

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**FOOD SCANNER: ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ,
ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ**

Δημοσθένης Στεφανίδης
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2016

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

FOOD SCANNER: ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Δημοσθένης Στεφανίδης

Επιβλέπων Καθηγητής

Δημήτρης Ζεϊναλιπούρ

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

Μάιος 2016

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ζεϊναλιπούρ Δημήτρη, επιβλέπων καθηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την υποστήριξη, την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το διδακτικό προσωπικό του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου καθώς μέσα από τα μαθήματα των τεσσάρων χρόνων, κατάφερα να αποκομίσω γνώσεις και να αναπτύξω τεχνικές δεξιότητες οι οποίες με βοήθησαν να φέρω εις πέρας την παρούσα διπλωματική εργασία και θα συνεχίσουν να με βοηθούν στην μελλοντική μου καριέρα.

Τέλος, οφείλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους μου, οι οποίοι μου συμπαραστάθηκαν όλο αυτό τον καιρό αλλά και ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την ηθική και οικονομική υποστήριξη που μου πρόσφεραν όχι μόνο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Την τελευταία δεκαετία υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία σχετικά με χρόνιες παθήσεις και άλλα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με τη διατροφή, συμπεριλαμβανομένων της παχυσαρκίας, του διαβήτη κ.ά. Γενικώς, η μέτρηση ακριβής διαιτητικής πρόσληψης είναι ένα ανοικτό ερευνητικό πρόβλημα στους τομείς της διατροφής και της υγείας. Ως επακόλουθο, τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκε τεράστια εξάπλωση συστημάτων μέτρησης διατροφικών πληροφοριών αλλά και σύστασης τροφίμων-φαγητών.

Αυτή η διπλωματική εργασία έχει εκπονηθεί στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος Πληροφορικής στο Πανεπιστήμιο Κύπρου. Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται ένα καινοτόμο και ολοκληρωμένο σύστημα μέτρησης και ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων, αλλεργιογόνων και χημικών ουσιών, το οποίο φέρει το όνομα Food Scanner. Αυτή η διπλωματική εργασία θα ξεκινήσει από την παρουσίαση της αρχιτεκτονικής του Food Scanner που αναπτύχθηκε.

Επιπρόσθετα, έχει αναπτυχθεί η εφαρμογή για έξυπνα κινητά Android. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να “μάθει” τα διατροφικές στοιχεία, τα αλλεργιογόνα και τις χημικές ουσίες ενός τροφίμου με δύο τρόπους:

1. Σάρωση barcode, όπου ο χρήστης πρέπει να σαρώσει το barcode του τροφίμου. Μετέπειτα το σύστημα αναγνωρίζει το barcode και επικοινωνεί με το κατάλληλο API που περιέχει τις απαραίτητες διατροφικές πληροφορίες.
2. Σάρωση συστατικών, όπου ο χρήστης πρέπει να σαρώσει τα συστατικά που αναγράφονται στην ετικέτα ενός τροφίμου. Μετέπειτα το σύστημα επικοινωνεί με την τοπική βάση και υπολογίζει τις απαραίτητες διατροφικές πληροφορίες.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	iii
Περίληψη.....	iv
Περιεχόμενα.....	v
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	1
1.1 Υποκίνηση εργασίας.....	1
1.2 Ανασκόπηση συστήματος Food Scanner.....	3
1.3 Συνεισφορές.....	4
1.4 Περίγραμμα εργασίας	4
Κεφάλαιο 2 Σχετική Βιβλιογραφία και Τεχνολογικό Υπόβαθρο.....	5
2.1 Συστήματα μέτρησης και ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων	6
2.1.1 DietSensor.....	6
2.1.2 Calorie Counter – MyFitnessPal.....	9
2.1.3 Smart Kitchen (Εξυπνη Κουζίνα).....	10
2.1.4 MoFIS	11
2.1.5 Image Recognition	13
2.1.6 Σύγκριση Συστημάτων.....	15
2.2 Τεχνολογικό Υπόβαθρο	17
2.2.1 Android	17
2.2.2 SQLite – Σχεσιακές Βάσεις	21
2.2.3 HTML5	22
2.2.4 CSS3	23
2.2.5 JavaScript.....	23
2.2.6 AngularJS.....	24
2.2.7 Ionic Framework.....	26
2.3 Προγραμματιστικό Περιβάλλον (IDE)	28
2.3.1 JetBrains WebStorm	29
2.3.2 Android Studio.....	29
Κεφάλαιο 3 Αρχιτεκτονική του Food Scanner.....	31
3.1 Υποδομή Αρχιτεκτονικής	32
3.2 Leptonica Library	33

3.3 Tesseract Library	35
3.4 Apache Lucene	37
3.5 SQLite Database	38
3.6 Analyzer.....	40
3.7 ZXing Library.....	41
3.8 FatSecret Api & Database.....	41
Κεφάλαιο 4 Food Scanner για Android συσκευές	42
4.1 Αρχική οθόνη και Μενού.....	42
4.2 Σάρωση με χρήση barcode scanner	44
4.3 Σάρωση με χρήση OCR.....	46
4.4 Τροποποίηση και Ανάλυση Συστατικών	47
Κεφάλαιο 5 Πειραματική Αποτίμηση.....	49
5.1 Μεθοδολογία.....	49
5.2 Συμβατότητα και επίδοση του Food Scanner	50
5.3 Τεχνική αποτίμηση ακρίβειας του Food Scanner	51
5.3.1 Ακρίβεια του OCR και βελτίωση	51
5.3.2 Ευχρηστία Συστήματος.....	52
5.3.3 Ακρίβεια του Analyzer και της FatSecret.....	54
5.4 Συμπεράσματα	55
Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις	57
6.1 Συμπεράσματα	57
6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις	58
Βιβλιογραφία.....	59

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1	Υποκίνηση εργασίας	1
1.2	Ανασκόπηση συστήματος Food Scanner	3
1.3	Συνεισφορές	4
1.4	Περίγραμμα εργασίας	4

1.1 Υποκίνηση εργασίας

Την τελευταία δεκαετία υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία σχετικά με χρόνιες παθήσεις και άλλα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με τη διατροφή, συμπεριλαμβανομένων της παχυσαρκίας, του διαβήτη κ.ά. Γενικώς, η μέτρηση ακριβής διαιτητικής πρόσληψης είναι ένα ανοικτό ερευνητικό πρόβλημα στους τομείς της διατροφής και της υγείας.

Το 2016, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, παρουσίασε ένα διαγωνισμό όπου οι διαγωνιζόμενοι έπρεπε να δημιουργήσουν ένα σύστημα μέτρησης και ανίχνευσης διατροφικών πληροφοριών, αλλεργιογόνων και χημικών ουσιών. Η σημαντικότητα του συγκεκριμένου προβλήματος φαίνεται και από το βραβείο που προσφέρετε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.



Εικόνα 1.1 : Διαφημιστικό διαγωνισμού της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Έρευνες έχουν δείξει πως προβλήματα υγείας που σχετίζονται με τα τρόφιμα όπως οι αλλεργίες, ο διαβήτης και η καρδιαγγειακή νόσο έχουν αυξηθεί σε διαστάσεις επιδημίας και η κοινωνία και το σύστημα υγείας “πληρώνει” ένα βαρύ τίμημα. Μερικά στοιχεία:

- Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ακαδημία Αλλεργίας και Κλινικής Ανοσολογίας περίπου 17 εκατομμύρια Ευρωπαίοι υποφέρουν από αλλεργίες τροφίμων, με 3,5 εκατομμύρια από αυτούς κάτω των 25 ετών [\[1\]](#).
- Σε παγκόσμιο επίπεδο περίπου 35% των ενηλίκων είναι υπέρβαροι, με μισό δισεκατομμύριο από αυτούς να είναι παχύσαρκοι. Η παχυσαρκία επηρεάζει τους ανθρώπους σε όλο και μικρότερες ηλικίες: σήμερα 43 εκατομμύρια παιδιά προσχολικής ηλικίας ή σχεδόν 7% του συνόλου κάτω των πέντε ετών είναι υπέρβαροι [\[2\]](#).
- Η Διεθνής Ομοσπονδία Διαβήτη (IDF), υπολογίζεται ότι στην Ευρώπη 35 εκατομμύρια ενήλικες είχαν διαβήτη (τόσο του τύπου 1 και τύπου 2) το 2011. Αυτό αναμένεται να αυξηθεί κατά 23%, σε 43 εκατομμύρια το 2030 [\[3\]](#) [\[4\]](#).
- Σύμφωνα με την WHO, τα καρδιαγγειακά νοσήματα (CVD) προκαλούν περισσότερο από το ήμισυ του συνόλου των θανάτων σε ολόκληρη την ευρωπαϊκή περιφέρεια. Το CVD προκαλεί 46 φορές τον αριθμό των θανάτων και 11 φορές το βάρος της νόσου που προκαλείται από το AIDS, της φυματίωσης και της ελονοσίας σε συνδυασμό στην Ευρώπη. Το 80% των

πρόωρων καρδιακών παθήσεων και εγκεφαλικού επεισοδίου μπορεί να προληφθεί και ο διαβήτης είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου και έναυσμα για καρδιαγγειακή νόσο. Η υγιέστερη πρόσληψη τροφής θα μπορούσε να μειώσει αυτούς τους αριθμούς [5].

1.2 Ανασκόπηση συστήματος Food Scanner

Σε αυτή τη ατομική διπλωματική εργασία θα παρουσιαστεί το Food Scanner, ένα ολοκληρωμένο σύστημα μέτρησης και ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων, αλλεργιογόνων και χημικών ουσιών.

Τα δεδομένα που συλλέγει και επεξεργάζεται ο Food Scanner είναι οι εικόνες τροφίμων αλλά και τα barcode τροφίμων έτσι ώστε να γίνει σε πρώτο στάδιο η εξαγωγή των συστατικών που περιέχονται στα τρόφιμα και στο μετέπειτα στάδιο η ανάλυση και εμφάνιση των διατροφικών στοιχείων.

Τα προαναφερθέντα δεδομένα εξάγονται με την χρήση ενός OCR συστήματος, ο οποίος εξάγει το κείμενο που υπάρχει σε μια εικόνα.

Επιπλέον, το σύστημα υποστηρίζεται από την SQL βάση δεδομένων SQLite, η οποία παρέχει ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) ιδιότητες.

Στόχος του συστήματος Food Scanner είναι να δώσει την δυνατότητα σε χρήστες, να βελτιώσουν τις διατροφικές τους συνήθειες εύκολα και γρήγορα.

Συνοψίζοντας, το Food Scanner είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα ανίχνευσης διατροφικών πληροφοριών που στο μπροστά επίπεδο της αρχιτεκτονικής του χρησιμοποιεί εύχρηστες εφαρμογές κτισμένες για έξυπνες κινητές συσκευές και υποστηρίζεται από το σύστημα της SQLite. Πιο αναλυτικά η περιγραφή της αρχιτεκτονικής του συστήματος θα γίνει στο Κεφάλαιο 3.

1.3 Συνεισφορές

Μέσω αυτής της ατομικής διπλωματικής εργασίας έχω κάνει δύο σημαντικές συνεισφορές:

1. Πρότεινα, σχεδίασα και υλοποίησα μια ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική για σύστημα ανίχνευσης διατροφικών πληροφοριών.
2. Υλοποιήθηκαν εφαρμογές που παρέχουν τις υπηρεσίες που προσφέρει το Food Scanner για έξυπνα κινητά Android.

1.4 Περίγραμμα εργασίας

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάσαμε συνοπτικά την υποκίνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας και αναφέραμε κάποιες βασικές έννοιες που θα αναφέρονται συχνά στο υπόλοιπο του κειμένου. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα προχωρήσουμε σε περισσότερες έννοιες και ορισμούς και θα παρουσιάσουμε συστήματα ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων παρόμοια με το Food Scanner αναφέροντας και τις κυριότερες διαφορές μας από αυτά. Επίσης, παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν. Στο τρίτο κεφάλαιο θα γίνει μια αναλυτική περιγραφή της αρχιτεκτονικής του Food Scanner παρουσιάζοντας τα επιμέρους κομμάτια που την αποτελούν. Ακολούθως, στο τέταρτο κεφάλαιο θα γίνει εκτενής περιγραφή της εφαρμογής για έξυπνες κινητές συσκευές Android. Στη συνέχεια, στο πέμπτο κεφάλαιο θα γίνει μια τεχνική αποτίμηση καθώς και μια πειραματική αξιολόγηση του συστήματος. Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο θα παραθέσουμε τα τελικά συμπεράσματα σχετικά με το όλο σύστημα που αναπτύχθηκε καθώς επίσης και μελλοντικές επεκτάσεις και βελτιστοποιήσεις που μπορούν να γίνουν.

Κεφάλαιο 2

Σχετική Βιβλιογραφία και Τεχνολογικό Υπόβαθρο

2.1	Συστήματα μέτρησης και ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων	6
2.1.1	DietSensor	6
2.1.2	Calorie Counter – MyFitnessPal	9
2.1.3	Smart Kitchen	10
2.1.4	MoFIS	11
2.1.5	Image Recognition	13
2.1.6	Σύγκριση Συστημάτων	15
2.2	Τεχνολογικό Υπόβαθρο	17
2.2.1	Android	17
2.2.2	SQLite - Σχεσιακές Βάσεις	21
2.2.3	HTML5	22
2.2.4	CSS3	23
2.2.5	JavaScript	23
2.2.6	AngularJS	24
2.2.7	Ionic Framework	26
2.3	Ολοκληρωμένα Περιβάλλοντα Ανάπτυξης(IDEs)	28
2.3.1	JetBrains WebStorm	29
2.3.2	Android Studio	29

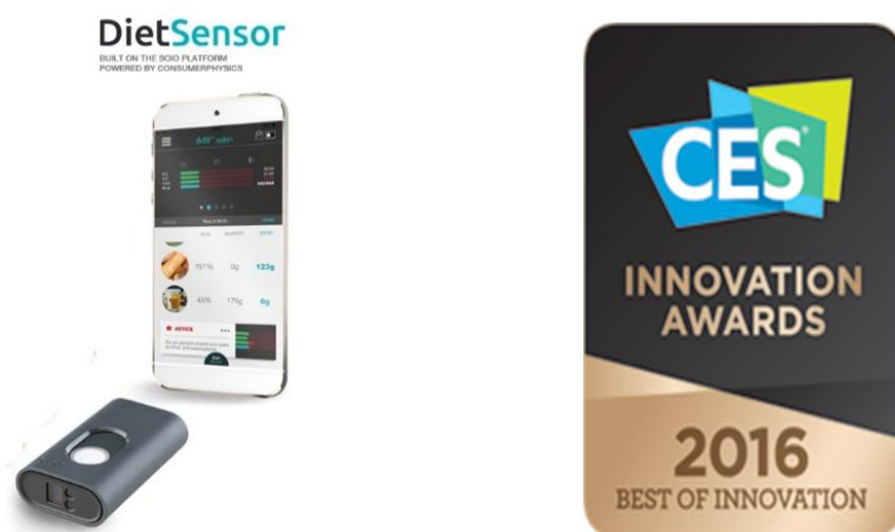
2.1 Συστήματα μέτρησης και ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων

Σε αυτή την ενότητα θα μελετήσουμε διάφορα συστήματα μέτρησης και ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων, αλλεργιογόνων και χημικών ουσιών παρόμοια με το σύστημα που παρουσιάζουμε σε αυτή τη διπλωματική εργασία. Επίσης, στο τέλος θα γίνει μια συγκριτική σύνοψη των υπηρεσιών που παρέχουν αλλά και τα μειονεκτήματα των υπάρχων συστημάτων.

Την τελευταία δεκαετία υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία σχετικά με χρόνιες παθήσεις και άλλα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με τη διατροφή, συμπεριλαμβανομένων της παχυσαρκίας κ.ά. Η ανάγκη να μετρηθεί με ακρίβεια η διατροφή καθίσταται επιτακτική. Η μέτρηση της ακριβούς διαιτητικής πρόσληψης θεωρείται ένα ανοικτό ερευνητικό πρόβλημα στους τομείς της διατροφής και της υγείας.

2.1.1 DietSensor

Το DietSensor [\[6\]](#) αποτελεί ένα από τα τελευταία συστήματα που παρέχουν ακριβής ανάλυση των φαγητών. Δημιουργήθηκε το 2015 από την εταιρεία DietSensor, Inc. και το 2016 κέρδισε τον τίτλο CES 2016 Best of Innovation Awards Honoree, το οποίο το καθιστά ένα από τις 27 καλύτερες καινοτομίες στον κόσμο.

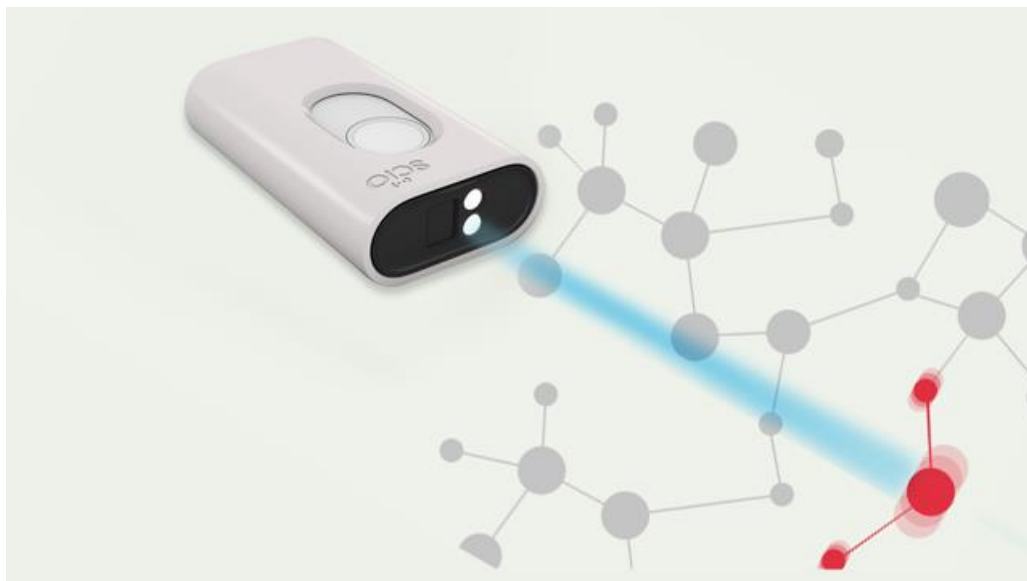


Εικόνα 2.1 : Η εφαρμογή DietSensor, η συσκευή SCiO και τα βραβεία που έχει λάβει η εφαρμογή.

Πρωταρχικός στόχος του DietSensor είναι να διευκολύνει την παρακολούθηση της πρόσληψης τροφίμων και να ενδυναμώσει τους χρήστες να ακολουθήσουν τους διατροφικούς στόχους τους. Επιπλέον, η DietSensor δίνει σε πραγματικό χρόνο εισηγήσεις κάθε φορά που πραγματοποιείτε μια σάρωση. Ανάλογα με το ιστορικό παθολογίας του χρήστη (διαβήτης, παχυσαρκία, υψηλή χοληστερόλη, κ.λπ.), θα λάβει και την ανάλογη εξατομικευμένη πρόταση προσαρμοσμένη στις ανάγκες του. Όμως, το DietSensor δεν είναι μια ιατρική συσκευή, και δεν πρέπει να στηριχθούν οι χρήστες πάνω του για την προστασία από τα αλλεργιογόνα.

Το DietSensor διαβάζει τις φασματομετρικές σαρώσεις από το SCiO [\[7\]](#) σαρωτή (μοριακός αισθητήρας τσέπης με wifi-σύνδεση) και παρέχει ακριβής ανάλυση των ομοιογενών φαγητό ή ποτών. Φασματομετρία είναι η διαδικασία που χρησιμοποιείτε για να προσδιοριστεί η χημική σύνθεση των τροφίμων. Το DietSensor δίνει ακριβής αποτελέσματα ακόμα και με σπιτικά φαγητά και ποτά που δεν έχουν διατροφική ετικέτα. Επίσης, δίνει στο χρήστη αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, θερμίδες και επίπεδα αλκοόλ έτσι ώστε να παρέχει εξατομικευμένους στόχους διατροφής. Επιπρόσθετα, το σύστημα DietSensor επιτρέπει στο χρήστη να αναζητήσει τρόφιμα ή να σαρώσει barcodes. Μια τυπική σάρωση του DietSensor θέλει περίπου 8-10 δευτερόλεπτα και έπειτα θα εμφανιστεί μια ανάλυση των διατροφικών πληροφοριών στο smartphone του χρήστη.

Αυτό που κάνει μοναδικό το DietSensor είναι η συσκευή SCiO η οποία είναι πολύ γρήγορη και ακριβής. Ο σαρωτής SCiO, χρησιμοποιεί μια φασματοσκοπική μέθοδο που ονομάζεται κοντινή υπέρυθη φασματοσκοπία (NIRS) για να προσδιορίσει τη χημική σύνθεση των τροφίμων και ποτών. Κάθε τύπος μορίου σε ένα τρόφιμο δονείται με το δικό του μοναδικό τρόπο, και αυτές οι δονήσεις αλληλοεπιδρούν με το φως για να δημιουργηθεί μια μοναδική οπτική υπογραφή. Εν συντομία, η φασματομετρική, αναλύει τι είναι μια ουσία με βάση το πώς τα μόρια της ουσίας αλληλοεπιδρούν με το φως.



Εικόνα 2.2 : Η συσκευή SCiO και η φασματοσκοπική μέθοδος που χρησιμοποιεί [7].

Το DietSensor μπορεί να σαρώσει οποιαδήποτε τρόφιμα με μια ενιαία, ή ομοιογενή, υφή. Προκειμένου να αποκτηθεί ένα ακριβές αποτέλεσμα της σάρωσης, η σαρωμένη επιφάνεια του φαγητού και η εσωτερική σύνθεση πρέπει να είναι από το ίδιο συστατικό (πχ. ο πουρές πατάτας είναι ομοιογενές τρόφιμο ενώ το ντόνατ με σοκολάτα μη ομοιογενές τρόφιμο).

Σε περίπτωση που ο χρήστης θέλει να εισάγει κάποιο μη ομοιογενές τρόφιμο, τότε θα πρέπει να σαρώσει το barcode του τροφίμου. Μετά θα γίνει αναζήτηση στη συνεχώς διευρυνόμενη βάση δεδομένων, η οποία περιέχει πάνω 600.000 είδη διατροφής από 50 χώρες (σε 19 γλώσσες). Αυτή η τεράστια βάση δεδομένων τροφοδοτείται από την Fatsecret [8], η οποία προσφέρει μια από τις καλύτερες βάσεις δεδομένων στην αγορά χρησιμοποιώντας μια ανοικτή πλατφόρμα API.

Το DietSensor θα τρέξει σε iPhone 5C, 5S, 6, 6 Plus, 6S και 6S Plus με iOS 8 ή μεταγενέστερη έκδοση. Επίσης, θα τρέξει σε τηλέφωνα Android (android version $\geq$ 4.3) με σύνδεση Bluetooth 4.0. Τέλος, το DietSensor είναι επί πληρωμή.

2.1.2 Calorie Counter – MyFitnessPal

Το MyFitnessPal [9] είναι ένα από τα πιο γνωστά application και το 2014 είχε τις παραπάνω λήψεις στο Google Play Store στην κατηγορία υγεία και φυσική κατάσταση.

Το MyFitnessPal εμφανίζει τα σημαντικά θρεπτικά συστατικά (πχ. θερμίδες, λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ζάχαρη, φυτικές ίνες, χοληστερόλη κ.ά.) των τροφίμων που εισάγουν οι χρήστες. Η εισαγωγή τροφίμων είναι εύκολη και γρήγορη και για να εισάγει ο χρήστης ένα τρόφιμο, τότε θα πρέπει να σαρώσει το barcode του τροφίμου. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να εισάγει και συνταγές μαγειρικής.

Το MyFitnessPal αναγνωρίζει πάνω από 4 εκατομμύρια barcodes ενώ η βάση δεδομένων του συστήματος έχει πάνω από 6.000.000 τρόφιμα μέχρι στιγμής.

Η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να παρακολουθούν τα αρχεία ασκήσεων, τις διατροφικές συνήθειες, και την απώλεια βάρους, προκειμένου να αποκτήσουν την απαραίτητη γνώση που θα τους βοηθήσει να κάνουν πιο έξυπνες επιλογές και να δημιουργήσουν πιο υγιεινές συνήθειες.



Εικόνα 2.3 : Στιγμιότυπα της εφαρμογής MyFitnessPal.

Το MyFitnessPal έχει το δικό του κοινωνικό δίκτυο, τη δικιά του blogging πλατφόρμα, τη δικιά του ροή ειδήσεων και το δικό του φόρουμ. Επίσης, παρέχει επιλογή αυτόματης κοινής χρήσης για ορισμένα κοινωνικά δίκτυα όπως το Twitter και το Facebook.

Επιπρόσθετα, σου επιτρέπει να συνδεθείς με πάνω από 50 συσκευές αλλά και άλλα application συμπεριλαμβανόμενων το Fitbit, Jawbone UP, Garmin, MapMyFitness, Runkeeper, Strava, Runtastic, Misfit, Withings, Healthkit κ.ά. Τέλος, σημαντικό πλεονέκτημα του MyFitnessPal είναι ότι παρέχεται δωρεάν στους χρήστες.

2.1.3 Smart Kitchen (Έξυπνη Κουζίνα)

Το σύστημα έξυπνη κουζίνα [\[10\]\[11\]](#) είναι ένα πρότυπο το οποίο δημοσιεύτηκε το 2007 από το τμήμα ερευνών του National Taiwan University. Η έξυπνη κουζίνα περιέχει δύο κύριες μονάδες.

Η πρώτη μονάδα είναι μια υποδομή με αισθητήρες. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να ανιχνεύσουν διατροφικές πληροφορίες σχετικά με τα συστατικά των τροφίμων μέσα από τις μαγειρικές δραστηριότητες. Όμως, για να αναγνωρίσει τις μαγειρικές δραστηριότητες, θα πρέπει οι αισθητήρες να αναγνωρίσουν τα συστατικά αλλά και το ανάλογο βάρος του κάθε συστατικού.

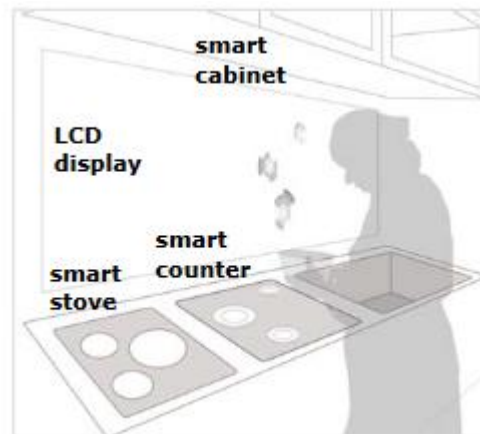
Η πρώτη μονάδα περιέχει τα ακόλουθα κύρια εξαρτήματα: έναν πάγκο κουζίνας (smart counter), μία ηλεκτρική κουζίνα (smart stove) και ένα ντουλάπι (smart cabinet).

Ο έξυπνος πάγκος κουζίνας (smart counter) πρέπει να μπορεί να αναγνωρίζει με ακρίβεια την ποσότητα των συστατικών που προθέτονται σε κάθε πιάτο, έτσι ώστε να υπολογίζει τις διατροφικές πληροφορίες. Γι' αυτό το λόγο ο έξυπνος πάγκος έχει τέσσερις αισθητήρες από κάτω. Αυτό επιτρέπει στο σύστημα να παρακολουθεί τη θέση του κάθε δοχείου που τοποθετείται πάνω στον πάγκο και να βρίσκει το βάρος το βάρος των συστατικών.

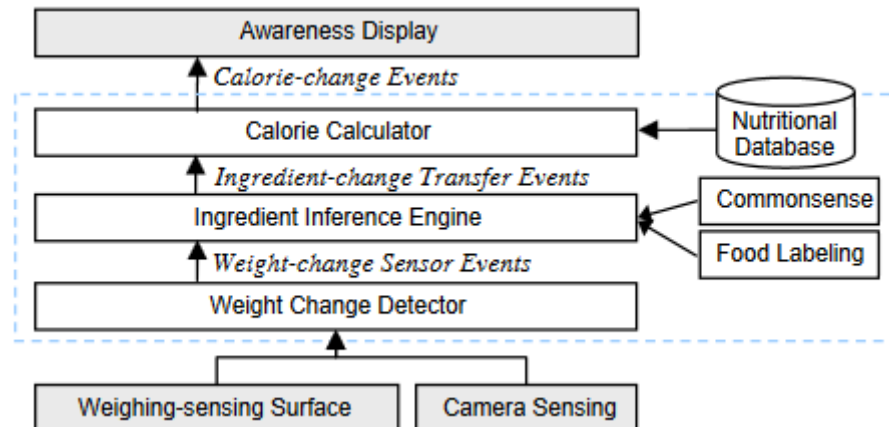
Η έξυπνη ηλεκτρική κουζίνα (smart stove) έχει δύο εστίες. Κάτω από κάθε εστία υπάρχει ένας αισθητήρας βάρους για να μπορεί να ανιχνεύει αν εισήχθησαν νέα συστατικά μέσα στην κατσαρόλα, η οποία βρίσκεται πάνω στην εστία.

Το έξυπνο ντουλάπι κουζίνας (smart cabinet) έχει επίσης αισθητήρες βάρους για να ανιχνεύει μεταβολές στο βάρος.

Η δεύτερη μονάδα είναι οι ψηφιακές ανατροφοδοτήσεις μέσω μιας LCD οθόνης έτσι ώστε το σύστημα να προωθήσει ένα υγιεινό μαγείρεμα στους χρήστες.



Εικόνα 2.4 : Το σύστημα Smart Kitchen [10].



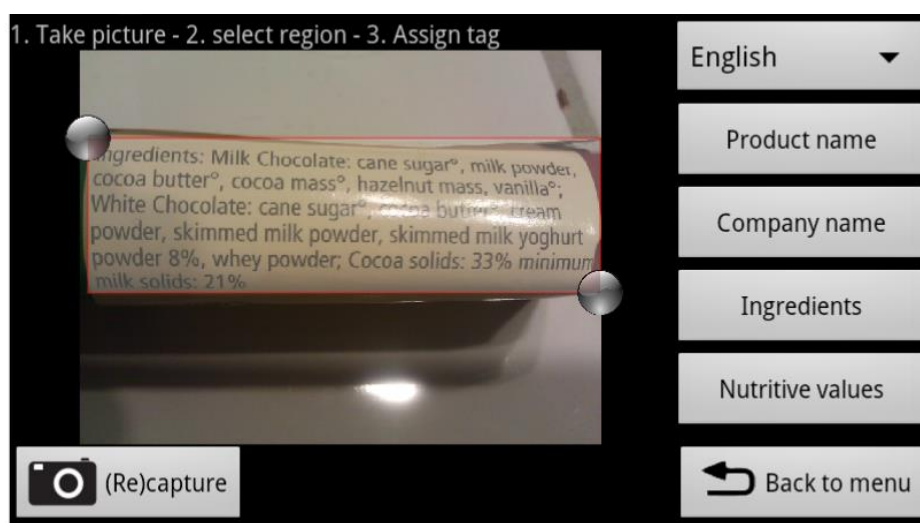
Σχήμα 2.5 : Αρχιτεκτονική ανιχνευτή θερμίδων [11].

2.1.4 MoFIS

Το σύστημα MoFIS [12][13] δημοσιεύτηκε το 2013 και η κύρια λειτουργία του είναι να εξάγει με ημιαυτόματο τρόπο την λίστα με τα συστατικά των τροφίμων. Το σύστημα χρησιμοποιεί μια διεπαφή χρήστη για το κινητό και μια συσκευή με φωτογραφική

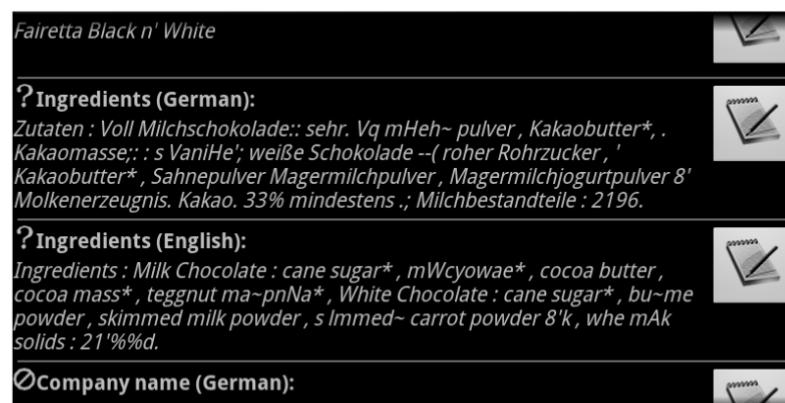
μηχανή που επιτρέπει την ημιαυτόματη εξαγωγή πληροφοριών από τη συσκευασία του προϊόντος χρησιμοποιώντας έναν OCR [14]. Επίσης, χρησιμοποιείτε ένας server για την επεξεργασία των εικόνων, για τον OCR και για την μετέπειτα επεξεργασία χρησιμοποιώντας κάποιο λεξικό.

Το MoFIS δίνει στους χρήστες την δυνατότητα να βγάλουν φωτογραφία την συσκευασία ενός προϊόντος, να μαρκάρουν την περιοχή ενδιαφέροντος (δηλ. την περιοχή με τα συστατικά) και να διασταυρώσουν-διορθώσουν τις πληροφορίες του προϊόντος.



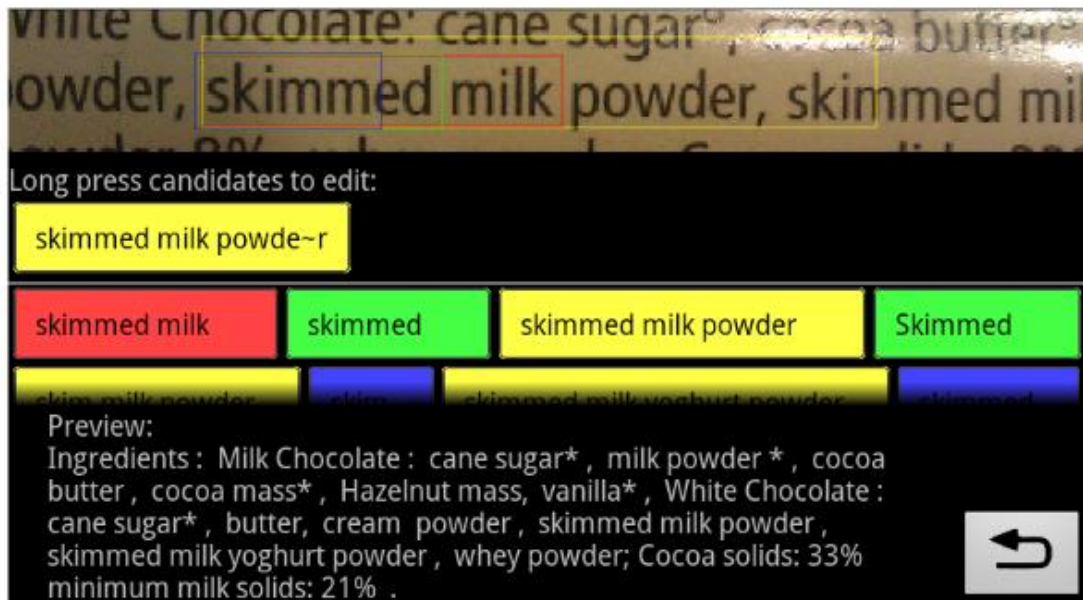
Εικόνα 2.6 : Διεπαφή λήψης εικόνας [12][13].

Επίσης, το σύστημα δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να βγάλει πολλές φωτογραφίες του ίδιο πακέτου προϊόντος, προκειμένου να συλλέξει όλες τις σχετικές πληροφορίες απ' όλες τις περιοχές.



Εικόνα 2.7 : Επισκόπηση των αποτελεσμάτων του OCR [12][13].

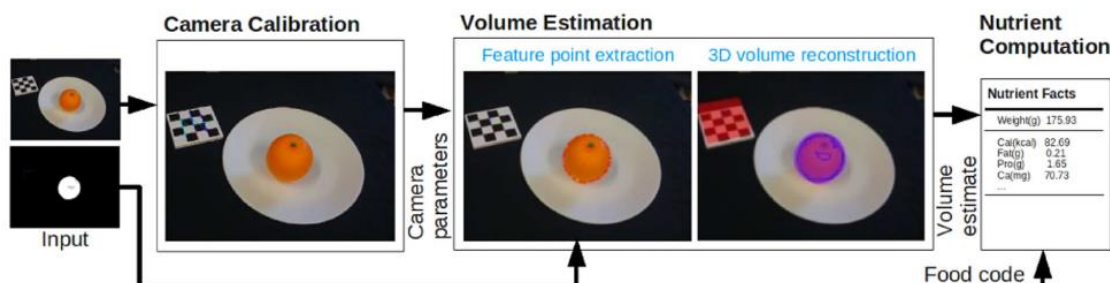
Στο τέλος παρουσιάζεται στον χρήστη μια επισκόπηση των πληροφοριών που έχουν εξαχθεί από τον OCR μέχρι στιγμής και έπειτα ο χρήστης καλείται να εντοπίσει πιθανά λάθη και να τα διορθώσει.



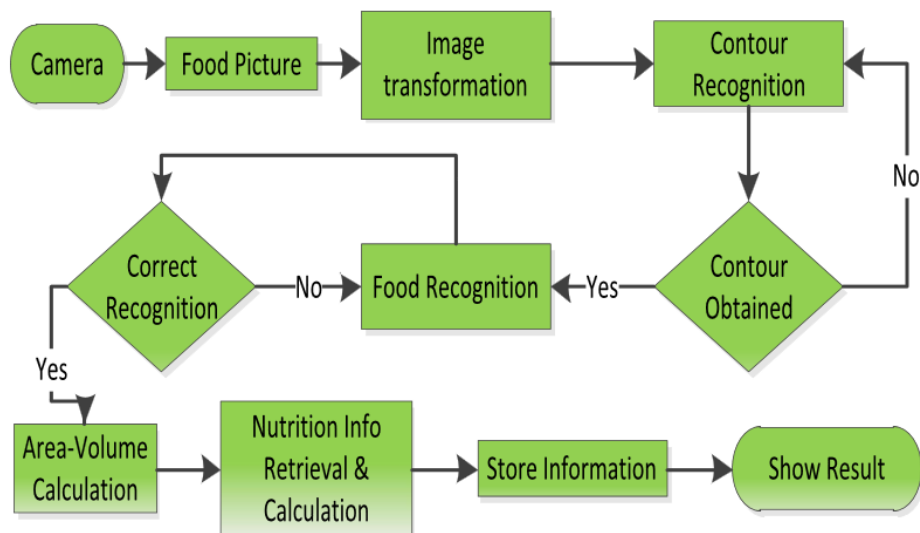
Εικόνα 2.8 : Οθόνη διόρθωσης λαθών [12][13].

2.1.5 Image Recognition

Υπάρχουν πολλά συστήματα [15][16][17][18][19], όπου για να εκτιμήσουν τις διατροφικές πληροφορίες των τροφίμων χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές αναγνώρισης εικόνας. Γενικώς, οι προσεγγίσεις περιλαμβάνουν τη χρήση εργαλείων ανάλυσης εικόνας για την ταυτοποίηση και την ποσοτικοποίηση των τροφίμων.



Εικόνα 2.9 : Διαδικασία εκτίμησης μερίδας φαγητού [16].



Εικόνα 2.10 : Συνολική λειτουργικότητα αναγνώρισης διατροφικών συστατικών [17].

Από όλα αυτά τα συστήματα που υπάρχουν θα αναλύσουμε το ένα από αυτά αφού τα συστήματα που χρησιμοποιούν τεχνικές αναγνώρισης εικόνας έχουν παρόμοια αρχιτεκτονική.

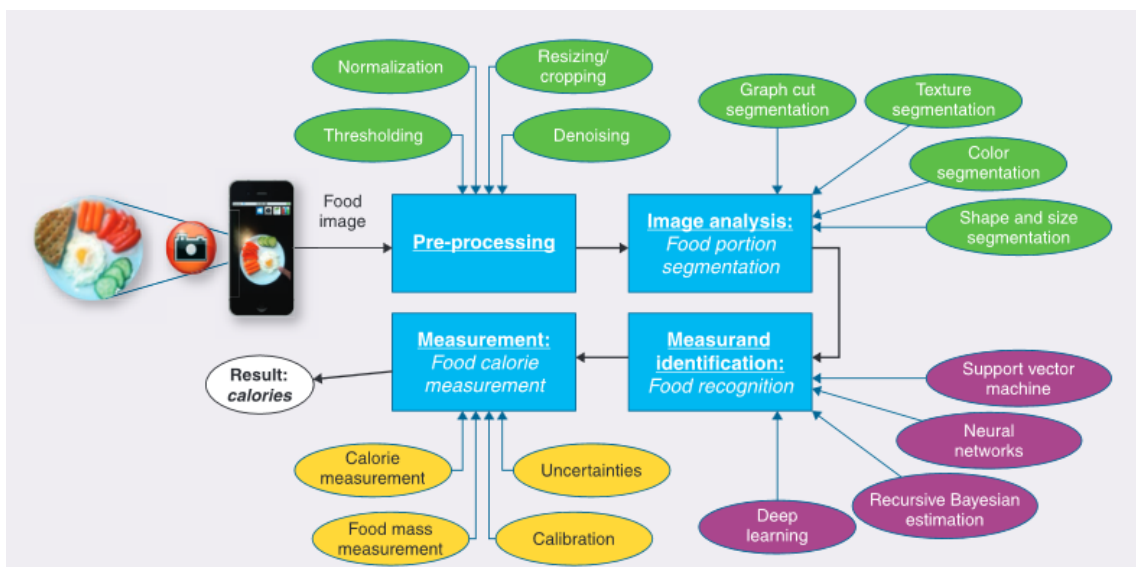
Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα [18] έχει τέσσερις φάσεις λειτουργίας, τη φάση προεπεξεργασίας, τη φάση ανάλυσης της εικόνας (τμηματοποίηση μερίδας τροφίμου), τη φάση ταυτοποίησης ποσότητας (αναγνώριση τροφίμου) και τη φάση μέτρησης (μέτρηση των διατροφικών πληροφοριών του τροφίμου).

Στην αρχή ο χρήστης βγάζει φωτογραφία του τροφίμου με το κινητό του. Στη συνέχεια, στη φάση της προεπεξεργασίας η εικόνα του τροφίμου προετοιμάζεται για τις επόμενες φάσεις. Πιο αναλυτικά, κάθε έντονο φως, θόρυβος, θάμπωμα, κλπ, αφαιρούνται εφαρμόζοντας λειτουργίες εξομάλυνσης, κατωφλίου, αφαίρεση θορύβου. Επίσης, σε αυτό το στάδιο πραγματοποιούνται και διάφοροι χειρισμοί της εικόνας όπως η αλλαγή διαστάσεων, περικοπή, κλπ.

Στη φάση της ανάλυσης της εικόνας, η τμηματοποίηση της εικόνας θα καθορίσει τα όρια του κάθε συστατικού. Η ιδανική έξοδος της λειτουργίας της τμηματοποίησης είναι να ομαδοποιήσει τα pixels της εικόνας όπου έχουν όμοια οπτικά χαρακτηριστικά. Διάφορες μέθοδοι τμηματοποίησης χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές τροφίμων, όπως: τμηματοποίηση χρώματος και υφής, K-mean Clustering, και Graph Cut Based τμηματοποίηση.

Στην επόμενη φάση, τα χαρακτηριστικά που εξήχθησαν από το κάθε τρόφιμο κατηγοριοποιούνται χρησιμοποιώντας διαφορετικό αλγόριθμο κατηγοριοποίησης όπως SVM, Neural Network, and Deep Learning. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται cloud processing για τους αλγορίθμους αυτούς για καλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων αλλά και για καλύτερο χρόνο απόκρισης.

Στην τελευταία φάση, όταν το τρόφιμο έχει αναγνωριστεί, χρησιμοποιούνται υπάρχοντες διατροφικοί πίνακες για να υπολογιστούν οι διατροφικές πληροφορίες του τροφίμου. Τέλος, αυτοί οι πίνακες χρειάζονται την ποσότητα του φαγητού έτσι ώστε να μπορέσουν να δώσουν το τελικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 2.11 : Διάφορα στάδια της VBM μέτρησης διατροφικών στοιχείων [18].

2.1.6 Σύγκριση Συστημάτων

Όλα τα σχετικά συστήματα μέτρησης και ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων, αλλεργιογόνων και χημικών ουσιών έχουν τα θετικά τους και τα αρνητικά τους. Κάποια σημεία που υστερούν όλα είναι η ανίχνευση αλλεργιογόνων και η ανίχνευση χημικών ουσιών. Επίσης, η ανίχνευση των διατροφικών στοιχείων δεν είναι εύκολη σε κάθε τρόφιμο. Το MyFitnessPal για παράδειγμα απαιτεί το barcode του προϊόντος να είναι ήδη καταχωρημένο στην βάση δεδομένων, αντίθετα με τα υπόλοιπα συστήματα που χρησιμοποιούν μια άλλη τεχνολογία ανίχνευσης-σάρωσης.

Το σύστημα Food Scanner προσπαθεί να ακολουθήσει μια διαφορετική προσέγγιση από τα περισσότερα συστήματα που ήδη υπάρχουν (σε android, iOS, windows κ.ά.) και έρχεται για να καλύψει κάποια από τα μειονεκτήματα των άλλων συστημάτων. Έχοντας παρόμοια λειτουργία με τον MoFIS, επιτρέπει την ανίχνευση διατροφικών στοιχείων χρησιμοποιώντας έναν OCR χωρίς να επικοινωνεί με κάποιο server. Επίσης, έχει τοπικές βάσεις δεδομένων μικρού όγκου για την γρήγορη αναγνώριση των συστατικών κάθε τροφίμου. Επίσης, ανιχνεύει τα αλλεργιογόνα και τις χημικές ουσίες με την προϋπόθεση ότι καταγράφονται στην ετικέτα του προϊόντος.

Πιο κάτω βλέπουμε ένα συγκριτικό πίνακα για όλα τα προαναφερθέν συστήματα.

	Εισηγήσεις Διατροφής	Είδος Σάρωσης	Διατροφικές Πληροφορίες	Αλλεργιογόνες Ουσίες	Χημικές Ουσίες
Diet Sensor	Ναι	Φασματομετρική ή Σάρωση Barcode (online)	Ναι	Όχι	Όχι
My Fitness Pal	Ναι	Σάρωση Barcode (online)	Ναι	Όχι	Όχι
Smart Kitchen	Όχι	Αισθητήρες + Κάμερες	Ναι	Όχι	Όχι
MoFIS	Όχι	Σάρωση Ετικέτας Προϊόντος(OCR) (online)	Όχι	Όχι	Όχι
Image Recognition	Όχι	Σάρωση Εικόνας (online)	Ναι	Όχι	Όχι
Food Scanner	Όχι	Σάρωση Ετικέτας Προϊόντος(OCR) (offline) + Σάρωση Barcode (online)	Ναι	Ναι	Ναι

2.2 Τεχνολογικό Υπόβαθρο

Σε αυτή την ενότητα θα δούμε συνοπτικά το υπόβαθρο των τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν ώστε να αποκτηθεί το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο που θα διευκολύνει την κατανόηση της αρχιτεκτονικής που επιλέχθηκε σε αυτήν τη διπλωματική εργασία.

2.2.1 Android

Το Android είναι λειτουργικό σύστημα για συσκευές κινητής τηλεφωνίας το οποίο τρέχει τον πυρήνα του λειτουργικού Linux. Αρχικά αναπτύχθηκε από την Google και αργότερα από την Open Handset Alliance. Επιτρέπει στους κατασκευαστές λογισμικού να συνθέτουν κώδικα με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java, ελέγχοντας την συσκευή μέσω βιβλιοθηκών λογισμικού ανεπτυγμένων από την Google. Το Android είναι κατά κύριο λόγο σχεδιασμένο για συσκευές με οθόνη αφής, όπως τα έξυπνα τηλέφωνα και τα τάμπλετ, με διαφορετικό περιβάλλον χρήσης για τηλεοράσεις (Android TV), αυτοκίνητα (Android Auto) και ρολόγια χειρός (Android Wear). Η Google δημοσίευσε το μεγαλύτερο μέρος του κώδικα του Android υπό τους όρους της Apache License, μιας ελεύθερης άδειας λογισμικού.

Πιο αναλυτικά, το Android αποτελείται από 4 επίπεδα και 5 ομάδες συνιστωσών τα οποία είναι:

Linux Kernel: Το Android βασίζεται στον πυρήνα του Linux για βασικές λειτουργίες, όπως η διαχείριση μνήμης, η διαχείριση διεργασιών, η διαχείριση των οδηγών συσκευής και η διαχείριση της δικτύωσης, η οποία συνεπάγεται την διαχείριση των Network interfaces που έχει η κάθε συσκευή (GSM, Wifi, Bluetooth, HSDPA, LTE κλπ.).

Native Libraries: Οι βιβλιοθήκες του Android είναι γραμμένες σε C και σε C++ και είναι προσβάσιμες μέσω του κατάλληλου interface που παρέχεται από την Java. Κάποιες από τις κυριότερες βιβλιοθήκες είναι:

- **Surface Manager** για τη δημιουργία παραθύρων καθώς και δισδιάστατων και τρισδιάστατων γραφικών.

- **Media Framework** η οποία περιέχει αποκωδικοποιητές (codecs) για την αναπαραγωγή αρχείων πολυμέσων.
- **SQLite** η οποία παρέχει τα κατάλληλα εργαλεία για την υποστήριξη της βάσης δεδομένων SQLite την οποία διαθέτει το Android.
- **WebKit** η οποία περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την υποστήριξη των περιηγητών ιστού (browsers).

Android Runtime: Το Android Runtime αποτελείται από δύο βασικές συνιστώσες:

- **Βασικές βιβλιοθήκες** για την αλληλεπίδραση των εφαρμογών Java με το περιβάλλον της συσκευής στην οποία εκτελούνται.
- **Dalvik virtual machine (DVM)** η οποία είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία των εκτελέσιμων αρχείων των εφαρμογών προκειμένου να μπορεί να εκκινήσει το λειτουργικό σύστημα.

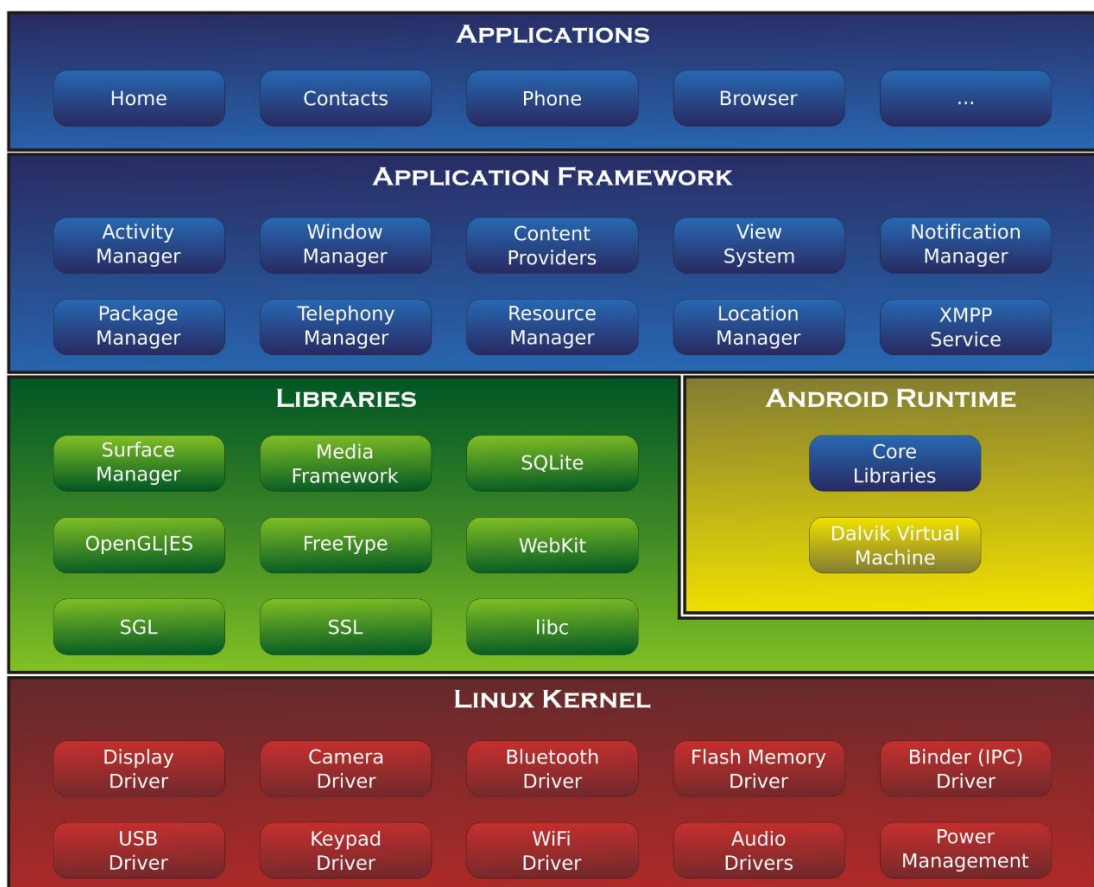
Κάθε εφαρμογή του Android είναι γραμμένη σε Java, την οποία ο υπολογιστής δεν είναι δυνατόν να αντιληφθεί. Για το λόγο αυτό η DMV αναλαμβάνει τη μετάφραση του κώδικα αυτού και τη δημιουργία εκτελέσιμων αρχείων με το όνομα Dalvik Executables (*.dex), τα οποία μπορούν να εκτελεστούν από το λειτουργικό σύστημα. Κάθε τέτοιο εκτελέσιμο από τη δικιά του Virtual machine ακόμα και όταν τα διαφορετικά προγράμματα εκτελούνται παράλληλα με συνέπεια το ένα πρόγραμμα να τρέχει ανεξάρτητα από το άλλο.

Application Framework: Το Android προσφέρει μια ανοικτή πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών, οι οποίες προκειμένου να μπορούν να είναι προχωρημένες και καινοτόμες, έχουν πρόσβαση στις βασικές βιβλιοθήκες του λειτουργικού συστήματος μέσω κατάλληλων διεπαφών. Παράλληλα, μέσα από το Application Framework μπορούν να παρέχουν με τη σειρά τους επιπλέον λειτουργίες και υπηρεσίες προς άλλες εφαρμογές εφόσον δεν παραβιάζονται οι πολιτικές ασφαλείας του Framework. Οι πιο βασικές οντότητες που περιλαμβάνονται στο πλαίσιο του Application Framework είναι οι:

- **View system:** Επιτρέπει τη χρήση λιστών, πλαισίων, πεδίων κειμένου, κουμπιών κλπ.
- **Content providers:** Παρέχει στις εφαρμογές την πρόσβαση στα δεδομένα άλλων εφαρμογών ή τη δυνατότητα διαμοιρασμού των δικών τους δεδομένων.

- **Resource manager:** Επιτρέπει την πρόσβαση σε πόρους όπως τα γραφικά και σε αρχεία σχετικά με τη διάταξη των στοιχείων του γραφικού περιβάλλοντος.
- **Notification manager:** Διαχειρίζεται τα μηνύματα των εφαρμογών που εμφανίζονται στο Status bar όπως τα εισερχόμενα μηνύματα, ειδοποιήσεις κλήσεων, ειδοποιήσεις συναντήσεων κλπ.
- **Activity manager:** Είναι υπεύθυνο για την διαχείριση του κύκλου ζωής των εφαρμογών και παρέχει τη δυνατότητα μετάβασης στις προγενέστερες καταστάσεις τους.

Applications: Σε αυτή την ομάδα βρίσκονται οι εφαρμογές τις οποίες χρησιμοποιούν τελικά οι χρήστες με διαφανή τρόπο ως προς το τι συμβαίνει πίσω από αυτές ή το τι απαιτείται για την εκτέλεσή τους από το λειτουργικό σύστημα. Παράδειγμα τέτοιων εφαρμογών είναι οι εφαρμογές αποστολής και λήψης SMS, οι εφαρμογές email client, η προβολή χαρτών, οι RSS readers, το ημερολόγιο, η πλοήγηση μέσω GPS κλπ.

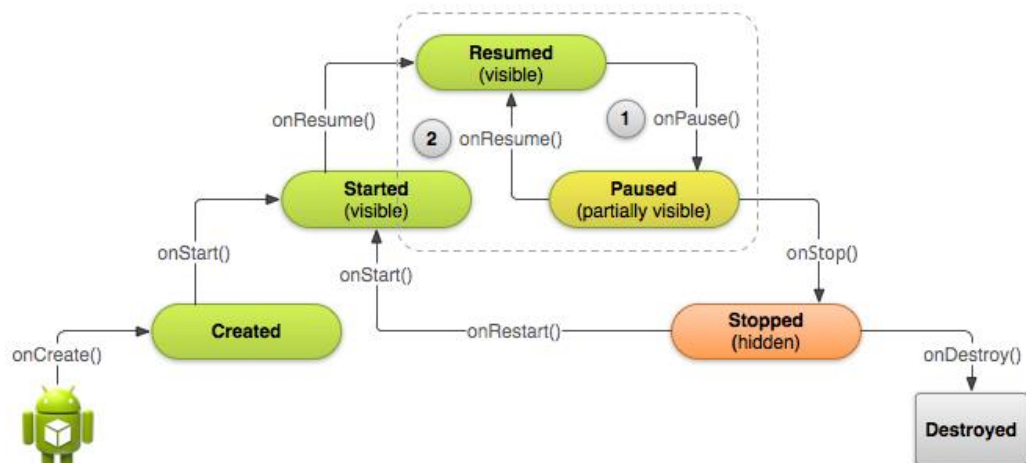


Εικόνα 2.12 : Αρχιτεκτονική Android [\[20\]](#).

Με τον όρο συστατικά στοιχεία εφαρμογής, εννοούμε τα απαραίτητα δομικά στοιχεία μιας εφαρμογής στην πλατφόρμα του Android. Το κάθε στοιχείο είναι στην ουσία ένας τρόπος πρόσβασης του λειτουργικού συστήματος στην εφαρμογή μας. Τα στοιχεία αυτά μπορούμε να τα διακρίνουμε σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- Activities
- Services
- Content providers
- Broadcast receivers

Activities: Τα activities αποτελούν το βασικότερο στοιχείο κάθε εφαρμογής. Κάθε ένα Activity συνιστά μια διαφορετική οθόνη της εφαρμογής μέσω της οποίας αλληλοεπιδρά ο χρήστης. Μέσω δηλαδή του Activity φορτώνεται το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής το οποίο βλέπει ο χρήστης.



Εικόνα 2.13 : Κύκλος ζωής ενός Activity στο Android [20].

Services: Ένα Service αποτελεί ένα στοιχείο της εφαρμογής το οποίο τρέχει στο Background και μπορεί να εκτελέσει πολλές και χρονοβόρες λειτουργίες. Η βασική διαφορά σε σχέση με τα Activities είναι ότι ένα Service δεν είναι δυνατόν να έχει κάποιο User Interface. Επιπλέον, ένα Service είναι δυνατόν να συνεχίσει να εκτελείται ακόμα και όταν τρέξουμε μια διαφορετική εφαρμογή από αυτή που το ξεκίνησε.

Content Providers: Οι Content Providers διαχειρίζονται αποθηκευτικούς χώρους για τα δεδομένα, οι οποίοι είναι προσπελάσιμοι από οποιαδήποτε εφαρμογή. Αποτελούν το

μοναδικό τρόπο για την αποθήκευση δεδομένων τα οποία θα θέλαμε να είναι προσβάσιμα από αρκετές εφαρμογές (κοινή χρήση).

Broadcast Receivers: Οι Broadcast Receivers ενεργοποιούνται όταν ενημερώνονται για κάποιο συγκεκριμένο γεγονός από το λειτουργικό σύστημα. Τέτοια γεγονότα μπορεί να είναι ότι η οθόνη έχει σβήσει, η στάθμη της μπαταρίας είναι χαμηλή κλπ. Οι Broadcast Receivers δεν είναι δυνατόν να παρέχουν κάποιο Interface, αλλά μπορούν να ειδοποιήσουν τον χρήστη για κάποιο γεγονός μέσω του Status bar.

2.2.2 SQLite – Σχεσιακές Βάσεις



Το SQLite είναι ένα σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων που περιέχεται σε μια C προγραμματιστική βιβλιοθήκη. Σε αντίθεση με άλλα συστήματα διαχείρισης βάσης δεδομένων, το SQLite δεν είναι μια ξεχωριστή διεργασία που προσπελάζεται από μια εφαρμογή πελάτη, αλλά ένα ενσωματωμένο μέρος της.

Το SQLite είναι συμβατό με ACID και υλοποιεί το μεγαλύτερο μέρος του προτύπου SQL, χρησιμοποιώντας μια δυναμική και εβδομαδιαία τυπωμένη SQL σύνταξη που δεν εγγυάται την ακεραιότητα του τομέα. Το SQLite είναι μια δημοφιλής επιλογή ως ενσωματωμένη βάση δεδομένων για τοπική αποθήκευση ή αποθήκευση πελάτη σε λογισμικό εφαρμογής όπως ως φυλλομετρητής. Είναι η πιο πλατιά αναπτυσσόμενη μηχανή βάσης δεδομένων και χρησιμοποιείται σήμερα από πολλούς φυλλομετρητές ευρείας χρήσης, από λειτουργικά συστήματα και από ενσωματωμένα συστήματα. Το SQLite έχει συνδέσεις με πολλές γλώσσες προγραμματισμού.

2.2.3 HTML5



Η HTML (αρχικοποίηση του αγγλικού HyperText Markup Language, ελλ. Γλώσσα Σήμανσης Υπερκειμένου) είναι η κύρια γλώσσα σήμανσης για τις ιστοσελίδες, και τα στοιχεία της είναι τα βασικά δομικά στοιχεία των ιστοσελίδων.

Η HTML γράφεται υπό μορφή στοιχείων HTML τα οποία αποτελούνται από *ετικέτες* (tags), οι οποίες περικλείονται μέσα σε σύμβολα «μεγαλύτερο από» και «μικρότερο από» (για παράδειγμα `<html>`), μέσα στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας. Οι ετικέτες HTML συνήθως λειτουργούν ανά ζεύγη (για παράδειγμα `<h1>` και `</h1>`), με την πρώτη να ονομάζεται *ετικέτα έναρξης* και τη δεύτερη *ετικέτα λήξης* (ή σε άλλες περιπτώσεις *ετικέτα ανοίγματος* και *ετικέτα κλεισίματος* αντίστοιχα). Ανάμεσα στις ετικέτες, οι σχεδιαστές ιστοσελίδων μπορούν να τοποθετήσουν κείμενο, πίνακες, εικόνες κλπ.

Ο σκοπός ενός web browser είναι να διαβάζει τα έγγραφα HTML και τα συνθέτει σε σελίδες που μπορεί κανείς να διαβάσει ή να ακούσει. Ο browser δεν εμφανίζει τις ετικέτες HTML, αλλά τις χρησιμοποιεί για να ερμηνεύσει το περιεχόμενο της σελίδας.

Τα στοιχεία της HTML χρησιμοποιούνται για να κτίσουν όλους του ιστότοπους. Η HTML επιτρέπει την ενσωμάτωση εικόνων και άλλων αντικειμένων μέσα στη σελίδα, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εμφανίσει διαδραστικές φόρμες. Παρέχει τις μεθόδους δημιουργίας δομημένων εγγράφων (δηλαδή εγγράφων που αποτελούνται από το περιεχόμενο που μεταφέρουν και από τον κώδικα μορφοποίησης του περιεχομένου) καθορίζοντας δομικά σημαντικά στοιχεία για το κείμενο, όπως κεφαλίδες, παραγράφους, λίστες, συνδέσμους, παραθέσεις και άλλα. Μπορούν επίσης να ενσωματώνονται σενάρια εντολών σε γλώσσες όπως η JavaScript, τα οποία επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ιστοσελίδων HTML.

Οι Web browsers μπορούν επίσης να αναφέρονται σε στυλ μορφοποίησης CSS για να ορίζουν την εμφάνιση και τη διάταξη του κειμένου και του υπόλοιπου υλικού. Ο οργανισμός W3C, ο οποίος δημιουργεί και συντηρεί τα πρότυπα για την HTML και τα CSS, ενθαρρύνει τη χρήση των CSS αντί διαφόρων στοιχείων της HTML για σκοπούς παρουσίασης του περιεχομένου.

2.2.4 CSS3



Η CSS (*Cascading Style Sheets-Διαδοχικά Φύλλα Στυλ*) ή (αλληλουχία φύλλων στυλ) είναι μια γλώσσα υπολογιστή που ανήκει στην κατηγορία των γλωσσών φύλλων στυλ που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της εμφάνισης ενός εγγράφου που έχει γραφτεί με μια γλώσσα σήμανσης. Χρησιμοποιείται δηλαδή για τον έλεγχο της εμφάνισης ενός εγγράφου που γράφτηκε στις γλώσσες HTML και XHTML, δηλαδή για τον έλεγχο της εμφάνισης μιας ιστοσελίδας και γενικότερα ενός ιστότοπου. Η CSS είναι μια γλώσσα υπολογιστή προορισμένη να αναπτύσσει στυλιστικά μια ιστοσελίδα δηλαδή να διαμορφώνει περισσότερα χαρακτηριστικά, χρώματα, στοίχιση και δίνει περισσότερες δυνατότητες σε σχέση με την html. Για μια όμορφη και καλοσχεδιασμένη ιστοσελίδα η χρήση της CSS κρίνεται ως απαραίτητη.

2.2.5 JavaScript



Η JavaScript (JS) είναι διερμηνευμένη γλώσσα προγραμματισμού για ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Αρχικά αποτέλεσε μέρος της υλοποίησης των φυλλομετρητών Ιστού, ώστε τα σενάρια από την πλευρά του πελάτη (client-side scripts) να μπορούν να επικοινωνούν με τον χρήστη, να ανταλλάσσουν δεδομένα ασύγχρονα και να αλλάζουν δυναμικά το περιεχόμενο του εγγράφου που εμφανίζεται.

Η JavaScript είναι μια γλώσσα σεναρίων που βασίζεται στα πρωτότυπα (prototype-based), είναι δυναμική, με ασθενείς τύπους και έχει συναρτήσεις ως αντικείμενα πρώτης τάξης. Η σύνταξή της είναι επηρεασμένη από τη C. Η JavaScript αντιγράφει πολλά ονόματα και συμβάσεις ονοματοδοσίας από τη Java, αλλά γενικά οι δύο αυτές γλώσσες δε σχετίζονται και έχουν πολύ διαφορετική σημασιολογία. Οι βασικές αρχές σχεδιασμού της JavaScript προέρχονται από τις γλώσσες προγραμματισμού Self και Scheme. Είναι γλώσσα βασισμένη σε διαφορετικά προγραμματιστικά παραδείγματα (multi-paradigm), υποστηρίζοντας αντικειμενοστρεφές, προστακτικό και συναρτησιακό στυλ προγραμματισμού.

Η JavaScript χρησιμοποιείται και σε εφαρμογές εκτός ιστοσελίδων — τέτοια παραδείγματα είναι τα έγγραφα PDF, οι εξειδικευμένοι φυλλομετρητές (site-specific browsers) και οι μικρές εφαρμογές της επιφάνειας εργασίας (desktop widgets). Οι νεότερες εικονικές μηχανές και πλαίσια ανάπτυξης για JavaScript (όπως το Node.js) έχουν επίσης κάνει τη JavaScript πιο δημοφιλή για την ανάπτυξη εφαρμογών Ιστού στην πλευρά του διακομιστή (server-side). Το πρότυπο της γλώσσας κατά τον οργανισμό τυποποίησης ECMA ονομάζεται ECMAScript.

2.2.6 AngularJS



Η AngularJS είναι ένα πλαίσιο προγραμματισμού για ανάπτυξη εφαρμογών ιστού και πρωτοεμφανίστηκε το 2009. Όπως υποδηλώνει το “JS” στο τέλος του ονόματος, είναι γραμμένο στη γλώσσα JavaScript όπως και οι εφαρμογές που αναπτύσσονται μέσα σε αυτό το πλαίσιο. Επιπρόσθετα, είναι ανοικτού κώδικα και τη διαχειρίζεται η Google.

Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται στο πλαίσιο AngularJS είναι δομημένες με το μοντέλο ανάπτυξης λογισμικού “MVC” (Model – View – Controller), όπου κατά την ανάπτυξη γίνεται πλήρης διαχωρισμός μεταξύ της διεπαφής του χρήστη, της προγραμματιστικής λογικής, και των μοντέλων των οντοτήτων. Με αυτό τον τρόπο γίνεται πιο εύκολη και δομημένη η ανάπτυξη μιας εφαρμογής ιστού αφού για παράδειγμα, μια σχεδιαστική αλλαγή στην διεπαφή του χρήστη δεν θα επηρεάσει με κάποιο τρόπο την προγραμματιστική λογική. Ως επακόλουθο, η AngularJS κάνει τις δοκιμές ελέγχου πιο εύκολες και τις εφαρμογές πιο εύκολα συντηρήσιμες.

Μια κύρια λειτουργία της AngularJS είναι το “two-way binding”, δηλαδή η αυτόματη και αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ της διεπαφής του χρήστη και της προγραμματιστικής λογικής. Πιο συγκεκριμένα, μια πράξη στην διεπαφή του χρήστη (για παράδειγμα μια συμπλήρωση ενός πεδίου) αντικατοπτρίζεται αυτόματα στην προγραμματιστική λογική και το αντίθετο, μια προγραμματιστική αλλαγή (για παράδειγμα η πρόσθεση στοιχείων σε μια λίστα που εμφανίζεται στο χρήστη) γίνεται αυτόματα ορατή στην διεπαφή του χρήστη, χωρίς την ανάγκη για ανανέωση (refresh) της σελίδας. Το “two-way binding” γίνεται εφικτό με την εισαγωγή εξειδικευμένων HTML ετικετών στην διεπαφή του χρήστη όπως ng-model, ng-repeat, ng-click, ng-class.

Ακόμα ένα πλεονέκτημα του AngularJS, είναι η ευκολία με την οποία μπορεί η εφαρμογή να “τραβήξει” δεδομένα από κάποιο Web API. Πιο συγκεκριμένα, πράξεις που απαιτούν χρόνο, όπως κλήσεις σε Web API, δεν μπλοκάρουν την εφαρμογή κατά την αναμονή αλλά γίνονται ασύγχρονα, με την χρήση “promises” και απασχολούν την εφαρμογή μόνο όταν φτάσει το αποτέλεσμα σε αυτή. Αυτό κάνει την εμπειρία του χρήστη στην εφαρμογή πιο φυσιολογική και ομαλή καθώς δεν θα δει ποτέ την εφαρμογή να “παγώνει” λόγω εκτεταμένης επεξεργασίας στο παρασκήνιο.

Επίσης, λόγω του ότι στη γλώσσα JavaScript, τα αντικείμενα είναι εξ’ ορισμού σε μορφή JSON (JavaScript Object Notation) δεν υπάρχει ανάγκη για μετατροπή τους

όταν στέλνονται ή λαμβάνονται από κάποιο Web API που υποστηρίζει την μορφή JSON. Επιπρόσθετα όταν και η αποθήκη δεδομένων υποστηρίζει έγγραφα JSON (π.χ. Couchbase, MongoDB) τότε αντικείμενα JSON μπορούν να κινούνται αυτούσια καθ' όλη την ροή της πληροφορίας στο σύστημα.

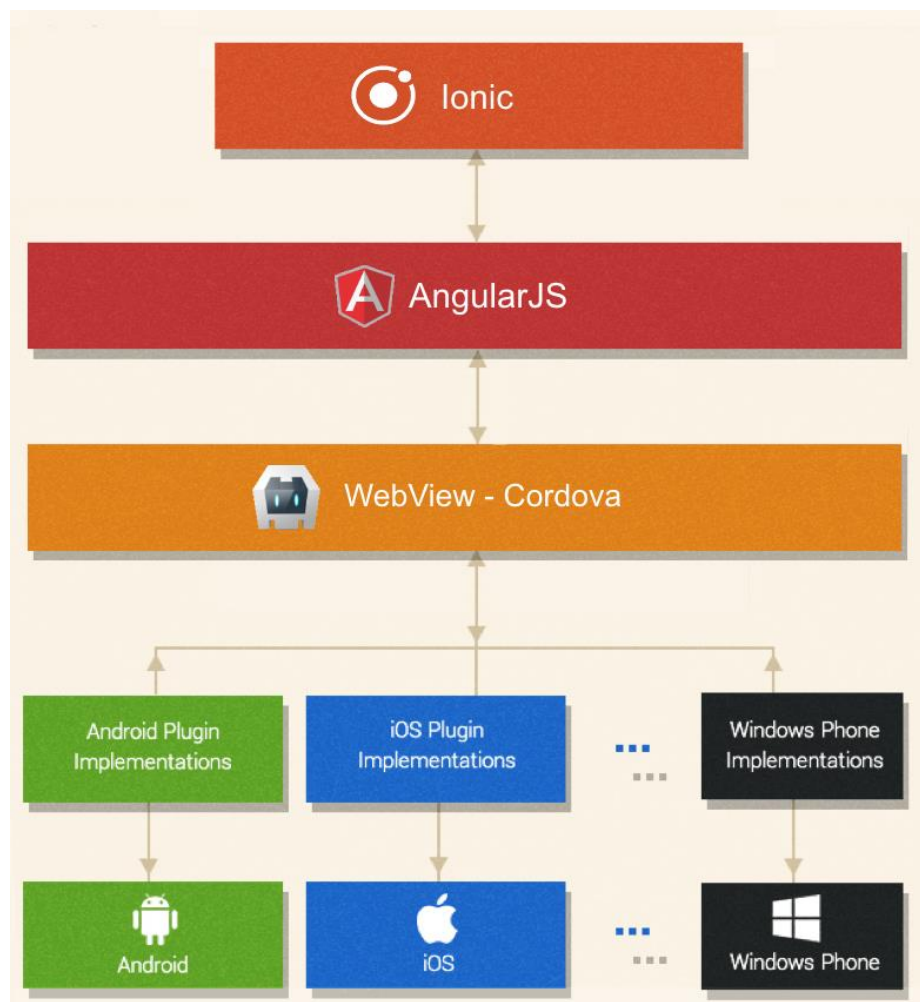
Στο πιο πάνω κώδικα βλέπουμε να γίνεται χρήση του συστατικού \$http που προσφέρεται από το AngularJS ούτως ώστε να γίνονται κλήσεις δικτύου από την εφαρμογή μέσω του πρωτοκόλλου HTTP (GET, POST, PUT, DELETE). Ως παράμετροι δίνονται η HTTP μέθοδος και το URL με το οποίο θα γίνει η επικοινωνία με το Web API στον εξυπηρετητή καθώς και ένα αντικείμενο JSON που μπαίνει στο σώμα της αίτησης και φέρει κάποιες πληροφορίες για τον αποστολέα όπως για παράδειγμα κάποιο κλειδί πρόσβασης, το οποίο χρειάζεται να διαβάσει ο εξυπηρετητής για να απαντήσει στο αίτημα. Όταν φτάσει με επιτυχία η απάντηση από το API στην εφαρμογή, καλείται η συνάρτηση “success” μέσα στην οποία μπορούμε να παρουσιάσουμε τα δεδομένα που πήραμε από την απάντηση ή διαφορετικά αν υπήρχε σφάλμα μπορούμε να ειδοποιήσουμε τον χρήστη μέσω της συνάρτησης “error”.

2.2.7 Ionic Framework

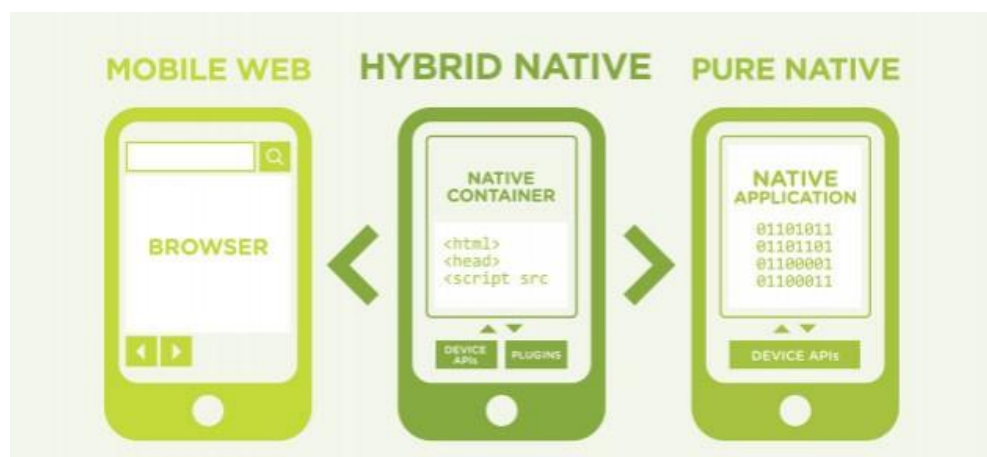


Το Ionic πρωτοεμφανίστηκε το 2013. Το Ionic είναι ένα ολοκληρωμένο open-source SDK για ανάπτυξη υβριδικών εφαρμογών για κινητά. Είναι κτισμένο πάνω σε AngularJS και σε Apache Cordova. Επίσης, το Ionic παρέχει εργαλεία και υπηρεσίες για ανάπτυξη υβριδικών εφαρμογών για κινητά χρησιμοποιώντας τεχνολογίες διαδικτύου όπως, HTML5, CSS και Sass. Οι εφαρμογές μπορούν να “χτιστούν” με αυτές τις τεχνολογίες διαδικτύου που προαναφέρθηκαν και μπορούν να διανεμηθούν

μέσω των native app stores για να εγκατασταθούν στις συσκευές. Το Ionic παρέχει όλες τις λειτουργίες που μπορούν να βρεθούν στις native κινητές εφαρμογές SDKs.



Εικόνα 2.14 : Αρχιτεκτονική Ionic.



Εικόνα 2.15 : Υβριδικό μοντέλο.

Οι χρήστες μπορούν να “χτίσουν” τις εφαρμογές τους, να τις προσαρμόσουν για Android ή iOS ή Windows Phone, και να τις αναπτύξουν μέσω της Cordova. Χρησιμοποιώντας την Angular, το Ionic παρέχει custom components και μεθόδους για την αλληλεπίδραση μαζί τους. Ένα τέτοιο component, το collection repeat, επιτρέπει στο χρήστη να κάνει scroll μέσα σε μια λίστα από χιλιάδες αντικείμενα χωρίς κανένα αντίκτυπο στην επίδοση. Ένα άλλο component, το scroll-view, δημιουργεί ένα scrollable container με το οποίο οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν χρησιμοποιώντας ένα native επηρεασμένο αντιπροσωπευτικό σύστημα. Οι προγραμματιστές μπορούν προγραμματιστικά να ελέγξουν το scroll-view για να πάρουν τη θέση του scroll, να κάνουν scroll επάνω ή κάτω, να κάνουν zoom, ή να πάρουν πληροφορίες σχετικά με τις τρέχων scroll-view instances.

Πχ.

```
$ionicScrollDelegate.scrollTop();  
$ionicScrollDelegate.scrollToBottom();  
$ionicScrollDelegate.zoomTo(1.5);  
$ionicScrollDelegate.getScrollView();
```

Εκτός από το SDK, το Ionic παρέχει επίσης υπηρεσίες τις οποίες μπορούν να ενεργοποιήσουν οι προγραμματιστές, όπως το push notifications, A/B testing, analytics, code deploys και αυτοματοποιημένα builds. Επιπρόσθετα, το Ionic παρέχει ένα ισχυρό command-line interface (CLI), έτσι ώστε οι προγραμματιστές να μπορούν να ξεκινήσουν και να δημιουργήσουν ένα project με μια απλή εντολή. Επίσης, το CLI επιτρέπει στους προγραμματιστές να προσθέσουν Cordova plugins και επιπλέον front-end πακέτα, να ενεργοποιήσουν τα push notifications, να δημιουργήσουν εικονίδια εφαρμογής και splash screens, και να κάνουν build native βιβλιοθήκες.

2.3 Προγραμματιστικό Περιβάλλον (IDE)

Παρακάτω θα γίνει μια περιγραφή των κύριων IDEs, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του Food Scanner.

2.3.1 JetBrains WebStorm



Το WebStorm είναι ένα ισχυρό και έξυπνο IDE, το οποίο δίνει πολύ καλό coding assistance για JavaScript, HTML, CSS, AngularJS και ένα ευρύ φάσμα σύγχρονων τεχνολογιών διαδικτύων. Το WebStorm είναι άρτια εξοπλισμένο για πολύπλοκη client-side ανάπτυξη και server-side ανάπτυξη με Node.js.

Παρέχει έξυπνη διορατικότητα κώδικα, auto-completion, refactoring features, on-the-fly πρόληψη σφαλμάτων, και πολλά ακόμη. Μαζί με το support για τα δημοφιλή frameworks όπως AngularJS και Meteor και ολοκληρωμένα μέσα για testing, debugging, ανάλυση κώδικα και ενσωμάτωση με διάφορα Version Control Systems.

2.3.2 Android Studio



Το Android Studio δημιουργήθηκε το 2013 και είναι διαθέσιμο ελεύθερα με την άδεια Apache License 2.0. Το Android Studio είναι ένα ολοκληρωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον (IDE) για ανάπτυξη εφαρμογών στην Android πλατφόρμα.

Βασισμένο στο λογισμικό της JetBrains' IntelliJ IDEA, το Android Studio σχεδιάστηκε αποκλειστικά για Android προγραμματισμό. Είναι διαθέσιμο για Windows, Mac OS X και Linux, και αντικατέστησε το Eclipse Android Development Tools (ADT) ως το κύριο IDE της Google για ανάπτυξη Android εφαρμογών.

Feature	Android Studio	Eclipse ADT
Build system	Gradle	Apache Ant
Maven-based build dependencies	Yes	No
Build variants and multiple-APK generation	Yes	No
Advanced Android code completion and refactoring	Yes	No
Graphical layout editor	Yes	Yes
APK signing and keystore management	Yes	Yes
NDK support	Yes	Yes

Εικόνα 2.15 : Σύγκριση Android Studio vs. Eclipse ADT [\[21\]](#).

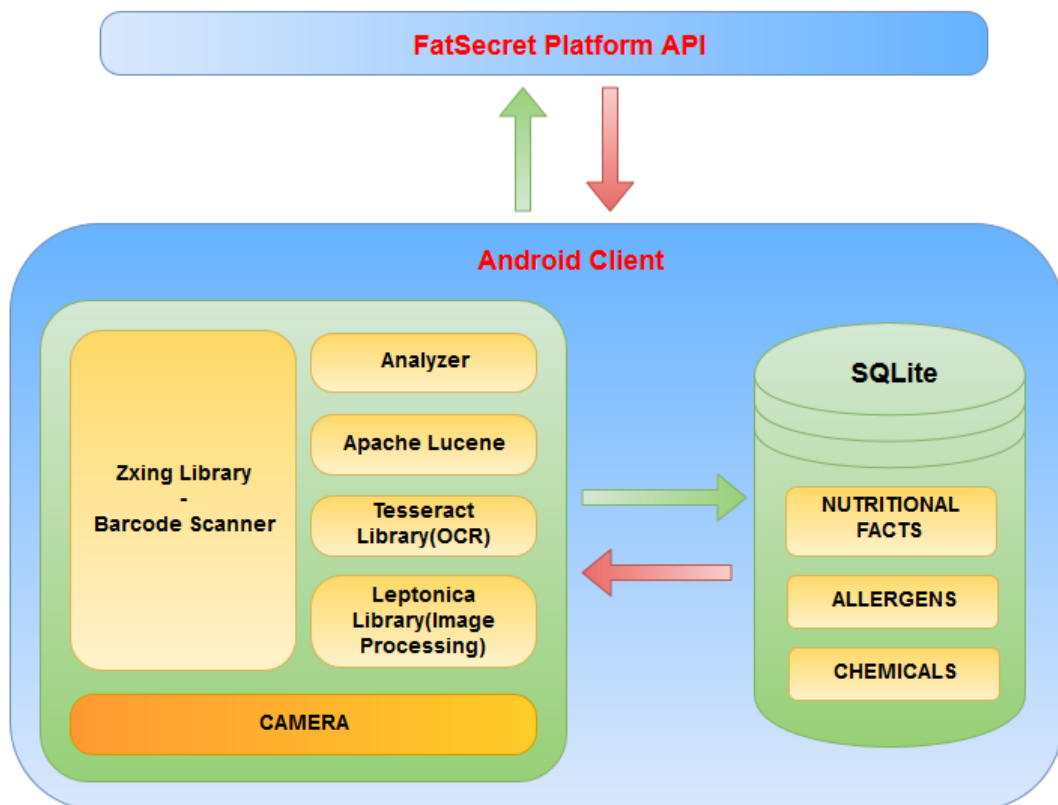
Κεφάλαιο 3

Αρχιτεκτονική του Food Scanner

3.1	Υποδομή Αρχιτεκτονικής	32
3.2	Leptonica Library	33
3.3	Tesseract Library	35
3.4	Apache Lucene	37
3.5	SQLite Database	38
3.6	Analyzer	40
3.7	ZXing Library	41
3.8	FatSecret Api & Database	41

Σε αυτή την ενότητα θα μελετήσουμε την αρχιτεκτονική του συστήματος ως σύνολο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1 και θα την περιγράψουμε επιγραμματικά. Ακολούθως θα γίνει μια σύντομη περιγραφή της χρήσης του συστήματος και πως ρέει η πληροφορία μέσα του από τη στιγμή που εισέρχεται μέχρι τη στιγμή που προβάλλεται στον χρήστη.

Στο σχήμα 3.1 βλέπουμε την όλη αρχιτεκτονική του συστήματος Food Scanner και όλα τα επιμέρους κομμάτια που την αποτελούν. Η ανάλυση της κάθε μονάδας θα γίνει ξεχωριστά σε κάθε υπό-ενότητα αυτού του κεφαλαίου.



Σχήμα 3.1 : Η αρχιτεκτονική του συστήματος Food Scanner.

3.1 Υποδομή Αρχιτεκτονικής

Το Food Scanner αποσκοπεί στο να επιτρέπει στους χρήστες να μαθαίνουν τις διατροφικές πληροφορίες, τα αλλεργιογόνα και τις χημικές ουσίες που υπάρχουν στα τρόφιμα, προκειμένου να αποκτήσουν μια πιο υγιεινή διατροφή.

Η υποδομή του Food Scanner συνδυάζει πολλές τεχνολογίες έτσι ώστε να υποστηρίζει τις παρεχόμενες υπηρεσίες και ταυτόχρονα να εγγυάται εγκυρότητα και επίδοση. Επιπρόσθετα, έχουμε εφαρμόσει ένα πρωτότυπο το οποίο παρέχει δυνατότητες για οπτική αναγνώριση συστατικών λαμβάνοντας εικόνες της συσκευασίας του προϊόντος, την ανάλυση και παρουσίαση διατροφικών πληροφοριών, τη σήμανση της περιοχής ενδιαφέροντος και διασταύρωση και διόρθωση των πληροφοριών του προϊόντος, με ιδιαίτερη έμφαση στο γρήγορο χειρισμό, την ευελιξία και την απλότητα της διεπαφής χρήστη. Επίσης, έχουμε εισάγει και την τεχνολογία του barcode scanning έτσι ώστε να εμφανίζονται στο χρήστη οι διατροφικές πληροφορίες των προϊόντων ακόμα πιο γρήγορα.

3.2 Leptonica Library

Η Leptonica [22] είναι μια βιβλιοθήκη γραμμένη σε C, η οποία υλοποιεί αρκετές τεχνικές επεξεργασίας εικόνας και περιέχει πλήρη documentation των μεθόδων και κάποιων μεθόδων σχεδιασμών. Επίσης, περιέχει ένα πλήρες σύνολο γεωμετρικών μετασχηματισμών όπως διάτμηση, περιστροφή, κλιμάκωση κλπ., με την εξαίρεση ότι ορισμένες από τις μεθόδους της κλιμάκωσης δεν λειτουργούν σε όλα τα βάθη.

Επιπρόσθετα, υπάρχουν επίσης υλοποιήσεις δυαδικής μορφολογίας, greyscale μορφολογίας, συνέλιξης και κατάταξης φίλτρων και εφαρμογών όπως η εφαρμογή jbig2 όπου ειδικεύεται στην επεξεργασία εικόνας και κβαντοποίηση χρώματος. Επίσης, έχει βασικές υπηρεσίες για τον ασφαλή και αποτελεσματικό χειρισμό των πινάκων (με συμβολοσειρές, με αριθμούς, με ζεύγη αριθμών και γεωμετρικών αντικειμένων που σχετίζονται με εικόνα), των byte queues, των stacks, των lists και συστήματα επεξεργασίας endian ευρετηρίασης σε συστοιχίες 32-bit.

Χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη της Leptonica, η εικόνα επεξεργάζεται με διάφορες τεχνικές normalization, binarization, περιστροφής και μέτρησης κλίσης εικόνας.

Normalization: Το normalization είναι μια διαδικασία που αλλάζει το εύρος των τιμών έντασης των pixels. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν φωτογραφίες για παράδειγμα με φτωχή αντίθεση που οφείλεται στο έντονο φως. Επίσης, μερικές φορές ονομάζεται τέντωμα αντίθεσης ή τέντωμα ιστογράμματος.

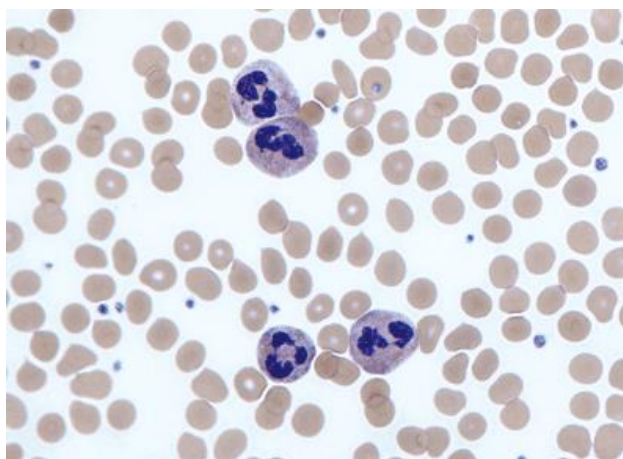
Το normalization μετατρέπει μια n-διαστάσεων grayscale εικόνα $I : \{X \subseteq \mathbb{R}^n\} \rightarrow \{\text{Min}, \dots, \text{Max}\}$ με τιμές έντασης στο διάστημα (Min, Max), σε μια νέα εικόνα $I_N : \{X \subseteq \mathbb{R}^n\} \rightarrow \{\text{newMin}, \dots, \text{newMax}\}$ με τιμές έντασης στο διάστημα (newMin, newMax). Το γραμμικό normalization μιας ψηφιακής εικόνας σε grayscale γίνεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$I_N = (I - \text{Min}) \frac{\text{newMax} - \text{newMin}}{\text{Max} - \text{Min}} + \text{newMin}$$

Επίσης, το normalization μπορεί να είναι μη γραμμικό, αυτό συμβαίνει όταν δεν υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ I και I_N. Στην περίπτωση αυτή, η normalized εικόνα υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

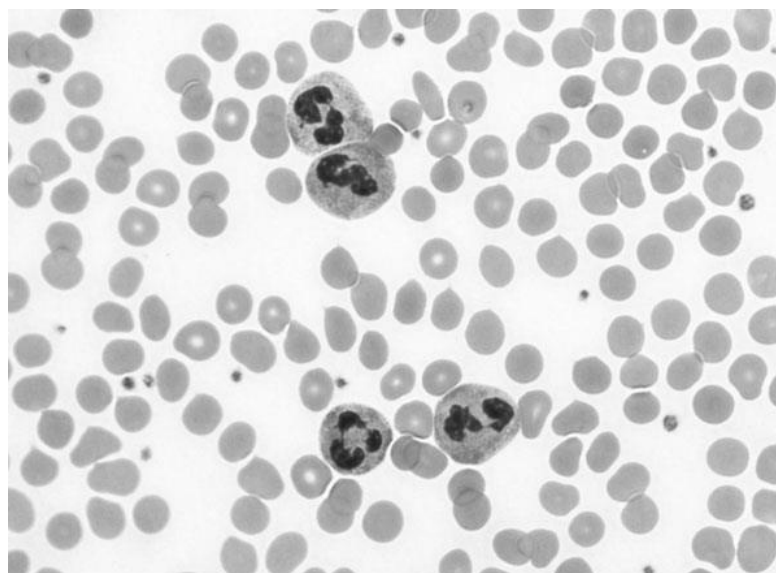
$$I_N = (\text{newMax} - \text{newMin}) \frac{1}{1 + e^{-\frac{I-\beta}{\alpha}}} + \text{newMin}$$

Binarization: Το Binarization είναι η διαδικασία μετατροπής μιας εικόνας σε binary εικόνα.



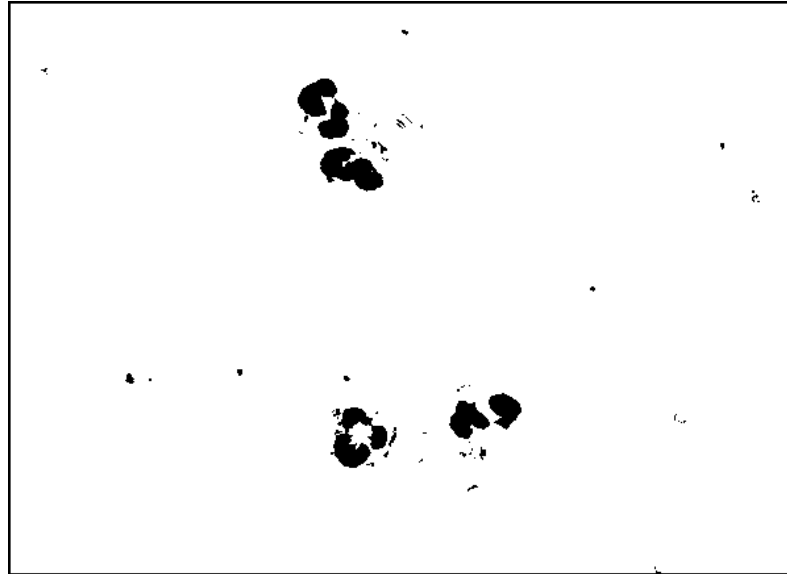
Εικόνα 3.1 : Αρχική εικόνα

Στην αρχή η εικόνα μετατρέπεται σε greyscale:



Εικόνα 3.2 : Grayscale εικόνα

Στην συνέχεια εφαρμόζεται ένα threshold και έχουμε την τελική μας εικόνα:



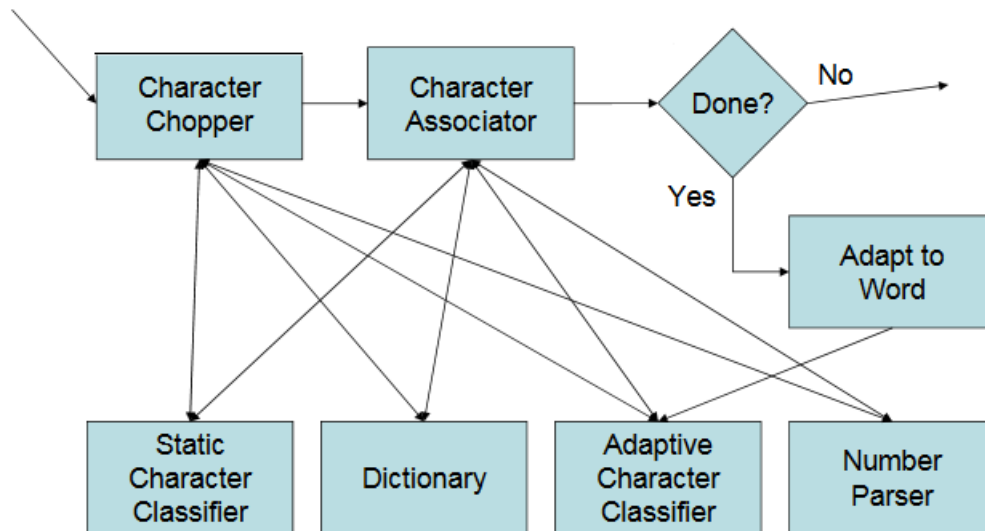
Εικόνα 3.3 : Τελική εικόνα μετά το binarization.

Μέτρηση κλίσης εικόνας [23]: Η μέτρηση κλίσης εικόνας είναι πολύ σημαντική. Πιο συγκεκριμένα:

- Βελτιώνει την αναγνώριση κειμένου. Πολλά συστήματα θα αποτύχουν αν το κείμενο είναι πλάγια προσανατολισμένο ή ανάποδα. Επίσης, απόδοση των συστημάτων αναγνώρισης υποβαθμίζετε εάν η ασυμμετρία είναι περισσότερο από ό,τι μερικές μοίρες.
- Απλοποιεί την ερμηνεία της διάταξης σελίδας. Δηλαδή, είναι πιο εύκολο να εντοπίσει γραμμές κειμένου και στήλες κειμένου, εάν η παραμόρφωση της εικόνας είναι γνωστή.
- Βελτιώνει την οπτική εμφάνιση. Οι εικόνες μπορούν να εμφανιστούν ή να εκτυπωθούν μετά την περιστροφή για να αφαιρεθεί η λοξότητα.

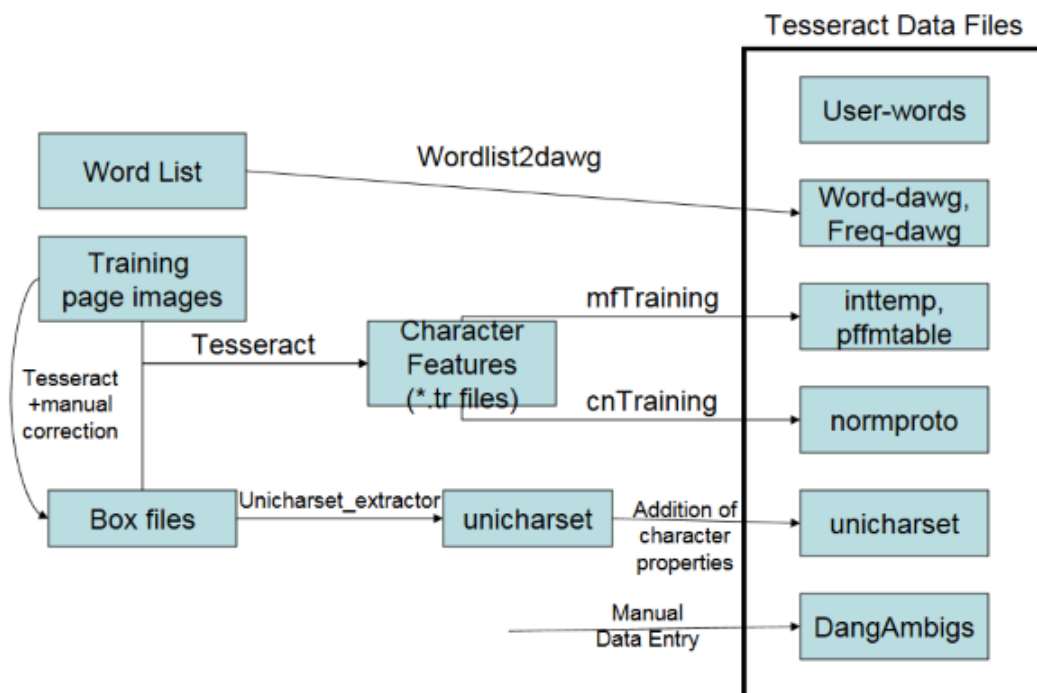
3.3 Tesseract Library

Το Tesseract [24][25][26] είναι μια μηχανή οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων για διάφορα λειτουργικά συστήματα. Είναι ένα ελεύθερο λογισμικό, που διανέμεται με την άδεια της Apache 2.0, και η ανάπτυξη του έχει χρηματοδοτείται από το Google από το 2006. Το Tesseract θεωρείται μια από τις πιο ακριβείς OCR μηχανές ανοικτού κώδικα που διατίθενται σήμερα και είναι γραμμένη σε C/C++.



Σχήμα 3.2 : Διάγραμμα αναγνώρισης λέξεων του Tesseract [25].

Στο σχήμα 3.2 φαίνονται τα βήματα που ακολουθούνται έτσι ώστε το Tesseract να αναγνωρίσει με επιτυχία τους χαρακτήρες.



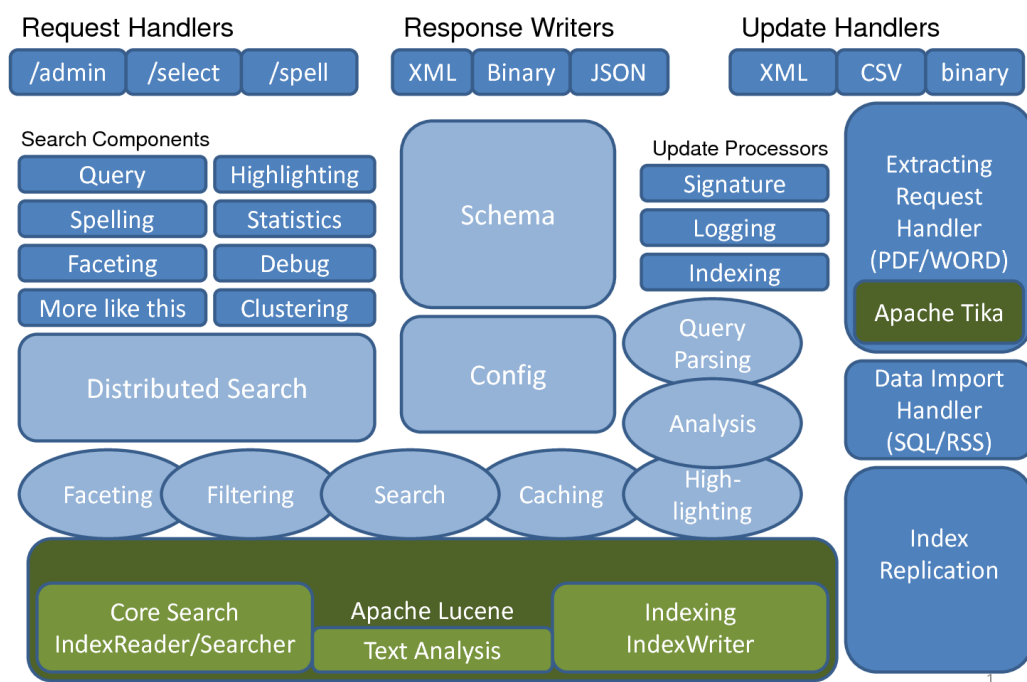
Σχήμα 3.3 : Εκπαίδευση του Tesseract [25].

Τέλος, με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης tesseract γίνεται η εξαγωγή του κείμενο από τις εικόνες σε ψηφιακή μορφή.

3.4 Apache Lucene

Το Apache Lucene [27][28][29] είναι μια δωρεάν και open-source βιβλιοθήκη λογισμικού ανάκτησης πληροφοριών, αρχικά γραμμένο σε Java. Η προσπάθεια αυτή υποστηρίζεται από το Ίδρυμα Λογισμικού Apache και διατίθεται βάσει της Άδειας Apache Software. Το Lucene έχει μεταφερθεί και σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού, συμπεριλαμβανομένων των Delphi, Perl, C #, C ++, Python, Ruby, και PHP.

Το Lucene αν και είναι κατάλληλο για κάθε εφαρμογή που απαιτεί την ικανότητα της πλήρους ευρετηρίασης κειμένου και αναζήτησης, έχει επίσης αναγνωριστεί ευρέως για τη χρησιμότητά του στην υλοποίηση των μηχανών αναζήτησης στο Διαδίκτυο. Επιπρόσθετα, το Lucene είναι επεκτάσιμο, ακριβής και έχει υψηλή επίδοση και έχει αποτελεσματικούς αλγορίθμους αναζήτησης.

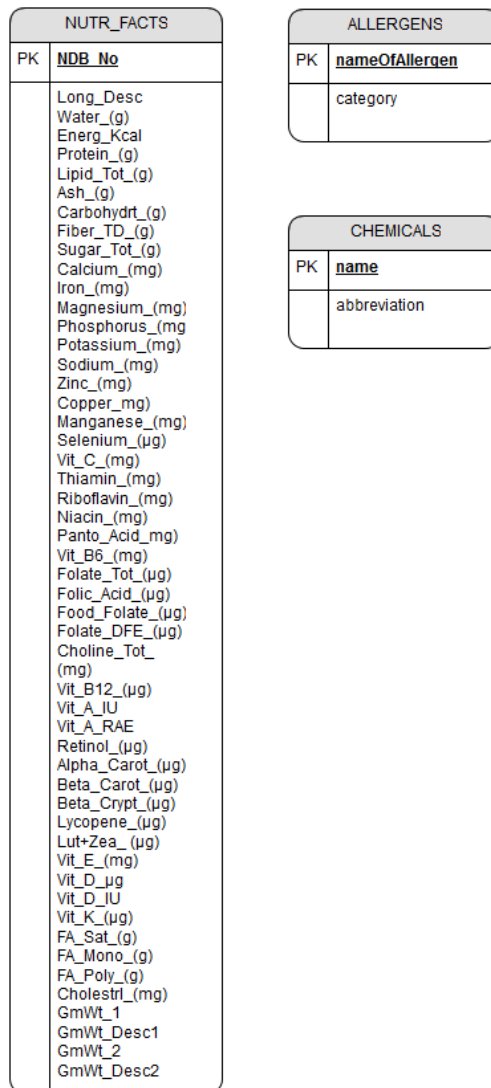


Σχήμα 3.4 : Η αρχιτεκτονική του Lucene/Solr [29].

Πιο συγκεκριμένα, στην αρχιτεκτονική του συστήματος του Food Scanner χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία-κλάση του spellchecking και του auto-correct. Η κλάση του spellchecker παίρνει ως είσοδο ένα λεξικό. Το λεξικό αυτό περιέχει διάφορα συστατικά και φαγητά έτσι ώστε το auto-correction να είναι ακόμα πιο ακριβής.

3.5 SQLite Database

Η μονάδα αυτή περιέχει πληροφορίες για διάφορα συστατικά φαγητών. Πιο συγκεκριμένα, περιέχει διατροφικές πληροφορίες (USDA National Nutrient Database) όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, βιταμίνες κλπ. Επίσης, περιέχει τα ονόματα των συστατικών όπου μπορεί να προκαλέσουν κάποια αλλεργία (αλλεργιογόνα) και τα ονόματα των συστατικών που είναι επικηρυγμένες χημικές ουσίες βάση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Σχήμα 3.5 : Διάγραμμα ER

Database Structure Browse Data Edit Pragma Execute SQL													
Table: NUTR_FACTS												New Record	Delete Record
	NDB_No	Long_Desc	Water_(g)	Energ_Kcal	Protein_(g)	Lipid_Tot_(g)	Ash_(g)	Carbohydrtd_(g)	Fiber_TD_(g)	Sugar_Tot_(g)	Calcium_(mg)	Iron_(mg)	Magnesium
	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	
1	01001	Butter, salted	15.87	717	0.85	81.11	2.11	0.06	0.0	0.06	24	0.02	2.0
2	01002	Butter, whipp...	16.72	718	0.49	78.3	1.62	2.87	0.0	0.06	23	0.05	1.0
3	01003	Butter oil, anh...	0.24	876	0.28	99.48	0.0	0.0	0.0	0.0	4	0.0	0.0
4	01004	Cheese, blue	42.41	353	21.4	28.74	5.11	2.34	0.0	0.5	528	0.31	23.0
5	01005	Cheese, brick	41.11	371	23.24	29.68	3.18	2.79	0.0	0.51	674	0.43	24.0
6	01006	Cheese, brie	48.42	334	20.75	27.68	2.7	0.45	0.0	0.45	184	0.5	20.0
7	01007	Cheese, came...	51.8	300	19.8	24.26	3.68	0.46	0.0	0.46	388	0.33	20.0
8	01008	Cheese, cara...	39.28	376	25.18	29.2	3.28	3.06	0.0	NULL	673	0.64	22.0
9	01009	Cheese, ched...	37.02	404	22.87	33.31	3.71	3.09	0.0	0.48	710	0.14	27.0
10	01010	Cheese, ches...	37.65	387	23.37	30.6	3.6	4.78	0.0	NULL	643	0.21	21.0
11	01011	Cheese, colby	38.2	394	23.76	32.11	3.36	2.57	0.0	0.52	685	0.76	26.0
12	01012	Cheese, cotta...	79.79	98	11.12	4.3	1.41	3.38	0.0	2.67	83	0.07	8.0
13	01013	Cheese, cotta...	79.64	97	10.69	3.85	1.2	4.61	0.2	2.38	53	0.16	7.0
14	01014	Cheese, cotta...	81.01	72	10.34	0.29	1.71	6.66	0.0	1.85	86	0.15	11.0
15	01015	Cheese, cotta...	81.24	81	10.45	2.27	1.27	4.76	0.0	4.0	111	0.13	9.0

Εικόνα 3.4 : Στιγμιότυπο του πίνακα με τις διατροφικές πληροφορίες.

Database Structure	Browse Data	Edit Pragmas	Execute SQL
--------------------	-------------	--------------	-------------

Table: ALLERGENS		New Record	Delete Record
	nameOfAllergen	category	
	Filter	Filter	
1	Gluten	Gluten	
2	Cereals	Cereals	
3	Barley	Cereals	
4	Buckwheat	Cereals	
5	Maize	Cereals	
6	Corn	Cereals	
7	Oat	Cereals	
8	Rice	Cereals	
9	Rye	Cereals	
10	Wheat	Cereals	
11	Egg	Egg	
12	Fish	Fish	
13	Alaska Pollock	Fish	
14	Anchovy	Fish	
15	Bass	Fish	

Εικόνα 3.5 : Στιγμιότυπο του πίνακα με τα αλλεργιογόνα.

Database Structure	Browse Data	Edit Pragmas	Execute SQL
--------------------	-------------	--------------	-------------

Table: CHEMICALS		New Record	Delete Record
	name	abbreviation	
	Filter	Filter	
1	Aldrin	N/A	
2	Chlordane	N/A	
3	Chlordane	Kepon	
4	Dichlorodiphe...	DDT	
5	Dieldrin	N/A	
6	Dioxins	N/A	
7	Endosulfans	N/A	
8	Endrin	N/A	
9	Furans	N/A	
10	Heptabromodi...	heptaBDE	
11	Heptachlor	N/A	
12	Hexabromobi...	HBB	
13	Hexabromocy...	HBCD	
14	Hexabromodi...	hexaBDE	
15	Hexachlorobe...	HCB	

Εικόνα 3.6 : Στιγμιότυπο του πίνακα με τις χημικές ουσίες.

3.6 Analyzer

Η μονάδα του Analyzer συντονίζει τις διάφορες λειτουργίες του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, είναι υπεύθυνη για να συλλέξει τις πληροφορίες από τις άλλες κεντρικές μονάδες του συστήματος και για να παράξει τις διάφορες διατροφικές πληροφορίες. Επίσης, γίνονται διάφοροι υπολογισμοί για να βρεθεί η ακριβής ποσότητα του φαγητού που γίνεται scanning αλλά και η ποσότητα του κάθε συστατικού στο φαγητό.

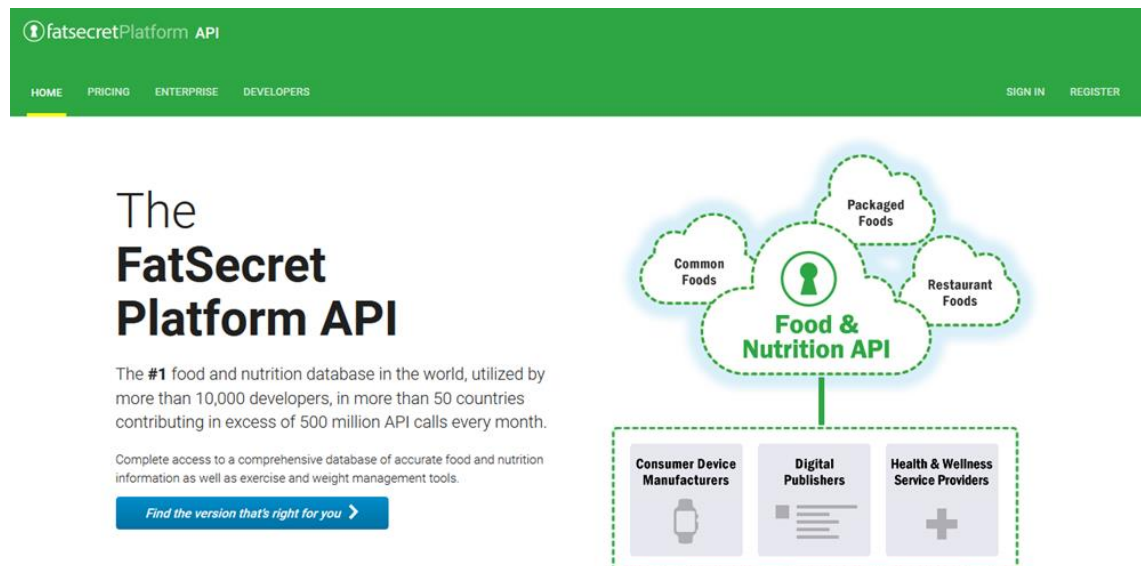
3.7 ZXing Library

Η ZXing ("zebra crossing") είναι μια open-source βιβλιοθήκη, που υποστηρίζει την αποκωδικοποίηση και την παραγωγή των barcodes (όπως QR Code, PDF 417, EAN, UPC, Aztec, Data Matrix, Codabar) μέσα σε εικόνες.. Η βιβλιοθήκη αυτή είναι υλοποιημένη σε Java.

3.8 FatSecret Api & Database

Η πλατφόρμα της FatSecret περιέχει μια μεγάλη βάση δεδομένων με επαληθευμένα διατροφικά στοιχεία τροφίμων. Επίσης, η συγκεκριμένη πλατφόρμα προσφέρει υψηλή δυνατότητα αναζήτησης τροφίμων (και με barcode), πλήρης ημερολόγια τροφίμων ή/και ασκήσεων, παρακολούθηση του βάρους για προγράμματα διατροφής, κατηγοριοποίηση των τροφίμων και της μάρκας και δυνατότητα auto-completion.

Η πλατφόρμα FatSecret έχει δύο API. Το πρώτο ονομάζεται JavaScript API και το δεύτερο ονομάζεται Rest API. Στη αρχιτεκτονική του Food Scanner χρησιμοποιούμε το Rest API και επικοινωνούμε μαζί του μέσω HTTP μεθόδων (GET, POST).



Εικόνα 3.7 : FatSecret API [8]

Κεφάλαιο 4

Food Scanner για Android συσκευές

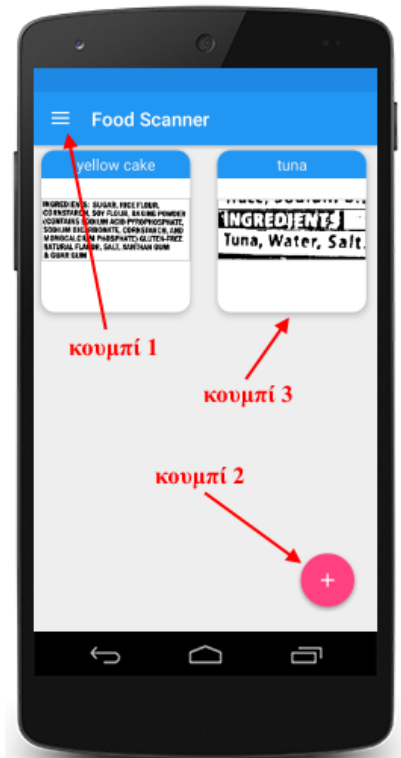
4.1	Αρχική οθόνη και Μενού	42
4.2	Σάρωση με τη χρήση barcode scanner	44
4.3	Σάρωση με τη χρήση OCR	46
4.4	Τροποποίηση και Ανάλυση Συστατικών	47

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε αναλυτικά την εφαρμογή που αναπτύχθηκε για έξυπνες συσκευές Android. Επίσης, αξίζει να αναφέρουμε ότι το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής είναι πολύ σημαντικό να είναι ελκυστικό και χρήσιμο για τον χρήστη ούτως ώστε να δημιουργηθεί μια καλή εντύπωση, η οποία θα ενθαρρύνει την μελλοντική και συστηματική χρήση της εφαρμογής.

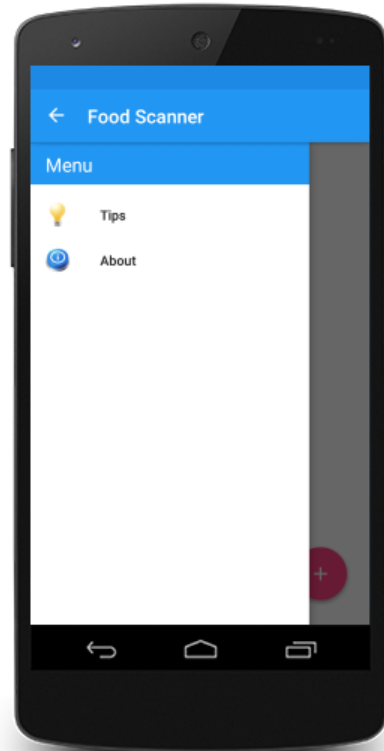
4.1 Αρχική οθόνη και Μενού

Με την εκκίνηση της εφαρμογής, γίνεται αυτόματη ανάκτηση των τροφίμων που έχουν αποθηκευτεί από το χρήστη και εμφανίζονται στην αρχική του οθόνη (Εικόνα 4.1). Στην αρχική οθόνη υπάρχουν 3 κουμπιά. Το κουμπί 1 εμφανίζει το κυρίως μενού της εφαρμογής, το κουμπί 2 εμφανίζει το μενού με διάφορες τεχνικές εισαγωγής νέου τροφίμου ενώ το κουμπί 3 εμφανίζει είτε το μενού τροποποίησης του τροφίμου (στιγμιαίο πάτημα κουμπιού) (πχ. επιλογή διαγραφής ή αλλαγής τίτλου του τροφίμου) είτε την οθόνη τροποποίησης των συστατικών του τροφίμου (παρατεταμένο πάτημα κουμπιού).

Το κυρίως μενού της εφαρμογής (Εικόνα 4.2) δίνει στο χρήστη δύο επιλογές. Η πρώτη επιλογή (Tips) εμφανίζει στο χρήστη διάφορες συμβουλές για το πώς θα επιταχύνει-βελτιώσει την αναγνώριση κειμένου. Η δεύτερη επιλογή (About) εμφανίζει στο χρήστη πληροφορίες για τις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία της εφαρμογής.



Εικόνα 4.1 : Αρχική οθόνη



Εικόνα 4.2 : Κυρίως Μενού

Το μενού με τις διάφορες τεχνικές εισαγωγής νέου τροφίμου (Εικόνα 4.3) δίνει στο χρήστη 3 επιλογές. Η πρώτη επιλογή (κουμπί 1) εισάγει ένα νέο τρόφιμο σκανάροντας το barcode του. Η δεύτερη επιλογή (κουμπί 2) δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει μια υπάρχουσα εικόνα τροφίμου. Ύστερα, εφαρμόζονται τεχνικές οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων στην εικόνα που επέλεξε ο χρήστης και εισάγεται το νέο τρόφιμο. Η τρίτη επιλογή (κουμπί 3) δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να βγάλει φωτογραφία τα συστατικά του τρόφιμο που θέλει. Ύστερα, εφαρμόζονται τεχνικές αναγνώρισης χαρακτήρων στη νέα εικόνα και εισάγεται το νέο τρόφιμο.

Το μενού τροποποίησης του τροφίμου (Εικόνα 4.4) που ενεργοποιείται από παρατεταμένο πάτημα κουμπιού, δίνει στο χρήστη 2 επιλογές. Το κουμπί 1 επιτρέπει

στο χρήστη να αλλάξει το όνομα του τροφίμου ενώ το κουμπί 2 διαγράφει μόνιμα το τρόφιμο.



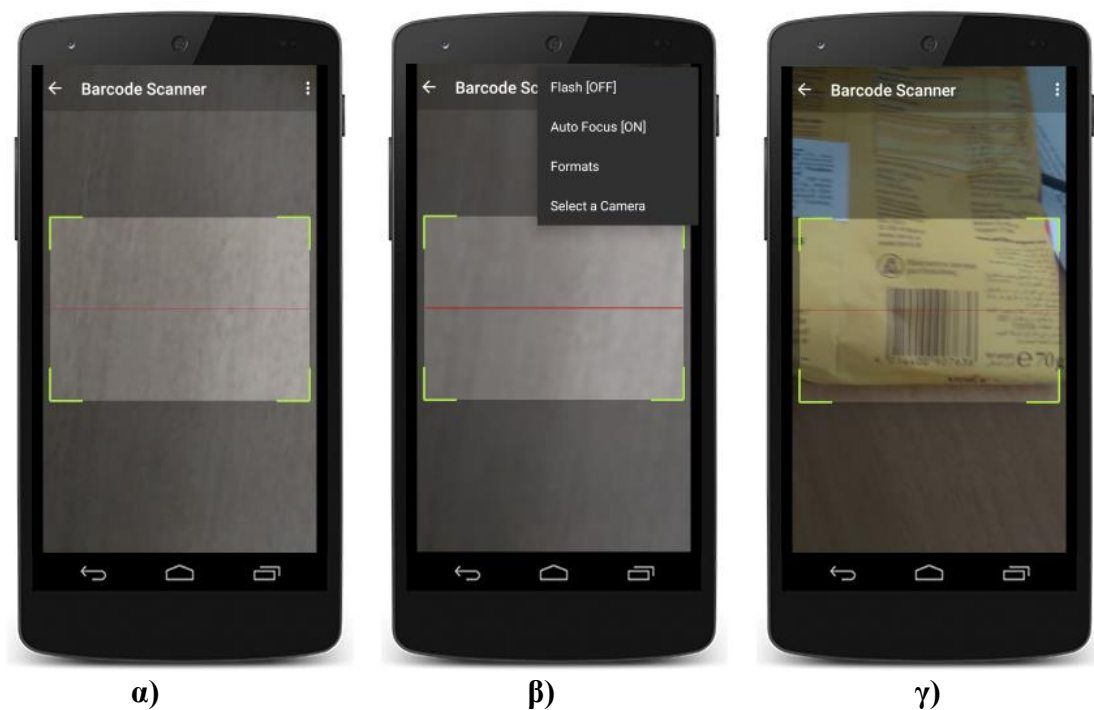
Εικόνα 4.3 : Τεχνικές εισαγωγής νέου τροφίμου.



Εικόνα 4.4 : Μενού τροποποίησης τροφίμου.

4.2 Σάρωση με χρήση barcode scanner

Όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί 1 (Εικόνα 4.3) για να ενεργοποιηθεί η τεχνική σάρωσης του barcode, εμφανίζεται η οθόνη σάρωσης (Εικόνα 4.5 (α)). Μετέπειτα, ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τις ρυθμίσεις του barcode scanner (Εικόνα 4.5 (β)). Η πρώτη ρύθμιση ενεργοποιεί-απενεργοποιεί το flash, η δεύτερη ρύθμιση ενεργοποιεί-απενεργοποιεί το auto-focus, η τρίτη ρύθμιση επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει το είδος του barcode που θέλει να σαρώσει και η τέταρτη ρύθμιση επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει με ποια κάμερα θα σαρώσει το barcode (μπροστινή κάμερα και πίσω κάμερα). Ύστερα, ο χρήστης θα πρέπει να τοποθετήσει το ειδικό τετράγωνο ανίχνευσης πάνω στο barcode του τροφίμου που θέλει να σαρώσει (Εικόνα 4.5 (γ)).



Εικόνα 4.5 : Στιγμιότυπα λειτουργίας του barcode scanner, α) Αρχική οθόνη του barcode scanner, β) Μενού ρυθμίσεων του barcode scanner και γ) Τοποθέτηση του ειδικού τετραγώνου ανίχνευσης, πάνω στο barcode του τροφίμου.

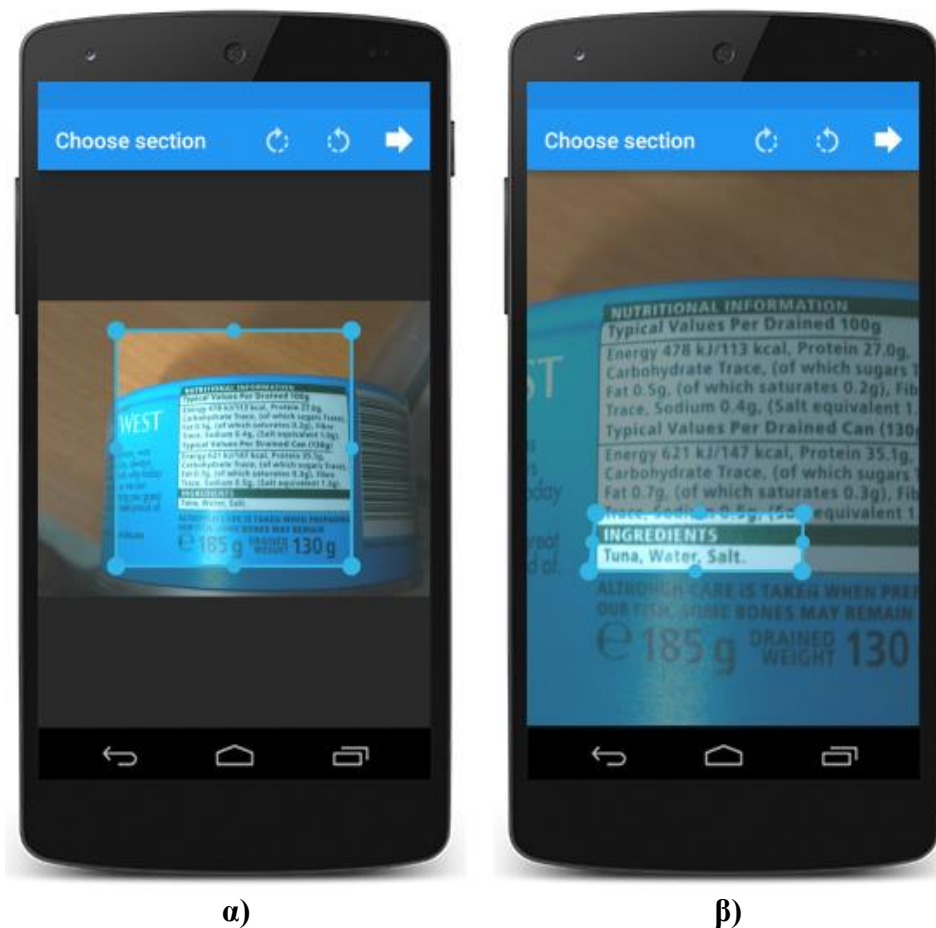
Αν το σύστημα ανιχνεύσει σε ποιο τρόφιμο ανήκει το barcode τότε εμφανίζονται τα διατροφικά στοιχεία, τα αλλεργιογόνα και οι χημικές ουσίες του τροφίμου (Εικόνα 4.6).

← Results	
NUTRITIONAL FACTS	
Calories	202
Protein	16,34g
Lipid	9,34g
Carbohydrates	13,18g
Fiber	0,2g
Sugar	2,1g
Calcium	28,5mg
Iron	1,23mg
Magnesium	24,33mg
Phosphorus	183,5mg
Potassium	236,67mg
Sodium	13321,83mg

Εικόνα 4.6 : Διατροφικές πληροφορίες τροφίμου.

4.3 Σάρωση με χρήση OCR

Όταν ο χρήστης επιλέξει-φωτογραφήσει μια νέα εικόνα τροφίμου, τότε εμφανίζεται η οθόνη επεξεργασίας-περικοπής εικόνας (Εικόνα 4.7). Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να περιστρέψει αριστερά ή δεξιά την εικόνα. Επίσης, ο χρήστης μπορεί είτε να μικρύνει είτε να μεγαλώσει το παράθυρο επιλογής σημαντικού τμήματος εικόνας, μετακινώντας τους μπλε κύκλους που βρίσκονται στην άκρη του τετραγώνου. Κατά τη διάρκεια σμίκρυνσης-μεγέθυνσης του παραθύρου, πραγματοποιείται auto-zooming ανάλογα με το μέγεθος του παραθύρου. Στο τέλος, ο χρήστης πρέπει να πατήσει το βέλος-κουμπί, έτσι ώστε να προχωρήσει στην οθόνη αναγνώρισης κειμένου.



Εικόνα 4.7 : Στιγμιότυπα περικοπής σημαντικού τμήματος εικόνας.

Κατά τη διάρκεια της εμφάνισης της οθόνης αναγνώρισης κειμένου (Εικόνα 4.8), πραγματοποιείται σάρωση της εικόνας χρησιμοποιώντας τον OCR. Παράλληλα, εμφανίζεται στο χρήστη το ποσοστό ολοκλήρωσης της διαδικασίας.



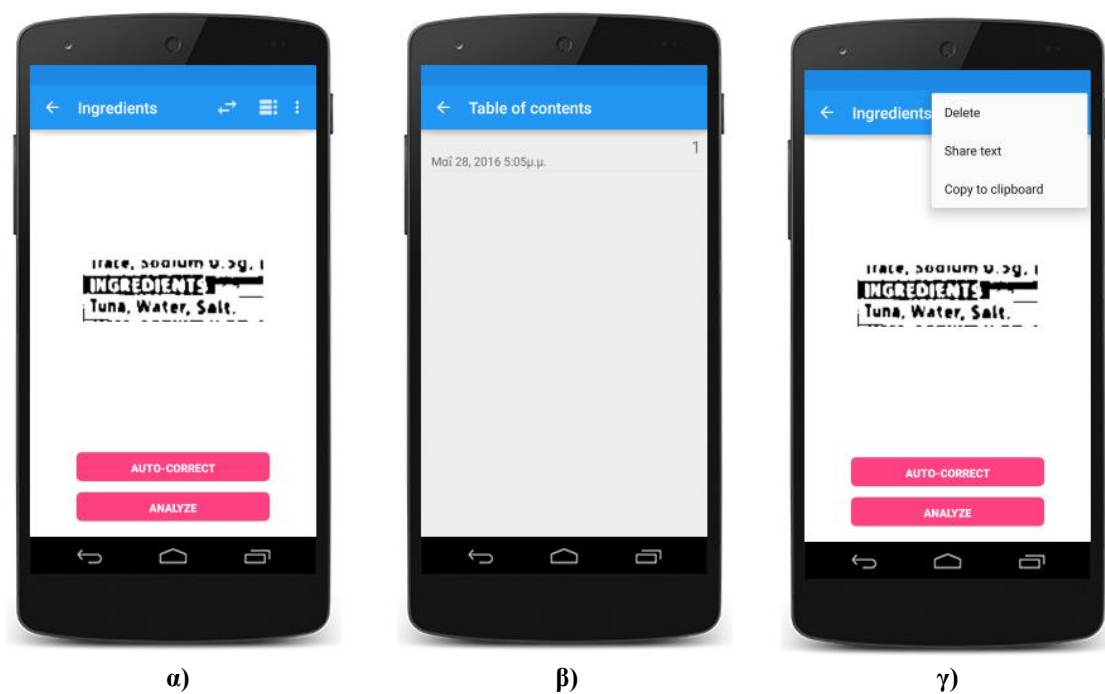
Εικόνα 4.8 : Στιγμιότυπα διαδικασίας αναγνώρισης κειμένου.

4.4 Τροποποίηση και Ανάλυση Συστατικών

Όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί 3 (στιγμιαίο πάτημα κουμπιού) (βλέπε Εικόνα 4.1), εμφανίζεται η οθόνη τροποποίησης των συστατικών του τροφίμου (Εικόνα 4.9). Έπειτα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει το κείμενο απλώς πατώντας πάνω του. Το κουμπί 1, πραγματοποιεί αυτόματη διόρθωση του κειμένου. Το κουμπί 2, εμφανίζει την οθόνη εισαγωγής γραμμαρίων-μιλιμέτρων (Εικόνα 4.9 (β)). Έπειτα, ο χρήστης θα πρέπει να εισάγει τα γραμμάρια-μιλίμετρα του τροφίμου. Μετέπειτα, γίνεται ανάλυση των συστατικών και εμφανίζονται οι διατροφικές πληροφορίες του τροφίμου (Εικόνα 4.6). Το κουμπί 3, εμφανίζει την εικόνα του τροφίμου και κρύβει το κείμενο με τα συστατικά (Εικόνα 4.10 (α)). Το κουμπί 4, εμφανίζει έναν πίνακα με διάφορες πληροφορίες για το τρόφιμο (πχ. ημερομηνία εισαγωγής τροφίμου) (Εικόνα 4.10 (β)). Το κουμπί 4, εμφανίζει διάφορες επιλογές στο χρήστη, όπως διαγραφή τροφίμου, share κειμένου συστατικών σε διάφορες εφαρμογές και αντιγραφή κειμένου συστατικών (Εικόνα 4.10 (γ)).



Εικόνα 4.9 : Στιγμιότυπα τροποποίησης και ανάλυσης συστατικών.



Εικόνα 4.10 : α) Εικόνα τροφίμου, β) Πίνακας με σχετικές πληροφορίες και γ) Μενού τροποποίησης κειμένου.

Κεφάλαιο 5

Πειραματική Αποτίμηση

5.1	Μεθοδολογία	49
5.2	Συμβατότητα και επίδοση του Food Scanner	50
5.3	Τεχνική αποτίμηση ακρίβειας του Food Scanner	51
5.3.1	Ακρίβεια του OCR και βελτίωση	51
5.3.2	Ευχρηστία Συστήματος	52
5.3.3	Ακρίβεια του Analyzer	54
5.4	Συμπεράσματα από τα πειράματα	55

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστεί η πειραματική αξιολόγηση του συστήματος Food Scanner.

5.1 Μεθοδολογία

Για να ελέγξουμε την επίδοση και να πετύχουμε μεγάλη συμβατότητα λογισμικού δημιουργήσαμε δύο διαφορετικές εφαρμογές. Η πρώτη εφαρμογή έχει δημιουργηθεί με το framework της Ionic ενώ η δεύτερη εφαρμογή έχει δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας android programming.

Για να ελέγξουμε την ακρίβεια του OCR χρησιμοποιήσαμε τρία διαφορετικά σενάρια. Στο πρώτο σενάριο έχουμε εικόνες 10 τροφίμων με άσπρο φόντο. Στο δεύτερο σενάριο

έχουμε 10 εικόνες τροφίμων με χρωματιστό φόντο. Και στο τελευταίο σενάριο έχουμε 10 τρόφιμα, όπου το σχήμα τους είναι καμπυλοειδές.

Για να ελέγξουμε την ακρίβεια των διατροφικών πληροφοριών της βάσης FatSecret χρησιμοποιήσαμε 10 διαφορετικά τρόφιμα, ενώ για να ελέγξουμε την ακρίβεια των διατροφικών πληροφοριών που παράγει ο Analyzer, χρησιμοποιήσαμε 20 διαφορετικά τρόφιμα. Συγκριτικός

5.2 Συμβατότητα και επίδοση του Food Scanner

Δημιουργήσαμε δύο διαφορετικές εφαρμογές έτσι ώστε να μπορέσουμε να ελέγξουμε την επίδοση και τη συμβατότητα λογισμικού. Η πρώτη εφαρμογή δημιουργήθηκε με το framework της Ionic (hybrid app) ενώ η δεύτερη εφαρμογή δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας android programming (native app). Βλέποντας το σχήμα 5.1 και ύστερα από διάφορα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στις δύο αυτές εφαρμογές, επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε την native εφαρμογή, η οποία μας προσφέρει καλύτερη επίδοση. Επίσης, αξίζει να αναφέρουμε ότι λόγω των υπολογισμών και των λειτουργιών που εκτελεί ο Food Scanner, η άριστη επίδοση της θα έπαιζε καθοριστικό ρόλο. Βεβαία, αξίζει να σημειωθεί πως με αυτή μας την επιλογή χάσαμε το cross platform support που προσφέρει το framework της Ionic.

Features	Native Apps	Mobile Web Apps	Hybrid App
Performance	High	Low	Medium
Offline Mode	Supported	Not Supported	May be Supported
Distribution	App Store	Mobile Browser	App Store
Cross Platform Support	No	Yes	Yes
Device Level Access	High	Low	Medium
User Interface	Good	Average	Good
Development language	Native only	Web only	Native / Web
Development Time	High	Low	Medium
Development Cost	High	Low	Medium
Code Portability	Low	High	High
Maintenance	High	Low	Medium

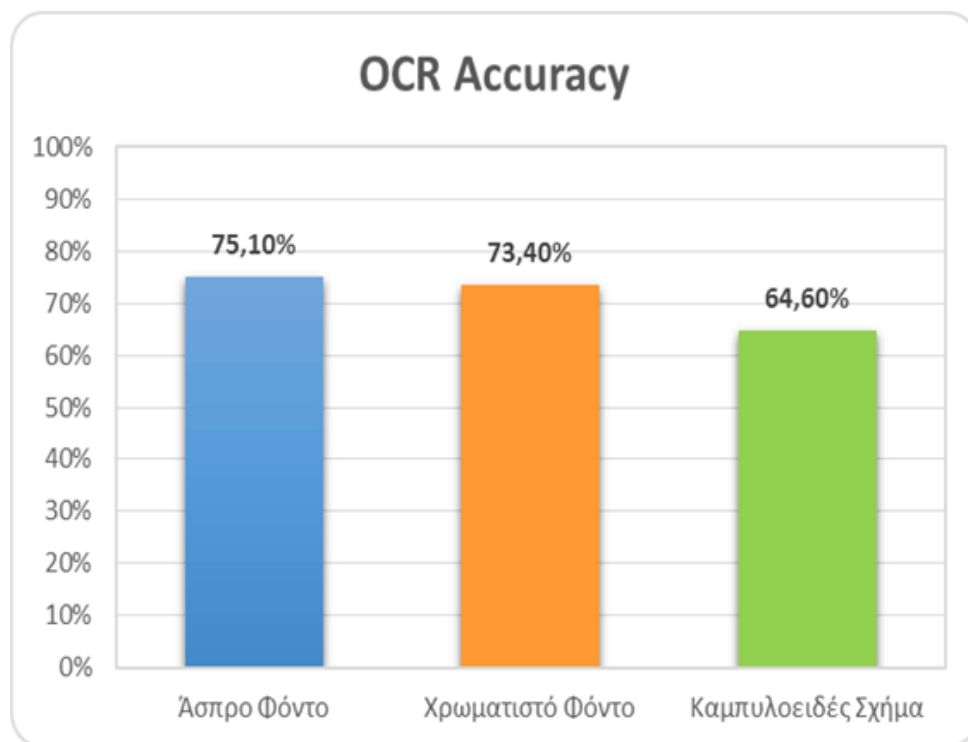
Εικόνα 5.1 : Συγκριτικός πίνακας native εφαρμογών και hybrid εφαρμογών.

5.3 Τεχνική αποτίμηση ακρίβειας του Food Scanner

Στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο θα γίνει αξιολόγηση του Food Scanner ως πλατφόρμα ανίχνευσης διατροφικών πληροφοριών.

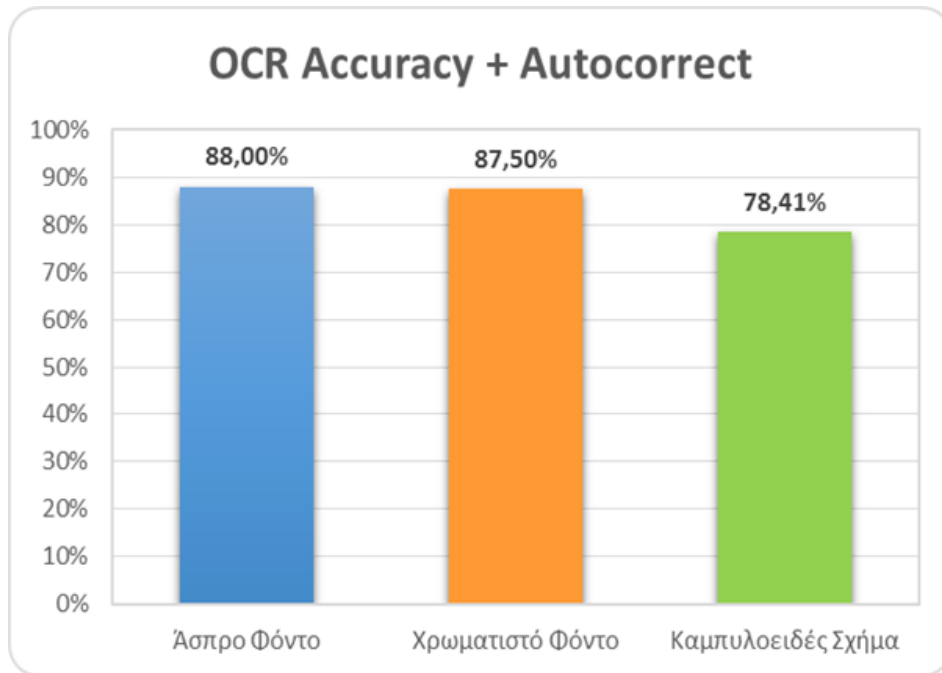
5.3.1 Ακρίβεια του OCR και βελτίωση

Παρακάτω ακολουθούν δύο πειράματα που έγιναν σχετικά με την ακρίβεια του OCR. Στο πρώτο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 30 φωτογραφίες τροφίμων, όπου οι 10 είχαν άσπρο φόντο, οι άλλες 10 είχαν χρωματιστό φόντο και οι υπόλοιπες 10 περιείχαν τρόφιμα με καμπυλοειδές σχήμα.



Εικόνα 5.2 : Ακρίβεια του OCR για τις διαφορετικές εικόνες.

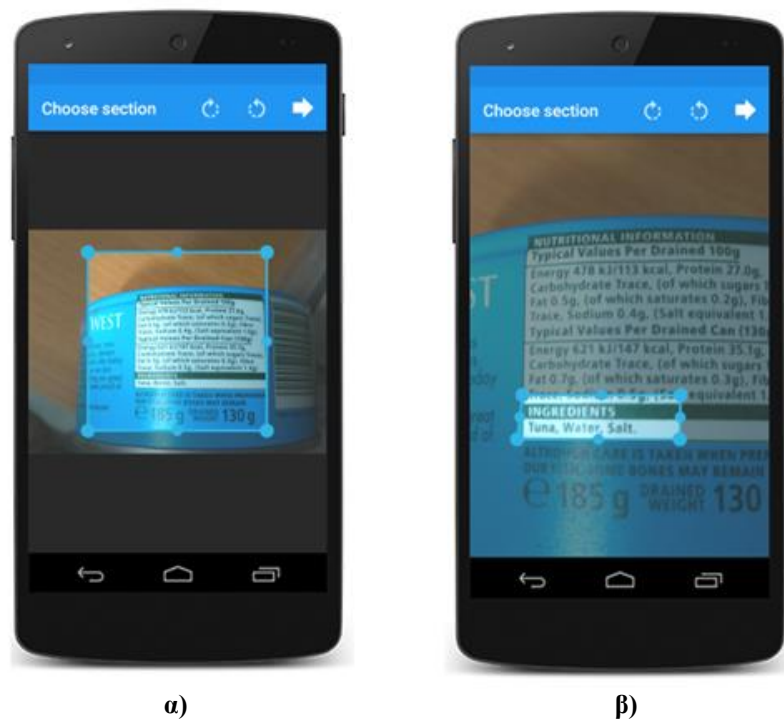
Στο δεύτερο πείραμα ελέγξαμε την ακρίβεια των αποτελεσμάτων του OCR μετά την εισαγωγή του συστατικού auto-correction.



Εικόνα 5.3 : Ακρίβεια του OCR για τις διαφορετικές εικόνες μετά το autocorrection.

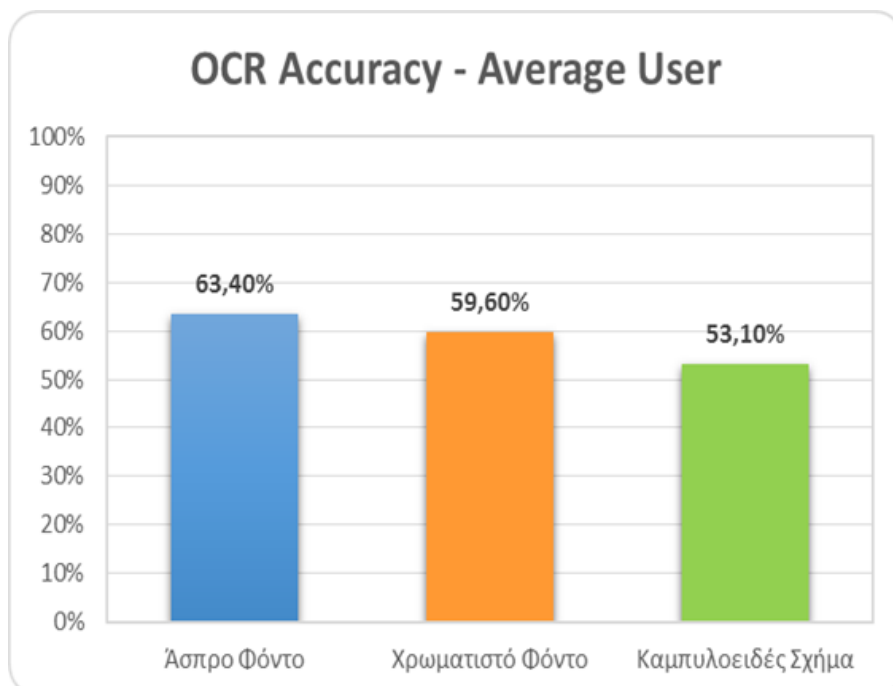
5.3.2 Ευχρηστία Συστήματος

Παρακάτω ακολουθεί το τρίτο πείραμα, όπου 10 average user και 10 expert users κλήθηκαν να δοκιμάσουν την εφαρμογή. Ένας average user πιθανόν να μην ξέρει πόσο σημαντικό είναι να περικοπή η εικόνα ακριβώς στο σημείο με τα συστατικά (Εικόνα 5.4 (α)). Σε αντίθεση με τον average user, ο expert user έχει πλήρη επίγνωση της λειτουργίας του συστήματος και έτσι έχει την δυνατότητα να πετύχει την μέγιστη ακρίβεια του OCR αναπροσαρμόζοντας το ειδικό τετράγωνο στο κατάλληλο σημείο (Εικόνα 5.4 (β)).

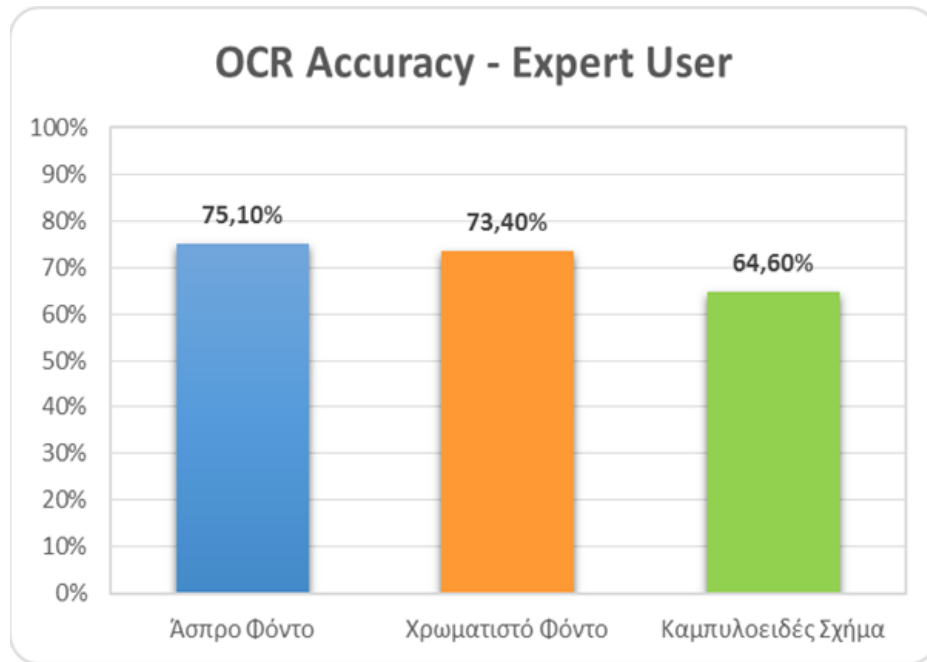


Εικόνα 5.4 : Τρόπος σάρωσης α) Average user και β) Expert user.

Μετέπειτα, παράχθηκαν οι δύο γραφικές, όπου στην πρώτη (Εικόνα 5.5) φαίνονται τα ποσοστά ακρίβειας του OCR όταν χρησιμοποιείται από έναν average user, ενώ στη δεύτερη (Εικόνα 5.6) φαίνονται τα ποσοστά ακρίβειας του OCR όταν χρησιμοποιείται από έναν expert user.



Εικόνα 5.5 : Χρήση του OCR από έναν average user.



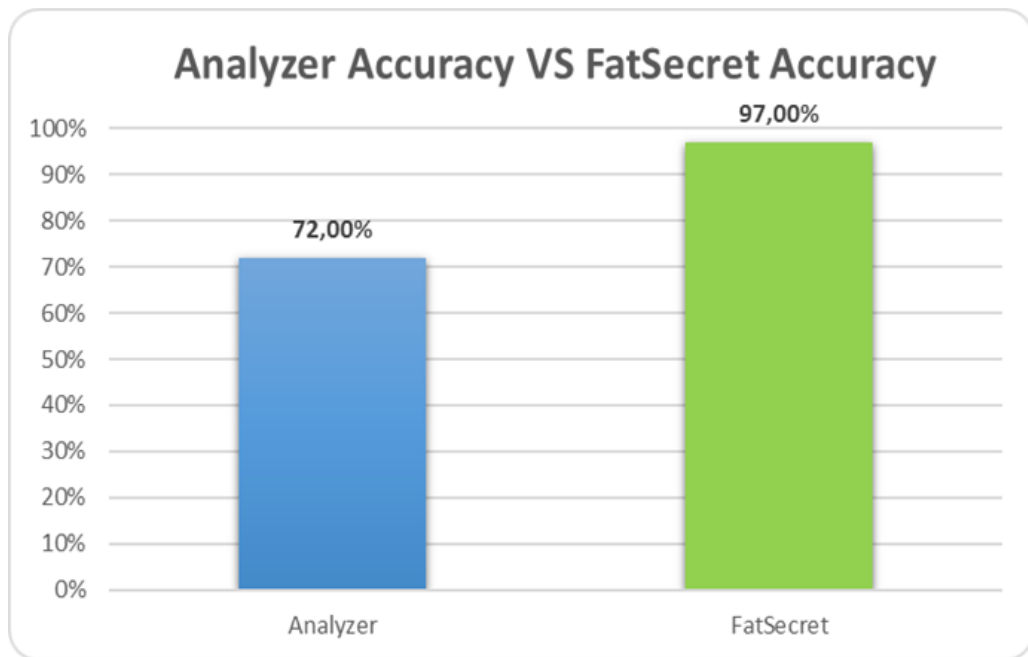
Εικόνα 5.6 : Χρήση του OCR από έναν expert user.

5.3.3 Ακρίβεια του Analyzer και της FatSecret

Παρακάτω ακολουθεί το τέταρτο πείραμα, όπου έγινε έλεγχος ακρίβειας της εφαρμογής με βάση το ground truth label των τροφίμων. Για τον έλεγχο ακρίβειας της FatSecret χρησιμοποιήθηκαν 10 διαφορετικά τρόφιμα ενώ για τον έλεγχο ακρίβειας του Analyzer χρησιμοποιήθηκαν 20 διαφορετικά τρόφιμα. Επίσης, για τον έλεγχο της ακρίβειας της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η μετρική της ευκλείδειας απόστασης μεταξύ σημείων.

$$d(\mathbf{p}, \mathbf{q}) = d(\mathbf{q}, \mathbf{p}) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2}$$

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}.$$



Εικόνα 5.7 : Ακρίβεια Analyzer και FatSecret.

5.4 Συμπεράσματα

Στο πρώτο πείραμα, ο OCR είχε πολύ υψηλά ποσοστά ακρίβειας σε φωτογραφίες με άσπρο λόγω του πολύ καλού αλγορίθμου όπου είναι υλοποιημένος από τη βιβλιοθήκη tesseract. Επίσης, οι φωτογραφίες με χρωματιστό φόντο αναγνωρίστηκαν με παρόμοια επιτυχία από τον OCR λόγω του ότι χρησιμοποιείται η τεχνική binarization. Από την άλλη, οι φωτογραφίες με καμπυλοειδές σχήματα δυσκόλεψαν λίγο παραπάνω τον OCR και έτσι δεν αναγνώρισε με μεγάλη ακρίβεια το κείμενο που αναγραφόταν στην εικόνα.

Στο δεύτερο πείραμα, παρατηρούμε σημαντική βελτίωση της ακρίβειας του OCR αποτελεί η εισαγωγή του autocorrection, όπου παρατηρείτε μια αύξηση της ακρίβειας κατά 10%-14%.

Στο τρίτο πείραμα, όπως ήταν αναμενόμενο, η καλύτερη ακρίβεια του OCR δόθηκε από τη χρήση του συστήματος από τους expert users και ακολούθως, η λίγο χειρότερη ακρίβεια του OCR δόθηκε από τη χρήση του συστήματος από τους average users.

Στο τέταρτο πείραμα, παρατηρήσαμε μια πολύ υψηλή ακρίβεια της FatSecret. Αυτό ήταν απολύτως φυσιολογικό αφού η συγκεκριμένη βάση περιέχει το ground truth table

των τροφίμων αυτό καθαυτό και η ελάχιστη διαφορά στις τιμές των διατροφικών στοιχείων παρατηρείται λόγω του ότι το ίδιο τροφίμου, σε διαφορετικές χώρες, πιθανόν να αποτελείτε από μερικώς διαφορετικά συστατικά. Από την άλλη, η ακρίβεια του Analyzer ήταν ικανοποιητικά υψηλή.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις

6.1	Συμπεράσματα	57
6.2	Μελλοντικές επεκτάσεις	58

6.1 Συμπεράσματα

Σε αυτή την διπλωματική εργασία παρουσιάστηκε το Food Scanner, ένα ολοκληρωμένο σύστημα ανίχνευσης και μέτρησης διατροφικών στοιχείων, αλλεργιογόνων και χημικών ουσιών. Σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από κάτω προς τα πάνω ολόκληρη η υποδομή παρέχοντας μια αρχιτεκτονική που μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω με την προσθήκη διαφόρων συστατικών που θα επεκτείνουν ή θα βελτιώσουν τις λειτουργίες του.

Είναι εμφανές ότι πλέον φτάσαμε στην εποχή όπου ο κάθε ένας από εμάς φέρει μαζί του έξυπνες συσκευές. Αυτή η εξάπλωση των μικρών αυτών υπολογιστικών μονάδων έχει ωθήσει με εξωπραγματικές ταχύτητες προς ανάπτυξη και εξέλιξη όλους τους τομείς της Πληροφορικής και των επιστημών γενικότερα. Πολλές υπηρεσίες έχουν εδραιωθεί λόγω του ότι παρέχουν βοήθεια και πληροφορίες σχετικά με τα διάφορα τρόφιμα και φαγητά.

Η σύσταση τροφίμων και η ανάλυση διατροφικών πληροφοριών πλέον είναι ένα από τα μείζον στοιχεία που κάθε χρήστης θέλει να χρησιμοποιεί για να βελτιώσει την ποιότητα ζωής του. Παρόλα αυτά αρκετά πρόσφατα άρχισε να πραγματοποιείται η μελέτη του

συγκεκριμένου αντικειμένου, λόγω του αυξανόμενου αριθμού ασθενειών αλλά και ασθενών.

Το Food Scanner έρχεται με μια πολύ καλή αρχιτεκτονική αλλά και διάφορες λειτουργίες. Η εφαρμογή για smartphones που αναπτύχθηκε, αποτελεί μια καλή αρχή και βάση ενός ολοκληρωμένου συστήματος ανίχνευσης διατροφικών στοιχείων, αλλεργιογόνων και χημικών ουσιών και αποτελεί το έναυσμα για περαιτέρω ανέλιξη και επέκταση

6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Αυτή τη στιγμή το Food Scanner είναι σε καλό σημείο από άποψη λειτουργιών και αρχιτεκτονικής, πρέπει όμως να γίνει κάποια επίβλεψη του και δοκιμή του σε επίπεδο χρήστη και εργονομίας.

Επίσης, μπορεί να επεκταθεί περισσότερο ώστε ο OCR να υποστηρίζει και να αναγνωρίζει περισσότερες γλώσσες. Επιπλέον, μπορεί να βελτιωθεί η ακρίβεια του OCR έτσι ώστε να μην χρειάζεται να επέμβει ο χρήστης στη διόρθωση οποιονδήποτε λαθών.

Κάτι άλλο πολύ σημαντικό που θα μπορούσε να γίνει είναι η βελτίωση και η σταθεροποίηση των αποτελεσμάτων του Analyzer έτσι ώστε να μην απέχουν πολύ από τις πραγματικές τιμές των διατροφικών στοιχείων.

Επιπρόσθετα, θα μπορούσε να εισαχθεί ένα σύστημα, όπου ο κάθε χρήστης θα έχει το δικό του προφίλ και ιστορικό ασθενειών κτλ. έτσι ώστε ένα σύστημα σύστασης να προτείνει στο χρήστη είτε τις τροφές που πρέπει να καταναλώσει είτε τις τροφές που πρέπει να αποφύγει.

Τέλος, καλό θα ήταν να υπάρχει κάποιο tutorial έτσι ώστε οι νέοι χρήστες να εκπαιδεύονται για να μπορούν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή με μεγαλύτερη ευκολία.

Βιβλιογραφία

- [1] Bousquet, J., P. G. Burney, T. Zuberbier, P. V. Cauwenberge, C. A. Akdis, C. Bindslev-Jensen, S. Bonini et al. "GA2LEN (Global Allergy and Asthma European Network) addresses the allergy and asthma ‘epidemic’." *Allergy* 64, no. 7 (2009): 969-977.
- [2] James, Philip T., Neville Rigby, and Rachel Leach. "The obesity epidemic, metabolic syndrome and future prevention strategies." *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation* 11, no. 1 (2004): 3-8.
- [3] Atlas, Diabetes. "International diabetes federation." Hallado en: <http://www.idf.org/diabetesatlas/5e/es/prologo> (2000).
- [4] International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas, 5 ed.* Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2011.
- [5] "WHO." [Online]. Available: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/cardiovascular-diseases/data-and-statistics>
- [6] "DietSensor." [Online]. Available: <https://www.dietsensor.com>
- [7] "SCiO." [Online]. Available: <https://www.consumerphysics.com>
- [8] "Fatsecret." [Online]. Available: <https://www.fatsecret.com>
- [9] Howell, Patrick D., Layla D. Martin, Hesamoddin Salehian, Chul Lee, Kyler M. Eastman, and Joohyun Kim. "Analyzing Taste Preferences From Crowdsourced Food Entries." In *Proceedings of the 6th International Conference on Digital Health Conference*, pp. 131-140. ACM, 2016.

- [10] Chi, Pei-yu, Jen-hao Chen, Hao-hua Chu, and Bing-Yu Chen. "Enabling nutrition-aware cooking in a smart kitchen." In CHI'07 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp. 2333-2338. ACM, 2007.
- [11] Chi, Pei-Yu Peggy, Jen-Hao Chen, Hao-Hua Chu, and Jin-Ling Lo. "Enabling calorie-aware cooking in a smart kitchen." In *Persuasive Technology*, pp. 116-127. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [12] Leidinger, Tobias, Lúbomira Spassova, Andreas Arens, and Norbert Rösch. "MoFIS: a mobile user interface for semi-automatic extraction of food product ingredient lists." In Proceedings of the companion publication of the 2013 international conference on Intelligent user interfaces companion, pp. 49-50. ACM, 2013.
- [13] Leidinger, Tobias, Lúbomira Spassova, Andreas Arens, and Norbert Rösch. "A Mobile User Interface for Semi-automatic Extraction of Food Product Ingredient Lists."
- [14] "OCR." [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_character_recognition
- [15] Sudo, Kyoko, Kazuhiko Murasaki, Jun Shimamura, and Yukinobu Taniguchi. "Estimating nutritional value from food images based on semantic segmentation." In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication*, pp. 571-576. ACM, 2014.
- [16] Zhu, Fengqing, Marc Bosch, Insoo Woo, SungYe Kim, Carol J. Boushey, David S. Ebert, and Edward J. Delp. "The use of mobile devices in aiding dietary assessment and evaluation." *Selected Topics in Signal Processing, IEEE Journal of* 4, no. 4 (2010): 756-766.

- [17] Pouladzadeh, Parisa, Shervin Shirmohammadi, and Rana Al-Maghrabi. "Measuring calorie and nutrition from food image." *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on* 63, no. 8 (2014): 1947-1956.
- [18] Pouladzadeh, Parisa, Shervin Shirmohammadi, and Abdulsalam Yassine. "You are what you eat: So measure what you eat!." *Instrumentation & Measurement Magazine, IEEE* 19, no. 1 (2016): 9-15.
- [19] Almaghrabi, Rana, Gregorio Villalobos, Parisa Pouladzadeh, and Shervin Shirmohammadi. "A novel method for measuring nutrition intake based on food image." In *Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2012 IEEE International*, pp. 366-370. IEEE, 2012.
- [20] "Android." [Online]. Available: <https://developer.android.com>
- [21] "Android Studio." [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio
- [22] "Leptonica." [Online]. Available: <http://www.leptonica.com>
- [23] Bloomberg, Dan S., Gary E. Kopec, and Lakshmi Dasari. "Measuring document image skew and orientation." In *IS&T/SPIE's Symposium on Electronic Imaging: Science & Technology*, pp. 302-316. International Society for Optics and Photonics, 1995.
- [24] "Tesseract." [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Tesseract_%28software%29
- [25] Smith, Ray, Daria Antonova, and Dar-Shyang Lee. "Adapting the Tesseract open source OCR engine for multilingual OCR." In *Proceedings of the International Workshop on Multilingual OCR*, p. 1. ACM, 2009.

- [26] Patel, Chirag, Atul Patel, and Dharmendra Patel. "Optical character recognition by open source OCR tool tesseract: A case study." *International Journal of Computer Applications* 55, no. 10 (2012)
- [27] "Apache Lucene." [Online]. Available: <https://lucene.apache.org/core/>
- [28] McCandless, Michael, Erik Hatcher, and Otis Gospodnetic. *Lucene in Action: Covers Apache Lucene 3.0*. Manning Publications Co., 2010.
- [29] Bialecki, Andrzej, Robert Muir, and Grant Ingersoll. "Apache lucene 4." In *SIGIR 2012 workshop on open source information retrieval*, p. 17. 2012.