

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

University of Macedonia

ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Master Information Systems

Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων

Networking Technologies

Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

Professor: A.A. Economides

RFID NETWORKING

ΔΙΚΤΥΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

ΠΟΛΙΤΗΣ Μ. ΙΩΑΝΝΗΣ

23/02/2009

Copyright © Πολίτης Μ. Ιωάννης, 2009

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αναγνώριση μέσω ραδιοσυχνοτήτων είναι μία μέθοδος αναγνώρισης που στηρίζεται στην αποθήκευση και εξ' αποστάσεως ανάκτηση δεδομένων από ειδικά καρτελάκια, τα οποία διαθέτουν μηχανισμούς ραδιοεντοπισμού.

Η εμπορική εκμετάλλευση της αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνοτήτων άρχισε να γίνεται δυνατή την δεκαετία του '90, παρόλο που η τεχνολογία υφίσταται από τις αρχές του '40. Τα τελευταία χρόνια, με την ολοένα και μεγαλύτερη εκμετάλλευση των ασύρματων δικτύων, η τεχνολογία αυτή βρίσκει εφαρμογή σε πολλά πεδία όπως η βιομηχανία, οι μεταφορές, η ασφάλεια, η ιατρική και ο αθλητισμός. Μάλιστα, θεωρείται ως μία από τις τεχνολογίες που θα αναπτυχθεί και εκμεταλλευτεί περισσότερο τις επόμενες δεκαετίες.

Όμως, παρόλη την εκμετάλλευση και ολοένα και αυξανόμενη αποδοχή της αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνοτήτων, πολλά είναι τα κοινωνικά, ηθικά και θέματα ασφάλειας που εγείρονται από την χρήση της τεχνολογίας αυτής. Παράλληλα, πολλά είναι και τα πεδία έρευνας, καθώς και οι πιθανές εμπορικές και μη χρήσεις της τεχνολογίας.

ABSTRACT

Radio frequency identification is a method of identification relying on storing and remotely retrieving data from tags on which radar devices are plant. Although the technology of RFID has been around since the early 1940's, its commercial exploitation blossom during the last two decades.

Following the breakthrough of wireless networks of the last few years, RFID technology applies in many fields such as industry, transportation, security, medicine and sports. Moreover, it is granted as one of the technologies that is going to be developed and exploited the most during the forwarding decades.

Despite the massive acceptance, several social, ethical and security issues have been raised from the use of the RFID technology. Nevertheless, there are many research fields, as well as, many potential uses of it.

Πίνακας περιεχομένων

1	Ιστορική Ανασκόπηση	5
2	Τρόπος Λειτουργίας	6
2.1	Παθητικές Ετικέτες	6
2.2	Ενεργές ετικέτες	6
2.3	Ημι-παθητικές ετικέτες	7
2.4	Αναγνώστες	7
2.5	Ενδιάμεσο λογισμικό.....	8
2.6	Συχνότητες εκπομπής.....	8
2.7	Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγνωση	9
2.7.1	Η απόσταση ανάγνωσης	9
2.7.2	Το υλικό εφαρμογής των ετικετών	9
2.7.3	Η γεωμετρία ανάγνωσης.....	10
2.7.4	Περιβαλλοντικές συνθήκες	10
3	Πρότυπα Αναγνώρισης Ραδιοσυχνοτήτων	11
3.1.1	EPC global	11
3.1.2	International Organization for Standardization (ISO)	12
3.1.3	Automatic Identification and Mobility industry (AIM global)	12
4	Εφαρμογές.....	13
4.1	Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας.....	13
4.2	Ασφάλεια.....	14
4.3	Συστήματα υγείας	14
4.4	Δημόσιος τομέας.....	15
5	Αξιολόγηση της Τεχνολογίας Αναγνώρισης Ραδιοσυχνοτήτων	17
6	Προοπτικές εξέλιξης.....	19
7	Βιβλιογραφία	20

1 Ιστορική Ανασκόπηση

Η τεχνολογία της αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων, εφ' εξής RFID (η συντόμευση του αγγλικού όρου Radio Frequency Identification), παρότι τις τελευταίες δύο δεκαετίες έγινε εμπορικά εκμεταλλεύσιμη και άρχισε να διαφαίνεται η μεγάλη χρησιμότητά της, ήταν γνωστή στους επιστήμονες πριν από τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, ενώ κατά την διάρκειά του έγινε πρώτη φορά η χρήση σχετικής τεχνολογίας (Proc, 2008).

Στη συνέχεια και κατά την διάρκεια των επόμενων δεκαετιών έγιναν πολλά πειράματα στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και στην δεκαετία του '70 εμπορικές δραστηριότητες έγιναν πραγματικότητα με προϊόντα σχετικά με RFID. Μέχρι και την δεκαετία του '90 το RFID είχε εφαρμοστεί σε πολλά προϊόντα με ένα από τα σημαντικότερα την είσπραξη των διοδίων στους αυτοκινητόδρομους των Ηνωμένων Πολιτειών και της Ευρώπης σε χώρες όπως η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Γαλλία και η Νορβηγία, ενώ οι άλλες μικρο-εφαρμογές αφορούσαν αντικλεπτικά προϊόντα, συστήματα ελέγχου πρόσβασης, ακόμα και συστήματα εντοπισμού κατοικίδιων (Landt, 2001).

2 Τρόπος Λειτουργίας

Η τεχνολογία RFID στηρίζεται στην επικοινωνία ενός αναγνώστη ραδιοσημάτων (reader) και ενός αναμεταδότη (tag, transceiver) μέσω ραδιοσημάτων χαμηλής συχνότητας. Ο αναγνώστης εκπέμπει ένα σήμα προς τον αναμεταδότη (στην βιβλιογραφία αναφέρεται ως ετικέτα), στην μνήμη του οποίου έχουν αποθηκευτεί κάποια δεδομένα και ο αναμεταδότης δεχόμενος το σήμα αυτό ενεργοποιείται και αποστέλλει πίσω τα δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά μεταδίδονται μέσω ενός ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) στο πληροφοριακό σύστημα το οποίο υπάρχει και αποθηκεύει και επεξεργάζεται τα δεδομένα που συλλέγονται από τις ετικέτες.

Οι ετικέτες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις παθητικές και τις ενεργητικές, ανάλογα με την κατασκευή τους (Seidler, 2005). Επίσης, λόγω της κατασκευής της κατηγοριοποιείται ξεχωριστά μια ακόμα μορφή ετικέτας, η οποία είναι ενδιάμεση των δύο παραπάνω κατηγοριών, οι ημι-παθητικές ετικέτες. Συνακόλουθη κατηγοριοποίηση έχουν και οι αναγνώστες (Lieshout et. Al, 2007).

2.1 Παθητικές Ετικέτες

Οι παθητικές ετικέτες (passive tags) αποτελούνται από ένα μικροσίπ και μία κεραία. Ο αναγνώστης στέλνει ραδιοκύματα τα οποία μέσω της κεραίας μεταδίδουν ηλεκτρικό ρεύμα στο μικροκύκλωμα που περιλαμβάνει η ετικέτα. Αυτή στέλνει με τον τρόπο αυτό τα δεδομένα τα οποία έχουν αποθηκευτεί στο μικροσίπ ως απάντηση.

Οι παθητικές ετικέτες λόγω της ικανότητάς τους να λειτουργούν δίχως να τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα από δική τους πηγή, είναι σημαντικά φθηνότερες και πολύ πιο μικρές σε μέγεθος, με αποτέλεσμα να βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά προϊόντα. Ωστόσο, η έλλειψη τροφοδοσίας περιορίζει και την εμβέλεια λειτουργίας τους που φτάνει μέχρι και τα πέντε (5) μέτρα, αλλά και το εύρος των δεδομένων τα οποία μπορεί να αποθηκεύσουν και να αναμεταδώσουν.

2.2 Ενεργές ετικέτες

Οι ενεργές ετικέτες (active tags) λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που λειτουργούν οι παθητικές. Η διαφορά τους έγκειται στην τροφοδοσία του κυκλώματος που προκαλεί την αναμετάδοση των δεδομένων. Οι ενεργές ετικέτες

διαθέτουν μπαταρίες και μπορούν μόνες τους να τροφοδοτήσουν την αναμετάδοση.

Η χρήση της μπαταρίας, όμως, προκαλεί μεγαλύτερο κόστος παραγωγής, άρα και διάθεσης, ενώ ο όγκος αυξάνεται και αυτός. Από την άλλη πλευρά, αυξάνονται και το μέγεθος των αποθηκευμένων στο μικροσίπ δεδομένων αλλά και η εμβέλεια αναμετάδοσης που φθάνει τις μερικές δεκάδες μέτρα. Δυνατότητες που καθιστούν τις ενεργές ετικέτες τις επικρατέστερες στο μέλλον, με μόνη προϋπόθεση την μείωση του κόστους και του όγκου του.

2.3 Ημι-παθητικές ετικέτες

Οι ημι-παθητικές ετικέτες στην κατασκευή τους και στον τρόπο επικοινωνίας τους είναι ίδιες με τις παθητικές ετικέτες. Αυτό που τις κάνει να διαφέρουν είναι η μπαταρία που διαθέτουν, όπως και η ενεργητικές. Με την διαφορά, όμως, ότι διαθέτουν την μπαταρία όχι για να ενεργοποιήσουν το κύκλωμα που διαθέτουν, ώστε να μεταδώσουν τα δεδομένα τα οποία είναι αποθηκευμένα στη μνήμη τους, αλλά για να λειτουργήσει κάποιο άλλο κύκλωμα το οποίο διαθέτουν και το οποίο εκτελεί άλλες λειτουργίες, όπως για παράδειγμα η συλλογή δεδομένων και αποθήκευση αυτών. Τέλος, οι ετικέτες αχρηστεύονται όταν τελειώσει η μπαταρία που διαθέτουν.

2.4 Αναγνώστες

Οι αναγνώστες (readers) είναι οι συσκευές οι οποίες αναλαμβάνουν να επικοινωνήσουν με τις ετικέτες μεταδίδοντας ραδιοκύματα. Αποτελούνται από την κεραία η οποία μεταδίδει και λαμβάνει τα σήματα προς και από τις ετικέτες και την μονάδα ελέγχου που καθορίζει τις ενέργειες τις οποίες αναλαμβάνει να εκτελέσει ο αναγνώστης, ήτοι αποστολή και λήψη σημάτων, ανάγνωση και εγγραφή ετικετών και άλλες λειτουργίες οι οποίες καθορίζονται από το ενδιάμεσο λογισμικό.

Παρόλο που οι κατασκευαστές επιδιώκουν την δημιουργία αναγνωστών οι οποίοι θα μεταδίδουν και θα δέχονται σήματα από κάθε είδους ετικέτες, ανεξαρτήτως κατηγοριοποίησης, κάθε ετικέτα είναι συμβατή με ένα είδος μόνο αναγνωστών. Αυτό σημαίνει ότι και οι αναγνώστες χωρίζονται σε κατηγορίες ως εξής:

- Αναγνώστες παθητικών ετικετών που εκπέμπουν σήματα υψηλής ενέργειας (έως 4W) για να μπορέσουν να ενεργοποιήσουν το κύκλωμα της ετικέτας, καταναλώνουν υψηλή ενέργεια και το σήμα τους έχει εμβέλεια μερικών μέτρων
- Αναγνώστες ενεργών ετικετών που εκπέμπουν χαμηλή ενέργεια (10-20 mW) και παράλληλα καταναλώνουν και χαμηλή ενέργεια, ενώ η εμβέλεια τους φτάνει και τα 100 μέτρα

2.5 Ενδιάμεσο λογισμικό

Το ενδιάμεσο λογισμικό αποτελεί το σύνδεσμο μεταξύ αναγνωστών και πληροφοριακού συστήματος. Εκτελεί τις λειτουργίες που μεσολαβούν από την ανάγνωση των δεδομένων από τον αναγνώστη και την επεξεργασία τους από το πληροφοριακό σύστημα. Αυτές μπορούν να συνοψιστούν στις εξής:

- Φιλτράρισμα των δεδομένων που συλλέγουν οι αναγνώστες, απορρίπτοντας για παράδειγμα τις διπλές αναγνώσεις
- Δρομολόγηση των δεδομένων, βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων, σε συγκεκριμένες εφαρμογές
- Διαχείριση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, όσων αφορά την αποθήκευση αυτών σε βάσεις δεδομένων
- Διαχείριση αναγνωστών, όσων αφορά τις ρυθμίσεις λειτουργίας και συλλογής των δεδομένων

2.6 Συχνότητες εκπομπής

Οι ζώνες συχνότητων στις οποίες εκπέμπουν τα RFID είναι τέσσερις. Στην ζώνη χαμηλών συχνοτήτων (Low Frequency) οι εκπομπές γίνονται έως και τα 135 kHz, η εμβέλεια ανάγνωσης είναι περί τα 10 εκατοστά, ενώ οι συνήθεις εφαρμογές είναι έλεγχος πρόσβασης, ο εντοπισμός ζώων, το immobilizer των αυτοκινήτων κ.α. Στην ζώνη υψηλών συχνοτήτων (High Frequency) οι εκπομπές γίνονται από τα 10 έως και τα 13.56 MHz. Η εμβέλεια ανάγνωσης είναι περίπου μέχρι και το ένα μέτρο, ενώ συνήθεις εφαρμογές είναι σε βιβλιοθήκες, στις έξυπνες κάρτες, εντοπισμός σε επίπεδο τεμαχίου κ.α. Στην πολύ υψηλή ζώνη συχνοτήτων (Ultra High Frequency) οι εκπομπές γίνονται από τα 860 έως και τα 960 MHz. Η εμβέλεια ανάγνωσης βρίσκεται ανάμεσα στα 2 και τα 5 μέτρα και οι συνήθεις εφαρμογές είναι διαχείριση βαλιτσών, δρόδια, εντοπισμός σε επίπεδο παλέτας κ.α. Τέλος, στη ζώνη

μικροκυμάτων (mW, micro-wave) οι εκπομπές γίνονται από τα 2.4 έως και τα 5.8 GHz. Η εμβέλεια ανάγνωσης πλησιάζει τα 100 μέτρα και η συνήθης εφαρμογή είναι τα διόδια.

Σε γενικές γραμμές η ταχύτητα ανάγνωσης των δεδομένων είναι χαμηλότερη στην ζώνη χαμηλών συχνοτήτων (LF), αυξάνεται όσο μεγαλώνει και η συχνότητα και παίρνει την μέγιστη τιμή της στην ζώνη μικροκυμάτων (mW). Τέλος, το μέγεθος της ετικέτας είναι μεγαλύτερο στις ζώνες χαμηλής συχνότητας (LF) και μικρότερο στην ζώνη μικροκυμάτων (mW).

2.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγνωση

Η δημιουργία ενός δικτύου αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων, πρέπει να στηρίζεται σε ελέγχους που έχουν γίνει σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγνωση των δεδομένων τα οποία θέλουμε να συλλέξουμε. Κι αυτό γιατί δίχως να συνυπολογίσουμε τους παράγοντες αυτούς ενδέχεται να μην γίνει δυνατή η δημιουργία του δικτύου. Τέσσερις, λοιπόν, είναι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγνωση των ετικετών από τους αναγνώστες (Lieshout et. Al, 2007). Αυτοί έχουν ως εξής:

2.7.1 Η απόσταση ανάγνωσης

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, κάθε αναγνώστης εκπέμπει σήματα σε διαφορετικές συχνότητες, ενώ κάθε συχνότητα έχει διαφορετική εμβέλεια. Παράλληλα, κάθε αναγνώστης επικοινωνεί με συγκεκριμένο είδος ετικέτας. Για παράδειγμα, εάν γνωρίζουμε ότι η απόσταση ανάγνωσης στο υπό μελέτη δίκτυο μας θα είναι μικρή, τότε θα πρέπει να προσανατολιστούμε προς την επιλογή αναγνωστών που λειτουργούν σε χαμηλές συχνότητες και την τοποθέτηση παθητικών ετικετών.

2.7.2 Το υλικό εφαρμογής των ετικετών

Λόγω της ικανότητας κάποιων υλικών, όπως το νερό, να απορροφούν τα ραδιοκύματα και κάποιων άλλων, όπως τα μέταλλα, να τα αντανακλούν η τοποθέτηση ετικετών σε αυτά πρέπει να γίνει μετά από μελέτη και δοκιμές. Να ελέγχεται η απόσταση της ετικέτας από το μέταλλο, ή και να ελέγχεται το είδος της

ετικέτας που μπορούμε να τοποθετήσουμε και αντίστοιχα και ο αναγνώστης που θα συμπληρώσει το δίκτυο.

2.7.3 Η γεωμετρία ανάγνωσης

Ο προσανατολισμός της κεραίας της ετικέτας θα κρίνει αν το σήμα το οποίο εκπέμπεται από τον αναγνώστη θα γίνει αποδεκτό. Έτσι, αν η κεραία είναι παράλληλα τοποθετημένη σε σχέση με τον αναγνώστη, η επικοινωνία δεν θα είναι εφικτή. Για τον λόγο αυτό και οδηγούνται οι κατασκευαστές στην κατασκευή κυκλικών κεραιών, οι οποίες έχουν την ικανότητα να διαβάζουν σήματα ανεξαρτήτως της γωνίας εκπομπής. Ωστόσο, οι γραμμικές κεραίες έχουν την ικανότητα να διαβάζουν σήματα σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

2.7.4 Περιβαλλοντικές συνθήκες

Ένας ακόμη παράγοντας ο οποίος μπορεί μόνο με ελέγχους και δοκιμές να ξεπεραστεί είναι ο χώρος στον οποίο θα γίνεται η ανάγνωση. Όπως προαναφέρθηκε, τα ραδιοκύματα ανακλώνται από άλλα υλικά και απορροφώνται από άλλα, ενώ την ίδια συμπεριφορά έχουν και με άλλα ραδιοκύματα. Σε ένα περιβάλλον στο οποίο διάφορα υλικά υπάρχουν, για παράδειγμα, οι σωληνώσεις, τα ράφια αποθήκευσης και επικρατεί υγρασία, η μετάδοση σημάτων από τους αναγνώστες ενδέχεται να δεχτεί παρεμβολές και η ανάγνωση να αποτύχει.

3 Πρότυπα Αναγνώρισης Ραδιοσυχνοτήτων

Καθώς, η τεχνολογία RFID κάνει χρήση ραδιοσυχνοτήτων για την επικοινωνία των μερών του δικτύου, κρίνεται απαραίτητη η προτυποποίηση αυτής για τον καθορισμό του φάσματος των συχνοτήτων εκπομπής, των επιπέδων εκπομπής, αλλά και της επίλυσης θεμάτων παρεμβολών με άλλες ραδιο-υπηρεσίες (Lieshout et. Al, 2007; Seidler, 2005). Ακόμα, η ύπαρξη πολλών κατασκευαστών και η διαφορετική τεχνολογία που αυτοί χρησιμοποιούν καθιστά δύσκολη την επιλογή συστήματος για την εφαρμογή του δικτύου. Τέλος, το όραμα της αγοράς για ένα παγκόσμιο και ανοιχτό σύστημα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, με την χρήση της τεχνολογίας RFID καθιστά απαραίτητη την προτυποποίησή της (Γιαγλής, Καραϊσκος, 2006).

Πολλοί είναι οι οργανισμοί που ασχολήθηκαν με την προτυποποίηση των συστημάτων RFID, στοχεύοντας βέβαια, σε διαφορετικές πτυχές της τεχνολογίας. Οι βασικοί περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω.

3.1.1 EPC global

Η EPC global (Electronic Product Code) είναι ένα δίκτυο ανθρώπων και οργανισμών, στόχος των οποίων είναι η ανάπτυξη προτύπων για την τεχνολογία RFID, με σκοπό την παροχή κατάλληλης τεχνολογίας για την αύξηση της αποτελεσματικότητας και την μείωση των λαθών στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας (Γιαγλής, Καραϊσκος, 2006). Η τεχνογνωσία την οποία διαθέτει για την ανάπτυξη των προτύπων, η EPC global, την απέκτησε από το Auto-ID Center του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου της Μασαχουσέτης, όταν αυτό διέκοψε την λειτουργία του τον Οκτώβριο του 2003. Οι εργασίες του εργαστηρίου αυτού κατέστησαν οικονομικά εφικτή την δημιουργία ετικετών επιπέδου παλέτας και επιπέδου κιβωτίου (Lieshout et. Al, 2007).

Την EPC global αποτελούν μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας, κρατικοί και μη οργανισμοί, καθώς και μερικές χιλιάδες ιδιωτών. Ενδεικτικά μερικούς από τους μετέχοντες είναι το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης (MIT), το Υπουργείο Αμύνης των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (US Department of Defense) και διάφορες επιχειρήσεις, όπως η Hewlett Packard, η Cisco Systems και η Sony από τον τεχνολογικό τομέα, η Gillette, η Johnson & Johnson και η Procter &

Gamble σαν προμηθευτές προϊόντων της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και αντιπρόσωποι του λιανικού εμπορίου, όπως η Wall-Mart και η Metro Ag.

3.1.2 International Organization for Standardization (ISO)

Το ISO είναι μια οργάνωση αποτελούμενη από το δίκτυο 148 εθνικών οργανώσεων τυποποίησης ανά τον κόσμο. Η οργάνωση σε συνεργασία με την International Electrotechnical Commission (IEC) με την σειρά προτύπων ISO/IEC 18000-η ανέπτυξε πρότυπα για την διασύνδεση μεταξύ ετικέτας και αναγνώστη και την λειτουργία αυτών σε διάφορες συχνότητες. Μάλιστα, στην τελευταία έκδοση, το πρότυπο ISO/IEC 18000-6, ενσωματώνει την τελευταία έκδοση του προτύπου της EPC global.

3.1.3 Automatic Identification and Mobility industry (AIM global)

Η AIM global είναι ένας οργανισμός στον οποίο συμμετέχουν πάνω από 900 μέλη σε 43 χώρες παγκοσμίως και στόχος του είναι η διάδοση τεχνολογίας που υποστηρίζει την χρήση της αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων. Μία από αυτές τις τεχνολογίες είναι και η RFID, για την οποία έχει και η AIM global αναπτύξει κάποια πρότυπα.

4 Εφαρμογές

4.1 Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας

Η καλύτερη και αποδοτικότερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας ήταν η πρώτη μορφή εμπορικής εκμετάλλευσης της τεχνολογίας RFID. Καθώς εκατοντάδες εκατομμυρίων σπαταλούνται κάθε χρόνο από κακή διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδα και από ανικανότητα εντοπισμού των προϊόντων, η τεχνολογία RFID μπορεί να επιφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα για τους κατασκευαστές, τους προμηθευτές, τους λιανέμπορους, αλλά και για τους ίδιους τους καταναλωτές (Radio Frequency Identification: Applications and Implications for Consumers, 2005).

Η ιχνηλασιμότητα των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα, δηλαδή να γνωρίζουν όλα τα μέρη αυτής που βρίσκονται τα προϊόντα και σε ποιο στάδιο της, είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα που προσδίδει η τεχνολογία RFID στα μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μερικά οφέλη της βελτίωσης της ικανότητας εντοπισμού των προϊόντων είναι τα παρακάτω :

- Μείωση του κόστους μεταφορών και αποδοτικότερη διαχείριση αποθεμάτων. Η ικανότητα των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας να γνωρίζουν, οποτεδήποτε, το ακριβές απόθεμα εμπορευμάτων τους και να εντοπίζουν την πορεία των παραγγελθέντων προϊόντων στην αλυσίδα, οδηγεί σε πιο στοχευμένες παραγγελίες. Ακολούθως, μειώνεται η ανάγκη για διατήρηση μεγάλου στοκ, μειώνεται το κόστος αποθήκευσης, των μεταφορών, αλλά και της απώλειας ευπαθών προϊόντων ή και της χρονικής απαξίωσης των προϊόντων.
- Η ανάκληση προϊόντων. Με την ικανότητα εντοπισμού ακριβούς αποθέματος και προϊόντων στην αποθήκη δίνεται η δυνατότητα στις επιχειρήσεις της άμεσης και ακριβής εύρεσης και ανάκλησης προϊόντων τα οποία κρίνεται μετά την παράδοση τους ότι χρήζουν επισκευής ή ολικής απόσυρσης.
- Έλεγχος προϊόντων από τον καταναλωτή. Η τεχνολογία RFID δίνει την ικανότητα στους κατασκευαστές να τοποθετούν ετικέτες στα προϊόντα τους οι οποίες θα μπορούν να αποθηκεύουν δεδομένα κατά την διάρκεια της πορείας τους μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα, αλλά και να κατέχουν άμεσα δεδομένα για αυτά. Για παράδειγμα, ο καταναλωτής μπορεί να ελέγχει την θερμοκρασία του γάλακτος την στιγμή που το αγοράζει, αλλά και τη θερμοκρασία του κατά την

διάρκεια της μεταφοράς του από τον παραγωγό μέχρι και το ράφι του καταστήματος που πωλείται.

- Μείωση των κλοπών. Ένα, ακόμη, όφελος του ακριβούς εντοπισμού των προϊόντων είναι και η μείωση των κλοπών που γίνεται σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας μέχρι και από το ράφι του καταστήματος στο οποίο πωλείται το τελικό προϊόν.

4.2 Ασφάλεια

Η ικανότητα εντοπισμού των ετικετών και της μοναδικής ταυτοποίησης αυτών, καθιστά την τεχνολογία RFID ιδιαίτερα χρήσιμη σε θέματα ασφαλείας. Η παρακολούθηση περιοχών περιορισμένης πρόσβασης και ο έλεγχος των ατόμων που έχουν πρόσβαση με την χρήση έξυπνων καρτών είναι ένα από τα παραδείγματα. Η χρήση της τεχνολογίας με σκοπό την μείωση των κλοπών στα καταστήματα λιανικής με την προσάρτηση απλών ετικετών στα προϊόντα και την χρήση συστήματος ειδοποίησης όταν εισέρχεται από αυτό κάποια ετικέτα εφαρμόζεται αρκετά χρόνια, όπως εφαρμόζεται και στα αυτοκίνητα με το γνωστό immobilizer που δεν επιτρέπει τον κινητήρα να εκκινήσει αν δεν υπάρχει επικοινωνία μεταξύ του αναγνώστη του αυτοκινήτου και του έξυπνου κλειδιού του ιδιοκτήτη. Η διαχείριση των αποσκευών και η ελαχιστοποίηση του κόστους των χαμένων αποσκευών είναι ένας άλλο παράδειγμα, της χρήσης της τεχνολογίας. Τέλος, η διαχείριση και η προστασία πολύτιμων εγγράφων μπορεί να γίνει με την επικόλληση σε αυτά ετικετών, οι οποίες κάνουν ευκολότερο των εντοπισμό τους.

4.3 Συστήματα υγείας

Στον τομέα της υγείας κρίνεται πολύ σημαντική η διαχείριση της διανομής των φαρμάκων και η ταυτοποίηση αυτών ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα εξαπάτησης καταναλωτών (Γιαγλής, Καραϊσκος, 2006). Αλλά, καθώς πρόκειται και για ευπαθή προϊόντα, η τεχνολογία RFID δίνει την δυνατότητα και της παρακολούθησης των ημερομηνιών λήξης όλου του αποθέματος με αποτέλεσμα την ασφαλέστερη χορήγηση φαρμάκων στους ασθενείς.

Επίσης, όσον αφορά τον τομέα της υγείας, η τεχνολογία RFID καθώς δίνει την δυνατότητα της μοναδικής ταυτοποίησης, καθιστά πιο αξιόπιστη την εξέταση αίματος, ιστών και οργάνων που λαμβάνονται από τους ασθενείς και παράλληλα ενισχύει την προστασία των προσωπικών δεδομένων αυτών.

Τέλος, ο εντοπισμός και η ταυτοποίηση των ασθενών, αλλά κυριότερα η παρακολούθηση της κατάστασης αυτών είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα που προσδίδει η τεχνολογία RFID.

4.4 Δημόσιος τομέας

Στον Δημόσιο τομέα η τεχνολογία RFID βρίσκει τις περισσότερες εφαρμογές. Αυτές στην πλειοψηφία τους αφορούν την ταυτοποίηση υλικών και ανθρώπων και την βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Οι ταυτότητες και τα διαβατήρια των πολιτών των κρατών θα αντικατασταθούν με έξυπνες κάρτες (smart cards) οι οποίες θα περιέχουν ένα τσιπ, μέσα στο οποίο θα αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα που αφορούν έναν πολίτη. Έτσι, θα ελέγχονται αποδοτικότερα οι πολίτες ενός κράτους, ενώ η γραφειοκρατία θα μειωθεί, καθώς για την ταυτοποίηση των στοιχείων ενός πολίτη δεν θα είναι απαραίτητη η προσκόμιση πολλών δικαιολογητικών. Παράλληλα, θα καταργηθούν άλλα έγγραφα, όπως η άδεια οδήγησης, καθώς σχετικές πληροφορίες θα περιλαμβάνονται στην έξυπνη κάρτα.

Παρόμοια, θα είναι και η αλλαγή στην ταυτοποίηση των αυτοκινήτων καθώς η τοποθέτηση μιας ετικέτας σε αυτό θα αρκεί για να καταργηθούν αριθμοί πλαισίου και πινακίδας, σημάτων ειδικών τελών ταξινόμησης κ.α. καθώς τα απαραίτητα στοιχεία θα περιλαμβάνονται στα δεδομένα της ετικέτας.

Τα μέσα μαζικής μεταφοράς αλλάζουν και γίνονται πιο φιλικά προς τους πολίτες. Με παραδείγματα σε αρκετές ευρωπαϊκές πόλεις και στις δημόσιες μεταφορές σε όλη την Ολλανδία, η τεχνολογία RFID επιφέρει μείωση κόστους και αύξηση κερδών, αλλά και καλύτερες παρεχόμενες υπηρεσίες (Lieshout et al. 2007). Έτσι, για παράδειγμα, με την αντικατάσταση των κλασικών εισιτηρίων με εισιτήρια που περιέχουν ετικέτες, γίνεται ταχύτερη η πρόσβαση των επιβατών, ενώ με κατάλληλο εξοπλισμό και τοποθέτηση ετικετών και στα ίδια τα μέσα και τοποθέτηση αναγνωστών στις στάσεις, οι πολίτες μπορούν να ενημερώνονται για την πορεία των μέσων, τον ακριβή χρόνο αναμονής, αλλά και την πληρότητα των μέσων στα οποία θέλουν να επιβιβαστούν πριν ακόμα αυτά έρθουν στην στάση.

Τέλος, η είσπραξη των διοδίων στους αυτοκινητόδρομους γίνεται ευκολότερη, ταχύτερη και φθηνότερη, καθώς γίνεται αυτόματα, δίχως την ύπαρξη προσωπικού για την πραγματοποίηση της συναλλαγής, απλά και μόνο με την αγορά από τον οδηγό μιας ετικέτας την οποία χρεώνει κάθε φορά που περνάει από τα διόδια. Βέβαια, η τεχνολογία έχει ακόμα μεγαλύτερες δυνατότητες, καθώς μελλοντικά θα μπορούσε να γίνεται η χρέωση στην μοναδική ετικέτα που θα έχει το αυτοκίνητο

και η πληρωμή να γίνεται μέσω της φορολογικής δήλωσης του πολίτη, ενώ μέσω αυτής θα μπορούσε να γίνεται και η πληρωμή των προστίμων που θα επιβάλλονται σε κατόχους αυτοκινήτων για τα οποία βεβαιώνονται παραβάσεις.

5 Αξιολόγηση της Τεχνολογίας Αναγνώρισης Ραδιοσυχνοτήτων

Η τεχνολογία RFID προσφέρει στον χρήστη δυνατότητες παρόμοιες με αυτές της τεχνολογίας των ραβδοκωδικών (barcodes), των συστημάτων εντοπισμού άμεσου χρόνου (Real-Time Locating Systems, RLTS) και των συστημάτων ηλεκτρονικής παρακολούθησης αντικειμένων (Electronic Article Surveillance, EAS). Όμως, σαν τεχνολογία παρέχει τις πιο ολοκληρωμένες υπηρεσίες και παράλληλα στην καλύτερη σχέση κόστους-απόδοσης (Lieshout et al. 2007;). Αναλυτικότερα, μερικά από τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας RFID είναι τα κάτωθι:

- Δυνατότητα της ταυτοποίησης ενός μεγάλου μεγέθους προϊόντων και γενικότερα υλικών και ανθρώπων αν όχι ταυτόχρονα σε πολύ μικρό διάστημα.
- Δυνατότητα της ταυτοποίησης προϊόντων χωρίς να απαιτείται η οπτική επαφή αυτών με τον χρήστη που κάνει την ταυτοποίηση.
- Σε γενικές γραμμές οι ετικέτες RFID είναι πιο ανθεκτικές από τα barcodes, κάνοντας την χρήση αυτών πιο αξιόπιστη και λιγότερο ευπαθή σε συνθήκες που μπορεί να καταστρέψουν τα barcodes.
- Οι ετικέτες έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν πολύ περισσότερα δεδομένα στα κυκλώματα τα οποία διαθέτουν και να ορίζουν απόλυτα μοναδικά ένα αντικείμενο
- Για την λειτουργία της τεχνολογίας δεν απαιτείται η ανθρώπινη παρέμβαση
- Το κόστος υλοποίησης ενός δικτύου RFID είναι συγκριτικά χαμηλότερο από το κόστος υλοποίησης άλλων τεχνολογιών που παρέχουν ίδιες υπηρεσίες (RTLS) και όχι πολύ μεγαλύτερο από αυτό άλλων τεχνολογιών που παρέχουν πολύ λιγότερες υπηρεσίες.

Παρόλη που εμφανίζεται σαν τεχνολογία η καλύτερη σε σχέση με τις υπόλοιπες που την συμπληρώνουν, η τεχνολογία RFID έχει κάποια σημεία που προβληματίζουν και χρήζουν βελτίωσης. Το κόστος εφαρμογής δεν περιλαμβάνει μόνο την αγορά του εξοπλισμού και την τοποθέτηση ετικετών, αλλά την αλλαγή όλου του δικτύου, την υλοποίηση ενδιάμεσου λογισμικού και την απαξίωση του υπάρχοντος εξοπλισμού. Παράλληλα, για την υλοποίηση θα πρέπει να υπάρξει

στενότερη συνεργασία με προμηθευτές και πελάτες που κατέχουν την ίδια τεχνολογία, ενώ ακόμη απαιτείται να χρησιμοποιούν τα ίδια πρότυπα.

Ακόμα, άλλο ένα μειονέκτημα είναι η προς το παρόν εύκολη, για αυτούς που κατέχουν την τεχνολογία, παραβίαση της ασφάλειας των δεδομένων που περιέχονται στις ετικέτες. Και αν αυτό δεν απασχολεί πολύ για τον εντοπισμό του αποθέματος σε μία αποθήκη σίγουρα, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για παράδειγμα για την ταυτοποίηση πολιτών (διαβατήρια).

Τέλος, η ικανότητα εντοπισμού προϊόντων και ανθρώπων χωρίς την συναίνεση τους αποτελεί ενδιαφέρουσα προοπτική για τους κατασκευαστές, καθώς μπορούν να αντιληφθούν καλύτερα την συμπεριφορά των καταναλωτών και να δημιουργήσουν προφίλ καταναλωτών, εγείρει έντονη κριτική από την πλευρά των καταναλωτών σχετικά με την παραβίαση της ιδιωτικότητάς τους (Sheidler, 2005; Radio Frequency Identification: Applications and Implications for Consumers, 2005).

6 Προοπτικές εξέλιξης

Η σίγουρη εξέλιξη της τεχνολογίας RFID τα επόμενα χρόνια είναι η αντικατάσταση των barcodes σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι ισχυρά και τα οφέλη πολλαπλά. Για την αντιμετώπιση όμως, των προβλημάτων που συνδέονται με την χρήση της τεχνολογίας, θα πρέπει να γίνει τυποποίηση σε παγκόσμιο επίπεδο των ζωνών συχνότητας τις οποίες χρησιμοποιούν τα δίκτυα RFID, αλλά και του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία του δικτύου (ετικέτες, αναγνώστες). Επίσης, θα πρέπει να γίνει πιο ισχυρό και ασφαλές το δίκτυο, ώστε η παραβίαση του να καθίσταται δύσκολη με κάποιες προϋποθέσεις και αδύνατη με κάποιες άλλες. Τέλος, η προσθήκη και άλλων δυνατοτήτων στις ετικέτες, ώστε, να δίνουν τον έλεγχο των δεδομένων τους στους καταναλωτές είναι απαραίτητη για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα παραβίασης της ιδιωτικότητας. Ένα τέτοιο παράδειγμα, θα μπορούσε να είναι η ικανότητα μιας ετικέτας να καταστρέφεται μετά από επιλογή του καταναλωτή ή να απενεργοποιείται το κύκλωμα της όταν αυτός το επιλέξει.

7 Βιβλιογραφία

Landt, J (2001) Shrouds of time: The history of RFID, AIM, Inc. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://www.transcore.com/pdf/AIM%20shrouds_of_time.pdf [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

Lieshout, M, Grossi, L, Spinelli, G, Helmus, S, Kool, L, Pennings, L, Stap, R, Veugen, T, Waaij, B, Borean, C (2007) RFID Technologies: Emerging Issues, Challenges and Policy Options, Official Publications of the European Commission, Spain

OECD Information Technology Outlook 2004 (2004) Organization for Economic Co-Operation and Development. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://books.google.com/books> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

OECD Information Technology Outlook 2005 (2005) Organization for Economic Co-Operation and Development. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://books.google.com/books> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

OECD Information Technology Outlook 2006 (2006) Organization for Economic Co-Operation and Development. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://books.google.com/books> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

OECD Information Technology Outlook 2007 (2007) Organization for Economic Co-Operation and Development. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://books.google.com/books> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

OECD Information Technology Outlook 2008 (2008) Organization for Economic Co-Operation and Development. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://books.google.com/books> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

Proc, J (2008) ASDIC, RADAR and IFF SYSTEMS used by the RCN - WWII and Post War. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://jproc.ca/sari/index.html> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

Radio Frequency Identification: Applications and Implications for Consumers (2005) Federal Trade Commision. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://books.google.com/books> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

Seidler, C (2005) RFID : Opportunities for mobile telecommunication services, International Telecommunication Services. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα : <http://www.itu.int/ITU-T/lighthouse/> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]

Γιαγλής, Γ & Καραϊσκος, Δ (2006) Επισκόπηση Τεχνολογίας Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (RFID), Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:
<http://www.mobiforum.org/seminar/VALE/Episkopisi%20texnologias%20radiosyxnikis%20anagnwrisis.pdf> [Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2009]