψη συγκεκριμένες παραμέτρους. Τέτοιου είδους συστήματα μελετούνται και βελτιστοποιούνται συνεχώς από οργανισμούς που ασχολούνται με συγκεκριμένο είδος πλοήγησης. Συνεπώς, θα ήταν άπιαστη και ανούσια η υλοποίηση ενός τέτοιου εξειδικευμένου συστήματος από το μηδέν. Λόγω αυτού, η εφαρμογή δημιουργήθηκε για να αναδεικνύει συγκεκριμένες λειτουργίες υπό την οπτική γωνία του πεζού, ο οποίος διακινείται στην πόλη. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχουν πολλά συστήματα πλοήγησης, τα οποία να εξειδικεύονται για τον πεζό. Αυτό συμβαίνει επειδή ο πεζός μπορεί να χρησιμοποιήσει τα υπάρχοντα συστήματα πλοήγησης γενικής χρήσης για να ικανοποιήσει τις ανάγκες του, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι είναι τέλεια.

Θέμα Β - Αναζήτηση Προβλημάτων

Αρχίζοντας, παραθέτω κάποια ερωτήματα

1. Σε τι διαφέρει η πλοήγηση σε περιβάλλον πόλης, από τη γενικότερη έννοια πλοήγησης;
2. Πόσο συχνά κάποιος έχει λάθος αντίληψη για το σημείο στο οποίο βρίσκεται;
3. Οι οδηγίες που δίνονται από τα υπάρχοντα συστήματα πλοήγησης είναι πάντα βοηθητικές;
4. Χρησιμοποιώντας κάποιο σύστημα πλοήγησης, μπορεί κάποιος παράλληλα να μαθαίνει την περιοχή στην οποία πλοηγείται;
5. Τι είδους πληροφορίες χρειάζεται κάποιος για να εξερευνήσει την πόλη;

Από τα πιο πάνω, προκύπτουν τα εξής υπο-προβλήματα

Το περιβάλλον πόλης είναι αρκετά πολύπλοκο, σε σχέση με το οδικό δίκτυο γενικότερα. Το γεγονός αυτό προκαλεί διάφορες συνέπειες:

1. Έλλειψη ορατότητας γύρω περιοχής
2. Αποπροσανατολισμός
3. Δυσκολία οπισθοδρόμησης
 - a. Η περιστροφή της διαδρομής που εκτελέστηκε κατά 180 μοίρες μπορεί να είναι δύσκολη, ειδικά εάν είναι η πρώτη φορά που την χρησιμοποιεί κάποιος.
4. Αβεβαιότητα λόγω παρομοίων περιοχών
 - b. Η αναγνώριση της περιοχής έχει να κάνει με τη μοναδικότητα των αντικειμένων του περιβάλλοντος.
 - c. Εάν σε δύο η περισσότερες περιοχές δεν υπάρχουν αρκετά σημεία μοναδικότητας, ενδέχεται να προκληθεί αβεβαιότητα όσον αφορά το ποιά από αυτές είναι η παρούσα περιοχή.

Θέμα Γ - Επεξήγηση Φαινομένων

Ένα από τα κύρια προβλήματα που αναφέρω είναι οι διαδοχικές περιστροφές 180 μοιρών. Το φαινόμενο αυτό προκαλεί αποπροσανατολισμό, καθώς οι άνθρωποι είναι συνηθισμένοι να βλέπουν το περιβάλλον από μία διεύθυνση προβολής (συνήθως υπάρχει μία κύρια, αλλά μετά από εξοικείωση διαμορφώνονται και κάποιες δευτερεύουσες). Μία ανθρώπινη δεξιότητα είναι η νοητική περιστροφή της εικόνας του περιβάλλοντος (στην περίπτωση αυτή το οδικό δίκτυο) και η εξαγωγή συμπερασμάτων από την περιστρεμμένη αυτή εικόνα. Όμως, στην ακραία περίπτωση της περιστροφής κατά 180 μοίρες, είναι πλέον δύσκολο να ανταποκριθούμε τόσο δυναμικά προς εξαγωγή συμπερασμάτων.

"Roger Shepard and Jacqueline Metzler (1971) did original research concerning this phenomenon. Their research showed that the reaction time for participants to decide if the pair of items matched or not was linearly proportional to the angle of rotation from the original position." (Wikipedia)

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η εφαρμογή του πιο πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογών, παραθέτω ένα σύντομο σενάριο:

Ενώ πλοηγείται κάποιος σε μία άγνωστη περιοχή, αποφασίζει να ακολουθήσει ένα κάθετο δρόμο, να περπατήσει για λίγο, και να επιστρέψει πίσω στο σημείο από το οποίο άλλαξε πορεία. Για να θυμάται από πού έχει κάνει στροφή, χρησιμοποιεί ως σημείο αναφοράς τη βιτρίνα του γωνιακού καταστήματος στην στροφή από την οποία έχει αλλάξει κατεύθυνση. Δυστυχώς, ο πλοηγούμενος χάνει τον προσανατολισμό του, και αρχίζει να ψάχνει τη βιτρίνα προκειμένου να επιστρέψει στο σημείο αναφοράς του. Όμως, η βιτρίνα δεν μοιάζει η ίδια από όλες τις κατευθύνσεις προβολής, και συνεπώς δεν καταφέρνει να την εντοπίσει.

Θέμα Δ - Ανάγκες που Προκύπτουν

1. Η πλοήγηση πρέπει να γίνεται χρησιμοποιώντας αντικείμενα στο περιβάλλον, τα οποία δρουν ως ορόσημα για τον πλοηγούμενο.
2. Τα ορόσημα πρέπει να συσχετίζονται με τοποθεσίες, με τρόπο που να βοηθούν τόσο την αλλαγή πορείας κατά την πλοήγηση, όσο και με την αναγνώριση της περιοχής.
3. Η ανανέωση (αναπόληση) της γνώσης για την περιοχή πρέπει να βοηθείται μέσα από διάφορες αναμνήσεις του ανθρώπου σε σημεία της περιοχής.

1.3 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας είναι η δημιουργία μίας κινητής εφαρμογής, η οποία να βοηθά κάποιον τόσο στην πλοήγηση μέσα στην πόλη, όσον και στην εξερεύνηση της πόλης γενικότερα.

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο έχω αναλύσει τα προβλήματα που υπάρχουν τόσο κατά την πλοήγηση, όσο και κατά την εξερεύνηση της πόλης, καταλήγοντας σε κάποιες ανάγκες. Συνδυάζοντας λύσεις για τις ανάγκες αυτές, έχω καταλήξει σε κάποια υβριδική προσέγγιση, η οποία εξυπηρετεί τις ανάγκες πλοήγησης και εξερεύνησης σε μία ενιαία εφαρμογή.

Η εφαρμογή στοχεύει σε πεζούς, οι οποίοι διακινούνται στην πόλη, είτε αυτοί είναι μόνιμοι κάτοικοι, είτε όχι. Λαμβάνεται υπόψη ότι ενδέχεται να χρησιμοποιήσουν κάποια μέσα συγκοινωνίας, αλλά ο στόχος είναι η ανάδειξη των δυνατοτήτων υπό την οπτική γωνία του πεζού.

Κατά την πλοήγηση, θα χρησιμοποιούνται αντικείμενα στο περιβάλλον, τα οποία δρουν ως ορόσημα, προκειμένου να εξυπηρετήσουν δύο ανάγκες. Η πρώτη ανάγκη είναι η αναγνώριση σημείων αλλαγής πορείας. Με τη χρήση οροσήμων για τα σημεία αυτά, η αναγνώριση μπορεί να γίνει πιο εύκολη. Η δεύτερη ανάγκη είναι η αναγνώριση της περιοχής, ειδικότερα του δρόμου στον οποίο βρισκόμαστε. Με τη συσχέτιση δρόμων και οροσήμων, μπορεί να γίνει πολύ ευκολότερη η ταυτοποίηση του δρόμου στον οποίο κινούμαστε.

Κατά τις επισκέψεις μας σε διάφορους τόπους της πόλης, οι αναμνήσεις θα διατηρούνται, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον. Η χρήση των αναμνήσεων μπορεί να βοηθήσει στην αναπόληση του περιβάλλοντος στο οποίο βρισκόμαστε. Οι αναμνήσεις θα παρουσιάζονται την κατάλληλη στιγμή μέσω ειδοποιήσεων.

Αναλόγως της ανάγκης για την οποία διακινούμαστε, θα παρέχονται στοχευμένες πληροφορίες για την πόλη. Οι πληροφορίες θα μας βοηθούν να λάβουμε αποφάσεις για την περιοχή στην οποία πρέπει να κατευθυνθούμε, προκειμένου να βρούμε αυτό που ψάχνουμε.

Κατόπιν μελέτης του πεδίου εφαρμογών, κατέληξα στην πιο πάνω προδιαγραφή λύσης του προβλήματος, στο οποίο η Διπλωματική Εργασία δίνει κάποια υποψήφια λύση.

Εν συντομία, θα μπορούσαμε να παρουσιάσουμε τη τελική εφαρμογή σε κάποιον ενδεχόμενο χρήστη ως ακολούθως:

Σε μία νέα πόλη ή στην υφιστάμενη

- Χρειάζεσαι καθοδήγηση στους δρόμους της πόλης;
- Δεν γνωρίζεις πώς να πας κάπου;
- Δε διαθέτεις χρόνο για προγραμματισμό της ημέρας;
- Οι προορισμοί είναι τόσο πολλοί ώστε να μην μπορείς να τους θυμάσαι;

Η εφαρμογή θα αναλάβει ότι δεν μπορείς εσύ

- Το μόνο που έχεις να κάνεις είναι να πεις στην εφαρμογή που θέλεις να πας.
- Το δρομολόγιο σου θα είναι αμέσως έτοιμο και θα συμπεριλαμβάνει αυτά ακριβώς που ζητήσεις, ακόμη και αυτά που δεν ζητήσεις.
- Το μόνο που έχεις να κάνεις είναι να ακολουθείς τη διαδρομή και τις συμβουλές.
- Θα είσαι συνέχεια σε επαφή με το σύστημα, χωρίς να υπάρχει περίπτωση να συμβεί κάτι το απροσδόκητο.

1.4 Στάδια Εκπόνησης

Στο υποκεφάλαιο αυτό αναφέρω σε γενικές γραμμές, τα στάδια που ακολούθησα για να φτάσω στο τελικό προϊόν της Διπλωματικής Εργασίας.

Στάδια

1. Καθορισμός προβλήματος
2. Διατύπωση αρχικής προδιαγραφής λύσης
3. Μελέτη αντίληψης πόλης από κοινό
 - a. Μέσω συνεντεύξεων
 - b. Εμπνευσμένη από πληροφορίες του βιβλίου "The Image of the City"
4. Ανάλυση και σύγκριση υφιστάμενων εφαρμογών
 - a. Μελέτη πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων κάθε εφαρμογής
 - b. Σύγκριση των εφαρμογών μεταξύ τους
 - c. Ανάλυση δεδομένων που παρέχει ο κάθε παροχέας (μέσω API)
5. Μελέτη αναγκών κοινού
 - a. Μέσω ταχείας προτυποποίησης (rapid prototyping)
 - b. Μέσω ερωτηματολογίου, για το οποίο χρησιμοποιήθηκε η αρχική προδιαγραφή λύσης και η ανατροφοδότηση από την ταχεία προτυποποίηση
6. Αναθεώρηση προδιαγραφής λύσης
 - a. Αφαιρέθηκαν λεπτομέρειες για τις οποίες το κοινό δε δείχνει ενδιαφέρον
 - b. Εστίαση εμβέλειας λύσης (πιο εξειδικευμένη λύση)
7. Υλοποίηση επεκτάσιμης βάσης συστήματος
 - a. Βασική αρχιτεκτονική κώδικα
 - b. Πυρήνας βάσης δεδομένων
8. Ανάπτυξη πλατφόρμας εφαρμογής
 - a. Υλοποιεί τη λειτουργικότητα που χρειάζεται για τις καθορισμένες δυνατότητες
 - b. Χρησιμοποιείται από την κινητή εφαρμογή
9. Υλοποίηση κινητής εφαρμογής
 - a. Βάσει των καθορισμένων δυνατοτήτων
 - b. Ανάπτυξη σε επαυξήσεις (incremental development)
 - c. Για κάθε επαύξηση, το λειτουργικό πρωτότυπο χρησιμοποιήθηκε για περεταίρω ανατροφοδότηση από το κοινό.

1.5 Ανάλυση Πεδίου Εφαρμογών

Όπως έχω αναφέρει, υπάρχουν πολλές εφαρμογές που εξυπηρετούν την ανάγκη της πλοήγησης-εξερεύνησης. Κάθε εφαρμογή εξυπηρετεί την ανάγκη αυτή από διαφορετική πτυχή. Στο στάδιο αυτό, ασχολήθηκα με ανάλυση των κορυφαίων εφαρμογών στο χώρο, προκειμένου να εξάγω κάποια συμπεράσματα. Τα συμπεράσματα συμπεριλαμβάνουν τα δυνατά σημεία, τις αδυναμίες, καθώς και την πτυχή υπό την οποία κάθε εφαρμογή εξετάζει τη γενικότερη έννοια "Πλοήγηση - Εξερεύνηση".

Στο Figure 1.1 παρουσιάζω μία ταξινόμηση των εφαρμογών που μελετήθηκαν, χρησιμοποιώντας τους ακόλουθους πέντε άξονες.

1. Navigation
Εφαρμογές που στοχεύουν καθαρά και μόνο στην υποβοήθηση της πλοήγησης.
2. Places
Στοχεύουν στην αναζήτηση τόπων και στην πληροφόρηση για τους διάφορους τόπους.
3. Community / Social
Στοχεύουν στην κοινοποίηση επισκέψεων σε τόπους, με σκοπό την κοινωνικότητα, όπως δηλαδή κοινοποιούνται πληροφορίες στα κοινωνικά δίκτυα.
4. Public Transit
Βοηθούν τη μετακίνηση με τη χρήση δημοσίων μέσω μαζικής συγκοινωνίας.
5. Travels / Planning
Βοηθούν στην οργάνωση διαδρομών.
Επίσης, βοηθούν στην ξενάγηση σε μία άγνωστη περιοχή, συνήθως σε περιπτώσεις ταξιδιών.

Οι εφαρμογές που βρίσκονται ενδιάμεσα από δύο άξονες εμπίπτουν εν μέρει και στις δύο αντίστοιχες κατηγορίες.

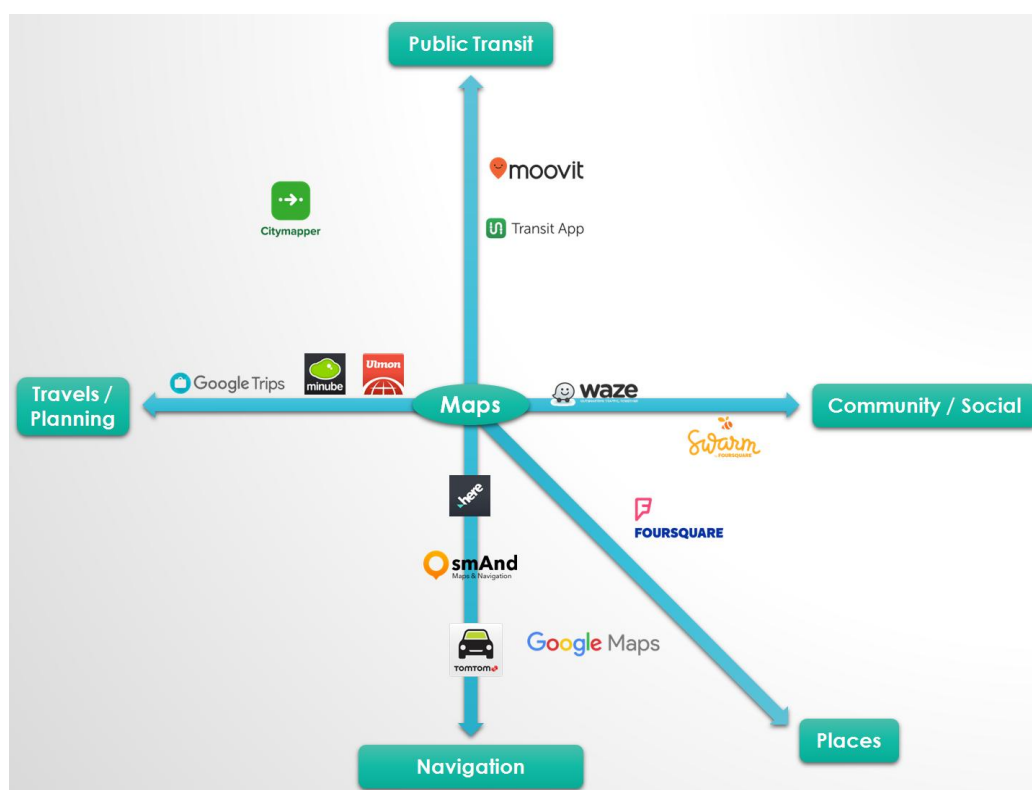


Figure 1.1: Ταξινόμηση Υφιστάμενων Εφαρμογών Πεδίου

Από την ανάλυση που έγινε εντοπίστηκαν δύο σημαντικά κενά στις σημερινές εφαρμογές για τη συγκεκριμένη ανάγκη:

1. Υπάρχει ανεξαρτησία μεταξύ πλοήγησης (navigation) και πληροφόρησης τόπων (places). Δηλαδή, οι δύο αυτές ανάγκες εξυπηρετούνται από ανεξάρτητες λειτουργίες, με αποτέλεσμα να μη συσχετίζονται. Για παράδειγμα, ενώ πλοηγούμαστε, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε παράλληλα πληροφορίες για τους τριγύρω τόπους.
2. Υπάρχει χάσμα μεταξύ πλοήγησης (navigation) και προγραμματισμού διαδρομών (planning). Δηλαδή, οι σημερινές εφαρμογές δε συνδυάζουν τις δύο αυτές ανάγκες. Συνεπώς, ο τελικός χρήστης αναγκάζεται να χρησιμοποιήσει δύο ή περισσότερες κινητές εφαρμογές για να προγραμματίσει κάποια διαδρομή και να πλοηγηθεί σε αυτήν

Η εφαρμογή στοχεύει τόσο στη διασύνδεση πλοήγησης και πληροφόρησης τόπων, όσο και στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ πλοήγησης και προγραμματισμού διαδρομών. Με την προσθήκη των καταλλήλων δυνατοτήτων, παρέχεται μία συμπαγής προσέγγιση, η οποία καλύπτει και τις τρεις ανάγκες (πλοήγηση, ενημέρωση τόπων, προγραμματισμός διαδρομών). Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο εξετάστηκαν οι ανάγκες του κοινού για να εντοπιστεί ο τρόπος γεφύρωσης των τριών αναγκών με μία μόνο εφαρμογή.

1.6 Εξέταση Αναγκών Κοινού

Αφού έχουν αναλυθεί οι εφαρμογές του συγκεκριμένου πεδίου, το επόμενο βήμα είναι η εξέταση των αναγκών του κοινού. Στο σημείο αυτό, ο στόχος ήταν να εντοπιστούν ανάγκες οι οποίες είναι πράγματι σημαντικές για τον τελικό χρήστη, καθώς και λειτουργίες τις οποίες δεν ενδιαφέρεται, προκειμένου να αποφευχθούν. Για να γίνει αυτό, ετοιμάστηκε ένα ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες.

Το ερωτηματολόγιο είναι διαθέσιμο μέσω του ακόλουθου συνδέσμου:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdp2A5WuRUyotVUq4Ld6KVYonnP_ubkekxwiXnm8DH7nZ5ocw/viewform

Στιγμιότυπο και περιγραφή του ερωτηματολογίου βρίσκονται στο [Παράρτημα Δ](#).

Οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν από διαφορετικές δημογραφικές ομάδες, προκειμένου να αποφευχθούν μεροληψίες (biases). Παρατηρήθηκε σύγκλιση στη μέση απάντηση για κάθε ερώτημα, γεγονός το οποίο υποδηλώνει την εγκυρότητα των πληροφοριών που συλλέχθηκαν.

Με βάση τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, καθορίστηκε το σύνολο των τελικών δυνατοτήτων της εφαρμογής. Επίσης, βελτιώθηκαν οι προδιαγραφές των δυνατοτήτων, σύμφωνα με τις ανάγκες του κοινού.

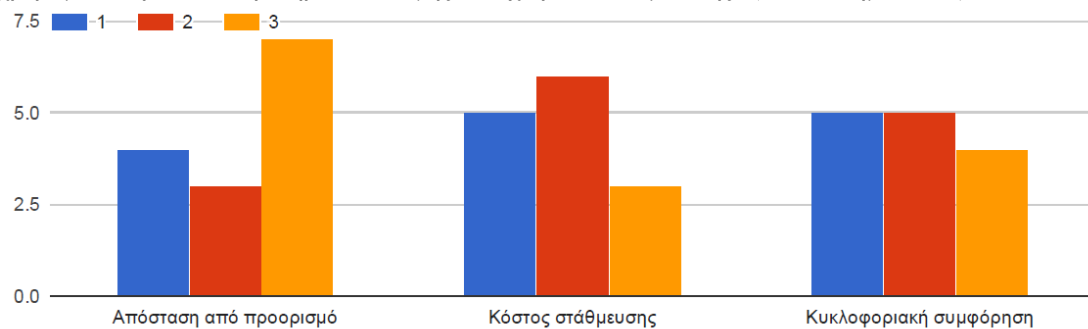
Ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας, όπως καθορίστηκε στο [υποκεφάλαιο 1.3](#), λαμβάνει υπόψη τα συμπεράσματα από το ερωτηματολόγιο αυτό. Συγκεκριμένα, έχει χρησιμοποιηθεί μία επαναληπτική διαδικασία, με σκοπό το σταδιακό καθορισμό των αναγκών και προδιαγραφών, μέχρι να φτάσουν στην τελική τους μορφή.

Στη συνέχεια του υποκεφαλαίου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου. Για κάθε πιθανή απάντηση, δίνεται το ποσοστό συμμετεχόντων που την επέλεξαν μέσω γραφικών παραστάσεων.

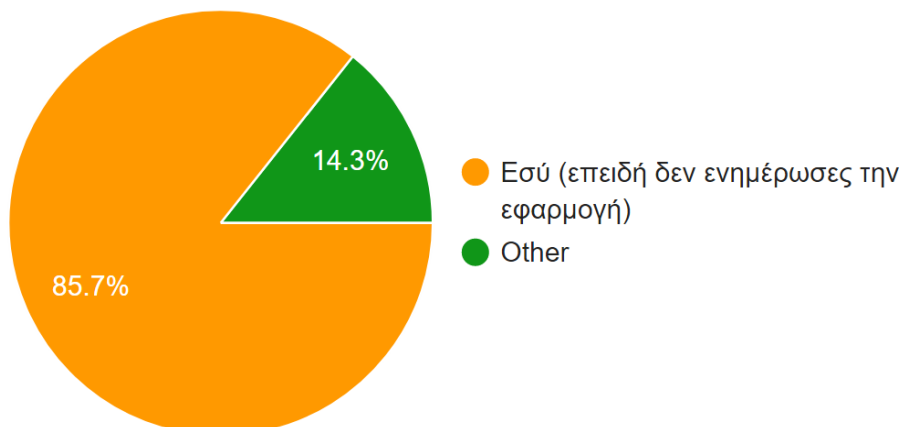
Η εφαρμογή χρειάζεται κάποιες πληροφορίες για εσένα, προκειμένου να σε βοηθήσει να πλοηγηθείς πιο άνετα στην πόλη. Ποιο θα προτιμούσες;



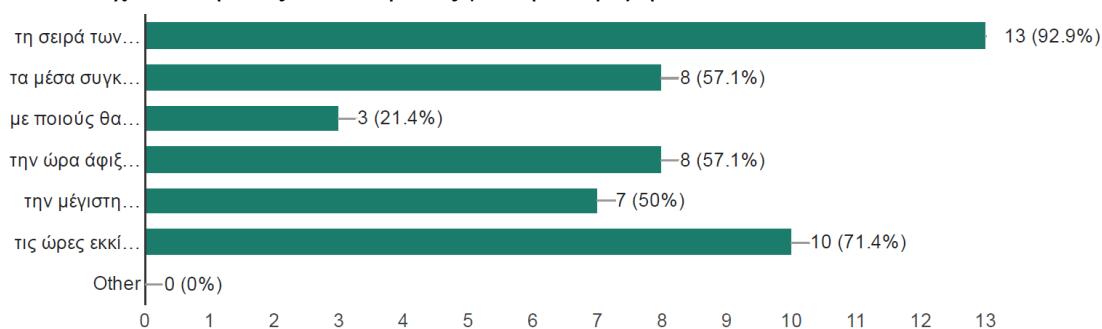
Πλησιάζεις σε ένα προορισμό οδηγώντας το αυτοκίνητό σου. Η εφαρμογή σου προτείνει κάποιο χώρο στάθμευσης κοντά σε αυτόν. Ποιά είναι η σειρά που θα ήθελες να χρησιμοποιηθεί στα κριτήρια επιλογής του χώρου στάθμευσης; (3=πιο σημαντικό)



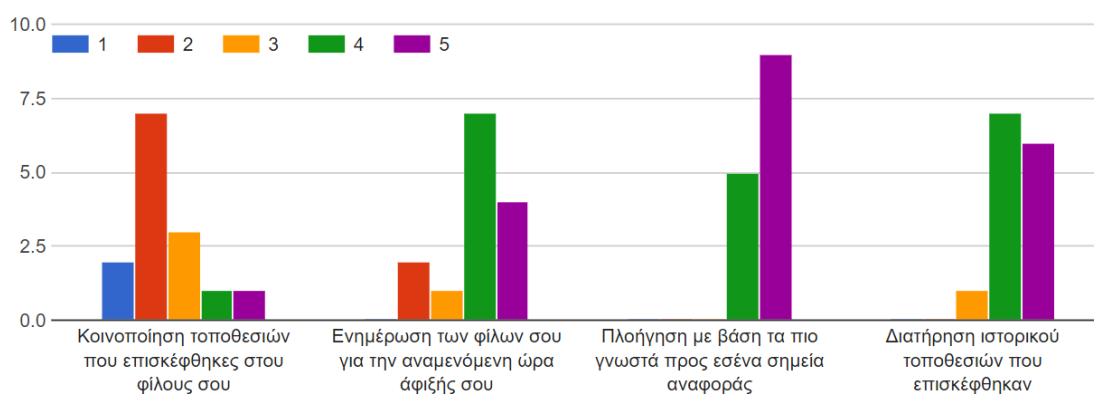
Έχεις κάνει πολλή ώρα σε κάποιο προορισμό. Δεν έχεις ενημερώσει την εφαρμογή ότι θα αργήσεις. Η εφαρμογή σε ενημερώνει ότι δε θα προλάβεις να επισκεφθείς κάποιους προορισμούς, αφού θα κλείσουν. Ποιός πιστεύεις ότι ευθύνεται;



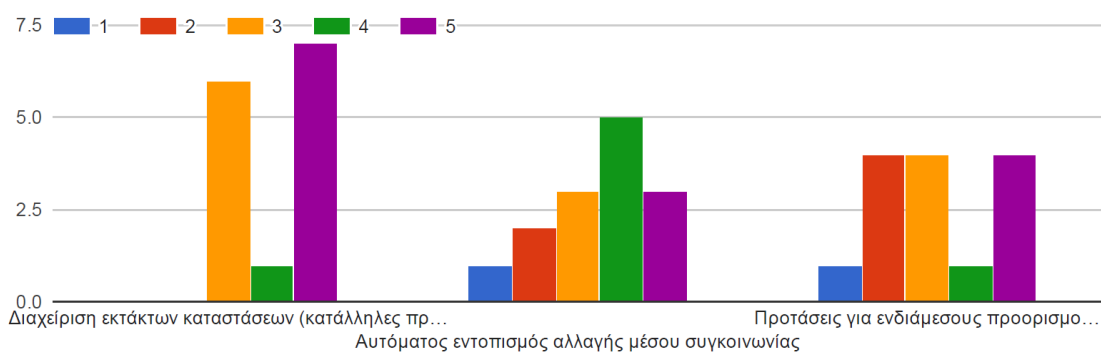
Ποιά στοιχεία θα ήθελες να καθορίσεις για τη διαδρομή σου;



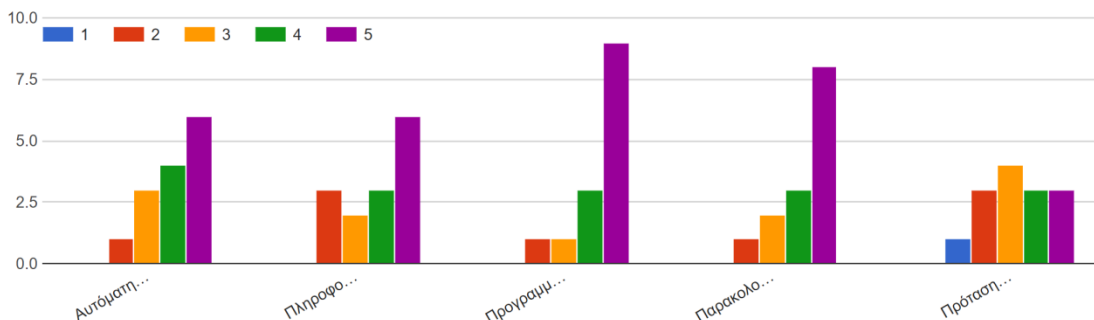
Πόσο χρήσιμη θα σου φαινόταν κάθε λειτουργία από τις ακόλουθες; (5=πιο χρήσιμη)



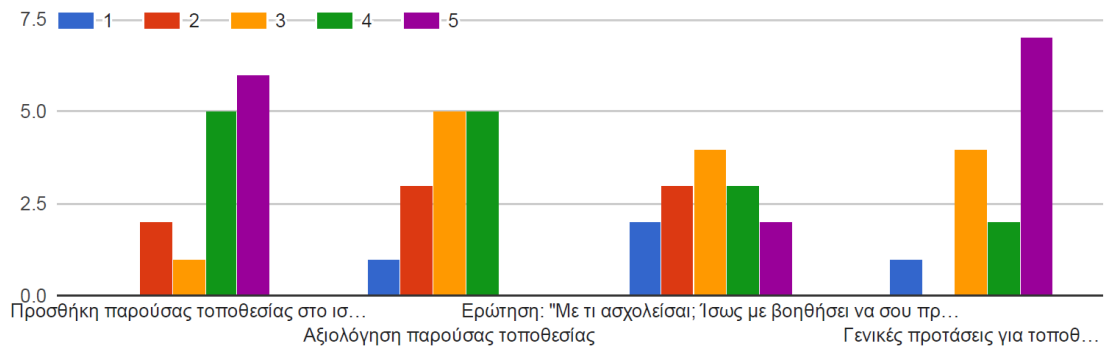
Κατά την Πλοήγηση



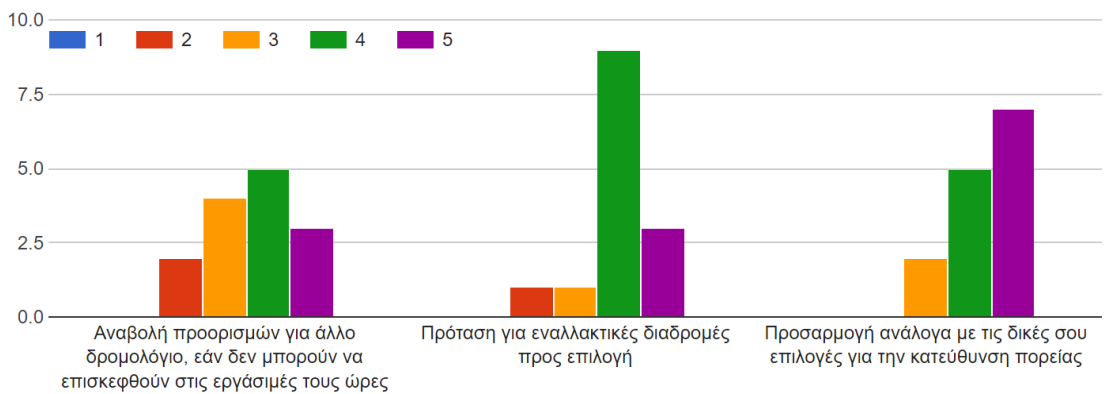
Λειτουργίες για Δρομολόγιο



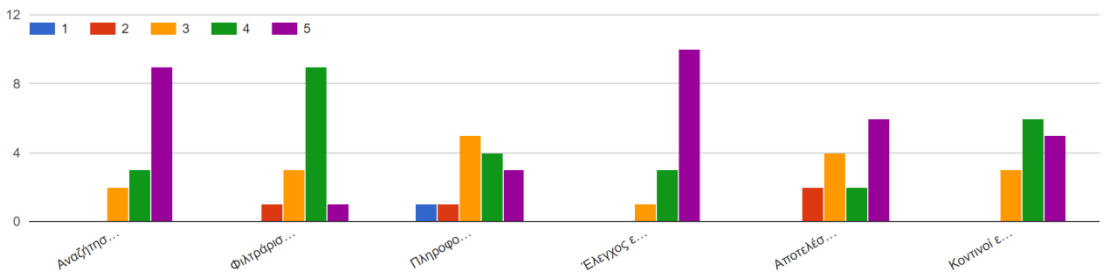
Κατά την Εκκίνηση της Εφαρμογής



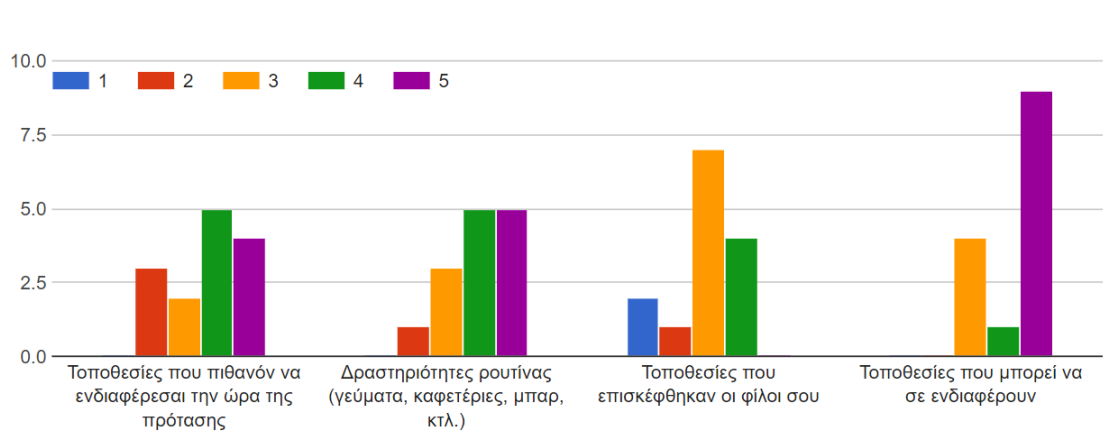
Λειτουργίες για Επανακαθορισμός Διαδρομής



Λειτουργίες για Αναζήτηση Προορισμού



Προτάσεις από την Εφαρμογή



Κεφάλαιο 2

Πληροφορίες Εφαρμογής (Abstractions)

2.1 Τύποι Πληροφοριών Εφαρμογής

Τόπος

Αποτελεί τη βασική οντότητα πληροφορίας της εφαρμογής. Στο πεδίο της σύγχρονης χαρτογράφησης είναι επίσης γνωστός ως Place και Point of Interest.

Η εφαρμογή περιστρέφεται εξ ολοκλήρου γύρω από την έννοια αυτή. Η φιλοσοφία που ακολουθήθηκε στο σχεδιασμό της εμπειρίας χρήστη είναι η διασύνδεση ολόκληρης της πόλης μέσω των τόπων.

Με την έννοια τόπος, αναφερόμαστε σε κάποιο χώρο, ο οποίος βρίσκεται σε συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία, και διακρίνεται λόγω του σκοπού που εξυπηρετεί. Ο σκοπός που εξυπηρετεί καθιστά συνήθως το χώρο δημόσιο μέρος, όπου δηλαδή μπορεί να παρευρεθεί ο οποιοσδήποτε. Από την άλλη, υπάρχουν επίσης άλλα κριτήρια τα οποία διακρίνουν κάποιο μέρος, όπως η παροχή κάποιας υπηρεσίας ή κάποιου μέσου ψυχαγωγίας.

Κατηγορία Τόπου

Ο κάθε τόπος κατηγοριοποιείται σε μία ή περισσότερες κατηγορίες τόπου. Οι κατηγορίες αυτές είναι πολύ σημαντικές για την εφαρμογή, καθώς αποτελούν το μοναδικό μέσο κατηγοριοποίησης και απεικόνισης των τόπων. Οι κατηγορίες κάθε τόπου αντιπροσωπεύουν τους σκοπούς τους οποίους εξυπηρετεί ή τις υπηρεσίες τις οποίες παρέχει. Στο υποκεφάλαιο [2.3 Κατηγορίες Τόπων](#) περιγράφονται λεπτομερώς οι κατηγορίες και ο τρόπος με τον οποίο καθορίστηκαν.

Σημαντική Περιοχή Κατηγορίας Τόπων (Hotspot)

Υπάρχουν αρκετές περιοχές σε κάθε πόλη, οι οποίες φημίζονται είτε για κάποιο μέσο ψυχαγωγίας που παρέχουν, είτε για κάποια υπηρεσία που μπορεί να βρεθεί εύκολα σε αυτές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν περιοχές ψωνίσματος, όπως δρόμοι με πολλά καταστήματα και εμπορικά κέντρα. Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι περιοχές στις οποίες κάποιος μπορεί να βρει εύκολα κάποιο εστιατόριο για να γευματίσει.

Οι περιοχές αυτές αποτελούν σημαντική πληροφορία για τη διακίνηση στην πόλη, καθώς δίνουν λύση για την αντίστοιχη ανάγκη, με αρκετά υψηλή πιθανότητα ικανοποίησής της. Για παράδειγμα, εάν επισκεφθεί κάποιος ένα δρόμο με 100 καταστήματα, υπάρχει αρκετά υψηλή πιθανότητα να βρει και να αγοράσει το προϊόν που αναζητεί.

Η εφαρμογή παρέχει σημαντικές περιοχές (Hotspots), οι οποίες συσχετίζονται με κάποια συγκεκριμένη κατηγορία τόπων, όπως για παράδειγμα Store Hotspots, Food Hotspots, κτλ. Χρησιμοποιούνται οι θεματικές περιοχές που εντοπίστηκαν κατά την εξόρυξη ([4.8 Θεματικές Περιοχές](#)).

Δημοτικότητα Τόπου

Συνήθως η δημοτικότητα κάποιου τόπου μπορεί να εκφραστεί από στόμα σε στόμα ως "πολυσύχναστος τόπος", "σε κανονικά επίπεδα" ή "καθόλου πολυσύχναστος τόπος - άδειος". Η πληροφορία αυτή παρέχεται από την εφαρμογή, χρησιμοποιώντας τη μορφή που μόλις δόθηκε, αφού αποτελεί τον πιο ευρέων προτιμώμενο τρόπο αναπαράστασης της δημοτικότητας. Συνεπώς, η δημοτικότητα κάποιου τόπου κωδικοποιείται σε κλίμακα τριών επιπέδων (καθόλου, κανονικά και πολυσύχναστος).

Ο λόγος που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η πληροφορία αυτή έχει να κάνει με τον τρόπο που οι άνθρωποι κωδικοποιούν μικρά τμήματα της πόλης. Καθώς κάποιος ψάχνει για κάποιο τόπο, όπως καφετέρια ή εστιατόριο, λαμβάνει σημαντική υπόψη τη δημοτικότητα του τόπου. Το σημαντικότερο όμως είναι το εξής: γενικότερα η δημοτικότητα τόπων μπορεί να μας βοηθήσει να σχηματίσουμε μία καλύτερη αναπαράσταση της διακίνησης ατόμων σε συγκεκριμένες περιοχές της πόλης. Λαμβάνοντας υπόψη τους τόπους που βρίσκονται εκεί, μπορούμε να διακρίνουμε το λόγο διακίνησης ατόμων στις περιοχές αυτές. Χρησιμοποιούνται οι περιγραφές χαρακτηριστικών τόπων που έχουν παραχθεί κατά την εξόρυξη ([4.9 Περιγραφές Χαρακτηριστικών Τόπων](#)).

Στο υποκεφάλαιο [5.4 Εξερεύνηση Τόπων ανά Κατηγορία](#), εξηγείται ο τρόπος με τον οποίο ο τελικός χρήστης μπορεί με ευκολία να αντλήσει πληροφορίες από τη δημοτικότητα τόπων.

Ορόσημο

Αντιπροσωπεύει κάποιον τόπο, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς μέσα στην πόλη. Τα ορόσημα χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή κατά της πλοήγησης, όπως θα εξηγηθεί στη συνέχεια.

Σημαντικά κριτήρια επιλογής ορόσημων

- Εγγύτητα στον μονοπάτι διαδρομής
- Υψηλή ορατότητα από μονοπάτι διαδρομής
- Υψηλή δημοτικότητα, η οποία βοηθά στην αναγνώριση του οροσήμου

Στο υποκεφάλαιο [4.6 Εντοπισμός Οροσήμεων](#) εξηγείται η στατική ανάλυση που γίνεται προς εντοπισμό των κορυφαίων υποψηφίων οροσήμεων. Στην συνέχεια, ανακαλύπτονται και επιλέγονται τα καλύτερα ορόσημα για κάθε περίπτωση, από την κινητή εφαρμογή, όπως εξηγείται στο υποκεφάλαιο [6.6 Αλγόριθμος Επιλογής Οροσήμεων](#).

Διαδρομή

Αντιπροσωπεύει κάποια διαδρομή, η οποία έχει εκτελεστεί στο παρελθόν ή έχει προγραμματιστεί για το μέλλον. Οι διαδρομές διαχειρίζονται από την εφαρμογή προκειμένου να διατηρείται το ιστορικό περιήγησης στην πόλη. Είναι προσβάσιμες μέσω του ημερολογίου εξερεύνησης που παρέχεται. Ο χρήστης ενημερώνεται για διαδρομές που εκκρεμούν τις επόμενες ώρες, μέσω ειδοποιήσεων.

Στο υποκεφάλαιο [6.3 Λειτουργία Προγραμματισμού Διαδρομής](#) εξηγείται ο τρόπος με τον οποίο η εφαρμογή βοηθά το χρήστη να προγραμματίσει κάποια διαδρομή, προτείνοντας εναλλακτικά μονοπάτια και εντοπίζοντας ζητήματα, λύσεις και βελτιστοποιήσεις.

Ανάμνηση

Όταν επισκεφτούμε κάποιο τόπο, οι αναμνήσεις μπορούν να καταχωρηθούν στην εφαρμογή. Οι αναμνήσεις είναι προσβάσιμες μέσω του ημερολογίου εξερεύνησης που παρέχεται. Επίσης χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με το χρήστη μέσω ειδοποιήσεων, η οποία βελτιώνει την εμπειρία εξερεύνησης της πόλης.

Στο υποκεφάλαιο [5.6 Ημερολόγιο Εξερεύνησης Πόλης](#) εξηγείται η φιλοσοφία με την οποία χρησιμοποιείται το ημερολόγιο εξερεύνησης πόλης.

2.2 Πηγές Αντλησης Πληροφοριών

Παροχέας Δεδομένων (Data Provider)

Για τις ανάγκες δεδομένων της εφαρμογής, αντλούνται δεδομένα από διάφορα APIs, τα οποία παρέχουν οργανισμοί, οι οποίοι ασχολούνται με γεωγραφικά δεδομένα. Στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας, ονομάζω τους οργανισμούς αυτούς "Παροχείς Δεδομένων", αφού είναι και η κύρια πηγή άντλησης των δεδομένων.

Μία από τις βασικές ανάγκες που έχουν ληφθεί υπόψη είναι η δυνατότητα συνδυασμού δεδομένων από πολλαπλούς παροχείς δεδομένων. Για το λόγο αυτό, έχει τεθεί αναγκαία η δυνατότητα δυναμικής προσθήκης παρόχων δεδομένων, ακόμη και κατά τη λειτουργία του συστήματος.

Στο σημείο αυτό, παρουσιάζω τους παροχείς, οι οποίοι χρησιμοποιούνται μέχρι στιγμής, χωρίς να περιορίζεται η δυνατότητα προσθήκης επιπλέον παρόχων.

Αντληση Δεδομένων για Εξόρυξη Γνώσης

Για τη στατική ανάλυση δεδομένων, καθώς και την εξόρυξη γνώσης, χρησιμοποιώ τους παροχείς και τα δεδομένα που φαίνονται στο πιο κάτω πίνακα:

Παροχέας Δεδομένων	API	Τύπος Δεδομένων
Foursquare	Foursquare Venues API	Πληροφορίες Τόπων
Google Maps	Google Places API	Πληροφορίες Τόπων
OpenStreetMap	Nominatim search engine API	Διευθύνσεις Τόπων
	OpenStreetMap API	Δομή Οδικού Δικτύου

Αντληση Δυναμικών (Real-time) Δεδομένων για Κινητή Εφαρμογή

Για τις ανάγκες της κινητής εφαρμογής, αντλούνται επίσης δεδομένα από τους παροχείς, απευθείας από την κινητή εφαρμογή. Τα δεδομένα αυτά έχουν δυναμικό χαρακτήρα, δηλαδή δεν γνωρίζουμε εκ των προτέρων πιο υποσύνολο θα χρειαστεί. Επίσης, έχουν να κάνουν με τον κάθε χρήστη ξεχωριστά. Στον πιο κάτω πίνακα φαίνονται τα δυναμικά αυτά δεδομένα:

Παροχέας Δεδομένων	API	Τύπος Δεδομένων
Google Maps	Google Maps Directions API	Διαδρομές - Οδηγίες
Facebook	Graph API	Πληροφορίες Προφίλ

2.3 Κατηγορίες Τόπων

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί συγκεκριμένες κατηγορίες τόπων. Κάθε τόπος ανήκει σε μία ή περισσότερες κατηγορίες. Ο λόγος δημιουργίας μίας ειδικής κατηγοριοποίησης τόπων είναι η συμβατότητα με πολλαπλούς παροχείς. Εάν χρησιμοποιούσαμε τις κατηγορίες κάθε παροχέα δεδομένων, τότε θα υπήρχε πρόβλημα κατά τη σύγκριση και συνδυασμό τόπων από πολλαπλούς παροχείς.

Η επιλογή των κατηγοριών είναι σημαντική, καθώς οι κατηγορίες δρουν ως σημαντικό χαρακτηριστικό για κάθε τόπο, δηλαδή δίνουν αρκετή πληροφορία για αυτόν.

Κριτήρια επιλογής κατηγοριών

- Ελάχιστος αριθμός κατηγοριών
- Γενικότητα κατηγοριών
- Συμβατότητα με τη σημερινή κατηγοριοποίηση που επικρατεί

Μετά από μελέτη των αναγκών, κατέληξα στις εξής κατηγορίες:

- Cafe (Καφετέριες)
- Food (Εστιατόρια, σνακ, γενικά τόποι που διαθέτουν φαγητό)
- Art (Galleries, καλλιτεχνία)
- Store (Καταστήματα)
- Services (Υπηρεσίες)
- Nightlife (Νυχτερινή ζωή, μπαράκια, κτλ.)
- Transport (Μέσα συγκοινωνίας, στάσεις λεωφορείων, κτλ.)
- Education (Εκπαιδευτικά ιδρύματα, σχολεία, φροντιστήρια, κτλ.)
- Monument (Μνημεία, εκκλησίες, κτλ.)
- Sports (Αθλητικά κέντρα, γενικά τόποι που σχετίζονται με αθλήματα)
- Residence (Τόποι διαμονής, ξενοδοχεία, διαμερίσματα, κτλ.)

Εφόσον τα δεδομένα αντλούνται από τους παροχείς δεδομένων, είναι αναμενόμενο ότι οι τόποι αντιστοιχούνται σε κατηγορίες του αντίστοιχου παροχέα. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη κάποιας μεθόδου μετάφρασης της αντιστοίχισης σε κατηγορίες της παρούσας εφαρμογής.

Μέθοδος Αντιστοίχισης Τόπων σε Κατηγορίες

Αρχικά, δημιουργείται κάποια αντιστοιχία από κατηγορίες εφαρμογής (application-categories) σε κατηγορίες των παρόχων δεδομένων (provider-categories). Η κάθε κατηγορία αντιστοιχείται με πολλαπλές κατηγορίες από κάθε παροχέα.

Η αντιστοίχιση γίνεται ως εξής

- Για κάθε κατηγορία εφαρμογής έχουν οριστεί κάποιες αντιπροσωπευτικές λέξεις κλειδιά
- Για κάθε παροχέα δεδομένων
 - Συγκρίνονται όλες οι κατηγορίες του με όλες τις κατηγορίες της εφαρμογής.
 - Εάν κάποια provider-category X περιέχει στο όνομά της κάποια λέξη κλειδί της application-category Y, τότε γίνεται αντιστοίχιση της X στην Y.

Οι λέξεις κλειδιά έχουν καθοριστεί μετά από μελέτη διαφόρων κατηγοριοποιήσεων που επικρατούν στο πεδίο εφαρμογών. Έχει δηλαδή μελετηθεί ο τρόπος που κατηγοριοποιούν τους τόπους οι major παροχείς δεδομένων, προκειμένου ο αλγόριθμος αντιστοίχισης να μπορεί να δουλέψει με επιτυχία, ανεξαρτήτων παροχέα.

Η κατάταξη τόπων σε κατηγορίες γίνεται ως εξής

- Χρησιμοποιούνται οι provider-categories κάθε τόπου
- Για κάθε provider
 - Για κάθε provider-category X
 - Υπάρχουν $[0, N]$ συμβατές (αντιστοιχισμένες) application-categories
 - Οι application-categories αυτές χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τον τόπο στα πλαίσια της εφαρμογής

Η κατάταξη τόπων σε κατηγορίες δεν επιφέρει επιπλέον πολυπλοκότητα στο σύστημα, αφού η αντιστοιχία από application-categories σε provider-categories έχει γίνει εκ των προτέρων.

Κεφάλαιο 3

Αρχιτεκτονική Εφαρμογής

3.1 Επικοινωνία Συστατικών Στοιχείων

Στο Figure 3.1 παρουσιάζω τη γενική εικόνα του συστήματος, δηλαδή τα διάφορα συστατικά στοιχεία, και την επικοινωνία που υπάρχει μεταξύ τους.

Οι Data Providers αποτελούν εξωτερικές οντότητες, δηλαδή δεν είναι μέρος της εφαρμογής, αλλά αποτελούν τη βασική πηγή δεδομένων. Για το λόγο αυτό παρουσιάζονται στο διάγραμμα γενικής αρχιτεκτονικής.

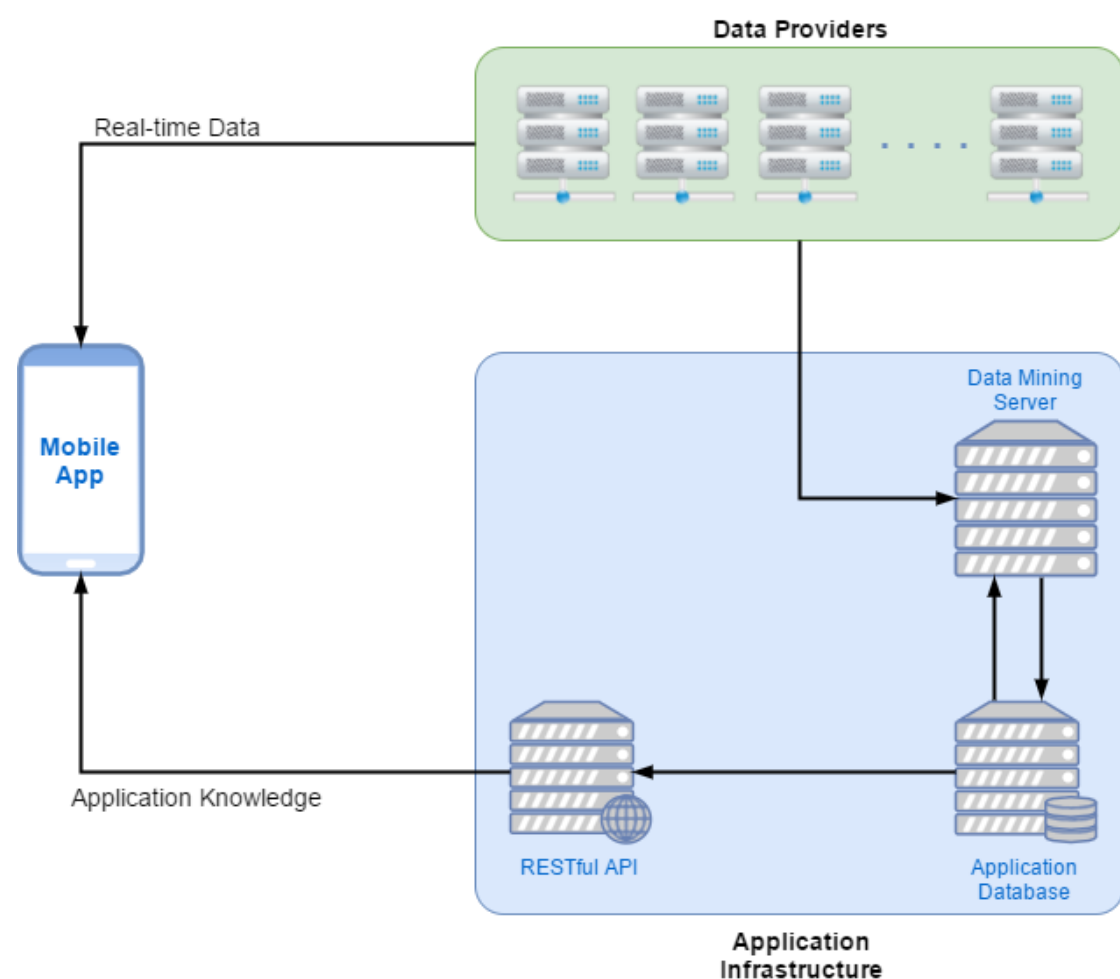


Figure 3.1: Γενική Εικόνα Αρχιτεκτονικής

Application Infrastructure

Η υποδομή της εφαρμογής αποτελεί το back-end κομμάτι, το οποίο είναι υπεύθυνο για ανάκτηση, διατήρηση, εξόρυξη και παροχή πληροφοριών, με σκοπό την κατανάλωση από την κινητή εφαρμογή. Στα Figures που ακολουθούν (Figure 3.2, Figure 3.3) περιγράφονται τα διάφορα συστατικά στοιχεία της υποδομής.

Mobile App

Η κινητή εφαρμογή αποτελεί το τελικό προϊόν που χρησιμοποιεί ο πλοηγούμενος. Η κύρια πηγή δεδομένων είναι το RESTful API μέσω του οποίου ανακτά τη γνώση που έχει παραχθεί από την υποδομή της εφαρμογής. Ωστόσο, αντλεί δεδομένα με δυναμικό τρόπο από υποσύνολο των παρόχων δεδομένων, όταν δηλαδή αυτές χρειαστούν. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται, αφού το περιβάλλον (context) του πλοηγούμενου, διαχειρίζεται καθαρά από την κινητή εφαρμογή.

Κατανομή Εργασιών Υποδομής

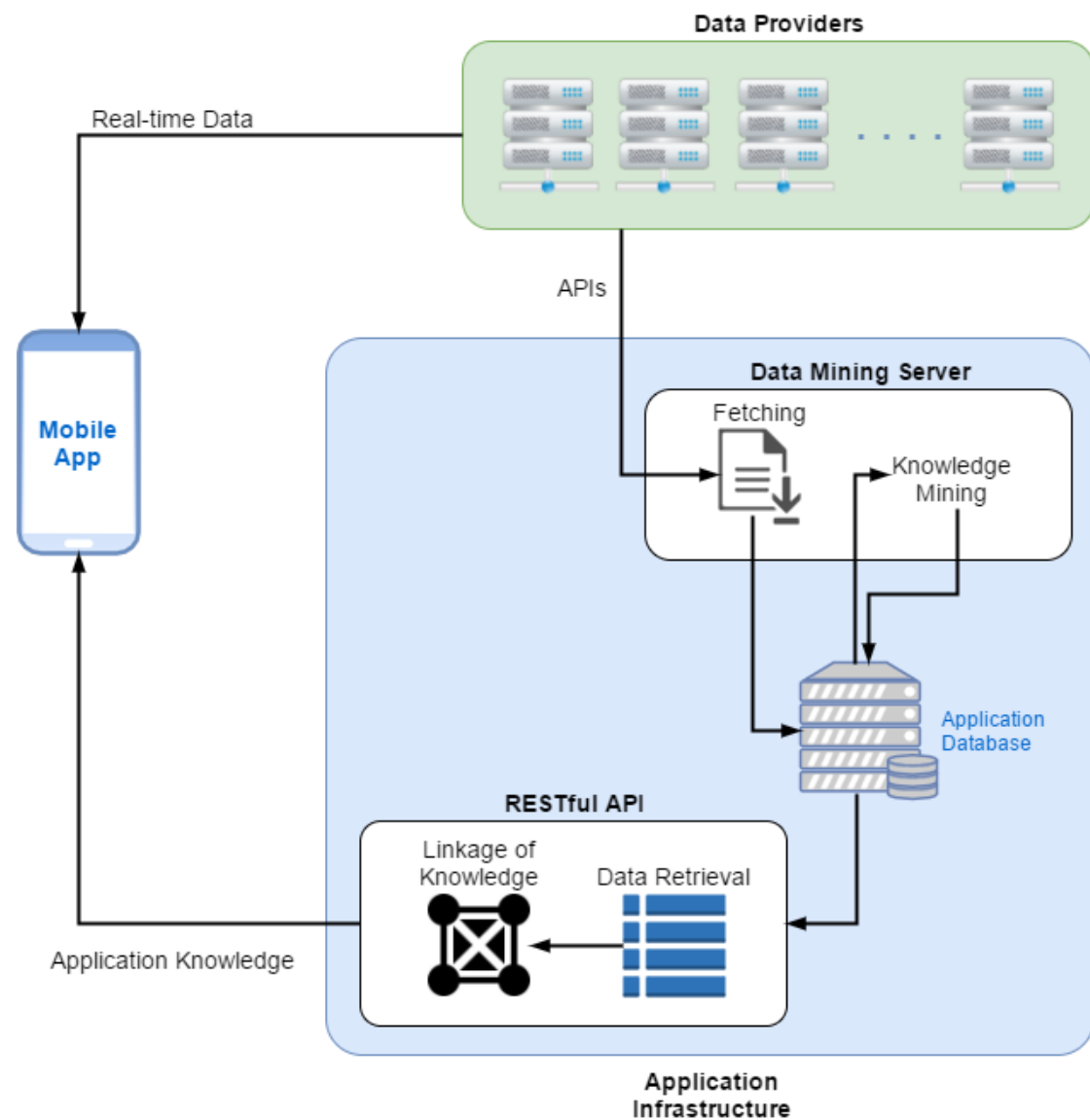


Figure 3.2: Κατανομή Εργασιών Υποδομής

Αποθήκευση και Παροχή Γνώσης

Στο Figure 3.2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι διαδικασίες με τις οποίες η γνώση διατηρείται στη βάση δεδομένων, και ακολούθως παρέχεται στην κινητή εφαρμογή, μέσω του RESTful API.

Κατά το Fetching των δεδομένων από τους παροχείς, αποθηκεύονται στη βάση με τη χρήση συγκεκριμένου σχήματος για κάθε παροχέα ([B.7 Γενική δομή αναπαράστασης τύπων συγκεκριμένου παροχέα](#)).

Ακολούθως, η διαδικασία εξόρυξης παράγει γνώση, η οποία αποτελείται από νέα δεδομένα, καθώς και συσχετίσεις μεταξύ των δεδομένων. Οι συσχετίσεις κρατούνται στη βάση με σχεσιακό τρόπο, προκειμένου να αποφευχθεί πλεονασμός δεδομένων.

Όταν ζητηθεί κάποιο υποσύνολο της γνώσης, το RESTful API ανακτά από τη βάση δεδομένων, τόσο τα σχετικά δεδομένα, όσο και τις συσχετίσεις που αφορούν τη γνώση. Οι συσχετίσεις ακολούθως χρησιμοποιούνται για συγχώνευση των δεδομένων από τους διάφορους παροχείς, με τον τρόπο που καθορίστηκε κατά τη διαδικασία εξόρυξης.

Τεχνολογίες Υλοποίησης

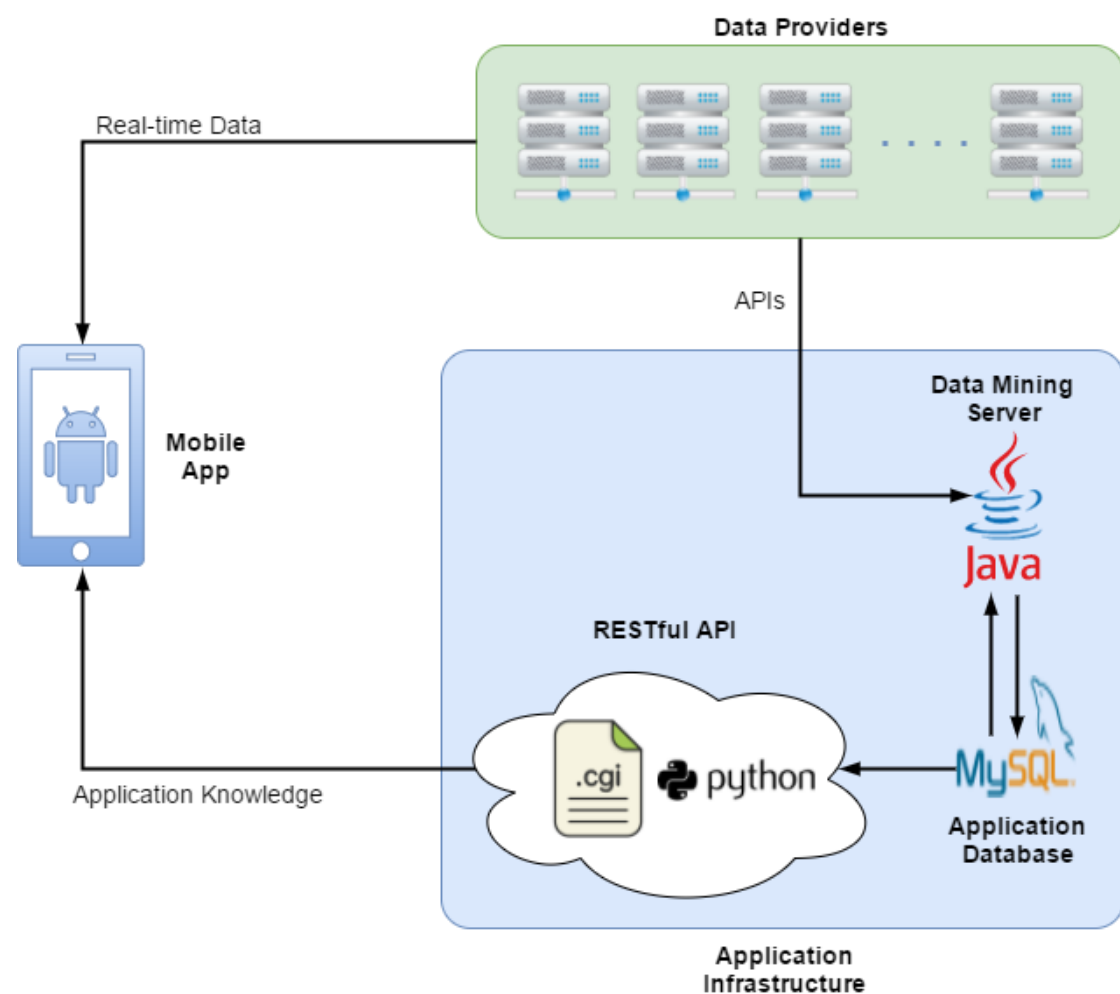


Figure 3.3: Τεχνολογίες Υλοποίησης Υποδομής

Στο Figure 3.3, παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της υποδομής.

Σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι το κάθε ένα από τα τρία συστατικά στοιχεία της υποδομής, μπορεί να κατανεμηθεί σε διαφορετικό server, λόγω του τρόπου επικοινωνίας τους (χρήση sockets).

Για τη βάση δεδομένων της εφαρμογής, χρησιμοποιείται MySQL, η οποία είναι αρκετά διαδεδομένη και μπορεί να συνδεθεί με προγράμματα από αρκετές γλώσσες προγραμματισμού.

Για τη διαδικασία εξόρυξης, έχω δημιουργήσει κάποιο Data Mining Framework ([4.1 Framework για Εξόρυξη Δεδομένων](#)), πάνω στο οποίο έχω κτίσει τον Data Mining Server. Ο Server αυτός ανακτά δεδομένα από τους παροχείς, χρησιμοποιεί τη βάση δεδομένων ως αποθηκευτικό χώρο, και επιτελεί εξόρυξη γνώσης πάνω στα δεδομένων που ανακτήθηκαν.

Για το RESTful API χρησιμοποιώ Python Server, ο οποίος χρησιμοποιεί τη διεπαφή CGI για την εκτέλεση Python Scripts, τα οποία ανακτούν και συγχωνεύουν τη γνώση από τη βάση δεδομένων.

Η κινητή εφαρμογή υλοποιήθηκε για έξυπνα τηλέφωνα με λειτουργικό σύστημα Android.

3.2 Βάση Δεδομένων

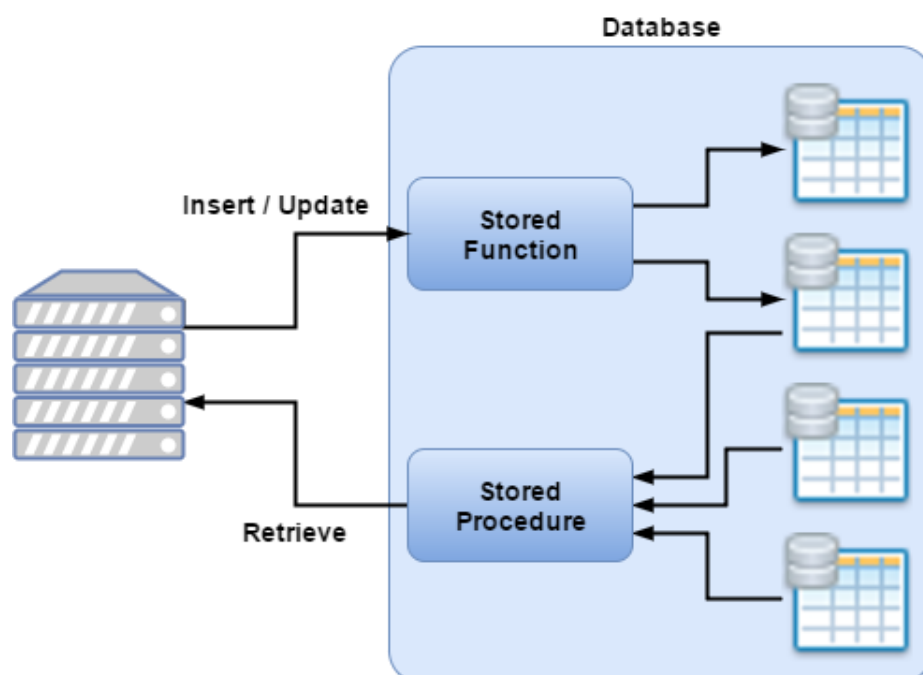


Figure 3.4: Επικοινωνία με τη Βάση Δεδομένων

Χαλαρή Σύζευξη Βάσης και Συστήματος

Έχουν υιοθετηθεί κάποιες τεχνικές προκειμένου να μην υπάρχει στενή εξάρτηση της βάσης δεδομένων από το σύστημα. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να εγγυηθεί η συνέπεια των δεδομένων που κρατούνται, λόγω των ενσωματωμένων μηχανισμών στο σύστημα διαχείρισης βάσης (στην περίπτωση αυτή MySQL).

Καλώς Ορισμένη Διεπαφή με τη Βάση Δεδομένων

Η βάση δεδομένων παρέχει προς τον έξω κόσμο διάφορες Stored Functions και Stored Procedures, οι οποίες δρουν ως διεπαφή επικοινωνίας με αυτήν (εισαγωγή, ενημέρωση και ανάκτηση δεδομένων), όπως φαίνεται στο Figure 3.4. Οι Stored Functions χρησιμοποιούνται για εισαγωγή και ενημέρωση δεδομένων, καθώς οι Stored Procedures χρησιμοποιούνται για ανάκτηση δεδομένων. Συνεπώς, έχουν δημιουργηθεί κάποιοι κανόνες ονοματολογίας, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς σύνταξη του ονόματος της επιθυμητής Function ή Procedure. Το σύστημα γνωρίζει τους κανόνες ονοματολογίας και τους χρησιμοποιεί για να συντάσσει με δυναμικό τρόπο τα ονόματα αυτά, αφαιρώντας έτσι οποιαδήποτε πιθανότητα λάθους από την προγραμματιστή.

Αυτόνομη Διαχείριση Μεταδεδομένων

Η βάση διατηρεί διάφορα μεταδεδομένα, όπως χρονοσφαιδίες εισαγωγής και τροποποίησης, αριθμός αναφορών (όπου είναι αναγκαίο), κτλ., οι οποίες διαχειρίζονται από την ίδια κατά την εισαγωγή και την ενημέρωση δεδομένων. Η λογική διαχείρισης είναι ενσωματωμένη στον κώδικα της διεπαφής (Functions και Procedures), τα οποία μαζί εκτελούνται ως ατομικές συναλλαγές (Atomic Transactions).

Στο [Παράρτημα Β](#) παρουσιάζονται το σχήμα και η δομή της Βάσης Δεδομένων.

3.3 Data Mining Server

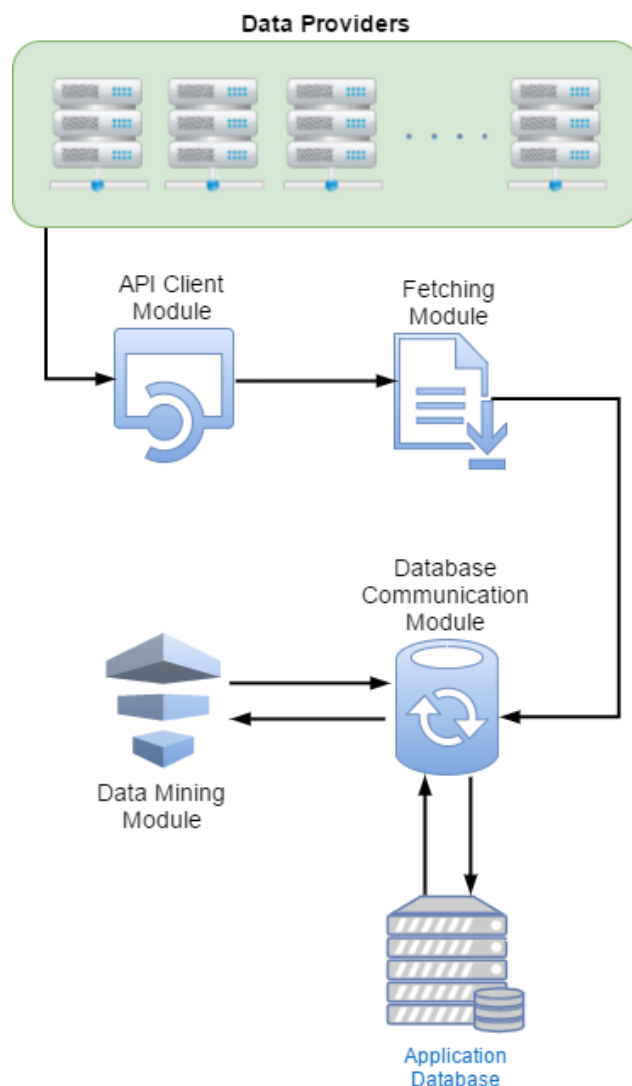


Figure 3.5: Εσωτερική Αρχιτεκτονική Data Mining Server

Στο πιο πάνω Figure, παρουσιάζεται ο Data Mining Server, ο οποίος αποτελεί το πιο βασικό συστατικό στοιχείο της υποδομής.

Το Fetching Module ανακτά δεδομένων από τους παροχείς, χρησιμοποιώντας αναπαράσταση υψηλού επιπέδου, η οποία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για αποθήκευση των δεδομένων στη βάση.

Το Database Communication Module είναι υπεύθυνο για τη μετάφραση των High-Level Abstractions της εφαρμογής σε κλήσεις SQL ([2.1 Τύποι Πληροφοριών Εφαρμογής](#)). Είναι το Module από το οποίο περνά ολόκληρος ο φόρτος επικοινωνία με τη βάση δεδομένων. Χρησιμοποιεί τις Stored Functions και Stored Procedures ως διεπαφή με τη βάση δεδομένων, όπως περιγράφεται στο υποκεφάλαιο [3.2 Βάση Δεδομένων](#).

Το Data Mining Module περιλαμβάνει τη λογική και τους αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται κατά την εξόρυξη.

3.4 RESTful API

Το RESTful API είναι το συστατικό στοιχείο που παρέχει τη γνώση στην κινητή εφαρμογή.

Έχει υλοποιηθεί ως αυτόνομο συστατικό στοιχείο, για λόγους απόδοσης, ασφάλειας και συνέπειας των δεδομένων.

Απόδοση

Η χρήση ενός μοναδικού συστατικού στοιχείου για όλες τις εργασίες που σχετίζονται με τη βάση δεδομένων θα προκαλούσε τόσο μεγάλη πολυπλοκότητα, όσο και μεγάλη καθυστέρηση. Συνεπώς, αποφασίστηκε να υλοποιηθεί ως ανεξάρτητο συστατικό στοιχείο, το οποίο επικοινωνεί μόνο με τη βάση δεδομένων. Λόγω αυτού, υλοποιήθηκε σε διαφορετική γλώσσα προγραμματισμού (Python). Η επιλογή της γλώσσας αυτής έχει γίνει μετά από μελέτη των δυνατοτήτων συνδεσιμότητας με τη βάση δεδομένων, αλλά και της ευκολίας συντήρησης. Η Python είναι μία υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού, η οποία κάνει εξαιρετικά εύκολη τη διαχείριση πολύπλοκων δομών δεδομένων, οι οποίες στην περίπτωσή μας είναι οι πίνακες της βάσης και οι σχέσεις μεταξύ τους.

Ασφάλεια

Η βασικότερη εργασία που επιτελεί είναι η συγχώνευση των δεδομένων από την βάση, με τον τρόπο που καθορίζει η γνώση που έχει παραχθεί από τη διαδικασία εξόρυξης, όπως εξηγείται στο [υποκεφάλαιο 3.1](#), στην παράγραφο "Κατανομή Εργασιών Υποδομής". Συνεπώς, περιέχει πληροφορίες για την επικοινωνία με τη βάση, οι οποίες όμως είναι περιορισμένες στο υποσύνολο δεδομένων που χρειάζεται. Με τον τρόπο αυτό, υπάρχει περιορισμένη πρόσβαση από το συστατικό στοιχείο στο καθορισμένο υποσύνολο δεδομένων που παρέχονται.

Συνέπεια Δεδομένων

Σε περίπτωση μεγάλης ζήτησης δεδομένων από τις κινητές εφαρμογές, ο ρυθμός ζήτησης δεδομένων από τη βάση γίνεται μεγάλος. Εάν είχαμε μόνο ένα συστατικό στοιχείο, θα υπήρχε περίπτωση προσωρινής διακοπής των υπολοίπων εργασιών που εξαρτώνται από τη βάση (διαδικασία εξόρυξης). Λόγω αυτού, θα υπήρχε υψηλή πιθανότητα δημιουργίας ασυνέπειας στα δεδομένα της βάσης.

Αναπαράσταση Πόρων

Οι πόροι που παρέχονται από το API αυτό, αναπαριστώνται με τη χρήση του προτύπου JSON, το οποίο αποτελεί έναν αρκετά συμπαγές τρόπο αναπαράστασης. Το πρότυπο αυτό επιλέχθηκε λόγω της ανάγκης που υπάρχει για μικρές καθυστερήσεις ανάκτησης από το API, αφού η κινητή εφαρμογή ενδέχεται να έχει στη διάθεσή της αρκετά μικρό data rate επικοινωνίας μέσω διαδικτύου.

Κεφάλαιο 4

Εξόρυξη Γνώσης

4.1 Framework για Εξόρυξη Δεδομένων

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα γίνει μία σύντομη εισαγωγή στην τεχνική που χρησιμοποιήθηκε για αρθρωτή υλοποίηση της διαδικασίας εξόρυξης.

Το πιο βασικό ζήτημα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί ήταν η επεκτασιμότητα του συστήματος. Με την υλοποίηση ενός συστήματος το οποίο εξυπηρετεί συγκεκριμένη ανάγκη, η συνεισφορά του περιορίζεται στην ανάγκη αυτή. Αντί αυτού, αποφασίστηκε όπως το σύστημα υλοποιηθεί με τρόπο ο οποίος να επιτρέπει τη μελλοντική επέκτασή του.

Έχει υλοποιηθεί κάποιο framework το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επέκταση του συστήματος. Η υλοποίηση έγινε σε Java. Το framework είναι υπεύθυνο για ανάκτηση δεδομένων και εξόρυξη γνώσης.

Η υποδομή της εφαρμογής χρησιμοποιεί το framework αυτό, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικά συστήματα, τα οποία απαιτούν παρόμοιους είδους δεδομένα. Με λίγα λόγια, η συνεισφορά του framework είναι αυτοτελής, καθώς υλοποιήθηκε ως ανεξάρτητο συστατικό στοιχείο.

Δυνατότητες Επέκτασης

Προσθήκη παρόχων δεδομένων

Επέκταση της επικοινωνίας με τη βάση δεδομένων

Διαχείριση Δεδομένων

Εκτός από τις δυνατότητες επεκτασιμότητας, παρέχεται μία επίσης σημαντική δυνατότητα, η διαχείριση δεδομένων από πολλαπλούς παροχείς δεδομένων με κάποιο ενιαίο τρόπο. Αφού υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης με περισσότερους παροχείς, προέκυψε η ανάγκη καθορισμού κάποιου ενιαίου τρόπου διαχείρισης των δεδομένων. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, έχουν οριστεί οι διάφοροι τύποι δεδομένων και οι λειτουργίες που επιτελούνται για τον κάθε τύπο, μέσω διεπαφών. Ο προγραμματιστής καλείται να υλοποιήσει τις απαραίτητες διεπαφές αναλόγως των παρεχόμενων δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό, τα νέα δεδομένα θα χρησιμοποιούνται με τον ίδιο τρόπο κατά τη διαδικασία εξόρυξης. Από την άλλη, δε χρειάζεται να γίνει κατανοητή η όλη διαδικασία από τον προγραμματιστή που επεκτείνει το σύστημα.

Εγχειρίδιο χρήσης του framework υπάρχει στο [Παράρτημα Γ - Εγχειρίδιο Χρήσης Data Mining Framework](#).

4.2 Ανάκτηση Δεδομένων από Παροχές

Μία από τις βασικές προκλήσεις της εφαρμογής είναι ο τρόπος με τον οποίο ανακτώνται τα δεδομένα από τα APIs των παρόχων δεδομένων. Χωρίς κάποια συγκεκριμένη μεθοδολογία ανάκτησης, το σύστημα δε θα ήταν επεκτάσιμο, αλλά ούτε και πρακτικό. Χρησιμοποιούνται πολλαπλοί παροχείς δεδομένων, γεγονός το οποίο πρέπει να αντιμετωπίζεται με αφαιρετικό τρόπο.

Η ανάκτηση δεδομένων έχει υλοποιηθεί ως κομμάτι της διαδικασίας εξόρυξης, η οποία περιγράφεται στο επόμενο υποκεφάλαιο. Η συγχώνευση έγινε επειδή οι ανάγκες δεδομένων καθορίζονται δυναμικά. Κάθε φορά που υπάρχει ανάγκη, ανακτάται το αντίστοιχο υποσύνολο δεδομένων, αφού δεν μπορούμε να ανακτήσουμε δεδομένα για μεγάλες περιοχές εκ των προτέρων.

Πολλαπλοί Παροχείς Δεδομένων

Με τη χρήση του framework που περιγράφηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης δεδομένων από όλους τους υποστηριζόμενους παροχείς, με αυτόματο τρόπο. Έστω ότι θέλουμε να ανακτήσουμε τόπους σε συγκεκριμένη περιοχή. Το framework θα εντοπίζει τους παροχείς δεδομένων που παρέχουν τέτοιου είδους δεδομένα. Ακολούθως, θα μεταφράσει την περιοχή σε αιτήσεις υπηρεσιών ιστού, για κάθε παροχέα ξεχωριστά, χρησιμοποιώντας την τεχνική ανάκτησης που χρησιμοποιεί ο καθένας. Αγνοούνται τόποι που δεν εμπίπτουν σε κάποια κατηγορία της εφαρμογής, και συνεπώς αποτελούν πλεονασμό δεδομένων για το σύστημα. Τα δεδομένα θα αποθηκευθούν στη βάση δεδομένων, από την οποία μπορούν να ανακτηθούν με τη χρήση του framework.

Ανάκτηση Οδικού Δικτύου

Το οδικό δίκτυο κωδικοποιείται με τη χρήση των πιο κάτω οντοτήτων:

- Δρόμοι
- Κόμβοι
- Σχέσεις μεταξύ δρόμων και κόμβων

Η αναπαράσταση αυτή υιοθετήθηκε για δύο λόγους

1. Η άντληση των δεδομένων γίνεται από τον παροχέα OpenStreetMap, ο οποίος χρησιμοποιεί την αναπαράσταση αυτή.
2. Η αναπαράσταση είναι εξαιρετικά βοηθητική στον εντοπισμό σημείων απόφασης, δηλαδή σημεία στα οποία ο πλοηγούμενος έχει πέραν της μίας επιλογής και πρέπει να αποφασίσει για την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει.

4.3 Διαδικασία Εξόρυξης Γνώσης

Η διαδικασία εξόρυξης γνώσης αποσκοπεί στην παραγωγή γνώσης, χρησιμοποιώντας όσο το δυνατό μεγαλύτερο φάσμα από τα διαθέσιμα δεδομένα. Με την έννοια γνώση, αναφερόμαστε σε πληροφορίες οι οποίες δεν είναι προφανείς από τα δεδομένα, και οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς παραγωγή συμπερασμάτων και αποφάσεων.

Αρχικά τα προβλήματα που υπάρχουν είναι τα εξής

Από που θα αντλούνται οι πληροφορίες για τους τόπους και γενικότερα για την πόλη;

Λύση

Οι πληροφορίες δεν μπορούν να αντληθούν μόνο μέσω ενός παροχέα δεδομένων.

Χρειάζεται ο συνδυασμός δεδομένων από πολλαπλές πηγές, δηλαδή παροχείς δεδομένων.

Προβλήματα που προκύπτουν

Με τη χρήση πολλαπλών παρόχων δεδομένων, πώς μπορούμε να γνωρίζουμε πότε αναφέρονται στην ίδια φυσική οντότητα, όπως π.χ. τον ίδιο τόπο;

Λύση

Έχω επιλύσει τα προβλήματα αυτά χρησιμοποιώντας συνδυασμούς αλγορίθμων, οι οποίοι περιγράφονται στο επόμενο υποκεφάλαιο ([4.4 Συγχώνευση Ετερογενών Δεδομένων](#)).

Εφόσον τα δεδομένα αφορούν ολόκληρες πόλεις, το μέγεθός τους είναι αρκετά μεγάλο, σε σημείο που δεν μπορούν να διαχειριστούν με τη χρήση απλών προγραμμάτων. Για το λόγο αυτό ορίστηκε μία κατάλληλη τεχνική, η οποία επιτρέπει τη σταδιακή εξόρυξη χωρικών δεδομένων.

Προκλήσεις - Προβλήματα

1. Η καθυστέρηση ανάκτησης μέσω διαδικτύου είναι τόσο μεγάλη, σε σημείο που να πολλαπλασιάζει τον απαιτούμενο χρόνο δεκάδες φορές.
2. Τα δεδομένα που επεξεργάζονται δεν χωράνε στη κύρια μνήμη.
3. Κάθε κομμάτι της εξόρυξης ενδέχεται να χρειάζεται προϊόντα άλλων κομματιών ως είσοδο.

Λύσεις Προβλημάτων

1. Χρησιμοποιούνται πολλαπλά νήματα, προκειμένου να μετριαστεί η καθυστέρηση λόγω ανάκτησης μέσω διαδικτύου.
2. Τα ενδιάμεσα αποτελέσματα κρατούνται στη βάση δεδομένων, αντί στην κύρια μνήμη. Συνεπώς, αποφεύγεται το πρόβλημα μνήμης, καθώς επίσης τα αποτελέσματα παραμένουν διαθέσιμα προς χρήση από οποιοδήποτε κομμάτι της εξόρυξης.

Μέθοδος Σταδιακής Εξόρυξης Δεδομένων

Ο χάρτης χωρίζεται με τη χρήση πλέγματος, σε τετραγωνικές περιοχές ίσου εμβαδού (πλευρά μήκους 250 μέτρων). Η εξόρυξη γίνεται ξεχωριστά για κάθε τετραγωνική περιοχή. Η διαδικασία εκτελείται ταυτόχρονα για πολλαπλές περιοχές, με τη χρήση πολλαπλών νημάτων. Η εξόρυξη γνώσης εκτελείται ως μία ακολουθία από αλληλοεξαρτώμενες φάσεις (pipelined procedure). Η κάθε φάση αποθηκεύει το προϊόν που παράγει στη βάση δεδομένων, προκειμένου να είναι προσβάσιμο από τις επόμενες φάσεις. Στη συνέχεια δίνω την περιγραφή της διαδικασίας ως διαδοχικές φάσεις, για κάποια περιοχή:

Φάσεις Εξόρυξης ανά Περιοχή

1. Ανάκτηση Δεδομένων Τόπων Περιοχής
2. Χαρακτηρισμός Περιοχής
3. Συγχώνευση Δεδομένων από Διαφορετικούς Παροχείς
4. Ανάκτηση Δομής Οδικού Δικτύου Περιοχής
5. Εντοπισμός Οροσήμων

1. Ανάκτηση Δεδομένων Τόπων Περιοχής

Ανακτώνται δεδομένα για τόπους εντός της περιοχής από όλους τους διαθέσιμους παροχείς δεδομένων, οι οποίοι παρέχουν δεδομένα τόπων. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον αντίστοιχο τομέα της βάσης δεδομένων. Περισσότερες πληροφορίες για τη διατήρηση δεδομένων παρόχων στο [B.7 Γενική δομή αναπαράστασης τόπων συγκεκριμένου παροχέα](#).

2. Χαρακτηρισμός Περιοχής

Στη φάση αυτή γίνεται ανάλυση των τόπων περιοχής, οι οποίοι ανακτήθηκαν κατά την πρώτη φάση. Το προϊόν της φάσης είναι μία ομαδοποίηση των κατηγοριών τόπων περιοχής, καθώς και ο χαρακτηρισμός τους με τη χρήση κάποιων χαρακτηριστικών. Χρησιμοποιείται η τεχνική που περιγράφεται στο υποκεφάλαιο [4.5 Χαρακτηρισμός Περιοχών](#).

3. Συγχώνευση Δεδομένων από Διαφορετικούς Παροχείς

Σκοπός της φάσης αυτής είναι ο συνδυασμός των δεδομένων τόπων, τα οποία ανακτήθηκαν κατά την πρώτη φάση. Ο συνδυασμός αυτός επιλύει προβλήματα διπλοτύπων τόπων (duplicates), καθώς επίσης αυξάνει το ποσοστό διαθεσιμότητας των πληροφοριών. Χρησιμοποιείται η τεχνική που περιγράφεται στο υποκεφάλαιο [4.4 Συγχώνευση Ετερογενών Δεδομένων](#).

4. Ανάκτηση Δομής Οδικού Δικτύου Περιοχής

Ανακτώνται οι δρόμοι και τα σημεία τομής μεταξύ τους, για τη συγκεκριμένη περιοχή. Η ανάκτηση του οδικού δικτύου γίνεται από τον παροχέα OpenStreetMap. Περισσότερες πληροφορίες για τη διατήρηση δεδομένων οδικού δικτύου στο [B.10 Τομέας OpenStreetMap Domain](#).

5. Εντοπισμός Οροσήμων

Για τη φάση αυτή χρησιμοποιούνται: (α) η δομή του οδικού δικτύου (προϊόν φάσης 4), και (β) οι συγχωνευμένοι τόποι περιοχής (προϊόν φάσης 3). Σκοπός είναι η στατική ανάλυση της δομής της περιοχής, προκειμένου να εντοπιστούν τόποι, οι οποίοι δρουν ως ορόσημα για συγκεκριμένα σημεία, με υψηλή πιθανότητα. Χρησιμοποιείται η τεχνική που περιγράφεται στο υποκεφάλαιο [4.6 Εντοπισμός Οροσήμων](#).

4.4 Συγχώνευση Ετερογενών Δεδομένων

Ταίριασμα πανομοιότυπων τόπων (Matching identical places)

Η διαδικασία κατά την οποία εντοπίζονται δεδομένα τόπων από διαφορετικούς Data Providers, τα οποία αναφέρονται στον ίδιο φυσικό τόπο.

Πρόβλημα

Για κάποιο τόπο X, ενδέχεται να αντληθούν πληροφορίες από δύο ή περισσότερους παροχείς. Συνεπώς, ο τόπος αυτός θα υπάρχει στο σύστημα ως δύο ή περισσότεροι διαφορετικοί τόποι. Θέλουμε να εντοπίζουμε δεδομένα που αφορούν τον ίδιο τόπο και να τα συγχωνεύουμε. Με τη συγχώνευση αυτή, θα πετύχουμε επίσης μεγαλύτερη ποικιλία διαθέσιμων χαρακτηριστικών για κάθε τόπο.

Λύση

- Σύγκριση πληροφοριών τόπων μεταξύ τους
- Χρήση αλγορίθμου υπολογισμού μετρικής ομοιότητας

Πιο κάτω βλέπουμε τις διαθέσιμες Πληροφορίες Τόπου

1. Αδιάσπαστα χαρακτηριστικά

- Όνομα
- Γεωγραφικές συντεταγμένες
- Παροχέας από τον οποίο αντλήθηκε
- Κατηγορίες (όπως ορίζονται από τον παροχέα)

2. Παραγόμενα Χαρακτηριστικά

- Κατηγορία εφαρμογής (όπως περιγράφηκε στο 2.3 Κατηγορίες Τόπων)

3. Επικρατέστερα Χαρακτηριστικά που παρέχουν μόνο λίγοι παροχείς

- Ώρες λειτουργίας
- Δημοφιλείς Ώρες
- Μέσος Βαθμός Αξιολόγησης
- Αριθμός Επισκέψεων
- Σχετικές ετικέτες ή και φράσεις

Πρόβλημα που προκύπτει όσον αφορά τη σύγκριση

Κάθε παροχέας διαθέτει διαφορετικό υποσύνολο χαρακτηριστικών για κάθε τόπο. Η σύγκριση δεν μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας όλα τα χαρακτηριστικά, αφού για κάθε διαφορετικό παροχέα, θα υπάρχουν Missing Values για τα χαρακτηριστικά που δεν παρέχει. Συνεπώς, το ποσοστό ομοιότητας θα είναι πολύ χαμηλό για πανομοιότυπους τόπους. Το γεγονός αυτό θα προκαλούσε μεγάλο ποσοστό από False Negatives.

Λύση

Εισαγωγή της έννοιας "Place Critical Data", πάνω στα οποία και θα γίνεται η σύγκριση.

Place Critical Data

Ορίζεται ως το σύνολο πληροφοριών για κάποιο τόπο, το οποίο χρησιμοποιείται για σύγκριση των τόπων. Περιλαμβάνει πληροφορίες που είναι πάντοτε διαθέσιμες για κάποιο τόπο, από όλους τους παροχείς. Για κάθε παροχέα, για κάθε τόπο που παρέχει, υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής των Place Critical Data.

Χαρακτηριστικά τόπου που περιλαμβάνονται

- Όνομα
- Γεωγραφικές συντεταγμένες
- Κατηγορίες (όπως ορίζονται από τον παροχέα)
- Κατηγορία εφαρμογής

Πρόβλημα που προκύπτει

Παρ' όλο που έχουμε επιλέξει μόνο 4 χαρακτηριστικά, εν τούτοις δεν μπορούμε να συγκρίνουμε όλους τους συνδυασμούς τόπων στην περιοχή μεταξύ τους. Οι τόποι σε κάποια μικρή περιοχή μπορεί να είναι εκατοντάδες. Η πολυπλοκότητα θα έφτανε σε δεκάδες χιλιάδες συγκρίσεις για τον εντοπισμό μόνο λίγων πανομοιότυπων τόπων.

Λύση

Χρήση Locality-Sensitive Hashing για εντοπισμό πληροφοριών που αναφέρονται με υψηλή πιθανότητα στον ίδιο τόπο. Για να εφαρμόσω την τεχνική αυτή, μετατρέπω κάθε στιγμιότυπο Place Critical Data σε ένα Bit-Vector, το οποίο αντανakλά τα χαρακτηριστικά του αναπαριστώμενου τόπου.

Μετατροπή Place Critical Data σε Bit-Vector

Γεωγραφικές Συντεταγμένες

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες περιλαμβάνουν

- Latitude (Double precision floating point number)
- Longitude (Double precision floating point number)

Οι δύο αυτές τιμές μετατρέπονται σε 64-bit bit-vectors

Όμως, οι δύο αυτές τιμές ανήκουν πάντοτε σε συγκεκριμένο πεδίο τιμών

- Latitude range = [-90, 90]
- Longitude range = [-180, 180]

Συνεπώς, αυτό επηρεάζει την κατανομή των bits στη δυαδική αναπαράστασή τους, γεγονός το οποίο μπορεί να προκαλέσει κάποιο bias στη σύγκριση μέσω του LSH. Για να μετριαστεί το φαινόμενο αυτό, εφαρμόζω πολλαπλασιαστική κλίμακα x16 στις δύο αυτές τιμές, ούτως ώστε να κατανεμηθούν τα bits σε μεγαλύτερο τμήμα του διαθέσιμου εύρους (64-bits).

Όνομα

Ιδιότητες ονομάτων τόπων

Σπανίως τα ονόματα είναι μονολεκτικά

Συνήθως περιλαμβάνουν πληροφορίες για την κατηγορία

π.χ. "Cafe-Restaurant ABC", από το οποίο μας ενδιαφέρει μόνο το "ABC" για τη σύγκριση.

Πρόβλημα που προκύπτει

Πολλοί τόποι σε κοινές κατηγορίες, θα θεωρούνται με μεγάλη πιθανότητα πανομοιότυποι, λόγω της επιπλέον πληροφορίας που περιλαμβάνεται στο όνομα, και αφορά την κατηγορία.

Λύση

Το όνομα τεμαχίζεται σε tokens

Αφαιρούνται τα tokens που περιλαμβάνουν πληροφορίες για την κατηγορία του τόπου.

Για την επιλογή των tokens που θα αφαιρεθούν, χρησιμοποιούνται οι καθορισμένες λέξεις-κλειδιά για κάθε κατηγορία.

Από τα tokens που θα απομείνουν, επιλέγονται τα πρώτα 5.

Τα tokens ταξινομούνται σε αύξουσα αλφαβητική σειρά.

Εάν είναι λιγότερα, οι υπόλοιπες θέσεις γεμίζουν με μηδενικά.

Κάθε token κωδικοποιείται ως ένα 32-bit bit-vector με τη χρήση της πιο κάτω συναρτήσεως κατακερματισμού:

```
int hashValue = 7;
for (int i = 0; i < string.length(); i++) {
    hashValue = hashValue * 31 + string.charAt(i);
}
```

Διευκρινήσεις

- Η επιλογή του μέγιστου πλήθους tokens ως 5, έγινε μετά από εμπειρικές παρατηρήσεις σε μεγάλο δείγμα δεδομένων.
- Το γέμισμα με μηδενικά είναι υποχρεωτικό, για να διασφαλιστεί ότι η σύγκριση θα γίνει με ευθυγραμμισμένο τρόπο (aligned), δηλαδή πρέπει όλα τα bit-vectors να έχουν την ίδια ακριβώς δομή.
- Η ταξινόμηση είναι υποχρεωτική, καθώς η σύγκριση δεν πρόκειται να πετύχει εάν τα tokens τοποθετηθούν στο bit-vector σε αυθαίρετη σειρά, λόγω της φύσεως του αλγορίθμου LSH, ο οποίος διαχωρίζει τα vectors σε bands.

Καταλήγουμε στην πιο κάτω δομή για κάθε bit-vector:

64-bits	Latitude
64-bits	Longitude
5x32-bits = 160-bits	Processed name tokens

Αλγόριθμος Μαζικής Σύγκρισης Τόπων

Δεδομένου ενός συνόλου από πληροφορίες για τόπους

Για κάθε κατηγορία τόπων, εκτελείται ξεχωριστά η πιο κάτω διαδικασία:

Εξάγονται τα Place Critical Data για κάθε τόπο

Τα Place Critical Data μετατρέπονται σε bit-vectors

Η πιο κάτω διαδικασία εκτελείται πολλαπλές φορές

Τα bit-vectors περνούν από Locality-Sensitive Hashing, όπου

- Χωρίζονται σε Bands (των 64-bits)
- Δημιουργείται ένα Hash Table για κάθε σύνολο αντιστοίχων Bands
- Για κάθε Band, κάθε Bit-Vector αντιστοιχίζεται σε κάποιο bucket του αντίστοιχου Hash Table

Τα αποτελέσματα του LSH χρησιμοποιούνται για εύρεση των πιθανών συνδυασμών.

Πιο κάτω περιγράφεται η ακριβής μεθοδολογία επεξεργασίας των αποτελεσμάτων του αλγορίθμου LSH.

Προσαρμοσμένος Αλγόριθμος Μαζικής Σύγκρισης, βασισμένος σε LSH

Για κάθε συνδυασμό τόπων

- Υπολογίζεται το ποσοστό Bands που αντιστοιχίστηκαν στον ίδιο bucket.
- Αν ξεπεραστεί κάποιο Threshold (75%), τότε ο συνδυασμός πιθανότατα περιέχει πληροφορίες που αφορούν τον ίδιο τόπο.

Οι συνδυασμοί (ζευγάρια) συγχωνεύονται, προς παραγωγή συνόλων πληροφοριών που αφορούν με μεγάλη πιθανότητα τον ίδιο τόπο

Αφού ολοκληρωθούν οι επαναλήψεις, εντοπίζονται τα κορυφαία αποτελέσματα, δηλαδή αυτά που προέκυψαν τις περισσότερες φορές.

Με την ολοκλήρωση του πιο πάνω αλγορίθμου, έχουμε κάποια σύνολα πληροφοριών από διαφορετικούς παροχείς, τα οποία με υψηλή πιθανότητα αναφέρονται στον ίδιο τόπο.

Το τελικό βήμα είναι η αφαίρεση των False Positives:

Για κάθε υποψήφιο σύνολο πληροφοριών

Για κάθε ζεύγος πληροφοριών στο σύνολο

*Συγκρίνονται τα ονόματα των τόπων που αναπαριστούν

Εάν η σύγκριση έχει θετικό αποτέλεσμα, τότε αναφέρονται στο ίδιο τόπο.

*Αλγόριθμος σύγκρισης ζεύγους ονομάτων

Προεπεξεργασία ονομάτων

Αφαιρούνται ειδικοί χαρακτήρες

Τεμαχίζονται σε tokens

Αφαιρούνται κοινά tokens

Τα εναπομείναντα tokens ανασυντίθενται

Υπολογισμός μετρικών

Levenshtein Distance επεξεργασμένων ονομάτων

Jaro-Winkler Distance επεξεργασμένων ονομάτων

Θεωρούμε όμοια τα δύο ονόματα εάν

Και οι δύο μετρικές απόστασης δεν είναι 100%

Και επιπλέον, τουλάχιστον μία από τις μετρικές απόστασης είναι $\leq 20\%$

Στα Figures 4.1 και 4.2 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εντοπισμού πανομοιότυπων τόπων.

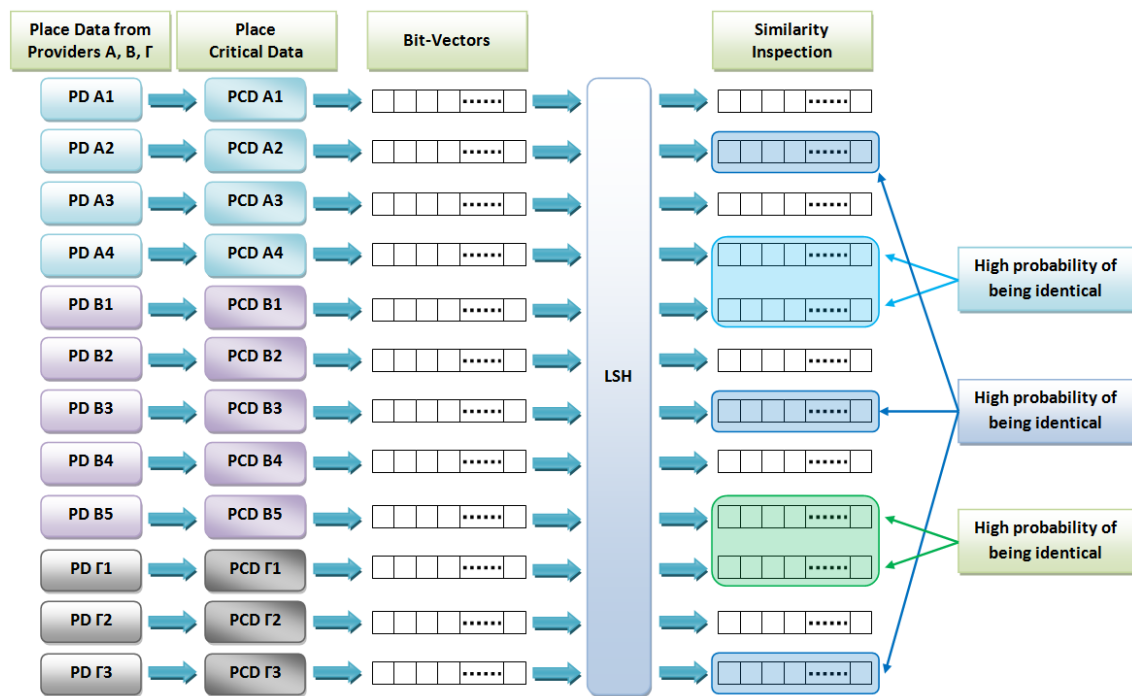


Figure 4.1: Εντοπισμός Πιθανών Δεδομένων για Κοινούς Τόπους

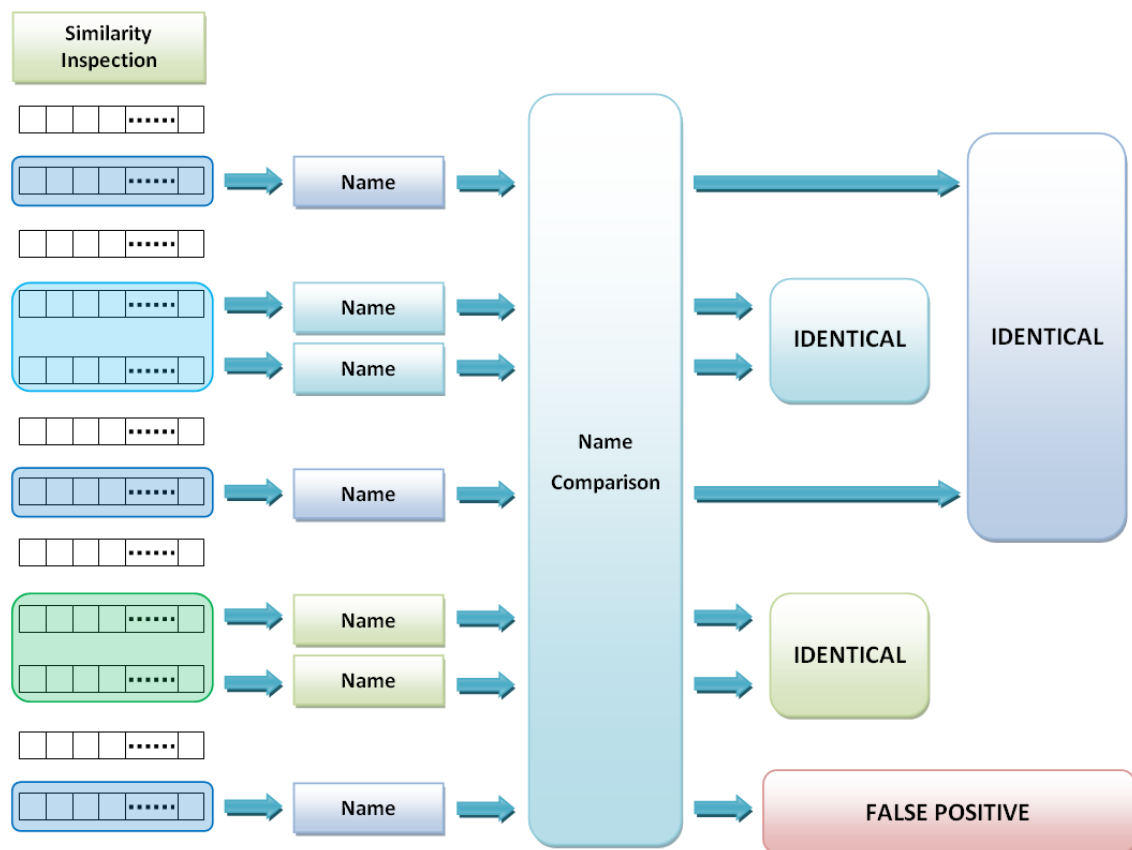


Figure 4.2: Φιλτράρισμα Πιθανών Δεδομένων για Κοινούς Τόπους

4.5 Χαρακτηρισμός Περιοχών

Κάθε μικρή περιοχή της πόλης έχει διαφορετική σημασία για τον πλοηγούμενο. Σκοπός της φάσης αυτής είναι η εξαγωγή κάποιων χαρακτηριστικών για κάθε περιοχή ξεχωριστά.

Οι τόποι που βρίσκονται στην περιοχή αποτελούν τη βασικότερη πληροφορία που μπορεί να εκμεταλλευτεί. Η κατηγορία κάθε τόπου μας δίνει κάποια ένδειξη για τις ανάγκες που εξυπηρετεί, όπως έχει συζητηθεί και προηγουμένως. Συνεπώς, μπορούμε να εξορύξουμε αρκετή γνώση από τις κατηγορίες των τόπων στην περιοχή, η οποία γνώση να αντιπροσωπεύει την κατανομή των αναγκών που εξυπηρετούνται στην περιοχή.

Σύνοψη Κατηγοριών (Category Summarization)

Για κάθε κατηγορία στην περιοχή, παράγεται μία σύνοψη (summary), χρησιμοποιώντας τους τόπους που ανήκουν σε αυτήν. Η σύνοψη περιλαμβάνει τα πιο κάτω χαρακτηριστικά, τα οποία αναπαριστώνται ως ένα διάνυσμα πέντε χαρακτηριστικών.

Χαρακτηριστικά κατηγορίας τόπων που χρησιμοποιούνται

1. Πυκνότητα τόπων κατηγορίας
2. Μέση αξιολόγηση (rating)
3. Μέση τιμή (price)
4. Μέση ώρα που ανοίγουν*
5. Μέση ώρα που κλείνουν*

*Για τον υπολογισμό της μέσης ώρας

Υπολογίζεται η μέση ώρα που ανοίγει και κλείνει κάθε τόπος

Υπολογίζεται η μέση τιμή των μέσων ωρών από κάθε τόπο

Ομαδοποίηση Κατηγοριών (Category clustering)

Αφού έχουν παραχθεί τα διανύσματα των πέντε χαρακτηριστικών για κάθε κατηγορία, σειρά έχει η ομαδοποίηση των κατηγοριών. Η ομαδοποίηση γίνεται με σκοπό τον εντοπισμό κατηγοριών που χρησιμοποιούνται με παρόμοιο τρόπο στην περιοχή. Επίσης, συνδυάζοντας πολλαπλές κατηγορίες, μπορούμε να παράξουμε κάποια πιο γενική εικόνα για τα πέντε αυτά χαρακτηριστικά.

Αλγόριθμος Ομαδοποίησης Κατηγοριών

Τα vectors μετατρέπονται σε σημεία ευκλείδειου χώρου πέντε διαστάσεων, με βάση τα οποία θα γίνει η ομαδοποίηση.

Υπολογίζεται ο εκτιμώμενος αριθμός των clusters ως k .

Χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος K-Means για k clusters.

Για κάθε cluster

Οι κατηγορίες θεωρούνται ως "παρόμοιες" για την περιοχή.

Το centroid αναπαριστά τα πέντε χαρακτηριστικά για όλες τις κατηγορίες του.

4.6 Εντοπισμός Οροσίων

Η επιλογή και χρήση των καταλλήλων οροσίων αποτελεί μεν δουλειά την κινητής εφαρμογής, αποτελεί δε δύσκολη εργασία για να αρχίσει από το μηδέν, πόσο μάλλον για μία κινητή συσκευή. Προκειμένου να διευκολυνθεί η επιλογή οροσίων από την κινητή εφαρμογή, γίνεται κάποια στατική ανάλυση του περιβάλλοντος, με σκοπό να εντοπίσει υποσύνολο των υποψηφίων οροσίων. Συνεπώς, τα ορόσημα αυτά θα είναι διαθέσιμα στην κινητή εφαρμογή, εξοικονομώντας έτσι υπολογιστικούς πόρους, και συνεπώς ενέργεια. Στο παρών υποκεφάλαιο, παρουσιάζεται η τεχνική με την οποία γίνεται η στατική αυτή ανάλυση.

Όπως περιγράφεται και στο σχετικό υποκεφάλαιο ([6.4 Αλγόριθμος Πλοήγησης](#)), κατά την πλοήγηση του χρήστη μέσα στην πόλη, χρησιμοποιείται το περιβάλλον για άντληση και επιλογή των οροσίων που θα χρησιμοποιηθούν. Σημαντική για το σημείο αυτό, αποτελεί η κατηγοριοποίηση των οροσίων σε Ορόσημα Απόφασης (ΟΑ) και Ενδιάμεσα Ορόσημα (ΕΟ). Στο [Figure 6.5](#) παρουσιάζονται οι δύο κατηγορίες οροσίων.

Τα ορόσημα απόφασης είναι τόποι, οι οποίοι μπορούν να βοηθήσουν στην επιλογή της σωστής κατεύθυνσης πορείας, σε σημεία όπου απαιτείται κάποια απόφαση. Για παράδειγμα, εάν υπάρχουν δύο διασταυρώσεις, η μία αμέσως μετά την άλλη, ο πλοηγούμενος ενδεχομένως να μην μπορεί εύκολα να καταλάβει από πια διασταύρωση πρέπει να αλλάξει κατεύθυνση. Τα ορόσημα αυτά εκ φύσεως είναι στατικά, αφού αφορούν τα σημεία απόφασης (διασταυρώσεις στο παράδειγμα). Τα σημεία απόφασης είναι σημεία στα οποία συνήθως ο πλοηγούμενος καλείται να επιλέξει κάποια κατεύθυνση για να συνεχίσει την πορεία του.

Περνώντας στα ενδιάμεσα ορόσημα, σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι εκ φύσεως δεν είναι στατικά. Έχουν να κάνουν με τη συγκεκριμένη διαδρομή στην οποία κατευθύνεται ο πλοηγούμενος, και συνεπώς δεν μπορούν να εντοπιστούν με στατικό τρόπο. Η στατική ανάλυση των οροσίων αυτών θα απαιτούσε την κατασκευή όλων των πιθανών διαδρομών μέσα στην πόλη, και την αναζήτηση οροσίων σε αυτές. Η διαδικασία αυτή είναι μη υλοποιήσιμη από πλευράς υπολογιστικής πολυπλοκότητας.

Συνεπώς, επιλέχθηκε όπως η στατική ανάλυση γίνεται μόνο για τα ορόσημα απόφασης. Η κινητή εφαρμογή είναι υπεύθυνη για το δυναμικό εντοπισμό των ενδιάμεσων οροσίων. Στη συνέχεια του υποκεφαλαίου, περιγράφεται η γενική φιλοσοφία του αλγορίθμου στατικής ανάλυσης για εντοπισμό οροσίων.

Αλγόριθμος Στατικής Ανάλυσης Οροσήμων

Ο αλγόριθμος αυτός αποσκοπεί στη στατική ανάθεση οροσήμων στα σημεία απόφασης. Κάθε ορόσημο που ανατίθεται είναι κάποιος τόπος, ο οποίο δρα ως ορόσημο για το αντίστοιχο σημείο απόφασης. Στη συνέχεια περιγράφεται αφαιρετικά ο αλγόριθμος για κάποια περιοχή.

Έστω area = Περιοχή στην οποία επιτελείται εξόρυξη

Point[] decisionPoints = findAreaDecisionPoints(area)

Για κάθε decisionPoint στον decisionPoints

 Landmark[] candidateLandmarks = findCandidateLandmarks(decisionPoint)

 Αν candidateLandmarks δεν είναι άδειος

 Ανάθεσε όλα τα candidateLandmarks στο decisionPoint

Τα σημεία απόφασης είναι κόμβοι στο οδικό δίκτυο, οι οποίοι συνδέσουν δύο ή περισσότερους δρόμους. Κάποιος κόμβος στον οποίο υπάρχει απλώς αλλαγή διεύθυνσης του δρόμου, χωρίς να υπάρχει διασταύρωση, δεν θεωρείται σημείο απόφασης, αφού άλλωστε δεν χρειάζεται να ληφθεί κάποια απόφαση. Στη συνέχεια περιγράφεται αφαιρετικά ο αλγόριθμος εντοπισμού των σημείων απόφασης για κάποια περιοχή.

Μέθοδος findAreaDecisionPoints(Area area)

Point[] decisionPoints = []

Point[] wayNodes = findAreaWayNodes(area)

Για κάθε node στον wayNodes

 Αν node.intersectionWays >= 2

 decisionPoints.add(node)

return decisionPoints

Υποψήφια Ορόσημα

Δεδομένου κάποιου σημείου απόφασης, όλοι οι τόποι σε ακτίνα 20 μέτρων θεωρούνται υποψήφια ορόσημα. Η στατική ανάλυση που έχει περιγραφεί πιο πάνω, στοχεύει στον εντοπισμό υποψηφίων οροσήμων. Η κινητή εφαρμογή με τη σειρά της, θα αποφασίσει αν το ορόσημο είναι χρήσιμο για την κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Ο δυναμικό αυτός τρόπος επιλογής είναι σημαντικός, καθώς η δομή κάθε διαδρομής διαφέρει σε σημαντικό βαθμό.

4.7 Εξειδικευμένοι Χάρτες (Map Layers)

Το σύστημα προσφέρει τη δυνατότητα για πρόσθεση επιπλέον στρωμάτων χωρικών πληροφοριών. Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα προϊόντα της εξόρυξης, τα οποία απευθύνονται σε κάθε περιοχή ξεχώρισα, οι χάρτες αυτοί περιγράφουν με ενιαίο τρόπο πληροφορίες, οι οποίες μπορούν να αναπαρασταθούν στο χάρτη.

Ορισμός "Στρώμα Χωρικών Πληροφοριών"

Κάποιο σύνολο πληροφοριών που αφορούν συγκεκριμένη ιδιότητα ή ομάδα χαρακτηριστικών οντοτήτων που συσχετίζονται με συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία.

Υφιστάμενα Στρώματα Χωρικών Πληροφοριών

Έχω δημιουργήσει κάποια στρώματα, τα οποία περιλαμβάνουν γνώση, η οποία προέκυψε ύστερα από εξόρυξη υφιστάμενων πληροφοριών στη βάση δεδομένων:

1. Themed Areas (Θεματικές Περιοχές)
2. Place Feature Descriptions (Περιγραφές Χαρακτηριστικών Τόπων)

1. Themed Areas (Θεματικές Περιοχές)

Ο χάρτης θεματικών περιοχών χρησιμοποιείται για καθορισμό των [Hotspots](#).

Πληροφορίες που περιλαμβάνει

- Κέντρο περιοχής
- Ακτίνα εμβέλειας περιοχής
- Κατηγορία περιοχής

Ο αλγόριθμος εξόρυξης περιγράφεται στο επόμενο υποκεφάλαιο ([4.8 Θεματικές Περιοχές](#)).

2. Place Feature Descriptions (Περιγραφές Χαρακτηριστικών Τόπων)

Ο χάρτης περιγραφών χαρακτηριστικών τόπων χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της [Δημοτικότητας Τόπων](#), καθώς επίσης και για εξόρυξη κάποιων επιπλέον χαρακτηριστικών, τα οποία δεν παρέχονται συνήθως από τους παροχείς.

Πληροφορίες που περιλαμβάνει

- Επίπεδο δημοτικότητας τόπων
- Ετικέτες τόπων (tags)
- Χαρακτηριστικά τόπων (features) ως key-value pairs

Ο αλγόριθμος εξόρυξης περιγράφεται στο υποκεφάλαιο [4.9 Περιγραφές Χαρακτηριστικών Τόπων](#).

4.8 Θεματικές Περιοχές

Στο υποκεφάλαιο αυτό εξηγείται ο αλγόριθμος με τον οποίο γίνεται η εξόρυξη γνώσης για τις θεματικές περιοχές. Ο αλγόριθμος λαμβάνει υπόψην τους τόπους σε ολόκληρη την πόλη, γεγονός το οποίο προκαλεί μεγάλη υπολογιστική πολυπλοκότητα. Δεν είναι δυνατόν να συγκρίνουμε όλους τους τόπους μεταξύ τους ξανά και ξανά, λόγω της αυξημένης τους ποσότητας (χιλιάδες τόποι ανά πόλη). Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται η δεντρική δομή KD-Tree, η οποία είναι κατάλληλη για την οργάνωση χωρικών δεδομένων.

Για τις ανάγκες του αλγορίθμου έχουν οριστεί τόσο κάποιες μετρικές, όσο και κάποιες τιμές κατωφλίου, όπως περιγράφονται πιο κάτω.

Μετρική: Πυκνότητα τόπων περιοχής

Ορίζεται ως ακολούθως:

$$\frac{\text{αριθμός των τόπων στην περιοχή}}{\text{ακτίνα περιοχής σε μέτρα}}$$

Κριτήρια επικύρωσης θεματικής περιοχής (ΚΕΘΠ)

Έχουν τεθεί κάποιες προδιαγραφές, τις οποίες πρέπει να πληροί κάποια περιοχή, προκειμένου να μπορεί να ταυτοποιηθεί ως "θεματική περιοχή". Η περιοχή πρέπει να έχει ακτίνα μεγαλύτερη από 100 μέτρα και να έχει πυκνότητα τόπων μεγαλύτερη από 10%.

Μετρική: Πυκνότητα κατηγορίας περιοχής (ΠΚΠ)

Ορίζεται ως το ποσοστό των τόπων που ανήκουν σε συγκεκριμένη κατηγορία, από τους τόπους που βρίσκονται στην περιοχή. Για να θεωρείται ότι κάποια κατηγορία έχει υψηλή πυκνότητα σε κάποια περιοχή, πρέπει η μετρική αυτή να ξεπερνά κάποιο προκαθορισμένο κατώφλι (έχει τεθεί κατώφλι 0.3, δηλαδή 30%).

Περιγραφή αλγορίθμου

Έστω boundedArea = μεγάλη περιοχή (ακτίνα $\geq 3\text{Km}$)

1. Place[] places = fetchAreaPlaces(boundedArea)
2. LatLng[] points = extractPlaceCoordinates(places)
3. KDTree tree = constructTree(points)
4. assignPlacesToClosestPoint(tree, places)
5. Area[] highDensityAreas = filterHighDensityAreas(tree)
6. Map<Area, Category> themedAreas = findRepresentativeCategories(highDensityAreas)

Η δομή themedAreas αποτελεί το προϊόν του αλγορίθμου. Περιλαμβάνει όλες τις θεματικές περιοχές που εντοπίστηκαν. Επίσης, αντιστοιχεί κάθε θεματική περιοχή στην κατηγορία που αντιπροσωπεύει.

Ανάλυση Πολυπλοκότητας

Έστω ότι N = Αριθμός Τόπων στην Πόλη.

- Ο αλγόριθμος κατασκευάζει το δέντρο σε $O(N)$ χρονική πολυπλοκότητα και το διασχίζει N φορές. Κάθε διάσχιση έχει $O(\log N)$ χρονική πολυπλοκότητα. Συνεπώς, η συνολική χρονική πολυπλοκότητα είναι τάξεως $O(N \log N)$.
- Η χωρική πολυπλοκότητα είναι τάξεως $O(N)$.

Στο πιο κάτω Figure, παρουσιάζω την κάτοψη μίας υποθετικής πόλης, όπου οι τόποι αναπαριστώνται ως τελείες. Το χρώμα της τελείας για κάθε τόπο εκφράζει την κατηγορία τόπου. Ο αλγόριθμος εντοπίζει κυκλικές περιοχές, όπως παρουσιάζονται πιο κάτω, όπου το χρώμα του κύκλου εκφράζει την κατηγορία της θεματικής περιοχής, δηλαδή την ανάγκη που εξυπηρετείται σε μεγάλο βαθμό από τόπους της περιοχής.

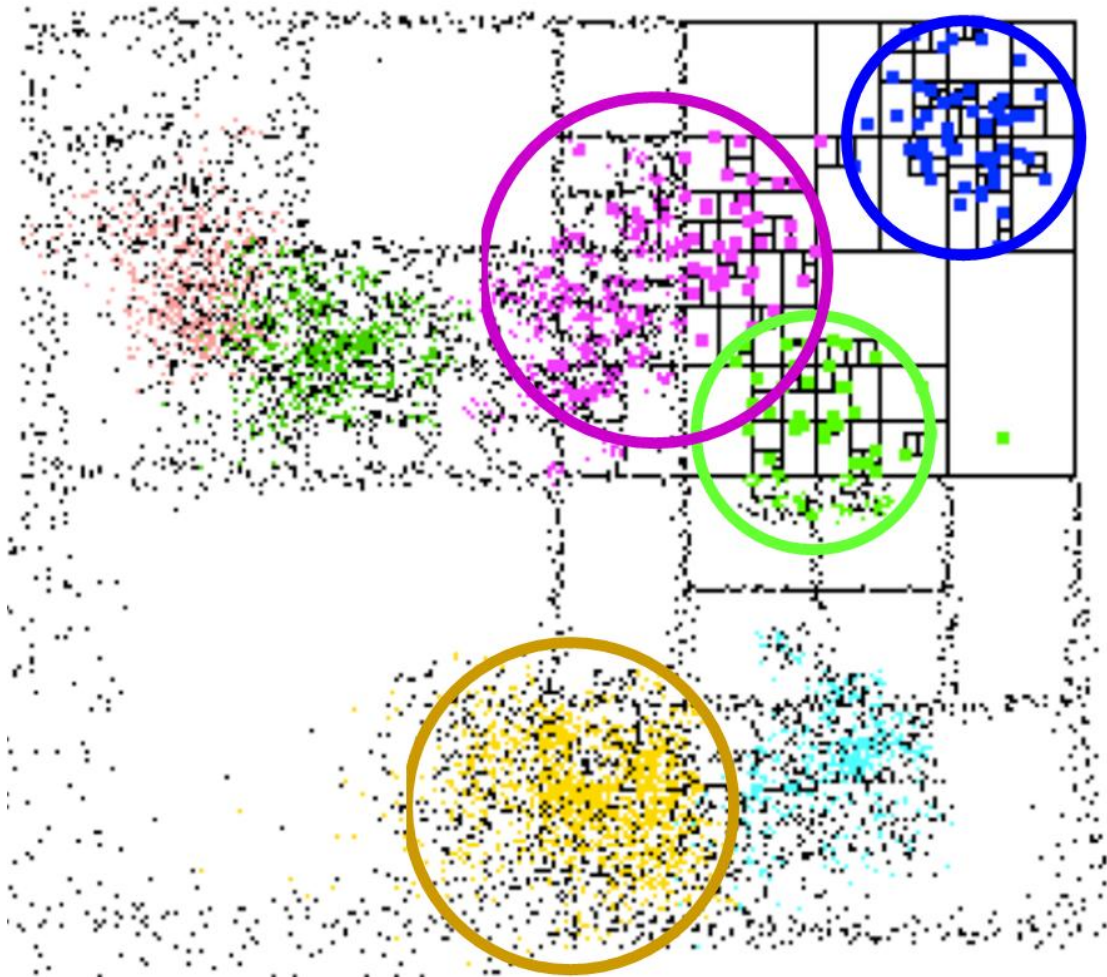


Figure 4.3: Εντοπισμός Θεματικών Περιοχών

Βοηθητικές Μέθοδοι

1. Μέθοδος `fetchAreaPlaces(boundedArea)`

Ανάκτησε και επέστρεψε όλους τους τόπους της περιοχής από τη βάση δεδομένων.

2. Μέθοδος `extractPlaceCoordinates(Place[] places)`

LatLng[] points

Για κάθε place στον places

 points.add(place.getCoordinates())

return points

3. Μέθοδος constructTree(LatLng[] points)

```
KDTree tree = new KDTree()  
constructTreeRecursive(tree, points, false)
```

Η μέθοδος αυτή, κατασκευάζει ένα 2-dimensional δέντρο, το οποίο γεμίζει με τις δεδομένες γεωγραφικές συντεταγμένες. Η επιλογή κάθε επόμενου σημείου για εισαγωγή γίνεται με τον εξής τρόπο. Επιλέγεται το σημείο με το median γεωγραφικό πλάτος ή μήκος, εναλλάξ. Η διαδικασία συνεχίζεται αναδρομικά για τα δύο κομμάτια πριν και μετά από το median σημείο, όπως φαίνεται στην πιο κάτω αναδρομική μέθοδο. Συνεπώς το παραγόμενο δέντρο είναι ισοζυγισμένο.

Μέθοδος constructTreeRecursive(KDTree tree, LatLng[] points, boolean dimensionFlip)

```
Point medianPoint  
Αν dimensionFlip == true  
    medianPoint = findPointWithMedianLongitude(points)  
Αλλιώς  
    medianPoint = findPointWithMedianLatitude(points)  
int medianIndex = points.indexOf(medianPoint)  
pointArea = computePointArea(tree, points, medianIndex)  
tree.insert(medianPoint, pointArea);  
LatLng[] leftSidePoints = points.subList(0, medianIndex)  
constructTreeRecursive (tree, leftSidePoints, medianPoint, !dimensionFlip)  
LatLng[] secondSidePoints = points.subList(medianIndex + 1, points.size())  
constructTreeRecursive (tree, secondSidePoints, medianPoint, !dimensionFlip);
```

4. Μέθοδος assignPlacesToClosestPoint(KDTree tree, Place[] places)

```
Για κάθε place στον places  
    Διάσχισε το δέντρο tree μέχρι το κοντινότερο φύλλο leafArea  
    leafArea.assign(place)
```

5. Μέθοδος filterHighDensityAreas(KDTree tree)

```
Area[] treeAreas = extractAreasFromTree(tree)  
Area[] filteredAreas = []  
Για κάθε area στον treeAreas  
    Αν area.density > 0.1  
        filteredAreas.add(area)  
Επέστρεψε filteredAreas
```

6. Μέθοδος findRepresentativeCategories(Area[] highDensityAreas)

Map<Area, Category> themedAreas = new Map()

Για κάθε highDensityArea στον highDensityAreas

Category cat1 = Πρώτη επικρατέστερη κατηγορία περιοχής (argmax ΠΚΠ)

Category cat2 = Δεύτερη επικρατέστερη κατηγορία περιοχής

Category bestCategory = null

Αν cat1.isDense και cat2.isDense

bestCategory = selectBestCategoryForArea(highDensityAreas, cat1, cat2)

Αλλιώς αν cat1.isDense

bestCategory = cat1

Αλλιώς αν cat2.isDense

bestCategory = cat2

Αν bestCategory != null

themedAreas.put(highDensityArea, bestCategory)

Η μέθοδος αυτή εντοπίζει την κατάλληλη κατηγορία για την περιοχή, χρησιμοποιώντας κάποια εναλλακτική επιλογή. Πριν αποφασιστεί η δημιουργία της θεματικής περιοχής, ελέγχεται κατά πόσο αξίζει να ονομαστεί θεματική, επικυρώνοντάς την με βάση τα κριτήρια που καθορίστηκαν (ΚΕΘΠ). Σε περίπτωση που υπάρχουν δύο πιθανές κατηγορίες, η ισοψηφία επιλύεται με ορθολογιστικό τρόπο, όπως περιγράφεται στην πιο κάτω μέθοδο.

Μέθοδος selectBestCategoryForArea(Area[] area, Category cat1, Category cat2)

cat1Places = area.getCategoryPlaces(cat1)

cat2Places = area.getCategoryPlaces(cat2)

double[] cat1Variance = calculateVariance(cat1Places)

double[] cat2Variance = calculateVariance(cat2Places)

double latVarianceRatio = cat1Variance[0] / cat2Variance[0]

double lngVarianceRatio = cat1Variance[1] / cat2Variance[1];

double totalVarianceRatio = latVarianceRatio * lngVarianceRatio;

Αν totalVarianceRatio <= 1

return cat1

Αλλιώς

return cat2

Μέθοδος calculateVariance(Place[] places)

latVariance = calculateLatitudeVariance(places)

lngVariance = calculateLongitudeVariance(places)

return [latVariance, lngVariance]

Εδώ βλέπουμε μία τεχνική υπολογισμού της γεωγραφικής διασποράς των τόπων της συγκεκριμένης κατηγορίας, εντός της περιοχής που ελέγχεται. Για κάθε ένα από τους δύο άξονες (γεωγραφικό πλάτος και μήκος), υπολογίζεται η διασπορά στον άξονα. Ακολούθως, υπολογίζεται η αναλογία διασποράς για τις δύο κατηγορίες, λαμβάνοντας υπόψη και τους δύο άξονες. Η κατηγορία με τους πιο συγκεντρωμένους τόπους, θεωρείται και η καταλληλότερη, αφού μία τέτοια κατανομή είναι πιο πρακτική στον πραγματικό κόσμο. Με λίγα λόγια, ψάχνουμε περιοχές με μαζεμένους τόπους, και συνεπώς μας ενδιαφέρει η διασπορά στο χώρο.

Σημαντική Παρατήρηση

Στο πραγματικό σύστημα, κάθε τόπος μπορεί να ανήκει σε πέραν της μίας κατηγορίας. Λόγω αυτού χρειαζόμαστε κάποια τεχνική επιλογής της πιο αντιπροσωπευτικής κατηγορίας. Για σκοπούς απλοποίησης, ο πιο πάνω αλγόριθμος παρουσιάζεται για μία μόνο κατηγορία ανά τόπο. Ο τεχνική που χρησιμοποιήθηκε είναι η επιλογή της κατηγορίας με τις λιγότερες λέξεις κλειδιά. Η φιλοσοφία είναι η εξής: Όσο λιγότερες λέξεις κλειδιά έχει κάποια κατηγορία, τόσο πιο δημοφιλής είναι, και συνεπώς υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να αποτελεί την κυρίαρχη κατηγορία. Η φιλοσοφία αυτή βασίζεται στον τρόπο που καθορίστηκαν οι λέξεις κλειδιά για τις κατηγορίες εφαρμογής.

4.9 Περιγραφές Χαρακτηριστικών Τόπων

Στο υποκεφάλαιο αυτό εξηγείται ο αλγόριθμος με τον οποίο γίνεται η εξόρυξη γνώσης για τις περιγραφές χαρακτηριστικών τόπων. Ο στόχος της πληροφορίας αυτής είναι η παροχή κάποιων επιπλέον χαρακτηριστικών για κάθε τόπο, τα οποία δεν παρέχονται συνήθως από τους παροχείς.

Για τις ανάγκες εξόρυξης του χάρτη αυτού, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον παροχέα Foursquare, τα οποία κρίθηκαν ως "χρήσιμα και σπάνια". Δηλαδή, τα δεδομένα αυτά δεν παρέχονται από πολλούς παροχείς, ενώ παράλληλα μπορούν να δώσουν αρκετή πληροφορία. Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων κατά τη διαδικασία ανάκτησης από τους παροχείς, αλλά δεν χρησιμοποιούνται για κάποιο σκοπό. Συνεπώς, αποφασίστηκε όπως χρησιμοποιηθούν στο χάρτη αυτό, προκειμένου να παραχθεί κάποια γνώση.

Δεδομένα παροχέα που χρησιμοποιήθηκαν

- Checkins count (αριθμός επισκέψεων)
- Ετικέτες τόπων (tags)
- Χαρακτηριστικά τόπων (features) ως key-value pairs

Φύση δεδομένων

Τα δεδομένα αυτά έχουν στατικό χαρακτήρα. Παρ' όλο το γεγονός ότι αλλάζουν συχνά, μπορούν να μας βοηθήσουν στην έγκυρη συγκριτική ανάλυση των τόπων. Με λίγα λόγια, η κατανομή των τιμών για τα δεδομένα αυτά δεν αλλάζει συχνά, λόγω της φύσεώς τους. Για παράδειγμα, έστω ότι σήμερα ο τόπος X έχει 10000 επισκέψεις και ο τόπος Y έχει 2500 επισκέψεις. Σε ένα μήνα από τώρα, και οι δύο τόποι X και Y, θα έχουν μεγαλύτερο αριθμό επισκέψεων. Παρ' όλο το γεγονός αυτό, είναι σχεδόν βέβαιο ότι ο X θα συνεχίσει να έχει περισσότερες επισκέψεις από τον Y. Βεβαίως, το σύστημα παρέχει δυνατότητα ανανέωση του χάρτη, αλλά δεν απαιτείται όπως γίνεται συχνά, λόγω της στατικής φύσεως των δεδομένων, όπως περιγράφηκε πιο πάνω.

Θεωρείται ότι ο αριθμός επισκέψεων ακολουθεί κανονική κατανομή, εφόσον το δείγμα τόπων που χρησιμοποιείται είναι αρκετά μεγάλο. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιείται αρκετά μεγάλο δείγμα τόπων, δηλαδή από μεγάλη περιοχή.

Περιγραφή αλγορίθμου

Έστω boundedArea = μεγάλη περιοχή (ακτίνα $\geq 3\text{Km}$)

1. Place[] places = fetchAreaPlaces(boundedArea)
2. int[] checkinsCountList = extractCheckinsCount(places)
3. int mean = computeMeanValue(checkinsCountList)
4. int stdDev = computeStandardDeviation(checkinsCountList)
5. int[] popularityRankings = getPopularityRankings(checkinsCountList, mean, stdDev)
6. PlaceSignature[] signatures = produceUniqueSignatures(places)
7. Map placeSignatures = assignPlaceSignatures(signatures, places, popularityRankings)

Το προϊόν του αλγορίθμου είναι η δομή placeSignatures, η οποία αντιστοιχεί κάθε τόπο σε κάποια υπογραφή, η οποία αντιπροσωπεύει τα τρία είδη πληροφορίας (δημοτικότητα, ετικέτες, χαρακτηριστικά key-value).

Οι τόποι κατηγοριοποιούνται ως

0: "καθόλου πολυσύχναστος".

1: "σε κανονικά επίπεδα"

2: "πολυσύχναστος"

- Αν ο αριθμός επισκέψεων είναι μικρότερος από το μέσο όρο, τότε δεν είναι πολυσύχναστος.
- Αν ο αριθμός επισκέψεων ξεπερνά το μέσο όρο κατά μία τυπική απόκλιση, τότε είναι πολυσύχναστος.

Μέθοδος getPopularityRankings(int[] checkinsCountList, int mean, int stdDev)

Για κάθε checkinsCount στην checkinsCountList

int aboveMean = checkinsCount - mean;

Αν aboveMean μεταξύ 0 και stdDev

ranking = 1

Αλλιώς αν checkinsCount > mean

ranking = 2

Αλλιώς

ranking = 0

Η παραγωγή υπογραφών είναι απαραίτητη, προκειμένου να μπορούν οι τόποι να συσχετιστούν. Η διαδικασία αυτή εστιάζει στον εντοπισμό συσχετίσεων μεταξύ των τόπων, οι οποίες μπορούν να μας δώσουν κάποια ένδειξη ομοιότητας. Τα αρχικά δεδομένα από μόνα τους έχουν ενημερωτικό χαρακτήρα και είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν για σύγκριση χαρακτηριστικών. Η μέθοδος αυτή μετατρέπει τα δεδομένα σε γνώση, όπως περιγράφεται ακολούθως.

Μέθοδος produceUniqueSignatures(Place[] places)

Εκτέλεσε προεπεξεργασία tags (tokenization, filtering)

tagMappings = Αντιστοίχησε κάθε τόπο σε κάποια tag tokens

featureMappings = Αντιστοίχησε κάθε τόπο σε κάποια key-value features

signatureMappings = Συνδύασε αντιστοιχίσεις tagMappings και featureMappings

4.10 Αξιολόγηση Γνώσης

Μετά τη σύνθεση και υλοποίηση κάθε αλγορίθμου, έγινε κάποια αξιολόγηση την παραγόμενης γνώσης, είτε ποσοτική, είτε ποιοτική, αναλόγως του αλγορίθμου. Πιο κάτω παρουσιάζω εν συντομία τον τρόπο αξιολόγησης για τις διάφορες μορφές της παραγόμενης γνώσης.

1. Χαρακτηρισμός Περιοχών

- Αξιολογήθηκαν οι τελικές πληροφορίες κατηγορίας-περιοχής για γνωστές περιοχές.
- Οι πληροφορίες ευσταθούν (καλή αξιολόγηση, υψηλή τιμή, αργό κλείσιμο).

2. Εντοπισμός και Επιλογή Οροσήμων

- Εντοπίστηκαν τόποι που δρουν ως ορόσημα σε 2 πόλεις, μετά από περιήγηση.
- Τα ορόσημα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση.
- Επίσης, πάνω από 80% των οροσήμων που χρησιμοποιούνται είναι γνωστοί, ευδιάκριτοι, τόποι.

3. Hotspots

- Έγινε έλεγχος των τόπων στο χάρτη.
- Όντως, εντοπίζονται περιοχές με υψηλή πυκνότητα τόπων κατηγορίας.
- Οι περιοχές που εντοπίστηκαν είναι γνωστές από τους κατοίκους της πόλης για την κάθε ανάγκη.

4. Δημοτικότητα Τόπων

- Με τη χρήση του Heat-Map φαίνεται υψηλή δημοτικότητα σε κεντρικές περιοχές της πόλης.

5. Εντοπισμός Πανομοιότυπων Τόπων

- Ποσοστό false positives: < 0.5%.
- Ποσοστό false negatives: <1%.

4.11 Παρακολούθηση Διαδικασίας Εξόρυξης

Μέχρι στιγμής, έχουν εξηγηθεί οι τεχνικές και οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται για τη εξόρυξη γνώσης, μέσα από τα προηγούμενα υποκεφάλαια. Είναι φανερό ότι ο όγκος και η πολυπλοκότητα της πληροφορίας που παράγεται και διατηρείται είναι αρκετά μεγάλα.

Η διαδικασία εξόρυξης έχει υλοποιηθεί με τρόπο, ο οποίος να της επιτρέπει να τρέχει αυτόνομα και να ιχνηλατεί δεδομένα τις καθορισμένες περιοχές. Παρ' όλο τον αυτόνομο χαρακτήρα της, όπως και κάθε σύστημα, χρειάζεται να παρακολουθείται από κάποιο διαχειριστή ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Ασφαλώς, δεν είναι εύκολο για κάποιον να επισκέπτεται τους πίνακες της βάσης δεδομένων για να ελέγξει κατά πόσο έχει εισαχθεί ή ανανεωθεί κάποια πληροφορία. Σε ένα πολύ μικρό και απλό σύστημα, ίσως η πρόχειρη αυτή τεχνική δούλευε, όμως για ένα σύστημα όπως αυτό είναι αδύνατον. Κατ' αρχάς τα δεδομένα είναι χωρικά, δηλαδή είναι συνυφασμένα με τις γεωγραφικές συντεταγμένες κάθε οντότητας. Οι συντεταγμένες στους πίνακες της βάση δεν μπορούν να ερμηνευθούν από τον άνθρωπο, αφού αποτελούν σημεία αναφοράς πάνω στο χάρτη. Πέρα από αυτό, η ποσότητα των δεδομένων είναι μεγάλη, και συνεπώς δεν μπορεί να διαχειριστεί με χειροκίνητο τρόπο, αφού έχουμε να κάνουμε με δεδομένα για ολόκληρες πόλεις.

Από τις πρώτες μόλις φάσεις της υλοποίησης, το πιο πάνω πρόβλημα ήταν εμφανές. Αναλύοντας τις πιθανές λύσεις, έχω καταλήξει σε συγκεκριμένη τεχνική, την οποία και χρησιμοποίησα για να παρακολουθώ τη διαδικασία εξόρυξης. Η τεχνική που χρησιμοποίησα είναι η τοποθέτηση των δεδομένων πάνω στο χάρτη, αφού ανέκαθεν η φύση τους το απαιτεί.

Απεικόνιση Κατάστασης Εξόρυξης

Για την απεικόνιση των δεδομένων χρησιμοποίησα ένα δυναμικό χάρτη, πάνω στον οποίο τοποθετούνται υποσύνολα των δεδομένων, με τη χρήση διαφόρων γραφικών αναπαράστασης. Ο διαχειριστής έχει στη διάθεσή του ένα πίνακα ελέγχου, μέσω του οποίου επιλέγει συγκεκριμένη περιοχή για την οποία θέλει να παρακολουθήσει τη διαδικασία εξόρυξης. Κάθε φορά που επιθυμείται η ανανέωση της κατάστασης, ανακτάται το υποσύνολο δεδομένων που αφορά τη συγκεκριμένη περιοχή, το οποίο στη συνέχεια απεικονίζεται στο χάρτη.

Τα δεδομένα που απαιτούν αυστηρή παρακολούθηση είναι τα ακόλουθα

1. Περιοχές για τις οποίες έχει γίνει εξόρυξη
2. Σημεία απόφασης στο οδικό δίκτυο που έχουν εντοπιστεί
3. Ορόσημα που έχουν εντοπιστεί

Τα πιο πάνω δεδομένα, μπορούν να μας δώσουν κάποια ένδειξη για την ομαλότητα εξέλιξης της διαδικασίας εξόρυξης. Η απουσία τέτοιων δεδομένων για μεγάλες περιοχές του χάρτη, μπορεί να αποτελεί ένδειξη αποτυχίας εκτέλεσης, λόγω κάποιου runtime error, όπως για παράδειγμα απώλεια σύνδεσης στο διαδίκτυο, ή δυσκολία επικοινωνίας με το διακομιστή κάποιου παροχέα.

Στο Figure 4.4 μπορούμε να δούμε στιγμιότυπο του χάρτη, μέσω του οποίου ο διαχειριστής μπορεί να παρακολουθήσει τη διαδικασία εξόρυξης.

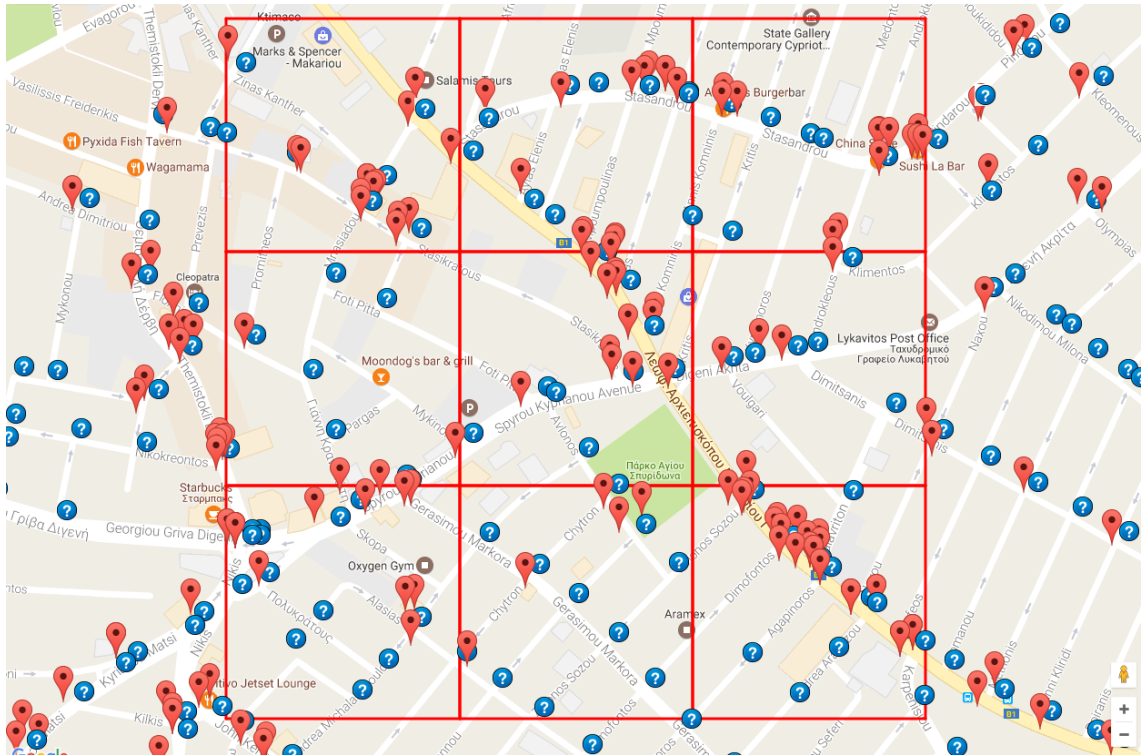


Figure 4.4: Στιγμιότυπο Παρακολούθησης Διαδικασίας Εξόρυξης

Η σημασία των απεικονιζόμενων στοιχείων στο χάρτη είναι η εξής

- Οι κόκκινες γραμμές παρουσιάζουν τις περιοχές για τις οποίες έχει γίνει εξόρυξη.
- Τα εικονίδια με το χαρακτήρα ? αναπαριστούν τα σημεία απόφασης που έχουν εντοπιστεί.
- Τα κόκκινα σημάδια αναπαριστούν ορόσημα που έχουν εντοπιστεί.

4.12 Βιβλιοθήκες για την Εξόρυξη Γνώσης

Για τις ανάγκες της εξόρυξης γνώσης χρειάστηκαν εξειδικευμένοι αλγόριθμοι και δομές δεδομένων, τα οποία επαναχρησιμοποιήθηκαν από τις κατάλληλες βιβλιοθήκες. Πιο κάτω δίνονται οι πιο σημαντικές βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν.

A/A	Όνομα	Σύνδεσμος
1.	Apache Commons Configuration	http://commons.apache.org/proper/commons-configuration/
2.	Apache Commons Lang	http://commons.apache.org/proper/commons-lang/
3.	A Java implementation of Locality Sensitive Hashing (LSH)	https://github.com/tdebatty/java-LSH/
4.	Java Machine Learning Library 0.1.7	http://java-ml.sourceforge.net/api/0.1.7/

Σκοπός Χρήσης Βιβλιοθηκών

1. Apache Commons Configuration

Χρησιμοποιήθηκε για διαχείριση των configuration files. Ο server εξόρυξης γνώσης διατηρεί κάποια configuration files, από τα οποία αντλεί παραμέτρους και πληροφορίες. Ένα τέτοιο αρχείο περιέχει τα διαπιστευτήρια για επικοινωνία με τα διάφορα APIs και τη βάση δεδομένων. Ένα άλλο αρχείο, συγκεκριμένα XML, περιέχει τις συσχετίσεις μεταξύ κατηγοριών της εφαρμογής και κατηγοριών των παρόχων δεδομένων. Η βιβλιοθήκη αυτή αναλαμβάνει τη διαχείριση (ανάγνωση και εγγραφή) τέτοιου είδους αρχείων.

2. Apache Commons Lang

Χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση συμβολοσειρών. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για το υπολογισμό των Levenshtein Distance και Jaro-Winkler Distance, με σκοπό τον εντοπισμό πανομοιότυπων τόπων.

3. A Java implementation of Locality Sensitive Hashing (LSH)

Χρησιμοποιείται για εκτέλεση του αλγορίθμου Locality Sensitive Hashing. Ο αλγόριθμος φτάνει μέχρι το σημείο κατακερματισμού. Τα αποτελέσματα του κατακερματισμού διαχειρίζονται από τον εξειδικευμένο αλγόριθμο που υλοποιήθηκε, για εντοπισμό των υποψηφίων ομάδων.

4. Java Machine Learning Library 0.1.7

Χρησιμοποιείται η δομή δεδομένων KD-Tree (κλάση `net.sf.javaml.core.kdtree.KDTree`). Συγκεκριμένα χρησιμοποιείται η δομή και οι διαδικασίες εισαγωγής και αναζήτησης κόμβων. Η φιλοσοφία γεμίσματος της δεντρικής δομής υλοποιείται από εξειδικευμένο αλγόριθμο της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 5

Κινητή Εφαρμογή

5.1 Αρχιτεκτονική Κινητής Εφαρμογής

Στο υποκεφάλαιο αυτό, παρουσιάζω τόσο την εσωτερική αρχιτεκτονική της κινητής εφαρμογής, όσο και τη ροή δεδομένων διαμέσου των διαφόρων συστατικών στοιχείων της.

Στο Figure 5.1 παρουσιάζω τη γενική εικόνα της αρχιτεκτονικής που ακολουθήθηκε.

Caching

Η βασική ιδέα για αδιάλειπτη διαθεσιμότητα πληροφοριών (γνώση εφαρμογής), είναι η χρήση ενός Caching Module μεταξύ της ανάκτησης και της κατανάλωσης των πληροφοριών. Τα δεδομένα που ανακτώνται αποθηκεύονται προσωρινά στην Cache της κινητής εφαρμογής. Οι διάφορες λειτουργίες ζητούν πληροφορίες από την Cache. Με τον τρόπο αυτό, οι προσωρινά αποθηκευμένες πληροφορίες παραμένουν διαθέσιμες ακόμη και χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο. Επίσης, εκμηδενίζεται η καθυστέρηση ανάκτησης μέσω διαδικτύου, αφού οι πληροφορίες έχουν ήδη ανακτηθεί πριν τη ζήτησή τους.

Personalization Store

Η οντότητα αυτή αντιπροσωπεύει το κομμάτι της εφαρμογής, το οποίο διαχειρίζεται πληροφορίες σχετικές μόνο με τον τελικό χρήστη. Οι πληροφορίες αυτές δημιουργούνται, κρατούνται και διαχειρίζονται από την κινητή εφαρμογή, χρησιμοποιώντας τη δευτερεύουσα μνήμη της κινητής συσκευής. Στις πληροφορίες αναπαριστώνται τόσο το χρονοδιάγραμμα εξερεύνησης της πόλης από το χρήστη, όσο και οι προτιμήσεις του χρήστη όσον αφορά την πλοήγηση και τις επισκέψεις σε τόπους.

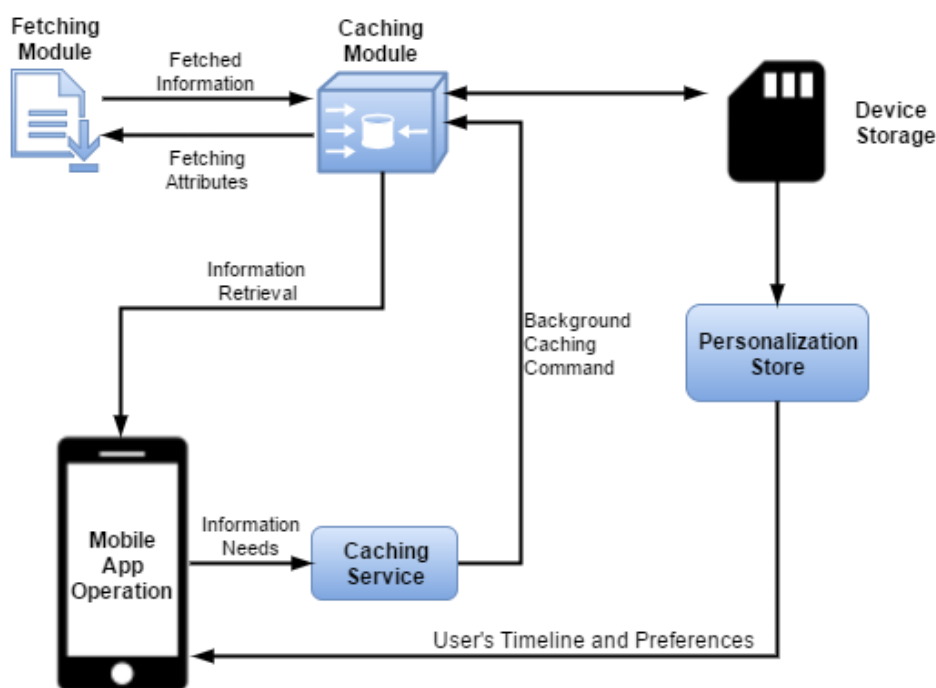


Figure 5.1: Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής Κινητής Εφαρμογής

Προληπτικό Caching

Όπως ανέφερα προηγουμένως, η ανάκτηση και το Caching της γνώσης γίνονται προτού υπάρξει η ανάγκη ζήτησής της. Στο σημείο αυτό τίθεται το εξής πρόβλημα-ερώτημα: "Πότε πρέπει να ανακτάται κάθε είδος πληροφορίας; Ποιο υποσύνολο της πρέπει να ανακτάται;". Για την επίλυση του προβλήματος αυτού, έχει εισαχθεί κάποιο ευρετικό (heuristic), το οποίο παρέχει υψηλή πιθανότητα διαθεσιμότητας της πληροφορίας όταν αυτή τεθεί αναγκαία προς κατανάλωση.

Caching Heuristic

1. Ανάκτησε όλες τις πληροφορίες για τη γύρω περιοχή, όταν ο χρήστης έχει μετατοπιστεί κατά μεγάλη απόσταση.
2. Ανάκτησε πληροφορίες για τόπους συγκεκριμένης κατηγορίας στη γύρω περιοχή, εφόσον ο χρήστης δείξει ενδιαφέρον για την κατηγορία τόπων.
3. Ανάκτησε όλες τις πληροφορίες που αφορούν το περιβάλλον κάποιας διαδρομής, εφόσον αυτή έχει επιλεγεί για πλοήγηση από το χρήστη.

Στο Figure 5.2 παρουσιάζω την αλληλεπίδραση μεταξύ των Μονάδων (Modules) της κινητής εφαρμογής, καθώς και τη ροή δεδομένων μεταξύ αυτών. Παρουσιάζεται επίσης το προληπτικό Caching κατά την επιλογή κατηγορίας τόπου, την επιλογή διαδρομής και την μετατόπιση κατά την πλοήγηση.

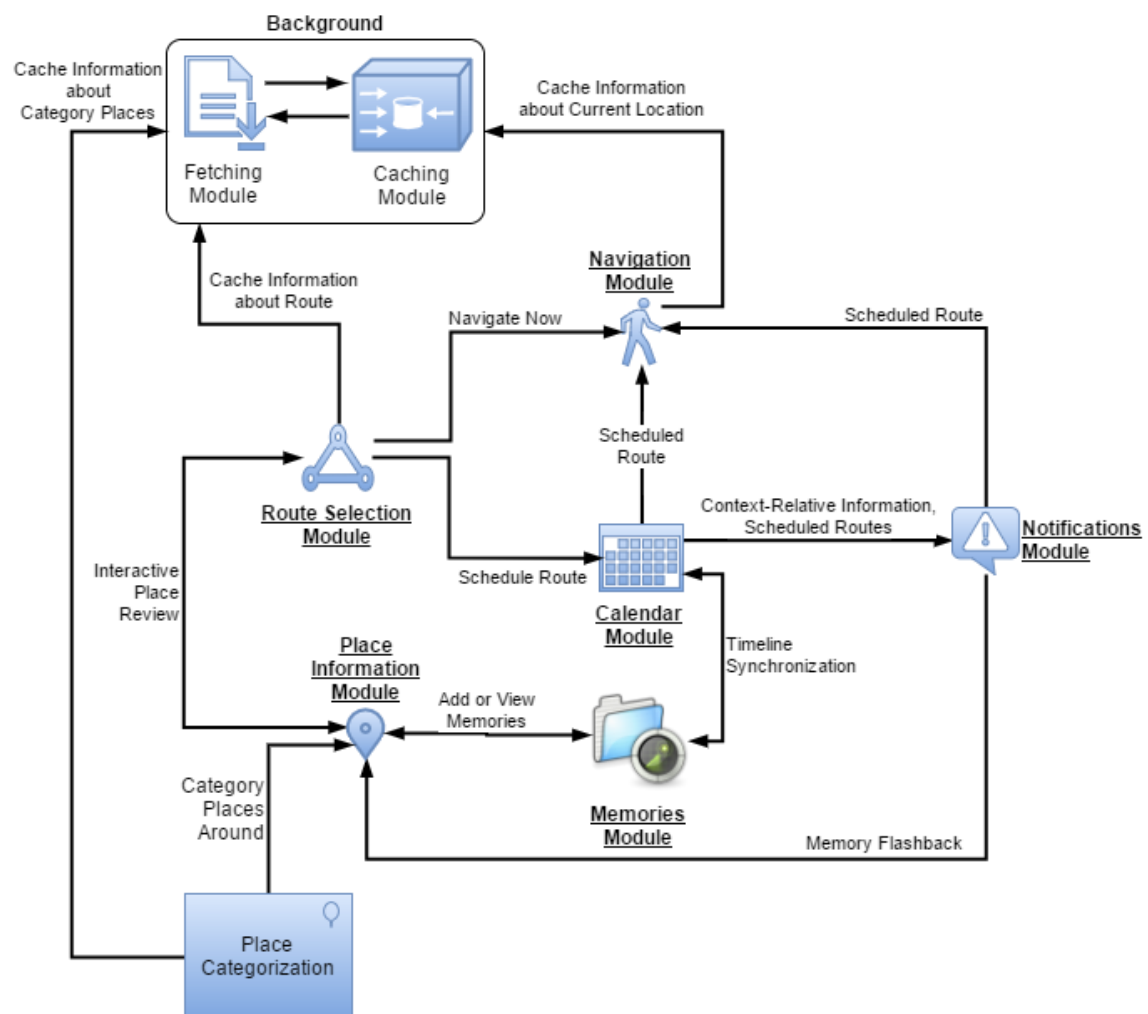


Figure 5.2: Διάγραμμα Ροής Δεδομένων Κινητής Εφαρμογής

Φιλοσοφία Caching Heuristic

1. Εφόσον ο χρήστης έχει μετατοπιστεί κατά μεγάλη απόσταση, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να βρίσκεται σε εντελώς διαφορετικό περιβάλλον. Συνεπώς αυξάνεται η πιθανότητα ανάγκης πληροφοριών για τη νέα περιοχή.
2. Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει προς προβολή, πληροφορίες για συγκεκριμένη κατηγορία τόπων, τότε είναι βέβαιο ότι υπάρχει ανάγκη για πληροφορίες από την κατηγορία αυτή. Συνεπώς, η έγκαιρη ανάκτησή τους βοηθά στον εκμηδενισμό της καθυστέρησης ανάκτηση.
3. Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει κάποια συγκεκριμένη διαδρομή προς πλοήγηση, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα πλοηγηθεί στο μονοπάτι της διαδρομής. Κατά τη διαδρομή, ενδέχεται απώλεια σύνδεσης στο διαδίκτυο. Επίσης ενδέχεται αναπάντεχη αύξηση της ταχύτητας κίνησής του, λόγω χρήσης κάποιου μέσου συγκοινωνίας, το οποίο δημιουργεί απαίτηση για μεγαλύτερο ρυθμό ανάκτησης πληροφοριών. Συνεπώς, η έγκαιρη ανάκτηση πληροφοριών, προτού δηλαδή ξεκινήσει η πλοήγηση, ελαχιστοποιεί την αβεβαιότητα διαθεσιμότητας πληροφοριών κατά τη διαδρομή.

5.2 Δυνατότητες Κινητής Εφαρμογής

Οι δυνατότητες που παρέχονται από την κινητή εφαρμογή είναι οι ακόλουθες

1. Εξερεύνηση τόπων ανά κατηγορία
2. Πλοήγηση με χρήση πολλαπλών προορισμών και εναλλακτικών διαδρομών
3. Προγραμματισμός διαδρομών πλοήγησης
4. Διατήρηση χρονοδιαγράμματος επισκέψεων σε τόπους
5. Διατήρηση και αναπόληση αναμνήσεων σε τόπους
6. Ενημερωτικές ειδοποιήσεις για προγραμματισμένα δρομολόγια και αναπόληση αναμνήσεων

1. Εξερεύνηση τόπων ανά κατηγορία

Υπάρχει η δυνατότητα εξερεύνησης τόπων στη γύρω περιοχή, οι οποίοι ανήκουν σε συγκεκριμένη κατηγορία. Για παράδειγμα, κάποιος μπορεί να αναζητήσει εστιατόρια στη γύρω περιοχή. Στο υποκεφάλαιο [5.4 Εξερεύνηση Τόπων ανά Κατηγορία](#) παρουσιάζονται επακριβώς οι τεχνικές με τις οποίες ο πλοηγούμενος μπορεί να σχηματίσει μία νοερή εικόνα για τη γύρω περιοχή.

2. Πλοήγηση με χρήση πολλαπλών προορισμών και εναλλακτικών διαδρομών

Η δυνατότητα αυτή παρέχει δυναμική πλοήγηση στο περιβάλλον πόλης, χρησιμοποιώντας τόσο οδηγίες πλοήγησης, όσο και ορόσημα για τον καλύτερο προσανατολισμό του πλοηγούμενου. Για τη λειτουργία αυτή, χρειάστηκε να δοθεί σημασία στην ποιότητα εμπειρίας χρήστη, όσον αφορά δύο σημεία. Κατ' αρχάς ο χρήστης πρέπει με κάποιον τρόπο να καθορίσει τη διαδρομή που επιθυμεί. Στο υποκεφάλαιο [6.2 Αλγόριθμος Επιλογής Διαδρομής](#) παρουσιάζω την τεχνική με την οποία μπορεί να επιλεγεί κάποια διαδρομή, με τη χρήση πολλαπλών προορισμών. Ακολούθως, η δυναμική πλοήγηση χρησιμοποιείται για να κατευθύνει τον πλοηγούμενο, η οποία περιγράφεται στο υποκεφάλαιο 5.8 Αλγόριθμος Πλοήγησης.

3. Προγραμματισμός Διαδρομών Πλοήγησης

Η λειτουργία αυτή έχει προταθεί κατά τον καθορισμό των προδιαγραφών για μελλοντικές διαδρομές, ή ακόμη και διαδρομές για την ίδια ημέρα. Στοχεύει στην καλύτερη οργάνωση των εκκρεμούντων διαδρομών που πρέπει να περαιωθούν από τον πλοηγούμενο. Στο υποκεφάλαιο [6.3 Λειτουργία Προγραμματισμού Διαδρομής](#) περιγράφεται η μέθοδος με την οποία μπορεί ο χρήστης να βοηθηθεί για τον προγραμματισμό μελλοντικών διαδρομών.

4. Διατήρηση χρονοδιαγράμματος επισκέψεων σε τόπους

Ο τελικός χρήστης της εφαρμογής μπορεί να δηλώσει ότι βρίσκεται σε κάποιο τόπο. Με τη δήλωσή του, η εφαρμογή διατηρεί κάποια καταχώρηση για την επίσκεψη. Οι επισκέψεις οργανώνονται σε χρονοδιάγραμμα, το οποίο ο χρήστης μπορεί να δει μέσω του ημερολογίου που παρέχεται. Η δυνατότητα αυτή είναι αρκετά σημαντική, αφού δίνει ένα μέσο καταγραφή των επισκέψεων (ημερομηνία, ώρα και τόπος), χωρίς να χρειάζεται να τις θυμάται.

5. Διατήρηση και αναπόληση αναμνήσεων σε τόπους

Πέρα από τη διατήρηση των επισκέψεων, σημαντικό βοήθημα αποτελεί ο εμπλουτισμός των επισκέψεων με αναμνήσεις. Με την επίσκεψη σε κάποιο τόπο, ο χρήστης μπορεί να αποτυπώσει κάποιες αναμνήσεις. Οι αναμνήσεις μπορεί να είναι φωτογραφίες ή σημειώσεις. Η εφαρμογή αναλαμβάνει να οργανώσει τις αναμνήσεις στη διάσταση του χρόνου, και να τις ομαδοποιήσει ως προς τις επισκέψεις σε τόπους. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η δυνατότητα του χρήστη να αναπολήσει επισκέψεις σε τόπους, με τη χρήση των αποθηκευμένων αναμνήσεων.

6. Ενημερωτικές ειδοποιήσεις για προγραμματισμένα δρομολόγια και αναπόληση αναμνήσεων

Οι δυνατότητες 3, 4 και 5 παράγουν πληροφορίες τα οποία συσχετίζονται τόσο με τη χρονική διάσταση, όσο και με συγκεκριμένες γεωγραφικές τοποθεσίες. Η παρούσα δυνατότητα στοχεύει στην αξιοποίηση των πληροφοριών αυτών για βελτίωση της εμπειρίας εξερεύνησης και πλοήγησης. Για παράδειγμα, εάν εκκρεμεί κάποια προγραμματισμένη διαδρομή για την τρέχουσα ημέρα, η εφαρμογή θα ειδοποιήσει τον χρήστη για την εκκρεμότητα αυτή μέσω κάποιας ειδοποίησης. Επίσης, εάν ο πλοηγούμενος περάσει από κάποιο τόπο, στον οποίο έχει αναμνήσεις, η εφαρμογή μπορεί να τις θυμίσει σε αυτόν/ήν προκειμένου να βοηθήσει στην αναπόληση. Η αναπόληση με τη σειρά της μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη εκμάθηση της περιοχής.

5.3 Εκμετάλλευση Γνώσης από Κινητή Εφαρμογή

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα αρχίσουμε να βλέπουμε στην πράξη, με ποιό τρόπο η γνώση που έχει παραχθεί από τη διαδικασία εξόρυξης, μπορεί να βοηθήσει τον τελικό χρήστη.

Γνώση που χρησιμοποιείται

Στην παρούσα παράγραφο, παραθέτω με συνοπτικό τρόπο τα διάφορα είδη γνώσης, η οποία παράγεται από την υποδομή της εφαρμογής, και η οποία χρησιμοποιείται από την κινητή εφαρμογή (καταναλώνεται), προς παραγωγή των συγκερασμάτων και αποφάσεων.

1. [Συγχωνευμένα δεδομένα τόπων](#)
2. [Κατηγοριοποίηση τόπων](#)
3. [Category Clusters ανά τετραγωνισμένη περιοχή](#)
4. [Themed Areas](#)
5. [Feature Descriptions](#)

Υπάρχουν δύο τρόποι ανάκτησης τόπων

1. Τόποι σε συγκεκριμένη περιοχή, από συγκεκριμένες κατηγορίες
 2. Συγκεκριμένοι τόποι, με χρήση των αναγνωριστικών τους (IDs)
-
1. Ο πρώτος τρόπος ανάκτησης, χρησιμοποιείται κατά τη μαζική ανάκτηση τόπων, στα πλαίσια της διαδικασίας [Caching](#).
 2. Ο δεύτερος τρόπος, χρησιμοποιείται όταν κάποιο κομμάτι δεδομένων που έχει ανακτηθεί, περιέχει αναφορά σε κάποιο τόπο (χρήση ID), οπότε και πρέπει να ανακτηθεί ο τόπος.

Όπως φαίνεται στο [Figure 5.2](#), η ανάκτηση (fetching) και προσωρινή αποθήκευση (caching) αποτελούν δύο αλληλοεξαρτώμενες λειτουργίες. Η γνώση οργανώνεται με τη χρήση αναφορών σε οντότητες, οι οποίες αναφορές χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει ανάγκη, προκειμένου να ανακτηθούν περαιτέρω δεδομένα.

Στο επόμενο υποκεφάλαιο αρχίζει να παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο ο τελικός χρήστης εξερευνεί την πόλη, χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες αυτές.

5.4 Εξερεύνηση Τόπων ανά Κατηγορία

Ανά πάσα χρονική στιγμή υπάρχει η δυνατότητα εξερεύνησης τόπων ανά κατηγορία. Με την επιλογή κάποιας κατηγορίας, παρέχονται διάφορα είδη πληροφορίας που αφορούν τόπους στη γύρω περιοχή, της συγκεκριμένης κατηγορίας.

Οι πληροφορίες που παρέχονται είναι οι ακόλουθες

1. Τόποι κατηγορίας
2. Σημαντικές περιοχές κατηγορίας (Hotspots)
3. Δημοτικότητα τόπων κατηγορίας (Place Popularity)

1. Τόποι κατηγορίας

- Παρουσιάζεται μία λίστα με τόπους, από τον πιο κοντινό, μέχρι τον πιο μακρινό
- Υπάρχει δυνατότητα αλλαγής της σειράς παρουσίασης
- Παρέχεται δυνατότητα φιλτραρίσματος των τόπων που παρουσιάζονται

2. Σημαντικές περιοχές κατηγορίας (Hotspots)

Παρουσιάζονται οι σημαντικές περιοχές για τη συγκεκριμένη κατηγορία, στη γύρω περιοχή. Η πληροφορία αυτή είναι διαθέσιμη από τη γνώση της εφαρμογής ([5.3 Εκμετάλλευση Γνώσης](#)). Ο χρήστης επιλέγει κάποια ακτίνα εμβέλειας γύρω από την τοποθεσία που βρίσκεται, προκειμένου να του παρουσιαστούν οι περιοχές στην εμβέλεια αυτή.

3. Δημοτικότητα τόπων κατηγορίας (Place Popularity)

Παρουσιάζεται ένας χάρτης θερμότητας (Heat Map), ο οποίος αντανακλά το επίπεδο δημοτικότητας για τόπους της κατηγορίας. Η αναπαράσταση με τη χρήση Heat Map είναι πολύ βοηθητική, αφού μπορεί να γίνει αντιληπτή η κατανομή δημοτικότητας των τόπων, χωρίς να υπάρχουν πληροφορίες για όλους τους τόπους. Με λίγα λόγια, αυτό που ενδιαφέρει το χρήστη από τη λειτουργία αυτή, είναι να εντοπίσει περιοχές με υψηλή ή χαμηλή δημοτικότητα σε τόπους της συγκεκριμένης κατηγορίας. Όπως και στα Hotspots, η ακτίνα εμβέλειας επιλέγεται από το χρήστη.

5.5 Προφίλ Χρήστη Κινητής Εφαρμογής

Από την αρχική φάση καθορισμού των προδιαγραφών, το αυτόματο κτίσιμο του προφίλ χρήστη θεωρείτο σημαντική δυνατότητα. Κατά τη συλλογή πληροφοριών για την άποψη του κοινού, οι περισσότεροι δήλωσαν ότι προτιμούν την αυτόματα άντληση πληροφοριών προφίλ, παρά τη χειροκίνητη εισαγωγή. Για το λόγω αυτό χρησιμοποιήθηκε μία υβριδική προσέγγιση κτισίματος προφίλ, όπως εξηγείται στην συνέχεια.

Αξιοσημείωτο είναι ότι η ελευθερία του χρήστη δεν περιορίζεται. Η κινητή εφαρμογή παρέχει δυνατότητα login μέσω Facebook, προκειμένου να αντληθούν αυτομάτως κάποιες πληροφορίες. Από την άλλη, υπάρχει η δυνατότητα χειροκίνητης εισαγωγής των πληροφοριών προφίλ, ή ακόμη και η δυνατότητα μη εισαγωγής, η οποία βεβαίως δεν προτείνεται.

Πληροφορίες Προφίλ

Για το κτίσιμο του προφίλ χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες πληροφορίες

1. Χώρα και πόλη γέννησης
2. Χώρα και πόλη διαμονής
3. Παρούσα χώρα και πόλη
4. Κατά πόσο ο χρήστης σπουδάζει
5. Κατά πόσο ο χρήστης εργάζεται

Η παρούσα χώρα και πόλη εξάγονται από την παρούσα τοποθεσία.

Οι υπόλοιπες πληροφορίες μπορούν να αντληθούν μέσω Facebook.

Αξιοποίηση Προφίλ Χρήστη

Ο τρόπος με τον οποίο αξιοποιείται το προφίλ χρήστη είναι η μετατροπή του σε προτιμήσεις. Η κινητή εφαρμογή περιλαμβάνει μία ομάδα από αρχετυπικούς χρήστες (Personas). Για κάθε χρήστη της εφαρμογής, εντοπίζεται ο καταλληλότερος αρχετυπικός χρήστης, δηλαδή αυτός που ταιριάζει περισσότερο. Αφού έχει καθοριστεί ο αρχετυπικός χρήστης, χρησιμοποιούνται κάποιες προκαθορισμένες προτιμήσεις, οι οποίες αντανakλούν το την προσωπικότητα αυτή.

Προτιμήσεις

Οι προτιμήσεις κατηγοριοποιούνται ως

- [Προτιμήσεις διαδρομής](#)
- [Προτιμήσεις επισκέψεων τόπων](#)

Οι προτιμήσεις αυτές μπορούν να προσαρμοστούν από το χρήστη για τον ακριβή καθορισμό των δικών του προτιμήσεων.

Επίσης, πριν από την αξιοποίησή τους, υπάρχει η δυνατότητα αναθεώρησής τους, η οποία είναι εξαιρετικά χρήσιμη σε απαιτητικές συνθήκες πλοήγησης. Περισσότερες πληροφορίες δίνονται στο υποκεφάλαιο [6.3 Λειτουργία Προγραμματισμού Διαδρομής](#).

5.6 Ημερολόγιο Εξερεύνησης Πόλης

Όπως εξηγήθηκε στο υποκεφάλαιο [5.2 Δυνατότητες Κινητής Εφαρμογής](#), η κινητή εφαρμογή παρέχει δυνατότητα καταγραφής του χρονοδιαγράμματος περιήγησης, επισκέψεων και αναμνήσεων του χρήστη.

Για την πρόσβαση στις πληροφορίες χρονολογίου χρησιμοποιείται αλληλεπίδραση μέσω ημερολογίου. Ο χρήστης μπορεί να διατρέξει σε κάποια ημερομηνία μέσω του ημερολογίου και να δει το ιστορικό περιήγησής του, καθώς και τις αναμνήσεις του, για τη συγκεκριμένη ημέρα. Επίσης, μέσω του ημερολογίου μπορούν να προγραμματιστούν μελλοντικές διαδρομές, γεγονός το οποίο διευκολύνει την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή.

Αναμνήσεις μέσω ημερολογίου

Η δυνατότητα ανασκόπησης των αναμνήσεων μέσω του ημερολογίου είναι αρκετά σημαντική για τον τελικό χρήστη. Μία από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν διάφορες πλατφόρμες είναι ο τρόπος αναπαράστασης του χρονολογίου. Αναλόγως της ανάγκης που εξυπηρετεί η πλατφόρμα, προσπαθεί να βρει τον πιο κατάλληλο τρόπο αναπαράστασης. Για παράδειγμα, μία πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης ίσως ενδιαφέρεται λιγότερο για τη χρονική διάσταση, απ' ό,τι για την απόσταση φιλίας των ατόμων που αφορούν το ιστορικό. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, η χρονική διάσταση είναι σημαντική, αφού η ρουτίνα εμπλέκεται αρκετά στον τρόπο με τον οποίο κατανέμονται οι επισκέψεις. Ο χρήστης είναι αρκετά πιθανό να θυμάται την ημέρα της εβδομάδας, την οποία συνήθως επισκέπτεται κάποια καφετέρια ή κάποιο εστιατόριο. Από την άλλη, ίσως είναι δυσκολότερο να θυμηθεί πιο συγκεκριμένο εστιατόριο επισκέφθηκε την προηγούμενη εβδομάδα. Για το λόγο αυτό, η χρήση του ημερολογίου μπορεί να βοηθήσει στον ευκολότερο εντοπισμό των επισκέψεων και αναμνήσεων, οι οποίες με τη σειρά τους διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην εξερεύνηση της πόλης.

5.7 Βιβλιοθήκες για την Κινητή Εφαρμογή

Για τις ανάγκες της κινητής εφαρμογής χρειάστηκαν εξειδικευμένα συστατικά στοιχεία τόσο για τη γραφική αλληλεπίδραση, όσο και για την επικοινωνία με την πλατφόρμα Android. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται εξειδικευμένες βιβλιοθήκες για τον κάθε σκοπό αντίστοιχα. Πιο κάτω δίνονται οι πιο βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν.

A/A	Όνομα	Σύνδεσμος
1.	Google Maps API Web Services	https://github.com/googlemaps/google-maps-services-java
2.	Google Maps Android API Utility Library	https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/utility/
3.	Roboto Calendar View	https://github.com/marcohc/roboto-calendar-view
4.	Material Number Picker	https://github.com/KasualBusiness/MaterialNumberPicker
5.	Dexter	https://github.com/Karumi/Dexter
6.	Facebook SDK	https://developers.facebook.com/docs/android/
7.	Android Asynchronous Http Client	http://loopj.com/android-async-http/

Σκοπός Χρήσης Βιβλιοθηκών

1. Google Maps API Web Services
Χρησιμοποιείται για τις υπηρεσίες που παρέχονται από τα APIs της Google Maps. Συγκεκριμένα χρησιμοποιείται το Google Maps Directions API για υπολογισμό των πιθανών διαδρομών μεταξύ δύο σημείων και για την παροχή οδηγιών διαδρομής.
2. Google Maps Android API Utility Library
Χρησιμοποιείται για πιο εξειδικευμένες δυνατότητες πάνω στο χάρτη. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για το χάρτη θερμότητας (heat-map).
3. Roboto Calendar View
Χρησιμοποιείται για τη γραφική παρουσίαση του ημερολογίου εξερεύνησης πόλης.
4. Material Number Picker
Χρησιμοποιείται για την επιλογή συγκεκριμένου αριθμού, όπως γίνεται στο φίλτρο επιλογής πεδίου τιμής (price range).
5. Dexter
Χρησιμοποιείται για έλεγχο και αίτηση δικαιωμάτων σε πόρους της κινητής συσκευής από την εφαρμογή. Ο έλεγχος και η πιθανή αίτηση γίνονται σε πραγματικό χρόνο στις σημερινές εκδόσεις της πλατφόρμας Android, και λόγω αυτού μία καλή βιβλιοθήκη είναι απαραίτητη. Σε περίπτωση που το δικαίωμα δεν έχει ακόμη δοθεί, ο χρήστης ερωτείται κατά πόσο είναι εντάξει με αυτό.
6. Facebook SDK
Χρησιμοποιείται για σύνδεση του χρήστη μέσω Facebook και για άντληση των πληροφοριών προφίλ του.
7. Android Asynchronous Http Client
Χρησιμοποιείται για ανάκτηση της γνώσης από το RESTful API της κινητής εφαρμογής.

5.8 Γραφικά Κινητής Εφαρμογής

Για τη βελτίωση της εμπειρίας χρήστη, χρησιμοποιήθηκαν τα κατάλληλα εικονίδια κατά την υλοποίηση της γραφικής διεπαφής. Σημαντική είναι η συσχέτιση των εικονιδίων με τις διάφορες λειτουργίες της εφαρμογής, καθώς και με τους διάφορους τύπους πληροφοριών της εφαρμογής. Με τον τρόπο αυτό, ο χρήστης μπορεί να κατανοήσει πιο εύκολα και γρήγορα τη διαδικασία αλληλεπίδρασης, αφού έχει ξαναδεί το εικονίδιο σε κάποιο άλλο σημείο της εφαρμογής.

Πολύ καλό παράδειγμα είναι οι κατηγορίες τόπων. Κάθε κατηγορία έχει το δικό της εικονίδιο. Όταν ο πλοηγούμενος δει το εικονίδιο αυτό στο χάρτη, καταλαβαίνει αυτομάτως ότι ο τόπος αυτός ανήκει στην κατηγορία αυτή, χωρίς να χρειάζεται να δει περισσότερες πληροφορίες.

Τα εικονίδια αντλήθηκαν από τις πιο κάτω διαδικτυακά αρχεία εικονιδίων:

1. IconArchive
<http://www.iconarchive.com/>
2. Icons8
<https://icons8.com/>

Κάποια συστατικά στοιχεία γραφικής διεπαφής επαναχρησιμοποιήθηκαν από την πλατφόρμα Android. Παράλληλα, για κάποια στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν βιβλιοθήκες, όπως περιγράφεται στο προηγούμενο υποκεφάλαιο [5.7 Βιβλιοθήκες για την Κινητή Εφαρμογή](#). Παρ' όλα αυτά, αρκετά συστατικά στοιχεία της γραφικής διεπαφής σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν εκ του μηδενός, προκειμένου να δοθεί κάποια γραφική ταυτότητα στην κινητή εφαρμογή.

5.9 Γενική Αξιολόγηση Κινητής Εφαρμογής

Στο υποκεφάλαιο αυτό παραθέτω κάποιες τεχνικές με τις οποίες μπορεί να γίνει κάποια γενική αξιολόγηση της κινητής εφαρμογής. Για την αξιολόγηση αυτή, η εφαρμογή θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί από άτομα στο στοχευμένο ακροατήριο

1. Συγκριτική αξιολόγηση
Κάποιοι από τους συμμετέχοντες καλούνται να χρησιμοποιήσουν την κινητή εφαρμογή αυτή, ενώ οι υπόλοιποι κάποια άλλη γνωστή εφαρμογή στο χώρο. Αφού δοθούν κατευθυντήριες γραμμές για τις δοκιμές, μπορούμε να υπολογίσουμε τη σχετική αποδοτικότητα μεταξύ των δύο εφαρμογών ως προς τις ανάγκες που εξυπηρετούν (πλοήγηση - εξερεύνηση πόλης).
2. A/B testing
Κάποιοι από τους συμμετέχοντες χρησιμοποιούν την εφαρμογή ως έχει, ενώ οι υπόλοιποι χρησιμοποιούν κάποια ελλιπή έκδοση της εφαρμογής, από την οποία έχουν αφαιρεθεί κομμάτια της λειτουργικότητας. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε πόσο σημαντικό είναι το κάθε κομμάτι της λειτουργικότητας, παρατηρώντας την επίδρασή του από τους συμμετέχοντες με την πλήρη εφαρμογή.

Κεφάλαιο 6

Αλγόριθμοι Κινητής Εφαρμογής

6.1 Ιδιαιτερότητες Αλγορίθμων

Ανακεφαλαίωση

Να θυμηθούμε στο σημείο αυτό ότι, στο κεφάλαιο [4 Εξόρυξη Γνώσης](#) παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται για να παραχθεί η γνώση για τους διάφορους τόπους και τις περιοχές. Η γνώση αυτή είναι στατική εκ φύσεως, αφού αντιπροσωπεύει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και ιδιότητες. Εκτός από τον ενημερωτικό της χαρακτήρα, η γνώση χρησιμοποιείται προς παραγωγή συμπερασμάτων και λήψη αποφάσεων. Οι αποφάσεις αυτές επηρεάζονται άμεσα από το περιβάλλον πλοήγησης (navigation context), όπως αυτό περιγράφεται στη συνέχεια.

Περιβάλλον Πλοήγησης (Navigation Context)

Το περιβάλλον πλοήγησης είναι συνυφασμένο με τη χρονική διάσταση, δηλαδή μας δίνει πληροφορίες για τον πλοηγούμενο, κατά την παρούσα χρονική στιγμή.

Κατ' αρχάς, περιλαμβάνει την τοποθεσία του πλοηγούμενου. Η τοποθεσία αποτελεί τη βασική πληροφορία, η οποία δίνει κάποια ένδειξη για τα αντικείμενα στο περιβάλλον του πλοηγούμενου.

Επίσης, στο περιβάλλον συμπεριλαμβάνεται οποιαδήποτε ανάγκη, η οποία εξυπηρετείται από την κινητή εφαρμογή τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Για παράδειγμα, εάν ο πλοηγούμενος ακολουθεί κάποια διαδρομή για να φτάσει σε κάποιο προορισμό, η ανάγκη που εξυπηρετείται είναι διαφορετική, από το σενάριο όπου ο πλοηγούμενος απλώς αναζητεί τόπους συγκεκριμένης κατηγορίας ενώ γευματίζει.

Δυναμική Παραγωγή Συμπερασμάτων και Αποφάσεων

Το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουμε, είναι η στενή συσχέτιση των αποφάσεων με το περιβάλλον πλοήγησης. Εφόσον το περιβάλλον πλοήγησης είναι δυναμικό, δηλαδή αλλάζει δυναμικά κάθε χρονική στιγμή, τότε ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να παράγονται οι αποφάσεις επιβάλλεται να είναι κατάλληλος για τη δυναμικότητα αυτή. Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται από την κινητή εφαρμογή, οι οποίοι περιστρέφονται γύρω από τη δυναμικότητα αυτή.

6.2 Αλγόριθμος Επιλογής Διαδρομής

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφω τη διαδικασία που επιτελείται, καθώς ο χρήστης επιλέγει κάποια διαδρομή προς πλοήγηση.

Ο πλοηγούμενος καλείται να επιλέξει τα ακόλουθα

- Σημείο εκκίνησης
- Ένα ή περισσότερους προορισμούς

Επιλογή προορισμού (ή σημείου εκκίνησης)

- Για την επιλογή προβάλλονται πληροφορίες για τόπους γύρω από το τελευταίο σημείο διαδρομής που καθορίστηκε.
- Για τον καθορισμό του σημείου εκκίνησης, χρησιμοποιείται η παρούσα τοποθεσία ως σημείο αναφοράς.

Η επιλογή προορισμού μπορεί να γίνει με δύο τρόπους

1. Επιλογή τοποθεσίας στο χάρτη
 - Προβάλλεται ο χάρτης γύρω από το τελευταίο σημείο διαδρομής που καθορίστηκε
 - Επιλέγεται ένα σημείο στο χάρτη
 - Υπάρχει δυνατότητα αναζήτησης κάποιου σημείου
2. Επιλογή συγκεκριμένου τόπου
 - Προβάλλονται οι τόποι γύρω από το τελευταίο σημείο διαδρομής που καθορίστηκε
 - Υπάρχει η δυνατότητα φιλτραρίσματος και ταξινόμησης των τόπων
 - Επιλέγεται ένας από τους τόπους αυτούς

Εκμετάλλευση γνώσης τόπων

Ο δεύτερος τρόπος επιλογής προορισμού (επιλογή συγκεκριμένου τόπου) δίνει σημαντικό πλεονέκτημα στη διαδικασία καθορισμού διαδρομής. Εφόσον επιλεγεί κάποιος από τους τόπους, οι οποίοι παρέχονται από την εφαρμογή, τότε υπάρχει διαθέσιμη η γνώση που έχει παραχθεί από τη διαδικασία εξόρυξης. Η γνώση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την εφαρμογή για να εντοπίσει προβλήματα, να δώσει λύσεις σε αυτά, καθώς επίσης και να προτείνει πιθανές βελτιστοποιήσεις, με βάση τις προτιμήσεις του πλοηγούμενου. Ο έλεγχος αυτός γίνεται σε περίπτωση προγραμματισμού κάποιας μελλοντικής διαδρομής, όπως περιγράφεται στο επόμενο υποκεφάλαιο ([6.3 Λειτουργία Προγραμματισμού Διαδρομής](#)). Ο έλεγχος δεν γίνεται για διαδρομές που προγραμματίζονται για άμεσα εκτέλεση, αφού ο πλοηγούμενος έχει ήδη αποφασίσει τους προορισμούς του.

Caching περιβάλλοντος διαδρομής

Όπως έχει συζητηθεί προηγουμένως, ακολουθείται η τακτική του προληπτικού caching, ούτως ώστε να είναι διαθέσιμες κατά τη ζήτησή τους από κάποια λειτουργία (υποκεφάλαιο [5.1 Αρχιτεκτονική Κινητής Εφαρμογής](#)). Στην περίπτωση της πλοήγησης, θέλουμε διαθέσιμες τις πληροφορίες για το περιβάλλον του μονοπατιού διαδρομής, εφόσον έχει ξεκινήσει η πλοήγηση. Μόλις ο χρήστης καθορίσει κάποιο προορισμό για τη διαδρομή, αυτομάτως αρχίζει το caching των πληροφοριών που αφορούν τη διαδρομή, στο υπόβαθρο.

Συνδυασμός τμημάτων διαδρομής για πολλαπλούς προορισμούς

Η κινητή εφαρμογή παρέχει πέραν του ενός εναλλακτικά (υποψήφια) μονοπάτια για κάθε διαδρομή. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα καθορισμού πολλαπλών προορισμών. Η διαδρομή μεταξύ κάθε ζεύγους διαδοχικών προορισμών (ή σημείου εκκίνησης και πρώτου προορισμού) ορίζονται ως τμήματα διαδρομής. Έτσι, καταλήγουμε σε ένα σύνολο από πιθανά μονοπάτια για τη τμήμα διαδρομής, τα οποία πρέπει να συνδεθούν προς παραγωγή των τελικών υποψηφίων μονοπατιών.

Για τη σύνδεση των υποψηφίων τμημάτων διαδρομής, χρησιμοποιούνται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί μονοπατιών, για τους οποίους ο πλοηγούμενος θα περάσει από όλους τους καθορισμένους προορισμούς. Στο ακόλουθο Figure μπορούμε να δούμε κάποιο παράδειγμα συνδυασμού, για 3 τμήματα διαδρομής (δύο προορισμοί), όπου υπάρχουν τρία, δύο και δύο υποψήφια μονοπάτια αντίστοιχα.

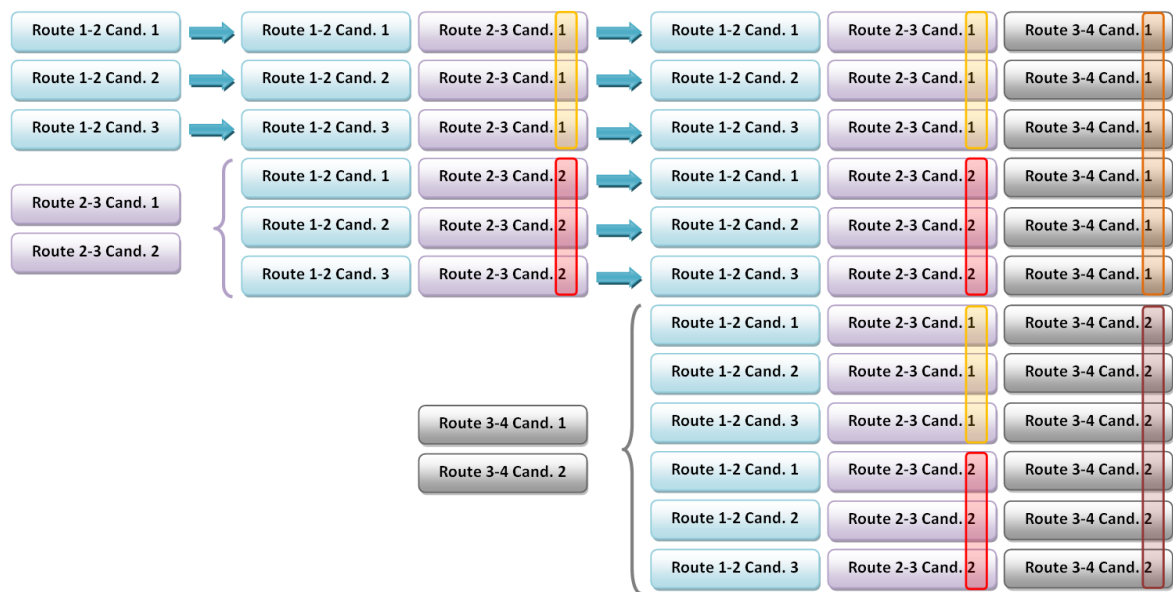


Figure 6.1: Παράδειγμα Συνδυασμού Υποψηφίων Διαδρομών

6.3 Λειτουργία Προγραμματισμού Διαδρομής

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφω τη λειτουργία, η οποία είναι υπεύθυνη για προγραμματισμό μελλοντικών διαδρομών. Οι διαδρομές κρατούνται στην κινητή εφαρμογή, ούτως ώστε να εκτελεστούν κάποια στιγμή στο κοντινό μέλλον.

Ο πλοηγούμενος καλείται να επιλέξει τα ακόλουθα

- Όνομα και περιγραφή διαδρομής
- Ημερομηνία διαδρομής
- Ώρα εκκίνησης (προσεγγιστικά)
- Ώρα τερματισμού (προσεγγιστικά)
- [Προορισμοί διαδρομής](#)
- [Προτιμήσεις διαδρομής](#)
- [Προτιμήσεις επισκέψεων τόπων](#)

Αλληλεπίδραση με τον χρήστη

1. Κατ' αρχάς, ο χρήστης καλείται να καθορίσει τις ανάγκες του για την προγραμματιζόμενη διαδρομή, όπως αναλύονται πιο πάνω.
2. Αφού εισαχθούν οι επιθυμητοί προορισμοί, υπολογίζονται οι υποψήφιες διαδρομές, όπως περιγράφεται στο προηγούμενο υποκεφάλαιο ([6.2 Αλγόριθμος Επιλογής Διαδρομής](#)).
3. Με την ολοκλήρωση καθορισμού των αναγκαίων πληροφοριών, ο χρήστης μπορεί πλέον να συνεχίσει σε μία σύνοψη των υποψηφίων διαδρομών, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

Αμέσως πριν την προβολή της σύνοψης, εκτελείται έλεγχος για ζητήματα, λύσεις και βελτιστοποιήσεις. Βάσει αυτών, ο χρήστης μπορεί να πάρει κάποια ιδέα για αναθεώρηση της διαδρομής του, χωρίς να υποχρεούται να ακολουθήσει τις συμβουλές αυτές.

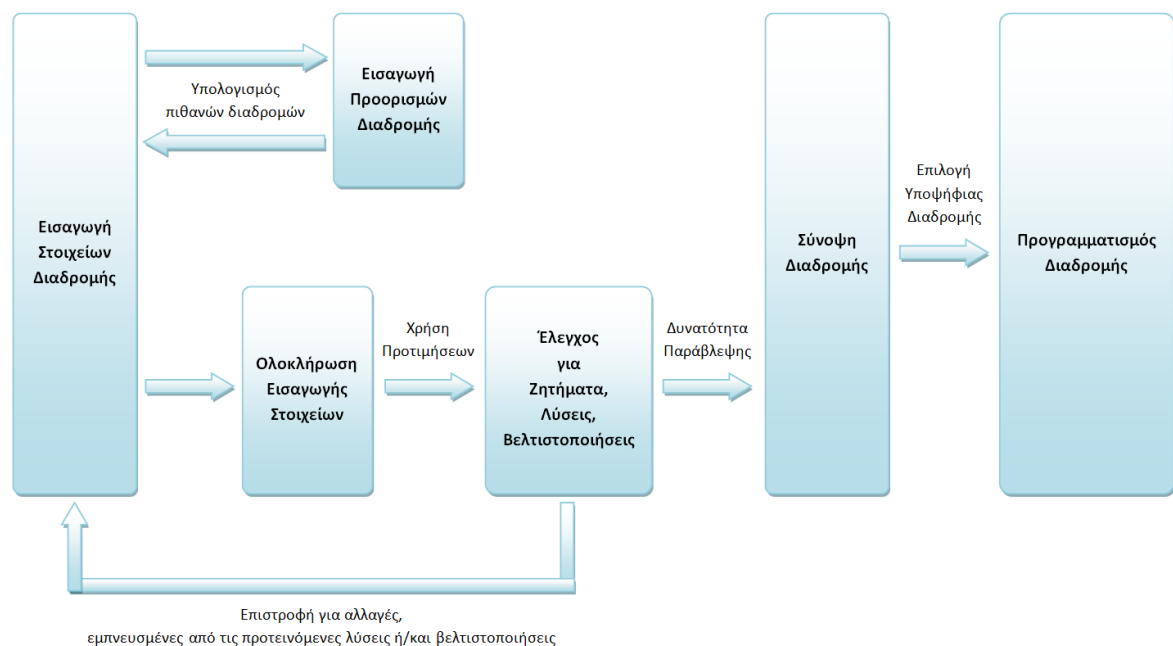


Figure 6.2: Διαδικασία Προγραμματισμού Διαδρομής

Ζητήματα, Λύσεις και Βελτιστοποιήσεις

Για τον έλεγχο αυτό, χρησιμοποιούνται οι καθορισμένες προτιμήσεις επισκέψεων. Ανάλογα με το προφίλ κάθε χρήστη, η κινητή εφαρμογή χρησιμοποιεί κάποιες προκαθορισμένες προτιμήσεις ([5.5 Προφίλ Χρήστη Κινητής Εφαρμογής](#)). Οι προτιμήσεις μπορούν να αναθεωρηθούν κατά τον καθορισμό των αναγκών διαδρομής. Τα κριτήρια που καθορίζονται στις προτιμήσεις αυτές παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα.

Κριτήριο	Επιρροή
Πολυσύχναστο κατά την ώρα επίσκεψης	Κάποιοι προτιμούν τόπους με λιγότερα άτομα, ενώ άλλοι με περισσότερα.
Αξιολόγηση	Ο βαθμός αξιολόγησης κάθε τόπου (rating) έχει επιρροή στην εικόνα που έχει πληθυσμός για την ποιότητά του.

Πίνακας 6.3: Κριτήρια Προτιμήσεων Επισκέψεων

Σύνοψη Διαδρομής

Ο σκοπός της φάσης αυτής, είναι η επιβεβαίωση των εισαχθέντων στοιχείων που αφορούν την προγραμματιζόμενη διαδρομή. Κατά τη φάση αυτή, ο πλοηγούμενος μπορεί να επιθεωρήσει τις πιθανές διαδρομές και να επιλέξει αυτήν που προτιμά περισσότερο. Οι πιθανές διαδρομές περνούν από φιλτράρισμα και παρουσιάζονται ταξινομημένες, από τη βέλτιστη μέχρι τη χειρότερη, σύμφωνα με τις καθορισμένες προτιμήσεις διαδρομής.

Πληροφορίες που παρουσιάζονται

- Όνομα και περιγραφή διαδρομής
- Ημερομηνία διαδρομής
- Ώρα εκκίνησης
- Ώρα τερματισμού
- Υποψήφιες διαδρομές (από τη βέλτιστη)
- Πληροφορίες για τη βέλτιστη διαδρομή
 - Απόσταση
 - Διάρκεια

Προτιμήσεις Διαδρομής

Ανάλογα με το προφίλ κάθε χρήστη, η κινητή εφαρμογή χρησιμοποιεί κάποιες προκαθορισμένες προτιμήσεις ([5.5 Προφίλ Χρήστη Κινητής Εφαρμογής](#)). Οι προτιμήσεις μπορούν να αναθεωρηθούν κατά τον καθορισμό των αναγκών διαδρομής. Τα κριτήρια που καθορίζονται στις προτιμήσεις διαδρομής παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα.

Κριτήριο	Επιρροή
Ορόσημα συγκεκριμένων κατηγοριών	Ο πλοηγούμενος νιώθει περισσότερη οικειότητα με συγκεκριμένο είδος τόπων (π.χ. ξενοδοχεία).
Μικρή Απόσταση	Εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες διακίνησης. Για παράδειγμα κάποιος φοιτητής, πολύ πιθανόν να προτιμά μικρότερη διάρκεια διαδρομής.
Μικρή Διάρκεια	
Πολλά ορόσημα	Όσο περισσότερα ορόσημα υπάρχουν, τόσο περισσότεροι είναι και οι εναλλακτικοί τρόποι προσανατολισμού.
Δημοφιλή Ορόσημα	Ευκολία εντοπισμού
Διαδρομή με κοντινότερα ορόσημα	Ο πλοηγούμενος δεν είναι οικείος με την περιοχή. Συνεπώς, κοντινότερα ορόσημα παρέχουν μεγαλύτερη πιθανότητα εντοπισμού τους.
Ανοικτό κατά την ώρα επίσκεψης	Εννοείτε πως κάποιος θέλει να επισκεφθεί κάποιο ανοικτό τόπο.
Απόσταση από παρούσα τοποθεσία	Κάποιοι απωθούνται από μακρινές διαδρομές, ενώ κάποιοι άλλοι όχι.

Πίνακας 6.4: Κριτήρια Προτιμήσεων Διαδρομής

6.4 Αλγόριθμος Πλοήγησης

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζω τον αλγόριθμο, ο οποίος ενσωματώνει τη φιλοσοφία πλοήγησης μέσω οροσμήων, η οποία είναι αποτελεί βασικό στόχο της Διπλωματικής Εργασίας.

Δεδομένα κατά τη διάρκεια της διαδρομής

- Προορισμοί (έχουν καθοριστεί από τον πλοηγούμενο)
- Σημεία απόφασης
- Σημεία αλλαγής κατεύθυνσης
- Περιβάλλον διαδρομής
- Οδηγίες πλοήγησης (λαμβάνονται από τον παροχέα οδηγιών Google Maps μέσω του Google Maps Directions API)

Σημείο Απόφασης (Decision Point)

Ορίζεται ως κάποιο σημείο στο μονοπάτι της διαδρομής, στο οποίο ο πλοηγούμενος χρειάζεται να λάβει κάποια απόφαση. Για κάθε σημείο απόφασης, δίνεται στον πλοηγούμενο κάποια οδηγία σχετικά με την κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθήσει.

Τμήμα Διαδρομής (Route Segment)

Είναι οποιοδήποτε ευθύγραμμο τμήμα, το οποίο ανήκει στο μονοπάτι της διαδρομής. Αποτελεί τη βασική μονάδα αναπαράστασης της διαδρομής, δηλαδή κάθε διαδρομή αναπαριστάται ως μία ακολουθία από τμήματα διαδρομής.

Η μονάδα αναπαράστασης αυτή έχει ως σκοπό τη σταθερότητα πλοήγησης (robustness), έναντι των δύο βασικών ζητημάτων που υπάρχουν κατά την πλοήγηση:

- Οι τεχνολογίες γεωγραφικής τοποθέτησης έχουν κάποιο άνω φράγμα ακρίβειας.
- Ο πλοηγούμενος ενδέχεται να κάνει μία στάση, ή να ξεφύγει ελαφρώς από την ακριβή του πορεία.

Τα δύο πιο πάνω ζητήματα προκαλούν τα εξής προβλήματα:

- Αβεβαιότητα για το κατά πόσο ο πλοηγούμενος βρίσκεται ακόμη στα πλαίσια της διαδρομής και του συγκεκριμένου τμήματός της.
- Ανακρίβεια υπολογισμού σχετικής απόστασης μεταξύ πλοηγούμενου και σημείων στο περιβάλλον του.

Σημείο αλλαγής κατεύθυνσης

Ορίζεται ως κάποιο σημείο, το οποίο συνδέει δύο ευθύγραμμα τμήματα του μονοπατιού της διαδρομής, όπου και υπάρχει αλλαγή κατεύθυνσης της πορείας. Τα σημεία αλλαγής κατεύθυνσης χρησιμοποιούνται για διαχωρισμό του μονοπατιού σε ευθύγραμμα τμήματα. Ο διαχωρισμός έχει ως σκοπό τον ακριβή υπολογισμό της σχετικής απόστασης από τα ορόσημα.

Περιβάλλον διαδρομής

Το περιβάλλον διαδρομής περιλαμβάνει τα ορόσημα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάποια συγκεκριμένη διαδρομή. Τα ορόσημα διαδρομής κατηγοριοποιούνται σε "ορόσημα απόφασης" (ΟΑ) και "ενδιάμεσα ορόσημα" (ΕΟ). Κάθε ορόσημο ανήκει σε μία ακριβώς κατηγορία.

Περιλαμβάνει τις εξής πληροφορίες

- Ορόσημα διαδρομής
- Κατηγοριοποίηση οροσήμων σε ΟΑ και ΕΟ
- Αντιστοίχιση οροσήμων στα ΟΑ και ΕΟ
- Αποστάσεις οροσήμων από τα σημεία χρήσης τους (ΟΑ και ΕΟ)

Ανά πάσα χρονική στιγμή υπολογίζονται τα εξής

- Σχετική τοποθεσία πλοηγούμενου
- Επόμενο σημείο απόφασης
- Επόμενο σημείο αλλαγής κατεύθυνσης
- Εάν ο πλοηγούμενος πλησιάζει σε σημείο απόφασης ή το έχει μόλις περάσει

Οδηγίες Πλοήγησης

Οι οδηγίες κατηγοριοποιούνται ως εξής

1. Οδηγίες απόφασης (ΟΔΑ)
2. Οδηγίες ροής διαδρομής (ΟΡΟΔ)

1. Οδηγίες απόφασης (ΟΔΑ)

- Οδηγίες που υποβοηθούν κάποια απόφαση, η οποία πρέπει να ληφθεί από τον πλοηγούμενο.
- Οι οδηγίες απόφασης δίνονται στα σημεία απόφασης, όπου δηλαδή υπάρχει ανάγκη για λήψη κάποια αποφάσεως.
- Αφορούν συνήθως την αλλαγή δρόμου στο οδικό δίκτυο.

2. Οδηγίες ροής διαδρομής (ΟΡΟΔ)

- Οδηγίες που αφορούν τη ροή πορείας του πλοηγούμενου μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων απόφασης.
- Οι οδηγίες ροής διαδρομής έχουν ως σκοπό την επιβεβαίωση του πλοηγούμενου για την ορθότητα της πορείας που ακολουθεί.
- Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μόνες τους ως κατευθυντήριες εντολές, αλλά χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν τις εντολές απόφασης.

Χρήση οροσήμων στην πλοήγηση

Όπως προαναφέρθηκε τα ορόσημα κατηγοριοποιούνται σε ΟΑ και ΕΟ. Τα ορόσημα χρησιμοποιούνται τόσο για ΟΔΑ, όσο και για ΟΡΟΔ, όπως εξηγείται.

1. Χρήση Οροσήμων Απόφασης (ΟΑ) στην πλοήγηση

Χρησιμοποιούνται για ενίσχυση των Οδηγιών Απόφασης (λεκτικές οδηγίες). Για κάθε οδηγία απόφασης επιλέγεται το καλύτερο ορόσημο (αν υπάρχει), με τη χρήση του οποίου προστίθεται κάποιο σημείο αναφοράς στον πλοηγούμενο. Το σημείο αναφοράς μπορεί να βοηθήσει στον προσανατολισμό για ευκολότερη επιλογή της σωστής νέας κατεύθυνσης.

2. Χρήση Ενδιάμεσων Οροσήμων (ΕΟ) στην πλοήγηση

Για κάθε τμήμα διαδρομής, χρησιμοποιούνται τα ενδιάμεσα ορόσημα που αντιστοιχούν σε αυτό. Μόλις ο πλοηγούμενος εισέλθει στο τμήμα διαδρομής, επιλέγονται τα ενδιάμεσα ορόσημα που θα χρησιμοποιηθούν, και υπολογίζονται οι απαραίτητες πληροφορίες. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην εκμάθηση και αναγνώριση του δρόμου στον οποίο πλοηγείται.

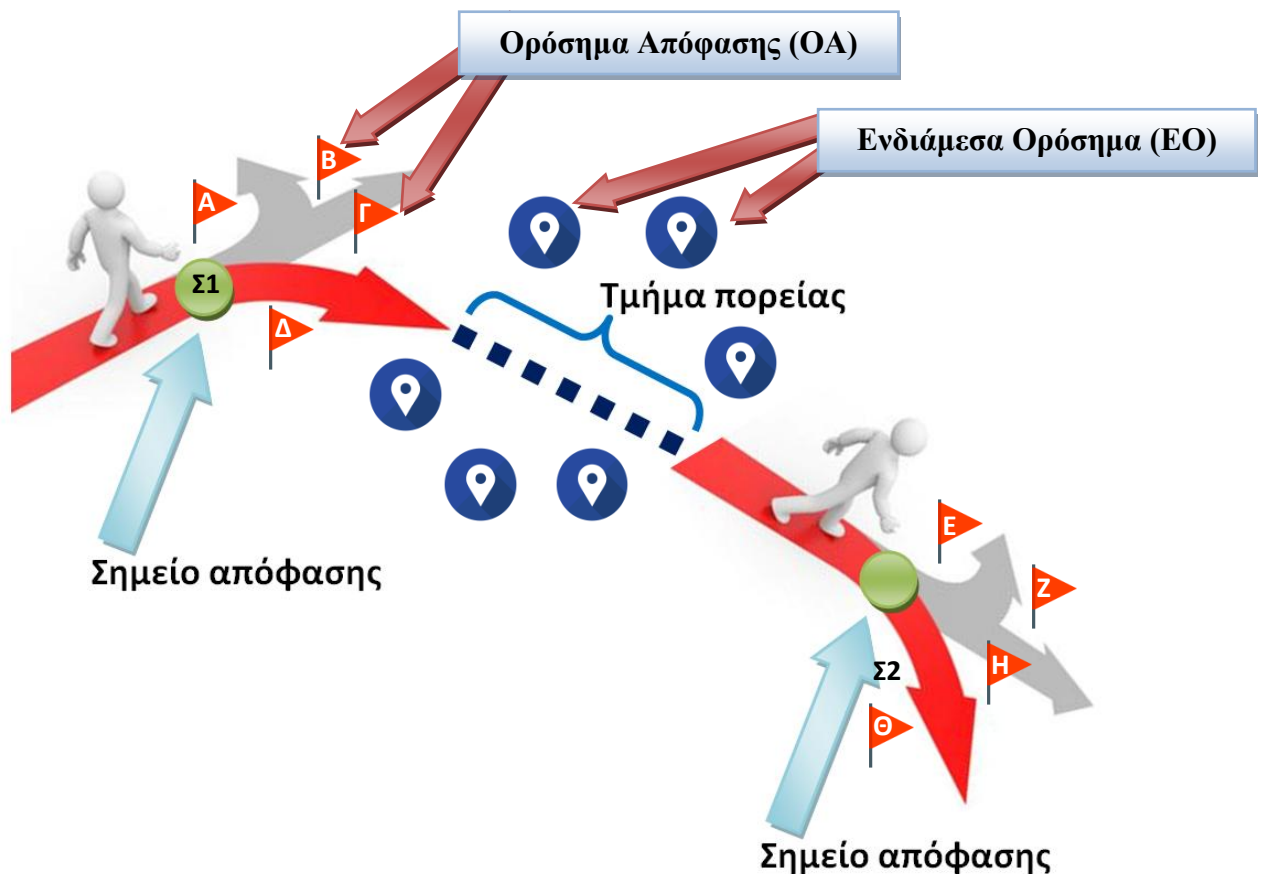


Figure 6.5: Κατηγοριοποίηση Οροσήμων

Σενάριο Χρήσης Οροσήμου

Έστω ότι τμήμα της προτεινόμενης διαδρομής έχει ως εξής:

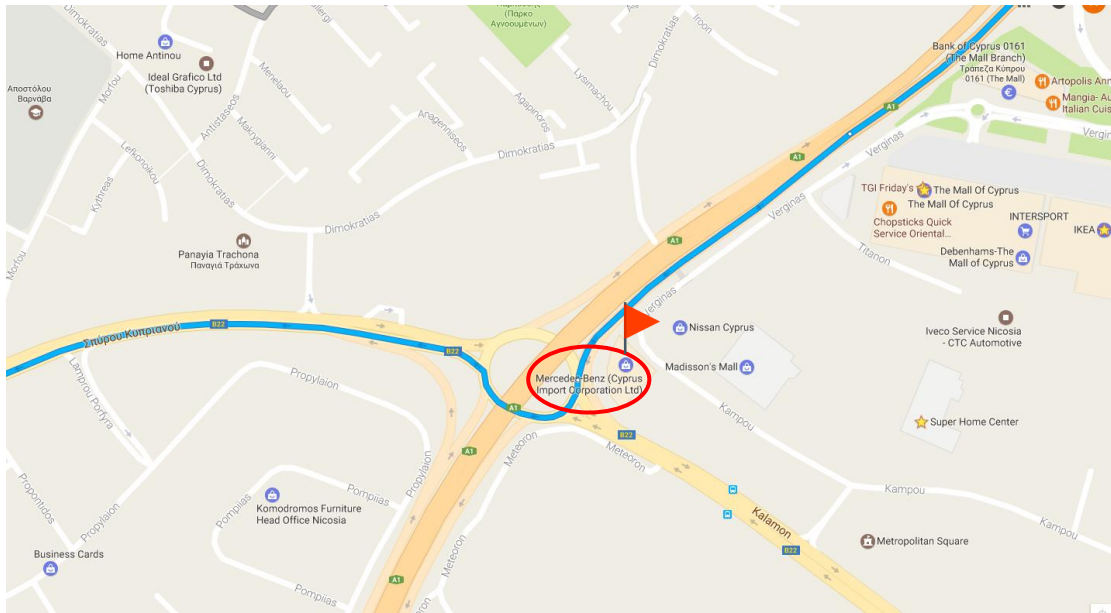


Figure 6.6: Σενάριο Χρήσης Οροσήμου σε Διαδρομή

Από τον κυκλικό κόμβο ο πλοηγούμενος πρέπει να ακολουθήσει την τρίτη έξοδο.

Παρατηρούμε ότι υπάρχει ένα αρκετά καλό ορόσημο δίπλα από τον κυκλικό κόμβο. Είναι ακριβώς δίπλα, είναι ευδιάκριτος τόπος, συγκεκριμένα βιτρίνα αυτοκινήτων.

Δυναμικές Πληροφορίες Οροσήμου

- Σχετική θέση οροσήμου ως προς πλοηγούμενο
- Σημείο βέλτιστης ορατότητας οροσήμου

Εφόσον ο πλοηγούμενος μετακινείται, οι πιο πάνω πληροφορίες είναι δυναμικές, δηλαδή μεταβάλλονται συνεχώς.

Στο επόμενο υποκεφάλαιο περιγράφεται ο αλγόριθμος με τον οποίο υπολογίζονται οι δυναμικές αυτές πληροφορίες.

6.5 Αλγόριθμος Σχετικής Θέσης Οροσήμου

Ο στόχος του αλγορίθμου αυτού είναι ο υπολογισμός της σχετικής θέσης κάποιου οροσήμου, ως προς τη θέση του πλοηγούμενου, σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή.

Η σχετική θέση περιλαμβάνει

- Απόσταση από τον πλοηγούμενο
- *Σχετική κατεύθυνση από τον πλοηγούμενο
- Κάθετη απόσταση από το τμήμα διαδρομής
- Γωνία απόκλισης μεταξύ τμήματος διαδρομής και οροσήμου

*Η σχετική κατεύθυνση μπορεί να έχει κάποια από τις εξής τιμές

- Αριστερά
- Δεξιά
- Απέναντι
- Εκτός οπτικού πεδίου (το ορόσημο δεν είναι ορατό από τον πλοηγούμενο)

Στο [Figure 6.7](#) παρουσιάζεται ο διαχωρισμός του οπτικού πεδίου του πλοηγούμενου, στις τέσσερις πιο πάνω κατηγορίες.

Στο [Figure 6.8](#) παρουσιάζονται οι πληροφορίες για τη σχετική θέση κάποιου οροσήμου, οι οποίες αναλύονται πιο κάτω.

Απόσταση προβολής

Ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ της παρούσας θέσης του πλοηγούμενου και του σημείου προβολής του οροσήμου πάνω στο τμήμα διαδρομής. Αποτελεί ποσοτική ένδειξη της απόστασης που απομένει μέχρι να μεγιστοποιηθεί η πιθανότητα ο πλοηγούμενος να μπορεί να διακρίνει το ορόσημο.

Υπολογισμός απόστασης προβολής

Από τη σχετική θέση του οροσήμου χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα

- Απόσταση
- Κάθετη απόσταση από τμήμα διαδρομής

Συνεπώς, αυτό που χρειάζεται είναι ο υπολογισμός της τρίτης πλευράς του τριγώνου.

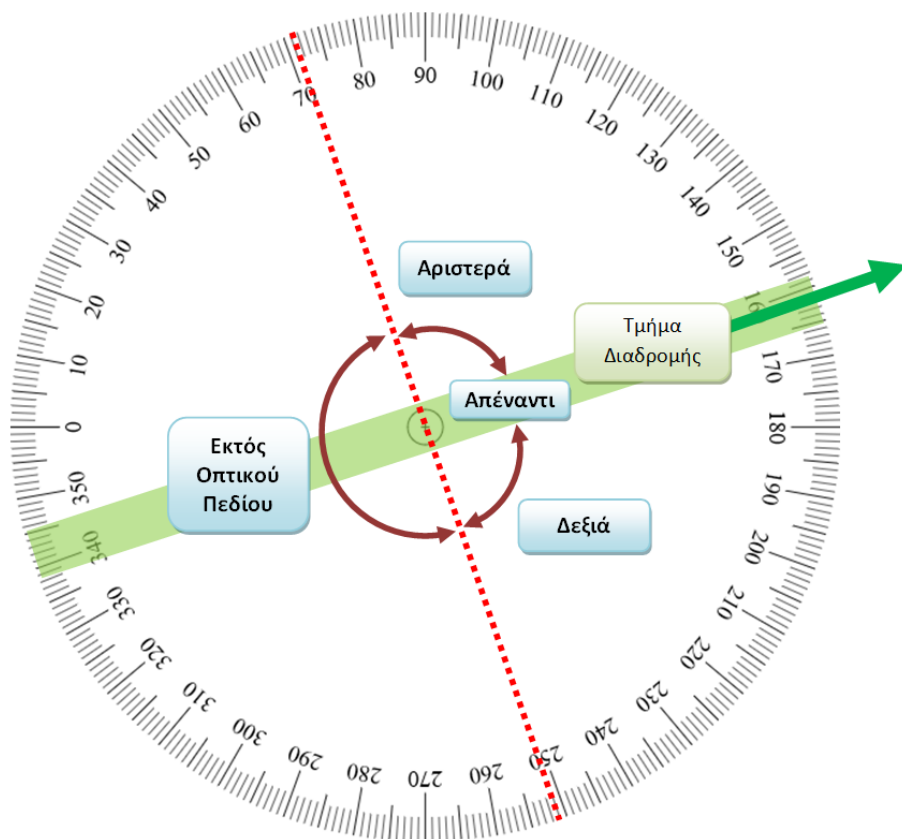


Figure 6.7: Σχετική Κατεύθυνση Οροσήμου

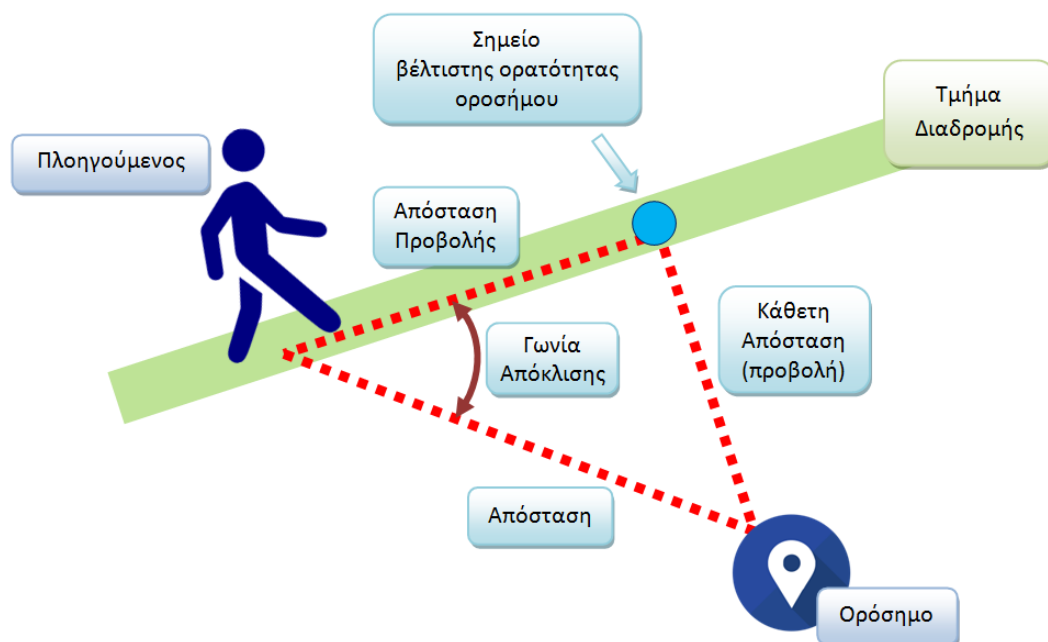


Figure 6.8: Σχετική Θέση Οροσήμου

Πεδίο Βέβαιης Ορατότητας Οροσήμου

Η μέγιστη απόσταση προβολής για την οποία θεωρείται ότι υπάρχει υψηλή πιθανότητα ορατότητας του οροσήμου, έχει οριστεί ως σταθερά (10 μέτρα).

Για κάθε ορόσημο που χρησιμοποιείται ως οδηγία:

- Υπολογίζεται η σχετική του θέση
- Υπολογίζεται η απόσταση προβολής του
- Εάν η απόσταση προβολής δεν ξεπερνά το όριο απευθείας προβολής
 - Τότε, θεωρείται ότι υπάρχει υψηλή πιθανότητα ορατότητας του οροσήμου
 - Αλλιώς, συμπεριλαμβάνεται στην οδηγία η απόσταση προβολής

Η οδηγία έχει τη μορφή

"Μπορείς να δεις το <ΟΝΟΜΑ ΤΟΠΟΥ> στα <ΣΧΕΤΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ> σου"

ή

"Σε Χ μέτρα θα δεις το <ΟΝΟΜΑ ΤΟΠΟΥ> στα <ΣΧΕΤΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ> σου"

6.6 Αλγόριθμος Επιλογής Οροσήμων

Κατά την πλοήγηση, ανά πάσα χρονική στιγμή ενδέχεται να υπάρξουν αρκετά υποψήφια ορόσημα. Η εμπειρία χρήστη τείνει να μειώνεται, καθώς η πληροφορία που παρουσιάζεται αυξάνεται. Ο τελικός χρήστης αναμένει να λάβει την κατάλληλη πληροφορία, την πιο κατάλληλη χρονική στιγμή. Λόγω αυτού, δεν είναι επιθυμητή η ενημέρωσή του για όλα τα υποψήφια ορόσημα. Αντί αυτού, το ζητούμενο στο σημείο αυτό, είναι η επιλογή υποσυνόλου των οροσήμων, τα οποία κρίνονται ως τα καταλληλότερα για τη συγκεκριμένη περίπτωση.

Μέγιστος αριθμός επιλεγθέντων οροσήμων

Λόγω της δυναμικής μετακίνησης του πλοηγούμενου, η χρησιμότητα κάποιου οροσήμου ενδέχεται να μειωθεί ύστερα από μετακίνησή του, ακόμη και για μικρές αποστάσεις. Με λίγα λόγια, το ορόσημο ενδεχομένως να μην είναι ορατό από τη νέα τοποθεσία, ή να υπάρχει κάποιο καλύτερο ορόσημο. Λόγω αυτού, η βέλτιστη λύση θα ήταν η επιλογή ενός μόνο οροσήμου δηλαδή του βέλτιστου. Από την άλλη, υπάρχει το ενδεχόμενο κάποιο ορόσημο να μην είναι χρήσιμο για κάποιο υποσύνολο χρηστών. Για παράδειγμα, κάποιος κάτοικος άλλης πόλης στην ίδια χώρα μπορεί να γνωρίζει περισσότερα μέρη στην πόλη, απ' ό,τι κάποιος επισκέπτης από άλλη χώρα. Συνεπώς, αποφασίστηκε όπως γίνεται επιλογή των δύο καλύτερων οροσήμων, έχοντας το δεύτερο ως εναλλακτική λύση.

Η επιλογή γίνεται ως εξής

- Τα υποψήφια ορόσημα ταξινομούνται με πρώτο το βέλτιστο ορόσημο
- Επιλέγονται τα πρώτα δύο ορόσημα

Ταξινόμηση Οροσήμων

Κριτήρια Ταξινόμησης

1. Μικρότερη απόσταση από τον παρών δρόμο (κάθετη απόσταση)
2. Μικρότερη απόσταση από παρούσα τοποθεσία
3. Κατηγορία τόπου

Σημαντική παράμετρος: - Ώρα

Αρχικά, γίνεται έλεγχος για το κατά πόσο υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια, ούτως ώστε να μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι ημέρα. Η ταξινόμηση λαμβάνει υπόψη την παράμετρο αυτή, δηλαδή κατά πόσο είναι ημέρα ή νύκτα. Η παράμετρος χρησιμοποιείται για το τρίτο κριτήριο (Κατηγορία τόπου), όπως εξηγείται ακολούθως.

Για να υπολογιστεί κατά πόσο είναι ημέρα ή νύκτα, χρησιμοποιήθηκε υλοποίηση κάποιου αλγορίθμου υπολογισμού της θέσης του ήλιου. Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε παρέχεται από το National Oceanic & Atmospheric Administration του U.S. Department of Commerce, στον πιο κάτω σύνδεσμο:

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/solareqns.PDF>

Κριτήριο 3: Κατηγορία Τόπου

Όπως έχει εξηγηθεί, κάθε ορόσημο είναι κάποιος τόπος. Λόγω αυτού, έχουμε στη διάθεσή μας πληροφορίες για τις κατηγορίες στις οποίες εμπίπτει (οι κατηγορίες φαίνονται στο υποκεφάλαιο [2.3 Κατηγορίες Τόπων](#)). Όπως αναφέρεται στο υποκεφάλαιο [5.3 Εκμετάλλευση Γνώσης από Κινητή Εφαρμογή](#), έχει γίνει κάποια στατική ανάλυση κάθε περιοχής, προκειμένου να εξαχθούν κάποια χαρακτηριστικά για κάθε ομάδα κατηγοριών στην περιοχή (Category Clusters ανά τετραγωνισμένη περιοχή). Χρησιμοποιώντας μία ακολουθία από κριτήρια για τα χαρακτηριστικά αυτά, οι κατηγορίες στην περιοχή ταξινομούνται ως προς την καταλληλότητά τους για χρήση στην πλοήγηση.

Αφού ολοκληρωθεί η ταξινόμηση των κατηγοριών, έχουμε μία σειρά προτεραιότητας κατηγοριών, με πρώτη την καταλληλότερη κατηγορία. Το κριτήριο "Κατηγορία τόπου", ελέγχει την κατάταξη των κατηγοριών του κάθε οροσήμου. Δύο ορόσημα στο ίδιο περίπου σημείο, μπορούν να συγκριθούν για την καταλληλότητά τους, αναλόγως της κατάταξης των κατηγοριών του καθενός. Σε περίπτωση που κανένα από τα πρώτα δύο κριτήρια δεν εντοπίσουν κάποια σημαντική διαφορά στην απόσταση του οροσήμου, τότε λαμβάνεται υπόψη η κατάταξη της κατηγορίας.

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα

Στο υποκεφάλαιο αυτό, θα ήθελα να παραθέσω κάποιες από τις εμπειρίες που έχω διδαχθεί μέσα από την εκπόνηση της Διπλωματικής μου Εργασίας.

7.1 Δεδομένα Εφαρμογής

Η διαχείριση δεδομένων που αφορούν τόπους, και γενικότερα χωρικών δεδομένων, είναι μία αρκετά πολύπλοκη διαδικασία. Ποικίλες παράμετροι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, συμπεριλαμβανομένων του όγκου δεδομένων, των αναγκών ανάλυσης δεδομένων, και της επιθυμητής ποιότητας εξυπηρέτησης (QoS).

Όγκος Δεδομένων

Ο καθορισμός της σημαντικότητας κάθε στοιχείου που κρατείται, αποτελεί σημαντικό κριτήριο επιτυχίας για όσους ασχολούνται με τέτοιου είδους δεδομένα. Λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων, ο πλεονασμός μπορεί να προκαλέσει τεράστια προβλήματα επίδοσης, αποθήκευσης και διαχείρισης. Από την εμπειρία που απέκτησα στα πλαίσια της εκπόνησης, θεωρώ σημαντική την καλλιέργεια των δεδομένων σε επαυξήσεις, αρχίζοντας με τα σημαντικότερα δεδομένα. Εις βάθος χρόνου, τα δεδομένα μπορούν να ανθίσουν και να γεννήσουν πολύτιμες ευκαιρίες εκμετάλλευσης, προς παραγωγή νέας γνώσης, φυσικά με την κατάλληλη διαχείριση και συλλογή.

Συγχώνευση Ετερογενών Δεδομένων

Κατά την άντληση δεδομένων από τους διάφορους παροχείς δεδομένων, είχα συνειδητοποιήσει ότι η συγχώνευση δεδομένων από διαφορετικούς παροχείς είναι αναγκαία.

Για να γίνει πιο κατανοητή η ανάγκη αυτή παραθέτω ένα απλό σενάριο. Έστω ότι κάποιος τόπος X βρίσκεται στο μητρώο δύο παρόχων. Συνεπώς, η κινητή εφαρμογή ανακτά πληροφορίες για τον τόπο αυτό δύο φορές. Ο τελικός χρήστης, κατά την αναζήτηση του για τόπους, βλέπει τον ίδιο τόπο X δύο φορές στο σύστημα. Αυτομάτως, η εμπειρία χρήστη μειώνεται, καθώς το γεγονός αυτό θα διεγείρει τον προβληματισμό του χρήστη, τόσο για τον τόπο X, όσο και για την ποιότητα της εφαρμογής.

Πέραν όμως από τη λύση στο πιο πάνω πρόβλημα, η συγχώνευση μπορεί να βοηθήσει αρκετά και με άλλους τρόπους. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρέχει, είναι η μεγιστοποίηση της πιθανότητας διαθεσιμότητας κάποιας πληροφορίας για κάποιον τόπο. Με λίγα λόγια, όσο αυξάνονται οι πηγές πληροφόρησης, τόσο πιο βέβαιοι θα είμαστε για τη διαθεσιμότητα κάποιου υποσύνολου της πληροφορίας. Συγκεκριμένα, ένα πολύ καλό παράδειγμα αποτελεί η πληροφορία "Opening Hours". Οι ώρες λειτουργίας είναι δύσκολο να συλλεχθούν από τους παροχείς και λόγω αυτού συνήθως αδυνατούν να παρέχουν μεγάλο υποσύνολο της πληροφορίας. Εφόσον χρησιμοποιούμε την ένωση των πληροφοριών από πολλαπλές πηγές, μπορούμε να καλύψουμε αρκετά από τα κενά διαθεσιμότητας κάθε πηγής, μέσω των υπολοίπων πηγών.

Στο σημείο αυτό, θεωρώ αξιοσημείωτη την πρόκληση που δημιουργείται κατά την απόπειρα μίας τέτοιας συγχώνευσης. Εφόσον έχουμε στη διάθεσή μας διαφορετικά υποσύνολα πληροφορίας από κάθε παροχέα, η σύγκριση και ταυτοποίηση των τόπων μεταξύ τους γίνεται μία εξαιρετικά δύσκολη διαδικασία. Για να αντιμετωπίσω την πρόκληση αυτή χρησιμοποίησα εξειδικευμένους αλγορίθμους για γρήγορη ταυτοποίηση. Από την άλλη, το δυσκολότερο κομμάτι στην εφαρμογή τέτοιων αλγορίθμων είναι ο εντοπισμός των βέλτιστων παραμέτρων. Συγκεκριμένα, έχω πειραματιστεί μέσα από μία σειρά επαναληπτικών δομικών και τροποποιήσεων, μέχρι να καταλήξω στην τελική μορφή των αλγορίθμων.

Συντήρηση Συστήματος

Είναι βέβαιο πως ένα τέτοιο σύστημα, χρειάζεται συνεχή επίβλεψη από κάποιους διαχειριστές. Εξ αρχής, το θέμα αυτό έχει ληφθεί υπόψη, και για το λόγο αυτό έχει δημιουργηθεί ολοκληρωμένο προγραμματιστικό Framework για τη διαδικασία Εξόρυξης Γνώσης. Για οποιαδήποτε μελλοντική επέκταση των δυνατοτήτων του συστήματος, υπάρχει η κατάλληλη υποστήριξη από το Framework, προκειμένου να μην επηρεαστεί η μέχρι στιγμής υλοποίηση. Συνεπώς, με τη χρήση του εγχειριδίου που αφορά το Framework, μπορεί να κατανοηθεί ο τρόπος επέκτασης του συστήματος.

Ένα ακόμη ζήτημα αφορά η συνεχής ενημέρωση των δεδομένων από τους παροχείς. Λόγω αυτού η διαδικασία εξόρυξης έχει υλοποιηθεί με τρόπο ο οποίος να υποστηρίζει τη δυναμική ενημέρωση των δεδομένων, σε περίπτωση αλλαγών. Με τον κατάλληλο προγραμματισμό εκτέλεσης, τα δεδομένα μπορούν να παραμένουν ενήμερα.

7.2 Αρχιτεκτονική Εφαρμογής

Το είδος του συστήματος που έχω υλοποιήσει περιλαμβάνει πολλαπλές προκλήσεις. Στο σύστημα περιλαμβάνονται όλα τα τμήματα της στοίβας ανάπτυξης, από τον server, μέχρι την εκτέλεση των τελικών λειτουργιών της εφαρμογής. Από την εμπειρία που απέκτησα, θεωρώ ότι είναι σημαντικό να αναφέρω κάποιες ενδιαφέρουσες λεπτομέρειες σχεδίασης και υλοποίησης.

Μία από τις βασικές προκλήσεις που είχα να αντιμετωπίσω είναι η προμήθεια της γνώσης από τον server προς την κινητή εφαρμογή. Ανά πάσα χρονική στιγμή, κάποια από τις λειτουργίες της εφαρμογής απαιτεί συγκεκριμένο υποσύνολο της γνώσης προς κατανάλωση. Η βέλτιστη πρακτική που μπορεί να εφαρμοστεί είναι η πρόωρη ανάκτηση του υποσυνόλου αυτού, και η προσωρινή αποθήκευσή του στην κινητή συσκευή (caching). Η πρόκληση στην πρακτική αυτή έχει να κάνει με το πώς μπορεί η εφαρμογή να γνωρίζει τις μελλοντικές ανάγκες δεδομένων. Συνεπώς, έχει αναλυθεί η αλληλεπίδραση με την εφαρμογή και έχει υιοθετηθεί πρόωρη ανάκτηση δεδομένων σε συγκεκριμένα σημεία εκτέλεσης. Τα σημεία αυτά εμπνέουν υψηλή πιθανότητα ανάγκης συγκεκριμένου υποσυνόλου πληροφοριών στο κοντινό μέλλον (επόμενες κινήσεις χρήστη). Έχω παρατηρήσει ότι η μέθοδος αυτή αποφέρει καρπούς, αφού ελαχιστοποιεί το χρόνο αναμονής και μεγιστοποιεί τη δυναμικότητα ανάκτησης γνώσης.

7.3 Εμπειρία Χρήστη

Η βέλτιστη εμπειρία χρήστη αποτελεί το μεγαλύτερο στοίχημα στην υλοποίησης πραγματικών συστημάτων, τα οποία έχουν ως ακροατήριο το ευρύ κοινό. Παρ' όλες τις προκλήσεις υλοποίησης, συντήρησης και επίδοσης, ο τελικός χρήστης του συστήματος πρέπει να παραμένει ευχαριστημένος. Εάν το κοινό δυσαρεστηθεί, τότε η όλη προσπάθεια κρίνεται ως αποτυχημένη. Συνεπώς, όλα τα τμήματα του συστήματος, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την βελτίωση της εμπειρίας χρήστη. Από την αρχική φάση έμπνευσης του συστήματος, πρέπει να τίθεται κάποιος ισχυρισμός σε σχέση με το τι περιμένει το κοινό, ούτως ώστε να χρησιμοποιούνται ως πηχης κατά την ανάπτυξη του συστήματος.

Παρ' όλο που οι κινητές εφαρμογές είναι στα μάτια του κοινού "απλές", επί της ουσίας η απλότητα αυτή αποτελεί προϊόν καλής σχεδίασης και στοχευμένης υλοποίησης. Λόγω της φύσεως του κινητού υπολογισμού, είναι βέβαιο ότι θα προκύψουν μη αναμενόμενα φαινόμενα, κατά την εκτέλεση της εφαρμογής. Λόγω αυτού, η κινητή εφαρμογή, ως ανεξάρτητη οντότητα πρέπει να είναι ανεκτική σε σφάλματα, ακόμη και αν ευθύνεται ο ίδιος ο χρήστης. Επίσης, η εφαρμογή πρέπει να μπορεί να παίρνει από μόνη της αποφάσεις για τις οποίες δεν είναι αυστηρώς αναγκαία η εμπλοκή του χρήστη. Η άσκοπη ενόχληση κάποιου ατόμου, προκαλεί αυτομάτως αρνητική εμπειρία χρήστη.

4. Συνεισφορά Συστήματος

Το προϊόν της Διπλωματικής μου Εργασίας αποτελεί μία ολοκληρωμένη εφαρμογή, η οποία παράγει γνώση και ακολούθως την χρησιμοποιεί προς παραγωγή συμπερασμάτων και αποφάσεων. Ο server εξόρυξης δεδομένων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα, προς παραγωγή γνώσης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλους σκοπούς του πεδίου εφαρμογών. Συνεπώς, κατά την άποψή μου, η συνεισφορά της εφαρμογής αυτής δεν περιορίζεται μόνο στις τελικές λειτουργίες που παρέχει, αλλά επίσης προάγει μία καινοτόμα τεχνική παραγωγής γνώσης.

Βιβλιογραφία

Βιβλία

1. Lynch, Kevin. *The Image of the City*. Cambridge, MA: MIT.
2. Eco, Umberto, Caterina Mongiat Farina, and Geoff Farina. *How to Write a Thesis*. Cambridge (Massachusetts): MIT.
3. Meng, Liqiu, Alexander Zipf, and Tumasch Reichenbacher. *Map-based Mobile Services*. New York, NY: Springer, 2005.
4. Meng, Liqiu. *Map-based Mobile Services: Design, Interaction, and Usability*. Berlin: Springer, 2008.
5. Klein, Laura. *UX for Lean Startups: Faster, Smarter User Experience Research and Design*. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2013.
6. Nudelman, Greg. *Android Design Patterns: Interaction Design Solutions for Developers*. Indianapolis, In.: Wiley, 2013.
7. Mena, Jesus. *Data Mining Mobile Devices*.

Άρθρα Πληροφορικής

1. Chum, O., M. Perdoch, and J. Matas. "**Geometric Min-Hashing: Finding a (thick) Needle in a Haystack.**" 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (2009).
2. Lifshits, Yury, and Shengyu Zhang. "**Combinatorial Algorithms for Nearest Neighbors, Near-Duplicates and Small-World Design.**" *Proceedings of the Twentieth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms* (2009): 318-26. Web.
3. Yu, Yi, Suhua Tang, and Roger Zimmermann. "**Edge-based Locality Sensitive Hashing for Efficient Geo-fencing Application.**" *Proceedings of the 21st ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems - SIGSPATIAL'13* (2013).
4. Guttman, Antonin. "**R-trees. A dynamic index structure for spatial searching.**" *Proceedings of the 1984 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data - SIGMOD '84* (1984): 47-57.
1. Averjanova, Olga, Francesco Ricci, and Quang Nhat Nguyen. "**Map-Based Interaction with a Conversational Mobile Recommender System.**" *2008 The Second International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies* (2008).
2. Coors, Volker, and Alexander Zipf. "**MONA 3D -- MOBILE NAVIGATION USING 3D CITY MODELS.**" (n.d.): n. pag. Web. <<http://koenigstuhl.geog.uni-heidelberg.de/publications/bonn/MoNa3D.Telecarto-2007-vc.az.full.pdf>>.
3. Duckham, Matt, Stephan Winter, and Michelle Robinson. "**Including Landmarks in Routing Instructions.**" *Journal of Location Based Services* 4.1 (2010): 28-52. Web.
4. Gartner, Georg. "**Location-based Mobile Pedestrian Navigation Services – the Role of Multimedia Cartography.**" (n.d.): n. pag. Web. <https://www.researchgate.net/profile/Georg_Gartner/publication/228808554_Location-based_mobile_pedestrian_navigation_services-the_role_of_multimedia_cartography/links/5743007508ae9f741b37957d.pdf>.

5. Glickenhause, Alan. **"ReshAPing Cities – Using APIs to Build Smarter Cities."** *IBM API Connect*. IBM, 15 Oct. 2015. Web. 6 Oct. 2016.
<<https://developer.ibm.com/apiconnect/2015/10/15/reshaping-cities-using-apis-to-build-smarter-cities/>>.
6. Gomes, João Bártolo, Clifton Phua, and Shonali Krishnaswamy. **"Where Will You Go? Mobile Data Mining for Next Place Prediction."** *Data Warehousing and Knowledge Discovery Lecture Notes in Computer Science* (2013): 146-58. Web.
7. **"Google's New Vacation App Was 280 Years in the Making."** *Wired.com*. Conde Nast Digital, n.d. Web. 16 Oct. 2016. <<https://www.wired.com/2016/09/googles-new-vacation-app-280-years-making>>.
8. Quercia, Daniele, Rossano Schifanella, and Luca Maria Aiello. **"The Shortest Path to Happiness."** *Proceedings of the 25th ACM Conference on Hypertext and Social Media - HT '14* (2014): n. pag. Web.
9. Shelke, R. R., R. V. Dharaskar, and V. M. Thakare. **"DATA MINING FOR MOBILE DEVICES USING WEB SERVICES."** *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622* (2014): n. pag. Web. 21 Oct. 2016.
<http://www.ijera.com/special_issue/ICIAC_April_2014/CS/V8/CS2140709.pdf>.
10. Talia, Domenico, and Paolo Trunfio. **"Mobile Data Mining on Small Devices through Web Services."** *Mobile Intelligence* (n.d.): 264-76. Web.
11. **"This Is How Computers Know Where We're Looking."** N.p., n.d. Web.
<<https://www.weforum.org/agenda/2016/09/this-is-how-computers-know-where-were-looking>>.
12. Zeidan, Bassel, Sakyasingha Dasgupta, Florentin Wörgötter, and Poramate Manoonpong. **"Adaptive Landmark-Based Navigation System Using Learning Techniques."** *From Animals to Animats 13 Lecture Notes in Computer Science* (2014): 121-31. Web.
13. Zhou, Changqing, Nupur Bhatnagar, Shashi Shekhar, and Loren Terveen. **"Mining Personally Important Places from GPS Tracks."** *2007 IEEE 23rd International Conference on Data Engineering Workshop* (2007): n. pag. Web.

Άρθρα Ψυχολογίας

1. Taylor, Holly A., Tad T. Brunyé, and Scott T. Taylor. **"Spatial Mental Representation: Implications for Navigation System Design."** *Reviews of Human Factors and Ergonomics* 4.1 (2008): 1-40. Web.
2. Shepard, R. N., and J. Metzler. **"Mental Rotation of Three-Dimensional Objects."** *Science* 171.3972 (1971): 701-03. Web.
3. Meneghetti, Chiara, Felicia Fiore, Erika Borella, and Rossana De Beni. **"Learning a Map of Environment: The Role of Visuo-spatial Abilities in Young and Older Adults."** *Applied Cognitive Psychology* 25.6 (2011): 952-59. Web.
4. Cooper, Lynn A. **"Demonstration of a Mental Analog of an External Rotation."** *Perception & Psychophysics* 19.4 (1976): 296-302. Web.
5. Folk, Mark D., and R. Duncan Luce. **"Effects of Stimulus Complexity on Mental Rotation Rate of Polygons."** *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 13.3 (1987): 395-404. Web.
6. Hochberg, Julian, and Leon Gellman. **"The Effect of Landmark Features on Mental Rotation times."** *Memory & Cognition* 5.1 (1977): 23-26. Web.

Χρήσιμο Υλικό

1. QUERCIA, DANIELE, ROSSANO SCHIFANELLA, and LUCA MARIA AIELLO.
"GoodCityLife." *GoodCityLife*. N.p., n.d. Web. 16 Oct. 2016. <<http://goodcitylife.org/>>.

Χρήσιμες Αναφορές

1. "City." *Wikipedia*. Wikimedia Foundation, n.d. Web. 16 Oct. 2016.
<<https://en.wikipedia.org/wiki/City>>.
2. "Design of Cities." *Wikipedia*. Wikimedia Foundation, n.d. Web. 16 Oct. 2016.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Design_of_Cities>.
3. "Urban Design." *Wikipedia*. Wikimedia Foundation, n.d. Web. 16 Oct. 2016.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_design>.

Παράρτημα Α - Στιγμιότυπα Κινητής Εφαρμογής

Στο παράρτημα αυτό παρουσιάζονται στιγμιότυπα της κινητής εφαρμογής, από κάποιο αντιπροσωπευτικό σενάριο χρήσης, το οποίο καλύπτει όλες τις δυνατότητες.

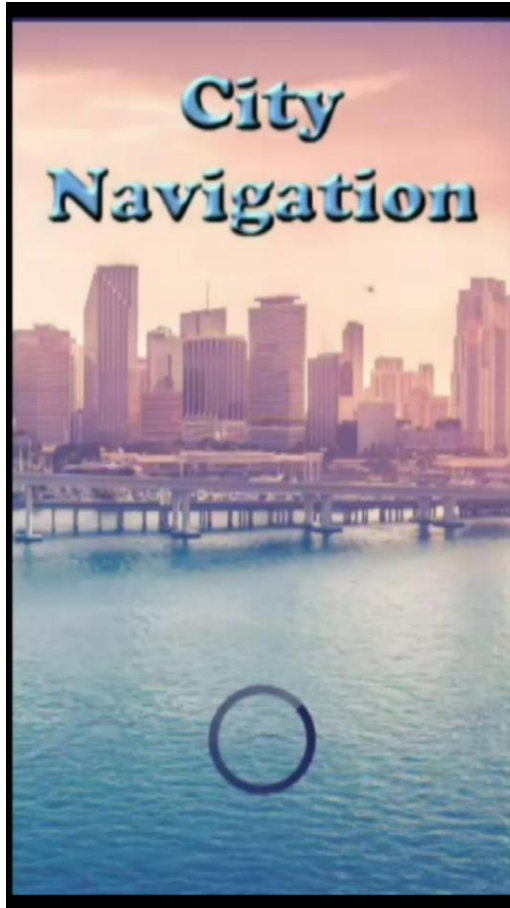


Figure A.1: Εκκίνηση Εφαρμογής



Figure A.2: Κυρίως Μενού

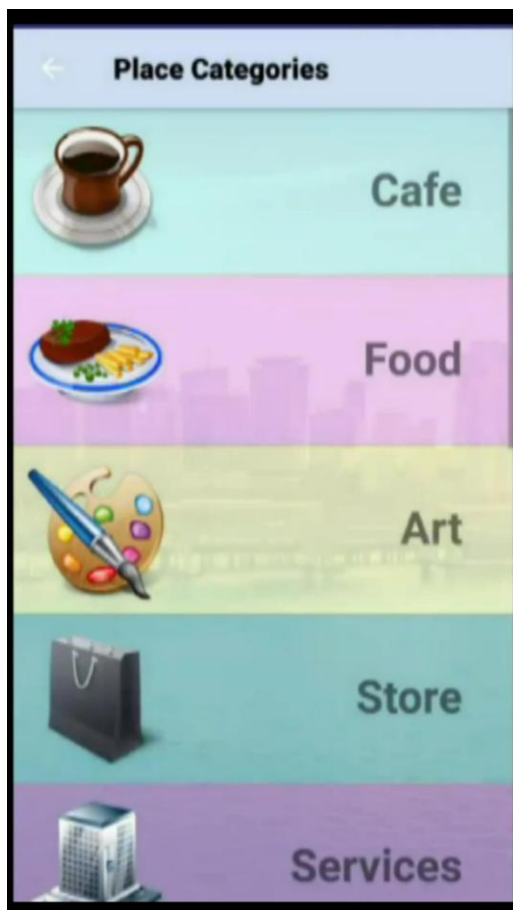


Figure A.3: Κατηγορίες Τόπων

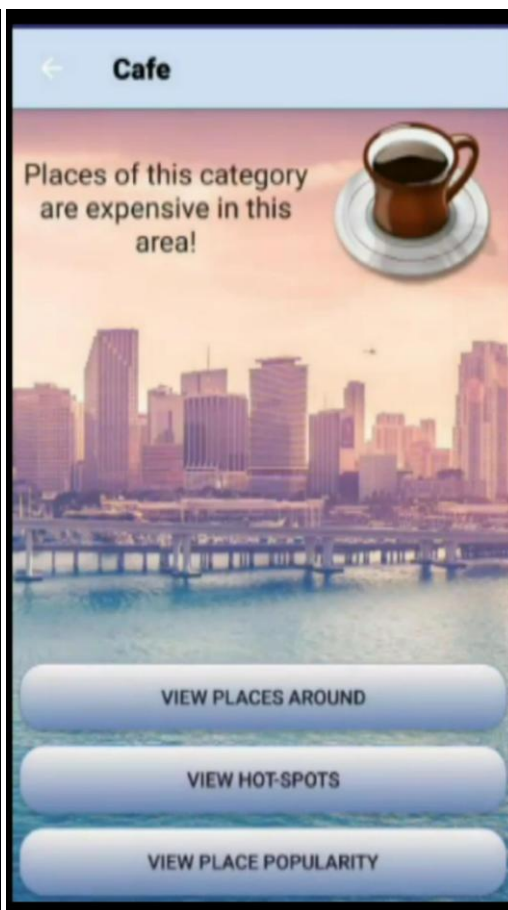


Figure A.4: Εξερεύνηση Τόπων ανά Κατηγορία

Για την κατηγορία τόπων που επιλέγηκε, δίνονται κάποιες πληροφορίες για τόπους στη γύρω περιοχή. Στο στιγμιότυπο φαίνεται ότι οι καφετέριες είναι ακριβές στην παρούσα περιοχή.

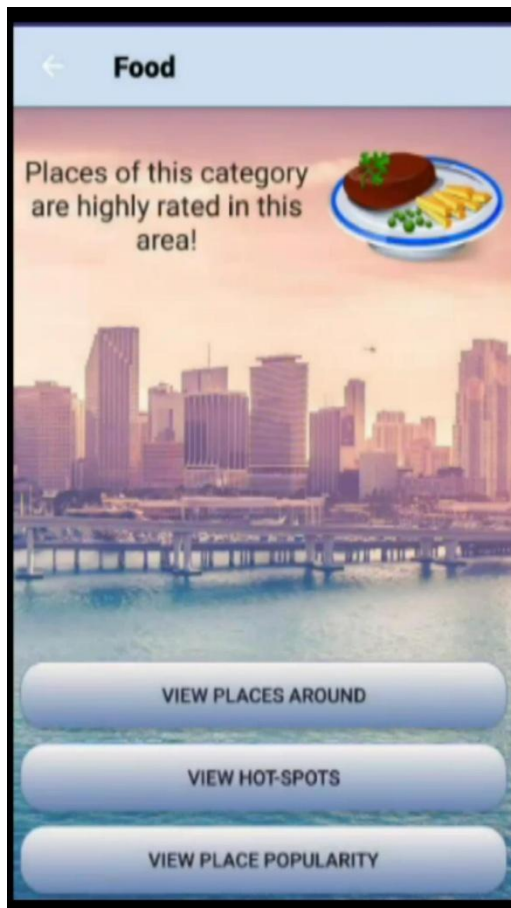


Figure A.5: Εξερεύνηση Τόπων ανά Κατηγορία

Από την οθόνη αυτή έχουμε τρεις δυνατότητες: Να δούμε τόπους της κατηγορίας στην περιοχή, να δούμε σημαντικές περιοχές για την κατηγορία τριγύρω, ή να δούμε τη δημοτικότητα τόπων της κατηγορίας αυτής για την τριγύρω περιοχή.

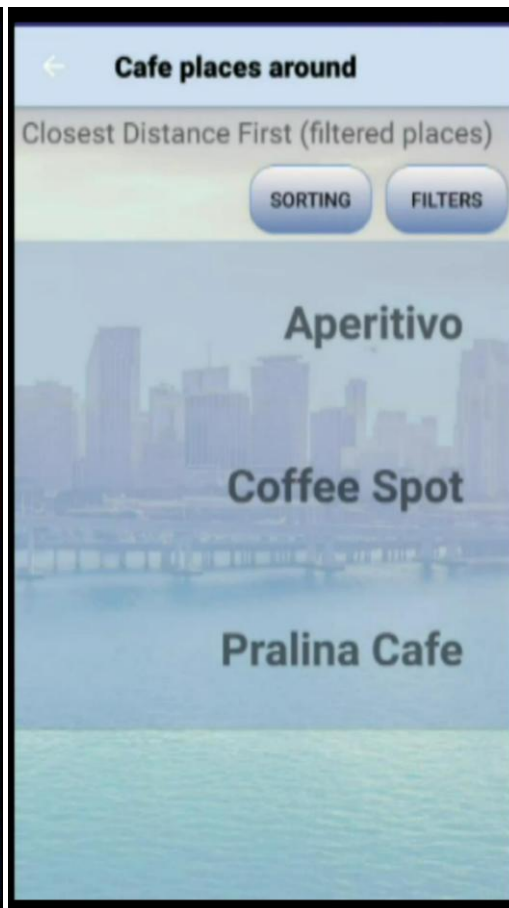


Figure A.6: Κοντινοί Τόπων

Κατά την προβολή των κοντινών τόπων, υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής του κριτηρίου ταξινόμησης (στο στιγμιότυπο εμφανίζεται πρώτος ο πιο κοντινός τόπος). Επίσης υπάρχει δυνατότητα προσθήκης φίλτρων, σε περίπτωση που ψάχνουμε κάτι συγκεκριμένο.

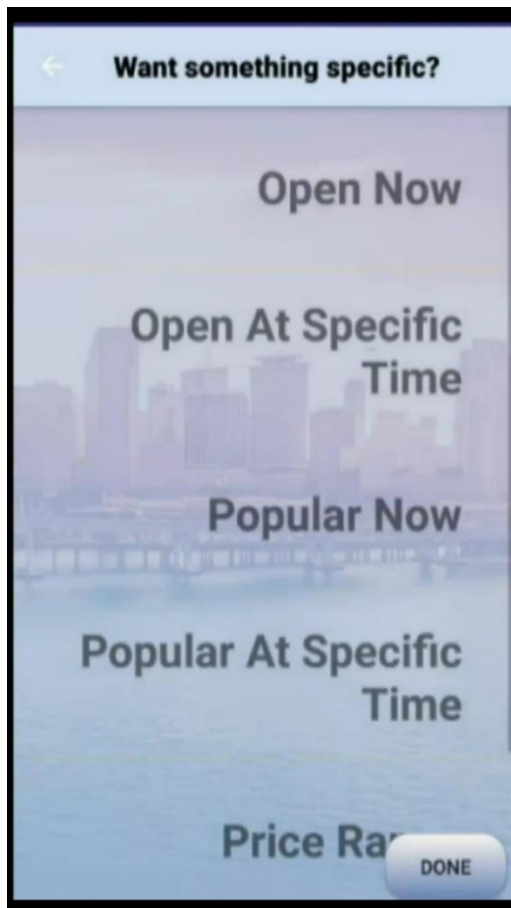


Figure A.7: Φιλτράρισμα τόπων

Παρέχονται αρκετά φίλτρα, με τη χρήση των οποίων μπορούμε να δούμε το υποσύνολο κοντινών τόπων που μας ενδιαφέρει. Για παράδειγμα, τόποι που είναι ανοιχτοί ή δημοφιλείς τώρα, τόποι που έχουν χαμηλή τιμή, κτλ.

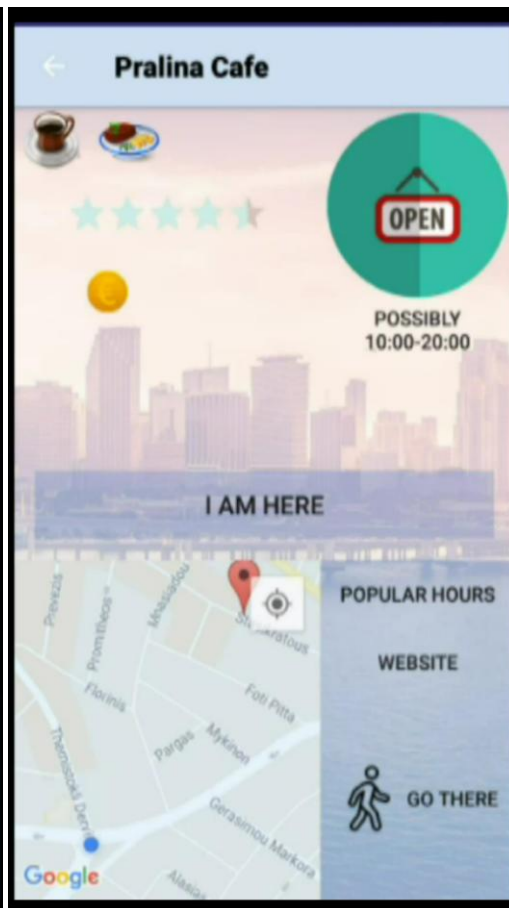


Figure A.8: Πληροφορίες Τόπων

Για κάθε τόπο, μπορούμε να δούμε όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, όπως φαίνεται στο στιγμιότυπο, όπως ώρες λειτουργίας, δημοφιλείς ώρες, κτλ. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η εφαρμογή μας ενημερώνει ότι ο τόπος είναι πιθανόν ανοικτός μέχρι τις 20:00. Επιλέγοντας κάποιο κουμπί, μπορούμε να δούμε την αντίστοιχη πληροφορία. Επίσης, μπορούμε να δηλώσουμε ότι βρισκόμαστε εκεί ("I AM HERE").

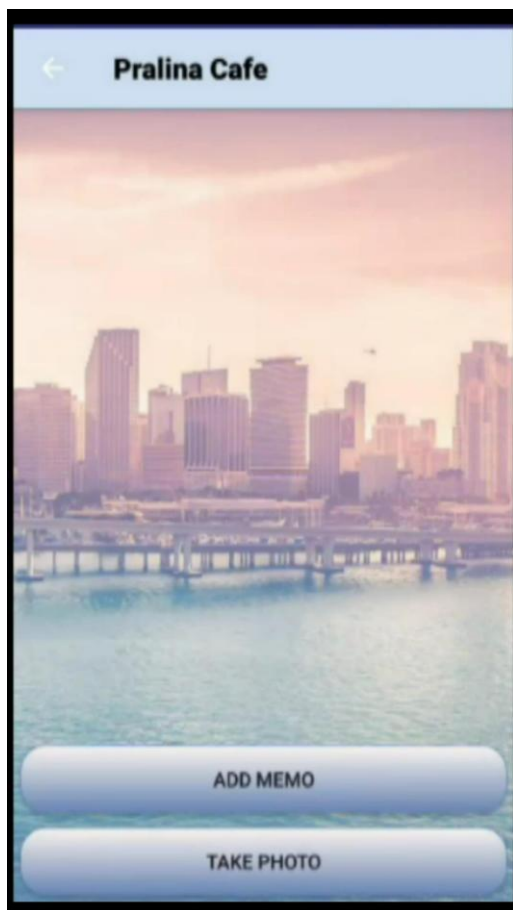


Figure A.9: Αναμνήσεις Τόπων

Εφόσον δηλώσουμε ότι είμαστε σε κάποιον τόπο, μπορούμε να καταχωρήσουμε τις αναμνήσεις μας από την επίσκεψη. Οι αναμνήσεις μπορούν να είναι είτε φωτογραφίες, είτε σημειώσεις.

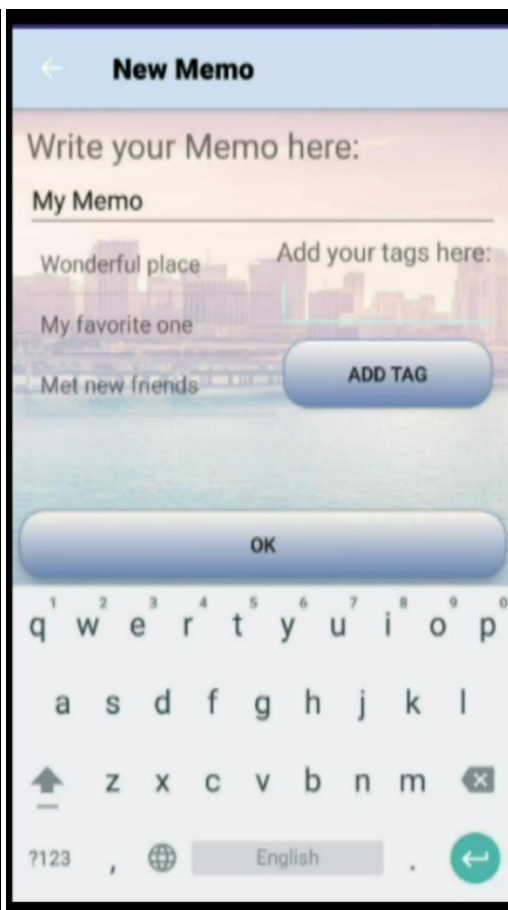


Figure A.10: Σημειώσεις

Κατά τη δημιουργία σημείωσης, μπορούμε να συμπεριλάβουμε κάποιες ετικέτες (tags), οι οποίες θεωρούμε ότι χαρακτηρίζουν την επίσκεψη ή τον τόπο.

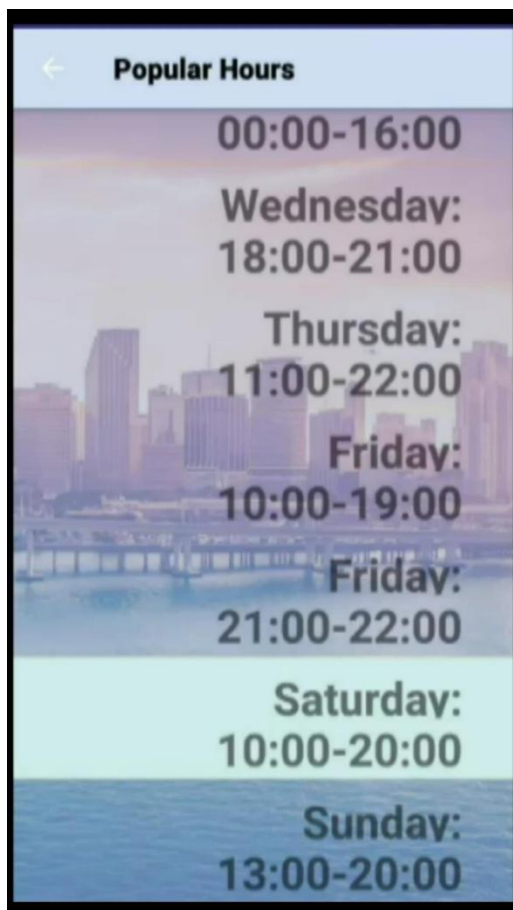


Figure A.11: Ώρες Λειτουργίας και Δημοτικότητα

Οι ώρες λειτουργίας και οι δημοφιλείς ώρες, παρουσιάζονται όπως φαίνεται στο στιγμιότυπο, υπό τη μορφή διαστημάτων ημερών και ωρών. Εάν η παρούσα χρονική στιγμή συμπεριλαμβάνεται σε κάποιο διάστημα, τότε αυτή τονίζεται με διαφορετικό χρώμα φόντου.

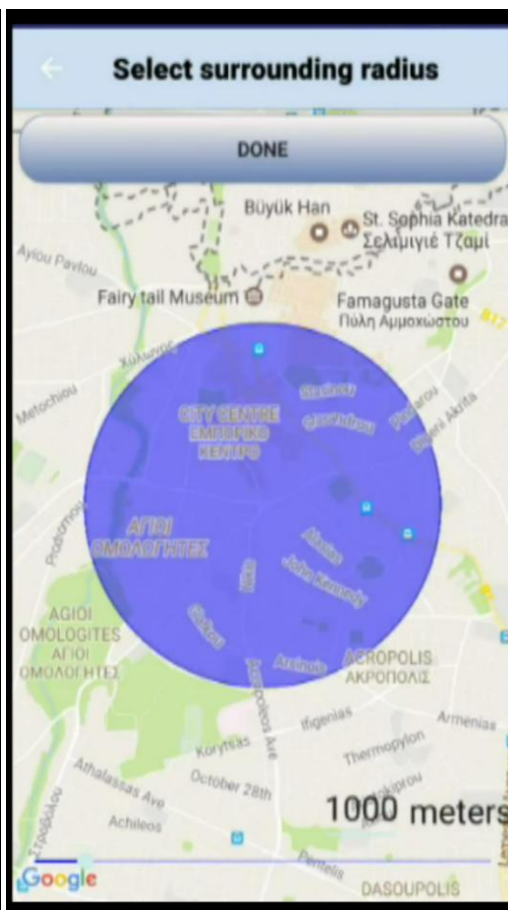


Figure A.12: Επιλογή Περιοχής στο Χάρτη

Για να δούμε πληροφορίες που αφορούν κάποια μεγάλη περιοχή, χρησιμοποιείται η πιο πάνω οθόνη για επιλογή περιοχής. Αφού επιλέξουμε την ακριβή περιοχή που χρειαζόμαστε γύρω από την παρούσα περιοχή, μας παρουσιάζονται οι πληροφορίες που ζητήθηκαν, και που αφορούν την επιλεγμένη περιοχή. Η επιλογή περιοχής χρησιμοποιείται για Hotspots και Δημοτικότητα.

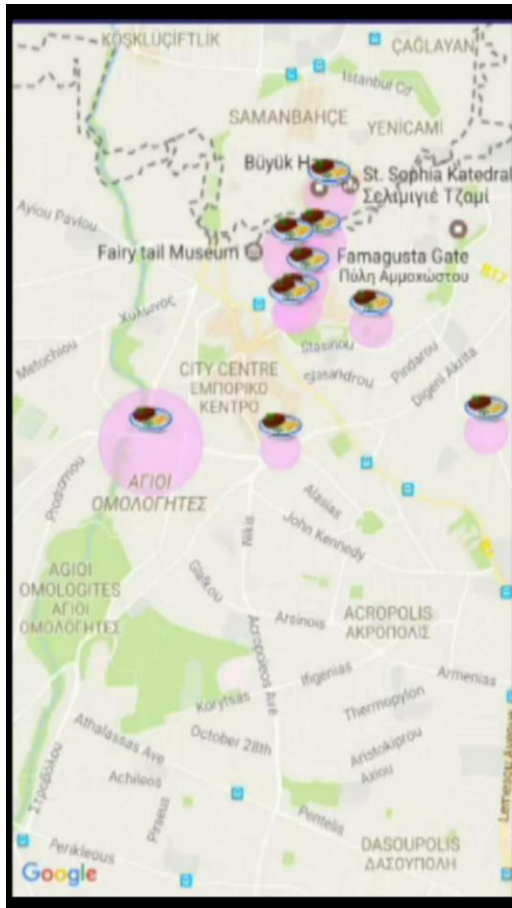


Figure A.13: Σημαντικές Περιοχές (Hotspots)

Οι σημαντικές περιοχές για τις διάφορες κατηγορίες τόπων παρουσιάζονται ως κύκλοι του χρώματος της κατηγορίας, πάνω στο χάρτη. Για κάθε σημαντική περιοχή, παρουσιάζεται το εικονίδιο της αντίστοιχης κατηγορίας.

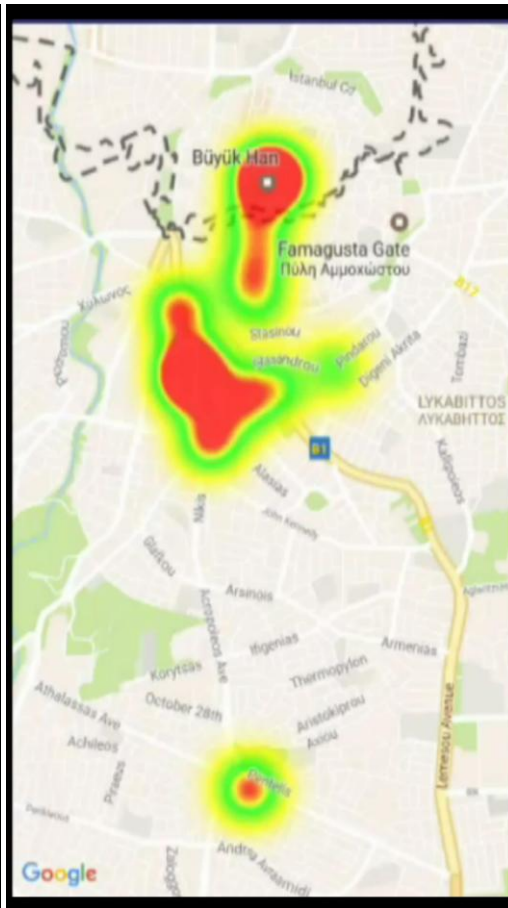


Figure A.14: Δημοτικότητα Περιοχών

Η δημοτικότητα τόπων παρουσιάζεται ως χάρτης θερμότητας (heat-map), στον οποίο βλέπουμε με κόκκινο περιοχές με υψηλή δημοτικότητα για την κατηγορία που επιλέγεται. Το πράσινο υποδηλώνει κανονική δημοτικότητα και το κίτρινο χαμηλή δημοτικότητα.

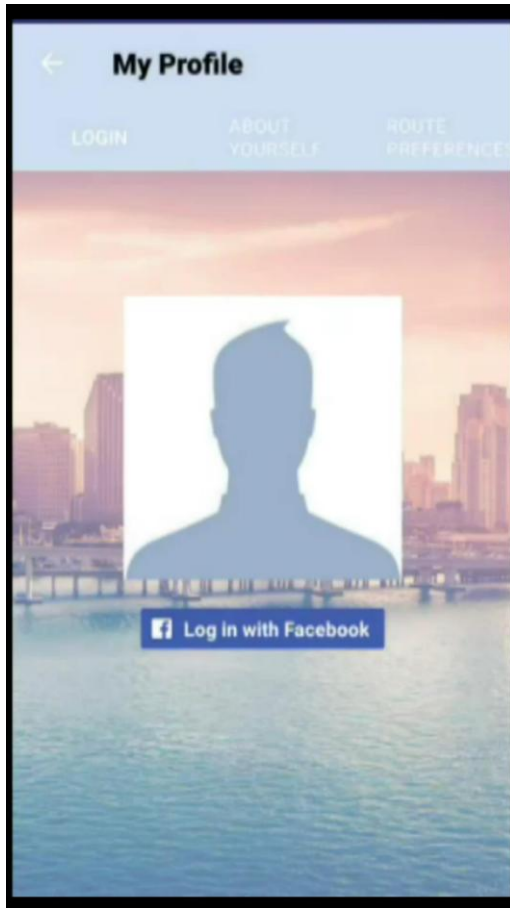


Figure A.15: Είσοδος μέσω Facebook

Για την αυτόματη άντληση των πληροφοριών από το προφίλ μας, μπορούμε να συνδεθούμε μέσω Facebook. Μετά τη σύνδεση, η εικόνα προφίλ θα εμφανιστεί στην οθόνη σύνδεσης.

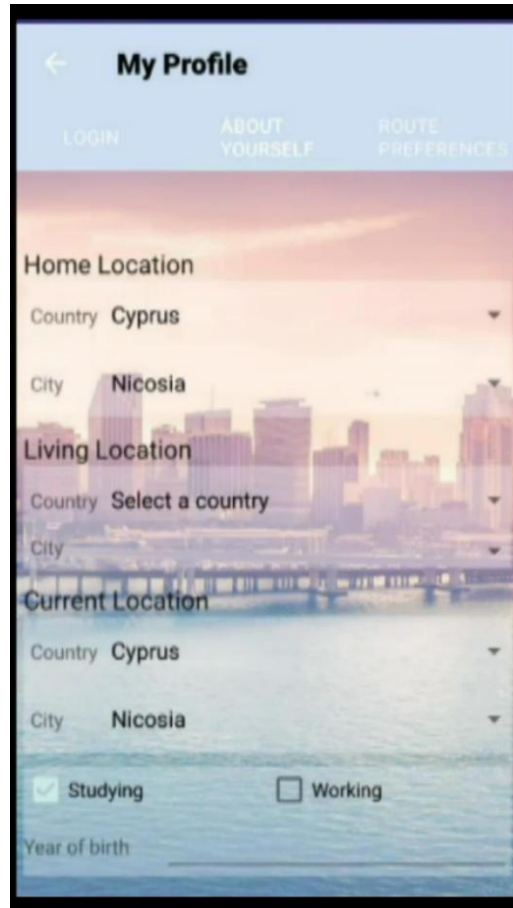


Figure A.16: Πληροφορίες Προφίλ

Εκτός από την αυτόματη άντληση μέσω Facebook, μπορούμε να δώσουμε χειροκίνητα τις πληροφορίες προφίλ στην εφαρμογή, ή ακόμη και να αναθεωρήσουμε τις πληροφορίες που αντλήθηκαν.

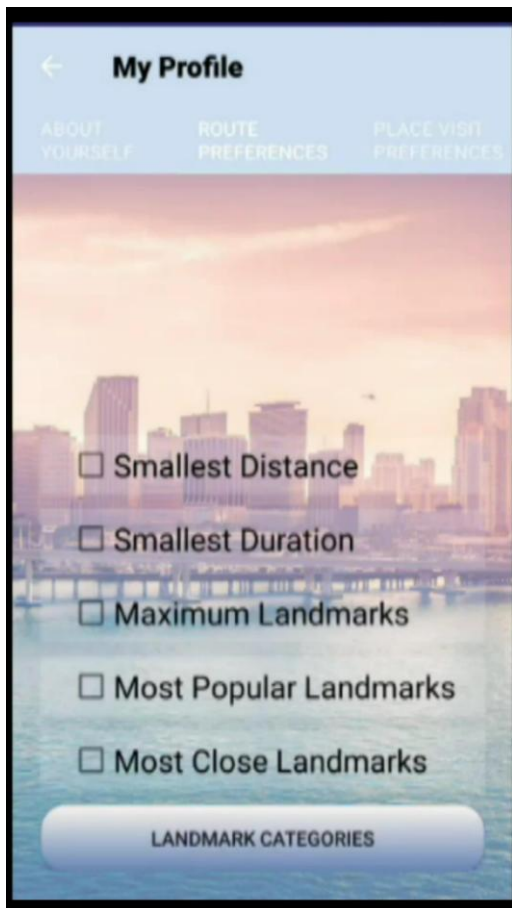


Figure A.17: Προτιμήσεις Διαδρομής

Μέσω των προτιμήσεων διαδρομής, η εφαρμογή μπορεί να γνωρίζει ποιες διαδρομές θεωρούμε καταλληλότερες. Οι προτιμήσεις αρχικοποιούνται σύμφωνα με τις πληροφορίες προφίλ, αλλά μπορούμε επίσης να τις αναθεωρήσουμε.

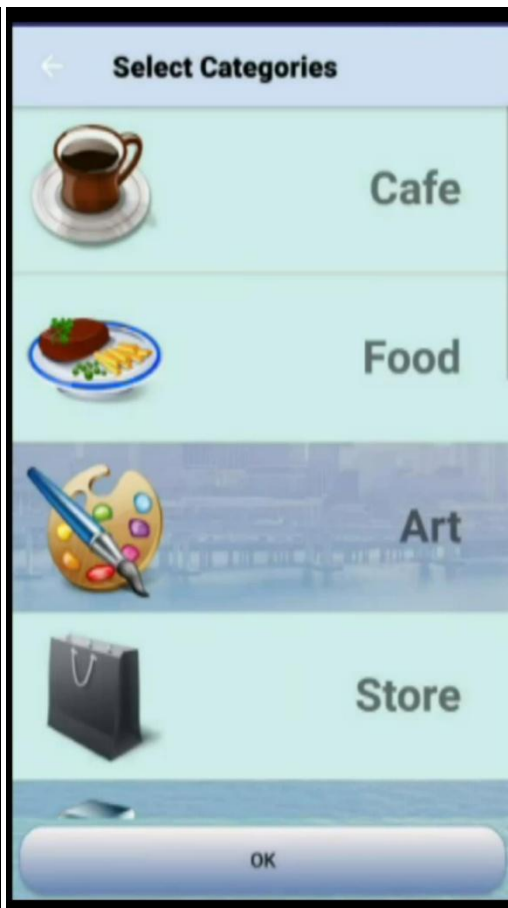


Figure A.18: Κατηγορίες Οροσήμων

Στις προτιμήσεις διαδρομής μπορούμε να καθορίσουμε κάποιες κατηγορίες τόπων, των οποίων τους τύπους θεωρούμε κατάλληλους για χρήση ως ορόσημα. Στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο, θεωρούμε ως κατάλληλα ορόσημα καφετέριες, εστιατόρια και καταστήματα.

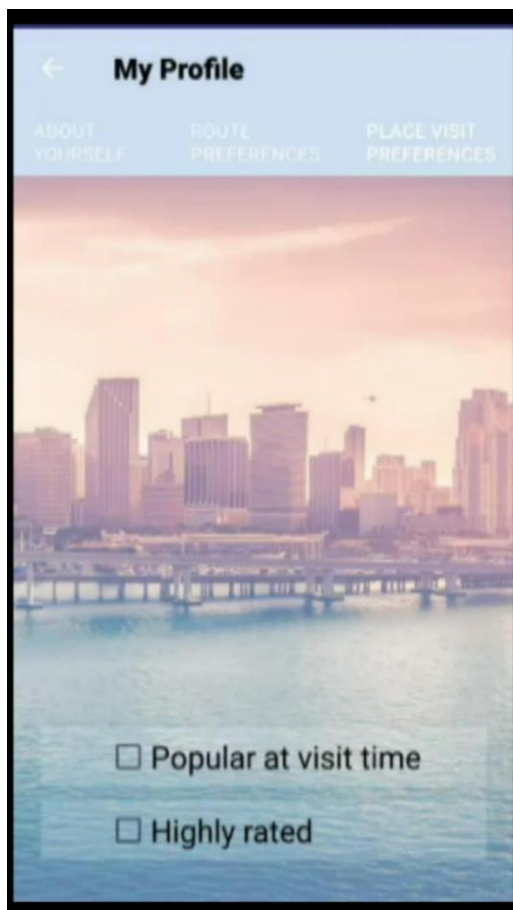


Figure A.19: Προτιμήσεις Επισκέψεων Τόπων

Οι προτιμήσεις επισκέψεων εκφράζουν τους τόπους που προτιμούμε να επισκεπτόμαστε. Αρχικοποιούνται σύμφωνα με τις πληροφορίες προφίλ, αλλά μπορούμε επίσης να τις αναθεωρήσουμε. Χρησιμοποιούνται για έλεγχο των διαδρομών, προκειμένου να εντοπιστούν πιθανές βελτιστοποιήσεις.

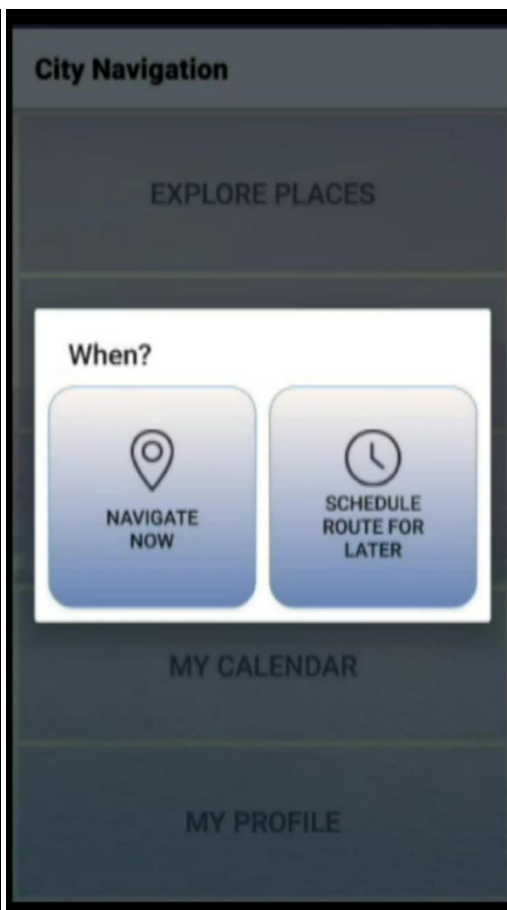


Figure A.20: Τρόποι Πλοήγησης

Για την πλοήγηση υπάρχουν δύο επιλογές: Πλοήγηση τώρα, ή Προγραμματισμός Διαδρομής για αργότερα.

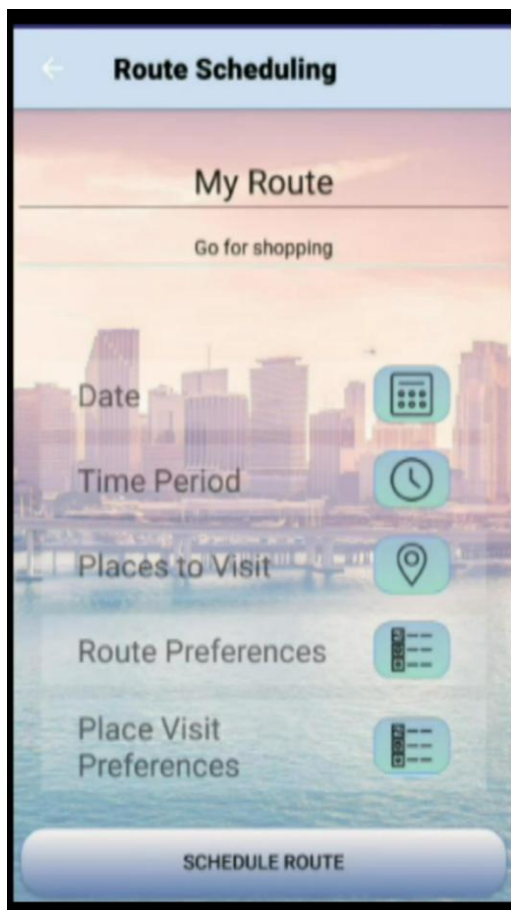


Figure A.21: Προγραμματισμός Διαδρομής

Για τον προγραμματισμό διαδρομής χρειάζονται τα πιο πάνω στοιχεία που αφορούν την επιθυμητή διαδρομή.

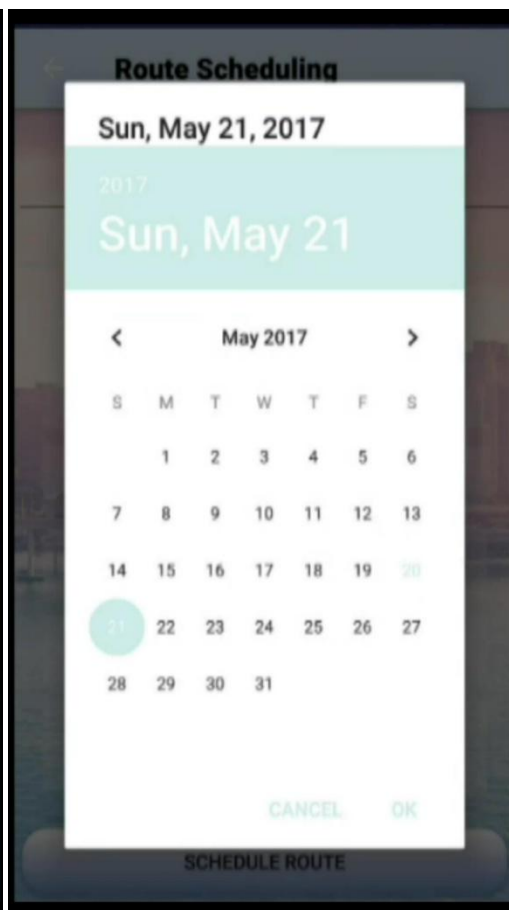


Figure A.22: Ημερομηνία Διαδρομής

Εισάγουμε την ημερομηνία κατά την οποία θα εκτελέσουμε τη διαδρομή μας.

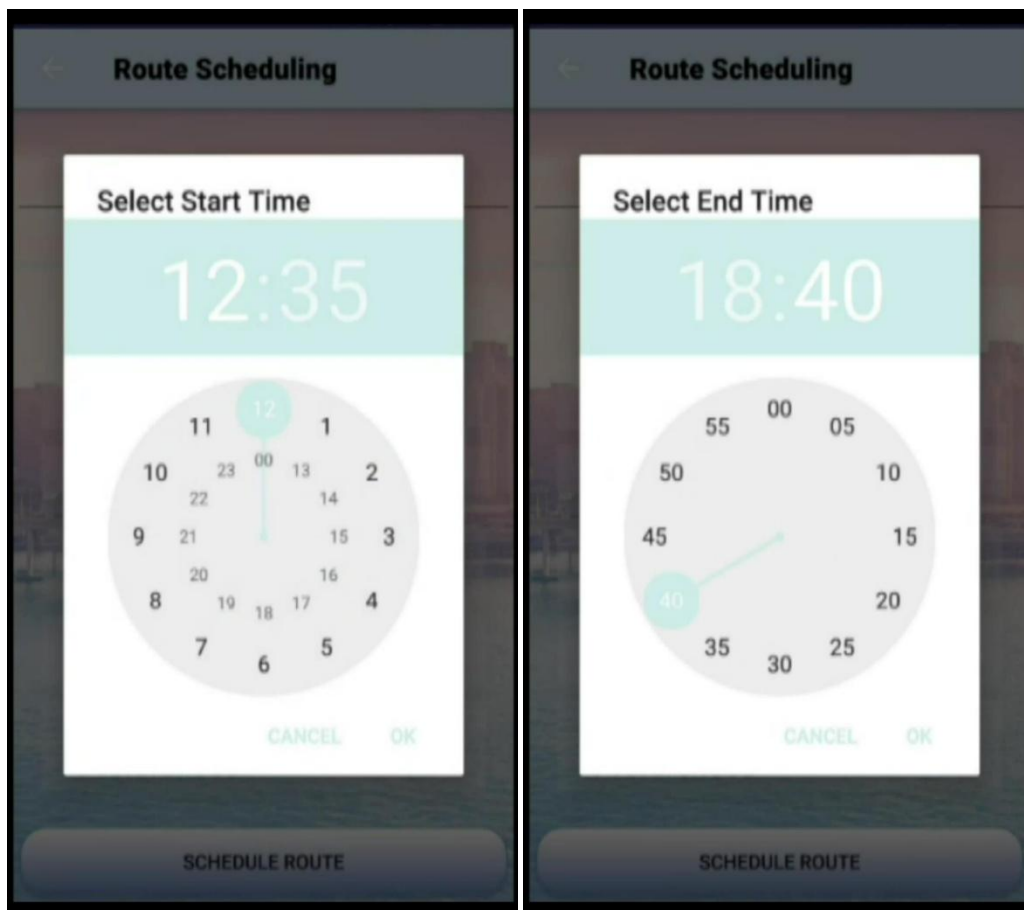


Figure A.23: Χρονική Περίοδος Διαδρομής

Για την προγραμματιζόμενη διαδρομή, εισάγουμε κάποιο προσεγγιστικό χρονικό διάστημα κατά το οποίο υπολογίζουμε ότι θα εκτελέσουμε τη διαδρομή μας.

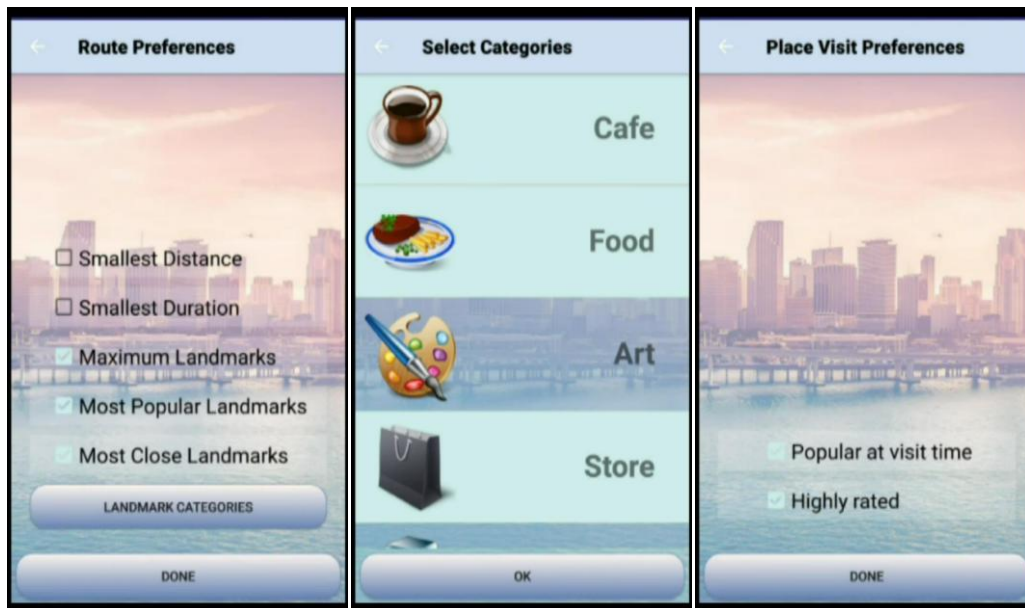


Figure A.24: Αναθεώρηση Προτιμήσεων

Κατά τον προγραμματισμό διαδρομής, μπορούμε να αναθεωρήσουμε τις προτιμήσεις μας, ή να χρησιμοποιήσουμε τις ήδη καθορισμένες προτιμήσεις ως έχουν.

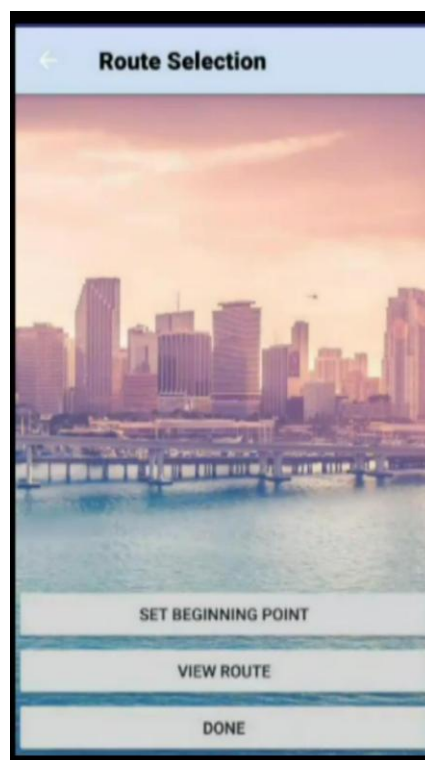


Figure A.25: Επιλογή Προορισμών Διαδρομής

Στο στιγμιότυπο αυτό βλέπουμε την οθόνη μέσα από την οποία επιλέγουμε τους προορισμούς της διαδρομής με την επιθυμητή σειρά επίσκεψης. Αρχικά επιλέγουμε το σημείο εκκίνησης, και στη συνέχεια έναν ή περισσότερους προορισμούς.

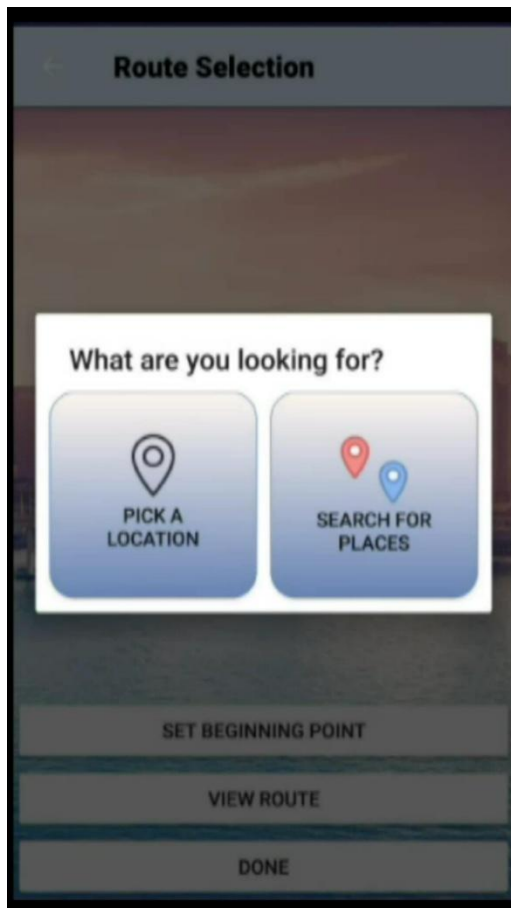


Figure A.26: Τρόποι Επιλογής Προορισμού

Για την επιλογή κάποιου προορισμού υπάρχουν δύο τρόποι: Επιλογή Τοποθεσίας ή Επιλογή Τόπου.

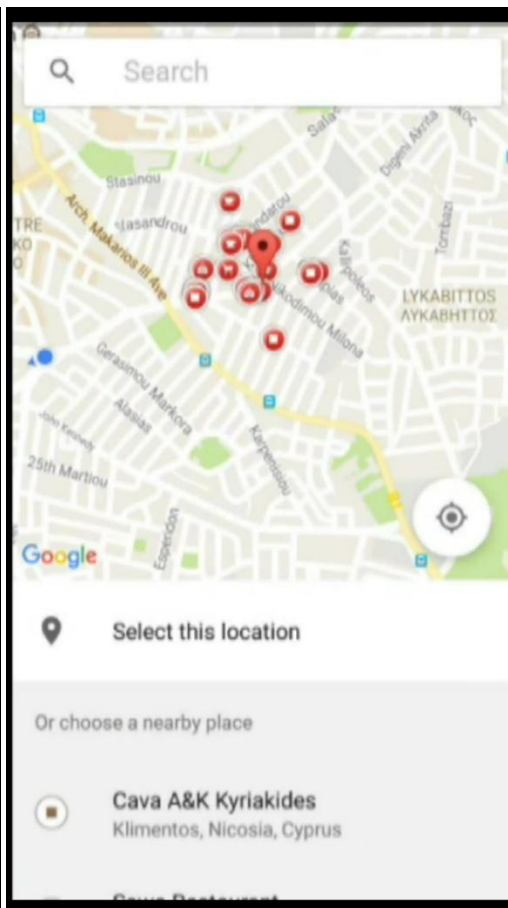


Figure A.27: Επιλογή Τοποθεσίας Προορισμού

Ο πρώτος τρόπος επιλογής προορισμού είναι η επιλογή κάποιας τοποθεσίας στο χάρτη.

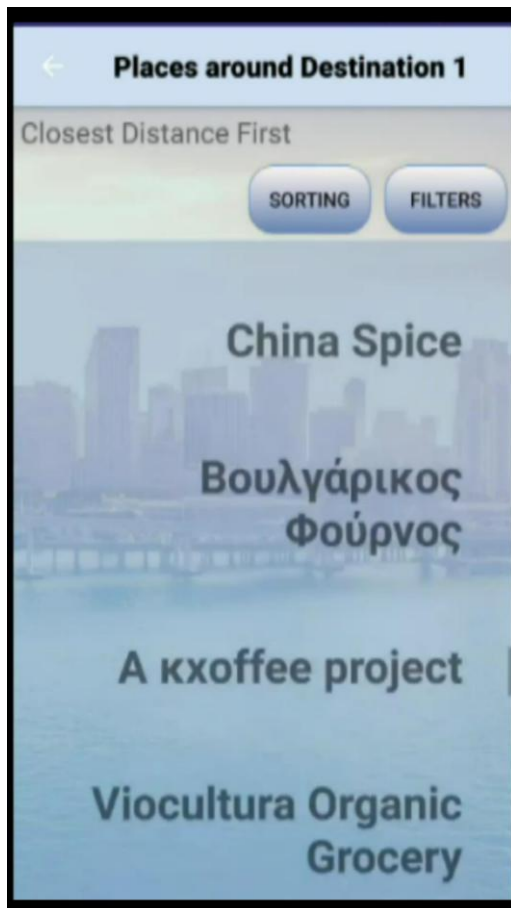


Figure A.28: Επιλογή Τόπου Προορισμού

Ο δεύτερος τρόπος επιλογής προορισμού είναι η επιλογή κάποιου τόπου από αυτούς που παρέχονται από την εφαρμογή. Κάθε φορά, παρουσιάζονται οι τόποι γύρω από το τελευταίο καθορισμένο σημείο στη διαδρομή (σημείο εκκίνησης ή προορισμός).

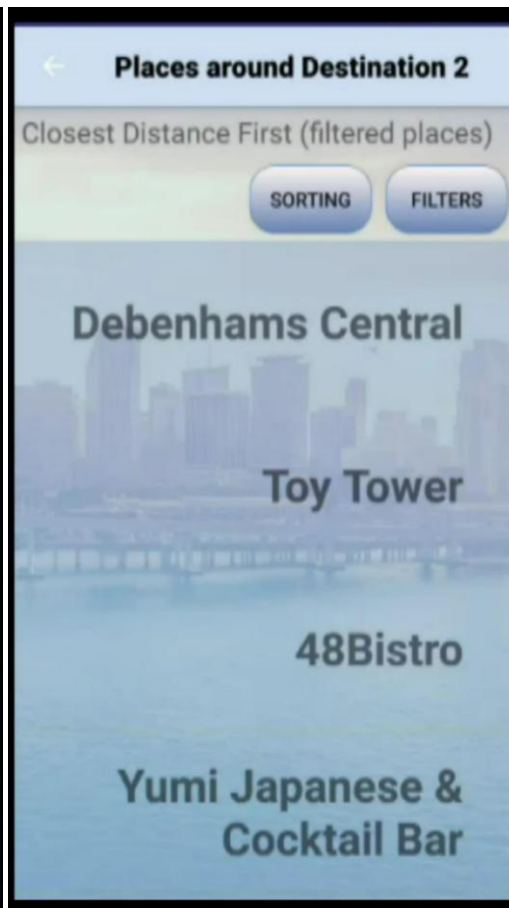


Figure A.29: Επιλογή Τόπου Προορισμού με Φίλτρα

Κατά την αναζήτηση του επιθυμητού τόπου προορισμού, μπορούμε να εφαρμόσουμε φίλτρα και εξειδικευμένη ταξινόμηση, προκειμένου να εντοπίσουμε με ευκολία τον τόπο που ψάχνουμε.

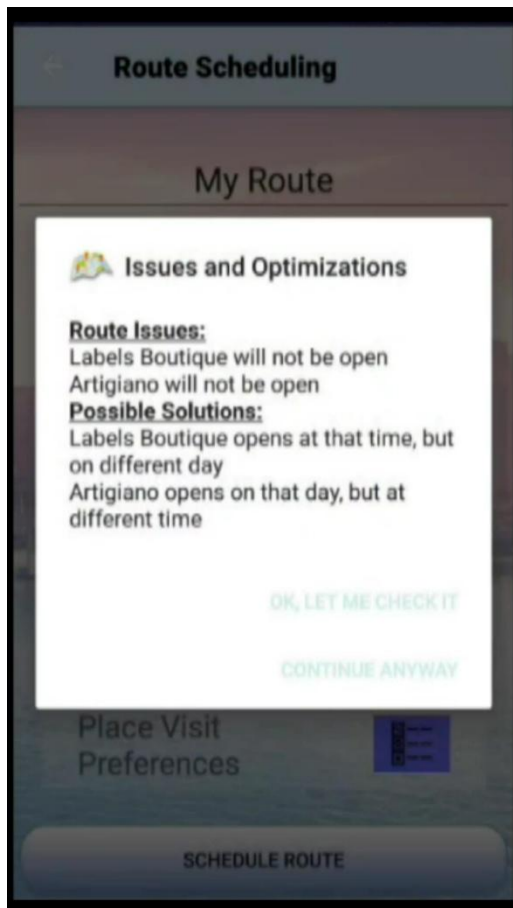


Figure A.30: Ζητήματα, Λύσεις και Βελτιστοποιήσεις

Αφού ολοκληρώσουμε την εισαγωγή των στοιχείων διαδρομής, γίνεται έλεγχος για πιθανά ζητήματα, λύσεις σε αυτά, καθώς και πιθανές βελτιστοποιήσεις. Σε περίπτωση που υπάρχει κάτι από αυτά, μας παρουσιάζεται με τη δυνατότητα παράβλεψης.

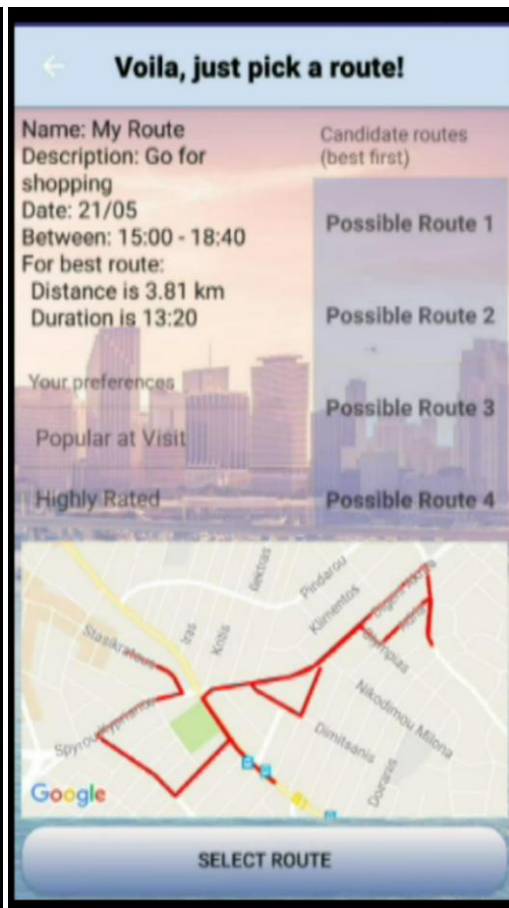


Figure A.31: Σύνοψη Διαδρομής

Αφού ολοκληρώσουμε την εισαγωγή των στοιχείων διαδρομής, παρουσιάζεται μία σύνοψη, η οποία περιλαμβάνει τα υποψήφια μονοπάτια διαδρομής, ταξινομημένα με πρώτο το καταλληλότερο, σύμφωνα με τις προτιμήσεις μας. Επίσης δίνονται κάποιες πληροφορίες για το καταλληλότερο μονοπάτι.

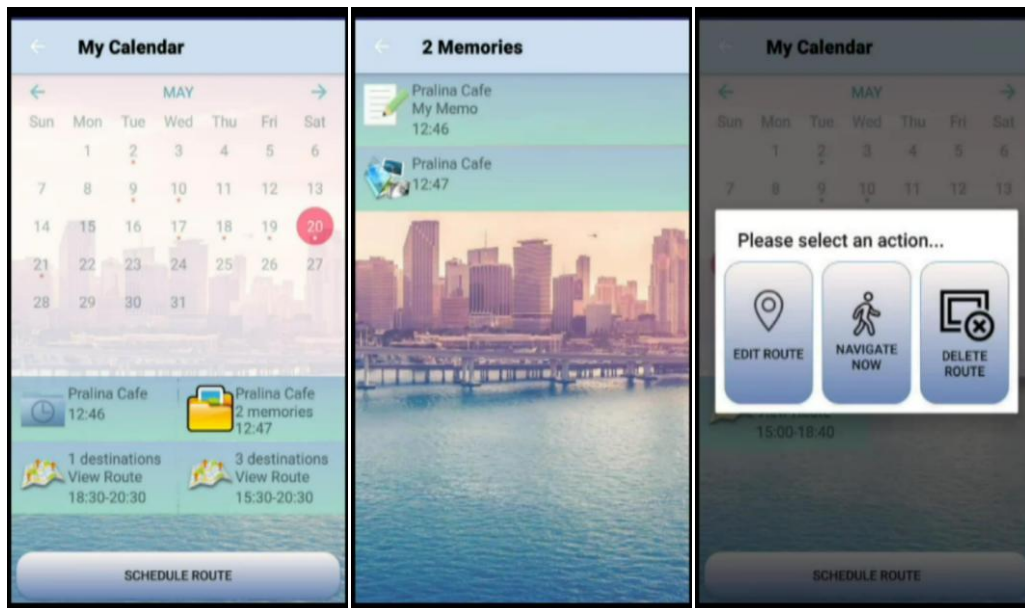


Figure A.32: Ημερολόγιο Εξερεύνησης Πόλης

Οι προγραμματισμένες διαδρομές και οι αναμνήσεις μας, είναι διαθέσιμες στο ημερολόγιο εξερεύνησης πόλης. Οι αναμνήσεις είναι ομαδοποιημένες, εάν έχουν καταχωρηθεί από την ίδια επίσκεψη. Από το ημερολόγιο, μπορούμε να ξεκινήσουμε να πλοηγούμαστε σε κάποια προγραμματισμένη διαδρομή ή ακόμη να την τροποποιήσουμε.

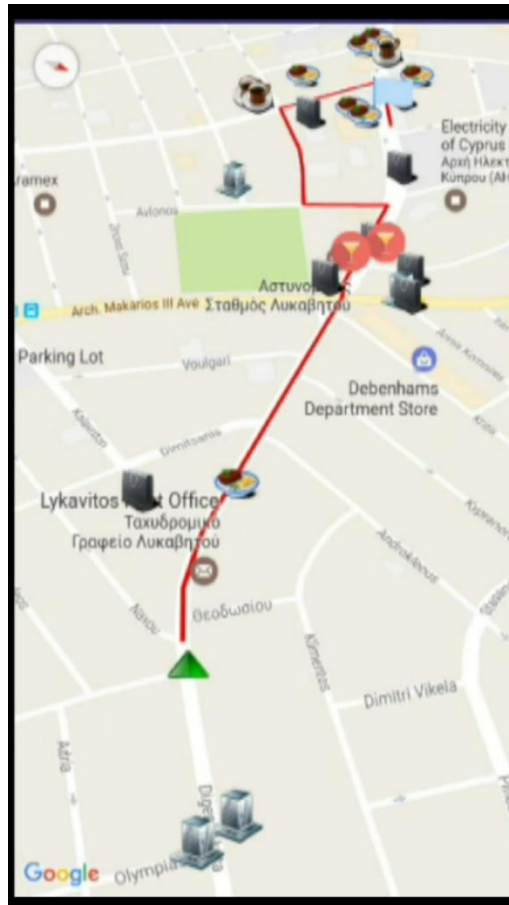


Figure A.33: Πλοήγηση

Κατά την πλοήγηση μας παρουσιάζονται οι διάφοροι τόποι στο περιβάλλον πλοήγησης, ως εικονίδια της αντίστοιχης κατηγορίας τόπων.

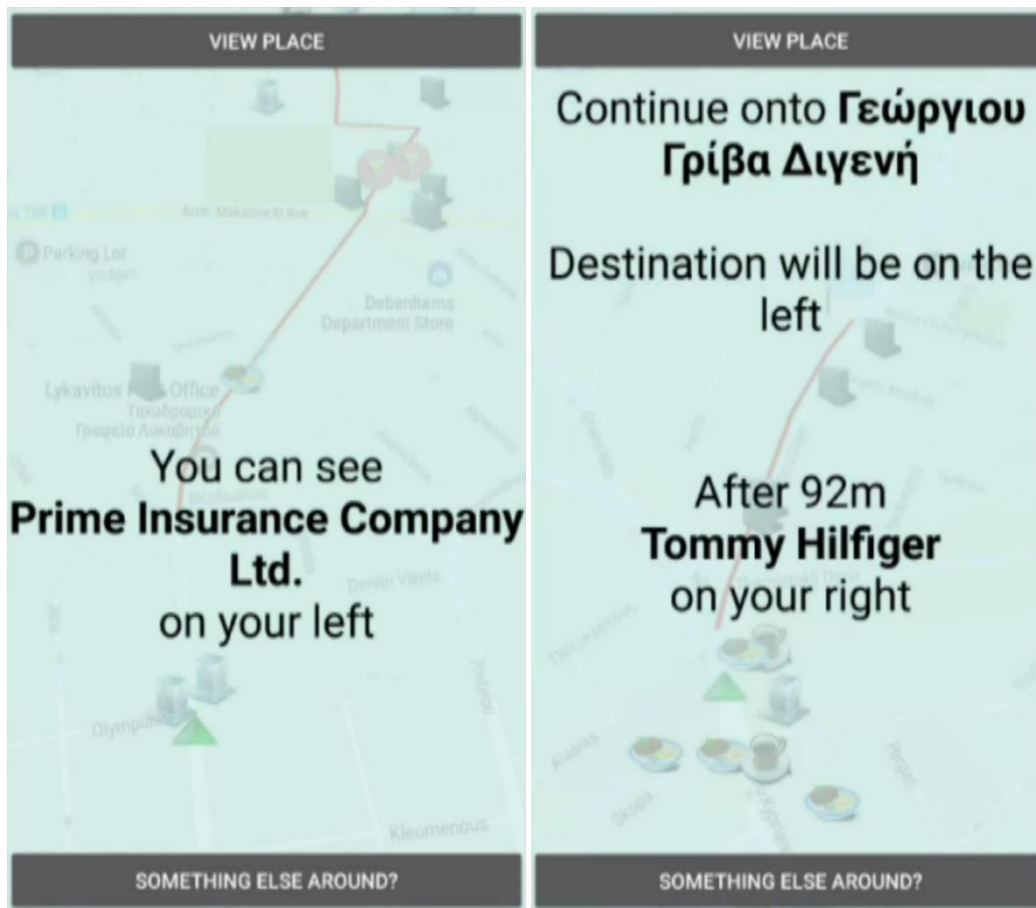


Figure A.34: Χρήση Οροσέμων κατά την Πλοήγηση

Τα ορόσημα χρησιμοποιούνται ενεργώς κατά την πλοήγηση, όπου χρειάζεται. Στα δύο στιγμιότυπα, βλέπουμε δύο πιθανές χρήσεις των οροσέμων κατά την πλοήγηση.

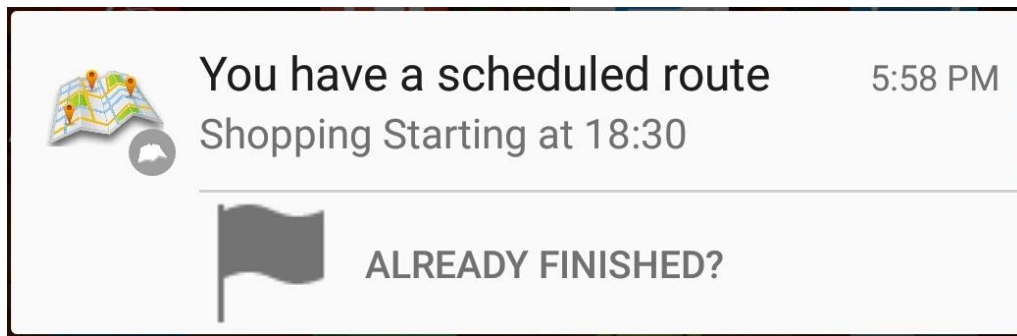


Figure A.35: Ειδοποιήσεις Εκκρεμούντων Διαδρομών

Σε περίπτωση που εκκρεμεί κάποια προγραμματισμένη διαδρομή τις επόμενες ώρες, θα πάρουμε κάποια ενημερωτική ειδοποίηση, προς υπενθύμιση. Με την επιλογή της ειδοποίησης, ξεκινάμε την πλοήγηση στη διαδρομή που εκκρεμεί. Μπορούμε επίσης να παραβλέψουμε τις ειδοποιήσεις για τη διαδρομή αυτή, δηλώνοντας ότι την έχουμε ολοκληρώσει.

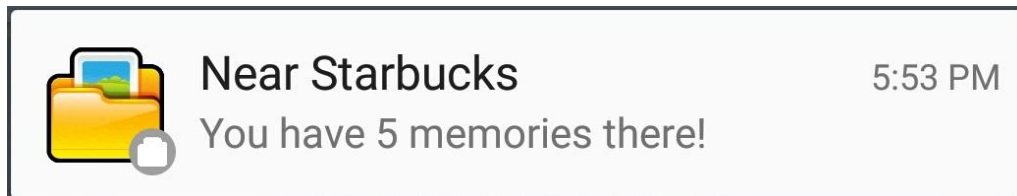


Figure A.36: Ειδοποιήσεις Αναπόλησης Αναμνήσεων

Εάν βρεθούμε κοντά σε κάποιο τόπο με αναμνήσεις, θα πάρουμε ειδοποίηση, η οποία μας θυμίζει ότι έχουμε κάποιες αναμνήσεις στον κοντινό αυτό τόπο. Με την επιλογή της ειδοποίησης, μας παρουσιάζονται οι αναμνήσεις αυτές.

Παράρτημα Β - Σχήμα Βάσης Δεδομένων

Η βάση δεδομένων είναι οργανωμένη σε τομείς (domains), προκειμένου να μπορεί να επεκταθεί παράλληλα με το Framework που επικοινωνεί μαζί της.

Τομείς Βάσης (Database Domains)

- Fusion Domain
- Foursquare Domain
- Google Maps Domain
- OpenStreetMap Domain

Ο βασικός τομέας είναι ο Fusion, ο οποίος και περιέχει την τελική δομή των δεδομένων, καθώς και των συμπερασμάτων από τη διαδικασία εξόρυξης ([Κεφάλαιο 4 Εξόρυξη Γνώσης](#))

- Κρατεί δεδομένα που αφορούν συμπεράσματα από τη διαδικασία εξόρυξης.
- Περιέχει αναφορές προς τους υπολοίπους τομείς, με σκοπό τη συνάθροιση (συνδυασμό) δεδομένων μεταξύ διαφορετικών παρόχων.
- Κρατεί δεδομένα που αφορούν διάφορα στρώματα στο χάρτη - εξειδικευμένους χάρτες (map layers).

Οι υπόλοιποι τομείς (μέχρι στιγμής τρεις) αφορούν τον κάθε παροχέα ξεχωριστά και υλοποιούνται ανεξάρτητα για τους εξής λόγους

- Αφαιρετικότητα υλοποίησης για κάθε παροχέα
 - ο Το σύστημα αντιμετωπίζει τα δεδομένα από κάθε παροχέα ξεχωριστά, χρησιμοποιώντας διαφορετική υλοποίηση διαχείρισης των δεδομένων, η οποία αντανακλά τις ιδιαιτερότητές τους.
 - ο Ανά πάσα στιγμή, το σύστημα μπορεί να επεκταθεί για υποστήριξη περισσότερων παρόχων, με τη δημιουργία ξεχωριστών τομέων στη βάση δεδομένων και την κατάλληλη επέκταση του Framework που παρέχεται (οδηγίες υπάρχουν στο εγχειρίδιο χρήσης του Framework ([Παράρτημα Γ - Εγχειρίδιο Χρήσης Data Mining Framework](#))).
- Διατήρηση ακατέργαστων δεδομένων για χρήση στη συνέχεια
 - ο Κατά τη διαδικασία του fetching, τα ακατέργαστα δεδομένα από κάθε παροχέα πρέπει να συνεχίζουν να υφίστανται στη βάση δεδομένων, λόγω της φύσης της διαδικασίας εξόρυξης. Η διαδικασία χωρίζεται σε αρκετές διαδοχικές φάσεις, οι οποίες χρησιμοποιούν από κοινού τη βάση δεδομένων για να διοχετεύσουν τα δεδομένα και τα συμπεράσματά τους στις επόμενες φάσεις.

B.1 Τομέας Fusion

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, ο τομέας αυτός περιέχει την τελική δομή των δεδομένων, τα οποία αναπαριστούν τη γνώση του συστήματος. Τα δεδομένα του τομέα καταναλώνονται με σκοπό την ικανοποίηση των λειτουργικών αναγκών της εφαρμογής.

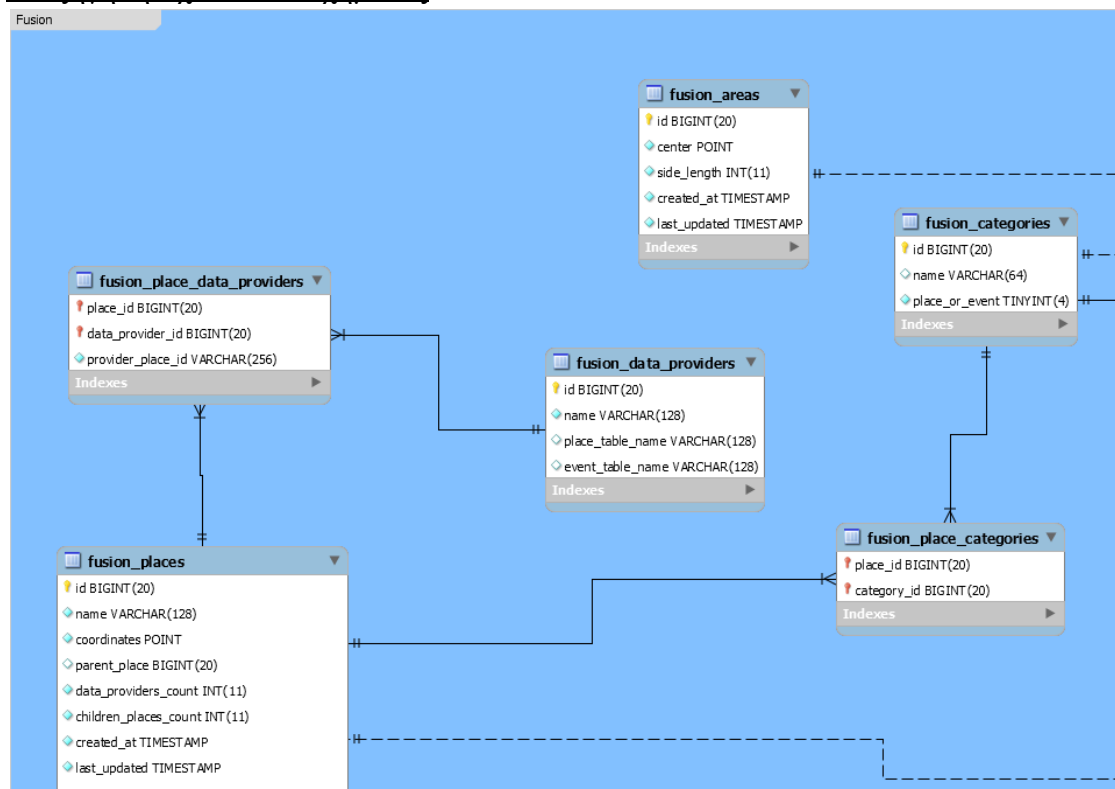
Ο τομέας αυτός οργανώνεται σε περεταίρω υπο-τομείς

1. Fusion Core Sub-Domain
2. Landmarks Sub-Domain
3. Themed Areas Sub-Domain (Map Layer)
4. Category Clustering Sub-Domain (Map Layer)
5. Feature Descriptions Sub-Domain (Map Layer)

Fusion Core Sub-Domain

Ο υπο-τομέας αυτός περιλαμβάνει τις βασικές πληροφορίες για κάθε τόπο, καθώς και αναφορές σε δεδομένα τόπων από συγκεκριμένους παροχείς. Ο συγκεκριμένος υπο-τομέας είναι ζωτικής σημασίας για το σύστημα, καθώς αποτελεί το μητρώο τόπων, το οποίο μπορεί να αναφερθεί από άλλα σημεία της βάσης, με σκοπό την προσθήκη πληροφοριών.

Επεξήγηση Σχεσιακού Σχήματος



Δεδομένα που κρατούνται

Πίνακας fusion_areas

- Τετραγωνισμένες περιοχές πάνω στο χάρτη
- Χρησιμοποιούνται για σκοπούς ιχνηλασίας του χάρτη κατά τη διαδικασία εξόρυξης
- Για κάθε περιοχή που εξορύχτηκε, υπάρχει καταχώρηση στον πίνακα αυτό

Πίνακας fusion_data_providers

- Οι παροχείς που χρησιμοποιούνται από το σύστημα
- Για κάθε παροχέα, κρατείται το όνομα του πίνακα αποθήκευσης τόπων για το συγκεκριμένο παροχέα, προκειμένου να μπορούν να γίνονται αναφορές σε αυτόν.

Πίνακας fusion_categories

- Οι κατηγορίες τόπων που χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή.

Πίνακας fusion_places

- Οι συγχωνευμένοι τόποι που κρατούνται από το σύστημα ([4.4 Συγχώνευση Ετερογενών Δεδομένων](#))
- Τα δεδομένα αυτά αποτελούν προϊόν της διαδικασίας εξόρυξης

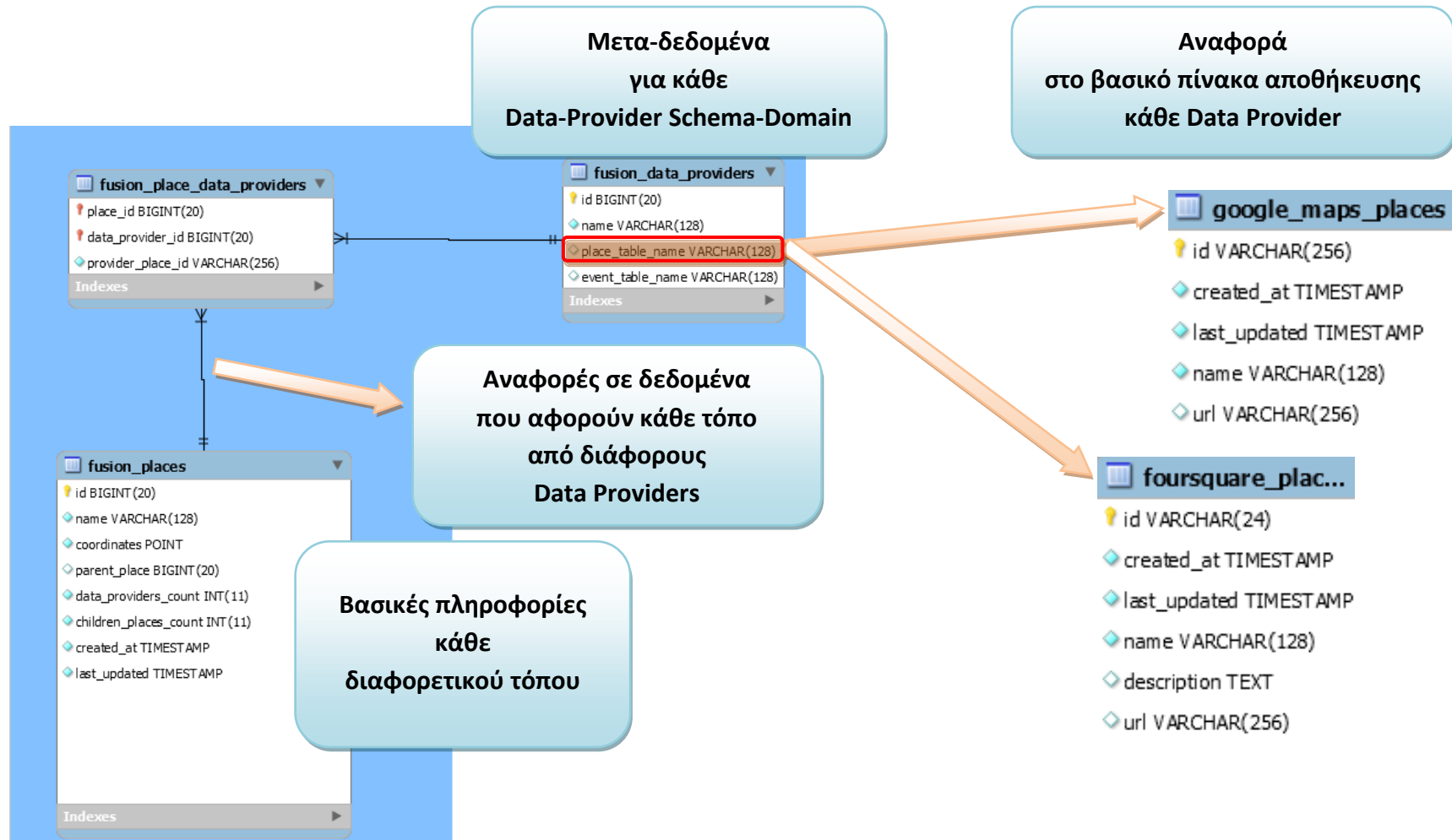
Πίνακας fusion_place_categories

- Οι κατηγορίες για κάθε Fusion Place

Πίνακας fusion_place_data_providers

- Αναφορές σε δεδομένα τόπων διαφόρων παρόχων, για κάθε Fusion Place.
- Κάθε αναφορά υποδηλώνει ότι η συγκεκριμένη εγγραφή του συγκεκριμένου παροχέα, αναπαριστά τον ίδιο τόπο.

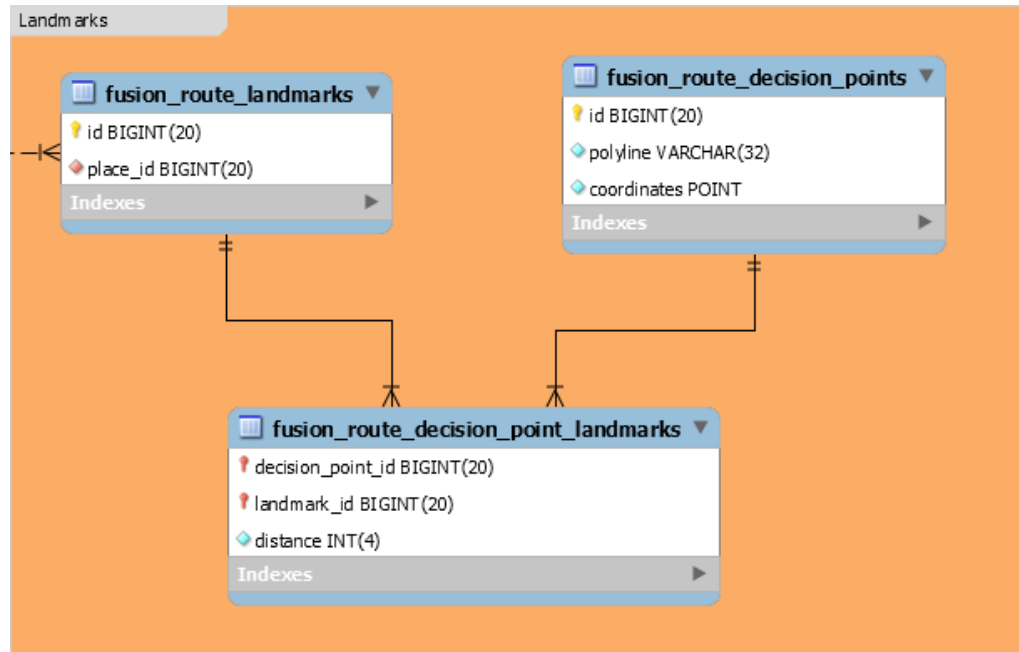
Αναφορές σε δεδομένα τόπων από συγκεκριμένους παροχείς



B.2 Landmarks Sub-Domain

Κρατούνται τα δεδομένα που αφορούν ορόσημα (περισσότερες πληροφορίες στο υποκεφάλαιο [4.6 Εντοπισμός Οροσήμων](#)).

Επεξήγηση Σχεσιακού Σχήματος



Δεδομένα που κρατούνται

Πίνακας `fusion_route_landmarks`

- Οι τόποι που θεωρούνται ορόσημα σημείων απόφασης

Πίνακας `fusion route decision points`

- Τα σημεία στο οδικό δίκτυο, τα οποία θεωρούνται σημεία απόφασης

Πίνακας `fusion route decision point landmarks`

- Συσχετίσεις μεταξύ σημείων απόφασης και οροσήμων.
- Κάθε συσχέτιση μοντελοποιεί τη δράση κάποιου τόπου ως ορόσημο για συγκεκριμένο σημείο απόφασης.
- Κάποιος τόπος δύναται να δρα ως ορόσημο σε πολλαπλά σημεία απόφασης.
- Κάποιο σημείο απόφασης δύναται να μην έχει ορόσημο

B.3 Αναπαράσταση Map Layers στη Βάση Δεδομένων

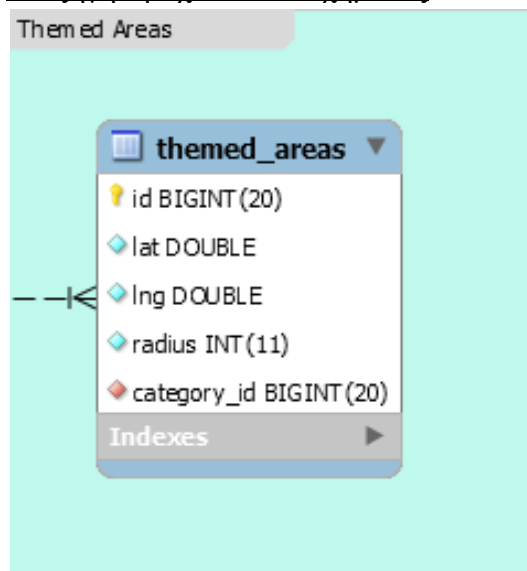
Τα δεδομένα που αφορούν Map Layers κρατούνται στον τομέα Fusion, με τη χρήση υπο-τομέων (sub-domains), οι οποίοι σχετίζονται με κάποιους από τους πίνακες του τομέα, αναλόγως του τύπου των δεδομένων που υποστηρίζει κάθε Map Layer (περισσότερες πληροφορίες στο υποκεφάλαιο [4.7 Εξειδικευμένοι Χάρτες \(Map Layers\)](#)).

Μέχρι στιγμής έχουν υλοποιηθεί δύο Map Layers, αλλά υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης περισσότερων (οδηγίες υπάρχουν στο εγχειρίδιο χρήσης του Framework, [Γ.4.5 Πακέτο data_mining.map_layers](#))

B.4 Themed Areas Sub-Domain (Map Layer)

Κρατούνται τα δεδομένα που αφορούν Themed Areas (περισσότερες πληροφορίες στο υποκεφάλαιο 4.7, παράγραφος [Θεματικές Περιοχές](#)).

Επεξήγηση Σχεσιακού Σχήματος



Δεδομένα που κρατούνται

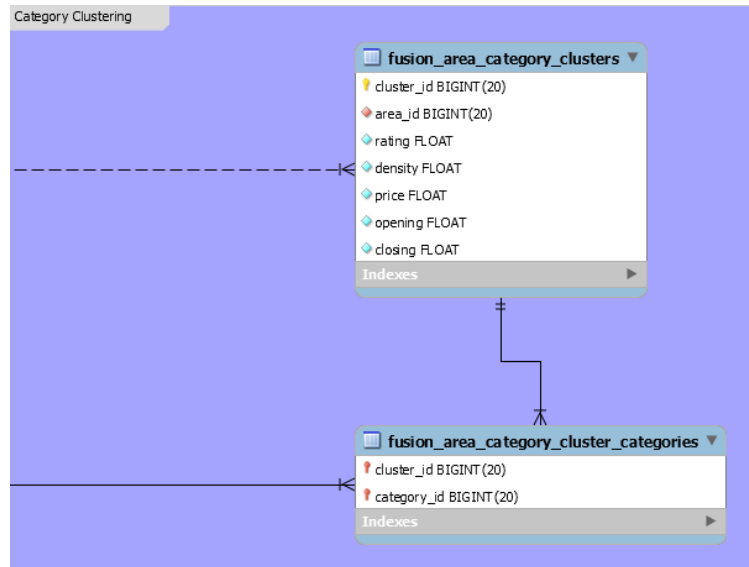
Πίνακας themed_areas

- Themed Areas ([4.8 Θεματικές Περιοχές](#))
- Κάθε Themed Area συσχετίζεται με ακριβώς μία κατηγορία τόπων

B.5 Category Clustering Sub-Domain

Κρατούνται δεδομένων που αφορούν το χαρακτηρισμό κάθε τετραγωνισμένης περιοχής. Περισσότερες πληροφορίες στο υποκεφάλαιο [4.5 Χαρακτηρισμός Περιοχών](#).

Επεξήγηση Σχεσιακού Σχήματος



Δεδομένα που κρατούνται

Πίνακας fusion_area_category_clusters

- Category Clusters για κάθε Area
- Χαρακτηριστικά των Category Clusters
- Κάθε Category Cluster συσχετίζεται με ακριβώς μία τετραγωνισμένη περιοχή

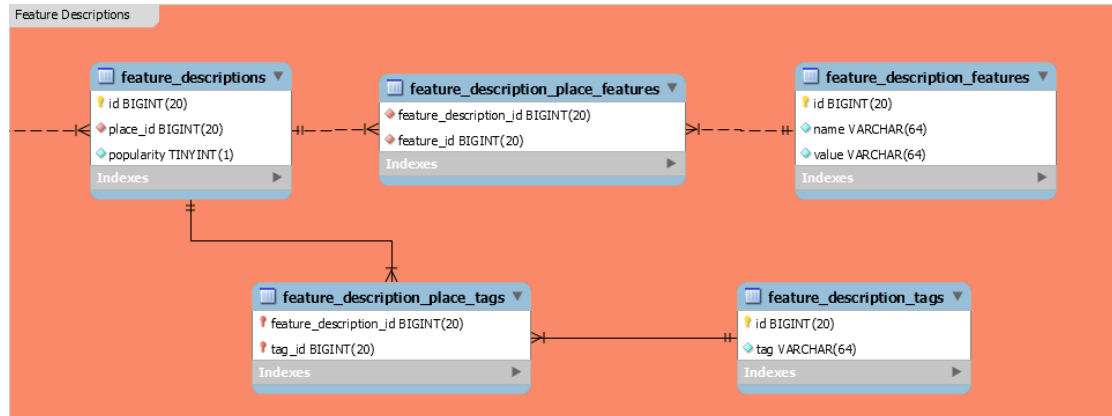
Πίνακας fusion_area_category_cluser_categories

- Κατηγορίες για κάθε Category Cluster

B.6 Feature Descriptions Sub-Domain (Map Layer)

Κρατούνται τα δεδομένα που αφορούν Place Feature Descriptions (περισσότερες πληροφορίες στο υποκεφάλαιο 4.7, παράγραφος [Περιγραφές Χαρακτηριστικών Τόπων](#)).

Επεξήγηση Σχεσιακού Σχήματος



Δεδομένα που κρατούνται

Πίνακας feature_descriptions

- Το Feature Description για κάθε τόπο
- Κάθε Feature Description συσχετίζεται με ακριβώς ένα Fusion Place

Πίνακας feature_description_place_features

- Τα features για κάθε συγκεκριμένο τόπο

Πίνακας feature_description_features

- Οι συνδυασμοί features (name-value) που υπάρχουν
- Χρησιμοποιούνται αναφορές στον πίνακα αυτό για κάθε feature (αποφυγή redundancy)

Πίνακας feature_description_place_tags

- Τα tags για κάθε συγκεκριμένο τόπο

Πίνακας feature_description_tags

- Τα tags που υπάρχουν
- Χρησιμοποιούνται αναφορές στον πίνακα αυτό για κάθε tag (αποφυγή redundancy)

B.7 Γενική δομή αναπαράστασης τόπων συγκεκριμένου παροχέα

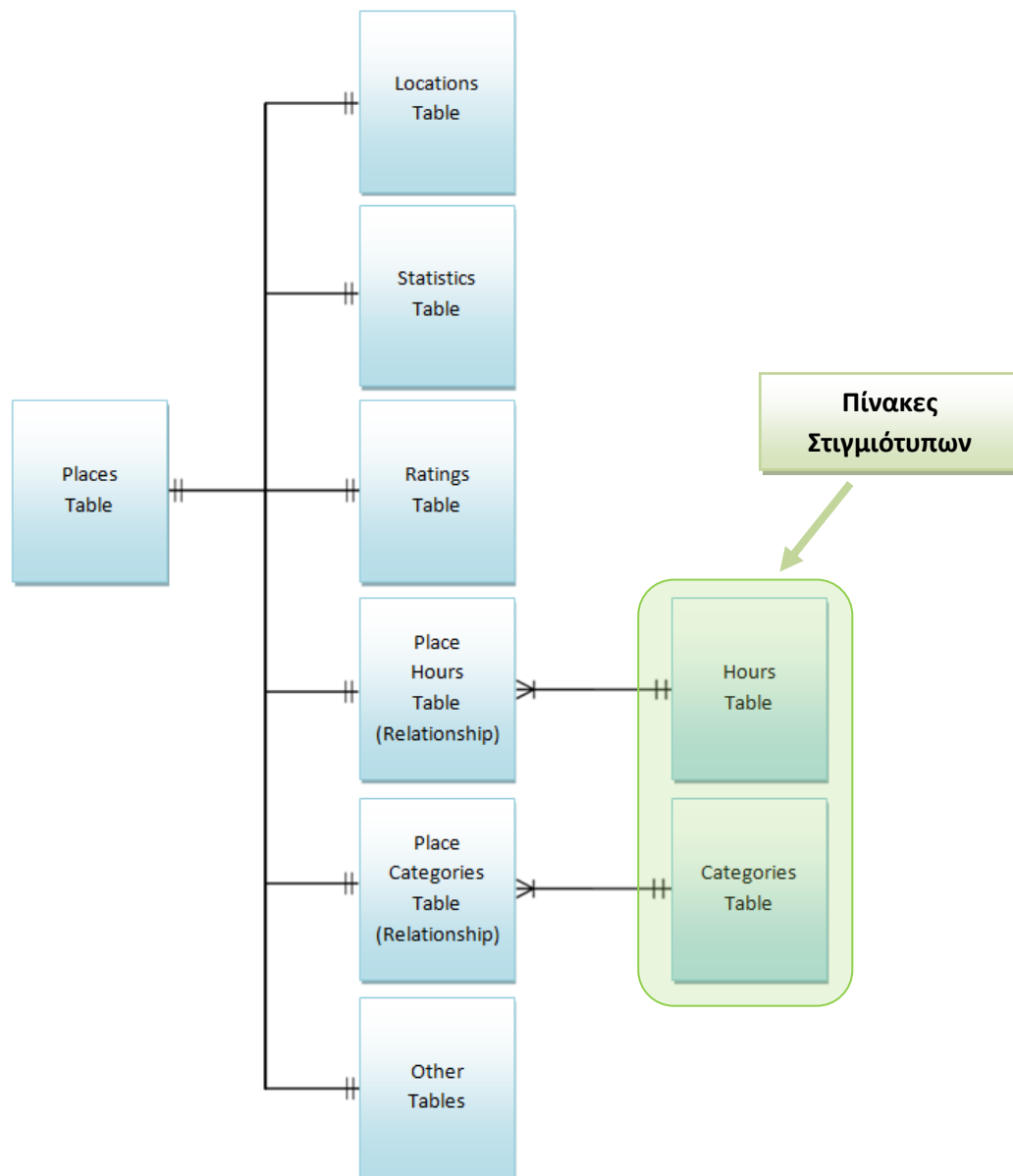
Έχει οριστεί μία γενική δομή σχεσιακής αναπαράστασης, η οποία προτείνεται να ακολουθείται για την προσθήκη οποιουδήποτε παροχέα τόπων (για περισσότερες πληροφορίες περί των παρόχων βλέπε [2.2 Πηγές Αντλησης Πληροφοριών](#)).

Σκοπός είναι η συμβατότητα των δεδομένων που κρατούνται για όλους τους παροχείς, χωρίς όμως να περιορίζονται οι δυνατοί τύποι δεδομένων που μπορούν να κρατούνται.

Σημαντικό

Στην προτεινόμενη δομή, χρησιμοποιούνται πίνακες με στιγμιότυπα για κάποιους τύπους δεδομένων, με σκοπό την αποφυγή πλεονασμός στη βάση δεδομένων. Οι πίνακες αυτοί συσχετίζονται με τον πίνακα περιγραφής τόπων, για να χρησιμοποιηθεί το στιγμιότυπο.

Γενικό διάγραμμα δομής

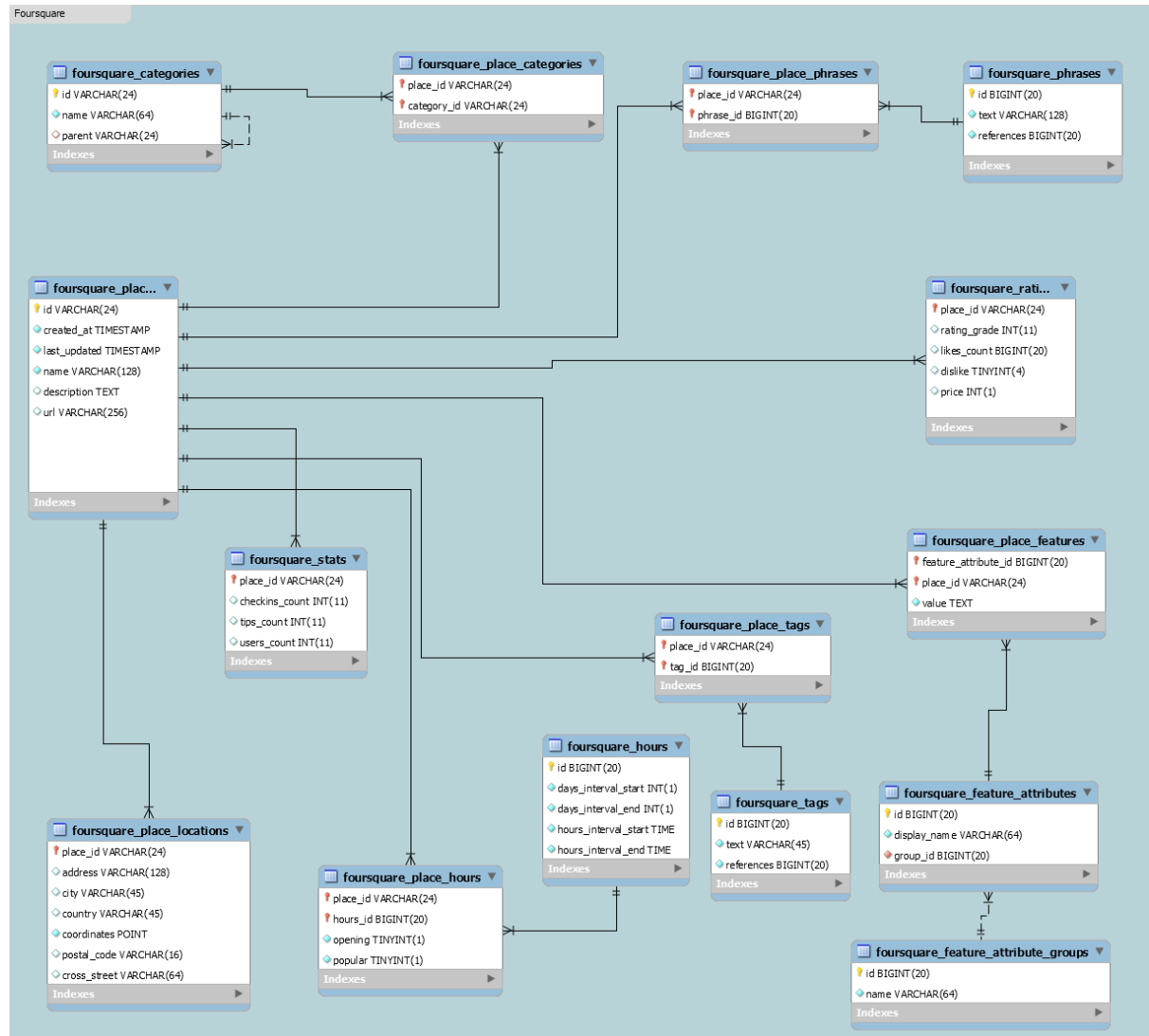


B.8 Τομέας Foursquare

Ο τομέας αυτός μοντελοποιεί δεδομένα που αφορούν τόπους, και έχουν ανακτηθεί από τον παροχέα Foursquare Venues.

Χρησιμοποιείται η γενική δομή αναπαράστασης τόπων που έχει προταθεί στην παράγραφο [B.7](#).

Σχεσιακό Σχήμα

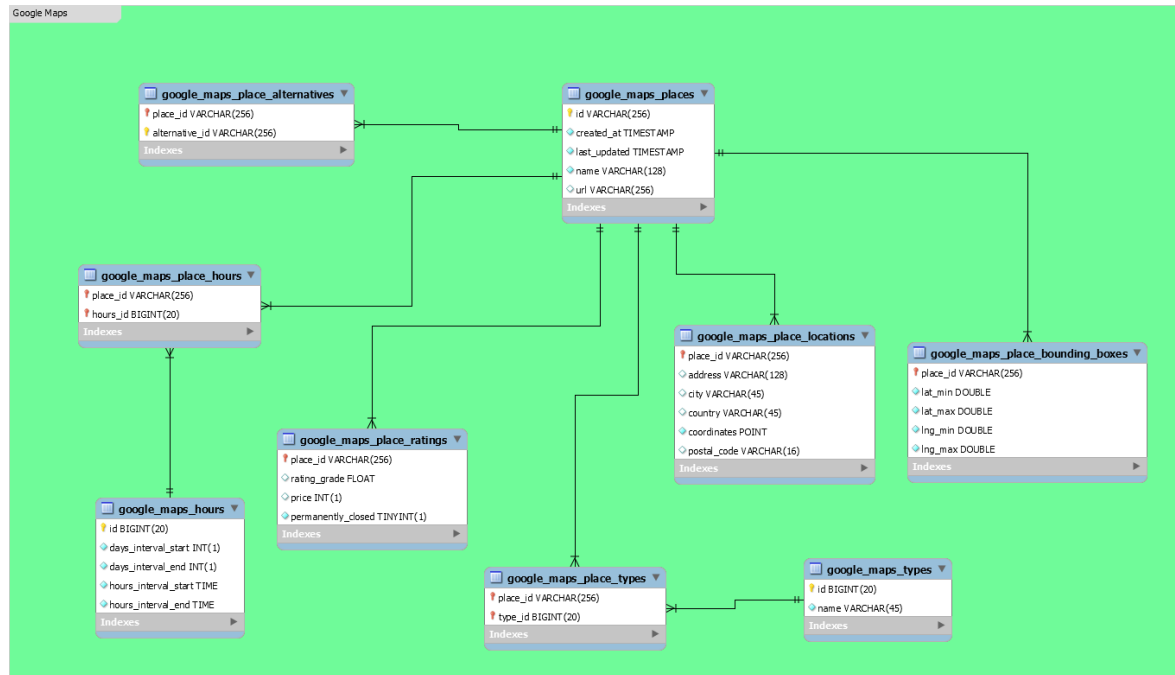


B.9 Τομέας Google Maps Domain

Ο τομέας αυτός μοντελοποιεί δεδομένα που αφορούν τόπους, και έχουν ανακτηθεί από τον παροχέα Google Maps Places.

Χρησιμοποιείται η γενική δομή αναπαράστασης τόπων που έχει προταθεί στην παράγραφο [B.7](#).

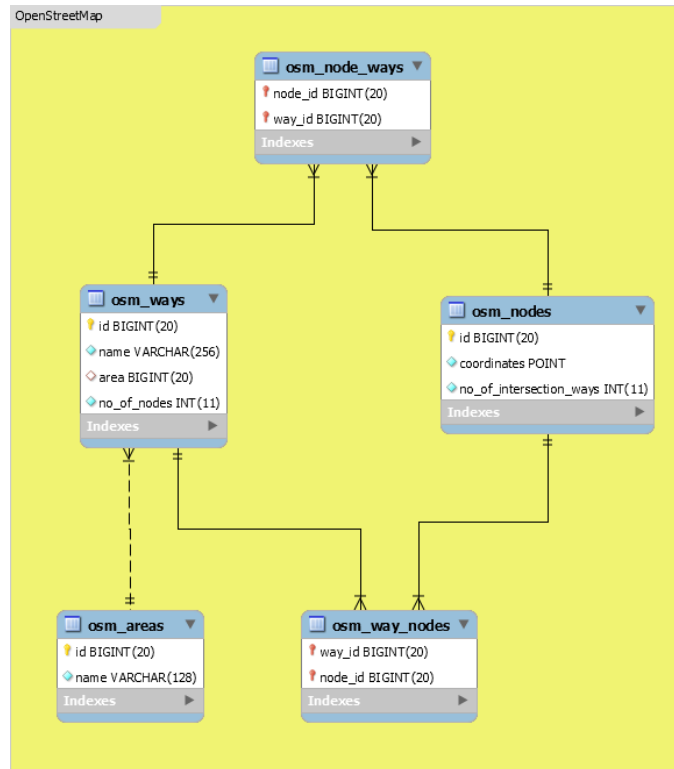
Σχεσιακό Σχήμα



B.10 Τομέας OpenStreetMap Domain

Ο τομέας αυτός μοντελοποιεί δεδομένα που αφορούν το οδικό δίκτυο και χρησιμοποιεί τη δομή του ιδίου του παροχέα, αφού έχει κριθεί κατάλληλη για τις ανάγκες της εφαρμογής.

Σχεσιακό Σχήμα



Λεδομένα που κρατούνται

Πίνακας osm_areas

- Ονόματα περιοχών, πόλεων ή κοινοτήτων

Πίνακας osm_ways

- Δρόμοι στο [οδικό δίκτυο](#)
- Κάθε δρόμος υπάγεται σε μία ακριβώς περιοχή (πίνακας osm_areas)
- Το πεδίο no_of_nodes αναπαριστά τον αριθμό των κόμβων που ανήκουν στον δρόμο αυτό και είναι καταχωρημένοι στο σύστημα.

Πίνακας osm_nodes

- Κόμβοι στο [οδικό δίκτυο](#)
- Το πεδίο no_of_intersection_ways αναπαριστά τον αριθμό των δρόμων που περνούν από τον κόμβο αυτό και είναι καταχωρημένοι στο σύστημα. Για παράδειγμα, η τιμή 2 εκφράζει ότι ο κόμβος αποτελεί διασταύρωση δύο δρόμων.

Πίνακας osm_way_nodes

- Συσχετίσεις μεταξύ [δρόμων και κόμβων](#).
- Κάθε συσχέτιση υποδηλώνει ότι στο συγκεκριμένο δρόμο ανήκει συγκεκριμένος κόμβος.

Πίνακας osm_node_ways

- Συσχετίσεις μεταξύ [κόμβων και δρόμων](#)
- Κάθε συσχέτιση υποδηλώνει ότι ο συγκεκριμένος κόμβος αποτελεί διασταύρωση, η από την οποία περνά συγκεκριμένος δρόμος.

Παράρτημα Γ - Εγχειρίδιο Χρήσης Data Mining Framework

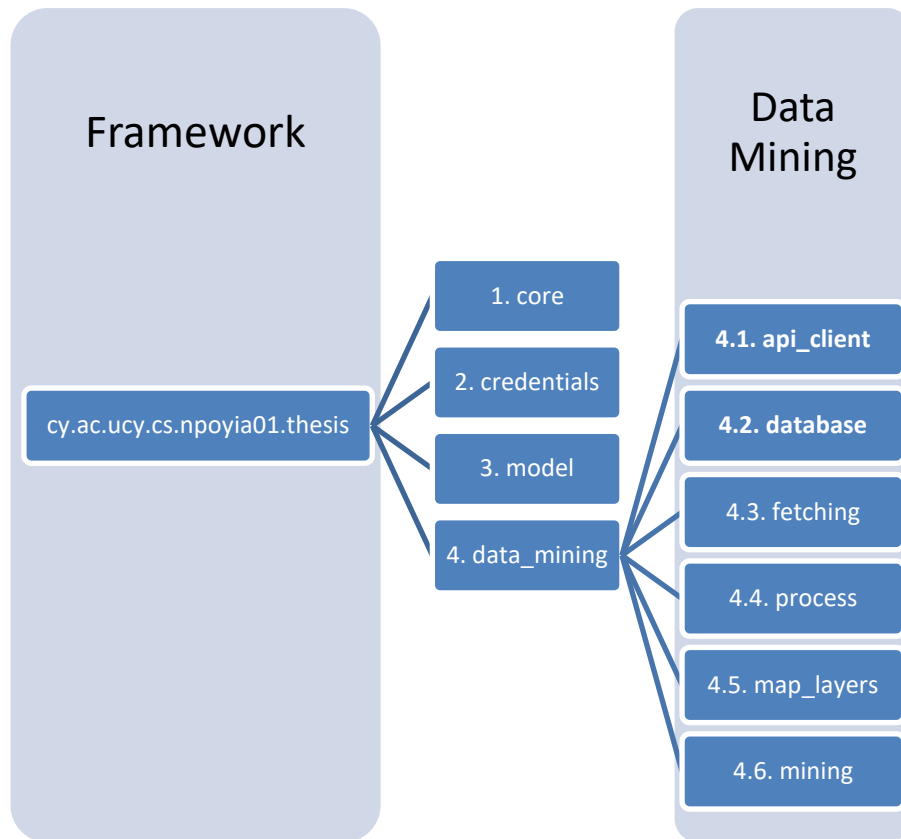


Figure Γ.1: Γενική οργάνωση πακέτων στο Framework

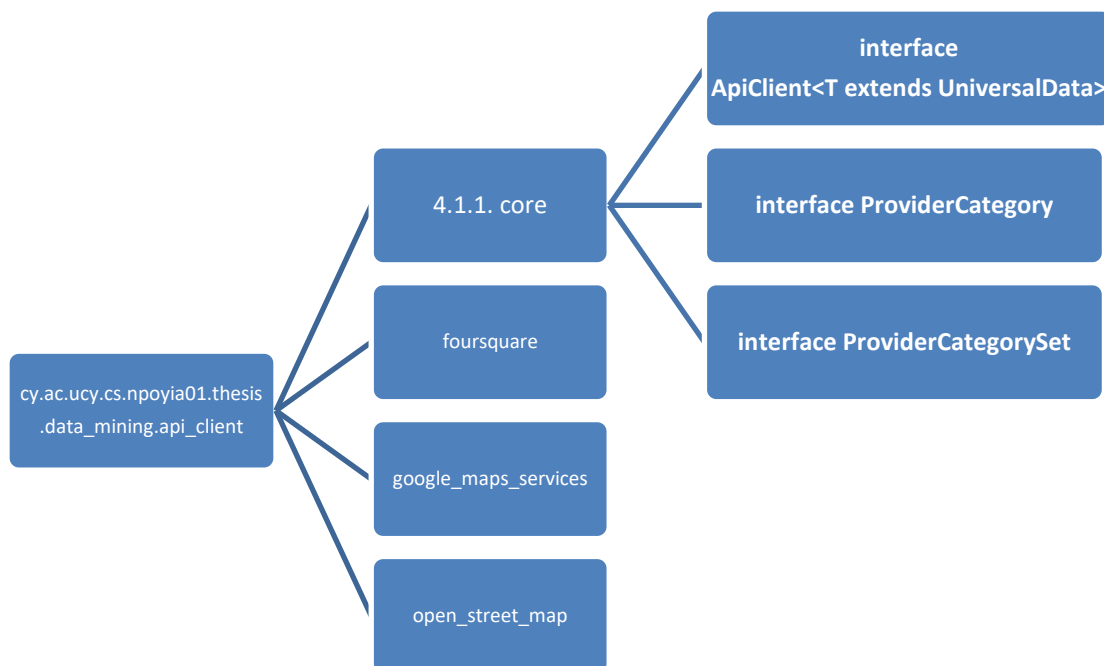


Figure Γ.2: Πακέτο data_mining.api_client

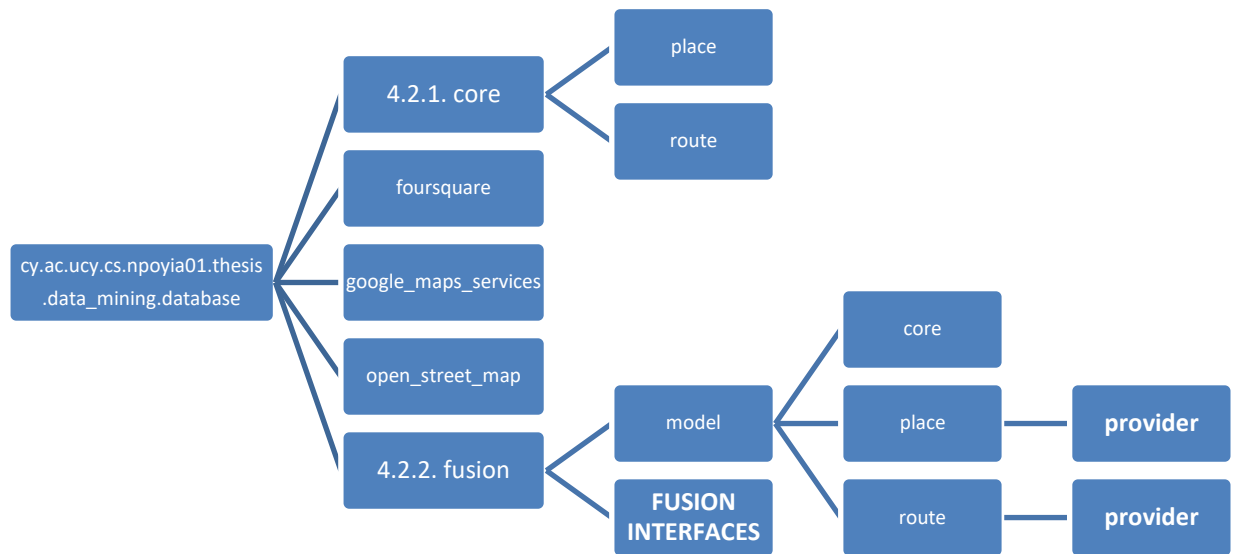


Figure Γ.3: Πακέτο `data_mining.database`

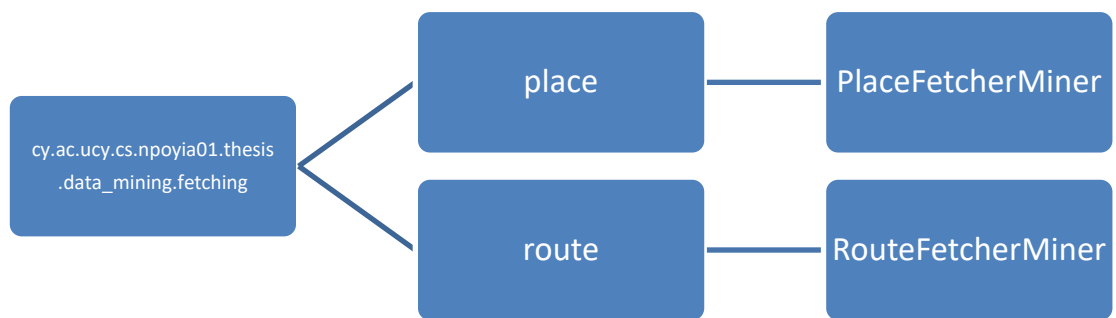


Figure Γ.4: Πακέτο `data_mining.fetching`

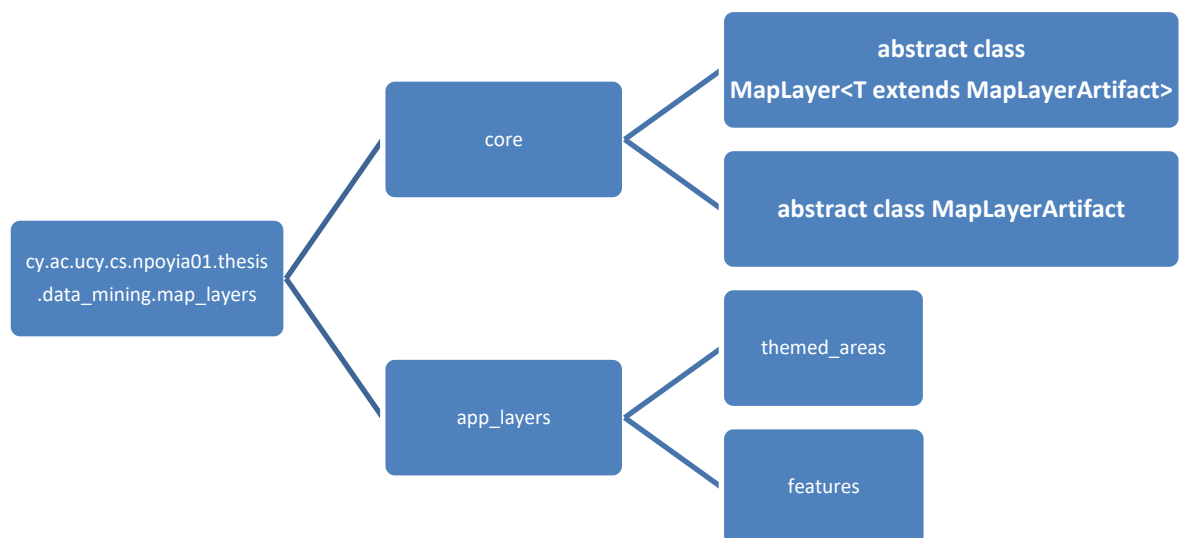


Figure Γ.5: Πακέτο `data_mining.map_layers`

Framework Package

Το αναγνωριστικό του πακέτου είναι "cy.ac.ucy.cs.npoyia01.thesis". Όλα τα πακέτα που αναφέρονται στο παρόν εγχειρίδιο, βρίσκονται κάτω από το πακέτο αυτό.

Γ.1 Πακέτο core

Κλάση DataProvider (enumeration)

Περιλαμβάνει όλους τους παροχείς δεδομένων από τους οποίους το σύστημα εξορίζει δεδομένα, μέσω των APIs που παρέχουν.

Γ.2 Πακέτο credentials

Υπεύθυνο για τη διαχείριση των διαπιστευτηρίων που απαιτούνται για την ομαλή λειτουργία του συστήματος (κρατούνται στο αρχείο credentials.properties). Το αρχείο credentials.properties είναι configuration file, το οποίο περιλαμβάνει όλα τα διαπιστευτήρια του συστήματος σε μορφή key-value. Τα διαπιστευτήρια είναι απαραίτητα τόσο για επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, όσο και για ανάκτηση δεδομένων από τα APIs των παρόχων.

Γ.3 Πακέτο model

Περιλαμβάνει κάποιες βασικές κλάσεις αναπαράστασης δεδομένων, οι οποίες χρησιμοποιούνται από μεγάλο τμήμα του συστήματος. Προτείνεται όπως νέες κλάσεις που χρησιμοποιούνται ευρέως, να τοποθετούνται στο πακέτο αυτό.

Γ.4 Πακέτο data_mining

Περιλαμβάνει τη λειτουργικότητα που απαιτείται για

- Ανάκτηση πληροφοριών από τους παροχείς (μέσω APIs).
- Επικοινωνία με τη βάση δεδομένων του συστήματος.
- Εξόρυξη δεδομένων από πολλαπλούς παροχείς.

Γ.4.1 Πακέτο data_mining.api_client

Λειτουργικότητα

Ανάκτηση πληροφοριών από τους παροχείς (μέσω APIs). Για κάθε διαφορετικό παροχέα, υπάρχει διαφορετικό υπο-πακέτο, το οποίο περιέχει την υλοποίηση επικοινωνίας με το API του συγκεκριμένου παροχέα.

Γ.4.1.1 Πακέτο data_mining.api_client.core

Διεπαφή ApiClient<T extends UniversalData>

Κάθε κλάση που υλοποιεί την επικοινωνία με κάποιο API, θα πρέπει να υλοποιεί τη διεπαφή αυτή. Το generic T αφορά το είδος των δεδομένων που ανακτώνται μέσω του API.

Γ.4.2 Πακέτο data_mining.database

Λειτουργικότητα

Επικοινωνία με τη βάση δεδομένων του συστήματος. Για κάθε διαφορετικό παροχέα, υπάρχει διαφορετικό υπο-πακέτο, το οποίο περιέχει την υλοποίηση επικοινωνίας με τη βάση δεδομένων για τα δεδομένα του συγκεκριμένου παροχέα.

Γ.4.2.1 Πακέτο data_mining.database.core

Κλάση DatabaseHandler

Βασική κλάση επικοινωνίας με τη βάση δεδομένων. Αποτελεί το μοναδικό σημείο απευθείας επικοινωνίας με τη βάση δεδομένων.

Περιέχει τη λειτουργικότητα για

- Σύνδεση με τη βάση δεδομένων
- Διεμφνεία κανόνων ονοματολογίας διεπαφής βάσης (θα εξηγηθεί στο section DB)
- Ανταλλαγή πληροφοριών μέσω Stored Functions και Procedures

Κάθε κλάση που υλοποιεί επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, θα πρέπει να επεκτείνει την κλάση αυτή.

Διεπαφή DatabaseDataProviderSearch<T extends UniversalData>

Ορίζει τη λειτουργικότητα για αναζήτηση γεωγραφικών δεδομένων ενός συγκεκριμένου παροχέα, μέσα σε συγκεκριμένη περιοχή.

Διεπαφή DatabaseFusionRadiusSearch<T extends FusionRecordable>

Ορίζει τη λειτουργικότητα για αναζήτηση συγχωνευμένων γεωγραφικών δεδομένων (από πολλαπλούς παροχείς) μέσα σε συγκεκριμένη περιοχή.

Γ.4.2.1.1 Πακέτο data_mining.database.core.place

Περιλαμβάνει διεπαφές που περιορίζουν την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, σε δεδομένα που αφορούν μόνο τόπους.

Διεπαφή DatabasePlaceDataManipulation

Ορίζει τη βασική λειτουργικότητα για επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, όσον αφορά δεδομένα τόπων.

Διεπαφή DatabasePlaceDataProviderManipulation

Ορίζει τη λειτουργικότητα για χειρισμό δεδομένων που αφορούν τόπους και προέρχονται από συγκεκριμένο παροχέα.

Επεκτείνει τη διεπαφή DatabaseDataProviderSearch<UniversalPlaceData>

Διεπαφή DatabasePlaceDataFusionManipulation

Ορίζει τη λειτουργικότητα για χειρισμό δεδομένων που αφορούν τόπους και προέρχονται από πολλαπλούς παροχείς (συγχωνευμένα).

Επεκτείνει τη διεπαφή DatabaseFusionRadiusSearch<FusionPlace>

Γ.4.2.1.2 Πακέτο data_mining.database.core.route

Περιλαμβάνει διεπαφές που περιορίζουν την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, σε δεδομένα που αφορούν μόνο το οδικό δίκτυο.

Διεπαφή DatabaseRouteDataManipulation

Ορίζει τη βασική λειτουργικότητα για επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, όσον αφορά δεδομένα οδικού δικτύου.

Διεπαφή DatabaseRouteDataProviderManipulation

Ορίζει τη λειτουργικότητα για χειρισμό δεδομένων που αφορούν το οδικό δίκτυο και προέρχονται από συγκεκριμένο παροχέα.

Επεκτείνει τη διεπαφή DatabaseDataProviderSearch<UniversalRouteData>

Διεπαφή DatabaseRouteDataFusionManipulation

Ορίζει τη λειτουργικότητα για χειρισμό δεδομένων που αφορούν το οδικό δίκτυο και ανήκουν στον τομέα fusion της βάσης δεδομένων.

Επεκτείνει τη διεπαφή DatabaseFusionRadiusSearch<FusionRouteElement>

Γ.4.2.2 Πακέτο data_mining.database.fusion

Περιλαμβάνει την υλοποίηση για επικοινωνία με τον τομέα fusion της βάσης δεδομένων (περιγραφή του σχεσιακού σχήματος στο [Παράρτημα Β, παράγραφος Β.1](#)).

Κλάση FusionDatabaseHandler

Επέκταση της κλάσης DatabaseHandler για επικοινωνία με τον τομέα fusion της βάσης δεδομένων.

Κλάσεις Fusion<Entity Type>DatabaseHandler

Επεκτάσεις της κλάσης FusionDatabaseHandler με σκοπό τον περιορισμό του εύρους επικοινωνίας σε συγκεκριμένο είδος οντοτήτων (π.χ. τόπους)

Κλάση FusionAreaDatabaseHandler

Επέκταση της κλάσης FusionDatabaseHandler με σκοπό τον περιορισμό του εύρους επικοινωνίας σε δεδομένα που αφορούν συγκεκριμένη τετραγωνισμένη περιοχή (περιγραφή του σχεσιακού σχήματος στο [Παράρτημα Β, παράγραφος Β.1](#)).

Γ.4.2.2.1 Πακέτο data_mining.database.fusion.model

Γ.4.2.2.1.1 Πακέτο data_mining.database.fusion.model.core

Περιέχει τις βασικές κλάσεις και διεπαφές που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση συγχωνευμένων δεδομένων (από πολλαπλούς παροχείς)

Κλάση DatabaseRecord implements DatabaseRecordable

Κλάση για διαχείριση αναγνωριστικού (id) πίνακα βάσης.

Κλάση FusionRecord extends DatabaseRecord implements FusionRecordable

Κλάση για διαχείριση αναγνωριστικού (id) πίνακα βάσης.

Abstract Κλάση UniversalData

Αναπαριστά με αφαιρετικό τρόπο δεδομένα που αφορούν οποιαδήποτε οντότητα και προέρχονται από οποιοδήποτε παροχέα.

Κλάση CriticalData

Βασική κλάση, η οποία αναπαριστά κρίσιμα δεδομένα, τα οποία χρησιμοποιούνται για σύγκριση οντοτήτων. Η κλάση αυτή επεκτείνεται για κάθε είδος οντότητας που υποστηρίζεται, π.χ. PlaceCriticalData (περιγραφή στην παράγραφο [Place Critical Data](#) του υποκεφαλαίου 4.4 Συγχώνευση Ετερογενών Δεδομένων)

Γ.4.2.2.1.* Πακέτα data_mining.database.fusion.model.place, route, κτλ.

Περιορίζουν τα αναπαριστώμενα δεδομένα για οντότητες συγκεκριμένου είδους (π.χ. τόποι, δεδομένα οδικού δικτύου, κτλ.).

Το καθένα από τα πακέτα αυτά περιέχει ένα πακέτο provider

Το πακέτο αυτό περιλαμβάνει:

- Μία abstract κλάση Universal<Entity_Type>Data, η οποία περιορίζει το εύρος αναπαράσταση της κλάσης UniversalData για οντότητες συγκεκριμένου είδους (Entity_Type). Για παράδειγμα, στο πακέτο place.provider υπάρχει η Abstract Κλάση UniversalPlaceData, η οποία αναπαριστά δεδομένα τόπων από οποιοδήποτε παροχέα.
- Concrete κλάσεις που αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένα είδη οντοτήτων από συγκεκριμένο παροχέα (επεκτείνουν την πιο πάνω abstract κλάση).

Γ.4.3 Πακέτο data_mining.fetching

Περιλαμβάνει τις φάσεις εξόρυξης, οι οποίες αφορούν ανάκτηση δεδομένων από τους παροχείς δεδομένων.

Γ.4.4 Πακέτο data_mining.process

Περιλαμβάνει τις φάσεις εξόρυξης, οι οποίες αφορούν επεξεργασία δεδομένων και εξόρυξη γνώσης.

Γ.4.5 Πακέτο data_mining.map_layers

Περιλαμβάνει την υλοποίηση των εξειδικευμένων χαρτών εφαρμογής (Map Layers). Η υλοποίηση των εξειδικευμένων χαρτών είναι ανεξάρτητη από τη διαδικασία εξόρυξης, αφού δεν επιτελείται ξεχωριστά για κάθε τετραγωνική περιοχή. Αντιθέτως, η φύση των πληροφοριών απαιτεί ανάλυση σχετικά μεγάλων περιοχών (ολόκληρες πόλεις), προκειμένου να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα.

Έχουν υλοποιηθεί δύο εξειδικευμένοι χάρτες με τα ονόματα Themed Areas και Feature Descriptions. Περιγραφές των σχεσιακών σχημάτων υπάρχουν στο Παράρτημα Β, παράγραφοι [B.4](#) και [B.6](#) αντίστοιχα. Τα πακέτα υλοποίησής τους βρίσκονται κάτω από το πακέτο data_mining.map_layers.app_layers.

Γ.4.5.1 Πακέτο data_mining.map_layers.core

Abstract Κλάση MapLayerArtifact

Αντιπροσωπεύει κάποιο είδος πληροφορίας, το οποίο αναπαριστά κάποιο map layer.

Abstract Κλάση MapLayer

Αντιπροσωπεύει κάποιο map layer, το οποίο περιλαμβάνει συγκεκριμένο είδος πληροφορίας. Το είδος πληροφορίας καθορίζεται μέσω Generic και πρέπει να επεκτείνει την κλάση MapLayerArtifact.

Γ.4.6 Πακέτο data_mining.mining

Περιλαμβάνει τη λειτουργικότητα για εκτέλεση και έλεγχο της διαδικασίας εξόρυξης ως μία ακολουθία από στάδια, ανά τετραγωνική περιοχή.

Διεπαφή SquareAreaMiner

Η διεπαφή αυτή αντιπροσωπεύει οποιαδήποτε φάση της εξόρυξης, η οποία επιτελείται μέσα σε συγκεκριμένη τετραγωνική περιοχή. Οι φάσεις της εξόρυξης είναι κλάσεις που υλοποιούν τη διεπαφή αυτή. Για την προσθήκη επιπλέον φάσης, θα πρέπει η νέα κλάση να υλοποιεί τη διεπαφή αυτή και να προστεθεί αναφορά στην κλάση MinerWorker.

Κλάση MinerWorker

Περιλαμβάνει τα στάδια της διαδικασίας εξόρυξης και τη σειρά με την οποία πρέπει να εκτελεστούν. Η κλάση αυτή αποτελεί υλοποίηση της διεπαφής Runnable. Έχει υλοποιηθεί με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να μπορεί να τρέχει σε πολλά ανεξάρτητα νήματα. Κάθε στιγμιότυπο εκτέλεσης (νήμα) είναι υπεύθυνο για ολόκληρη τη διαδικασία εξόρυξης μέσα σε μία συγκεκριμένη τετραγωνική περιοχή.

Κλάση Miner

Αποτελεί την κύρια κλάση, η οποία είναι υπεύθυνη για την εκτέλεση της διαδικασίας εξόρυξης. Χρησιμοποιεί πολλαπλά νήματα MinerWorker, για να δημιουργήσει ταυτοχρονισμό (concurrency) της εξόρυξης σε πολλαπλές περιοχές. Ο ταυτοχρονισμός είναι απαραίτητος, τόσο λόγω της καθυστερήσεων ανάκτησης δεδομένων από τα διάφορα APIs, όσο και λόγω της καθυστερήσεως επικοινωνίας με τη βάση δεδομένων.

Κλάση MinerTest

Είναι μία απλή κλάση η οποία ξεκινά τη διαδικασία εξόρυξης για κάποια ομάδα τετραγωνικών περιοχών. Περιλαμβάνει τη λογική για στοίχιση των περιοχών που θα χρησιμοποιηθούν, ούτως ώστε να μην υπάρχουν αλληλεπικαλύψεις. Η λογική στην κλάση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προγραμματισμό συστηματικής εξόρυξης. Περισσότερες πληροφορίες για τη φιλοσοφία εξόρυξης στο υποκεφάλαιο [4.3 Διαδικασία Εξόρυξης Γνώσης](#).

Παράρτημα Δ - Ερωτηματολόγιο Αναγκών Κοινού

Στιγμιότυπο Ερωτηματολογίου

9/29/2016

Πλοήγηση στην Πόλη

Πλοήγηση στην Πόλη

Μία περιήγηση σε κάποια υποθετικά σενάρια πλοήγησης στην πόλη. Υποθέτοντας ότι έχεις μπροστά σου μία κινητή εφαρμογή, μπορείς να φανταστείς πώς θα αλληλεπιδρούσες με αυτήν. Η κινητή εφαρμογή είναι υπεύθυνη να σε καθοδηγεί στην πόλη.

* Required

Στοιχεία Χρήστη Εφαρμογής

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί πληροφορίες που αφορούν εσένα, προκειμένου να βελτιώσει την εμπειρία πλοήγησής σου και να σου προσφέρει όσο καλύτερη βοήθεια μπορεί.

1. Η εφαρμογή χρειάζεται κάποιες πληροφορίες για εσένα, προκειμένου να σε βοηθήσει να πλοηγηθείς πιο άνετα στην πόλη. Ποιο θα προτιμούσες; *

Mark only one oval.

Your Profile Information

Your City?

My Primary City

Where do you live?

Permanent House

In which Country?

Cyprus

In which City?

Nicosia

Where Exactly?

What means of tranfer are you using?

Car

Rent one?

Something well known to you in your city?



☐ Φόρμα συμπλήρωσης στοιχείων

☐ Αντληση στοιχείων από Facebook

☐ Other:

2. Πόσο χρήσιμη θα σου φαινόταν κάθε λειτουργία από τις ακόλουθες; (5=πιο χρήσιμη) *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Κοινοποίηση τοποθεσιών που επισκέφθηκαν στο φίλους σου	☐	☐	☐	☐	☐
Ενημέρωση των φίλων σου για την αναμενόμενη ώρα άφιξής σου	☐	☐	☐	☐	☐
Πλοήγηση με βάση τα πιο γνωστά προς εσένα σημεία αναφοράς	☐	☐	☐	☐	☐
Διατήρηση ιστορικού τοποθεσιών που επισκέφθηκαν	☐	☐	☐	☐	☐

Skip to question 10.

Κατά την Πλοήγηση

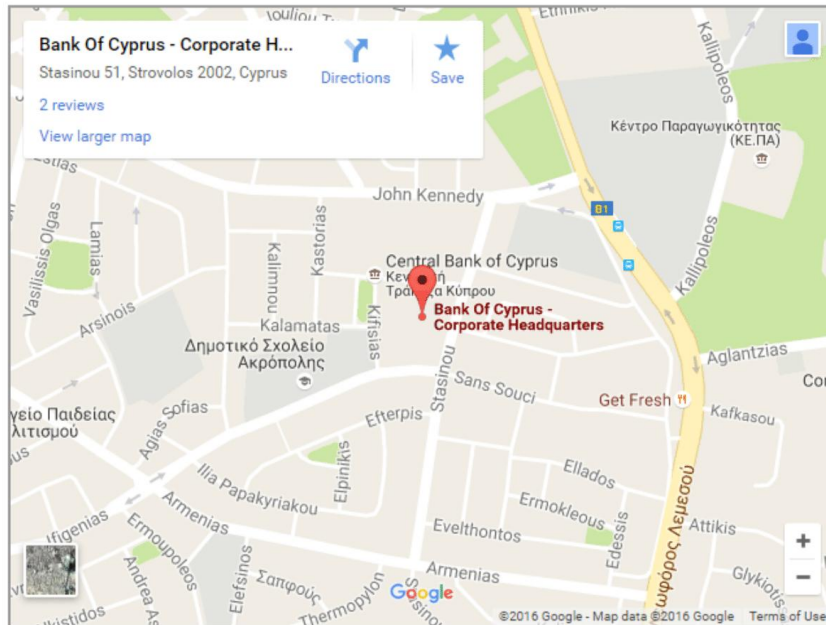
Η διαδικασία αυτή σου δίνει οδηγίες για να φτάσεις στον επόμενο σου προορισμό, είτε είσαι οδηγός αυτοκινήτου, μοτοσυκλέτας, ποδηλάτου, πεζός, επιβάτης λεοφωρείου κτλ.

Για παράδειγμα:



Cyprus - Nicosia

Next Destination: Bank



Cancel Schedule

Reached Destination

3. Πλησιάζεις σε ένα προορισμό οδηγώντας το αυτοκίνητό σου. Η εφαρμογή σου προτείνει κάποιο χώρο στάθμευσης κοντά σε αυτόν. Ποιά είναι η σειρά που θα ήθελες να χρησιμοποιηθεί στα κριτήρια επιλογής του χώρου στάθμευσης; (3=πιο σημαντικό) *
- Mark only one oval per row.

	1	2	3
Απόσταση από προορισμό	☐	☐	☐
Κόστος στάθμευσης	☐	☐	☐
Κυκλοφοριακή συμφόρηση	☐	☐	☐

4. Έχεις κάνει πολλή ώρα σε κάποιο προορισμό. Δεν έχεις ενημερώσει την εφαρμογή ότι θα αργήσεις. Η εφαρμογή σε ενημερώνει ότι δε θα προλάβεις να επισκεφθείς κάποιους προορισμούς, αφού θα κλείσουν. Ποιός πιστεύεις ότι ευθύνεται; *

You have been here for more than 30 minutes (as you said).

Places "Place X", "Place Y" cannot be visited today, since you are late for them.

FINE

Mark only one oval.

- ☐ Η εφαρμογή
- ☐ Ο προορισμός (επειδή θα κλείσει)
- ☐ Εσύ (επειδή δεν ενημέρωσες την εφαρμογή)
- ☐ Other:

5. Πόσο χρήσιμη θα σου φαινόταν κάθε λειτουργία από τις ακόλουθες; (5=πιο χρήσιμη) *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Διαχείριση εκτάκτων καταστάσεων (κατάλληλες προτάσεις για Κυκλοφοριακή συμφόρηση & Ανεπάρκεια καυσίμων οχήματος)	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτόματος εντοπισμός αλλαγής μέσου συγκοινωνίας	☐	☐	☐	☐	☐
Προτάσεις για ενδιάμεσους προορισμούς (π.χ. "Θα ήθελες να γευματίσεις στο εστιατόριο δίπλα; Η ώρα είναι 14:00.")	☐	☐	☐	☐	☐

Skip to question 9.

Δρομολόγια

Έχεις τη δυνατότητα να προγραμματίσεις ένα σύνθετο δρομολόγιο με πολλαπλούς προορισμούς, όπως φαίνεται στο παράδειγμα.

Για παράδειγμα:

Cancel

New Automatic Schedule

Tomorrow ▼

(Choose category) ▼

Add Category

Destinations:

1. Bank from 12:00PM until 1:00PM for 1h00m

2. Shopping (Brand 2) from 2:30PM until 3:30PM for 1h00m

Landmark Preferences

Submit Schedule

6. Ποιά στοιχεία θα ήθελες να καθορίσεις; **Check all that apply.*

- ☐ τη σειρά των προορισμών
- ☐ τα μέσα συγκοινωνίας
- ☐ με ποιούς θα συναντηθείς
- ☐ την ώρα άφιξης σε κάθε προορισμό
- ☐ την μέγιστη διάρκεια του δρομολογίου
- ☐ τις ώρες εκκίνησης και ολοκλήρωσης του δρομολογίου
- ☐ Other:

7. Πόσο χρήσιμη θα σου φαινόταν κάθε λειτουργία από τις ακόλουθες; (5=πιο χρήσιμη) *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Αυτόματη οργάνωση σειράς προορισμών	☐	☐	☐	☐	☐
Πληροφορίες για δρομολόγια δημοσίων μέσων συγκοινωνίας	☐	☐	☐	☐	☐
Προγραμματισμός χώρων στάθμευσης από πριν	☐	☐	☐	☐	☐
Παρακολούθηση και αποθήκευση πορείας εκτέλεσης δρομολογίου (που βρίσκεσαι)	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόταση προηγούμενων δρομολογίων που να ταιριάζουν (κατά τη δημιουργία δρομολογίου)	☐	☐	☐	☐	☐

Skip to question 3.

Κατά την Εκκίνηση της Εφαρμογής

Η εφαρμογή λειτουργεί ως σύντροφος και συνεπώς μπορεί να σε ρωτήσει κάτι ή να σου παρουσιάσει κάτι, στο οποίο πιθανόν να ενδιαφέρεσε. Κατά την εκκίνηση της, η εφαρμογή ενδέχεται να επιτελέσει κάτι τέτοιο, με σκοπό να σου δώσει χρήσιμες πληροφορίες.

8. Πόσο χρήσιμη θα σου φαινόταν κάθε λειτουργία από τις ακόλουθες; (5=πιο χρήσιμη) *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Προσθήκη παρούσας τοποθεσίας στο ιστορικό	☐	☐	☐	☐	☐
Αξιολόγηση παρούσας τοποθεσίας	☐	☐	☐	☐	☐
Ερώτηση: "Με τι ασχολείσαι; Ίσως με βοηθήσει να σου προσφέρω καλύτερη εμπειρία..."	☐	☐	☐	☐	☐
Γενικές προτάσεις για τοποθεσίες γύρω σου	☐	☐	☐	☐	☐

Skip to question 11.

Επανακαθορισμός Διαδρομής

Εάν για κάποιο λόγο αλλάξετε το δρομολογίό σας κατά την εκτέλεσή του, ή εάν αλλάξετε πορεία για οποιοδήποτε λόγο, εκτελείται επανακαθορισμός διαδρομής. Η διαδικασία αυτή στοχεύει στην αναθεώρηση της διαδρομής λαμβάνοντας υπόψη τα τελευταία δεδομένα, καθώς και στον έλεγχο των προορισμών που εκκρεμούν.

9. Πόσο χρήσιμη θα σου φαινόταν κάθε λειτουργία από τις ακόλουθες; (5=πιο χρήσιμη) *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Αναβολή προορισμών για άλλο δρομολόγιο, εάν δεν μπορούν να επισκεφθούν στις εργάσιμες τους ώρες	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόταση για εναλλακτικές διαδρομές προς επιλογή	☐	☐	☐	☐	☐
Προσαρμογή ανάλογα με τις δικές σου επιλογές για την κατεύθυνση πορείας	☐	☐	☐	☐	☐

Skip to question 8.

Αναζήτηση Προορισμού

Για τον εύκολο και επαρκή καθορισμό κάποιου ετηθμητικού προορισμού, χρησιμοποιείται αναζήτηση, η οποία είναι σχεδιασμένη ούτως ώστε να σε διευκολύνει σε ένα πολυσυνθετο περιβάλλον μίας πόλης.

Για παράδειγμα:

[Home](#)

Landmarks Browsing

(Choose landmark type) ▼

(Choose landmark type)
 Traffic Lights
 Junctions
Stadiums
 Major Streets
 Bus Stations
 Kiosks
 Gas Stations
 High Buildings
 Hotels
 Parks

10. Πόσο χρήσιμη θα σου φαινόταν κάθε λειτουργία από τις ακόλουθες; (5=πιο χρήσιμη) *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Αναζήτηση βάσει Brand (π.χ. θέλω υπεραγορά Lidl)	☐	☐	☐	☐	☐
Φιλτράρισμα βάσει απόστασης (π.χ. θέλω τοποθεσίες μέχρι 100 μέτρα)	☐	☐	☐	☐	☐
Πληροφορίες αξιολογήσεων άλλων χρηστών (Reviews)	☐	☐	☐	☐	☐
Έλεγχος εάν ο προορισμός είναι ανοικτός	☐	☐	☐	☐	☐
Αποτελέσματα ανά περιοχή	☐	☐	☐	☐	☐
Κοντινοί εναλλακτικοί προορισμοί (π.χ. καφετέρια παρομοίων προδιαγραφών κοντά σε συγκεκριμένη άλλη καφετέρια)	☐	☐	☐	☐	☐

Skip to question 6.

Προτάσεις από την Εφαρμογή

Η εφαρμογή είναι σε θέση να σου προτείνει προορισμούς, δρομολόγια και ιδέες βασισμένη στις πληροφορίες που γνωρίζει για εσένα.

11. Πόσο χρήσιμη θα σου φαινόταν κάθε λειτουργία από τις ακόλουθες; (5=πιο χρήσιμη) *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Τοποθεσίες που πιθανόν να ενδιαφέρεις την ώρα της πρότασης	☐	☐	☐	☐	☐
Δραστηριότητες ρουτίνας (γεύματα, καφετέριες, μπαρ, κτλ.)	☐	☐	☐	☐	☐
Τοποθεσίες που επισκέφθηκαν οι φίλοι σου	☐	☐	☐	☐	☐
Τοποθεσίες που μπορεί να σε ενδιαφέρουν	☐	☐	☐	☐	☐

Περιγραφή Ερωτηματολογίου

Μία περιήγηση σε κάποια υποθετικά σενάρια πλοήγησης στην πόλη.

Υποθέτοντας ότι έχεις μπροστά σου μία κινητή εφαρμογή, μπορείς να φανταστείς πώς θα αλληλεπιδρούσες με αυτήν. Η κινητή εφαρμογή είναι υπεύθυνη να σε καθοδηγεί στην πόλη.

Ερώτηση 1

Η εφαρμογή χρειάζεται κάποιες πληροφορίες για εσένα, προκειμένου να σε βοηθήσει να πλοηγηθείς πιο άνετα στην πόλη.

Ποιο θα προτιμούσες;

- Φόρμα συμπλήρωσης στοιχείων
- Άντληση στοιχείων από Facebook

Ερώτηση 2

Έχεις τη δυνατότητα να προγραμματίσεις ένα σύνθετο δρομολόγιο με πολλαπλούς προορισμούς.

Ποιά στοιχεία θα ήθελες να καθορίσεις;

- τη σειρά των προορισμών
- τα μέσα συγκοινωνίας
- με ποιούς θα συναντηθείς
- την ώρα άφιξης σε κάθε προορισμό
- την μέγιστη διάρκεια του δρομολογίου
- τις ώρες εκκίνησης και ολοκλήρωσης του δρομολογίου

Ερώτηση 3

Έχεις κάνει πολλή ώρα σε κάποιο προορισμό.

Δεν έχεις ενημερώσει την εφαρμογή ότι θα αργήσεις.

Η εφαρμογή σε ενημερώνει ότι δε θα προλάβεις να επισκεφθείς κάποιους προορισμούς, αφού θα κλείσουν.

Ποιός πιστεύεις ότι ευθύνεται;

- Η εφαρμογή
- Ο προορισμός (επειδή θα κλείσει)
- Εσύ (επειδή δεν ενημέρωσες την εφαρμογή)

Ερώτηση 4

Πλησιάζεις σε ένα προορισμό οδηγώντας το αυτοκίνητό σου. Η εφαρμογή σου προτείνει κάποιο χώρο στάθμευσης κοντά σε αυτόν. Ποιά είναι η σειρά που θα ήθελες να χρησιμοποιηθεί στα κριτήρια επιλογής του χώρου στάθμευσης; (1=πιο σημαντικό)

- Απόσταση από προορισμό
- Κόστος στάθμευσης
- Κυκλοφοριακή συμφόρηση

Αξιολόγηση Λειτουργιών

Στοιχεία Χρήστη Εφαρμογής

- Κοινοποίηση τοποθεσιών που επισκέφθηκαν στου φίλους σου
- Ενημέρωση των φίλων σου για την αναμενόμενη ώρα άφιξής σου
- Πλοήγηση με βάση τα πιο γνωστά προς εσένα σημεία αναφοράς
- Διατήρηση ιστορικού τοποθεσιών που επισκέφθηκαν

Κατά την Πλοήγηση

- Διαχείριση εκτάκτων καταστάσεων (κατάλληλες προτάσεις για Κυκλοφοριακή συμφόρηση & Ανεπάρκεια καυσίμων οχήματος)
- Αυτόματος εντοπισμός αλλαγής μέσου συγκοινωνίας
- Προτάσεις για ενδιάμεσους προορισμούς (π.χ. "Θα ήθελες να γευματίσεις στο εστιατόριο δίπλα; Η ώρα είναι 14:00.")

Δρομολόγια

- Αυτόματη οργάνωση σειράς προορισμών
- Πληροφορίες για δρομολόγια δημοσίων μέσων συγκοινωνίας
- Προγραμματισμός χώρων στάθμευσης από πριν
- Παρακολούθηση και αποθήκευση πορείας εκτέλεσης δρομολογίου (πού βρίσκεσαι)
- Πρόταση προηγούμενων δρομολογίων που να ταιριάζουν (κατά τη δημιουργία δρομολογίου)

Κατά την Εκκίνηση της Εφαρμογής

- Προσθήκη παρούσας τοποθεσίας στο ιστορικό
- Αξιολόγηση παρούσας τοποθεσίας
- Ερώτηση: "Με τι ασχολείσαι; Ίσως με βοηθήσει να σου προσφέρω καλύτερη εμπειρία..."
- Γενικές προτάσεις για τοποθεσίες γύρω σου

Επανακαθορισμός Διαδρομής

- Αναβολή προορισμών για άλλο δρομολόγιο, εάν δεν μπορούν να επισκεφθούν στις εργάσιμες τους ώρες
- Πρόταση για εναλλακτικές διαδρομές προς επιλογή
- Προσαρμογή ανάλογα με τις δικές σου επιλογές για την κατεύθυνση πορείας

Αναζήτηση Προορισμού

- Αναζήτηση βάσει Brand (π.χ. θέλω υπεραγορά Lidl)
- Φιλτράρισμα βάσει απόστασης (π.χ. θέλω τοποθεσίες μέχρι 100 μέτρα)
- Πληροφορίες αξιολογήσεων άλλων χρηστών (Reviews)
- Έλεγχος εάν ο προορισμός είναι ανοικτός
- Αποτελέσματα ανά περιοχή
- Κοντινοί εναλλακτικοί προορισμοί (π.χ. καφετέρια παρομοίων προδιαγραφών κοντά σε συγκεκριμένη άλλη καφετέρια)

Προτάσεις από την Εφαρμογή

- Τοποθεσίες που πιθανόν να ενδιαφέρεις την ώρα της πρότασης
- Δραστηριότητες ρουτίνας (γεύματα, καφετέριες, μπαρ, κτλ.)
- Τοποθεσίες που επισκέφθηκαν οι φίλοι σου
- Τοποθεσίες που μπορεί να σε ενδιαφέρουν