



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Σύστημα Προτάσεων Διαδρομών
Με Επίγνωση Περιβάλλοντος
Για Έξυπνες Συσκευές Κινητής Τηλεφωνίας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Φίλιππος Ε. Μαραγκός

Επιβλέπων : Γρηγόριος Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2013



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Σύστημα Προτάσεων Διαδρομών
Με Επίγνωση Περιβάλλοντος Για Έξυπνες
Συσκευές Κινητής Τηλεφωνίας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Φίλιππος Ε. Μαραγκός

Επιβλέπων : Γρηγόριος Μέντζας

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 19^η Ιουλίου 2013.

.....

Δημήτριος Ασκούνης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Γρηγόριος Μέντζας

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2013

.....

Φίλιππος Ε. Μαραγκός

Διπλωματούχος

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Φίλιππος Μαραγκός, 2013.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013 στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γρηγόρη Μέντζα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της εργασίας αυτής, η οποία αποτέλεσε πολύτιμη ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας δρ. Θύμιο Μπόθο για τις υποδείξεις και την καθοριστική του καθοδήγηση καθώς και για την υποδειγματική συνεργασία που είχαμε, σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας.

Τέλος, το πιο μεγάλο ευχαριστώ αναλογεί στους ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου σε όλο το χρονικό διάστημα της φοίτησής μου. Στην οικογένειά μου και στους φίλους μου, που μου προσέφεραν αμέριστη αγάπη και ηθική υποστήριξη όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού των πόλεων, δημιουργεί ανάγκες για υπηρεσίες υψηλής ποιότητας στο τομέα των μεταφορών. Λόγω γεωγραφικών, ρυμοτομικών και οικονομικών παραγόντων όμως, η περαιτέρω ανάπτυξη των δικτύων μεταφορών είναι πολλές φορές ανέφικτη. Η λύση δίνεται μέσω της παροχής κατάλληλων πληροφοριών στους πολίτες, ώστε να προγραμματίσουν καλύτερα τη διαδρομή τους. Όμως η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας ανάκτησης πληροφοριών και η ευρεία υιοθέτησή της σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους, έχει οδηγήσει στο πρόβλημα της «υπερφόρτωσης πληροφοριών».

Η τεχνολογία των συστημάτων προτάσεων έχει αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε αυτά πλέον να μπορούν να απλοποιούν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, προσδιορίζοντας εναλλακτικές λύσεις σε συγκεκριμένες ανάγκες ή επιθυμίες και παρέχοντας τις διαθέσιμες πληροφορίες με ένα εξαιρετικά εξατομικευμένο τρόπο. Για να επιτευχθεί όμως σε μεγαλύτερο βαθμό αυτή η εξατομίκευση, ενσωματώνονται στη διαδικασία υπολογισμού των προτάσεων, διάφορες πληροφορίες από το περιβάλλον, στο οποίο «κινείται» ο χρήστης.

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία, προτείνεται ένα εξατομικευμένο σύστημα προτάσεων διαδρομών με επίγνωση περιβάλλοντος, που βοηθά τους χρήστες να βρουν τις καλύτερες διαδρομές προς τον προορισμό τους. Το προτεινόμενο αυτό σύστημα αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι μια εφαρμογή, που εγκαθίσταται στη συσκευή κινητής τηλεφωνίας του χρήστη, σε λειτουργικό σύστημα Android, με την οποία ο χρήστης επικοινωνεί με το σύστημα αλλά και ανακτά τις πληροφορίες περιβάλλοντος. Το δεύτερο μέρος είναι ένας εξυπηρετητής, που συλλέγει και επεξεργάζεται όλα τα δεδομένα και στον οποίο τελικά υπολογίζονται οι προτιμήσεις του χρήστη για τη συγκεκριμένη διαδρομή.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ

συστήματα προτάσεων, επίγνωση περιβάλλοντος, προτάσεις διαδρομών, έξυπνες συσκευές κινητής τηλεφωνίας, Android

ABSTRACT

The continuous increase of urban population, creates needs for high quality transportation services. However, the further development of transportation networks is often impractical, due to geographical and economic limitations. A suggested solution is given by providing citizens with adequate transport information to better plan their routes. The development of information retrieval technology and its widespread adoption in different disciplines, however, has led to the problem of “information overload”.

Recommender systems have been developed to such an extent that they can simplify the decision making process, identifying alternative solutions to specific needs or desires and providing the available information in a highly personalized way. In order to achieve a higher personalization, various contextual information is integrated in the recommendation process.

The aim of this diploma thesis, is to develop a personalized context-aware recommender system that helps users choose the best route towards their destination. The system proposed, consists of two parts. The first part is an android application, which is installed in a user’s smartphone. This application is used to retrieve context information and allow the communication between the user and the system. The second part is a server, which collects and processes all the available data and calculates the final user preferences for the specific route.

KEYWORDS

recommender systems, context-aware, route recommendations, smartphones, Android

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| Περίληψη & Λέξεις-Κλειδιά | 7 |
| Abstract & Keywords..... | 9 |
| Περιεχόμενα | 11 |
| Κατάλογος Σχημάτων | 133 |
| Κατάλογος Εικόνων | 13 |
| Κατάλογος Πινάκων | 13 |
| 1 Εισαγωγή..... | 15 |
| 1.1 Το πρόβλημα..... | 15 |
| 1.2 Τεχνολογική προσέγγιση | 17 |
| 1.3 Στόχος διπλωματικής εργασίας | 18 |
| 1.4 Δομή διπλωματικής εργασίας | 18 |
| 2 Συστήματα προτάσεων διαδρομών | 19 |
| 2.1 Συστήματα προτάσεων..... | 19 |
| 2.1.1 Ταξινόμηση των συστημάτων προτάσεων..... | 20 |
| 2.1.2 Συστήματα προτάσεων διαδρομών σε συσκευές κινητής τηλεφωνίας | 24 |
| 2.2 Τυπική αρχιτεκτονική συστημάτων προτάσεων διαδρομών | 25 |
| 2.3 Αναζήτηση και επεξεργασία πληροφοριών | 27 |
| 2.3.1 Προσωπικά χαρακτηριστικά | 28 |
| 2.3.2 Ανάγκες και περιορισμοί βάσει περίπτωσης – χαρακτηριστικά ταξιδιού.... | 33 |
| 2.3.3 Πτυχές της διαδικασίας λήψης αποφάσεων | 35 |
| 2.4 Σχετικές εργασίες..... | 36 |
| 2.4.1 Συστήματα σχεδίασης διαδρομών | 36 |
| 2.4.2 Συστήματα σχεδίασης διαδρομών για ποδήλατο | 38 |
| 3 Συστήματα προτάσεων με επίγνωση περιβάλλοντος | 41 |
| 3.1 Τι είναι περιβάλλον..... | 41 |
| 3.2 Συστήματα με επίγνωση περιβάλλοντος σε κινητές συσκευές | 43 |
| 3.3 Ανάκτηση πληροφορίας περιβάλλοντος | 44 |
| 3.4 Ενσωμάτωση του περιβάλλοντος στα συστήματα προτάσεων | 46 |
| 4 Λειτουργική αρχιτεκτονική συστήματος..... | 49 |
| 4.1 Εισαγωγή..... | 49 |
| 4.2 Διεπαφή χρήστη..... | 50 |
| 4.2.1 Προφίλ Χρήστη | 50 |
| 4.3 Μεταβλητές επίγνωσης περιβάλλοντος | 52 |
| 4.4 Ροή ανάκτησης και επεξεργασίας πληροφορίας | 53 |

| | |
|--|-----------|
| 4.5 Αλγόριθμος υπολογισμού προτιμήσεων | 54 |
| 5 Υλοποίηση συστήματος | 57 |
| 5.1 Εφαρμογή πελάτη | 58 |
| 5.1.1 Περιγραφή πλατφόρμας On{x} | 58 |
| 5.1.2 Οι υλοποιημένοι κανόνες στο On{x} | 59 |
| 5.1.2.1 Ο κανόνας “Profile” | 59 |
| 5.1.2.2 Ο κανόνας “Start” | 60 |
| 5.1.2.3 Οι κανόνες ανάκτησης των πληροφοριών περιβάλλοντος | 61 |
| 5.1.3 Οθόνες εφαρμογής | 62 |
| 5.1.3.1 Κανόνες στο On{x} και συντομεύσεις | 62 |
| 5.1.3.2 Εισαγωγή προφίλ | 62 |
| 5.1.3.3 Εισαγωγή διευθύνσεων | 64 |
| 5.1.3.4 Προβολή διαδρομών | 64 |
| 5.2 Εφαρμογή εξυπηρετητή | 65 |
| 5.2.1 Web εφαρμογή | 65 |
| 5.2.1.1 Το αρχείο “userhandler.php” | 65 |
| 5.2.1.2 Το αρχείο “ruleshandler.php” | 65 |
| 5.2.1.3 Το αρχείο “handler.php” | 66 |
| 5.2.2 Βάση δεδομένων | 67 |
| 5.3 Πρωτόκολλο επικοινωνίας | 68 |
| 5.3.1 Εφαρμογές διαδικτύου βασισμένες στα REST - HTTP | 68 |
| 5.3.2 Παράμετροι επικοινωνίας | 69 |
| 6 Σενάρια χρήσης | 71 |
| 6.1 Εισαγωγή – Περιγραφή του PEACOX | 71 |
| 6.2 Πρώτο σενάριο | 73 |
| 6.3 Δεύτερο σενάριο | 75 |
| 6.4 Τρίτο σενάριο | 77 |
| 6.5 Τέταρτο σενάριο | 79 |
| 6.6 Πέμπτο σενάριο | 81 |
| 7 Επίλογος | 83 |
| 7.1 Σύνοψη και συμπεράσματα | 83 |
| 7.2 Προτάσεις για μικρές βελτιώσεις | 84 |
| 7.3 Μελλοντικές επεκτάσεις | 84 |
| Βιβλιογραφία | 85 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | |
|---|----|
| Σχήμα 1 - Ταξινόμηση συστημάτων προτάσεων | 20 |
| Σχήμα 2 - Τυπική αρχιτεκτονική συστήματος προτάσεων | 26 |
| Σχήμα 3 - Εισροή πληροφορίας περιβάλλοντος σε συστήματα προτάσεων | 48 |
| Σχήμα 4 - Γενική περιγραφή συστήματος | 50 |
| Σχήμα 5 - Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης διεπαφής χρήστη | 50 |
| Σχήμα 6 - Ακολουθιακό διάγραμμα συστήματος | 54 |
| Σχήμα 7 - Διάγραμμα ροής υπολογισμού προτιμήσεων | 55 |
| Σχήμα 8 - Αναπαράσταση συστήματος | 57 |
| Σχήμα 9 - Σχήμα βάσης δεδομένων..... | 68 |
| Σχήμα 10 - Αρχιτεκτονική συστήματος PEACOX..... | 72 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1 - Αλγόριθμος Κ-πλησιέστερων γειτόνων με βάση τους χρήστες | 22 |
| Εικόνα 2 - Αλγόριθμος Κ-πλησιέστερων γειτόνων με βάση το αντικείμενο | 23 |
| Εικόνα 3 – Ενεργοποιημένοι κανόνες στο $On\{x\}$ και συντομεύσεις..... | 62 |
| Εικόνα 4 - Προειδοποιητικό μήνυμα | 62 |
| Εικόνα 5 - Μήνυμα επιτυχούς αποθήκευσης | 63 |
| Εικόνα 6 - Φόρμες εισαγωγής στοιχείων προφίλ | 63 |
| Εικόνα 7 - Φόρμες εισαγωγής διευθύνσεων και μήνυμα επιβεβαίωσης | 64 |
| Εικόνα 8 - Αποτελεσμα συστήματος..... | 64 |
| Εικόνα 9 - Αποτελέσματα πρώτου σεναρίου..... | 74 |
| Εικόνα 10 - Αποτελέσματα δεύτερου σεναρίου | 76 |
| Εικόνα 11 - Αποτελέσματα δεύτερου σεναρίου | 76 |
| Εικόνα 12 - Αποτελέσματα τέταρτου σεναρίου | 80 |
| Εικόνα 13 - Αποτελέσματα πέμπτου σεναρίου | 82 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1 - Τεχνικές Συστημάτων Προτάσεων | 24 |
|---|----|

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί σημαντικά το ποσοστό των ανθρώπων που κατοικούν σε αστικά περιβάλλοντα και μάλιστα, η πλειοψηφία πλέον του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε μεγαλουπόλεις [1]. Λόγω της τεράστιας αυτής συγκέντρωσης πληθυσμού σε μεγάλα αστικά κέντρα, δημιουργούνται για τους πολίτες ανάγκες για παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας. Εκτός από την οδοποιία, την ύδρευση, την ηλεκτροδότηση, τις υπηρεσίες ασφαλείας, υγείας και εκπαίδευσης, οι πολίτες αναζητούν και υψηλής ποιότητας υπηρεσίες μετακίνησης, έτσι ώστε να έχουν ικανοποιητικό επίπεδο ζωής. Η μετακίνηση και οι ευκολίες της είναι ο κύριος παράγοντας του προσδιορισμού του επιπέδου ζωής μιας μεγαλούπολης. Πολλά γίνονται τα τελευταία χρόνια, ώστε η μετακίνηση των ανθρώπων μέσα στις πόλεις να γίνει λιγότερο χρονοβόρα και πολύ πιο ευχάριστη.

1.1 Το πρόβλημα

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας ανάκτησης πληροφοριών και η ευρεία υιοθέτησή της σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους, έχει οδηγήσει σε μια έκρηξη στη διαθεσιμότητα πληροφοριών. Αυτές οι πληροφορίες, μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην οργάνωση ταξιδιών ή καθημερινών διαδρομών μέσα και έξω από τον αστικό ιστό. Την ίδια στιγμή όμως, η αυξημένη αυτή διαθεσιμότητα των πληροφοριών, μπορεί να οδηγήσει σε «υπερφόρτωση πληροφορίας» (information overload), δημιουργώντας δυσκολίες για όσους θέλουν να βρουν τις σχετικές με το προορισμό τους πληροφορίες. Επιπλέον, αυτές οι πληροφορίες συχνά παρουσιάζονται σε μορφές που δεν ταιριάζουν με τον τρόπο που οι χρήστες αναζητούν πληροφορίες [2]. Παρόλα αυτά, οι χρήστες όλο και περισσότερο, περιμένουν πραγματικά εξατομικευμένες πληροφορίες και προσφορές [3].

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, η πλούσια βιβλιογραφία που έχει προκύψει σε τομείς όπως η συμπεριφορά των καταναλωτών, η αναζήτηση και η επεξεργασία πληροφοριών και η αλληλεπίδραση ανθρώπου και μηχανής, παρέχει μια σημαντική βάση για την ανάπτυξη ανθρωποκεντρικών συστημάτων προτάσεων. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, αναπτύχθηκε και η έννοια των «έξυπνων πόλεων» (smart cities). Η ποιότητα ενός αστικού περιβάλλοντος δεν καθορίζεται μόνο

από τις σταθερές εγκαταστάσεις που έχουν κατασκευαστεί (δίκτυα, οδοποιία, εγκαταστάσεις υγείας και εκπαίδευσης), αλλά καθορίζεται όλο και σε μεγαλύτερο βαθμό από τη διαθεσιμότητα και ποιότητα της γνώσης που επικοινωνείται, καθώς και από τις διάφορες κοινωνικές υποδομές. Μια «έξυπνη πόλη» είναι μια πόλη που χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, ώστε να μπορεί να παίρνει καλύτερες αποφάσεις συντονίζοντας όλους τους πόρους που διαθέτει στους κατοίκους της. Οι «έξυπνες πόλεις», ενσωματώνουν σύγχρονους αστικούς παράγοντες υπό ένα κοινό πλαίσιο και καταδεικνύουν τη σημασία των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών τα τελευταία 20 χρόνια [4]. Χρησιμοποιούν τεχνολογίες αιχμής, όπως ασύρματες επικοινωνίες και αισθητήρες διαφόρων ειδών, ώστε να βελτιστοποιούν τις λειτουργίες μιας πόλης σε πολλούς τομείς. Από το ρυμοτομικό σχέδιο και τη παρακολούθηση των δικτύων ενέργειας, έως τη δημόσια υγεία και εκπαίδευση, πολλοί τομείς της λειτουργίας μιας πόλης μπορούν να παρακολουθούνται και να τροποποιούνται με σύγχρονα ηλεκτρονικά μέσα.

Στο τομέα των μεταφορών, πολλές υποδομές και συστήματά τους περιορίζονται από το αστικό περιβάλλον. Έτσι, με την αύξηση του πληθυσμού των πόλεων, οι ανάγκες για υψηλού επιπέδου μεταφορές δε μπορούν να ικανοποιηθούν από τα υπάρχοντα μεταφορικά μέσα. Παραδοσιακά, οι αρχές των πόλεων προσπαθούν να δώσουν λύση σε αυτό το πρόβλημα με την επέκταση των υπάρχουσών υποδομών, δηλαδή με τη κατασκευή περισσότερων δρόμων, σηράγγων, ανισόπεδων διαβάσεων κ.λπ. Αυτή η λύση όμως έχει μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος και σε οικονομικά ασταθείς χώρες, είναι πρακτικά αδύνατη. Η λύση στις περιπτώσεις αυτές δίνεται μέσω των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών. Μέσω των εξελιγμένων συστημάτων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, οι αρχές των πόλεων μπορούν να παρακολουθούν όλα τα δίκτυα μεταφορών τους σε πραγματικό χρόνο. Μπορούν να αναλύουν την κυκλοφορία, ώστε να επιτύχουν την καλύτερη αντιμετώπιση των ατυχημάτων, τη μεγαλύτερη απόδοση των οδικών δικτύων τους, τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τη βελτίωση των υπηρεσιών που παρέχουν στους κατοίκους εισιτηρίου διαρκείας. Οι δυνατότητες της πρόβλεψης της κυκλοφοριακής κίνησης μπορούν να βοηθήσουν τις αρχές των πόλεων στο να μειώσουν τη συμφόρηση των δρόμων και να επιτύχουν καλύτερο σχεδιασμό σε έκτακτες περιστάσεις. Επιπροσθέτως, δίνεται η δυνατότητα στα συστήματα των πόλεων να συλλέγουν και να επεξεργάζονται σε πραγματικό χρόνο πολυμορφικές πληροφορίες, ώστε να βελτιωθεί η επιχειρησιακή τους ετοιμότητα και να προσφέρουν στους πολίτες υψηλές ταξιδιωτικές πληροφορίες. Σε αυτές τις ταξιδιωτικές πληροφορίες περιλαμβάνονται τα αναλυτικά δρομολόγια των δημοσίων μέσων μεταφοράς (μετρό, τραμ, λεωφορεία κ.α.), οι ελεύθερες θέσεις σε δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης αλλά και σε δρόμους όπου επιτρέπεται η στάθμευση, ο αριθμός των διαθέσιμων ποδηλάτων προς ενοικίαση από τα ειδικά σημεία και τέλος, η ειδοποίηση για την ύπαρξη αλλά και ο τρόπος αποφυγής κάποιου έκτακτου συμβάντος (ατύχημα,

διαδήλωση) που παρεμποδίζει την ομαλή κυκλοφορία στο συγκεκριμένο σημείο.

1.2 Τεχνολογική προσέγγιση

Η τεχνολογία των συστημάτων προτάσεων έχει αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε αυτά να μπορούν να απλοποιούν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, προσδιορίζοντας εναλλακτικές λύσεις σε συγκεκριμένες ανάγκες ή επιθυμίες και παρέχοντας τις διαθέσιμες πληροφορίες με ένα εξαιρετικά εξατομικευμένο τρόπο [5]. Αν και σε ορισμένες κατηγορίες προϊόντων (ταινίες, βιβλία, κ.λπ.), έχουν εφαρμοστεί εξελιγμένα συστήματα προτάσεων, τους λείπουν ακόμα ζωτικής σημασίας στοιχεία για να μπορέσουν να φθάσουν ή ακόμη και υπερβούν την ποιότητα των ανθρώπινων προτάσεων [6]. Για να μπορέσουν να εξελιχθούν σε πιο χρήσιμα και επιτυχημένα εργαλεία κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, εργαλεία που θα είναι ικανά να κατευθύνουν για παράδειγμα πιθανούς ταξιδιώτες σε προορισμούς σύμφωνα με τις επιθυμίες τους, τα συστήματα προτάσεων θα πρέπει να γίνουν πραγματικά ανθρωποκεντρικά στο σχεδιασμό και τη λειτουργία τους. Για να επιτευχθεί αυτή η ανθρωποκεντρική σχεδίαση, απαιτείται περισσότερη έρευνα βασισμένη σε μεγάλης κλίμακας δεδομένα συμπεριφορών. Σύμφωνα με το Manazec [7], ως προχωρημένα συστήματα προτάσεων μπορούν να χαρακτηριστούν αυτά, που εμφανίζουν μεγάλη προσαρμοστικότητα με βάση την εκτεταμένη γνώση σε σχέση με το χρήστη και ικανότητα να παρέχουν εξατομικευση σε πραγματικό χρόνο.

Έτσι, τα συστήματα προτάσεων ενσωματώνουν συντελεστές ανάκτησης δεδομένων, που επιδιώκουν την εύρεση προϊόντων και υπηρεσιών που ταιριάζουν με τις προδιαγραφές του χρήστη. Οι χρήστες όμως δεν είναι πάντα σε θέση να προσδιορίσουν άμεσα τις προτιμήσεις τους και έτσι τα συστήματα προτάσεων πρέπει να κάνουν ένα διάλογο με τους χρήστες, παρόμοιο της αλληλεπίδρασης του χρήστη μ' ένα σύμβουλο [8]. Για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός, τα συστήματα προτάσεων πρέπει να ενσωματώσουν:

- το βαθμό της ακρίβειας που καταγράφηκε, σχετικά με τους καταναλωτικούς στόχους του χρήστη κατά την εξατομικευμένη συμβουλευτική διαδικασία
- το βαθμό ικανοποίησης του χρήστη, σε σχέση με τον όγκο πληροφορίας που του παρέχεται
- την ικανότητα να παράγουν μηνύματα, ανάλογα με όσα απαντάει ο χρήστης και
- την ανά περίπτωση ιεραρχία σπουδαιότητας των παροχών και των χαρακτηριστικών των προϊόντων που ζητούνται [7].

Ενσωματώνοντας τα παραπάνω χαρακτηριστικά και αυξάνοντας τη προσαρμοστικότητά τους, τα προηγμένα συστήματα προτάσεων θα πρέπει πλέον να είναι σε θέση να μειώσουν σημαντικά τον κόπο του χρήστη, κάτι το οποίο με

τη σειρά του, αυξάνει την απόλαυση στη διαδικασία εντοπισμού πιθανών προτάσεων [7]. Τα συστήματα που σχετίζονται με προτάσεις προορισμών και διαδρομών όμως, έχουν να αντιμετωπίσουν μια επιπλέον πρόκληση καθώς πρέπει να λάβουν υπόψη τους και την ιδιότυπη φύση της ταξιδιωτικής συμπεριφοράς των χρηστών. Για παράδειγμα, έρευνες δείχνουν ότι όσον αφορά τα ταξίδια, η αναζήτηση πληροφοριών από τους ίδιους τους ταξιδιώτες, αποτελεί μέρος της γενικότερης προετοιμασίας του ταξιδιού τους και θεωρείται σημαντικός παράγοντας της όλης εμπειρίας του ταξιδιού [9, 10].

1.3 Στόχος διπλωματικής εργασίας

Σε αυτή τη διπλωματική προτείνεται ένα εξατομικευμένο σύστημα προτάσεων διαδρομών με επίγνωση περιβάλλοντος, που βοηθά τους χρήστες να βρουν τις καλύτερες διαδρομές προς τον προορισμό τους. Το σύστημα ανακτά και επεξεργάζεται τις πληροφορίες του περιβάλλοντος του χρήστη, οι οποίες εν τέλει συνυπολογίζονται κατά τη διαδικασία υπολογισμού των διαδρομών. Στόχος του συστήματος είναι να προβάλλει στο χρήστη εναλλακτικές διαδρομές που θα ταιριάζουν με την εκάστοτε περίπτωση. Πρόκειται για μια εφαρμογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τις καθημερινές διαδρομές των χρηστών μέσα στη πόλη, όσο και σε ιδιαίτερες περιστάσεις.

1.4 Δομή διπλωματικής εργασίας

Στο 2^ο κεφάλαιο αναλύονται τα συστήματα προτάσεων διαδρομών, η αρχιτεκτονική και η λειτουργία τους. Επίσης επεξηγείται η διαδικασία αναζήτησης και επεξεργασίας των πληροφοριών εκείνων που απαιτούνται για τη λήψη αποφάσεων σχετικών με προορισμούς και διαδρομές.

Στο 3^ο κεφάλαιο περιγράφεται η ενσωμάτωση πληροφοριών περιβάλλοντος στα συστήματα προτάσεων. Οι πληροφορίες περιβάλλοντος επηρεάζουν την εν γένει λειτουργία και τα αποτελέσματα των συστημάτων αυτών, και επομένως ο τρόπος ανάκτησης και επεξεργασίας τους καθορίζει τη συνολική απόδοση του συστήματος.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του συστήματος προτάσεων διαδρομών με επίγνωση περιβάλλοντος που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, ενώ στο 5^ο κεφάλαιο αναλύονται κάποια θέματα υλοποίησης του συστήματος, τα οποία κρίθηκαν απαραίτητα για την κατανόηση της συνολικής λειτουργίας του.

Τέλος στο 6^ο κεφάλαιο, παρατίθενται ορισμένα σενάρια χρήσης του συστήματος και αναλύεται η λειτουργία του σε κάθε περίπτωση.

Συστήματα προτάσεων διαδρομών

Η υποστήριξη των ανθρώπων στις επιλογές τους αποτελεί μια σημαντική πρόκληση καθώς ακόμη και οι απλούστερες αποφάσεις μπορεί να αποδειχτούν δύσκολες όταν απουσιάζουν οι σχετικές γνώσεις. Τα συστήματα προτάσεων αποτελούν μια απάντηση σε αυτή ακριβώς την πρόκληση.

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται να δοθεί μια γενική εικόνα των συστημάτων προτάσεων διαδρομών. Αρχικά δίνεται ένας τυπικός ορισμός των συστημάτων προτάσεων και αναλύονται οι πιθανές ταξινομήσεις τους, με βάση την τεχνολογία παραγωγής προτάσεων. Στη συνέχεια αναφέρονται συστήματα προτάσεων σε συσκευές κινητής τηλεφωνίας και ειδικότερα συστήματα προτάσεων διαδρομών σε συσκευές κινητής τηλεφωνίας. Ακολούθως αναλύεται η διαδικασία αναζήτησης και επεξεργασίας πληροφοριών και πώς αυτές επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων σχετικών με το προγραμματισμό ταξιδιών. Τέλος γίνεται μια αναφορά σε εργασίες, σχετικές με το χώρο των συστημάτων προτάσεων διαδρομών.

2.1 Συστήματα προτάσεων

Η ανθρώπινη καθημερινότητα είναι γεμάτη με πιθανές επιλογές [1]: Σε καθημερινή βάση ο κάθε άνθρωπος βρίσκεται αντιμέτωπος με την ανάγκη λήψης αποφάσεων. Οι αποφάσεις αυτές μπορεί να αφορούν τα ρούχα που θα φορέσει, την ταινία που θα δει, τις μετοχές που θα αγοράσει ή ακόμα τις σελίδες που θα μελετήσει στο διαδίκτυο. Ο αριθμός των δυνατών επιλογών είναι πολύ συχνά αποτρεπτικά μεγάλος – δεκάδες χιλιάδες ταινίες, δεκάδες χιλιάδες βιβλία, εκατοντάδες εκατομμύρια άρθρα [2].

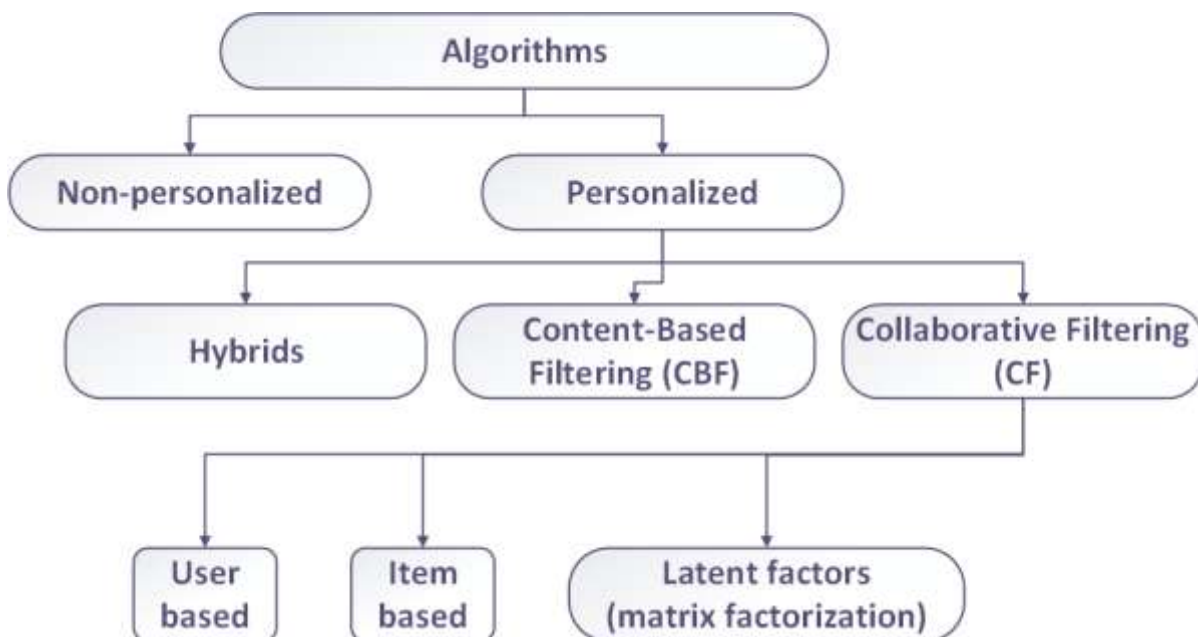
Οι χρήστες των διάφορων συστημάτων πολύ συχνά χρειάζονται υποστήριξη στη διαδικασία επιλογής. Ακόμη και οι απλούστερες αποφάσεις μπορεί να είναι δύσκολες, εάν οι χρήστες δεν διαθέτουν πρόσβαση στη γνώση που περιγράφει τις πιθανές επιλογές τους, αλλά και χρόνο για να τον αφιερώσουν στη μελέτη τους. Ιστορικά οι άνθρωποι βασίζονται στις συστάσεις και στις αναφορές από άλλους ανθρώπους, ειδικούς ή μη, ώστε να πάρουν τις αποφάσεις τους και να ανακαλύψουν νέα αντικείμενα.

Τα συστήματα προτάσεων (ΣΠ) είναι εργαλεία αναζήτησης πληροφοριών και αποτελούν μια απάντηση στο πρόβλημα της «υπερφόρτωσης πληροφορίας». Η περιοχή των ΣΠ είναι ένας διεπιστημονικός τομέας έρευνας και τεχνολογίας, που προέκυψε από την ερευνητική εργασία σε περιοχές όπως η ανάκτηση πληροφορίας, οι τεχνικές προβλέψεων, η επιχειρησιακή έρευνα, η οικονομική ψυχολογία, η ανάλυση κοινωνικών δικτύων και η μοντελοποίηση επιλογών των καταναλωτών στο μάρκετινγκ.

Τα ΣΠ απευθύνονται κυρίως σε χρήστες του διαδικτύου, οι οποίοι κατακλύζονται από υπερπληθώρα πληροφοριών, στην προσπάθειά τους να ενημερωθούν για τις εξελίξεις ή να πάρουν κάποια απόφαση. Στη πράξη, όσοι επισκέπτονται μια ενημερωτική ή εμπορική ιστοσελίδα για να συλλέξουν πληροφορίες σχετικά με ένα προϊόν, μια υπηρεσία ή ένα θέμα γενικότερα, έρχονται αντιμέτωποι με μεγάλο πλήθος σχετικών υποσελίδων και των πληροφοριών που αυτές περιέχουν. Για να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα οι Resnick και Varian [11] πρότειναν την ανάπτυξη ΣΠ. Τα ΣΠ είναι «έξυπνες εξατομικευμένες εφαρμογές, οι οποίες προτείνουν προϊόντα και υπηρεσίες ή πληροφορίες γενικότερα, που ταιριάζουν στις ανάγκες και προτιμήσεις του χρήστη, δεδομένης της κατάστασής του και του περιβάλλοντός του» [12, 13, 14].

2.1.1 Ταξινόμηση των συστημάτων προτάσεων

Τα ΣΠ ακολουθούν μια βασική ταξινόμηση, που αφορά στον τρόπο με τον οποίο παρέχουν προτάσεις στον τελικό χρήστη. Χωρίζονται σε εκείνα που βασίζονται στο περιεχόμενο και σε εκείνα που αναλύουν τη συμπεριφορά των χρηστών (συνεργατική διήθηση).



Σχήμα 1 - Ταξινόμηση συστημάτων προτάσεων (Πηγή: [15])

Στα συστήματα που βασίζονται στο περιεχόμενο (content-based filtering), κάθε αντικείμενο αναλύεται και συσχετίζεται με χρήστες, βάσει των προηγούμενων προτιμήσεών τους. Σε αυτή τη διαδικασία προβλέπεται η μελλοντική γνώμη κάποιου χρήστη για ένα δεδομένο αντικείμενο. Ένα ΣΠ βασισμένο στο περιεχόμενο, στη γενικευμένη μορφή του, μπορεί να οριστεί σαν ένα σύστημα επίλυσης του προβλήματος ταξινόμησης κειμένου. Στο συγκεκριμένο πρόβλημα το περιεχόμενο των νέων αντικειμένων αντιστοιχίζεται σε κλάσεις πληροφορίας και ακολούθως σε προφίλ χρηστών.

Τα ΣΠ τα οποία βασίζονται στο περιεχόμενο, αναλύουν τις περιγραφές των αντικειμένων, ώστε να εντοπιστούν εκείνα που μπορεί να ενδιαφέρουν το κάθε χρήστη [15]. Τα στοιχεία που διαφοροποιούν τα συστήματα αυτά, είναι αφενός ο τρόπος αναπαράστασης των αντικειμένων και των χρηστών, και αφετέρου οι αλγόριθμοι και οι τεχνικές για την παραγωγή των προτάσεων. Συχνά τα αντικείμενα που προτείνονται στο χρήστη αποθηκεύονται σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων, και πιο συγκεκριμένα σε πίνακες που κάθε γραμμή τους αντιστοιχεί σε ένα αντικείμενο και κάθε στήλη τους περιλαμβάνει ένα διαφορετικό χαρακτηριστικό του. Κάθε αντικείμενο έχει χαρακτηριστικά που το ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα, και αυτός είναι και ο συνηθισμένος τρόπος αποθήκευσης της δομημένης πληροφορίας. Σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται τεχνολογίες σημασιολογικού ιστού για την αναπαράσταση της γνώσης (όπως ταξονομίες ή οντολογίες), η τελική αποθήκευση των δεδομένων μπορεί να γίνει σε γλώσσες σημασιολογικού ιστού.

Ένας αριθμός μεθόδων, που χρησιμοποιούν το περιεχόμενο, έχει προταθεί στη βιβλιογραφία. Η τεχνική RIPPER [16], παρόμοια με εκείνη των δένδρων αποφάσεων, έχει αποδειχθεί ότι παρουσιάζει επιτυχία στην ταξινόμηση ηλεκτρονικών μηνυμάτων. Η τεχνική των k -πλησιέστερων γειτόνων έχει χρησιμοποιηθεί από συστήματα όπως το «The Daily Learner» [17] για τον εντοπισμό των ενδιαφερόντων του χρήστη. Γραμμικοί ταξινομητές (linear classifiers) και μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (support vector machines) έχουν προταθεί για επίλυση αντιστοίχων προβλημάτων. Επίσης ο αφελής ταξινομητής Bayes (naive bayes classifier) φαίνεται ότι αποδίδει ικανοποιητικά σε εφαρμογές προτάσεων όπως φαίνεται στο Syskill & Webert [18].

Στην τεχνική της συνεργατικής διήθησης (collaborative filtering), λαμβάνεται υπόψη η συνολική συμπεριφορά των χρηστών. Για τη λειτουργία τους θεωρείται ως αρχική υπόθεση ότι οι χρήστες που εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά στο παρελθόν, θα συνεχίσουν να συμπεριφέρονται με παρόμοιο τρόπο και στο μέλλον. Στη γενική της μορφή, η τεχνική αυτή αναζητά χρήστες που μοιράζονται το ίδιο μοτίβο συμπεριφοράς με τον ενεργό χρήστη.

Πιο συγκεκριμένα η τεχνική της συνεργατικής διήθησης βασίζεται στις γνωστές δραστηριότητες όλων των χρηστών για να υπολογίσει μια πρόταση για τον ενεργό χρήστη [19]. Η πλειονότητα των αλγορίθμων συνεργατικής διήθησης που χρησιμοποιούνται σήμερα, παράγουν αρχικά προβλέψεις των προτιμήσεων του ενεργού χρήστη και στη συνέχεια παρουσιάζουν προτάσεις ταξινομώντας τα

υποψήφια αντικείμενα. Αυτή η στρατηγική που εφαρμόζεται, είναι ανάλογη με εκείνη της ανάκτησης πληροφορίας, όπου υπολογίζονται οι βαθμολογίες συνάφειας του κάθε αποτελέσματος με ερώτημα και στη συνέχεια παρέχονται τα αποτελέσματα με τη μεγαλύτερη βαθμολογία.

Έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι για την υποστήριξη προτάσεων μέσω συνεργατικής διήθησης, όπως μέθοδοι αναφοράς χωρίς εξατομίκευση αποτελεσμάτων, αλγόριθμοι προτάσεων K-πλησιέστερων γειτόνων, τόσο με βάση τα αντικείμενα όσο και με βάση τους χρήστες, μέθοδοι μείωσης διαστάσεων και πιθανοτικές μέθοδοι.

Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται δύο παραδείγματα του αλγορίθμου προτάσεων K-πλησιέστερων γειτόνων. Στον αλγόριθμο με βάση τους χρήστες, για την πρόβλεψη τιμών των αντικειμένων κάποιου χρήστη, χρησιμοποιείται η τιμή για τα ίδια αντικείμενα που έχει δώσει κάποιος χρήστης που εμφανίζεται ως πιο κοντινός στον εξεταζόμενο. Στην Εικόνα 1, εξετάζεται το αντικείμενο 6 του χρήστη “Alice”. Για τη πρόβλεψη χρησιμοποιείται η τιμή για το ίδιο αντικείμενο, εκείνου του χρήστη που εμφανίζεται σαν πιο κοντινός στον “Alice”, δηλαδή του χρήστη 3.

| | Item 1 | Item 2 | Item 3 | Item 4 | Item 5 | Item 6 | Correlation with Alice |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|
| Alice | 5 | 2 | 3 | 3 | | ? | |
| User 1 | 2 | | 4 | | 4 | 1 | -1.00 |
| User 2 | 2 | 1 | 3 | | 1 | 2 | 0.33 |
| User 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | | 1 | .90 |
| User 4 | 3 | 3 | 2 | | 3 | | |
| User 5 | | 3 | | 2 | 2 | | |
| User 6 | 5 | 3 | | 1 | 3 | | |
| User 7 | | 5 | | 1 | 5 | | |

Εικόνα 1 - Αλγόριθμος K-πλησιέστερων γειτόνων με βάση τους χρήστες (Πηγή: [21])

Στον αλγόριθμο K-πλησιέστερων γειτόνων με βάση το αντικείμενο, για την πρόβλεψη της τιμής για ένα αντικείμενο για κάποιο χρήστη, χρησιμοποιείται η τιμή που έχει ο ίδιος χρήστης στο αντικείμενο, το οποίο εμφανίζεται ως πιο κοντινό στο ζητούμενο. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα της Εικόνα 2, ζητείται πρόβλεψη για το αντικείμενο 6 στο χρήστη “Alice”. Το αντικείμενο 2 είναι το πιο κοντινό στο 6 άρα η τιμή που χρησιμοποιείται είναι αυτή του χρήστη “Alice” για το αντικείμενο 2, δηλαδή η τιμή 2.

| | Item1 | Item 2 | Item 3 | Item 4 | Item 5 | Item 6 |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Alice | 5 | 2 | 3 | 3 | | ? |
| User 1 | 2 | | 4 | | 4 | 1 |
| User 2 | 2 | 1 | 3 | | 1 | 2 |
| User 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | | 1 |
| User 4 | 3 | 3 | 2 | | 3 | 1 |
| User 5 | | 3 | | 2 | 2 | 2 |
| User 6 | 5 | 3 | | 1 | 3 | 2 |
| User 7 | | 5 | | 1 | 5 | 1 |
| Item similarity | 0.76 | 0.79 | 0.60 | 0.71 | 0.75 | |

Εικόνα 2 - Αλγόριθμος K-πλησιέστερων γειτόνων με βάση το αντικείμενο (Πηγή: [21])

Εκτός των αλγορίθμων που υποστηρίζουν την παραγωγή εξατομικευμένων προτάσεων, υπάρχουν και μέθοδοι που παρέχουν μη εξατομικευμένες προτάσεις. Οι συγκεκριμένες μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση αναφοράς ή για την προ-επεξεργασία και την κανονικοποίηση των δεδομένων. Ένας τρόπος πραγματοποίησης τέτοιων προβλέψεων, είναι ο υπολογισμός της μέσης βαθμολογίας με χρήση όλων των βαθμολογιών στο σύστημα. Μια βελτιωμένη εκδοχή μπορεί να συγκεντρώνει τη μέση τιμή των βαθμολογιών για το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Στις προσεγγίσεις της συνεργατικής διήθησης πολύ συχνά μεταφέρουμε τις αξιολογήσεις των χρηστών σε διανύσματα. Αυτά τα διανύσματα όμως είναι εξαιρετικά μεγάλων διαστάσεων για να καλύψουν όλα τα πιθανά αντικείμενα. Επίσης από τα συγκεκριμένα διανύσματα, απουσιάζουν ορισμένες τιμές για αντικείμενα που δεν έχουν αξιολογηθεί από τους χρήστες. Για το σκοπό αυτό έχει διερευνηθεί η δυνατότητα μείωσης των διαστάσεων των διανυσμάτων. Συγκεκριμένα, έχει προταθεί η εφαρμογή λανθάνουσας σημασιολογικής ανάλυσης για τον περιορισμό των διαστάσεων του προβλήματος της παραγωγής προτάσεων. Οι μεθοδολογίες που ενσωματώνουν τη λανθάνουσα σημασιολογική ανάλυση έχουν σχεδιαστεί και αξιολογηθεί με σημαντική επιτυχία.

Εκτός από τους προαναφερθέντες τύπους ΣΠ που χρησιμοποιούν τις δύο αυτές βασικές μεθόδους, έχουν προταθεί και άλλοι τύποι ΣΠ. Ένας από αυτούς χρησιμοποιεί μεθόδους μηχανικής γνώσης (knowledge engineering), όπου με τη συνεισφορά ανθρώπων, εντοπίζονται, μοντελοποιούνται και χρησιμοποιούνται οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν τις προτιμήσεις των χρηστών [22]. Επιπλέον, ο Burke [23] παρέχει μια επισκόπηση τεχνικών που βασίζονται σε δημογραφικά χαρακτηριστικά των χρηστών (demographic

techniques) αλλά και υβριδικών τεχνικών (hybrid) που συνδυάζουν μεθόδους από όλες τις άλλες τεχνικές.

Ο

Πίνακας 1 παρουσιάζει τις διάφορες τεχνικές και τη διαδικασία που αυτές ακολουθούν για να παράγουν προτάσεις.

| Τεχνική | Υπόβαθρο | Είσοδος | Διαδικασία |
|---|------------------------------------|--|--|
| Συνεργατική διήθηση (Collaborative) | Δραστηριότητες χρηστών | Αξιολόγηση κάθε αντικειμένου από το χρήστη | Εντοπισμός παρόμοιων χρηστών με βάση τις αξιολογήσεις τους |
| Με βάση το περιεχόμενο (Content-based) | Ιδιότητες αντικειμένων | Αξιολόγηση κάθε αντικειμένου από το χρήστη | Κατηγοριοποίηση αντικειμένων με βάση τις αξιολογήσεις τους |
| Με βάση τα δημογραφικά χαρακτηριστικά (Demographic) | Δημογραφικά χαρακτηριστικά χρηστών | Δημογραφικά χαρακτηριστικά χρήστη | Εντοπισμός παρόμοιων χρηστών με βάση τις αξιολογήσεις τους |
| Γνώσης (Knowledge-based) | Ιδιότητες αντικειμένων | Ανάγκες χρήστη | Αντιστοίχιση αντικειμένων και αναγκών των χρηστών |

Πίνακας 1 - Τεχνικές Συστημάτων Προτάσεων [23]

2.1.2 Συστήματα προτάσεων διαδρομών σε συσκευές κινητής τηλεφωνίας

Οι συσκευές κινητής τηλεφωνίας γίνονται τα τελευταία χρόνια η βασική πλατφόρμα για την πρόσβαση σε πληροφορίες. Όλο και περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα κινητά τηλέφωνα ως εργαλεία επικοινωνίας και πρόσβασης σε πληροφορίες, επομένως οι προκλήσεις που δημιουργούνται από αυτές τις συσκευές είναι όλο και περισσότερες [24]. Επιπλέον, όσο η ποσότητα των πληροφοριών και των διαδικτυακών εφαρμογών αυξάνεται, οι χρήστες δυσκολεύονται περισσότερο να βρουν την κατάλληλη πληροφορία που χρειάζονται για να ολοκληρώσουν μια συγκεκριμένη επιθυμία τους, όπως είναι η επιλογή ταινίας, ο προγραμματισμός ταξιδιού κ.α. Στην πράξη, οι χρήστες ιστοσελίδων διαδικτυακού εμπορίου, συχνά δυσκολεύονται να εντοπίσουν τα καλύτερα προϊόντα και τις υπηρεσίες, λόγω του μεγάλου πλήθους επιλογών που πρέπει να λάβουν υπόψη τους και της έλλειψης ενός αποτελεσματικού συστήματος υποστήριξης των αποφάσεών τους. Όπως έχει αναφερθεί και προηγούμενα, τα ΣΠ είναι εργαλεία επεξεργασίας πληροφοριών και

υποστήριξης αποφάσεων και παρέχουν εξατομικευμένες λύσεις, ανάλογα με τις ανάγκες και προτιμήσεις των χρηστών.

Στις κινητές συσκευές υπάρχουν υπηρεσίες μεταφοράς και πλοήγησης που προσφέρουν στους χρήστες οδηγίες ανάλογα με τη τρέχουσα γεωγραφική θέση τους. Αυτή η λειτουργία επιτυγχάνεται, χρησιμοποιώντας την ικανότητα των δικτύων δεδομένων (κυρίως GSP, αλλά και Wi-Fi ή RFID) να εντοπίζουν την ακριβή τοποθεσία του χρήστη κινητής συσκευής και να του παρέχουν λεπτομερείς οδηγίες για να μεταβεί σε μια επιθυμητή τοποθεσία [25]. Η πιο συνήθης λειτουργία τους είναι, ο βέλτιστος υπολογισμός διαδρομής μέσω των οδικών δικτύων, η εύρεση δηλαδή της συντομότερης διαδρομής μεταξύ δύο σημείων. Αυτά τα συστήματα είναι προκαθορισμένα στο να επικεντρώνονται στην οδική ασφάλεια και στην άνεση, καθώς προσφέρουν μια καλή διαδρομή σε σχέση με τους παράγοντες χρόνος και απόσταση. Επιπροσθέτως ο χρήστης μπορεί να ορίσει τις προτιμήσεις του, επιλέγοντας μεταξύ της πιο γρήγορης, της πιο σύντομης ή της πιο οικονομικής διαδρομής. Σε αυτά τα φορητά συστήματα που βασίζονται στο GPS, ο χρήστης λαμβάνει συνήθως φωνητικές οδηγίες που συνδυάζονται με χάρτες [25].

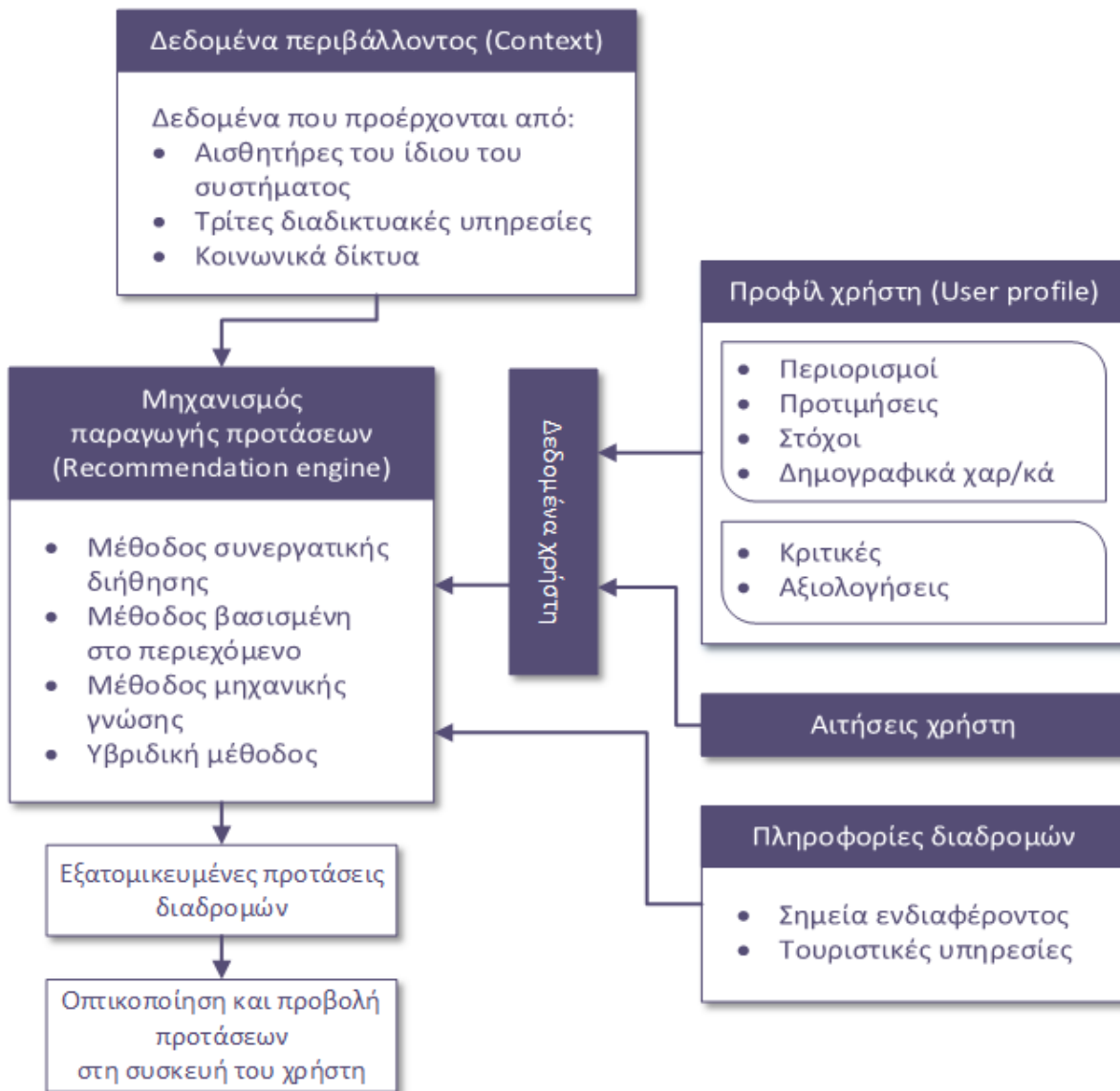
Ένα σχετικά νέο πρόβλημα δρομολόγησης, παρουσιάστηκε όταν δόθηκε η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει μεταξύ διαφόρων μέσων μεταφοράς. Για παράδειγμα, η πόλη της Γενεύης προσφέρει υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας που υποστηρίζουν μια τέτοια λειτουργία. Το σύστημα που αναπτύχθηκε για τις δημόσιες μεταφορές στη Γενεύη (Public Transports of Geneva TGP¹), χρησιμοποιεί ένα κινητό τηλέφωνο συνδεδεμένο μέσω Bluetooth με ένα GPS δέκτη, για να προβάλλει χάρτη με τις κοντινότερες στάσεις λεωφορείων. Επίσης προβάλλονται πίνακες με τους χρόνους αναχώρησης των λεωφορείων και πληροφορίες σχετικά με το πώς θα φθάσει κάποιος στη στάση.

Όπως είναι λογικό, σε πραγματικές συνθήκες, οι χρήστες δεν ενδιαφέρονται πάντα για προτάσεις των πιο γρήγορων τρόπων να φθάσουν από ένα σημείο σε ένα άλλο. Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που κρίνονται πιο σημαντικοί, όταν αποφασίζεται μια συγκεκριμένη διαδρομή μέσα σε μια πόλη. Για παράδειγμα οι τιμές των εισιτηρίων των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (M.M.M.) ή των ναύλων των ταξί, επηρεάζουν τις αποφάσεις των χρηστών. Επιπλέον, οι επισκέπτες μιας πόλης σπάνια ενδιαφέρονται για να φθάσουν γρήγορα σε ένα σημείο της πόλης. Προτιμούν συνήθως μια μεγαλύτερη διαδρομή, που θα διέρχεται από διάσημα σημεία της πόλης με παγκόσμιο ενδιαφέρον, παρόλο που μια τέτοια διαδρομή ενδεχομένως να απαιτεί περισσότερο περπάτημα.

2.2 Τυπική αρχιτεκτονική συστημάτων προτάσεων διαδρομών

Μια μεγάλη κατηγορία ΣΠ είναι αυτά που ασχολούνται με τον υπολογισμό διαδρομών και τη προβολή τους στους χρήστες. Ένα σύστημα προτάσεων διαδρομών (ΣΠΔ) είναι το αποτέλεσμα της σύνθεσης κάποιων επιμέρους

στοιχείων. Η τυπική αρχιτεκτονική ενός τέτοιου συστήματος φαίνεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2 - Τυπική αρχιτεκτονική συστήματος προτάσεων (Πηγή: [26])

Το κύριο στοιχείο ενός ΣΠΔ είναι ο *μηχανισμός παραγωγής των προτάσεων*, εκεί όπου συλλέγονται τα *δεδομένα χρήστη*, τα *δεδομένα περιβάλλοντος* και οι *πληροφορίες σχετικά με τις διαδρομές*.

Τα *δεδομένα χρήστη*, περιλαμβάνουν στοιχεία από το προφίλ του χρήστη καθώς και αιτήσεις του, τα οποία αφορούν τα σημεία μεταξύ των οποίων θα υπολογιστούν οι διαδρομές ή άλλες λειτουργίες του συστήματος. Το προφίλ του χρήστη περιέχει προσωπικά χαρακτηριστικά όπως: προτιμήσεις, στόχους, δημογραφικά χαρακτηριστικά και διάφορους περιορισμούς. Επιπλέον στο προφίλ του χρήστη συγκαταλέγονται κριτικές και αξιολογήσεις, που αφορούν παρελθούσες χρήσεις του συστήματος από τον ίδιο.

Το *περιβάλλον* στο οποίο κινείται ο χρήστης, περιέχει χρήσιμες πληροφορίες, οι οποίες όταν ενσωματωθούν στη διαδικασία υπολογισμού των διαδρομών, θα

εξατομικεύσουν σε μεγάλο βαθμό τα τελικά αποτελέσματα του συστήματος. Αναλυτικά οι πληροφορίες περιβάλλοντος και ο τρόπος με τον οποίο ενσωματώνονται στο ΣΠ, περιγράφονται στο κεφάλαιο 3.

Οι πληροφορίες σχετικά με τις διαδρομές, αφορούν σημεία μέσα στην πόλη που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, είτε γιατί αυτά είναι δημοφιλή αξιοθέατα, είτε γιατί είναι σημεία στα οποία προσφέρονται διάφορες τουριστικές υπηρεσίες, όπως εστιατόρια, ξενοδοχεία, κέντρα αναψυχής κ.λπ. Ένα πλήρες ΣΠΔ θα πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη του όχι μόνο το περιεχόμενο αυτών των σημείων ενδιαφέροντος, αλλά και τις ώρες λειτουργίας και την προσβασιμότητα τους. Επιπλέον, σημαντικές πληροφορίες στον καθορισμό μιας διαδρομής, είναι οι ώρες λειτουργίας και τα δρομολόγια των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς.

Τέλος στην καρδιά του ΣΠΔ, στο *μηχανισμό παραγωγής των προτάσεων*, το σύστημα, με βάση κάποια μέθοδο από αυτές που αναλύθηκαν στην παράγραφο 2.1.1, παράγει τις εξατομικευμένες προτάσεις διαδρομών. Στη συνέχεια τις οπτικοποιεί, συνήθως με τη βοήθεια γεωγραφικών υπηρεσιών που περιλαμβάνουν χάρτες όπως το Google Maps² ή το Microsoft MapPoint³, και τις προβάλλει στο χρήστη μέσω της συσκευής του, είτε αυτή είναι κινητό τηλέφωνο, είτε προσωπικός υπολογιστής.

2.3 Αναζήτηση και επεξεργασία πληροφοριών

Τα συστήματα προτάσεων διαδρομών και προορισμών μπορούν να είναι επιτυχημένα μόνο, αν η σχεδιάσή τους βασίζεται στην πλήρη κατανόηση της ανθρώπινης διαδικασίας λήψης αποφάσεων και ειδικότερα της αναζήτησης πληροφοριών που σχετίζονται με τις διαδρομές και τους προορισμούς [5]. Τρεις παράγοντες είναι αυτοί που επηρεάζουν την αναζήτηση πληροφοριών και μπορούν να κάνουν τα συστήματα προτάσεων πιο ολοκληρωμένα και ως εκ τούτου ικανά, να ανταποκρίνονται περισσότερο στις ανάγκες των χρηστών. Αυτοί είναι:

1. τα προσωπικά χαρακτηριστικά του χρήστη του συστήματος (π.χ. κοινωνική και οικονομική κατάσταση)
2. οι ανάγκες και οι περιορισμοί που προκύπτουν σε σχέση με την περίπτωση (π.χ. διάρκεια διαδρομής) και
3. διάφορες πτυχές της διαδικασίας λήψης αποφάσεων

Παρακάτω αναλύονται αυτοί οι παράγοντες και η επίδρασή τους στη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών και επεξεργασίας τους για την επιλογή προορισμών και διαδρομών.

2.3.1 Προσωπικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την ερευνητική βιβλιογραφία [27], τα επόμενα εννέα προσωπικά χαρακτηριστικά, μπορούν δυνητικά να επηρεάσουν τη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών διαδρομών και προορισμών και λήψης σχετικών αποφάσεων:

1. Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά
2. Ταξιδιωτική Γνώση
3. Επίπεδο συμμετοχής στη διαδικασία
4. Προσωπικότητα
5. Ηθικές αξίες
6. Στάσεις - απόψεις
7. Γνωστικό στυλ
8. Τρόπος λήψης αποφάσεων και
9. Μορφή διακοπών (στη περίπτωση των ταξιδιωτικών συστημάτων)

Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά

Τα κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά έχουν μελετηθεί εκτενώς, καθώς αποτελούν μεταβλητές που καθορίζουν τη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών και λήψης αποφάσεων. Ένας από τους λόγους ύπαρξης τόσο μεγάλου πλήθους μελετών, είναι το γεγονός, ότι η επίδραση αυτού του παράγοντα μπορεί πολύ εύκολα να παρατηρηθεί τόσο από τους ειδικούς, όσο και από τους ερωτηθέντες. Επίσης χαρακτηριστικά όπως η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, το εισόδημα και η οικογενειακή κατάσταση, συχνά χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα για να καθορίσουν τους πόρους και τους περιορισμούς ενός ταξιδιού. Όσον αφορά την ηλικία, οι έρευνες έχουν δείξει ότι οι ηλικιακά μεγαλύτεροι, συχνά χρησιμοποιούν ως πηγές πληροφοριών παλαιότερες εμπειρίες αυτών ή της οικογένειάς τους [28]. Οι πιο μορφωμένοι, και με μεγαλύτερο εισόδημα συνήθως, αναζητούν αρκετά περισσότερες πληροφορίες πριν λάβουν τις αποφάσεις τους [29]. Οι γυναίκες είναι πιο πιθανό να αναζητούν πληροφορίες βάσει πιο πρακτικών παραγόντων από ότι οι άνδρες [9], καθώς οι γυναίκες, σε γενικές γραμμές, επεξεργάζονται πιο ολοκληρωμένα τις πληροφορίες [30]. Τέλος, το εισόδημα όπως είναι φυσικό, περιορίζει τον αριθμό των δυνατών επιλογών όσον αφορά τους προορισμούς και τις διαδρομές.

Ταξιδιωτική γνώση

Η γνώση των χρηστών είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τόσο την αναζήτηση και επεξεργασία πληροφοριών, όσο και τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικών με τις διαδρομές και τους προορισμούς. Η γνώση, συχνά αποκτάται μέσω εμπειριών και μπορεί να θεωρηθεί είτε ως γενικότερη ταξιδιωτική γνώση είτε ως γνώση εναλλακτικών προορισμών και διαδρομών, είτε και τα δύο. Σε κάθε περίπτωση, επηρεάζει τη γκάμα των εναλλακτικών

επιλογών [31]. Επιπλέον, κάθε προηγούμενη εμπειρία σχετικά με ένα προορισμό ή διαδρομή, παίζει ρόλο κατά την τελική επιλογή. Επίσης παρατηρούνται διαφορές στις επιλογές προορισμών και αξιοθέατων, μεταξύ αυτών που επισκέπτονται για πρώτη φορά ένα τόπο και αυτών που τον έχουν επισκεφθεί ξανά στο παρελθόν. Όσοι επισκέπτονται ένα προορισμό για πρώτη φορά, συνηθίζουν να επιλέγουν τα εύκολα προσβάσιμα μέρη, ενώ όσοι έχουν ξαναπάει στο παρελθόν επισκέπτονται τα λιγότερο γνωστά μέρη. Υπό αυτήν την έννοια, όσοι επισκέπτονται ένα μέρος ξανά, είναι πιο επιλεκτικοί και λιγότερο επιρρεπείς στην αλλαγή του προορισμού τους [32, 33].

Είναι ενδιαφέρον, ότι έχουν αναπτυχθεί διαφορετικές απόψεις για τη σχέση μεταξύ της γνώσης των χρηστών και της συμπεριφοράς τους κατά τη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών. Αρνητική σχέση θα σήμαινε, ότι όσο περισσότερη γνώση μπορεί κανείς να αντλήσει, τόσο λιγότερη ανάγκη για αναζήτηση πληροφοριών θα προκύψει. Στον αντίποδα, θετική σχέση σημαίνει, ότι καθώς οι άνθρωποι λαμβάνουν περισσότερη γνώση, γίνονται πιο ενεργοί στη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών. Αυτό συμβαίνει γιατί μπορούν να ερμηνεύσουν καλύτερα αυτές τις πληροφορίες και να αποκομίσουν περισσότερα οφέλη σε σχέση με αυτούς που έχουν περιορισμένες γνώσεις [34, 35]. Η γνώση και οι εμπειρίες έχουν συμπεριληφθεί σε πολλές μελέτες σχετικά με το περιβάλλον, που επηρεάζει την αναζήτηση πληροφοριών για διαδρομές και προορισμούς [31, 36]. Παρόλο που τα αποτελέσματα αυτών των μελετών ποικίλουν, δύο ευρήματα σχετικά με την επιρροή της ταξιδιωτικής γνώσης και εμπειρίας στη χρήση των πηγών πληροφορίας, είναι ιδιαίτερος ενδιαφέροντα και σχετικά με τη σχεδίαση συστημάτων προτάσεων. Η μελέτη των Kerstetter και Cho [37] κατέδειξε, ότι η γνώση αποτελείται από δύο παράγοντες, την παρελθοντική εμπειρία και την εξοικείωση. Αυτοί οι δύο παράγοντες επηρεάζουν ανεξάρτητα την αναζήτηση πληροφοριών για διαδρομές ή προορισμούς. Όσοι δεν έχουν εμπειρίες από ένα προορισμό, είναι πιθανό να αναζητήσουν περισσότερες πληροφορίες από αυτούς που τον επισκέπτονται για πολλοστή φορά [38]. Αντίθετα, οι έμπειροι ταξιδιώτες συνήθως χρησιμοποιούν πηγές πληροφοριών διαφορετικές από αυτές που χρησιμοποιούν οι λιγότερο έμπειροι, καθώς επιλέγουν λιγότερο «επαγγελματικές» πηγές πληροφοριών [31, 39].

Επίπεδο συμμετοχής στη διαδικασία

Η αναζήτηση και επεξεργασία πληροφοριών σχετικών με ταξίδια, προορισμούς και διαδρομές, εξαρτάται επίσης σε μεγάλη βαθμό από την ατομική συμμετοχή. Για παράδειγμα, καθώς αυξάνεται το ενδεχόμενο ρίσκο που περικλείεται σε μια λήψη απόφασης, αναζητούνται περισσότερες εξωτερικές πηγές πληροφόρησης [40]. Έτσι, οι ταξιδιώτες που συμμετέχουν ενεργά, είναι πιθανό να χρησιμοποιήσουν πιο πολλά κριτήρια, να αναζητήσουν περισσότερες πληροφορίες, να τις αναλύσουν λεπτομερέστερα, να καταλήξουν σε περισσότερα συμπεράσματα και να διαμορφώσουν απόψεις που είναι λιγότερο πιθανό στο να αλλάξουν [41]. Σε μια σύνθετη απόφαση, η ανάπτυξη δεσμεύσεων και ισχυρών

απόψεων είναι πολύ σημαντική για την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Από την άλλη πλευρά, οι απλές αποφάσεις ρουτίνας απαιτούν σχετικά μικρή συμμετοχή [42]. Οι Fesenmaier και Johnson [43] χρησιμοποιούν την ατομική συμμετοχή στο προγραμματισμό ταξιδιών, σαν βάση για την κατηγοριοποίηση της αγοράς ταξιδιωτικών προϊόντων στο Τέξας. Βρήκαν ότι οι ταξιδιώτες με χαμηλό επίπεδο συμμετοχής στη διαδικασία προγραμματισμού, κάνουν μικρότερα ταξίδια με λίγες επιλογές, ενώ αυτοί με μεσαίο ή υψηλό επίπεδο συμμετοχής έχουν μεγαλύτερους ορίζοντες, με περισσότερους εναλλακτικούς προορισμούς τους οποίους αναλύουν και αξιολογούν καλύτερα.

Προσωπικότητα

Ο όρος προσωπικότητα μπορεί να ορισθεί ως «η αντανάκλαση των μοναδικών και διαρκών χαρακτηριστικών ενός ατόμου, τα οποία το ωθούν να ανταποκρίνεται με συγκεκριμένους τρόπους σε ερεθίσματα του περιβάλλοντος» [44]. Οι Mayo και Jarvis [45] όρισαν επίσης τον όρο προσωπικότητα, ως «ένα σύνθετο αποτέλεσμα της μάθησης, των αντιλήψεων, των κινήτρων, των συναισθημάτων και των ρόλων ενός ατόμου». Ο Plog [46] προτείνει δύο θεμελιώδεις συνιστώσες της προσωπικότητας, που είναι σημαντικές στα πλαίσια του τουρισμού: τον *αλτρουισμό* και τον *ψυχοκεντρισμό*. Οι αλτρουιστές ταξιδιώτες, με μεγάλη αυτοπεποίθηση και παράτολμη προσωπικότητα, είναι πιο πιθανό να επιλέξουν εξωτικούς προορισμούς, ενώ οι ψυχοκεντρικοί ταξιδιώτες, των οποίων η προσοχή επικεντρώνεται σε προσωπικές αμφιβολίες και ανησυχίες, επιλέγουν οικείους προορισμούς. Αργότερα οι Griffith και Albanese [47], έδειξαν ότι το μοντέλο του Plog [46] μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίζει τους ταξιδιώτες από ψυχογραφικής πλευράς και πρότειναν την πρακτική χρήση του σε συστήματα προτάσεων προορισμών και διαδρομών.

Η προσωπικότητα έχει επίσης αναγνωριστεί ως παράγοντας με αξισημείωτη επιρροή στη διαδικασία αναζήτησης και επεξεργασίας πληροφοριών. Τα άτομα με τάσεις να αναβάλλουν αποφάσεις, όταν αντιμετωπίζουν δύσκολες ή αντικρουόμενες επιλογές, έχει βρεθεί πως χρησιμοποιούν άλλους τρόπους αναζήτησης πληροφοριών, από εκείνα τα άτομα που δεν εμφανίζονται ως αναποφάσιστα [48]. Τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας σχετικά με τον έλεγχο καταστάσεων και την αποφυγή ρίσκων, τα οποία επηρεάζουν τον τρόπο λήψης αποφάσεων, παίζουν σημαντικό ρόλο σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων και ιδιαίτερα όταν αυτές αφορούν επιλογή προορισμών [49]. Επιπροσθέτως, η αναζήτηση της ποικιλίας είναι ένα άλλο χαρακτηριστικό της προσωπικότητας, το οποίο έχει σημαντικό ρόλο σε ταξιδιωτικές αποφάσεις, αλλά τα υφιστάμενα συστήματα προτάσεων δεν έχουν καταφέρει ακόμα να τη λάβουν υπόψη τους [50].

Ηθικές αξίες

Οι Madrigal και Kahle [51] ορίζουν τις ηθικές αξίες σαν γενικές πεποιθήσεις σχετικά με επιθυμητές καταστάσεις ή συμπεριφορές. Έτσι, η δομή ενός προσωπικού συστήματος αξιών, παρέχει τη βάση για τη διαμόρφωση της ανθρώπινης συμπεριφοράς και κατά συνέπεια τις ατομικές επιλογές κατά τον προγραμματισμό ταξιδιών. Στην τουριστική έρευνα, μελέτες του Madrigal [52] δείχνουν ότι οι προσωπικές αξίες, είναι ο καλύτερος παράγοντας για την πρόβλεψη της επιλογής μεταξύ ατομικών ή ομαδικών ταξιδιών, από την προσωπικότητα του ατόμου. Ο Zins [53] αναφέρει ότι οι προσωπικές αξίες είναι ένας καθοριστικός παράγοντας στην επιλογή ξενοδοχείου. Παραδείγματα προσωπικών αξιών είναι ο αυτό-σεβασμός, η αίσθηση της ολοκλήρωσης και ο σεβασμός από τους άλλους. Παρόλο που υπάρχουν πολλές ατομικές αξίες, η βιβλιογραφία [51] έχει προσδιορίσει τέσσερις διαστάσεις των ηθικών αξιών: ευχαρίστηση, επίτευξη, εγωκεντρισμός και εξωστρέφεια.

Στάσεις – απόψεις

Οι εικόνες των διαφόρων προορισμών, που δημιουργήθηκαν από εμπειρίες του παρελθόντος ή από διαφήμιση, και το ταίριασμα μεταξύ αντιλήψεων για προορισμούς και προσωπικών ηθικών αξιών, έχουν σαν αποτέλεσμα τη διαμόρφωση απόψεων σχετικά με αυτούς τους προορισμούς. Αυτές οι απόψεις είναι σημαντικοί παράγοντες, που καθορίζουν αν ένας προορισμός θεωρείται επιλέξιμος και πως αυτός αξιολογείται στα τελευταία στάδια της διαδικασίας επιλογής προορισμών και διαδρομών. Η έρευνα των Fishbein και Ajzen [54], εκτός των άλλων, σχετίζει τις προϋπάρχουσες προσωπικές απόψεις με τη μετέπειτα συμπεριφορά, θεωρώντας ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επεξήγηση της επιλογής προορισμού. Το μοντέλο απόψεων-συμπεριφοράς παρέχει εξηγήσεις για την ανθρώπινη συμπεριφορά βασισμένες σε ατομικές απόψεις και στάσεις.

Γνωστικό στυλ

Η μορφή της πληροφορίας που προτιμά και αντιλαμβάνεται καλύτερα κάθε ταξιδιώτης διαφοροποιείται σημαντικά από άτομο σε άτομο. Οι πιο επιθυμητοί τρόποι με τους οποίους γίνεται η επεξεργασία της πληροφορίας ορίζουν το γνωστικό στυλ του καθενός [55]. Το γνωστικό στυλ επηρεάζει τις διαδικασίες συλλογής, αξιολόγησης και επιλογής πληροφορίας στο πλαίσιο του προγραμματισμού ενός ταξιδιού [56]. Επίσης ο τρόπος παρουσίασης της πληροφορίας πρέπει να προσαρμόζεται σε διάφορα γνωστικά στυλ, έτσι ώστε η επεξεργασία της να είναι πιο αποτελεσματικά [57].

Τρόπος λήψης αποφάσεων

Ο τρόπος λήψης αποφάσεων αναλύεται στη βιβλιογραφία με βάση το πρότυπο του χρήστη-καταναλωτή. Η συμπεριφορά και οι επιλογές ενός χρήστη-καταναλωτή, που ορίζουν την καταναλωτική προσωπικότητά του, καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο λήψης των αποφάσεων του, ο οποίος βασίζεται είτε σε πνευματικό και γνωστικό προσανατολισμό προς συγκεκριμένα προϊόντα [58], είτε σε προσωπικές συνήθειες [59]. Οι Sproles and Kendall [58] συνδυάζουν χαρακτηριστικά, που αναλύονται στη βιβλιογραφία για να αναπτύξουν μια λίστα με τρόπους λήψης αποφάσεων από καταναλωτές (consumer styles inventory - CSI), οι οποίοι βασίζονται στις παρακάτω οκτώ διαστάσεις:

- i. τελειομανία
- ii. επιλογή προϊόντων με βάση τη μάρκα
- iii. επιλογή προϊόντων με βάση τη μόδα
- iv. επιλογή προϊόντων με βάση τις τιμές
- v. αγορές προϊόντων για λόγους αναψυχής
- vi. παρορμητικός ή απρόσεκτος τρόπος αγορών
- vii. σύγχυση από υπερπληθώρα επιλογών και
- viii. αγορά προϊόντων βασισμένη στη συνηθισμένη μάρκα

Αυτή η λίστα έχει δοκιμαστεί στο χώρο των διαδικτυακών αγορών [60, 61, 62] και τα αποτελέσματα καταδεικνύουν, ότι οι τρόποι λήψης αποφάσεων επηρεάζουν σημαντικά την αγορά ταξιδιωτικών προϊόντων.

Μορφή διακοπών

Η μορφή των διακοπών είναι σημαντικός παράγοντας σε συστήματα προγραμματισμού ταξιδιών, καθώς επηρεάζει τον καθορισμό των προτιμήσεων του χρήστη σχετικά με το ταξίδι. Οι διάφορες μορφές διακοπών που έχουν καταγραφεί, συνδυάζουν ψυχογραφικά χαρακτηριστικά και έχουν προκύψει από έρευνες, που σκοπό είχαν να εντοπίσουν τις διαφορές που υπάρχουν αναφορικά με το τι αναζητεί κανείς από τις διακοπές του [63]. Όπως είναι λογικό, δεν ταιριάζουν όλοι οι προορισμοί στις διάφορες μορφές διακοπών, καθώς υπάρχει διαφοροποίηση σε αυτά που μπορεί να προσφέρει ο κάθε προορισμός. Επομένως, ο προσδιορισμός της επιθυμητής μορφής διακοπών του χρήστη, είναι σημαντικός παράγοντας του περιβάλλοντος που επηρεάζει ένα σύστημα προτάσεων προορισμών.

2.3.2 Ανάγκες και περιορισμοί βάσει περίπτωσης – χαρακτηριστικά ταξιδιού

Οι αποφάσεις που αφορούν προορισμούς ή διαδρομές επηρεάζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τη γενικότερη περίπτωση κατά την οποία λαμβάνονται. Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι τα χαρακτηριστικά ενός ταξιδιού είναι, όπως κανείς θα φανταζόταν, οι πιο σημαντικοί παράγοντες στη λήψη σχετικών αποφάσεων. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι: ο σκοπός του ταξιδιού, η διάρκειά του, η απόσταση μεταξύ αφητηρίας και προορισμού, η ταξιδιωτική ομάδα καθώς και η ευελιξία στη κίνηση. Σε αυτή την ενότητα αναλύονται αυτά τα χαρακτηριστικά καθώς σχετίζονται με την αναζήτηση πληροφοριών και τη λήψη αποφάσεων.

Σκοπός του ταξιδιού

Οι ανάγκες και τα κίνητρα της πραγματοποίησης ενός ταξιδιού, ορίζουν το σκοπό του ταξιδιού, ο οποίος συχνά είναι στενά συνδεδεμένος με δραστηριότητες ή συνήθειες, όπως π.χ. η καθημερινή μετακίνηση στην πόλη, η συμμετοχή σε τουρνουά τένις ή η επίσκεψη μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς. Για αυτό το λόγο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη γκάμα των εναλλακτικών διαδρομών και προορισμών που μπορούν να επιλεγούν. Ο σκοπός του ταξιδιού καθορίζει επίσης και τη στρατηγική αναζήτησης πληροφοριών. Οι Fodness και Murray [64] έδειξαν ότι αυτοί που ταξιδεύουν με σκοπό τις διακοπές, είναι πιο πιθανό να σχεδιάσουν το ταξίδι τους βασισμένοι σε προσωπικές εμπειρίες.

Διάρκεια ταξιδιού

Ο χρόνος που είναι διαθέσιμος για ένα ταξίδι περιορίζει τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά του. Ταξιδιώτες με λίγο διαθέσιμο χρόνο προτιμούν κοντινούς προορισμούς με σύντομες διαδρομές, ενώ αυτοί που διαθέτουν περισσότερο χρόνο προτιμούν μεγαλύτερες διαδρομές ή πιο μακρινούς προορισμούς [65]. Με αυτή την έννοια, η διάρκεια ενός ταξιδιού περιορίζει τις εναλλακτικές διαδρομές και προορισμούς του. Επίσης η διάρκεια, θεωρείται ένας παράγοντας που επηρεάζει και την επιλογή συγκεκριμένων πηγών πληροφόρησης.

Απόσταση

Το αν ένας προορισμός ή μια διαδρομή θα θεωρηθούν εναλλακτικές λύσεις, είναι επίσης συνάρτηση της απόστασης από τη βάση του ταξιδιώτη. Η απόσταση είναι ένας παράγοντας που περιλαμβάνεται ως βασική μεταβλητή σε συγκεντρωτικά μοντέλα επιλογής προορισμών [66]. Σε μη-συγκεντρωτικά μοντέλα, δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στη γνωστική απόσταση αντί της φυσικής απόστασης. Όπως δείχνουν εμπειρικά δεδομένα, υπάρχει μια σχέση ανάμεσα στην απόσταση του ταξιδιού και στις στρατηγικές αναζήτησης πληροφοριών. Για παράδειγμα, οι Pennington-Gray και Vogt [67] βρήκαν ότι οι ξένοι επισκέπτες

ενός κράτους, είναι πιο πιθανό να λάβουν ταξιδιωτικές πληροφορίες από ενημερωτικούς σταθμούς, παρά οι μόνιμοι κάτοικοι αυτού του κράτους.

Ταξιδιωτική ομάδα

Οι εναλλακτικοί προορισμοί και διαδρομές που επιλέγονται από κάποιον που σχεδιάζει να πάει διακοπές με την οικογένειά του, είναι πιθανότατα διαφορετικοί από αυτούς που επιλέγονται για ένα ταξίδι με φίλους. Έτσι, τα χαρακτηριστικά της ομάδας που θα ταξιδέψει, παίζουν ρόλο ακόμα και στη γεωγραφική απόσταση των εναλλακτικών προορισμών, πάντα σε συνάρτηση με την ταξιδιωτική ευελιξία της ομάδας. Μια οικογένεια με παιδιά, συνηθίζει να κάνει σύντομες διακοπές σε εύκολα προσβάσιμους προορισμούς. Αντίθετα, ζευγάρια χωρίς παιδιά είναι πιο πιθανό να επιλέξουν προορισμούς με πιο δύσκολη πρόσβαση. Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ο βαθμός ετερογένειας στην ομάδα, σε σχέση με τα ενδιαφέροντα και τις συνήθειες του καθενός. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των ατόμων, αυξάνεται και ο αριθμός των αναγκών και επιθυμιών, που πρέπει να ικανοποιηθούν και έτσι προκύπτουν ταξίδια με πολλαπλούς προορισμούς [68]. Τέλος η σύνθεση της ομάδας ταξιδιού, έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει και τις στρατηγικές λήψης αποφάσεων [64]. Οι οικογένειες, συνηθίζουν να χρησιμοποιούν τα μέσα ενημέρωσης ως πηγή πληροφοριών πολύ περισσότερο από άλλου τύπου ταξιδιωτικές ομάδες και είναι πιο πιθανό να κάνουν εκτενή έρευνα, προκειμένου να ικανοποιηθούν όλα τα μέλη της οικογένειας [69].

Ευελιξία στη κίνηση

Η ευελιξία στη κίνηση δεν είναι μόνο συνάρτηση της φύσης της ταξιδιωτικής ομάδας, αλλά εξαρτάται και από τον τρόπο μεταφοράς που επιλέγεται σε ένα ταξίδι [70]. Οι εναλλακτικοί προορισμοί και διαδρομές που μπορεί κάποιος να σκεφτεί όταν ταξιδεύει με αυτοκίνητο, μπορεί να μην είναι διαθέσιμοι σε κάποιους που μετακινούνται με τα δημόσια μέσα μαζικής μεταφοράς. Η ευελιξία στην κίνηση έχει αντίκτυπο στη γενικότερη ευελιξία του ταξιδιού και σχετίζεται τόσο με τον αριθμό των προορισμών, όσο και με τις δραστηριότητες που μπορούν να περιληφθούν σε ένα ταξίδι. Το μεταφορικό μέσο που χρησιμοποιείται, μπορεί να αποτελεί εξήγηση για διαφορετικές τάσεις, που παρατηρούνται σχετικά με τον αριθμό των προορισμών που επιλέγονται σε ένα ταξίδι. Επομένως ένα σύστημα προτάσεων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του το επίπεδο της ευελιξίας στη κίνηση, ώστε οι προτάσεις του σχετικά με προορισμούς και διαδρομές να είναι σωστά υπολογισμένες.

2.3.3 Πτυχές της διαδικασίας λήψης αποφάσεων

Το πλαίσιο γύρω από τις αποφάσεις σχετικά με προορισμούς και διαδρομές μπορεί να διαφοροποιηθεί σε μεγάλη κλίμακα, καθώς εξαρτάται από προσωπικές προτιμήσεις σε συγκεκριμένες στρατηγικές λήψης αποφάσεων και από ανάγκες ή περιορισμούς που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη περίπτωση. Ειδικότερα, ο αριθμός και ο τύπος των κριτηρίων απόφασης, που λαμβάνονται υπόψη, ποικίλουν με βάση τη φύση της διαδρομής που σχεδιάζεται. Για παράδειγμα, όταν ένα ταξίδι σχετίζεται με κάποια συγκεκριμένη δραστηριότητα όπως το τένις, αυτή θα επηρεάσει σημαντικά το πλαίσιο γύρω από την απόφαση που πρέπει να ληφθεί. Για ένα τέτοιο ταξίδι, η πρόσβαση στην παραλία μπορεί να είναι επιθυμητή, αλλά δεν εκλαμβάνεται ως σημαντική, όσο θα εκλαμβάνονταν αν επρόκειτο για καλοκαιρινό ταξίδι διακοπών.

Επιπλέον, προσωπικά χαρακτηριστικά μπορούν να επηρεάσουν τις ανάγκες, την ικανότητα και την επιθυμία του καθενός να συνυπολογίσει κάποια κριτήρια. Ένα χαμηλό ετήσιο εισόδημα, για παράδειγμα, θα ενθαρρύνει την αποδοχή της τιμής ως το βασικό κριτήριο στην απόφαση. Επιπροσθέτως, το προσωπικό γνωστικό υπόβαθρο του καθενός, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ποσότητα της πληροφορίας που ζητείται για να υποστηρίξει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και ειδικά τον αριθμό των εναλλακτικών επιλογών που προκύπτουν κατά τη διαδικασία [71, 72]. Όμοια, ο τρόπος με τον οποίο ο καθένας λαμβάνει αποφάσεις, επηρεάζει το χρονοδιάγραμμα της απόφασης, την έκταση του σχεδιασμού που γίνεται και κάποια ειδικά κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη. Για παράδειγμα, ένας παρορμητικός τρόπος λήψης αποφάσεων, θα οδηγήσει σε πολύ μικρό προγραμματισμό και μικρό αριθμό κριτηρίων απόφασης, ενώ το υποσυνείδητο θα επιλέξει αναγνωρισμένες μάρκες και προϊόντα [58].

Οι αποφάσεις σχετικά με προορισμούς και διαδρομές, μπορούν να παρθούν σε διαφορετικά επίπεδα της ιεραρχίας προγραμματισμού. Κάποιος μπορεί να διαλέξει μια κύρια διαδρομή, μια δευτερεύουσα ή σημεία πάνω σε αυτή τη διαδρομή με ενδιαφέρον, όπως αξιοθέατα ή εστιατόρια [10]. Δεδομένης της σημασίας της επιλογής μιας κύριας διαδρομής με σεβασμό στις άλλες πτυχές ενός ταξιδιού, όταν η διαδικασία επιλογής της είναι σε εξέλιξη, τότε αυτόματα πολλά χαρακτηριστικά του ταξιδιού είναι ακαθόριστα. Στον αντίποδα, αν η κύρια διαδρομή έχει επιλεγεί και η διαδικασία συνεχίζεται σε άλλες δευτερεύουσες διαδρομές, τα σημαντικά χαρακτηριστικά του ταξιδιού έχουν καθοριστεί και το φάσμα των δυνατών εναλλακτικών διαδρομών θα είναι περιορισμένο. Τέλος, οι αποφάσεις που περιέχουν διαδικασία επιλογής σημείων ενδιαφέροντος σε μια συγκεκριμένη διαδρομή θα απαιτούν σε μεγάλο βαθμό περισσότερες λειτουργικές πληροφορίες, όπως ώρες λειτουργίας, τιμές, περιορισμούς εισόδου κ.λπ. Έτσι ο βαθμός της ανάλυσης και της εξειδίκευσης της διαδικασίας, που ακολουθεί ένα άτομο στη λήψη αποφάσεων, είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για ένα σύστημα προτάσεων [73].

2.4 Σχετικές εργασίες

Οι περισσότερες σύγχρονες κινητές συσκευές έχουν ενσωματωμένη μια διαδικτυακή υπηρεσία σχεδίασης διαδρομών, όπως το Google Maps. Η εφαρμογή υπολογίζει μια διαδρομή μεταξύ δύο σημείων, είτε με το αυτοκίνητο, είτε με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, είτε με περπάτημα. Οι διαδρομές υπολογίζονται από κάποια εξωτερική διαδικτυακή υπηρεσία και αποστέλλονται στη συσκευή μέσω του διαδικτύου. Μια άλλη τέτοια δημοφιλής εφαρμογή είναι το σύστημα πλοήγησης TomTom.

Αυτές οι εφαρμογές χρησιμοποιούνται, είτε πριν είτε κατά τη διάρκεια της διαδρομής, καθώς οι περισσότερες κινητές συσκευές είναι εξοπλισμένες με GPS. Έτσι οι χρήστες τους μπορούν να βλέπουν το δρόμο για τον προορισμό τους, βρισκόμενοι σε κίνηση. Παρόλα αυτά, καμιά από αυτές τις εφαρμογές δεν επιτρέπει πολυκριτηριακές μεθόδους κατά τον υπολογισμό της διαδρομής.

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται συστήματα, τα οποία, για τον υπολογισμό των διαδρομών, λαμβάνουν υπόψη τους και άλλα κριτήρια, πέρα από τα σημεία αφετηρίας και προορισμού. Τέλος, παρουσιάζονται και κάποια πιο εξειδικευμένα συστήματα, τα οποία αφορούν αποκλειστικά τους χρήστες ποδηλάτων.

2.4.1 Συστήματα σχεδίασης διαδρομών

Εκτός από τις προαναφερθείσες δύο εφαρμογές, υπάρχουν πολλά άλλα συστήματα σχεδίασης διαδρομών, που αναπτύχθηκαν κυρίως για την εξυπηρέτηση των τουριστών αλλά και των κατοίκων μιας πόλης. Ένα κοινό χαρακτηριστικό των εφαρμογών αυτών είναι, ότι λειτουργούν σε κινητές συσκευές και παρέχουν υπηρεσίες, οι οποίες προσαρμόζονται στον εκάστοτε χρήστη ή στην εκάστοτε περίπτωση. Διαφέρουν όμως μεταξύ τους κυρίως, στα κριτήρια στα οποία βασίζονται για τον υπολογισμό των διαδρομών.

Το PECITAS (Personalised City Transport Advisory System) [74], είναι ένα πρότυπο σύστημα εφαρμοσμένο στην ιταλική πόλη Bolzano. Πρόκειται για ένα πρόσφατο ερευνητικό πρόγραμμα, που σχεδιάστηκε ώστε να λαμβάνει υπόψη του τις προτιμήσεις και τις ανάγκες των διαφόρων χρηστών, για να παράγει μια πιο εξατομικευμένη λύση στη σχεδίαση της βέλτιστης διαδρομής. Χρησιμοποιεί μια προσέγγιση βασισμένη στη γνώση [14] και παρέχει στους κατοίκους και στους επισκέπτες της πόλης, εξατομικευμένες προτάσεις για τη βέλτιστη διαδρομή μεταξύ δύο σημείων της πόλης, χρησιμοποιώντας πολλαπλούς τρόπους μεταφοράς, όπως λεωφορεία, ταξί και περπάτημα. Το PECITAS, υπολογίζει πολλαπλές διαδρομές για τα δοθέντα σημεία αφετηρίας και προορισμού, χρησιμοποιώντας όμως και κάποιους περιορισμούς. Οι περιορισμοί αυτοί επιλέχθηκαν έτσι, ώστε οι δυνατές διαδρομές να είναι όσο το δυνατόν πιο διαφορετικές μεταξύ τους και τουλάχιστον μία από αυτές να

ταιριάζει στις προτιμήσεις του χρήστη. Έτσι για παράδειγμα, υπολογίζονται τόσο οι γρήγορες διαδρομές, όσο και αυτές που διέρχονται από σημαντικά σημεία ενδιαφέροντος (points of interest) ή άλλες που είναι βασισμένες αποκλειστικά στο περπάτημα. Για την ανάπτυξη αυτού του μοντέλου, το PECITAS θέτει σαφείς προαιρετικές ερωτήσεις στο χρήστη, στη βάση τεσσάρων κριτηρίων: προτιμήσεις περπατήματος, αριθμός των αλλαγών λεωφορείων, χρόνος άφιξης στο προορισμό και ενδιαφέρον για τα αξιοθέατα.

Ένα άλλο σύστημα προτάσεων διαδρομών, που παρουσιάστηκε το 2006 από τους Kramer, Modsching και Hagen [75], είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί σε υπολογιστές τσέπης (Pocket PCs). Το σύστημα προτείνει περιηγήσεις μέσα στην πόλη, δηλαδή διαδρομές που αρχίζουν και τελειώνουν στο ίδιο σημείο και διέρχονται από επιλεγμένα σημεία ενδιαφέροντος (points of interest) που ταιριάζουν με τις προτιμήσεις του χρήστη και τα οποία ο χρήστης μπορεί να επισκεφθεί στο χρόνο που διαθέτει. Όταν δίνεται εντολή από το χρήστη, το σύστημα υπολογίζει μια εξατομικευμένη περιήγηση στην πόλη, ρωτώντας τον σχετικά με τα ενδιαφέροντά του και το χρόνο που διαθέτει για τη βόλτα του. Η περιήγηση συντίθεται από μια πλειάδα σημείων ενδιαφέροντος, όπως αξιοθέατα, εστιατόρια, παραστάσεις και διάφορα άλλα δρώμενα. Το σύστημα τότε, προβάλλει την προτεινόμενη διαδρομή στο χάρτη και παρέχει κάποιες ηχητικές πληροφορίες ξενάγησης. Σε αυτήν την περίπτωση, στο χρήστη δεν προβάλλεται μια λίστα με προτεινόμενες διαδρομές, αλλά μόνο μια, η οποία και οπτικοποιείται πάνω στο χάρτη.

Υπάρχουν και άλλες προσεγγίσεις συστημάτων που λειτουργούν σε κινητές συσκευές και παρέχουν εξατομικευμένες προτάσεις για τοποθεσίες και διαδρομές. Διαφέρουν μεταξύ τους στους αλγορίθμους και στα κριτήρια, με βάση τα οποία υπολογίζονται οι διαδρομές. Δεν είναι διαδραστικά και μια αλλαγή στα κριτήρια, οδηγεί στον εκ νέου υπολογισμό της διαδρομής.

Ένα από αυτά, είναι το σύστημα P-Tour, που σχεδιάστηκε από Ιάπωνες επιστήμονες και παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 2004 [76]. Το P-Tour επιτρέπει στους χρήστες να επιλέξουν πολλαπλούς προορισμούς και μεταβλητές χρόνου άφιξης και διάρκειας της επίσκεψης σε κάθε προορισμό, επιστρέφοντας το βέλτιστο πρόγραμμα που θα πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης, υπολογισμένο από ένα γενετικό αλγόριθμο.

Ένα άλλο σύστημα, το DTG [77], σχεδιάζει μεμονωμένες διαδρομές, επιτρέποντας στους χρήστες να επιλέξουν τα αξιοθέατα. Η διαδρομή υπολογίζεται με τη χρήση ενός προσεγγιστικού αλγορίθμου, που συνδυάζει βαθιά αναζήτηση και μηχανισμούς εύρεσης πληροφορίας. Το δε Telemaco [78] προτείνει τουριστικές διαδρομές σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα του χρήστη και τους διαθέσιμους πόρους. Ο υπολογισμός των διαδρομών ενσωματώνει GIS χωρική ανάλυση και μια μέθοδο αναζήτησης Tabu.

Άλλα συστήματα υπολογίζουν διαδρομές με το αυτοκίνητο βασισμένες στο τοπίο [76] και άλλα χρησιμοποιούν τουριστικά κοινωνικά δίκτυα στον καθορισμό των προτιμήσεων του χρήστη για να υπολογίσουν τις βέλτιστες διαδρομές [79].

2.4.2 Συστήματα σχεδίασης διαδρομών για ποδήλατο

Οι περισσότερες ευρωπαϊκές πόλεις και ένας μεγάλος αριθμός αμερικανικών πόλεων, έχουν αναπτύξει συστήματα για σχεδιασμό διαδρομών με ποδήλατο. Αυτά ενημερώνουν τους ποδηλάτες για όλες τις επιλογές που μπορεί να έχει η διαδρομή τους, από την αφετηρία ως τον προορισμό. Κάποια από αυτά τα συστήματα, όπως το Google Maps, δίνουν σημασία μόνο στη μικρότερη απόσταση κατά τη διάρκεια υπολογισμού της βέλτιστης διαδρομής, παρέχοντας εναλλακτικές διαδρομές που όμως έχουν παρόμοιο μήκος. Άλλα συστήματα, παρέχουν τη δυνατότητα περισσότερων επιλογών στη διαδρομή, συνυπολογίζοντας την ασφάλεια των ποδηλατών, τις ποδηλατικές υποδομές, την κυκλοφοριακή κίνηση, το τοπίο κ.α.

Το σύστημα σχεδιασμού διαδρομών ποδηλάτου στη Κοπεγχάγη της Δανίας [80], δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού της μικρότερης σε μήκος διαδρομής, αυτής που χρησιμοποιεί όσο το δυνατόν περισσότερες υποδομές ποδηλάτων, την ασφαλέστερη διαδρομή, τη διαδρομή που περνά από χώρους πρασίνου ή την πιο ήσυχη διαδρομή (εκεί δηλαδή που η κυκλοφοριακή κίνηση είναι λιγότερη).

Το αντίστοιχο σύστημα στο Βανκούβερ του Καναδά [81], δίνει τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ της πιο μικρής σε μήκος διαδρομής, της διαδρομής με προκαθορισμένη μέγιστη κλίση εδάφους, της διαδρομής με τη μικρότερη αύξηση στο υψόμετρο ή της διαδρομής με καθορισμένο το επίπεδο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, συμπεριλαμβάνοντας δηλαδή δενδρόφυτους ποδηλατοδρόμους ή μεγάλες οδικές αρτηρίες. Ο χάρτης του συστήματος περιέχει επίσης ετικέτες, που έχουν πληροφορίες σχετικά με άλλες φιλοποδηλατικές διαδρομές, σταθμούς τραινών, σχολεία, σημεία με πόσιμο νερό καθώς και το επίπεδο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και το επίπεδο της βλάστησης στη περιοχή.

Στη Γερμανία, υπάρχει ένα σύστημα σχεδιασμού διαδρομών [82], που έχει προσαρμοστεί σε όλες τις γερμανικές πόλεις. Αυτό το σύστημα, λαμβάνει υπόψη του μόνο τη κλίση του οδοστρώματος και τις δημοφιλείς ποδηλατικές διαδρομές.

Ο Henry Hochmair [83] έφτιαξε ένα σύστημα σχεδίασης διαδρομών με διεπαφή, που επέτρεπε στους χρήστες να κρίνουν ποια χαρακτηριστικά είναι σημαντικά για αυτούς. Για το σκοπό αυτόν, χρησιμοποιήθηκαν κινούμενες μπάρες με τις οποίες ο χρήστης έκρινε τη σπουδαιότητα του κάθε χαρακτηριστικού από 0% έως 100%. Αυτό το σύστημα, αποτελείται από κάποια υψηλού και χαμηλού βαθμού κριτήρια, τα οποία έχουν συμφωνηθεί και έχουν αποκτήσει συντελεστές βαρύτητας. Τα υψηλού βαθμού κριτήρια που χαρακτηρίζουν τις διαδρομές είναι «γρήγορη», «ασφαλής», «απλή» και «ελκυστική». Για καθένα από αυτά τα κριτήρια, υπάρχει περαιτέρω ανάλυση, για παράδειγμα το «γρήγορη» αναλύεται σε «μικρού μήκους», «λίγα φανάρια», «λίγες διασταυρώσεις» και «λίγες στροφές». Τα χαμηλού βαθμού κριτήρια,

μπορούν να «ανήκουν» και σε παραπάνω από ένα υψηλού βαθμού. Για παράδειγμα, το κριτήριο «λίγες στροφές» μπορεί να θεωρεί και ως ανάλυση του υψηλόβαθμου κριτηρίου «απλή», πέρα από το «γρήγορη» που προαναφέρθηκε. Αυτό το σύστημα, μπορεί να προσφέρει στο χρήστη μια διαδρομή προσαρμοσμένη κατάλληλα στις προτιμήσεις του, στο γνωστικό φορτίο όμως που του αναλογεί ίσως είναι πολύ βαρύ, αν αναλογιστεί κανείς το μεγάλο αριθμό υψηλόβαθμων και χαμηλόβαθμων κριτηρίων που πρέπει αυτός να επιλέξει. Σε μία επόμενη μελέτη του [84], ο Hochmair παρουσίασε ένα πιο φιλικό στο χρήστη σύστημα για την κομητεία Broward στη Florida, US [85]. Αυτό το σύστημα σχεδίασης διαδρομών, δίνει τη δυνατότητα επιλογής σύντομων, γρήγορων, απλών, γραφικών και χωρίς κίνηση διαδρομών. Επίσης επιτρέπει στο χρήστη να προσθέτει ετικέτες στο χάρτη, ώστε να φαίνονται τα δίκτυα των δημόσιων μεταφορών, τα φανάρια, οι σιδηροδρομικές διαβάσεις, οι ποδηλατικές υποδομές και οι εγκαταστάσεις αναψυχής.

3

Συστήματα προτάσεων με επίγνωση περιβάλλοντος

Η σημασία των πληροφοριών περιβάλλοντος έχει αναγνωριστεί από ερευνητές και επαγγελματίες πολλών κλάδων, συμπεριλαμβανομένων : του ηλεκτρονικού εμπορίου, της ανάκτησης πληροφοριών, της τεχνολογίας των κινητών συσκευών, της εξόρυξης δεδομένων, του μάρκετινγκ, της διοίκησης επιχειρήσεων. Ενώ ήδη έχει ολοκληρωθεί σημαντικό μέρος της έρευνας στον τομέα των συστημάτων προτάσεων, οι περισσότερες προσεγγίσεις επικεντρώνονται στο να προτείνουν στους χρήστες τα πιο σχετικά με αυτούς στοιχεία, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τυχόν πρόσθετες πληροφορίες, όπως η ώρα, η θέση ή η παρέα άλλων ανθρώπων.

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται σαφές, ότι οι σχετικές πληροφορίες επίγνωσης περιβάλλοντος παίζουν σπουδαίο ρόλο στα συστήματα προτάσεων και είναι σημαντικό οι πληροφορίες αυτές να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία υπολογισμού και παροχής των προτάσεων. Πριν όμως την αναφορά στο ρόλο και στις δυνατότητες της επίγνωσης περιβάλλοντος στα συστήματα προτάσεων, γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια του περιβάλλοντος. Στο τέλος δε του κεφαλαίου αναφέρεται ο τρόπος ενσωμάτωσης των πληροφοριών επίγνωσης περιβάλλοντος στη διαδικασία σύστασης-πρότασης και παρατίθενται τρία διαφορετικά αλγοριθμικά παραδείγματα για αυτήν την ενσωμάτωση.

3.1 Τι είναι περιβάλλον

Το περιβάλλον (context) είναι μια πολύπλευρη έννοια που έχει μελετηθεί σε διάφορους ερευνητικούς κλάδους, όπως η επιστήμη των υπολογιστών (κυρίως στην τεχνητή νοημοσύνη και στο διάχυτο υπολογισμό), η γνωστική επιστήμη, η γλωσσολογία, η φιλοσοφία, η ψυχολογία και οργανωτικές επιστήμες. Για αυτό και έχουν διεξαχθεί ολόκληρα συνέδρια που είναι αφιερωμένα αποκλειστικά στη μελέτη του περιβάλλοντος και στην ενσωμάτωσή του σε διάφορους άλλους κλάδους της επιστήμης, συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής, του δικαίου, και της διοίκησης επιχειρήσεων.

Δεδομένου ότι το περιβάλλον έχει μελετηθεί από πολλούς επιστημονικούς κλάδους, ο καθένας τους έχει τη δική του οπτική γωνία, κάπως διαφορετική από αυτή των άλλων κλάδων. Όλες τους είναι σίγουρα πιο συγκεκριμένες από το πρότυπο γενικό ορισμό του περιβάλλοντος, ως «*συυθήκες ή περιστάσεις που*

επηρεάζουν κάποια πράγματα» [86]. Ως εκ τούτου, υπάρχουν πολλοί ορισμοί του περιβάλλοντος σε διάφορους κλάδους, ακόμη και σε υποπεδία κλάδων. Οι M. Bazire και P. Brézillon [87] παρουσιάζουν και εξετάζουν 150 διαφορετικούς ορισμούς του περιβάλλοντος από διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς. Αυτό δεν αποτελεί έκπληξη, με δεδομένη την πολυπλοκότητα και το πολυδιάστατο χαρακτήρα της έννοιας. Όπως οι Bazire and Brézillon [87] παρατηρούν:

“... είναι δύσκολο να βρεθεί ένας σχετικός ορισμός, που να ικανοποιεί όλους τους επιστημονικούς κλάδους. Είναι το περιβάλλον, το πλαίσιο κάθε δοθέντος αντικείμενου; Είναι το σύνολο των στοιχείων που επηρεάζουν ένα αντικείμενο; Είναι δυνατόν να ορίζουμε το περιβάλλον εκ των προτέρων ή απλά καθορίζουμε τα αποτελέσματα εκ των υστέρων; Είναι κάτι στατικό ή κάτι δυναμικό; Μερικές προσεγγίσεις αναδύονται τώρα στην Τεχνητή Νοημοσύνη [...]. Στην ψυχολογία, μελετάμε γενικά ένα πρόσωπο που κάνει μια εργασία σε μια δεδομένη κατάσταση. Ποιο περιβάλλον είναι κατάλληλο για τη μελέτη μας; Το περιβάλλον του προσώπου, του έργου, της αλληλεπίδρασης, ή το περιβάλλον της κατάστασης; Πού αρχίζει το περιβάλλον και πού σταματά; Ποια είναι η πραγματική σχέση μεταξύ του περιβάλλοντος και νόησης;”

Στη σχετική βιβλιογραφία με τα «συστήματα προτάσεων με επίγνωση περιβάλλοντος» (ΣΠΕΠ), το περιβάλλον είχε αρχικά οριστεί ως η τοποθεσία του χρήστη, η ταυτότητα των ανθρώπων κοντά στο χρήστη, τα αντικείμενα γύρω του, και οι αλλαγές σε όλα αυτά τα στοιχεία [88]. Σε αυτόν τον ορισμό προστέθηκαν επιπλέον παράγοντες στη συνέχεια. Για παράδειγμα, οι Brown, Bovey, και Chen [89] περιλαμβάνουν την ημερομηνία, την εποχή και τη θερμοκρασία. Οι Ryan, Pascoe, και Morse [90] προσθέτουν φυσικές και εννοιολογικές καταστάσεις στο ενδιαφέρον που δείχνει ένας χρήστης για μια διαδικασία ή ένα αντικείμενο. Οι Dey, Abowd και Salber [91] περιλαμβάνουν και τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη και διευρύνουν τον ορισμό σε “*οποιαδήποτε πληροφορία, η οποία μπορεί να χαρακτηρίσει και να είναι σχετική με την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός χρήστη και μιας εφαρμογής*”. Κάποιοι συνδέουν το περιβάλλον με τον χρήστη [91, 92], ενώ κάποιοι άλλοι δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στο πως το περιβάλλον σχετίζεται με την εφαρμογή [93, 94].

Με δεδομένη την πληθώρα διαφορετικών οπτικών γωνιών που έχουν οι διάφοροι επιστημονικοί κλάδοι για την πολύπλευρη έννοια του περιβάλλοντος, ο Paul Dourish [95], προσπαθώντας να βάλει κάποια τάξη σε αυτήν την ποικιλία των απόψεων, εισάγει μια νέα ταξινόμηση. Σύμφωνα με την αυτήν τα περιβάλλοντα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση δύο οπτικές γωνίες με τις οποίες τα παρατηρεί κανείς: *αναπαράσταση* και *αλληλεπίδραση*.

Στην *άποψη αναπαράστασης*, το περιβάλλον ορίζεται με ένα προκαθορισμένο σύνολο παρατηρήσιμων χαρακτηριστικών, η δομή (ή σχήμα, αν χρησιμοποιήσουμε ορολογία βάσεων δεδομένων) των οποίων δεν μεταβάλλεται σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Με άλλα λόγια, θεωρεί ότι τα

χαρακτηριστικά είναι αναγνωρίσιμα και εκ των προτέρων γνωστά και, ως εκ τούτου, μπορούν να καταγραφούν και να χρησιμοποιηθούν εντός των «εφαρμογών με επίγνωση περιβάλλοντος». Στον αντίποδα, η *άποψη αλληλεπίδρασης* υποθέτει ότι η συμπεριφορά του χρήστη διαμορφώνεται από ένα περιβάλλον υποκείμενο, και το περιβάλλον από μόνο του δεν είναι κατ' ανάγκην παρατηρήσιμο. Επιπλέον, ο Dourish [95] υποθέτει ότι διαφορετικοί τύποι δράσεων, μπορούν να προκαλέσουν διάφορα είδη σχετικών περιβαλλόντων, υποθέτοντας έτσι μια αμφίδρομη σχέση μεταξύ των δράσεων και των σχετικών περιβαλλόντων. Το περιβάλλον εμπνέει στους χρήστες κάποιες δράσεις και οι δράσεις προκαλούν την ανάπτυξη κάποιων περιβαλλόντων.

3.2 Συστήματα με επίγνωση περιβάλλοντος σε κινητές συσκευές

Τα τελευταία χρόνια, τα κινητά τηλέφωνα είναι η κύρια πλατφόρμα για την πρόσβαση σε πληροφορίες και ειδικά όταν αυτά συνδυάζονται με τις τεχνολογίες των ΣΠΕΠ, μπορούν να γίνουν τα βασικά εργαλεία των χρηστών τους, τόσο για επαγγελματικές όσο και για ψυχαγωγικές εφαρμογές. Οι τεχνικές των ΣΠΕΠ μπορούν να αυξήσουν τη χρηστικότητα των κινητών συσκευών, προσφέροντας εξατομικευμένο και πιο συγκεκριμένο περιεχόμενο και περιορίζοντας τις αρνητικές επιπτώσεις της υπερφόρτωσης του χρήστη με πληροφορίες [25]. Μια σειρά από τεχνικές για ΣΠΕΠ σε κινητές εφαρμογές, έχουν αναφερθεί στην ερευνητική βιβλιογραφία πρόσφατα, συμπεριλαμβανομένων και υβριδικών τεχνικών [96, 97], καθώς και γραφικών μοντέλων για την οπτική σύσταση [98].

Οι «πληροφορίες περιβάλλοντος» είναι πολύ σημαντικές για την παροχή υπηρεσιών βασισμένων στην τοποθεσία (Location-Based Services) [99]. Στα δύο παραδείγματα που ακολουθούν γίνεται περισσότερο κατανοητή η σημασία των «πληροφοριών περιβάλλοντος».

Ένα θέατρο του Broadway στη Ν. Υόρκη μπορεί να θέλει να προτείνει, μισή ώρα πριν την έναρξη της παράστασης, (εισιτήρια με μεγάλη έκπτωση δεδομένου ότι αυτά θα πάνε χαμένα ούτως ή άλλως μετά την έναρξη της παράστασης) στους επισκέπτες-τουρίστες της πλατείας “Time Square”. Για το λόγο αυτόν στέλνει πληροφορίες στους επισκέπτες μέσω των έξυπνων συσκευών κινητής τηλεφωνίας ή άλλων συσκευών επικοινωνίας που αυτοί διαθέτουν. Ο χρόνος, η ακριβής τοποθεσία αλλά και ο τύπος της συσκευής επικοινωνίας (π.χ. έξυπνο κινητό τηλέφωνο) συνιστούν «πληροφορίες περιβάλλοντος» για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα εφαρμογή θα επέτρεπε σε τουρίστες να μοιράζονται με άλλους χρήστες διαδραστικά τις εντυπώσεις τους επισκεπτόμενοι διάφορα αξιοθέατα. Με τον τρόπο αυτόν καταδεικνύεται ο μεγάλος υποστηρικτικός ρόλος που μπορούν να παίξουν οι «πληροφορίες περιβάλλοντος» σε διάφορες κοινωνικές δραστηριότητες.

3.3 Ανάκτηση πληροφορίας περιβάλλοντος

Η «πληροφορία περιβάλλοντος» μπορεί να ανακτηθεί με πολλαπλές τεχνικές, όπως:

- *Άμεσα*, με την απευθείας προσέγγιση των σχετικών ανθρώπων ή άλλων πηγών «πληροφοριών περιβάλλοντος» και με τη συλλογή των πληροφοριών είτε με άμεσες ερωτήσεις, είτε εξάγοντάς τες με άλλα μέσα. Για παράδειγμα, μια ιστοσελίδα μπορεί να αποκτήσει «πληροφορίες περιβάλλοντος» ζητώντας από το χρήστη να συμπληρώσει μια ηλεκτρονική φόρμα ή να απαντήσει σε ερωτήσεις, πριν του επιτρέψει την πρόσβαση σε συγκεκριμένο περιεχόμενο της.
- *Έμμεσα*, από τα δεδομένα του περιβάλλοντος, όπως μια μετακίνηση του χρήστη σε άλλη τοποθεσία, η οποία έγινε αισθητή από την εταιρεία πάροχο κινητής τηλεφωνίας. Εναλλακτικά, μια χρονική πληροφορία μπορεί εμμέσως να αποκτηθεί από το χρονικό αποτύπωμα (timestamp) μιας συναλλαγής. Σε αυτές τις περιπτώσεις, δεν απαιτείται αλληλεπίδραση με το χρήστη ή με άλλες πηγές πληροφοριών. Μια πηγή έμμεσης πληροφόρησης είναι άμεσα προσβάσιμη και τα δεδομένα αποκτούνται απευθείας από την πηγή.
- *Συνάγοντας τη πληροφορία* από στατιστικές ή από τη χρήση μεθόδων εξόρυξης δεδομένων (data mining). Για παράδειγμα, η θέση στην οικογένεια (πατέρας, μητέρα, γιος, κόρη, κλπ.) ενός ατόμου που αλλάζει τα κανάλια στην τηλεόραση, μπορεί να μην είναι άμεσα γνωστή σε μια εταιρεία καλωδιακής τηλεόρασης, αλλά μπορεί να προκύψει με αρκετή ακρίβεια με την παρατήρηση των τηλεοπτικών προγραμμάτων που παρακολουθούνται και των καναλιών που τα έχουν επισκεφθεί, χρησιμοποιώντας μεθόδους εξόρυξης δεδομένων. Για να συναχθεί αυτή η «πληροφορία περιβάλλοντος», είναι αναγκαίο να δημιουργηθεί ένα μοντέλο πρόβλεψης και μετά να προσαρμοστεί σωστά στα κατάλληλα δεδομένα. Η επιτυχία αυτής της συναγωγής των «πληροφοριών περιβάλλοντος» εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των εν λόγω μοντέλων και ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων εφαρμογών.

Η «πληροφορία περιβάλλοντος» μπορεί να είναι κρυμμένη στα δεδομένα σε κάποια λανθάνουσα μορφή, αλλά μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε εμμέσως χωρίς να τη γνωρίζουμε επακριβώς. Στο προηγούμενο παράδειγμα, μπορεί να θέλουμε να εκτιμήσουμε πόσο αρέσει σε ένα άτομο ένα συγκεκριμένο τηλεοπτικό πρόγραμμα, χρησιμοποιώντας στη μοντελοποίηση τη θέση του στην οικογένεια (πατέρας, μητέρα κ.λπ.) ως λανθάνουσα μεταβλητή. Ως εκ τούτου, ακόμη και χωρίς καμία ακριβή γνώση των «πληροφοριών περιβάλλοντος» (π.χ. το ποιο μέλος της οικογένειας παρακολουθεί το πρόγραμμα), η ακρίβεια στην

πρόταση του συστήματος μπορεί να βελτιωθεί μοντελοποιώντας και συμπεραίνοντας πληροφορίες εμμέσως, με χρήση προσεκτικά επιλεγμένων τεχνικών μάθησης (π.χ. με τη χρήση λανθανουσών μεταβλητών σε καλά σχεδιασμένα μοντέλα προτάσεων).

Όπως αναλύεται στην παράγραφο 3.1, εστιάζοντας στην *άποψη αναπαράστασης* του Dourish [95], υποθέτουμε ότι το περιβάλλον ορίζεται από προκαθορισμένα χαρακτηριστικά, η δομή των οποίων δεν αλλάζει με την πάροδο του χρόνου. Η συνέπεια αυτής της υπόθεσης είναι, ότι θα πρέπει να προσδιορίσουμε και να αποκτήσουμε τις «πληροφορίες περιβάλλοντος» πριν γίνουν οι προτάσεις από το σύστημα. Η διαδικασία απόκτησης των πληροφοριών είτε με άμεσο είτε με έμμεσο τρόπο, θα πρέπει να είναι μέρος της συνολικής διαδικασίας συλλογής δεδομένων. Όλα αυτά σημαίνουν ότι, οι αποφάσεις σχετικά με το ποιες πληροφορίες θα πρέπει να συλλέγονται για μια εφαρμογή, θα πρέπει να ληφθούν στο στάδιο του σχεδιασμού της εφαρμογής και αρκετά νωρίτερα από τη στιγμή που παρέχονται οι προτάσεις του συστήματος.

Μια μεθοδολογία ώστε να αποφασιστούν ποια χαρακτηριστικά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε μια εφαρμογή και ποια όχι, παρουσιάζεται στο έργο των Adomavicius και λοιπών [100]. Εκεί οι Adomavicius και λοιποί [100] προτείνουν ότι, ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος θα πρέπει αρχικά να επιλεγεί από ειδικούς του χώρου, ως πιθανά υποψήφια χαρακτηριστικά για την εφαρμογή. Για παράδειγμα, σε μια εφαρμογή για προτάσεις ταινιών, μπορούμε να θεωρήσουμε αρχικά χαρακτηριστικά όπως: ο χρόνος, η αίθουσα του κινηματογράφου, η παρέα, ο καιρός, καθώς και άλλα που μπορούν να επηρεάσουν τις εντυπώσεις που αφήνει «η έξοδος για κινηματογράφο». Στη συνέχεια, μετά τη συλλογή των δεδομένων, η οποία συμπεριλαμβάνει τα δεδομένα αξιολόγησης των προτάσεων και τις «πληροφορίες περιβάλλοντος» που προαναφέρθηκαν, μπορούν να εφαρμοστούν διάφορα είδη στατιστικών δοκιμών πάνω στα δεδομένα. Οι δοκιμές αυτές θα προσδιορίσουν ποια από τα επιλεγμένα χαρακτηριστικά είναι πραγματικά σημαντικά, με την έννοια ότι επηρεάζουν πράγματι την παρακολούθηση της ταινίας, ελέγχοντας αν με τη μεταβολή των τιμών των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος εκδηλώνονται σημαντικές αποκλίσεις στις αξιολογήσεις. Για παράδειγμα, μπορούν να εφαρμοστούν δοκιμές, ώστε να φανεί αν τα χαρακτηριστικά : «καλός ή κακός καιρός» ή «παρακολούθηση μιας ταινίας με παρέα ή χωρίς», επηρεάζουν σημαντικά τη συνολική εντύπωση της «εξόδου για κινηματογράφο». Ο βαθμός αυτής της επιρροής προκύπτει από τις στατιστικά σημαντικές μεταβολές που εμφανίζονται στις κατανομές των αξιολογήσεων. Η διαδικασία αυτή, δίνει ένα παράδειγμα για τη διαλογή όλων των σημαντικών χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος και το φιλτράρισμα εκείνων που δεν έχουν σημασία σε μια συγκεκριμένη «εφαρμογή προτάσεων». Θα μπορούσαμε τελικά να συμπεράνουμε ότι ο χρόνος, η αίθουσα του κινηματογράφου και η παρέα παίζουν ρόλο, ενώ ο καιρός δε θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε μια «εφαρμογή προτάσεων» ταινιών.

3.4 Ενσωμάτωση του περιβάλλοντος στα συστήματα προτάσεων

Η χρήση των «πληροφοριών περιβάλλοντος» σε ΣΠΕΠ καθορίστηκε για πρώτη φορά στο έργο των Herlocker και Konstan [101], οι οποίοι διατύπωσαν την άποψη ότι η ενσωμάτωση στον αλγόριθμο των γνώσεων σχετικά με την αποστολή του χρήστη, μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερα αποτελέσματα για ορισμένες «εφαρμογές προτάσεων». Για παράδειγμα, αν θέλουμε να προτείνουμε βιβλία ως δώρο για ένα παιδί, τότε ίσως θα θέλαμε να ορίσουμε τα βιβλία που ήδη έχει διαβάσει το παιδί (και του αρέσουν) και να παρέχουμε τις πληροφορίες αυτές (δηλαδή, ένα προφίλ εργασίας) στο σύστημα για τον προσδιορισμό των νέων προτάσεων για βιβλία. Αυτή η προσέγγιση λειτουργεί μέσα στο παραδοσιακό δισδιάστατο χώρο «χρήστηs x αντικείμενο», αφού εκτός από αυτές τις δύο διαστάσεις, καμία άλλη διάσταση του περιβάλλοντος δε χρησιμοποιείται. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση είναι ένα επιτυχημένο παράδειγμα του πώς μια πρόσθετη σχετική πληροφορία σε καθορισμένη μορφή, μπορεί να ενσωματώνεται στο πρότυπο παράδειγμα φιλτραρίσματος. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η χρήση των βαθμολογιών σε διαδικτυακά άρθρα που έχει εφαρμοστεί σε διάφορα συστήματα συστάσεων, για τη δημιουργία προφίλ χρηστών με βάση τις προτιμήσεις τους στο διαδίκτυο [102].

Οι διαφορετικές προσεγγίσεις της χρήσης «πληροφοριών περιβάλλοντος» κατά τη διαδικασία παραγωγής της πρότασης, μπορούν γενικά να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες:

- με αναζήτηση και έρευνα καθοδηγούμενων από το περιβάλλον, και
- με εκμαίευση και εκτίμηση των προτιμήσεων του περιβάλλοντος

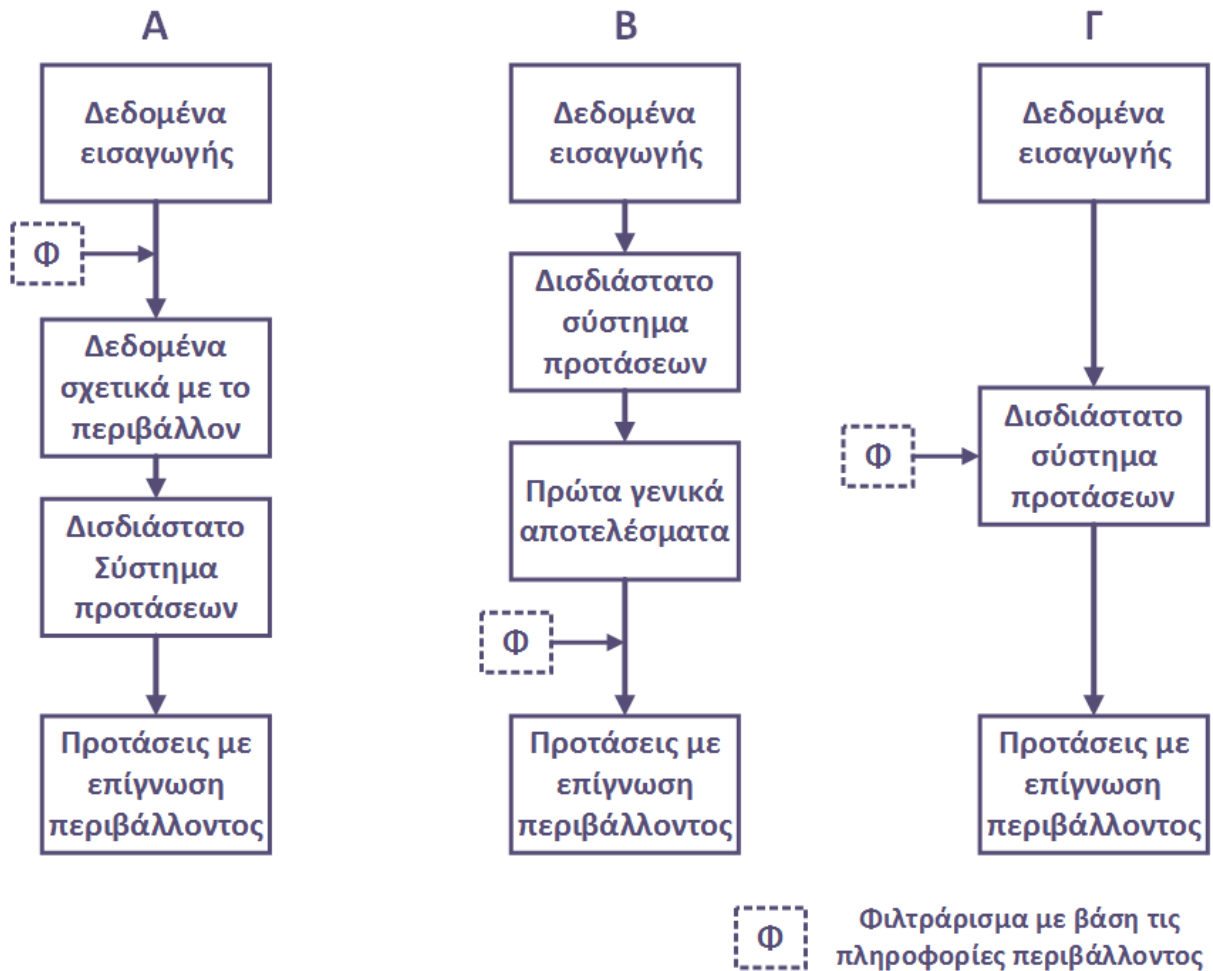
Η προσέγγιση για τη χρήση πληροφοριών περιβάλλοντος κατά τη διαδικασία παραγωγής πρότασης με αναζήτηση και έρευνα καθοδηγούμενες από το περιβάλλον, έχει χρησιμοποιηθεί από ευρύ πλήθος συστημάτων τουριστικών προτάσεων [103, 104, 105]. Τα συστήματα προτάσεων που λειτουργούν με αυτή την προσέγγιση, συνήθως χρησιμοποιούν πληροφορίες που παίρνουν είτε απευθείας από τον χρήστη, π.χ. με την ένδειξη τρέχουσα διάθεση ή ενδιαφέρον, είτε από το περιβάλλον, π.χ. η τοπική ώρα, ο καιρός, ή η τρέχουσα θέση. Έτσι μέσα από ένα γενικό φάσμα στοιχείων (π.χ. εστιατόρια) τα συστήματα προτάσεων αναζητούν και παρουσιάζουν αυτά που ταιριάζουν καλύτερα στην πρόταση για το χρήστη (π.χ. κοντινά εστιατόρια που είναι ανοικτά). Ένα από τα πρώτα παραδείγματα αυτής της προσέγγισης είναι το Cyberguide project [103], στο οποία αναπτύχθηκαν αρκετά πρότυπα τουριστικής ξενάγησης για διάφορες φορητές πλατφόρμες. Σε αυτό, αναλύονται αρχιτεκτονικές και απαραίτητα χαρακτηριστικά ώστε να παρέχονται ρεαλιστικές υπηρεσίες ξενάγησης σε χρήστες κινητών τηλεφώνων. Πιο συγκεκριμένα, επισημαίνεται ότι η γνώση των τρεχουσών και των προηγούμενων θέσεων του χρήστη, μπορεί να παίξει σπουδαίο ρόλο στη δημιουργία της πρότασης και στην καθοδήγηση του χρήστη. Ανάμεσα στα πολλά άλλα παραδείγματα συστημάτων ξενάγησης με επίγνωση περιβάλλοντος που προτείνονται στη διεθνή ερευνητική βιβλιογραφία

μπορούμε να αναφέρουμε τα Guide [106], Intrigue [107], Compass [105], και MyMap [108].

Η άλλη προσέγγιση για τη χρήση πληροφοριών περιβάλλοντος κατά τη διαδικασία παραγωγής πρότασης, με εκμείωση και εκτίμηση των προτιμήσεων του χρήστη, αντιπροσωπεύει μια πιο πρόσφατη τάση στη βιβλιογραφία των συστημάτων προτάσεων [100, 109, 110, 111]. Σε αντίθεση με την προηγούμενη προσέγγιση με αναζήτηση και έρευνα (όπου τα συστήματα προτάσεων χρησιμοποιούν την τρέχουσα πληροφορία για το περιβάλλον και το τρέχον ενδιαφέρον του χρήστη ως κλειδιά στην αναζήτηση για το καταλληλότερο περιεχόμενο), οι τεχνικές που ακολουθούν αυτή τη δεύτερη προσέγγιση, επιχειρούν να μάθουν και να μοντελοποιήσουν τις προτιμήσεις του χρήστη. Αυτή η διαδικασία γίνεται π.χ. παρατηρώντας την αλληλεπίδραση αυτού και των άλλων χρηστών με το σύστημα προτάσεων ή με τη συγκέντρωση αξιολογήσεων από το χρήστη σε διάφορες προηγούμενες προτάσεις. Για τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων του χρήστη σχετικά με το περιβάλλον ώστε να παραχθούν προτάσεις, αυτές οι τεχνικές συνήθως είτε υιοθετούν υφιστάμενες τεχνικές φιλτραρίσματος με βάση το περιβάλλον ή υβριδικές μεθόδους προτάσεων, είτε εφαρμόζουν διάφορες ευφυείς τεχνικές ανάλυσης δεδομένων (όπως Bayesian classifiers ή support vector machines). Η διαδικασία παραγωγής προτάσεων, που είναι βασισμένη στη προσέγγιση με εκμείωση και εκτίμηση των προτιμήσεων του χρήστη, μπορεί να πάρει μια από τις παρακάτω τρεις μορφές [112], βασισμένες στα παραδείγματα που φαίνονται στο Σχήμα 3:

- Φιλτράρισμα στην αρχή (ή φιλτράρισμα στην είσοδο της διαδικασίας προτάσεων). Σε αυτό το παράδειγμα (που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3α), με οδηγό την πληροφορία περιβάλλοντος επιλέγονται ή κατασκευάζονται δεδομένα για το συγκεκριμένο περιβάλλον. Με άλλα λόγια, οι πληροφορίες σχετικά με το τρέχον περιβάλλον χρησιμοποιούνται για την επιλογή ή την κατασκευή σχετικών αρχείων δεδομένων. Στη συνέχεια, τα αρχεία δεδομένων εισέρχονται σε κάποιο παραδοσιακό διδοδιάστατο σύστημα προτάσεων, το οποίο τελικά παράγει προτάσεις με βάση τα φιλτραρισμένα δεδομένα που δέχθηκε.
- Φιλτράρισμα στο τέλος (ή φιλτράρισμα στην έξοδο της διαδικασίας προτάσεων). Σε αυτό το παράδειγμα (Σχήμα 3β), η πληροφορία περιβάλλοντος αρχικά αγνοείται, και οι προτιμήσεις προβλέπονται χρησιμοποιώντας ένα παραδοσιακό διδοδιάστατο σύστημα προτάσεων για όλα τα διαθέσιμα δεδομένα. Στη συνέχεια οι προτάσεις που προκύπτουν ως αποτέλεσμα του συστήματος, προσαρμόζονται στη πληροφορία περιβάλλοντος

- Μοντελοποίηση (ή φιλτράρισμα μέσα στη διαδικασία παραγωγής προτάσεων). Σε αυτό το παράδειγμα (Σχήμα 3γ), η πληροφορία περιβάλλοντος χρησιμοποιείται απευθείας μέσα στη διαδικασία παραγωγής προτάσεων ως μέρος της διαδικασίας εκτίμησης των προτιμήσεων.



Σχήμα 3 - Εισορή πληροφορίας περιβάλλοντος σε συστήματα προτάσεων (Πηγή: [112])

4

Λειτουργική αρχιτεκτονική συστήματος

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ο σχεδιασμός του συστήματος, της γενικής λειτουργίας του, των επιμέρους τμημάτων που το αποτελούν, καθώς και των σκοπών που εξυπηρετεί το καθένα. Επιπλέον, παρουσιάζονται ο τρόπος ανάκτησης και επεξεργασίας της πληροφορίας περιβάλλοντος, καθώς και ο αλγόριθμος υπολογισμού των προτιμήσεων.

4.1 Εισαγωγή

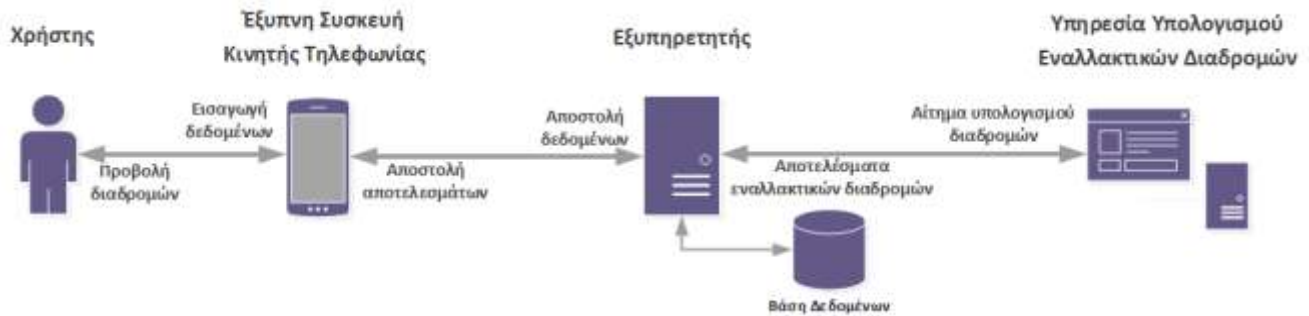
Στόχος του συστήματος είναι η παραγωγή εναλλακτικών διαδρομών, έχοντας επίγνωση του περιβάλλοντος του χρήστη. Για το σκοπό αυτόν, το σύστημα συλλέγει δεδομένα περιβάλλοντος, αλλά και προσωπικά στοιχεία του εκάστοτε χρήστη τα οποία και επεξεργάζεται, ώστε να τα ενσωματώσει στην τελική υπηρεσία υπολογισμού εναλλακτικών διαδρομών.

Το σύστημα αποτελείται από τρία μέρη, δύο εκ των οποίων αποτελούν αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ο αρχιτεκτονικός του σχεδιασμός ακολουθεί το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή, με δύο ανεξάρτητα τμήματα του συστήματος που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους μεταφέροντας πληροφορίες και δεδομένα.

Το πρώτο μέρος είναι η "εφαρμογή πελάτη", που περιλαμβάνει τη διεπαφή χρήστη - συστήματος και τον μηχανισμό ανάκτησης πληροφοριών περιβάλλοντος. Εγκαθίσταται σε έξυπνες συσκευές κινητής τηλεφωνίας, μέσω των οποίων πραγματοποιούνται οι προαναφερθείσες λειτουργίες, με σκοπό την αμεσότητα στη χρήση του συστήματος.

Το δεύτερο μέρος, αφορά την "εφαρμογή στη πλευρά του εξυπηρετητή". Εκεί συλλέγονται όλα τα δεδομένα που στέλνει η συσκευή κινητής τηλεφωνίας, καταχωρούνται στη βάση δεδομένων και στη συνέχεια επεξεργάζονται για να αποσταλούν με τη σωστή μορφή στην υπηρεσία δημιουργίας-παραγωγής εναλλακτικών διαδρομών.

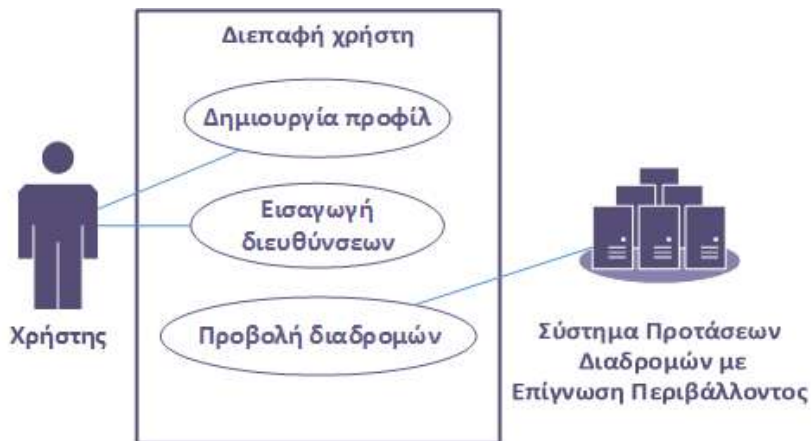
Για την υλοποίηση και τη δοκιμή λειτουργίας του συστήματος ήταν απαραίτητη η χρήση μιας υπηρεσίας δημιουργίας εναλλακτικών διαδρομών, που αποτελεί το τρίτο μέρος του συνολικού συστήματος.



Σχήμα 4 - Γενική περιγραφή συστήματος

4.2 Διεπαφή χρήστη

Η διεπαφή χρήση περιλαμβάνει δύο βασικές λειτουργίες. Ο χρήστης αρχικά καλείται να δημιουργήσει ένα λογαριασμό (προφίλ) που θα περιέχει τα προσωπικά του στοιχεία, τα οποία θα λάβει υπ' όψιν του το σύστημα στο καθορισμό των προτιμήσεων για τον υπολογισμό των εναλλακτικών διαδρομών. Επιπροσθέτως ο χρήστης εισάγει στο σύστημα τις διευθύνσεις αφετηρίας και τον προορισμό της διαδρομής του. Μετά την όλη διαδικασία επεξεργασίας, στην οθόνη της τηλεφωνικής συσκευής προβάλλονται οι εναλλακτικές διαδρομές.



Σχήμα 5 - Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης διεπαφής χρήστη

4.2.1 Προφίλ Χρήστη

Για την καλύτερη λειτουργία του συστήματος ζητείται από το χρήστη η δημιουργία ενός προσωπικού λογαριασμού (προφίλ). Με αυτόν τον τρόπο παράγονται διαδρομές βασισμένες, όχι μόνο στις μεταβλητές του περιβάλλοντος, αλλά και στις ιδιαιτερότητες του εκάστοτε χρήστη.

Εκτός από το όνομα, το οποίο εισάγεται για λόγους ταυτοποίησης, τα προσωπικά δεδομένα που είναι απαραίτητα για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος, είναι η ηλικία, αν ο χρήστης έχει κάποια κινητική δυσκολία και αν είναι ο χρήστης είναι γονέας. Επιπροσθέτως ο χρήστης πρέπει να επιλέξει ποια μεταφορικά μέσα (αυτοκίνητο, μοτοσικλέτα, ποδήλατο) διαθέτει. Τέλος, ζητείται από το χρήστη να επιλέξει σε ποια κατηγορία ανήκει.

Οι κατηγορίες χρηστών περιγράφηκαν από την J. Anable [113], η οποία επεσήμανε τα χαρακτηριστικά της κάθε κατηγορίας. Κάθε χρήστης είναι διαφορετικός από τον άλλο και πρέπει να αντιμετωπίζεται διαφορετικά. Ο τρόπος που ο καθένας επιλέγει να μετακινείται καθορίζεται από οργανικούς και ψυχολογικούς παράγοντες και με βάση τη τρέχουσα κατάσταση του κάθε ατόμου. Μετά από έρευνα σε 666 άτομα και την επεξεργασία των στοιχείων αυτών, διαμορφώθηκαν οι έξι ψυχογραφικές κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές και κάποια από τα χαρακτηριστικά τους είναι:

Malcontented motorists

- υψηλή ηθική ευθύνη για τη μείωση της χρήσης αυτοκινήτων
- άνω του μέσου όρου προθυμία να θυσιάσει για το περιβάλλον
- συναισθήματα της ενοχής όταν το αυτοκίνητο χρησιμοποιείται άσκοπα
- αρκετά υψηλή αποδοχή της φιλο-περιβαλλοντικής στάσης

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι χρήστες που χρειάζονται πειθώ ότι η μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου τους, θα προκαλέσει μεγάλη διαφορά, δεδομένου ότι πιστεύουν ότι οι άλλοι άνθρωποι δεν θα τις μειώσουν

Complacent car addicts

- δεν βλέπουν πολλά προβλήματα στη χρήση των αυτοκινήτων, ούτε το λόγο για τη μείωσή της
- δεν προσπαθούν να περιορίσουν τη χρήση του αυτοκινήτου για περιβαλλοντικούς ή οποιουδήποτε άλλους λόγους
- μικρή συμμετοχή σε άλλες φιλο-περιβαλλοντικές δράσεις
- κάτω του μέσου όρου επίπεδα εκπαίδευσης
- αγαπούν ταξίδια με αυτοκίνητο (ή απορρίπτουν τα εναλλακτικά).

Hard drivers

- χαμηλότερη επιθυμία να μειώσουν τη χρήση του αυτοκινήτου
- υψηλότερη ψυχολογική εξάρτηση από το αυτοκίνητο

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι χρήστες που ισχυρίζονται ότι περισσότερο ανησυχούν για τις αρνητικές επιπτώσεις της χρήσης του αυτοκινήτου και την αξία της φύσης καθαυτής, αλλά είναι απρόθυμοι να θυσιάσουν για χάρη του περιβάλλοντος. Υπερασπίζονται το δικαίωμα ενός ατόμου να χρησιμοποιεί αυτοκίνητο.

Aspiring environmentalists

- νιώθουν οι πιο υπεύθυνοι για τα περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς θεωρούν ότι η φιλο-περιβαλλοντική συμπεριφορά είναι σημαντική και αξίζει τον κόπο.
- αρνητικές επιπτώσεις της χρήσης του αυτοκινήτου εισέρχονται στην διαδικασία λήψης αποφάσεων
- δεν απολαμβάνουν το ταξίδι με το αυτοκίνητο
- η νεότερη ηλικιακά κατηγορία
- η πλειοψηφία θεωρεί ακόμα τα μέσα μαζικής μεταφοράς προβληματικά.

Car-less crusaders

Στατιστικά οι χρήστες αυτής της ομάδας επί το πλείστον ενδιαφέρονται για το περιβάλλον. Έχουν πιο ρομαντική άποψη ως προς την αξία της φύσης. Τα άτομα αυτής της ομάδας επηρεάζονται περισσότερο από προσωπικά και κοινωνικά πρότυπα.

Reluctant riders

- δεν παρακινούνται ιδιαίτερα από περιβαλλοντικά ζητήματα, παρά την μεγάλη ανησυχία τους για τις αρνητικές επιπτώσεις της χρήσης του αυτοκινήτου
- πιο απρόθυμοι να θυσιάσουν για χάρη του περιβάλλοντος
- λιγότερο ικανοποιημένοι με τη χρήση των εναλλακτικών λύσεων από άλλους μη-ιδιοκτήτες αυτοκινήτου
- αντιλαμβάνονται πολλά προβλήματα στη δημόσια συγκοινωνία.

4.3 Μεταβλητές επίγνωσης περιβάλλοντος

Ως μεταβλητές επίγνωσης περιβάλλοντος ορίζονται δεδομένα, τα οποία εισέρχονται στο σύστημα, με σκοπό να ενημερώσουν για την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος του χρήστη, ώστε να υπολογιστούν πιο αποτελεσματικά οι κατάλληλες εναλλακτικές διαδρομές. Η συλλογή αυτών των δεδομένων γίνεται στη πλευρά του χρήστη - πελάτη, από τη συσκευή κινητής τηλεφωνίας. Αυτές οι μεταβλητές υπολογίζονται κάθε φορά που γίνεται χρήση του συστήματος και αφορούν την ώρα και ημέρα της χρήσης, τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και τις προγραμματισμένες συναντήσεις που έχει καταχωρήσει προηγουμένα ο χρήστης στο ημερολόγιο της τηλεφωνικής του συσκευής.

Η ημέρα και η ώρα παίζουν καθοριστικό παράγοντα στις μετακινήσεις, ιδιαίτερα όταν αυτές γίνονται σε αστικό περιβάλλον. Πολλά Μαζικά Μέσα Μεταφοράς τροποποιούν τα δρομολόγια τους κατά τη διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται ο βαθμός στον οποίο εξυπηρετούν συγκεκριμένες διαδρομές. Επιπρόσθετα, και η κυκλοφοριακή κίνηση μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Είναι προφανές, ότι η χρήση αυτοκινήτου ή μοτοσυκλέτας δεν έχει τα ίδια αποτελέσματα ως προς το χρόνο που απαιτείται για τη μετακίνηση, όταν αυτή γίνεται σε ώρες αιχμής καθημερινής ή το Σαββατοκύριακο.

Όπως είναι λογικό, οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν και αυτές σημαντικά, τον τρόπο που επιλέγει ο καθένας να μεταβεί στο προορισμό του. Η θερμοκρασία, η βροχόπτωση, ο παγετός ακόμη και ο άνεμος, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επιδρούν στη λήψη αποφάσεων αναφορικά με το χρόνο και το μέσο μεταφοράς. Για παράδειγμα, όταν επικρατούν πολύ χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες, τρόποι μετακίνησης που απαιτούν σωματική δραστηριότητα όπως το περπάτημα και το ποδήλατο, γίνονται επίπονοι και σε κάποιες περιπτώσεις επικίνδυνοι. Σε συνθήκες παγετού ακόμη και η χρήση μοτοσυκλέτας μπορεί να αποβεί επικίνδυνη. Επίσης η βροχόπτωση ή ο δυνατός άνεμος μπορεί να αποτρέψουν κάποιους από το να επιλέξουν συγκεκριμένους τρόπους μετακίνησης και να στραφούν σε άλλες λύσεις.

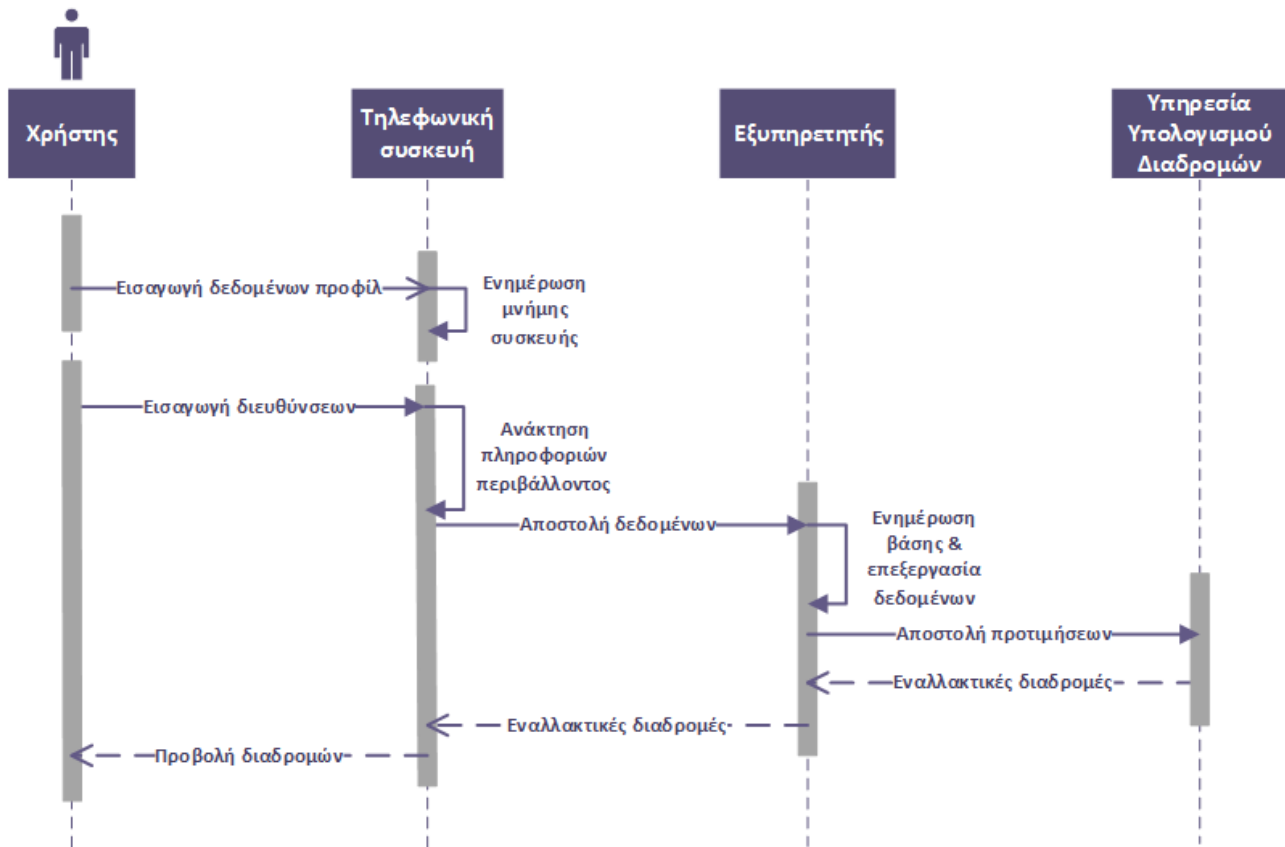
Τέλος, πολλές φορές οι άνθρωποι επιλέγουν διαφορετικούς τρόπους μετακίνησης ανάλογα με το τον προορισμό τους. Αλλιώς επιλέγει κάποιος να πάει σε ένα επαγγελματικό ραντεβού και αλλιώς για μια βόλτα στο πάρκο με φίλους. Συμπεραίνουμε λοιπόν, πως οι προγραμματισμένες συναντήσεις που έχει κάποιος μπορούν να δώσουν πληροφορίες για το προορισμό της διαδρομής του, οι οποίες μπορούν να φανούν χρήσιμες στο καθορισμό των μέσων μεταφοράς.

4.4 Ροή ανάκτησης και επεξεργασίας πληροφορίας

Η πληροφορία που είναι απαραίτητη για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος, συλλέγεται αποκλειστικά από τη συσκευή κινητής τηλεφωνίας. Μέσω αυτής, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία του προσωπικού του λογαριασμού και τις διευθύνσεις αφετηρίας και προορισμού της διαδρομής του. Τέλος σε αυτήν συλλέγονται και οι πληροφορίες του περιβάλλοντος.

Μετά τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων, αυτά αποστέλλονται στον εξυπηρετητή όπου γίνεται η επεξεργασία τους, αφού πρώτα καταχωρηθούν σε μια βάση δεδομένων. Από την επεξεργασία τους, παράγονται κάποιες προτιμήσεις, οι οποίες εισάγονται στην υπηρεσία υπολογισμού εναλλακτικών διαδρομών. Τέλος οι διαδρομές που υπολογίζει η υπηρεσία, προωθούνται από τον εξυπηρετητή στην τηλεφωνική συσκευή και στη συνέχεια προβάλλονται στο χρήστη.

Στο Σχήμα 6 φαίνονται οι λειτουργίες και αλληλεπιδράσεις των διαφόρων τμημάτων κατά τη διάρκεια της χρήσης του συστήματος.

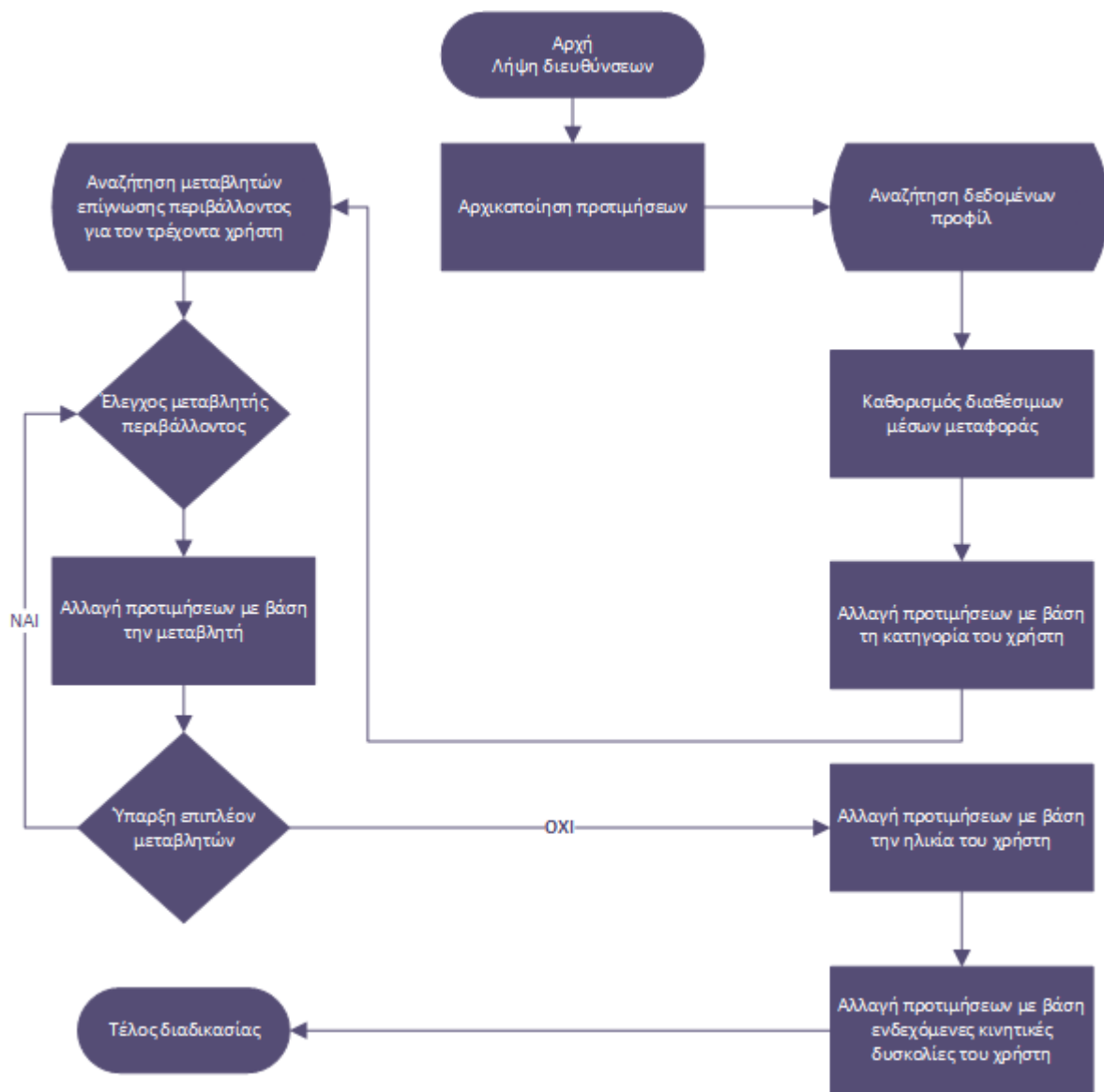


Σχήμα 6 - Ακολουθιακό διάγραμμα συστήματος

4.5 Αλγόριθμος υπολογισμού προτιμήσεων

Με βάση τα όσα συλλέγονται από το σύστημα, δηλαδή οι πληροφορίες περιβάλλοντος και τα χαρακτηριστικά του χρήστη, παράγονται κάποιες προτιμήσεις, οι οποίες χρησιμεύουν στον καθορισμό των διαδρομών που θα προταθούν τελικά στο χρήστη. Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή αυτών των προτιμήσεων φαίνεται μέσω του διαγράμματος ροής στο Σχήμα 7.

Οι πληροφορίες περιβάλλοντος αλλά και τα χαρακτηριστικά χρήστη δεν έχουν όλα την ίδια βαρύτητα στον καθορισμό των προτιμήσεων. Υπάρχουν καταστάσεις που μπορούν να υπερκαλύψουν άλλες, ώστε να δημιουργηθεί μια ιεραρχία, με σκοπό την τελική διαμόρφωση των προτιμήσεων βασισμένη στις πραγματικές ανάγκες του χρήστη. Σύμφωνα με αυτή την ιεραρχία, τα δεδομένα επεξεργάζονται και διαμορφώνουν τις προτιμήσεις με ορισμένη σειρά. Τελευταίο είναι το στοιχείο που βρίσκεται πρώτο στην ιεραρχία.



Σχήμα 7 - Διάγραμμα ροής υπολογισμού προτιμήσεων

Τα πρώτα στοιχεία που επεξεργάζεται ο αλγόριθμος και διαμορφώνουν αρχικά τις προτιμήσεις είναι:

- το στοιχεία του προφίλ χρήστη και συγκεκριμένα τα μέσα μεταφοράς που έχει διαθέσιμα και
- η κατηγορία στην οποία έχει δηλώσει ο χρήστης ότι ανήκει.

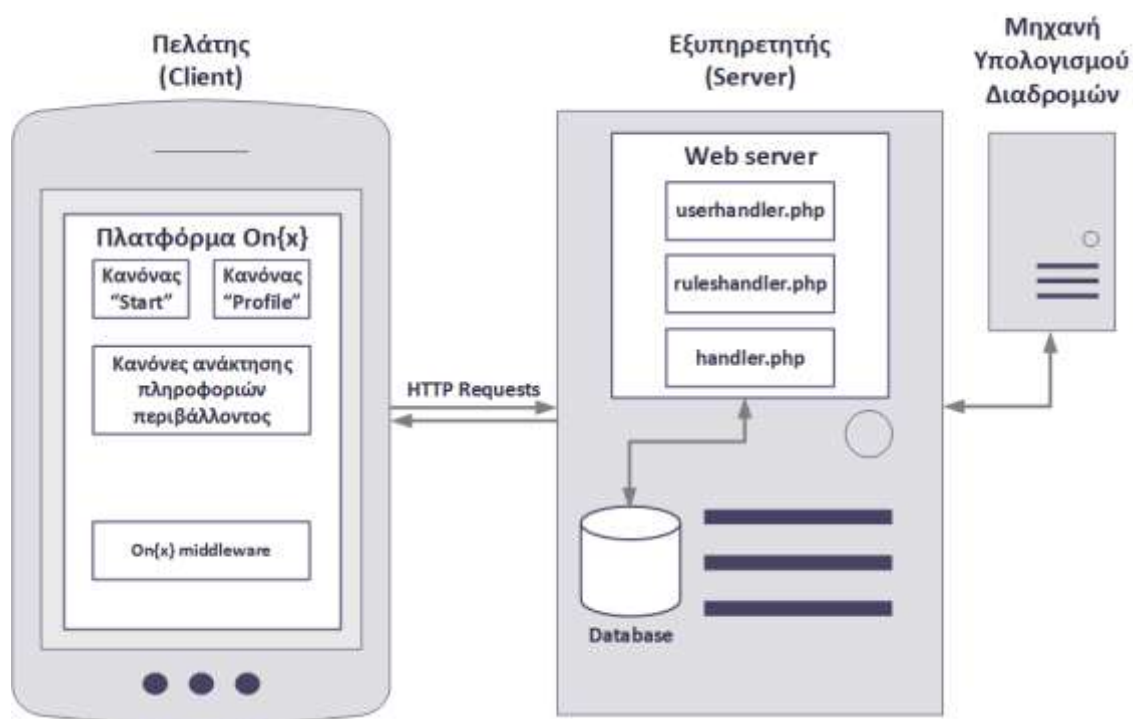
Στη συνέχεια λαμβάνονται υπόψη οι πληροφορίες περιβάλλοντος που έχουν συλλεχθεί. Τέλος δύο βασικά χαρακτηριστικά του προφίλ του χρήστη, η ηλικία και οι κινητικές δυσκολίες, βρίσκονται στη κορυφή της ιεραρχίας διαμόρφωσης των προτιμήσεων. Οι προτιμήσεις που καθορίζονται από όλη αυτή τη διαδικασία, είναι αυτές που καθορίζουν μαζί με τις διευθύνσεις αφετηρίας και προορισμού, τις διαδρομές που θα παράξει το σύστημα.

5

Υλοποίηση συστήματος

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται κάποια ζητήματα υλοποίησης του συστήματος, η περιγραφή των οποίων κρίνεται απαραίτητη για την κατανόηση της λειτουργίας του. Αναλύονται τα επιμέρους μέρη του συστήματος αλλά και η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξή τους. Επιπροσθέτως αναλύεται και η λειτουργία της Υπηρεσίας υπολογισμού εναλλακτικών διαδρομών, που δεν αποτελεί όμως μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τέλος παρατίθενται κάποια στιγμιότυπα της οθόνης της συσκευής κινητής τηλεφωνίας κατά τη διάρκεια χρήσης της εφαρμογής.

Το σύστημα, όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 4, αποτελείται από τρία μέρη. Ο αρχιτεκτονικός του σχεδιασμός ακολουθεί το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή, δύο ανεξάρτητων τμημάτων του συστήματος που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους μεταφέροντας πληροφορίες και δεδομένα. Το τρίτο μέρος του συστήματος είναι η Υπηρεσία υπολογισμού εναλλακτικών διαδρομών που αλληλεπιδρά με τον εξυπηρετητή. Στο Σχήμα 8 φαίνονται τα μέρη του συστήματος, τα οποία και αναλύονται σε αυτό το κεφάλαιο.



Σχήμα 8 - Αναπαράσταση συστήματος

5.1 Εφαρμογή πελάτη

Όσον αφορά τη πλευρά του χρήστη – πελάτη (client) για την ανάπτυξη της εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα On{x}, η οποία διατίθεται για έξυπνες συσκευές κινητής τηλεφωνίας.

5.1.1 Περιγραφή πλατφόρμας On{x}

Το On{x} είναι μια εφαρμογή που αναπτύχθηκε από την εταιρία Microsoft σε συνεργασία με την Israeli Information Platform and Experiences (IPE), για έξυπνες συσκευές κινητής τηλεφωνίας που χρησιμοποιούν λειτουργικό σύστημα Android.

Μέσω αυτής της εφαρμογής, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να συλλέγει διάφορα σήματα όπως δεδομένα καιρού, κυκλοφοριακής κίνησης, τοποθεσίας, ειδήσεις και να ρυθμίζει διάφορες λειτουργίες της τηλεφωνικής του συσκευής μέσω αντίστοιχων κανόνων. Κάθε κανόνας βασίζεται σε συνδυασμό σημάτων, που παράγονται από αισθητήρες της τηλεφωνικής συσκευής και κάποιων συγκεκριμένων λειτουργιών που εκτελούνται όταν ληφθούν τα κατάλληλα σήματα. Τους κανόνες αυτούς, υλοποιημένους με τη γλώσσα προγραμματισμού JavaScript, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τους δημιουργεί στην ιστοσελίδα της εφαρμογής και να τους αποθηκεύει στη συσκευή του, ώστε να τους ενεργοποιεί κατά το δοκούν.

Η εφαρμογή On{x} έχει πολλαπλές λειτουργίες και έτσι παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να εκμεταλλευτεί στο έπακρο τα σήματα που συλλέγει στη συσκευή του. Συγκεκριμένα παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας ειδοποιήσεων και μηνυμάτων με φόρμες εισαγωγής δεδομένων που προβάλλονται στην οθόνη της τηλεφωνικής συσκευής, αποθήκευσης δεδομένων στη κοινόχρηστη μνήμη της συσκευής, επικοινωνίας με άλλες εφαρμογές διαδικτύου μέσω HTTP – REST μηνυμάτων, δημιουργίας και αποστολής αυτοματοποιημένων γραπτών μηνυμάτων SMS και πολλές άλλες. Τέλος, με τη χρήση εξειδικευμένης τεχνολογίας που περιλαμβάνεται στις σύγχρονες συσκευές κινητής τηλεφωνίας, εκτός από τη λήψη της ακριβούς τοποθεσίας της συσκευής, είναι δυνατή και η εξακρίβωση του τρόπου κίνησης του χρήστη της συσκευής. Είναι δυνατόν δηλαδή να εξακριβωθεί αν ο χρήστης κινείται με κάποιο όχημα ή με τα πόδια και με ποια ταχύτητα. [114]

Ο συνδυασμός όλων των προαναφερθέντων δίνει στο χρήστη του On{x} την ευελιξία δημιουργίας κανόνων για κάθε περίπτωση, οι οποίοι θα επιτρέπουν στην τηλεφωνική συσκευή να αυτοματοποιεί πολλές λειτουργίες που παλαιότερα απαιτούσαν ανθρώπινη πρωτοβουλία.

5.1.2 Οι υλοποιημένοι κανόνες στο On{x}

Για τις ανάγκες του συστήματος, αναπτύχθηκαν συγκεκριμένοι κανόνες που ενσωματώνονται στην εφαρμογή On{x} της τηλεφωνικής συσκευής, μέσω της αντίστοιχης υπηρεσίας που βρίσκεται στην ιστοσελίδα της εφαρμογής. Δύο από τους υλοποιημένους κανόνες με την ενεργοποίησή τους δημιουργούν συντομεύσεις (shortcuts) στην επιφάνεια εργασίας της συσκευής κινητής τηλεφωνίας, ενώ οι υπόλοιπες τρεις παραμένουν ενεργές χωρίς να δημιουργήσουν κάποια συντόμευση.

Ο χρήστης του συστήματος, είναι απαραίτητο να έχει συνεχώς ενεργοποιημένους τους δύο κανόνες, που δημιουργούν τις συντομεύσεις, μέσω των οποίων και εισάγει χειροκίνητα στο σύστημα τις απαιτούμενες πληροφορίες. Οι κανόνες ανάκτησης πληροφοριών περιβάλλοντος είναι δυνατόν να ενεργοποιούνται κατά βούληση από το χρήστη. Ενδεχόμενη απενεργοποίησή τους, δεν επηρεάζει την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος, προκαλεί όμως σημαντικές αλλοιώσεις στα τελικά αποτελέσματα που παράγει το σύστημα.

5.1.2.1 Ο κανόνας “Profile”

Ο κανόνας “*Profile*” χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει ο χρήστης ένα προσωπικό του λογαριασμό (προφίλ) στη βάση δεδομένων του συστήματος, εισάγοντας τα απαραίτητα για το σύστημα προσωπικά του χαρακτηριστικά, ώστε αυτό να προσαρμόσει τα αποτελέσματα στον εκάστοτε χρήστη. Αποτελείται από έξι μηνύματα που περιέχουν φόρμες εισαγωγής δεδομένων, στις οποίες ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία του, ώστε να ενημερωθούν οι αντίστοιχες μεταβλητές που έχουν προαναφερθεί στο 4^ο κεφάλαιο. Οι μεταβλητές αυτές, οι οποίες είναι είτε τύπου κειμένου (text), είτε τύπου ακέραιου αριθμού (int), αποθηκεύονται στην κοινόχρηστη μνήμη της συσκευής, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στο χρήστη να έχει συνεχώς αποθηκευμένο ένα προφίλ στη συσκευή του.

Για τη διευκόλυνση του χρήστη, οι φόρμες εισαγωγής έχουν προσαρμοστεί, ώστε είτε να δέχονται μόνο αριθμούς ως είσοδο αν πρόκειται για την ηλικία, είτε να εμφανίζουν μηνύματα και να μη χρειάζεται η πληκτρολόγηση κειμένου από το χρήστη, αν πρόκειται για ερωτήσεις για τα παιδιά και τις κινητικές δυσκολίες. Στη φόρμα εισαγωγής, που αφορά την κατηγορία του χρήστη, ζητείται από το χρήστη να εισάγει δύο μόνο γράμματα που αντιστοιχούν στη κάθε κατηγορία. Αυτά είναι MA για Malcontented Motorist, HD για Hard Driver, CA για Complacent car Addict, MM για Malcontented Motorist, AE για Aspiring Environmentalist, CC για Car-less Crusader ή RR για Reluctant Rider.

Επιπρόσθετα, υπάρχουν δύο μηνύματα, που εμφανίζονται στην αρχή και το τέλος της διαδικασίας και από τα οποία ο χρήστης ενημερώνεται για:

- την ενδεχόμενη ύπαρξη ενός άλλου λογαριασμού χρήστη στη συγκεκριμένη συσκευή, τα δεδομένα του οποίου πρόκειται να αντικατασταθούν
- την επιτυχή αποθήκευση των δεδομένων του.

Τέλος στο συγκεκριμένο κανόνα, περιλαμβάνεται και η συνάρτηση αποστολής των δεδομένων του χρήστη στον εξυπηρετητή του συστήματος, η οποία εκκινεί σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, μόλις λάβει το σήμα “start”, όπως θα επεξηγηθεί παρακάτω.

5.1.2.2 Ο κανόνας “Start”

Ο κανόνας “Start” είναι ο βασικός κανόνας, στον οποίο στηρίζεται η λειτουργία του συστήματος. Μέσω αυτού, ο χρήστης εισάγει την αφετηρία και τον προορισμό της διαδρομής του και αναμένει τα αποτελέσματα του συστήματος για τις προτεινόμενες διαδρομές.

Αρχικά εμφανίζονται δύο οθόνες με φόρμες εισαγωγής για την αφετηρία και τον προορισμό της διαδρομής. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα, αντί να πληκτρολογήσει τη διεύθυνση αφετηρίας, να χρησιμοποιήσει το κουμπί με την ένδειξη “current location” με το οποίο λαμβάνονται οι συντεταγμένες της τρέχουσας θέσης της συσκευής και οι οποίες αποθηκεύονται αντί διεύθυνσης. Η λήψη της ακριβούς τοποθεσίας γίνεται με βάση δεδομένα που λαμβάνει η τηλεφωνική συσκευή από τις κεραιές του παρόχου κινητής τηλεφωνίας ή από το διαδίκτυο αν υπάρχει ενεργή σύνδεση. Οι δύο μεταβλητές για τις διευθύνσεις ή τις συντεταγμένες είναι τύπου κειμένου (text) και δεν αποθηκεύονται τοπικά στην κοινόχρηστη μνήμη της συσκευής.

Στη συνέχεια εμφανίζεται μήνυμα που ζητά την επιβεβαίωση από το χρήστη για τα δεδομένα που εισήγαγε. Ο χρήστης πατώντας το πλήκτρο με την ένδειξη “OK”, αφενός επιβεβαιώνει τις διευθύνσεις που εισήγαγε, αφετέρου ξεκινά τη διαδικασία αποστολής δεδομένων στον εξυπηρετητή. Μέσω αυτού του κανόνα, παράγεται το σήμα “start”, ώστε να ξεκινήσει η γενικότερη αποστολή δεδομένων από τη συσκευή στον εξυπηρετητή. Το συγκεκριμένο σήμα, το αναμένουν όλοι οι άλλοι κανόνες για να εκκινήσει η συνάρτηση για την αποστολή δεδομένων που αυτοί περιέχουν. Παράλληλα αποστέλλονται στον εξυπηρετητή και τα δεδομένα του τρέχοντα κανόνα, δηλαδή η αφετηρία και ο προορισμός της διαδρομής καθώς και το όνομα του λογαριασμού χρήστη, που είναι αποθηκευμένος στην συσκευή ώστε να γίνει ταυτοποίηση.

Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία στον εξυπηρετητή, επιστρέφουν στη συσκευή τα αποτελέσματα της επεξεργασίας, τα οποία περιέχουν τις διαδρομές που προτείνονται στο χρήστη. Τα αποτελέσματα αυτά εμφανίζονται με μορφή ειδοποίησης (notification), στην οθόνη της συσκευής.

5.1.2.3 Οι κανόνες ανάκτησης των πληροφοριών περιβάλλοντος

Οι υλοποιημένοι κανόνες που ανακτούν πληροφορίες περιβάλλοντος, μετά την ενεργοποίησή τους, παραμένουν ενεργοί χωρίς να δημιουργούν συντομεύσεις στην επιφάνεια εργασίας της συσκευής.

Υλοποιήθηκαν τρεις κανόνες, οι οποίοι καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τα υποθετικά σενάρια χρήσης, που είχαν αρχικά τεθεί, καθώς μέσω των σεναρίων αυτών συγκεντρώνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία περιβάλλοντος, που θα καθορίσουν αργότερα, τις προτεινόμενες στο χρήστη διαδρομές για να φθάσει στο προορισμό του.

Ο πρώτος κανόνας, με όνομα “*weather*”, συλλέγει πληροφορίες καιρού για την τοποθεσία στην οποία βρίσκεται η συσκευή, με βάση τη δυνατότητα που παρέχει η εφαρμογή On{x} για λήψη δεδομένων καιρού. Η εφαρμογή συνδέεται μέσω διαδικτύου με τις υπηρεσίες WDT και Foreca, από τις οποίες αντλεί τα απαιτούμενα δεδομένα σε κατάλληλη μορφή, ώστε να μπορεί να τα επεξεργαστεί. Από το σύνολο των δεδομένων που είναι διαθέσιμα, αυτά που είναι χρήσιμα στο συγκεκριμένο κανόνα είναι: η πιθανότητα βροχής και η θερμοκρασία. Ο κανόνας εξετάζει τα δεδομένα καιρού και στέλνει κατάλληλα μηνύματα στον εξυπηρετητή στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- η θερμοκρασία είναι σε ακραίες τιμές, δηλαδή μεγαλύτερη των 35 °C ή μικρότερη των 4 °C
- η πιθανότητα βροχόπτωσης είναι μεγαλύτερη του 60%

Ο δεύτερος κανόνας, με όνομα “*weekday*”, ελέγχει την ημέρα και την ώρα. Σκοπός του είναι να καθορίσει αν ο χρήστης, χρησιμοποιεί την εφαρμογή τις πρωινές ώρες μιας εργάσιμης ημέρας. Ο κανόνας αυτός είναι απαραίτητος να υπάρχει εγκατεστημένος στη συσκευή, καθώς χρήστης και εξυπηρετητής θα μπορούσαν να βρίσκονται σε διαφορετικές χώρες, οπότε ο υπολογισμός της ώρας και της ημέρας θα πρέπει να γίνεται πάντα με βάση τη θέση του χρήστη. Ο κανόνας δέχεται τα δεδομένα ημέρας και ώρας, ελέγχει και αποστέλλει κατάλληλο μήνυμα στον εξυπηρετητή, αν η τρέχουσα ημέρα βρίσκεται στο διάστημα Δευτέρα-Παρασκευή και αν η τρέχουσα ώρα βρίσκεται στο διάστημα 7 π.μ. και 10 π.μ.

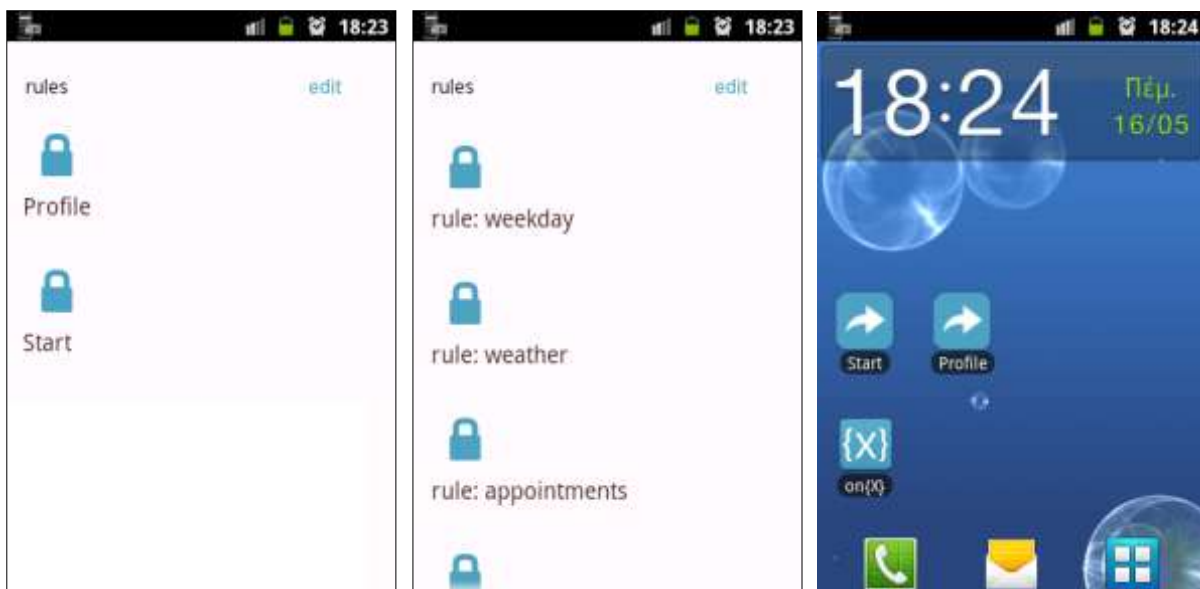
Ο τρίτος κανόνας, με όνομα “*appointments*”, είναι υπεύθυνος για τη μεταφορά των δεδομένων του ημερολογίου της συσκευής στον εξυπηρετητή. Από τη στιγμή που δέχεται το σήμα για να εκκινήσει, ο κανόνας βρίσκει όλα τα καταχωρημένα γεγονότα στο ημερολόγιο της συσκευής για τις επόμενες δύο ώρες. Στη συνέχεια ελέγχει αν υπάρχει γεγονός στα πρώτα είκοσι λεπτά και στέλνει κατάλληλο μήνυμα στον εξυπηρετητή. Τέλος στέλνει μήνυμα στον εξυπηρετητή με την περιγραφή (description) του πρώτου χρονικά γεγονότος, που βρίσκει μέσα στη περίοδο των δύο ωρών.

5.1.3 Οθόνες εφαρμογής

Σε αυτή τη παράγραφο παρατίθενται οι βασικές οθόνες της εφαρμογής από τη πλευρά του πελάτη, οι οποίες αναφέρονται στους κανόνες που έχουν εισαχθεί στην πλατφόρμα του On{x}, στις συντομεύσεις που αυτοί δημιουργούν, στις φόρμες εισαγωγής του προφίλ χρήστη, στη διαδικασία εισαγωγής διευθύνσεων και τέλος στη παρουσίαση των προτεινόμενων διαδρομών.

5.1.3.1 Κανόνες στο On{x} και συντομεύσεις

Στην Εικόνα 3 φαίνονται ενεργοποιημένοι οι κανόνες στο περιβάλλον του On{x} στην τηλεφωνική συσκευή, καθώς και οι δύο συντομεύσεις που δημιουργούνται στην επιφάνεια εργασίας της τηλεφωνικής συσκευής.



Εικόνα 3 – Ενεργοποιημένοι κανόνες στο On{x} και συντομεύσεις

5.1.3.2 Εισαγωγή προφίλ

Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται κατά σειρά το μήνυμα που προειδοποιεί το χρήστη για ενδεχόμενη αντικατάσταση ενός ήδη υπάρχοντος προφίλ (Εικόνα 4), οι φόρμες εισαγωγής των στοιχείων προφίλ (Εικόνα 6) και τέλος το μήνυμα επιτυχούς αποθήκευσης νέου προφίλ (Εικόνα 5).



Εικόνα 4 - Προειδοποιητικό μήνυμα



Εικόνα 6 - Φόρμες εισαγωγής στοιχείων προφίλ



Εικόνα 5 - Μήνυμα επιτυχούς αποθήκευσης

5.1.3.3 Εισαγωγή διευθύνσεων

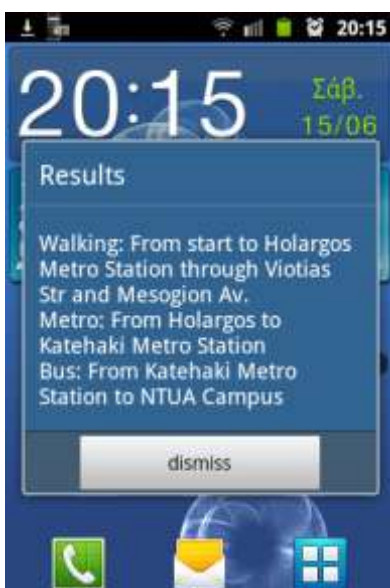
Στην Εικόνα 7 που ακολουθεί, φαίνονται οι φόρμες εισαγωγής των διευθύνσεων που παράγονται από τον κανόνα “Start”, καθώς και το μήνυμα που εμφανίζεται για να ζητήσει την επιβεβαίωση των διευθύνσεων από το χρήστη, προτού γίνει η αποστολή των δεδομένων στον εξυπηρετητή.



Εικόνα 7 - Φόρμες εισαγωγής διευθύνσεων και μήνυμα επιβεβαίωσης

5.1.3.4 Προβολή διαδρομών

Στην Εικόνα 8 φαίνεται το μήνυμα που φθάνει στη συσκευή του χρήστη και στο οποίο παρουσιάζεται η διαδρομή προς το προορισμό του και τα μέσα που θα πρέπει να χρησιμοποιήσει.



Εικόνα 8 - Αποτέλεσμα συστήματος

5.2 Εφαρμογή εξυπηρετητή

Στη πλευρά του εξυπηρετητή (server) η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τη γλώσσα PHP, ενώ η βάση δεδομένων του συστήματος είναι βασισμένη στο σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων MySQL.

Γενικότερα για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε ο LAMP, ο δημοφιλής συνδυασμός λογισμικού ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται ευρέως στην ανάπτυξη διαδικτυακών και όχι μόνο εφαρμογών. Πρόκειται για συνδυασμό των Linux, Apache, MySQL και μια εκ των Perl, Python ή PHP. Παρά το γεγονός ότι αυτά τα εργαλεία λογισμικού δεν δημιουργήθηκαν για να λειτουργούν όλα μαζί, ο συνδυασμός τους είναι εξαιρετικά δημοφιλής καθώς προσφέρει χαμηλή τιμή λόγω του ανοικτού κώδικα σε συνδυασμό με πολύ καλές επιδόσεις και μεγάλη ευελιξία [115].

5.2.1 Web εφαρμογή

Στην πλευρά του εξυπηρετητή υπάρχουν τρία php scripts, για να χειρίζονται τα μηνύματα που δέχονται από τις συσκευές των χρηστών. Κάθε script επιτελεί διαφορετικό έργο και για αυτό τα μηνύματα που λαμβάνονται από τον εξυπηρετητή, είναι προκαθορισμένο σε ποιο από τα τρία scripts θα καταλήξουν για να επεξεργαστούν. Και τα τρία scripts συνδέονται με τη βάση δεδομένων, ώστε με τα κατάλληλα sql ερωτήματα να εισάγουν νέες καταχωρήσεις ή να ανανεώσουν ήδη υπάρχουσες.

5.2.1.1 Το αρχείο “userhandler.php”

Το συγκεκριμένο script είναι υπεύθυνο για την καταχώρηση και ενημέρωση των προσωπικών στοιχείων των χρηστών στη βάση δεδομένων του εξυπηρετητή. Όλα τα μηνύματα που προέρχονται από το κανόνα “Profile” καταλήγουν σε αυτό script, το οποίο συλλέγει τα δεδομένα που περιέχουν και τα αποθηκεύει σε αντίστοιχες μεταβλητές. Στη συνέχεια ελέγχει, μέσω ερωτημάτων στη βάση δεδομένων, αν υπάρχει ήδη αποθηκευμένο προφίλ χρήστη με το ίδιο όνομα. Αν βρει τέτοια καταχώρηση, τότε την ενημερώνει με τα νέα στοιχεία που δέχθηκε. Σε περίπτωση που δεν βρεθεί ήδη υπάρχουσα καταχώρηση, τότε δημιουργείται μια νέα με τα στοιχεία που περιέχονται στο μήνυμα.

5.2.1.2 Το αρχείο “ruleshandler.php”

Το script αυτό καταχωρεί στη βάση δεδομένων όσα στέλνουν με μηνύματα οι κανόνες που είναι υπεύθυνοι για την ανάκτηση των πληροφοριών περιβάλλοντος (παρ. 5.1.2.3). Το μήνυμα που στέλνει κάθε κανόνας, εκτός από τις πληροφορίες για το περιβάλλον, περιέχει και το όνομα από το λογαριασμό

χρήστη που είναι αποθηκευμένος στη συσκευή. Έτσι το script είναι σε θέση να γνωρίζει και να αρχειοθετεί τις πληροφορίες περιβάλλοντος ανά χρήστη. Με απλά ερωτήματα στη βάση δεδομένων, εξακριβώνεται αν ένας χρήστης έχει ήδη καταχωρήσει στο παρελθόν πληροφορίες. Σε μια τέτοια περίπτωση, αυτές ανανεώνονται με τις τρέχουσες τιμές, ενώ αν δεν υπήρχε καταχώρηση στη βάση δεδομένων στο συγκεκριμένο όνομα χρήστη τότε δημιουργείται νέα. Το script αυτό, ενεργοποιείται ξεχωριστά για κάθε κανόνα, αφού τα μηνύματα που έρχονται στον εξυπηρετητή είναι διαφορετικά για κάθε κανόνα, παρά το γεγονός ότι προέρχονται από την ίδια συσκευή.

5.2.1.3 Το αρχείο “handler.php”

Το συγκεκριμένο, είναι το πιο σημαντικό script για τη λειτουργία της εφαρμογής, καθώς μέσω αυτού γίνεται η συλλογή όλων των απαραίτητων πληροφοριών, η επεξεργασία τους και η αποστολή τους στην υπηρεσία δημιουργίας εναλλακτικών διαδρομών, από όπου και προκύπτουν τα αποτελέσματα. Τέλος, μέσω αυτού του script αποστέλλονται τα αποτελέσματα της όλης διαδικασίας στη συσκευή του χρήστη.

Το script δέχεται μηνύματα από τις συσκευές των χρηστών, τα οποία παράγονται από τον κανόνα “Start” και περιέχουν εκτός από τις διευθύνσεις αφετηρίας και προορισμού και το όνομα που έχει ο λογαριασμός του χρήστη. Τα παραπάνω στοιχεία αποθηκεύονται στον κατάλληλο πίνακα της βάσης δεδομένων, ώστε να διατηρείται ένα αρχείο των παρελθόντων διαδρομών για κάθε χρήστη. Στη συνέχεια με βάση το όνομα χρήστη και με κατάλληλα ερωτήματα αναζητούνται στη βάση δεδομένων όλα τα υπόλοιπα στοιχεία του προφίλ αλλά και όλα τα δεδομένα περιβάλλοντος που έχουν στείλει οι κανόνες νωρίτερα. Για να μην υπάρχει σύγχυση με παλαιότερες χρήσεις του συστήματος από τον ίδιο χρήστη, τα δεδομένα από τους κανόνες ανάκτησης των πληροφοριών περιβάλλοντος λαμβάνονται υπ’ όψιν μόνο αν έχουν καταχωρηθεί στη βάση δεδομένων έως 30 λεπτά από την έναρξη χρήσης του συστήματος. Με αυτό τον τρόπο, διασφαλίζεται ότι, κανόνες που είχαν στείλει δεδομένα σε παλαιότερες χρήσεις αλλά δεν έστειλαν στην τρέχουσα, δε θα επηρεάσουν την διαδικασία υπολογισμού/παραγωγής των εναλλακτικών διαδρομών. Όλα αυτά τα στοιχεία αποθηκεύονται σε κατάλληλες μεταβλητές, ώστε να είναι διαθέσιμα για επεξεργασία.

Η επεξεργασία όλων των δεδομένων γίνεται με βάση την αλγοριθμική λογική που παρουσιάστηκε στη παράγραφο 4.5. Οι προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη για τη συγκεκριμένη διαδρομή αποθηκεύονται σε τέσσερις μεταβλητές. Οι μεταβλητές αυτές αφορούν τη διάρκεια του ταξιδιού (duration), τα μέσα μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθούν (means of transport - mot), το χρόνο χρήσης ποδηλάτου ή περπατήματος (walking & bicycle - wb) και την άνεση που πρέπει να αισθάνεται ο χρήστης κατά τη διάρκεια της διαδρομής (comfort).

Τέλος το script επικοινωνεί με την υπηρεσία δημιουργίας εναλλακτικών διαδρομών, στέλνοντας τις απαιτούμενες διευθύνσεις αφετηρίας και προορισμού αλλά και τις προαναφερθείσες μεταβλητές προτιμήσεων. Τα αποτελέσματα από την υπηρεσία επιστρέφουν στο script και εν συνεχεία στη συσκευή του χρήστη.

5.2.2 Βάση δεδομένων

Η βάση δεδομένων του συστήματος που βρίσκεται στη πλευρά του εξυπηρετητή δημιουργήθηκε με βάση το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων MySQL.

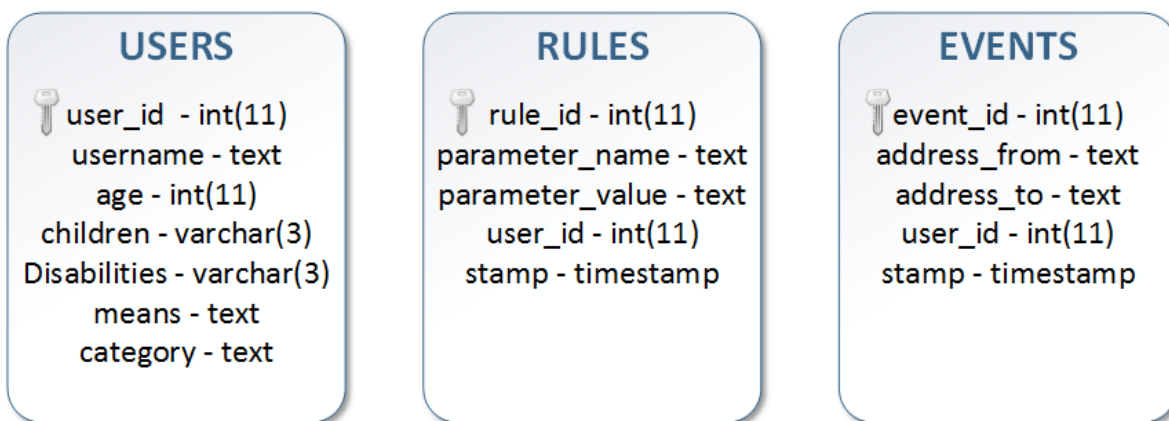
Η MySQL δημιουργήθηκε από τη Σουηδική εταιρία MySQL AB που τώρα ανήκει στην Oracle Corporation. Πρόκειται για το πιο δημοφιλές ανοικτού κώδικα σχεσιακό σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Χρησιμοποιείται από πληθώρα εφαρμογών καθότι είναι κομβικός πυλώνας του LAMP [115].

Το σχεσιακό μοντέλο σχεδιασμού βάσεων δεδομένων είναι το κύριο μοντέλο για εμπορικές εφαρμογές επεξεργασίας δεδομένων, έχοντας κερδίσει τη πρωτεύουσα θέση εξ αιτίας της απλότητας του. Διευκολύνει τη δουλειά των προγραμματιστών, σε σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα, όπως το δικτυακό ή το ιεραρχικό. Τα σχεσιακά συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, δημιουργούν πολλαπλούς πίνακες για τη καταχώρηση των δεδομένων, αντί ενός υπερμεγέθους πίνακα. Το σχεσιακό μοντέλο, με αντικείμενα όπως βάσεις δεδομένων, πίνακες, σειρές και στήλες προσφέρει ένα ευέλικτο προγραμματιστικό περιβάλλον, όπου ο χρήστης εισάγει κανόνες που ρυθμίζουν τις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών πεδίων δεδομένων, αλλά και δείκτες μεταξύ διαφορετικών πινάκων. Έτσι διασφαλίζεται η εγκυρότητα αλλά και η ταχύτητα στην προσπέλαση των δεδομένων μιας βάσης [116].

Για τις ανάγκες του συστήματος δημιουργήθηκαν τρεις πίνακες για την καταχώρηση:

- των προφίλ χρηστών (users)
- των πληροφοριών περιβάλλοντος που προκύπτουν από τους κανόνες (rules) και
- την αρχειοθέτηση των παρελθόντων χρήσεων του συστήματος από τους χρήστες (events)

Αναλυτικά οι πίνακες με τα ονόματα και τους τύπους των στηλών τους φαίνονται στο Σχήμα 9.



Σχήμα 9 - Σχήμα βάσης δεδομένων

5.3 Πρωτόκολλο επικοινωνίας

Η επικοινωνία μεταξύ της εφαρμογής χρήστη και εξυπηρετητή, βασίστηκε στη δυνατότητα που δίνει η πλατφόρμα On{x} για αποστολή και λήψη μηνυμάτων. Χρησιμοποιήθηκε REST αρχιτεκτονική καθώς τα μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ τηλεφωνικής συσκευής και εξυπηρετητή είναι αιτήματα HTTP (HTTP Requests). Η μέθοδος του HTTP που προτιμήθηκε είναι η GET για λόγους απλότητας, καθώς τα δεδομένα που μεταφέρει κάθε μήνυμα είναι λίγα.

5.3.1 Εφαρμογές διαδικτύου βασισμένες στα REST - HTTP

Το REST (Representational State Transfer) είναι ένα αρχιτεκτονικό στυλ σχεδιασμού εφαρμογών διαδικτύου. Στηρίζεται σε πρωτόκολλα χωρίς μνήμη (stateless), βασισμένα στο σχήμα πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) και με δυνατότητα προσωρινής αποθήκευσης (cacheable) και σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο HTTP. Η γενικότερη ιδέα γύρω από το REST είναι ότι, αντί να χρησιμοποιούνται πολύπλοκοι μηχανισμοί, όπως CORBA, SOAP ή RPC για να επιτευχθεί σύνδεση μεταξύ μηχανημάτων, χρησιμοποιείται ένα απλό HTTP για να εκτελέσει την επικοινωνία. Εφαρμογές σχεδιασμένες με βάση το REST χρησιμοποιούν αιτήματα HTTP για να στείλουν, διαβάσουν ή και διαγράψουν δεδομένα. Το REST είναι μια πολύ πιο απλή και ανάλαφρη αντιπρόταση για μηχανισμούς όπως το RPC (Remote Procedure Calls) και υπηρεσίες διαδικτύου (SOAP, WSDL κ.α.). Παρά την απλότητά του, το REST είναι πλήρως λειτουργικό καθώς δεν υπάρχει τίποτα στο τομέα των υπηρεσιών διαδικτύου που δεν μπορεί να υλοποιηθεί με REST αρχιτεκτονική

Το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου (HyperText Transfer Protocol, HTTP) λειτουργεί στο Επίπεδο Εφαρμογής και είναι ο πυρήνας του Παγκόσμιου Ιστού. Το HTTP υλοποιείται σε δυο προγράμματα, ένα για τον πελάτη που

αποκαλείται περιηγητής (browser) και ένα για τον εξυπηρετητή. Το πρόγραμμα πελάτη και το πρόγραμμα εξυπηρετητή, που εκτελούνται σε διαφορετικά τερματικά συστήματα, συνομιλούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας μηνύματα HTTP. Το HTTP ορίζει την δομή αυτών των μηνυμάτων και το πώς ο πελάτης και ο εξυπηρετητής ανταλλάσσουν τα μηνύματα. Το HTTP χρησιμοποιεί το TCP ως υποκείμενο πρωτόκολλο μεταφοράς. Ο πελάτης HTTP εκκινεί πρώτα μια σύνδεση TCP με τον εξυπηρετητή. Όταν αποκατασταθεί η σύνδεση, οι διεργασίες του προγράμματος περιήγησης και του εξυπηρετητή, προσπελούν το TCP μέσω των διεπαφών τους. Ο εξυπηρετητής HTTP δέχεται μηνύματα αιτήσεων και στέλνει μηνύματα απόκρισης [117].

Το πρωτόκολλο HTTP ορίζει οκτώ μεθόδους με τις οποίες μπορεί να γίνει μια αίτηση αποστολής του επιθυμητού περιεχομένου. Στην πράξη βέβαια χρησιμοποιούνται κυρίως οι 2 από αυτές, η POST και η GET. Η μέθοδος GET ανακτά οποιασδήποτε πληροφορία (με τη μορφή μιας οντότητας) αναγνωρίζεται από το url του http request [117]. Για την αποστολή δεδομένων, εισάγεται στο τέλος του url ο χαρακτήρα “?” και στη συνέχεια προστίθενται ζευγάρια που περιλαμβάνουν το όνομα μιας οντότητας και την τιμή της. Ανάμεσα στα ζευγάρια στοιχείων της κάθε οντότητας εισάγεται ο χαρακτήρας “&”. Τέλος η επικοινωνία γίνεται μέσω του url που προκύπτει από τη προαναφερθείσα διαδικασία. Όταν παραληφθεί το μήνυμα, η εξαγωγή των στοιχείων από το url γίνεται πολύ εύκολα, λόγω της δομής των οντοτήτων που περιγράφηκε.

5.3.2 Παράμετροι επικοινωνίας

Κάθε υλοποιημένος κανόνας έχει μια συνάρτηση για την αποστολή δεδομένων στον εξυπηρετητή. Στη κάθε μια από αυτές τις συναρτήσεις, κατασκευάζεται ένα διαφορετικό url που περιέχει αρχικά τη διεύθυνση του εξυπηρετητή, στη συνέχεια το όνομα του php script στο οποίο θα καταλήξει το μήνυμα και τέλος μια σειρά παραμέτρων με τις τιμές τους. Αυτές οι παράμετροι καθορίζονται με βάση τα δεδομένα που έχει συλλέξει ο εκάστοτε κανόνας.

Έτσι, για τον κανόνα “start” παράμετροι είναι: οι διευθύνσεις αφετηρίας και προορισμού (from και to) καθώς και το όνομα του προφίλ που είναι εκείνη τη στιγμή αποθηκευμένο στη συσκευή (username).

Για τον κανόνα “profile” παράμετροι είναι: οι τιμές όλων των στοιχείων που έχει εισάγει ο χρήστης μέσω των μηνυμάτων με τις φόρμες εισαγωγής. Πρόκειται για το όνομα χρήστη (username), την ηλικία (age), το αν έχει παιδιά (children), το αν είναι άτομο με αναπηρία (disabilities), τα μεταφορικά μέσα που διαθέτει (means) και τη κατηγορία που ανήκει (category).

Όσον αφορά τους κανόνες ανάκτησης των πληροφοριών περιβάλλοντος, όλοι έχουν την ίδια συνάρτηση για την αποστολή των δεδομένων. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται είναι μία που περιέχει ένα όνομα για το διαχωρισμό των κανόνων (parametername) και μία, η οποία περιέχει τις τιμές των δεδομένων

που συνέλεξε ο κανόνας (parametervalue). Υπάρχουν πέντε διαφορετικά ονόματα για την εκάστοτε παράμετρο. Αυτά είναι:

- “*temperature*” από το κανόνα “*weather*”
- “*rain*” από το κανόνα “*weather*”
- “*weekdaymorning*” από το κανόνα “*weekday*”
- “*appointmenttype*” από το κανόνα “*appointments*” και
- “*appointmenttime*” από το κανόνα “*appointments*”

Σε κάθε χρήση του συστήματος, δεν είναι υποχρεωτικό να αποσταλούν μηνύματα για κάθε μια από τις παραμέτρους. Την αποστολή ή όχι, την καθορίζει ο εκάστοτε κανόνας. Στην ακραία περίπτωση που η τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος υπαγορεύει τη μη αποστολή μηνυμάτων, καθώς δεν ισχύουν οι προϋποθέσεις που θέτει κάθε κανόνας, τότε στον εξυπηρετητή θα φθάσουν μόνο τα μηνύματα από τον κανόνες “*start*” και “*profile*”.

Σενάρια χρήσης

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ορισμένα σενάρια χρήσης, που κρίθηκαν αντιπροσωπευτικά για να δείξουν τη συμπεριφορά του συστήματος και τα αποτελέσματα που παράγει σε κάθε περίπτωση.

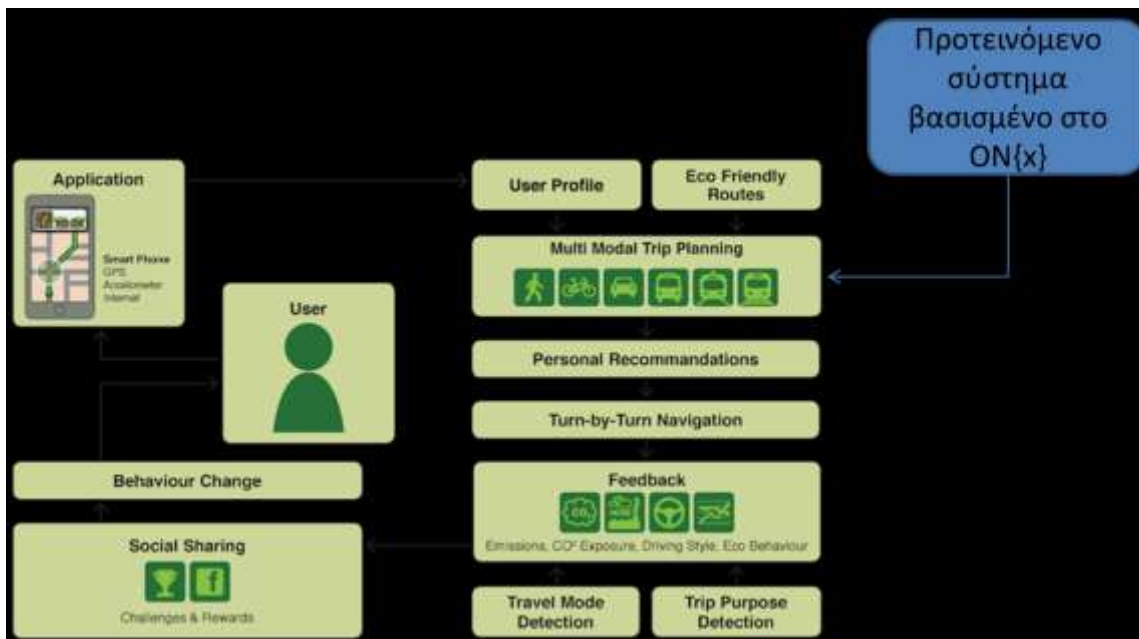
Το σύστημα που υλοποιήθηκε για τη διπλωματική εργασία, ενοποιήθηκε με μια εφαρμογή υπολογισμού εναλλακτικών διαδρομών σχεδιασμένη και υλοποιημένη στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Έργου PEACOX⁴.

6.1 Εισαγωγή – Περιγραφή του PEACOX

Στόχος του έργου αυτού, είναι η υλοποίηση ενός συστήματος που θα παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις διαδρομών στους χρήστες, ώστε να τους ωθήσει προς τη χρήση οικολογικών μέσων μεταφοράς και να οδηγήσει στη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε μεγάλες πόλεις. Συστήματα, όπως αυτά που προτείνονται στο Έργο PEACOX, είναι απαραίτητα στις μέρες μας, καθώς οι προσωπικές μετακινήσεις αποτελούν έναν από τους κυριότερους παράγοντες εκπομπής αερίων διοξειδίου του άνθρακα, που με τη σειρά τους οδηγούν σε φαινόμενα όπως αυτό του θερμοκηπίου, και κατά συνέπεια στη παγκόσμια θέρμανση και την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος.

Το σύστημα που υλοποιείται στο έργο είναι στην ουσία ένας σύμβουλος διαδρομών, που αναλόγως με το προφίλ, τις προτιμήσεις και διάφορες μεταβλητές περιβάλλοντος του χρήστη, υπολογίζει και προτείνει τις κατάλληλες διαδρομές με χρήση κυρίως δημόσιων μέσων μεταφοράς, ποδηλάτου ή διαδρομές με τα πόδια, και λιγότερο με χρήση αυτοκινήτου ή άλλων μη φιλικών στο περιβάλλον μέσων. Η πρώτη διαθέσιμη έκδοση του συστήματος είναι προσαρμοσμένη για τη Βιέννη της Αυστρίας. Αυτό σημαίνει ότι οι διαδρομές που υπολογίζονται από το σύστημα αφορούν τη συγκεκριμένη πόλη, με αποτέλεσμα τα σενάρια χρήσης που παρουσιάζονται παρακάτω να είναι προσαρμοσμένα για τη Βιέννη.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος φαίνεται στο Σχήμα 10, ενώ έχει επισημανθεί και το πως υλοποιήθηκε η ενοποίηση του προτεινόμενου συστήματος της διπλωματικής με το σύστημα PEACOX.



Σχήμα 10 - Αρχιτεκτονική συστήματος PEACOX

Το σύστημα λειτουργεί ως εξής:

Ο χρήστης χρησιμοποιεί συντόμευση που υλοποιήθηκε με χρήση του $ON\{x\}$, η οποία και καλεί την εφαρμογή PEACOX από την έξυπνη συσκευή κινητής τηλεφωνίας. Παράλληλα στέλνονται οι μεταβλητές περιβάλλοντος, που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 5, στον κεντρικό διακομιστή. Στη συνέχεια, οι μεταβλητές ενσωματώθηκαν στη συνάρτηση υπολογισμού διαδρομών, ώστε να λαμβάνονται υπόψη κατά την εύρεση των βέλτιστων προτεινόμενων διαδρομών.

6.2 Πρώτο σενάριο

Περιγραφή σεναρίου

Ηλικιωμένος άνδρας, επιθυμεί να μεταβεί στο πάρκο για μια βόλτα με φίλους. Το ραντεβού είναι προγραμματισμένο σε 15 λεπτά.

Μεταβλητές εισόδου στο σύστημα και καθορισμός προτιμήσεων

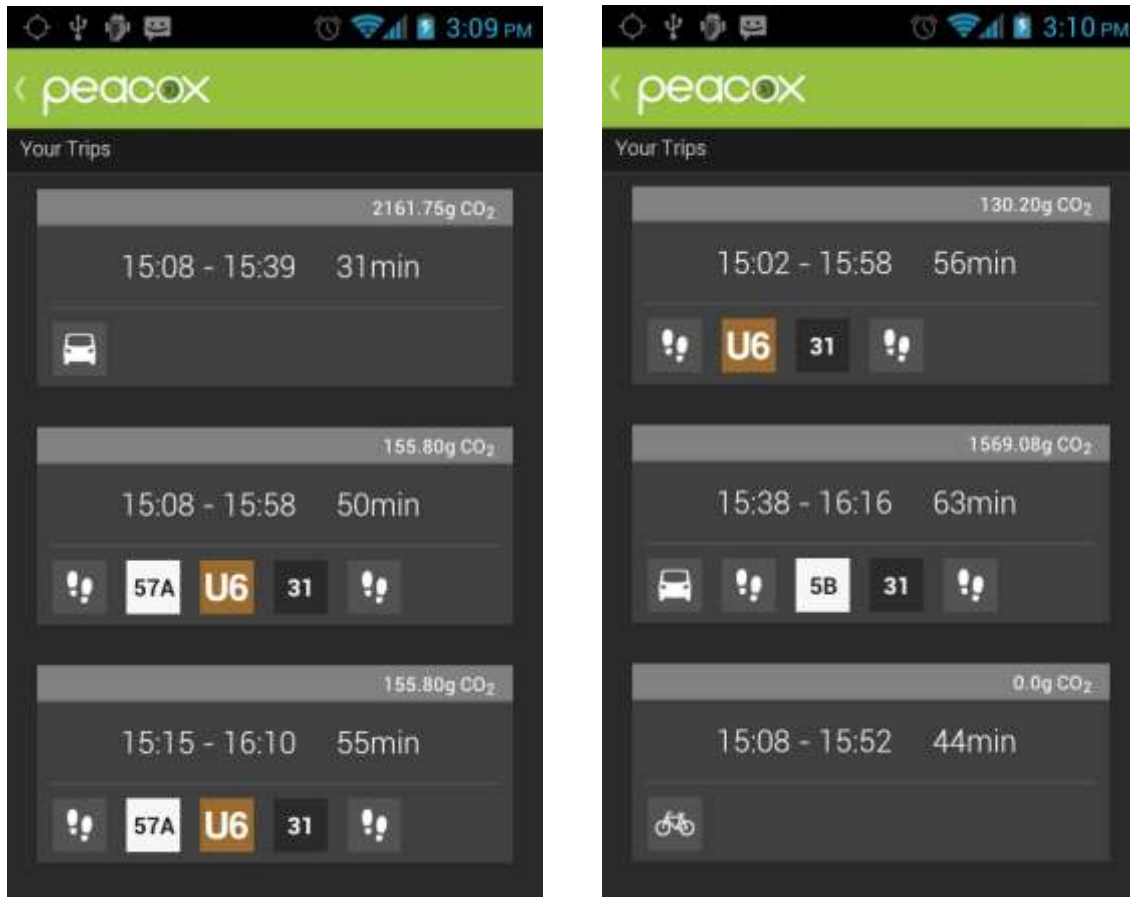
Στο σύστημα, μέσω των κανόνων του Οη{x} και με βάση την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος, εισέρχονται οι παρακάτω μεταβλητές και καθορίζονται οι προτιμήσεις που αποστέλλονται στο διακομιστή του PEACOX:

| Διευθύνσεις | | Μεταβλητές περιβάλλοντος | |
|---------------------|--------------|--------------------------|------------------|
| From: | Webgasse 6 | Parameter name: | Appointment_time |
| To: | Donauinsel 1 | Parameter value: | hurryup |
| Προφίλ χρήστη | | Parameter name: | Appointment_type |
| Username: | Filippos | Parameter value: | walk in the park |
| Age: | 72 | | |
| Children: | Yes | | |
| Disabilities: | No | | |
| Means of transport: | car, bicycle | | |
| Category: | MA | | |

| Προτιμήσεις | |
|-------------|--------------|
| From: | Webgasse 6 |
| To: | Donauinsel 1 |
| Duration: | fast |
| mot: | 1110 |
| wb: | low |
| Comfort: | high |

Για τη μεταβλητή “*duration*” η τιμή που προκύπτει είναι “*fast*” καθώς η πρώτη καταχωρημένη συνάντηση του χρήστη είναι σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η μεταβλητή “*wb*” έχει τιμή 1110, αφού ο χρήστης δήλωσε πως έχει στην κατοχή του αυτοκίνητο και ποδήλατο. Τέλος το τελευταίο ψηφίο της μεταβλητής “*mot*” αλλά και οι τιμές των μεταβλητών “*wb*” και “*comfort*” είναι 0, “*low*” και “*high*” αντίστοιχα, λόγω της μεγάλης ηλικίας του χρήστη.

Αποτελέσματα από το PEACOX



Εικόνα 9 - Αποτελέσματα πρώτου σεναρίου

6.3 Δεύτερο σενάριο

Περιγραφή σεναρίου

Νεαρός με έντονες περιβαλλοντολογικές ανησυχίες, επιχειρεί να μεταβεί στη σχολή στην οποία φοιτά, ένα πρωινό καθημερινής ημέρας.

Μεταβλητές εισόδου στο σύστημα και καθορισμός προτιμήσεων

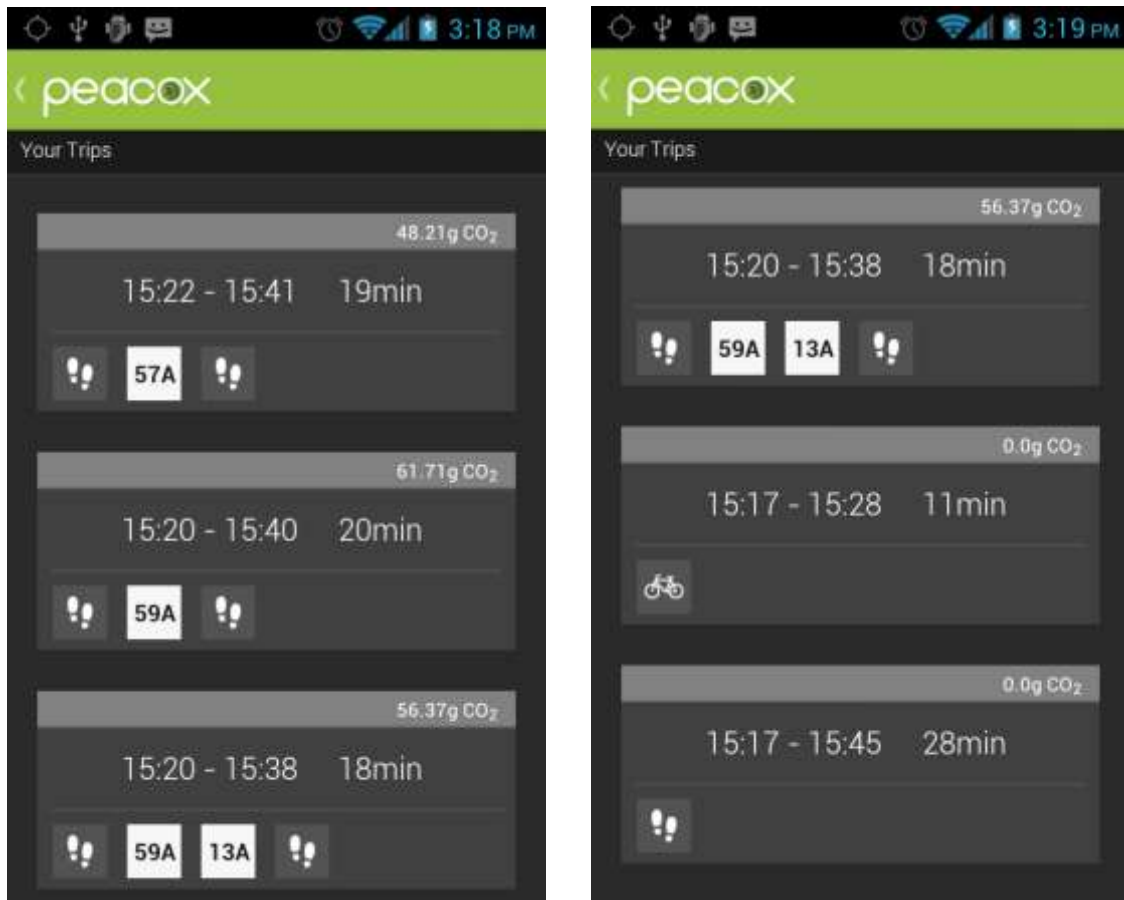
Στο σύστημα, μέσω των κανόνων του On{x} και με βάση την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος εισέρχονται οι παρακάτω μεταβλητές και καθορίζονται οι προτιμήσεις που αποστέλλονται στο διακομιστή του PEACOX:

| Διευθύνσεις | | Μεταβλητές περιβάλλοντος | |
|---------------------|---------------|--------------------------|-----------------|
| From: | Operngasse 25 | Parameter name: | weekday_morning |
| To: | Webgasse 6 | Parameter value: | yes |
| Προφίλ χρήστη | | | |
| Username: | Filippos | | |
| Age: | 21 | | |
| Children: | No | | |
| Disabilities: | No | | |
| Means of transport: | car, bicycle | | |
| Category: | AE | | |

| Προτιμήσεις | |
|-------------|---------------|
| From: | Operngasse 25 |
| To: | Webgasse 6 |
| Duration: | fast |
| mot: | 0111 |
| wb: | high |
| Comfort: | high |

Για τη μεταβλητή “*duration*” η τιμή “*fast*” οφείλεται στο γεγονός πως η χρήση του συστήματος γίνεται το πρωί μιας καθημερινής ημέρας. Στον ίδιο λόγο οφείλεται και η τιμή “*high*” της μεταβλητής “*comfort*”. Για τη μεταβλητή “*mot*”, παρά το γεγονός ότι ο χρήστης δήλωσε πως είναι κάτοχος αυτοκινήτου, το δεύτερο ψηφίο της τιμής της μεταβλητής παρέμεινε 0, λόγω της κατηγορίας “*Aspiring Environmentalist*” την οποία επέλεξε ο χρήστης. Η κατηγορία του χρήστη είναι και ο λόγος που η τιμή μεταβλητής “*wb*” είναι “*high*”.

Αποτελέσματα από το PEACOX



Εικόνα 10 - Αποτελέσματα δεύτερου σεναρίου

6.4 Τρίτο σενάριο

Περιγραφή σεναρίου

Άτομο με κινητικές δυσκολίες επιχειρεί να μεταβεί στο προορισμό του, καθώς έχει προγραμματισμένη, μια φιλική συνάντηση.

Μεταβλητές εισόδου στο σύστημα και καθορισμός προτιμήσεων

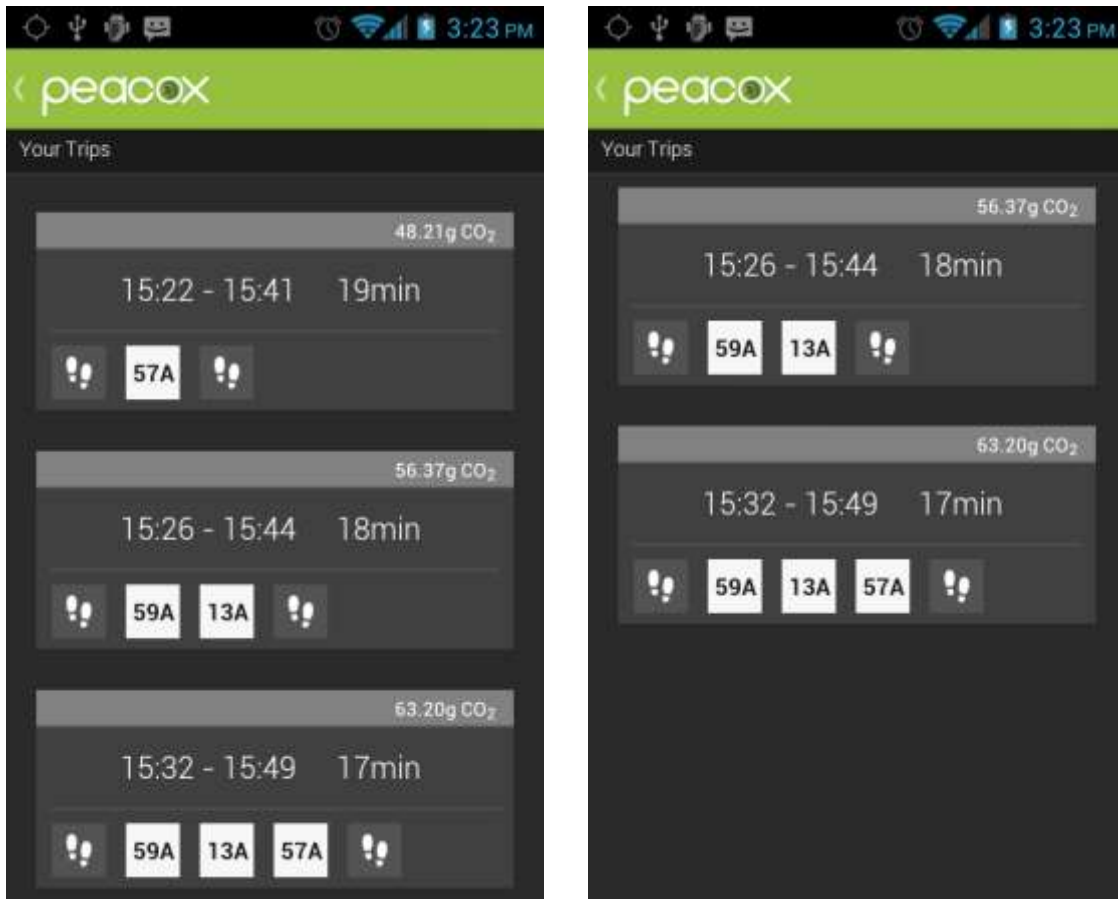
Στο σύστημα, μέσω των κανόνων του On{x} και με βάση την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος εισέρχονται οι παρακάτω μεταβλητές και καθορίζονται οι προτιμήσεις που αποστέλλονται στο διακομιστή του PEACOX:

| Διευθύνσεις | | Μεταβλητές περιβάλλοντος | |
|----------------------|---------------|--------------------------|------------------|
| From: | Operngasse 25 | Parameter name: | appointment_type |
| To: | Webgasse 6 | Parameter value: | leisure |
| Προφίλ χρήστη | | | |
| Username: | Filippos | | |
| Age: | 35 | | |
| Children: | No | | |
| Disabilities: | Yes | | |
| Means of transport: | | | |
| Category: | CC | | |

| Προτιμήσεις | |
|-------------|---------------|
| From: | Operngasse 25 |
| To: | Webgasse 6 |
| Duration: | hst |
| mot: | 0100 |
| wb: | low |
| Comfort: | high |

Ο τύπος της συνάντησης είναι ο λόγος που η τιμή της μεταβλητής “duration” είναι “hst”. Οι μεταβλητές “wb” και “comfort” έχουν τιμές “low” και “high” αντίστοιχα, λόγω των κινητικών δυσκολιών του χρήστη, οι οποίες επηρεάζουν και το τελευταίο ψηφίο της μεταβλητής “mot”. Τα υπόλοιπα ψηφία καθορίζονται από τα διαθέσιμα στο χρήστη μεταφορικά μέσα.

Αποτελέσματα από το PEACOX



Εικόνα 9 – Αποτελέσματα τρίτου σεναρίου

6.5 Τέταρτο σενάριο

Περιγραφή σεναρίου

Μητέρα, η οποία δεν διαθέτει αυτοκίνητο, πρόκειται να πάρει τα παιδιά της από το σχολείο σε 10 λεπτά, ενώ βρέχει.

Μεταβλητές εισόδου στο σύστημα και καθορισμός προτιμήσεων

Στο σύστημα, μέσω των κανόνων του $On(x)$ και με βάση την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος εισέρχονται οι παρακάτω μεταβλητές και καθορίζονται οι προτιμήσεις που αποστέλλονται στο διακομιστή του PEACOX:

| Διευθύνσεις | | Μεταβλητές περιβάλλοντος | |
|----------------------|---------------|--------------------------|----------------------|
| From: | Operngasse 25 | Parameter name: | appointment_type |
| To: | Gentzgasse 52 | Parameter value: | get kids from school |
| Προφίλ χρήστη | | Parameter name: | appointment_time |
| Username: | Filippos | Parameter value: | hurryup |
| Age: | 30 | Parameter name: | rain |
| Children: | Yes | Parameter value: | raining |
| Disabilities: | No | | |
| Means of transport: | bicycle | | |
| Category: | MM | | |

| Προτιμήσεις | |
|-------------|---------------|
| From: | Operngasse 25 |
| To: | Gentzgasse 52 |
| Duration: | fast |
| mot: | 0101 |
| wb: | low |
| Comfort: | high |

Οι μεταβλητές “duration” και “wb” όπως αναμενόταν παίρνουν τις τιμές “fast” και “low” λόγω του επείγοντος της κατάστασης, αλλά και του βροχερού καιρού. Όσον αφορά τη μεταβλητή “mot”, το τρίτο ψηφίο της τιμής της παραμένει 0, παρά το γεγονός πως ο χρήστης έχει διαθέσιμο ποδήλατο, καθώς πρόκειται να πάει να πάρει παιδιά από το σχολείο, τα οποία δεν έχουν ποδήλατο μαζί τους.

Αποτελέσματα από το PEACOX



Εικόνα 12 - Αποτελέσματα τέταρτου σεναρίου

6.6 Πέμπτο σενάριο

Περιγραφή σεναρίου

Φανατικός μοτοσικλετιστής, επιχειρεί να μεταβεί σε επαγγελματικό ραντεβού ένα πρωινό καθημερινής ημέρας.

Μεταβλητές εισόδου στο σύστημα και καθορισμός προτιμήσεων

Στο σύστημα, μέσω των κανόνων του $On\{x\}$ και με βάση την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος εισέρχονται οι παρακάτω μεταβλητές και καθορίζονται οι προτιμήσεις που αποστέλλονται στο διακομιστή του PEACOX:

| Διευθύνσεις | | Μεταβλητές περιβάλλοντος | |
|----------------------|---------------|--------------------------|------------------|
| From: | Operngasse 25 | Parameter name: | appointment_type |
| To: | Gentzgasse 52 | Parameter value: | business |
| Προφίλ χρήστη | | Parameter name: | rain |
| Username: | Filippos | Parameter value: | raining |
| Age: | 32 | | |
| Children: | Yes | | |
| Disabilities: | No | | |
| Means of transport: | bike | | |
| Category: | RR | | |

| Προτιμήσεις | |
|-------------|---------------|
| From: | Operngasse 25 |
| To: | Gentzgasse 52 |
| Duration: | fast |
| mot: | 1000 |
| wb: | low |
| Comfort: | high |

Οι τιμές των μεταβλητών “*duration*” και “*comfort*” επηρεάζονται από το γεγονός πως η χρήση του συστήματος γίνεται το πρωί μιας καθημερινής ημέρας. Στη διαμόρφωση της τιμής της μεταβλητής “*wb*” αλλά και στο δεύτερο και τέταρτο ψηφίο της μεταβλητής “*mot*” κύριο λόγο παίζει η κατηγορία, την οποία έχει δηλώσει ο χρήστης, δηλαδή “*Reluctant rider*”.

Αποτελέσματα από το PEACOX



Εικόνα 13 - Αποτελέσματα πέμπτου σεναρίου

7

Επίλογος

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύνοψη του συστήματος που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, προτείνονται κάποιες μικρές βελτιώσεις που μπορούν άμεσα να υλοποιηθούν, αλλά και μεγαλύτερες επεκτάσεις του συστήματος.

7.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη ενός συστήματος προτάσεων διαδρομών με επίγνωση περιβάλλοντος, που θα εγκαθίσταται σε έξυπνες συσκευές κινητής τηλεφωνίας. Το σύστημα που υλοποιήθηκε, αυτοματοποιεί για λογαριασμό του χρήστη όλη τη διαδικασία καθορισμού των προτιμήσεών του για τη διαδρομή που επιλέγει αυτός να κάνει. Για τον καθορισμό αυτών των προτιμήσεων, ήταν απαραίτητη συλλογή δεδομένων που αφορούν τόσο τον ίδιο το χρήστη, όσο και τις μεταβλητές του περιβάλλοντος.

Το σύστημα βασίζεται στο μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή. Για την πλευρά του εξυπηρετητή, χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή On{x} της εταιρίας Microsoft, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία κανόνων για διάφορες λειτουργίες των έξυπνων συσκευών κινητής τηλεφωνίας. Μέσα από αυτούς τους κανόνες, που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής, έγινε δυνατή η επικοινωνία του χρήστη με το σύστημα και η συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων που προαναφέρθηκαν. Η πλευρά του πελάτη επικοινωνεί με αυτή του εξυπηρετητή με HTTP-Requests. Στη πλευρά του εξυπηρετητή, αναπτύχθηκαν τρία php scripts, τα οποία δέχονται και επεξεργάζονται τα δεδομένα που φθάνουν από τους διάφορους χρήστες. Για την καλύτερη λειτουργία του συστήματος δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων, στην οποία καταχωρούνται τα στοιχεία του κάθε χρήστη, καθώς και οι παρελθούσες χρήσεις του συστήματος.

Τα αποτελέσματα του συστήματος σε συνδυασμό με το PEACOX, για τα διάφορα σενάρια χρήσης, όπως περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, σε γενικές γραμμές ήταν ικανοποιητικά. Η έκβαση του αποτελέσματος βέβαια εξαρτάται πάντοτε από τις διευθύνσεις αφετηρίας και προορισμού και τα δημόσια κυρίως μέσα μεταφοράς, που είναι διαθέσιμα για τις συγκεκριμένες διαδρομές.

7.2 Προτάσεις για μικρές βελτιώσεις

Το σύστημα που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, επιδέχεται κάποιες βελτιώσεις, οι οποίες θα έχουν άμεσο αντίκτυπο στα αποτελέσματα που παράγει. Μια πρώτη βελτίωση αφορά στον όγκο και τη ποιότητα των πληροφοριών περιβάλλοντος, που συλλέγει το σύστημα. Είναι δυνατόν να υλοποιηθούν επιπλέον κανόνες, οι οποίοι χρησιμοποιώντας περισσότερους αισθητήρες, τους οποίους κάποιες τηλεφωνικές συσκευές ενδεχομένως να διαθέτουν, θα μπορούν να συλλέγουν διαφορετικού τύπου δεδομένα περιβάλλοντος, όπως το τρέχον μέσο μεταφοράς που χρησιμοποιεί ο χρήστης, το υψόμετρο, οι προσωπικές συνήθειες κ.α. Με αυτό τον τρόπο, θα γίνεται καλύτερη αποτύπωση της κατάστασης του περιβάλλοντος του χρήστη και θα λαμβάνονται ορθότερες αποφάσεις ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση.

Επιπροσθέτως, μπορεί να γίνει και μια επέκταση του σχετικού με το προφίλ του χρήστη κανόνα. Στο ήδη υλοποιημένο σύστημα ο χρήστης καλείται να επιλέξει την κατηγορία, στην οποία θεωρεί πως ανήκει. Αυτή η κατηγορία θα μπορούσε να συμπραίνεται από τις απαντήσεις που θα έδινε ο χρήστης, σε μια σειρά ερωτήσεων που θα του έθετε το σύστημα. Έτσι, αποφεύγεται η λανθασμένη επιλογή κατηγορίας από πλευράς χρήστη, καθώς και το αντίκτυπο αυτής της λανθασμένης επιλογής στις τελικές προτιμήσεις του.

7.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Εκτός όμως από βελτιώσεις του ίδιου του συστήματος, μπορούν να γίνουν κάποιες επεκτάσεις που θα επιτρέπουν τη χρήση των πληροφοριών περιβάλλοντος και σε άλλα πεδία εφαρμογών. Μία πρώτη επέκταση του συστήματος έγινε στο κεφάλαιο 6, όταν χρησιμοποιήσαμε το PEACOX για να πάρουμε κάποια αποτελέσματα διαδρομών. Το PEACOX είναι αποτέλεσμα ενός Ευρωπαϊκού Έργου, που στόχο έχει να ωθήσει τους πολίτες προς τη χρήση οικολογικών μέσων μεταφοράς και να οδηγήσει στη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε μεγάλες πόλεις.

Με τον ίδιο τρόπο, μπορούν να υλοποιηθούν και άλλες επεκτάσεις σε τομείς όπως η διασκέδαση, το εμπόριο ή ο πολιτισμός. Το σύστημα θα μπορούσε να καταγράφει τις προτιμήσεις των χρηστών στους παραπάνω τομείς και καθώς προβάλλει τις διαδρομές που αυτοί μπορούν να ακολουθήσουν προς τον προορισμό τους, να τους προτείνει συγχρόνως κέντρα διασκέδασης, εμπορικά καταστήματα ή σημεία πολιτισμού που βρίσκονται πάνω στην εκάστοτε διαδρομή ή στον προορισμό που έχουν επιλέξει. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται μια σύνδεση μεταξύ των προτάσεων διαδρομών και των προτάσεων σημείων ενδιαφέροντος, ανάλογα πάντα με το πεδίο ενασχόλησης της κάθε εφαρμογής, το οποίο θα συνδεθεί με το σύστημα της παρούσης διπλωματικής εργασίας.

Βιβλιογραφία

- [1] «Urban Development,» The World Bank, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://data.worldbank.org/topic/urban-development>. [Πρόσβαση Ιούnius 2013].
- [2] B. Pan και D. Fesenmaier, «Online information search: vacation planning process,» *Annals of Tourism Research*, τόμ. 33, αρ. 3, pp. 809-32, 2006.
- [3] I. Simonson, «Determinants of customers' responses to customized offers: conceptual framework and research propositions,» *Journal of Marketing*, τόμ. 69, pp. 32-45, 2005.
- [4] A. Caragliu, C. F. Del Bo και P. Nijkamp, «Smart cities in Europe,» VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics, Amsterdam, 2009.
- [5] D. Fesenmaier, H. Werthner και K. Wober, *Destination Recommendation Systems*, Cambridge, MA: CABI, 2006.
- [6] G. Haubl και V. Trifts, «Consumer decision making in online shopping environments: the effects of interactive decision aids,» *Marketing Science*, τόμ. 19, αρ. 1, pp. 4-21, 2000.
- [7] J. Manazec, «Building adaptive systems: a neural net approach,» σε *Destination Recommendation Systems: Behavioural Foundations and Applications*, Cambridge, MA, CABI, 2006, pp. 137-70.
- [8] H. Hruschka και J. Mazanec, «Computer-assisted travel counseling,» *Annals of Tourism Research*, τόμ. 17, pp. 208-227, 1990.
- [9] C. Vogt και D. Fesenmaier, «Expanding the functional information search model,» *Annals of Tourism Research*, τόμ. 25, αρ. 3, pp. 551-578, 1998.
- [10] J. Jeng και D. Fesenmaier, «Conceptualizing the travel decision-making hierarchy: a review of recent developments,» *Tourism Analysis*, τόμ. 7, pp. 15-32, 2002.
- [11] P. Resnick και H. Varian, «Recommender systems,» *Communications of the ACM*, τόμ. 40, αρ. 3, pp. 56-58, 1997.
- [12] G. Adomavicius και A. Tuzhilin, «Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions,» *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, τόμ. 17, αρ. 6, p. 734-749, 2005.
- [13] S. Anand και B. Mobasher, «Intelligent techniques for web personalization,» σε *Intelligent techniques for web personalization*, Springer, 2005, pp. 1-36.

- [14] R. Burke, «Hybrid web recommender systems,» σε *The Adaptive Web*, Berlin / Heidelberg, Springer, 2007, p. 377–408.
- [15] P. Cremonesi και P. Pearl, «Design and Evaluation of Recommender Systems,» σε *UMAP 2013*, Rome, Italy, 2013.
- [16] M. Porter, «An algorithm for suffic stripping,» *Program: electronic library and information systems*, τόμ. 14, αρ. 3, pp. 130-137, 1980.
- [17] W. Cohen, «Learing Rules that Classify E-Mail,» σε *Papers from the AAAI Spring Symposium on Machine Learning in Information Access*, pp. 18-25.
- [18] D. Billsus, M. Pazzani και J. Chen, «A learing agent for wireless news access,» σε *Proceedings of the 5th international conference on Intelligent user interfaces*, New York, NY, USA, 2000.
- [19] M. Pazzani και D. Billsus, «Learing and Revisin User Profiles: The identification of interesting web sites,» *Machine Learning*, τόμ. 27, αρ. 3, pp. 313-331, 1997.
- [20] Z. Huang, D. Zeng και H. Chen, «A Comparison of Collaborative-Filtering Recommendation Algorithms for E-commerce,» *IEEE Intelligent Systems*, τόμ. 22, αρ. 5, pp. 68-78, 2007.
- [21] B. Mobasher, «Context-Aware User Modeling for Recommendation,» σε *UMAP 2013*, Rome, Italy.
- [22] R. Burke, «Knowledge-based recommender systems,» *Encyclopedia of Library and Information Systems*, τόμ. 69, αρ. 32, pp. 175-186, 2000.
- [23] R. Burke, «Hybrid recommender systems: Survey and experiments,» *User Modeling and User-Adapted Interaction*, τόμ. 12, αρ. 4, pp. 331-370, 2002.
- [24] U. Bertele και A. Rangone, «Rapporto mobile and wireless business,» Politecnico di Milano, 2007.
- [25] F. Ricci, «Mobile Recommenders,» *Information Technology & Tourism*, pp. 12(3): 205-231, 2010.
- [26] D. Gavalas, C. Konstantopoulos, K. Mastakas, G. Pantziou και Y. Tasoulas, «TR-009 - Mobile Recommender Systems in Tourism,» eCOMPASS, 2012.
- [27] U. Gretzel, Y.-H. Hwang και D. R. Fesenmaier, «Informing destination recommender systems,» *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, τόμ. 6, αρ. 4, pp. 297 - 315, 2012.
- [28] L. Capella και A. Greco, «Information sources for elderly vacation decisions,» *Annals of*, τόμ. 14, pp. 148-151, 1987.
- [29] R. Gitelson και J. Crompton, «The planning horizons and sources of information used by pleasure vacationers,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 21, pp. 2-7, 1983.

- [30] W. Darley και R. Smith, «Gender differences in information processing strategies: an empirical test of the selectivity model in advertising response,» *Journal of Advertising*, τόμ. 24, αρ. 1, pp. 41-56, 1995.
- [31] D. Snepenger, K. Meged, M. Snelling και K. Worrall, «Information search strategies by destination-naive tourists,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 29, pp. 13-16, 1990.
- [32] Y.-H. Hwang, U. Gretzel και D. Fesenmaier, D.R. (, «Multi-city pleasure trip patterns: an analysis of international travelers to the US,» σε *City Tourism 2002*, Vienna, Springer, 2002, pp. 53-62.
- [33] A. Decrop, «Tourists' decision-making and behavior processes,» σε *Consumer Behavior in Travel and Tourism*, Binghamton, NY, The Haworth Hospitality Press, 1999, pp. 103-134.
- [34] S. Moorthy, B. Ratchford και D. Talukdar, «Consumer information search revisited: theory and empirical analysis,» *Journal of Consumer Research*, τόμ. 23, pp. 263-277, 1997.
- [35] J. Alba και J. Hutchinson, «Dimensions of consumer expertise,» *Journal of Consumer Research*, τόμ. 13, pp. 411-453.
- [36] M. Manfredi, «An investigation of the basis for external information search in recreation and tourism,» *Leisure Sciences*, τόμ. 11, pp. 29-45, 1989.
- [37] D. Kerstetter και M. Cho, «Prior knowledge, credibility and information search,» *Annals of Tourism Research*, τόμ. 31, αρ. 4, pp. 961-985, 2004.
- [38] W. Van Raaij, «Consumer research on tourism: mental and behavioral constructs,» *Annals of Tourism Research*, τόμ. 13, pp. 1-9, 1986.
- [39] A. Woodside και I. Ronkainen, «Vacation planning segments: self planning vs users of motor club and travel agents,» *Annals of Tourism Research*, τόμ. 7, pp. 385-393, 1980.
- [40] K. Murray, «A test of services marketing theory: consumer information acquisition activities,» *Journal of Marketing*, τόμ. 55, pp. 10-25, 1991.
- [41] R. Celsi και J. Olsen, «The role of involvement in attention and comprehension processes,» *Journal of Consumer Research*, τόμ. 15, pp. 37-47, 1988.
- [42] I. Reid και J. Crompton, «A taxonomy of leisure purchase decision paradigms based on level of involvement,» *Journal of Leisure Research*, τόμ. 25, αρ. 2, pp. 182-202, 1993.
- [43] D. Fesenmaier και B. Johnson, «Involvement-based segmentation: implications for travel marketing in Texas,» *Tourism Management*, τόμ. 10, pp. 293-300, 1989.
- [44] A. Decrop, «“Tourists' decision-making and behavior processes”,» σε *Consumer Behavior in Travel and Tourism*, Binghamton, NY, The Haworth Hospitality Press, 1999, pp. 103-134.

- [45] E. Mayo και P. Jarvis, *The Psychology of Leisure Travel*, Boston, MA: CBI Publishing Company, 1981.
- [46] S. Plog, «Developing and using psychographics in tourism research Researchers, 2nd ed.,» σε *Travel, Tourism and Hospitality Research: A Handbook for Managers and*, New York, NY, Wiley, 1994, pp. 209-218.
- [47] D. Griffith και P. Albanese, «An examination of Plog's psychographic travel model within a,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 34, αρ. 4, pp. 47-51, 1996.
- [48] J. Ferrari και J. Dovidio, «Behavioral information search by indecisives,» *Personality and Individual Differences*, τόμ. 30, pp. 1113-1123, 2001.
- [49] W. Roehl και D. Fesenmaier, «Risk perception and pleasure travel: an exploratory analysis,» 1992, τόμ. 30, αρ. 4, pp. 17-26, 1992.
- [50] U. Dholakia και R. Bagozzi, «Consumer behavior in digital environments,» σε *Digital Marketing: Global Strategies from the World's Leading Experts*, New York, NY, Wiley, 2001, pp. 163-200.
- [51] R. Madrigal και L. Kahle, «Predicting vacation activity preferences on the basis of value-system segmentation,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 32, pp. 22-28, 1994.
- [52] R. Madrigal, «Personal values, traveler personality type, and leisure travel style,» *Journal of Leisure Research*, τόμ. 27, αρ. 2, pp. 125-142, 1995.
- [53] A. Zins, «Leisure traveler choice models of theme hotels using psychographics,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 36, αρ. 4, pp. 3-15, 1998.
- [54] M. Fishbein και I. Ajzen, *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to theory and*, Reading, MA: Addison-Wesley, 1975.
- [55] F. Biocca, L. Jackson, H. Dobbins, G. Barbatsis, A. von Eye, H. Fitzgerald και Y. Zhao, «Adapting computer interfaces to differences in cognitive and cultural style,» σε *Symposium on the Digital Divide, International Communications Association (ICA) and International Association of Media and Communication Research (IAMCR)*, University of Texas, Austin, TX, 2001.
- [56] K. Grabler και A. Zins, «Vacation trip decision styles as basis for an automated recommendation system: lessons from observational studies,» σε *Information and Communication Technologies in Tourism 2002*, Vienna, Springer, 2002, pp. 458-469.
- [57] H. Rumetshofer, F. Puhretmair και W. Woß, «Individual information presentation based on cognitive styles for tourism information systems,» σε *Information and Communication Technologies in Tourism 2003*, Vienna, Springer, 2003, pp. 440-447.

- [58] G. Sproles και E. Kendall, «A methodology for profiling consumers' decision-making styles,» *The Journal of Consumer Affairs*, τόμ. 20, αρ. 2, pp. 268-279, 1986.
- [59] S. Scott και R. Bruce, «Decision-making style: the development and assessment of a new measure,» *Educational and Psychological Measurement*, τόμ. 55, αρ. 5, pp. 818-831, 1995.
- [60] C. Yang και C. Wu, «Gender differences in online shoppers' decision-making styles,» σε *e-Business and Telecommunication Networks*, Vienna, Springer, 2006, pp. 99-106.
- [61] K. Cowart και R. Goldsmith, «The influence of consumer decision-making styles on online apparel consumption by college students,» *International Journal of Consumer Studies*, τόμ. 31, αρ. 6, pp. 639-647, 2007.
- [62] Y. Park, «Investigating online decision making styles,» Texas A&M University, College Station, TX, 2007.
- [63] S. Dolnicar και J. Mazanec, «Vacation styles and tourist types: emerging new concepts and methodology,» σε *Trends in Outdoor Recreation, Leisure and Tourism*, New York, NY, CABI, 2000, pp. 245-256.
- [64] D. Fodness και B. Murray, «A typology of tourist information search strategies,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 37, pp. 108-119, 1998.
- [65] R. McKercher, «The effect of market access on destination choice,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 37, pp. 39-47, 1998.
- [66] L. Lo, «Destination interdependence and the competing-destinations model,» *Environment and Planning*, τόμ. 24, pp. 1191-1204, 1992.
- [67] L. Pennington-Gray και C. Vogt, «Examining welcome center visitors' travel and information behaviors: does location of centers or residency matter?,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 41, αρ. 3, pp. 272-280, 2003.
- [68] C. Lue, J. Crompton και D. Fesenmaier, «Conceptualization of multi-destination pleasure trip decisions,» *Annals of Tourism Research*, τόμ. 20, pp. 289-301, 1993.
- [69] R. Gitelson και J. Crompton, «The planning horizons and sources of information used by pleasure vacationers,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 21, pp. 2-7, 183.
- [70] C. Tideswell και W. Faulkner, «Multidestination travel patterns of international visitors to Queensland,» *Journal of Travel Research*, pp. 364-374, 1999.
- [71] R. Hunt, F. Krzystofiak, J. Meindl και A. Yousry, «Cognitive style and decision making,» *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, τόμ. 44, pp. 436-453, 1989.

- [72] B. Driver, K. Brousseau και P. Hunsaker, *The Dynamic Decision-maker: Five Decision Styles for Executive and Business Success*, New York, NY: Harper & Row, 1990.
- [73] J. Mazanec, «Introducing learning and adaptivity into web-based recommender systems for,» *Tourism Review*, τόμ. 57, αρ. 4, pp. 8-14, 2002.
- [74] G. Tumas και F. Ricci, «Personalized mobile city transport advisory system,» σε *In Information and Communication Technologies in Tourism 2009*, Springer, pp. 173-184.
- [75] R. Kramer, M. Modsching και K. ten Hagen, «Field study on methods for elicitation of preferences using a mobile digital assistant for a dynamic tour guide,» σε *SAC '06: Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing*, New York, USA, ACM Press, 2006, p. 997-1001.
- [76] A. Maruyama, N. Shibata, Y. Murata, K. Yasumoto και M. Ito, «P-tour: A personal navigation system for tourism,» σε *Proc. of 11th World Congress on ITS*, 2004, p. 18-21.
- [77] J. Zhang, H. Kawasaki και Y. Kawai, «A tourist route search system based on web information and the visibility of scenic sights,» σε *ISUC 2008*, 2008.
- [78] D. Martin-Serrano, R. Hervas και J. Bravo, «Telemaco: Context-aware System for Tourism Guiding based on Web 3.0,» σε *Workshop on Contextual Computing and AmI in Tourism, UCAMI 2011*, 2011.
- [79] Y. Sun και L. Lee, «Agent-Based Personalized Tourist Route Advice System,» 2004.
- [80] «Cycle Copenhagen,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cyclecopenhagen.dk>. [Πρόσβαση Μάιος 2013].
- [81] «Cycle Vancouver,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cyclevancouver.ubc.ca>. [Πρόσβαση Μάιος 2013].
- [82] «Radrottenplanner, NRW,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.radroutenplaner.nrw.de>. [Πρόσβαση Μάιος 2013].
- [83] H. Hochmair, «Dynamic Route Selection in Route Planners,» *Kartographische Nachrichten*, αρ. 57, pp. 70-78.
- [84] H. Hochmair και J. Fu, «Web Based Bicycle Trip Planning for Broward County,» σε *ESRI User Conference*, San Diego, CA, 2009.
- [85] «Bike Broward,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://maps.fiu.edu/mpobike/index.html>. [Πρόσβαση Μάιος 2013].
- [86] N. Webster, *Webster's new twentieth century dictionary of the English language.*, Springfield MA: Merriam-Webster, Inc., 1980.

- [87] M. Bazire και P. Brézillon, «Understanding context before using it,» σε *Proceedings of the 5th International Conference on Modeling and Using Context*, Springer-Verlag, 2005.
- [88] B. Schilit και M. Theimer, «Disseminating active map information to mobile hosts,» *IEEE network*, p. 8(5):22–32, 1994.
- [89] P. J. Brown, J. D. Bovey και X. Chen, «Context-aware applications: from the laboratory to the marketplace,» *IEEE Personal Communications*, p. 4:58–64, 1997.
- [90] N. Ryan, J. Pascoe και D. Morse, *Enhanced Reality Fieldwork: the Context-Aware Archaeological Assistant*, Oxford: British Archaeological Reports, 1997.
- [91] G. D. Abowd, A. K. Dey και D. Salber, «A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications,» *Human-Computer Interaction*, τόμ. 16, αρ. 2, p. 16(2): 97–166, 2001.
- [92] J. Flachsbart και D. Franklin, «All gadget and no representation makes jack a dull environment,» σε *Proceedings of the AAAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments*, 1998.
- [93] T. Rodden, K. Cheverst, K. Davies και A. Dix, «Exploiting context in hci design for mobile systems,» *Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices*, p. 21–22, 1998.
- [94] A. Ward, A. Jones και A. Hopper, «A new location technique for the active office,» *IEEE*, p. 4(5):42–47, 1997.
- [95] P. Dourish, «What we talk about when we talk about context,» *Personal and ubiquitous computing*, p. 8(1): 19–30, 2004.
- [96] F. Ricci και Q. N. Nguyen, «Mobyrek: A conversational recommender system for on-the-move travelers,» σε *Destination Recommendation Systems: Behavioural Foundations and Applications*, 2006, p. 281–294.
- [97] W. Woerndl, C. Schueller και R. Wojtech, «A hybrid recommender system for context-aware recommendations of mobile applications,» σε *Proceedings of the 3rd International Workshop on Web Personalization, Recommender Systems and Intelligent User Interfaces*, 2007, p. 871–878.
- [98] S. Boutemedjet και D. Ziou., «A graphical model for context-aware visual content recommendation,» *IEEE Transactions on Multimedia*, p. 10(1):52–62, 2008.
- [99] J. H. Schiller και A. Voisard, *Location-based services*, Morgan Kaufmann, 2004.
- [100] G. Adomavicius, R. Sankaranarayanan, S. Sen και A. Tuzhilin, «Incorporating contextual information in recommender systems using a multidimensional approach,» *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, p. 23(1): 103–145, 2005.

- [101] J. L. Herlocker και J. A. Konstan, «Content-independent task-focused recommendation,» *IEEE Internet Computing*, pp. 40-47, 2001.
- [102] C. N. Ziegler, S. M. McNee, J. A. Konstan και G. Lausen, «Improving recommendation lists through topic diversification,» σε *Proceedings of the 14th international conference on World*, Chiba, Japan, 2005.
- [103] G. D. Abowd, C. G. Atkeson, J. Hong, S. Long, R. Kooper και M. Pinkerton, «Cyberguide: A mobile context-aware tour guide,» *Wireless Networks*, p. 3(5): 421-433, 1997.
- [104] F. Cena, L. Console, C. Gena, A. Goy, G. Levi, S. Modeo και I. Torre, «Integrating heterogeneous adaptation techniques to build a flexible and usable mobile tourist guide,» *AI Communications*, p. 19(4): 369-384, 2006.
- [105] M. Van Setten, S. Pokraev και J. Koolwaaij, «Context-aware recommendations in the mobile,» σε *Adaptive Hypermedia*, Springer Verlag, 2004, p. 235-244.
- [106] K. Cheverst, N. Davies, K. Mitchell, A. Friday και C. Efstratiou, «Developing a contextaware electronic tourist guide: some issues and experiences,» *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 17-24, 2000.
- [107] L. Ardissono, A. Goy, G. Petrone, M. Segnan και P. Torasso, «Intrigue: personalized recommendation of tourist attractions for desktop and hand held devices,» *Applied Artificial Intelligence*, p. 17(8): 687-714, 2003.
- [108] B. De Carolis, I. Mazzotta, N. Novielli, and V. Si και V. Silvestri, «Using common sense in providing personalized recommendations in the tourism domain,» σε *Workshop on Context-Aware Recommender Systems (CARS 2009)*, New York, 2009.
- [109] K. Oku, S. Nakajima, J. Miyazaki και S. Uemura, «Context-aware SVM for context-dependent,» *Proceedings of the 7th International Conference on Mobile*, p. 109, 2006.
- [110] C. Palmisano, A. Tuzhilin και M. Gorgoglione, «Using context to improve predictive modeling of customers in personalization applications,» *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, p. 20(11): 1535-1549, 2008.
- [111] Z. Yu, X. Zhou, D. Zhang, C. Y. Chin, X. Wang και J. Men, «Supporting context-aware media recommendations for smart phones,» *IEEE Pervasive Computing*, p. 5(3): 68-75, 2006.
- [112] G. Adomavicius και A. Tuzhilin, «Context-Aware Recommender Systems,» σε *RecSys*, Barcelona, 2010.

- [113] J. Anable, «'Complacent Car Addicts' or 'Aspiring Environmentalists'? Identifying travel behavior segments using attitude theory. *Transport Policy*, 12,» p. 65–78, 2005.
- [114] R. Carthy, «on{X}: The Coolest Thing to Happen to Android,» Ιούνιος 2012. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://techcrunch.com/2012/06/05/onx/>.
- [115] D. Dougherty, «LAMP: The Open Source Web Platform,» Ιανουάριος 2001. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.onlamp.com/pub/a/onlamp/2001/01/25/lamp.html>.
- [116] Oracle, «MySQL 5.7 Manual,» Oracle, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/what-is-mysql.html>.
- [117] T. Berners-Lee, R. Fielding και H. Frystyk, «Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.0,» Μάιος 1996.
- [118] M. Elkstein, «What is REST?,» Φεβρουάριος 2008. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://rest.elkstein.org/2008/02/what-is-rest.html>.
- [119] A. Woodside και S. Lysonski, «A general model of traveler destination choice,» *Journal of Travel Research*, τόμ. 27, pp. 8-14, 1989.
- [120] S. Um και J. Crompton, «Attitude determinants in tourism destination choice,» *Annals of Tourism Research*, τόμ. 18, pp. 374-378, 1990.
- [121] J. Herlocker, J. Konstan, A. Borchers και J. Riedl, «An algorithmic framework for performing collaborative filtering,» σε *Proceedings of the 22nd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, August 15-19, 1999, Berkeley, CA, USA, 1999*.

¹ <http://www.tpg.ch/>

² <https://maps.google.com/>

³ <http://www.microsoft.com/mappoint>

⁴ <http://www.project-peacock.eu>