



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Υλοποίηση συστήματος Android εφαρμογών για την εύρεση του καλύτερου καλαθιού προϊόντων με τη χρήση του ιεραρχικού αλγορίθμου AHP An Android integrated system to find the optimal product Cart using Analytic Hierarchy Process Algorithm
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Αχιλλαδέλης Νικόλαος
Πατρώνυμο	Ηλίας
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΣΠ/ 15007
Επιβλέπων	Ευθύμιος Αλέπης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ημερομηνία Παράδοσης **ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2020**

Υλοποίηση συστήματος Android εφαρμογών για την εύρεση του καλύτερου καλαθιού προϊόντων με τη χρήση του ιεραρχικού αλγορίθμου AHP

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Μαρία Βίβρου
Καθηγήτρια

Ευθύμιος Αλέπης
Αν. Καθηγητής

Κωνσταντίνος Πατσάκης
Επ. Καθηγητής

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
1. Εισαγωγή.....	5
2. Ανασκόπηση πεδίου.....	6
3. Παρουσίαση και χρήση εφαρμογής.....	8
3.1 Εισαγωγή	8
3.2 Αρχές Εφαρμογής Έξυπνου Καλαθιού	8
3.3 Δομή Εφαρμογής - Γραφικού περιβάλλοντος	10
3.4 Σελίδες Εφαρμογής - Γραφικό περιβάλλον	10
4. Αρχιτεκτονική Συστήματος	19
4.1 Εισαγωγή	19
4.2 Δομή Αρχιτεκτονικής	19
4.3 Εφαρμογή Android για τους χρήστες - καταναλωτές	20
4.4 Βάση Δεδομένων Firebase	21
4.5 Δομές αποθήκευσης στην Firebase	22
4.6 Αλγόριθμος Αποφάσεων – Analytic Hierarchy Process (AHP)	25
4.7 Σύστημα αποστολής μηνυμάτων – Ειδοποιήσεων	29
4.8 Εφαρμογή για supermarket.....	30
Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	31
Βιβλιογραφία.....	31
Παραρτήματα.....	32

Περίληψη

Η σημασία των κινητών τηλεφώνων στην καθημερινή ζωή και τις δραστηριότητές μας είναι αναμφισβήτητα όλο ένα και μεγαλύτερη. Η συνεχιζόμενη και ταχύτερη μετατροπή της χρήσης των κινητών τηλεφώνων από απλές συσκευές επικοινωνίας σε συσκευές ευρείας χρήσης, αφορά όλο και μεγαλύτερο ποσοστό ιδιωτών και επιχειρήσεων. Η πρόοδος της κινητής τηλεφωνίας, η διαθεσιμότητα και η πρόσβαση σε δίκτυα υψηλής ταχύτητας (Internet), όπως και η συνεχιζόμενη εξέλιξη στον τομέα της διεπαφής χρήστη-κινητού, καταλήγουν σε ένα τεράστιο οικοσύστημα καινοτόμων επιλογών. Όλο αυτό το οικοσύστημα γίνεται δυνατό με την ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά (mobile applications), τα οποία έχουν τη δυνατότητα πλέον να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους, αλλά και με ένα άλλο τεράστιο οικοσύστημα που περιλαμβάνει όλες τις εφαρμογές δικτύου (Web applications).

Η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται στη δημιουργία μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές (εφαρμογή), που χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα Android, κατά την οποία ο χρήστης μπορεί να βρει σύμφωνα με τα κριτήρια που θέτει, τον καλύτερο συνδυασμό για την αγορά προϊόντων που επιθυμεί σε μια διαδρομή που επιλέγει. Ειδικότερα, ο χρήστης δημιουργεί από μια ενοποιημένη λίστα προϊόντων το καλάθι του, ορίζει τα σημεία εκκίνησης και τερματισμού της διαδρομής που θα ακολουθήσει, την πιθανή ώρα εκκίνησης και τα κριτήρια προτιμήσεων (κριτήρια) που τον ενδιαφέρουν (απόσταση, χρόνος, ελάχιστος αριθμός supermarket και κόστος καλαθιού). Η εφαρμογή χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο Analytic Hierarchy Process (AHP), ο οποίος κατατάσσει τα προϊόντα του καλαθιού στα supermarket ανάλογα με τα κριτήρια του χρήστη, τα πιθανά supermarket της διαδρομής, τις τιμές κόστους, απόστασης και χρόνου και προτείνει μια λίστα με τον καλύτερο συνδυασμό επιλογών. Η συλλογή και το φιλτράρισμα των δεδομένων γίνεται με την κλήση "ανοιχτών" Google APIs σε συνδυασμό με τη χρήση των βιβλιοθηκών του Mapbox SDK και Google Maps για την αναζήτηση και προβολή των χαρτών. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται είναι η NoSQL cloud realtime database της Firebase, ενώ για τις ειδοποιήσεις χρήστη (notifications αγγλ.) αξιοποιούνται οι συναρτήσεις νέφους (cloud functions αγγλ.) της Firebase. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την ολότητα της εφαρμογής κατασκευάστηκε και μια απλή εφαρμογή για supermarket, η οποία αλληλοεπιδρά με την εφαρμογή της διπλωματικής, λαμβάνει τις παραγγελίες και ουσιαστικά δίνει τη δυνατότητα ολοκλήρωσης του κύκλου της παραγγελίας του χρήστη.

The importance of mobile phones in our everyday life and activities is undoubtedly increased. The continuous and rapid conversion of the use of mobile phones from simple communication devices to consumer devices, concerns an increasing percentage of individuals and businesses. Additionally, the advancement of mobile telephony, the availability and access to high-speed networks (Internet) as well as the ongoing development in the field of mobile-user interface end up in a huge ecosystem of innovative options. This whole ecosystem is made possible by the development of mobile applications, which can now have the ability to interact with each other, but also by another huge ecosystem that includes all non-mobile applications (web applications).

In this project it is developed a mobile application for devices using the Android operating system, in which the user can find according to the criteria he sets, the best combination to buy products he wants on a route that he chooses. In particular, the user creates his cart from a unified list of products, defines the starting and ending points of the route to follow, the possible starting time and the preference criteria that interest him (distance, time, minimum number of supermarkets and cart cost). The application uses the Analytic Hierarchy Process (AHP) algorithm, which ranks cart products in supermarkets according to user criteria, possible route supermarkets, cost, distance and time values and suggests a list of the best combination of options. Data collection and filtering is done by calling "open" Google APIs. The Mapbox SDK and the Google Maps are used to search and view maps. The database used is Firebase's NoSQL cloud realtime database, while Firebase cloud functions are used for notifications. It should be

noted that for the entirety of the application, a simple application for a supermarket was built, which interacts with the application of the diploma, presents and receives the orders and essentially enables the completion of the user's order cycle.

1. Εισαγωγή

Η εξέλιξη και η χρήση των εφαρμογών για κινητές συσκευές είναι αλματώδης και ο κύριος σκοπός τους είναι είτε να λύσουν προβλήματα της καθημερινότητας για τους ιδιώτες, είτε να γίνουν μοχλός ανάπτυξης για τις επιχειρήσεις, είτε σε πολλές περιπτώσεις να συνδυάσουν και τα δύο. Όλο και περισσότερες επιχειρήσεις για να αυξήσουν τις πωλήσεις τους και να εναρμονιστούν με τις συνήθειες των πελατών τους, προσαρμόζονται και είτε δημιουργούν δικές τους εφαρμογές, είτε χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες που τους παρέχουν άλλες εφαρμογές. Είτε μέσω απλών διαφημίσεων σε εφαρμογές, είτε μέσω ίδιων εφαρμογών για την πώληση των προϊόντων τους, είτε μέσω εφαρμογών που προωθούν με κάποια τεχνοτροπία τα προϊόντα τους, η αλληλεπίδραση των εταιρειών πώλησης προϊόντων, κυρίως στο λιανεμπόριο, με τις νέες τεχνολογίες αυξάνεται ραγδαία. Με αυτό τον τρόπο αυξάνονται και οι παροχές στους πελάτες των εταιρειών, οι οποίοι απολαμβάνουν την ευχέρεια, την ταχύτητα και την ευκολία χρήσης του κινητού τους για διαδικασίες που κάνουν στην καθημερινότητά τους.

Η εφαρμογή που υλοποιήθηκε εντάσσεται στις εφαρμογές που παρέχουν την ευκολία, την ταχύτητα, την αξιοπιστία και την αμεσότητα στους χρήστες, διευκολύνοντάς τους σε μια σχετικά χρονοβόρα διαδικασία. Επίσης προωθεί με αντικειμενικότητα τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μιας επιχείρησης, χρησιμοποιώντας αλγόριθμους, ώστε να δίνει στους πελάτες της επιχείρησης το δικαίωμα της επιλογής, βάσει συγκεκριμένων στοιχείων και κριτηρίων. Από αυτή τη διαδικασία και οι δύο πλευρές είναι κερδισμένες. Ειδικότερα μέσω αυτής της εφαρμογής, ο χρήστης γνωρίζοντας την επικείμενη διαδρομή που θα ακολουθήσει, μπορεί να εισάγει και τη διαδικασία της αγοράς τροφίμων ή άλλων ειδών χωρίς να σπαταλήσει ιδιαίτερο χρόνο. Η εφαρμογή με βάση τις ανάγκες του χρήστη (τα προϊόντα που θα επιλέξει) και τα κριτήρια που θα θέσει (απόσταση, χρόνο, κόστος καλαθιού και εκτιμώμενο χρόνο διαδικασίας), θα του προτείνει τον καλύτερο συνδυασμό επιλογών, κατατάσσοντας τα επιλεχθέντα προϊόντα του καλαθιού στα κατάλληλα supermarket της διαδρομής του. Επίσης θα ελέγξει τις τιμές κόστους των καλαθιών, τη συνολική διανυθείσα απόσταση, όπως και το συνολικό χρόνο της όλης διαδικασίας. Με βάση τις προτάσεις της εφαρμογής ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει τον καλύτερο δυνατό συνδυασμό. Φυσικά σε συνεννόηση με το supermarket, μπορεί να λάβει τα προϊόντα του εύκολα, γρήγορα και χωρίς χρονοτριβή.

Από τα παραπάνω μπορούν να γίνουν αντιληπτές οι πολλαπλές ανάγκες που εξυπηρετούνται και στις δυο αλληλοεπιδρώμενες πλευρές. Η πλευρά του απλού χρήστη διαθέτει ένα εργαλείο συλλογής, αξιολόγησης και απλής απεικόνισης των πληροφοριών που χρειάζεται για να πραγματοποιήσει μια διαδικασία αγορών του, σύμφωνα με τις προσαρμοσμένες ανάγκες του. Συνεπώς μπορεί να βελτιώσει τις καταναλωτικές του συνήθειες εξοικονομώντας χρόνο, χρήματα, αλλά και τον καλύτερο συνδυασμό τους, τηρουμένων των εκάστοτε συνθηκών που καλείται να πραγματοποιήσει μια αγορά. Η πλευρά του επιχειρηματία αρχικά επενδύει και απολαμβάνει όλα τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών παραγγελιών μέσω των κινητών εφαρμογών, αλλά το κυριότερο είναι ότι μπορεί να παραθέσει τα ανταγωνιστικά του πλεονεκτήματα. Είτε μέσω των ανταγωνιστικών του τιμών, είτε μέσω της μεγάλης γεωγραφικής παρουσίας του, συνεπώς και των μεγαλύτερων πιθανοτήτων να έχει μεγαλύτερες πωλήσεις. Παράλληλα μπορεί να μειώσει το κόστος διανομής των προϊόντων της από τις άλλες ηλεκτρονικές υπηρεσίες που μπορεί να διαθέτει, αλλά και γενικότερα να μειώσει το κόστος λειτουργίας της. Από τα μεγάλα καταστήματα μπορούν να δημιουργηθούν μικρά ευέλικτα με αποθήκες, τα οποία να παραδίδουν τις παραγγελίες. Πιθανόν να είναι και ένα εργαλείο για την προώθηση ενός νέου τύπου supermarket τα οποία θα διαθέτουν μόνο αυτή την υπηρεσία, ανοίγοντας ένα νέο επιχειρηματικό κύκλο και βοηθώντας παράλληλα και τα μικρά μαγαζιά των γειτονιών να αλλάξουν το μοντέλο του γνωστού μπακάλικου.

2. Ανασκόπηση πεδίου

Η εφαρμογή που υλοποιήθηκε έχει σαν σκοπό να δημιουργηθεί κάτι καινοτόμο προσφέροντας κάτι διαφορετικό και επικερδές για όλες τις αλληλοεπιδρώμενες πλευρές σε σχέση με τις ήδη υπάρχουσες εφαρμογές. Σε αναζήτηση για αντίστοιχες εφαρμογές στην Ελλάδα και στο εξωτερικό παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν πολλές εφαρμογές που προσφέρουν τα προϊόντα των supermarkets ξεχωριστά για παραγγελία, κάποιες εφαρμογές περιέχουν συγκριτικές τιμές, κάποιες εφαρμογές έχουν σαν σκοπό τη διαχείριση και οργάνωση των λιστών του καταναλωτή, ενώ πολλές απλά παρουσιάζουν τις προσφορές στο κάθε supermarket. Σε καμία περίπτωση όμως δεν βρέθηκαν εφαρμογές που να συγκρίνουν το καλάθι των καταναλωτών. Επίσης δεν βρέθηκε κάποια εφαρμογή που να προσαρμόζεται στις ανάγκες του χρήστη και όσον αφορά στα κριτήρια επιλογής του, αλλά και όσον αφορά στην διευθέτηση της διαδικασίας αγοράς αγαθών κατά τη διάρκεια μιας διαδρομής.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογών που προσεγγίζουν την εφαρμογή που υλοποιήθηκε είναι η Priceye (1) και η Promotheus (2), όπου παρουσιάζονται σε πραγματικό χρόνο οι προσφορές των supermarket και mini-market, οι οποίες ανακοινώνονται σε φυλλάδια, στο διαδίκτυο, σε μέσα επικοινωνίας (ραδιόφωνο, τηλεόραση, κλπ.) καθώς και στο ίδιο το κατάστημα. Πρόκειται για μια δωρεάν σύγκριση προσφορών με στόχο την πραγματοποίηση της πιο συμφέρουσας αγοράς καταναλωτικών προϊόντων όταν και όπου η ευκαιρία παρουσιάζεται. Η εφαρμογή έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- i. Παρουσίαση των προσφορών σε μία ευρεία γκάμα supermarket και mini-market ανά ημέρα.
- ii. Κατηγοριοποίηση των αγαπημένων προσφορών ανά είδος, ανά supermarket και ανά ημερομηνία λήξης.
- iii. Αναζήτηση για άμεση εύρεση των προσφορών ανά μάρκα ή ανά προϊόν.
- iv. Αυτοματοποιημένη ενημέρωση και αξιόπιστη πληροφορία ανάλογα με το ιστορικό ή τα αγαπημένα προϊόντα/ κατηγορίες του κάθε χρήστη.
- v. Ενημέρωση για διάφορες προσφορές σε καινούριες κατηγορίες εκτός των Αγαπημένων όπως και όταν το επιθυμεί ο χρήστης.

Οι συγκεκριμένες εφαρμογές διαφέρουν σε σχέση με την υλοποιηθείσα εφαρμογή, στο ότι ο καταναλωτής θα πρέπει να συλλέξει, να ελέγξει και να αποφασίσει ο ίδιος σε επίπεδο προϊόντος την καλύτερη επιλογή γι' αυτόν. Αντίθετα η εφαρμογή που υλοποιήθηκε πραγματοποιεί όλες αυτές τις διαδικασίες αυτόματα και δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να βλέπει ποιο καλάθι τον ικανοποιεί με βάση πιο αφηρημένα κριτήρια που επιλέγει. Με αυτόν τον τρόπο δεν χάνει χρόνο να αναζητά προσφορές σε κάθε supermarket ώστε να πάρει μια απόφαση. Απλά επιλέγει τι προϊόντα θέλει και το σύστημα είναι υπεύθυνο για τη συλλογή, σύγκριση και ανάδειξη του καλύτερου δυνατού καλάθιού.

Άλλου τύπου εφαρμογές είναι οι εφαρμογές όπου δίνουν τη δυνατότητα για δημιουργία και διαχείριση λιστών στον χρήστη για τα καθημερινά του ψώνια και γενικότερα η λειτουργικότητά τους επικεντρώνεται στην οργάνωση και διαχείριση των καλαθιών. Τέτοιες εφαρμογές είναι η Listonic (3) και η Λίστα με τα ψώνια (4). Μερικά χαρακτηριστικά τους είναι:

- i. Φωνητική εισαγωγή προϊόντων σε λίστες αγορών
- ii. Δημιουργία και γρήγορη πρόσβαση σε εκπτυκτικές κάρτες πόντων ανά supermarket
- iii. Σχεδιασμός/ Προγραμματισμός λιστών αγοράς προϊόντων
- iv. Αλληλεπίδραση / Διαμοιρασμός (Sharing αγγλ.) λιστών με άλλους χρήστες
- v. Αποστολή μηνυμάτων μέσω κινητών τηλεφώνων (SMS) ή του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (email) των λιστών αγοράς
- vi. Εισαγωγή προϊόντων από αποθηκευμένα πρότυπα λιστών (templates αγγλ.)

- vii. Διαχείριση, αποθήκευση και ομαδοποίηση προϊόντων ανά κατηγορία αλλά και ανά δημιουργημένα πρότυπα.
- viii. Εξατομικευμένη διαχείριση προϊόντων με την εισαγωγή εικόνων, σημειώσεων, αποθήκευση ως αγαπημένων κ.α.

Οι συγκεκριμένες εφαρμογές οργανώνουν και βοηθούν τους χρήστες να διαχειριστούν τα καλάθια τους και επικεντρώνονται στην ανάγκη τους να αποθηκεύουν τις λίστες τους. Δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να μην χάνει χρόνο για μια καθημερινή αναζήτηση και δημιουργία μιας λίστας αγορών, ενώ παράλληλα ο κάθε χρήστης έχει την εποπτεία του ιστορικού των καλάθιων που αγόρασε. Η κύρια διαφορά σε σχέση με την εφαρμογή που υλοποιήθηκε είναι η ανάδειξη των καλύτερων δυνατών επιλογών του χρήστη, που γίνεται σε ελάχιστα δευτερόλεπτα και βάσει μαθηματικών αλγορίθμων. Επίσης μια διαφορά είναι η στατικότητα που έχουν οι αποθηκευμένες λίστες σε σχέση με την σε πραγματικό χρόνο δημιουργία καλάθιού, ανάλογα με τις ανάγκες και τα κριτήρια επιλογής του χρήστη σε κάθε αγορά.

Άλλου είδους εφαρμογές που προσεγγίζουν τη λογική εξυπηρέτησης του καταναλωτή είναι οι εφαρμογές που καταγράφουν τις τιμές των προϊόντων και, κρατώντας ιστορικό, ενημερώνουν τους χρήστες με ειδοποιήσεις για τις αυξομειώσεις των τιμών. Είναι μια προσέγγιση που βοηθά μεν τον χρήστη για την εξοικονόμηση χρημάτων αλλά δεν του παρέχει ένα αυτοματοποιημένο τρόπο για να δημιουργήσει το καλύτερο δυνατό καλάθι αγορών του.

Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι η idealo (5) και το Σκρουτζ (6). Χαρακτηριστικά τους είναι:

- i. Αναζήτηση των καλύτερων τιμών για προϊόντα που θέλει ο χρήστης να αγοράσει.
- ii. Έλεγχος του ιστορικού των τιμών των προϊόντων και εισαγωγή ειδοποιήσεων όταν ένα προϊόν είναι σε μια προσδοκώμενη τιμή.
- iii. Αποστολή ειδοποιήσεων και ενημέρωση του χρήστη όταν ένα προϊόν είναι στην προσδοκώμενη τιμή
- iv. Online παραγγελία των προϊόντων και σε πολλές περιπτώσεις υπηρεσίες αποστολής τους σε συγκεκριμένη διεύθυνση με ή χωρίς κάποιο κόστος.

Τέλος υπάρχουν τα supermarket που έχουν τα δικά τους ηλεκτρονικά καταστήματα (eshops) τα οποία δίνουν τα τυπικά προτερήματα του ηλεκτρονικού εμπορίου στους καταναλωτές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η εφαρμογές AB Βασιλόπουλος (7), Μασούτης (8) και E-fresh (9). Οι παραπάνω εφαρμογές προσφέρουν επιπλέον δυνατότητες διαχείρισης των συστημάτων επιβράβευσης μέσω πόντων ανά αγορά, μέσω της εφαρμογής. Επίσης σε κάποιες εφαρμογές οι χρήστες έχουν δωρεάν πρόσβαση στο εσωτερικό διαδίκτυο (WiFi) στα καταστήματα, μπορούν να ελέγξουν πιθανούς διαγωνισμούς που διεξάγουν οι εταιρείες και να έχουν επικοινωνία μέσω chat με τους υπεύθυνους των καταστημάτων. Η κύρια διαφορά των τυπικών ηλεκτρονικών καταστημάτων με την εφαρμογή είναι το βασικό προτέρημα της, δηλαδή, η αναζήτηση, η συλλογή, ο υπολογισμός και η ανάδειξη του καλύτερου δυνατού καλάθιού με βάση όλες τις τιμολογήσεις της αγοράς επί των προϊόντων του.

Από την παραπάνω ανάλυση μπορεί να παρατηρηθεί ότι οι υπηρεσίες που προσφέρει η εφαρμογή είναι καινοτόμες μιας και δεν υπάρχουν στην αγορά. Επίσης η δομή και η λογική της συνδυάζει τα προτερήματα των άλλων εφαρμογών προς όφελος του καταναλωτή και του επιχειρηματία, αναδεικνύοντας την ουσία της ανάγκης που εξυπηρετεί.

3. Παρουσίαση και χρήση εφαρμογής

3.1 Εισαγωγή

Στην εργασία αυτή υλοποιήθηκε μια Android εφαρμογή, όπου ο χρήστης επιλέγοντας κάποια προϊόντα και κριτήρια, βρίσκει την επιθυμητή διαδρομή και τον καλύτερο συνδυασμό των προϊόντων του καλαθιού από διαφορετικά supermarket με βάση τον αλγόριθμο Analytic Hierarchy Process (AHP). Ο χρήστης αφού εγγραφεί και εισάγει τα στοιχεία του, ώστε να προχωρήσει στην παραγγελία του, έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει από μια ενοποιημένη λίστα προϊόντων το καλάθι του. Αφού δημιουργήσει το καλάθι του, το επόμενο βήμα είναι να ορίσει τα σημεία εκκίνησης και τερματισμού της διαδρομής που θα ακολουθήσει. Το σύστημα συλλέγει πληροφορίες και από τον αισθητήρα θέσης της συσκευής του χρήστη (GPS) πέρα από τις εισαγόμενες πληροφορίες. Το γραφικό περιβάλλον (User Interface αγγλ.) δίνει μια οπτική απεικόνιση των σημείων έναρξης και τερματισμού. Στη συνέχεια ο χρήστης εισάγει την πιθανή ώρα εκκίνησης της διαδρομής του, ώστε να είναι γνωστό πότε θα παραλάβει τα προϊόντα του, τον τρόπο μετακίνησής του και την ανεκτικότητα της διαδρομής που θα ακολουθήσει. Με τον όρο ανεκτικότητα διαδρομής εννοείται μια κλίμακα από το 0 έως το 10 για το πόσο ο χρήστης διατίθεται να απομακρυνθεί από τη βασική διαδρομή του. Τα στοιχεία που συλλέγονται αποτελούν παραμέτρους για τους τελικούς υπολογισμούς της απόστασης και του χρόνου της διαδρομής. Το τελευταίο βήμα συλλογής δεδομένων, πριν την έναρξη του αλγορίθμου AHP, είναι τα κριτήρια προτιμήσεων (κριτήρια) του χρήστη. Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται είναι η απόσταση, ο ελάχιστος χρόνος, ο ελάχιστος αριθμός των supermarket και το ελάχιστο κόστος του καλαθιού. Ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει σε κλίμακες τι προτιμά ανάμεσα στα παραπάνω κριτήρια. Στη συνέχεια η εφαρμογή χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο AHP, ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη τις επιλογές του χρήστη, τις τιμές των προϊόντων των supermarket, που βρίσκονται στη διαδρομή του χρήστη και γενικότερα τα στοιχεία της διαδρομής του, δημιουργεί συνδυασμούς. Οι συνδυασμοί αυτοί διαφέρουν ως προς το συνολικό κόστος, το ποιο προϊόν πρέπει να αγοραστεί από κάθε supermarket, το συνολικό χρόνο όλης της διαδικασίας, τον αριθμό των supermarket από τα οποία θα πρέπει ο χρήστης να περάσει για να ολοκληρώσει το καλάθι του και τη συνολική απόσταση που πρέπει να διανυθεί. Η συλλογή και το φιλτράρισμα των δεδομένων γίνεται με την χρήση Google APIs. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την ολότητα της εφαρμογής κατασκευάστηκε και μια απλή εφαρμογή για του χρήστες των supermarket, τα οποία λαμβάνουν τις παραγγελίες. Η εφαρμογή αυτή αλληλοεπιδρά με την εφαρμογή της διπλωματικής, λαμβάνοντας τις παραγγελίες, τις παρουσιάζει στον χρήστη του καταστήματος, ενημερώνει τους χρήστες καταναλωτές για την φάση εξέλιξης της παραγγελίας και ουσιαστικά δίνει τη δυνατότητα ολοκλήρωσης του κύκλου της παραγγελίας του χρήστη.

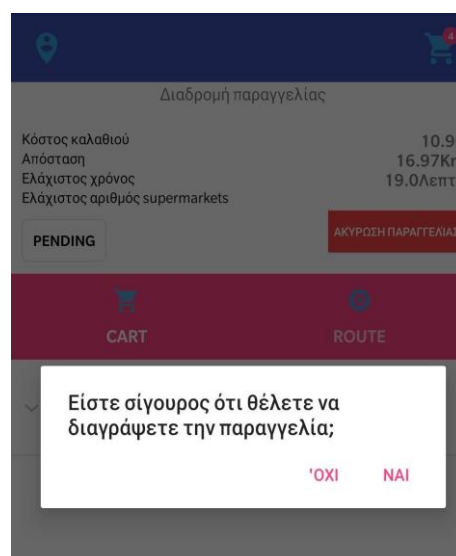
3.2 Αρχές Εφαρμογής Έξυπνου Καλαθιού

Η εφαρμογή έχει υλοποιηθεί ώστε να παρέχει στο χρήστη ένα φιλικό περιβάλλον, όπου θα του δίνει την άνεση να προχωρήσει σε όλες τις απαραίτητες ενέργειες, για να ολοκληρώσει τις αγορές του. Το περιβάλλον, όπως έχει σχεδιαστεί, ακολουθεί 4 βασικές αρχές σχεδιασμού.

3.2.1 Ο χρήστης έχει τον έλεγχο της εφαρμογής

Η δυνατότητα των χρηστών να έχουν τον πλήρη έλεγχο, τους δίνει την αίσθηση της άνεσης στη χρήση της. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω αναστρέψιμων ενεργειών σε περίπτωση λάθους, όπως η ερώτηση επιβεβαίωσης (3.1) και η ανάκληση μιας ενέργειας (Undo αγγλ.) (3.2).

Παράλληλα, επειδή το σύστημα διαθέτει βήματα για την ολοκλήρωση της βασικής του λειτουργίας, έχει σχεδιαστεί ένα εύκολο στη χρήση σύστημα πλοήγησης (page navigation αγγλ.) του χρήστη, ώστε να έχει πλήρη αίσθηση και έλεγχο του τι κάνει σε κάθε βήμα. Επίσης μέσω του συστήματος των ειδοποιήσεων ο χρήστης ενημερώνεται για κάθε εξέλιξη του σταδίου της παραγγελίας του, αποκτώντας πλήρη εικόνα και έλεγχο της ενέργειας που ξεκίνησε. Τέλος στην προσπάθεια να γίνει η εφαρμογή όσο το δυνατόν πιο φιλική στο χρήστη, σε κάθε ενέργεια που πραγματοποιείται το σύστημα επιβεβαιώνει την ολοκλήρωση της, παρέχοντας περιγραφικά μηνύματα ανατροφοδότησης (feedback αγγλ.). Όλο αυτό το πακέτο αλληλεπίδρασης με το σύστημα δίνει τον απόλυτο έλεγχο στον χρήστη, ώστε να πραγματοποιεί κάθε του ενέργεια με σιγουριά και άνεση.



Εικόνα 3.1 – Ερώτηση Διαγραφής Παραγγελίας

3.2.2 Ο χρήστης εύκολα αλληλοεπιδρά με την εφαρμογή

Το γραφικό περιβάλλον διακρίνεται για την απλότητά του και για την έλλειψη στοιχείων που θα μπορούσαν να μπερδέψουν ή να αποσπάσουν την προσοχή του χρήστη. Γενικότερα, ο χρήστης βλέπει ότι χρειάζεται για να ολοκληρώσει τις ενέργειες που επιθυμεί. Στηρίζεται στη λογική ότι δεν χρειάζεται να επαναλαμβάνει διαρκώς τις ίδιες διαδικασίες, αποθηκεύοντας τις απαραίτητες πληροφορίες, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα κριτήρια επιλογής. Επίσης παρουσιάζονται ευκρινείς και πλήρως κατανοητοί όροι, ώστε να είναι εύκολα διαχειρίσιμοι και απομνημονεύσιμοι. Παράλληλα τα εικονίδια που έχουν χρησιμοποιηθεί, επεκτείνουν την καλύτερη δυνατή αλληλεπίδραση, ώστε ο χρήστης μέσω μεταφορών, όπως για παράδειγμα το εικονίδιο του καλαθιού, να έχει πλήρη αντίληψη του τι χειρίζεται. Η εφαρμογή, λόγω της απλότητάς της, είναι εύκολα διαχειρίσιμη και προσβάσιμη από κάθε χρήστη είτε αυτός είναι πλήρως εξοικειωμένος στις εφαρμογές, είτε δεν έχει εμπειρία στη χρήση τους.



Εικόνα 3.2 – Ερώτηση Ανάκλησης

3.2.3 Ο χρήστης με λίγα και απλά βήματα ολοκληρώνει τις ενέργειές του

Είναι πολύ σημαντικό ένας χρήστης να ξέρει ότι θα ολοκληρώσει μια ενέργεια χωρίς πολλά και χρονοβόρα βήματα. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε κάθε ενέργεια να απαιτεί την ελάχιστη προσπάθεια από το χρήστη. Στο γραφικό περιβάλλον αποφεύγεται η παρουσίαση πολλής πληροφορίας ανά σελίδα και το γραφικό υλικό είναι οργανωμένο και τοποθετημένο σε ομάδες ώστε πράγματα τα οποία έχουν κοινά στοιχεία να βρίσκονται μαζί. Ο χρήστης μπορεί να ολοκληρώνει κάθε ενέργειά του χωρίς να πρέπει να θυμάται τι πρέπει να κάνει, αλλά να αναγνωρίζει στο κάθε βήμα τι χρειάζεται να επιλέξει.

3.2.4 Ο χρήστης χειρίζεται την εφαρμογή αναγνωρίζοντας την συνέπειά της

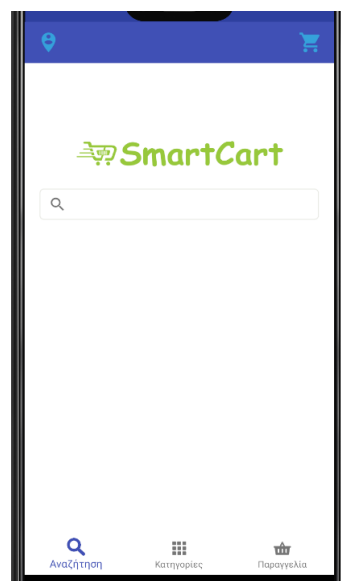
Η συνέπεια σε ένα γραφικό περιβάλλον είναι μια από τις πιο βασικές αρχές σχεδίασης. Συνεισφέρει στη χρηστικότητα και τη μαθησιακή ικανότητα του χρήστη. Η κύρια ιδέα της Υλοποίηση συστήματος Android εφαρμογών για την εύρεση του καλύτερου καλαθιού προϊόντων με τη χρήση του ιεραρχικού αλγορίθμου AHP

συνέπειας είναι η ιδέα της μεταβιβάσιμης γνώσης. Μέσω αυτής επιτρέπεται στους χρήστες να μεταφέρουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους από το ένα μέρος της διεπαφής χρήστη μιας εφαρμογής σε μια άλλη. Η συνέπεια της εφαρμογής μεταφράζεται στην οπτική, τη λειτουργική και τη γενικότερη συνέπεια στις προσδοκίες του χρήστη. Οι χρήστες δεν πρέπει ποτέ να αμφισβητούν την ακεραιότητα ενός προϊόντος. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται τα ίδια χρώματα, γραμματοσειρές και εικονίδια σε όλο το προϊόν. Γενικότερα αποφεύγεται η χρήση διαφορετικών στυλ για στοιχεία σε διαφορετικές σελίδες της εφαρμογής. Οι χρήστες γνωρίζουν και αναγνωρίζουν κάθε κουμπί, για παράδειγμα τι ενέργεια θα διαπράξουν.

Η συνέπεια της λειτουργίας/συμπεριφοράς τους συστήματος σημαίνει ότι το αντικείμενο πρέπει να λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο σε όλη τη διεπαφή. Η συμπεριφορά των στοιχείων ελέγχου διεπαφής, όπως κουμπιά και στοιχεία μενού, δεν αλλάζουν μέσα στην εφαρμογή. Οι χρήστες είναι σίγουροι για τη συμπεριφορά του συστήματος, αποφεύγοντας εκπλήξεις ή αλλαγές στη γνωστή συμπεριφορά του. Επαγωγικά, η εμπιστοσύνη βοηθά στη μάθηση της εφαρμογής από το χρήστη, αποφεύγοντας παράλληλα τη σύγχυσή του. Συμπερασματικά το σύστημα συμπεριφέρεται με τον τρόπο που οι χρήστες το περιμένουν, εκπληρώνοντας τις προσδοκίες του για το λόγο που χρησιμοποιούν την εφαρμογή.

3.3 Δομή Εφαρμογής - Γραφικού περιβάλλοντος

Κατά την είσοδο του χρήστη στην εφαρμογή, εμφανίζεται στην οθόνη της συσκευής του η καρτέλα “Αναζήτηση” (3.3). Η δομή της εφαρμογής παραμένει σταθερή επιβεβαιώνοντας τη συνέπειά της. Παράλληλα διακρίνεται για την ευκολία χρήσης, κατανόησης και γενικότερα αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Πιο συγκεκριμένα αποτελείται από μια κεντρική δομή, όπου παρουσιάζονται όλες οι οθόνες της εφαρμογής. Ο σκοπός της κεντρικής οθόνης, όπου τα πάντα συμβαίνουν σ' αυτή, είναι η ικανότητα της εφαρμογής να μην αποσπά την προσοχή του χρήστη, να του παρέχει ένα καθαρό πεδίο δράσης και να του κάνει κατανοητό ότι η βασική του αλληλεπίδραση είναι σ αυτό το πλαίσιο. Παράλληλα υπάρχουν δύο πλευρικά μενού για την εκτέλεση ενεργειών. Τα μενού αυτά είναι πάντα άμεσα προσβάσιμα σαν “βοηθητικές” οθόνες και ανοίγουν σαν συρτάκια (drawers αγγλ.) χωρίς να αλλάζουν την εικόνα της κεντρικής οθόνης. Τέλος υπάρχει ένα μενού στην βάση της οθόνης, όπου αποτελείται από τρεις καρτέλες. Την καρτέλα αναζήτησης προϊόντων (αρχική οθόνη), την καρτέλα με τις κατηγορίες των προϊόντων και την καρτέλα της ενεργής παραγγελίας. Οι συγκεκριμένες καρτέλες λόγω της σημασίας τους αλλάζουν την κεντρική οθόνη παρέχοντας βασικές δυνατότητες στο χρήστη, όπως η αναζήτηση προϊόντων για την εισαγωγή τους στο καλάθι και η πορεία της ενεργής παραγγελίας του χρήστη. Αυτή η δομή αποτελεί τη βάση για οποιαδήποτε οθόνη παρουσιάζεται στον χρήστη, αποδεικνύοντας τη συνέπεια, την ευκολία χρήσης, τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης και τον έλεγχο που δίνει η εφαρμογή στον χρήστη. Παράλληλα είναι μια ισχυρή ένδειξη των τεσσάρων βασικών αρχών σχεδιασμού μιας εφαρμογής που παρουσιάστηκαν παραπάνω.



Εικόνα 3.3 – Αρχική Οθόνη

3.4 Σελίδες Εφαρμογής - Γραφικό περιβάλλον

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι οθόνες της εφαρμογής.

3.4.1 Αρχική οθόνη - Καρτέλα “Αναζήτηση”

Υλοποίηση συστήματος Android εφαρμογών για την εύρεση του καλύτερου καλαθιού προϊόντων με τη χρήση του ιεραρχικού αλγορίθμου AHP

Ο χρήστης όταν εισέρχεται στην εφαρμογή εμφανίζεται η αρχική οθόνη (3.3) όπου παράλληλα αποτελεί και την καρτέλα αναζήτησης προϊόντων. Η σελίδα έχει δομηθεί έτσι ώστε να διευκολύνει την υλοποίηση μιας πολύ βασικής διαδικασίας της εφαρμογής. Την αναζήτηση προϊόντων και τη συμπλήρωση του επιθυμητού καλαθιού που αποτελεί και το πρώτο αναγκαίο βήμα της εφαρμογής. Ο χρήστης με απλά και εύκολα βήματα ολοκληρώνει τις ενέργειές του για τη συμπλήρωση του καλαθιού, απολαμβάνοντας την ευκολία χρήσης της εφαρμογής. Σε αυτή τη σελίδα αναδεικνύεται το βασικό πλεονέκτημα της εφαρμογής. Ο χρήστης με λίγα γράμματα που πληκτρολογεί, βρίσκει το προϊόν που χρειάζεται, χωρίς να αναρωτιέται για την τιμή του ή από που θα το αγοράσει. Εξαιτίας της σημασίας που έχει για το χρήστη η διαδικασία αναζήτησης προϊόντων και η τοποθέτησή τους στο καλάθι, επιλέχθηκε η καρτέλα αναζήτησης να είναι η αρχική οθόνη της εφαρμογής. Είναι το πρώτο βήμα για την υλοποίηση του σκοπού της εφαρμογής και ο χρήστης θα πρέπει να έχει μια πλήρη γκάμα επιλογών και διευκολύνσεων.

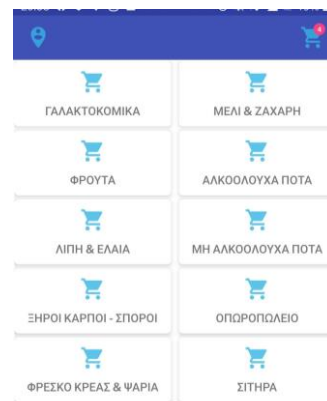
Στο κέντρο και προς τα πάνω υπάρχει μια μπάρα αναζήτησης στην οποία ο χρήστης μπορεί να βρει όποιο προϊόν επιθυμεί να εισάγει στο καλάθι του. Το σύστημα καθώς ο χρήστης γράφει, εμφανίζει δύο δομές(3.4). Η μια αποτελείται από μια λίστα προϊόντων που ταιριάζουν με τα γράμματα που έχει εισάγει ο χρήστης. Η λίστα αυτή δείχνει το τίτλο του υπό αναζήτηση προϊόντος, την κατηγορία στην οποία ανήκει, ένα εικονίδιο του στα αριστερά και ένα ενεργό κουμπί-εικονίδιο προσθήκης στα δεξιά. Το κουμπί αυτό υποδεικνύει στον χρήστη τη δυνατότητα για άμεση εισαγωγή του προϊόντος στο καλάθι. Η λίστα αποτελείται από πολλούς κωδικούς προϊόντων όλων των κατηγοριών. Το κάθε στοιχείο της λίστας είναι επιλέξιμο και οδηγεί σε περαιτέρω λεπτομέρειες για το προϊόν (3.6). Η συγκεκριμένη δομή χρησιμοποιείται παντού, ώστε να διευκολύνει το χρήστη αλλά και για να διατηρείται η οικειότητα του με την εφαρμογή. Η δεύτερη δομή είναι οι κατηγορίες στις οποίες περιλαμβάνονται τα προϊόντα που ταιριάζουν με τα γραφόμενα του χρήστη. Η δομή αυτή είναι ένα πλέγμα επιλογών, υποδεικνύοντας στο χρήστη την έννοια της ομαδοποίησης των προϊόντων. Κάθε επιλογή αποτελείται από ένα εικονίδιο και το όνομα της κατηγορίας που ανήκει το προϊόν. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ψάχνει και να έχει μπροστά του παράλληλα και τα υπό αναζήτηση προϊόντα αλλά και τις ομάδες-κατηγορίες προϊόντων για μια εύκολη και γρήγορη μετάβαση.



Εικόνα 3.4 - Καρτέλα Αναζήτησης προϊόντων

3.4.2 Καρτέλα Κατηγορίες

Ένας άλλος τρόπος αναζήτησης προϊόντων είναι με τη διαδικασία της δρομολόγησης μέσω των κατηγοριών στις οποίες αυτά ανήκουν. Ο χρήστης μέσω των κατηγοριών και των υποκατηγοριών στις οποίες έχουν ομαδοποιηθεί, αναζητά τα προϊόντα και βλέπει ανά κατηγορία τι άλλες επιλογές έχει για να αγοράσει. Η δομή είναι πλέγματα κατηγοριών όπως αναλύθηκε παραπάνω, με την κάθε κατηγορία να διαθέτει μια λίστα από προϊόντα (3.5). Η λίστα με τα προϊόντα είναι η ίδια δομή που έχει χρησιμοποιηθεί και στην αναζήτηση μέσω της μπάρας αναζήτησης. Ο χρήστης μπορεί να μεταβεί σ αυτή την καρτέλα και μέσω της καρτέλας αναζήτησης και αφού επιλέξει μια προτεινόμενη κατηγορία από την αναζήτηση. Όπως είναι φανερό η συνέπεια στις οθόνες της εφαρμογής διευκολύνουν τον χρήστη να νιώθει εξοικείωση με τα δεδομένα που βλέπει, ώστε να έχει το επιθυμητό αποτέλεσμα γι' αυτόν.



Εικόνα 3.5 – Καρτέλα Κατηγορίες προϊόντων

3.4.3 Καρτέλα Παραγγελία

Μια πολύ σημαντική καρτέλα είναι η καρτέλα μιας ενεργής παραγγελίας (3.7). Ο χρήστης έχει άμεση πρόσβαση στις λεπτομέρειες μια παραγγελίας που έχει κάνει. Η δομή της παραγγελίας αποτελείται από δύο μέρη. Στο πάνω μέρος παρατίθενται πληροφορίες για το κόστος καλαθιού, την απόσταση που πρέπει να διανυθεί, τον ελάχιστο χρόνο της διαδρομής που θα ακολουθηθεί και ο αριθμός των supermarket που θα επισκεφτεί. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι τιμές της απόστασης και του ελάχιστου χρόνου έχουν προκύψει από κλήσεις σε ανοιχτά APIs της Google με βάση τα σημεία εκκίνησης και τερματισμού της διαδρομής αλλά συνυπολογίζοντας και τις ενδιάμεσες στάσεις. Προφανώς στον χρόνο δεν περιλαμβάνεται ο χρόνος για τη διαδικασία της συλλογής των προϊόντων και ο οποίος είναι μεταβλητός ανά περίπτωση. Επειδή λοιπόν ο χρόνος αυτός δεν μπορεί να υπολογιστεί, πάρα μόνο στην πράξη, επιλέχθηκε να μην προστεθεί στον συνολικό ελάχιστο χρόνο. Συνεχίζοντας στο πάνω μέρος της δομής υπάρχει η πληροφορία για την κατάσταση-φάση (state αγγλ.) στην οποία βρίσκεται η παραγγελία. Μια παραγγελία έχει τις εξής πιθανές καταστάσεις:

α) Εκκρεμής (Pending αγγλ.). Η κατάσταση της παραγγελίας είναι εκκρεμής από τη στιγμή που ο χρήστης εκτελεί την παραγγελία. Μια εκκρεμής παραγγελία μπορεί να ακυρωθεί μέσω του κόκκινου κουμπιού “Ακύρωση Παραγγελίας” που βρίσκεται ενεργό δίπλα από την κατάσταση της παραγγελίας.

β) Ενεργή Παραγγελία (Active Order αγγλ.). Η κατάσταση της παραγγελίας είναι ενεργή όταν έστω ένα από τα supermarket έχει ήδη έτοιμη την επιμέρους παραγγελία της για παράδοση. Σ αυτή την φάση η παραγγελία δεν μπορεί να ακυρωθεί.

γ) Έτοιμη για παράδοση (Ready To Deliver αγγλ.). Η κατάσταση της παραγγελίας είναι έτοιμη για παράδοση όταν όλα τα supermarket που περιλαμβάνονται στη διαδρομή του χρήστη έχουν δηλώσει ότι η παραγγελία του είναι έτοιμη για παράδοση.

δ) Σε Εξέλιξη (In Progress αγγλ.). Η κατάσταση της παραγγελίας είναι σε εξέλιξη όταν έστω και ένα supermarket της διαδρομής έχει παραδώσει στον χρήστη την επιμέρους παραγγελία.

ε) Ολοκληρωμένη (Completed αγγλ.). Η κατάσταση της παραγγελίας είναι ολοκληρωμένη όταν όλα τα προϊόντα του καλαθιού έχουν παραληφθεί από τον χρήστη από όλα τα supermarket της διαδρομής

στ) Ακυρωμένη (Canceled αγγλ.). Η κατάσταση της παραγγελίας είναι ακυρωμένη όταν πλέον δεν μπορεί να γίνει ενεργή. Η κατάσταση μπορεί να προέλθει μόνο από της εκκρεμής και είναι τελική.

Από τα παραπάνω ο χρήστης έχει πλήρη εικόνα σε τι κατάσταση βρίσκεται η παραγγελία του, ενώ θα πρέπει να τονιστεί ότι και το κάθε supermarket μπορεί να ενεργεί αυτόνομα ορίζοντας την κατάσταση της παραγγελίας του. Τέλος και για την καλύτερη δυνατή ενημέρωση του χρήστη, ως προς τη φάση της

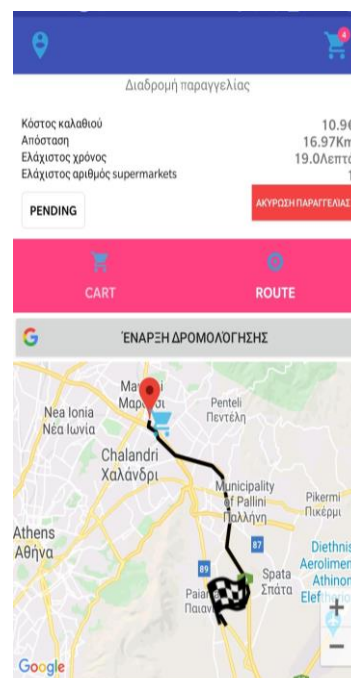


Εικόνα 3.6 – Λεπτομέρειες Παραγγελίας

Εικόνα 3.7 – Καρτέλα Ενεργής Παραγγελίας – Καλάθι

παραγγελίας του, κάθε φορά που γίνεται μια αλλαγή στην παραγγελία από τα supermarket, στέλνεται μια ειδοποίηση.

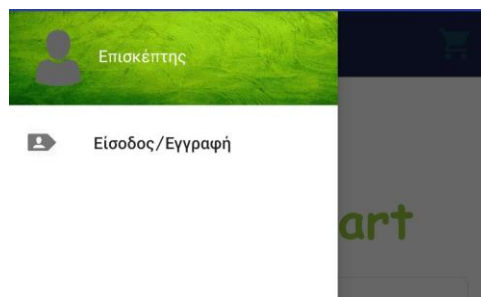
Συνεχίζοντας ως προς τη δομή της καρτέλας “Παραγγελία”, στο κάτω μέρος υπάρχουν δύο καρτέλες. Στα αριστερά υπάρχει η καρτέλα καλάθι (Cart) υποδηλώνοντας το καλάθι του χρήστη και στα δεξιά η καρτέλα διαδρομή (Route) (3.8), που αποτελεί την πλήρη διαδρομή για την ολοκλήρωση της παραγγελίας. Ειδικότερα στην καρτέλα “Cart” υπάρχει η λεπτομερής λίστα των προϊόντων ανά supermarket μαζί με τις ποσότητες και το κόστος ανά προϊόν. Θα μπορούσε να θεωρηθεί σαν μια απόδειξη του τι αγοράστηκε και σε τι τιμή. Όσον αφορά στην καρτέλα “Route”, εμφανίζεται η διαδρομή που θα ακολουθηθεί με τα σημεία εκκίνησης και τερματισμού, όπως και τις στάσεις για τα supermarket. Η διαδρομή που προτείνεται αποτελεί το αποτέλεσμα της κλήσης ενός Google API, που θα αναλυθεί παρακάτω, με βάση τα σημεία εκκίνησης, τερματισμού και των ενδιάμεσων στάσεων. Τέλος πάνω από το χάρτη με τη διαδρομή υπάρχει ένα κουμπί “Εναρξη Δρομολόγησης”, μέσω του οποίου μεταφερόμαστε στην Google Maps εφαρμογή, όπου παρέχεται η πλήρης δρομολόγηση στον χρήστη. Θεωρήθηκε σημαντικό ο χρήστης να μην απασχολείται με το που μπορεί να βρίσκεται το κάθε προτεινόμενο supermarket και με το ποια διαδρομή να ακολουθήσει, χάνοντας πολύτιμο χρόνο. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο χρόνος και διαδρομή που προτείνεται στη δρομολόγηση του Google maps ενδέχεται να είναι διαφορετικός σε σχέση με τον αρχικό υπολογισμό διότι και στις δύο περιπτώσεις λαμβάνεται υπόψη η κίνηση, η οποία είναι μια μεταβλητή που επηρεάζει σημαντικά και τους δυο παράγοντες.



Εικόνα 3.8 – Καρτέλα Παραγγελίας - Διαδρομή

3.4.4 Αριστερό Συρτάρι Προσωπικών πληροφοριών

Στ' αριστερό και πάνω μέρος της οθόνης της εφαρμογής υπάρχει πάντα ένα εικονίδιο που απεικονίζει ένα άνθρωπο, υποδηλώνοντας τα προσωπικά στοιχεία του χρήστη. Πατώντας το εμφανίζεται ένα συρτάρι (drawer) το οποίο έχει επιλογές. Όταν ο χρήστης δεν έχει εγγραφεί ή συνδεθεί στο σύστημα, εμφανίζεται η επιλογή εισόδου του (3.9). Η επιλογή είσοδος/ εγγραφή ανοίγει ένα παράθυρο (popup) στο οποίο ο χρήστης μέσω της Google μπορεί να συνδεθεί (3.10). Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί ή και να εγγραφεί στο σύστημα με παραπάνω από ένα λογαριασμούς, μέσω των λογαριασμών του στην Google, χωρίς πρόσθετους κωδικούς, με ασφάλεια και ευκολία. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης ανεξάρτητα από τη συσκευή που χρησιμοποιεί μπορεί να έχει τα δεδομένα του και να συνδέεται χωρίς να θυμάται επιπλέον κωδικούς.



Εικόνα 3.9 – Συρτάρι Εισόδου/Εγγραφής

Αφού ολοκληρωθεί η εγγραφή ή η είσοδος του χρήστη, στο μενού εμφανίζονται επιπλέον επιλογές, όπως τα προσωπικά στοιχεία του χρήστη, τα προεπιλεγμένα φίλτρα (κριτήρια) του, το ιστορικό των παραγγελιών του, η αλλαγή γλώσσας του συστήματος και η αποσύνδεσή του από το σύστημα (3.11). Στο πάνω μέρος εμφανίζονται το όνομα και το email του λογαριασμού με τον οποίο ο χρήστης έχει συνδεθεί.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στα πλαίσια της διπλωματικής δεν έχουν υλοποιηθεί όλες οι λειτουργίες-επιλογές. Συγκεκριμένα υλοποιήθηκαν η επιλογή για τροποποίηση και αποθήκευση

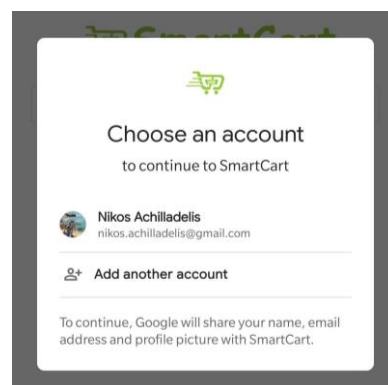
των στοιχείων του χρήστη, η αποθήκευση και επεξεργασία των προεπιλεγμένων φίλτρων και η δυνατότητα αποσύνδεσης από το σύστημα. Οι λειτουργίες αυτές θεωρήθηκαν αναγκαίες για την ομαλή και πλήρη βασική λειτουργία του συστήματος. Οι υπόλοιπες επιλογές αποτελούν επιπλέον λειτουργικότητες που δεν είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του συστήματος, ωστόσο εισήχθησαν στο γραφικό περιβάλλον ως λειτουργίες που θα μπορούσαν να προσδώσουν μια ολότητα στο σύστημα.

Η πρώτη επιλογή του μενού είναι τα στοιχεία του χρήστη (3.12). Σ αυτή τη σελίδα ο χρήστης μπορεί να συμπληρώσει μερικά προσωπικά στοιχεία όπως το επώνυμο και το όνομα, το μέσο με το οποίο συνηθίζει να μετακινείται και τέλος την διεύθυνση της κατοικίας του. Η διεύθυνση κατοικίας του μπορεί να προσδιοριστεί και να συμπληρωθεί εύκολα με το πάτημα της πυξίδας μέσα στον χάρτη. Μέσω της πυξίδας το σύστημα χρησιμοποιεί τον αισθητήρα θέσης (GPS) του κινητού και καθορίζει την τοποθεσία του χρήστη σαν τοποθεσία της διεύθυνσής του.

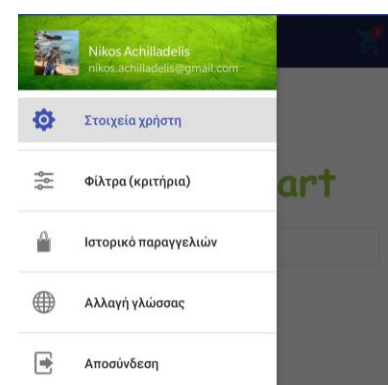
Ο τρόπος που μετακινείται ο χρήστης χρησιμοποιείται σαν προκαθορισμένη επιλογή στα βήματα για την ολοκλήρωση της διαδικασίας πραγματοποίησης μιας παραγγελίας. Οι πιθανές επιλογές του χρήστη είναι το αυτοκίνητο, τα πόδια, το ποδήλατο και τα μέσα μαζικής μεταφοράς (MMM). Το μέσο μεταφοράς χρησιμοποιείται στο δεύτερο βήμα της συλλογής δεδομένων για την εύρεση των καλύτερων διαδρομών. Ο τρόπος με τον οποίο κινείται ένας χρήστης αποτελεί παράμετρο στην κλήση των Google APIs, ώστε να διαμορφωθούν οι κατάλληλες προτεινόμενες διαδρομές.

Η επόμενη επιλογή είναι τα προκαθορισμένα φίλτρα ή αλλιώς κριτήρια του χρήστη (3.13). Στη σελίδα αυτή ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει τα κριτήρια που θέλει, ώστε στο 3ο βήμα της διαδικασίας αναζήτησης του καλύτερου δυνατού καλαθιού να τα έχει πάντα διαθέσιμα. Όπως φαίνεται και από την εικόνα 3.13 τα κριτήρια επιλέγονται ως προς μια βαθμίδα από το 0 έως το 9. Ανάλογα με το τι προτιμά ο χρήστης επιλέγει τις σχέσεις ανάμεσα στα κριτήρια. Για παράδειγμα σε περίπτωση που επιθυμεί το κόστος καλαθιού να ληφθεί με μεγαλύτερη βαρύτητα σε σχέση με την απόσταση που θα πρέπει να διανυθεί, επιλέγει την κλίμακα προς το κόστος του καλαθιού. Όσο μεγαλύτερο βάρος δίνεται σε κάθε επιλογή έναντι μιας άλλης, τόσο πιο μεγάλο βάρος δίνει ο αλγόριθμος στο πως θα επιλέξει την τελική κατάταξη των πιθανών επιλογών που θα προσφέρει στον χρήστη.

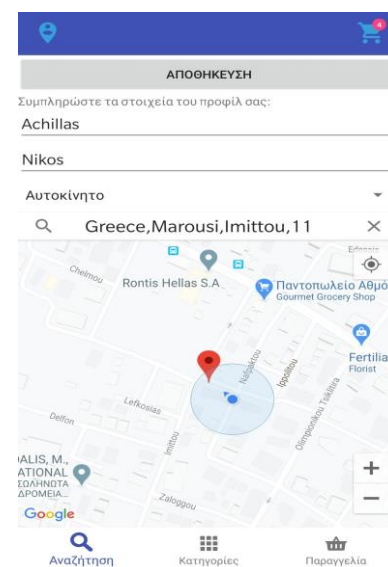
Όπως είναι φανερό η διαδικασία είναι πάρα πολύ απλή για το χρήστη ο οποίος μέσω κάποιων πολύ κατανοητών και σχετικά αφηρημένων επιλογών δίνει στο σύστημα τις αναγκαίες παραμέτρους για να υπολογίσει το καλύτερο δυνατό συνδυασμό γι' αυτόν.



Εικόνα 3.10 – Παράθυρο Εισόδου Χρήστη



Εικόνα 3.11 – Αριστερό Συρτάρι Χρήστη



Εικόνα 3.12 – Λεπτομέρειες Χρήστη

Η επιλογή για το ιστορικό των παραγγελιών δεν έχει υλοποιηθεί ωστόσο ο κύριος σκοπός της είναι η αποθήκευση παραγγελιών οι οποίες θα μπορούσαν να βοηθήσουν τον χρήστη σε μια μελλοντική αγορά.

Η επιλογή της αλλαγής γλώσσας επίσης δεν έχει υλοποιηθεί και σκοπός της είναι να προσφέρει τη δυνατότητα πολυγλωσσίας στο σύστημα ανάλογα με το τι βολεύει τον κάθε χρήστη. Ως προς τη συγκεκριμένη λειτουργικότητα θα πρέπει να αναφερθεί ότι η δομή και η αρχιτεκτονική του συστήματος επιτρέπει την εύκολη μετάβαση από τη μια γλώσσα στην άλλη μιας και όλες οι λέξεις που χρησιμοποιούνται στο σύστημα είναι μεταβλητές που ανάλογα τη γλώσσα που επιλέγεται εμφανίζουν την κατάλληλη λέξη.

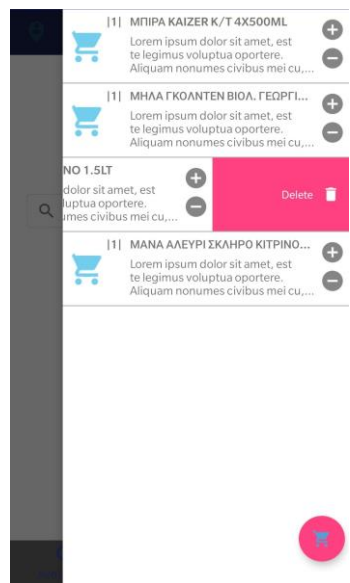
Τέλος για την ασφάλεια του συστήματος υπάρχει η δυνατότητα αποσύνδεσης από την εφαρμογή. Ο χρήστης μπορεί να συνδέεται και ν' αποσυνδέεται από την εφαρμογή ανεξάρτητα από τη συσκευή που βρίσκεται, χρησιμοποιώντας όπως αναφέρθηκε ο λογαριασμός του στην Google.



Εικόνα 3.13 – Κριτήρια Χρήστη

3.4.5 Δεξί Συρτάρι Καλαθιού

Στο δεξί και πάνω μέρος της οθόνης της εφαρμογής υπάρχει πάντα ένα εικονίδιο που απεικονίζει ένα καλάθι, υποδηλώνοντας το ενεργό καλάθι που έχει συμπληρώσει μέχρι στιγμής ο χρήστης (3.14). Πατώντας το εμφανίζεται ένα συρτάρι το οποίο έχει μια λίστα από προϊόντα. Κάθε γραμμή της λίστας εμφανίζει πληροφορίες και δυνατές ενέργειες για το κάθε προϊόν. Ειδικότερα, το κάθε μέλος της λίστας αποτελείται από τρία μέρη. Το αριστερό μέρος όπου υπάρχει ένα εικονίδιο του προϊόντος και ένας αριθμός που δηλώνει την ποσότητα του κάθε προϊόντος που έχει μπει στο καλάθι. Στο κέντρο βρίσκονται πληροφορίες για το προϊόν όπως η επικεφαλίδα και μια μικρή περιγραφή. Στα δεξιά υπάρχουν δύο επιλογές αύξησης και μείωσης της ποσότητας του κάθε προϊόντος. Προφανώς αφαιρώντας όλη την ποσότητα από κάθε προϊόν, αυτό αφαιρείται από τη λίστα, δίνοντας όμως τη δυνατότητα αναιρέσης της αφαίρεσης του σε περίπτωση λάθους από τον χρήστη. Πέρα από την σταδιακή αφαίρεση του προϊόντος, το σύστημα δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα άμεσης αφαίρεσης του προϊόντος από το καλάθι, σύροντας και αφήνοντας (Drag and Drop) το κάθε αντικείμενο. Η λειτουργία γίνεται φανερή με την εμφάνιση του γνωστού κάδου αφαίρεσης για την σαφέστερη ένδειξη στο χρήστη της λειτουργίας που πρόκειται να υλοποιήσει. Και σ αυτή την περίπτωση αφαίρεσης προϊόντος υπάρχει η επιλογή της αναιρέσης με επαναφορά του προϊόντος στην κατάσταση στην οποία βρισκόταν. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο χρήστης μπορεί μέσα από το καλάθι να δει τις λεπτομέρειες του προϊόντος πατώντας πάνω του. Η δομή της σελίδας των λεπτομερειών του προϊόντος είναι η ίδια με την εικόνα (3.6) με τη μόνη διαφορά ότι η σελίδα δεν βγαίνει από το συρτάρι αλλά παρουσιάζεται πάνω σ αυτό ώστε ο χρήστης να μην χρειάζεται να επανέρχεται στο καλάθι του κάθε φορά που θέλει να δει τις λεπτομέρειες ενός προϊόντος.



Εικόνα 3.14 – Δεξί συρτάρι Καλαθιού

Το δεξί συρτάρι στο κάτω μέρος του περιλαμβάνει ένα κουμπί με εικονίδιο ένα καλάθι. Το συγκεκριμένο κουμπί ουσιαστικά αποτελεί το εφευρέσιο για την έναρξη της διαδικασίας παραγγελίας μιας και το καλάθι στο οποίο βρίσκεται, είναι το καλάθι για το οποίο ο αλγόριθμος θα αναζητήσει τις καλύτερες τιμές, στα κατάλληλα supermarket ανάλογα με τη διαδρομή και τις επιλογές του χρήστη στα κριτήρια επιλογής. Αποφασίστηκε να τοποθετηθεί σε αυτό το σημείο για δύο λόγους. Ο πρώτος έχει να κάνει με το καλάθι. Ο χρήστης πριν προχωρήσει θα πρέπει να έχει

πλήρη και σαφή εικόνα του καλαθιού του πριν προχωρήσει τη διαδικασία. Ο δεύτερος λόγος έχει να κάνει με τη διαδικασία. Το καλάθι αποτελεί ουσιαστικά τον προθάλαμο της διαδικασίας. Ο χρήστης με τη συμπλήρωση του καλαθιού έχει κάνει το προαπαιτούμενο της διαδικασίας και το σύστημα του υποδεικνύει ότι η μετάβαση στη διαδικασία ολοκλήρωσης της παραγγελίας βρίσκεται μέσω της ολοκλήρωσης του καλαθιού. Κατά το πάτημα ο χρήστης κατευθύνεται στο πρώτο βήμα συλλογής δεδομένων για τη διαδρομή που θα ακολουθήσει.

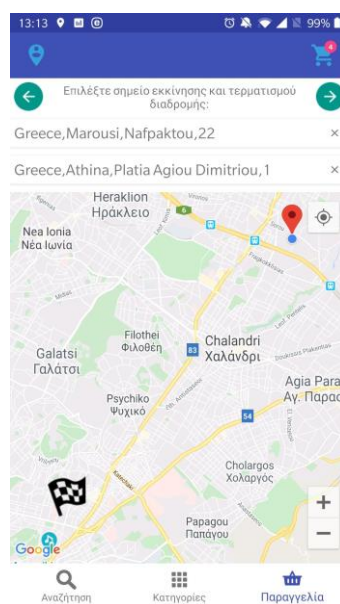
3.4.6 Βήμα 1° – Επιλογή Διαδρομής

Ο χρήστης αφού ολοκληρώσει το επιθυμητό του καλάθι ξεκινά να εισάγει τις λεπτομέρειες της διαδρομής που θα ακολουθήσει (3.15). Η δομή της σελίδας επιλογής διαδρομής είναι πολύ απλή. Ο χρήστης πατώντας στις μπάρες αναζήτησης μπορεί να αναζητήσει και να εισάγει τα σημεία εκκίνησης και τερματισμού του. Όπως σε όλους τους χάρτες ο χρήστης μπορεί πατώντας την πιξίδα που βρίσκεται στον χάρτη να εισάγει την τωρινή του θέση. Στον χάρτη εμφανίζονται τα σημεία έναρξης και τερματισμού και ο χρήστης μπορεί να συνεχίσει στο επόμενο βήμα.

Ως προς τα γραφικά στοιχεία, για την καλύτερη εμπειρία χρήστη (UX), οι μπάρες και οι λειτουργικότητες που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση είναι από τις ελεύθερες βιβλιοθήκες της Mapbox (10), ενώ ο χάρτης είναι της Google (11).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε αυτό αλλά και σε όλα τα βήματα προς της ολοκλήρωση της παραγγελίας υπάρχει η δυνατότητα της επιστροφής στο προηγούμενο βήμα για οποιαδήποτε διόρθωση ή επαλήθευση. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης εύκολα μετακινείται από τη μια οθόνη στην άλλη, νιώθοντας τη σιγουριά ότι οι κινήσεις του είναι αναστρέψιμες και αποκτώντας μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στην εφαρμογή.

Αφού ολοκληρώσει το 1ο βήμα εισαγωγής στο σύστημα των πληροφοριών της επικείμενης διαδρομής του μέσα από την οποία θέλει να συνδυάσει και την αγορά των επιθυμητών προϊόντων, ο χρήστης μεταφέρεται με το δεξι βέλος στο 2ο βήμα που αποτελεί τη σελίδα αποθήκευσης επιπλέον στοιχείων της διαδρομής όπως το μέσο μετακίνησης, την ώρα έναρξης διαδρομής κ.α.



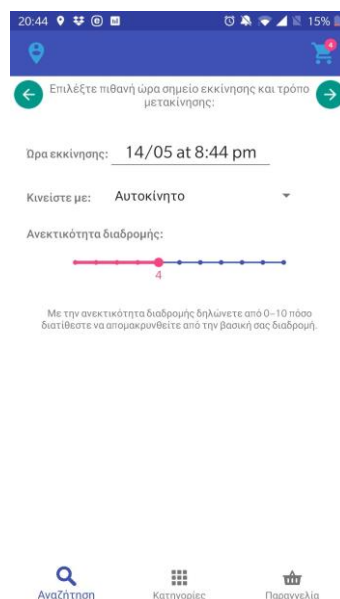
Εικόνα 3.15 – Επιλογή Διαδρομής

3.4.7 Βήμα 2° – Ώρα έναρξης διαδρομής, μέσο μετακίνησης και ανεκτικότητα διαδρομής

Το 2ο βήμα της διαδικασίας περιλαμβάνει επίσης πολύ σημαντικές πληροφορίες για τη λειτουργία της εφαρμογής (3.16). Πιο συγκεκριμένα ο χρήστης πρέπει να εισάγει την ώρα εκκίνησης που υπολογίζει ότι θα ξεκινήσει τη διαδρομή που θα ακολουθήσει. Η ώρα εκκίνησης αποτελεί κυρίως παράμετρος εισόδου στην κλήση που θα γίνει στο Google Directions API (12) για να υπολογιστεί ο χρόνος της διαδρομής συνυπολογίζοντας και την κίνηση εκείνη την ώρα. Ο υπολογισμός του συνολικού χρόνου που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η διαδρομή είναι εξαρτώμενος της ώρας εκκίνησης, της κίνησης που υπολογίζεται από την Google ότι θα επικρατεί εκείνη την ώρα και το μέσο με το οποίο ο χρήστης θα κινηθεί. Με αυτές τις παραμέτρους επιτυγχάνεται μια καλή και ασφαλής προσέγγιση του συνολικού χρόνου.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω μια παράμετρος εισόδου είναι και το μέσο με το οποίο μετακινείται ο χρήστης. Η τιμή αρχικοποιείται με βάση το σύνηθες μέσο μετακίνησης που έχει αποθηκευτεί στις προσωπικές πληροφορίες του χρήστη.

Τέλος μια πολύ σημαντική παράμετρος που θα πρέπει να εισάγει ο χρήστης είναι η ανεκτικότητα της διαδρομής που θα ακολουθήσει. Με τον όρο ανεκτικότητα διαδρομής ο χρήστης δηλώνει από το 1 έως το 10 πόσο διατίθεται να απομακρυνθεί από τη βασική διαδρομή του. Το σύστημα ψάχνει, ακολουθώντας τη βασική διαδρομή του χρήστη, τα κοντινότερα σε αυτή supermarket ώστε να τα συμπεριλάβει στην λίστα με τα πιθανά supermarket από τα οποία θα μπορούσε να περάσει ο χρήστης. Ειδικότερα μέσω ενός Google API (isLocationOnEdge) μπορεί να προσδιοριστεί εάν ένα σημείο (supermarket) βρίσκεται πάνω ή κοντά στην άκρη μιας πολυγραμμής (polyline) - διαδρομής και να υπολογιστεί εάν η απόσταση μεταξύ του σημείου και του πλησιέστερου σημείου στη γραμμή ή στην άκρη της εμπίπτει στην καθορισμένη ανοχή που δίνεται από τον χρήστη. Η ανοχή αυτή αποτελεί την ανεκτικότητα της διαδρομής που εισάγει με ένα πιο αφηρημένο τρόπο ο χρήστης και όπως είναι αντιληπτό αποτελεί μια παράμετρο που θα πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη του ο χρήστης, πριν προχωρήσει στο επόμενο κ τελευταίο βήμα της εισαγωγής παραμέτρων στο σύστημα.



Εικόνα 3.16 – Επιλογή λεπτομερειών διαδρομής

3.4.8 Βήμα 3° – Εφαρμογή Φίλτρων-Κριτηρίων

Το τελευταίο βήμα του χρήστη πριν ξεκινήσει το σύστημα την αναζήτηση του καλύτερου δυνατού καλαθιού είναι η εισαγωγή των παραμέτρων που αφορά τα κριτήρια επιλογής (3.17). Όπως αναλύθηκε παραπάνω τα φίλτρα-κριτήρια αποτελούν τις προσωπικές επιλογές του χρήστη που αφορά στο τι προτιμά περισσότερο. Οι σχέσεις είναι η Απόσταση έναντι του Κόστους Καλαθιού, η Απόσταση έναντι του Ελάχιστου χρόνου, η απόσταση έναντι του πλήθους των υπό επίσκεψη supermarket, το κόστος καλαθιού έναντι του ελάχιστου χρόνου, το κόστος καλαθιού έναντι του ελάχιστου αριθμού των supermarket και το τέλος τη σχέση ανάμεσα στον ελάχιστο χρόνο και στον αριθμό των supermarket. Η αρχική εικόνα των κριτηρίων σε περίπτωση που έχουν αποθηκευτεί εμφανίζεται σύμφωνα με τα κριτήρια που έχουν προαποφασιστεί στις πληροφορίες προφίλ του χρήστη. Όπως είναι κατανοητό οι επιλογές του χρήστη αποτελούν παραμέτρους εισόδου για τον αλγόριθμο για την τελική κατάταξη των αποτελεσμάτων του. Το σύστημα δίνει στον χρήστη ανάλογα με τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται τη δυνατότητα να επιλέγει αν προτιμά μια πιο γρήγορη, μια πιο φθηνή ή και μια κοντινή χιλιομετρικά λύση χωρίς να τον βάζει σε διαδικασία αναζήτησης ανάλογα με αυτά τα κριτήρια του καλύτερου δυνατού supermarket ή και καλαθιού.

Με την επιλογή των προϊόντων, των φίλτρων-κριτηρίων και της διαδρομής το σύστημα με απλό και γρήγορο τρόπο ενσωματώνει τις ανάγκες σε ένα αλγόριθμο απόφασης, ο οποίος του παρέχει τις καλύτερες δυνατές λύσεις. Από κει και πέρα ο χρήστης έχοντας όλες τις πιθανές επιλογές αποφασίζει το καλύτερο γι' αυτόν.



Εικόνα 3.17 – Επιλογή Φίλτρων Αλγορίθμου

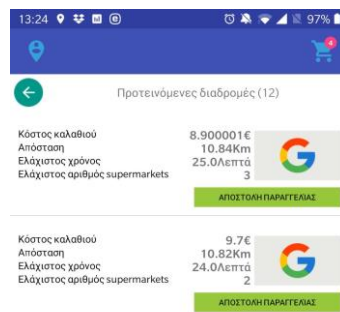
3.4.9 Προτεινόμενες Διαδρομές

Υλοποίηση συστήματος Android εφαρμογών για την εύρεση του καλύτερου καλαθιού προϊόντων με τη χρήση του ιεραρχικού αλγορίθμου AHP

Ο αλγόριθμος λαμβάνοντας υπόψη τα supermarket που βρίσκονται στο εύρος της ανεκτής διαδρομής, τις τιμές των προϊόντων που έχει διαλέξει ο χρήστης και βρίσκονται στα supermarket που έχουν φιλτραριστεί από μια ενοποιημένη λίστα, τις συνολικές αποστάσεις που πρέπει να διανυθούν ανά περίπτωση, τους αντίστοιχους χρόνους και φυσικά τα κριτήρια επιλογής του χρήστη εμφανίζει τις καλύτερες δυνατές διαδρομές-επιλογές (3.18). Οι επιλογές εμφανίζονται σε μια λίστα όπου η καλύτερη δυνατή επιλογή, σύμφωνα με τον αλγόριθμο βρίσκεται στην κορυφή της λίστας, ενώ η “χειρότερη” δυνατή στο τέλος της.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί στην εικόνα το κάθε μέρος της λίστας περιλαμβάνει πληροφορίες του τι προσφέρει κάθε λύση σε σχέση με το κόστος του καλαθιού, την χιλιομετρική απόσταση που θα χρειαστεί να διανυθεί, τον χρόνο που απαιτείται για να υλοποιηθεί η διαδικασία και από πόσα supermarket θα χρειαστεί να περάσει ο χρήστης. Είναι μια γρήγορη προβολή των αποτελεσμάτων και μέσω αυτής μπορεί ο χρήστης να κάνει απευθείας την αποστολή της παραγγελίας.

Όπως σε όλες τις λίστες που έχουν υλοποιηθεί ο χρήστης πατώντας σε κάθε μέλος της μπορεί να δει λεπτομέρειες για κάθε προτεινόμενη διαδρομή.

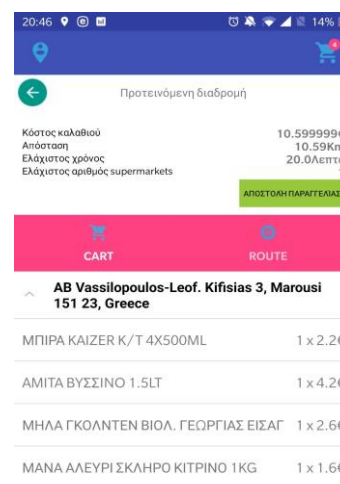


Εικόνα 3.18 – Προτεινόμενες διαδρομές

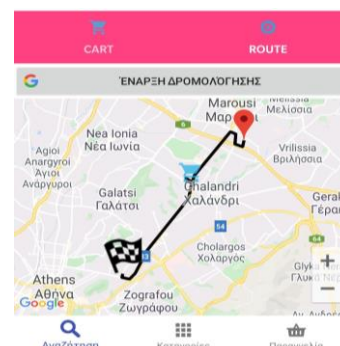
3.4.10 Προτεινόμενη Διαδρομή – Λεπτομέρειες

Η τελευταία αλλά πιο σημαντική σελίδα της εφαρμογής είναι η σελίδα που δείχνει τις λεπτομέρειες μια μελλοντικής παραγγελίας (3.19). Η εφαρμογή κρατώντας την συνέπειά της, ως προς την ανάδειξη κοινών πραγμάτων, παρουσιάζει την παραγγελία όπως στην αρχική οθόνη που αναλύθηκε προηγουμένως. Η κύρια διαφορά είναι το κουμπί για την αποστολή της παραγγελίας καθώς και το κουμπί επιστροφής στη λίστα των προτεινόμενων διαδρομών από τον αλγόριθμο. Στη σελίδα αυτή, όπως παρουσιάζεται και στις εικόνες (3.19) και (3.20), στο πάνω μέρος περιλαμβάνει το συνολικό κόστος, τη συνολική απόσταση, τον ελάχιστο χρόνο που χρειάζεται και τον αριθμό των supermarket που πρέπει να επισκεφτεί ο χρήστης. Το κάτω μέρος αποτελείται από δύο καρτέλες. Η αριστερή καρτέλα δείχνει αναλυτικά ποιο προϊόν λαμβάνεται από κάθε supermarket, μαζί με την ποσότητα και την τιμή του. Η δεξιά καρτέλα δείχνει τη λεπτομερή διαδρομή που πρέπει να διανυθεί, μαζί με ένα κουμπί έναρξης δρομολόγησης, όπου ο χρήστης για να έχει πλήρη και λεπτομερή εικόνα της διαδρομής, μεταφέρεται στην εφαρμογή Google Maps.

Σε περίπτωση που αποφασίσει ο χρήστης να προχωρήσει στην παραγγελία, το σύστημα ελέγχει αν έχει άλλες ενεργές παραγγελίες και σε αντίθετη περίπτωση, προωθεί το αίτημα σε κάθε supermarket που αναγράφεται στις λεπτομέρειες. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι σε κάθε supermarket αποστέλλεται μια αυτόνομη ως προς την εξέλιξή της παραγγελία. Ο χρήστης ωστόσο ενημερώνεται σαν να είναι μια ενιαία παραγγελία με διάφορες προειδοποιήσεις ως προς τη κατάσταση της παραγγελίας.



Εικόνα 3.19 – Προτεινόμενη διαδρομή - Καλάθι



Εικόνα 3.20 – Προτεινόμενη διαδρομή

4. Αρχιτεκτονική Συστήματος

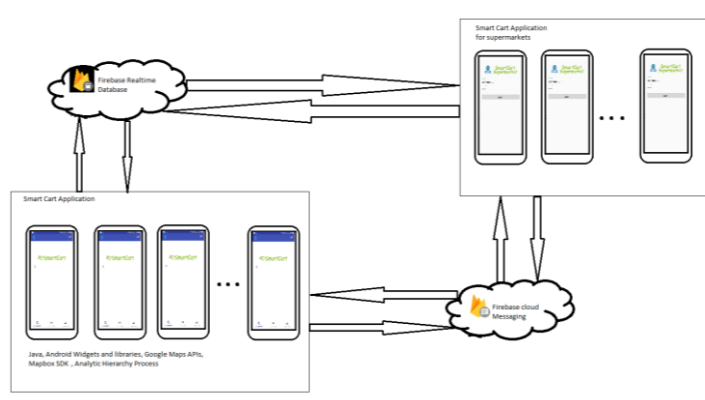
4.1 Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται στη δημιουργία μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές, που χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα Android, κατά την οποία ο χρήστης μπορεί να βρει σύμφωνα με τα κριτήρια που θέτει, τον καλύτερο συνδυασμό για την αγορά προϊόντων που επιθυμεί σε μια διαδρομή που επιλέγει. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί ένα πλέγμα βιβλιοθηκών, γλωσσών, αλγορίθμων και τεχνολογιών ώστε να παρέχει το επιθυμητό αποτέλεσμα

Ειδικότερα, ο χρήστης δημιουργεί από μια ενοποιημένη λίστα προϊόντων που βρίσκονται σε μια NoSQL cloud realtime database της Firebase το καλάθι του. Με τη χρήση των Mapbox sdk και Google Maps, για την αναζήτηση και προβολή των χαρτών, ορίζει τα σημεία εκκίνησης και τερματισμού της διαδρομής που θα ακολουθήσει. Μέσω των built-in widgets ή και ελεύθερων βιβλιοθηκών του Android ρυθμίζει την πιθανή ώρα εκκίνησης και τα κριτήρια που τον ενδιαφέρουν. Στην εφαρμογή υλοποιήθηκε και χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Analytic Hierarchy Process, μέσω του οποίου το σύστημα παίρνει αποφάσεις (decision maker) και ο οποίος κατατάσσει τα προϊόντα του καλαθιού στα supermarket ανάλογα με τα κριτήρια του χρήστη, τα πιθανά supermarket της διαδρομής, τις τιμές κόστους, απόστασης και χρόνου. Η συλλογή των δεδομένων για τα supermarket έγινε με τη χρήση των Google Maps APIs και πιο συγκεκριμένα τις βιβλιοθήκες Places (13). Το φιλτράρισμα των supermarket γίνεται με την κλήση της Google Maps βιβλιοθήκης Geometry Library (14) ώστε να οριστούν ποια supermarket ανήκουν στο εύρος της πολυγραμμής που διανύει ο χρήστης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την ολότητα της εφαρμογής κατασκευάστηκε και μια απλή εφαρμογή για supermarket η οποία αλληλοεπιδρά με την εφαρμογή της διπλωματικής, χρησιμοποιώντας την ίδια NoSQL βάση, ενώ για τις ειδοποιήσεις χρήστη μεταξύ των δύο εφαρμογών, αξιοποιούνται οι συναρτήσεις νέφους (cloud functions) της Firebase, οι οποίες έχουν υλοποιηθεί με ένα απλό NodeJs (15) script. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η Java (16).

4.2 Δομή Αρχιτεκτονικής

Για την ολότητα της διπλωματικής εργασίας δημιουργήθηκε μια δομή ώστε να παρέχεται η πλήρης υπηρεσία στον χρήστη. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (4.21) το σύστημα αποτελείται από τέσσερις δομές. Αρχικά, από το οικοσύστημα της Firebase χρησιμοποιούνται η πραγματικού χρόνου βάση δεδομένων στο νέφος και οι συναρτήσεις νέφους για την επιτυχή αποστολή μηνυμάτων μεταξύ των εφαρμογών (cloud messaging). Αυτές οι υπηρεσίες είναι ο συνδετικός κρίκος της βασικής εφαρμογής που υλοποιήθηκε για τους χρήστες και της εφαρμογής για τα supermarket. Οι δύο εφαρμογές αλληλοεπιδρούν στο παρασκήνιο μέσω της κοινής βάσης που μοιράζονται, ενώ σε επίπεδο διεπαφής χρήστη, μέσω του συστήματος αποστολής ειδοποιήσεων. Όπως έχει αναφερθεί όταν αλλάζει η κατάσταση μιας παραγγελίας ενός χρήστη από την εφαρμογή των supermarket, αποστέλλεται στην εφαρμογή του χρήστη ένα μήνυμα ειδοποίησης.



Εικόνα 4.21 – Σχηματική Δομή Αρχιτεκτονικής Συστήματος

Υλοποίηση συστήματος Android εφαρμογών για την εύρεση του καλύτερου καλαθιού προϊόντων με τη χρήση του ιεραρχικού αλγορίθμου AHP

4.3 Εφαρμογή Android για τους χρήστες - καταναλωτές

Η εφαρμογή έχει υλοποιηθεί στο Android Studio, , το οποίο είναι το επίσημο ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού (Integrated Development Environment IDE) για εφαρμογές Android, με τη γλώσσα προγραμματισμού Java σε έκδοση 1.8. Έχει χρησιμοποιηθεί το Android Software Development Kit, όπου μεταγλωττίζοντας (compile αγγλ.) τον πηγαίο κώδικα (source code αγγλ.) μαζί με τους επιπλέον πόρους (resources αγγλ.), όπως εικόνες και αρχεία XML, δημιουργείται ένα πακέτο Android (APK) το οποίο περιέχει όλες τις πληροφορίες ώστε κινητές συσκευές που διαθέτουν το λειτουργικό σύστημα Android να μπορούν να εγκαταστήσουν και να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι χρησιμοποιήθηκε ο ενσωματωμένος εξομοιωτής εικονικών συσκευών (AVD Manager) που δίνει την δυνατότητα προβολής και διαχείρισης της εφαρμογής σε πολλές εκδόσεις κινητών και ταμπλετών (tablet αγγλ.). Μέσω του Android Studio εξήχθη το πακέτο Android (APK) το οποίο εγκαταστάθηκε και σε πραγματικές Android συσκευές για να δοκιμαστεί. Επίσης μιας και το λειτουργικό σύστημα είναι ένα σύστημα το οποίο συνεχώς εξελίσσεται, έγινε προσπάθεια η εφαρμογή να είναι συμβατή με ένα μεγάλο αριθμό κινητών και εκδόσεων Android. Πιο συγκεκριμένα η εφαρμογή είναι συμβατή με κινητά που διαθέτουν εκδόσεις Android SDK από την έκδοση 26 έως την έκδοση 28.

Η εφαρμογή που χρησιμοποιεί ο χρήστης αποτελείται από ένα γραφικό περιβάλλον με το οποίο αλληλοεπιδρά ο χρήστης και ένα σύστημα που υλοποιεί τις ενέργειες του. Το γραφικό περιβάλλον διαθέτει αρχεία XML στα οποία δομούνται οι σελίδες της εφαρμογής (layouts αγγλ.), μαζί με εικονίδια (drawables αγγλ.), μενού για τον χρήστη και αρχεία XML για την αποθήκευση του στυλ, των χρωμάτων και των ρυθμίσεων ώστε να υποστηρίζεται η λογική της συνέπειας σε ένα γραφικό περιβάλλον. Εξαιτίας του γεγονότος ότι μια εφαρμογή Android μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφόρων διαστάσεων και ανάλυσης συσκευές όλο το γραφικό περιβάλλον προσαρμόζεται στις εκάστοτε ανάγκες.

Το σύστημα που βρίσκεται πίσω από το γραφικό περιβάλλον εκτελεί όλες τις ενέργειες του χρήστη, επικοινωνεί με τη βάση, αλληλοεπιδρά με το γραφικό περιβάλλον και είναι υπεύθυνο για την ομαλή και σωστή λειτουργία της εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα όλος ο κώδικας έχει δομηθεί σε πακέτα (packages) Java κάθε ένα από τα οποία εκτελεί συγκεκριμένες δουλειές. Η εφαρμογή υλοποιήθηκε με τη λογική ότι υπάρχουν λίγα βασικά Activities (Main, Sign In και Create account) στα οποία εμφανίζονται και εναλλάσσονται Fragments. Ουσιαστικά η main Activity αφορά την εφαρμογή και οι άλλες την διαδικασία εγγραφής και ταυτοποίησης μέσω του συστήματος υπηρεσιών Google Play services accounts. Όταν ανοίγει η εφαρμογή γίνονται 5 βασικές διαδικασίες αρχικοποίησης. Αρχικά το σύστημα ελέγχει αν ο χρήστης είναι συνδεδεμένος μέσω της Sign In activity και τον συνδέει, σε περίπτωση που αυτός έχει εγγραφεί στο σύστημα, μέσω της βιβλιοθήκης googleApiClient (21). Η Google API Client βιβλιοθήκη παρέχει ένα κοινό σημείο εισόδου στις υπηρεσίες Google Play και διαχειρίζεται τη σύνδεση δικτύου μεταξύ της συσκευής του χρήστη και κάθε υπηρεσίας Google. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται η ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων των χρηστών, ενώ επίσης τους δίνεται η δυνατότητα να μπορούν να συνδεθούν στην εφαρμογή από οποιοδήποτε συσκευή.

Παράλληλα, λαμβάνει τις αποθηκευμένες στο κινητό προτιμήσεις (shared preferences αγγλ.) του χρήστη και αρχικοποιεί το σύστημα αποστολής μηνύματος μέσω Firebase, λαμβάνοντας και αποθηκεύοντας κάποιο νέο κουπόνι (token αγγλ.). Στη συνέχεια μέσω μιας ασύγχρονης διαδικασίας ανακτά από τη βάση όλα τα διαθέσιμα προϊόντα μαζί με τις κατηγορίες τους και τέλος ενημερώνει το αποθηκευμένο καλάθι του χρήστη. Με την ολοκλήρωση αυτών των διαδικασιών ο χρήστης είναι έτοιμος να πλοηγηθεί στην εφαρμογή.

Επειδή η διαδικασία για την εκτέλεση του αλγορίθμου απαιτεί αρκετές πληροφορίες οι οποίες δεν μπορούν να αποθηκευτούν σε μια βάση αλλά προκύπτουν είτε από κλήσεις, είτε από υλοποιήσεις εντός της εφαρμογής, σε κάθε βήμα γίνονται επιμέρους διαδικασίες ώστε το σύστημα να είναι γρήγορο και αποδοτικό. Πιο συγκεκριμένα αφού το σύστημα λάβει τα σημεία εκκίνησης και τερματισμού, κατά τη μετάβαση στο επόμενο βήμα λαμβάνονται όλες οι τιμές των supermarkets ανά προϊόν, ώστε να είναι διαθέσιμα στο επόμενο βήμα ποια supermarket ικανοποιούν το καλάθι του χρήστη. Αφού ο χρήστης εισάγει τις λεπτομέρειες του 2^{ου} βήματος και προχωρήσει στο επόμενο βήμα, το σύστημα γνωρίζει όλα όσα χρειάζεται για να φιλτράρει τα

supermarkets μέσω του Directions API (12) και πιο συγκεκριμένα της συνάρτησης `isLocationOnEdge()`. Για να προσδιοριστεί εάν ένα σημείο πέφτει πάνω ή κοντά σε μια πολυγραμμή ή πάνω ή κοντά στην άκρη ενός πολυγώνου, περάστηκαν σαν παράμετροι το γεωγραφικό σημείο (LatLng) που βρίσκεται κάθε supermarket, η διαδρομή που θα ακολουθηθεί και η τιμή ανοχής σε μίρες στην `google.maps.geometry.poly.isLocationOnEdge`. Η συνάρτηση επιστρέφει αληθινή εάν η απόσταση μεταξύ του σημείου και του πλησιέστερου σημείου στη γραμμή ή στην άκρη της εμπίπτει στην καθορισμένη ανοχή. Η προεπιλεγμένη τιμή ανοχής είναι 10^{-9} μίρες.

Στο τελευταίο βήμα υλοποιείται ο αλγόριθμος για τον οποίο υπολογίζονται αποστάσεις και χρόνοι διαδρομής καλώντας το Directions API (12) της Google ενώ παράλληλα υπολογίζει τα κόστη ανά καλάθι. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι το Directions API είναι μια υπηρεσία που υπολογίζει οδηγίες μεταξύ τοποθεσιών χρησιμοποιώντας ένα αίτημα HTTP. Συνεπώς όπως είναι κατανοητό για κάθε supermarket, που βρίσκεται εντός της εμβέλειας κίνησης του χρήστη, υπολογίζονται οι χρόνοι και οι αποστάσεις μετά από κλήσεις στο παραπάνω API. Προφανώς το σύστημα είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, για τη μοντελοποίηση των δεδομένων αυτών και για τη σωστή και ομαλή λειτουργία του συστήματος. Τέλος θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι εφαρμογές που υλοποιήθηκαν δεν επικοινωνούν κατευθείαν μεταξύ τους αλλά μόνο μέσω των συστημάτων υποστήριξης της Firebase.

4.4 Βάση Δεδομένων Firebase

Το όλο σύστημα της διπλωματικής που αναπτύχθηκε στηρίζεται σε μια πραγματικού χρόνου NoSQL βάση δεδομένων η οποία βρίσκεται στο νέφος (cloud) και διαθέτει τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:

- i. Αποθήκευση δεδομένων σε μορφή Json Tree.
- ii. Δυνατότητα εκτός σύνδεσης αιτήματος (query αγγλ.) σε δεδομένα της βάσης
- iii. Σε πραγματικό χρόνο συγχρονισμό των δεδομένων.
- iv. Τα δεδομένα βρίσκονται στο νέφος και είναι άμεσα προσβάσιμα χωρίς να χρειάζονται διαδικασίες για την ασφάλεια και την διατήρησή τους.

Λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της Firebase βάσης δεδομένων, επιλέχθηκε ώστε σε ένα σύστημα εφαρμογών όπως της διπλωματικής που αναπτύχθηκε να μπορεί να ανταποκρίνεται σε πραγματικό χρόνο.

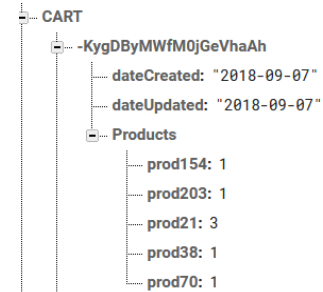
Η βάση που υλοποιήθηκε περιλαμβάνει εννέα βασικές δομές που είναι απαραίτητες για την ομαλή λειτουργία του συστήματος. Αυτές είναι το καλάθι του χρήστη, οι παραγγελίες του χρήστη, οι τιμές των προϊόντων ανά supermarket, ο λογαριασμός ανά supermarket, οι παραγγελίες των supermarket, μια δεντρική δομή σε μορφή Json με όλες τις επωνυμίες των supermarket και στοιχεία ανά κατάσταση, οι λογαριασμοί με τις λεπτομέρειες των χρηστών, τα συνολικά προϊόντα που διατίθενται στο σύστημα και τέλος μια δομή από κατηγορίες και υποκατηγορίες στις οποίες ανήκουν τα διαθέσιμα προϊόντα.

Αναλύοντας τις προαναφερθείσες δομές θα πρέπει να αναφερθεί ότι ακολουθήθηκαν όλες οι “καλές πρακτικές” για την αποθήκευση δεδομένων. Για παράδειγμα βάσει του τρόπου που μοντελοποιήθηκαν οι οντότητες του συστήματος στη Java, με ίδιο τρόπο αποθηκεύτηκαν και στη βάση. Επίσης έγινε προσπάθεια ώστε να μην δημιουργηθούν δομές οι οποίες περιλαμβάνουν σε “βαθύτερα” επίπεδα άλλες εμφωλευμένες δομές (κανόνες αποφυγής εμφωλευμένων δομών) και κατ’επέκταση ακολουθήθηκε ο κανόνας των επιπέδων δομών (κανόνας επιπεδοποίησης των δομών δεδομένων). Με αυτούς τους κανόνες αποφεύγεται η λήψη μεγάλου όγκου δεδομένων αλλά και η αναζήτηση και αποθήκευση δεδομένων γίνεται πολύ πιο αποδοτική και γρήγορη. Άλλωστε ένας χρήστης που χρησιμοποιεί μια εφαρμογή με το κινητό του θα πρέπει να απολαμβάνει ταχύτητα, αποδοτικότητα και φυσικά την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ώστε να εμπιστευτεί την εφαρμογή.

4.5 Δομές αποθήκευσης στην Firebase

4.5.1 Δομή αποθήκευσης Καλάθι - Cart

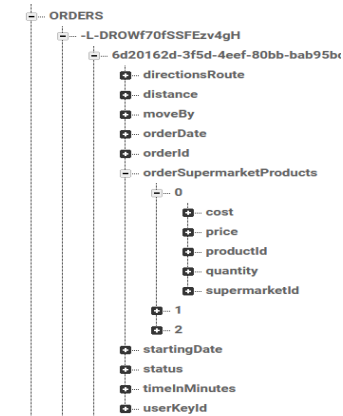
Βλέποντας λεπτομερώς τις δομές που υπάρχουν στην βάση έχουμε αρχικά το ενεργό καλάθι του χρήστη (Σελίδες εφαρμογής - Δεξί συρτάρι 3.4.5) όπου η δομή αποτελείται από ένα μοναδικό αλφαριθμητικό που αντιστοιχίζεται μοναδικά σε κάποιον χρήστη, λίγες πληροφορίες για το πότε δημιουργήθηκε και πότε έγινε τελευταία φορά αλλαγή και στο τέλος μια λίστα από κωδικούς προϊόντων μαζί με την ποσότητα που έχει διαλέξει ο χρήστης ανά προϊόν (4.22). Η συγκεκριμένη δομή είναι ένα παράδειγμα του πως χρησιμοποιήθηκαν οι κανόνες για την αποδοτικότερη αποθήκευση δεδομένων σύμφωνα με τις καλύτερες πρακτικές που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Εικόνα 4.22 – Δομή Καλάθι

4.5.2 Δομή αποθήκευσης Παραγγελιών – Orders

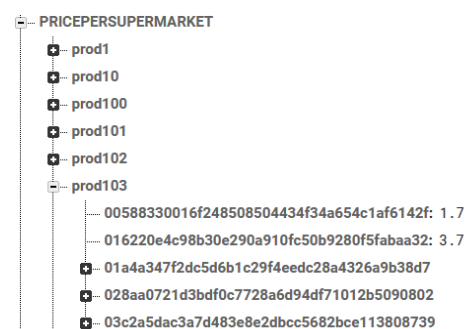
Στη συνέχεια παρατίθεται η δομή για τις παραγγελίες των χρηστών (4.23). Όπως και στη δομή με το καλάθι ανά χρήστη η δομή αποτελείται από το μοναδικό αλφαριθμητικό του χρήστη και περιλαμβάνονται όλες οι λεπτομέρειες του μοντέλου της παραγγελίας που υπάρχουν και στη Java. Με αυτό τον τρόπο η δομή αποθηκεύεται και ανακτάται με πολύ απλό και αποδοτικό τρόπο από το σύστημα. Τα χαρακτηριστικά της δομής Orders περιλαμβάνει πληροφορίες όπως οι λεπτομέρειες για τη διαδρομή που θα πρέπει να διανύσει ο χρήστης, η απόσταση της διαδρομής, ο τρόπος μετακίνησης, η ημερομηνία που έγινε η παραγγελία, οι λεπτομέρειες για το κόστος, την ποσότητα και το supermarket απ' όπου θα ληφθεί το κάθε προϊόν, η κατάσταση της παραγγελίας και τέλος η ημέρα που θα γίνει η παράδοσή της. Όπως φαίνεται και στην εικόνα η δομή έχει περισσότερα του ενός επιπέδου αφού δεν υπήρχε άλλος τρόπος να αποθηκευτεί σωστά η πληροφορία για τα προϊόντα ανά supermarket.



Εικόνα 4.23 – Δομή Παραγγελίες

4.5.3 Δομή αποθήκευσης Τιμών supermarket – PricePerSuperMarket

Η δομή τιμές προϊόντων ανά supermarket παρουσιάζεται παρακάτω όπου κάθε μέλος της δομής αποτελείται από ένα μοναδικό κωδικό προϊόντος και η δομή που περιλαμβάνεται έχει μια λίστα με τα μοναδικά αλφαριθμητικά των supermarket με την τιμή που τα διαθέτουν. Όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα (4.24) ο τρόπος να βρεθεί η τιμή ανά supermarket είναι πολύ εύκολος, ενώ σε ένα μελλοντικό σύστημα όπου κάθε supermarket θα θέλει να αναπροσαρμόζει τις τιμές που πουλάει κάθε προϊόν, ο τρόπος αποθήκευσης είναι παρόμοια ταχύς και εύκολος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές ανά προϊόν και supermarket έχουν τοποθετηθεί τυχαία αλλά με μια συγκεκριμένη λογική. Πιο συγκεκριμένα



Εικόνα 4.24 – Δομή τιμών ανά supermarket

ανά προϊόν ορίζεται τυχαία μια αρχική τιμή και στην συνέχεια ανά supermarket προσθαφαιρέθηκε ένα τυχαίο μικρό ποσοστό ώστε να υπάρχουν λογικές διακυμάνσεις στις τιμές των προϊόντων ανά

supermarket. Επίσης τυχαία διανεμήθηκαν στα supermarket τα προϊόντα ώστε να μην τα έχουν όλα τα supermarket.

4.5.4 Δομή αποθήκευσης λογαριασμού supermarket - SupermarketAccount

Η επόμενη δομή που υλοποιήθηκε είναι ο λογαριασμός του κάθε supermarket (4.25). Η συγκεκριμένη δομή κρίθηκε αναγκαία ώστε να δείξει ότι κάθε supermarket έχει λογαριασμό στο σύστημα. Κυρίως δημιουργήθηκε για την εφαρμογή των supermarket όπου το καθένα διαθέτει κωδικό και email εγγραφής στο σύστημα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι λόγω του μεγάλου όγκου των supermarket που αποθηκεύτηκαν στη βάση και επειδή ο χρήστης θα μπορούσε να πάρει προϊόν από οποιοδήποτε supermarket, ο λογαριασμός δημιουργείται αν δεν υπάρχει κατά την παραγγελία του χρήστη και σαν αρχικό email τοποθετείται ένα προκαθορισμένο email μαζί με ένα αρχικό κωδικό το οποίο αποτελείται από τα 2 πρώτα και τα 2 τελευταία γράμματα του μοναδικού αλφαριθμητικού του supermarket.

SUPERMARKETACCOUNT

```

1482a7d74f3efcdde70325702d894a3
  email: "test@gmail.com"
  pass: "142b"
  supermarketId: "1482a7d74f3e
  
```

Εικόνα 4.25 – Δομή λογαριασμού supermarket

4.5.5 Δομή αποθήκευσης παραγγελιών των supermarkets – SupermarketOrders

Για την εφαρμογή των supermarket υλοποιήθηκε και η επόμενη δομή που αποτελεί την παραγγελία ανά supermarket (4.26). Η συγκεκριμένη δομή αποτελείται από το μοναδικό αλφαριθμητικό του κάθε supermarket κ σ αυτό περιλαμβάνονται οι παραγγελίες ανά μοναδικό αλφαριθμητικό του κάθε χρήστη. Όπως φαίνεται στην εικόνα που παρατίθεται, η δομή διαθέτει πληροφορίες που χρειάζονται τα supermarket μαζί με την ξεχωριστή ανά supermarket κατάσταση παραγγελίας. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το κάθε supermarket λαμβάνει μια ξεχωριστή παραγγελία η οποία μπορεί να είναι ένα υποσύνολο της συνολικής παραγγελίας του χρήστη. Γι' αυτό το λόγο αλλά και για λόγους απόδοσης υλοποιήθηκε αυτή η δομή.

SUPERMARKETORDERS

```

7b5346226b128e0ba0d0d76c7cae2ded1a
  c3272080eda006d121698a6851bfd8fc792
    9e453c04-d799-44cf-851e-04281a6e
      orderDate
      orderId: "9e453c04-d799-44cf-851e-04281a6e"
      productQuantities
        0
          productId: "prod13"
          quantity: 1
        1
        2
      startingDate
      status: "CANCELED"
      supermarketId: "c3272080eda006d121698a6851bfd8fc792"
      userKeyId: "-L-DR0WF70FSSFEz"
    d09dfefc-cfc6-4320-ad2d-345698e34
    e1f8fa0cd8dc6af3a034ca64f2337eca21e9
    f14cb880bfae4ecc70550f47c8c65ffa13c1
  
```

Εικόνα 4.26 – Δομή αποθήκευσης παραγγελιών ανα κατάσταση

4.5.6 Δομή αποθήκευσης λεπτομερειών των supermarkets – Supermarkets

Όλες οι πληροφορίες για κάθε επωνυμία μαζί με τις λεπτομέρειες των μαγαζιών υπάρχουν στη δομή supermarket (4.27). Όπως φαίνεται και στο σχήμα υπάρχει μια κεντρική δομή όπου ομαδοποιούνται τα επιμέρους μαγαζιά. Μέσα σε κάθε δομή υπάρχει μια λίστα από τα μαγαζιά με λεπτομέρειες όπως η διεύθυνση που βρίσκονται, οι συντεταγμένες του και ένα μοναδικό αλφαριθμητικό το οποίο ξεχωρίζει το κάθε κατάστημα. Οι πληροφορίες για το κάθε μαγαζί συλλέχθηκαν από το Places API της Google (13), όπου επιτρέπει την αναζήτηση πληροφοριών για μέρη και για διάφορες κατηγορίες επιστρέφοντας τις σε μορφή Json. Από την απάντηση της κλήσης έγινε εξαγωγή των χρησιμων για την εφαρμογή πληροφοριών και εντάχθηκαν στη βάση. Οι πληροφορίες της δομής είναι στατικές μιας και δεν υπάρχει κάποια υλοποίηση στα πλαίσια της εργασίας ώστε να διαχειρίζονται αυτά τα δεδομένα. Θα πρέπει να ειπωθεί ότι έχουν συγκεντρωθεί δεδομένα για ο σχεδόν όλα τα επώνυμα supermarket σε όλη την Αττική ώστε ο χρήστης να έχει πληθώρα πιθανών επιλογών, ώστε να βρει τον κατάλληλο συνδυασμό σε ένα μεγάλο εύρος διαδρομών εντός της Αττικής.

SUPERMARKETS

```

-LCLr2xhVQq7b-FaSkIA
  ΣΚΑΛΑΒΕΝΙΤΗΣ
  -LCLuErJ5dZdeyHCUqK
    MARKET IN
      0
        formatted_address: "Geor. I
        geometry
        icon: "https://maps.gstat
        id: "56fbf3fb137aad3bdf1
        name: "Market In"
        place_id: "ChIJm691QmYRo
      1
      2
    
```

Εικόνα 4.27 – Δομή με λεπτομέρειες των καταστημάτων

Υλοποίηση συστήματος Android εφαρμογών για την εύρεση του καλύτερου καλαθιού προϊόντων με τη χρήση του ιεραρχικού αλγορίθμου AHP

4.5.7 Δομή αποθήκευσης λεπτομερειών χρήστη – Users

Έχει αποφασιστεί ο κάθε χρήστης να συνδέεται στην εφαρμογή μέσω του Google λογαριασμού του ώστε να μπορεί να συνδεθεί σε οποιαδήποτε συσκευή επιθυμεί και να έχει διαθέσιμα τα δεδομένα του για την εφαρμογή. Πέραν όμως από τα στοιχεία σύνδεσής του χρήστη, η εφαρμογή διαθέτει μια δομή Users στη βάση ώστε ο χρήστης να δημιουργεί ένα προφίλ που περιλαμβάνει στοιχεία που προσωποποιούν την εφαρμογή σύμφωνα με τα δεδομένα του (4.28). Λεπτομέρειες όπως η διεύθυνσή του, το πότε έκανε την εγγραφή του στο σύστημα, πότε συνδέθηκε τελευταία φορά, το email του, το ονοματεπώνυμό του, ο τρόπος με τον οποίο συνηθίζει να κινείται, μια φωτογραφία όπως την έχει στο λογαριασμό του στη Google, ένα μοναδικό κουπόνι επικοινωνίας (messaging token) καθώς και τις επιλογές του για τα προκαθορισμένα κριτήρια του αλγορίθμου περιλαμβάνονται στη δομή. Το κουπόνι επικοινωνίας χρησιμοποιείται από το σύστημα ώστε ο χρήστης να λαμβάνει προσωπικά ειδοποιήσεις για κάποια ενημέρωση της κατάστασης της παραγγελίας του από το κάθε supermarket.

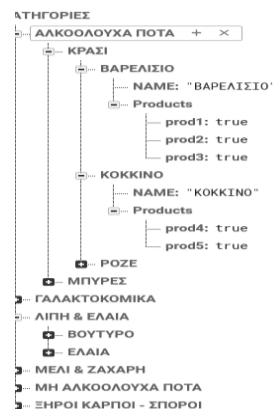


Εικόνα 4.28 – Δομή αποθήκευσης χρήστη

4.5.8 Δομή αποθήκευσης Κατηγοριών με προϊόντα – Κατηγορίες

Για χάρin ευκολίας πλοήγησης και αναζήτησης προϊόντων από τον χρήστη του συστήματος έχει υλοποιηθεί μια κατηγοριοποίηση των προϊόντων (4.29). Η δομή έχει αποθηκευτεί στη βάση και υπάρχουν μέχρι τρία επίπεδα κατηγοριοποίησης ανά προϊόν. Στο τελευταίο επίπεδο όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα υπάρχει μια λίστα με τα μοναδικά αλφαριθμητικά των προϊόντων που υπάρχουν σ αυτή την κατηγορία.

Όπως και στη δομή των supermarket τα δεδομένα στη δομή των κατηγοριών είναι στατικά και φορτώνονται κατά την εκκίνηση της εφαρμογής για λόγους απόδοσης και ταχύτητας.

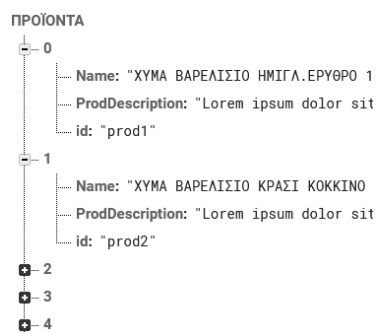


Εικόνα 4.29 – Δομή κατηγοριών και προϊόντα

4.5.9 Δομή αποθήκευσης προϊόντων – Προϊόντα

Η τελευταία δομή της βάσης που αναπτύχθηκε είναι τα προϊόντα (4.30). Είναι η ενοποιημένη λίστα στην οποία ο χρήστης τα αναζητά ώστε να φτιάξει το έξυπνο καλάθι του. Όπως παρουσιάζεται κ από το σχήμα τα προϊόντα έχουν ένα μοναδικό αλφαριθμητικό, ένα όνομα και μια περιγραφή. Τα προϊόντα όπως και οι κατηγορίες τους είναι στατικά δεδομένα, δηλαδή δεν αλλάζουν μέσα από την εφαρμογή και φορτώνονται όταν ξεκινάει το σύστημα ώστε να είναι άμεσα διαθέσιμα στον χρήστη.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η βάση NoSQL της Firebase προσφέρει πλεονεκτήματα για την χρήση της από εφαρμογές όπως η εφαρμογή της εργασίας. Ακολουθώντας τους κανόνες καλής χρήσης και οργάνωσης των δεδομένων της εφαρμογής, το σύστημα δείχνει να λειτουργεί ταχύτερα στην αλληλεπίδραση με τη βάση είτε αυτή αφορά στην ανάκτηση δεδομένων είτε στην επεξεργασία τους.



Εικόνα 4.30 – Δομή Προϊόντα

4.6 Αλγόριθμος Αποφάσεων – Analytic Hierarchy Process (AHP)

4.6.1 Εισαγωγή

Οι άνθρωποι καθημερινά καλούνται να λάβουν πολλές αποφάσεις είτε στην προσωπική τους, είτε στην επαγγελματική τους ζωή. Οι αποφάσεις λαμβάνονται με βάση τα κριτήρια που θέτουν και παίρνοντας παράλληλα υπόψη τις εκάστοτε συνθήκες στις οποίες βρίσκονται. Οι αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν, λόγω και της ταχύτητας των εξελίξεων και των αναγκών της πραγματικότητας, είναι ολοένα αυξανόμενες και θα πρέπει να συνδυάζουν ταχύτητα, οικονομία και αποτελεσματικότητα. Η διαχείριση και ιεράρχηση των δεδομένων που λαμβάνονται από τις αποφάσεις αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της καθημερινότητας το οποίο πολλές φορές είναι δύσκολο αντιμετωπίσιμο.

Όπως είναι κατανοητό σε ένα περιβάλλον όπου τα πολυκριτηριακά προβλήματα αυξάνονται, οι αποφάσεις που παίρνονται γίνονται δυσκολότερες. Γι' αυτό το λόγο στην επιστημονική κοινότητα έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι ανάλυσης πολυκριτηριακών προβλημάτων απόφασης (multi-criteria decision analysis methods-MCDA). Οι μέθοδοι αυτές επικεντρώνονται στη λήψη απόφασης μέσα από διαδικασίες. Δεν οδηγούν κατ' ανάγκη στην ίδια λύση κάθε φορά, αλλά στηρίζονται σε αντικειμενικές πληροφορίες ώστε να οδηγηθούν σε μια λύση συμβιβασμού που θα ικανοποιεί τα κριτήρια, τα δεδομένα και τις ανάγκες του χρήστη. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε πολυπαραγοντικά προβλήματα που αφορούν στο κλάδο της διαχείρισης δεδομένων και ανθρώπων, στην πληροφορική, στην κοινωνική επιστήμη και στα οικονομικά. Γενικότερα η εφαρμογή τους μπορεί να γίνει σε ακόμα μεγαλύτερο εύρος προβλημάτων που θα πρέπει να ληφθούν σημαντικές αποφάσεις.

Η διαδικασία αναζήτησης μεθόδων για την καλύτερη δυνατή αντιμετώπιση προβλημάτων συνεχίζεται και ενθαρρύνεται ακόμα περισσότερο λόγω και της τεχνολογικής εξέλιξης σε επίπεδο υλικού (Hardware αγγλ.) αλλά και σε επίπεδο λογισμικού (Software αγγλ.), ενώ λόγω της εξαγωγής της τεχνολογίας στο ευρύτερο κοινό μέσω των υπηρεσιών δικτύου αλλά και των έξυπνων κινητών, οι μέθοδοι αυτές γίνονται εργαλεία στα χέρια των απλών χρηστών.

Η εφαρμογή που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας αποτελεί ουσιαστικά ένα βοηθό για τον χρήστη ώστε να πάρει την καλύτερη απόφαση στη διαδικασία αναζήτησης και αγοράς των προϊόντων που επιθυμεί. Ο όγκος των δεδομένων, η έλλειψη χρόνου και τα οικονομικά δεδομένα ως κριτήρια επιλογής μετατρέπουν τη διαδικασία αυτή ένα πολυπαραγοντικό πρόβλημα απόφασης. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για να βοηθήσει στην καλύτερη δυνατή απόφαση είναι ο Analytic Hierarchy Process αλγόριθμος.

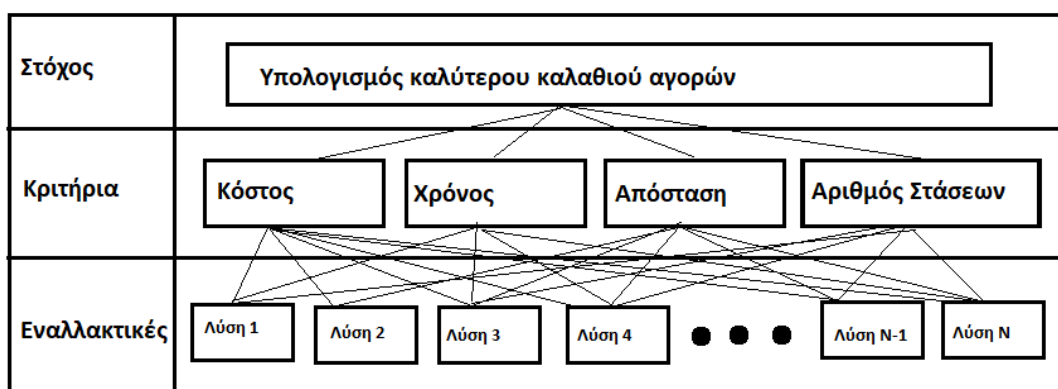
4.6.3 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Όπως αναφέρθηκε στην επιστημονική κοινότητα έχουν αναπτυχθεί πολλές μεθοδολογίες αλγόριθμοι για την αντιμετώπιση πολυπαραγοντικών προβλημάτων απόφασης. Ο Analytic Hierarchy Process (AHP) ανήκει σε αυτή την οικογένεια και υλοποιήθηκε από τον καθηγητή Thomas L. Saaty (17). Με λίγα λόγια είναι ένας αλγόριθμος που στηρίζεται στη σύγκριση ζευγών (κριτηρίων) για την παραγωγή κλιμάκων αναλογίας ως προς τα αποτελέσματα-αποφάσεις. Τα κριτήρια μπορεί να είναι είτε ποσοτικά όπως το κόστος, ο χρόνος κ.α., είτε μια υποκειμενική άποψη, όπως ο βαθμός ικανοποίησης ή η προτίμηση. Οι κλίμακες αναλογίας στηρίζονται και προκύπτουν από την αρχή των πινάκων Eigen.

4.6.3 Ιεραρχική δομή μοντέλου

Το πρώτο βήμα για την υλοποίηση του AHP στα πλαίσια του προβλήματος απόφασης είναι η αποδόμηση του προβλήματος σε μια ιεραρχική δομή που θα αποτελείται από το στόχο, από τους παράγοντες (κριτήρια) και τις εναλλακτικές. Σαν στόχος ορίζεται ο γενικότερος επιδιωκόμενος στόχος του προβλήματος απόφασης. Σε ένα πολυπαραγοντικό πρόβλημα η σύγκριση του επιδιωκόμενου στόχου με τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις αποτελεί ένα πολύ δύσκολο προς επίλυση πρόβλημα γι' αυτό ο επιδιωκόμενος στόχος αναλύεται σε επιμέρους υπό-

στόχους που ονομάζονται κριτήρια. Η ικανοποίηση των επιμέρους στόχων έχει ως αποτέλεσμα την εν τέλει εξυπηρέτηση του επιδιωκόμενου στόχου. Στο τελευταίο επίπεδο της ιεραρχίας βρίσκονται οι εναλλακτικές λύσεις του προβλήματος η οποίες έχουν προκύψει από την ανάλυση των κριτηρίων, βάση της οποίας επέρχεται και η αποτελεσματική σύγκριση των πιθανών εναλλακτικών. Αντιστοιχίζοντας την ιεραρχική δομή του AHP με τις απαιτήσεις του προβλήματος απόφασης, για το οποίο πραγματοποιήθηκε η διπλωματική, έχουμε σαν επιδιωκόμενο στόχο του χρήστη την επίλυση του προβλήματος αγοράς του καλύτερου δυνατού καλαθιού, σαν κριτήρια έχουμε το κόστος, την απόσταση που πρέπει να διανυθεί, το συνολικό χρόνο για όλη τη διαδικασία και τον αριθμό των προς επίσκεψη supermarket και σαν εναλλακτικές έχουμε όλα τα πιθανά καλάθια ανά supermarket. Το ιεραρχικό μοντέλο του AHP για τη διπλωματική παρουσιάζεται στο σχήμα 4.31



Εικόνα 4.31 – Ιεραρχική δομή μοντέλου συστήματος εφαρμογής

4.6.4 Συλλογή προτιμήσεων χρήστη

Στη συνέχεια συγκρίνονται ανά ζεύγη, ως προς το βαθμό προτίμησης, τα στοιχεία του επιπέδου των κριτηρίων. Τα δεδομένα γι' αυτή τη διαδικασία συλλέγονται από το 3ο βήμα της εφαρμογής για να κατασκευαστούν πίνακες οι οποίοι εκφράζουν τις σχετικές τιμές μιας ομάδας ιδιοτήτων. Ουσιαστικά ο χρήστης εκφράζει τις προτιμήσεις του μέσω διμερών συγκρίσεων όλων των στοιχείων ενός επιπέδου ιεραρχίας σε μια κλίμακα διακριτών αξιών από το 1 έως το 9. Η συγκεκριμένη κλίμακα προτάθηκε πρώτη φορά από τον Saaty (22) και εκφράζει το βαθμό προτίμησης του χρήστη. Σύμφωνα με τον Saaty ένας πίνακας περιέχει τις διμερείς συγκρίσεις ανάμεσα στα στοιχεία ενός επιπέδου τα οποία θα πρέπει να έχουν τ ακόλουθα χαρακτηριστικά, όπου a_{ij} είναι η σύγκριση ζεύγους των στοιχείων i και j ενός επιπέδου της ιεραρχίας.

- $a_{ij} > 1$ όταν το στοιχείο i προτιμάται από το j
- $a_{ij} < 1$ όταν το στοιχείο j προτιμάται από το i
- $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $\forall i, j$
- $a_{ii} = 1$

Συνεπώς το σύνολο των πιθανών διαβαθμίσεων των προτιμήσεων είναι $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}\}$.

Στη συνέχεια με βάση τα παραπάνω και τις επιλογές του χρήστη κατασκευάζεται ο πίνακας συγκρίσεων (comparison matrix αγγλ.) και τα βάρη των στοιχείων του πίνακα με βάση τα κριτήρια.

4.6.5 Εκτίμηση προτεραιοτήτων

Στην τρίτη λειτουργία της μεθόδου γνωρίζοντας τις προτιμήσεις του χρήστη που εκφράστηκαν μέσω των συγκρίσεων του βήματος συλλογή προτιμήσεων χρήστη, υπολογίζονται τα βάρη των στοιχείων ενός επιπέδου σε σχέση με τα στοιχεία του προηγούμενου επιπέδου. Στην περίπτωση της διπλωματικής εργασίας όλα τα στοιχεία απόφασης είναι μετρήσιμα συνεπώς τα αντίστοιχα βάρη προκύπτουν από τις τιμές των εναλλακτικών λύσεων, χωρίς να χρειάζεται πίνακας συγκρίσεων. Θα πρέπει να τονιστεί ότι για τον υπολογισμό των βαρών υλοποιήθηκε η μέθοδος του ιδιοδιανύσματος (EigenVector) (23) όπου επαναληπτικά γίνονται τα εξής βήματα:

A) Αθροίζονται κατά γραμμή τα στοιχεία του πίνακα διμερών συγκρίσεων

$$s_i = \sum_j (a_{ij}) \quad \forall i. \quad (1)$$

B) Υπολογίζονται για κάθε γραμμή του πίνακα τα βάρη των αντίστοιχων στοιχείων διαιρώντας την (1) με το άθροισμα των στοιχείων του πίνακα.

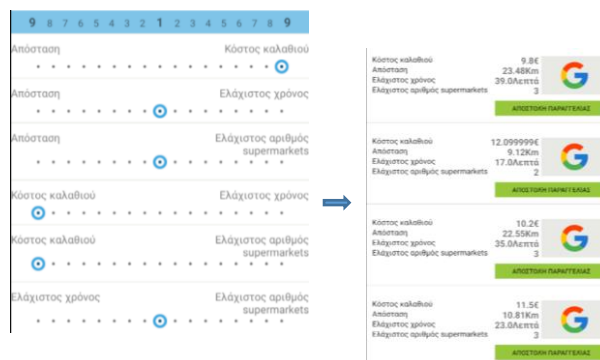
$$w_i = \frac{s_i}{\sum_j s_j} \quad (2)$$

Γ) Ο πίνακας που παράγεται υψώνεται στο τετράγωνο και η διαδικασία επαναλαμβάνεται από το βήμα A. Η διαδικασία ολοκληρώνεται όταν οι προσεγγίσεις των βαρών δεν διαφέρουν σημαντικά.

4.6.6 Παραδείγματα προτιμήσεων χρήστη στην εφαρμογή

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιαστούν σενάρια λειτουργίας του αλγορίθμου στην εφαρμογή. Για μια συγκεκριμένη διαδρομή θα χρησιμοποιηθούν διαφορετικά κριτήρια προτιμήσεων.

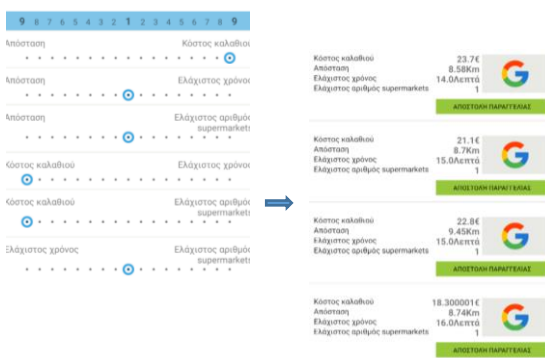
Σενάριο 1: Ο χρήστης έχει επιλέξει τα ακόλουθα ζεύγη συγκρίσεων με ανεκτικότητα διαδρομής 6. Από το παρακάτω σενάριο (4.32) ο χρήστης φαίνεται ότι επιλέγει σαν βασικό κριτήριο προτίμησης το κόστος καλαθιού, ενώ δεν τον ενδιαφέρουν τα άλλα κριτήρια. Το αποτέλεσμα γι' αυτά τα δεδομένα προτιμήσεων δείχνουν ότι ο αλγόριθμος επιστρέφει σαν 1^η λύση, το αποτέλεσμα με το μικρότερο κόστος καλαθιού. Παρατηρώντας και τα άλλα μεγέθη υπάρχει επιλογή με μικρότερη απόσταση αλλά μεγαλύτερο κόστος και λιγότερο χρόνο. Ωστόσο ο αλγόριθμος έλαβε τις προτιμήσεις του χρήστη και αποφάσισε για τη σειρά ανάδειξης των λύσεων.



Εικόνα 4.32 – Σενάριο 1

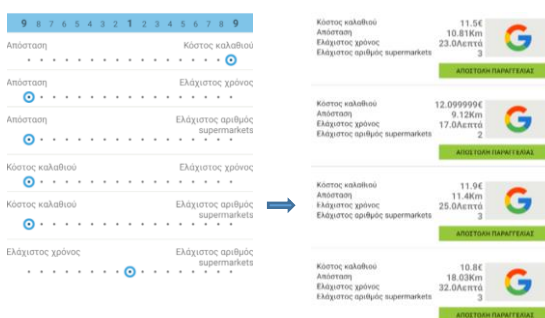
Σενάριο 2: Από το παρακάτω σενάριο (4.33) ο χρήστης φαίνεται ότι επιλέγει σαν βασικό κριτήριο προτίμησης το συνολικό χρόνο ενώ δεν τον ενδιαφέρουν τα άλλα κριτήρια. Το αποτέλεσμα γι' αυτά τα δεδομένα προτιμήσεων δείχνουν ότι ο αλγόριθμος επιστρέφει σαν 1^η λύση, το αποτέλεσμα με το μικρότερο συνολικό χρόνο. Παρατηρώντας και τα άλλα μεγέθη, υπάρχουν

επιλογές με λιγότερο κόστος, ωστόσο ο αλγόριθμος έλαβε τις προτιμήσεις του χρήστη και αποφάσισε για τη σειρά ανάδειξης των λύσεων.



Εικόνα 4.33 – Σενάριο 2

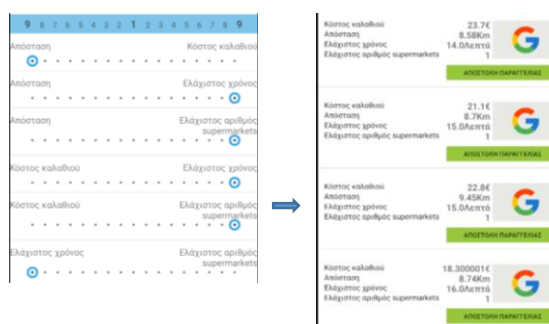
Σενάριο 3: Ο χρήστης θέτει τις εξής προτιμήσεις όπως παρουσιάζονται στο σχήμα (4.34). Σαν κορυφαία προτίμηση έχει το κόστος καλαθιού έναντι οποιοδήποτε άλλου κριτηρίου και σαν δεύτερη προτίμηση έχει την ελάχιστη απόσταση που πρέπει να διανύσει. Άρα ο επιδιωκόμενος στόχος είναι η αγορά φθηνών προϊόντων χωρίς μεγάλες παρεκκλίσεις από τη βασική διαδρομή του. Ο χρόνος και ο αριθμός των supermarkets είναι αδιάφορα κριτήρια.



Εικόνα 4.34 – Σενάριο 3

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του αλγορίθμου, η καλύτερη επιλογή περιλαμβάνει τις προτιμήσεις του χρήστη λύνοντας ένα πολυπαραγοντικό πρόβλημα. Η 1^η λοιπόν επιλογή δεν είναι πιο φθηνή απ’ όλες, αλλά είναι φθηνότερη από τη 2^η που όμως έχει μικρότερη απόσταση και πολύ μικρότερη απόσταση από την τελευταία που είναι φθηνότερη. Ο αλγόριθμος επιλέγει τη ‘μέση λύση’ σαν την προτιμότερη λύση. Σε αυτό το σημείο ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει την λύση που επιθυμεί.

Σενάριο 4: Ο χρήστης επιθυμεί να διανύσει μια διαδρομή όμως ο χρόνος που έχει είναι ελάχιστος. Συνεπώς έχει σαν βασικό κριτήριο το χρόνο, τον ελάχιστο αριθμό supermarkets για να μην χάσει χρόνο στις παραγγελιοληψίες και στο ζεύγος απόσταση κόστος, θεωρεί ότι δεν πρέπει να ξεφύγει πολύ από τη διαδρομή του και μπλέξει στην κίνηση. Συνεπώς επιλέγει την μικρότερη απόσταση από το κόστος του καλαθιού.



Εικόνα 4.35 Σενάριο 4

Το αποτέλεσμα του αλγορίθμου για άλλη μια φορά δικαιώνει τις προσδοκίες του χρήστη και του προτείνει σαν κορυφαία λύση την πιο γρήγορη, με τη μικρότερη απόσταση και με τα λιγότερα δυνατά supermarkets. Το κόστος βέβαια, ως το πιο αδύναμο κριτήριο απόφασης, είναι το μεγαλύτερο από όλες τις άλλες λύσεις.

Όπως είναι φανερό από τα παραπάνω, τα αποτελέσματα του αλγορίθμου δείχνουν ότι συμβαδίζουν με τις προτιμήσεις του χρήστη. Ο AHP όντας ένας αλγόριθμος επίλυσης πολυκριτηριακών προβλημάτων βρίσκει λύσεις που ικανοποιούν τα αφαιρετικά κριτήρια προτιμήσεων του χρήστη. Ο χρήστης από την πλευρά του κάνοντας πολλά σενάρια μπορεί ανά περίπτωση να αλλάζει τα κριτήριά του και να βρίσκει την καταλληλότερη γι' αυτόν λύση.

4.7 Σύστημα αποστολής μηνυμάτων – Ειδοποιήσεων

Για την υλοποίηση του συστήματος αποστολής ειδοποιήσεων μεταξύ των δύο εφαρμογών χρησιμοποιήθηκαν οι συναρτήσεις νέφους (cloud functions) της firebase (18). Οι συναρτήσεις νέφους αποτελούν ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον, όπου εκτελείται αυτόματα κώδικας ως απόκριση σε συμβάντα που ενεργοποιούνται είτε από λειτουργίες της Firebase, όπως κάποια αλλαγή στη βάση, είτε από κάποιο HTTPS αίτημα. Ο κώδικας αυτός αποθηκεύεται και τον διαχειρίζεται η υπηρεσία νέφους που κατέχει η Google παρέχοντας όλα τα πλεονεκτήματα μιας εφαρμογής στο νέφος. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η κονσόλα της Firebase διαθέτει ένα μεγάλο εύρος δυνατοτήτων που επιτρέπουν στη διαχείριση των μεθόδων, την απεικόνιση στατιστικών στοιχείων ως προς τη χρήση τους και την καταγραφή αρχείων για σφάλματα είτε άλλης πληροφορία (logs αγγλ.).

Στα πλαίσια της εργασίας υλοποιήθηκαν δύο συναρτήσεις σε NodeJs η οποία αποτελεί μια ασύγχρονη υλοποίηση της Javascript. Βασίζεται σε αποκρίσεις συμβάντων (event-driven) και διαθέτει ως βασικό προτέρημα το μοντέλο ασύγχρονης επικοινωνίας εισόδου/εξόδου σε αντίθεση με τη πολυνηματοτητα (multi-threading αγγλ.) άλλων υλοποιήσεων ανάπτυξης εφαρμογών στο δίκτυο. Παράλληλα η δυνατότητα υλοποίησης κλιμακωτών (scalability αγγλ.) διαδικτυακών εφαρμογών συμβαδίζει με τη λογική μετάβασης στο νέφος.

Οι συναρτήσεις υλοποιήθηκαν στα πλαίσια της λειτουργίας των ειδοποιήσεων. Μια ειδοποίηση είναι το αποτέλεσμα μιας ενέργειας ώστε να ενημερωθεί ένας ενδιαφερόμενος χρήστης. Όπως ειπώθηκε και παραπάνω οι συναρτήσεις εκτελούνται ως απόκριση σε λειτουργίες της Firebase. Κάθε συνάρτηση λοιπόν αναμένει μια αλλαγή στη βάση για να παράξει ένα μήνυμα το οποίο θα καταναλώσει ο κάθε ενδιαφερόμενος.

Στην πρώτη περίπτωση έχει υλοποιηθεί μια συνάρτηση για τη δημιουργία μιας νέας παραγγελίας. Μέσω της εφαρμογής του χρήστη αποθηκεύεται μια παραγγελία στη βάση δεδομένων κάτι που πυροδοτεί τη συνάρτηση για να σταλεί ένα μήνυμα στην εφαρμογή για τα supermarket. Εκείνη καταναλώνει το μήνυμα και εμφανίζει μια ειδοποίηση. Στη δεύτερη περίπτωση που αποτελεί και μέρος της βασικής εφαρμογής, κάθε φορά που ένα supermarket αλλάζει την κατάσταση της παραγγελίας του χρήστη, η ενημέρωση της βάσης δίνει το έναυσμα

για την εκτέλεση της δεύτερης συνάρτησης η οποία παράγει ένα μήνυμα, το οποίο καταναλώνεται από την εφαρμογή του χρήστη.

Για την κατανάλωση των μηνυμάτων που αποστέλλονται από τις συναρτήσεις έχει χρησιμοποιηθεί και στις δυο εφαρμογές η βιβλιοθήκη Firebase Cloud Messaging (19). Η υλοποίηση περιλαμβάνει πέρα από την κατανάλωση του μηνύματος, την αποθήκευση στη βάση του κουπονιού κάθε χρήστη, μέσα από το οποίο η Firebase γνωρίζει τον παραγωγό και τον καταναλωτή και τέλος τη δημιουργία της ειδοποίησης μέσω του Notification manager ώστε να εμφανίζεται στην οθόνη του χρήστη.

4.8 Εφαρμογή για supermarket

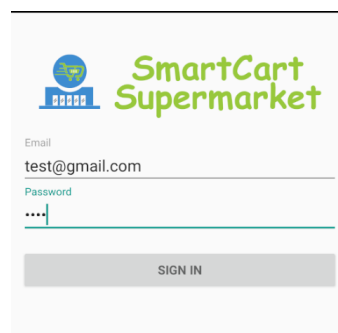
Για την ολότητα της εφαρμογής κατασκευάστηκε και μια απλή εφαρμογή για supermarkets η οποία αλληλοεπιδρά με την εφαρμογή της διπλωματικής, λαμβάνοντας τις παραγγελίες και ουσιαστικά δίνει τη δυνατότητα ολοκλήρωσης του κύκλου της παραγγελίας του χρήστη. Η εφαρμογή για supermarkets έχει υλοποιηθεί για κινητές συσκευές που φέρουν το λειτουργικό σύστημα Android και όπως και η βασική εφαρμογή, η εφαρμογή είναι συμβατή με κινητά που διαθέτουν εκδόσεις Android SDK από την έκδοση 26 έως την έκδοση 28.

4.8.1 Σελίδες εφαρμογής

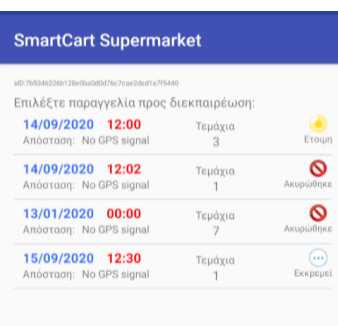
Η εφαρμογή διαθέτει τρεις οθόνες αλληλεπίδρασης με τον χρήστη. Ο χρήστης αποτελεί ένα λογαριασμό που έχει δημιουργηθεί για κάθε κατάστημα supermarket. Κατά την είσοδο του χρήστη καταστήματος, το σύστημα ζητάει την εισαγωγή ενός email και ενός κωδικού πρόσβασης, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.36. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο σκοπός της εφαρμογής αυτής είναι η υποστήριξη της βασικής εφαρμογής του καταναλωτή, συνεπώς σχεδιάστηκε για να έχει μια βασική λειτουργικότητα. Έτσι ακολουθήθηκε η απλή εγγραφή του χρήστη σε αντίθεση με την εφαρμογή του καταναλωτή. Ο χρήστης αφού εισάγει τα δεδομένα του εισέρχεται στη σελίδα όπου εμφανίζονται όλες οι παραγγελίες του καταστήματος σε μορφή λίστας (4.38). Η λίστα αυτή περιλαμβάνει πληροφορίες για κάθε παραγγελία. Αρχικά δείχνει την μέρα και την ώρα για κάθε παραγγελία προς παράδοση, τα πόσα τεμάχια έχει, την κατάσταση της παραγγελίας σε σχέση με το κατάστημα και την απόσταση που μπορεί να έχει ο χρήστης που είναι καθ' οδόν για την παραλαβή της. Οι καταστάσεις μια παραγγελίας μπορεί να είναι εκκρεμής, έτοιμη για παράδοση, παραδόθηκε και άκυρη. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στα πλαίσια της διπλωματικής δεν έχει υλοποιηθεί ο υπολογισμός της απόστασης του χρήστη από το supermarket αλλά τοποθετήθηκε σαν ένα επιπλέον χαρακτηριστικό που θα μπορούσε να βοηθήσει ακόμα περισσότερο τον χρήστη της εφαρμογής για τα supermarket. Όταν ο χρήστης επιλέξει ένα στοιχείο της λίστας, τότε εμφανίζεται η οθόνη με τις λεπτομέρειες της παραγγελίας (4.37)

Ο χρήστης του supermarket αρχικά βλέπει στο πάνω μέρος της οθόνης των κωδικό της παραγγελίας ώστε όταν έρθει ο καταναλωτής να επιβεβαιώσει ότι πρόκειται για τη δικιά του παραγγελία. Πιο κάτω εμφανίζεται η απόσταση του καταναλωτή από το κατάστημα. Η συγκεκριμένη λειτουργία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, δεν έχει υλοποιηθεί, απλά

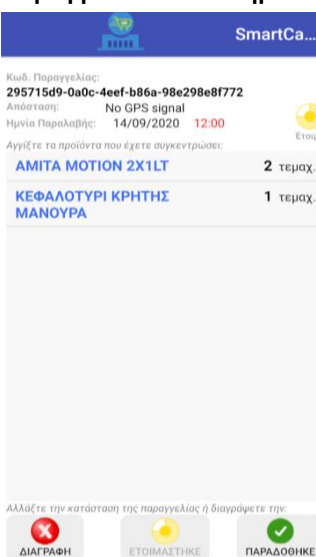
Υλοποίηση συστήματος Android εφαρμογών για την εύρεση του καλύτερου καλαθιού προϊόντων με τη χρήση του ιεραρχικού αλγορίθμου AHP



Εικόνα 4.36 –Σελίδα εισόδου χρήστη καταστήματος



Εικόνα 4.37 – Σελίδα παραγγελιών καταστήματος



Εικόνα 4.38 – Λεπτομέρεια παραγγελίας καταστήματος

εμφανίζεται στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής. Από κάτω βρίσκεται η συμφωνηθείσα ημερομηνία και η ώρα παράδοσης της παραγγελίας ώστε ο χρήστης να γνωρίζει πόσο άμεσα θα πρέπει να ετοιμάσει την παραγγελία. Στα δεξιά εμφανίζεται η κατάσταση της παραγγελίας του καταστήματος. Η κατάσταση αυτή είναι ανεξάρτητη της συνολικής παραγγελίας του καταναλωτή. Από κάτω εμφανίζεται αναλυτικά μια λίστα με τα προϊόντα προς παράδοση και η ποσότητα που έχει παραγγελθεί για το καθένα. Τέλος το πιο σημαντικό κομμάτι είναι το κάτω μέρος της οθόνης. Ο χρήστης μπορεί να κάνει τρεις ενέργειες για να αλλάξει την κατάσταση της παραγγελίας. Αρχικά υπάρχει η δυνατότητα διαγραφής της. Στη συνέχεια μπορεί να τη μετατρέψει σε παραγγελία με κατάσταση 'Ετοιμάστηκε'. Σ εκείνο το σημείο το σύστημα θα στείλει στον καταναλωτή μια ειδοποίηση. Επίσης από τη στιγμή που μια παραγγελία σε ένα supermarket γίνεται έτοιμη για παράδοση, η κατάσταση της παραγγελίας του χρήστη γίνεται 'Ενεργή'. Τέλος όταν παραδοθεί η παραγγελία στον καταναλωτή, ο χρήστης της εφαρμογής supermarket ενημερώνει την παραγγελία του καταστήματος σε 'Ολοκληρωμένη'. Παράλληλα στέλνεται ειδοποίηση στον χρήστη για την αλλαγή της κατάστασης της παραγγελίας μιας και από 'Ενεργή' γίνεται 'Σε Εξέλιξη'. Όταν όλα τα επιμέρους καταστήματα ολοκληρώσουν τις παραγγελίες τους, η συνολική παραγγελία του χρήστη ολοκληρώνεται.

Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

Η εργασία επικεντρώθηκε στη δημιουργία μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές, που χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα Android, κατά την οποία ο χρήστης μπορεί να βρει σύμφωνα με τα κριτήρια που θέτει, τον καλύτερο συνδυασμό για την αγορά προϊόντων που επιθυμεί σε μια διαδρομή που επιλέγει. Από τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν στην ενότητα (4.6.6) βλέπουμε ότι η εφαρμογή πετυχαίνει το στόχο της μιας και ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη εμφανίζει μια λίστα επιλογών που ικανοποιούν στο μεγαλύτερο βαθμό τον επιδιωκόμενο στόχο. Παράλληλα η ταχύτητα και η ευκολία χειρισμού της θα μπορούσαν να μετατρέψουν την εφαρμογή σε ένα καθημερινό πολύ εύχρηστο εργαλείο για κάθε καταναλωτή. Επιπρόσθετα ο συνδυασμός με μια πιο ολοκληρωμένη εφαρμογή για τα supermarkets θα μπορούσε να οδηγήσει σε νέες επιχειρηματικές ιδέες στον κλάδο του λιανεμπορίου, βοηθώντας παράλληλα και τα μικρά μαγαζιά των γειτονιών να αλλάξουν το μοντέλο του γνωστού μπακάλικου. Η εφαρμογή του supermarket επίσης θα μπορούσε να ενημερώνει τις τιμές της βάσης δεδομένων, ή θα μπορούσε στέλνει σε κάθε χρήστη ειδοποίηση για κάποια προσφορά.

Από την άλλη στην εφαρμογή του καταναλωτή οι μελλοντικές επεκτάσεις που θα μπορούσαν να γίνουν είναι αρκετές. Η εφαρμογή θα μπορούσε να συγκρίνει εύκολα, λόγω του τρόπου υλοποίησης της βάσης δεδομένων, τις τιμές των προϊόντων και να προτείνει η ίδια στο χρήστη το πιο φθηνό καλάθι. Επίσης θα μπορούσε να υλοποιηθεί η δυνατότητα online πληρωμής κατευθείαν από την εφαρμογή σε κάθε supermarket. Τέλος μια άλλη σημαντική επέκταση θα ήταν να γίνει μια υλοποίηση αλληλοεπίδρασης με την εφαρμογή Google Maps. Θα μπορούσε λοιπόν σε κάθε διαδρομή που επιλέγει ο χρήστης στην Google Maps η εφαρμογή ανάλογα με το καλάθι του χρήστη να εκτελεί μόνη της, διαθέτοντας τις προκαθορισμένες επιλογές του χρήστη, κάποιο σενάριο και να προτείνει στο χρήστη μια αγορά κατά τη διάρκεια της διαδρομής του. Με λίγα λόγια μια διαδικασία αυτοματοποίησης αγοράς προϊόντων μέσα από διαδρομές θα μπορούσε να γίνει εφικτή.

Βιβλιογραφία

1. Priceye - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.priceye.viscoma>
2. Promotheus - <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.rtsoft.promotheus>
3. Grocery Shopping List - Listonic <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.l>
4. Λίστα με τα ψώνια - Shopping list <https://play.google.com/store/apps/details?id=august.shopping>

5. idealo - Price Comparison & Mobile Shopping App - <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.ideal.android>
6. Skroutz.gr - <https://www.skroutz.gr/>
7. AB - <https://play.google.com/store/apps/details?id=gr.delhaize&hl=el>
8. Masoutis - <https://play.google.com/store/apps/details?id=softways.mobile.masoutis&hl=el>
9. E-fresh.gr - <https://play.google.com/store/apps/details?id=gr.invoke.efresh>
10. Mapbox - <https://www.mapbox.com/>
11. Google - <https://www.google.com/>
12. Directions API - <https://developers.google.com/maps/documentation/directions>
13. Places Library | Maps JavaScript API - <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/places>
14. Geometry Library | Maps JavaScript API - <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/geometry>
15. NodeJs org - <https://nodejs.org/en/>
16. Java | Oracle - <https://www.java.com/en/>
17. Place Search | Places API - <https://developers.google.com/places/web-service/search>
18. Saaty T. (1980). The Analytic Hierarchy Process, Planning, Piority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill International Book Company.
19. Cloud Functions for Firebase - <https://firebase.google.com/docs/functions>
20. Firebase messaging - <https://firebase.google.com/docs/reference/android/com/google/firebase/messaging/package-summary>
21. Google Client Api - <https://developers.google.com/android/guides/google-api-client>
22. Saaty, T.L. (1977) A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. Journal of Mathematical Psychology, 15, 234-281.
23. Hwang, C. and Yoon, K. (1981) Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application. Springer, New York.

Παραρτήματα