



**Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Εφαρμογής Αναγνώρισης Ταυτότητας Οντοτήτων με
Χρήση RFID»**

Φοιτητής: Φροσύνη Μποζίκη- Σήμαν

Επιβλέπων καθηγητής: Ζαχαράκης Ιωάννης

ΠΑΤΡΑ 2021

Εγκρίθηκε από

Πάτρα, [Ημερομηνία]

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

- 1.
- 2.
- 3.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη εργασία.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	4
Περίληψη.....	7
Abstract	7
Προσδιορισμός του Προβλήματος	8
Κατάλογος Φωτογραφιών	9
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	9
Συνοπμογραφίες.....	10
Ευρετήριο Όρων.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΙΑΧΥΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ.....	11
1.1 Εισαγωγή στο Διάχυτο Υπολογισμό	11
1.2 Ιστορία του Διάχυτου Υπολογισμού	11
1.3 Αρχές Διάχυτου Υπολογισμού.....	12
1.4 Σχετιζόμενες περιοχές με το Διάχυτο Υπολογισμό	14
1.5 Ανησυχίες και προβληματισμοί σχετικά με το Διάχυτο Υπολογισμό	15
1.6 Ο Διάχυτος Υπολογισμός στις μέρες μας, Internet of Things	16
1.6.1 Τι είναι το Internet of Things	16
1.6.2 Περιοχές Εφαρμογής του Internet of Things	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ TAGGING.....	18
2.1 Τι είναι το tag	18
2.2 Barcodes.....	18
2.2.1 Τι είναι τα Barcodes	18
2.2.2 Χρήση των Barcodes	19
2.2.3 Barcode Readers	20
2.2.4 Προτερήματα των barcodes.....	21

2.3	QR Codes	22
2.3.1	Τι είναι τα QR Codes.....	22
2.3.2	Χρήσεις των QR Codes	23
2.3.3	Προβληματισμοί κατά τη χρήση των QR CODES.....	24
2.4	Η Τεχνολογία RFID	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID		27
3.1	Εισαγωγή στην τεχνολογία RFID	27
3.2	Ο Reader	27
3.3	Χαρακτηριστικά της κεραίας.....	27
3.4	Το tag.....	28
3.5	<i>Είδη RFID</i>	28
3.5.1	Ενεργητικά RFID tags (Active RFID)	28
3.5.2	Παθητικά RFID tags (Passive RFID).....	30
3.5.3	Ημι-παθητικά RFID tags	35
3.6	Ασφάλεια & Ιδιωτικότητα (Security & Privacy).....	36
3.7	Υλοποιημένες Εφαρμογές RFID	39
3.8	Αξιολόγηση τεχνολογίας RFID	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ		43
	Περιγραφή.....	43
	Σενάριο	43
4.1	Φιλοσοφία	44
4.2	Ποιοτικές Απαιτήσεις	46
4.3	Λειτουργικές απαιτήσεις	46
4.4	Αρχιτεκτονική του συστήματος.....	47
4.4.1	API Service – Endpoints	48
4.4.2	MySQL Βάση Δεδομένων	52
4.2.3	Διαγράμματα Ακολουθίας.....	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	57
5.1 Εργαλεία και Λογισμικό	57
5.2 Hardware NFC Reader	57
5.3 Περιγραφή Κώδικα.....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	60
6.1 Η Mobile Εφαρμογή	60
6.2 Αξιολόγηση	74
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	77

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύονται εκτενώς ορισμοί όπως το τι είναι ο Διάχυτος Υπολογισμός, πεδία χρήσης του και το πόσο σημαντικός είναι για την τεχνολογία γενικότερα. Επίσης, γίνεται εκτενής αναφορά στα Barcodes και χρήσεις αυτών, στα QR Codes και χρήσεις αυτών αλλά και στην τεχνολογία RFID. Ειδικά στην τεχνολογία RFID δίνεται ιδιαίτερη σημασία καθώς γίνεται μία λεπτομερής ανάλυση σχετικά με τα χαρακτηριστικά αυτής της τεχνολογίας, τη χρησιμότητά της στην καθημερινότητα, τα είδη των RFID tags και πως και που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητές τους. Επιπροσθέτως, γίνεται σχεδίαση και ανάπτυξη κατάλληλης εφαρμογής με στόχο τον εντοπισμό και την αναγνώριση RFID tags μέσω ενός κατάλληλου RFID reader και τη μετατροπή τους σε ψηφιακή μορφή δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να επεξεργαστεί την ψηφιακή τους υπόσταση.

Abstract

In this thesis, we analyze extensively definitions such as what is the Ubiquitous Computing, the field of use and how important for the technology is. Also, there is an extensive reference to Barcodes and their uses, to QR Codes and their uses and the RFID technology. Especially in RFID technology, we focus through a thorough analysis of the characteristics of this technology, its usefulness in everyday life, types of RFID tags and how and who can be used depending on the characteristics and peculiarities. In addition, it is designed and developed an appropriate application in order to detect and identify RFID tags via a suitable RFID reader and converting them to digital form allowing the user to edit their digital existence.

Προσδιορισμός του Προβλήματος

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, καλούμαστε να δώσουμε λύση σε ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν άτομα μεγάλης ηλικίας ενώ χρειάζεται να λάβουν κάποια συγκεκριμένη φαρμακευτική αγωγή. Το πρόβλημα είναι πως πολλές φορές δε μπορούν να λάβουν τα σωστά φάρμακα που χρειάζονται, είτε λαμβάνουν λάθος φάρμακα είτε δεν λαμβάνουν τα φάρμακα που απαιτούνται τη στιγμή που πρέπει. Το πρόβλημα εντείνεται όταν τα ηλικιωμένα άτομα αντιμετωπίζουν και διάφορα άλλα προβλήματα υγείας τα οποία δυσκολεύουν περισσότερο αυτή την κατάσταση. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που ηλικιωμένα άτομα αντιμετώπισαν σοβαρές δυσλειτουργίες ή και παρενέργειες λόγω λανθασμένης λήψης ή λάθος συνδυασμού φαρμάκων.

Επίσης, το πρόβλημα είναι έντονο και από τη μεριά των ατόμων που καλούνται να προσέξουν τα ηλικιωμένα αυτά άτομα. Πολλές φορές, και λόγω αυξημένου φόρτου εργασίας, δεν έχουν το χρόνο να προσέχουν και να εποπτεύουν τα ηλικιωμένα αυτά άτομα με αποτέλεσμα να μην είναι σε θέση να γνωρίζουν αν λαμβάνουν τα σωστά φάρμακα, στη σωστή δοσολογία και στη σωστή χρονική στιγμή.

Επομένως, καλούμαστε να δημιουργήσουμε μια κατάλληλη εφαρμογή η οποία θα δώσει λύσεις στα προαναφερθέντα προβλήματα και θα βοηθήσει όσο το δυνατόν περισσότερο και τις δύο κοινωνικές ομάδες.

Κατάλογος Φωτογραφιών

Εικόνα 1: Η διαφοροποίηση μεταξύ χρηστών και συσκευών ανά 5ετία [17]	13
Εικόνα 2: Παράδειγμα ενός δισδιάστατου barcode [7]	18
Εικόνα 3: Βραχιολάκι ασθενούς με ενσωματωμένο barcode [7].....	19
Εικόνα 4: Παράδειγμα barcode σε πακέτο που προορίζεται για αποστολή	20
Εικόνα 5: Παράδειγμα handheld barcode scanner [37]	21
Εικόνα 6: Παράδειγμα ενός usb barcode scanner.....	21
Εικόνα 7: Παράδειγμα ενός τυπικού QR code [9].....	23
Εικόνα 8: Τρόπος επικοινωνίας Tag – Reader [38].....	28
Εικόνα 9: Παράδειγμα ενός low-frequency RFID [39].....	31
Εικόνα 10: Παράδειγμα ενός high-frequency RFID [39]	32
Εικόνα 11: Εμφυτευμένο RFID chip σε ανθρώπινο χέρι [40]	41
Εικόνα 12: Nfc module	58
Εικόνα 13: Κεντρική εικόνα εφαρμογής.....	61
Εικόνα 14: Λίστα με φάρμακα.	62
Εικόνα 15: Λεπτομέρειες φαρμάκου.....	63
Εικόνα 16: Πρόγραμμα χορήγησης φαρμάκου.....	64
Εικόνα 17: Παράθυρο οδηγιών εγγραφής νέου φαρμάκου.	65
Εικόνα 18: Μήνυμα επιβεβαίωσης νέου φαρμάκου.....	66
Εικόνα 19: Αλλαγή ώρας πρόσληψης φαρμάκου.	67
Εικόνα 20: Επιβεβαίωση εισαγωγής φαρμάκου.....	68
Εικόνα 21: Δημιουργία νέου ημερολογίου πρόσληψης φαρμάκων.....	69
Εικόνα 22: Μήνυμα ειδοποίησης λήψης φαρμάκου.	70
Εικόνα 23: Οθόνη πληροφοριών φαρμάκου προς λήψη.....	71
Εικόνα 24: Οθόνη απόρριψης φαρμάκου προς λήψη.	72
Εικόνα 25: Οθόνη επιβεβαίωσης φαρμάκου προς λήψη.	73

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα λειτουργίας passive rfid.....	33
Διάγραμμα 2: Διάγραμμα βάσης δεδομένων	54
Διάγραμμα 3: Ειδοποίηση λήψης φαρμάκου	55
Διάγραμμα 4: Εισαγωγή νέου φαρμάκου.....	56

Συντομογραφίες

IoT: Internet of Things

RFID: Radio Frequency Identification

UPC Barcode: Universal Product Code Barcode

Ευρετήριο Όρων

Faraday's Law: κάθε αλλαγή στο μαγνητικό περιβάλλον ενός πηνίου καλωδίου θα ευθύνεται για τάση που θα προκληθεί στο πηνίο. Δεν έχει σημασία πως παράγεται αυτή η αλλαγή, η τάση θα έχει δημιουργηθεί. Η αλλαγή αυτή θα μπορούσε να έχει παραχθεί αλλάζοντας την ένταση του μαγνητικού πεδίου κινώντας ένα μαγνήτη από και προς το πηνίο, μετακινώντας το πηνίο από και προς το μαγνητικό πεδίο ή περιστρέφοντας το πηνίο σε σχέση με το μαγνήτη.

Inductive Coupling: (επαγωγική σύζευξη) όταν ένα σύρμα επάγει μια τάση κατά μήκος των άκρων μέσω ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.

Kanji: μέθοδος κρυπτογράφησης που χρησιμοποιείται στα QR codes

Load Modulation Backscattering: τα RFID tags που χρησιμοποιούν την μέθοδο backscatter ή backscattering αντανακλούν το σήμα του reader αμέσως πίσω, διαμορφώνοντας το σήμα για να μεταφέρουν δεδομένα.

T-Engine Forum: πρόκειται για ένα μη-κερδοσκοπικό οργανισμό που αναπτύσσει ένα ανοικτό πρότυπο για την ανάπτυξη συστημάτων ενσωματωμένων σε πραγματικό χρόνο.

UPC Barcodes: πρόκειται για μια κατηγορία ενός barcode που χρησιμοποιείται ευρέως σε χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ο Καναδάς, η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία κλπ. και χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό εμπορικών αντικειμένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΙΑΧΥΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

1.1 Εισαγωγή στο Διάχυτο Υπολογισμό

Ο Διάχυτος Υπολογισμός μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα περιβάλλον στο οποίο όλοι οι άνθρωποι έχουν πρόσβαση σε μια ευρεία γκάμα συσκευών, όπως υπολογιστικές συσκευές μόνιμα συνδεδεμένες στο διαδίκτυο αλλά και κινητές συσκευές που μπορούν να παράσχουν διάφορες υπολογιστικές υπηρεσίες οπουδήποτε και οποτεδήποτε χρειαστεί και σε οποιονδήποτε. Γενικά, μπορούμε να πούμε πως ο Διάχυτος Υπολογισμός επικεντρώνεται στους πολλούς ανθρώπους και όχι στον ένα καθώς και ότι υποστηρίζει τη φιλοσοφία πως η τεχνολογία θα πρέπει να είναι διαθέσιμη παντού και πάντα. Αυτό που είναι κοινώς αποδεκτό είναι πως ο Διάχυτος Υπολογισμός βρίσκεται παντού γύρω μας, μέσα από κινητά τηλέφωνα και υπολογιστές αλλά και μέσα από συστήματα αυτοκινήτων, αεροπλάνων ακόμα και από συσκευές κλιματισμού που έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν τη θερμοκρασία δωματίου και να καθορίζουν τη λειτουργία τους ανάλογα.

1.2 Ιστορία του Διάχυτου Υπολογισμού

Πατέρας του Διάχυτου Υπολογισμού θεωρείται κατά πολλούς ο Mark Weiser (23 Ιουλίου 1952 – 27 Απριλίου 1999). Ο Mark Weiser χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τον όρο «Διάχυτος Υπολογισμός», περί το 1988, κατά τη διάρκεια της θητείας του ως υπεύθυνος τεχνολογίας στο κέντρο ερευνών της εταιρίας Xerox. Τόσο ο ίδιος μόνος του όσο και σε συνεργασία με τον John Seely Brown έγραψαν τις πρώτες αναφορές σχετικά με το Διάχυτο Υπολογισμό και έκαναν κατανοητές, σε μεγάλο βαθμό, κάποιες ανησυχίες τους σχετικά με αυτόν. Ο ίδιος ο Mark Weiser επηρεάστηκε σε πολλούς τομείς, εκτός της επιστήμης των υπολογιστών, συμπεριλαμβανομένου της φιλοσοφίας, της φαινομενολογίας, της ανθρωπολογίας, της ψυχολογίας και της κοινωνιολογίας της επιστήμης. Αναγνώρισε δε πως η επέκταση της υπολογιστικής ισχύος σε ρεαλιστικές εφαρμογές θα απαιτούσε την αλλαγή αντιλήψεων όσον αφορά διάφορα πεδία όπως κοινωνικά πολιτιστικά και ψυχολογικά ^[17] ^[18].

Στη συνέχεια, ο Andy Hopper, καθηγητής της τεχνολογίας των υπολογιστών στο πανεπιστήμιο του Cambridge, πρότεινε και επέδειξε για πρώτη φορά την «τηλεμεταφορά» των εφαρμογών ώστε αυτές να ακολουθούν το χρήστη όπου και αν βρίσκεται. Σε συνεργασία με το φοιτητή του Roy Want ασχολήθηκαν με το σύστημα «Active Badge System» το οποίο ουσιαστικά αποτελεί ένα προηγμένο σύστημα υπολογισμού τοποθεσιών όπου οι διάφοροι υπολογισμοί αλληλοεπιδρούν με την κινητικότητα του χρήστη

[24].

Ακόμη, ο Ken Sakamura του Πανεπιστημίου του Τόκιο ως διευθυντής του εργαστηρίου Διάχυτης Δικτύωσης καθώς και των ερευνών σχετικά με την τεχνολογία T-Engine (ή αλλιώς TRON όπως ονομάζεται σήμερα), επιτρέπει σε συνδυασμό με την T-Engine, κάθε καθημερινή συσκευή να εκπέμπει και να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την καθημερινότητα του χρήστη και χωρίς να χρειάζεται η δική του παρέμβαση [24].

Άλλοι φορείς που έχουν συμβάλει με ερευνητικά προγράμματα στο πεδίο του Διάχυτου Υπολογισμού αποτελούν το Media Lab του MIT με το project Oxygen, το εργαστήριο Διάχυτου Υπολογισμού του University of Washington, το Georgia Tech's College of Computing, το κέντρο Ερευνών και Τεχνολογίας της Microsoft και το Intel Research and Equator [24].

1.3 Αρχές Διάχυτου Υπολογισμού

Ο Weiser περιέγραψε κάποιες αρχές του διάχυτου υπολογισμού οι οποίες εκείνη την εποχή θεωρήθηκαν «αιρετικές» αλλά με το πέρασμα των χρόνων αποτέλεσαν τις αρχές του Διάχυτου Υπολογισμού. Σύμφωνα με τον Weiser:

- «Σκοπός ενός υπολογιστή είναι να σε βοηθήσει να κάνεις κάτι άλλο και όχι να ασχολείσαι με τον ίδιο τον υπολογιστή»
- «Ο καλύτερος υπολογιστής είναι ένας ήσυχος και αόρατος υπηρέτης»
- «Όσο περισσότερα μπορείς να κάνεις μέσω διόρασης, τόσο πιο έξυπνος είσαι. Ο υπολογιστής πρέπει να μπορεί να επεκτείνει τις υποσυνείδητες ικανότητές σου.» [4]

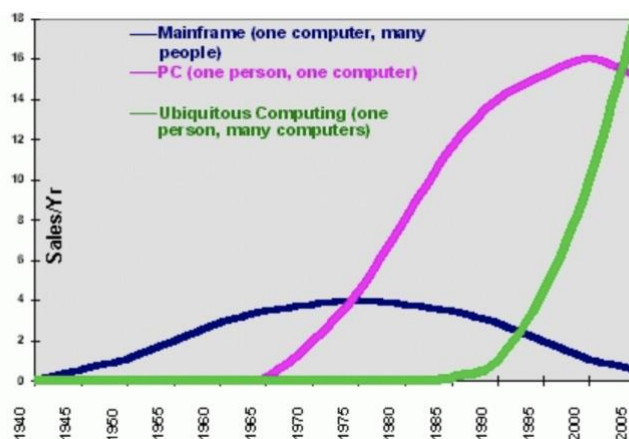
Κατά τον Weiser:

- «Οι υπολογιστές θα πρέπει να είναι διασυνδεδεμένοι (networked), κατανεμημένοι (distributed) και διαρκώς προσβάσιμοι (accessible) από όλους»
- «Η αλληλεπίδραση ανθρώπου – υπολογιστή πρέπει να γίνει περισσότερο έμμεση»
- «Οι υπολογιστές πρέπει να έχουν επίγνωση του πλαισίου στο οποίο λειτουργούν ώστε να είναι σε θέση να βελτιστοποιούν τις λειτουργίες τους στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται.» [4]

Τα χαρακτηριστικά που (πρέπει να) διέπουν τα συστήματα που χαρακτηρίζονται ως Διάχυτος Υπολογισμός είναι τα εξής [17]:

Αποκέντρωση: με τον όρο «Αποκέντρωση» εννοείται η κατανομή των εργασιών που απαιτούν διάφορους υπολογισμούς σε πολλές ανεξάρτητες συσκευές ταυτόχρονα. Κάθε συσκευή θεωρείται πως είναι μέρος ενός γενικότερου ετερογενούς πεδίου Διάχυτου Υπολογισμού. Παρόλα αυτά, όμως, συναντώνται πολλά προβλήματα διαχείρισης τα οποία αρκετές φορές δεν είναι εύκολο να ξεπεραστούν.

Διαφοροποίηση: η πλειοψηφία των χρηστών είναι συνηθισμένη σε ένα υπολογιστικό σύστημα που καλύπτει όλες τις ανάγκες. Επομένως, με τον όρο «Διαφοροποίηση», εννοείται πως πολλές, μικρές και βελτιστοποιημένες συσκευές –οι οποίες μάλιστα απαιτούνται από το γενικότερο περιβάλλον του Διάχυτου Υπολογισμού- υποστηρίζουν διάφορες ομάδες χρηστών αλλά και τους σκοπούς αυτών. Άρα, αντί να υπάρχει ένας χρήστης με ένα υπολογιστή, τώρα υπάρχει ένας χρήστης με πολλούς υπολογιστές/συσκευές οι οποίες θα είναι σε θέση να εκτελέσουν μια υπολογιστική διεργασία αλλά κάθε φορά θα υπάρχει μια συγκεκριμένη συσκευή η οποία θα είναι βελτιστοποιημένη για τη διεργασία αυτή. Παρόλα αυτά, υπάρχουν κάποια προβλήματα διαχείρισης όσον αφορά τη διαφορετικότητα των συσκευών και των χαρακτηριστικών τους και πιο συγκεκριμένα 1) στην εισαγωγή δεδομένων, 2) στην εξαγωγή πληροφοριών και 3) στα πρωτόκολλα με τα οποία θα επικοινωνούν οι συσκευές μεταξύ τους.



Εικόνα 1: Η διαφοροποίηση μεταξύ χρηστών και συσκευών ανά 5ετία [17]

Συνδεσιμότητα: με τον όρο «Συνδεσιμότητα» εννοείται πως υπάρχουν κάποιες “αόρατες” συνδέσεις που συνδέονται έμμεσα με τις διάφορες συσκευές, χρησιμοποιώντας για το σκοπό αυτό κάποια πρότυπα όπως UMTS, Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee κλπ. Όπως λέει και ο Lou Gerstner (IBM CEO) «το λογισμικό του

καθενός, να τρέχει στο υλικό του καθενός μέσω του δικτύου καθενός»^[25]. Για την ανταλλαγή πληροφοριών και «γνώσεων» μεταξύ των συσκευών/υλικών γίνεται χρήση της XML και για την ανταλλαγή εφαρμογών και της κατάστασης αυτών μεταξύ των συσκευών γίνεται χρήση γλωσσών προγραμματισμού όπως η Java.

Απλότητα: με τον όρο «Απλότητα» εννοείται πως διαφορετικές συσκευές που εκτελούν τις λειτουργίες τους με βέλτιστο τρόπο θα είναι διαθέσιμες όποτε ο χρήστης τις χρειαστεί και θα είναι εύκολες στη χρήση. Βέβαια, για να γίνει αυτό χρειάζονται αρκετά πολύπλοκες διεργασίες, οι οποίες όμως θα είναι «κρυμμένες» πίσω από αρκετά απλές διεπαφές όπως φωνητικές εντολές, χειρονομίες ή ένα απλό κλικ.

1.4 Σχετιζόμενες περιοχές με το Διάχυτο Υπολογισμό

Λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές που διέπουν το Διάχυτο Υπολογισμό μπορούμε να εντοπίσουμε το πλαίσιο εφαρμογών του σε πολλές περιοχές, που αφορούν είτε επιστημονικούς σκοπούς είτε την καθημερινότητα των απλών χρηστών. Τα βασικότερα από αυτά είναι τα εξής:

Wearable Computing: με τον όρο «Wearable Computing» εννοείται η μελέτη ή εφαρμογή, επινόηση, σχεδιασμός, κατασκευή ή χρήση μικρογραφιών υπολογιστικών συσκευών ή αισθητήρων που μπορούν να προσαρμοστούν στο ανθρώπινο σώμα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή αυτών των συσκευών/αισθητήρων πάνω στα ρούχα ή μπορεί τα ίδια τα ρούχα να είναι τέτοιες συσκευές. Αυτά τα ενδύματα μπορούν αλλιώς να χαρακτηριστούν και ως «ευφυή ενδύματα». Ωστόσο, το πεδίο του Wearable Computing, μπορεί να επεκταθεί και πέραν των «ευφών ενδυμάτων» έτσι ώστε να περιλαμβάνει κάθε είδους τεχνολογία που είναι πάνω ή μέσα στο σώμα όπως εμφυτεύσιμες συσκευές αλλά και portable συσκευές όπως τα smartphones.

Ευφυή Περιβάλλοντα: με τον όρο «Ευφυή Περιβάλλοντα» εννοούνται κάποιοι χώροι (περιβάλλοντα) οι οποίοι περιέχουν διάφορα συστήματα υπολογιστών και επικοινωνίας προκειμένου να δημιουργηθούν κάποιοι διαδραστικοί χώροι οι οποίοι θα έχουν ως στόχο να επαυξήσουν τη συνολική εμπειρία των ανθρώπων που αλληλοεπιδρούν με αυτά. Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν ως κύριο στόχο όχι μόνο να καταστήσουν τους υπολογιστές φιλικούς προς το χρήστη αλλά και να τους κάνουν ουσιαστικά «αόρατους».

Εναλλακτικά, ένα ευφύες περιβάλλον μπορεί να περιγράψει ως ένα περιβάλλον μέσα στο οποίο οι διάφορες τεχνολογίες πληροφοριών, επικοινωνιών, αισθητήρων κοκ. γίνονται «αόρατες» καθώς ενσωματώνονται μέσα στο ίδιο το περιβάλλον (φυσικά αντικείμενα, υποδομές, εργασία των ατόμων, καθημερινότητα κλπ.). Κύριος σκοπός είναι να μπορούν οι υπολογιστές να λαμβάνουν μέρος στις διάφορες δραστηριότητες των χρηστών και να αλληλοεπιδρούν με αυτούς μέσω απλών διεπαφών όπως διάφορες

κινήσεις, χειρονομίες, η ίδια η φωνή του χρήστη κλπ.

Calm Computing: το «Calm Computing» ή αλλιώς «Calm Technology» είναι ο τύπος της τεχνολογίας όπου η αλληλεπίδραση μεταξύ υπολογιστή και χρήστη είναι σχεδιασμένη να μην είναι στο κέντρο της προσοχής του χρήστη αλλά «γύρω» του. Όταν χρειαστεί να γίνει κάποια ενημέρωση προς τον χρήστη τότε αυτό γίνεται αλλάζοντας την προσοχή του σταδιακά και ομαλά, σε διαφορετική περίπτωση η λειτουργία της παραμένει σιωπηλή και στην περιφέρεια του χρήστη. Ο Mark Weiser και ο John Seely περιγράφουν το Calm Computing ως «εκείνο που ενημερώνει αλλά δεν απαιτεί την εστίαση ή την προσοχή του χρήστη».

Μπορούμε να πούμε πως η χρήση του Calm Computing σε συνδυασμό με την παρούσα υπολογιστική τεχνολογία είναι ένας τρόπος για να ελαχιστοποιηθεί η αίσθηση διεισδυτικότητας των υπολογιστών στην καθημερινή ζωή [26].

1.5 Ανησυχίες και προβληματισμοί σχετικά με το Διάχυτο Υπολογισμό

Το μεγαλύτερο ζήτημα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι ερευνητές του Διάχυτου Υπολογισμού είναι αυτό της προστασίας των προσωπικών δεδομένων του χρήστη. Θεωρείται ως ένα αρκετά σοβαρό ζήτημα και μπορεί να αποδειχθεί το μεγαλύτερο εμπόδιο της μακροπρόθεσμης επιτυχίας του Διάχυτου Υπολογισμού. Όπως αναφέρουν οι Linda Little και Pam Briggs στο άρθρο τους «Privacy Factors for Successful Ubiquitous Computing», που δημοσιεύτηκε στο International Journal of E-Business Research, *«αυτά είναι τα είδη των αρχών προστασίας της ιδιωτικής ζωής που έχουν καθιερωθεί από τη βιομηχανία – όμως κατά τα τελευταία δύο χρόνια προσπαθούμε να καταλάβουμε αν όντως οι αρχές αυτές αντανakλούν τις πραγματικές ανησυχίες των απλών πολιτών. Μερικά από τα βασικά ερωτήματα που χρήζουν απάντησης είναι: ποιες είναι οι ανησυχίες-κλειδιά που αφορούν τη διαχείριση της ιδιωτικότητας σε ένα διάχυτο πλαίσιο; Μήπως αυτές οι ανησυχίες ποικίλουν σε συνάρτηση με το εκάστοτε πλαίσιο χρηστών; Έχουν οι χρήστες αρκετή εμπιστοσύνη στις διαδικασίες διαχείρισης ούτως ώστε να εμπιστευθούν με την ίδια διαδικασία διαχείρισης την ιδιωτικότητά τους ζωής;»*. Προκειμένου λοιπόν να απαντηθούν αυτά τα καίρια ερωτήματα, υπάρχει ανάγκη για μια μακροπρόθεσμη οπτική η οποία θα βοηθήσει όχι μόνο στη λήψη σημαντικών αποφάσεων πολιτικής αλλά και θα βοηθήσει στον εντοπισμό και άλλων μακροπρόθεσμων προβλημάτων σχετιζόμενα με το άμεσο περιβάλλον του Διάχυτου Υπολογισμού. Έτσι, θα μειωθεί η γενικότερη αβεβαιότητα που επικρατεί και θα βοηθήσει στη λήψη καίριων αποφάσεων τόσο από τους φορείς χάραξης πολιτικής όσο και όσων εμπλέκονται άμεσα στην ανάπτυξη συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού [3].

1.6 Ο Διάχυτος Υπολογισμός στις Μέρες μας, Internet of Things

1.6.1 Τι είναι το Internet of Things

Ως Internet of Things μπορεί να θεωρηθεί ένα δίκτυο φυσικών αντικειμένων (Things) τα οποία ενσωματώνουν διάφορα ηλεκτρονικά συστήματα, έχουν αισθητήρες, ξεχωριστό λογισμικό, μπορούν να συνδεθούν σε τοπικά δίκτυα αλλά και στο Διαδίκτυο κλπ. [27] Τα «αντικείμενα» αυτά έχουν ως κύρια λειτουργία τη συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων που αφορούν την καθημερινότητα του χρήστη, τις συνήθειες του, κάποιες ιδιαίτερες και μη ανάγκες του κλπ. Φυσικά ο χρήστης έχει τη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου των συσκευών αυτών προκειμένου να τις προσαρμόσει πλήρως στις δικές του ανάγκες και κάθε συσκευή θεωρείται μοναδική μέσα σε αυτό το δίκτυο λειτουργίας. Ειδικοί εκτιμούν πως το Internet of Things γενικότερα θα αποτελείται 50 δισεκατομμύρια «αντικείμενα», έως το 2020.

1.6.2 Περιοχές Εφαρμογής του Internet of Things

Το Internet of Things, σε συνδυασμό με τη ραγδαία άνοδο της τεχνολογίας, μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς. Πρόκειται για συνεργασία τύπου: μηχανή προς μηχανή. Επιφανειακά, διαφέρει με το Διάχυτο Υπολογισμό ο οποίος χαρακτηρίζεται από διεπαφές ανθρώπου – μηχανής όμως μπορεί να επεκτείνει τις δυνατότητες του Διάχυτου Υπολογισμού (ακριβώς όπως μια αλυσίδα). Για παράδειγμα, στην παρούσα πτυχιακή θα μπορούσαμε να σχεδιάσουμε μόνο μια εφαρμογή η οποία να προσφέρει μια σειρά από ειδοποιήσεις στο χρήστη χωρίς να χρειάζεται να αλληλοεπιδράσει σημαντικά ο ίδιος (Διάχυτος Υπολογισμός). Σε συνδυασμό όμως με τον RFID reader (IoT), μας δίνει τη δυνατότητα να προσθέσουμε και άλλες λειτουργίες και μας παρέχει πολύ περισσότερες επιλογές οι οποίες βοηθούν περισσότερο τον τελικό χρήστη. Πέρα από αυτό το παράδειγμα, το IoT χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς, εμπορικούς και μη, όπως:

Στο χώρο των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης και σε συνδυασμό με ένα άλλο τομέα πληροφόρησης, αυτόν του Data Analysis. Επίσης, στην παρακολούθηση του περιβάλλοντος (ποιότητα νερού, επίπεδα ατμοσφαιρικής μόλυνσης, αλλαγές στη χλωρίδα και την πανίδα) με τη χρήση ειδικών αισθητήρων, στον επιχειρηματικό κλάδο προκειμένου να επιτευχθεί ο αποτελεσματικότερος έλεγχος της γραμμής παραγωγής (γρηγορότερη παραγωγή νέων προϊόντων, βελτίωση των ήδη υπάρχοντων, βελτίωση των δικτύων επικοινωνίας μεταξύ των εργαζομένων κλπ.) αλλά και στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς οι διάφορες συσκευές θα μπορούν να επικοινωνούν με τις εταιρείες παραγωγής ενέργειας ούτως ώστε να υπάρχει

ισορροπία στην παραγωγή ενέργειας ανάλογα με την εκάστοτε χρήση. Βέβαια, το Internet of Things, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλους τομείς όπως στην ιατροφαρμακευτική περίθαλψη (παρακολούθηση με αισθητήρες διαφόρων παραμέτρων που αφορούν την υγεία του ασθενούς), την αυτοματοποίηση σπιτιών (το σπίτι θα είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες που θα μπορούν να ελέγχουν και να μεταβάλλουν τη θερμοκρασία του σπιτιού, θα ελέγχουν τους λαμπτήρες ανάλογα με το ηλιακό φως κλπ.) αλλά και στον τομέα των μεταφορών όπου κατάλληλοι αισθητήρες, συσκευές και λογισμικό θα επιτρέπουν μια «έξυπνη» επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων, αποτελεσματικότερο έλεγχο της κυκλοφορίας, βελτίωση των προβλημάτων στάθμευσης σε μεγάλα αστικά κέντρα, αλλαγή του συστήματος είσπραξης διοδίων αλλά και το πιο σημαντικό βελτίωση της ασφάλειας των πεζών αλλά και της οδικής ασφάλειας.

Εν κατακλείδι, τεχνολογικά, έχουμε φτάσει σε ένα σημείο να μπορούμε να αναπτύξουμε συστήματα τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν σε ευρεία κλίμακα και σε όλο τον κόσμο και που περιέχουν πληροφορίες για το κάθε άτομο (δεδομένα που σχετίζονται με την υγεία του, τάσεις αγοράς, προτιμήσεις, συνήθειες κλπ.). Ωστόσο, υπάρχουν κάποια πολύ σημαντικά ερωτήματα τα οποία μέχρι στιγμής παραμένουν αναπάντητα. Που βρίσκονται τα όρια αυτής τεχνολογίας; Πόσο μπορούμε να εμπιστευθούμε κάποιους ανθρώπους που καλούνται να διαχειριστούν αυτά τα δεδομένα; Το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα δεν είναι πια η έλλειψη γνώσης αλλά η ορθή εφαρμογή αυτής με σκοπό το κοινωνικό καλό.

[27]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ TAGGING

2.1 Τι είναι το tag

Γενικά, ένα tag μπορεί να είναι μια τυπογραφημένη εικόνα πάνω σε φυσικό αντικείμενο ή ένα microchip, ανάλογα την τεχνολογία και τη μέθοδο tagging που χρησιμοποιούμε. Τα tags «περιέχουν» πληροφορίες οι οποίες για κάποιο λόγο δε θέλουμε να είναι διαθέσιμες δημόσια αλλά διαθέσιμες μόνο στα άτομα που έχουν τα τεχνολογικά μέσα να «διαβάσουν» τα tags ή για λόγους εργονομίας σε κάποιες άλλες περιπτώσεις (για παράδειγμα σε μια συσκευασία σοκολάτας δεν υπάρχει αρκετός χώρος για να γραφούν τα πλήρη στοιχεία της εταιρίας αλλά είναι όλα «μέσα» σε ένα qr code). Υπάρχουν αρκετά είδη tagging, τα κυριότερα από αυτά είναι τα barcodes, τα QR codes και τα RFIDs.

2.2 Barcodes

2.2.1 Τι είναι τα Barcodes

Τα barcodes είναι αναπαραστάσεις δεδομένων οι οποίες αφορούν τα αντικείμενα πάνω στα οποία βρίσκονται. Ένα barcode είναι οπτικά αναγνώσιμο από κατάλληλη συσκευή, η οποία το αναλύει «φωτογραφίζοντάς» το και με αυτό τον τρόπο αποκτά πρόσβαση στην πληροφορία που αναπαριστά. Αρχικά, τα barcodes ήταν μονοδιάστατα και αποτελούνταν από παράλληλες γραμμές διαφόρων αποστάσεων μεταξύ τους και διαφορετικού ύψους η κάθε γραμμή. Στη συνέχεια, εξελίχθηκαν σε δισδιάστατα χρησιμοποιώντας τελείες, εξάγωνα και διάφορα άλλα γεωμετρικά σχήματα.



Εικόνα 2: Παράδειγμα ενός δισδιάστατου barcode [7]

Τα barcodes οφείλουν τη μεγάλη τους επιτυχία, κυρίως, όταν άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρέως στα ταμεία των super markets με σκοπό την, εν μέρη, αυτοματοποίησή τους. Γενικά, η χρήση τους έχει εξαπλωθεί σε διάφορες άλλες εργασίες αυτόματης αναγνώρισης και συλλογής δεδομένων (Automatic Identification and Data Capture, AIDC). Η πρώτη χρήση των barcodes στον εμπορικό τομέα ήταν πάνω σε ένα κουτί με τσίχλες της εταιρίας Wrigley τον Ιούνιο του 1974.

2.2.2 Χρήση των Barcodes

- Στον εμπορικό τομέα, όλα τα αντικείμενα όπως τρόφιμα (εκτός από τα φρέσκα τρόφιμα σε κάποιες περιπτώσεις), είδη ρουχισμού, ηλεκτρονικά είδη κλπ. διαθέτουν barcode tags. Αυτό βοηθά κυρίως στην καταγραφή και τον εντοπισμό των αντικειμένων, ειδικά όταν μιλάμε για μεγάλα πολυκαταστήματα με τεράστιες αποθήκες, αλλά και στη μείωση των κλοπών μέσα στα καταστήματα (αν και σε κάποιες περιπτώσεις οι ληστές τυπώνουν δικά τους barcodes με αποτέλεσμα να μη μπορούν να εντοπιστούν από τους barcode readers). Ακόμα, μεγάλες αλυσίδες πολυκαταστημάτων εκδίδουν κάρτες με barcodes στους πελάτες-μέλη τους με σκοπό να εξακριβώσουν τον αριθμό πελατών τους με μειωμένη απόκλιση αλλά και για να μπορούν να εφαρμόσουν στοχευμένο marketing ανάλογα με τις αγοραστικές συνήθειες του κάθε πελάτη-μέλους.

- Στον τομέα της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, τα barcodes χρησιμοποιούνται σχετικά με την ταυτοποίηση των ασθενών αλλά και για να υπάρχει εύκολη και άμεση πρόσβαση σε δεδομένα που αφορούν τον ίδιο τον ασθενή όπως ιατρικό ιστορικό, προηγούμενες ή παροντικές νοσηλείες, φαρμακευτικές αγωγές κλπ. Επίσης, βοηθά στο να βρίσκονται όλα τα στοιχεία και τα δεδομένα συγκεντρωμένα χωρίς να χρειάζονται έγγραφα (με πιθανότητα να χαθούν ή να καταστραφούν) και στο να περιορίζονται φαινόμενα γραφειοκρατίας.



Εικόνα 3: Βραχιολάκι ασθενούς με ενσωματωμένο barcode [7]

- Επίσης χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση διάφορων αντικειμένων αλλά και ανθρώπων, αυτοκινήτων προς ενοικίαση, αποσκευών από ταξιδιωτικές εταιρίες, πυρηνικών αποβλήτων, δεμάτων που αποστέλλονται με μεταφορικές/ταχυδρομικές εταιρίες ούτως ώστε ο αποστολέας ή ο παραλήπτης να μπορούν να βλέπουν σε ποιο σημείο βρίσκονται κλπ. Στις μέρες μας, barcodes χρησιμοποιούνται σε όλα τα εισιτήρια που αφορούν κινηματογράφους, θέατρα, αθλητικούς ή εκθεσιακούς χώρους προκειμένου οι διευθύνοντες να μπορούν να εντοπίζουν καλύτερα πλαστά εισιτήρια.



Εικόνα 4: Παράδειγμα barcode σε πακέτο που προορίζεται για αποστολή

2.2.3 Barcode Readers

Οι barcode readers (ή αλλιώς barcode scanners) μπορούν να διαχωρισθούν σε τρεις γενικές κατηγορίες:

Ο παλαιότερος (αλλά και πιο φθηνός) τύπος barcode reader είναι ο RS-232 barcode scanner, ο οποίος όμως απαιτεί ειδικό προγραμματισμό προκειμένου να μπορέσει να μεταφέρει την πληροφορία του barcode σε κατάλληλο πρόγραμμα σε ένα υπολογιστή.



Εικόνα 5: Παράδειγμα handheld barcode scanner [37]

Οι «keyboard interface» readers, οι οποίοι συνδέονται στον υπολογιστή μέσω μιας PS/2 θύρας. Μπορούν να στείλουν πληροφορίες σαν να είχαν δακτυλογραφηθεί από ένα τυπικό πληκτρολόγιο.

Οι usb barcodes scanners, οι οποίοι μπορούν εύκολα να συνδεθούν σε ένα υπολογιστή μέσω μιας θύρας usb και δε χρειάζονται προγραμματισμό προκειμένου να μεταφέρουν τις πληροφορίες του barcode στον υπολογιστή. Ειδικά σε υπολογιστές που χρησιμοποιούν Windows OS μπορούν να συμπεριφερθούν, αυτόματα, σαν ένα κοινό πληκτρολόγιο.



Εικόνα 6: Παράδειγμα ενός usb barcode scanner

2.2.4 Προτερήματα των barcodes

Ειδικά στον τομέα των επιχειρήσεων, τα barcodes εμφανίζουν πολλά προτερήματα. Μπορούν να παράσχουν στις εταιρείες συνεχείς πληροφορίες που με τη σειρά τους μπορούν να οδηγήσουν σε πιο γρήγορες αποφάσεις με αρκετά μικρό βαθμό αποτυχίας. Αυτό συμβαίνει γιατί διάφορα προϊόντα γρήγορης πώλησης μπορούν γρήγορα να εντοπιστούν και να τεθούν γρήγορα ξανά σε παραγωγή. Προϊόντα αργών πωλήσεων μπορούν επίσης να εντοπιστούν και έτσι να αποτραπεί ενδεχόμενη συσσώρευση στην αποθήκη. Μπορεί να γίνει καταγραφή και αποθήκευση παλαιότερων δεδομένων και έτσι να μπορεί να γίνει πρόβλεψη

και καθορισμός των μελλοντικών αποφάσεων της εταιρίας.

Ακόμη, τα barcodes μπορούν να αποδειχθούν αρκετά σημαντικά και όσον αφορά τις μεταφορές προϊόντων. Αυτό συμβαίνει για τον παρακάτω λόγο:

Όταν μια εταιρεία προ ορίζει ένα φορτίο για αποστολή, του «δίνουν» ένα μοναδικό αριθμό ταυτοποίησης (Unique Identifying Number, UID). Αυτός ο αριθμός έχει αντίκρισμα σε μια βάση δεδομένων και περιέχει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες για το φορτίο, όπως το είδος του φορτίου, αποστολέας, παραλήπτης, προορισμός κλπ. Αυτές οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες μέσω ενός συστήματος επικοινωνίας (Electronic Data Interchange, EDI) οπότε ο αποστολέας μπορεί να ελέγχει την εξέλιξη της αποστολής του φορτίου. Όταν το φορτίο φτάσει στον προορισμό του, ενημερώνεται εκ νέου η βάση δεδομένων προκειμένου ο αποστολέας να γνωρίζει πως το φορτίο έφτασε στον τελικό προορισμό.

Αλλά ακόμη και οι barcodes readers είναι εξαιρετικά χαμηλού κόστους αλλά και εξαιρετικά ακριβείς με μόλις 1 πιθανότητα λάθους σε 15.000-36.000.000.000.000 χαρακτήρες. Βέβαια, η ακριβής πιθανότητα λάθους εξαρτάται από τον τύπο του barcode.

2.3 QR Codes

2.3.1 Τι είναι τα QR Codes

Τα QR Codes (Quick Response Codes) αποτελούν ένα τύπο barcode δύο διαστάσεων. Ένα QR code χρησιμοποιεί μια προκαθορισμένη κωδικοποίηση τουλάχιστον τεσσάρων σημείων (αριθμητικό, αλφαριθμητικό, δυαδικό και kanji) για την αποθήκευση της πληροφορίας, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κάποια extensions. Αποτελείται από μαύρα τετράγωνα (σε μέγεθος κουκίδας) διατεταγμένα σε τετράγωνο λευκό φόντο και μπορεί να διαβαστεί από κάθε συσκευή που διαθέτει κάμερα ή κάποιο κατάλληλο σαρωτή. Μπορεί να διαβαστεί με τη βοήθεια της μεθόδου Reed-Solomon έως ότου καταστεί δυνατό να ερμηνευτεί η εικόνα κατάλληλα. Στη συνέχεια, η πληροφορία προκύπτει από πρότυπα τα οποία βρίσκονται σε οριζόντια και κάθετα σημεία της εικόνας. Επίσης, η πυκνότητα, των τετράγωνων κουκίδων εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος της πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη. Μπορούμε να πούμε πως τα QR codes εδραιώθηκαν γρήγορα στην αγορά λόγω του γεγονότος ότι οι readers μπορούσαν να τα αναγνώσουν ταχύτατα και γιατί μπορούσαν να αποθηκεύσουν μεγαλύτερο μέγεθος πληροφορίας απ' ό,τι το συνηθισμένο πρότυπο UPC barcode. Βρήκε πρόσφορο έδαφος σε εφαρμογές όπως παρακολούθηση προϊόντων, αναγνώριση αντικειμένων, διαχείριση εγγραφών, στον εμπορικό και επιχειρηματικό κλάδο κλπ.



Εικόνα 7: Παράδειγμα ενός τυπικού QR code [9]

2.3.2 Χρήσεις των QR Codes

Μεταξύ άλλων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε λειτουργικά συστήματα κινητών τηλεφώνων. Οι συσκευές αυτές υποστηρίζουν ανακατευθύνσεις διευθύνσεων URL, επομένως «σκανάροντας» ένα QR code με μια κατάλληλη εφαρμογή σε ένα κινητό τηλέφωνο πραγματοποιείται ανακατεύθυνση σε κάποια ιστοσελίδα. Επίσης, αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται και σε εικονικά καταστήματα και υποστηρίζεται από πολυεθνικές εταιρείες όπως η Walmart και η Procter & Gamble.

Τα QR codes μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση πληροφοριών πιστωτικών καρτών ή στοιχείων τραπεζικών λογαριασμών αλλά μπορούν να παράσχουν και μια αρκετά ασφαλή μέθοδο πληρωμών.

Το ποσό της πληρωμής «φτάνει» στον πελάτη στη μορφή ενός QR code που έχει δημιουργηθεί ειδικά για το σκοπό αυτό και είναι μοναδικός. Μια ειδική εφαρμογή σκανάρει το QR code και στη συνέχεια ζητά από τον πελάτη να εισάγει τα στοιχεία της κάρτας του ή του τραπεζικού λογαριασμού. Έτσι ολοκληρώνεται η συναλλαγή. Με παρόμοια λογική, τα QR codes μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μπορέσει κάποιος χρήστης να συνδεθεί σε ένα website. Για να γίνει διασταύρωση στοιχείων, ο χρήστης σκανάρει το QR code με το κινητό του και μόλις γίνει διασταύρωση στοιχείων τότε συνδέεται στον προσωπικό του λογαριασμό στη συγκεκριμένη ιστοσελίδα.

Τέλος, τα QR codes χρησιμοποιούνται σε ένα ακόμα τομέα ασφάλειας, αυτό της κρυπτογράφησης δεδομένων. Η πληροφορία αποθηκεύεται μέσα σε ένα QR code και στη συνέχεια, με τη χρήση κατάλληλης εφαρμογής, μπορεί να κρυπτογραφηθεί εκ νέου (το QR code) καθιστώντας έτσι αρκετά δύσκολη την υποκλοπή των πληροφοριών.

2.3.3 Προβληματισμοί κατά τη χρήση των QR CODES

Είδαμε πως τα QR codes, γενικά, μπορούν να μεταφέρουν σχετικά μεγάλο όγκο πληροφορίας αλλά και ότι είναι πολύ εύκολο να μπορέσει κάποιος να τα διαβάσει, αφού οι readers μπορούν να είναι μέχρι και απλά κινητά τηλέφωνα. Παρόλα αυτά έχουν μία πολύ σημαντική ευπάθεια. Τα κοινά QR codes μπορούν να μεταφέρουν μόνο πληροφορία η οποία συνήθως είναι κάποιο url και το οποίο οδηγεί στην απαιτούμενη πληροφορία που θέλει ο χρήστης. Αυτά τα url μπορεί να έχουν «μέσα» τους κομμάτια κακόβουλου κώδικα JavaScript, ο οποίος σε συνδυασμό με τον ίδιο το reader ή το browser του κινητού τηλεφώνου να θέσουν σε κίνδυνο τα προσωπικά δεδομένα του χρήστη. Και επειδή μια τυπική εφαρμογή QR code reader ζητά πρόσβαση σε σημεία όπως η κάμερα του τηλεφώνου, το GPS, το ιστορικό του browser, τα δεδομένα που ίσως υποκλαπούν ενδέχεται να είναι πολύ περισσότερα από αυτά που περιέχει μόνο το QR code.

2.4 Η Τεχνολογία RFID

Τα RFID είναι μια άλλη τεχνολογία tagging, η οποία χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές του διάχυτου υπολογισμού. Η τεχνολογία RFID δημιουργήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '20 αλλά έγινε ευρέως γνωστή το 1945 όπου χρησιμοποιήθηκε από τους Βρετανούς στο Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ως τρόπος ταυτοποίησης των συμμαχικών οχημάτων και αεροσκαφών. Από τότε μέχρι και σήμερα, έχει παρουσιάσει μεγάλη εξέλιξη και το πλαίσιο των εφαρμογών αυτής της τεχνολογίας έχει εξαπλωθεί σημαντικά. Η τεχνολογία RFID εκμεταλλεύεται τη δυνατότητα της ασύρματης μεταφορά δεδομένων και πληροφοριών και χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Σε αντίθεση με τα barcodes, βλέπουμε πως τα RFID tags δεν απαιτείται να βρίσκονται σε οπτική επαφή με το reader προκειμένου να μεταφερθεί η πληροφορία, αλλά αρκεί να βρίσκονται εντός του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Μπορούν να εμφυτευτούν σε ζώα ή ακόμα και στο ανθρώπινο σώμα ή να τοποθετηθούν σε διάφορα προϊόντα όπως ρούχα ή χαρτονομίσματα. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλούς τομείς όπως οι δημόσιες μεταφορές, οι χρηματικές συναλλαγές, στον τομέα ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, στην παρακολούθηση του περιβάλλοντος και των κλιματικών αλλαγών καθώς και σε διάφορα αθλήματα για την ακριβή καταγραφή των επιδόσεων των αθλητών.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφέρουμε πως κάθε μία από τις προαναφερθέντες τεχνολογίες tagging έχει το σκοπό και τη χρησιμότητά της. Και οι 3 αποτελούν κυρίαρχες τεχνολογίες στο χώρο της διαχείρισης και εντοπισμού μεγάλου αντικειμένων, επομένως έπρεπε να γίνει ειδική μνεία για κάθε μια από αυτές, πριν αναλύσουμε την τεχνολογία RFID.

Για παράδειγμα:

- Τα Barcodes χρησιμοποιούνται από κάθε λογής εταιρία και φορέα, εδώ και δεκαετίες. Τα barcode tags είναι εύκολα προσαρμόσιμα σε οποιοδήποτε προϊόν ή αντικείμενο και χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές παραγωγές, στη μεταφορά εμπορευμάτων, στη ναυτιλία κλπ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση μεγάλου όγκου προϊόντων με ταχύτητα και ακρίβεια, ειδικά όταν είναι ανάγκη, ο όγκος αυτός, να ελέγχεται σε καθημερινή βάση. Παρόλα αυτά, τα barcodes έχουν δύο μεγάλα αρνητικά:

1. Απαιτούν σχετικά μεγάλο κόστος σε εξοπλισμό προκειμένου να μπορούν να σκανάρονται τα barcode tags

2. Αν η εικόνα του barcode tag έχει καταστραφεί σε κάποιο σημείο, τότε η ανάγνωση του tag μπορεί να καθυστερήσει σημαντικά. Αυτό μπορεί εξελιχθεί σε αρκετά σημαντικά πρόβλημα, ειδικά σε μια μεγάλη γραμμή παραγωγής.

- Τα QR Codes, όπως και τα barcodes, είναι αρκετά ευέλικτα και μπορούν να τοποθετηθούν σχεδόν παντού. Το μεγάλο θετικό τους είναι πως δεν απαιτούν ειδικό εξοπλισμό για την ανάγνωση ενός RFID tag (ακόμη και ένα απλό smartphone με την κατάλληλη εφαρμογή μπορεί να διαβάσει RFID tags), ενώ παράλληλα η διαδικασία για την κατασκευή ενός RFID tag είναι πολύ απλή υπόθεση. Επίσης, μπορούν να αποθηκεύσουν μεγαλύτερο όγκο πληροφοριών από ένα απλό Barcode Tag. Έχουν όμως ένα μεγάλο αρνητικό, δεν είναι ακόμη ευρέως αναγνωρίσιμα στο ευρύ κοινό. Μπορεί στην καθημερινότητα μας να συναντάμε σε πολλά σημεία (διαφημιστικές πινακίδες, ετικέτες προϊόντων κλπ.) QR Code tags αλλά ένα μεγάλο μέρος των καταναλωτών και του ευρύ κοινού γενικότερα, δείχνει πως δεν είναι ακόμα εξοικειωμένο με την τεχνολογία αυτή

- Τα RFID tags, ως φαίνεται, αποτελούν την καλύτερη λύση έναντι των δύο προαναφερθέντων τεχνολογιών. Ένα RFID tag μπορεί να εντοπιστεί ασύρματα από το ανάλογο chip, που σημαίνει πως δε χρειάζεται να υπάρχει άμεση οπτική επαφή με το reader του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να βελτιώνεται αρκετά η εξυπηρέτηση πελατών (αν μιλάμε για καταστήματα κλπ.) ή να παρέχονται αυτόματες λύσεις ελέγχου εμπορευμάτων με αποτέλεσμα την καλύτερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση μεγάλου όγκου προϊόντων. Ακόμη, αποτελεί μια εξαιρετικά ανθεκτική τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό οποιοσδήποτε συνθήκες (σε αντίθεση με τα barcodes & qr codes που είναι σχετικά ευαίσθητα). Βέβαια, έχουν και σημαντικά μειονεκτήματα τα οποία δε μπορούν να παραλειφθούν όπως:

1. Υπάρχουν σημαντικά ζητήματα ηθικής και ασφάλειας σχετικά με το ποιος έχει πρόσβαση στις πληροφορίες ενός RFID tag και πως διαχειρίζεται τις πληροφορίες αυτές

2. Απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερο κόστος ανάπτυξης, σε σχέση με τις άλλες δύο

τεχνολογίες

3. Ένα RFID tag μπορεί εύκολα να μολυνθεί με κάποιο ιό, κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε διαρροή ευαίσθητων πληροφοριών προς τρίτα άτομα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID

3.1 Εισαγωγή στην τεχνολογία RFID

Ο όρος RFID (Radio- Frequency Identification) περιγράφει μια ασύρματη τεχνολογία αυτόματης συλλογής δεδομένων. Πρόκειται για ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση της ταυτότητας αντικειμένων/οντοτήτων, μέσω ραδιοσυχνοτήτων. Η τεχνολογία αυτή απαρτίζεται από ένα ζεύγος «συσκευών», τα RFID tags (πομποδέκτες) τα οποία αποτελούνται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα και περιλαμβάνουν κυρίως μια microchip μνήμη, μια κεραία και τους RFID Readers (αναγνώστες), οι οποίοι περιλαμβάνουν μια κεραία και μια μονάδα ελέγχου και ανακτούν δεδομένα από τα RFID tags.

3.2 Ο Reader

Ο Reader αποστέλλει ράδιο - κύματα ενέργειας στο tag και περιμένει την ανταπόκριση του tag. Το tag ανιχνεύει αυτή την ενέργεια και ανταποκρίνεται στέλνοντας πίσω το serial number του και άλλες πιθανές πληροφορίες.

Στα πιο απλά συστήματα η ενεργητική συχνότητα πραγματοποιείται σαν μια εναλλαγή on/off, ενώ στα πιο περίπλοκα συστήματα τα RF σήματα μπορούν να περιλαμβάνουν εντολές, οδηγίες για την ανάγνωση ή εγγραφή μνήμης που διαθέτει το tag, ακόμα και κωδικούς. Συνήθως, οι RFID readers είναι ενεργοποιημένοι, στέλνοντας συνεχόμενα ενέργεια και περιμένοντας την ανταπόκριση από κάποιο tag.

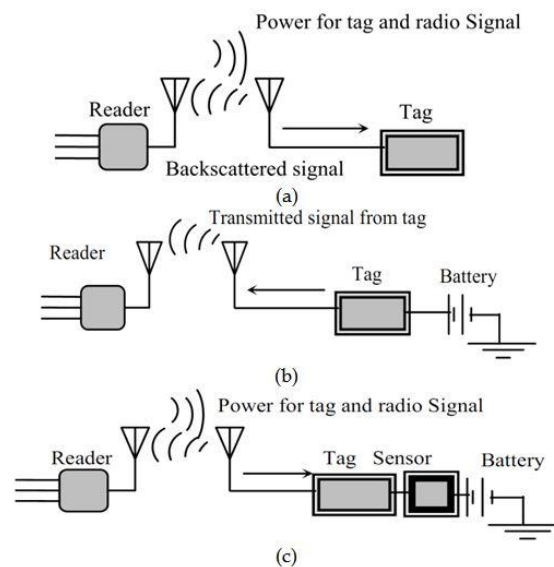
Οι RFID readers μπορεί να έχουν διάφορα μεγέθη. Οι μεγαλύτεροι θα αποτελούνταν από ένα σταθερό υπολογιστή με μια ειδική κάρτα και πολλαπλές κεραίες συνδεδεμένες στην κάρτα μέσα από ένα θωρακισμένο καλώδιο. Ένας τέτοιος Reader θα ήταν συνδεδεμένος σε ένα δίκτυο ώστε να μεταδίδει σε άλλους υπολογιστές τις πληροφορίες που λαμβάνει από τα tags.

3.3 Χαρακτηριστικά της κεραίας

Σύμφωνα με τα IEEE Standard Definitions of terms for Antennas, μια κεραία ορίζεται ως "ένα μέσο για τη λήψη ή την ακτινοβολία ραδιοκυμάτων" (IEEE Std 145- 1993 1993). Με άλλα λόγια είναι συσκευές που επιτρέπουν την μετάδοση ενός σήματος σε κύματα τα οποία με τη σειρά τους διαχέονται στο χώρο και μπορούν να ληφθούν από μια άλλη κεραία.

3.4 Το tag

Το tag ή αλλιώς η ετικέτα είναι το βασικό δομικό συστατικό των RFID. Το tag αποτελείται από ένα microchip πυριτίου το οποίο περιλαμβάνει έναν ράδιο-δέκτη, ένα ράδιο-διαμορφωτή για να στέλνει απάντηση στο reader, ένα control logic, μνήμη, και ένα σύστημα τροφοδότησης. Τα tags περιλαμβάνουν ένα μοναδικό αριθμό ταυτότητας το οποίο ονομάζεται Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (EPC), και άλλες πληροφορίες που μπορεί να ενδιαφέρουν τους κατασκευαστές. Όλες οι πληροφορίες των tags, όπως χαρακτηριστικά του προϊόντος, φυσικές διαστάσεις, τιμές μπορούν να σκαναριστούν ασύρματα από ένα reader σε μεγάλη ταχύτητα από μια απόσταση μερικών μέτρων.



Εικόνα 8: Τρόπος επικοινωνίας Tag – Reader [38]

3.5 Είδη RFID

Το είδος των RFID ουσιαστικά εξαρτάται από το αν οι ετικέτες (Tags) φέρουν δική τους μπαταρία ή τροφοδοτούνται από τον αναγνώστη (Reader). Στην πρώτη περίπτωση μιλάμε για ενεργητικά RFIDs ενώ στη δεύτερη για παθητικά. Καθένα είδος έχει διαφορετικές ιδιότητες, διαφορετικά πεδία εφαρμογής και τρόπο λειτουργίας.

3.5.1 Ενεργητικά RFID tags (Active RFID)

Τα ενεργητικά προϋποθέτουν μια πηγή ενέργειας καθώς είτε συνδέονται σε κάποια υποδομή παροχής ενέργειας είτε τροφοδοτούνται από μπαταρία. Στην δεύτερη περίπτωση, ο χρόνος ζωής της ετικέτας

περιορίζεται από την αποθηκευμένη ενέργεια , αναφορικά με τον αριθμό αναγνώσεων που υφίσταται η συσκευή.

Σαν αποτέλεσμα, οι μπαταρίες καθορίζουν το κόστος, το μέγεθος και το χρόνο ζωής των ενεργητικών RFID. Επιπλέον, τα tags έχουν αόριστη λειτουργική ζωή και είναι αρκετά μικρά ώστε να προσαρμόζονται εύκολα ανάλογα με τις ανάγκες.

Περιγραφή τρόπου λειτουργίας Active RFID

Τα ενεργητικά tags χρησιμοποιούν μπαταρία για όλες τις δραστηριότητες τους, και μπορούν να ενεργοποιήσουν ραδιοκύματα ακόμα και με την έλλειψη RFID Reader. Έχουν χαμηλή απαίτηση σήματος, και μπορούν να φτάσουν εύρος εμβέλειας περισσότερο από 100 m. Η read/write μνήμη τους μπορεί να φτάσει τα 128kb ενώ το κόστος τους κυμαίνεται από \$15 έως \$100, ωστόσο δεν υπάρχει ανάγκη για υψηλά οικονομικά έξοδα για μελλοντική συντήρηση. Το μέγεθος του tag ποικίλει ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής. Τα ενεργητικά RFIDs χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές όπου η συχνότητα μεταφοράς είναι δυναμική.

Παραδείγματα εφαρμογής: Αντιπροσωπείες αυτοκινήτων, απομακρυσμένη παρακολούθηση, διαχείριση περιουσιακών στοιχείων.

Είδη Active RFID

Τα Ενεργητικά RFID tags μπορούν να διακριθούν σε 2 υποκατηγορίες:

- Transponders (Αναμεταδότες)

Τα RFID Transponders επικοινωνούν κυρίως μόνο όταν είναι άμεση η παρουσία σήματος ενός Reader, εξοικονομώντας έτσι τη ζωή της μπαταρίας όταν η ετικέτα βρίσκεται μακριά από το εύρος του Reader. Αυτά χρησιμοποιούνται σε διόδους, έλεγχο οδοφράγματος και σε άλλα συστήματα. Για παράδειγμα, όταν ένα αυτοκίνητο πλησιάσει τα διόδους, ένας reader στο κτίσμα, στέλνει σήμα στο οποίο "ξυπνάει" τον αναμεταδότη στο παρμπρίζ του αυτοκινήτου. Τότε ο αναμεταδότης μεταδίδει το ID του στον Reader. Όταν απομακρυνθεί από τον reader απενεργοποιείται εξοικονομώντας έτσι ενέργεια στην μπαταρία.

- Beacons (Φάροι)

Τα RFID Beacons έχουν ως χαρακτηριστικό την περιοδική επικοινωνία, μετάδοση σήματος για τον προσδιορισμό θέσης, ανά τακτά χρονικά διαστήματα όπως εκείνα είναι προγραμματισμένα και υποβοηθούνται από ένα back-end λογισμικό. Το σήμα αυτό λαμβάνεται από τουλάχιστον τρεις κεραίες reader, οι οποίες είναι τοποθετημένες γύρω από το σημείο του αντικειμένου παρακολούθησης. Αυτός ο

τύπος RFID tag χρησιμοποιείται συχνά σε εφαρμογές εντοπισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο που βρίσκονται συνήθως σε εξωτερικούς χώρους, ναυπηγία ή σε αλυσίδες εφοδιασμού, αλλά κυρίως για τον εντοπισμό θέσης κάποιου περιουσιακού στοιχείου.

3.5.2 Παθητικά RFID tags (Passive RFID)

Σε ένα παθητικό σύστημα RFID, ο reader μεταδίδει ένα διαμορφωμένο σήμα RF στο tag που αποτελείται από μια κεραία και ένα τσιπ ολοκληρωμένου κυκλώματος. Το τσιπ λαμβάνει ισχύ από την κεραία και ανταποκρίνεται στη μεταβολή της εισόδου διαμορφώνοντας έτσι το σήμα.

Τα παθητικά tags είναι τα πιο συνηθισμένα και έχουν το πιο χαμηλό κόστος σε σχέση με τα ενεργητικά. Δεν απαιτούν κάποια πηγή ενέργειας ή μπαταρία, αντίθετα χρησιμοποιούν τα ραδιοκύματα για την λειτουργία τους. Απαιτούν υψηλή ισχύ σήματος και έχουν μικρό εύρος εμβέλειας (ως 3m). Έχουν μικρή χωρητικότητα σε read/write μνήμη (128b) και κοστίζουν \$0.15 ως \$5.00. Υπάρχει επιβάρυνση για μελλοντικά έξοδα, για την συντήρηση των Readers. Χρησιμοποιούνται κυρίως για εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας, βιβλιοθήκες, φαρμακευτικά προϊόντα, διαβατήρια, ηλεκτρονικά δίοδια, κα.

Τα παθητικά RFID tags χωρίζονται σε 3 επιπλέον υποκατηγορίες ανάλογα με την ισχύ τους.

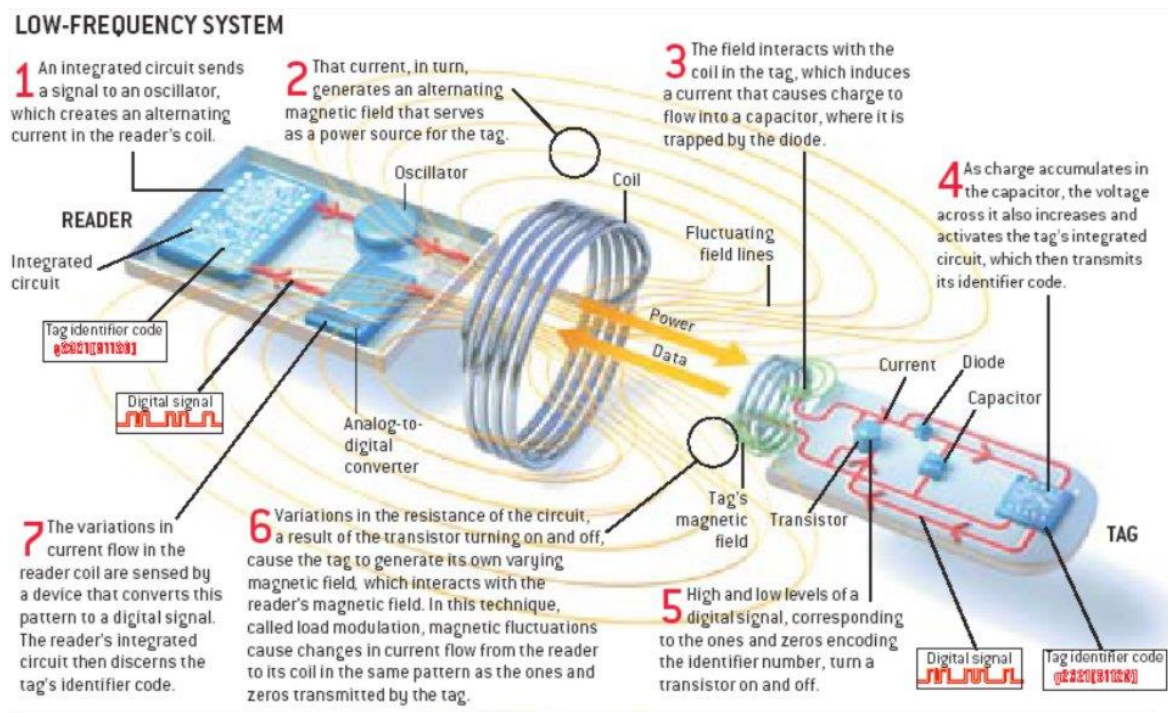
Είδη Passive RFID

Τα Passive RFID μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το εύρος εμβέλειας και την ταχύτητα ανάγνωσης μεταξύ του Reader και του tag.

- Low Frequency (LF: έως 30 εκ.) 125 -134 kHz

Πρόκειται για μικρού εύρους εμβέλειας, ως 30 cm με σχετικά αργή ταχύτητα ανάγνωσης. Ως πλεονέκτημα θα μπορούσε να αναφερθεί ότι είναι σχετικά ανεπηρέαστο από πιθανές παρεμβολές ραδιοκυμάτων.

Συνήθως χρησιμοποιείται για εφαρμογές που περιλαμβάνουν τον έλεγχο πρόσβασης και την παρακολούθηση των ζώων. Τα πρότυπα για τα LF συστήματα παρακολούθησης των ζώων ορίζεται στο πρότυπο ISO 14223, και ISO / IEC 18000 - 2. Το φάσμα LF δεν θεωρείται μια πραγματικά παγκόσμια εφαρμογή, λόγω των μικρών διαφορών στα επίπεδα συχνότητας και ισχύος ανά τον κόσμο.

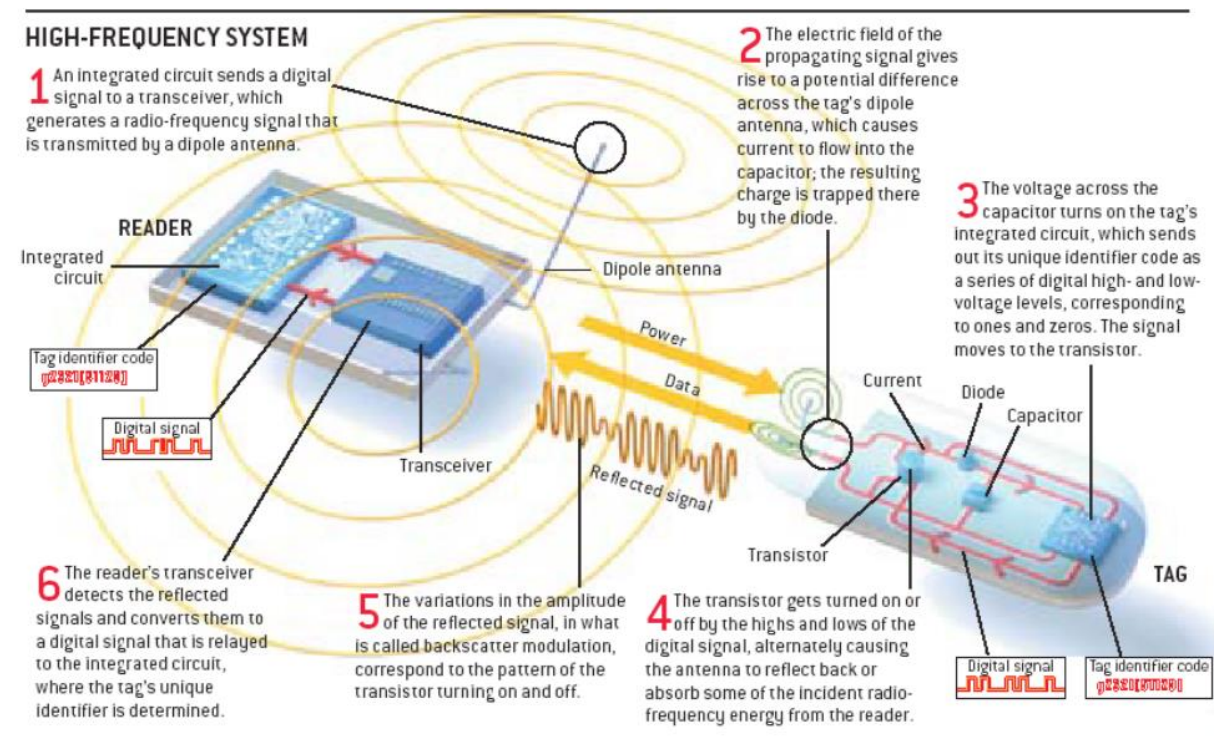


Εικόνα 9: Παράδειγμα ενός low-frequency RFID [39]

- High Frequency (HF: 30 εκ - 1 μ.) 13.56 MHz

Πρόκειται για μεγάλου μήκους εμβέλεια, από 10 cm έως 1m, ωστόσο αυτά τα συστήματα αντιμετωπίζουν μέτρια ευαισθησία σε παρεμβολές. Συνήθως χρησιμοποιούνται για πληρωμές, εισιτήρια, και εφαρμογές μεταφοράς δεδομένων.

Υπάρχουν διάφορα HF RFID standards, όπως το ISO 15693 για την παρακολούθηση αντικειμένων, και το ECMA-340 και ISO/IEC 18092 standards για NFC. Άλλα πρότυπα HF περιλαμβάνουν το πρότυπο ISO / IEC 14443 A και ISO / IEC 14443 τα οποία αποτελούν πρότυπα για την τεχνολογία MIFARE, η οποία χρησιμοποιείται σε έξυπνες κάρτες και το JIS X 6319 έως 4 για FeliCa, το οποίο είναι ένα έξυπνο σύστημα καρτών που χρησιμοποιούνται συνήθως για το ηλεκτρονικό χρήμα.



Εικόνα 10: Παράδειγμα ενός high-frequency RFID [39]

- Ultra-High Frequency (UHF: $1\mu - 7,5\mu$) 856 MHz - 960 MHz

Πρόκειται για τη μεγαλύτερου μήκους εμβέλειας κατηγορία παθητικού RFID, καθώς μπορεί να καλύψει μέχρι και 12m απόσταση, ενώ η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων είναι γρηγορότερη από όλα τα άλλα είδη. Στα αρνητικά συγκαταλέγεται το γεγονός ότι είναι αρκετά ευαίσθητο σε παρεμβολές, ωστόσο κατασκευαστές έχουν βρει τρόπους σχεδίασης ετικετών, κεραιών, και αναγνωστών ώστε να διατηρήσουν υψηλή απόδοση ακόμα και σε δύσκολες καταστάσεις περιβάλλοντος. Η κατασκευή αυτού του είδους ετικετών είναι φθηνότερη συγκριτικά με τις LF και HF ετικέτες, ενώ το εύρος των εφαρμογών που χρησιμοποιείται είναι αρκετά μεγάλο: από τη λιανική διαχείριση των αποθεμάτων, σε φαρμακευτικές δραστηριότητες, για την διαμόρφωση της ασύρματης συσκευής. Το μεγαλύτερο μέρος των νέων έργων RFID χρησιμοποιούν UHF σε αντίθεση με LF ή HF, καθιστώντας το ταχύτερα αναπτυσσόμενο τμήμα της αγοράς RFID. Το UHF RFID καθορίζεται από ένα μοναδικό standard, το EPCglobal Gen2 (ISO 18000-6C) UHF standard.

Περιγραφή τρόπου λειτουργίας PASSIVE RFID

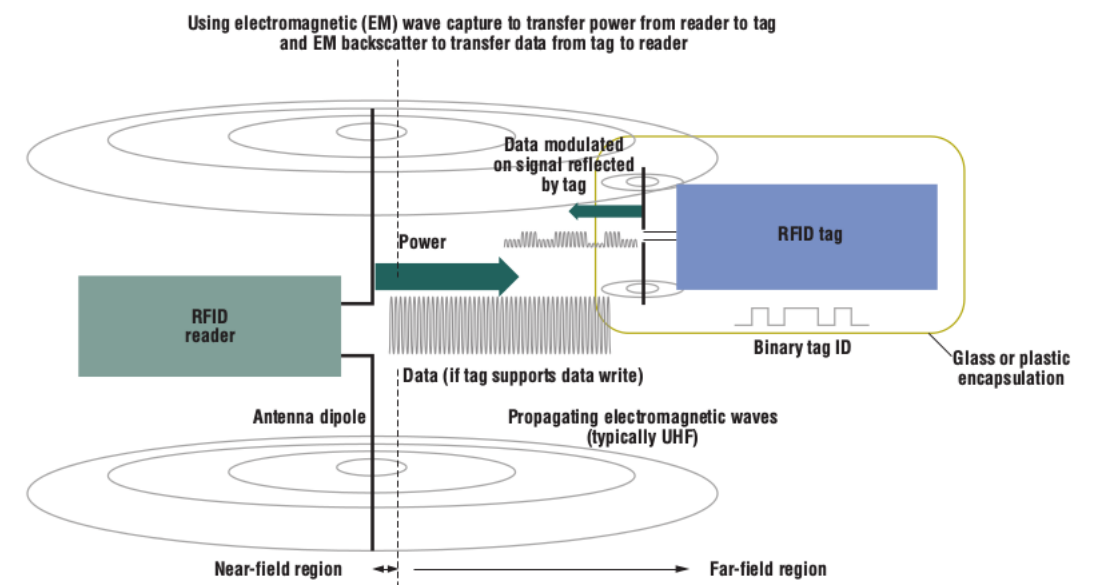
Ένα παθητικό RFID tag αποτελείται από τρία μέρη: Μια κεραία, έναν ημιαγωγό συνδεδεμένο στην κεραία και κάποια μορφή ενθυλάκωσης. Ο reader είναι υπεύθυνος για την επικοινωνία με το tag. Η κεραία

του tag τροφοδοτείται και μεταδίδει το tag ID. Αυτή η διαδικασία εκτελείται από το chip του tag. Η ενθυλάκωση διατηρεί την ακεραιότητα της ετικέτας και προστατεύει την κεραία και το chip από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η ενθυλάκωση μπορεί να είναι είτε ένα μικρό γυάλινο φιαλίδιο, είτε μια στρώση πλαστικού υποστρώματος με συγκολλητικό στη μια πλευρά, ώστε να επιτρέπεται η εύκολη σύνδεση με τα εμπορεύματα.

Οι δυο θεμελιώδεις προσεγγίσεις στο σχεδιασμό RFID για τη μετάδοση ενέργειας από τον Reader στο tag είναι: μαγνητική επαγωγή και ηλεκτρομαγνητική συλλογή κυμάτων.

Πολλοί Readers είναι εξοπλισμένοι με ένα ενδιάμεσο λογισμικό, middleware ώστε να τους επιτρέπεται να αποστέλλουν τα δεδομένα που έχουν λάβει σε ένα άλλο σύστημα, πχ ένα PC. Συγκριτικά με τα tags, οι Readers έχουν μεγαλύτερο μέγεθος είναι ακριβότεροι και χρειάζονται τροφοδότηση.

Στα πιο συνηθισμένα συστήματα, ο reader μεταφέρει ένα χαμηλής ενέργειας ράδιο-σήμα στο tag ώστε να το ενεργοποιήσει. Τότε το tag αποστέλλει επιλεκτικά ενέργεια/δεδομένα στο reader, γνωστοποιώντας την ταυτότητά του και άλλες σχετικές πληροφορίες. Τα περισσότερα tags είναι ενεργά μόνο όταν βρίσκονται εντός της εμβέλειας επικοινωνίας με τον reader. Τον υπόλοιπο χρόνο παραμένουν αδρανή. Οι πληροφορίες από το tag διαβάζονται από τον reader και από αυτόν μπορούν να αποσταλούν σε κάποιον υπολογιστή που διαθέτει τη σχετική βάση δεδομένων. Παρακάτω παρουσιάζονται οι δύο κατηγορίες RFID με βάση το εύρος ανάγνωσης:



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα λειτουργίας passive rfid

- Μικρής εμβέλειας RFID (Near Field RFID)

Η επικοινωνία μεταξύ reader και tag στα Near Field RFID βασίζεται στις αρχές του *Faraday* αναφορικά με την μαγνητική επαγωγή.

Σε αυτή την κατηγορία συγκαταλέγονται κυρίως τα LF και HF Passive RFID.

Ένας αναγνώστης περνά ένα μεγάλο εναλλασσόμενο ρεύμα μέσω μιας σπείρας ανάγνωσης, με αποτέλεσμα ένα εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο στην τοποθεσία του.

Εάν τοποθετηθεί μια ετικέτα που ενσωματώνεται σ' ένα μικρότερο πηνίο σε αυτό το σημείο, μια εναλλασσόμενη τάση θα εμφανιστεί σε αυτό. Εάν η τάση αυτή ρυθμιστεί σε συνδυασμό με έναν πυκνωτή θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει το chip της ετικέτας. Οι ετικέτες που χρησιμοποιούν near-field ζεύξη, στέλνουν δεδομένα στο reader χρησιμοποιώντας *Load Modulation*. Επειδή κάθε ρεύμα που τραβάει από το πηνίο της ετικέτας θα δημιουργήσει το δικό του μικρό μαγνητικό πεδίο, το οποίο θα αντιταχθεί με το πεδίο του αναγνώστη, ο αναγνώστης μπορεί να το ανιχνεύσει αυτό ως μια μικρή αύξηση στο ρεύμα που ρέει μέσα από αυτό. Ενώ το μαγνητικό πεδίο εκτείνεται πέρα από το πρωτεύον πηνίο, ένα δευτερεύον πηνίο μπορεί ακόμα να αποκτήσει ένα μέρος από την ενέργεια σε μια απόσταση, όμοια με του Reader-Tag. Έτσι, αν το ηλεκτρονικό σύστημα του tag εφαρμόζει ένα φορτίο στο πηνίο της δικιάς του κεραίας και αν (αυτό το φορτίο) μπορεί να μεταβληθεί με το πέρασμα του χρόνου, ένα σήμα του μπορεί να κωδικοποιηθεί σαν μικροσκοπικές διακυμάνσεις του μαγνητικού πεδίου αντιπροσωπεύοντας την ταυτότητα της ετικέτας. Ο αναγνώστης μπορεί στη συνέχεια να ανακτήσει αυτό το σήμα παρακολουθώντας τις μεταβολές τάσης ρεύματος μέσω του πηνίου του reader.

Είναι δυνατόν να υπάρξει μια ποικιλία διάφορων κωδικοποιήσεων, ανάλογα με τον αριθμό των bits ταυτοποίησης που απαιτούνται, το ρυθμό μεταφοράς δεδομένων και επιπλέον των απολύσεων bits που τοποθετούνται στον κώδικα προκειμένου να αφαιρεθούν τα σφάλματα που προκύπτουν από το "θόρυβο" μέσα στο κανάλι επικοινωνίας. Η near-field σύζευξη είναι η πιο διαδεδομένη, ωστόσο υπάρχουν φυσικοί περιορισμοί. Το εύρος για το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μαγνητική επαγωγή αντικατοπτρίζεται από τον τύπο $c/2\pi f$, όπου το c είναι μια σταθερά (η ταχύτητα του φωτός) και f η συχνότητα. Οπότε, όσο η συχνότητα των λειτουργιών αυξάνεται, το εύρος, στο οποίο η near-field ζεύξη μπορεί να λειτουργήσει, μειώνεται. Ένας περαιτέρω περιορισμός είναι η διαθέσιμη ενέργεια για την επαγωγή ως συνάρτηση της απόστασης από πηνίο του αναγνώστη. Το μαγνητικό πεδίο πέφτει σε ένα παράγοντα $1/r^3$, όπου r είναι η απόσταση μεταξύ reader και tag, κατά μήκος μιας κεντρικής γραμμής κάθετη προς το επίπεδο του πηνίου. Οπότε όταν οι εφαρμογές απαιτούν περαιτέρω ID bits, ως διάκριση μεταξύ πολλαπλών ετικετών στην ίδια τοποθεσία για να συγκεκριμένο χρόνο ανάγνωσης, καθένα tag απαιτεί μεγαλύτερο ρυθμό δεδομένων και ως εκ τούτου υψηλότερη λειτουργική συχνότητα. Όλα αυτά τα ζητήματα έχουν οδηγήσει στην κατασκευή νέων passive rfid σύμφωνα με το far-field σχεδιασμό.

- Μεγάλης Εμβέλειας RFID (Far Field RFID)

Σε αυτή την κατηγορία συγκαταλέγονται κυρίως τα UHF Passive RFID. Τα Far-Field έχουν μια διπολική κεραία ενσωματωμένη στο reader. Μια μικρότερη διπολική κεραία στο tag λαμβάνει αυτή την ενέργεια, ως μια εναλλασσόμενη διαφορά δυναμικού η οποία εμφανίζεται στα σκέλη του δίπολου.

Μια δίοδος μπορεί να διορθώσει αυτό το δυναμικό και να συνδεθεί με ένα πυκνωτή που θα οδηγήσει σε μια ακριβή συσσώρευση της ενέργειας για να τροφοδοτήσει το tag. Σε αντίθεση με τη near-field επικοινωνία, τα tags είναι αρκετά απομακρυσμένα με αποτέλεσμα να μην μπορεί να μεταβιβαστεί πληροφορία πίσω στο reader με Load Modulation. Αντίθετα, χρησιμοποιείται back scattering τεχνική. Εάν σχεδιαστεί μια κεραία με ακριβείς διαστάσεις, μπορεί να συντονιστεί σε μια ξεχωριστή συχνότητα και να απορροφήσει την περισσότερη ενέργεια η οποία φτάνει σε αυτή τη συχνότητα. Ωστόσο σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποια αναντιστοιχία, το tag θα επιστρέψει στο reader, ο οποίος μπορεί να ανιχνεύσει την ενέργεια. Αλλάζοντας την αντίσταση της κεραίας με την πάροδο του χρόνου, το tag μπορεί να επιστρέψει περισσότερο ή λιγότερο από το λαμβανόμενο σήμα σε ένα μονοπάτι που τελικά κωδικοποιεί την ταυτότητα του tag. Το εύρος των Far-Field οριοθετείται από την ποσότητα της ενέργειας η οποία φτάνει στο tag από το reader, και από το κατά πόσο ευαίσθητος είναι ο ράδιο-δέκτης του reader ώστε να ανταποδώσει το σήμα. Το πραγματικό σήμα που ανταποδίδεται είναι πολύ μικρό, επειδή είναι το αποτέλεσμα 2 παραγόντων εξασθένισης του σήματος. Ο πρώτος επιδρά ως EM κύματα από το reader στο tag, και ο δεύτερος όταν τα κύματα επιστρέφονται πίσω από το tag στο reader. Συνεπώς η επιστρεφόμενη ενέργεια ισούται με $1/r^4$, όπου r είναι η απόσταση μεταξύ tag και reader.

3.5.3 Ημι-παθητικά RFID tags

Ημι-παθητικά RFID tags (Semi-passive RFID) είναι επίσης γνωστά ως battery-assisted παθητικά tags, έχουν μια εγκατεστημένη μπαταρία όπως τα ενεργητικά tags αλλά τροφοδοτούνται από το reader για να μεταδώσουν μηνύματα πίσω στο reader χρησιμοποιώντας μια τεχνική γνωστή ως backscatter. Αυτά τα tags έχουν την αξιοπιστία στην ανάγνωση ενός ενεργητικού tag και το εύρος ανάγνωσης ενός παθητικού tag. Επιπλέον έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τα ενεργητικά tags. Τα ημιπαθητικά tags λόγω της εγκατεστημένης μπαταρίας μέσα στην ετικέτα, έχουν καλύτερη απόδοση στην επικοινωνία, καθώς και ικανοποιητικό εύρος εμβέλειας και πολύ καλή αναγνωσιμότητα. Παρόλο που δεν διαθέτουν ενεργό πομπό μπορούν να διαβαστούν και να γραφούν από αποστάσεις μεγαλύτερες από 100 μέτρα. Χρησιμοποιώντας ενέργεια από μπαταρίες τόσο μικρές όσο αυτές που μπορούν να εντοπιστούν σε ένα ρολόι χειρός, τα semi-passive tags μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση εισόδων από αισθητήρες, ακόμα κι αν τα tags δεν είναι υπό την παρουσία ενός πεδίου ραδιοσυχνότητας. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν

για να ενεργοποιήσουν και να απενεργοποιήσουν απομακρυσμένα αντικείμενα, κάνοντάς τα ιδανικά για εφαρμογές όπως συναγερμοί και θερμοστάτες. Έχουν την ικανότητα να ελέγχουν εξωτερικές εισόδους όπως θερμοκρασία, πίεση, χημικούς ανιχνευτές, βαλβίδες και διακόπτες, ακριβή τοποθεσία αντικειμένων.

3.6 Ασφάλεια & Ιδιωτικότητα (Security & Privacy)

Η αυξανόμενη ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID, έχει δημιουργήσει ένα μεγάλο θέμα συζητήσεων αναφορικά με θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας της τεχνολογίας αυτής. Με τον όρο Ασφάλεια (Security) εννοούμε τη δυνατότητα από τη μεριά του συστήματος να διατηρήσει τις πληροφορίες, που μεταδίδονται μεταξύ tag και reader, ασφαλείς από μη-προοριζόμενους παραλήπτες. Με τον όρο της Ιδιωτικότητας (Privacy) εννοούμε τη δυνατότητα του συστήματος να διατηρήσει τη σημασία των πληροφοριών που μεταδίδονται μεταξύ tag και reader ασφαλείς και μακριά από μη-προοριζόμενους παραλήπτες [11].

Θέματα Ιδιωτικότητας

Οι περισσότερες ανησυχίες σχετικά με τα θέματα ιδιωτικότητας πηγάζουν από το γεγονός ότι τα tags με μοναδικά IDs μπορούν εύκολα να συσχετιστούν με την ατομική ταυτότητα κάποιου. Έτσι ανησυχίες εμφανίζονται αναφορικά με την καταγραφή της συμπεριφοράς ενός ατόμου, μέσω ενός συνόλου ετικετών, όπως για παράδειγμα σε ένα έξυπνο ράφι, θα μπορούσε να καταγραφεί η έλλειψη ενός αντικειμένου αξίας, πράγμα που μπορεί να συνεπάγεται ότι ο κάτοχος του αντικειμένου σκοπεύει να το πωλήσει (καταγραφή δραστηριότητας). Επιπλέον πολλά συμπεράσματα σχετικά με τις καταναλωτικές προτιμήσεις σε είδη προϊόντων ή μάρκες αυτών θα μπορούσαν να καταγραφούν μετά από μια εκτεταμένη συσχέτιση των μοναδικών ID των προϊόντων με τον αγοραστή. Αυτό θα μπορούσε να είναι χρήσιμη πληροφορία στα χέρια των διαφημιστών, επιχειρήσεων κτλ.. Πολύ σημαντικές είναι και οι ανησυχίες που αφορούν στην καταγραφή τοποθεσίας αντικειμένων και κατά συνέπεια ατόμων, καθώς καθένας εξοπλισμένος με ένα κατάλληλο reader θα μπορούσε να εντοπίσει τα στοιχεία αυτά. Αυτό κατά συνέπεια θα μπορούσε να οδηγήσει σε «παρακολούθηση» του ατόμου ενώ παράλληλα θα μπορούσε να τον θέσει σε κίνδυνο ληστείας εφόσον έφερε επάνω του αντικείμενα αξίας. Επιπλέον, η καταγραφή τοποθεσιών κάποιου θα μπορούσε να τον εμπλέξει άδικα σε κάποιο περιστατικό παρανομίας σε περίπτωση που βρισκόταν ο ίδιος ή κάποιο αντικείμενο του σαν αποδεικτικό στοιχείο στον τόπο του εγκλήματος.

Ασφάλεια

Θέματα ασφάλειας που απασχολούν το κοινό της RFID τεχνολογίας σχετίζονται με τις υποκλοπές, δηλαδή την παράνομη εξόρυξη δεδομένων από τα ιδιωτικά tags, με σκοπό την εκμετάλλευση ή τη μίμησή

τους, καθώς επίσης την "πλαστογραφία" των tags (πχ σε ένα κατάστημα μπορούσε κανείς να ανταλλάξει το γνήσιο tag με ένα παρόμοιο πλαστό, με σκοπό να αγοράσει με χαμηλότερη τιμή το προϊόν.

Τρόποι αντιμετώπισης θεμάτων ασφάλειας και ιδιωτικότητας

Όσον αφορά τα μέτρα που έχουν ληφθεί κατά καιρούς για την αντιμετώπιση θεμάτων ασφάλειας και ιδιωτικότητας, υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις τόσο σε τεχνολογικό όσο και σε νομικό επίπεδο.

- Τεχνικές Λύσεις

Έχουν εφαρμοστεί αρκετές προσεγγίσεις ώστε να υπάρχει ασφάλεια στο περιβάλλον δράσης της RFID τεχνολογίας. Κάποιες από αυτές είναι βασισμένες σε αλγορίθμους κρυπτογράφησης, κάποιες σε έξυπνα σχεδιασμένα σχήματα επικοινωνίας, και άλλες επωφελούμενες από τις φυσικές ιδιότητες της επικοινωνίας RFID. Ως πρώτο τεχνολογικό εγχείρημα θα μπορούσαν να αναφερθούν τα "Faraday Cages". Πρόκειται για μια χαμηλού κόστους τεχνολογία η οποία βασίζεται στη δυνατότητα κάποιων μετάλλων να εμποδίζουν τη μετάδοση ραδιοκυμάτων. Έτσι το tag μπορεί να καλύπτεται με ένα πλέγμα τέτοιων μετάλλων όταν δεν προορίζεται για ανάγνωση. Φυσικά αυτό απαιτεί συνειδητή δραστηριότητα από τη μεριά του χρήστη, καλύπτοντας το tag χειροκίνητα. Μια άλλη προσέγγιση για την προστασία της ιδιωτικής ζωής ακολούθησε το Auto-ID Centre σχεδιάζοντας το EPC kill command , σύμφωνα με το οποίο "τα νεκρά tags δε μιλάνε". Εδώ, ως εναλλακτική, τα tags μπορούν επίσης να είναι συνημμένα στην τιμή του προϊόντος και να αφαιρούνται ταυτόχρονα με την πώληση. Όπως αποδεικνύεται τελικά, το EPC kill command δεν είναι πανάκεια, καθώς τα tags πάνω στα προϊόντα μπορούν να φανούν εξαιρετικά χρήσιμα στους αγοραστές ακόμα και μετά την αγορά τους, βοηθώντας τους στην καλύτερη διαχείριση των αντικειμένων τους. Για παράδειγμα, σε ένα έξυπνο πλυντήριο όπου θα μπορούσε μόνο του να ρυθμίζει το πρόγραμμα πλύσης των ρούχων με βάση τις πληροφορίες στις ετικέτες τους, η αφαίρεση των tags θα καθιστούσε το πλυντήριο άχρηστο. Σαν εναλλακτική στο kill command έρχεται το sleep command σύμφωνα με το οποίο το tag μπορεί να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί από το χρήστη κατά βούληση. Ωστόσο, όλη αυτή η διαδικασία μπορεί να παρουσιάσει κενά στην ευχρηστία των tag, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση του πλυντηρίου ο χρήστης θα έπρεπε να ενεργοποιήσει ένα προς ένα τα tags ώστε να μπορέσει να τα βάλει για πλύση. Ένας άλλος τρόπος που προτείνεται και να φαίνεται να είναι πιο βιώσιμος είναι μέσω της κρυπτογράφησης. Ωστόσο δυο βασικά ερωτήματα γεννιούνται και είναι αυτά που εμποδίζουν στη λύση του θέματος της ιδιωτικότητας μέσω κρυπτογράφησης: Αφενός με ποιον τρόπο θα γίνεται η διαχείριση και η κατανομή του κλειδιού και αφετέρου εφόσον με τους απλούς τρόπους κρυπτογράφησης ένα κρυπτογραφημένο Serial Number αποτελεί και πάλι ένα μεταποιημένο μοναδικό Serial Number που μπορεί

να χρησιμοποιηθεί ομοίως, είναι σε θέση να το tag να υποστηρίζει δυναμική κρυπτογράφηση; Εδώ η βασική ένσταση έχει να κάνει με το κόστος. Οι επιχειρήσεις δεν διατίθενται να αγοράσουν tags κόστους 1 cent με 5 cents ώστε να υποστηρίζουν κρυπτογράφηση. Ως απάντηση σε αυτό έχει προταθεί η κρυπτογράφηση να υποστηρίζεται από το reader και να μεταφέρεται το αποτέλεσμα στο tag.

Ένας άλλος ιδιαίτερα ελκυστικός τρόπος ασφάλειας που ξεπερνά την ανάγκη της κρυπτογράφησης, είναι τα "Ψευδώνυμα" (Tag pseudonyms). Η ιδέα είναι να δοθούν σε κάθε tag ένα σετ από ψευδώνυμα p_1, p_2, \dots, p_k και σε κάθε ανάγνωση να αλλάζει το ψευδώνυμο κυκλικά. Μη εγκεκριμένοι readers δεν θα μπορούσαν εύκολα να γνωρίζουν ότι δύο ψευδώνυμα ανήκουν στο ίδιο tag ενώ ο ιδιοκτήτης θα γνωρίζει όλα τα ψευδώνυμα του tag. Επιπλέον, σε μια προσπάθεια συνεχών αναγνώσεων με σκοπό την ανακάλυψη όλων ψευδώνυμων ενός tag, θα μπορούσε να υπάρξει ένας χρονικός περιορισμός μεταξύ των επιτρεπτών αναγνώσεων (πχ 5 λεπτά). Ακόμα, ένας πιστοποιημένος έμπιστος reader θα μπορούσε να ανανεώνει τον serial number του tag. Δίνοντας ένα πολύ μεγάλο χώρο, όπως 96-bit serial number, είναι πολύ δύσκολο να παραχθούν ίδια serial numbers σε δυο tags ταυτόχρονα. Ένας ακόμα μηχανισμός προστασίας είναι τα "Blocker tags". Αυτά λειτουργούν σαν υποστηρικτές στα κανονικά tags καθώς σπαμάρουν μη εγκεκριμένους readers ώστε να μην έχουν πρόσβαση στα δεδομένα των κανονικών, ενώ παράλληλα επιτρέπουν την ανενόχλητη επικοινωνία μεταξύ των κύριων tags και των πιστοποιημένων reader. Όσον αφορά τις λύσεις που επωφελούνται από τον φυσικό τρόπο λειτουργίας των tags, τα Clip tags φαίνονται μια καλή εναλλακτική. Τα clips μπορούν να συνδέονται στο tag με αποτέλεσμα τον περιορισμό του εύρους εμβέλειας της ετικέτας από μερικά μέτρα σε μόλις 2 εκατοστά.

Τέλος, μια ακόμα προσέγγιση η οποία δεν βασίζεται σε λογικά πρωτόκολλα καθόλου, είναι η Antenna-Energy analysis. Αυτή λαμβάνει ως δεδομένο ότι τα κακόβουλα σκάνερ θα είναι σε μεγαλύτερη απόσταση από τα νόμιμα. Όπως μπορεί εύκολα να συμπεραθεί, η απόσταση σαν κριτήριο δεν θα μπορούσε να είναι αξιόπιστο, ωστόσο θα μπορούσε να έχει πολύ θετικά αποτελέσματα σε συνδυασμό με κάποια άλλη προσέγγιση ασφάλειας όπως τα ψευδώνυμα ή τα blocker tags.

- Νομικές λύσεις:

Πέραν από τις τεχνικές προσπάθειες για τη διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων, δεν είναι λίγες οι κινήσεις σε νομικό επίπεδο για τον ίδιο σκοπό. Αναφέρονται ενδεικτικά "the code of Fair Information Practices" ^[28], "Fair Credit and Reporting Act" του 1970 ^[29], "the Organization of Economic Cooperation and Development's "Guidelines on the Protection of Privacy and Transborder Flows of Personal Information" του 1980 ^[30], και "European Union "Directive on the Protection of Individuals" σχετικά με την επεξεργασία και τη διακίνηση προσωπικών δεδομένων του 1995 ^[31]. Πιο συγκεκριμένα αναφορικά με

την τεχνολογία RFID ο Simson Garfinkel έχει εισάγει το "RFID Bill of Rights " ^[32], σύμφωνα με τις οποίες πέντε βασικές απαρχές είναι θεσμοθετημένες με σκοπό την προστασία της ιδιωτικότητας:

1. Το δικαίωμα επίγνωσης εάν το προϊόν περιέχει RFID tag.
2. Το δικαίωμα της απομάκρυνσης, απενεργοποίησης ή καταστροφής του RFID tag όταν το προϊόν έχει αγοραστεί.
3. Το δικαίωμα σε εναλλακτικές λύσεις από το RFID πρώτης κατηγορίας. Οι καταναλωτές δεν πρέπει να χάνουν άλλα δικαιώματα (όπως το δικαίωμα να επιστρέψουν ένα προϊόν ή να ταξιδέψουν σε έναν συγκεκριμένο δρόμο), εάν αποφασίζουν να αποχωριστούν το RFID ή χρησιμοποιήσουν το tag's kill.
4. Το δικαίωμα επίγνωσης των πληροφοριών που περιλαμβάνει το tag και σε περίπτωση που οι πληροφορίες αυτές είναι λάθος, θα πρέπει να υπάρχει κάποιος τρόπος διόρθωσης ή τροποποίησης τους.
5. Το δικαίωμα επίγνωσης του Πότε, Πού, και Γιατί ένα RFID tag έχει αναγνωστεί.

3.7 Υλοποιημένες Εφαρμογές RFID

Η τεχνολογία RFID έχει από τη φύση της το χαρακτήρα της προσαρμοστικότητας όσον αφορά στο εύρος των εφαρμογών που μπορούν να υλοποιηθούν με χρήση αυτής της τεχνολογίας. Είναι σαφές ότι παρόλες τις δυσκολίες που αντιμετωπίζονται στην σύγχρονη κοινότητα κατασκευαστών RFID, η δυνητική αξιοποίησή του είναι αυτή που το καθιστά επίκεντρο ενδιαφέροντος τόσο από επιστημονική πλευρά όσο και από επιχειρηματική. Παραδείγματα ήδη υλοποιημένων εφαρμογών όπως παρουσιάστηκαν από τη Διεθνή Κοινότητα Τηλεπικοινωνιών επιβεβαιώνουν τα παραπάνω.

« Ταξί, κινητά τηλέφωνα και RFID στο Τόκιο

Οδηγοί ταξί στο Τόκιο πληρώνονται μέσω RFID και κινητών τηλεφώνων. Βασισμένο στην Ιαπωνική εταιρία πιστωτικών καρτών JCB International, ξεκίνησε ένα δοκιμαστικό σύστημα πληρωμής (QUICPay or "Quick and Useful IC Payment") το Νοέμβριο του 2004.

Συγκεκριμένοι οδηγοί ταξί έλαβαν RFID readers, οι οποίοι μπορούν να διαβάσουν τα τσιπ των επιβατών, να προσδιορίζουν ανάλογα το κόστος και να χρεώνουν το σχετικό αντίτιμο. » ^[33]

« Πιλοτικό Project "Jumpstart " στα κέντρα διανομής φαρμάκων στις Ηνωμένες Πολιτείες

Τοποθετώντας RFID tags στα δοχεία των φαρμάκων που προορίζονται για διανομή σε φαρμακεία και

καταστήματα φαρμάκων, η φαρμακευτική βιομηχανία ελπίζει σε βελτιωμένο έλεγχο και εντοπισμό μη εγκεκριμένων φαρμάκων όπως εκείνα που δεν διανέμονται μέσω της τυπικής εφοδιαστικής αλυσίδας. Το 2004 μια ομάδα βιομηχάνων συμπεριλαμβανομένων Abbott Laboratories, Johnson & Johnson, Pfizer, και Procter & Gamble, ξεκίνησαν τη διανομή φιαλιδίων με χάπια με ενσωματωμένα RFID tags. Η χρησιμότητα αυτού του εγχειρήματος εκτός από τον εντοπισμό πλαστών φαρμάκων, είναι επίσης ότι οι τσιπαρισμένες φιάλες μπορούν να χρησιμεύσουν και για την πρόληψη κλοπής, καθώς και για την υπενθύμιση σε περίπτωση ξεπερασμένης ημερομηνίας λήξης των φαρμάκων. Εφόσον τα φαρμακεία λαμβάνουν αποθέματα από συγκεκριμένα κέντρα διανομής και το κάθε φιαλίδιο μπορεί να περιλαμβάνει στοιχεία για τον τόπο προέλευσης του, δεν θα περάσουν απαρατήρητα ανακριβή ή ελλιπή στοιχεία, κι έτσι θα γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι εξακρίβωσης. Στις αρχές του 2004, η USA's Food and Drug Administration εξέδωσε έκθεση με συστάσεις σε φαρμακοβιομηχανίες για χρήση RFID tags. Το 2006 ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται σε φιάλες με την υψηλότερη συχνότητα παραποίησης, ενώ το 2007 στις φιάλες των περισσότερων φαρμάκων. » [34] [35]

« Τα RFID σε προϊόντα δερματικής φροντίδας

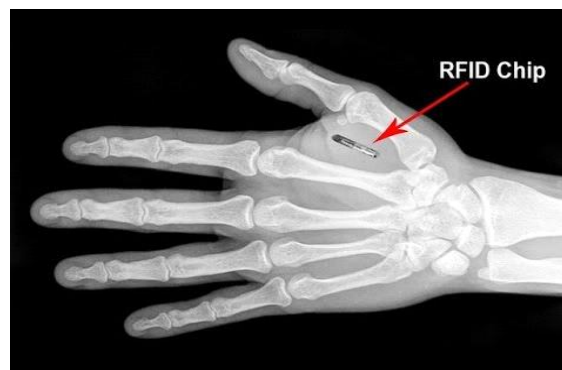
Η Canada's Canus κατασκευάζει προϊόντα φροντίδας του δέρματος που παρασκευάζεται από γάλα κατσίκας. Το 2004 η εταιρία ξεκίνησε ένα πιλοτικό πρόγραμμα για την ανάπτυξη RFID σε κέντρα διανομής και εργοστάσια παραγωγής. Ο κύριος στόχος ήταν όπως είναι λογικό η μείωση της σπατάλης. Το RFID είχε ως στόχο να εξοικονομήσει τους πόρους της εταιρίας καθώς παρακολουθούσε την κατάσταση των αποστολών και των παραδόσεων ώστε να προσδιοριστεί η ακριβής τοποθεσία μιας αποστολής κατά τη μεταφορά. Ως επέκταση αυτού του συστήματος, είναι δυνατή η παρακολούθηση πορείας των προϊόντων σε πραγματικό χρόνο καθώς επίσης και ο έλεγχος τήρησης των απαιτήσεων συντήρησης των προϊόντων (Το μεγαλύτερο μέρος των προϊόντων τα οποία βασίζονται στο κατσικίσιο γάλα θα πρέπει να διατηρούνται σε θερμοκρασίες 4 - 40 βαθμούς Κελσίου). »

Είναι προφανές ότι σύμφωνα με αυτή τη χρήση μπορεί να υπάρχει πολύ μεγαλύτερο κέρδος στον δευτερογενή τομέα παραγωγής και σε εφαρμογές αποθήκης. [36]

Άλλες εφαρμογές:

1. Σε ζώα όπου τα tags τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του δέρματος για τον προσδιορισμό της ιδιοκτησίας του κατοικίδιου.
2. Διαχείριση αεροπορικών αποσκευών

3. Αντι- πλαστογράφηση χαρτονομισμάτων
4. Είσπραξη διοδίων στο δρόμο
5. Έλεγχος πρόσβασης
6. Διαδικασίες κατασκευής με ρομποτική
7. Αλυσίδες ανεφοδιασμού (χονδρική και λιανική)
8. Ράφια εμπορευμάτων
9. POS
10. Logistics
11. Αθλήματα. Παρακολούθηση μαραθώνιων αθλητών
12. Τοποθέτηση tags σε ανθρώπους. Μικροσκοπικά tags στο μέγεθος ενός κόκκου ρυζιού εμφυτεύονται κάτω από το δέρμα των ανθρώπων, κυρίως για ιατρικούς λόγους και αποφυγή απαγωγής νεογνών από τα μαιευτήρια



Εικόνα 11: Εμφυτευμένο RFID chip σε ανθρώπινο χέρι [40]

3.8 Αξιολόγηση τεχνολογίας RFID

Η αυξητική τάση στο εύρος εφαρμογών της RFID τεχνολογίας καθώς και η πτωτική τάση του κόστους της τεχνολογίας αυτής, οδηγούν στην ισχυρή εδραίωση της στο παρόν και μελλοντικό πεδίο τεχνολογιών διάχυτου υπολογισμού.

Είναι φανερό ότι οι ευκολίες που παρέχονται είναι ανεκτίμητες, καθώς πολύ κόστος, χρόνος και λάθη αποφεύγονται, η πληροφορία που παρέχεται είναι πολύτιμη και όλα αυτά με πολύ χαμηλό κόστος. Ωστόσο, δίκαια υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των δεδομένων που μεταδίδονται, καθώς η προστασία των ατόμων, των προσωπικών δεδομένων και το δικαίωμα στην

ανωνυμία είναι πρωταρχικές παράμετροι για την ομαλή και παραγωγική χρήση της τεχνολογίας tagging. Όταν αυτά τα εμπόδια ξεπεραστούν, ένας νέος κόσμος στην τεχνολογία θα είναι έτοιμος να εδραιωθεί δημιουργώντας ριζικές αλλαγές στην καθημερινότητα των ατόμων, προσφέροντας υπηρεσίες εξαιρετικά σημαντικής αξίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε αναφορά στην ιστορία του Internet of Things και εξετάστηκαν τα συστατικά μέρη της τεχνολογίας tagging με έμφαση στο RFID. Στη συνέχεια παρουσιάστηκε το σενάριο που παρουσιάζει πραγματικές περιπτώσεις περιοχών του προβλήματος που καλούμαστε να επιλύσουμε μέσω της εφαρμογής της φαρμακευτικής υποστήριξης. Οι επόμενες ενότητες αφορούν τα βήματα που χρειάστηκε να ακολουθηθούν για να υλοποιηθεί αυτή η εφαρμογή. Έτσι, πριν φτάσουμε στο τελικό αποτέλεσμα και στην παρουσίασή του, θα μελετηθεί πρώτα η σχεδίαση της εφαρμογής.

Περιγραφή

Καθώς η χρησιμότητα του Internet Of Things εξαπλώνεται και καθίσταται με πολύ γρήγορα βήματα η βάση για πολλών ειδών εφαρμογές, εξαιρετικά σημαντικό ρόλο κατέχει η τεχνολογία αυτή στο πεδίο ambient assisted living (AAL). Με τον όρο ambient assisted living εννοούνται όλες οι διασυνδεδεμένες και εξατομικευμένες εφαρμογές συνδεδεμένες μεταξύ τους σε έναν ιδιωτικό χώρο, πχ σπίτι, και υποβοηθούν στην καθημερινή διαβίωση των ατόμων. Έχει αποδειχθεί ότι κυρίως σε άτομα μεγάλης ηλικίας ή και σε άτομα με ειδικές ανάγκες μπορεί να φανεί σημαντικά ευεργετικό, καθώς δυνατότητες όπως εντοπισμός ύποπτης δραστηριότητας, και παροχής σημαντικής βοήθειας προλαμβάνουν αρνητικά γεγονότα και πιθανόν σώζουν ζωές. Στο πλαίσιο αυτής της ιδέας και με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID πολλά σενάρια μπορούν να γίνουν πραγματικότητα.

Ένα τέτοιο είναι και το σενάριο φαρμακευτικής υποστήριξης που περιγράφεται και υλοποιείται στη συνέχεια. Στόχος είναι η υποστήριξη του ασθενούς όσον αφορά τη σωστή χορήγηση των φαρμάκων και οι βασικές υπηρεσίες που προσφέρει είναι η υπενθύμιση χορήγησης φαρμάκων τη σωστή στιγμή και η παροχή πρόσθετων πληροφοριών για τα φάρμακα. Η εμπλοκή στη διαδικασία τη στιγμής της δράσης με απώτερο στόχο τη διασφάλιση ορθολογικής χρήσης των φαρμάκων και τήρηση της θεραπευτικής αγωγής.

Σενάριο

Η κυρία Μαρία μόλις έχει επιστρέψει στο σπίτι ύστερα από μια επίσκεψη στον γιατρό της. Διαγνώστηκε με μια δερματολογική ασθένεια και της χορηγήθηκαν 2 φάρμακα που θα πρέπει να λαμβάνονται το ένα κάθε Δευτέρα και το άλλο 3 φορές την εβδομάδα για τον επόμενο μήνα. Έχει μόλις αγοράσει τα νέα φάρμακα και ανοίγει την εφαρμογή του κινητού της για την υποστήριξη ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης ώστε να προσθέσει τα νέα φάρμακα στη λίστα της. Με μια κίνηση, πλησιάζοντας τα πακέτα των νέων φαρμάκων στο κινητό, το ένα μετά το άλλο, έχει ανανεώσει τη λίστα των φαρμάκων και είναι ήσυχη ότι

θα ειδοποιηθεί μόλις χρειαστεί να λάβει κάποιο από αυτά.

Την ίδια στιγμή λαμβάνει ένα email από τη δουλειά της που αναφέρει ότι θα πρέπει να κάνει ένα ταξίδι στο εξωτερικό όπου θα παραμείνει τις επόμενες 4 μέρες. Για την προετοιμασία της γι' αυτό το ταξίδι συμβουλευεται το UMed ώστε να δει στο ημερολόγιο ποια φάρμακα θα πρέπει να πάρει μαζί της για τις επόμενες μέρες.

Την ίδια ώρα λαμβάνει ένα μήνυμα στο κινητό της με μια ειδοποίηση από το UMed του πατέρα της, το οποίο προειδοποιεί ότι το απομένουν μόνο δυο δόσεις ακόμα από το φάρμακο Donepezil καθώς και τα ημερήσια στατιστικά στοιχεία σχετικά με τους καρδιακούς παλμούς και το βαθμό φυσικής άσκησης του πατέρα της. Εκείνη βλέποντας πως τα στατιστικά είναι καλά, επιβεβαιώνει την παραγγελία του φαρμάκου και επιλέγει αποστολή κατευθείαν στο σπίτι του πατέρα της καθώς λόγω της κατάστασης υγείας του εκείνη έχει τεθεί υπεύθυνη για τη φροντίδα του.

Γνωρίζει ότι με το UMed λόγω της απλότητας στη χρήση του μπορεί να χρησιμοποιηθεί άνετα από ηλικιωμένα άτομα με προβλήματα όρασης η και ακοής. Επίσης τόσο η ίδια όσο και ο οικογενειακός ιατρός τους λαμβάνει εβδομαδιαία αναφορές σχετικά με την εξέλιξη και την ορθή χρήση της θεραπείας, με αποτέλεσμα καλύτερη και ευκολότερη παρακολούθηση του ασθενούς και αποφυγή επιπλοκών.

Τέλος, αν και χωρίς μεγάλη εξοικείωση με την τεχνολογία, ο πατέρας της μπορεί να χρησιμοποιεί την εφαρμογή αυτή αφού δεν έχει να κάνει τίποτα παραπάνω από μια φυσική κίνηση: Μόλις λάβει την ειδοποίηση να πλησιάσει το φάρμακο στο κινητό «ώσπου να ακουστεί το ‘μπιπ’ και η οθόνη να γίνει πράσινη» όπως λέει, και να πάρει το φάρμακο.

4.1 Φιλοσοφία

Για την βέλτιστη προσφορά του συνόλου των λειτουργιών της εφαρμογής στον χρήστη, το περιβάλλον της εφαρμογής σχεδιάστηκε και στήθηκε με βάση τους ευρετικούς κανόνες του Jakob Nielsen. Σύμφωνα με τον Jakob Nielsen η ευρετική αξιολόγηση αποτελεί μια υποκειμενική μέθοδο εξέτασης του συστήματος από ειδικούς ευχρηστίας οι οποίοι δουλεύουν μόνοι τους για να μην επηρεάζονται και να διασφαλίζεται η ανεξαρτησία της γνώμης τους. Στηρίζονται σε μια λίστα από αναγνωρισμένους κανόνες ή αρχές ευχρηστίας: τα “ευρετικά κριτήρια” (heuristics criteria). Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει αποδείξει ότι είναι μια πολύ αποδοτική και αποτελεσματική μέθοδος αξιολόγησης ευχρηστίας, αλλά υψηλού κόστους. Η αξιολόγηση με τη συγκεκριμένη μέθοδο εστιάζεται σε δύο βασικά σημεία:

1. Τη γενική σχεδίαση των οθονών του συστήματος.
2. Τη ροή διαλόγων, μηνυμάτων και ενεργειών που απαιτούνται για να γίνει μια συγκεκριμένη διεργασία.

Ο Nielsen πρότεινε δέκα γενικούς κανόνες (heuristics) για την αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων, οι κανόνες αυτοί προέκυψαν από την ανάλυση 249 προβλημάτων ευχρηστίας:

1. Χρήση απλών και φυσικών διαλόγων.
2. Χρήση απλής και κατανοητής γλώσσας με την οποία είναι εξοικειωμένοι οι χρήστες και όχι δυσνόητη ορολογία.
3. Ελαχιστοποίηση του φορτίου μνήμης που απαιτείται από τον χρήστη. Κάθε ενέργεια που πρέπει να κάνει ο χρήστης πρέπει να είναι όσο πιο φανερή γίνεται, χωρίς να χρειάζεται να θυμάται ο χρήστης περίπλοκες εντολές.
4. Διατήρηση συνέπειας και συνέχειας στον τρόπο παρουσίασης των μενού επιλογής, και των άλλων συστατικών των διαλόγων. Συνεπώς η ίδια ενέργεια πρέπει να γίνεται πάντα με τον ίδιο τρόπο σε κάθε σημείο της διεπαφής.
5. Παροχή ανάδρασης: Το σύστημα πρέπει ανά πάσα στιγμή να ενημερώνει τον χρήστη για την πρόοδο εργασιών στα πλαίσια ενός αποδεκτού χρόνου.
6. Ύπαρξη σαφών και εύκολων διεξόδων από κάποια διεργασία που ενδεχομένως έχει καλέσει εσφαλμένα ο χρήστης χωρίς να πρέπει να ακολουθήσει εκτενείς διαλόγους. Τυπικό παράδειγμα είναι οι εντολές undo και redo.
7. Παροχή συντομεύσεων που επιταχύνουν κάποιες διεργασίες για τους πεπειραμένους χρήστες και είναι όσο το δυνατόν "αόρατες" για τον αρχάριο χρήστη. Καλό είναι το σύστημα να παραμετροποιείται σε αυτό το σημείο με βάση τις ανάγκες του χρήστη για τις ενέργειες που θέλει να εκτελεί πιο συχνά.
8. Παροχή σαφών μηνυμάτων λαθών: θα πρέπει να παρέχονται σε απλή γλώσσα, να εστιάζουν στο πρόβλημα και να προτείνουν λύση εξόδου.
9. Να εμποδίζονται κατά το δυνατόν τα λάθη και η κακή χρήση του συστήματος.
10. Παροχή βοήθειας και τεκμηρίωσης

4.2 Ποιοτικές Απαιτήσεις

Πρόκειται για μια εφαρμογή της οποίας ο σκοπός είναι η αναγνώριση της ταυτότητας οντοτήτων με χρήση ενός RFID Reader και μερικών RFID tags. Ο RFID Reader εντοπίζει τα tags και ανάλογα το ποιο θα διαβαστεί, εμφανίζονται κατάλληλες πληροφορίες από την εφαρμογή. Η εφαρμογή είναι προορισμένη για υποβοήθηση στη διαδικασία τήρησης της θεραπείας του ασθενή. Η λειτουργικότητα της εξαρτάται από το πόσο απλή, κατανοητή και εύχρηστη είναι. Όλες οι δραστηριότητες και τα παράθυρα θα πρέπει να είναι σχεδιασμένα με τρόπο τέτοιο ώστε να μην απαιτείται προσπάθεια για την κατανόηση και ακολουθία των βημάτων κατά την χρήση της εφαρμογής. Επιπλέον, προορισμένο για άτομα που έχουν αυξημένη πιθανότητα μειωμένης όρασης, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα μέσα ώστε η αδυναμία αυτή να μην στερεί τη δυνατότητα χρήσης της εφαρμογής, αντίθετα θα πρέπει να εμπνέει σιγουριά στον τελικό χρήστη/ ασθενή.

4.3 Λειτουργικές απαιτήσεις

Σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί μέχρι στιγμής, το σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να εκτελεί τα εξής:

Υπενθύμιση χορήγησης φαρμάκου σε σωστή μέρα και ώρα. Το σύστημα θα πρέπει να ελέγχει τις καθορισμένες ημερομηνίες ειδοποίησης δοσοληψίας φαρμάκων, οι οποίες έχουν καθοριστεί είτε ως προεπιλογή, είτε από το χρήστη του συστήματος και να εμφανίζει σχετική ειδοποίηση υπενθύμισης στον ασθενή.

Λειτουργία επιβεβαίωσης ή άρνησης φαρμάκου κατά την λήψη. Όταν ο χρήστης είναι έτοιμος να λάβει ένα φάρμακο μετά από ειδοποίηση, θα πρέπει να πλησιάσει το φάρμακο στο κινητό τηλέφωνο ώστε να γίνει η ταυτοποίηση. Κατά αυτή την κίνηση, το σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίσει εάν το φάρμακο που πλησίασε ο ασθενής είναι το σωστό ή όχι. Στην πρώτη περίπτωση στην οθόνη θα παρουσιαστεί μήνυμα επιβεβαίωσης καθώς και μήνυμα της δοσολογίας για πρόσληψη. Στην αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να εμφανιστεί μήνυμα το οποίο καθιστά ξεκάθαρο ότι θα πρέπει να ληφθεί άλλο φάρμακο, παροτρύνοντας το χρήστη να προσπαθήσει ξανά, δείχνοντας του ξανά ποιο είναι το ζητούμενο φάρμακο.

Αποθήκευση νέων φαρμάκων. Μόλις το σύστημα εντοπίσει ένα νέο, μη εγγεγραμμένο φάρμακο πρέπει να ειδοποιεί το χρήστη ώστε να το εισάγει στη λίστα φαρμάκων του σε περίπτωση που επιθυμεί.

Αποθήκευση, αλλαγή και παρουσίαση πληροφοριών σχετικά με τα φάρμακα. Το σύστημα θα πρέπει κατά την εγγραφή να αποθηκεύει και να χρησιμοποιεί τις διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το φάρμακο προβάλλοντάς τες στο χρήστη όπου και όταν χρειάζεται. Επίσης πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα τροποποίησης λεπτομερειών σχετικά με τα φάρμακα όπως η αλλαγή της απαιτούμενης δοσολογίας που έχει καταχωρηθεί προηγουμένως.

Ημερολόγιο με όλα τα προγραμματισμένα φάρμακα. Ακόμα μια σημαντική λειτουργία θα πρέπει να είναι η διάθεση όλων των φαρμάκων εγγεγραμμένων στη λίστα του χρήστη οργανωμένα κατά ημερολογιακή μορφή. Αυτό θα επιτρέπει τόσο την εύκολη διαχείριση και έλεγχο όλης της φαρμακευτικής αγωγής, όσο και την διευκόλυνση της καθημερινότητας του χρήστη σε περίπτωση που πρέπει να προγραμματίσει μια μετακίνηση εκτός του τόπου διαμονής, θα μπορεί να προνοήσει για να έχει τα συγκεκριμένα φάρμακα μαζί του.

4.4 Αρχιτεκτονική του συστήματος

Ως πρώτο βήμα θα πρέπει να διατυπωθεί η αρχιτεκτονική του συστήματος. Από τι μέρη αποτελείται και πώς αυτά τα μέρη επικοινωνούν μεταξύ τους.

Τα βασικά μέρη είναι ένας απομακρυσμένος σέρβερ ο οποίος αντιπροσωπεύει το κεντρικό νοσοκομειακό / φαρμακευτικό πληροφοριακό σύστημα, η Βάση Δεδομένων η οποία περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες σχετικά με τα φάρμακα και τους ασθενείς και η εφαρμογή του κινητού την οποία θα χρησιμοποιεί ο τελικός χρήστης/ ασθενής.

Ο σέρβερ θα περιλαμβάνει μια Βάση Δεδομένων η οποία περιέχει όλα τα φάρμακα και τις λεπτομέρειες αυτών καθώς και την αντιστοίχιση πελατών- φαρμάκων. Θα έχει ένα REST API σε node το οποίο θα εξυπηρετεί requests για την επικοινωνία με την εφαρμογή του κινητού.

Η εφαρμογή του κινητού είναι αυτή που θα έχει εγκατεστημένη ο χρήστης στο κινητό του και θα περιλαμβάνει το γραφικό μέρος (frontend), παράθυρα διεπαφής όπου θα μπορεί να αλληλοεπιδρά με το σύστημα και το εκτελεστικό μέρος (backend), όπου θα εκτελεί όλες τις απαραίτητες διεργασίες για την σωστή λειτουργία της εφαρμογής. Στις λειτουργίες της εφαρμογής περιλαμβάνεται η επικοινωνία με τα rfid tags, η επικοινωνία με το σερβερ της κεντρικής βάσης δεδομένων μέσω REST requests.

4.4.1 API Service – Endpoints

Οι πληροφορίες που θα χρειαστεί να ανταλλάξει η εφαρμογή του κινητού με την κεντρική βάση δεδομένων εξαρτάται από τις λειτουργίες στις οποίες καλύπτονται με χρήση δεδομένων αναφορικά με τα φάρμακα, τις λεπτομέρειες των φαρμάκων, και του εάν το φάρμακο υπάρχει ή όχι στην λίστα του χρήστη. Παρακάτω παρουσιάζονται τα endpoints τα οποία θα χρησιμοποιεί η εφαρμογή του κινητού ανάλογα με την απαιτούμενη λειτουργία.

Ημέρα και ώρα λήψης φαρμάκου με το συγκεκριμένο RFID Tag.

Η συγκεκριμένη πληροφορία είναι απαραίτητη τη στιγμή που γίνεται η ανάγνωση ενός φαρμάκου από το κινητό και το συγκεκριμένο φάρμακο υπάρχει ήδη εγγεγραμμένο στη λίστα του χρήστη. Η συγκεκριμένη διαδικασία καθορίζει εάν είναι το σωστό φάρμακο για λήψη την συγκεκριμένη ώρα.


```
Request: GET /api/medicine/:userId/:tagId/datetime
```

```
Response: { medicine : [  
  
    { datetime : Datetime }  
  
    ]  
  
}
```

Επιστρέφεται ένας πίνακας με τις ημέρες και ώρες λήψης του φαρμάκου

Λίστα με όλα τα φάρμακα του χρήστη

Η συγκεκριμένη πληροφορία είναι απαραίτητη όταν ο χρήστης επιλέγει 'Φάρμακα' από το μενού. Θα πρέπει να εμφανίζεται η λίστα όλων των φαρμάκων του.

```
Request: GET /api/medicines/:userId
```

```
Response: { medicines : [  
  
    { name : String }  
  
    ]  
  
}
```

Λεπτομέρειες του φαρμάκου με το συγκεκριμένο ID

Ο χρήστης επιλέγοντας ένα φάρμακο από τη λίστα του θα πρέπει να μπορεί να δει τις λεπτομέρειες του συγκεκριμένου φαρμάκου

```
Request: GET /api/medicine/:userId/:medId
```

```
Response: {medicines : [  
    { name : String,  
      id : Int,  
      tagId : String,  
      dosage : String,  
      datetime : Datetime,  
      image : String*  
    }  
  ]  
}
```

*image : String αναφέρεται στο absolute path όπου είναι αποθηκευμένη η εικόνα στο σερβερ.

Καταχώρηση νέου φαρμάκου στην λίστα του χρήστη

Στην περίπτωση που διαβαστεί από την εφαρμογή του χρήστη ένα νέο tag θα εμφανιστεί στην οθόνη ένα μήνυμα διαλόγου όπου ρωτάει εάν θα πρέπει να εισαχθεί το συγκεκριμένο φάρμακο στη λίστα. Εάν ο χρήστης επιβεβαιώσει αυτή την ενέργεια θα σταλεί POST request για την εισαγωγή του φαρμάκου με το συγκεκριμένο id στη λίστα φαρμάκων του χρήστη με το συγκεκριμένο id.

Request: POST /api/medicine/:rfid_tag/list/:userId

Response: {status : httpCode}

Code 201 εάν η καταχώρηση ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

Αλλαγή ημερομηνίας / ώρας πρόσληψης φαρμάκου και δοσολογίας.

Request: PUT /api/medicine/list/:userId/:medId/

```
{ medicine : [  
  
  { datetime : Datetime,  
  
    dosage : String }  
  
  ]  
  
}
```

Response: {status : httpCode}

Code 200 εάν η καταχώρηση ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

Διαγραφή φαρμάκου από τη λίστα του χρήστη

Request: DELETE /api/medicine/list/:userId/:medId

Response: {status : httpCode}

Code 200 εάν η καταχώρηση ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

Ημερολόγιο με τη λίστα των φαρμάκων

Επιστρέφονται οι μέρες και ώρες σε αντιστοίχιση με τα φάρμακα που αναλογούν ώστε να παρουσιαστεί αργότερα ως ημερολόγιο στην εφαρμογή του χρήστη.

```
Request: GET /api/schedule/list/:userId
```

```
Response: {Schedule : [  
  
            {datetime : Datetime,  
  
            name : String }  
  
        ]  
  
    }
```

4.4.2 MySQL Βάση Δεδομένων

Παρατίθενται οι πίνακες της κεντρικής Βάσης δεδομένων.

Υπάρχουν οι πίνακες 'Φάρμακα' και 'Χρήστες'. Οι αλλαγές και διαγραφές δεδομένων ώρας και δοσολογίας εκτελούνται στον πίνακα 'Χρήστες' όπου οι αλλαγές επηρεάζουν μόνο τα συγκεκριμένα φάρμακα του συγκεκριμένου χρήστη.

Tables:

Medicines

IdMedicine: int (11) - Unique key

tagId : Varchar(255)

name : Varchar(255)

image : Text

dosage : Text,

datetime : Text

Users

IdUser: int (11) – Unique Key

Name : Varchar(255)

Surname : Varchar(150)

Email : Varchar(255)

Phone : Varchar(15)

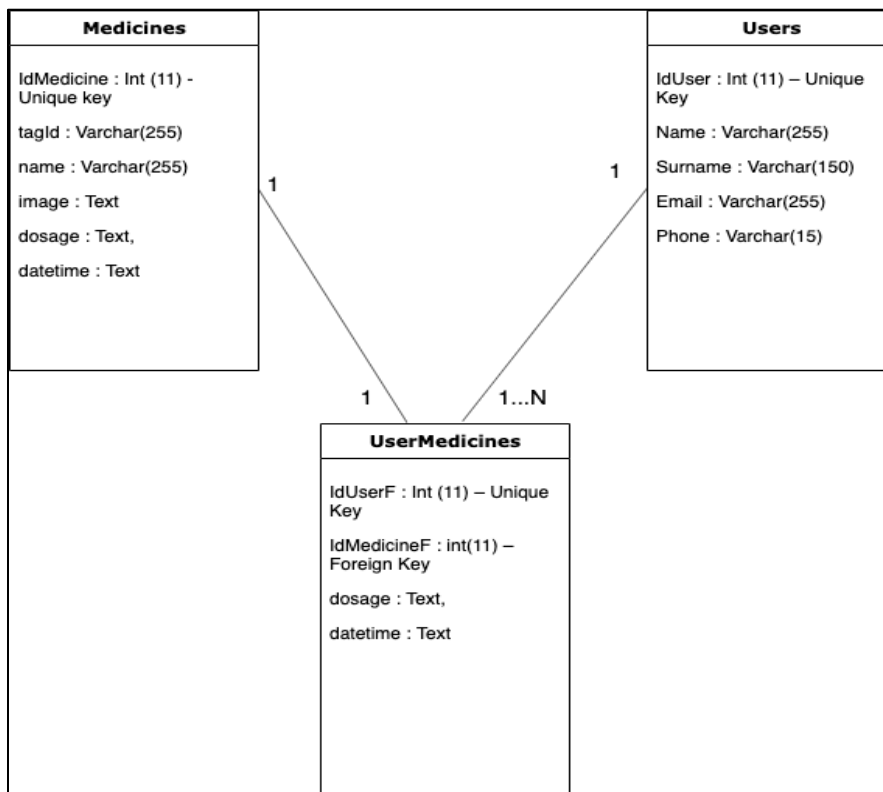
UserMedicines

IdList: int (11) – Unique Key

IdMedicine int(11) – Foreign Key

dosage : Text,

datetime : Text



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα βάσης δεδομένων

Οι περιπτώσεις χρήσης περιγράφουν τη λειτουργικότητα του συστήματος από την άποψη του χρήστη και του διαχειριστή. Κάθε περίπτωση αποτελεί και ένα διαφορετικό τρόπο χρήσης του συστήματος, η ολοκλήρωση των οποίων μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικό αποτέλεσμα. Στην εφαρμογή που παρουσιάζουμε υπάρχουν 3 διαφορετικές βασικές περιπτώσεις χρήσης που παρουσιάζονται στα διαγράμματα 1, 2,

Ειδοποίηση λήψης φαρμάκου

Πρόκειται για μια αυτοματοποιημένη λειτουργία της εφαρμογής κατά την οποία ο χρήστης ειδοποιείται σε κατάλληλη χρονική περίοδο για το ποιο φάρμακο πρέπει να λάβει σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αναβάλει τη λήψη του φαρμάκου έως και 3 φορές. Μετά την 3^η αναβολή καταχωρείται κατάλληλη ειδοποίηση στο σύστημα, προς το διαχειριστή του συστήματος.

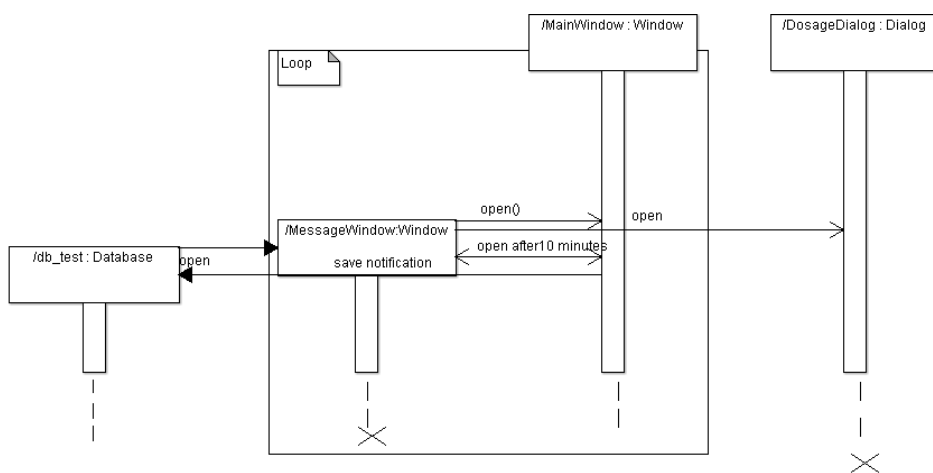
Εισαγωγή Φαρμάκου

Με την επιλογή αυτή, ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να καταχωρήσει ένα καινούριο φάρμακο στη Βάση Δεδομένων με στοιχεία που έχει επιλέξει ο ίδιος. Η λειτουργία είναι διαθέσιμη μόνο αν εντοπιστεί

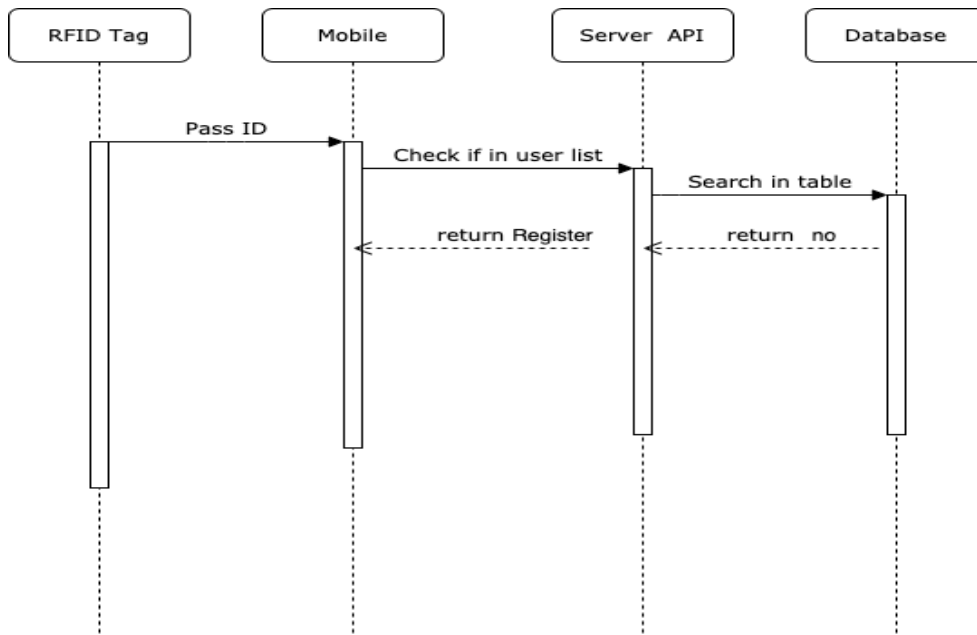
ένα καινούριο φάρμακο από το RFID chip. Μόλις εντοπιστεί το φάρμακο, εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα στην οθόνη της εφαρμογής το οποίο προτρέπει το διαχειριστή να το εισάγει στη Βάση Δεδομένων μέσω της αντίστοιχης λειτουργίας.

4.2.3 Διαγράμματα Ακολουθίας

Τα ακόλουθα διαγράμματα ακολουθίας υποδεικνύουν και περιγράφουν τη σχέση μεταξύ του συστήματος με το χρήστη. Το διάγραμμα 1 υποδεικνύει τη συμπεριφορά που θα πρέπει να έχει το σύστημα κατά τη λειτουργία ειδοποίησης για τη λήψη ενός φαρμάκου.



Διάγραμμα 3: Ειδοποίηση λήψης φαρμάκου



Διάγραμμα 4: Εισαγωγή νέου φαρμάκου

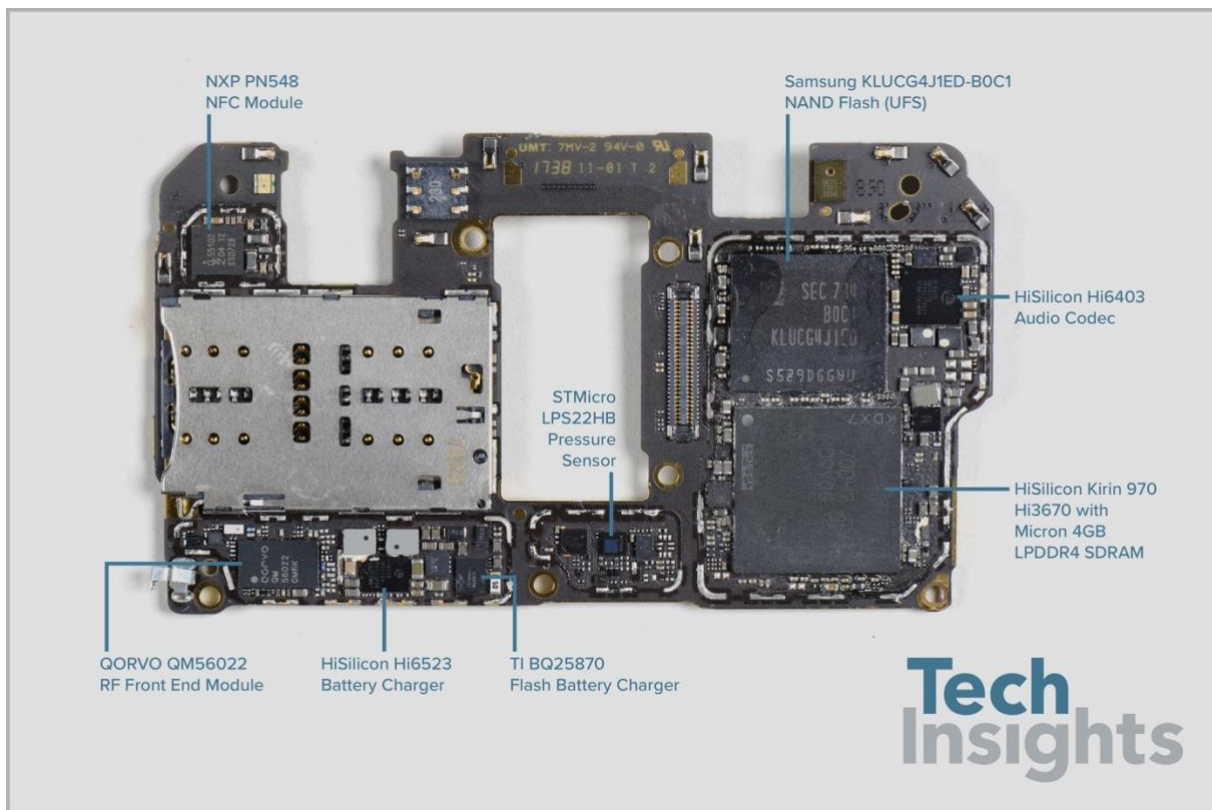
Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τα στάδια υλοποίησης της εφαρμογής. Αυτό σημαίνει πως ξεκινάει την αναφορά του από την εγκατάσταση του απαραίτητου, για την υλοποίηση, λογισμικού και καταλήγει στην υλοποίηση της εφαρμογής μέσω κώδικα.

5.1 Εργαλεία και Λογισμικό

Ο σερβερ μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα. Για τις δοκιμές χρησιμοποιήθηκε MacOS. Το API service δημιουργήθηκε με χρήση Nodejs και η βάση δεδομένων με MySQL. Για τη δημιουργία της εφαρμογής του κινητού έγινε εγκατάσταση του JRE8 και JDK8. Για την κωδικοποίηση της εφαρμογής μέσω της πλατφόρμας του Android Studio χρησιμοποιήθηκε Visual Studio Code. Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν για την επικοινωνία με το RFID είναι το Framework Ionic και το plugin phonegap-nfc. Αυτό Framework δίνει τη δυνατότητα compile για συσκευές IOS εκτός από Android.

5.2 Hardware NFC Reader

Οι δοκιμές έγιναν με μια συσκευή Huawei η οποία έχει ενσωματωμένο Reader. Παρακάτω φαίνεται το NFC Module nxp pn548 που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση των ετικετών.



Εικόνα 12: Nfc module

5.3 Περιγραφή Κώδικα

Παρακάτω, διατίθεται απόσπασμα κώδικα από τη δημιουργία της εφαρμογής κινητού. Εδώ περιλαμβάνεται η λειτουργία εύρεσης της RFID συσκευής, η ενεργοποίησή της και η κατασκευή της RFID –RFID tag επαφής.

```
import { NFC, Ndef, NdefRecord } from '@ionic-native/nfc/ngx';

constructor(private iab: InAppBrowser, private nfc: NFC, private ndef: Ndef,

    public UserServiceProvider: UserServiceService ) {

async readTag(){

    // Once the reader mode is enabled, any tags that are scanned are sent to the subscriber

    const flags = this.nfc.FLAG_READER_NFC_A | this.nfc.FLAG_READER_NFC_V;
```

```
this.readerMode = this.nfc.readerMode(flags).subscribe(
  tag => this.test(JSON.stringify(tag.id)),
  err => console.log('Error reading tag', err),
);

// Read NFC Tag - iOS
// On iOS, a NFC reader session takes control from your app while scanning tags then returns a tag
try {
  const tag = await this.nfc.scanNdef();
  console.log(JSON.stringify(tag));
} catch (err) {
  console.log('Error reading tag', err);
}
}
```

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει η παρουσίαση της εφαρμογής στην τελική της μορφή. Ενώ στα προηγούμενα κεφάλαια εξετάστηκε η σχεδίαση της εφαρμογής και παρουσιάστηκε η υλοποίηση των βασικότερων λειτουργιών της μέσω κώδικα, στο παρόν θα παρουσιαστεί ο τρόπος λειτουργίας της και οι ιδιότητές της, μέσω εικόνων και επεξηγήσεων, εξετάζοντάς την από την πλευρά του χρήστη και όχι ενός προγραμματιστή.

6.1 Η Mobile Εφαρμογή

Η σειρά παρουσίασης των λειτουργιών της εφαρμογής θα ακολουθήσει έναν τυπικό κύκλο λειτουργίας της.

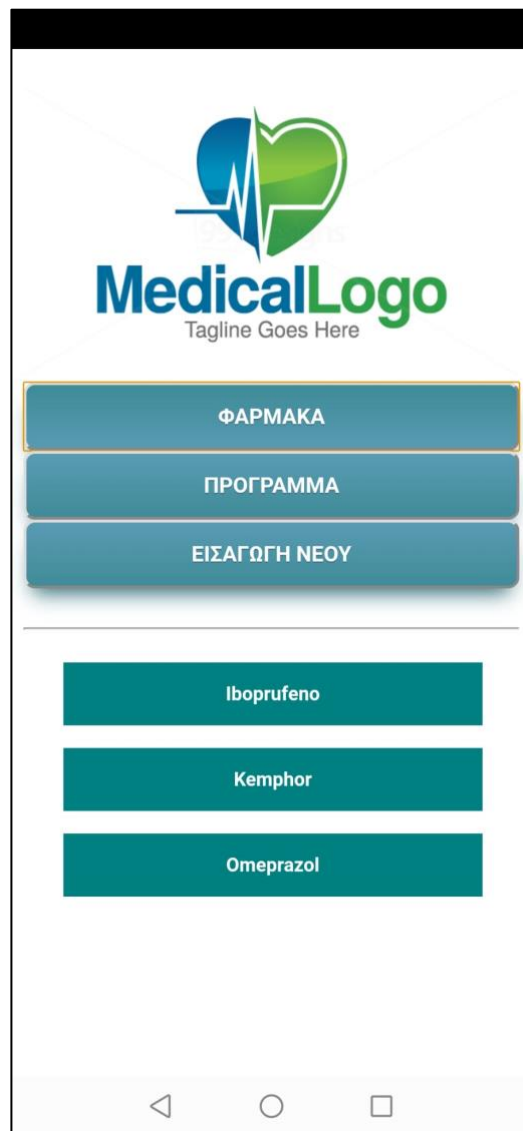
Αφού κάνουμε κλικ στο εικονίδιο της εφαρμογής, μεταφερόμαστε στην αρχική οθόνη.

Εδώ εμφανίζεται το βασικό μενού το οποίο περιλαμβάνει τις επιλογές: ‘Φάρμακα’, ‘Πρόγραμμα’, ‘Εισαγωγή νέου’.



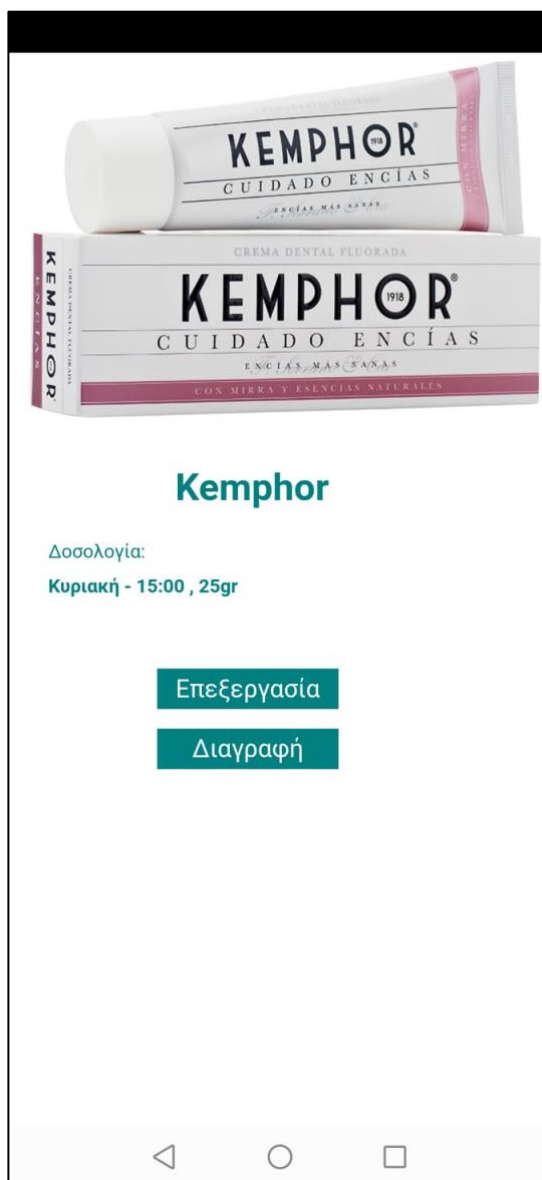
Εικόνα 13: Κεντρική εικόνα εφαρμογής.

Η αρχική οθόνη, η οποία είναι και η κεντρική οθόνη της εφαρμογής όπου δε συμβαίνουν δραστηριότητες έχει πολύ απλή μορφή, ούτως ώστε να διευκολύνει τον ηλικιωμένο χρήστη- ασθενή που ενδεχομένως δεν είναι εξοικειωμένος με την τεχνολογία και έχει προβλήματα όρασης.



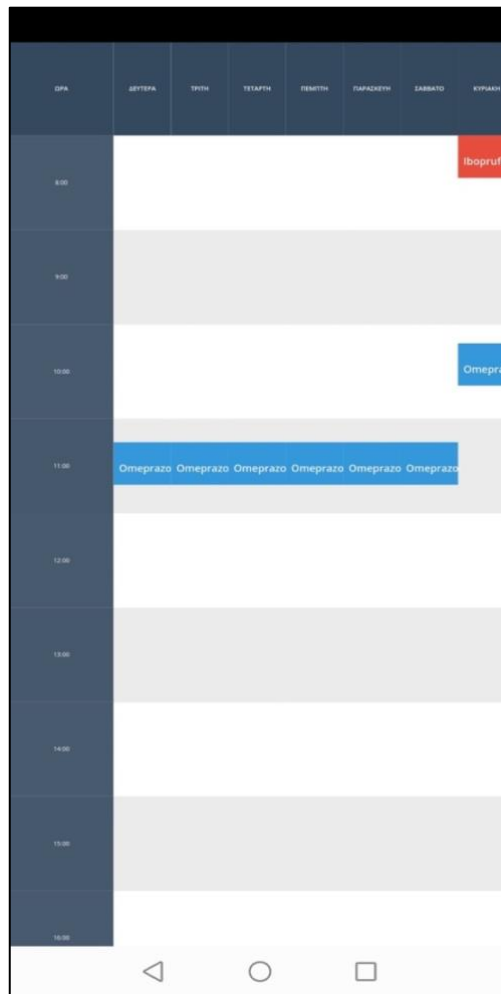
Εικόνα 14: Λίστα με φάρμακα.

Κάνοντας κλικ στο κουμπί φάρμακα εμφανίζεται η λίστα με τα φάρμακα στη λίστα του χρήστη.



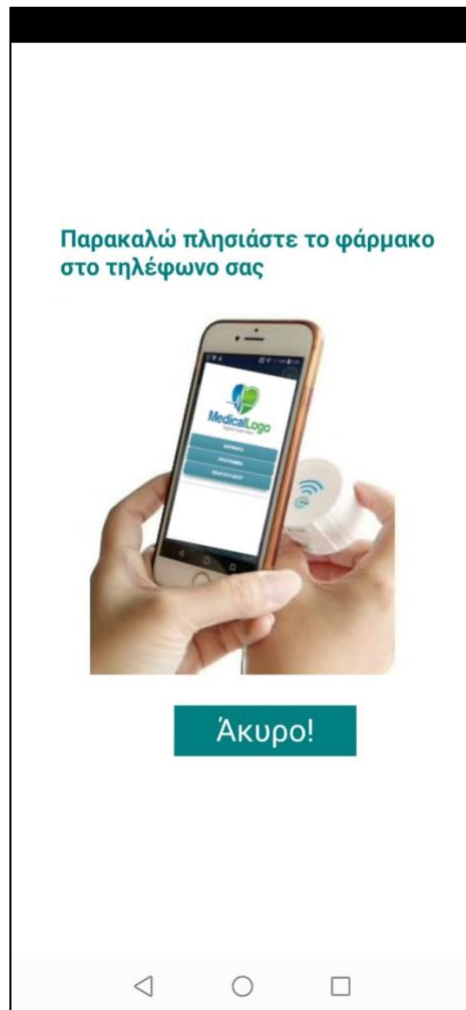
Εικόνα 15: Λεπτομέρειες φαρμάκου.

Επιλέγοντας ένα φάρμακο ανοίγει ένα νέο παράθυρο όπου φαίνονται οι πληροφορίες του φαρμάκου: Η φωτογραφία, το όνομα και δοσολογία ανά ημέρα και ώρα.



Εικόνα 16: Πρόγραμμα χορήγησης φαρμάκου.

Η δεύτερη επιλογή, ‘Πρόγραμμα’, μας μεταφέρει κατευθείαν σε ένα νέο παράθυρο το οποίο περιλαμβάνει ένα ημερολόγιο με τα ονόματα των φαρμάκων ανάλογα με τη μέρα και ώρα πρόσληψης. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να δει με μια γρήγορη ματιά τι φάρμακα πρέπει να πάρει μια συγκεκριμένη ημέρα ή ώρα, ώστε να είναι προετοιμασμένος σε περιπτώσεις όπως μια έξοδος, ειδικό γεύμα, κτλ. Επιλέγοντας ‘Πρόγραμμα’ στο κεντρικό μενού εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο το οποίο περιέχει όλα τα φάρμακα της λίστας του χρήστη οργανωμένα ανά ημέρα και ώρα πρόσληψης, σε μορφή ημερολογίου.



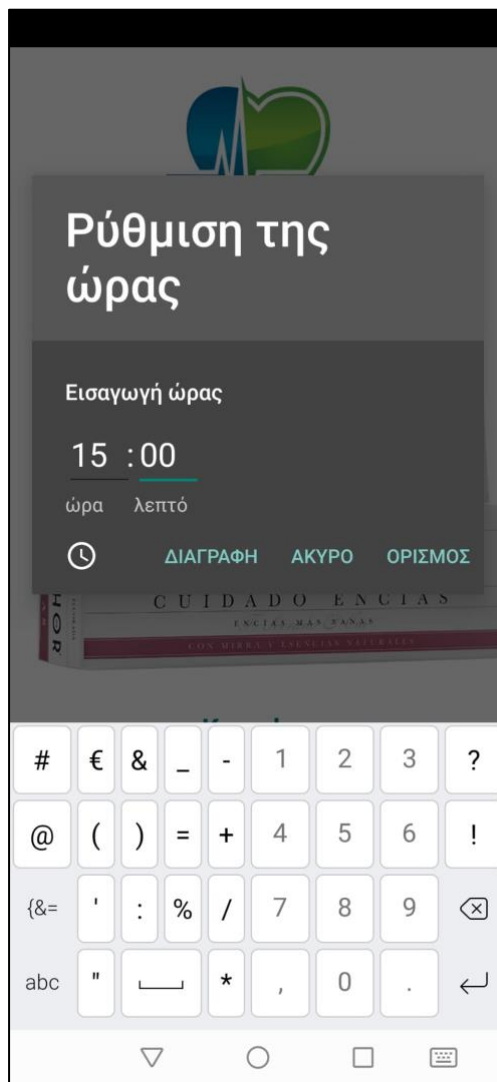
Εικόνα 17: Παράθυρο οδηγιών εγγραφής νέου φαρμάκου.

Η τρίτη επιλογή 'Εισαγωγή Νέου' αναφέρεται στην λειτουργία της προσθήκης νέου φαρμάκου στη λίστα του χρήστη. Αρχικά εμφανίζεται η οθόνη με τις οδηγίες. Ο χρήστης πρέπει να πλησιάσει το νέο φάρμακο στο κινητό ώστε με τη χρήση NFC να αναγνωριστεί για ποιο φάρμακο πρόκειται. Οπότε το φάρμακο προστίθεται αυτόματα στη λίστα. Στην επόμενη οθόνη εμφανίζονται οι λεπτομέρειες του συγκεκριμένου φαρμάκου.

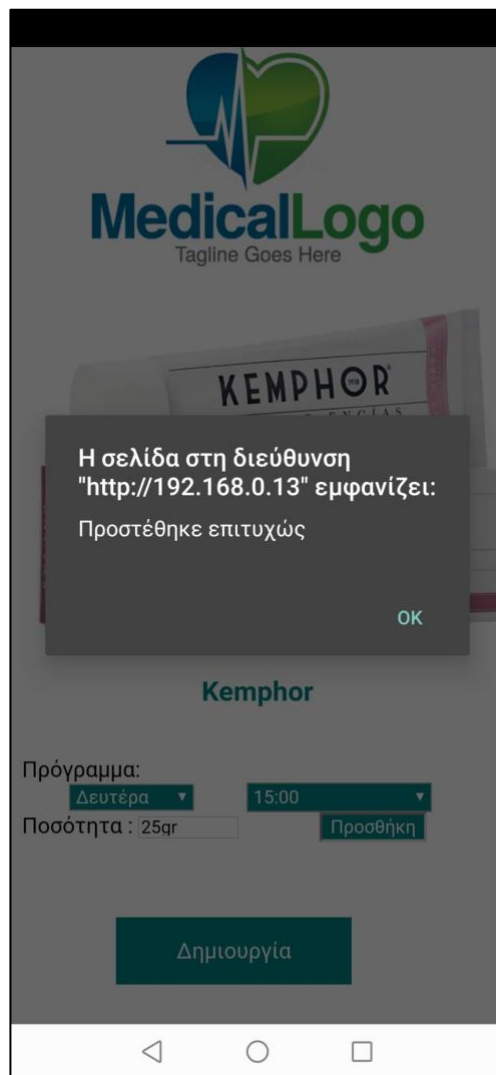


Εικόνα 18: Μήνυμα επιβεβαίωσης νέου φαρμάκου.

Η επόμενη εικόνα μετά την προσθήκη νέου φαρμάκου περιλαμβάνει μήνυμα επιβεβαίωσης προσθήκης φαρμάκου στη λίστα καθώς και λεπτομέρειες του φαρμάκου. Στις λεπτομέρειες του φαρμάκου περιλαμβάνονται οι προεπιλεγμένες ώρες και δοσολογίες του κατασκευαστή. Ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής ή πρόσθεσης των δοσολογιών και του ημερολογίου του φαρμάκου.

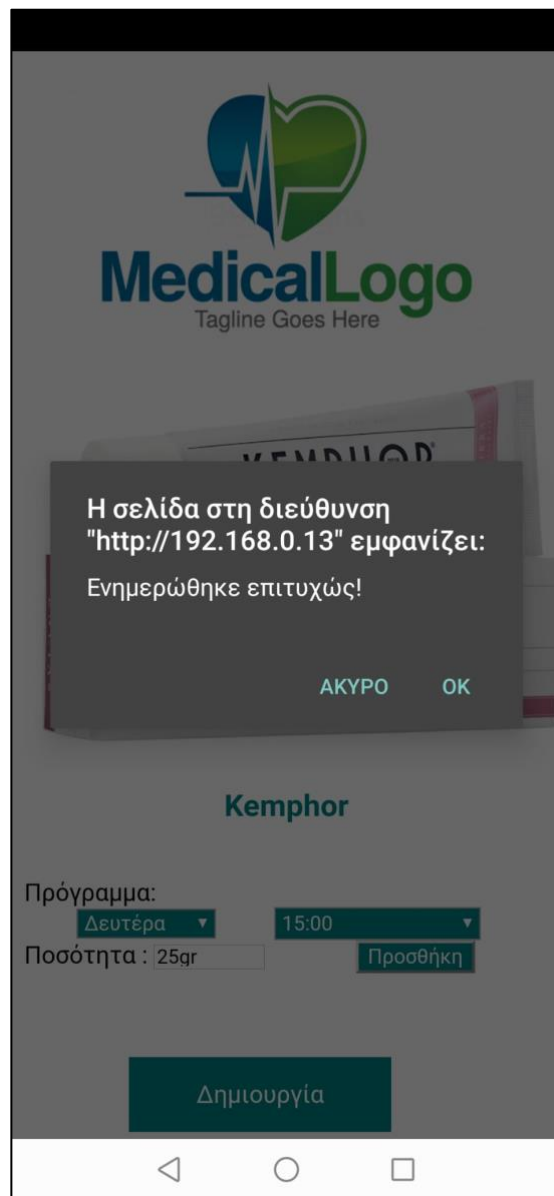


Εικόνα 19: Αλλαγή ώρας πρόσληψης φαρμάκου.

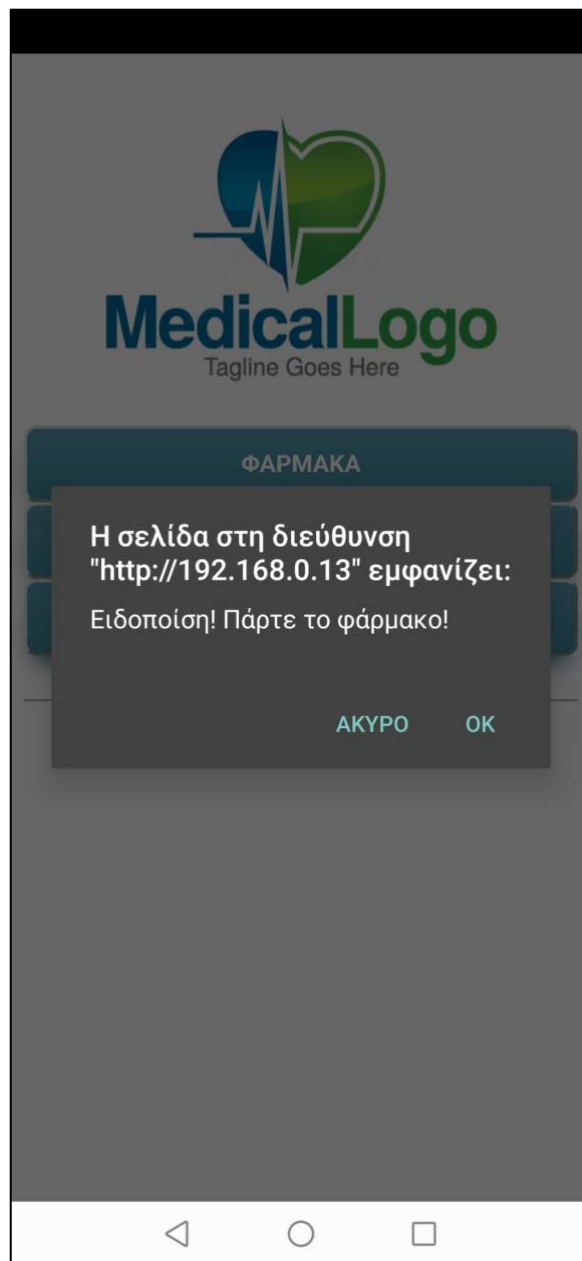


Εικόνα 20: Επιβεβαίωση εισαγωγής φαρμάκου.

Μπορούν να προστεθούν πολλαπλές ημέρες και ώρες κατά βούληση του χρήστη. Αυτό γίνεται επιλέγοντας 'Προσθήκη' για κάθε νέα μέρα και ώρα και στη συνέχεια δημιουργία για δημιουργία νέου ημερολογίου με όλες τις ημερομηνίες και ποσότητες λήψης.



Εικόνα 21: Δημιουργία νέου ημερολογίου πρόσληψης φαρμάκων.



Εικόνα 22: Μήνυμα ειδοποίησης λήψης φαρμάκου.

Αφότου έχει εισαχθεί το φάρμακο αναμένεται τις μέρες και ώρες που έχουν ορισθεί να ενεργοποιείται η λειτουργία της ειδοποίησης κατά την οποία το παράθυρο που θα εμφανίζεται θα περιέχει ένα απλό μήνυμα κειμένου καθώς και ήχος ειδοποίησης. Εάν λοιπόν, για παράδειγμα είναι Τρίτη, μόλις η ώρα δείξει 12:00 εμφανίζεται μήνυμα 'Πάρτε το φάρμακο' καθώς ακούγεται ηχητικό μήνυμα ειδοποίησης. Εάν ο χρήστης επιλέξει 'ΟΚ' σε επόμενο παράθυρο παρατίθενται λεπτομέρειες για το φάρμακο που θα πρέπει να ληφθεί. Στην περίπτωση που επιλεγθεί 'ΑΚΥΡΟ' τότε η εφαρμογή απλά επιστρέφει στην αρχική οθόνη και παύει να εμφανίζει ειδοποιήσεις γι' αυτό το φάρμακο στην συγκεκριμένη ώρα.



Εικόνα 23: Οθόνη πληροφοριών φαρμάκου προς λήψη.

Στην οθόνη φαίνεται το όνομα καθώς και η εικόνα του φαρμάκου που πρέπει να ληφθεί για διευκόλυνση αναγνώρισης του από το χρήστη. Επίσης παρακινεί το χρήστη να πλησιάσει το φάρμακο στη συσκευή του ώστε να γίνει η ταυτοποίηση.



Εικόνα 24: Οθόνη απόρριψης φαρμάκου προς λήψη.

Στην περίπτωση κατά την οποία ο χρήστης πλησιάσει λάθος φάρμακο στην οθόνη, εμφανίζεται μήνυμα λάθους με αλλαγή της προηγούμενης οθόνης σε κόκκινο χρώμα ώστε να είναι ξεκάθαρο το μήνυμα και να ο χρήστης να καταλάβει εύκολα ότι θα πρέπει να αφήσει το συγκεκριμένο και να πάρει το φάρμακο που εμφανίζεται στην οθόνη.



Εικόνα 25: Οθόνη επιβεβαίωσης φαρμάκου προς λήψη.

Μόλις ο χρήστης πλησιάσει το σωστό φάρμακο στην συσκευή του τότε εμφανίζεται μήνυμα επιβεβαίωσης ώστε να προχωρήσει με τη λήψη. Το μήνυμα ομοίως με το μήνυμα απόρριψης ξεχωρίζει κάνοντας το χρώμα της οθόνης του χρήστη πράσινο και εμφανίζοντας το σύμβολο 'OK'. Κατά τη διάρκεια όλων αυτών των μηνυμάτων φαίνεται η δοσολογία πρόσληψης και η εικόνα και όνομα του φαρμάκου ώστε να γίνει όσο το δυνατόν ευκολότερη η κατανόηση του μηνύματος από το χρήστη. Τέλος, στην περίπτωση που πάρει το φάρμακο καλείται να επιλέξει 'Το πήρα!' ούτως ώστε το σύστημα να μπορεί να συγκεντρώσει πληροφορίες σχετικά με την ορθή χρήση της θεραπείας του ασθενή.

Όπως αναφέρθηκε στην περιγραφή της εφαρμογής κύριος στόχος είναι η εξασφάλιση σωστής χρήσης των φαρμάκων και στενή παρακολούθηση του ασθενή. Για το λόγο αυτό η εφαρμογή είναι σε θέση να γνωρίζει εάν ο ασθενής πότε πήρε τα φάρμακα του σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του προγράμματος και πότε όχι. Στη δεύτερη περίπτωση λοιπόν υπάρχει η δυνατότητα πρόσθεσης λειτουργίας καταγραφής μη ακολουθίας οδηγιών προγράμματος, όπου τα συμβάντα καταγράφονται και ενημερώνουν έναν επόπτη.

6.2 Αξιολόγηση

Αφού περιεγράφηκε, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η εφαρμογή, έχοντας ένα ολοκληρωμένο λειτουργικό σύστημα μπορούμε πλέον να περάσουμε στο στάδιο της αξιολόγησης. Καταβάλαμε σημαντική προσπάθεια ώστε η εφαρμογή να πληροί συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως:

Απλότητα. Η εφαρμογή έχει χτιστεί με δεδομένο ότι ο χρήστης μπορεί να είναι οποιοσδήποτε άνθρωπος της εποχής μας. Είναι πιθανό να έχει ελάχιστη εξοικείωση με την τεχνολογία. Για το λόγο αυτό προσπαθήσαμε η εφαρμογή να υποστηρίζει την αρχή του Internet Of Things σχετικά με την διακριτική δραστηριότητα ενεργειών που δεν προϋποθέτει επέμβαση του χρήστη στη διεκπεραίωση των διαδικασιών, αλλά λαμβάνει δεδομένα από τις φυσικές/ καθημερινές κινήσεις του χρήστη ώστε να συμπεράνει το επόμενο βήμα που πρέπει να ακολουθήσει. Επιπλέον, τα παράθυρα είναι και τα μηνύματα που απευθύνονται στο χρήστη-ασθενή περιέχουν όσο το δυνατό μεγάλα γράμματα, διαφορετικά χρώματα και εικόνες, ώστε να γίνονται εύκολα αντιληπτά τα αντικείμενα και να μη δυσκολεύουν ή αγχώνουν τον χρήστη.

Φιλικό περιβάλλον. Το user interface της εφαρμογής έχει σχεδιαστεί με τρόπο τέτοιο ώστε να απαιτεί την ελάχιστη προσπάθεια από το χρήστη στην κατανόηση της ροής των εργασιών καθώς η εμφάνιση είναι μινιμαλιστική, οι λειτουργίες ξεκάθαρες και περιέχει μηνύματα διαλόγου για χρήση της βοήθειας όπου χρειάζεται.

Συνέπεια. Η σωστή ροή των διαδικασιών σε ένα έργο που αφορά την υγεία και τη φαρμακευτική αγωγή ατόμων είναι μια από τις βασικές απαιτήσεις, καθώς λανθασμένες πληροφορίες θα μπορούσαν να προκαλέσουν μη θεμιτά αποτελέσματα στην υγεία του ατόμου. Μέσω των προηγούμενων χαρακτηριστικών που περιεγράφηκαν μπορεί εύκολα να επιβεβαιωθεί ότι ο κίνδυνος λάθους είναι σχεδόν

μηδαμινός, καθώς αφενός όλα τα δεδομένα μπορούν να εμφανιστούν και να επαληθευτούν εύκολα και άμεσα.

Παρόλα αυτά, όταν αναφερόμαστε σε προβλήματα πραγματικού κόσμου, παρατηρούμε ότι υπάρχουν κάποια κενά ή ελλείψεις. Τέτοια προβλήματα θα μπορούσε να αντιμετωπίσει επιτυχώς η εφαρμογή με βελτιώσεις σε συγκεκριμένου τομείς όπως:

Εμπλουτισμός μηνυμάτων εικόνας με περισσότερα ηχητικά μηνύματα. Είναι προφανές ότι τα μηνύματα κειμένου μπορούν να είναι αποτελεσματικά μόνο όταν ο χρήστης έχει οπτική επαφή με την οθόνη του συστήματος. Πολύ συχνά όμως θα συμβεί να μην καλύπτεται αυτή η προϋπόθεση, συνεπώς η λειτουργία ενός ηχητικού μηνύματος ομιλίας θα ήταν καλύτερη λύση. Επιπλέον, έχοντας ως πρωτεύοντα στόχο την διευκόλυνση του χρήστη, είναι σαφές ότι πολύ σημαντικός παράγοντας σε αυτό καθίσταται το look & feel της εφαρμογής. Συνεπώς μηνύματα ήχου που θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν ολοκληρωμένες λεκτικές προτάσεις με οδηγίες, επιβεβαίωση διαδικασιών και βοηθητικά μηνύματα θα μπορούσαν να αυξήσουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα, ιδίως αν (που είναι και πολύ σύνηθες στην τρίτη ηλικία) ο χρήστης - ασθενής έχει προβλήματα όρασης.

Σύνδεση εφαρμογής με σύστημα επόπτη/ ιατρού. Σε αυτό το σημείο είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι βάσει των αρχών του Internet of Things όλα τα αντικείμενα είναι συνδεδεμένα σε ένα ενιαίο δίκτυο που επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική δημιουργεί ιδανικές συνθήκες για χρήση data analytics που στην προκειμένη περίπτωση θα χρησιμοποιούνταν για την καλύτερη περίθαλψη και παρακολούθηση του ασθενή. Οι υπεύθυνοι θα μπορούσαν να λαμβάνουν ειδοποιήσεις μέσω μιας email ή ακόμα και να παρακολουθούν όλα τα δεδομένα χρήσης της εφαρμογής μέσω μιας πλατφόρμας στατιστικών.

Τέλος, σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ambient assisted living, όπου θα υπάρχουν και άλλα αντικείμενα υποβοήθησης στο χώρο όπως ρομπότ, η επικοινωνία μεταξύ αυτών θα μπορούσε να διευκολύνει ακόμη περισσότερο την διαβίωση των ατόμων, καθώς θα μπορούσαν να αλληλοεπιδρούν εκείνα με την παρούσα εφαρμογή διασφαλίζοντας ακόμα περισσότερο την αποφυγή λαθών και την άμεση πρόληψη με σκοπό την προστασία του ασθενούς, σύμφωνα πάντα με το ειδικά προσαρμοσμένο εξατομικευμένο πρόγραμμα ολοκληρωμένης υποστήριξης. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η RFID τεχνολογία αποτελεί ένα μικρό αλλά πολύ σημαντικό κομμάτι στο πλαίσιο AAL, Ambient Intelligence και Ubiquitous Computing, καθώς περιλαμβάνει παρούσα και μελλοντική τεχνολογία μέσω μιας τόσο απλής όσο και χρήσιμης εφαρμογής.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ανακεφαλαιώνοντας, η παρούσα εργασία κλήθηκε να σκιαγραφήσει τις σημερινές απαιτήσεις για τις εφαρμογές IoT, το ρόλο και τη σημασία της διαχείρισης των δεδομένων, στο ιδιαίτερα κρίσιμο θέμα της ασφάλειας, καθώς και στην προστιθέμενη αξία των εφαρμογών IoT για την επιχείρηση και τον καταναλωτή. Σημειώθηκε ακόμα ότι είναι ανάγκη οι επιχειρήσεις να εκσυγχρονίσουν τη λογική της ψηφιακής ασφάλειάς τους.

Οι έξυπνες συσκευές μπορούν να έχουν ενσύρματη ή ασύρματη σύνδεση. Όσον αφορά την ασύρματη σύνδεση, υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνολογίες επικοινωνίας και πρωτόκολλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση αυτών των συσκευών. Μερικά από αυτά είναι το IPv6, το 6LoWPAN (over Low power Wireless Personal Area Networks), το ZigBee, το BLE (Bluetooth Low Energy), το Z-Wave, το NFC (Near Field Communication) κ.ά.

Επιπλέον μέσω της σχεδίασης και δημιουργίας της εφαρμογής με χρήση NFC RFID, παρουσιάστηκε ένα παράδειγμα εφαρμογής του IoT σε πραγματικές συνθήκες. Ως βασικό χαρακτηριστικό θα μπορούσε να θεωρηθεί η απλότητα και οι φυσικότητες στη ροή των δραστηριοτήτων ειδικά από πλευράς εμπειρίας χρήστη. Η ταυτοποίηση των φαρμάκων μέσω μια φυσιολογικής απλής κίνησης σε συνδυασμό με την ποσότητα των δεδομένων και πληροφοριών που μπορούν να αντληθούν από αυτή, είναι από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα μιας κλασικής εφαρμογής IoT. Μέσα από το συγκεκριμένο θέμα δόθηκε η δυνατότητα να γίνει αναφορά σε Ambient Assisted Living πεδίο εφαρμογών όπου θα μπορούσε να θεωρηθεί υποκατηγορία εφαρμογών IoT, αποδεικνύοντας ότι οι τεχνολογίες Internet of Things μπορούν να προσφέρουν μια πραγματικά καλύτερη ζωή στους πολίτες.

Η πραγματική επανάσταση του Internet of Things θα γίνει όταν αντιμετωπίσουμε το IoT όπως αντιμετωπίζουμε το «απλό» διαδίκτυο. Είναι απαραίτητο να υποστηρίζεται από κινητές συσκευές, ώστε να μπορεί να αναδείξει 100% την έννοια του «πάντα και παντού» και να ενισχύσει τη χρησιμότητα του.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] "techopedia.com," [Online]. Available: <https://www.techopedia.com/definition/22702/ubiquitous-computing>. [Accessed 11 March 2016].
- [2] V. Beal, "webopedia.com," [Online]. Available: http://www.webopedia.com/TERM/P/pervasive_computing.html. [Accessed 12 March 2016].
- [3] L. Little and P. Briggs, "Privacy Factors for Successful Ubiquitous Computing," *International Journal of E-Business Research*, vol. 5, no. 2, pp. 1-20, 2009.
- [4] M. Weiser, "The computer for the 21st century," *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications*, vol. 3, no. 3, pp. 3-11, 1999.
- [5] C. Harmon and R. Adams, *Reading between the lines : an introduction to bar code technology*, Peterborough: North Amer Technology; 4th edition, 1989.
- [6] "QR code.com," [Online]. Available: <http://www.qrcode.com/en/history/>. [Accessed 15 April 2016].
- [7] "Wikipedia (Barcodes)," 20 March 2016. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Barcode>. [Accessed 10 April 2016].
- [8] *QR Code Essentials*, Japan: DENSO ADC, 2011.
- [9] "Wikipedia - QR Codes," 18 April 2016. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/QR_code. [Accessed 20 April 2016].
- [10] M. Fox, "The New York Times," 15 June 2011. [Online]. Available: <http://www.nytimes.com/2011/06/16/business/16haberman.html>. [Accessed 20 March 2016].
- [11] S. L. Garfinkel, A. Juels and R. Pappu, "RFID privacy: an overview of problems and proposed solutions," *IEEE Security & Privacy*, vol. 3, no. 3, pp. 34 - 43, 13 June 2005.
- [12] R. Gibson, "<http://iwatchsystems.com>," 2 May 2011. [Online]. Available: <http://iwatchsystems.com/technical/2011/05/02/barcode/>. [Accessed 4 April 2016].

- [13] R. Kim, "gigaom.com," 26 January 2012. [Online]. Available: <https://gigaom.com/2012/01/26/mastercard-starts-piloting-qkr-mobile-payment-app/>. [Accessed 12 April 2016].
- [14] P. Nikitin, K. V. S. Rao and S. Lazar, *An Overview of Near Field UHF RFID*, Grapevine, TX, USA: IEEE, 2007.
- [15] C. O'Malley and D. S. Fraser, *Literature Review in Learning*, Futurelab, 2004.
- [16] R. Want, "An Introduction to RFID Technology," *IEEE Pervasive Computing*, vol. 5, no. 01, pp. 25-33, 2006.
- [17] Α. Κομνηνός, *Εισαγωγή στο Διάχυτο Υπολογισμό*, 2012.
- [18] Ο. Α. Σέκκας, *Διαχείριση Πληροφορίας Πλαισίου για το Διάχυτο Υπολογισμό*, Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2010.
- [19] R. Bhattacharyya, C. Floerkemeier and S. Sarma, "Low-Cost, Ubiquitous RFID-Tag-Antenna-Based Sensing," *Proceedings of the IEEE*, vol. 98, no. 9, pp. 1593-1600, 2010.
- [20] L. Srivastava, "Ubiquitous Network Societies: The Case of Radio Frequency Identification," International Telecommunication Union, 2005.
- [21] "technovelgy.com," [Online]. Available: <http://www.technovelgy.com/ct/technology-article.asp>. [Accessed 4 May 2016].
- [22] "<http://rfid-handbook.de>," [Online]. Available: <http://rfid-handbook.de/about-rfid.html>. [Accessed 4 May 2016].
- [23] C. Turcu, "intechopen.com," 15 June 2011. [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/books/designing-and-deploying-rfid-applications>. [Accessed 15 May 2016].
- [24] "Ubiquitous computing," Wikipedia, 14 May 2017. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Ubiquitous_computing. [Accessed 18 June 2017].
- [25] U. Hansmann, L. Merk, M. S. Nicklous and T. Stober, *Pervasive Computing: The Mobile World*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003, p. 448.

- [26] M. Weiser and J. S. Brown, *The Coming Age of Calm Technology*, New York: Springer New York, 1997.
- [27] "Wikipedia: Internet of Things," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things. [Accessed 18 June 2017].
- [28] H. Teufel, "PRIVACY POLICY GUIDANCE MEMORANDUM," U.S. Department of Homeland Security, Washington, 2008.
- [29] J. Stroup, "The Balance," 09 June 2016. [Online]. Available: <https://www.thebalance.com/g00/fair-credit-reporting-act-of-1970-1947567?i10c.referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.gr%2F>. [Accessed 18 June 2017].
- [30] O. (. f. E. C. and), "Guidelines governing the protection of privacy and transborder flows of personal," OECD, 1980.
- [31] E. Parliament, *Directive on the Protection of Individuals*, Done, 1995.
- [32] S. Garfinkel, "www.technologyreview.com," 1 October 2002. [Online]. Available: <https://www.technologyreview.com/s/401660/an-rfid-bill-of-rights/>. [Accessed 18 June 2017].
- [33] C. Corum, "www.secureidnews.com," 30 July 2004. [Online]. Available: <https://www.secureidnews.com/news-item/contactless-payments-via-mobile-phones-come-to-japan-via-quickpay/>. [Accessed 2017 June 15].
- [34] J. Hintlian, "rfidjournal.com," 22 March 2004. [Online]. Available: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?840>. [Accessed 14 June 2017].
- [35] FDA, "www.fda.gov," 09 October 2009. [Online]. Available: <https://www.fda.gov/Drugs/DrugSafety/ucm169918.htm>. [Accessed 15 June 2017].
- [36] J. Wang, *Information Technologies, Methods, and Techniques of Supply Chain Management*, Montclair: IGI Global, 2012.
- [37] A. Κομνηνός, "http://www.bucleuchpark.net," May 2012. [Online]. Available: <http://www.bucleuchpark.net/MUCOM/ubipatras/Presentations/komninos.pdf>. [Accessed 20 October 2016].

- [39] Francisco Carabez [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/carabez/rfid> technologies.
[Accessed: 16 - November - 2016]
- [40] Arif Aayesha, "http://wonderfulengineering.com," 15 March 2017. [Online]. Available:
<http://wonderfulengineering.com/company-sweden-implants-microchips-employees-hands/>.
[Accessed 20 May 2017]