



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Συμμετοχική Πλατφόρμα Συγκέντρωσης και Διάδοσης της
Πληροφορίας στις Αστικές Συγκοινωνίες

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΝΗ ΑΘ. ΜΑΡΚΟΥ

Επιβλέπων : Γρηγόριος Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Συμμετοχική Πλατφόρμα Συγκέντρωσης και Διάδοσης της
Πληροφορίας στις Αστικές Συγκοινωνίες

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΝΗ ΑΘ. ΜΑΡΚΟΥ

Επιβλέπων : Γρηγόριος Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 16^η Μαρτίου 2016.

.....
Γρηγόριος Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2016

.....
ΕΛΕΝΗ ΑΘ.ΜΑΡΚΟΥ

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

Copyright © Μάρκου Ελένη, 2016.

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.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2015-2016 στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη και τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν καθοριστικά στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Στον επιβλέποντα καθηγητή δρα Γρ. Μέντζα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αρχικά, προσφέροντάς μου την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα αλλά και για τις πολύτιμες συμβουλές του στη συνέχεια, καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Στον επιβλέποντα δρα Ευθύμιο Μπόθο για το συνεχές ενδιαφέρον, τις υποδείξεις του, την καθοριστική του καθοδήγηση καθώς και για την υποδειγματική συνεργασία που είχαμε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας.

Στην οικογένειά μου και κυρίως τους γονείς μου, Κλέλια και Θανάση, και τον παππού μου που δεν είναι πλέον κοντά μου, Βασίλη, για όλη την υποστήριξη που μου παρείχαν τόσα χρόνια καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσαν να φοιτήσω σε αυτή τη σχολή. Ελπίζω να την αξιοποίησα με το σωστό τρόπο.

Στους φίλους μου για όλη τη συμπαράσταση και την ενθάρρυνση τόσα χρόνια και για τις ατελείωτες φορές που με βοήθησαν και μου έδωσαν ιδέες όταν τις χρειαζόμουν. Χωρίς αυτούς τίποτα δεν θα ήταν ίδιο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω και όλους όσοι χρησιμοποίησαν το «Mobisense» στο στάδιο των δοκιμών. Χωρίς τη δική τους συμμετοχή η παρούσα εργασία δεν θα είχε ολοκληρωθεί.

Περίληψη

Σύμφωνα με τις προβλέψεις των Ηνωμένων Εθνών, έως το 2050 το 86% του πληθυσμού των αναπτυσσόμενων χωρών θα κατοικεί σε πόλεις. Από το 2016 έως το 2030 η παγκόσμια αύξηση του πληθυσμού θα απορροφηθεί από τα αστικά κέντρα, γεγονός που σημαίνει πάνω από 1,1 δισεκατομμύριο αστούς στα επόμενα 14 χρόνια. Χωρίς αμφιβολία αυτή η μαζική αστικοποίηση δυσχεραίνει αξιοσημείωτα τη μετακίνηση των πολιτών στις πόλεις και αυξάνει τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο τομέας αστικών συγκοινωνιών.

Ταυτόχρονα, η ανάπτυξη και η διάδοση των smartphones μαζί με την εύκολη πλέον πρόσβαση στο διαδίκτυο από κινητές συσκευές επιτρέπει στους ανθρώπους να μοιράζονται δεδομένα πραγματικού χρόνου. Αυτό το γεγονός έχει συμβάλει στην επιτυχία πολλών κοινωνικών δικτύων και location-based υπηρεσιών για κινητές συσκευές.

Η αλλαγή του τρόπου πρόσβασης σε δεδομένα και διαμοιρασμού αυτών μπορεί να μελετηθεί ως πιθανό εργαλείο για τη βελτίωση των υπηρεσιών των αστικών συγκοινωνιών και της εμπειρίας που αποκομίζουν οι επιβάτες. Έτσι, είναι δυνατόν να επιτευχθεί αύξηση του επιβατικού κοινού των συγκοινωνιών βοηθώντας στην εξάλειψη των προβλημάτων μετακίνησης μέσα στις πόλεις.

Ο στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας πλήρως λειτουργικής, βασισμένης στα κοινωνικά δίκτυα, εφαρμογής πληθοπορισμού που θα επιτρέπει στους επιβάτες να μοιράζονται μεταξύ τους με οργανωμένο και δομημένο τρόπο πληροφορίες. Αυτές οι πληροφορίες θα φανεί χρήσιμη αφενός στο επιβατικό κοινό που θα παραμένει ενημερωμένο και αφετέρου στους φορείς που διαχειρίζονται τις αστικές συγκοινωνίες προκειμένου να συλλέξουν την απαιτούμενη ανατροφοδότηση για τη βελτίωση των υπηρεσιών τους. Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης της εφαρμογής, διεξήχθη έλεγχος και αξιολόγηση που βασίστηκε στις αξιολογήσεις από ένα σύνολο πιθανών χρηστών της εφαρμογής.

Αυτή η εργασία μπορεί να θεωρηθεί ως το πρώτο βήμα για την ένταξη των ιδεών και των προτάσεων που αυτή πραγματεύεται σε έργα μεγαλύτερης κλίμακας που αφορούν το χώρο των αστικών συγκοινωνιών.

Λέξεις-κλειδιά: πληθοπορισμός, αστικές συγκοινωνίες, έξυπνα τηλέφωνα, εφαρμογή

Abstract

The United Nations has predicted that by 2050 the vast majority of the developed world will be urbanized. Notably, the United Nations has also recently projected that nearly all global population growth from 2016 to 2030 will be absorbed by cities, over 1.1 billion urbanities over the next 14 years. Undoubtedly, this is contributing to the chaos that our ability to move inside the cities is becoming, and thus, to problems related to mobility.

At the same time, the advent of smartphones and the massification of the Internet connections allowed easy access and sharing of real-time data between users. This fact has contributed to the success of several social networks and location-based services developed for mobile devices.

The change of paradigm to accessing and sharing information may be explored in order to improve the public transportation services and the users' perceived experience. This might be an important step to increase the number of public transport travelers and therefore, help obliteration of the mobility problems.

The scope of this thesis is the development of a fully functional, social network based application, built on the idea of crowdsourcing allowing public transport passengers to share organized and structured information on public transportation. Such shared information could lead to a better informed decision making by the users about their own journeys, and enable public transport operators to gather information about their service quality and, therefore, improve it. After the application development, usability tests were conducted among a group of potential users, which led to useful feedback about the work carried-out and the potential range of an application with these characteristics.

This work can be seen as a starting point to the integrations of the addressed concepts in larger scale projects related to mobility.

Keywords: crowdsourcing, public transportation, smartphones, application.

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Το πρόβλημα.....	1
1.2	Στόχος της διπλωματικής.....	1
1.3	Συνεισφορά.....	3
1.4	Οργάνωση κειμένου.....	3
2	Συστήματα πληθοπορισμού	5
2.1	Πληθοπορισμός	5
2.1.1	Ορισμός	5
2.1.2	Εφαρμογή σε συστήματα και σύγχρονες προκλήσεις.....	6
2.2	Κατηγοριοποίηση	10
2.2.1	Με βάση το είδος της συμμετοχής.....	12
2.2.2	Με βάση το χρόνο και τον τόπο συμμετοχής	14
2.2.3	Με βάση το επίπεδο γνώσης.....	15
2.3	Πληθοπορισμός στις αστικές συγκοινωνίες	16
2.3.1	Το πρόβλημα.....	17
2.3.2	Σύγχρονα συστήματα.....	18
2.4	Σχετικές εργασίες.....	20
3	Λειτουργική Αρχιτεκτονική και Τεχνική Υλοποίηση	28
3.1	Τοποθέτηση.....	28
3.1.1	Κατηγοριοποίηση εφαρμογής.....	28
3.1.2	Προφίλ χρηστών.....	29
3.1.3	Προφίλ αρχής που θέτει το πρόβλημα.....	29
3.2	Λειτουργική αρχιτεκτονική.....	30
3.3	Τεχνική Υλοποίηση	34

3.3.1	Γενικά.....	34
3.3.2	Χρησιμοποιούμενα Frameworks	36
3.3.3	Βάση δεδομένων	38
3.3.4	GTFS Δεδομένα.....	43
3.3.5	Δομή αρχείων.....	45
3.3.6	Ανάλυση αρχείων	47
3.3.7	Σενάριο Χρήσης	54
4	Έλεγχος- Αξιολόγηση συστήματος	59
4.1	Μεθοδολογία αξιολόγησης	59
4.2	Ερωτηματολόγιο και διαδικασία ανάλυσης	60
4.3	Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	64
5	Επίλογος.....	72
5.1	Σύνοψη και συμπεράσματα	72
5.2	Μελλοντικές επεκτάσεις.....	72
6	Βιβλιογραφία	75

1 Εισαγωγή

1.1 Το πρόβλημα

Καθημερινά φαίνεται να λιγοστεύει ολοένα και περισσότερο ο χρόνος που ο σύγχρονος άνθρωπος έχει στη διάθεσή του για να διεκπεραιώσει τις υποχρεώσεις τους. Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει ο πολύ μεγάλος χρόνος που ξοδεύεται καθημερινά σε μετακινήσεις μέσα στις πόλεις λόγω των κυκλοφοριακών προβλημάτων που προκαλούνται από την απροθυμία πολλών να χρησιμοποιήσουν μέσα μαζικής μεταφοράς και αντί για αυτά προτιμούν το δικό τους αυτοκίνητο. Ο λόγος αυτής της απροθυμίας προέρχεται κυρίως από την έλλειψη πληροφόρησης σχετικά με τις συγκοινωνίες, τις καθυστερήσεις και τις ακυρώσεις στα δρομολόγια χωρίς προειδοποίηση [1].

Οι συνεχείς ενημερώσεις πραγματικού χρόνου είναι σίγουρα ένας παράγοντας που θα μπορούσε να ωθήσει του πολίτες να χρησιμοποιήσουν τις αστικές συγκοινωνίες, μειώνοντας έτσι τον αριθμό των ΙΧ αυτοκινήτων στους δρόμους. Για το σκοπό αυτό, τα κοινωνικά δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να φέρουν πιο κοντά τους φορείς που διαχειρίζονται τις αστικές συγκοινωνίες με τους επιβάτες προκειμένου να ανταλλάσσουν μεταξύ τους πληροφορίες πραγματικού χρόνου.

1.2 Στόχος της διπλωματικής

Αυτή η εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη μιας συμμετοχικής πλατφόρμας που εξυπηρετεί την ανάγκη για συγκέντρωση και διάδοση των πληροφοριών που αφορούν τις αστικές συγκοινωνίες της Αθήνας σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα απευθύνεται σε καθημερινούς επιβάτες.

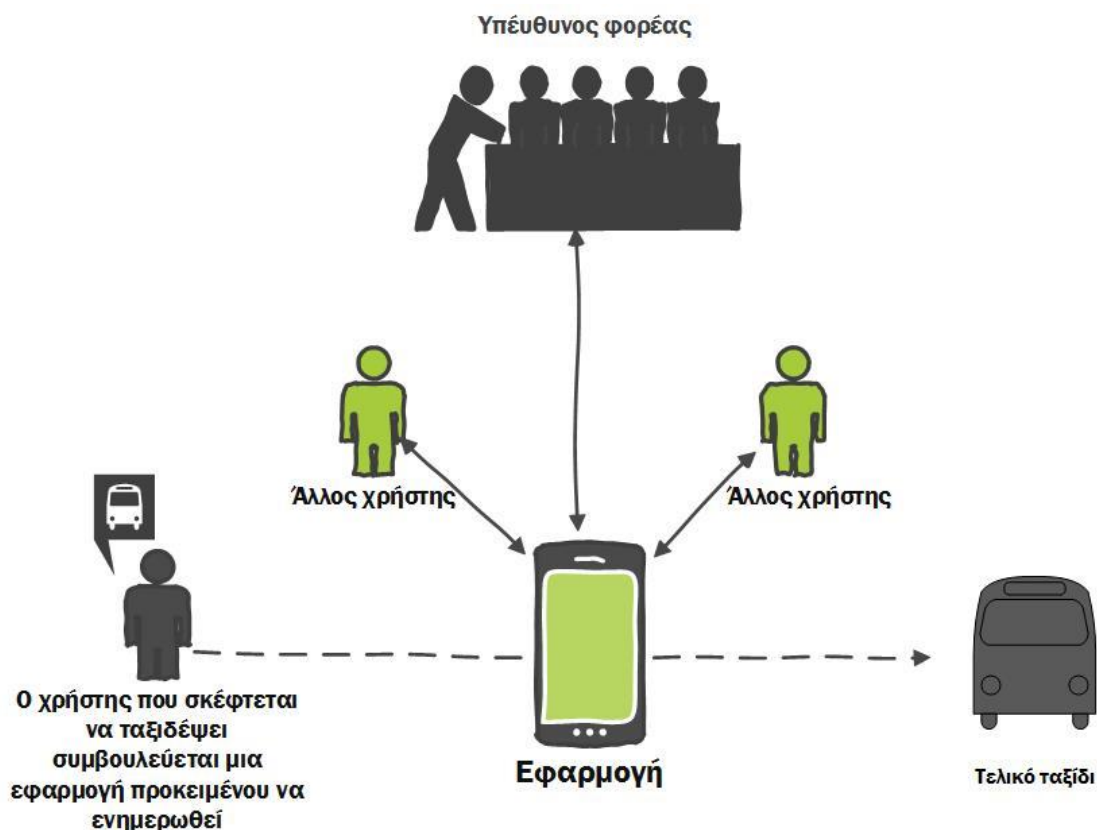
Πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί [2] σχετικά με το είδος των πληροφοριών στις οποίες οι επιβάτες θέλουν να έχουν εύκολη πρόσβαση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού ή στη φάση της προετοιμασίας του.

Μέσω της εφαρμογής έχουν τη δυνατότητα να υποβάλουν κάποια αναφορά στο φορέα που διαχειρίζεται το σύστημα μεταφορών, να αξιολογήσουν τις

παρεχόμενες υπηρεσίες αλλά και να λάβουν ενημερώσεις σχετικά με τα τρέχοντα συμβάντα είτε από άλλους χρήστες είτε από τις επίσημες ανακοινώσεις του φορέα στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Σε αυτή την υλοποίηση η κυριότερη δυσκολία είναι η δόμηση και η παρουσία των πληροφοριών με τρόπο τέτοιο ώστε αυτές να φτάνουν επιτυχώς σε αυτόν στον οποίο απευθύνονται.

Από τη μεριά του ο φορέας μπορεί να λάβει συγκεντρωμένη όλη την προαναφερθείσα πληροφορία και να την αξιοποιήσει προκειμένου να πετύχει όλους τους στόχους που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Με άλλα λόγια, η εφαρμογή αυτή φιλοδοξεί να διαδραματίσει το ρόλο του καναλιού επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών και των φορέων προς όφελος και των δύο.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται όλη η διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως:



Εικόνα 1 Χρήση της εφαρμογής στον προγραμματισμό του ταξιδιού.

Μιας και πηγή όλων αυτών των πληροφοριών είναι ένα μεγάλο πλήθος επιβατών, απαραίτητη για την επιτυχία μιας τέτοιας πλατφόρμας είναι η αποδοχή της από αυτό το πλήθος και η δημιουργία της αναγκαιότητας χρησιμοποίησής της από αυτούς.

1.3 Συνεισφορά

Η συνεισφορά αυτής της διπλωματικής συνοψίζεται στα εξής:

1. Μελέτη των προβλημάτων και των αναγκών των σύγχρονων αστικών συγκοινωνιών.
2. Μελέτη των συστημάτων πληθοπορισμού και της εφαρμογής τους στις αστικές συγκοινωνίες.
3. Σχεδιασμός και τεχνική υλοποίηση συμμετοχικής πλατφόρμας με εφαρμογή στις αστικές συγκοινωνίες.
4. Αξιολόγηση του συστήματος που αναπτύχθηκε.
5. Εξαγωγή συμπερασμάτων για περαιτέρω εργασία στο μέλλον.

1.4 Οργάνωση κειμένου

Στο 2^ο κεφάλαιο αρχικά αναλύεται το μοντέλο του πληθοπορισμού (crowdsourcing) ως μέθοδος κατανεμημένης επίλυσης προβλημάτων, η εφαρμογή αυτού σε παλαιότερα και σύγχρονα συστήματα και η κατηγοριοποίηση κατά Doan.

Στη συνέχεια η ανάλυση επικεντρώνεται στα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο τομέας των αστικών συγκοινωνιών και πώς συστήματα βασισμένα στον πληθοπορισμό θα μπορούσαν να συντελέσουν στην αντιμετώπισή τους. Τέλος, γίνεται σύντομη αναφορά σε εφαρμογές και συναφείς εργασίες που έχουν ήδη υλοποιηθεί πάνω σε αυτή την ιδέα καθώς και παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά της καθεμιάς από αυτές.

Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση του «Mobisense», της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Η ανάλυση ξεκινά με καθορισμό των βασικών χαρακτηριστικών της εφαρμογής και την κατηγοριοποίησή της σύμφωνα με τον Doan, όπως αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2. Ακολουθεί σύντομη παρουσίαση του προφίλ των

χρηστών στους οποίους απευθύνεται και της αρχής η οποία θα τη διαχειρίζεται, ενώ στη συνέχεια γίνεται εκτενής ανάλυση της λειτουργικής αρχιτεκτονικής και των δυνατοτήτων που προσφέρει τόσο στο χρήστη όσο και στο φορέα. Στη συνέχεια παρατίθενται όλα τα στοιχεία της τεχνικής υλοποίησης της εφαρμογής, όπως λεπτομέρειες σχετικά με χρησιμοποιούμενες πλατφόρμες και λογισμικά, η βάση δεδομένων κα. Τέλος, το κεφάλαιο κλείνει με την παρουσίαση των αρχείων της εφαρμογής και της λειτουργίας καθενός από αυτά μαζί με ένα σενάριο χρήσης.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, στο 4^ο , παρουσιάζεται όλη η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αξιολόγηση της εφαρμογής. Παρατίθενται λεπτομέρειες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των χρηστών που την χρησιμοποίησαν, οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου καθώς και ο ακριβής τρόπος επεξεργασίας των απαντήσεων. Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παραπάνω αξιολόγησης με μορφή διαγραμμάτων και ποσοσטיαίων αναλύσεων.

2 Συστήματα πληθοπορισμού

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται να δοθεί μια γενική εικόνα των θεμάτων που διαπραγματεύεται η παρούσα διπλωματική καθώς και του αντίστοιχου θεωρητικού υποβάθρου.

Η ανάλυση ξεκινά με την περιγραφή του μοντέλου του πληθοπορισμού (crowdsourcing) και του τρόπου εφαρμογής του σε σύγχρονα συστήματα.

Στη συνέχεια η ανάλυση επικεντρώνεται στην αναγκαιότητα ύπαρξης τέτοιων συστημάτων σε τομείς όπως οι αστικές συγκοινωνίες και τέλος παρουσιάζονται παραδείγματα εφαρμογών και εργασιών που έχουν ήδη υλοποιηθεί σε αυτό το χώρο.

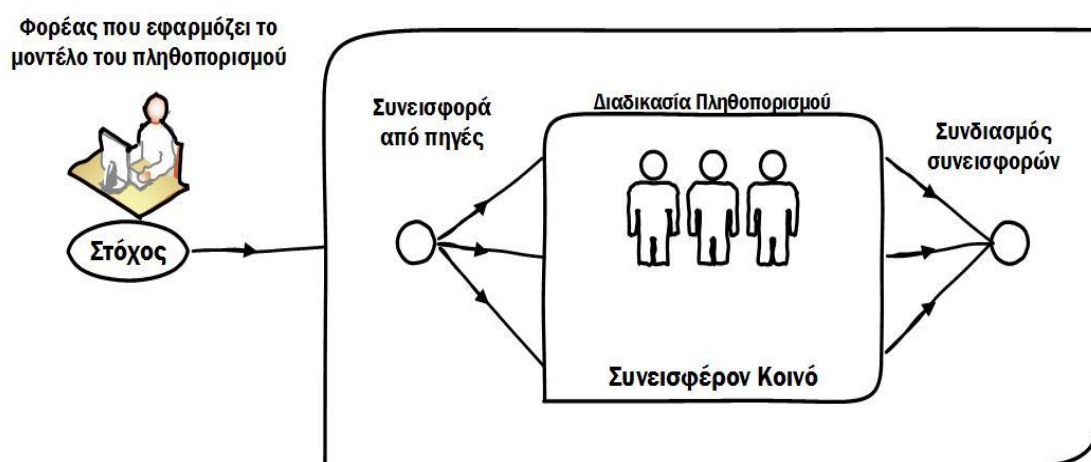
2.1 Πληθοπορισμός

2.1.1 Ορισμός

Ο πληθοπορισμός (crowdsourcing) είναι ένα μοντέλο καταναμεμμένης επίλυσης προβλημάτων. Σύμφωνα με αυτό, ένας φορέας ή μια επιχείρηση χρησιμοποιεί ένα μεγάλο δίκτυο συνεργατών -συχνά όχι ειδικών στο θέμα- προκειμένου να λύσει ένα πρόβλημα το οποίο θα ήταν ασύμφορο από πλευράς κόστους ή/και χρόνου να το αναθέσει σε ένα ειδικό.

Με την τυπική έννοια του όρου, τα προβλήματα δημοσιεύονται σε ένα άγνωστο πλήθος χρηστών μέσω μιας ανοικτής πρόσκλησης για την παροχή λύσεων. Οι χρήστες - οι οποίοι αναφέρονται και ως «πλήθος» - σχηματίζουν κοινότητες στο διαδίκτυο και υποβάλλουν λύσεις. Από αυτές τις λύσεις, επιλέγονται οι καλύτερες από την αρχική οντότητα που έθεσε το πρόβλημα, ενώ τα φυσικά πρόσωπα που τις πρότειναν ανταμείβονται. Η ανταμοιβή, σε κάποιες περιπτώσεις, έγκειται είτε σε χρηματικό ποσό είτε σε βραβείο είτε σε αναγνώριση, ενώ σε άλλες απλώς στη διανοητική ικανοποίηση. Ο πληθοπορισμός μπορεί να παραγάγει λύσεις προερχόμενες από ερασιτέχνες ή εθελοντές που δουλεύουν στον ελεύθερο χρόνο τους ή από ειδικούς και μικρές επιχειρήσεις που είναι άγνωστες στο διοργανωτή. [3]

Η παραπάνω διαδικασία περιγράφεται συνοπτικά ως εξής:



Εικόνα 2 Αναζήτηση λύσης σε πρόβλημα με βάση το μοντέλο του πληθοπορισμού [4]

2.1.2 Εφαρμογή σε συστήματα και σύγχρονες προκλήσεις

Παραδείγματα εφαρμογής πληθοπορισμού έχουν καταγραφεί ήδη από το 1714 ('The longtitude prize'). Η μεγάλη όμως αύξηση των εφαρμογών των βασισμένων στην ιδέα του πληθοπορισμού ήρθε ως αποτέλεσμα της εξέλιξης της τεχνολογίας και της εκτενούς χρήσης του διαδικτύου, το οποίο αποτέλεσε μια ιδιαίτερη καλή επιλογή καθώς τα μέλη του πλήθους φάνηκε να είναι πιο δεκτικά συμμετοχής από τη στιγμή που δεν απαιτούνταν πλέον η φυσική τους παρουσία και μπορούσε να γίνει ανώνυμα.

Σύμφωνα με τον Saxton [5], τα σύγχρονα συστήματα που βασίζονται στον πληθοπορισμό προσδιορίζονται από τρεις βασικές παραμέτρους:

- Τη διαδικασία εξωτερικής ανάθεσης της επίλυσης ενός προβλήματος από πλευράς ενός εργοδότη, φορέα κλπ.
- Το πλήθος που εμπλέκεται στην επίλυση του προβλήματος.
- Μια συμμετοχική πλατφόρμα για τη συγκέντρωση της πληροφορίας από το πλήθος.

Εκτός όμως από την ικανοποίηση των τριών βασικών απαιτήσεων, που προαναφέρθηκαν, προκειμένου ένα σύστημα βασισμένο στο μοντέλο του

πληθοπορισμού να πετύχει είναι αναγκαίο ο σχεδιαστής του να απαντήσει σε τέσσερα βασικά ερωτήματα [6]:

1. Πώς θα συγκεντρώσει και θα διατηρήσει τους χρήστες του
2. Με ποιο τρόπο θα συνεισφέρουν οι χρήστες
3. Πώς θα συνδυάζονται οι συνεισφορές των χρηστών
4. Πώς θα αξιολογούνται οι χρήστες και η συνεισφορά τους

2.1.2.1 Πώς ο διαχειριστής θα συγκεντρώσει και θα διατηρήσει τους χρήστες

Το ζήτημα αυτό είναι ένα από τα πιο καίρια στην επιτυχία ενός συστήματος πληθοπορισμού.

Αρχική συγκέντρωση

- Αν ο διαχειριστής του συστήματος έχει την εξουσία, θα αναγκάσει ένα πλήθος ανθρώπων να χρησιμοποιήσουν την πλατφόρμα (αν πχ είναι διευθυντής μιας εταιρείας, θα επιβάλει σε όσους δουλεύουν πάνω στην ανάπτυξη κάποιου λογισμικού να την χρησιμοποιήσουν προκειμένου να συνεργαστούν) [7]
- Πληρωμή. Παράδειγμα είναι το Mechanical Turk. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα πληρωμής των χρηστών που βοηθούν στην ολοκλήρωση μιας εργασίας. [7]
- Κάλεσμα για εθελοντές. Πρόκειται για την πιο φτηνή και διαδεδομένη λύση σε συστήματα πληθοπορισμού. Το μειονέκτημα είναι ότι είναι δύσκολο να προβλεφθεί ο αριθμός των χρηστών που θα ανταποκριθούν. [7]
- Προκειμένου οι χρήστες να χρησιμοποιήσουν ένα σύστημα Α πρέπει να χρησιμοποιήσουν και ένα σύστημα πληθοπορισμού Β. Για παράδειγμα, ένα blog (σύστημα Α) αναγκάζει το χρήστη που επιθυμεί να δημοσιεύσει ένα σχόλιο να πληκτρολογήσει ένα captcha(σύστημα Β) για να επιβεβαιώσει ότι είναι άνθρωπος. Έτσι ο χρήστης πληκτρολογεί μια λέξη που ένα OCR πρόγραμμα δεν μπορούσε να αναγνωρίσει [8].

- Εξαγωγή δεδομένων από τους χρήστες. Πχ από τις αναζητήσεις τους, πόσα κλικ έκαναν κλπ. προκειμένου να βγουν συμπεράσματα για συστήματα ορθογραφικού ελέγχου πάνω σε μηχανές αναζήτησης, πιθανές επιδημίες κλπ. [7]

Διατήρηση

Στη συνέχεια, από τη στιγμή που ένας χρήστης έχει αρχίσει και χρησιμοποιεί το σύστημα σημαντικό ρόλο παίζει ο τρόπος με τον οποίο θα ενθαρρυνθεί να συνεχίσει να το χρησιμοποιεί. Συνοπτικά αυτό μπορεί να γίνει είτε με χειροπιαστό παράδειγμα της προσφοράς της συνεισφοράς του [9] είτε με κάποια «ανταμοιβή» όπως για παράδειγμα κάποια προνόμια στην εφαρμογή [10] . Επιπλέον βοηθητική είναι η δημοσίευση πινάκων κατάταξης ή η απόδοση πόντων φήμης, ανάλογα με τη συνεισφορά. [11]

2.1.2.2 Με ποιο τρόπο θα συνεισφέρουν οι χρήστες

Σε πολλά συστήματα οι τρόποι με τους οποίους συνεισφέρουν οι χρήστες είναι αρκετά περιορισμένοι και περιλαμβάνουν απλές ενέργειες όπως σχόλια/αξιολογήσεις, βαθμολογίες, προσθήκη στοιχείων σε μια σελίδα, σύνδεση με άλλους χρήστες. Σε πιο σύνθετα συστήματα οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να συνεισφέρουν με περισσότερους και πιο σύνθετους τρόπους. Για παράδειγμα, κατά την ανάπτυξη της Wikipedia μπορούν να προσθέσουν ένα URL που λείπει και να αναφέρουν λανθασμένα δεδομένα [12] [13] αλλά μπορούν ταυτόχρονα να επιλύσουν ζητήματα μεταξύ κειμένων που έρχονται σε αντίθεση ή να ενώσουν πολλά κείμενα που αφορούν το ίδιο θέμα σε ένα ενιαίο. [14]

Σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του τρόπου συνεισφοράς των χρηστών διαδραματίζει ο τρόπος με τον οποίο ένα σύστημα χωρίζει τους χρήστες του σε ομάδες όπως «επισκέπτες», «συχνοί χρήστες», «συγγραφείς» κλπ. Προσοχή πρέπει να δίνεται στο σχεδιασμό κατάλληλων τρόπων συνεισφοράς για καθεμιά ομάδα. Χρήστες χαμηλά στην ιεραρχία όπως οι «επισκέπτες», συχνά είναι διατεθειμένοι να συμβάλλουν μόνο με απλούς τρόπους που δεν θα τους σπαταλήσουν χρόνο, ενώ αν οι απαιτήσεις του συστήματος είναι πολύ περισσότερες θα αποθαρρυνθούν από το να συμμετέχουν. Αντίθετα, χρήστες

ψηλά στην ιεραρχία, είναι πιθανό να θελήσουν να συνεισφέρουν μόνο σε πιο δύσκολες εργασίες που θα απαιτήσουν περισσότερο χρόνο.

Ακόμα ένα σημαντικό ζήτημα, είναι η εκ των προτέρων αξιολόγηση του αντικτύπου που θα έχει η συνεισφορά ενός χρήστη σε ένα συγκεκριμένο θέμα. Για παράδειγμα, η επεξεργασία μιας μόνο σελίδας στο Wikipedia θα επηρεάσει αυτή μόνο τη σελίδα, ενώ η ανανέωση της πολιτικής δημοσίευσης όλης της Wikipedia θα επηρεάσει σχεδόν όλες τις σελίδες. Έτσι, αν και συχνά είναι δύσκολο, καθίσταται πολύ σημαντική η ποσοτικοποίηση του αντικτύπου μιας ενέργειας λόγω του περιορισμένου αριθμού χρηστών στις υψηλά ιεραρχικές ομάδες. Προκειμένου να αυξηθεί στο μέγιστο το όφελος από τη συνεισφορά τους σε μια τέτοια εργασία μπορεί να τους ζητηθεί να δώσουν προτεραιότητα σε αυτή.

2.1.2.3 Πώς θα συνδυάζονται οι συνεισφορές των χρηστών

Ανάλογα με το σύστημα οι συνεισφορές των χρηστών είτε συνδυάζονται και παράγουν ένα ενιαίο αποτέλεσμα είτε συσχετίζονται με πιο χαλαρό τρόπο είτε δεν συσχετίζονται καθόλου. Σε κάθε περίπτωση σημασία έχει να καθοριστεί τι θα συμβαίνει όταν οι χρήστες εκφράζουν απόψεις διαφορετικές μεταξύ τους. Πολλές αυτοματοποιημένες ή μη λύσεις έχουν προταθεί κατά καιρούς. Οι αυτοματοποιημένες λύσεις που επιλέγονται συνήθως, αξιολογούν κάθε χρήστη με κριτήριο κάποιες μετρικές, όπως πχ πόσο συχνός χρήστης είναι, πόσο συχνά οι ιδέες του επιλέγονται από άλλους χρήστες κλπ., όπως γίνεται στο Stack Exchange. Οι μη αυτοματοποιημένες λύσεις ουσιαστικά αφήνουν τους χρήστες να διαφωνήσουν έως ότου εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα. Τέτοιες μεθόδους χρησιμοποιούν η Wikipedia και τα Linux. Αν και οι αυτοματοποιημένες λύσεις είναι γενικά πιο αποτελεσματικές, αποδίδουν μόνο σε περιπτώσεις σχετικά απλών διαφωνιών ή σύνθετων που όμως μπορούν να αξιολογηθούν με κάποιο αλγοριθμικό τρόπο.

2.1.2.4 Πώς θα αξιολογούνται οι χρήστες και η συνεισφορά τους

Σημαντικό ζήτημα αποτελεί ο τρόπος με τον οποίο ένα σύστημα πληθοπορισμού διαχειρίζεται τους κακόβουλους χρήστες. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συνδυασμοί τεχνικών που τους αποτρέπουν, τους εντοπίζουν και τους μπλοκάρουν.

Για την αποτροπή χρησιμοποιούνται συχνά απειλές «τιμωρίας». Μια συχνή τιμωρία είναι ο προσωρινός ή μόνιμος αποκλεισμός.

Για τον εντοπισμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτοματοποιημένες ή μη λύσεις. Μια μη αυτοματοποιημένη λύση είναι η παρακολούθηση του συστήματος και των ενεργειών κάθε χρήστη από κάποιον διαχειριστή. Αυτόματες μέθοδοι χρησιμοποιούν συγκεκριμένους ελέγχους για τον εντοπισμό κακόβουλων χρηστών όπως για παράδειγμα ερωτήσεις που υποβάλλει στους χρήστες το σύστημα και των οποίων την απάντηση εκ των προτέρων γνωρίζει, και με βάση αυτό αξιολογεί την αξιοπιστία ενός χρήστη.

Τέλος, για αποκλεισμό τον μη αξιόπιστων χρηστών το σύστημα μπορεί να περιορίσει τις ενέργειες που τους επιτρέπεται να κάνουν. Για παράδειγμα, πολλά επιστημονικά συστήματα πληθοπορισμού επιτρέπουν σε όλους τους χρήστες να υποβάλλουν σχόλια, άρθρα κλπ αλλά δεν έχουν τη δυνατότητα να συνενώσουν αυτά τα δεδομένα και να τα αποθηκεύσουν στην κεντρική βάση δεδομένων.

2.2 Κατηγοριοποίηση

Παρά το γεγονός ότι όλα τα συστήματα πληθοπορισμού εμφανίζουν πολλές ομοιότητες μεταξύ τους, αφού προσδιορίζονται από τις ίδιες τρεις βασικές παραμέτρους που περιγράφηκαν προηγουμένως, η ποικιλία τους μπορεί να οδηγήσει σε επιμέρους κατηγοριοποίηση. Έχουν προταθεί πολλές κατηγοριοποιήσεις οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους στον τομέα εφαρμογής του μοντέλου του πληθοπορισμού [4].

Ενδεικτικά παρουσιάζουμε μερικές:

Πίνακας 1 Προτεινόμενες κατηγοριοποιήσεις συστημάτων πληθοπορισμού

Reference	Field	Motivation or Purpose
Doan et al. (2011)	IS, Computer Science	Global picture of crowdsourcing systems on the Web.

Corney et al. (2009)	IS, Outsourcing	Foundation for identifying methodologies or analysis methods.
Schenk and Guittard (2011)	Management	Understanding crowdsourcing from a management science perspective.
Rouse (2010)	IS, Outsourcing	Clarifying the notion of Crowdsourcing.
Zwass (2010)	IS, Co-creation	Taxonomic framework as prerequisite for theory building in co-creation research.
Malone et al. (2010)	Collective Intelligence	Identifying the building blocks of collective intelligence approaches.
Piller et al. (2010)	Open motivation	Analyzing strategies for customer participation in open innovation.
Quinn and Bederson (2011)	Human Computation	A common understanding of human computation systems.

Από την οπτική γωνία της επιστήμης των υπολογιστών η καταλληλότερη κατηγοριοποίηση είναι αυτή του Doan. Σύμφωνα με αυτή, τα συστήματα πληθοπορισμού μπορούν να διακριθούν με βάση:

- το είδος της συμμετοχής
- το χρόνο και τον τόπο συμμετοχής
- το επίπεδο γνώσης των συμμετεχόντων.

2.2.1 Με βάση το είδος της συμμετοχής

Σύμφωνα με το πρώτο κριτήριο τα συστήματα διαφοροποιούνται αναλόγως αν οι χρήστες προσφέρουν την πληροφορία:

- Άμεσα ή
- Έμμεσα

Στην πρώτη περίπτωση οι χρήστες συμμετέχουν και συνεργάζονται με στόχο την επίλυση ενός ξεκάθαρα και εκ των προτέρων διατυπωμένου προβλήματος. Συγκεκριμένα οι χρήστες μπορούν να αξιολογούν, να μοιράζονται, να διασυνδέονται, να κατασκευάζουν κάτι και να ολοκληρώνουν εργασίες.

Πίνακας 2 Τρόποι συμμετοχής χρηστών

Αξιολόγηση (Evaluating)	Σε αυτά τα συστήματα οι χρήστες αξιολογούν «αντικείμενα», όπως βιβλία, ταινίες, ηλεκτρονικές σελίδες, άλλους χρήστες χρησιμοποιώντας σχόλια κειμένου, βαθμολογικές κλίμακες ή ετικέτες [15]
Διαμοιρασμός (Sharing)	Τέτοια συστήματα επιτρέπουν στους χρήστες να μοιράζονται προϊόντα, υπηρεσίες, γνώσεις/απόψεις πάνω σε διάφορα θέματα και δομημένη γνώση. Παραδείγματα για την περίπτωση προϊόντων και υπηρεσιών αποτελούν το Napster, το YouTube, CPAN και το www.programmableweb.com . Στην κατηγορία των συστημάτων διαμοιρασμού γνώσεων/απόψεων ανήκουν how-to αποθετήρια (όπως το ehow.com), Q&A σελίδες (όπως το Yahoo! Answers) [16] και διαδικτυακά συστήματα εξυπηρέτησης πελατών (όπως το QUIQ [17] που

	υποστηρίζεται από το Ask Jeeves' AnswerPoint). Τέλος, παραδείγματα για την περίπτωση δομημένης γνώσης αποτελούν τα Swivel, Many Eyes, Google Fusion Tables, Google Base και πολλές ηλεκτρονικές επιστημονικές σελίδες, όπως οι bmr.b.wisc.edu & galaxyzoo.org
Διασύνδεση (Networking)	Αυτά τα συστήματα επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργούν γράφους για μεγάλα κοινωνικά δίκτυα, προσθέτοντας και αφαιρώντας κόμβους και ακμές (όπως αρχικές σελίδες και φιλίες). Σε χαμηλότερο βαθμό θα έλεγε κανείς ότι και τα συστήματα blogging ανήκουν σε αυτή την κατηγορία όπου χρήστες blogs συνδέονται με άλλους χρήστες blogs.
Κατασκευή (Building artifacts)	Σε αντίθεση με όλα τα προηγούμενα παραδείγματα εδώ η συνεισφορά κάθε χρήστη ενώνεται με αυτή των υπολοίπων αμέσως. Γνωστά παραδείγματα είναι διάφορα λογισμικά όπως Apache, Linux, Hadoop και γνωστικές βάσεις (textual knowledge bases-KBs) όπως η Wikipedia [18]. Τέλος, ένα ακόμα παράδειγμα είναι η περίπτωση συστημάτων ανάπτυξης και βελτίωσης εφαρμογών του διαδικτύου όπως το Wikia Search (search.wikia.com), όπου οι χρήστες αναπτύσσουν μια μηχανή αναζήτησης ανοιχτού κώδικα. Παρόμοιας λειτουργίας είναι και τα Freebase και Eurekster.com
Ολοκλήρωση εργασιών (executing tasks)	Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν εκείνα τα συστήματα που βοηθούν στην υλοποίηση κάποιων εργασιών, όπως για παράδειγμα η αναζήτηση χρυσού, η αναζήτηση αγνοουμένων [19] καθώς και η συνεργατική αποσφαλμάτωση (debugging) τμημάτων κώδικα, όπως γίνεται στο cs.wisc.edu/cbi.

Αντίθετα, στη δεύτερη περίπτωση οι χρήστες παρέχουν πληροφορίες με έμμεσο τρόπο, όπως για παράδειγμα απαντώντας σε ερωτήσεις στα πλαίσια κάποιου παιχνιδιού. Οι ερωτήσεις αυτές σχετίζονται με κάποιο πρόβλημα που απαιτεί επίλυση, το οποίο όμως σε αυτή την περίπτωση δεν παρουσιάζεται ξεκάθαρα στο χρήστη.

Μερικά παραδείγματα τέτοιων συστημάτων είναι:

Πίνακας 3 Παραδείγματα εφαρμογής έμμεσης συμμετοχής

ESP game, Google Image Labeler	Στα πλαίσια παιχνιδιού, οι χρήστες περιέγραφαν εικόνες με όποιες λέξεις τους ερχόντουσαν πρώτες στο μυαλό. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για να προστεθούν ετικέτες(tags) σε πάνω από 128.000 εικόνες μέσα σε διάστημα 2 μηνών. [20]
Prediction markets	Οι χρήστες καλούνται να ποντάρουν σχετικά με την έκβαση κάποιου γεγονότος (εκλογές, αγώνες ιπποδρομίας κλπ.) και με βάση αυτές τις πληροφορίες η διαχειρίστρια εταιρεία εξάγει προβλέψεις. [19]
Piggyback συστήματα	Βασίζονται πάνω σε μηχανές αναζήτησης και αναλύουν τις αναζητήσεις των χρηστών, πόσα κλικ έκαναν προκειμένου να τα χρησιμοποιήσουν σε συστήματα ορθογραφικού ελέγχου, εύρεσης συνωνύμων, πρόβλεψης επιδημιών, προτάσεων διαφημίσεων. [21] [22]

2.2.2 Με βάση το χρόνο και τον τόπο συμμετοχής

Σύμφωνα με το δεύτερο κριτήριο, τα συστήματα πληθοπορισμού μπορούν να διακριθούν σε:

- επικεντρωμένα στο κοινό (audience centric),
- συμβαντοκεντρικά (event centric),
- γεωκεντρικά (geocentric) και
- παγκόσμια (global). [23] [24]

Επικεντρωμένα στο κοινό

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν εκείνα τα συστήματα στα οποία το “πλήθος” από όπου λαμβάνονται οι πληροφορίες βρίσκεται στο ίδιο μέρος την ίδια ώρα. Ένα τέτοιο παράδειγμα μπορεί να είναι η απάντηση ερωτήσεων σε μια τάξη με το σήκωμα του χεριού. [25]

Συμβαντοκεντρικά

Στη δεύτερη κατηγορία κατατάσσονται εκείνα τα συστήματα στα οποία τα μέλη του “πλήθους” μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικά μέρη αλλά την ίδια ώρα, όπως για παράδειγμα μπορεί να συμβαίνει κατά τη διάρκεια των εθνικών εκλογών. [25]

Γεωκεντρικά

Στα γεωκεντρικά ανήκουν εκείνα τα συστήματα στα οποία το “πλήθος” που συμμετέχει βρίσκεται στο ίδιο μέρος αλλά σε διαφορετική ώρα. Παράδειγμα μπορεί να αποτελέσει μια εφαρμογή που συλλέγει δεδομένα για την επιλεγόμενη από τους χρήστες διαδρομή κάποιου μέσου μαζικής μεταφοράς με αφετηρία ένα συγκεκριμένο σημείο. [25]

Παγκόσμια

Τέλος, παγκόσμια είναι εκείνα τα πληθοποριστικά συστήματα στα οποία το “πλήθος” μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε και οποτεδήποτε, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην περίπτωση της Wikipedia. [25]

2.2.3 Με βάση το επίπεδο γνώσης

Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, τα συστήματα πληθοπορισμού μπορούν να διαχωριστούν σε:

- γενικού και
- ειδικού σκοπού.

Γενικού σκοπού

Στην πρώτη περίπτωση οι συμμετέχοντες δεν χρειάζεται να είναι ειδικοί πάνω στο θέμα. Μια τέτοια περίπτωση μπορεί να είναι ένα σύστημα στο οποίο οι

αυτών να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες της ώρας και της ημέρας κατά τις οποίες κινούνται. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων είναι αναγκαία η συγκέντρωση μεγάλου όγκου πληροφοριών, πηγή των οποίων αποτελούν οι άμεσα ενδιαφερόμενοι, δηλαδή το επιβατικό κοινό.

2.3.1 Το πρόβλημα

Παραδοσιακά, η συμμετοχή του κοινού στη διαδικασία διαμόρφωσης και οργάνωσης των αστικών συγκοινωνιών περιοριζόταν αποκλειστικά σε μικρές δράσεις, όπως ημερήσια workshops ή open houses. Ωστόσο, τέτοιες τεχνικές αποδείχθηκαν αναποτελεσματικές στη συγκέντρωση πληροφοριών αντιπροσωπευτικών για όλο το κοινό για δύο κυρίως λόγους:

1. Ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιούν καθημερινά τις αστικές συγκοινωνίες είναι μεγάλος, ενώ ο αριθμός των ερωτηθέντων σε μια τέτοια δράση αναλογικά μικρός. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι πληροφορίες που συγκεντρώνονταν να μην είναι αντιπροσωπευτικές για ολόκληρο το σύνολο.
2. Η δράση λάμβανε χώρα συγκεκριμένη ώρα σε συγκεκριμένο μέρος. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει καθολική συμμετοχή διότι κάποιοι κωλύονταν λόγω άλλων υποχρεώσεων.

Δημιουργήθηκε έτσι η ανάγκη να εφαρμοστεί κάποιο μοντέλο που θα αξιοποιούσε σε μεγαλύτερο βαθμό τις εμπειρίες και τις ιδέες του κοινού με στόχο πάντα τη βελτίωση των προσφερόμενων υπηρεσιών και την προσαρμογή αυτών στις ανάγκες των επιβατών.

Βοηθητικό ρόλο σε αυτό διαδραμάτισε η ραγδαία ανάπτυξη των κοινωνικών δικτύων που ολοένα και αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν οι άνθρωποι, με εκατομμύρια χρήστες να τα πλέον χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση. Αυτή η αυξανόμενη δημοτικότητα τα κατέστησε ένα χώρο κατάλληλο για την δημοσίευση πληροφοριών σε αυτόν και την συγκέντρωσή τους από αυτόν.

Βασιζόμενα σε αυτές τις τεχνολογικοκοινωνικές εξελίξεις αναπτύχθηκαν συστήματα βασισμένα στην ιδέα του πληθοπορισμού ως λύση στο αρχικό

πρόβλημα. Σε αυτά πηγή του «πλήθους» αποτελούν συχνά οι χρήστες των μέσων κοινωνικής δικτύωσης για την συμμετοχή των οποίων δεν απαιτείται πλέον η φυσική του παρουσία.

2.3.2 Σύγχρονα συστήματα

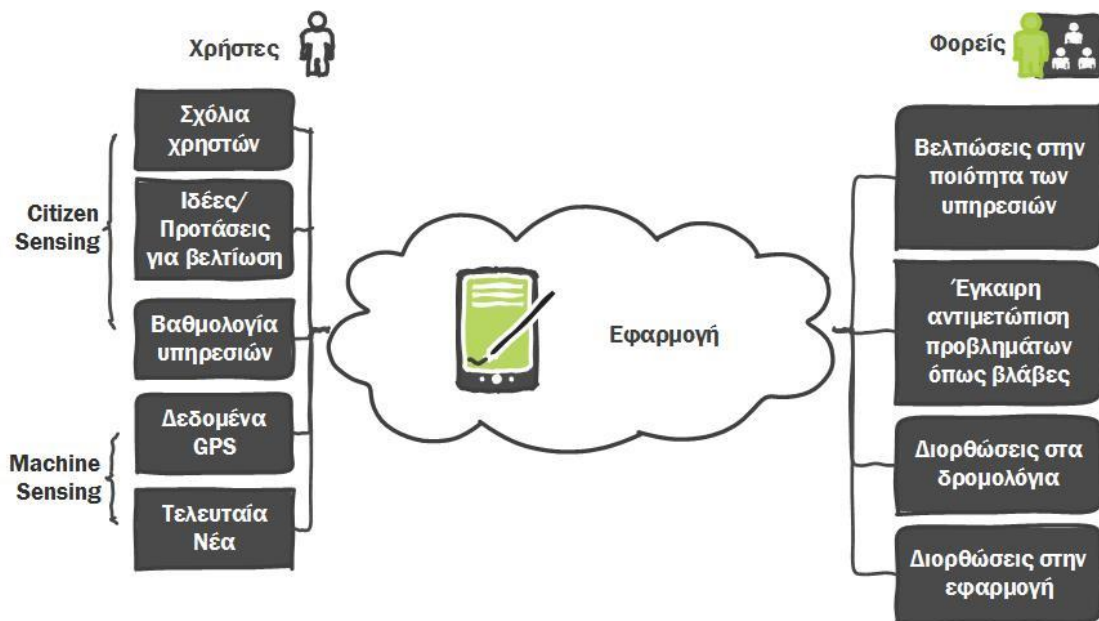
Τα σύγχρονα συστήματα προτάσεων διαδρομών και ελέγχου της κίνησης με επιπλέον δυνατότητες για υποβολή σχολίων και κριτικών είναι παραδείγματα εφαρμογών βασισμένων στον πληθοπορισμό. Με την εγκατάσταση των αντίστοιχων εφαρμογών στο κινητό, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα:

- Να αναζητά λεπτομέρειες σχετικά με συγκεκριμένες γραμμές.
- Να λαμβάνει προτάσεις σχετικά με το ποια διαδρομή είναι πιο συμφέρουσα να ακολουθήσει
- Να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το επόμενο δρομολόγιο, την κίνηση που υπάρχει στους δρόμους, τον εκτιμώμενο χρόνο ταξιδιού – όλα βασισμένα σε Real Time δεδομένα που λαμβάνει η εφαρμογή από το GPS.
- Να ενημερώνεται για όλα τα νέα και τις ανακοινώσεις σχετικά με τις αστικές συγκοινωνίες που δημοσιεύουν οι επίσημοι φορείς.
- Να αξιολογεί συγκεκριμένη διαδρομή ή στάση, να ανταλλάσσει απόψεις και να συζητάει με άλλους χρήστες γύρω από θέματα σχετικά με τις αστικές συγκοινωνίες
- Να συμβάλλει στη βελτίωση της εφαρμογής στέλνοντας αναφορές αν διαπιστώσει κάποιο σφάλμα στα δεδομένα που αυτή χρησιμοποιεί. [26]

Τα συλλεγόμενα από αυτή τη διαδικασία δεδομένα είναι στη διάθεση των φορέων/οργανώσεων που διαχειρίζονται το σύστημα. Αξιολογώντας αυτές τις πληροφορίες είναι σε θέση να προβούν σε :

- Διορθώσεις των ωραρίων των δρομολογίων ώστε αυτά να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των επιβατών.

- Ενέργειες που θα βελτιώσουν την ποιότητα των υπηρεσιών (καθαριότητα, θέρμανση, συμπεριφορά προσωπικού κλπ.) όταν διαπιστωθεί ότι υπάρχει σχετικό μαζικό αίτημα.
- Διορθώσεις σε τυχόν λανθασμένα δεδομένα και βελτιώσεις στο λογισμικό της εφαρμογής και ενσωμάτωση περισσότερων δυνατοτήτων για την καλύτερη αλληλεπίδραση του «πλήθους» με τους φορείς.



Εικόνα 4 Λειτουργική αρχιτεκτονική συστήματος πληθοπορισμού στις αστικές συγκοινωνίες

2.4 Σχετικές εργασίες

Στον τομέα των αστικών συγκοινωνιών έχουν αναπτυχθεί πολλές εφαρμογές. Κάποιες από αυτές περιορίζονται σε λειτουργίες όπως:

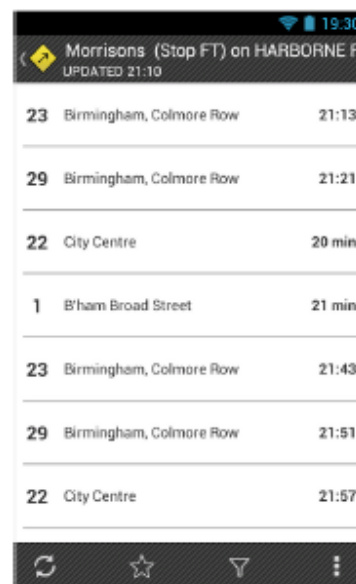
- Παροχή πληροφοριών για δρομολόγια συγκοινωνιών
- Σχεδιασμό ταξιδιού
- Πληροφορίες για τρέχουσα θέση και κοντινότερη στάση.

Ως παραδείγματα ενδεικτικά αναφέρουμε τις:

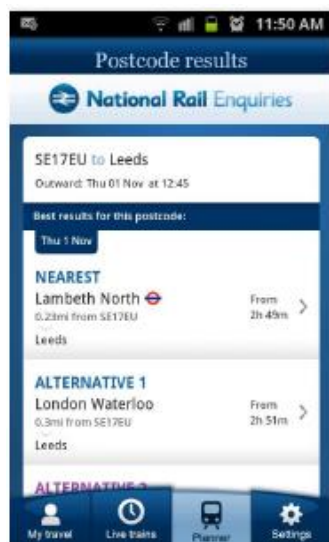
- “London Underground” (<https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/culture-and-heritage/londons-transport-a-history/london-underground>),
- “Catch That Bus!” (<http://www.catchthatbus.com/>),
- “National Rail Enquiries” (<http://www.nationalrail.co.uk/>)
- “MOVE-ME” (<http://www.move-me.mobi/>)



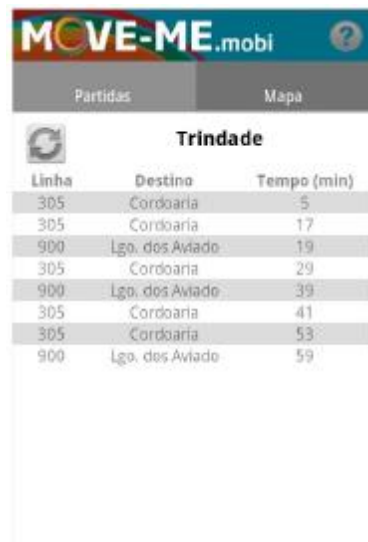
Εικόνα 5 London underground



Εικόνα 6 Catch that Bus



Εικόνα 7 National Rails Enquiries



Εικόνα 8 MOVE-ME

Στα παραπάνω παραδείγματα εφαρμογών παρατηρούνται ωστόσο ορισμένα σημαντικά προβλήματα. Συγκεκριμένα, στις πληροφορίες που παρουσιάζονται δεν λαμβάνεται υπόψη η τρέχουσα κατάσταση των δρόμων και των συμβάντων σε αυτούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα πλάνο ταξιδιού για παράδειγμα να αποκλίνει σημαντικά από τον πραγματικό χρόνο που απαιτείται λόγω κάποιου έκτακτου συμβάντος στο δρόμο.

Λύση σε αυτά τα προβλήματα δόθηκε τα τελευταία χρόνια με την ένταξη της ιδέας του πληθορορισμού σε τέτοιου είδους εφαρμογές. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο όλους τους υπόλοιπους για το τι συμβαίνει. Παρακάτω ακολουθεί μια ενδεικτική λίστα τέτοιων εφαρμογών μαζί με τις βασικές τους λειτουργικότητες.

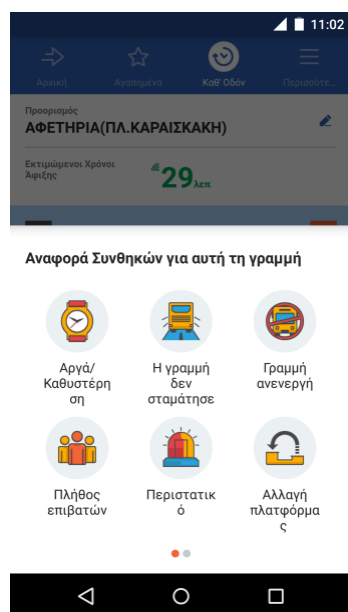
Moovit (<http://moovitapp.com/>)

Μία από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές [27] σε αυτόν τον τομέα είναι το “moovit”. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε από την Tranzmate Ltd το 2012 στο Ισραήλ και γνώρισε μεγάλη ανάπτυξη έχοντας ενσωματώσει ήδη 500 πόλεις στα δεδομένα της [28]

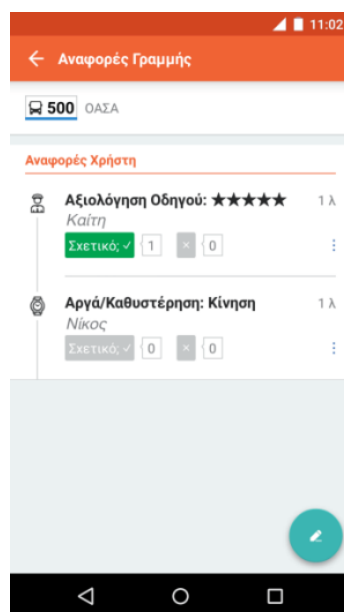
. Η βασική λειτουργικότητα της εφαρμογής περιλαμβάνει:

- Το σχεδιασμό και την πρόταση διαδρομών.
- Αξιολόγηση υπηρεσιών και αποστολή ανώνυμων αναφορών σχετικά με την καθαριότητα, τη συνέπεια, το συνωστισμό κλπ.

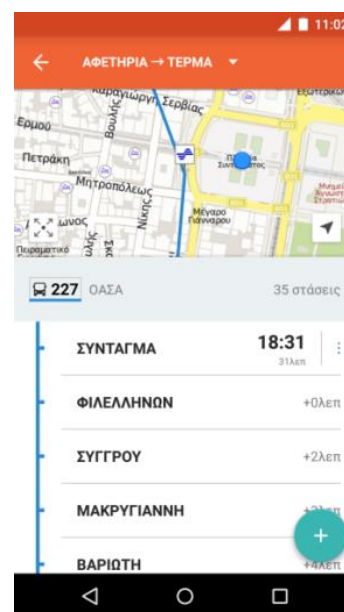
Αυτό στο οποίο ωστόσο διαφοροποιείται το moovit από τις υπόλοιπες υπάρχουσες εφαρμογές είναι το γεγονός ότι χρησιμοποιώντας δεδομένα GPS των επιβατών υπολογίζει την ταχύτητά τους και έτσι βελτιστοποιεί τη διαδικασία υπολογισμού εκτιμώμενου χρόνου ταξιδιού.



Εικόνα 9 Οθόνη υποβολής αναφοράς συνθηκών



Εικόνα 10 Οθόνη με όλες τις αξιολογήσεις που έχουν υποβληθεί από χρήστες

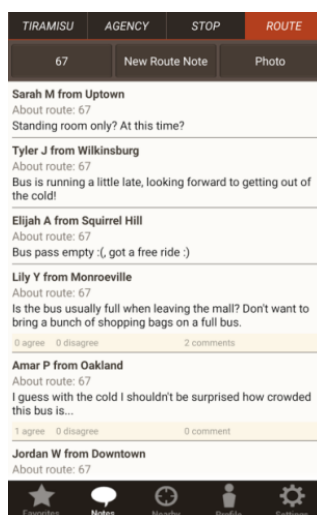


Εικόνα 11 Οθόνη με λεπτομέρειες για τις στάσεις μιας συγκεκριμένης γραμμής

Tiramisu (<http://www.tiramisutransit.com/>)

Πρόκειται για μια άλλη εφαρμογή που αναπτύχθηκε στο Pittsburgh στην Αμερική και απευθύνεται σε χρήστες λεωφορειακών γραμμών. Οι λειτουργικότητες της εφαρμογής περιλαμβάνουν:

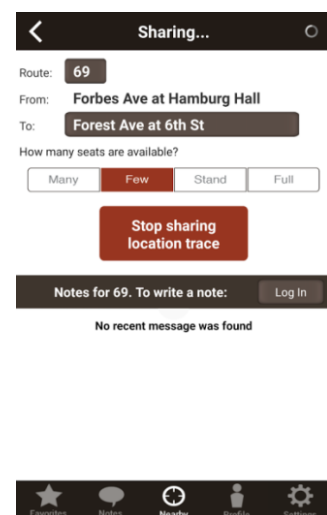
- Εκτίμηση της κίνησης στους δρόμους αξιοποιώντας δεδομένα GPS των επιβατών.
- Συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις προτιμώμενες από τους επιβάτες διαδρομές.
- Υποβολή αναφορών προβλημάτων, οι οποίες δημοσιεύονται στην εφαρμογή ώστε να είναι ορατές και από τους υπόλοιπους χρήστες.



Εικόνα 12 Οθόνη με όλα τα σχόλια που έχουν δημοσιευτεί από χρήστες



Εικόνα 13 Οθόνη με χάρτη όπου εμφανίζονται όλοι οι χάρτες

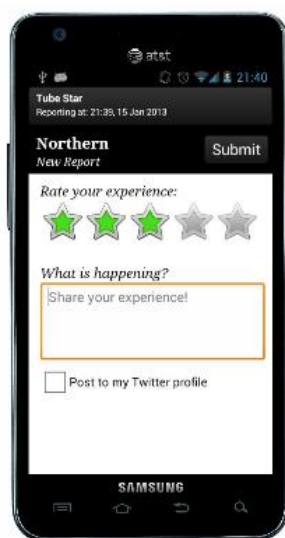


Εικόνα 14 Οθόνη δημιουργίας νέας αναφοράς

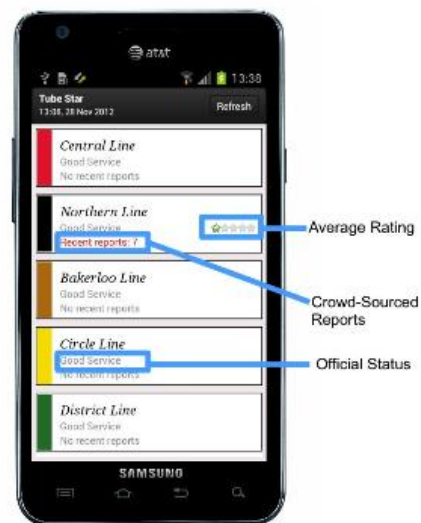
Tube star

Στην ίδια λογική με τις προηγούμενες εφαρμογές είναι και το “Tubestar”. Πρόκειται για εφαρμογή που δημοσιεύτηκε το 2012 και περιελάμβανε τους χάρτες του υπόγειου σιδηροδρόμου του Λονδίνου. Οι λειτουργικότητες της εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- Ενημέρωση των επιβατών σχετικά με τα ωράρια των δρομολογίων και τυχόν αλλαγές σε αυτά.
- Δημοσίευση αναφορών προβλημάτων.
- Αξιολόγηση γραμμών με άριστα το 5 και εμφάνιση της μέσης βαθμολογίας κάθε γραμμής.
- Σύνδεση στην εφαρμογή μέσω Twitter και δυνατότητα δημοσίευσης των υποβληθέντων αναφορών στο προφίλ των χρηστών.



Εικόνα 15 Οθόνη εισαγωγής νέας αναφοράς

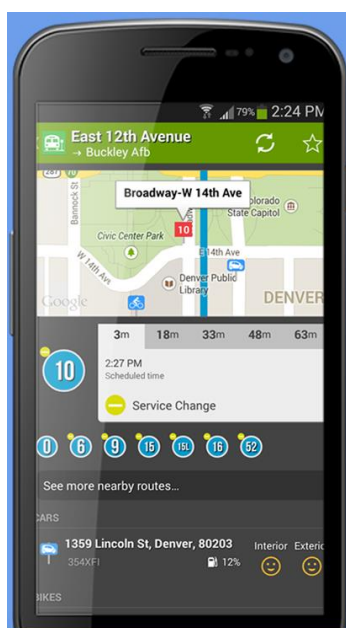


Εικόνα 16 Οθόνη με στοιχεία για τις δημοσιευμένες αναφορές και τη μέση βαθμολογία συγκεκριμένης γραμμής

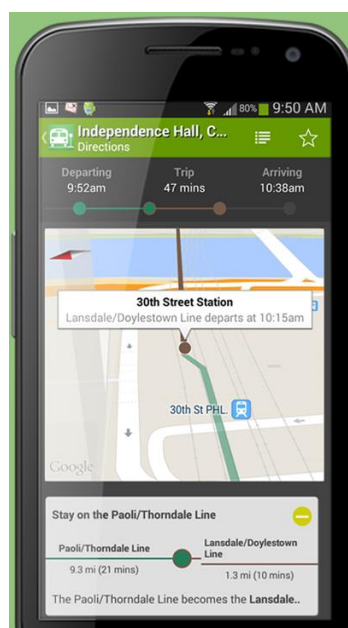
Roadify(<http://www.roadify.com/>)

Μια ακόμη εφαρμογή που αναπτύχθηκε στο 2014 στο Brooklyn. Στην ίδια λογική με τις προηγούμενες προσφέρει στους χρήστες:

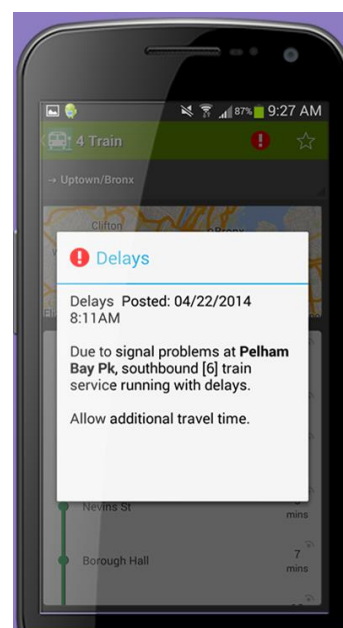
- Χάρτες όλου του δικτύου και σχεδιασμό διαδρομών για τη μετάβαση σε οποιοδήποτε σημείο της πόλης.
- Συνεχή ενημέρωση σχετικά με ό,τι συμβαίνει στο δίκτυο μέσω αναρτήσεων που συλλέγει από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.
- Λεπτομέρειες σχετικές με τους χρόνους αφίξεων των δρομολογίων που η εφαρμογή υπολογίζει με βάση δεδομένα GPS από τα λεωφορεία, τρένα κλπ.
- Ανάρτηση σχολίων επιβατών που αφορούν σχετικά με τις συγκοινωνίες θέματα.



Εικόνα 17 Οθόνη με πληροφορίες για τις ώρες άφιξης των επόμενων δρομολογίων



Εικόνα 18 Οθόνη με προτεινόμενες διαδρομές



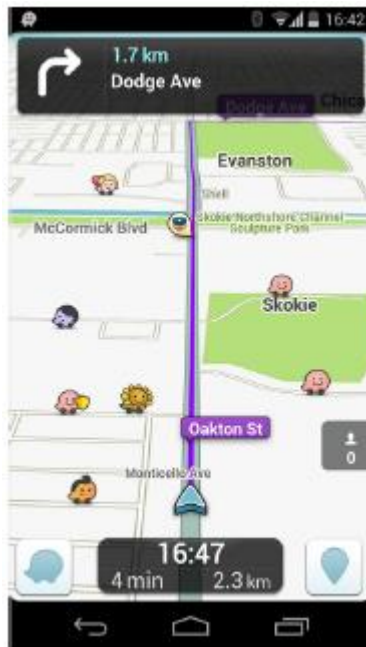
Εικόνα 19 Οθόνη με προειδοποίηση καθυστέρησης δρομολογίου

Waze (<https://www.waze.com/>)

Άλλη μια γνωστή εφαρμογή σε αυτό το χώρο είναι το Waze. Αναπτύχθηκε στο Ισραήλ από μια start up εταιρεία [29] με χρηματοδότηση της Bluewin Ventures αρχικά και στη συνέχεια από την Google το 2013. [30]

Μερικά από τα χαρακτηριστικά που προσφέρει περιλαμβάνουν:

- Πληροφορίες σχετικά με την κίνηση
- Λειτουργία καθοδήγησης διαδρομής
- Δημιουργία αναφορών για συμβάντα που επηρεάζουν την κίνηση
- Κατάλογο με τα φθηνότερα πιο κοντινά βενζινάδικα.



Εικόνα 20 Πληροφορίες για διαδρομές



Εικόνα 21 Δημιουργία αναφορών

3 Λειτουργική Αρχιτεκτονική και Τεχνική Υλοποίηση

3.1 Τοποθέτηση

Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής αναπτύχθηκε μια πλατφόρμα για smartphones. Πρόκειται για μια εφαρμογή που βασίζεται στο μοντέλο του πληθοπορισμού και εξυπηρετεί τον τομέα των αστικών μεταφορών της Αθήνας. Σκοπός της εφαρμογής είναι η καλύτερη ενημέρωση και η ενίσχυση της συμμετοχής των επιβατών στη διαδικασία διαμόρφωσης των αστικών συγκοινωνιών. Οι συλλεγόμενες πληροφορίες συγκεντρώνονται και αξιοποιούνται από τον αρμόδιο οργανισμό με στόχο την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση του κοινού. Στόχος είναι λοιπόν, αυτή η εφαρμογή να αποτελέσει ένα κανάλι αμοιβαίας επικοινωνίας μεταξύ του κοινού και των οργανισμών των εμπλεκόμενων στις συγκοινωνίες.

3.1.1 Κατηγοριοποίηση εφαρμογής

Ακολουθώντας την κατηγοριοποίηση κατά Doan που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2, η πλατφόρμα που αναπτύχθηκε μπορεί να χαρακτηριστεί ως γενικού σκοπού και γεωκεντρική που βασίζεται στην άμεση παροχή πληροφορίας από τους χρήστες.

Συγκεκριμένα, δεν απαιτούνται ειδικές γνώσεις για το χειρισμό της εφαρμογής. Μοναδική προϋπόθεση είναι η κατοχή και η δυνατότητα χρήσης μιας συσκευής smartphone η οποία θα μπορεί να υποστηρίξει από τεχνικής απόψεως την εφαρμογή.

Ως προς το χρόνο χρήσης της εφαρμογής δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή. Ως προς τον τόπο χρήσης ωστόσο υπάρχει κάποιος περιορισμός. Συγκεκριμένα, οι χρήστες μπορούν να δίνουν

πληροφορίες για συγκεκριμένες γεωγραφικές τοποθεσίες που αντιστοιχούν σε σταθμούς μέσων αστικών μεταφορών.

Τέλος, πρόκειται για μια εφαρμογή όπου οι χρήστες παρέχουν πληροφορίες με άμεσο τρόπο. Εκ των προτέρων δηλαδή γνωρίζουν το ακριβές πρόβλημα στο οποίο την επίλυση βοηθούν συμμετέχοντας.

3.1.2 Προφίλ χρηστών

Οι χρήστες του «Mobisense» σαν ομάδα διακρίνονται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ανήκουν σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες.
- Ανήκουν και στα δύο φύλα.
- Είναι αστοί και συγκεκριμένα διαμένουν σε περιοχές που εξυπηρετούν οι συγκοινωνίες Αθηνών.
- Είναι κάτοχοι smartphone.
- Δεν διαθέτουν απαραίτητα τεχνικό υπόβαθρο. Αρκεί η εξοικείωση με τη χρήση smartphones και εφαρμογών για αυτά.
- Είναι συχνοί χρήστες των αστικών συγκοινωνιών.
- Χρησιμοποιούν την εφαρμογή εθελοντικά, χωρίς οικονομικό όφελος, με κίνητρο τη βελτίωση των υπηρεσιών των αστικών συγκοινωνιών.
- Κίνητρο για τη συνέχιση της χρησιμοποίησης αποτελεί η έμπρακτη αξιοποίηση της συνεισφοράς τους με βελτιώσεις στις μεταφορές.

3.1.3 Προφίλ αρχής που θέτει το πρόβλημα

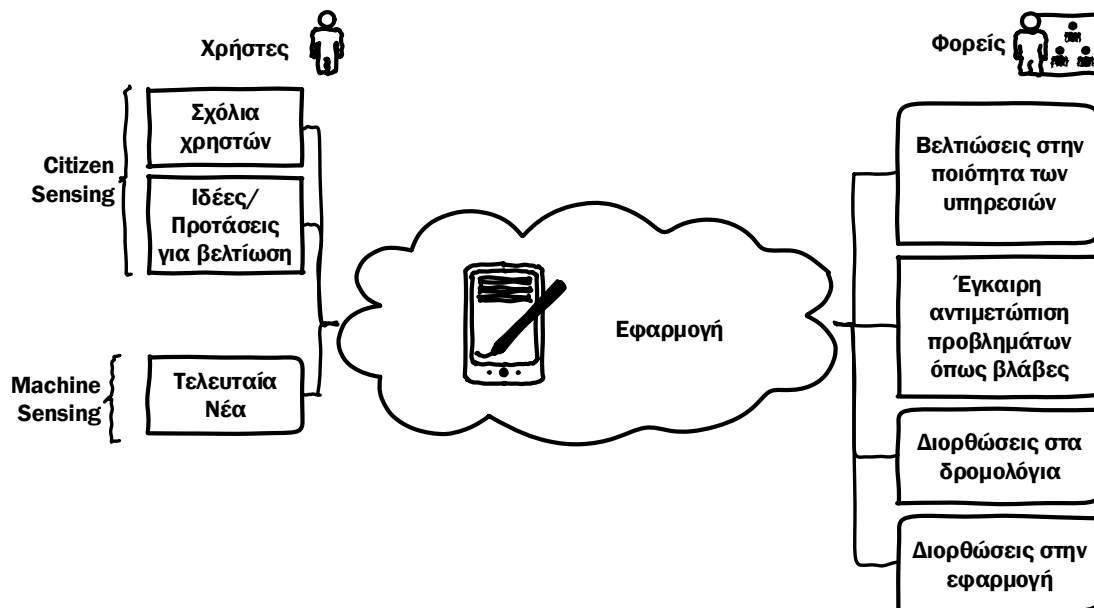
Πρόκειται για κάποιον οργανισμό που εμπλέκεται στη διαχείριση των αστικών συγκοινωνιών, όπως ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αττικής (Ο.Α.Σ.Α). Επιλέγει να μην προσλάβει κάποιον ειδικό ή μια ομάδα ειδικών για την αξιολόγηση των προσφερόμενων υπηρεσιών και για προτάσεις βελτίωσης αυτών αλλά απευθύνεται κατευθείαν στο επιβατικό κοινό μέσω μιας πλατφόρμας βασισμένης στην ιδέα του πληθοπορισμού.

Προκειμένου λοιπόν να αυξήσει το επιβατικό κοινό και να βελτιώσει τις υπηρεσίες που παρέχει, λαμβάνει υπόψη τη γνώμη καθημερινών χρηστών των συγκοινωνιών ώστε να αντεπεξέλθει καλύτερα στις ανάγκες και τις προσδοκίες τους.

Επιπλέον όφελος για τον οργανισμό αποτελεί η έγκαιρη ενημέρωση σχετικά με έκτακτα προβλήματα που προκύπτουν στο δίκτυο και η αποκατάστασή τους στο συντομότερο δυνατό διάστημα.

3.2 Λειτουργική αρχιτεκτονική

Η λειτουργική αρχιτεκτονική της εφαρμογής “«Mobisense»” φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Εικόνα 22 Λειτουργική αρχιτεκτονική «Mobisense»

Εισερχόμενες ροές πληροφορίας

Οι εισερχόμενες ροές πληροφορίας μπορούν να διακριθούν σε εκείνες που οι χρήστες εισάγουν στην εφαρμογή με άμεσο τρόπο και σε εκείνες που η εφαρμογή συλλέγει μόνη της, για παράδειγμα από τα κοινωνικά δίκτυα.

Συγκεκριμένα, ο χρήστες μέσω της εφαρμογής έχουν τη δυνατότητα να προβούν στις ακόλουθες ενέργειες:

- Να προσθέσουν σχόλια σχετικά με την ποιότητα της υπηρεσίας.

Οι τομείς που κρίθηκαν καθοριστικής σημασίας για την εξυπηρέτηση των επιβατών έχουν ενσωματωθεί στο «Mobisense» με τη μορφή έτοιμων εικονιδίων-αναφορών. Ο χρήστης, αφού επιλέξει το είδος της κριτικής που επιθυμεί να υποβάλει (θετική ή αρνητική), μπορεί να διαλέξει ανάμεσα στα

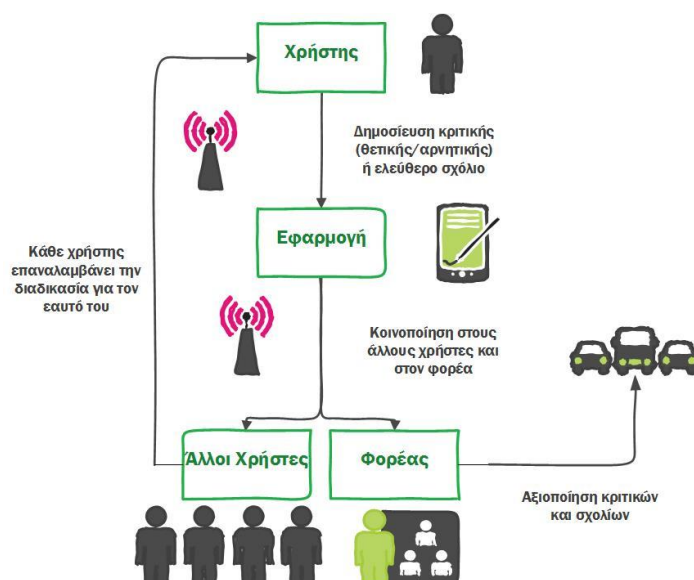
διαθέσιμα εικονίδια, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε ένα τομέα προς αξιολόγηση. Συγκεκριμένα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στους εξής τομείς:

1. Καθαριότητα
2. Συνέπεια
3. Καλή εξυπηρέτηση των περιοχών που διασχίζει
4. Συμπεριφορά οδηγού
5. Θερμοκρασία.

Στην περίπτωση που οι παραπάνω κατηγορίες δεν τον καλύπτουν, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να υποβάλει μια δημοσίευση ελεύθερου κειμένου όπου μπορεί να γράψει ό,τι εκείνος θεωρεί σημαντικό να γνωστοποιηθεί στους χρήστες.

Η δραστηριότητα όλων των χρηστών που προκύπτει με τους παραπάνω τρόπους δημοσιεύεται στην καρτέλα «Δραστηριότητα Χρηστών» και είναι διαθέσιμη σε όλους.

Όλη η παραπάνω διαδικασία μπορεί να συνοψιστεί στο ακόλουθο σχήμα:



Εικόνα 23 Διαδικασία δημοσίευσης κριτικής ή σχολίου

- Να υποβάλουν ιδέες και προτάσεις για βελτίωση των υπηρεσιών.

Πέρα από την αξιολόγηση ενός μεμονωμένου ταξιδιού, είναι σημαντικό οι χρήστες να έχουν τη δυνατότητα να υποβάλουν κάποια ιδέα που έχουν και που

από την καθημερινή τους εμπειρία θεωρούν ότι θα βελτιώσει τις αστικές συγκοινωνίες στο σύνολό τους.

Για την εξυπηρέτηση του σκοπού αυτού, στο «Mobisense» έχει υλοποιηθεί ειδική φόρμα που αφορά την υποβολή τέτοιων προτάσεων. Ο λόγος για τον οποίο η φόρμα για τις προτάσεις έχει διαφοροποιηθεί από εκείνη του ελεύθερου κειμένου που αναφέρθηκε προηγουμένως, είναι ότι θεωρήθηκε ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα σε αυτές και επομένως πρέπει να παρουσιάζονται χωριστά ώστε και ο φορέας που διαχειρίζεται την εφαρμογή να μπορεί να τις διαχειριστεί καλύτερα.

Βεβαίως οι προτάσεις αυτές δεν περιορίζονται μόνο σε βραχυπρόθεσμες βελτιώσεις αλλά μπορεί να αποτελούν και μακροπρόθεσμα υλοποιήσιμες ιδέες, υποδεικνύοντας προς ποια κατεύθυνση θα πρέπει να κινηθεί ο τομέας των αστικών συγκοινωνιών στο άμεσο και στο απώτερο μέλλον.

Οι προτάσεις που υποβάλλονται με την παραπάνω διαδικασία δημοσιεύονται και αυτές στην καρτέλα «Δραστηριότητα Χρηστών» προκειμένου να είναι ορατές από όλους τους χρήστες.

Η παραπάνω διαδικασία περιγράφεται συνοπτικά στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 24 Διαδικασία δημοσίευσης ιδέας και αξιοποίησής της

Πέρα από τα δεδομένα που οι χρήστες εισάγουν μόνοι τους στην εφαρμογή με τους τρόπους που αναλύθηκαν πιο πάνω, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η εφαρμογή έχει τη δυνατότητα να αναζητά και να συλλέγει δεδομένα από την επίσημη σελίδα του Οργανισμού Αστικών Συγκοινωνιών Αττικής (Ο.Α.Σ.Α) και την αντίστοιχη σελίδα του στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Οι ενημερώσεις που συλλέγονται με αυτόν τον τρόπο αφορούν κυρίως ανακοινώσεις απεργιών, αλλαγές στα δρομολόγια, βλάβες σε

εγκαταστάσεις (πχ ανελκυστήρες) κ.α. Η δημοσίευση τους στην αρχική σελίδα της εφαρμογής αποσκοπεί στην ενημέρωση των επιβατών.

Εξερχόμενες Ροές Πληροφορίας

Όλες οι εισερχόμενες πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν με τους παραπάνω τρόπους γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας από την εφαρμογή. Ο ακριβής τρόπος με τον οποίο γίνεται αυτή η επεξεργασία σε επίπεδο λογισμικού αναλύεται εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο. Από τη στιγμή που η επεξεργασία έχει ολοκληρωθεί, τα συνολικά συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί είναι στη διάθεση των φορέων που διαχειρίζονται την εφαρμογή. Αξιοποιώντας τα, μπορούν να προβούν σε ενέργειες όπως:

- **Βελτιώσεις στους χρόνους δρομολογίων.**

Ανάλογα με την ημέρα και την ώρα είναι δυνατόν ο φορέας να προβεί σε αλλαγή του προγράμματος των δρομολογίων προκειμένου να εξυπηρετούνται καλύτερα οι επιβάτες σε ώρες αιχμής.

- **Βελτιώσεις στα δρομολόγια**

Στην περίπτωση, για παράδειγμα, που υπάρχουν πάρα πολλά αιτήματα χρηστών για προσαρμογή του δρομολογίου προκειμένου να εξυπηρετείται καλύτερα μια περιοχή, ο φορέας μπορεί να προβεί σε διορθώσεις στα δρομολόγια που ακολουθούν κάποιες γραμμές.

- **Έγκαιρη διόρθωση βλαβών**

Σε περίπτωση που κάποια βλάβη δεν έχει γίνει αντιληπτή από το προσωπικό κάποιου σταθμού ή από τον οδηγό μιας γραμμής ο φορέας θα μπορεί να παρακολουθεί μέσω της εφαρμογής σχετικές αναφορές και να προβαίνει το ταχύτερο δυνατό στη διόρθωση των βλαβών.

- **Βελτιώσεις στη γενικότερη ποιότητα των υπηρεσιών**

Αυτές οι βελτιώσεις αφορούν κυρίως την καθαριότητα των σταθμών και των μέσων, τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και τον εξαερισμό των

αντίστοιχων χώρων καθώς τη συμπεριφορά του προσωπικού.

- **Βελτιώσεις στην ίδια την εφαρμογή**

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται προτάσεις χρηστών σχετικά με τι επιπλέον θα επιθυμούσαν να περιλαμβάνει η εφαρμογή προκειμένου να διευκολύνεται ακόμα περισσότερο η επικοινωνία επιβατικού κοινού-φορέα. Περιλαμβάνονται επίσης διορθώσεις σε δεδομένα δρομολογίων, ωραρίων κλπ. που εκ παραδρομής ίσως έχουν εισαχθεί λάθος στην εφαρμογή.

3.3 Τεχνική Υλοποίηση

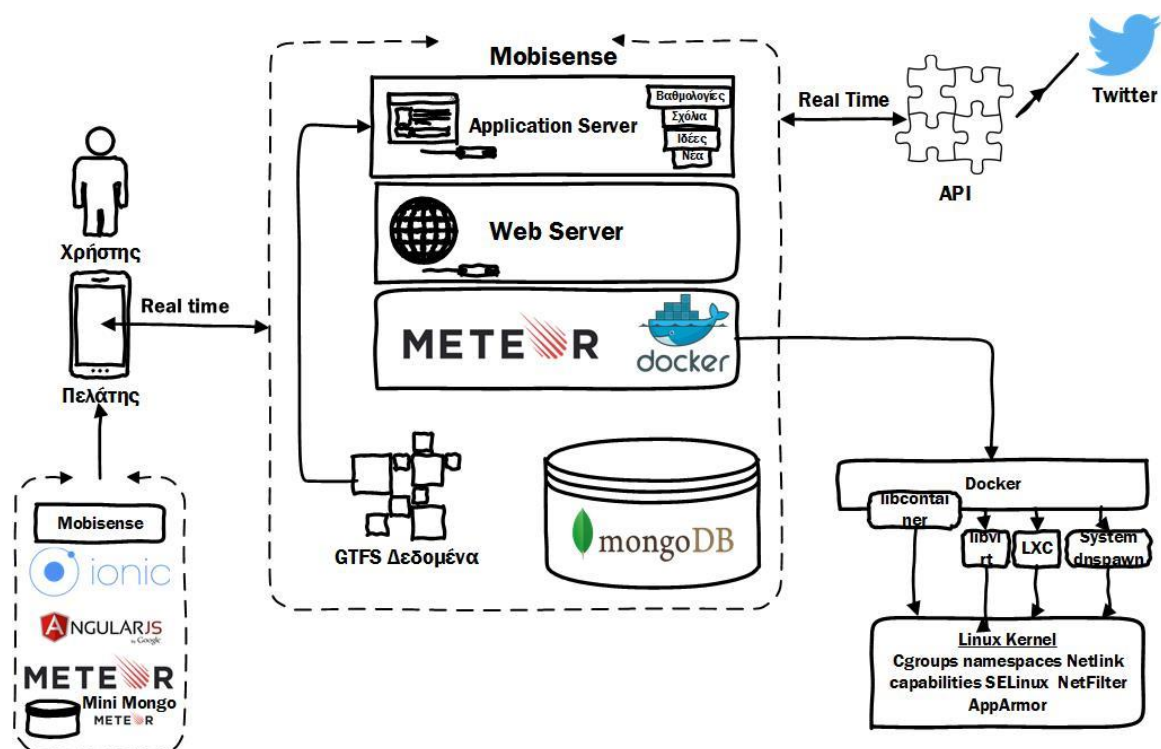
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η δομή της εφαρμογής «Mobisense», που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής και λειτουργεί σε κινητές συσκευές smartphones.

3.3.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η τεχνική υλοποίηση της εφαρμογής. Γίνεται αναφορά σε όλες τις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες σε κάθε επίπεδο της εφαρμογής καθώς και στον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των δομικών τμημάτων αυτής.

Η τεχνική αρχιτεκτονική μπορεί να συνοψιστεί στην Εικόνα 25. Στην πλευρά του πελάτη υπάρχει ένας χρήστης της εφαρμογής ο οποίος διαθέτει ένα smartphone με εγκατεστημένη την εφαρμογή. Σε αυτή τη συσκευή τηλεφώνου (πελάτης) περιλαμβάνονται:

- Μια mini mongo DB. Όταν ο πελάτης ζητά από τον εξυπηρετητή κάποια δεδομένα και εκείνος του τα παρέχει, αυτά αποθηκεύονται στην πλευρά του πελάτη σε μια μικρή βάση δεδομένων. Ουσιαστικά, η mini mongo είναι για ένα αντίγραφο τμήματος της mongo που βρίσκεται στον εξυπηρετητή.
- Αρχεία του meteor με κώδικα σε Angular JS καθώς και κατάλληλο κώδικα για την χρησιμοποίηση του Ionic.



Εικόνα 25 Τεχνική Αρχιτεκτονική

Στην πλευρά του εξυπηρετητή αντίστοιχα υπάρχουν:

- Η βάση δεδομένων Mongo με όλα τα δεδομένα της εφαρμογής
- Ένα docker που χρησιμοποιείται για το deployment της εφαρμογής. Στο ίδιο επίπεδο βρίσκεται και το meteor.
- Έναν web και έναν application server. Ο web server είναι κατάλληλος για την εξυπηρέτηση αιτήσεων που αφορούν μόνο στατικά δεδομένα, ενώ ο application server μπορεί να εξυπηρετήσει και στατικά και δυναμικά δεδομένα. Αυτό που συνήθως γίνεται είναι ότι ο web server λαμβάνει πρώτος ένα αίτημα, εξυπηρετεί τα στατικά δεδομένα και στη συνέχεια το προωθεί στον application server για να εξυπηρετήσει τα δυναμικά δεδομένα της αίτησης.

Τέλος, σημαντικό είναι να τονιστεί ότι η επικοινωνία μεταξύ client side και server side γίνεται σε πραγματικό χρόνο, όπως και η επικοινωνία με το API της εφαρμογής. Το API επικοινωνεί με το Twitter από όπου «τραβάει» ό,τι χρειάζεται η εφαρμογή.

3.3.2 Χρησιμοποιούμενα Frameworks

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής «Mobisense» έγινε χρήση των frameworks Meteor και Ionic και Angular JS.

Η scripting γλώσσα που επιλέχθηκε για την ανάπτυξη του κώδικα που υλοποιεί τις λειτουργικότητες της εφαρμογής είναι η JavaScript που ορίζει το AngularJS, ενώ για τη δόμηση και την παρουσίαση των σελίδων στο World Wide Web χρησιμοποιήθηκε η HTML5. Η δημιουργία και η σύνδεση της βάσης δεδομένων με την εφαρμογή έγινε μέσω του Meteor όπως και το deployment. Τέλος, το design της εφαρμογής βασίστηκε στο Ionic framework και στη CSS.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες ιστορικές και τεχνικές λεπτομέρειες για καθένα από τα προαναφερθέντα frameworks.

3.3.2.1 Meteor

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε στο meteor framework [31]. Πρόκειται για ένα ανοιχτού κώδικα, γραμμένο σε Node.js, framework που αναπτύχθηκε το 2011 αρχικά με το όνομα «Skybreak» [32] και χρησιμοποιεί JavaScript για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Το meteor επιτρέπει τη γρήγορη προτυποποίηση και παραγωγή cross-platform (web, android, iOS) κώδικα. Ενσωματώνει μια Mongo βάση δεδομένων και χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο κατανομημένων δεδομένων (Distributed Data Protocol) και ένα publish-subscribe μοντέλο, προκειμένου οι όποιες αλλαγές να δημοσιεύονται αυτόματα στους clients χωρίς τη συγγραφή επιπλέον κώδικα για το συγχρονισμό από την πλευρά του προγραμματιστή. Από την πλευρά του client το meteor βασίζεται σε jQuery και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιαδήποτε JavaScript UI widget βιβλιοθήκη.

Για το deployment του «Mobisense» μέσω του Meteor χρησιμοποιήθηκε ένα docker. Πρόκειται για μια open source πλατφόρμα που υποστηρίζει το Meteor και επιτρέπει τη δημιουργία και το deployment κατανομημένων εφαρμογών. Στην ουσία αυτό που κάνει το docker είναι σε επίπεδο kernel να επιτρέπει τη συνύπαρξη περισσότερων του ενός instances που λειτουργούν ανεξάρτητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάποιο μηχανήμα να συμπεριφέρεται και σαν server και σαν client.

3.3.2.2 Ionic

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε ακόμα το Ionic framework. Πρόκειται για ένα ανοιχτού κώδικα, SDK που αναπτύχθηκε το 2013 με στόχο την ανάπτυξη υβριδικών εφαρμογών για κινητά. Στην παρούσα του έκδοση υποστηρίζει Android από 4.1 και πάνω, iOS από 7 [33] και πάνω και Blackberry 10 [34].

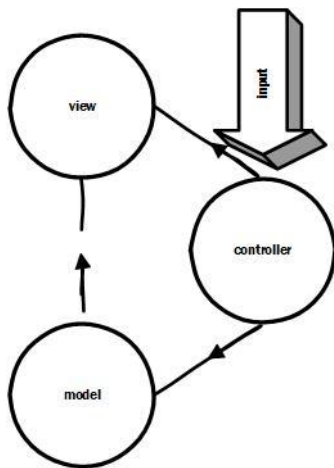
Βασισμένο σε AngularJS και Apache Cordova, το Ionic προσφέρει εργαλεία και υπηρεσίες για την ανάπτυξη υβριδικών διαδικτυακών εφαρμογών που χρησιμοποιούν τεχνολογίες όπως CSS, HTML5 και SASS. Εφαρμογές αναπτυγμένες με αυτές τις τεχνολογίες μπορούν να δημοσιευτούν σε app stores και να εγκατασταθούν σε smartphones.

Το Ionic προσφέρει όλες τις λειτουργικότητες των native mobile development SDKs. Οι χρήστες μπορούν να αναπτύσσουν τις δικές εφαρμογές για Android ή iOS, να τις παραμετροποιούν και να τις “σηκώνουν” μέσω Cordova. Προσφέρει ακόμη δυνατότητες για push notification, A/B testing και analytics αλλά και μια διεπαφή γραμμής εντολής (CLI) [33]. Αυτή η γραμμή εντολών επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν νέα projects με μια απλή εντολή, να εγκαθιστούν Cordova πρόσθετα και επιπλέον front-end πακέτα, να ενεργοποιούν push notifications και να παράγουν εικονίδια εφαρμογών.

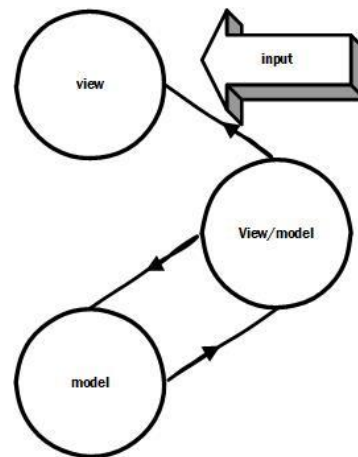
3.3.2.3 AngularJS

Πρόκειται για ένα framework ανοιχτού κώδικα γραμμένο σε JavaScript για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Αναπτύχθηκε κυρίως από την Google με τη συνεργασία και άλλων προγραμματιστών. Στοχεύει στην επίλυση προβλημάτων που προέκυπταν κατά την ανάπτυξη single-page εφαρμογών καθώς και στη διευκόλυνση της ανάπτυξης και του ελέγχου τέτοιων εφαρμογών.

Πρόκειται για ένα framework για client-side model-view-controller(MVC) και model-view-viewmodel (MVVM). Τα δύο μοντέλα αρχιτεκτονικής απεικονίζονται στις εικόνες που ακολουθούν:



Εικόνα 26 MVC



Εικόνα 27 MVVM

Η βιβλιοθήκη του AngularJS δουλεύει πρώτα διαβάζοντας την HTML σελίδα στην οποία έχουν ενσωματωθεί επιπλέον ετικέτες γνωρισμάτων και στη συνέχεια «δένει» τα σημεία εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων της σελίδας πάνω σε ένα μοντέλο που αναπαρίσταται από μεταβλητές JavaScript. Οι τιμές αυτών των μεταβλητών μπορούν να οριστούν χειροκίνητα ή να ανακτηθούν από στατικά ή δυναμικά αρχεία JSON.

3.3.3 Βάση δεδομένων

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του «Mobisense» είναι η Mongo DB, μία NoSQL βάση. Σε αυτή φιλοξενούνται περισσότερες από μία συλλογές που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του «Mobisense». Η δημιουργία αυτής της βάσης και η σύνδεσή της με την εφαρμογή γίνεται μέσω του Meteor, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως.

Πέρα από αυτή τη βάση που το Meteor αυτόματα συνδέει σε κάθε εφαρμογή για τις ανάγκες του «Mobisense» έχει χρησιμοποιηθεί και μια δεύτερη βάση Mongo για την αποθήκευση των GTFS δεδομένων, η οποία και γίνεται import στο project του «Mobisense». Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο αυτής της βάσης και τον τρόπο με τον οποίο ενσωματώνεται στο υπόλοιπο project, θα δοθούν σε επόμενη ενότητα. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες τεχνικές λεπτομέρειες σχετικά με τις NoSQL βάσεις γενικότερα και τα πλεονέκτημα αυτών αλλά και για την Mongo DB συγκεκριμένα.

3.3.3.1 NoSQL βάσεις δεδομένων

Τα NoSQL συστήματα και οι βάσεις δεδομένων, στα οποία ανήκει και η MongoDB, είναι μια ευρεία ομάδα συστημάτων διαχείρισης βάσεων των οποίων το κύριο χαρακτηριστικό είναι η μη τήρηση του μοντέλου RDBS (Relational Database Management System), που ακολουθείται επακριβώς στη συντριπτική πλειοψηφία των βάσεων δεδομένων. Αντί για αυτό, οι NoSQL βάσεις χρησιμοποιούν εντελώς διαφορετικό τρόπο για τη διαχείριση των δεδομένων μέσα στη βάση (data manipulation). Οι NoSQL βάσεις δεδομένων γενικώς δεν χρησιμοποιούν κάποιο δομημένο σύστημα για τα στοιχεία που περιλαμβάνουν, όπως πχ πίνακες, ούτε χρησιμοποιούν κάποια Structured Query Language (SQL) για τη διαχείριση των δεδομένων, αλλά αποκλειστικά non-relational τρόπους οργάνωσης και ανάλυσης των δεδομένων.

Τα NoSQL συστήματα κατά κύριο λόγο είναι βελτιστοποιημένα ώστε να ανακτούν και να επισυνάπτουν δεδομένα. Η μειωμένη ευελιξία του χρόνου εκτέλεσης σε σύγκριση με συστήματα SQL (δηλαδή με τα RDBS) αντισταθμίζεται από τη σημαντική αύξηση στην απόδοση και την επεκτασιμότητα για ορισμένα μοντέλα δεδομένων. Τα δεδομένα θα μπορούσαν να είναι δομημένα, αλλά αυτό στην πραγματικότητα είναι ασήμαντο, καθώς αν κάτι έχει ουσιαστική σημασία στα NoSQL συστήματα αυτό είναι η ικανότητα να αποθηκεύουν και να ανακτούν μεγάλες ποσότητες δεδομένων, «αδιαφορώντας» για τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων αυτών.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των NoSQL συστημάτων δεδομένων είναι:

- Η μη χρήση της SQL ως query language.
- Η αμφιβολία ότι οι διεργασίες στη βάση δεδομένων θα γίνουν αξιόπιστα. [35]
- Η ιδιαίτερη αρχιτεκτονική και φιλοσοφία λειτουργίας που αναπτύχθηκε προηγουμένως.

Αναλυτικότερα, τα NoSQL συστήματα αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν παράλληλα με τις μεγαλύτερες εταιρείες πληροφορικής στον κόσμο, όπως η Google ή η Amazon, που είχαν ανάγκη να διαχειρίζονται έναν τεράστιο όγκο δεδομένων, κάτι στο οποίο δεν βόλευαν τα παραδοσιακά μέχρι τότε συστήματα RDBMS. Τα NoSQL συστήματα έχουν φτιαχτεί έτσι ώστε να μπορούν να

διαχειριστούν μεγάλες ποσότητες δεδομένων χωρίς κατ' ανάγκη να διατηρούν μια δομή (schema). Επίσης, οι μέθοδοι υλοποίησης και εφαρμογής τους αξιοποιούν μια αρχιτεκτονική που επιτρέπει (και ίσως διευκολύνει) την κατανεμημένη λειτουργία του συστήματος. Έτσι με αυτόν τον τρόπο το σύστημα μπορεί θεωρητικά να φτάσει σε πάρα πολύ υψηλές επιδόσεις από τη στιγμή που μπορούν να προστεθούν θεωρητικά άπειροι servers οι οποίοι κατανεμημένα θα επεξεργάζονται τα δεδομένα του συστήματος. Ακόμη, η ενδεχόμενη αδυναμία λειτουργίας ενός server του συστήματος μπορεί να αντιμετωπισθεί εύκολα. Αυτός ο τύπος βάσης δεδομένων αναπτύσσεται διαρκώς οριζόντια [36], καθώς αυξάνονται οι ανάγκες για αποθήκευση δεδομένων, που συνεχώς πληθαίνουν, ενώ είναι πιο σημαντικές οι επιδόσεις προσπέλασης των δεδομένων από τη συνοχή που παρουσιάζουν.

Οι NoSQL βάσεις μπορούν να διαχωριστούν στις εξής κατηγορίες:

- Key-values Stores
- Column Family Stores
- Document Databases
- Graph Databases

Η πρώτη κατηγορία, οι key-values stores, δημιουργήθηκε με ιδέα την ύπαρξη ενός hash table όπου υπάρχει ένα μοναδικό κλειδί και ένας δείκτης στοχεύοντας σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο [37] [38]. Αυτό το είδος mapping συνήθως συνοδεύεται από μηχανισμούς cache για την καλύτερη απόδοση του συστήματος.

Οι Column family stores βάσεις σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να διαχειρίζονται πολύ μεγάλα ποσά δεδομένων που είναι κατανεμημένα σε διάφορους servers. Όπως και στην προηγούμενη κατηγορία, έτσι κι εδώ υπάρχουν συγκεκριμένα κλειδιά (keys) που στοχεύουν όμως σε περισσότερα από ένα στοιχεία. Οι rows εδώ αναγνωρίζονται από ένα μοναδικό row key ενώ οι στήλες είναι οργανωμένες σε column families («οικογένειες στηλών»).

Η επόμενη κατηγορία, των Document databases, είναι όμοια με τις key-value stores. Τα δεδομένα σε αυτή την περίπτωση είναι οργανωμένα από «συλλογές» key-valued «συλλογών» δεδομένων.

Η τελευταία κατηγορία, αυτή των Graph databases, είναι βασισμένη σε κόμβους (nodes), στις σχέσεις μεταξύ αυτών των κόμβων και τις ιδιότητες τους. Αντί για πίνακες με στήλες και σειρές [39], εδώ υπάρχει ένα ευέλικτο γραφικό μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να αναπτυχθεί παράλληλα σε πολλά μηχανήματα (servers-κόμβους).

Οι πιο γνωστές βάσεις δεδομένων:

Πίνακας 4 Κατηγοριοποίηση βάσεων δεδομένων και παραδείγματα

Είδη βάσεων	Παραδείγματα
Key-value Cache	Coherence, eXtreme Scale, GigaSpaces, Gemfire, Hazelcast, Infinispan, Jboss Cache, Memcached, Repcached, Terracotta, Velocity
Key-Value Store	Flare, Keyspace, RAMCloud, SchemaFree, Hyperdex, Aerospike
Key-Value Store (Eventually-Consistent)	DovetailDB, Oracle NoSQL Database, Dynamo, Riak, Dynomite, MotionDb, Voldemort, SubRecord
Key-Value Store (Ordered)	Actord, FoundationDB, Lightcloud, LMDB, Luxio, MemcacheDB, NMDB, Scalaris, TokyoTyrant
Data-Structures Server	Redis
Tuple Store	Apache River, Coord, GigaSpaces
Object Database	DB4O, Objectivity/DB, Perst, Shoal, ZopeDB
Document Store	Clusterpoint, Couchbase, CouchDB, DocumentDB, Lotus Notes, MarkLogic, MongoDB, Qizx,

	RethinkDB, XML-databases
Wide Column Store	BigTable, Cassandra, Druid, HBase, Hypertable, KAI, KDI, OpenNeptune, Qbase

3.3.3.2 *Mongo DB*

Η Mongo DB είναι η δημοφιλέστερη document oriented βάση δεδομένων. Το αντίστοιχο της εγγραφής (record) των σχεσιακών βάσεων ονομάζεται έγγραφο στη Mongo DB και περιέχει πεδία που απαρτίζονται από ζεύγη κλειδιών-τιμών (key-value pairs). Τα έγγραφα της Mongo DB είναι παρόμοια με τα αντικείμενα της μορφής JSON. Οι τιμές των πεδίων μπορούν να περιέχουν άλλα έγγραφα, πίνακες και πίνακες από έγγραφα. Το αντίστοιχο του πίνακα (table) των σχεσιακών βάσεων, ονομάζεται συλλογή (collection) στη Mongo DB.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης εγγραφών είναι :

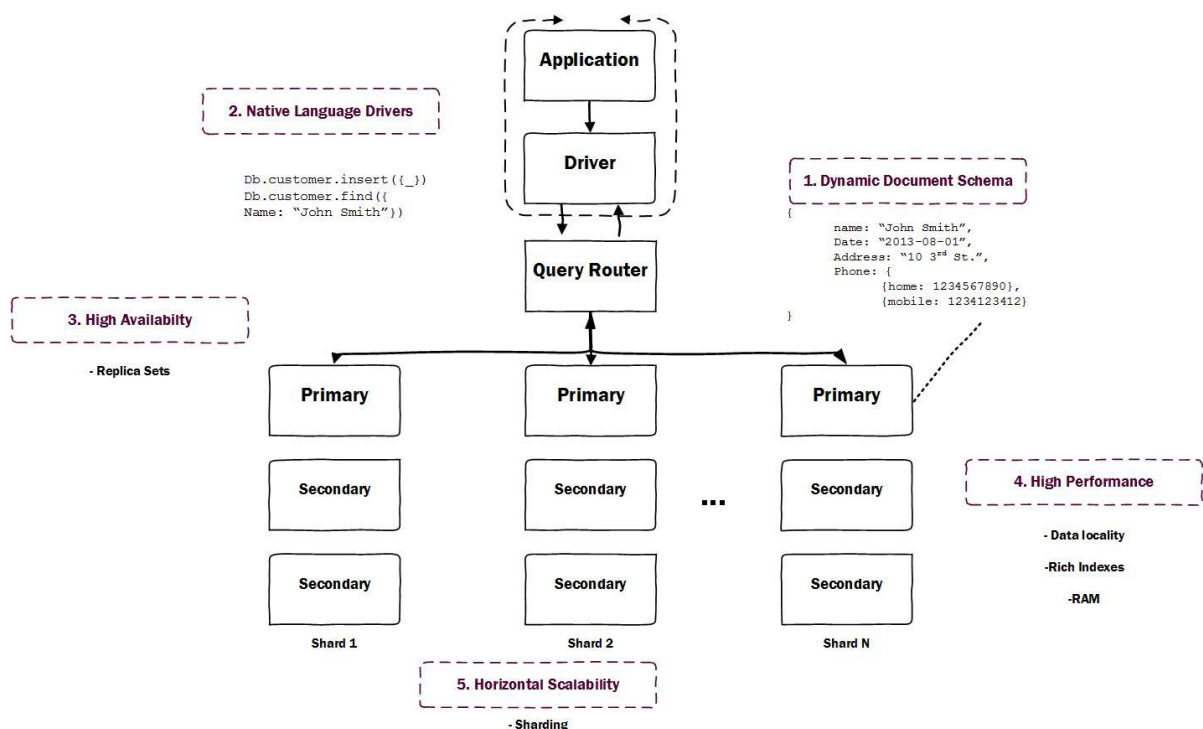
- Η αντιστοίχιση στους native τύπους δεδομένων πολλών μοντέρνων γλωσσών προγραμματισμού, όπως η JavaScript, διευκολύνοντας έτσι τον προγραμματισμό εφαρμογών.
- Η δυνατότητα για ενσωματωμένα έγγραφα και πίνακες που μειώνει την ανάγκη για δαπανηρές πράξεις τύπου join
- Η δυνατότητα χρήσης αδόμητου ή ημιδομημένου σχήματος που υποστηρίζει την εύκολη επέκταση των εφαρμογών.

Η Mongo DB παρέχει υψηλή απόδοση, υψηλή διαθεσιμότητα και αυτόματη κλιμάκωση. Μερικά χαρακτηριστικά της βάσης που συντελούν στα παραπάνω είναι:

- Υποστήριξη ενσωμάτωσης αντικειμένων στο μοντέλο δεδομένων της (nested documents), δυνατότητα η οποία μειώνει την ανάγκη για πολλαπλές αναγνώσεις/εγγραφές στους χώρους αποθήκευσης.

- Παρέχει δείκτες (indexes) οι οποίοι μπορούν να δεικτοδοτήσουν κλειδιά και σε ενσωματωμένα έγγραφα (documents).
- Η υπηρεσία λειτουργίας αντιγράφων της βάσης παρέχει αυτόματη ανάκαμψη από βλάβες (automatic failover) και πλεονασμό δεδομένων (data redundancy).
- Παρέχει οριζόντια κλιμάκωση ως βασική της υπηρεσία και επίσης παρέχει τη δυνατότητα κατακερματισμού των δεδομένων (sharding) σε ένα σύνολο υπολογιστών (cluster).

Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει σχηματικά τα παραπάνω πλεονεκτήματα:



Εικόνα 28 Τα πλεονεκτήματα της MongoDB

3.3.4 GTFS Δεδομένα

Με τον όρο General Transit Feed Specification (GTFS) αναφερόμαστε σε ένα format δεδομένων που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των δρομολογίων των αστικών συγκοινωνιών και των σχετικών γεωγραφικών δεδομένων. Την ιδέα πρώτη συνέλαβε η Bibiana McHugh, IT manager στην TriMet του Oregon. Στη συνέχεια η ανάπτυξη έγινε από την Google και αρχικά

η μορφή αυτή των δεδομένων ήταν γνωστή ως Google Transit Feed Specification.

Στην ουσία πρόκειται για ένα αρχείο zip που περιλαμβάνει μια συλλογή από αρχεία CSV με επέκταση .txt. Το σύνολο των αρχείων CSV περιγράφει το πρόγραμμα ενός συστήματος συγκοινωνιών και μπορεί να γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας από εφαρμογές.

Αναφορικά με τη δομή ενός GTFS data feed , τα csv αρχεία από τα οποία αποτελείται είναι τα agency, routes, trips, stop_times, stops & calendar.

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα πεδία που περιλαμβάνει καθένα από τα παραπάνω αρχεία.

Πίνακας 5 Πεδία GTFS δεδομένων

Agency	• Agency_name • Agency_url • Agency_timezone
Routes	• Route_id • Route_Short_name • Route_long_name • Route_type
Trips	• Trip_id • Route_id • Service_id
Stop_times	• Stop_id • Trip_id • Arrival_time • Departure_time • Stop_sequence
Stops	• Stop_id • Stop_name • Stop_lon • Stop_lat
Calendar	• Service_id

	• Monday • Tuesday • Wednesday • Thursday • Friday • Saturday • Sunday • Start_date • End_date
--	--

Στο «Mobisense» χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 1.6 των GTFS δεδομένων του ΟΑΣΑ τα οποία είναι διαθέσιμα στους χρήστες στη επίσημη σελίδα του φορέα <http://labs.geodata.gov.gr/en/dataset/urban-transportation-routes-athens>.

Στα δεδομένα αυτά περιλαμβάνονται οι στάσεις και οι διαδρομές των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του προαστιακού, του τραμ και του μετρό. Η ακρίβεια στον υπολογισμό του σημείου των στάσεων είναι $\pm 20m$ για περιοχές με πυκνή δόμηση και $\pm 50m$ για περιοχές με πιο αραιή δόμηση.

3.3.5 Δομή αρχείων

Η τυπική οργάνωση των αρχείων σε φακέλους ενός project που αναπτύσσεται με το Meteor και η οποία ακολουθείται και στην εφαρμογή που αναπτύχθηκε είναι η ακόλουθη [40]:

- /client : Τα αρχεία που εμπεριέχονται σε αυτό το φάκελο φορτώνονται μόνο στον client. Εδώ συνήθως τοποθετούνται αρχεία HTML, CSS και JavaScript αρχεία που σχετίζονται με την οθόνη διεπαφής της εφαρμογής.
- /server: Τα αρχεία που εμπεριέχονται εδώ χρησιμοποιούνται μόνο από τον server. Εδώ αποθηκεύονται αρχεία με ευαίσθητα δεδομένα που δεν πρέπει να είναι ορατά ολόκληρα στον client.

- /public: Τα αρχεία αυτού του φακέλου χρησιμοποιούνται και από τον client και από server. Εδώ αποθηκεύονται κατά κύριο λόγο αρχεία εικόνας που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή.

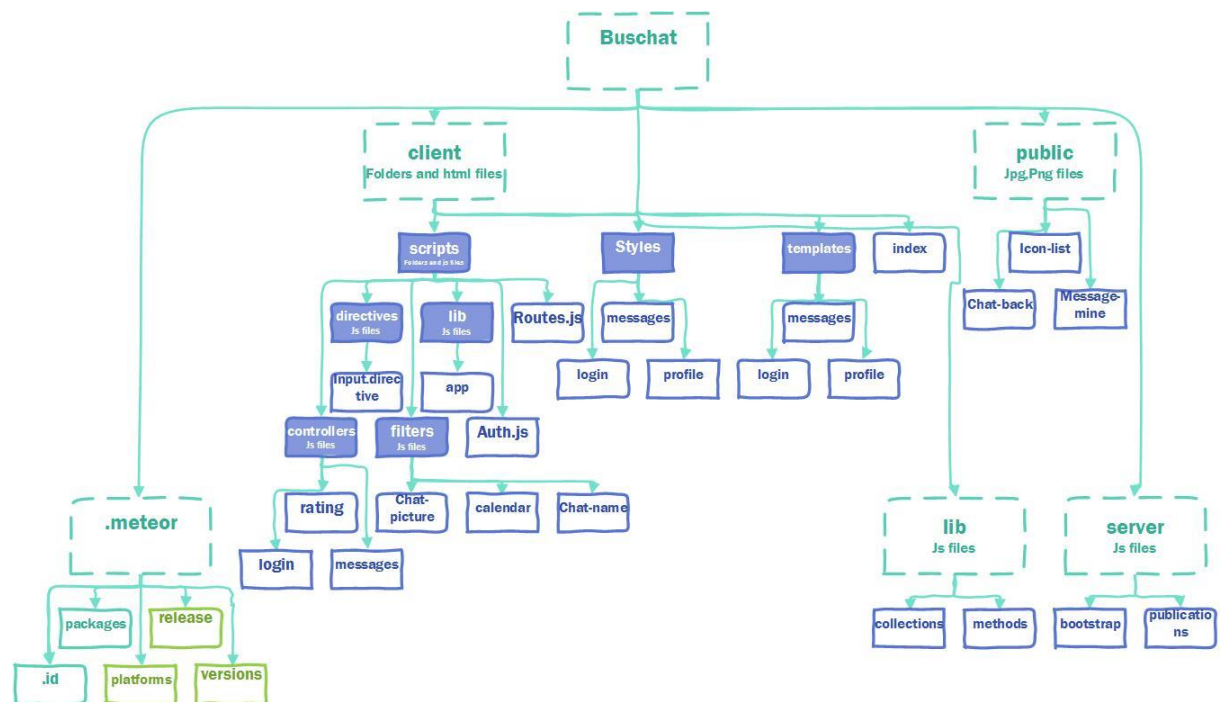
Για τα αρχεία που βρίσκονται εκτός των παραπάνω φακέλων ισχύουν οι εξής κανόνες:

- Αρχεία HTML μεταγλωττίζονται και στέλνονται στον client.
- Αρχεία CSS αποστέλλονται επίσης στον client αφού πρώτα ελαχιστοποιηθούν.
- Αρχεία JavaScript φορτώνονται και στον client και στον server. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί το Meteor.isClient & Meteor.isServer για να ελεγχθεί συγκεκριμένα πού θα εκτελεστεί ο κώδικας.

Στη σχηματική απεικόνιση της δομής των φακέλων της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής αξίζει να σημειωθούν τα εξής:

- Τετράγωνα με διακεκομμένο περίγραμμα ή γεμισμένα με χρώμα αντιπροσωπεύουν φακέλους, ενώ τετράγωνα με συμπαγές πλαίσιο και λευκό γέμισμα αρχεία.
- Στους φακέλους scripts, styles & templates η παράθεση των αρχείων είναι ενδεικτική. Στην πραγματικότητα περιλαμβάνονται πολλά περισσότερα τα οποία και θα αναλυθούν λεπτομερώς σε επόμενο κεφάλαιο.
- Τέλος, περιλαμβάνονται κάποιοι επιπλέον φάκελοι εκτός από αυτούς που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Αυτοί είναι οι:
 - .meteor : Πρόκειται για κρυφό φάκελο που περιλαμβάνει αρχεία απαραίτητα για τη λειτουργία του meteor. Σε αυτά περιλαμβάνονται ο κατάλογος των πακέτων που έχουν εγκατασταθεί και οι εκδόσεις αυτών, αρχείο με την έκδοση του meteor που χρησιμοποιείται, ένα μοναδικό αναγνωριστικό id που αφορά το συγκεκριμένο project και τις πλατφόρμες που έχουν εγκατασταθεί.
 - Lib: Περιλαμβάνει δύο αρχεία. Το ένα αφορά τη λίστα των συλλογών που υπάρχουν στη βάση της εφαρμογής και το άλλο τις μεθόδους που εφαρμόζονται σε σημεία της εφαρμογής. Και τα δύο θα αναλυθούν εκτενώς αργότερα.

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή που αναπτύχθηκε η δομή των φακέλων και των αρχείων είναι η ακόλουθη:



Εικόνα 29 Η δομή των φακέλων της εφαρμογής

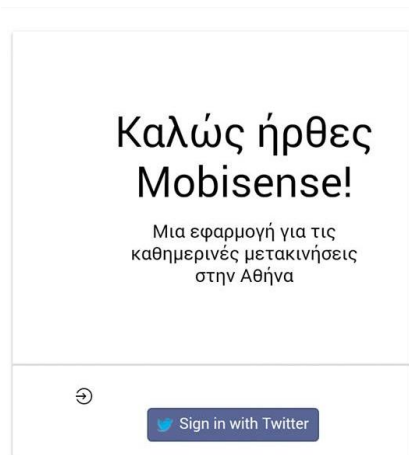
3.3.6 Ανάλυση αρχείων

Στην ενότητα αυτή θα περιγραφούν για καθεμιά οθόνη τα αρχεία τα οποία την αφορούν και οι λειτουργίες που υλοποιούν το καθένα από αυτά.

1. Οθόνη Σύνδεσης

Προκειμένου να μπορεί ο χρήστης να συνδεθεί μέσω της εφαρμογής μέσω του λογαριασμού του στο Twitter έχουν χρησιμοποιηθεί το πακέτο accounts-twitter του Atmosphere. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης μέσω twitter με πολύ εύκολο τρόπο. Με το πάτημα του πλήκτρου σύνδεσης ο χρήστης ανακατευθύνεται στη σελίδα εισόδου του twitter από όπου και συνδέεται. Τα στοιχεία των χρηστών όπως όνομα, φωτογραφία κλπ. αποθηκεύονται σε μια συλλογή της Mongo που ονομάζεται users και από εκεί μπορούν να ανακτηθούν για χρήση μέσα στην εφαρμογή.

Η οθόνη σύνδεσης φαίνεται στη οθόνη που ακολουθεί:



Εικόνα 30 Οθόνη σύνδεσης.

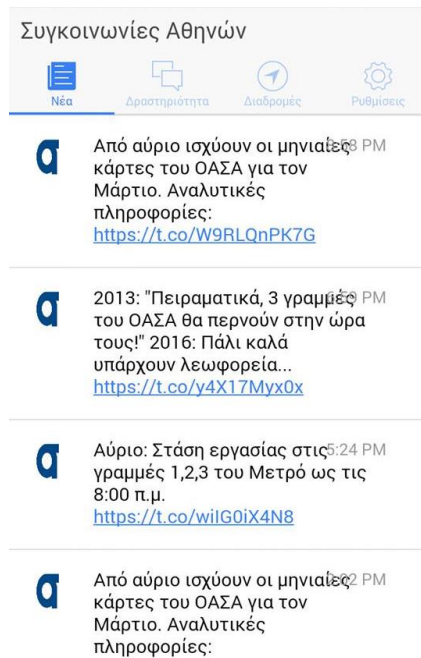
Όλα τα γραφικά στοιχεία που φαίνονται στην παραπάνω εικόνα καθορίζονται στο αρχείο `login.html`. Συγκεκριμένα σε αυτό το αρχείο ορίζονται ο αρχικός χαιρετισμός του χρήστη, το φόντο, οι γραμματοσειρές και το πλήκτρο σύνδεσης.

Η υλοποίηση του πλήκτρου σύνδεσης γίνεται στο αρχείο `login.controller.js` όπου χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες εντολές την κλήση των συναρτήσεων του πακέτου `accounts-twitter` που αναφέρθηκε προηγουμένως.

2. Αρχική Σελίδα

Μετά την επιτυχή σύνδεσή του ο χρήστης ανακατευθύνεται στην αρχική σελίδα της εφαρμογής. Αυτή περιλαμβάνει όλες τις επίσημες ανακοινώσεις του ΟΑΣΑ από σελίδα του Twitter μαζί με link που οδηγούν στην αρχική πηγή. Οι ανακοινώσεις αυτές περιέχονται σε μια συλλογή που ονομάζεται `newsfeed` και εμφανίζονται με χρονολογική σειρά. Το `news.html` περιλαμβάνει τον καθορισμό όλων των γραφικών στοιχείων συμπεριλαμβανομένων του τίτλου της επικεφαλίδας της σελίδας, της απεικόνισης των ανακοινώσεων με τη μορφή λίστας, της απεικόνισης της ώρας δημοσίευσης και τέλος της εικόνας του χρήστη του λογαριασμού.

Αντίστοιχα, στο αρχείο `news.controller.js` καθορίζεται η συλλογή από την οποία πρέπει να ανακτηθούν οι ανακοινώσεις. Η οθόνη της αρχικής σελίδα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 31 Αρχική οθόνη

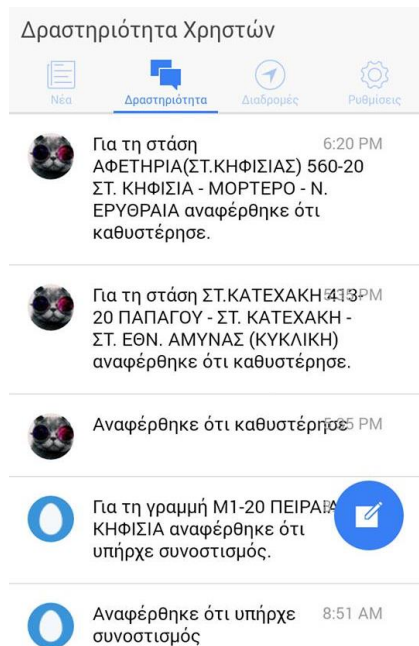
3. Δραστηριότητα Χρηστών και Νέα δημοσίευση

Σε αυτή την οθόνη εμφανίζεται όλη η δραστηριότητα των χρηστών της εφαρμογής με τη μορφή λίστας και πάλι. Και πάλι τα στοιχεία εμφανίζονται με χρονολογική σειρά. Οι δημοσιεύσεις αυτής της σελίδας περιλαμβάνουν όλες τις θετικές και αρνητικές αξιολογήσεις που έχουν κάνει ο χρήστης, τις ιδέες που έχουν προτείνει καθώς και οποιαδήποτε άλλη δημοσίευση έχουν κάνει. Επιπλέον στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης υπάρχει ένα κουμπί από όπου ο χρήστης μπορεί να κάνει μια νέα δημοσίευση προκειμένου να γνωστοποιήσει στους υπόλοιπους χρήστες ό,τι θεωρεί σημαντικό. Με την επιλογή του πλήκτρου εμφανίζεται ένα pop-up παράθυρο το οποίο περιλαμβάνει μια φόρμα μέσω της οποίας ο χρήστης υποβάλλει την δημοσίευσή του. Σε περίπτωση που αλλάξει γνώμη και δεν επιθυμεί τη δημοσίευση πατώντας «ακύρωση», η υποβολή ακυρώνεται.

Τα γραφικά στοιχεία και των δύο οθονών ορίζονται στα αρχεία activity.html και new-message.html. Στο activity.controller.js καθορίζεται η συλλογή από την οποία ανακτώνται οι δραστηριότητες των χρηστών, ενώ τέλος στο new-message.controller.js καλείται η μέθοδος newActivity.js η οποία δημιουργεί μια

νέα εγγραφή στη συλλογή activity με πεδία τη νέα δημοσίευση που πληκτρολόγησε ο χρήστης, τη φωτογραφία του και την ώρα δημοσίευσης.

Οι οθόνες που προαναφέρθηκαν φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 32 Δραστηριότητα χρηστών

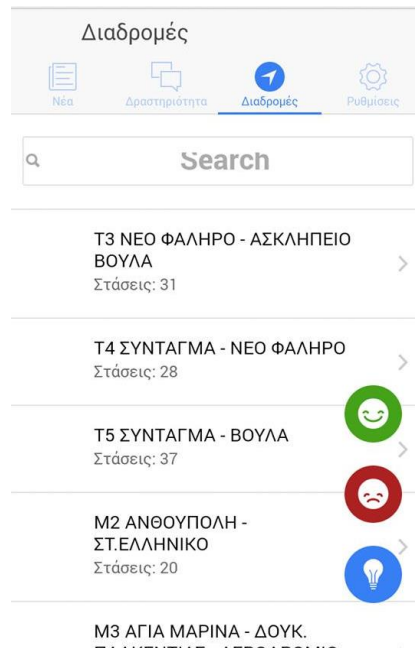
Εικόνα 33 Νέα δημοσίευση

4. Διαδρομές

Αυτή η καρτέλα πρακτικά χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο αφορά την απεικόνιση των διαδρομών. Στο «Mobisense» έχουν χρησιμοποιηθεί τα GTFS δεδομένα από τη σελίδα του ΟΑΣΑ όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως. Αυτά τα δεδομένα έχουν εισαχθεί σε μια βάση δεδομένων διαφορετική από αυτή που αυτόματα δημιουργεί το Meteor για κάθε project και η οποία στη συνέχεια έγινε import στο project. Στη σελίδα αυτή απεικονίζονται αφενός όλες οι διαδρομές και αφετέρου με την επιλογή μιας διαδρομής και όλες οι στάσεις. Επίσης υπάρχει και μια μπάρα αναζήτησης προκειμένου ο χρήστης να αναζητήσει εκείνη τη διαδρομή που τον ενδιαφέρει. Στο αρχείο routes.controller.js ορίζεται η μπάρα αναζήτησης, καθώς και οι συλλογές από τις οποίες η εφαρμογή ανακτά τους καταλόγους των διαδρομών και των στάσεων. Στο routes.html καθορίζονται όλα τα γραφικά στοιχεία της οθόνης

μεταξύ των οποίων η μπάρα αναζήτησης και η εμφάνιση των διαδρομών με τη μορφή λίστας.

Η εικόνα της οθόνης είναι η εξής:



Εικόνα 34 Διαδρομές

Στο δεύτερο κομμάτι της σελίδας περιλαμβάνονται 3 κουμπιά με τίτλους «Τι μου άρεσε», «Τι δεν μου άρεσε», «Τι θα πρότεινα». Η λειτουργία τους αναλύεται ακριβώς από κάτω.

5. Τι μου άρεσε/ Τι δεν μου άρεσε/Τι θα πρότεινα

Με την επιλογή οποιουδήποτε από τα τρία κουμπιά που αναφέρθηκαν ακριβώς από πάνω εμφανίζεται στην οθόνη ένα pop-up . Στην περίπτωση των «Τι μου άρεσε», «Τι δεν μου άρεσε», η οθόνη περιλαμβάνει μια λίστα από τομείς για τους οποίους μπορεί ο χρήστης να γράψει μια θετική ή αρνητική αξιολόγηση, όπως για παράδειγμα καθαριότητα, συνωστισμός, συνέπεια κλπ. Στην περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει το πλήκτρο «Τι θα πρότεινα» έχει στη διάθεσή του μια φόρμα κειμένου όπου μπορεί ελεύθερα να εκφράσει τι θα ήθελε να προτείνει με στόχο τη βελτίωση των υπηρεσιών.

Στα αρχεία `new-good.controller.js`, `new-bad.controller.js` και `new-idea.controller.js` καθορίζεται ο τρόπος με τον οποίο οι είσοδοι από τις φόρμες

γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας από το πρόγραμμα και εισάγονται στη συλλογή activity προκειμένου να εμφανιστούν στην σελίδα με τις δραστηριότητες των χρηστών.

Οι εικόνες από τις τρεις αυτές οθόνες είναι οι ακόλουθες:

Τι μου άρεσε	
	Ήρθε στην ώρα του!
	Εξυπηρετεί καλά τις περιοχές από όπου περνά
	Είχε την κατάλληλη θερμοκρασία
	Ο οδηγός ήταν εξυπηρετικός
	Δεν υπήρχε συνωστισμός
	Ήταν πολύ καθαρό

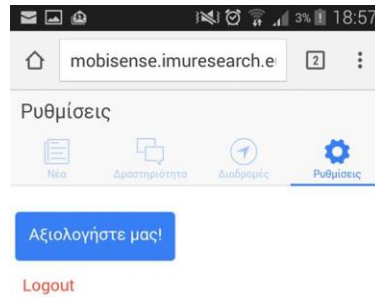
Τι μου άρεσε	
	Ήρθε στην ώρα του!
	Εξυπηρετεί καλά τις περιοχές από όπου περνά
	Είχε την κατάλληλη θερμοκρασία
	Ο οδηγός ήταν εξυπηρετικός
	Δεν υπήρχε συνωστισμός
	Ήταν πολύ καθαρό

Ιδέα	
Μέσο:	Λεωφορείο

Εικόνα 35 Τι μου άρεσε, τι δεν μου άρεσε, τι θέλω να προτείνω

6. Προφίλ/Ρυθμίσεις

Στην τελευταία καρτέλα ο χρήστης μπορεί να δει το προφίλ του που περιλαμβάνει το όνομά του και επίσης να αποσυνδεθεί. Με την επιλογή της αποσύνδεσης ο χρήστης επιστρέφει στην αρχική σελίδα όπου μπορεί να πάλι να συνδεθεί αν το επιθυμεί. Στο αρχείο settings.controller.js ορίζεται η συνάρτηση που υλοποιεί την αποσύνδεση ενώ στο settings.html καθορίζεται η απεικόνιση του ονόματος και της φωτογραφίας του χρήστη και του πλήκτρου αποσύνδεσης. Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται στην οθόνη του ακολουθεί:



Εικόνα 36 Προφίλ-Ρυθμίσεις

Πέρα από τα αρχεία που περιεγράφηκαν υπάρχουν και άλλα αρχεία, τα οποία συνοπτικά είναι τα εξής:

- ο Εκτός από τα html αρχεία και τους αντίστοιχους controllers που έχουν αναλυθεί έως τώρα, σε κάθε σελίδα αντιστοιχεί και ένα αρχείο .scss το οποίο καθορίζει ακριβώς τον τρόπο εμφάνισης των στοιχείων των οθονών.
- ο Το αρχείο tabs.html το οποίο καθορίζει τον αριθμό, τη σειρά εμφάνισης και τα ονόματα των καρτελών.
- ο Το αρχείο Routes.js στο οποίο καθορίζεται σε κάθε καρτέλα της εφαρμογής ποιο html αρχείο αντιστοιχεί και ποιος controller.
- ο Το αρχείο Auth.js το οποίο καθορίζει σε ποια collections πρέπει να έχει πρόσβαση η εφαρμογή, ποια οθόνη θα φορτωθεί αμέσως μετά την επιτυχή είσοδο στην εφαρμογή καθώς επίσης ανασύρει τη φωτογραφία του χρήστη από τον Twitter λογαριασμό του.
- ο Το αρχείο Index.html στο οποίο ορίζεται ο τίτλος που θα εμφανίζεται στη σελίδα καθώς και η μπάρα πλοήγησης που θα υπάρχει στην εφαρμογή.

```
<ion-nav-bar class="bar-stable">
```

```
</ion-nav-bar>
```

```
....
```

```
<ion-nav-view></ion-nav-view>
```

3.3.7 Σενάριο Χρήσης

Περιγραφή ενός τυπικού χρήστη

Ο Κώστας είναι 32 ετών. Όπως οι περισσότεροι συνομήλικοί του διαθέτει έξυπνη συσκευή κινητής τηλεφωνίας (smartphone) και είναι εξοικειωμένος με τη χρήση της. Το πρόγραμμα χρήσης υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας περιλαμβάνει δεδομένα για χρήση για πρόσβαση στο διαδίκτυο από το κινητό του. Ο Κώστας είναι εργαζόμενος και καθημερινός χρήστης των δημόσιων μέσων μεταφοράς.

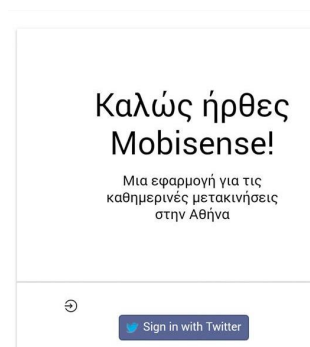
Χρήση της εφαρμογής «Mobisense»

Η εφαρμογή «Mobisense» έχει προσαρμοστεί ώστε οι χρήστες μέσων μαζικής μεταφοράς να μπορούν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες κατά τη διάρκεια των μετακινήσεών τους, και χρησιμοποιείται με την ονομασία «Mobisense».

Η δουλειά του Κώστα είναι στο κέντρο της Αθήνας ενώ αυτός μένει στα προάστια. Κάθε πρωί χρησιμοποιεί λεωφορείο για τρεις στάσεις και στη συνέχεια μετεπιβιβάζεται στο μετρό για να φτάσει στη δουλειά του. Το απόγευμα ακολουθεί την αντίστροφη διαδρομή.

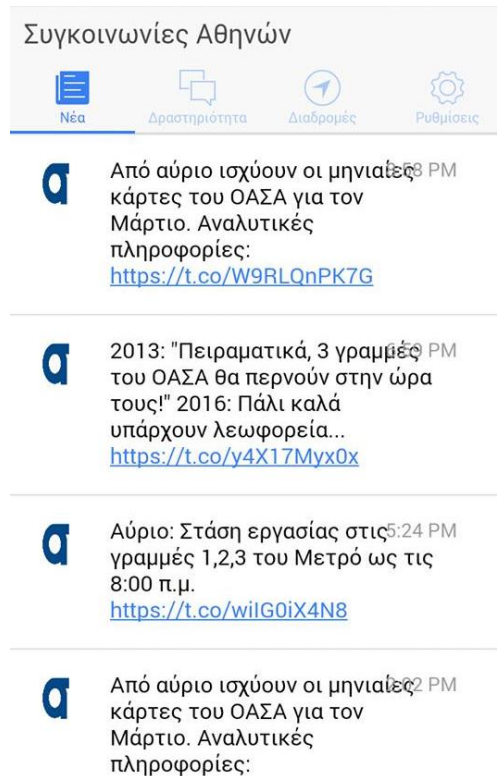
Τον τελευταίο καιρό, το λεωφορείο που τον εξυπηρετεί καθυστερεί 10-15 λεπτά, ιδίως τα απογεύματα, σε σχέση με την προγραμματισμένη ώρα. Ο Κώστας αποφασίζει να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή «Mobisense» για να αναφέρει αυτή την παρατήρηση.

Αρχικά θα πρέπει να συνδεθεί στην εφαρμογή με τον twitter λογαριασμό του (Εικόνα 39). Έχουμε υλοποιήσει διασύνδεση με single sign on του twitter.



Εικόνα 37 Αρχική σελίδα. Ο χρήστης συνδέεται μέσω twitter.

Εφόσον ο Κώστας συνδεθεί, μεταφέρεται στην πρώτη οθόνη όπου παρουσιάζονται τα τελευταία νέα από το λογαριασμό @athenstransport (Εικόνα 40). Σημειώνουμε ότι αν η εφαρμογή προσαρμοστεί για χρήση από άλλες υπηρεσίες, είναι δυνατόν να ενσωματωθούν νέα από σχετικούς με την υπηρεσία λογαριασμούς και άλλων κοινωνικών δικτύων.

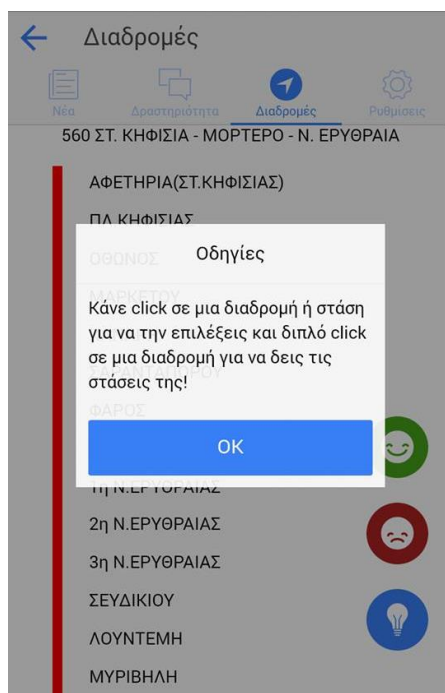


Εικόνα 38 Η αρχική οθόνη της εφαρμογής μετά από σύνδεση του χρήστη. Παρουσιάζονται πρόσφατα νέα από λογαριασμούς κοινωνικών δικτύων.

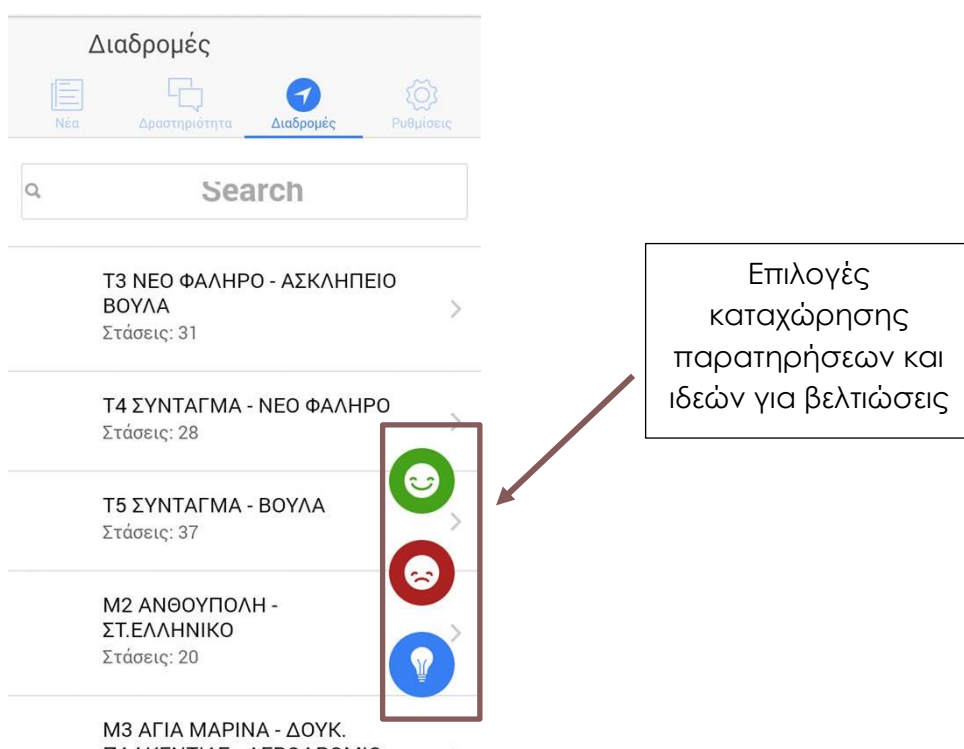
Καθώς ο Κώστας θέλει να αναφέρει ένα πρόβλημα για μια συγκεκριμένη γραμμή, περιηγείται στην οθόνη που παρουσιάζει τις διαδρομές, όπως φαίνεται στην εικόνα .

Με την είσοδο στην καρτέλα των διαδρομών λαμβάνει κάποιες οδηγίες αναφορικά με τη χρήση της υπηρεσίας όπως φαίνεται στην εικόνα.

Επιλέγοντας «ΟΚ» στο παράθυρο οδηγιών μεταβαίνει στην κυρίως οθόνη. Εκεί μπορεί να αναζητήσει τη διαδρομή που τον ενδιαφέρει και να καταχωρίσει θετικές ή αρνητικές παρατηρήσεις αλλά και ιδέες για βελτιώσεις.

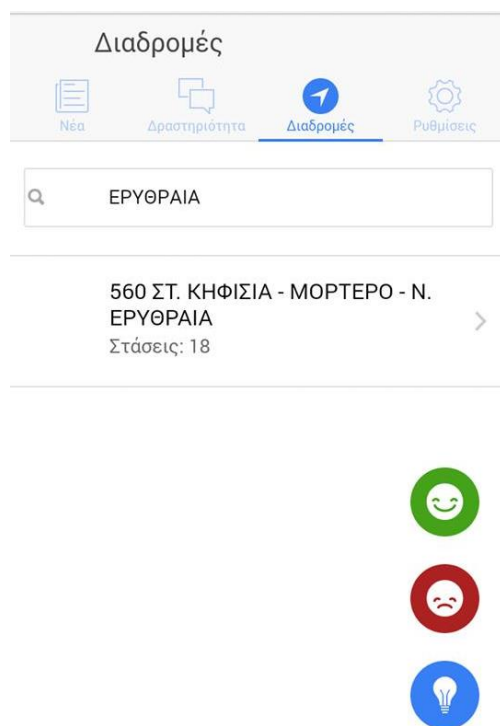


Εικόνα 39 Οθόνη με οδηγίες για τη χρήση της εφαρμογής.



Εικόνα 40 Κατάλογος με όλες τις διαδρομές των αστικών συγκοινωνιών

Αρχικά ο Κώστας στην μπάρα αναζήτησης πληκτρολογεί κάποιο αναγνωριστικό για τη γραμμή που τον ενδιαφέρει όπως τον αριθμό της ή τμήμα του ονόματος της. Η αναζήτηση εκτελείται αυτόματα και παρουσιάζει στον Κώστα τα αποτελέσματα που ταιριάζουν στα κριτήρια του όπως φαίνεται στην εικόνα . Στη συνέχεια κάνοντας διπλό κλικ στο όνομα της διαδρομής εμφανίζονται οι στάσεις που αυτή περιλαμβάνει στην οθόνη του Κώστα και επιλέγει εκείνη που τον ενδιαφέρει. Τέλος για να προσθέσει την κριτική του επιλέγει το κόκκινο κουμπί από το μενού που αντιστοιχεί στην αρνητική κριτική.



Εικόνα 41 Επιλογή επιθυμητής διαδρομής



Εικόνα 42 Επιλογή επιθυμητής στάσης

Τι δεν μου άρεσε

Στάση	ΑΦΕΤΗΡΙΑ(ΣΤ.ΚΗΦΙΣΙΑΣ) 560-20 ΣΤ. ΚΗΦΙΣΙΑ - ΜΟΡΤΕΡΟ - Ν. ΕΡΥΘΡΑΙΑ
	Καθυστέρησε! ✓
	Δεν σταμάτησε
	Η γραμμή είναι ανενεργή
	Δεν εξυπηρετεί καλά τις περιοχές από όπου περνάει
	Είχε πολύ κρύο/ζέστη
Υποβολή Ακύρωση	

Εικόνα 43 Σχεδιασμός και υποβολή κριτικής

Μετά την υποβολή της κριτικής αυτή εμφανίζεται στη σελίδα «Δραστηριότητα» απ' όπου είναι ορατή σε όλους τους χρήστες.

Δραστηριότητα Χρηστών

Νέα

Δραστηριότητα

Διαδρομές

Ρυθμίσεις



Για τη γραμμή 560-20 ΣΤ. ΚΗΦΙΣΙΑ - ΜΟΡΤΕΡΟ - Ν. ΕΡΥΘΡΑΙΑ αναφέρθηκε ότι καθυστέρησε.

3:36 PM



Για τη στάση ΣΤ.ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ Μ2-20 ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ - ΣΤ.ΕΛΛΗΝΙΚΟ αναφέρθηκε ότι δεν υπήρχε συνωστισμός.

Saturday



Για τη στάση 11η ΜΑΝΑΡΑ Β12-20 ΜΑΡΝΗ - ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ αναφέρθηκε ότι χρειάζεται καθαρισμό.

Saturday





Για την γραμμή 704-20 ΚΑΜΑΤΕΡΟ - ΠΛ. ΑΓ. ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ (ΚΥΚΛΙΚΗ)

Saturday

Εικόνα 44 Δημοσίευση κριτικής στις δραστηριότητες.

4 Έλεγχος- Αξιολόγηση συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η διαδικασία ελέγχου του «Mobisense» που ως στόχο έχει:

1. Την αξιολόγηση του σχεδιασμού και της τεχνικής υλοποίησης της εφαρμογής.
2. Την αξιολόγηση της προσφοράς της εφαρμογής στον τομέα των αστικών συγκοινωνιών.

Τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν θα χρησιμοποιηθούν για μελλοντικές επεκτάσεις και βελτιώσεις στην εφαρμογή προκειμένου να προσαρμοστεί πλήρως στις απαιτήσεις των χρηστών της.

4.1 Μεθοδολογία αξιολόγησης

Για την υλοποίηση του ελέγχου του «Mobisense», η εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε για 7 ημέρες από συνολικά 21 χρήστες

Προφίλ Χρηστών

Κατά τη δοκιμαστική περίοδο καταβλήθηκε προσπάθεια να συγκεντρωθεί ένα, κατά το δυνατόν, αντιπροσωπευτικό δείγμα των χρηστών στους οποίους απευθύνεται το «Mobisense». Τα χαρακτηριστικά της ομάδας που συγκεντρώθηκε ήταν τα ακόλουθα:

- Όλοι ήταν κάτοικοι Αθηνών και καθημερινοί επιβάτες των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Όλοι είχαν στην κατοχή τους μια κινητή συσκευή smartphone και ήταν εξοικειωμένοι με αυτή.
- Το 76,16% (16 χρήστες) είχε τεχνολογικό ακαδημαϊκό υπόβαθρο, το 19,06 % (4 χρήστες) άλλο ακαδημαϊκό υπόβαθρο και 4.77% (1 χρήστης) δεν είχε ακαδημαϊκό υπόβαθρο.
- Το 61,9 % (13 χρήστες) ήταν άντρες και το 38,1 % (8 χρήστες) γυναίκες.

- 52,36 % (11 χρήστες) ανήκε στην ηλικιακή ομάδα 18-24, 19,06% (4 χρήστες) στην ηλικιακή ομάδα 25-31 και 9,52% (2 χρήστες) στην ηλικιακή ομάδα 32-38 και 19,06% (4 χρήστες) ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα 38+.

Μετά το πέρας των επτά ημερών τούς ζητήθηκε να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο οι ερωτήσεις του οποίου και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν θα παρουσιαστούν σε επόμενη ενότητα.

4.2 Ερωτηματολόγιο και διαδικασία ανάλυσης

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε περιλαμβάνει συνολικά 21 ερωτήσεις χωρισμένες σε τρεις ομάδες.

Η πρώτη ομάδα ερωτήσεων αφορά την αξιολόγηση της χρηστικότητας του συστήματος και αποτελείται από 10 ερωτήσεις με πέντε απαντήσεις που κυμαίνονται από «Διαφωνώ απολύτως» μέχρι «Συμφωνώ απολύτως». Οι ερωτήσεις αυτές βασίστηκαν στο μοντέλο System Usability Scale (SUS).

Το SUS είναι ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης συστήματος που αναπτύχθηκε από τον John Brooke [41] στην Digital Equipment Corporation το 1986. Πρόκειται για ένα αναγνωρισμένο σύστημα αξιολόγησης της χρηστικότητας μιας εφαρμογής από το ISO 9241 Part 11.

Το μοντέλο αυτό προτιμήθηκε καθώς συγκεντρώνει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Είναι εύκολο και γρήγορο στους χρήστες να απαντήσουν.
- Δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα ακόμα και σε μικρά δείγματα
- Οδηγεί σε ξεκάθαρο διαχωρισμό μεταξύ χρηστικών και μη χρηστικών συστημάτων.

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου είναι οι εξής:

1. Νομίζω ότι θα χρησιμοποιώ συχνά την εφαρμογή
2. Θεωρώ ότι η εφαρμογή ήταν περιττά πολύπλοκη.
3. Νομίζω ότι η εφαρμογή είναι εύκολη στη χρήση.
4. Νομίζω ότι χρειάζομαι βοήθεια από κάποιον τεχνικό προκειμένου να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή.
5. Οι λειτουργικότητες της εφαρμογής ήταν καλά υλοποιημένες.

6. Υπήρχαν πολλές τεχνικές ασυνέπειες στην εφαρμογή.
7. Υποθέτω ότι οι περισσότεροι χρήστες θα μπορέσουν εύκολα να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή.
8. Θεωρώ ότι η εφαρμογή δεν ήταν ευέλικτη στη χρήση.
9. Ένιωσα αυτοπεποίθηση χρησιμοποιώντας την εφαρμογή.
10. Χρειάστηκε να μάθω πολλά προτού μπορέσω να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή.

Αξιολόγηση "Mobisense"

* Απαιτείται

Λειτουργικότητα του MobiSense

Η δυνατότητα να εκφράζω τι μου άρεσε μου φάνηκε χρήσιμη. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απολύτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απολύτως

Η δυνατότητα να εκφράζω τι ΔΕΝ μου άρεσε μου φάνηκε χρήσιμη. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απολύτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απολύτως

Η δυνατότητα να εκφράζω νέες ιδέες μου φάνηκε χρήσιμη. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απολύτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απολύτως

Οι καρτέλες ήταν καλά οργανωμένες και η λειτουργία τους ξεκάθαρη. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απολύτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απολύτως

Η διάταξη των κουμπιών στις οθόνες ήταν καλή και η λειτουργία τους ξεκάθαρη. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απολύτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απολύτως

Εικόνα 45 Μέρος Α: Χρηστικότητα συστήματος

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων ακολουθήθηκε το μοντέλο SUS. Σύμφωνα με αυτό η διαδικασία είναι η εξής:

1. Για όλες τις ερωτήσεις, υπολογίζεται η συνεισφορά των απαντήσεων καθεμιάς. Η συνεισφορά κυμαίνεται από 0 έως 4. Για τις ερωτήσεις 1, 3, 5, 7, και 9 η συνεισφορά είναι (βαθμολογία χρήστη)-1. Για τις ερωτήσεις 2, 4, 6, 8 και 10 η συνεισφορά είναι 5-(βαθμολογία χρήστη).

2. Αθροίζονται οι συνεισφορές όλων των ερωτήσεων.
3. Το άθροισμα πολλαπλασιάζεται με 2.5 προκειμένου να προκύψει το συνολικό SUS σκορ, το οποίο κυμαίνεται από 0 έως 100.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν παρότι κυμαίνονται από 0-100 δεν είναι ποσοστά και δεν πρέπει να ερμηνευτούν σαν τέτοια.

Τέλος, σύμφωνα με έρευνες ένα συνολικό σκορ πάνω από 68 και πάνω θεωρείται άνω του μετρίου και από 68 και κάτω, κάτω του μετρίου.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με μορφή διαγραμμάτων σε επόμενη ενότητα.

Η δεύτερη ομάδα ερωτήσεων αφορά την αξιολόγηση της λειτουργικότητας του συστήματος. Η επιλογή των ερωτήσεων έγινε έτσι ώστε ο χρήστης να αξιολογήσει όλες τις δυνατότητες που έχει στο πλαίσιο της εφαρμογής και επιπλέον να εκφράσει ποια άλλη δυνατότητα θα περίμενε να έχει.

Περιλαμβάνει 8 ερωτήσεις, εκ των οποίων οι 7 περιλαμβάνουν 5 απαντήσεις η καθεμία που κυμαίνονται από «Διαφωνώ απόλυτα» έως «Συμφωνώ απόλυτα». Η 8^η ερώτηση είναι μια ερώτηση ελεύθερου κειμένου. Οι ερωτήσεις που περιλαμβάνει είναι οι εξής:

1. Η δυνατότητα να εκφράζω τι μου άρεσε μου φάνηκε χρήσιμη.
2. Η δυνατότητα να εκφράζω τι ΔΕΝ μου άρεσε μου φάνηκε χρήσιμη.
3. Η δυνατότητα να εκφράζω νέες ιδέες μου φάνηκε χρήσιμη.
4. Οι καρτέλες ήταν καλά οργανωμένες και η λειτουργία τους ξεκάθαρη
5. Η διάταξη των κουμπιών στις οθόνες ήταν καλή και η λειτουργία τους ξεκάθαρη.
6. Οι πληροφορίες από τα social media με βοήθησαν.
7. Οι πληροφορίες από τους άλλους χρήστες με βοήθησαν.
8. Ποια άλλη πληροφορία θα θέλατε να παρέχεται στον χρήστη;

Αξιολόγηση "Mobisense"

* Απαιτείται

Χρηστικότητα του MobiSense

Νομίζω ότι θα χρησιμοποιώ συχνά την εφαρμογή. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απόλυτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απόλυτως

Θεωρώ ότι η εφαρμογή ήταν περιττά πολύπλοκη. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απόλυτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απόλυτως

Νομίζω ότι η εφαρμογή είναι εύκολη στη χρήση. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απόλυτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απόλυτως

Νομίζω ότι χρειάζομαι βοήθεια από κάποιον τεχνικό προκειμένου να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απόλυτως	☐	☐	☐	☐	☐	Συμφωνώ απόλυτως

Οι λειτουργικότητες της εφαρμογής ήταν καλά υλοποιημένες. *

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ απόλυτως	☐	☐	☐	☐	☒	Συμφωνώ απόλυτως

Εικόνα 46 Μέρος Β: Λειτουργικότητες συστήματος

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων εξετάστηκαν οι απαντήσεις κάθε ερώτησης ξεχωριστά και εξάχθηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα που παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

Τέλος, η τρίτη ομάδα ερωτήσεων περιλαμβάνει την αξιολόγηση της συναισθηματικής ικανοποίησης των χρηστών και περιλαμβάνει τρεις ερωτήσεις. Στόχος αυτών των ερωτήσεων είναι η αποτίμηση της συνολικής αίσθησης που αποκομίζει ο χρήστης χωρίς να γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένες λειτουργικότητες. Πρόκειται για έναν τομέα που σαφώς πρέπει να αξιολογηθεί καθώς η συνολική εμπειρία είναι αυτή που θα καθορίσει κατά πόσο θα συνεχίσει ο χρήστης να χρησιμοποιεί το «Mobisense» και στο μέλλον.

Αναφορικά με τις συγκεκριμένες ερωτήσεις, οι δύο πρώτες περιλαμβάνουν 5 απαντήσεις έκαστη που κυμαίνονται από «Διαφωνώ απόλυτα» έως «Συμφωνώ απόλυτα». Η τρίτη ερώτηση περιλαμβάνει δύο απαντήσεις, ναι ή όχι.

Οι ερωτήσεις είναι οι εξής:

1. Αποκομίσατε την αίσθηση ότι η προσφορά σας ήταν σημαντική.
2. Η συνολική εμπειρία σας από τη χρήση της εφαρμογής ήταν ευχάριστη.
3. Θα πρότεινα την εφαρμογή σε ένα φίλο.

Αξιολόγηση "Mobisense"

* Απαιτείται

Εμπειρία χρήσης του MobiSense

Αποκομίσατε την αίσθηση ότι η προσφορά σας ήταν σημαντική. *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ απόλυτως ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Συμφωνώ απόλυτως

Η συνολική εμπειρία από την χρήση της εφαρμογής ήταν ευχάριστη. *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ απόλυτως ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Συμφωνώ απόλυτως

Θα πρότεινα την εφαρμογή σε ένα φίλο. *

☐ Ναι

☐ Όχι

ΠΛΩ ΥΠΟΒΟΛΗ

Μην υποβλήτε ποτέ κωδικούς πρόσβασης μέσω των Φορμών Google.

Εικόνα 47 Μέρος Γ: Εμπειρία χρήσης από το σύστημα

Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων εξετάστηκαν οι απαντήσεις κάθε ερώτησης ξεχωριστά και εξάχθηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα που παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

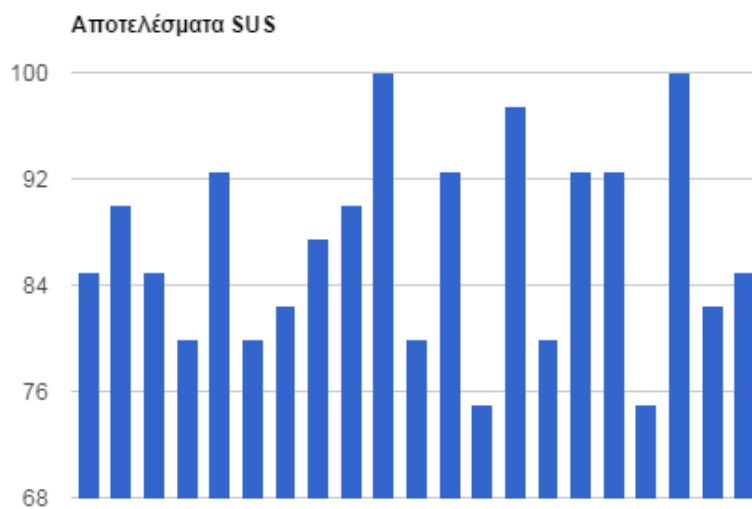
4.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Για την ομάδα ερωτήσεων που αφορά την χρηστικότητα του συστήματος υπολογίστηκε για τον κάθε ερωτηθέντα η βαθμολογία που προέκυψε. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6 Αποτελέσματα SUS

α/α	Ερωτηθέντας	Συνολική βαθμολογία χρηστικότητας	α/α	Ερωτηθέντας	Συνολική βαθμολογία χρηστικότητας
1	01/03/2016 1:21:32 μ.μ.	85	11	05/03/2016 1:59:43 π.μ.	80
2	03/03/2016 7:03:28 μ.μ.	90	12	05/03/2016 3:35:22 π.μ.	92,5
3	03/03/2016 7:50:10 μ.μ.	85	13	05/03/2016 11:32:43 π.μ.	75
4	03/03/2016 11:26:22 μ.μ.	80	14	05/03/2016 11:57:28 π.μ.	97,5
5	04/03/2016 11:07:14 π.μ.	92,5	15	05/03/2016 12:17:20 μ.μ.	80
6	04/03/2016 3:11:06 μ.μ.	80	16	06/03/2016 10:50:10 π.μ.	92,5
7	04/03/2016 6:13:32 μ.μ.	82,5	17	06/03/2016 11:44:01 π.μ.	92,5
8	04/03/2016 6:44:24 μ.μ.	87,5	18	07/03/2016 11:01:26 π.μ.	75
9	04/03/2016 6:45:22 μ.μ.	90	19	07/03/2016 11:06:40 π.μ.	100
10	04/03/2016 6:45:35 μ.μ.	100	20	07/03/2016 11:10:13 π.μ.	82,5
			21	07/03/2016 11:12:29 π.μ.	85

Σχηματικά τα παραπάνω αποτελέσματα απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα όπου κάθε στήλη αντιστοιχεί σε ένα ερωτηθέντα ξεκινώντας από αριστερά. Δηλαδή στον ερωτηθέντα με α/α 1 αντιστοιχεί η πρώτη στήλη αριστερά.



Διάγραμμα 1 Αποτελέσματα SUS

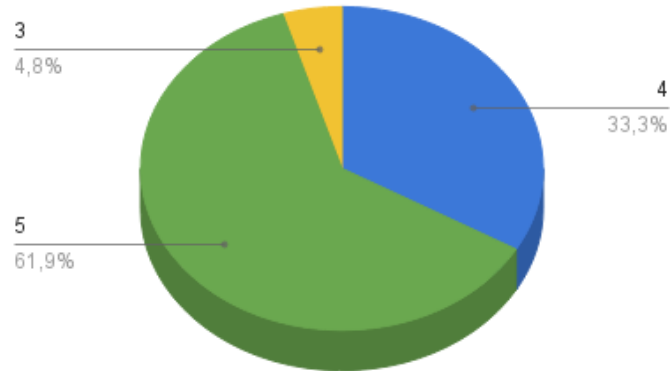
Για το τεστ χρηστικότητας το Mobisense υπολογίστηκε ότι έλαβε μέση βαθμολογία ίση με **86,9047619**.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του System Usability Scale βαθμολογίες από 68-100 θεωρούνται ικανοποιητικές. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι από την πλευρά της χρηστικότητας το Mobisense ανταποκρίθηκε επαρκώς στις προσδοκίες των χρηστών.

Η δεύτερη ομάδα ερωτήσεων που αφορά την αξιολόγηση των λειτουργικοτήτων του Mobisense έδωσε τα εξής αποτελέσματα:

Το 95,2 % των ερωτηθέντος φάνηκε να έχει θετική στάση απέναντι στη δυνατότητα να εκφράζει τι του άρεσε κατά την διάρκεια του ταξιδιού του (βαθμολογία 4 το 33,3% και 5 το 61,9%). Το 4,8% διατήρησε αδιάφορη στάση αποδίδοντας σε αυτή την δυνατότητα βαθμολογία 3/5.

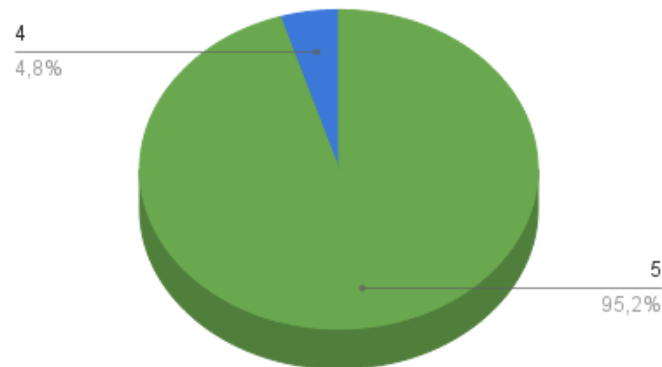
Η δυνατότητα να εκφράζω τι μου άρεσε μου φάνηκε χρήσιμη



Διάγραμμα 2 Ερώτηση 1

Ιδιαίτερη απήχηση φάνει να έχει η δυνατότητα να εκφράζουν οι επιβάτες τι δεν τους ευχαρίστησε κατά την διάρκεια του ταξιδιού με 100 % να συμφωνεί. Συγκεκριμένα το 4,8% απέδωσε βαθμολογία 4/5 και το 95,2% βαθμολογία 5/5.

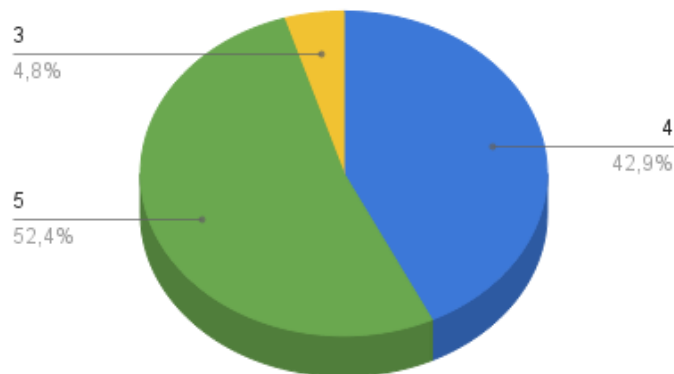
Η δυνατότητα να εκφράζω τι ΔΕΝ μου άρεσε μου φάνηκε χρήσιμη.



Διάγραμμα 3 Ερώτηση 2

Για την δυνατότητα προτάσεις νέων ιδεών το 95,2% απάντησε ότι συμφωνεί απόλυτα ή συμφωνεί. (42,9% βαθμολόγησαν με 4/5 και 52,4% με 5/5). Το υπόλοιπο 4,8 % φάνηκε να είναι αδιάφορο.

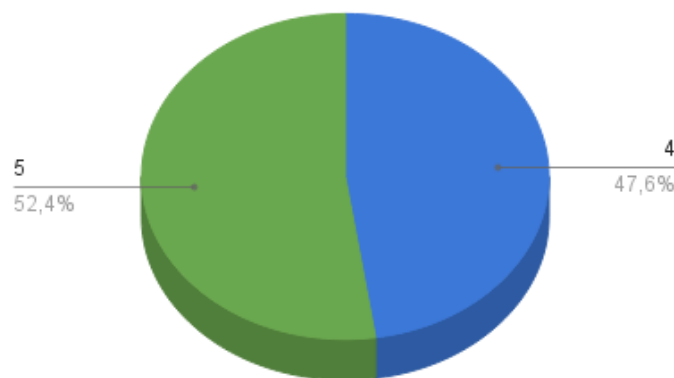
Η δυνατότητα να εκφράζω νέες ιδέες μου φάνηκε χρήσιμη.



Διάγραμμα 4 Ερώτηση 3

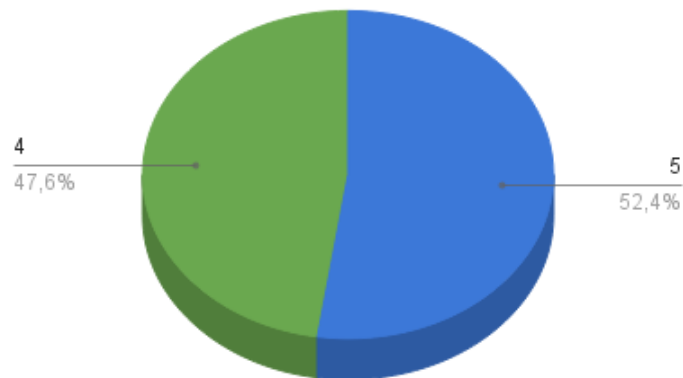
Αναφορικά με την οργάνωση των καρτελών ικανοποιημένοι φάνηκαν οι χρήστες σε ποσοστό 100%. Συγκεκριμένα το 52,4 % απέδωσαν βαθμολογία 5/5 και το 47,6% βαθμολογία 4/5. Στην αντίστοιχη ερώτηση για τα κουμπιά το 47,6% έκρινε ότι συμφωνεί με την οργάνωση και την τοποθέτηση τους ενώ το 52,4% ότι συμφωνεί απολύτως.

Οι καρτέλες ήταν καλά οργανωμένες και οι λειτουργίες τους ξεκάθαρες.



Διάγραμμα 5 Ερώτηση 4

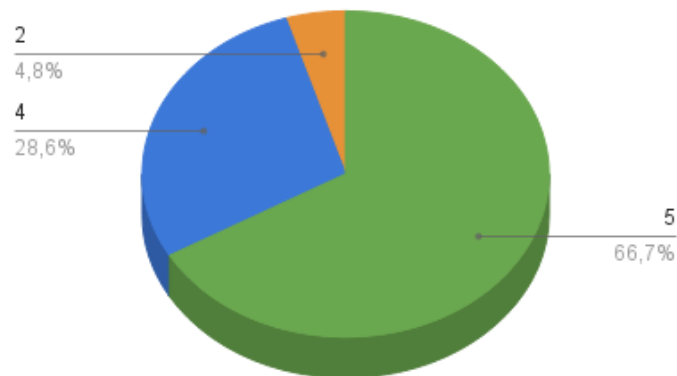
Η διάταξη των κουμπιών στην οθόνη ήταν καλή και η λειτουργία τους ξεκάθαρη.



Διάγραμμα 6 Ερώτηση 6

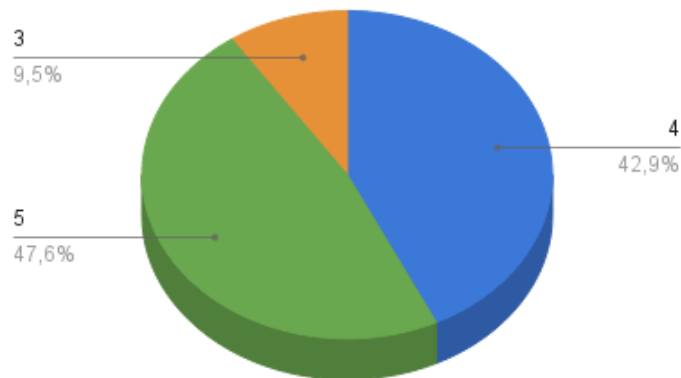
Αναφορικά με το περιεχόμενο των καρτελών το 66,7% έκριναν πολύ θετικά τις πληροφορίες από τα social media , το 28,6% θετικά και το 4,8% φάνηκε να είναι αδιάφορο. Αντίστοιχα, το 47,6% απέδωσε βαθμολογία 5/5 στη δυνατότητα να παρακολουθεί τις δημοσιεύσεις των υπολοίπων χρηστών , το 42,9% επέδωσε βαθμολογία 4/5 και 3/5 το 9,5% φάνηκε αδιάφορο.

Οι πληροφορίες από τα social media (πρώτη καρτέλα) με βοήθησαν.



Διάγραμμα 7 Ερώτηση 5

Οι πληροφορίες από τους άλλους χρήστες (δεύτερη καρτέλα) με βοήθησαν πολύ.

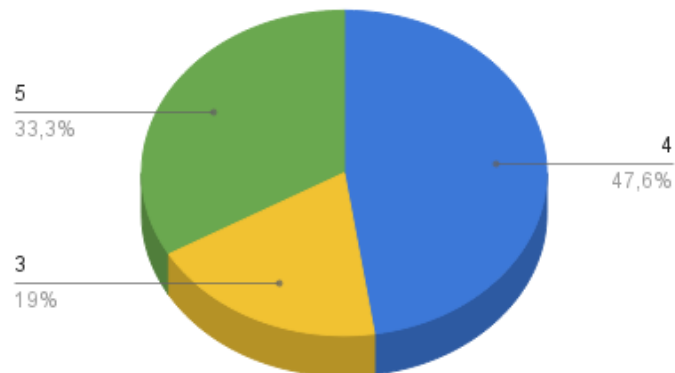


Διάγραμμα 8 Ερώτηση 7

Τέλος, τα αποτελέσματα της τρίτης ομάδας που αφορούν την αξιολόγηση της εμπειρίας χρήσης της εφαρμογής είναι τα εξής:

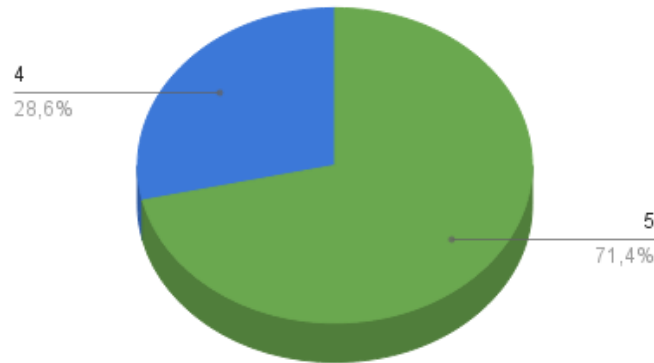
Το 80,9% ένιωσε ότι χρησιμοποιώντας την εφαρμογή προσέφερε στη βελτίωση των συγκοινωνιών ενώ το 19% ότι συμφώνησε ούτε διαφώνησε. Επιπλέον όλοι συμφώνησαν ότι η εμπειρία τους από τη χρήση του Mobisense στο σύνολο της ήταν θετική

Αποκομίσατε την αίσθηση ότι η προσφορά σας ήταν σημαντική.



Διάγραμμα 9 Ερώτηση 1

Η συνολική εμπειρία από την χρήση της εφαρμογής ήταν ευχάριστη.



Διάγραμμα 10 Ερώτηση 2

Τέλος, στο ερώτημα που τέθηκε στους χρήστες αναφορικά με το αν θα την πρότειναν σε έναν φίλο τους λάβαμε θετική απάντηση σε ποσοστό 100%.

Από όλη την παραπάνω ανάλυση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης μπορούμε να εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα:

- Η εφαρμογή κρίθηκε θετικά από τους χρήστες σε επίπεδο χρηστικότητας.
- Από την πλευρά της λειτουργικότητας οι χρήστες φάνηκε να τηρούν θετική στάση σε όσες δυνατότητες έχει ήδη η εφαρμογή. Ωστόσο υποβλήθηκαν και αρκετές προτάσεις για ενσωμάτωση και άλλων δυνατοτήτων οι οποίες θα παρουσιαστούν εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο.
- Οι χρήστες ανταποκρίθηκαν θετικά στην ιδέα της συμμετοχής στη διαμόρφωση των συγκοινωνιών με τον τρόπο που προτάθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας και αποκόμισαν την αίσθηση ότι η συνεισφορά του ήταν σημαντική.
- Τέλος, σημαντικό στοιχείο αποτελεί η πρόθεση τους να χρησιμοποιούν την εφαρμογή συχνά αλλά και να την συστήσουν σε γνωστούς τους.

5 Επίλογος

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί σύνοψη του συστήματος που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας και των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την δοκιμαστική χρήση αυτού. Ακόμη, παρουσιάζονται πιθανές επεκτάσεις που είναι δυνατό να υλοποιηθούν στο μέλλον.

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Ο κύριος στόχος αυτής της εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας που θα προσέφερε στους χρήστες αλληλεπίδραση με άλλους χρήστες αλλά και με τους υπεύθυνους, για τις αστικές συγκοινωνίες, φορείς. Μέσω της πλατφόρμας αυτής, που ονομάστηκε Mobisense και βασίστηκε στο μοντέλο του πληθοπορισμού, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν πληροφορίες και ιδέες για βελτίωση των υπηρεσιών με άλλους χρήστες αλλά και να ενημερώνονται σχετικά με τα τελευταία νέα των συγκοινωνιών των Αθηνών.

Για την ανάπτυξη του Mobisense χρησιμοποιήθηκαν τα frameworks Meteor, Ionic και AngularJS μαζί με HTML και CSS. Για την λειτουργία του συστήματος ενσωματώθηκε μια MongoDB βάση δεδομένων όπου αποθηκεύτηκαν όλες οι συλλογές.

Στο στάδιο της αξιολόγησης το Mobisense έλαβε ικανοποιητικά θετικές κριτικές και φάνηκε να συναντά την αποδοχή του κοινού. Το γεγονός αυτό αποτελεί κίνητρο για επιπλέον βελτίωση του συστήματος στο μέλλον, ενσωμάτωση πολλών επιπλέον δυνατοτήτων αλλά και αξιοποίηση του συστήματος σε άλλες μεγαλύτερες εργασίες που αφορούν τον τομέα των αστικών συγκοινωνιών.

5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Αυτή η εργασία μπορεί να θεωρηθεί ως το πρώτο βήμα για την ένταξη των ιδεών και των προτάσεων που αυτή πραγματεύεται σε έργα μεγαλύτερης κλίμακας που αφορούν το χώρο των αστικών συγκοινωνιών.

Η θετική ανταπόκριση των χρηστών αποτελεί κίνητρο για την περαιτέρω εξέλιξη του Mobisense, με την βελτίωση των υπάρχοντων δυνατοτήτων αλλά και με την ενσωμάτωση πολλών νέων.

Σε επίπεδο χρηστικότητας και αλληλεπίδρασης μεταξύ των χρηστών οι βελτιώσεις και οι προσθήκες που θα ενσωματωθούν στο άμεσο μέλλον αφορούν:

- Μετάφραση της εφαρμογής σε άλλες γλώσσες προκειμένου να μπορεί να προσελκύσει χρήστες και από διαφορετικές χώρες. Βεβαίως αυτή η επέκταση συνεπάγεται και την προσθήκη των αντίστοιχων δεδομένων για τις συγκοινωνίες και αναφερόμενων χωρών.
- Βελτιώσεις στον τρόπο εμφάνισης της δραστηριότητας των άλλων χρηστών και οργάνωση αυτών των δημοσιεύσεων σε κατηγορίες αναλόγως το μέσο ή τη γραμμή στην οποία αναφέρονται αλλά και δυνατότητα αναζήτησης εντός αυτών. Αυτό θα είναι σημαντικό διότι θα διευκολύνει ιδιαίτερα τους χρήστες να βρίσκουν μόνο τις πληροφορίες που τους ενδιαφέρουν ιδίως όταν οι χρήστες θα αυξηθούν πολύ σε αριθμό και ο όγκος των σχολίων θα είναι μεγάλος.

Αναφορικά με προσθήκες που αφορούν νέες λειτουργικότητες στο άμεσο μέλλον έμφαση θα δοθεί στα εξής:

- Δυνατότητα σύνδεσης και με άλλους τρόπους όπως Facebook, LinkedIn, e-mail κλπ. Διαπιστώθηκε ότι η χρήση του Twitter ως μέσο σύνδεσης περιόρισε σημαντικά τους χρήστες του Mobisense στο στάδιο των δοκιμών. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να ενσωματωθούν και άλλα κοινωνικά δίκτυα προκειμένου να έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή όσοι περισσότεροι χρήστες είναι δυνατό.
- Προσθήκη χαρτών google maps και χρήση GPS δεδομένων. Τα GPS δεδομένα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό της θέσης του χρήστη και έτσι να μην χρειάζεται πλέον να επιλέγει εκείνος την στάση ή την γραμμή στην οποία αναφέρεται. Άμεση σχέση με την προσθήκη των GPS δεδομένων έχει και η προσθήκη δυνατότητας σχεδιασμού ταξιδιού (route planning).

- Άλλο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που θα προστεθεί στο άμεσο μέλλον είναι η δυνατότητα απάντησης σε σχόλιο άλλου χρήστη και δυνατότητα αξιολόγησης σχολίων ως προς την εγκυρότητα. Θα επιτρέπει τον εντοπισμό κακόβουλων ή άσχετων δημοσιεύσεων.
- Προκειμένου η εφαρμογή να γίνει πιο ευχάριστη στο χρήστη αλλά και να τον ωθήσει να συνεχίσει να χρησιμοποιεί στο Mobisense πρόκειται να ενσωματωθούν τεχνικές gamification όπως σύστημα επιβράβευσης χρηστών αναλόγως των αριθμό των σχολίων τους, την βαθμολογία των σχολίων αυτών κλπ.
- Δημιουργία δικτύων με χρήστες που ακολουθούν συχνά παρόμοιες διαδρομές και συνεπώς σχολιάζουν κοντινές ή ίδιες γραμμές και στάσεις. Στόχος είναι να εμφανίζονται όσο γίνεται πιο ψηλά σχόλια που αφορούν γραμμές ή στάσεις που ο χρήστης επισκέπτεται συχνά, ακόμη και αν εκείνη την στιγμή δεν βρίσκεται σε κάποια από αυτές, προκειμένου να μπορεί να πάρει μέρος και σε αντίστοιχες συζητήσεις κάτω από τα σχόλια και να εκφράσει τις απόψεις του.

Τέλος, όλα τα παραπάνω θα αποκτήσουν πολύ μεγάλη σημασία όταν φορέας –διαχειριστής του Mobisense γίνουν οι αστικές συγκοινωνίες Αθηνών. Για την ευκολότερη αξιοποίηση των πληροφοριών από τους χρήστες θα υλοποιηθούν ειδικές καρτέλες με analytics, στατιστικά στοιχεία για τις πιο συχνά αρνητικά σχολιαζόμενες γραμμές ή διαδρομές αλλά και ειδοποιήσεις για τις αναφορές βλαβών. Έτσι ο φορέας θα μπορεί να αξιοποιήσει όλη αυτή την συγκεντρωμένη πληροφορία και να προβεί σε ουσιαστικές αλλαγές και βελτιώσεις των αστικών συγκοινωνιών και επομένως το Mobisense θα έχει επιτύχει τον σκοπό για τον οποίο εξαρχής αναπτύχθηκε.

6 Βιβλιογραφία

- [1] Gabriela Beirão and J.A. Sarsfield Cabral,.: Transport Policy, 2007, ch. 14(6):478 – 489.
- [2] Harry J. P. Timmermans, Eric J. E. Molin Bert Van Wee, Caspar G. Chorus, and Theo A. Arentze, Travelers' need for information in traffic and transit: results from a web, pp. 57-67, 2007.
- [3] Jeff Howe, *The Rise of Crowdsourcing.*, June 2006.
- [4] Thimo Schulze, Martin Schader, Stefan Seedorf, Robert Nickerson David Geiger, Managing the Crowd: Towards a Taxonomy of Crowdsourcing Processes, 2011.
- [5] G. D. Oh, and R. Kishore Saxton, Rules of Crowdsourcing: Models, Issues, and Systems of Control, May 2013.
- [6] X., Vuong, B., Doan, A. and Naughton, J.F. Chai, *Efficiently incorporating user feedback into information extraction and integration programs.*, 2009.
- [7] Raghu Ramakrishnan, Alon Y. Halevy Anhai Doan. Communications of the ACM. [Online]. <http://cacm.acm.org/magazines/2011/4/106563-crowdsourcing-systems-on-the-world-wide-web/fulltext>
- [8] L., Maurer, B., McMillen, C., Abraham, D. and Blum, M von Ahn, Recaptcha: Human-based character recognition via Web security measures., pp. 1465–1468, 2008.
- [9] N.F., Griffith, N. and Munsen, M.A. Noy, Collecting community-based mappings in an ontology repository., *In Proceedings of ISWC*, 2008.
- [10] L. and Dabbish, L. von Ahn, Designing games with a purpose., *Comm. ACM* 51, 8, pp. 58-67, Aug 2008.
- [11] J. Golbeck, Computing and applying trust in Web-based social network, 2005., University of Maryland., Ph.D. dissertation 2005.
- [12] X., Vuong, B., Doan, A. and Naughton, J.F. Chai, *Efficiently incorporating user feedback into information extraction and integration programs.*, 2009.

- [13] P., Chai, X., Gao, B.J., Shen, W., Doan, A., Bohannon, P. and Zhu, X. DeRose, Building community wikipedias: A machine-human partnership approach., 2008.
- [14] M. and Domingos, P. Richardson, *Building large knowledge bases by mass collaboration.*, 2003.
- [15] G., Bercovitz, B., Kaliszan, F., Liou, H. and Garcia-Molina, H. Courserank Koutrika, A closed-community social system through the magnifying glass., 2009.
- [16] L.A., Zhang, J., Bakshy, E. and Ackerman, M.S. Adamic, Knowledge sharing and Yahoo answers: Everyone knows something., 2008.
- [17] R., Baptist, A., Ercegovac, A., Hanselman, M., Kabra, N., Marathe, A. and Shaft, U Ramakrishnan, Mass collaboration: A case study., 2004.
- [18] D.G. Stork, Using open data collection for intelligent software. , *IEEE Computer* 33, 10, pp. 104-106, 2000.
- [19] H. Rheingold, *Smart Mobs*: Perseus Publishing, 2003.
- [20] L. and Dabbish, L von Ahn, *Labeling images with a computer game.*, 2004.
- [21] A., Tsaparas, P., Achan, K. and Agrawal, R. Fuxman, Using the wisdom of the crowds for keyword generation., 2008.
- [22] B.M., Karypis, G., Konstan, J.A. and Riedl, J. Sarwar, Item-based collaborative filtering recommendation algorithms, 2001.
- [23] A. R. Ramakrishnan, and A. Y. Halevy Doan, Crowdsourcing Systems on the World-Wide Web, *Communications of ACM*, pp. 86-96, 2011.
- [24] A., J. Zimmerman, and A. Tomasic Steinfeld, Bringing Customers Back into Transportation: Citizen-Driven Transit Service Innovation via Social Computing, 2013.
- [25] Aaron Gooze, Kari Watkins, Mariam Asad, Christopher A. Le Dantec Aditi Misra, Crowdsourcing and Its applications to Transportation Data Collection and Management, 2014.
- [26] Thomas W. Sanchez, Keith Bartholomew Daren C. Brabham, *Crowdsourcing participation in transit planning: Preliminary results from the next stop design case.*, 2011.

- [27] Kevin Purdy. (2012, Dec.) Moovit wants to fix your nightmare commute. [Online]. <http://www.fastcompany.com/3004264/moovit-wants-fix-your-nightmare-commute>
- [28] Mass Transit, Moovit Rockets To No. 1 Public Transit App In The World, 2016.
- [29] Devindra Hardawar, Waze raises \$30M for its crowdsourced driving app, hits 7M users., in *Forbes.*, 2011.
- [30] Daniel Terdiman, Waze iPhone app provides real-time, crowdsourced traffic data., in *CNET News.*, 2009.
- [31] Jonathan Vanian, Meteor wants to be the warp drive for building real-time apps, Dec. 27.
- [32] Matt DeBergalis. (2012, Jan.) Skybreak is now Meteor. [Online]. <http://info.meteor.com/blog/skybreak-is-now-meteor>
- [33] Ionic documentation-Browser Support. [Online]. <http://ionicframework.com/docs/overview/#browser-support>
- [34] Chad Tetreault. (2015, July) Top JavaScript Frameworks for Enterprise Mobility. [Online]. <http://devblog.blackberry.com/2015/07/top-javascript-frameworks-for-enterprise-mobility-part-13/>
- [35] Martin Zapletal, Large Volume data analysis on TypeSafe Reactive Platform, 2015.
- [36] Neal Leavitt, Will NoSQL Databases Live Up to Their Promise?, 2010.
- [37] Sandy Katsov, Key Value stores and the NoSQL movement.,
- [38] Mac Seeger, Key-Value Stores: A practical overview, 2009.
- [39] Paul Andlinger. (2013, Nov.) RDBMS dominate the database market, but NoSQL systems are catching up. [Online]. http://db-engines.com/en/blog_post/23
- [40] Meteor documentation. [Online]. <http://docs.meteor.com/#/basic/filestructure>
- [41] B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland P. W. Jordan, SUS: a "quick and dirty" usability scale., 1996.

