

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΑΧΥΤΟΥ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΣΕ
ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΟ ΧΩΡΟ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ: ΤΖΟΥΜΑΡΗ ΝΙΚΟΛΕΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΤΑΜΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα μεγάλο μέρος των σύγχρονων εφαρμογών της πληροφορικής και πιο συγκεκριμένα της Περιρρέουσας Νοημοσύνης που στοχεύουν στη διαφάνεια αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής απαιτούν αόρατο υπολογιστικό περιβάλλον, προηγμένη τεχνολογία δικτύων και εξειδικευμένα εργαλεία αλληλεπίδρασης. Μια προσέγγιση αυτής της κατηγορίας εφαρμογών ενσωματώνει την τεχνολογία σε διάφορα αντικείμενα στην καθημερινή μας ζωή με σκοπό ο χρήστης να πραγματοποιεί τις καθημερινές του εργασίες με εύκολο και αυτόματο τρόπο. Βασικό χαρακτηριστικό της Περιρρέουσας Νοημοσύνης είναι η συγχώνευση του πραγματικού με τον ψηφιακό κόσμο χρησιμοποιώντας επαυξημένα αντικείμενα με δυνατότητες λήψης, αποθήκευσης, επεξεργασίας και αποστολής πληροφοριών.

Στόχος της εργασίας είναι η δημιουργία μιας εφαρμογής διάχυτου υπολογισμού, η οποία θα αναγνωρίζει αντικείμενα σε έναν φυσικό χώρο. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή αφορά την αναγνώριση τροφίμων από ένα ντουλάπι, τα οποία θα αποθηκεύονται με ένα σύνολο ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του παραπάνω στόχου περιλαμβάνει, μελέτη των βασικών εννοιών, δημιουργία σεναρίου του πραγματικού κόσμου, σχεδιασμό και ανάπτυξη της εφαρμογής, πραγματοποίηση πειραμάτων για τον έλεγχο της απόδοσης, και τέλος καταγραφή των αποτελεσμάτων σε τυποποιημένη μορφή και αξιολόγηση.

Τα προσδοκώμενα αποτελέσματα είναι μία εφαρμογή διάχυτου υπολογισμού, η οποία θα αναγνωρίζει αντικείμενα του φυσικού κόσμου και θα μετατρέπει την υπόστασή τους σε ψηφιακή μορφή κατάλληλη για επεξεργασία.

ABSTRACT

Many modern applications of information technology aim at the transparency of human-computer interaction and they require invisible calculating environment, advanced network technology and standardized tools of interaction. An approach of this category of applications embeds the technology in various objects in our daily life relieving the user from other tedious actions. A fundamental characteristic of Ambient Intelligence is the fusion of the real with the digital world by using augmented objects with capabilities of perception, storage, management and transmission of information.

The aim of this work is the development of an ubiquitous computing application, which will recognize objects of a physical space. Specifically, the application concerns the recognition of quantitative and qualitative characteristics of food items, which are stored in a closet.

The adopted methodology includes the study of basic terms and notions, the creation of a real world scenario, the design and development of a proof-of-concept application, several experiments for the validation of the concept, and finally evaluation of the adopted approach.

The objective is the development of the proof-of-concept application, which will recognize objects of physical world and will ease their management in the digital world.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	- 1 -
ABSTRACT.....	- 2 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	- 5 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	- 6 -
1.1 ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ.....	- 6 -
1.2 QR ΚΩΔΙΚΕΣ.....	- 7 -
1.2.1 ΚΩΔΙΚΑΣ QR ΑΠΟ ΤΙ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ.....	- 9 -
1.2.2 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΩΔΙΚΑ QR.....	- 9 -
1.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ RFID ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	- 11 -
1.3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ.....	- 13 -
1.3.2 ΤΥΠΟΙ RFID.....	- 16 -
1.3.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	- 17 -
1.3.3.1 Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ FARADAY.....	- 20 -
1.3.4 ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	- 21 -
1.4 RFID & QR ΚΩΔΙΚΕΣ: Βελτίωση της καταναλωτικής εμπειρίας.....	- 24 -
1.5 ΠΩΣ ΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ QR ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΤΑ RFID.....	- 25 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	- 28 -
2.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ «Διαδίκτυο ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ».....	- 29 -
2.2 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	- 30 -
2.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ.....	- 31 -
2.4 ΤΟ ΟΡΑΜΑ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ.....	- 33 -
2.5 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	- 35 -
2.5.1 ΚΙΝΗΤΡΟ.....	- 37 -
2.6 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΟ.....	- 38 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	- 42 -
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	- 42 -
3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	- 42 -
3.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ICONIX.....	- 44 -

3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	- 46 -
3.5. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	- 51 -
3.6 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	- 59 -
3.7 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	- 61 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	- 63 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	- 64 -

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αντικείμενο το οποίο θα μας απασχολήσει αναφέρεται στην ανάπτυξη μίας εφαρμογής διάχυτου υπολογισμού μηχανής με σκοπό την αυτοματοποίηση και την μεγαλύτερη ευκολία στις καθημερινές εργασίες του χρήστη. Ο στόχος για τη δημιουργία αυτής της εφαρμογής είναι η αναγνώριση αντικειμένων στο φυσικό κόσμο και η μετατροπή τους σε ψηφιακή μορφή κατάλληλη για επεξεργασία. Η συγκεκριμένη εφαρμογή αφορά την αναγνώριση τροφίμων από ένα ντουλάπι και την αυτόματη μετατροπή τους σε ψηφιακή μορφή η οποία θα περιλαμβάνει ένα σύνολο από ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως περιεχόμενο, ημερομηνία λήξης, κτλ.

Για την επίτευξη του στόχου που προαναφέραμε θα ακολουθηθεί μία συγκεκριμένη μεθοδολογία. Θα πραγματοποιηθεί μελέτη βασικών εννοιών ώστε να γίνουν αντιληπτές όλες οι έννοιες που θα αναφέρουμε (Ambient Intelligence, Ubiquitous Computing, RFID, Internet of Things), ενώ επίσης θα δημιουργηθεί ένα σενάριο ώστε να γίνει πλήρως κατανοητή η δημιουργία της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Τα κεφάλαια τα οποία θα ακολουθήσουν θα περιλαμβάνουν την ανάπτυξη των εννοιών και των τεχνολογιών που θα χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να υλοποιήσουμε την εφαρμογή, το σενάριο που θα βοηθήσει την καλύτερη κατανόηση της εφαρμογής, τον σχεδιασμό της εφαρμογής, την υλοποίηση της καθώς και τα αποτελέσματα που λάβαμε μετά την εκτέλεση της αλλά και την αξιολόγηση τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

1.1 ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

Τα ζητήματα εντοπισμού προϊόντων με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας είναι αρκετά σημαντικά στις μέρες μας και πραγματοποιείται αρκετή έρευνα και ανάπτυξη, καθώς αποσκοπούν:

- Στην εξοικονόμηση χρόνου, αυτόματος και μεγάλου εύρους εντοπισμός.
- Στην μείωση του κόστους, όλα γίνονται αυτοματοποιημένα και ξέρουμε ακριβώς πόσα προϊόντα έχουμε και που, αποφεύγοντας να ξανά αγοράσουμε τα ίδια.
- Στην ενημέρωση για στοιχεία και χαρακτηριστικά, όπως ημερομηνία λήξης, τιμή, ποσότητα, βάρος, περιεχόμενο, διαδρομή εφοδιασμού κλπ.

Όμως πέρα από αυτά τα οφέλη που μας προσφέρει ένα σύστημα εντοπισμού προϊόντων η χρήση του γίνεται πολύ ενδιαφέρουσα όταν μιλάμε για επιχειρήσεις. Ένα τέτοιο παράδειγμα εντοπισμού προϊόντων που παίζει σημαντικό ρόλο στις επιχειρήσεις είναι η υποστήριξη της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Πολλές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν το RFID για την υποστήριξη επιχειρησιακών διαδικασιών, όπως την τοποθέτηση ετικετών σε παλέτες και χαρτοκιβώτια, την καταγραφή και αποστολή πληροφοριών προς την αποθήκη, έτσι ώστε τα κέντρα διανομής και οι μονάδες λιανικής να μπορούν να ανανεώνουν τις παραγγελίες αγαθών αυτόματα μόλις τα αποθέματα λιγοστέψουν. Με αυτόν τον τρόπο βελτιώνεται η ποιότητα των υπηρεσιών προς τον καταναλωτή και εξασφαλίζεται η δυνατότητα εντοπισμού προϊόντων που έχουν χαθεί ή κλαπεί καθώς και οι ποσότητες των προϊόντων που υπάρχουν στις επιχειρήσεις ή σε ένα απλό ντουλάπι του σπιτιού μας, πράγμα που θα μας απασχολήσει για την υλοποίηση της εφαρμογής.

Εκτός από την χρήση των RFID διαδεδομένη πλέον είναι και μία ακόμα τεχνική που χρησιμοποιείται για την ταχύτερη εύρεση αντικείμενων και προϊόντων, οι QR κώδικες. Πρόκειται για μία πιο πρόσφατη τάση και η χρήση τους συνεχώς αυξάνεται, οι QR κώδικες αποτελούν την εξέλιξη του barcode, που χρησιμοποιούταν για πολλά χρόνια από τις επιχειρήσεις, και κερδίζει συνεχώς την εμπιστοσύνη των

επιχειρήσεων παίρνοντας χώρο μαζί με τα RFID στην ανάπτυξη της εφοδιαστικής αλυσίδας.

1.2 QR ΚΩΔΙΚΕΣ

Κώδικες QR σχεδιάστηκαν αρχικά για την αυτοκινητοβιομηχανία. Η χρήση των QR αυξήθηκε αρχικά γρηγορότερα στον Καναδά και το Χονγκ Κονγκ. Η χρήση τους στο παρελθόν συνήθως περιορίστηκε στη βιομηχανία, αλλά τα τελευταία χρόνια οι καταναλωτές έχουν γίνει πιο ανεκτικοί στο να δουν την καταναλωτική διαφήμιση και τη συσκευασία. Πιο πρόσφατα, η συγκεκριμένη τεχνική έγινε δημοφιλής έξω από τη βιομηχανία λόγω της γρήγορης αναγνωσιμότητας και της μεγάλης χωρητικότητας των ετικετών έναντι των τυποποιημένων γραμμωτών κωδίκων UPC. Οι QR κώδικες που αποθηκεύουν τις διευθύνσεις (ειδικά το Διαδίκτυο) γίνονται όλο και περισσότερο κοινοί στα καταστήματα και τη διαφήμιση. Η προσθήκη των κωδίκων QR γίνεται εύκολη απλοποιώντας πολύ το στόχο να εισαχθούν οι λεπτομέρειες μιας νέας εγγραφής στον τηλεφωνικό κατάλογο του τηλεφώνου.

Από το θυγατρικό κύμα Denso της Toyota το 1994 στα οχήματα διαδρομής κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής, ο κώδικας QR είναι ένας από τους δημοφιλέστερους τύπους δισδιάστατων γραμμωτών κωδίκων. Έχει ως σκοπό να επιτρέψει στο περιεχόμενό του να αποκωδικοποιείται με υψηλή ταχύτητα.

Οι δισδιάστατοι γραμμωτοί κώδικες QR είναι μία τεχνική για την εύκολη εισαγωγή στοιχείων και ιδιοτήτων των αντικειμένων με ένα «μικρό σχήμα». Μεταξύ άλλων οφελών, προσφέρουν ταχύτητα αναγνώρισης και εξοικονόμηση κόστους, όμως υπάρχουν ευδιάκριτες διαφορές μεταξύ τους και κυρίως διαφορές στα πεδία εφαρμογής στα οποία είναι καταλληλότεροι. Οι QR κώδικες είναι μία πρόσφατη τάση και η χρήση τους είναι αυξανόμενη. Οι QR κώδικες (βλ. παράδειγμα στο Σχήμα 1) αποτελούν εξέλιξη του γραμμωτού κώδικα (barcodes), δεδομένου ότι περιέχουν πολύ περισσότερη πληροφορία, η οποία μπορεί να αναγνωριστεί από έναν κώδικα QR. Οι QR κώδικες μπορούν να ανιχνευθούν και να διαβαστούν εύκολα, όπως για παράδειγμα από ένα εξοπλισμένο Smartphone όταν μεταφορτώνονται σε έναν ανιχνευτή app,(π.χ. το i-nigma για το i-Phone). Αυτό σημαίνει ότι ο απλός χρήστης μπορεί τώρα να αποκωδικοποιήσει (διαβάσει) έναν κώδικα QR, χωρίς πρόσθετο

εξοπλισμό. Θα μπορούσαμε να περπατήσουμε οπουδήποτε και αν βρισκόμαστε, να δούμε έναν κώδικα QR σε ένα στοιχείο, να τον ανιχνεύσουμε με το Smartphone, και να έχουμε αμέσως πρόσβαση σε πολλές πληροφορίες ηλεκτρονικά.



Σχήμα 1 κώδικας QR (<http://goo.gl/nNNQ1.qr>)

Οι QR κώδικες υπήρχαν για χρόνια. Αλλά τα τελευταία χρόνια η χρήση τους ανέβηκε στα ύψη μεταξύ των επιχειρήσεων, δεδομένου ότι οι κινητές συσκευές έχουν αυξηθεί. Μεταξύ άλλων χρήσεων, οι QR κώδικες είναι κατάλληλοι και για μάρκετινγκ. Έχουμε πρόσβαση σε πολύ περισσότερες πληροφορίες από πριν και μπορούμε να τους αποτυπώσουμε σε μια μικρή κάρτα. Για παράδειγμα, να διανείμουμε τις επαγγελματικές κάρτες με έναν κώδικα QR, ο οποίος θα παρέχει όλες τις πληροφορίες και θα οδηγεί τους ανθρώπους σε μια ιστοσελίδα Σχήμα 2. Μπορούμε να ανιχνεύσουμε τις πληροφορίες μιας επιχείρησης με τη χρήση ενός Smartphone, έτσι δεν είναι απαραίτητο να ψάχνουμε έξω για τα ακριβά έντυπα υλικά.



Σχήμα 2 αποκωδικοποίηση κώδικα QR και μεταφορά στον ιστότοπο μέσω κινητής συσκευής (Luigi Atzori, 2010)

Δεν είναι δύσκολο να παραχθεί ένας κώδικας QR. Μπορούμε να τον δημιουργήσουμε δωρεάν. Υπάρχουν διαθέσιμες εφαρμογές, όπως το GoogleURLshortener που μετατρέπουν αυτόματα την πληροφορία σε κώδικα QR. Η εικόνα κώδικα QR που φαίνεται στο Σχήμα 1 δημιουργήθηκε με την χρησιμοποίηση του

GoogleURLshortener (<http://goo.gl/>) και πήρε μόλις δύο δευτερόλεπτα για τη δημιουργία της. Οι κώδικες QR έχουν απεριόριστες χρήσεις στις μικρές επιχειρήσεις, ειδικά για το μάρκετινγκ, τώρα που φαίνεται ότι ο καθένας στον πλανήτη διαθέτει ένα Smartphone.

1.2.1 ΚΩΔΙΚΑΣ QR ΑΠΟ ΤΙ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ

Ένας κώδικας QR είναι ένας κώδικας μητρών (ή δισδιάστατος γραμμωτός κώδικας) που δημιουργήθηκε στην Ιαπωνία από το 1994. Το «QR» προέρχεται από τη «γρήγορη απάντηση», επειδή ο δημιουργός σκεφτόταν έναν κώδικα που θα επέτρεπε τη γρήγορη αποκωδικοποίηση του περιεχομένου του.

Ο κώδικας QR αποτελείται από τις μαύρες ενότητες που τακτοποιούνται σε ένα τετραγωνικό σχέδιο με ένα άσπρο υπόβαθρο. Οι πληροφορίες που κωδικοποιούνται μπορούν να αποτελούνται από τέσσερα τυποποιημένα είδη ("modes") από τα στοιχεία (αριθμητικό, αλφαριθμητικό, ψηφιολέξη/δυναδικό, Kanji), ή κατ' υποστηριγμένες επεκτάσεις ουσιαστικά οποιουδήποτε είδους στοιχείων.

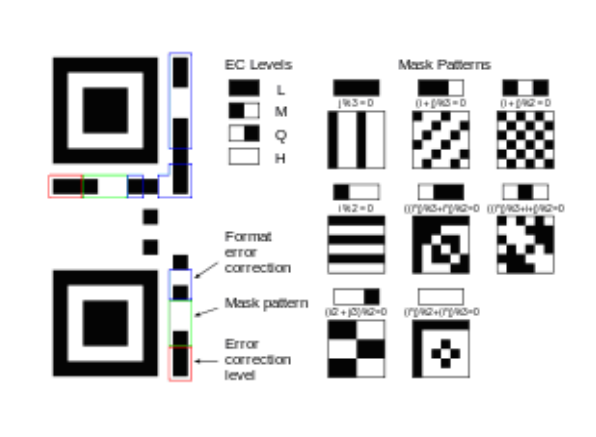
Στοιχεία QR κώδικα μπορούν να είναι:

- αριθμητικοί μόνο ανώτατοι 7089 χαρακτήρες
- αλφαριθμητική ανώτατοι 4296 χαρακτήρες
- δυαδικές (οκτάμπιτες) ανώτατες 2953 ψηφιολέξεις
- Ανώτατοι 1817 χαρακτήρες Kanji/Kana.

1.2.2 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΩΔΙΚΑ QR

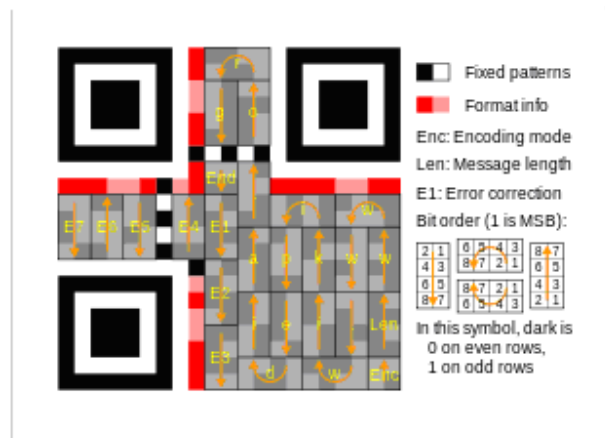
Η απεικόνιση του κώδικα QR περιλαμβάνει δύο πράγματα: το επίπεδο διορθώσεων λάθους και το σχέδιο μασκών που χρησιμοποιούνται για το σύμβολο. Η κάλυψη χρησιμοποιείται για να χωρίσει τα σχέδια στην περιοχή των στοιχείων ενός ανιχνευτή, όπως οι μεγάλες κενές περιοχές ή τα παραπλανητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που μοιάζουν με τα σημάδια εντοπισμών. Τα σχέδια μασκών Σχήμα 3 καθορίζονται σε ένα πλέγμα που επαναλαμβάνεται ανάλογα με τις ανάγκες για να καλύψει ολόκληρο το σύμβολο του κώδικα QR. Το στοιχείο μηνυμάτων τοποθετείται στο αριστερό σχέδιο, όπως παρουσιάζεται παρακάτω στο Σχήμα 4. Στα μεγαλύτερα

σύμβολα Σχήμα 5, αυτό περιπλέκεται από την παρουσία των σχεδίων ευθυγράμμισης και τη χρήση των πολλαπλάσιων φραγμών λάθος-διορθώσεων.



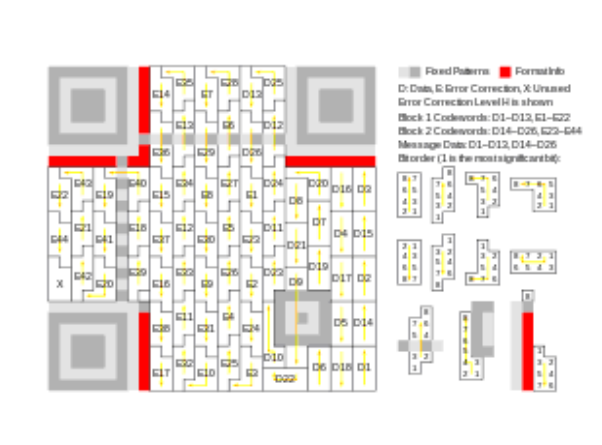
Σχήμα 3 έννοια των πληροφοριών

(http://en.wikipedia.org/wiki/File:QR_Format_Information.svg)



Σχήμα 4 τοποθέτηση μηνύματος μέσα σε ένα QR σύμβολο

(http://en.wikipedia.org/wiki/File:QR_Character_Placement.svg)



Σχήμα 5 μεγαλύτερο σύμβολο που απεικονίζει παρεμβάλλονται blocks
http://en.wikipedia.org/wiki/File:QR_Ver3_Codeword_Ordering.svg

1.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ RFID ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία αναγνώρισης των ραδιοσυχνοτήτων έχει μετακινηθεί από την αφάνεια στις επικρατούσες εφαρμογές που βοηθούν τη γρήγορη επεξεργασία των βιομηχανικών προϊόντων και υλικών. Το **RFID** είναι τα αρχικά του όρου **Radio Frequency Identification** (Debasis Saha, March 2003), η απόδοση του στα ελληνικά ορίζεται ως «*ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων*». Τα συστήματα RFID αποτελούν ένα υποσύνολο των Συστημάτων Αυτόματου Προσδιορισμού (Automatic Identification Systems) (Luigi Atzori, 2010). Πιο συγκεκριμένα λειτουργεί ως ο γενικότερος όρος των τεχνολογιών τα οποία χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα ανθρώπους ή αντικείμενα και αποτελούν την εξέλιξη των γραμμωτών κωδικών (barcodes). Η τεχνολογία RFID είναι γνωστή εδώ και 60 χρόνια καθώς χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από την πολεμική αεροπορία της Αγγλίας κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου. Κατά τη διάρκεια των επόμενων δεκαετιών, άρχισε να γίνεται ευρέως γνωστή η χρήση και η εκμετάλλευση αυτής της τεχνολογίας. Αρχικά, η χρήση της περιορίστηκε σε πειραματικό στάδιο και σε εργαστηριακό επίπεδο, για να φτάσουμε σήμερα, σε εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων, και κυρίως μέσω του εμπορίου. Παράλληλα αναπτύσσεται η ευρεία χρήση αυτής της τεχνολογίας, με την καθιέρωση προτύπων και την λειτουργία της σε παγκόσμιο επίπεδο.

Τα συστήματα RFID αποτελούνται από δύο κύρια μέρη. Το πρώτο είναι οι πομποδέκτες (transponders) που συχνά αναφέρονται και ως ετικέτες RFID (RFIDtags).



Σχήμα 6 RFID tag (<http://smallbiztrends.com/2011/02/qr-codes-barcodes-rfid-difference.html>)

Οι ετικέτες RFID Σχήμα 6 είναι μικρά chips που αποτελούνται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, το οποίο περιλαμβάνει μνήμη ώστε να αποθηκεύει δεδομένα-πληροφορίες, και μία κεραία. Το μέγεθός τους μπορεί να είναι τόσο μικρό, ανάλογα με το τύπο τις ετικέτας. Το δεύτερο μέρος είναι οι αναγνώστες ή αισθητήρες (readers) Σχήμα 7,



Σχήμα 7 RFID reader (<http://www.elec-intro.com/rfid-reader-pdf>)

οι οποίοι ανακτούν τα δεδομένα από τις ετικέτες RFID. Οι αναγνώστες RFID έχουν ενσωματωμένα μια κεραία και μια μονάδα ελέγχου. Όταν οι ετικέτες RFID βρεθούν στην εμβέλεια της κεραίας του αναγνώστη, επικοινωνούν με ραδιοκύματα με την κεραία των ετικετών RFID. Οι ετικέτες ενεργοποιούνται και επιστρέφουν τα δεδομένα που ζητήθηκαν στους αναγνώστες. Στη συνέχεια, παρεμβαίνει ένα ενδιάμεσο λογισμικό, το οποίο κατανοεί τις πληροφορίες αυτές.

Το RFID επιτρέπει την ταυτοποίηση από απόσταση και έτσι δεν απαιτεί οπτική επαφή μεταξύ του αναγνώστη και τις ετικέτας. Τα RFID tags υποστηρίζουν ένα

μεγαλύτερο σύνολο μοναδικών IDs και μπορούν να ενσωματώσουν και άλλα δεδομένα όπως τον κατασκευαστή, τον τύπο του προϊόντος, ακόμα και δεδομένα περιβαλλοντικών παραγόντων όπως είναι η θερμοκρασία. Επιπλέον, τα συστήματα RFID μπορούν να διακρίνουν πολλά διαφορετικά tags που βρίσκονται γενικά στην ίδια περιοχή χωρίς να απαιτούν την ανθρώπινη βοήθεια.

Γιατί λοιπόν η RFID τεχνολογία να περιμένει 60 χρόνια για να γίνει επικρατούσα τάση; Ο κύριος λόγος είναι το κόστος. Για την αναγνώριση ηλεκτρονικών τεχνολογιών που ανταγωνίζονται την κατώτατη δυνατή τιμολόγηση των τυπωμένων συμβόλων, θα πρέπει είτε να είναι εξίσου χαμηλό το κόστος ή να παρέχουν αρκετή προστιθέμενη αξία για έναν οργανισμό ώστε να ανακτήσει το κόστος απ' αλλού. Το RFID δεν είναι τόσο φθηνό, σε σύγκριση με παλαιότερα μέσα όπως το barcode αλλά προσφέρει προστιθέμενη αξία και είναι τώρα σε ένα κρίσιμο σημείο τιμών που θα μπορούσε να επιτρέψει τη μεγάλη κλίμακα υιοθέτησής του για τη διαχείριση των καταναλωτικών αγαθών λιανικής αγοράς.

Παρατηρούμε κάποια πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά τη χρήση τους:

- Τα συστήματα RFID είναι πολύ μικρά σε μέγεθος, και επιπλέον, η διάρκεια ζωής τους δεν περιορίζεται από τη διάρκεια μπαταριών.
- Τα RFID αποτελούνται από υψηλή ράδιο κάλυψη και στο παράδειγμα επικοινωνίας, δεν απαιτείται η παρουσία αναγνώστη (η επικοινωνία είναι μεταξύ ομότιμων κόμβων ενώ, είναι ασυμμετρική για τους άλλους τύπους συστημάτων)

Παρατηρώντας τα πλεονεκτήματα από την χρήση των RFID γίνεται κατανοητό το πόσο σημαντική είναι η χρήση τους αφού μας παρέχει δυνατότητα αντίληψης, υπολογισμό, και ικανότητες επικοινωνίας σε ένα παθητικό σύστημα.

1.3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ

Η ραδιοφωνική τεχνολογία ήταν το κύριο προαπαιτούμενο για την έλευση των RFID. Από τον Guglielmo Marconi πρώτα, μεταδόθηκαν ραδιοφωνικά σήματα πέρα από τον Ατλαντικό το 1901, τα ραδιοκύματα ήταν ένα σημαντικό μέσο για την αποστολή μηνυμάτων από τον κώδικα Μορς στη πρώτη φωνή ραδιοφωνικής μετάδοσης το 1906. Οι επιστήμονες ανακάλυψαν επίσης ότι θα μπορούσαν να

χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για περισσότερα πράγματα από την μεταφορά μηνύματος. Το 1935, ο Alexander Watson-Watt έδειξε πως η νέα του εφεύρεση, το ραντάρ, θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ραδιοκύματα για να εντοπίσει φυσικά αντικείμενα. Τα ραντάρ βρήκαν την πρώτη τους μεγάλη εφαρμογή κατά τη διάρκεια του 2ου Παγκοσμίου Πολέμου, όπου εντοπίζονταν τα εισερχόμενα αεροσκάφη, στέλνοντας παλμούς και ανίχνευαν την ηχώ που επέστρεφε πίσω. Η ενέργεια των ραντάρ ήταν μια μορφή on-off διαφοροποίησης που αναφέρεται στην παρουσία ή απουσία αεροσκάφους.

Μισό αιώνα αργότερα, τα συστήματα RFID δύσκολα φαίνονται αναγνωρίσιμα. Τα σύγχρονα RFID tags, όπως και άλλες διεισδυτικές τεχνολογίες (όπως εξελιγμένοι αισθητήρες), αποτελούν το επιστέγασμα της εξέλιξης προς τις ασύρματες υποδομές και σε χαμηλού κόστους ενσωματωμένους υπολογιστές. Τα RFID tags είναι τώρα σε μέγεθος ενός κόκκου ρυζιού και έχουν ενσωματωμένη λογική (μικροτσιπ ή στατική μηχανή), ένα στοιχείο ζεύξης, και μνήμη (ηλεκτρικά αποσβέσιμη και προγραμματιζόμενες μνήμες). Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, τα tags χρησιμοποιούν την ενέργεια των αναγνωστών για να επικοινωνούν, ή χρησιμοποιούν δική τους μπαταρία για μεγαλύτερο εύρος. Παρά τις σύγχρονες ανέσεις που υπάρχουν πλέον στην καθημερινότητα μας, τα RFID δεν έχουν εισβάλει στην καθημερινότητα μας τόσο ξαφνικά όσο νομίζουμε. Πολλές από τις γνωστές σημερινές εφαρμογές RFID έχουν τις ρίζες τους βαθιά στο παρελθόν. Μερικές από αυτές τις κατηγορίες εφαρμογών είναι οι παρακάτω.

Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας

Καταστήματα και βιβλιοθήκες έχουν χρησιμοποιήσει την ηλεκτρονική επιτήρηση του αντικειμένου, μια μορφή 1-bit του RFID για κλοπή ελέγχου, από το 1960.

Αυτόματη πληρωμή

Η αυτόματη πληρωμή είναι μια άλλη δημοφιλής εφαρμογή RFID. Έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορους κλάδους της βιομηχανίας δοκιμές του RFID με την τεχνολογία πληρωμών, από τις RFID-επαυξημένες πιστωτικές κάρτες και στα

εισιτήρια μέσων μαζικής μεταφοράς, καθώς και η ηλεκτρονική είσπραξη διοδίων με χρήση e-ZPass (<http://en.wikipedia.org/wiki/E-ZPass>) είναι ευρέως διαδεδομένη. Ο ενεργός e-ZPass αναμεταδότης τοποθετείται στο παρμπρίζ του αυτοκινήτου ή μπροστά στη πινακίδα, και όπως το αυτοκίνητο κατευθύνεται σε διόδια, ο αναμεταδότης στέλνει τα στοιχεία του λογαριασμού για τον εξοπλισμό στις λωρίδες είσπραξης διοδίων. Τα διόδια τότε αυτόματα αφαιρούν το ποσό από έναν προπληρωμένο λογαριασμό. Η τεχνολογία αυτή είναι κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1977 και έχει αναπτυχθεί από το 1980.

Έλεγχος πρόσβασης

Ο έλεγχος πρόσβασης με RFID είναι δημοφιλής για την ασφάλιση φυσικών χώρων, όπως τα κτίρια γραφείων και οι πανεπιστημιούπολεις. Ο Charles Walton (Harald Sundmaeker, March 2010) πρώτος κατασκευάζει ένα RFID βασιζόμενο στην πρόσβαση στο σύστημα ελέγχου το 1973. Περιελάμβανε μια ηλεκτρονική κλειδαριά που ανοίγει με μία RFID κάρτα κλειδί. Σήμερα, η RFID πρόσβαση βάσει καρτών είναι στο μέγεθος μιας πιστωτικής κάρτας και βοηθούν την αστυνόμευση των σημείων πρόσβασης ενός κτιρίου. Το Αμερικανικό Υπουργείο Εσωτερικής Ασφάλειας και η Διεθνής Οργάνωση Πολιτικής Αεροπορίας (<http://www.icao.int/Pages/default.aspx>) επίσης σχεδιάζουν να χρησιμοποιήσουν παθητικά RFID στην αστυνόμευση της πρόσβαση στο αεροδρόμιο. Έως το 2015, η ICAO (<http://www.icao.int/Pages/default.aspx>) θέλει να αντικαταστήσει όλα τα διαβατήρια, με ψηφιακά διαβατήρια που αποθηκεύουν κρυπτογραφημένα βιομετρικά δεδομένα σε ένα τσιπ RFID.

Ζωική παρακολούθηση

Τα RFID-tags σε ζώα είναι ήδη κοινά. Οι απαιτήσεις τους κυμαίνονται από τον εντοπισμό εξαφάνισης κατοικίδιων ζώων, στην παρακολούθηση των βοοειδών από βοσκότοπους έως στον καταψύκτη του σημείου πώλησης. Οι αγελάδες και τα chips χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1970 σε Αμερικανικά συστήματα βασιζόμενα σε μικροκύματα και σε επαγωγικά δυναμικά συστήματα. Από τότε, διάφορα μέρη έχουν κάνει χρήση RFID με βάση την παρακολούθηση των ζώων για να παρακολουθούν αγελάδες, χοίρους, γάτες, σκυλιά, ακόμα και ψάρια για τον έλεγχο

των εστιών νόσων των ζώων όπως η γρίπη των πτηνών ("bird flu") ή σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια των βοοειδών («ασθένεια των τρελών αγελάδων»).

Τα RFID έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό ανθρώπων. Οι κατασκευαστές έχουν δημιουργήσει RFID βραχιόλια, σακίδια, και είδη ένδυσης για την παρακολούθηση των κρατουμένων, μαθητών, ακόμη και για τους ηλικιωμένους. Η Applied Digital (<http://digitalangel.com/>) δημιούργησε ένα ενέσιμο RFID tag που ονομάζεται VeriChip. Αυτά τα υποδερμικά RFID chip καταγράφουν προσωπικά δεδομένα που μπορούν να διαβαστούν σε τόπους τόσο διαφορετικούς όπως νυχτερινά κέντρα και νοσοκομεία.

Άλλες εφαρμογές.

Σήμανση με RFID tags που επιτρέπει σε φυσικά αντικείμενα να παρουσιάζονται στον κυβερνοχώρο και να αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων. Οι χρήστες αυτών των αντικειμένων φορούν ρούχα (που θα ερωτηθούν από έξυπνα πλυντήρια ρούχων), συσκευασμένα τρόφιμα (που θα ερωτηθούν από έξυπνα ψυγεία), μπουκάλια φαρμάκων (που θα ερωτηθούν από έξυπνα γραφεία ιατρικής), ενοικιαζόμενα αυτοκίνητα, αεροπορικές αποσκευές, τα βιβλία της βιβλιοθήκης, τα τραπεζογραμμάτια, άδειες οδήγησης, εμβλήματα των εργαζομένων, ακόμη και χειρουργικούς ασθενείς (για την αποφυγή ανάμιξης).

1.3.2 ΤΥΠΟΙ RFID

Πολλοί τύποι RFID υπάρχουν, αλλά στο υψηλότερο επίπεδο, μπορούμε να χωρίσουμε τις συσκευές RFID σε δύο κατηγορίες: Ενεργητικά και παθητικά. Τα ενεργητικά tags απαιτούν πηγή ενέργειας είτε αυτά συνδέονται με μια τροφοδοτημένη ενέργεια υποδομής είτε χρησιμοποιούν την ενέργεια από μια ολοκληρωμένη μπαταρία. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, η διάρκεια ζωής ενός tag περιορίζεται από την αποθηκευμένη ενέργεια, σε ισορροπία με το αριθμό λειτουργίας των διαδικασιών που η συσκευή πρέπει να υποβληθεί. Ένα παράδειγμα ενός ενεργητικού tag είναι ο αναμεταδότης που συνδέεται με ένα αεροσκάφος που προσδιορίζει την εθνική προέλευσή του. Ένα άλλο παράδειγμα είναι μια συσκευή που συνδέεται με ένα αυτοκίνητο, το οποίο ενσωματώνει κυψελοειδή τεχνολογία και GPS για να εντοπίσει αν το αυτοκίνητο έχει κλαπεί. Ωστόσο, οι μπαταρίες καταστούν υψηλό το κόστος, το

μέγεθος και τη διάρκεια ζωής των ενεργητικών tags πράγμα μη ευνοϊκό, προς το λιανικό εμπόριο.

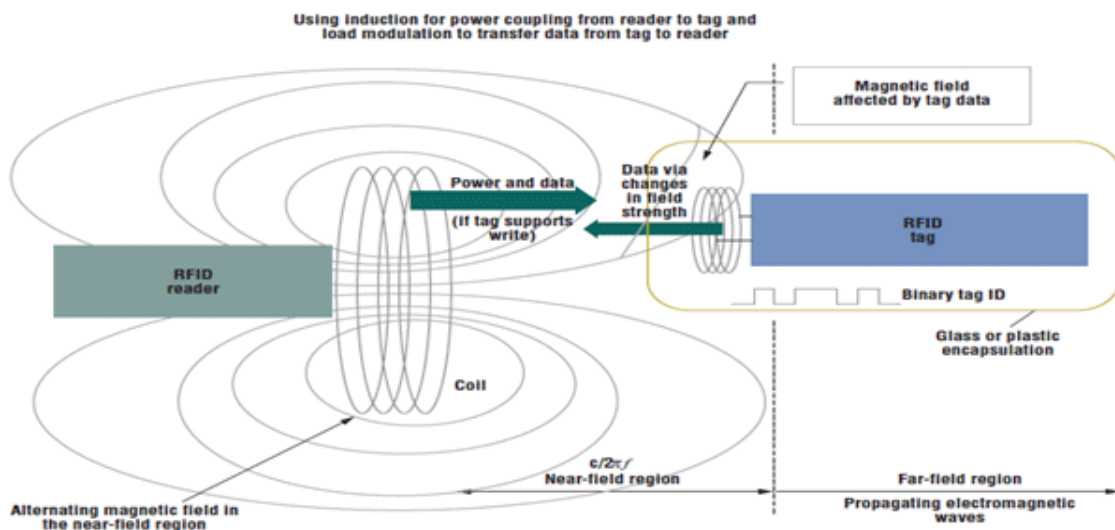
Τα παθητικά RFID είναι ενδιαφέροντα διότι τα tags δεν απαιτούν μπαταρίες ή συντήρηση. Επίσης, θεωρητικά τα tags έχουν απεριόριστη διάρκεια ζωής και είναι αρκετά μικρά για να χωρέσουν σε μια πρακτική αυτοκόλλητη ετικέτα. Τα παθητικά tags αποτελούνται από τρία μέρη: μια κεραία, ένα τσιπ ημιαγωγών που συνδέονται με την κεραία και κάποια μορφή ενθυλάκωσης.

Ο reader είναι υπεύθυνος για την τροφοδοσία και την επικοινωνία με το tag. Η κεραία του tag συλλαμβάνει ενέργεια και μεταδίδει το ID του tag. Η ενθυλάκωση διατηρεί την ακεραιότητα του tag και προστατεύει την κεραία και το chip από τις περιβαλλοντικές συνθήκες ή άλλες αλλοιώσεις. Η ενθυλάκωση θα μπορούσε να είναι ένα μικρό γυάλινο φιαλίδιο, ή ένα ελαστικό πλαστικό υπόστρωμα με την κόλλα σε μια πλευρά για να επιτρέψει την εύκολη σύνδεση στα αγαθά.

Δύο εντελώς διαφορετικές RFID σχεδιαστικές προσεγγίσεις υπάρχουν για τη μεταφορά ισχύος από τον αναγνώστη στο tag: η μαγνητική επαγωγή και η σύλληψη ηλεκτρομαγνητικών (EM) κυμάτων. Αυτές οι δύο προσεγγίσεις εκμεταλλεύονται τις ιδιότητες του EM που συνδέονται με μια κεραία RF κοντινού πεδίου και απομακρυσμένου πεδίου. Και οι δύο μπορούν να μεταφέρουν αρκετή ισχύ σε ένα απομακρυσμένο tag για τη διατήρηση της λειτουργίας, τυπικά μεταξύ 10 mW και 1 mW, ανάλογα με τον τύπο του tag. Μέσω ποικίλων τεχνικών διαφοροποίησης, κοντινού και απομακρυσμένου πεδίου, με βάση τα σήματα μπορεί επίσης να κάνει την μετάδοση και την λήψη δεδομένων.

1.3.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

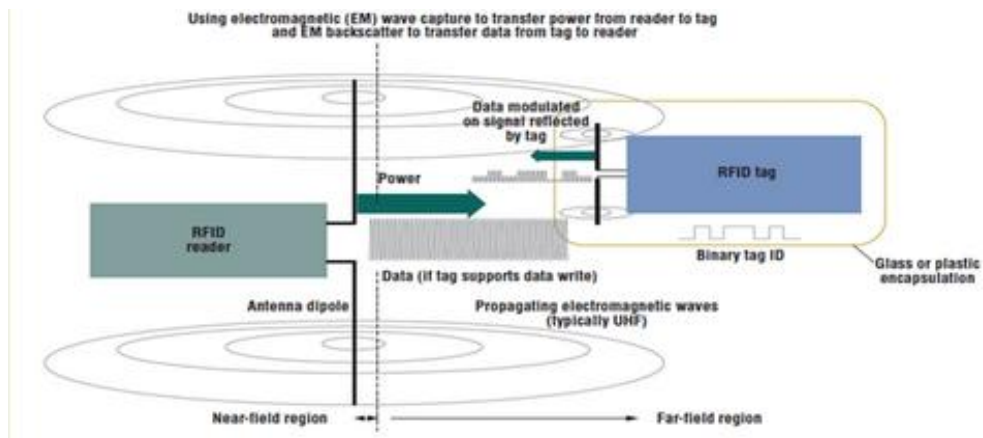
Η σύζευξη κοντινού πεδίου Σχήμα 8 (Luigi Atzori, 2010) είναι η απλούστερη προσέγγιση για την εφαρμογή ενός παθητικού συστήματος RFID. Αυτό είναι γιατί ήταν η πρώτη προσέγγιση που υιοθετήθηκε και είχε ως αποτέλεσμα σε πολλά μεταγενέστερα πρότυπα, όπως το ISO 15693 και 14443 και μια ποικιλία αποκλειστικών λύσεων.



Σχήμα 8 σύζευξη κοντινού πεδίου (<http://www.engineersgarage.com/contribution/passive-rfid-tags>)

Το εύρος για το οποίο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μαγνητική επαγωγή προσεγγίζει στο $c/2\pi f$, όπου c είναι μια σταθερά (η ταχύτητα του φωτός) και f είναι η συχνότητα. Έτσι, καθώς η συχνότητα αυξάνει τη λειτουργία, η απόσταση της ζεύξης του κοντινού πεδίου μπορεί να μειώνει τη λειτουργία της. Ένας επιπλέον περιορισμός είναι η ενέργεια που διατίθεται για την επαγωγή ως συνάρτηση της απόστασης από το πηνίο του reader. Το μαγνητικό πεδίο πέφτει σε έναν παράγοντα $1/r^3$, όπου r είναι ο διαχωρισμός του tag και του reader, κατά μήκος μιας κάθετης κεντρικής γραμμής στο επίπεδο του πηνίου. Έτσι, όπως οι εφαρμογές απαιτούν περισσότερα IDbit καθώς και διακρίσεις μεταξύ των πολλαπλών tags στον ίδιο τόπο για ένα σταθερό χρόνο ανάγνωσης, κάθε ετικέτα απαιτεί έναν μεγαλύτερο βαθμό δεδομένων και κατά συνέπεια μια ψηλότερη συχνότητα λειτουργίας. Όσο αυξάνονται οι απαιτήσεις μας οδηγήσουν στη δημιουργία νέων παθητικών σχεδίων RFID που αφορούν το απομακρυσμένο πεδίο επικοινωνίας.

Στη σύζευξη απομακρυσμένου πεδίου Σχήμα 9,



Σχήμα 9 σύζευξη απομακρυσμένου πεδίου

(<http://www.engineersgarage.com/contribution/passive-rfid-tags>)

τα RFID tags βασίζονται σε ένα απομακρυσμένο πεδίο εκπομπής που λαμβάνει πολλαπλά ηλεκτρομαγνητικά κύματα από μια διπολική κεραία που συνδέεται με τον reader. Μια μικρότερη διπολική κεραία στο tag, λαμβάνει αυτήν την ενέργεια ως μια εναλλασσόμενη διαφορά δυναμικού που εμφανίζεται σε όλα τα σκέλη του δίπολου. Μια δίοδος μπορεί να διορθώσει αυτό το ενδεχόμενο και να το συνδέσει με έναν πυκνωτή, ο οποίος θα έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση της ενέργειας προκειμένου η δύναμη να είναι ηλεκτρική. Ωστόσο, σε αντίθεση με την επαγωγική σχεδίαση, τα tags έχουν μεγαλύτερο εύρος και δεν χρειάζεται να βρίσκονται στο κοντινό πεδίο του reader, καθώς και οι πληροφορίες δεν μπορούν να μεταδοθούν πίσω στο reader χρησιμοποιώντας τη διαφοροποίηση του φορτίου.

Οι τεχνικοί σχεδιαστές χρησιμοποιούν για εμπορικούς λόγους τα RFID tag μακρινού πεδίου. Αν σχεδιάσουν μια κεραία με τις ακριβείς διαστάσεις, μπορεί να συντονιστεί με μια συγκεκριμένη συχνότητα και μπορεί να απορροφήσει το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που φτάνει σε εκείνη την συχνότητα. Ωστόσο, εάν εμφανίζεται μια αντίστοιχη αντίσταση σε αυτή τη συχνότητα, η κεραία θα αντανακλά πίσω κάποια από την ενέργεια (όπως μικροσκοπικά κύματα) προς τον reader, που μπορεί να εντοπίσει στη συνέχεια την ενέργεια με τη χρήση ενός ευαίσθητου δέκτη ραδιοφώνου. Μεταβάλλοντας την αντίσταση της κεραίας στην πάροδο του χρόνου, το tag μπορεί να αντανακλά πίσω περισσότερα ή λιγότερα εισερχόμενα σήματα σε ένα μοτίβο που κωδικοποιεί το ID του tag.

Στην πράξη, μπορούμε να αποσυντονίσουμε την κεραία ενός tag για τον σκοπό αυτό τοποθετώντας μια κρυσταλλολυχνία σε όλο το δίπολό της και έπειτα μετατρέποντας την σε on και off. Ως ένα πρόχειρο σχέδιο τα tags χρησιμοποιούν αρχές απομακρυσμένου πεδίου όπου λειτουργούν σε μεγαλύτερες συχνότητες από 100 MHz, συνήθως στη ζώνη υπερύψηλων συχνοτήτων (UHF) (όπως τα 2,45 GHz). Κάτω από αυτή τη συχνότητα οι τομείς του RFID βασίζονται στην σύζευξη κοντινού πεδίου.

Το εύρος ενός συστήματος απομακρυσμένου πεδίου περιορίζεται από το ποσό της ενέργειας που φθάνει στο tag από τον reader και από το πόσο ευαίσθητος είναι ο ράδιο δέκτης του reader. Η πραγματική απόδοση σήματος είναι πολύ μικρή, γιατί είναι το αποτέλεσμα δύο εξασθενήσεων, η καθεμία βασίζεται στο νόμο του αντιστρόφου τετραγώνου, η πρώτη εξασθένιση εμφανίζεται ως ακτινοβολία ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από το reader στο tag και η δεύτερη, όταν τα αντανακλώμενα κύματα ταξιδεύουν πίσω από το tag προς τον reader. Κατά συνέπεια η ενέργεια επιστροφής είναι $1/r^4$ (πάλι, το r είναι ο διαχωρισμός του tag και του reader).

Ευτυχώς, χάρη στη συρρίκνωση του χαρακτηριστικού μεγέθους της κατασκευής ημιαγωγών, η ενέργεια που απαιτείται για να τροφοδοτήσει ένα tag σε μια συγκεκριμένη συχνότητα εξακολουθεί να μειώνεται (προς το παρόν είναι τόσο χαμηλά όσο λίγα microwatts). Έτσι, με τους σύγχρονους ημιαγωγούς, μπορούμε να σχεδιάσουμε ετικέτες που να μπορούν να διαβαστούν σε όλο και μεγαλύτερες αποστάσεις από ότι ήταν δυνατόν πριν από μερικά χρόνια. Επιπλέον, φθινοί ράδιο-δέκτες έχουν αναπτυχθεί με βελτιωμένη ευαισθησία ώστε να μπορούν να ανιχνεύουν σήματα, για ένα λογικό κόστος, σε επίπεδα ισχύος της τάξης των -100 dBm έως 2,4 GHz. Ένα τυπικό απομακρυσμένο πεδίο reader μπορεί με επιτυχία να αναγνώσει tags από 3 μέτρα μακριά, και ορισμένες εταιρείες RFID ισχυρίζονται ότι τα προϊόντα τους αναγινώσκουν σε εύρος πάνω από 6 μέτρα.

1.3.3.1 Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ FARADAY

Η αρχή του Faraday της μαγνητικής επαγωγής είναι η βάση της σύζευξης του κοντινού πεδίου ανάμεσα σε ένα reader και σε ένα tag. Ένας reader περνά ένα ευρύ εναλλασσόμενο ρεύμα μέσα από ένα πηνίο ανάγνωσης, με αποτέλεσμα ένα εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο στην περιοχή του. Εάν τοποθετήσουμε ένα tag που

ενσωματώνει ένα μικρότερο πηνίο σε αυτό το πεδίο, μια εναλλασσόμενη τάση θα εμφανιστεί σε αυτό. Εάν αυτή η τάση διορθωθεί και σε συνδυασμό με έναν πυκνωτή, μια δεξαμενή συσσωρεύει το φορτίο, την οποία μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε για να τροφοδοτήσουμε το tag chip.

Τα tags που χρησιμοποιούν ζεύξη κοντινού πεδίου στέλνουν δεδομένα πίσω στον reader με τη διαφοροποίηση του φορτίου. Επειδή οποιοδήποτε ρεύμα που προέρχεται από το πηνίο tag θα δημιουργήσει το δικό του μικρό μαγνητικό πεδίο, το οποίο θα αντιταχθεί στο πεδίο του reader, το πηνίο του reader μπορεί να το ανιχνεύσει ως μια μικρή αύξηση της ροής του ρεύματος μέσα σε αυτό. Αυτό το ρεύμα είναι ανάλογο προς το φορτίο που εφαρμόζεται στο πηνίο της ετικέτας (για αυτό και ονομάζεται φορτίο διαφοροποίησης).

Αυτή είναι η ίδια αρχή που χρησιμοποιείται στους μετασχηματιστές ρεύματος που βρίσκονται στα περισσότερα σπίτια σήμερα, αν και συνήθως ο μετασχηματισμός του πρώτου και του δεύτερου πηνίου είναι «πληγή» μαζί με την εξασφάλιση της αποτελεσματικής μεταφοράς ενέργειας. Ωστόσο, καθώς το μαγνητικό πεδίο εκτείνεται πέρα από την πρώτη σπείρα, μια δεύτερη σπείρα μπορεί να αποκτήσει κάποια από την ενέργεια από απόσταση, παρόμοια με αυτή του reader και του tag. Έτσι, εάν το tag εφαρμόζει ένα φορτίο στο δικό του πηνίο κεραία και ποικίλλει με το πέρασμα του χρόνου, ένα σήμα μπορεί να κωδικοποιηθεί ως μικρές διακυμάνσεις ισχύς στο μαγνητικό πεδίο που εκπροσωπεί το ID του tag. Ο reader μπορεί να ανακτήσει αυτό το σήμα παρακολουθώντας τις αλλαγές στο ρεύμα μέσω του πηνίου του reader. Μια ποικιλία διαφοροποίησης κωδικοποιήσεων εξαρτάται από τον αριθμό των bits της ID που απαιτείται, τον ρυθμό μεταφοράς δεδομένων και τα πρόσθετα κομμάτια πλεονασμού που τοποθετούνται στον κώδικα για να αφαιρέσουν τα λάθη ως αποτέλεσμα του θορύβου στο κανάλι επικοινωνίας.

1.3.4 ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα του σύγχρονου RFID είναι ότι τα tags μπορεί να περιέχουν πολύ περισσότερες πληροφορίες από μια. Μπορούν να συμπεριλάβουν επιπλέον μνήμη μόνο για ανάγνωση ή ανάγνωση-γραφή, με την οποία ένας reader μπορεί περαιτέρω να αλληλεπιδράσει.

Η μνήμη μόνο για ανάγνωση μπορεί να περιέχει πρόσθετες λεπτομέρειες του προϊόντος που δεν είναι ανάγκη να διαβάζονται κάθε φορά που μια ετικέτα ρωτάει αλλά είναι διαθέσιμες όταν παραστεί ανάγκη. Για παράδειγμα, η μνήμη tag μπορεί να περιέχει έναν κωδικό δέσμης, έτσι ώστε αν κάποια προϊόντα διαπιστωθούν ότι είναι ελαττωματικά, ο κωδικός μπορεί να βοηθήσει να βρούμε άλλα αντικείμενα με τα ίδια ελαττώματα.

Η tag μνήμη μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέψει στα tags να αποθηκεύσουν αυτό-περιγραφικές πληροφορίες. Η μοναδική ID ενός tag μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση πληροφοριών από μία on-line βάση δεδομένων, ωστόσο αυτή η επικοινωνία ενδέχεται να μην είναι πάντα εφικτή. Παραδείγματος χάριν, εάν ένα πακέτο είναι σε λάθος κατεύθυνση κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, ο υποδοχέας ενδέχεται να μην είναι σε θέση να καθορίσει σωστά τον προορισμό. Οι πρόσθετες πληροφορίες προορισμού που αναγράφονται στο tag θα αποτρέψουν την ανάγκη και το κόστος ενός πλήρους δικτυωμένου συστήματος εντοπισμού.

Άλλες εφαρμογές RFID έχουν το πλεονέκτημα της μνήμης ανάγνωσης-γραφής διαθέσιμη σε μερικούς tag τύπους. Αν και το μέγεθος αυτών των μνημών είναι προσωρινά μικρό (τυπικά 200 έως 8.000 bits), είναι πιθανόν να αυξηθεί στο μέλλον και να χρησιμοποιηθούν με δημιουργικούς τρόπους. Αυτά τα tags θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μία κατανομημένη ικανότητα της μνήμης η οποία ενσωματώνεται στο περιβάλλον μας. Αν οι τοποθεσίες σε μια πόλη ήταν σηματοδοτημένες με RFID, ο reader θα μπορούσε να λάβει μηνύματα απευθείας από το tag. Αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ιστορικά δεδομένα ή για ενημερώσεις σχετικά με κοντινές υπηρεσίες.

Επιπλέον, τα tags σε εμπορικά προϊόντα θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την ιστορία της ιδιοκτησίας. Για παράδειγμα, ένα tag που επισυνάπτεται σε ένα μεταχειρισμένο καταναλωτικό αγαθό ενδέχεται να λέει για τους προηγούμενους ιδιοκτήτες του και που και πότε το προϊόν άλλαξε χέρια. Χρησιμοποιώντας RFID επεκτείνουμε αυτήν την κατηγορία παρακολούθησης σε είδη καθημερινής χρήσης, η οποία θα μπορούσε να παρέχει στους καταναλωτές μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στις μεταχειρισμένες αγορές τους.

Χρονοσφραγίδες (timestamps) μπορούν επίσης να αποθηκευτούν σε μία μνήμη RFID μαζί με άλλα δεδομένα που έχουν γραφτεί εκεί. Για παράδειγμα, αν δύο εγγραφές εμφανίζονται διαδοχικά, αλλά σε διαφορετικό χρόνο, η δεύτερη εγγραφή πρέπει να σημειωθεί μετά την πρώτη εγγραφή. Εάν ένας reader προσπαθούσε να διαμορφώσει το χρόνο γραφής της δεύτερης εγγραφής, η πρώτη εγγραφή τουλάχιστον περιορίζει τότε η επόμενη έχει συμβεί μετά την πρώτη χρονοσφραγίδα. Δυστυχώς, τα παθητικά RFID δεν έχουν τη συνεχή ισχύ που απαιτείται για να υποστηρίξουν ένα ρολόι σε λειτουργία, έτσι οι χρονοσφραγίδες δεν θα μπορούσαν να προέρχονται από το ίδιο tag. Ωστόσο, οι readers που τροφοδοτούνται από την υποδομή ή από τις μπαταρίες ή από μια φορητή μονάδα, θα μπορούσαν να περιέχουν ένα ηλεκτρονικό ρολόι και να γράφει τη χρονοσφραγίδα μαζί με άλλα δεδομένα που έχουν εγγραφεί στο tag. Δηλαδή RFID με ενσωματωμένο αισθητήρα.

Μία από τις πιο ενδιαφέρουσες πτυχές των σύγχρονων RFID tags είναι ότι μπορούν να μεταφέρουν πληροφορίες που επεκτείνονται πέρα από την αποθήκευση δεδομένων σε μια εσωτερική μνήμη και περιλαμβάνουν δεδομένα που δημιουργήθηκαν δυναμικά επί των αισθητήρων. Οι εμπορικές εκδόσεις της τεχνολογίας RFID μπορούν ήδη να εξασφαλίσουν ότι οι κρίσιμες περιβαλλοντικές παράμετροι δεν έχουν ξεπεραστεί. Για παράδειγμα, αν πέσει ένα πακέτο στο πάτωμα, η πρόσκρουση μπορεί να καταστρέψει το κλειστό προϊόν. Ένας παθητικός αισθητήρας μπορεί να παρέχει ένα ενιαίο κομμάτι των πληροφοριών που μπορεί να επιστρέφεται μαζί με την ID ενός RFID tag, που προειδοποιεί το σύστημα για το πρόβλημα.

Μια άλλη εφαρμογή της RFID ανίχνευσης είναι σε σχέση με τα ευπαθή προϊόντα. Τυπικά, τα αγαθά, όπως το κρέας, τα φρούτα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα δεν πρέπει να υπερβούν μια κρίσιμη θερμοκρασία κατά τη μεταφορά καθώς δεν θα να είναι ασφαλή για κατανάλωση. Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας RFID θα μπορούσε να προσδιορίσει τη θερμοκρασία στα προϊόντα και να μας εξασφαλίσει με αυτό τον τρόπο ότι παραμένουν μέσα σε ένα ασφαλές εύρος θερμοκρασίας. Η KSW TempSens RFID tag (www.KSW-microtec.de/www/starselte_en.php) έχει σχεδιαστεί RFID αποκλειστικά για τον σκοπό. Η συσκευασία του προϊόντος είναι μία εφαρμογή που ανήκει στον τομέα RFID sensing. Τα περισσότερα σύγχρονα αναλώσιμα προϊόντα προστατεύονται από μια τεχνολογία συσκευασίας που δείχνει με σαφήνεια στους

πελάτες εάν το προϊόν έχει αλλοιωθεί. Ένας απλός δυαδικός διακόπτης (αισθητήρας) μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα RFID tag, ίσως ένας λεπτός βρόχος του καλωδίου που εκτείνεται από το tag μέσα στη συσκευασία και πίσω στην ετικέτα. Αν αλλοιωθεί, το σύρμα σπάει και εμφανίζεται ως μη ασφαλές κομμάτι, όταν το tag διαβάζεται κατά τη διάρκεια του ελέγχου. Επιπλέον, σε κάθε σημείο της αλυσίδας εφοδιασμού, μπορεί να γίνει έλεγχος των μεμονωμένων προϊόντων για δραστηριότητα πλαστογράφησης, πράγμα που καθιστά ευκολότερη την εύρεση των ενόχων.

1.4 RFID & QR ΚΩΔΙΚΕΣ: Βελτίωση της καταναλωτικής εμπειρίας

Ενώ συζητάμε συχνά για τα μαγαζιά λιανικής πώλησης ότι εφαρμόζουν τα RFID για την καταγραφή στοιχείων, σπάνια βλέπουμε μια λύση RFID που περιλαμβάνει επίσης τους κώδικες QR. Και οι δύο από τις τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να δημιουργήσουν μια διαλογική εμπειρία αγορών. Ένα παράδειγμα χρήσης με σκοπό την βελτίωση της καταναλωτικής εμπειρίας έγινε στο Oxfam, ένα κατάστημα στο UK, προώθησε πρόσφατα ένα πρόγραμμα συνεργασίας (Remember Me) μεταξύ των στοιχείων των πραγμάτων και της ηλεκτρονικής μνήμης. Το πρόγραμμα περιέλαβε ένα κατάστημα Oxfam στο Μάντσεστερ στο οποίο ρώτησαν εκείνους που έδιναν στοιχεία και συνδύαζαν τα στοιχεία αυτά μέσω των ετικετών RFID και των κωδίκων QR. Τα στοιχεία συλλέγονται για το κάθε αντικείμενο και συνδέονται έπειτα με τις ετικέτες RFID και τους κώδικες QR. Τα στοιχεία προστέθηκαν έπειτα στο κατάστημα ως μέρος μιας έκθεσης -καταστημάτων. Κατόπιν, οι επισκέπτες του καταστήματος χρησιμοποίησαν τα προσωπικά έξυπνα τηλέφωνα τους, ή τους αναγνώστες καταστημάτων RFID, για να μάθουν για τα στοιχεία του κάθε αντικειμένου στο κατάστημα και έπειτα να αγοράσουν τα αντικείμενα βασισμένοι στα στοιχεία αυτά. Από τα στοιχεία που έχουν όλα τα αντικείμενα απευθύνονται στους καταναλωτές που επιδιώκουν την αυθεντικότητα των εκλεκτής ποιότητας αγαθών, κ.λπ. Επιπλέον το πρόγραμμα, πρόσφερε ένα iPhone app που έδινε στους αγοραστές τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση στα συνημμένα στοιχεία οποιαδήποτε στιγμή και μπορούσαν επίσης να το χρησιμοποιήσουν για να ανιχνεύσουν, να σχολιάσουν και να προσθέσουν τις θέσεις

άλλων αντικείμενων. Τέλος, οι χρήστες μπορούσαν επίσης να αναρτήσουν τα στοιχεία τους στον ιστότοπο, ο οποίος συνδεόταν με έναν τηλεοπτικό, ακουστικό, ή ένα κείμενο, όλα μέσω των εκτυπώσιμων ετικετών κώδικα QR.

1.5 ΠΩΣ ΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ QR ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΤΑ RFID

Οι QR κώδικες πλεονεκτήματα (ανάλογα με την εφαρμογή):

- Κανένας πρόσθετος εξοπλισμός δεν απαιτείται, οι ελεύθερες εφαρμογές για να διαβαστούν οι κώδικες QR είναι διαθέσιμες για να μεταφορτώνουν στα Smartphone και οι κώδικες μπορούν να προστεθούν σε πινακίδες, να τυπωθούν επάνω στις κολλητικές ετικέτες, ή να επιδειχθούν ακριβώς σε έναν υπολογιστή ή την οθόνη της τηλεόρασης.
- Μπορούν να επεκταθούν εύκολα, γρήγορα και φτηνά, δεν χρειάζεται να αγοράσουμε ή να εγκαταστήσουμε ένα τσιπ, είναι μία ακριβώς τυπωμένη ύλη και αρκεί να επιδείξουμε μια γραπτή εικόνα διάφορων ιστοτόπων και το λογισμικό μεταφορτώνει θα παραγάγει την εικόνα για μας.
- Είναι ανοικτής τυποποίησης, βασισμένης και προσανατολισμένης στον Ιστό, καμία πρόσθετη βάση δεδομένων δεν απαιτείται και ο κώδικας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει στο Smartphone άμεσα την ιστοσελίδα.

Εν ολίγοις, οι κώδικες QR είναι μια τεχνολογία που μπορεί να έχει δύναμη χωρίς την ανάγκη του πρόσθετου προϋπολογισμού.

RFID πλεονεκτήματα:

- Η αναγνώριση μπορεί να γίνει από απόσταση. Υπάρχουν RFID tags που είναι σε θέση λαμβάνοντας ενέργεια από ενσωματωμένη μπαταρία να στέλνουν πληροφορίες στον δέκτη και να αυξάνουν την εμβέλεια. Δεν χρειάζεται φυσική και οπτική επαφή των RFID tags με τον αναγνώστη, πράγμα το οποίο επιταχύνει ουσιαστικά διαδικασίες σε εφαρμογές.
- Υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων. Η ποσότητα εξαρτάται από τον προμηθευτή και την εφαρμογή, αλλά τυπικά δεν υπερβαίνει τα 2KB δεδομένων.

- Χάρη στην απουσία επαφής ανάμεσα στον φορέα δεδομένων και στον αναγνώστη (όχι όπως σε αναγνώστες που εισέρχεται ή υπάρχει οπτική επαφή της κάρτας) ελαχιστοποιείται η επιβάρυνση μηχανικής μορφής ή ρύπων, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διάρκεια λειτουργίας και λιγότερες συντηρήσεις, οι οποίες τελικά μεταφράζονται σε μια απλή αλλαγή μπαταρίας.
- Φορείς δεδομένων με τσιπ RFID αναγνωρίζονται γρήγορα και αξιόπιστα και παρέχουν ασφαλή μετάδοση δεδομένων. Συνοδευτικά, είναι εφικτή η παράλληλη ανάγνωση πολλών φορέων ταυτόχρονα, χωρίς απώλειες πληροφοριών και βλάβες του συστήματος.
- Τα RFID tags μπορούν να μην είναι ορατά από το ανθρώπινο μάτι και υπάρχουν σε διαφορετικές φόρμες: hardtags, πλαστικές κάρτες, χάρτινα εισιτήρια, ετικέτες, αυτοκόλλητα, μπρελόκ, περικόρπια και πολλούς άλλους τύπους -πάντα προσαρμοσμένα στις απαιτήσεις της εφαρμογής
- Η τεχνολογία RFID παρέχει μέσω δικαιωμάτων πρόσβασης και κρυπτογραφίας ένα υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας και προστασίας δεδομένων.
- Δυνατότητα προγραμματισμού εξ αποστάσεως.
- Επιπρόσθετες λειτουργίες. Πχ. παρακολούθηση και καταγραφή της θερμοκρασίας.

Κώδικες QR μειονεκτήματα:

Ένα μεγάλο και σημαντικό μειονέκτημα των κωδικών QR είναι ότι δεν είναι πάντα ασφαλείς κατά την χρησιμοποίησή τους. Επειδή ο κώδικας μπορεί να αναγνωσθεί μόνο από το Smartphone ή άλλο ειδικό αναγνώστη, δεν έχουμε τη δυνατότητα να κρίνουμε αν είναι ασφαλής ή αν κρύβει κάποια άσχημα αποτελέσματα όπως ιούς, botnets ή κακόβουλους κώδικες που μπορούν να καταγράψουν και να κλέψουν προσωπικά μας δεδομένα, την τοποθεσία μας ή ακόμα και τον αριθμό του τραπεζικού μας λογαριασμού. Η καλύτερη άμυνα είναι η χρήση της κοινής λογικής, δηλαδή να μην σαρώνουμε οποιονδήποτε κώδικα βρίσκουμε σε μέρη που δεν είναι αξιόπιστα. Μερικά πιο πρακτικά μειονεκτήματα είναι η φθορά της ετικέτας αφού

χρησιμοποιείτε σαν αυτοκόλλητο πάνω σε επιφάνειες και η οπτική επαφή αφού προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε έναν QR κώδικα χρειάζεται πάντα να έχουμε οπτική επαφή μαζί του.

RFID μειονεκτήματα:

- Επηρεασμός της ευαισθησίας των αναγνωστών από πολλαπλά αντικρουόμενα σήματα.
- Παραμόρφωση ή παρεμπόδιση των ηλεκτρονικών σημάτων από διάφορα υλικά.
- Υψηλό κόστος εξοπλισμού σε εφαρμογές μεγάλης κλίμακας.
- Ανάγκη ανασχεδιασμού και επέκτασης της υπολογιστικής υποδομής.
- Έλλειψη (προς το παρόν) διεθνών τεχνικών προτύπων και συχνοτήτων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα RFID, και οι κώδικες QR κωδικοποιούν πληροφορίες και έχουν τη θέση τους στις επιχειρήσεις για διαφορετικούς λόγους και κάτω από τις διαφορετικές περιστάσεις. Όπως με όλες τις τεχνολογίες, το κόστος συνεχίζει όλο και να μειώνεται όσο περνούν τα χρόνια. Και τα δύο αυτά συστήματα καταγραφής δεδομένων είναι πλέον πολύ εύκολο να εφαρμοστούν. Έτσι δεν υπάρχει καμία δικαιολογία για την μη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας που θα καταστήσει την κάθε επιχείρηση πιο αποδοτική και αποτελεσματική. Το θέμα επιλογής της καλύτερης ή της πιο συμφέρουσας τεχνολογίας εναπόκειται στις ειδικές ανάγκες της εκάστοτε επιχείρησης και στον διαθέσιμο προϋπολογισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things-IoT) είναι ένα νέο παράδειγμα που γρήγορα κερδίζει έδαφος ολοένα και περισσότερο στην καθημερινότητά μας (Harald Sundmaeker, March 2010) βασική ιδέα αυτής της έννοιας είναι η δυνατότητα επικοινωνίας, υπολογισμού και ελέγχου σε ποικίλα πράγματα ή αντικείμενα, όπως ο προσδιορισμός ραδιοσυχνότητας (RFID) ετικέτας, αισθητήρες, ενεργοποιητές, κινητά τηλέφωνα, κ.λπ., με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και να συνεργάζονται με άλλα γειτονικά τους φθάνοντας έτσι σε κοινούς στόχους. Αδιαφιλονίκητα, η κύρια δύναμη της ιδέας IOT είναι ο υψηλός αντίκτυπος που θα έχει σε διάφορες πτυχές της καθημερινής ζωής και της συμπεριφοράς των δυνητικών χρηστών. Από την άποψη ενός καθημερινού χρήστη, τα προφανέστερα αποτελέσματα της εισαγωγής IOT θα είναι ορατά και στην εργασία και στους εσωτερικούς τομείς της καθημερινότητάς του αφού θα χρησιμοποιεί συνεχώς χωρίς να το αντιλαμβάνεται επαυξημένα αντικείμενα που θα υπάρχουν γύρω του. Σε αυτό το πλαίσιο, η υποβοηθούμενη διαβίωση, εφαρμογές e-health και η ενισχυμένη εκμάθηση είναι μόνο μερικά παραδείγματα της πιθανής εφαρμογής, περιοχές στις οποίες το νέο παράδειγμα θα παίζει ηγετικό ρόλο στο κοντινό μέλλον. Ομοίως, από την προοπτική των επιχειρηματικών χρηστών, οι προφανέστερες ωφέλειες είναι εξίσου ορατές στους τομείς όπως, η αυτοματοποίηση και η βιομηχανική κατασκευή, διοικητικές μέριμνες, επιχείρηση/διαχείριση διαδικασιών, ευφυή μεταφορά των ανθρώπων και των αγαθών. Το NIC (National Information Center) (Harald Sundmaeker, March 2010) προβλέπει ότι από το 2025, καθημερινά πράγματα όπως συσκευασίες τροφίμων, έπιπλα, έγγραφα κ.λπ. θα μπορούν να καταστούν διαδικτυακοί κόμβοι και να συνδεθούν μεταξύ τους. Οι πιθανές απειλές που προέρχονται από μια διαδεδομένη υιοθέτηση μιας τέτοιας τεχνολογίας είναι επίσης σημαντικές. Πράγματι, υπογραμμίζεται ότι μέχρι το σημείο που τα καθημερινά αντικείμενα γίνονται πλέον κίνδυνοι ασφαλείας για πληροφορίες που περιλαμβάνουν, το IOT θα μπορούσε να διανείμει αυτούς τους κινδύνους πολύ ευρύτερα από ότι Διαδίκτυο.

2.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ «Διαδίκτυο ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ»

Η φράση «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» προέκυψε στις αρχές της δεκαετίας του 2000 από ερευνητές του MIT. Απέκτησε διάδοση τον Σεπτέμβριο του 2003, όταν το EPC (ηλεκτρονικός κώδικας προϊόντων) (Luigi Atzori, 2010) χαρακτήρισε την επίσημη έναρξη του δικτύου EPC στο Σικάγο (Ιλλινόις, ΗΠΑ) ως μια τεχνολογία υπολογιστών με σκοπό τον αυτόματο προσδιορισμό αντικείμενων. Έπειτα περισσότερες από 90 σημαντικές επιχειρήσεις από όλο τον κόσμο, που αντιπροσωπεύουν τρόφιμα και καταναλωτικά αγαθά, βιομηχανίες λιανικής πώλησης, μεταφορών και φαρμακευτικών ειδών κ.α., έδωσαν έμφαση στη τεχνολογία RFID, η οποία κρίθηκε ως η πιο κατάλληλη βασική τεχνολογία με σκοπό την οικονομική ανάπτυξη των επόμενων πενήντα ετών. *Ο Kevin Ashton πρόβλεψε μια μετατόπιση από την επεξεργασία πληροφοριών υπολογιστών στην αντίληψη υπολογιστών* (Harald Sundmaeker, March 2010). Ο όρος "Αυτόματη-ID" αναφέρεται σε οποιαδήποτε ευρεία κατηγορία τεχνολογιών προσδιορισμού που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για την αυτοματοποίηση, μείωση λαθών, και την αύξηση της αποδοτικότητας. Αυτές οι τεχνολογίες περιλαμβάνουν κώδικες, έξυπνες κάρτες, αισθητήρες, αναγνώριση φωνής, και βιομετρική. Μετά το 2003, το κύριο στάδιο της αυτόματης-ID τεχνολογίας είναι ο προσδιορισμός ραδιοσυχνότητας (RFID).

Η έκθεση της ITU (Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών) (Harald Sundmaeker, March 2010) υιοθετεί μια περιεκτική και ολιστική προσέγγιση με την υποβολή προτάσεων ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα συνδέσει τα αντικείμενα του κόσμου με τρόπο αισθητήριο και ευφυή κατευθείαν στις τεχνολογικές εξελίξεις και στον προσδιορισμό στοιχείων ("πράγματα που ενσωματώνονται") πρόκειται για αντικείμενα τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν στην καθημερινότητα μας χωρίς αυτά να γίνονται αντιληπτά και να δρουν μαζί μας χωρίς να χρειάζεται να αλληλεπιδράσουμε μαζί τους άμεσα, αισθητήρες και ασύρματα δίκτυα αισθητήρων ("πράγματα που αισθάνονται") δηλαδή αισθητήρες που νοιώθουν την αλλαγή στο περιβάλλον που βρίσκονται και δρουν ανάλογα χωρίς να τα ενεργοποιήσουμε εμείς, αισθητήρες κίνησης, θερμοκρασίας, κ.α., ενσωματωμένα συστήματα ("πράγματα που σκέφτονται") αναφερόμαστε σε συστήματα που δρουν συνολικά και αντιμετωπίζουν

καταστάσεις από μόνα τους και νανοτεχνολογία ("συρρίκνωση πραγμάτων") ενσωματωμένοι αισθητήρες που «αισθάνονται» και «σκέφτονται» καταλαμβάνοντας πολύ μικρό χώρο ώστε να μην γίνεται αντιληπτή η παρουσία τους. Η νανοτεχνολογία, στην έννοια συγκλίνουσες τεχνολογίες παρουσιάστηκε στις ΗΠΑ από το εθνικό Ίδρυμα επιστήμης (NSF) στην έκθεση του 2002 για την επίτευξη "μιας τεράστιας βελτίωσης στις ανθρώπινες δυνατότητες, τις κοινωνικές εκβάσεις, την παραγωγικότητα του έθνους, και την ποιότητα της ζωής". Τον ίδιο χρόνο, η έκθεση ITU προσδιορίζει τις σημαντικότερες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν για την πλήρως εκμεταλλευόμενη δυνατότητα του Διαδικτύου των πραγμάτων την τυποποίηση και εναρμόνιση, την μυστικότητα, και τα κοινωνικό-ηθικά ζητήματα.

2.2 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

Σήμερα, υπάρχουν κατά προσέγγιση 1.5 δισεκατομμύρια διαδικτυομένοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και 1 δισεκατομμύριο διαδικτυομένα κινητά τηλέφωνα. Το παρόν "Διαδίκτυο PCs" θα κινηθεί προς ένα "Διαδίκτυο Πραγμάτων" στο οποίο 50 έως 100 δισεκατομμύρια συσκευές θα συνδεθούν με το Διαδίκτυο μέχρι το 2020. Εάν εξετάσουμε, όχι μόνο τις επικοινωνίες μηχανή με μηχανή, αλλά και επικοινωνίες μεταξύ όλων των ειδών αντικειμένων, ο πιθανός αριθμός αντικειμένων που συνδέεται με το Διαδίκτυο προκύπτει σε 100.000 εκατομμύρια. Σε ένα τέτοιο νέο παράδειγμα, τα δικτυωμένα αντικείμενα είναι τόσα πολλά που θολώνουν τη γραμμή μεταξύ των κομματιών και των ατόμων. Έχουν δημιουργηθεί διάφορες νέες έννοιες προκειμένου να γίνει κατανοητό και σαφές το Διαδίκτυο Πραγμάτων. *Παραδείγματος χάριν, ο Bleecker μιλά για τα blogjects για να περιγράψει τα αντικείμενα του blog. Η Bruce μιλά για τα sprites που απεικονίζουν την θέση, το περιβάλλον, την αυτό-ενημέρωση, και πρόκειται για μεμονωμένα προσδιορισμένα αντικείμενα που καταγράφονται από μόνα τους και παρέχουν πολλά στοιχεία για τα ίδια και το περιβάλλον τους, ο Adam Greenfield μιλά για τις "ενημερωτικές σκιές" από τα δικτυωμένα αντικείμενα, ο Rafi Haladjian μιλά για το κυρίαρχο δίκτυο που συνδέει οποιοδήποτε τύπο μηχανής, μόνιμα και χωρίς ραφή, με υψηλή ταχύτητα και με χαμηλό κόστος* (Harald Sundmaeker, March 2010). Όλοι οι ειδικοί συμφωνούν ότι οι προκλήσεις του Διαδικτύου των Πραγμάτων θα είναι πολλαπλές και εκτεταμένες. Θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε μερικές

από αυτές τις προκλήσεις με την εξέταση των προοπτικών από την έρευνα, τη βιομηχανία, και την κεντρική και τοπική κυβέρνηση. Προφανώς, πολλές πρωτοβουλίες περιλαμβάνουν την έρευνα, τη βιομηχανία και την κυβέρνηση συγχρόνως όπως, για παράδειγμα, το τριετές πρόγραμμα, το Φεβρουάριο 2010, που συμπεριλάμβανε, το Αμερικανικό Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) και τη Microsoft.

2.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ

Σήμερα τα εργαστήρια αυτόματης-ID διαμορφώνουν ένα ανεξάρτητο δίκτυο με σκοπό να αναπτύξουν τη νέα τεχνολογία όπως τα RFID και τους ασύρματους αισθητήρες δικτύων (WSNs) και έχουν ως σκοπό να εισβάλουν στο εμπόριο και στην παροχή προηγούμενων ανέφικτων καταναλωτικών οφειλών. Τρία πανεπιστήμια αυτά των STGallen, ETH Ζυρίχη και MIT οργάνωσαν στη Ζυρίχη το 2008 τη πρώτη διάσκεψη του Διαδικτύου των Πραγμάτων που έφερε τους κορυφαίους ερευνητές και επαγγελματίες και από τον ακαδημαϊκό κόσμο αλλά και από τη βιομηχανία για να διευκολύνουν μαζί τη διανομή των εφαρμογών, τα ερευνητικά αποτελέσματα και τη γνώση. Η επόμενη διάσκεψη οργανώθηκε στο τέλος του 2010 στο Τόκιο γύρω από το θέμα "ΙΟΤ για ένα πράσινο πλανήτη". Στην διάσκεψη αναφέρθηκαν συστήματα παρακολούθησης για την Υγεία, με σκοπό την υποστήριξη της γηράσκουσας κοινωνίας, την ευρείας κλίμακας παρατήρησης για την πρόβλεψη φυσικών καταστροφών με σκοπό την καλύτερη και έγκαιρη αντίδραση, την διευκόλυνση της κυκλοφορίας, την καταγραφή πληροφοριών για τη διάρκεια ζωής προϊόντων ώστε να βελτιωθεί η ανακύκλωση, καθώς και άλλες περιοχές εφαρμογής. Μια άλλη ερευνητική προοπτική για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων δίνεται από τη Hewlett Packard που έχει προωθήσει μια δεκαετή αποστολή, χρησιμοποιώντας ένα κεντρικό νευρικό σύστημα για τη γη, για να ενσωματώσει τρισεκατομμύρια από αισθητήρες σε όλη την υδρόγειο με το συνδυασμό της εμπειρίας της ηλεκτρονικής και της νανοτεχνολογίας, οι ερευνητές της Hewlett Packard έχουν αναπτύξει την "έξυπνη σκόνη" δηλαδή αισθητήρες με επιταχύμετρα που είναι μέχρι 1.000 φορές πιο ευαίσθητα από τους εμπορικούς ανιχνευτές κινήσεων που χρησιμοποιούνται στους τηλεοπτικούς ελεγκτές παιχνιδιών της NintendoWii και μερικών έξυπνων τηλεφώνων. Οι πιθανές εφαρμογές περιλαμβάνουν κτήρια που διαχειρίζονται την ενεργειακή χρήση τους, γέφυρες με

ικανότητα αντίληψης της κίνησης και της καταπόνησης των υλικών, αυτοκίνητα σχεδιασμένα για κυκλοφορία σε δύσκολες διαδρομές με λακκούβες, και αποστολές φρούτων και λαχανικών που μπορούν να ενημερώνουν αυτόματα τους παντοπώλες τότε ωριμάζουν και αρχίζουν να χαλούν. Στην Κίνα, η έρευνα στον τομέα Διαδικτύου των Πραγμάτων αντιμετωπίζεται ουσιαστικά ώστε να ενθαρρύνει την οικονομική ανάπτυξη και να προφθάσει τις αναπτυγμένες χώρες. Από το 2006, διάφορα ερευνητικά κέντρα έχουν συμπεριλήφθη σε ένα εκτεταμένο πρόγραμμα, συμπεριλαμβανομένου του Ιδρύματος Μικροσυστημάτων και Τεχνολογίας Πληροφοριών της Σαγκάης (SIMIT), της κινεζικής ακαδημίας των επιστημών (CAS), με την ισχυρή υποστήριξη από την κινεζική κυβέρνηση. Οι ερευνητές του Πανεπιστημίου Nanjingτου Τμήματος Αεροναυτικής και Αστροναυτικής έχουν αναπτύξει ήδη μια ασύρματη πλατφόρμα δικτύων αισθητήρων, η οποία περιλαμβάνει ασύρματους κόμβους αισθητήρων δικτύου, αποθήκευση στοιχείων και τερματικό εξ' αποστάσεως πρόσβασης στοιχείων. Μια ελπιδοφόρος πρωτοβουλία για να ωθήσει προς τα εμπρός τα όρια της φαντασίας, της δημιουργικότητας και του θράσους, όσον αφορά το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι η "Council", μια ομάδα επαγγελματιών, που ζωντάνεψε από τον Robvan Kranenburg (Harald Sundmaeker, March 2010), η οποία περιλαμβάνει καλλιτέχνες, σχεδιαστές, κωδικοποιητές, φιλόσοφους και μάστορες.

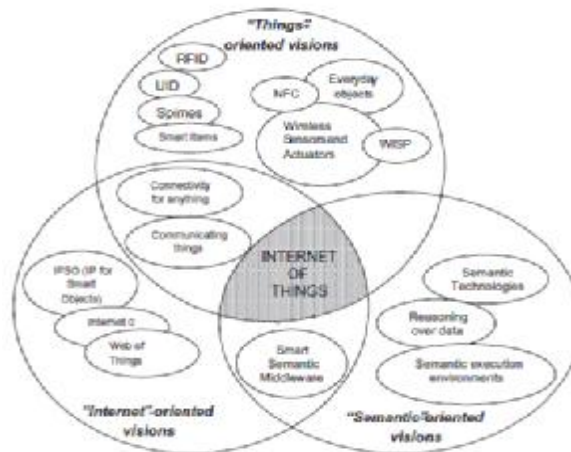
Σύμφωνα με τη Στρατηγική πόρων SRI (Harald Sundmaeker, March 2010), οι τεχνολογίες του Διαδικτύου των πραγμάτων είναι οι ακόλουθες:

Διευκόλυνση των δομικών μονάδων. Αυτές οι τεχνολογίες συμβάλλουν άμεσα στην ανάπτυξη του IOT.	Συνεργατικές τεχνολογίες. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να προσθέσουν την αξία του IOT
<ul style="list-style-type: none"> • Διεπαφές μηχανών και πρωτόκολλα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών • Μικρό-ελεγκτές • Ασύρματη επικοινωνία • RFID • Αισθητήρες • Ενεργειακή συγκομιδή • Ενεργοποιητές 	<ul style="list-style-type: none"> • Βιομετρική • Μηχανική όραση • Ρομποτική • Επαυξημένη πραγματικότητα • Κόσμοι καθρεφτών • Τηλεπαρουσίαση και διευθετήσιμα όργανα • Καταγραφή ζωής αυτονομίας και προσωπικά απτά ενδιάμεσα με τον χρήστη αντικείμενα

<ul style="list-style-type: none"> • Τεχνολογίες θέσης • λογισμικό 	<ul style="list-style-type: none"> • Μαύρα κουτιά • Καθαρές τεχνολογίες
--	---

2.4 ΤΟ ΟΡΑΜΑ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Πολλαπλοί ορισμοί του Διαδικτύου των Πραγμάτων ανιχνεύονται μέσα στην ερευνητική κοινότητα γεγονός που πιστοποιεί το μεγάλο ενδιαφέρον στο ζήτημα ΙΟΤ και στο σφρίγος των συζητήσεων σχετικά με αυτό. Κοιτάζοντας βιαστικά τη βιβλιογραφία, ένας ενδιαφερόμενος αναγνώστης θα αντιμετωπίσει μια πραγματική δυσκολία στην κατανόηση του ΙΟΤ καθώς και στις βασικές ιδέες που βρίσκονται πίσω από αυτήν την έννοια, αλλά και ποιες κοινωνικές, οικονομικές και τεχνικές επιπτώσεις θα έχει η πλήρης επέκταση του ΙΟΤ. Ο λόγος της προφανούς ασάφειας σήμερα γύρω από αυτό τον όρο είναι συνέπεια του ίδιου του ονόματος «Διαδίκτυο των Πραγμάτων», το οποίο αποτελείται συντακτικά από δύο όρους, όπου ο πρώτος όρος αναφέρεται σε θέματα Διαδικτύου, ενώ ο δεύτερος γενικεύει τη χρήση του Διαδικτύου και ταυτόχρονα την εντάσσει σε ένα κοινό πλαίσιο χρήσης. Στην πραγματικότητα, «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» σημασιολογικά σημαίνει «ένα παγκόσμιο δίκτυο των διασυνδεδεμένων αντικειμένων, που είναι μεμονωμένα προσπελάσιμα και βασισμένα στα τυποποιημένα επικοινωνιακά πρωτόκολλα». Αυτό υπονοεί έναν τεράστιο αριθμό (ετερογενών) αντικειμένων που περιλαμβάνονται στη διαδικασία. Η μοναδική εξέταση αντικειμένου και η αντιπροσώπευση και η αποθήκευση των ανταλλασσόμενων πληροφοριών αποτελεί μία πρόκληση, που φέρει άμεσα μια σημασιολογικά «προσανατολισμένη» προοπτική του ΙΟΤ.



Σχήμα 10 παράδειγμα ως αποτέλεσμα της σύγκλισης των διαφόρων οραμάτων (Luigi Atzori, 2010)

Στο σχήμα 10 φαίνονται οι κύριες έννοιες, οι τεχνολογίες και τα πρότυπα που τονίζονται και ταξινομούνται σε σχέση με το όραμα του IOT και συμβάλλουν για να το χαρακτηρίσουν. Από μια τέτοια απεικόνιση, σαφώς φαίνεται ότι το παράδειγμα IOT θα είναι το αποτέλεσμα της σύγκλισης των τριών κύριων οραμάτων. Ο πρώτος καθορισμός του IOT προέρχεται από μια «προσανατολισμένη προς τα πράγματα» προσέγγιση. Τα εξεταζόμενα πράγματα είναι πολύ απλά στοιχεία, πχ ετικέτες προσδιορισμού ραδιοσυχνότητας (RFID). Ο όρος «Διαδίκτυο των Πραγμάτων», στην πραγματικότητα, αποδίδεται ως ένα παγκόσμιο δίκτυο των ακαδημαϊκών ερευνητικών εργαστηρίων στον τομέα των δικτυωμένων RFID και στις αναδύμενες τεχνολογίες αντίληψης. Αυτά τα όργανα, έχουν καθιερωθεί και στοχεύουν στην αρχιτεκτονική IOT, μαζί με EPCglobal (Luigi Atzori, 2010). Η εστίασή τους έχει σαν πρώτο στόχο την ανάπτυξη του ηλεκτρονικού προϊόντος Code™ (EPC) για να υποστηρίξει τη χρήση διάδοσης RFID μέσα στα παγκόσμια σύγχρονα δίκτυα εμπορικών συναλλαγών και για να δημιουργήσει τα παγκόσμια πρότυπα, κατευθυνόμενα από τη βιομηχανία, για το EPCglobalNetwork™. Αυτά τα πρότυπα έχουν ως σκοπό να βελτιώσουν τη διαφάνεια του αντικειμένου (δηλ. ανιχνευσιμότητα ενός αντικειμένου και συνειδητοποίηση της θέσης του). Αυτό είναι αναμφισβήτητα ένα συστατικό κλειδί της πορείας της πλήρους επέκτασης του οράματος του Διαδικτύου των Πραγμάτων αλλά δεν είναι και το μοναδικό. Υπό μια ευρύτερη έννοια, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων δεν μπορεί να είναι ακριβώς ένα παγκόσμιο σύστημα, στο οποίο τα μόνα αντικείμενα

είναι RFIDs, αλλά είναι ένα μέρος του συνόλου πράγμα που ισχύει και για την εναλλακτική μοναδική/καθολική/πανταχού παρούσα αρχιτεκτονική προσδιοριστικών (uID), η κύρια ιδέα του οποίου είναι ακόμα η ανάπτυξη λύσεων για μια σφαιρική διαφάνεια των αντικειμένων σε ένα όραμα Διαδικτύου Πραγμάτων. Η άποψη ότι οι κύριες λύσεις στην καθημερινότητά μας προήλθε από τα RFID μόνο θετική μπορεί να είναι, πράγμα που μας δείχνει ότι η ανιχνευσιμότητα στοιχείων και η δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών, θα εξεταστούν σίγουρα επίσης από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Παρόλα αυτά και κάπως πληρέστερα, τα οράματα του Διαδικτύου των Πραγμάτων αναγνωρίζουν ότι ο όρος αυτός υπονοεί ένα πολύ ευρύτερο όραμα από την ιδέα και μόνο των αντικείμενων προσδιορισμού.

Τα RFID στέκονται ακόμα στην πρώτη γραμμή των τεχνολογιών που οδηγούν στο όραμα. Αυτό έχει μια συνέπεια την ωριμότητα RFID, το χαμηλότερο κόστος, και την ισχυρή υποστήριξη απ' όλους τους εμπλεκόμενους (επιχειρήσεις, επιστημονική κοινότητα, κατασκευαστές υλικών κ.λπ.). Εντούτοις, δηλώνουν ότι ένα ευρύ φάσμα της συσκευής, του δικτύου, και των τεχνολογιών υπηρεσιών θα ενισχύσει τελικά το Διαδίκτυο Πραγμάτων. Τα RFID αναγνωρίζονται ως «τα ατομικά συστατικά που θα συνδέσουν το πραγματικό κόσμο με το ψηφιακό κόσμο». Η πραγματοποίηση της έννοιας Διαδίκτυο Πραγμάτων στο πραγματικό κόσμο είναι πιθανή μέσω της ολοκλήρωσης που επιτρέπεται στις τεχνολογίες. Ο σημαντικός στόχος μας είναι να περιγραφεί μία εικόνα του ρόλου που θα διαδραματιστούν πιθανώς στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

2.5 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

Τα επαυξημένα αντικείμενα (απλά καθημερινά αντικείμενα που αποκτούν ιδιότητες με την βοήθεια των RFID) που υπάρχουν στην καθημερινότητα μας ολοένα και αυξάνονται αφού επίσης αυξάνεται και το ενδιαφέρον του κόσμου για να αλληλεπιδράσει με αυτά τα αντικείμενα και να ζητήσει τις υπηρεσίες που προσφέρουν συνδέοντας έτσι τον ψηφιακό με τον φυσικό κόσμο. Η αλληλεπίδραση αυτή μέσω των κινητών συσκευών κερδίζει συνεχώς την προσοχή του απλού χρήστη διευκολύνει την καθημερινότητά του και με το πέρασμα του χρόνου γίνεται όλο και πιο γνωστή, όλο και πιο χρήσιμη, πιο διαδεδομένη και πιο αποδεκτή. Αυτήν την περίοδο υπάρχουν

διάφορες προσεγγίσεις για τις υπηρεσίες που μπορούν να παρέχουν τέτοιου είδους αλληλεπιδράσεις. Οι περισσότεροι από αυτούς είναι ιδιωτικοί, είναι σχεδιασμένοι για να προσθέτουν τεχνικές σε διάφορους τομείς ή για να αλληλεπιδρούν με εφαρμογές και δεν παρέχουν καμία άλλη γενική έννοια ώστε να περιγράψουν τις υπηρεσίες που προσφέρουν στον πραγματικό κόσμο. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων χρησιμοποιεί ένα σύνολο από πρότυπα και μεθόδους με σκοπό να εισάγει τα επαυξημένα αντικείμενα στο πραγματικό κόσμο. Ο συνδυασμός των τεχνολογιών μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη και τη διάδοση των κινητών αλληλεπιδράσεων με το πραγματικό κόσμο Σχήμα 11. Επομένως, έχουμε να κάνουμε με μια έννοια, μια αρχιτεκτονική και ένα πρωτότυπο το οποίο βρίσκεται υπό ανάπτυξη για τις κινητές αλληλεπιδράσεις με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Προκειμένου να περιγράψουμε τις υπηρεσίες που μας παρέχονται από τα αντικείμενα χρησιμοποιούμε τις σημασιολογικές υπηρεσίες Ιστού. Αυτή η περιγραφή υπηρεσιών χρησιμοποιείται για την αυτόματη αλληλεπίδρασή του χρήστη με την κινητό του τηλέφωνο.



Σχήμα 11 ασύρματη επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών επαυξημένων αντικειμένων σε διαφορετικές σφαίρες, γραφείο, σπίτι, κινητό τηλέφωνο (<http://ivn.us/2013/06/13/greater-connectivity-in-internet-of-things-poses-security-risks/>)

2.5.1 ΚΙΝΗΤΡΟ

Σήμερα οι χρήστες έρχονται σε επαφή, όλο και περισσότερο, με τη σύνθετη σφαίρα της πανταχού παρούσας πληροφορίας. Σήμερα προσφέρονται όλο και περισσότερες μέθοδοι που συλλαμβάνουν πληροφορίες, έχοντας ως σκοπό να χρησιμοποιήσουν τις διάφορες πληροφορίες που προσφέρονται και για να αλληλεπιδράσουν άμεσα με τα αντικείμενα στο πραγματικό κόσμο. Αφ' ενός τα φυσικά αντικείμενα συνδέονται όλο και περισσότερο με ψηφιακές πληροφορίες μέσω οπτικών και ασύρματων δεικτών όπως οι ετικέτες RFID. Σε αυτό το πλαίσιο οι φυσικές κινητές αλληλεπιδράσεις επιτρέπουν στους χρήστες να επιλέξουν τις εικονικές πληροφορίες και να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες μέσω της αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα στο πραγματικό κόσμο. Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις για την παροχή εφαρμογών που λαμβάνουν υπόψη τέτοιες αλληλεπιδράσεις. Επιπλέον, παρατηρείται ένα μεγάλο ενδιαφέρον στη βιομηχανία και στον ακαδημαϊκό χώρο για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, όπου τα απτά αντικείμενα έχουν ψηφιακή παρουσία. Εδώ τα φυσικά αντικείμενα προσδιορίζονται μεμονωμένα και περιγράφονται με έναν τυποποιημένο τρόπο που διευκολύνει την πρόσβαση και την αλληλεπίδραση με αυτά. Ο συνδυασμός των φυσικών κινητών αλληλεπιδράσεων και του Διαδικτύου των Πραγμάτων, μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη και επέκταση των κινητών αλληλεπιδράσεων με το πραγματικό κόσμο. Η τεχνολογία υπηρεσιών Ιστού παρέχει έναν νέο τρόπο στις πληροφορίες και στις υπηρεσίες που είναι διαθέσιμες μειώνοντας τα ζητήματα διαλειτουργικότητας και ενισχύοντας το έκτακτο, την ανεξαρτησία πλατφορμών και την τυποποιημένη ανταλλαγή των μηνυμάτων. Επιπλέον, σκοπός είναι να βελτιωθεί η ευελιξία και η εκφραστικότητα τους με την προσθήκη των σημασιολογικών περιγραφών και με αυτόν τον τρόπο να ενισχύσουμε τη διαμόρφωση και τη δυναμική σύνθεση των υπηρεσιών Ιστού. Όπως φαίνεται, η διαμόρφωση των υπηρεσιών ως σημασιολογικές υπηρεσίες Ιστού είναι αρκετά ισχυρή ώστε να αποκτήσει τις υπονοούμενες πληροφορίες πλαισίου με τη σύνθεση των υπηρεσιών Ιστού και επομένως να απαλλάξει το χρήστη από το παράγει τις πληροφορίες ρητά. Κατά συνέπεια, η αρχιτεκτονική επιτρέπει την εκμετάλλευση της εκφραστικότητας των σημασιολογικών υπηρεσιών Ιστού με σκοπό την αυτοματοποιημένη παραγωγή υπηρεσιών από το χρήστη μέσω των διεπαφών που επιτρέπονται από την κινητή

συσκευή. Η αρχιτεκτονική του Διαδικτύου των Πραγμάτων έχει ως σκοπό την εξερεύνηση του τρόπου με τον οποίο μπορούν να βελτιστοποιηθούν τα επαυξημένα αντικείμενα ώστε να παρέχουν ευκολότερη αλληλεπίδραση με τα φυσικά αντικείμενα στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων και τις υπηρεσίες που συνδέονται με αυτά. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει ακόμα κανένας τρόπος ώστε να ενσωματωθούν οι υπηρεσίες και τα μέσα Ιστού ώστε να δημιουργηθεί μια φυσική αλληλεπίδραση, πρέπει να καλύψουμε διάφορες τεχνικές απαιτήσεις. Μεταξύ αυτών είναι:

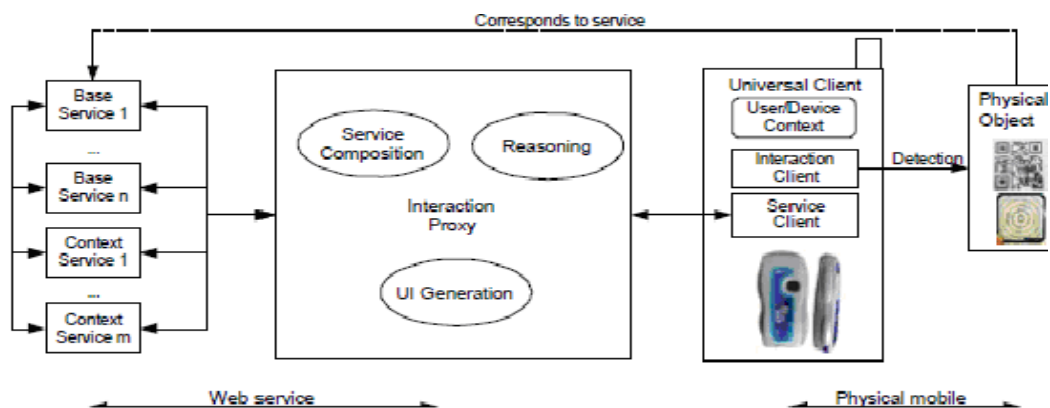
- Διαμόρφωση, σύνθεση και παροχή σημασιολογικών υπηρεσιών Ιστού
- Περιγραφή, αυτόματη παραγωγή και ολοκλήρωση των κινητών ενδιάμεσων με τον χρήστη για να αφαιρέσει την πολυπλοκότητα των λειτουργιών υπηρεσιών Ιστού και να υποστηρίξει στο χρήστη την αλληλεπίδραση με τα φυσικά αντικείμενα
- Σύνδεση μεταξύ των κινητών συσκευών και των τεχνολογικών δεικτών καθώς επίσης και διαμόρφωση και ανταλλαγή των μηνυμάτων μεταξύ των συστατικών.

Διάφορες προσπάθειες είναι σε εξέλιξη εξετάζοντας την αυτόματη αλληλεπίδραση του χρήστη με τις διεπαφές.

2.6 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΟ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και οι φυσικές κινητές αλληλεπιδράσεις, όπου κινητό και συσκευές χρησιμοποιούνται για να αλληλεπιδράσουν με τα φυσικά αντικείμενα, είναι δύο ξεχωριστές περιοχές που θα πρέπει να συνδυαστούν. Ο κύριος σκοπός του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι ο συνδυασμός αυτών των δύο περιοχών ενώ η κινητή συσκευή ενεργεί ως μεσολαβητής μεταξύ αυτών. Το σχήμα 12 απεικονίζει μια υψηλού επιπέδου άποψη της αρχιτεκτονικής που χρησιμοποιείται. Η κινητή συσκευή ενεργεί όπως ένας πελάτης που είναι ανεξάρτητος από τα φυσικά αντικείμενα με τα οποία αυτός αλληλεπιδρά και επίσης από τις υπηρεσίες που αυτός χρησιμοποιεί. Για να αλληλεπιδράσει και με τις δύο περιοχές χρησιμοποιεί διαφορετικά συστατικά που τον καθιστούν να φαίνεται ως πελάτης αλληλεπίδρασης και πελάτης υπηρεσιών. Ο πελάτης αλληλεπίδρασης ανιχνεύει τα μοναδικά προσδιοριστικά και τα πρόσθετα στοιχεία που αποθηκεύονται στο φυσικό αντικείμενο,

ενώ ο πελάτης υπηρεσιών επικοινωνεί με την περιοχή υπηρεσιών. Οι πελάτες, οι ικανότητες μετάδοσης πληροφοριών και των συσκευών των χρηστών θα μπορούσαν να εμπλουτίσουν την αυτόματη παραγωγή ενδιάμεσων με τον χρήστη. Σαν πλαίσιο συσκευών εξετάζουμε διάφορες κινητές πλατφόρμες οι οποίες είναι διαφορετικές στις φυσικές ικανότητες αλληλεπίδρασης (π.χ. φωτογραφική μηχανή) και στις ικανότητες των ενδιάμεσων με τον χρήστη (π.χ. μηχανή αναζήτησης XHTML). Επομένως, ο πελάτης πρέπει να είναι σε θέση να υποστηρίξει έναν συνδυασμό ικανότητας συσκευών που περιλαμβάνονται στη διαδικασία αλληλεπίδρασης.



Σχήμα 12: υψηλού επιπέδου αρχιτεκτονική για τις φυσικές κινητές αλληλεπιδράσεις με το διαδίκτυο των πραγμάτων (Sven Siorpaes, xx)

Οι υπηρεσίες του Ιστού περιγράφονται ως σημασιολογικές υπηρεσίες Ιστού και διευκολύνουν τη διαλειτουργικότητα, την αυτόματη χρησιμοποίηση υπηρεσιών και την αυτόματη παραγωγή ενδιάμεσων με τον χρήστη. Οι υπηρεσίες ομαδοποιούνται σε ένα πλαίσιο βασικών υπηρεσιών. Οι βασικές υπηρεσίες εκτελούν τους κύριους λειτουργικούς στόχους σχετικούς με την αλληλεπίδραση με τα φυσικά αντικείμενα. Μπορεί να υπάρξει μια σταθερή σχέση μεταξύ ενός φυσικού αντικειμένου και μια αρχική υπηρεσία βάσεων. Οι υπηρεσίες παρέχουν τις πληροφορίες πλαισίου όπως θέση και χρόνος. Όλες οι υπηρεσίες μπορούν να αλληλεπιδράσουν η μια με την άλλη. Παραδείγματος χάριν μια βάση υπηρεσίας μπορεί να ζητήσει από άλλες υπηρεσίες βάσεων ή τις υπηρεσίες πλαισίου. Εντούτοις ο πελάτης πρέπει επίσης να είναι ικανός να ανταπεξέλθει στις υπηρεσίες πλαισίου άμεσα. Για τη σύνδεση της περιοχής υπηρεσιών και της φυσικής περιοχής αλληλεπίδρασης παρέχονται τρεις κύριες λειτουργίες: υπηρεσία σύνθεσης, συλλογισμό και παραγωγή ενδιάμεσων με τον

χρήστη. Η υπηρεσία σύνθεσης περιγράφει την αλληλεπίδραση με διάφορες άλλες υπηρεσίες Ιστού που μπορούν να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα στη φυσική διαδικασία αλληλεπίδρασης. Ο συλλογισμός απαιτείται για την επιλύσει της έλλειψης σημασιολογικής διαλειτουργικότητας μεταξύ των διαφορετικών υπηρεσιών. Μια άλλη εστίαση βρίσκεται στην αυτόματη παραγωγή ενός ενδιάμεσου με τον χρήστη για διαφορετικές υπηρεσίες που πρέπει να εμφανιστούν στο χρήστη με συνεπή και διαφανή τρόπο. Με την παροχή ενός ορισμού των απαραίτητων εισαγωγών και των αποτελεσμάτων για την επίκληση υπηρεσιών, η σημασιολογική περιγραφή υπηρεσιών καθορίζει ήδη μια ακατέργαστη δομή στο ενδιάμεσο με τον χρήστη και τις συσκευές. Η σημασιολογική περιγραφή υπηρεσιών ενισχύεται κοντά με μια πρόσθετη επέκταση ενδιάμεσων με τον χρήστη που περιγράφει μια παράμετρο και βασίζεται στη χαρτογράφηση σε ένα συγκεκριμένο ενδιάμεσο. Από αρχιτεκτονική άποψη προσδιορίζονται διαφορετικές προσεγγίσεις σε ότι έχει να κάνει με το πληρεξούσιο αλληλεπίδρασης αλλά και που μπορεί να ανήκει. Η δηκτικότητα του χρήστη θα μπορούσε να εξασφαλιστεί με ανάθεση του πληρεξούσιου αλληλεπίδρασης στον πελάτη. Η διαδικασία όμως αυτή είναι πολύ απαιτητική υπολογιστικά για να χρησιμοποιηθεί σε κινητά τηλέφωνα. Επομένως χρησιμοποιείται μια υβριδική προσέγγιση στην οποία στο πληρεξούσιο αλληλεπίδρασης η έννοια είναι χωρισμένη σε μια συσκευή και ένα τμήμα κεντρικών υπολογιστών. Η έννοια αυτή εφαρμόζεται σε ένα πρωτότυπο. Έχει καθοριστεί ένα σενάριο εμπορίου στο οποίο μια αφίσα από έναν προμηθευτή διανομής κινηματογραφικών ταινιών προσφέρει μια υπηρεσία επικόλλησης ετικέτας για διαφορετικούς κινηματογράφους. Οι διαφορετικοί κινηματογράφοι που διαφημίζονται στην αφίσα πρέπει να επιλεγούν ρητά από το χρήστη. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 13 ένα κοντινό κινητό τηλέφωνο επικοινωνίας τομέων (NFC) χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση με την αφίσα κινηματογραφικών ταινιών. Οι ετικέτες NFC/RFID (Fridric Thiesse, 2009) καθορίζονται στο πίσω μέρος της αφίσας όπως απεικονίζονται στο σχήμα 13. Η υπηρεσία μπορεί να χρησιμοποιήσει τις υπονοούμενες πληροφορίες πλαισίου όπως η θέση για να καθορίσει τον κοντινότερο κινηματογράφο ή το χρόνο. Σε αυτό το απλό σενάριο υπάρχει μια κύρια υπηρεσία διανομής κινηματογράφων που αποτελείται από διάφορες διαφορετικές υπηρεσίες κινηματογράφων και τις υπηρεσίες πλαισίου.



Σχήμα 13: αλληλεπίδραση κινητού με την αφίσα και ετικέτες στο πίσω μέρος της της αφίσας
(Sven Siorpaes, xx)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Το «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» είναι μια μελλοντική κατάσταση, κατά την οποία καθημερινά αντικείμενα όπως κινητά τηλέφωνα, αυτοκίνητα, οικιακές συσκευές, ρούχα, ακόμη και τρόφιμα θα συνδέονται ασύρματα στο διαδίκτυο μέσω έξυπνων μικροκυκλωμάτων και θα μπορούν να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα εξασφαλίζοντας παράλληλα επαρκές επίπεδο ελέγχου, επεξεργασίας και αποθήκευσης πληροφοριών. Στα δύο προηγούμενα κεφάλαια περιγράψαμε τις έννοιες και τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιήσουμε για την υλοποίηση της εφαρμογής ώστε να γίνουν κατανοητοί και να μπορέσουμε στο κεφάλαιο που ακολουθεί να αναλύσουμε, να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε την εφαρμογή μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε αναλυτικά στις υπηρεσίες που μπορούν να προσφέρουν τα RFID στην καθημερινότητά μας, κάνοντας την ζωή μας πολύ πιο εύκολη, βοηθώντας μας να χρησιμοποιούμε διάφορα επαυξημένα αντικείμενα χωρίς να χρειάζεται να αποσπάται η προσοχή μας, με μεγαλύτερη ευκολία και πολύ πιο γρήγορα, αφού μας δίνεται η δυνατότητα τα αντικείμενα αυτά να δουλεύουν για εμάς χωρίς να το αντιλαμβανόμαστε. Μία τέτοια εφαρμογή πρόκειται να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε δείχνοντας με αυτό τον τρόπο τη σημαντικότητα αλλά και τη χρησιμότητα της.

Σε αυτό το κεφάλαιο αρχικά, θα αναπτύξουμε ένα σενάριο χρήσης προκειμένου να γίνει κατανοητή η πλήρης χρήση της εφαρμογής, θα ακολουθήσει ο λεπτομερής σχεδιασμός με τη χρήση διαγραμμάτων χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία ICONIX, θα δείξουμε τη βάση δεδομένων και πως αυτή υλοποιήθηκε αλλά και την υλοποίηση τις εφαρμογής.

3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ

Σενάριο εφαρμογής

Η Σοφία είναι μητέρα δύο παιδιών και εργάζεται σε ένα δικηγορικό γραφείο με πολλές απαιτήσεις και πολλές ώρες δουλειάς πράγμα που την αναγκάζει να λείπει πολλές ώρες από το σπίτι, όταν εκείνη γυρίζει από την δουλειά ο χρόνος που έχει να ασχοληθεί με την καθαριότητα του σπιτιού, με τα παιδιά της, αλλά και με το τι υπάρχει στα ντουλάπια της προκειμένου δει αν κάτι τελείωσε ή έληξε ώστε να τα ψωνίσει της αποσπών πολύ από τον πολύτιμο χρόνο της. Η Σοφία ωστόσο προκειμένου να γλυτώσει κάποιο χρόνο από όλα αυτά και έχοντας ακούσει για τα επαυξημένα αντικείμενα αποφάσισε να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή η οποία θα αναγνώριζε τα προϊόντα καθώς έμπαιναν ή έβγαιναν από το ντουλάπι της αλλά και θα συμπεριλάμβαναν και κάποιες άλλες πληροφορίες όπως η ημερομηνία λήξης.

Με αυτό τον τρόπο η Σοφία θα κέρδιζε λίγο χρόνο αφού όταν θα γυρνούσε πλέον από την δουλειά της και θα καθόταν στο υπολογιστή της ώστε να ενημερωθεί για τα νέα ή για να δουλέψει θα μπορούσε ταυτόχρονα από τον υπολογιστή της να ενημερωθεί και για το ποια προϊόντα λείπουν από το ντουλάπι της ή έχουν λήξει χωρίς να χρειαστεί να κοιτάξει από μόνη της.

Η ανάλυση και σχεδιασμός στοχεύει στο να διερευνήσει το πρόβλημα και τις απαιτήσεις που έχει ώστε να φτάσει στην επίλυση χρησιμοποιώντας μία ιδεατή λύση μέσω διαγραμμάτων μέχρις ότου να μπορούν να υλοποιηθούν χρησιμοποιώντας για αυτό το σκοπό μία γλώσσα μοντελοποίησης, π.χ., την UML (Unified Modeling Language) (Engel, 2004). Η UML είναι μία γραφική ενοποιημένη γλώσσα σχεδιασμού που βοηθά στην οπτική αναπαράσταση, τη διαμόρφωση προδιαγραφών και την τεκμηρίωση συστημάτων. Είναι μια πλήρης και πλούσια γλώσσα με εξαιρετικά ευρύ πεδίο εφαρμογής. Η UML στοχεύει στο σχεδιασμό αντικειμενοστραφών συστημάτων, και πρόκειται για μια απλοποιημένη παράσταση της πραγματικότητας.

Σχεδιάζουμε με σκοπό να μπορέσουμε να καταλάβουμε το σύστημα που αναπτύσσουμε. Έτσι δημιουργώντας αυτά τα σχέδια επιτυγχάνουμε τέσσερις στόχους:

- παριστάνουμε οπτικά το σύστημα που θέλουμε να κατασκευάσουμε
- προσδιορίζουμε τη δομή και τη συμπεριφορά του συστήματος
- δημιουργούμε ένα πρότυπο για να βασίσουμε την κατασκευή του συστήματος
- τεκμηριώνουμε τις αποφάσεις που λάβαμε
- ο σχεδιασμός βασίζεται σε τέσσερις βασικές αρχές
- η επιλογή του σχεδίου έχει επίπτωση στον τρόπο και την μορφή επίλυσης του προβλήματος
- τα σχέδια σχετίζονται με την πραγματικότητα
- ένα είδος σχεδίων δεν είναι ποτέ αρκετό, αφού ίσως και να υπάρχει και διαφορετική προσέγγιση για την επίλυση ενός προβλήματος

Η UML περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία:

- Οντότητες

- Σχέσεις
- Διαγράμματα

HUML επίσης υποστηρίζεται από αρκετές μεθοδολογίες ανάπτυξης λογισμικού δύο από τις οποίες είναι οι ICONIX (Engel, 2004) και η Unified Process (Engel, 2004).

3.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ICONIX

Η ICONIX είναι μια μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού που επιτρέπει τη μετάβαση από τις αρχικές απαιτήσεις όπως αυτές διατυπώνονται από τις απαιτήσεις του προβλήματος, στον κώδικα που τελικά υλοποιεί τις απαιτήσεις αυτές. Πρόκειται για μία απλοποιημένη μορφή της μεθοδολογίας unified process. Ο κώδικας παράγεται μετά λαμβάνοντας υπόψη μας την βελτιστοποίηση των μοντέλων:

- Στατικό μοντέλο: περιγράφει τις δομικές μονάδες και τις σχέσεις που δημιουργούνται μεταξύ τους.
- Δυναμικό μοντέλο: περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν μεταξύ τους οι δομικές μονάδες.

Για την ανάπτυξη και υλοποίηση αυτής της μεθοδολογίας τα διαγράμματα τα οποία χρησιμοποιούνται από το σύνολο διαγραμμάτων της UML είναι:

1. **διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης:** παρουσιάζουν ένα σύνολο περιπτώσεων που αφορά την αλληλεπίδραση που έχει ο χρήστης με το σύστημα και αφορά την στατική οπτική του συστήματος
2. **διαγράμματα κλάσεων:** παρουσιάζονται αφηρημένες έννοιες και στοιχεία που αφορούν το πρόβλημα, πρόκειται για δομικά στοιχεία και αφορούν τη στατική οπτική του συστήματος.
3. **διαγράμματα συνεργασίας:** παρουσιάζουν τα αντικείμενα, τις σχέσεις των αλληλεπιδράσεων αλλά και τα μηνύματα που ανταλλάσσονται κατά την αλληλεπίδραση, αφορά την αναπαράσταση δομής του προβλήματος και έχει να κάνει με την δυναμική περιγραφή του συστήματος.
4. **διαγράμματα ακολουθίας:** όπως και τα διαγράμματα συνεργασίας παρουσιάζουν τις σχέσεις των αντικειμένων αλλά και τον μηνυμάτων που

ανταλλάσσουν με την διαφορά όμως ότι στα διαγράμματα αυτά έχουμε χρονική αναπαράσταση και αφορούν τη δυναμική οπτική του συστήματος.

Αυτά τα διαγράμματα χρησιμοποιούνται κατά την ανάλυση και σχεδιασμό μέσω κάποιων φάσεων που περιγράφουμε παρακάτω.

3.3.1 ΦΑΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

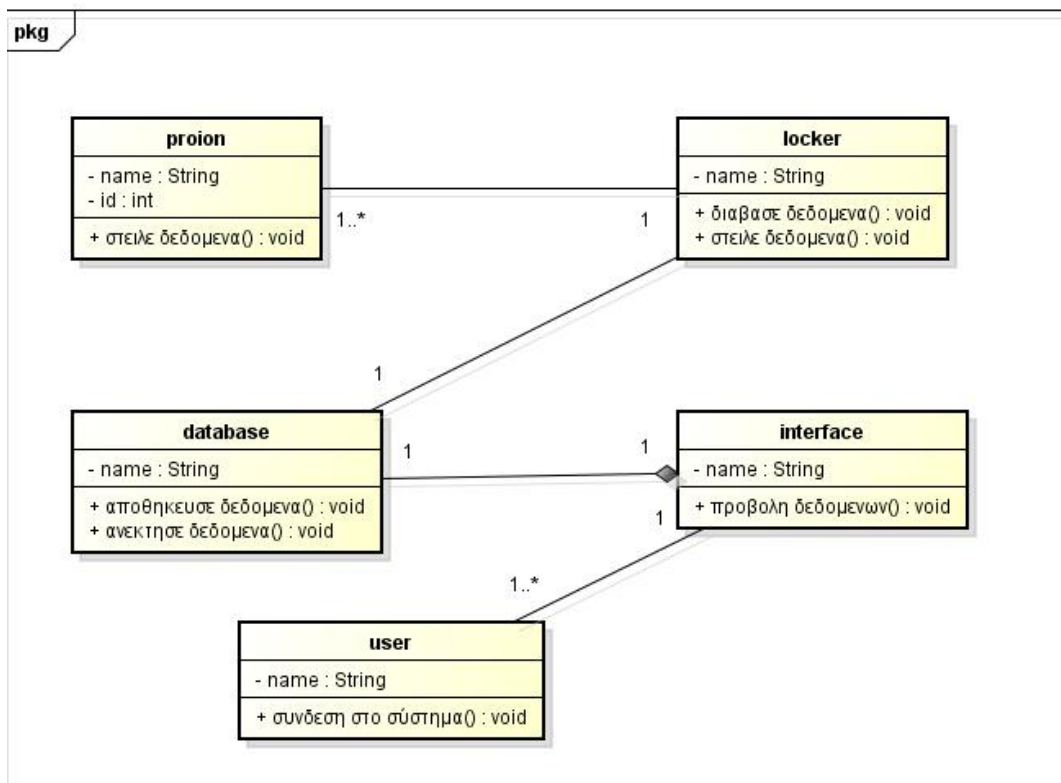
Η μεθοδολογία ICONIX που θα χρησιμοποιήσουμε για την ανάλυση και σχεδιασμό του συστήματος μας περιλαμβάνει τρεις φάσεις:

- **Ανάλυση απαιτήσεων:** Κατά την ανάλυση απαιτήσεων μας ενδιαφέρει να αναπαραστήσουμε το πεδίο εφαρμογής, και να εντοπίσουμε τις κλάσεις που αναπαριστούν το πεδίο εφαρμογής. Δεν μας ενδιαφέρει να ασχοληθούμε, σε αυτό το στάδιο, με μεγάλη λεπτομέρεια σε ότι αφορά τις σχέσεις μεταξύ των κλάσεων ή με διάφορες λεπτομέρειες που έχουν να κάνουν και την υλοποίηση τους αργότερα, μας ενδιαφέρει μόνο να παράγουμε το στατικό μοντέλο του συστήματος καθώς και να αναλύσουμε λεπτομερέστερα τις απαιτήσεις του χρήστη με το σύστημα χρησιμοποιώντας τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης.
- **Αρχικός σχεδιασμός:** Σε αυτό το στάδιο περνάμε στο από το «τι κάνει» το σύστημα στο «πώς θα το κάνει», αναλύουμε βαθύτερα την κάθε περίπτωση χρήσης που έχουμε δημιουργήσει στην προηγούμενη φάση αναζητώντας τα αντικείμενα που χρειάζονται ώστε να υλοποιηθούν οι περιπτώσεις χρήσεων. Σε αυτή τη φάση δημιουργούνται επιπρόσθετες κλάσεις και εμφανίζονται και κάποιες από τις ιδιότητες τους.
- **Αναλυτικός σχεδιασμός:** Σε αυτό το στάδιο περνάμε στην λεπτομερή σχεδίαση του συστήματος που αφορά την δυναμική συμπεριφορά και τη στατική δομή. Περνάμε στη περιγραφή της συνεργασίας μεταξύ των αντικειμένων καταχωρούμε τις μεθόδους στις κλάσεις και ελέγχουμε όλη τη δυναμική συμπεριφορά του συστήματος με βάσει τις περιπτώσεις χρήσεως σε ένα αντίστοιχο διάγραμμα ακολουθίας. Περνώντας έτσι αργότερα στο βασικό προϊόν της ανάπτυξης που δεν είναι τα διαγράμματα αλλά ο κώδικας που θα τα υλοποιήσει βάσει της σχεδίασης.

Ακολουθώντας τα βήματα των φάσεων μπορούμε εύκολα στην συνέχεια να αναπτύξουμε και να σχεδιάσουμε το σύστημα.

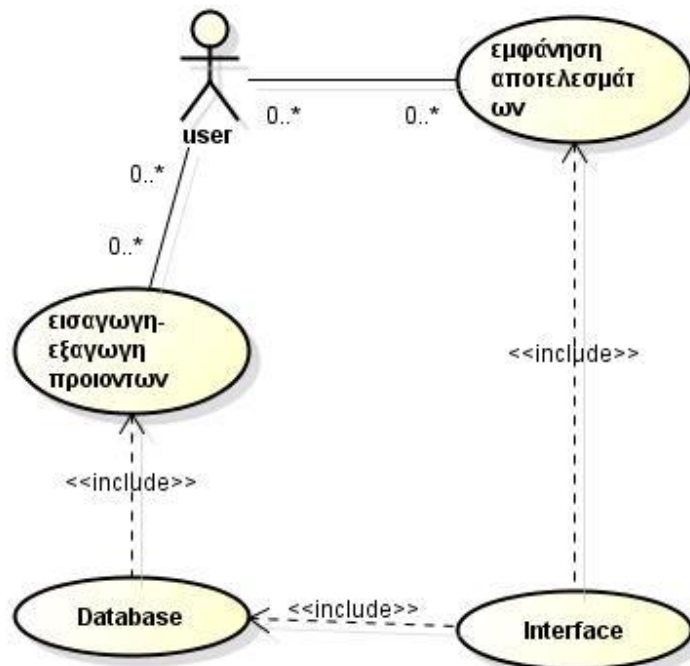
3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ξεκινάμε με την ανάλυση απαιτήσεων δηλαδή τον εντοπισμό των κλάσεων που αναπαριστούν με ακρίβεια τις οντότητες του πεδίου εφαρμογής χρησιμοποιώντας γενικεύσεις και συναρμολογήσεις ανάμεσα στις κλάσεις. Στο διάγραμμα που ακολουθεί Σχήμα 14 εμφανίζονται όλες οι κλάσεις που θα χρησιμοποιήσουμε, οι ιδιότητές τους καθώς και οι λειτουργίες τους. Έχουμε την κλάση προϊόν που αφορά το κάθε προϊόν, η κλάση αυτή στέλνει τα δεδομένα των προϊόντων στην κλάση locker (ντουλάπι) δηλαδή στους readers που είναι τοποθετημένοι σε αυτό, από τους readers βλέπουμε ότι τα δεδομένα περνάνε στη κλάση database (βάση δεδομένων) που είναι απαραίτητη για την αποθήκευση των δεδομένων όταν αυτά εισέρχονται-εξέρχονται από το ντουλάπι, η συγκεκριμένη κλάση πρέπει να υπάρχει σαν κλάση στο διάγραμμα μας αφού είναι απαραίτητο για την εμφάνιση των προϊόντων μέσω του interface. Κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο για τη λειτουργία της εφαρμογής, αφού στη συνέχεια τα δεδομένα ανακαλούνται από την κλάση interface μέσα από την οποία εμφανίζονται στον user (χρήστη).



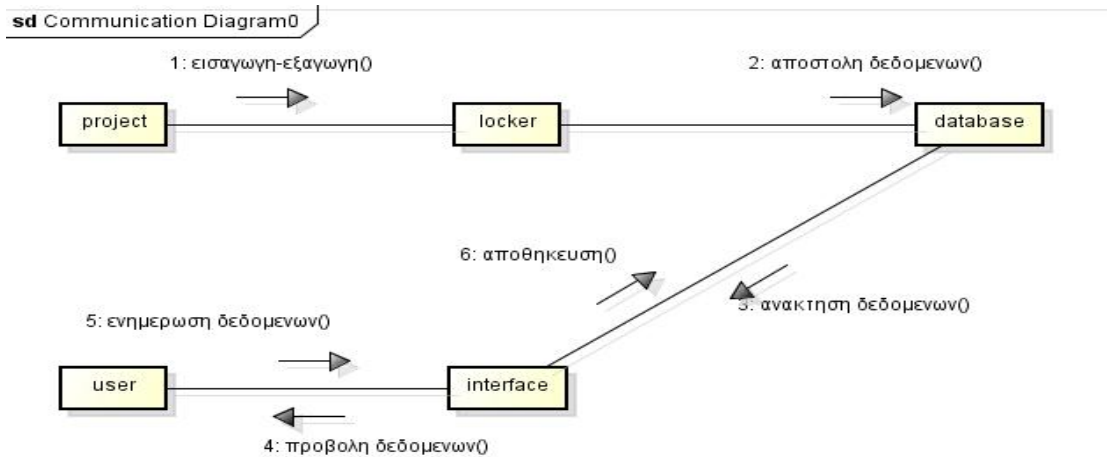
Σχήμα 14: διάγραμμα κλάσεων

Στη συνέχεια ακολουθεί ο σχεδιασμός των περιπτώσεων χρήσης προκειμένου να καθοριστεί η αλληλεπίδραση των βασικών χειριστών του συστήματος. Μέσα από αυτό το διάγραμμα Σχήμα 15 μπορούμε να δούμε την λειτουργία του συστήματος, αφού παρουσιάζεται η χρήση της εφαρμογής. Ο ρόλος του user (χρήστη) είναι να εισάγει-εξάγει τα προϊόντα από το ντουλάπι. Στην συνέχεια ενημερώνεται αυτόματα η βάση δεδομένων είτε προσθέτοντας είτε αφαιρώντας τα αντίστοιχα προϊόντα από τις εγγραφές της. Ο user επομένως μπορεί να δει μέσω του interface ποια προϊόντα υπάρχουν στο ντουλάπι του.



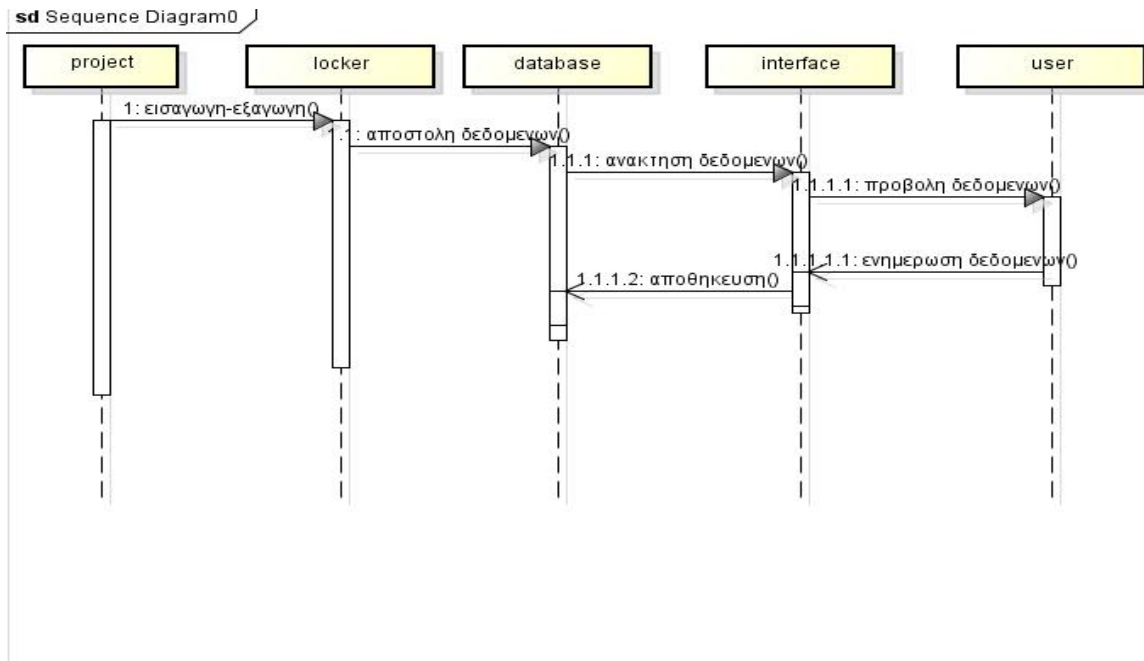
Σχήμα 15: διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης

Με βάση τα δυο προηγούμενα διαγράμματα κατασκευάζουμε το διάγραμμα συνεργασίας Σχήμα 16. Σε αυτό το διάγραμμα μεταβαίνουμε από το «τι κάνει» το σύστημα στο «πώς το κάνει». Αυτό το διάγραμμα έχει το ρόλο του αρχικού σχεδιασμού, μέσα από αυτό επιτρέπεται ο έλεγχος ορθότητας, πληρότητας καθώς και στην ανακάλυψη αντικειμένων για τον εμπλουτισμό του πεδίου εφαρμογής. Σε αυτό το διάγραμμα φαίνεται ο τρόπος συνεργασίας των αντικειμένων καθώς και ποιες είναι οι συσχετίσεις μεταξύ τους.

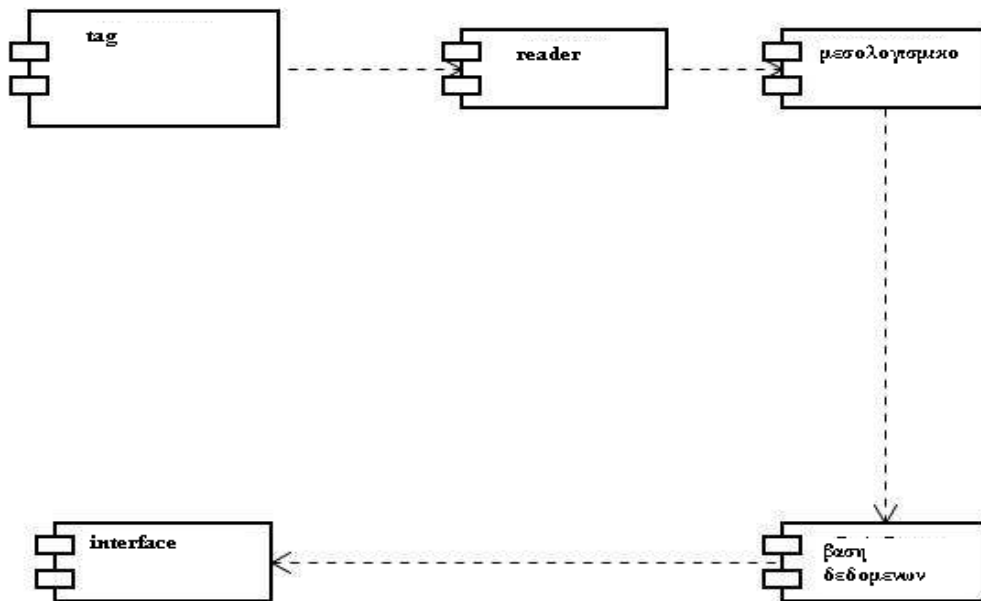


Σχήμα 16: διάγραμμα συνεργασίας

Στην συνέχεια κατασκευάζουμε το διάγραμμα ακολουθίας Σχήμα 17. Οι πληροφορίες που παίρνουμε σε σχέση με το διάγραμμα συνεργασίας είναι ίδιες, παρόλα αυτά όμως, μας βοηθάει να δούμε τη λειτουργία του συστήματος από μία διαφορετική οπτική γωνία, αφού εκτός από τις αλληλοεπιδράσεις και συσχετίσεις των αντικειμένων μπορεί να γίνει κατανοητός ο χρόνος που το κάθε αντικείμενο λειτουργεί, πράγμα που φαίνεται από τη κλίμακα χρόνου που εμφανίζεται στο διάγραμμα. Όπως βλέπουμε τα προϊόντα που μπαίνουν στο ντουλάπι δίνουν τις πληροφορίες τους στους reader από εκεί γίνεται η αυτόματη ενημέρωση της βάσης δεδομένων τα προϊόντα ανακαλούνται και εμφανίζονται στο interface και από εκεί γίνεται η εμφάνισή τους στον user, ο οποίος με την σειρά του μπορεί να προσθέσει-αφαιρέσει προϊόντα και να ξανά επαναληφθεί αυτή η διαδικασία στην συνέχεια Σχήμα 18 φαίνεται η συνολική σύνδεση της βάσης με την εφαρμογή που θα υλοποιηθεί αναλυτικότερα παρακάτω.



Σχήμα 17: διάγραμμα ακολουθείας



Σχήμα 18: Σύνδεση της εφαρμογής με τη βάση δεδομένων

3.5. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Προκειμένου να υλοποιήσουμε την εφαρμογή την οποία περιγράφουμε, θα χρειαστούμε την τεχνολογία RFID την οποία επίσης έχουμε αναλύσει στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για να μπορέσουμε ωστόσο να προχωρήσουμε στην υλοποίηση θα χρειαστούμε κάποιον εξοπλισμό ο οποίος περιλαμβάνει δύο RFIDreaders (αναγνώστες) Σχήμα 19 ώστε να μπορούμε να ελέγξουμε το πότε εισάγεται-εξάγεται ένα προϊόν από το ντουλάπι μας, RFIDtags (ετικέτες) Σχήμα 20 όπου η κάθε μία από αυτές είναι ενσωματωμένες στα προϊόντα μας, καθώς και έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί ως server.




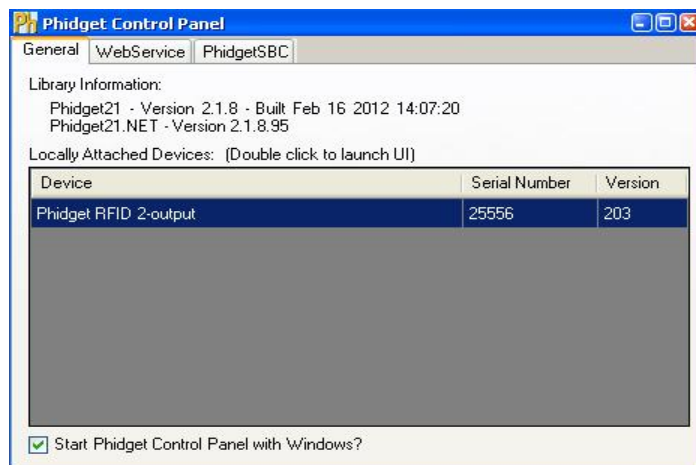
Σχήμα19: RFID readers από PhidgetRFID



Σχήμα 20: RFIDtags

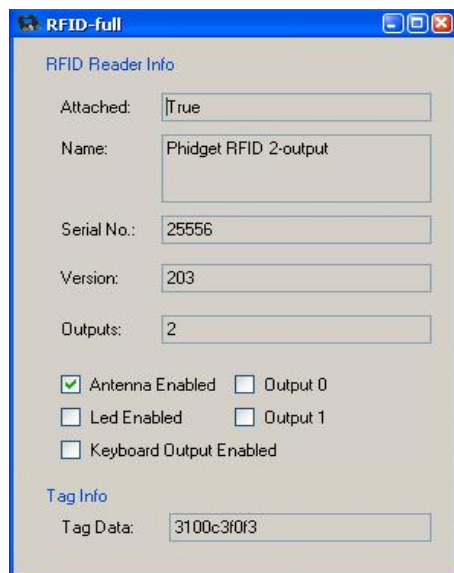
Προκειμένου να προχωρήσουμε στην υλοποίηση της εφαρμογής εκτός από τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιήσουμε θα πρέπει και να εγκαταστήσουμε στον υπολογιστή μας τον οδηγό που μπορούμε να βρούμε στην ιστοσελίδα της Phidget (<http://www.phidgets.com/>), έτσι ο RFIDreader συνδέεται απευθείας στον υπολογιστή με την βοήθεια μιας θύρας USBη γλώσσα προγραμματισμού που υποστηρίζεται από το πρόγραμμα και που θα χρησιμοποιηθεί είναι η java.

Μετά την εγκατάσταση του οδηγού εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης το εικονίδιο της Phidget , πατώντας διπλό κλικ πάνω στο εικονίδιο και αφού έχουμε συνδέσει τον RFIDreader με την θύρα USB εμφανίζεται το Phidget Control Panel Σχήμα 21.



Σχήμα 21: Phidget Control Panel

Κάνοντας διπλό κλικ στο Phidget Control Panel πάνω στην μπλε ένδειξη που σημαίνει ότι έχει διαβαστεί το RFID που έχουμε συνδέσει στο υπολογιστή μέσω της θύρας USB, εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο το RFID-full Σχήμα 22 Σε αυτό το παράθυρο μπορούμε να δούμε αν ο RFIDreader έχει συνδεθεί σωστά, αν μπορεί να διαβάσει τα tags που θα περαστούν, καθώς και αν είναι ενεργοποιημένη η κεραία προκειμένου να τα διαβάσει.



Σχήμα 22: RFID-full

Παρατηρώντας το Σχήμα 22 βλέπουμε ότι υπάρχουν κάποιες πληροφορίες σχετικά με τον RFIDreader αλλά και κάποιες πληροφορίες από το tag που περάσαμε από το RFIDreader:

- **Attached:** η ένδειξη true στο συγκεκριμένο πεδίο, μας δείχνει ότι έχουν εγκατασταθεί σωστά οι οδηγοί και ότι ο RFIDreader μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να λειτουργήσει κανονικά.
- **Name:** μας δείχνει το όνομα του RFIDreader.
- **Serial No:** μας δείχνει το σειριακό αριθμό του RFIDreader.
- **Antenna Enabled:** το τσεκαρισμένο αυτό πεδίο μας δείχνει ότι η κεραία είναι ενεργή.
- **TagData:** εμφανίζεται ο κωδικός του RFIDtag που περνάμε μπροστά από το RFIDreader κάθε κωδικός είναι διαφορετικός για κάθε tag.

Στο επόμενο βήμα, προκειμένου να συνεχίσουμε στην υλοποίηση της εφαρμογής, δημιουργούμε τη βάση δεδομένων την οποία θα χρειαστούμε ώστε να φαίνονται οι κωδικοί των tags και να τους αντιστοιχήσουμε με το προϊόν που θα αντιπροσωπεύει το καθένα από αυτά.

Για να κατασκευάσουμε τη βάση δεδομένων περνάμε όλα τα tags από το RFIDreader και σημειώνουμε τους κωδικούς τους καθώς και την αντιστοίχιση τους με το προϊόν που θα αντιπροσωπεύει το καθένα από αυτά. Κατασκευάζουμε δύο πίνακες στη βάση δεδομένων ο ένας ονομάζεται προϊόν και περιέχει τα πεδία idπροιον το οποίο χρησιμοποιείται ως πρωτεύον κλειδί αφού περιέχει μοναδικές εγγραφές για το κάθε προϊόν και οι τιμές που παίρνει είναι ο κωδικός του κάθε tag, onoma περιέχει το όνομα του κάθε προϊόντος που χρησιμοποιούμε όπως μακαρόνια, γάλα κ.α., και hmer_lixis όπου σε αυτό το πεδίο εμφανίζεται η ημερομηνία λήξης για το κάθε προϊόν. Ο άλλος πίνακας ονομάζεται pr_roy_yraxei και περιέχει ένα αναγνωριστικό κλειδί σαν πρωτεύον κλειδί και ένα πεδίο που αντιπροσωπεύει τα προϊόντα που μπήκαν στο ντουλάπι και προς το παρόν είναι κενός χωρίς εγγραφές αφού οι εγγραφές θα περαστούν στο συγκεκριμένο πεδίο κατά τη λειτουργία της εφαρμογής.

Μετά την κατασκευή της βάσης δεδομένων και με σκοπό να συνδέσουμε και να επεξεργαστούμε την βάση δεδομένων χρειάστηκε να την ενσωματώσουμε στο πρόγραμμα Java, προκειμένου να το πετύχουμε αυτό χρησιμοποιήσαμε τις διασυνδέσεις του JDBC. Τα βήματα που ακολουθήσαμε είναι:

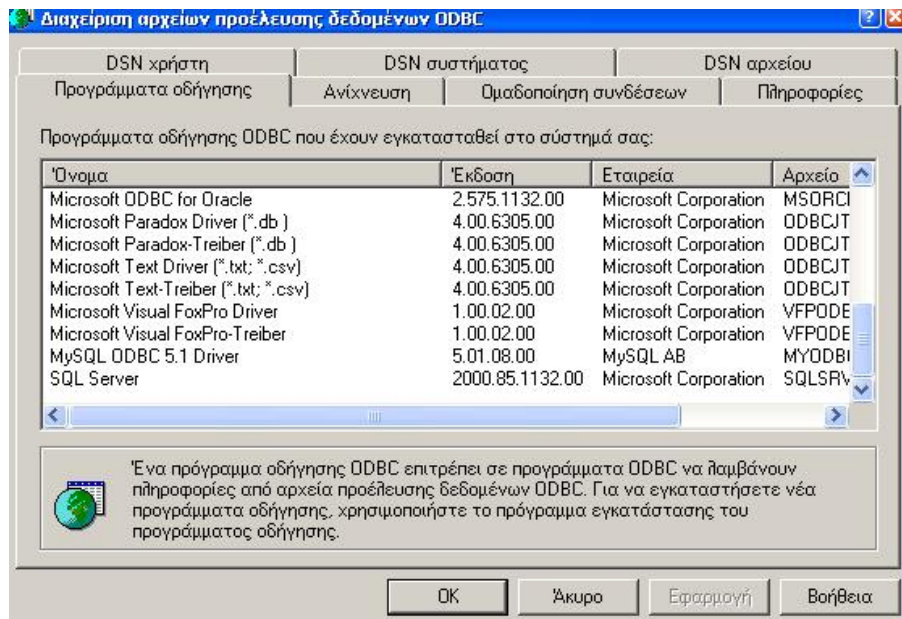
- Δημιουργία της βάσης δεδομένων

- Καταχώρηση της βάσης δεδομένων με το ODBC, δηλαδή δημιουργούμε ένα όνομα για τη βάση δεδομένων που να είναι αναγνωρίσιμο, για να το κάνουμε αυτό ανοίγουμε το πίνακα ελέγχου Σχήμα 23 και επιλέγουμε το εικονίδιο ODBC.



Σχήμα 23: άνοιγμα του πίνακα ελέγχου.

Στη συνέχεια εμφανίζεται ένα μενού Σχήμα 24 με τους υποστηριζόμενους τύπους βάσεων δεδομένων.



Σχήμα 24: διαχείριση αρχείων προέλευσης.

Επιλέγουμε το κατάλληλο και πατάμε προσθήκη ώστε να εμφανιστεί η λίστα με τους κατάλληλους διαθέσιμους οδηγούς, δίνουμε ένα όνομα προέλευσης με το οποίο θα αναγνωρίζεται η βάση δεδομένων από το ODBC και συνδέουμε τη βάση

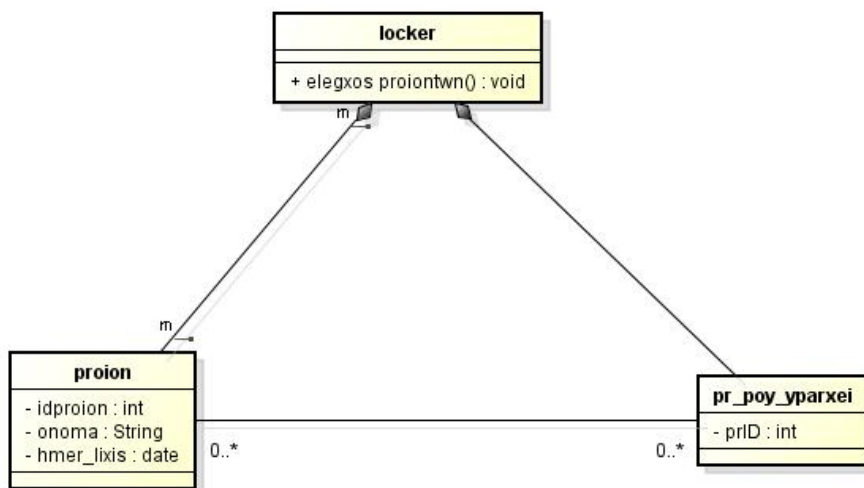
δεδομένων με το πρόγραμμα java. Μετά την επιτυχή σύνδεση της βάσης δεδομένων με το πρόγραμμα, το εκτελούμε και εμφανίζουμε τον πίνακα proion χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες βιβλιοθήκες για να επιτύχουμε τη σύνδεση με τη βάση δεδομένων (import java.sql.*;) Σχήμα 25

```

Problems @ Javadoc Declaration Console History
<terminated> ntoylapi [Java Application] C:\Program Files\Java\jre7\bin\javaw.exe
idproion      onoma      hmer_lixis
3100c3f0f3   γάλα      2013-11-20 00:00:00
31003e5cc0   μακαρόνια 2013-09-01 00:00:00
31003e58a5   αλεύρι    2013-10-15 00:00:00
0d003b4582   κονσέρβα  2013-12-03 00:00:00
01038dcf83   νερό      2014-12-30 00:00:00
    
```

Σχήμα 25: εμφάνιση της βάσης δεδομένων μέσω της εκτέλεσης του προγράμματος java.

Το διάγραμμα κλάσεων Σχήμα 26 μας δείχνει τις σχέσεις των πινάκων που περιγράψαμε παραπάνω και πως αυτές συνδέονται με όλη την εφαρμογή.



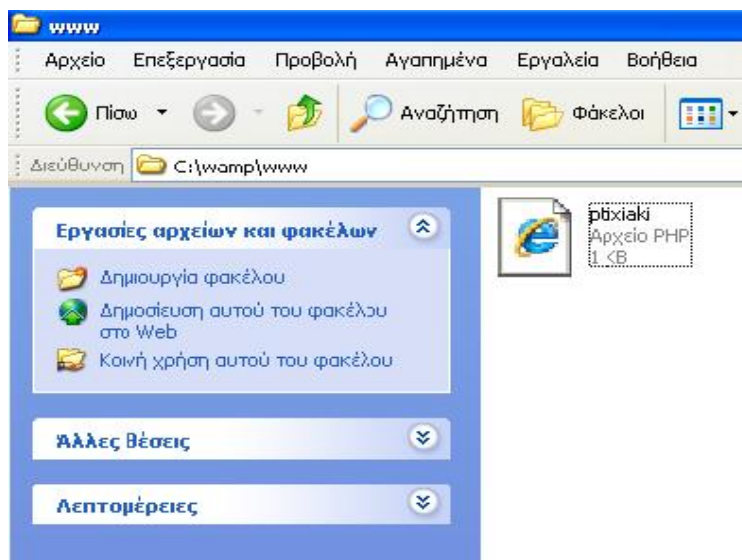
Σχήμα 26 σύνδεση πινάκων

Στη συνέχεια μας ενδιαφέρει να πετύχουμε τη διεπαφή με τον χρήστη, πράγμα που γίνεται μέσω μιας ιστοσελίδας που είναι κατασκευασμένη σε PHP. Για να κατασκευάσουμε την ιστοσελίδα αυτή θα πρέπει να μετατρέψουμε τον υπολογιστή μας σε server και να εγκαταστήσουμε τη PHP. Για να πετύχουμε την μετατροπή του υπολογιστή μας σε server χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό WampServer, αφού είναι εύκολη η εγκατάσταση και η χρήση του και περιλαμβάνει τη PHP.

Αρχικά ενεργοποιούμε το λογισμικό WampServer και μας εμφανίζεται το εικονίδιο του κάτω δεξιά στην οθόνη πράγμα που σημαίνει πως ενεργοποιήθηκε



. Για να κατασκευάσουμε την ιστοσελίδα δημιουργούμε ένα αρχείο μέσα στον φάκελο www (C:\wamp\www) στο οποίο θα γράψουμε τον απαιτούμενο κώδικα για την δημιουργία της ιστοσελίδας η οποία και θα εμφανίζει τα αποτελέσματα της εφαρμογής.



Σχήμα 27: δημιουργία του αρχείου ptixiaki στο φάκελο www.

Όπως φαίνεται και από το σχήμα 27 σαν προεπιλογή ώστε να ανοίγει το αρχείο έχουμε χρησιμοποιήσει τον internet explorer και για να επεξεργαστούμε το αρχείο και να γράψουμε τον κατάλληλο κώδικα κάνουμε δεξί κλικ στο αρχείο και το ανοίγουμε με το σημειωματάριο. Ανοίγοντας το αρχείο με το σημειωματάριο, η πρώτη εντολή που θα πρέπει να γράψουμε είναι αυτή που θα καλεί και θα συνδέεται με τη βάση δεδομένων (`$con=mysqli_connect("localhost","","","test");`) και στη συνέχεια κάνουμε τον έλεγχο για τον αν έχει γίνει η σύνδεση (`if (mysqli_connect_errno()) {echo"Failed to connect to MySQL:.". mysqli_connect_error(); }`)

Με αυτή την εντολή, εάν έχει γίνει η σύνδεση, δεν εμφανίζεται τίποτα ενώ αν έχει υπάρξει κάποιο πρόβλημα στη σύνδεση κατά το άνοιγμα του αρχείου στον internet explorer εμφανίζεται το μήνυμα «Failed to connect to MySQL».

Στην συνέχεια κάνουμε το ερώτημα που θέλουμε να εμφανίζεται στην ιστοσελίδα

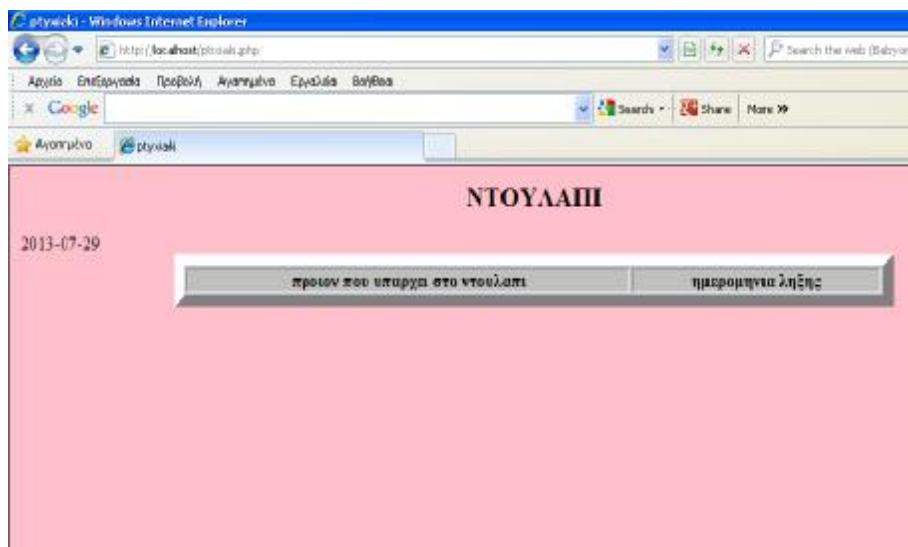
```
$db="SELECT onoma,hmer_lixis FROM proion,ntoylapi WHERE  
proion.id_proion=ntoylapi.pr_roy_yparxei";
```

Με αυτό τον τρόπο εμφανίζουμε το όνομα του προϊόντος και την ημερομηνία λήξης του όταν αυτό βρίσκεται μέσα στο ντουλάπι και στην συνέχεια κατασκευάζουμε έναν πίνακα που τα αποτελέσματα του ερωτήματος θα εμφανίζονται μέσα σε αυτό τον πίνακα.

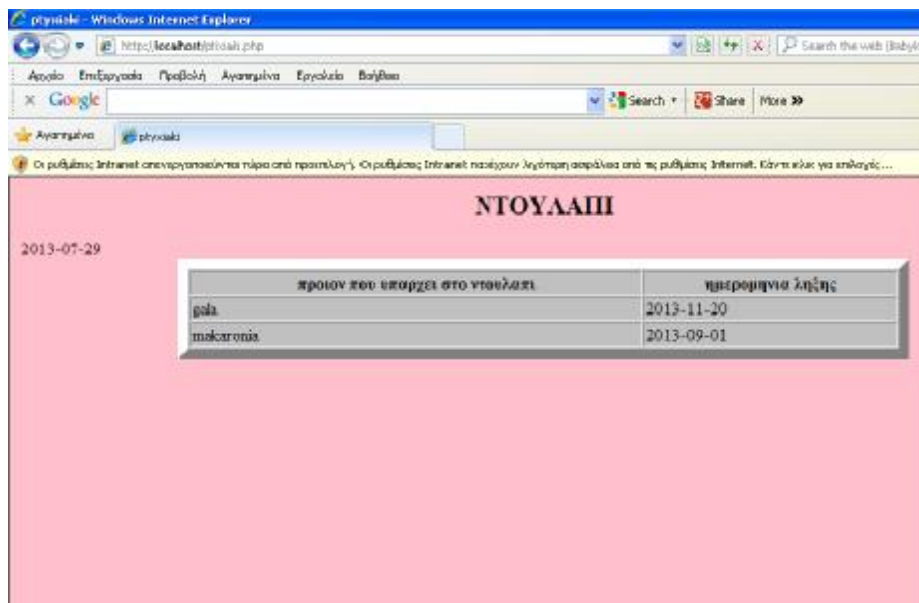
Αρχικά ανοίγουμε την ιστοσελίδα όταν η βάση μας είναι κενή δηλαδή όταν κανένα προϊόν δεν έχει περάσει να μπει στον ντουλάπι. Για να δούμε την ιστοσελίδα που φαίνεται στο Σχήμα 28 και Σχήμα 29 πληκτρολογούμε την διεύθυνση <http://localhost/ptixiaki.php>. Η ιστοσελίδα μας ανανεώνεται συνεχώς χρησιμοποιώντας την εντολή

```
<meta http-equiv="refresh" content="10">
```

Αρχίζοντας λοιπόν να βάζουμε τα προϊόντα μας στο ντουλάπι εμφανίζεται και σε κάθε ανανέωση το κάθε προϊόν που έχει μπει στο ντουλάπι.



Σχήμα 28 άνοιγμα της ιστοσελίδας όταν το ντουλάπι είναι κενό.



Σχήμα 29 ανανέωση της σελίδας και εμφάνιση 2 προϊόντων που βάλουμε στο ντουλάπι.

3.6 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

Στις προηγούμενες παραγράφους περιγράψαμε αναλυτικά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της εφαρμογής ωστόσο, όμως πρέπει να περάσουμε τώρα στο πειραματισμό της εφαρμογής δηλαδή να χρησιμοποιήσουμε την εφαρμογή για να δούμε κατά πόσο είναι εφικτά τα αποτελέσματα που ζητούσαμε, τις δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε κατά τη δημιουργία της καθώς και το αν η εφαρμογή θεωρείται επιτυχής.

Προκειμένου να έχουμε τα αποτελέσματα που θέλουμε δοκιμάσαμε την εφαρμογή χρησιμοποιώντας ένα ντουλάπι. Τοποθετήσαμε τους δύο RFIDreaders στο φύλλο που ανοίγει το ντουλάπι ενώ επίσης βάλουμε τα tags στα αντίστοιχα προϊόντα που θα μπουν στο ντουλάπι και έχουμε περιγράψει παραπάνω, συνδέσαμε τον υπολογιστή και ξεκινήσαμε να βάζουμε τα προϊόντα μέσα σε αυτό. Όπως έχουμε περιγράψει στα προηγούμενα κεφάλαια πρόκειται για παθητικές ετικέτες άρα τα προϊόντα πρέπει να τα βάζουμε στο ντουλάπι περνώντας τα πολύ κοντά στους readers ώστε να μπορούν να τα διαβάζουν. Αρχικά είχαμε τοποθετήσει τους readers πολύ κοντά τον έναν στον άλλον και ο κάθε reader δυσκολευόταν να αναγνωρίσει τα προϊόντα. Περνώντας τα προϊόντα είδαμε ότι άλλες φορές τα αναγνώριζε ο ένας reader

και άλλες φορές ο άλλος πράγμα που μας δυσκόλευε στο να λειτουργήσει σωστά η εφαρμογή. Το ίδιο πρόβλημα εμφανιζόταν όταν κάποιος από τους reader βρισκόταν πολύ κοντά στο router του υπολογιστή. Απομακρύνοντας όμως τους readers και ενώ ήταν σε απόσταση από το router η εφαρμογή φαίνεται ότι λειτούργησε σωστά, αφού περνώντας τα προϊόντα αναγνωρίζονταν αμέσως και έχοντας ανοιχτεί την σελίδα pnp που ανανεωνόταν κάθε 10 δευτερόλεπτα βλέπαμε να προσθέτονται ή να αφαιρούνται τα ονόματα των προϊόντων στο πίνακα που δημιουργήσαμε Σχήμα 28 και 29.

Εκτός από το να περάσουμε προϊόντα απλά μέσα στο ντουλάπι αλλάξαμε τις ημερομηνίες λήξης στη βάση δεδομένων των προϊόντων με σκοπό να εμφανίζεται μήνυμα ότι το προϊόν αυτό λήγει περνώντας λοιπόν ένα προϊόν που έληγε εμφανίζεται στην σελίδα ένα μήνυμα που μας λέει ότι το συγκεκριμένο προϊόν λήγει Σχήμα 30.



Σχήμα 30 προειδοποιεί για τη λήξει κάποιου προϊόντος.

Τα προβλήματα αυτά που αναφέραμε παραπάνω λύνονται χωρίς κάποια ιδιαίτερη δυσκολία αφού έχουν να κάνουν καθαρά με τεχνικά θέματα δηλαδή με τον εξοπλισμό, χρησιμοποιώντας ετικέτες με ισχυρότερο σήμα και με μεγαλύτερη εμβέλεια ώστε να μην αναγκάζομαστε να περνάμε τα προϊόντα σε μικρή απόσταση από το φύλλο του ντουλαπιού το πρόβλημα λύνεται και η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί κανονικά.

Ωστόσο μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι τα αποτελέσματα που θέλαμε να έχουμε από την υλοποίηση αυτής της εφαρμογής είναι εφικτά, η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να αναγνωρίζει τα προϊόντα ενημερώνοντας μας για το τι υπάρχει στο ντουλάπι μας απλά κοιτώντας τον υπολογιστή μας.

3.7 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων πρέπει να χτιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλιστεί ένας εύκολος και ασφαλής έλεγχος από τους χρήστες. Οι καταναλωτές χρειάζονται την εμπιστοσύνη που αγκαλιάζει πλήρως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προκειμένου να απολαύσουν τα πιθανά οφέλη του όπως περιγράψαμε κατά την δημιουργία αυτής της εφαρμογής και να αποφεύγουν τους οποιουσδήποτε κινδύνους για την ασφάλειά τους. Η επικοινωνία των πραγμάτων μέσω διαδικτύου οδηγεί σε νέα προβλήματα ιδιωτικότητας, π.χ., εμπιστευτικότητα, αυθεντικότητα, και ακεραιότητα των στοιχείων.

Προκειμένου να αποτραπεί η μη εξουσιοδοτημένη χρήση των προσωπικών πληροφοριών απαιτείται έρευνα στον τομέα της ιδιωτικότητας, της ασφάλειας, και της διαχείρισης. Η ασφάλεια RFID και η κρυπτογράφηση παρουσιάζουν πολλές προκλήσεις, για αυτό το λόγο υπάρχει μεγάλη ανησυχία για την τήρηση του απορρήτου. Πολλοί θεωρούν ότι αν χρησιμοποιήσουν RFID είναι πολύ εύκολο να διαρρεύσουν τα προσωπικά τους δεδομένα και τηρούν αντίθετη στάση στην χρησιμοποίησή τους.

Κάποιες από τις απειλές είναι:

- Διαφάνεια Επικοινωνίας: συνάθροιση ελεύθερης πληροφορίας.
- Αποκάλυψη Δράσης: έξυπνα ράφια.
- Συσχέτιση: συσχέτιση ατόμου με προϊόντα.
- Ιχνηλάτηση: ηλεκτρονικό ψίχουλο.
- Αποκάλυψη Τοποθεσίας
- Αποκάλυψη Προτιμήσεων: ληστεία
- Αστερισμοί Ετικετών: σύνολο αντικειμένων
- Αποκάλυψη Συναλλαγών

Για τα προβλήματα και τους κινδύνους των συστημάτων RFID που αναφέρουμε παραπάνω έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι επίλυσής τους όπως:

- **καταστροφή των tags** κατά την αγορά τους.
- **αφαίρεση της ετικέτας** χειροκίνητα όπου αυτό επιτρέπεται.
- **χρήση κωδικών πρόσβασης** στο tag για την εξουσιοδοτημένη χρήση του.
- **χρήση κρυπτογράφησης** κατά την επικοινωνία μεταξύ tag και reader.
- **χρήση blockertags**, τα οποία μπλοκάρουν τους μη εξουσιοδοτημένους readers προσομοιώνοντας πολλά tags ταυτόχρονα.
- **νομοθεσία και το ρυθμιστικό πλαίσιο** μπορούν επίσης να παίξουν σημαντικό ρόλο δημιουργώντας ένα κλίμα ασφάλειας στο καταναλωτικό κοινό. Η γνώση ότι ο νόμος περιορίζει την εκμετάλλευση των προσωπικών δεδομένων είναι ένας σημαντικός παράγοντας που θα ενισχύσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών στην τεχνολογία RFID.

Η ιδιωτικότητα και ασφάλεια προσωπικών δεδομένων πρέπει να διαφυλαχτούν ώστε να μη φτάσουμε στο σημείο που κάποιοι υποστηρίζουν, ότι στο μέλλον δε θα υπάρχει ιδιωτική ζωή. Η τεχνολογία RFID θα μπορέσει να προσφέρει τα πολυάριθμα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη της μόνον εφόσον προβλεφθούν αποτελεσματικές εγγυήσεις όσον αφορά την προστασία των δεδομένων που αποτελούν τον πυρήνα της συζήτησης γύρω από την αποδοχή της.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Debasis Saha, A. M. (March 2003). *Pervasive Computing: A Paradigm for the 21st Century*. IEEE Computer Society.

Fridric Thiesse, F. M. (2009). *Pervasive Service Interaction with the Internet of Things*. IEEE Computer Society.

G, E. (2004). *Model driven engineering languages and systems*. Berlin: New York: Springer.

Harald Sundmaeker, P. G. (March 2010). *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things*. Cluster and European Research Projects on the Internet of Things.

Luigi Atzori, A. I. (2010). *The Internet of Things: A survey*.

Marie Chan, D. E. (2008). *A review of smart homes Present state and future challenges*.
Ανάκτηση από www.intl.elsevierhealth.com/journals/cmpb

Sven Siorpaes, G. B. (xx). *Mobile Interaction with the Internet of Things*.

Zaharakis LD, K. A. (2008). Handbook of Research on User Interface Design and Evaluation for Mobile Technology. Στο K. A. Zaharakis LD, *Engineering Emergent Ecologies of Interacting Artefacts in Lumsden* (σσ. 364-384). Information Science Reference (ISBN: 978-1-59904-871-0).

Βικιπαίδεια. (2013, Απρίλιος). *RFID*. Ανάκτηση από <http://el.wikipedia.org/wiki/RFID>

Βικιπαίδεια. (2013, Απρίλιος). *Κώδικας QR*. Ανάκτηση από http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%8E%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CF%82_QR.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
import java.sql.*;

import java.util.*;

import com.phidgets.*;

import com.phidgets.event.*;

// χρησιμοποίηση κατάλληλων βιβλιοθηκών

public class ntoylapi{

    public static final void main(String args[]) throws Exception {

        RFIDPhidget rfid;//δήλωση του rfid

        RFIDPhidget rfid1;//ήλωση του 2ου rfid

        rfid = new RFIDPhidget();

        rfid1 = new RFIDPhidget();

        String sql1="DELETE FROM ntoylapi WHERE
pr_poy_yparxei=tagna";

        String sql2="INSERT INTO ntoylapi VALUES
(tagna)";//ενοχές sql

        που θα χρησιμοποιήσουμε

        αργότερα για την είσοδο ή έξοδο προϊόντων*/

        rfid.open(25713);

        rfid1.open(25556);// άμειγμα των rfids

        System.out.println("waiting for RFID attachment...");

        rfid.waitForAttachment(1000);

        rfid1.waitForAttachment(1000);

        System.out.println("Outputting events. Input to stop.");

        System.in.read();
```

```

        int ser=rfid.getSerialNumber();//εύρεση του σειριακού
αριθμού

        System.out.println("ser" +ser);

        int ser1=rfid1.getSerialNumber();//εύρεση σειριακού
αριθμού

        System.out.println("ser1" +ser1);

        try{

            Class.forName("MySQL ODBC 5.1 Driver");

            Connection
databaseConnection=DriverManager.getConnection("jdbc:MySQL://localhost/test"); // σύνδεση με τη βάση δεδομένων

            Statement
statement=databaseConnection.createStatement();

            ntoylapi.sigrisi();// μέθοδος που κάνει σύγκριση
των σειριακών αριθμών και χρησιμοποιεί την κατάλληλη έκφραση sql για
την είσοδο ή έξοδο προϊόντων*/

            statement.close();

        }catch(Exception e){}

        finally{

            try{

                }

            catch(Exception exception){}

        System.out.print("closing...");

        rfid.close();

        rfid1.close();

        rfid = null;

        rfid1 = null;

```

```
System.out.println(" ok");  
  
if (false) {  
    System.out.println("wait for finalization...");  
    System.gc();  
}
```