

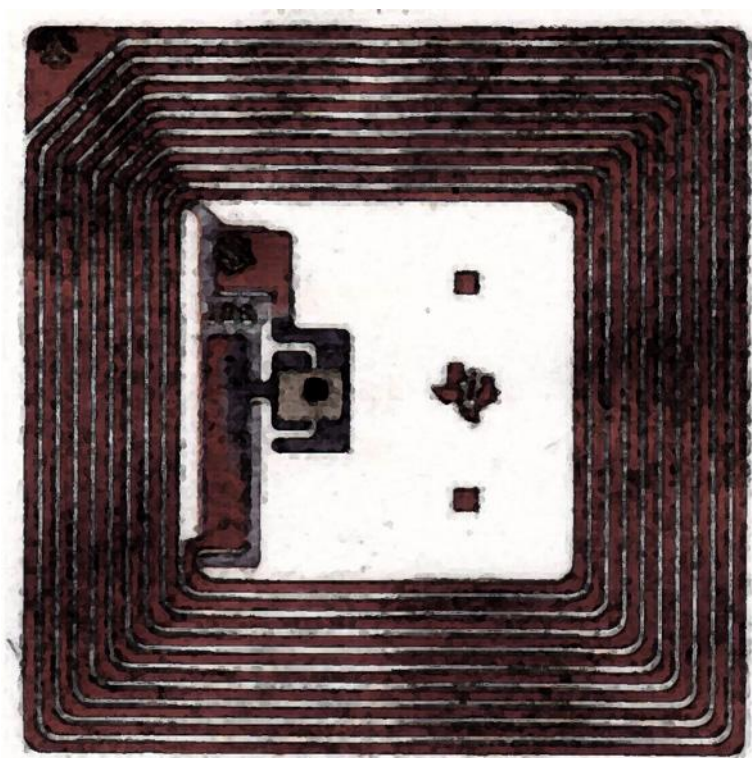
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Θέμα : Εντοπισμός θέσης μέσω RFID



Τσίπας Νικόλαος

Επιβλέπων: Πέτρου Λουκάς

Θεσσαλονίκη, Ιούλιος 2009

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	2
1. Περιγραφή του προβλήματος	3
2. Η τεχνολογία RFID	4
2.1 Τι είναι το RFID;	4
2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των RFID tags.....	6
2.3 Κατασκευαστές RFID	9
2.4 Πρωτόκολλα RFID (RFID standards)	24
2.5 Εναλλακτικές τεχνολογίες.....	30
3. SLAM.....	32
3.1 Τι είναι το SLAM;	32
3.2 Η Διεργασία του SLAM.....	33
4. SLAM και RFID	37
4.1 Εντοπισμός των RFID tags στον χώρο (RFID tags mapping)	37
4.2 Εντοπισμός θέσης (localization) μέσω RFID.....	39
4.3 Συνδυασμός laser και RFID δεδομένων για τον εντοπισμό θέσης.....	39
4.4 Πλοήγηση μέσω RFID	41
5. Εξομοίωση του προβλήματος εντοπισμού θέσης με RFID.....	45
5.2 Οδηγίες εγκατάστασης και χρήσης του Player Project.....	45
5.1 Ο αλγόριθμος εύρεσης των RFID tags	48
5.3 Εξομοίωση μέσω των προγραμμάτων player και stage.....	51
6. Συμπεράσματα	58
Αναφορές.....	59

1. Περιγραφή του προβλήματος

Σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι αρχικά να γνωρίσουμε την τεχνολογία του RFID, στην συνέχεια να μελετήσουμε υπάρχουσες εργασίες σχετικά με τον εντοπισμό θέσης (localization) μέσω RFID και το SLAM μέσω RFID δεδομένων γενικότερα και τέλος να υλοποιήσουμε έναν αλγόριθμο εντοπισμού θέσης RFID tags στον χώρο.

Ακολουθεί λοιπόν μια εγκυκλοπαιδικής φύσεως αναφορά στο RFID ώστε να αποκτήσουμε οικειότητα με την τεχνολογία αυτή. Στην συνέχεια παρουσιάζονται μερικοί από τους κυριότερους κατασκευαστές στον χώρο του RFID καθώς και μερικά από τα διαθέσιμα προϊόντα τους. Έπειτα μελετώνται οι σχετικές με το θέμα δημοσιεύσεις και αναλύονται τα πειραματικά τους αποτελέσματα με βάση τα οφέλη που προκύπτουν.

Ολοκληρώνουμε με τον οδηγό εγκατάστασης και χρήσης του προγράμματος εξομοίωσης ,την εξομοίωση του αλγόριθμου εντοπισμού θέσης των RFID tags και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.

2. Η τεχνολογία RFID

2.1 Τι είναι το RFID;

Με τον όρο **Radio-frequency identification (RFID)** περιγράφουμε την χρησιμοποίηση ενός αντικειμένου (γνωστό ως RFID tag) που βρίσκεται προσαρμοσμένο πάνω σε κάποιο αντικείμενο, ζώο ή άνθρωπο με σκοπό την ταυτοποίηση και την παρακολούθηση του μέσω ραδιοκυμάτων.

Το rfid επινοήθηκε και λειτούργησε με μορφή παρόμοια με αυτή που γνωρίζουμε σήμερα για πρώτη φορά το 1971 όταν ο Mario Cardullo έκανε επίδειξη της τεχνολογίας αυτής σε εταιρία διαχείρισης λιμένων όπου θα χρησιμοποιούνταν για την παρακολούθηση των εμπορευμάτων. Το 1973 κατοχύρωσε την συγκεκριμένη τεχνολογία με πατέντα.

Ωστόσο, η πρώτη πατέντα που περιείχε τον όρο RFID στον τίτλο της κατοχυρώθηκε το 1983 από τον Charles Walton.

Η χρήσεις του RFID στην καθημερινή μας ζωή ποικίλουν και καλύπτουν μεγάλο εύρος εφαρμογών, από τα super market και τα διόδια στους αυτοκινητόδρομους μέχρι τα ηλεκτρονικά διαβατήρια και την παρακολούθηση ασθενών.

Μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές του RFID είναι η παρακολούθηση αντικειμένων. Είναι σε όλους μας γνωστές οι 'ηλεκτρονικές θύρες' που υπάρχουν σε εμπορικά καταστήματα και ελέγχουν αν κάποιο εμπόρευμα έχει βγει παράνομα έξω από τον χώρο του καταστήματος. Η κεραία λοιπόν που εντοπίζει τα rfid tags βρίσκεται στην είσοδο-έξοδο και τα rfid tags βρίσκονται πάνω στα εμπορεύματα. Στον ίδιο χώρο εφαρμογών βρίσκεται και η φιλοδοξία του rfid να αντικαταστήσει το καθιερωμένο barcode. Κάτι που δεν έχει γίνει πραγματικότητα έως τώρα λόγω του αυξημένου κόστους.

Η ηλεκτρονική πληρωμή των διοδίων είναι μια ακόμα ευρέως διαδεδομένη χρήση του rfid που βρίσκεται μάλιστα εν μέρει εφαρμοσμένη και στο σύστημα πληρωμής διοδίων της χώρας μας. Η κεραία βρίσκεται τοποθετημένη σε ύψος 3-4 μέτρων περίπου πάνω από τον αυτοκινητόδρομο και το διερχόμενο όχημα φέρει RFID tag μέσω του οποίου γίνεται η ταυτοποίηση του οχήματος και η χρέωση του ανάλογου αντιτίμου.

Τα ηλεκτρονικά διαβατήρια με ενσωματωμένο rfid tag το οποίο περιέχει αποθηκευμένα τα δεδομένα του κατόχου του είναι επίσης εφικτά μέσω του rfid. Η πρώτη χώρα παγκοσμίως που εφάρμοσε την τεχνολογία αυτή το 1998 είναι η Μαλαισία. Σήμερα αρκετές ακόμα χώρες όπως η Νορβηγία, η Ιαπωνία, οι ΗΠΑ και αρκετές χώρες της Ε.Ε. χρησιμοποιούν rfid αναγνωριστικά στα διαβατήρια τους.

Η διαχείριση μεγάλου όγκου αντικειμένων είναι ένα ακόμα πεδίο εφαρμογών για το RFID. Μεγάλες αποθήκες, εργοστάσια αλλά και βιβλιοθήκες επωφελούνται από την τεχνολογία αυτή. Είναι δυνατή η παρακολούθηση ενός αντικειμένου κατά την διάρκεια της κατασκευής του, της αποθήκευσης του ακόμα και κατά την διάθεση του στο κοινό.

Τέλος, τα εμφυτεύματα σε ανθρώπους για τον εντοπισμό τους και την παρακολούθηση των καθημερινών τους συνηθειών (π.χ. ασθενείς) αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη μελλοντική εφαρμογή του RFID. Τα εμφυτεύματα σε ζώα χρησιμοποιούνται ευρέως πλέον και είναι κοινώς αποδεκτά.

Αυτά ήταν μερικά μόνο παραδείγματα χρήσης της τεχνολογίας RFID η οποία σαφέστατα λόγω της φύσης της έχει αμέτρητες εφαρμογές.

Παρόλα τα θετικά του RFID δεν μπορούμε να μην σχολιάσουμε και την ανησυχία που υπάρχει παγκοσμίως για την χρησιμοποίηση αυτού του μέσου για κακούς σκοπούς.

Η κυριότερη ανησυχία έχει να κάνει με το κατά πόσο θα μπορούσε να παραβιάζεται το ιδιωτικό μας απόρρητο μέσω του RFID. Θα μπορούσε κάποιος π.χ. που αγόρασε ένα αντικείμενο με ενσωματωμένο RFID tag να παρακολουθηθεί μέσω του αντικειμένου αυτού και να συγκεντρωθούν ευαίσθητα δεδομένα για αυτόν. Ή ακόμη αν κάποιο προϊόν με RFID tag είχε αγοραστεί μέσω πιστωτικής κάρτας θα ήταν δυνατός ο εντοπισμός της ταυτότητας του αγοραστή του συγκεκριμένου προϊόντων.

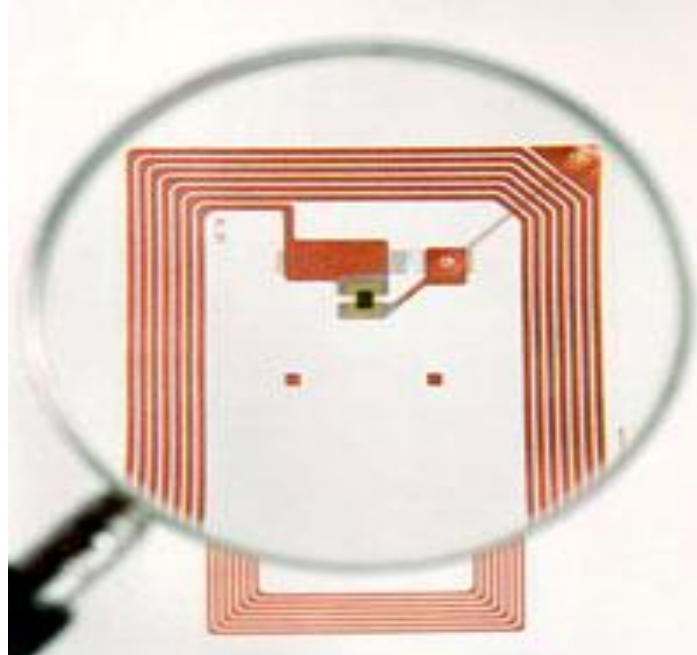
Το πιθανότερο είναι πως τα προβλήματα αυτά θα λυθούν όσο η τεχνολογία του RFID θα εξελίσσεται, με την ενσωμάτωση ίσως των κατάλληλων μηχανισμών προστασίας.

2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των RFID tags

Έχει γίνει κατανοητό μέχρι τώρα ότι τα ελάχιστα προαπαιτούμενα για να υλοποιήσουμε μια εφαρμογή με RFID είναι τα RFID tags και ο αναγνώστης τους. Ο λόγος που τα rfid δεν χρησιμοποιούνται τόσο ευρέως όσο θα περίμενε κανείς είναι το υψηλό κόστος του εξοπλισμού και ειδικότερα του αναλώσιμου εξοπλισμού που είναι τα tags.

Τα πρώτα tags που κατασκευάστηκαν ονομάζονταν επαγωγικής σύζευξης. Χρησιμοποιούνταν για την παρακολούθηση μεγάλων αντικειμένων, αποσκευών ή για την πληρωμή διοδίων. Αποτελούνταν από τον μικροεπεξεργαστή πυριτίου, το μεταλλικό πηνίο(κεραία) και το υλικό επικάλυψης(συνήθως γυαλί ή πλαστικό). Η τροφοδοσία τους γινόταν μέσω του μαγνητικού πεδίου του αναγνώστη.

Η επόμενη χρονολογικά προσπάθεια ήταν τα χωρητικής σύζευξης tags που αναπτύχθηκαν κυρίως από την Motorola και ειδικότερα το BiStatix RFID tag. Κατασκευάστηκαν με σκοπό την μείωση του κόστους ώστε να είναι αναλώσιμα. Η σημαντικότερη κατασκευαστική διαφορά από τα επαγωγικής σύζευξης ήταν η κεραία, που ήταν κατασκευασμένη από αγωγίμο μελάνι άνθρακα το οποίο ήταν τυπωμένο πάνω στο χάρτινο υπόστρωμα του tag. Η τροφοδοσία τους γινόταν μέσω του ηλεκτρικού πεδίου του αναγνώστη. Λόγω του τρόπου κατασκευής ήταν σημαντικά χαμηλότερου κόστους, ανθεκτικότερα και εύκαμπτα. Το σημαντικότερο μειονέκτημα τους ήταν η μικρή τους εμβέλεια (περίπου 1cm) και η μικρή απήχηση που είχαν στην αγορά. Τελικά τα χωρητικής σύζευξης tags εγκαταλείφθηκαν το 2001.



Εικόνα 1

RFID tag της Texas Instruments που χρησιμοποιούνταν για παρακολούθηση αποσκευών το 1999.

Σήμερα τα RFID tags κατηγοριοποιούνται σε passive, semi-passive και active. Με τα σημερινά tags είναι δυνατή η αποθήκευση αρκετών kb δεδομένων και αποτελούνται από τον μικροεπεξεργαστή, την κεραία και στην περίπτωση των semi-passive και

active την μπαταρία. Το κύκλωμα περιβάλλεται συνήθως από πλαστικό. Τροφοδοτούνται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του αναγνώστη.

Τα σημερινά RFID tags κατάφεραν να κάνουν την τεχνολογία αυτή πιο προσιτή και εφαρμόσιμη. Είναι χαμηλού κόστους και αρκετά μικρά ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν παντού.

Τα active και semi-passive tags χρησιμοποιούν μπαταρίες για να τροφοδοτήσουν το εσωτερικό κύκλωμα τους. Στην περίπτωση των active tags και η μετάδοση των δεδομένων τροφοδοτείται από την μπαταρία ενώ στα semi-passive tags η μετάδοση των δεδομένων τροφοδοτείται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Τα active και semi-passive tags έχουν υψηλό κόστος κατασκευής, χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση υψηλής αξίας αντικειμένων και μπορούν να αναγνωσθούν από μεγάλη απόσταση. Εκπέμποντας σε συχνότητες της τάξης των 900Mhz η εμβέλεια τους μπορεί να φτάσει και τα 30 μέτρα.



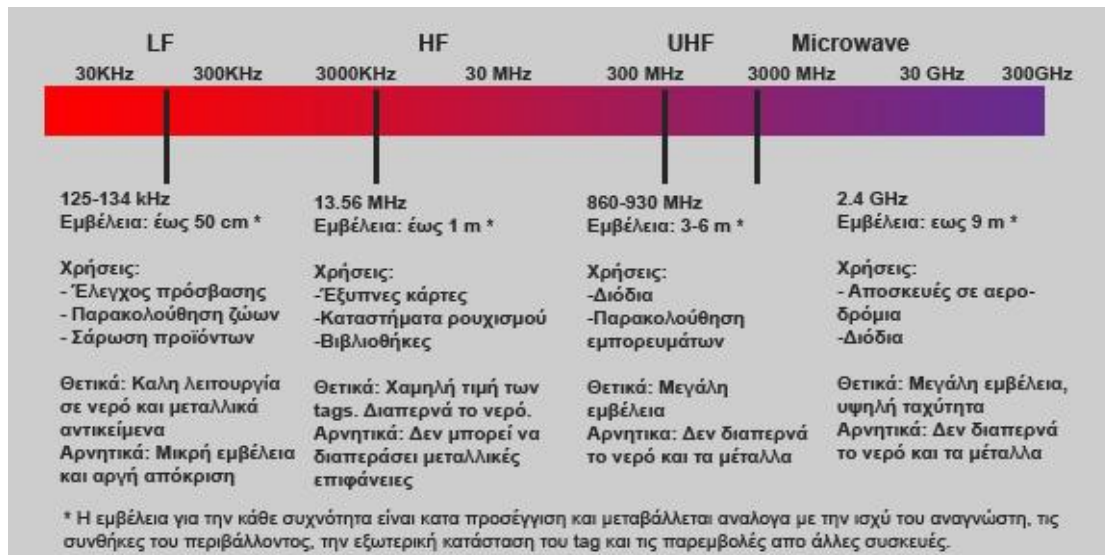
Εικόνα 2

Passive rfid tag κολλημένο σε συσκευασία κολόνιας.

Τα passive tags από την άλλη πλευρά βασίζονται αποκλειστικά στην ενέργεια που παρέχει ο αναγνώστης μέσω του ηλεκτρομαγνητικού του πεδίου για την λειτουργία τους. Μπορούν να αναγνωσθούν σε απόσταση μέχρι 6 μέτρα και έχουν χαμηλό κόστος γεγονός που τους επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν σε χαμηλότερης αξίας αντικείμενα. Κατά αυτόν τον τρόπο τα passive tags καθίστανται αναλώσιμα.

Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει το κόστος των tags είναι η αποθήκευση δεδομένων σε αυτά. Κατηγοριοποιούνται σε read-write, read-only και write-once-read-many. Στα δεδομένα των πρώτων μπορεί να γίνει οποιαδήποτε αλλαγή επιθυμούμε. Στα read-only οι πληροφορίες αποθηκεύονται κατά την κατασκευή τους, οπότε μπορούμε να κάνουμε μόνο ανάγνωση. Στα tags της τρίτης κατηγορίας μπορούμε να προσθέσουμε δεδομένα (π.χ. κάποιο serial number) μετά την κατασκευή τους αλλά μια μόνο φορά καθώς στην συνέχεια μετατρέπονται σε read-only.

Η απόσταση από την οποία μπορεί να αναγνωσθεί ένα rfid tag είναι άλλο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό. Διαφορετικές είναι οι ανάγκες που υπάρχουν σε ένα κατάστημα ένδυσης απ' ότι σε μια τεράστια αποθήκη εμπορευμάτων. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την εμβέλεια των RFID συστημάτων είναι η συχνότητα λειτουργίας του ζεύγους αναγνώστη και tag. Από τον πίνακα που ακολουθεί συμπεραίνουμε ότι αύξηση της συχνότητας λειτουργίας προκαλεί αύξηση της εμβέλειας.



Η εμβέλεια βέβαια επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες εκτός της συχνότητας όπως την ισχύ του αναγνώστη, τις συνθήκες του περιβάλλοντος, την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η εξωτερική επιφάνεια του tag καθώς και τις παρεμβολές που υπάρχουν από άλλες ηλεκτρομαγνητικές συσκευές.

2.3 Κατασκευαστές RFID

Ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση κατασκευαστών RFID καθώς και των προϊόντων τους.

Alien technology



Εικόνα 3

Το Squiggle tag. Ένα από τα πιο δημοφιλή tags της Alien Technology

Η Alien Technology είναι ένας από τους μεγαλύτερους προμηθευτές αξιόπιστων, σε μεγάλες ποσότητες και χαμηλού κόστους προϊόντων RFID. Χρησιμοποιώντας την πατενταρισμένη μέθοδο κατασκευής Fluidic Self Assembly (FSA) η Alien Technology κατασκευάζει electronic product code (EPC) tags για πληθώρα εφαρμογών όπως την διαχείριση αλυσίδων εφοδιασμού, την προστασία από κλοπή, την διαχείριση αποθηκών κ.α.

Δραστηριοποιείται κυρίως στην UHF ζώνη συχνοτήτων παρέχοντας διαφόρων ειδών tags και readers.

UHF

Readers

ALR-9900



Μέγιστη ισχύς: 4 W

Διασύνδεση: RS-232 (DB-9 F), LAN TCP/IP (RJ-45)

Συμβατότητα με: EPC Gen 2; ISO 18000-6c

Tags

ALN-9529 - "Squiggle®-SQ"



Διαστάσεις: 23mmx 23m

ALR 9800



Μέγιστη ισχύς: 4 W
Διασύνδεση: RS-232 (DB-9 F), LAN TCPI/IP (RJ-45)
Συμβατότητα με: EPC Gen 2; ISO 18000-6c

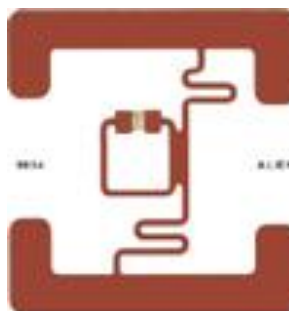
ALR-9650



Μέγιστη ισχύς: 4 W
Διασύνδεση: RS-232 (DB-9 F), LAN TCPI/IP (RJ-45)
Συμβατότητα με: EPC Gen 2; ISO 18000-6c

Πρωτόκολλο: EPC Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C

ALN-9634 TIE Inlay



Διαστάσεις: 44mmx 46m
Πρωτόκολλο: EPCglobal Gen 2 (v 1.2.0) and ISO/IEC 18000-6C
Μνήμη: Higgs™-3 IC με 800-bits Non-volatile μνήμης

ALN-9534 - "2x2"



Διαστάσεις: 46.8mmx 41.8m
Πρωτόκολλο: EPC Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C

ThingMagic



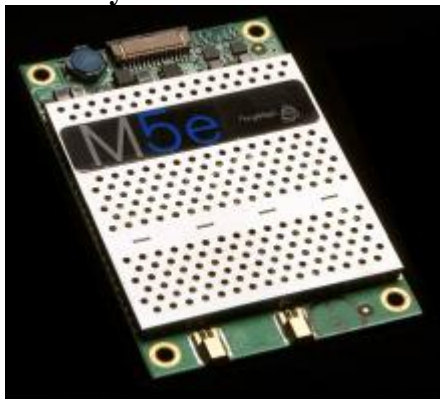
*Εικόνα 4
Ο USB RFID αναγνώστης της
ThingMagic*

Η ThingMagic με έδρα το Cambridge της Μασαχουσέτης είναι μια εταιρία που ειδικεύεται στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη έξυπνων τεχνολογιών. Επικεντρώνεται στην κατασκευή RFID αναγνωστών κυρίως και έτσι διαθέτει μεγάλη γκάμα embedded, integrated αλλά και USB RFID αναγνωστών. Δυο πρωτότυπες εφαρμογές που έχει υλοποιήσει η ThingMagic είναι το Ford Tool Link μια εφαρμογή εντοπισμού εργαλείων σε πλατφόρμες φορτηγών οχημάτων και η ενσωμάτωση RFID αναγνώστη σε εκτυπωτές της εταιρίας Lexmark ώστε να είναι δυνατό για τον χρήστη να τυπώσει πάνω σε χαρτιά, ετικέτες, κλπ με ενσωματωμένο RFID tag και παράλληλα να προγραμματίσει το tag.

UHF

Readers

Mercury5e



Μέγιστη ισχύς: 1W

Διασύνδεση: TTL

Συμβατότητα με: EPCglobal Gen 2
(ISO 18000-6C)

Μέγιστη εμβέλεια: 9m με 6dBi κεραία

Astra



Διασύνδεση: Ethernet, Wifi
Συμβατότητα με: EPCglobal Gen 2 (ISO 18000-6C)
Μέγιστη εμβέλεια: 9m

USB RFID Reader



Διασύνδεση: USB
Συμβατότητα με: EPCglobal Gen 2 (ISO 18000-6C)
Μέγιστη εμβέλεια: 31 cm

Tagsys



Εικόνα 5

Ario™ 370-S SDM. Το μικρότερο σε μέγεθος tag της Tagsys

Η Tagsys είναι ακόμη μια εταιρία που δραστηριοποιείται στον χώρο της RFID τεχνολογίας. Σχεδιάζει και κατασκευάζει HF και UHF tags, αναγνώστες και λογισμικό για διάφορες εταιρίες και εφαρμογές. Οι λόγοι για τους οποίους θα επιλέγαμε την Tagsys είναι η παροχή ολοκληρωμένων λύσεων, η δυνατότητα επιλογής HF ή UHF ανάλογα με τις ανάγκες μας και το μεγάλο δίκτυο συνεργατών

της σε όλο τον κόσμο. Το 2004 ήταν η πρώτη εταιρία που ανέλαβε ολοκληρωμένο project παρακολούθησης καταναλωτικών αγαθών μέσω της τεχνολογίας RFID.

HF

Readers

Medio™ Long-Range Series



Μέγιστη ισχύς: 4W (L100), 7W (L200), 5W (L400)

Διασύνδεση: RS232/RS422/RS485 ή USB, Ethernet (L400 only)

Συμβατότητα με: L100/L200, C-210/20, C-320, ICode 1 (C270), Tag-it, ISO15693 (C370), UID-OTP (C440); L400 270 370 440 upgrade to Gen 2

Medio™ P101 Mid-Range Series



Μέγιστη ισχύς: 1W

Διασύνδεση: RS232, WiFi, USB ή Ethernet

Συμβατότητα με: C-210/20, C-320, ICode 1 (C270), Tag-it, ISO15693 (C370), UID-OTP (C440)

Medio™ Short-Range OEM Series



Μέγιστη ισχύς: 200 mW (S004) 250 mW (S002/3)

Διασύνδεση: TTL and RS232/RS422/RS485 (S002/3 Only)

Tags

Folio™ 370-F3 (Square)



Διαστάσεις: 47x 47 mm inlay (1.85 x 1.85 in inlay)

Πάχος: 300μm

Πρωτόκολλο: ISO 15693 (C370)

Ario™ 370-S SDM

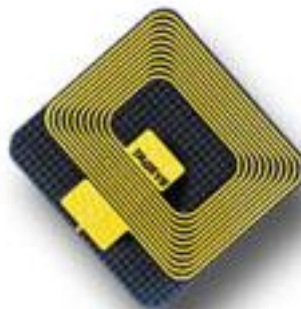


Διαστάσεις: 8.9 mm (0.35 in) diameter

Πάχος: 1 mm (0.03 in)

Πρωτόκολλο: ISO 15693 (C370S)

Ario™ 370-S SM



Διαστάσεις: 13.9 mm x 13.9 mm (0.55 x

Συμβατότητα με: C-210/20, C-240, C-270 (Philips I.Code), ISO15693 (C370), UID-OTP (C440)	0.55 in) Πάχος: <1 mm (0.03 in) Πρωτόκολλο: ISO 15693 (C370S)
---	---

UHF

Readers

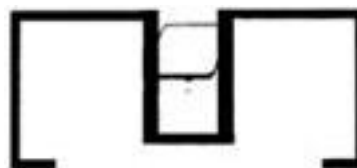
Medio™ RXU400 UHF Reader



Μέγιστη ισχύς: 1W
Διασύνδεση: Ethernet και Serial
Συμβατότητα με: Class 1 Generation 2 & ISO-18000-6C
 (including full support for mandatory and optional features), ISO 18000-6B, Ucode 1.19

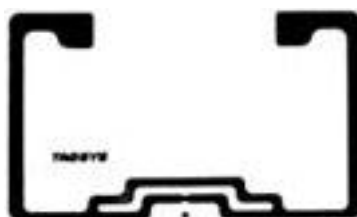
Tags

DocTRAK



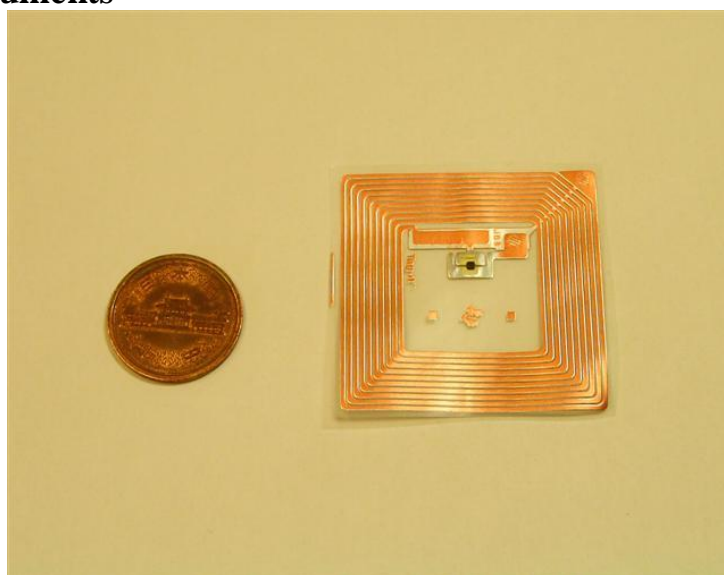
Διαστάσεις: 75 x 36 mm (2.95 x 1.42 in)
Πρωτόκολλο: EPCglobal Class 1 Gen 2

RapidTRAK



Διαστάσεις: 30 x 50 mm (1.18 x 1.97 in)
Πρωτόκολλο: EPCglobal Class 1 Gen 2

Texas Instruments



Εικόνα 6

Δείγμα RFID tag απο την σειρά Tag-it της Texas Instruments

Σήμερα το τμήμα RFID της Texas Instruments παρέχει τον δεσμό επιβίωσης ανάμεσα στους ανθρώπους, τα εξελιγμένα συστήματα πληροφοριών και τις δημιουργικές επαγγελματικές λύσεις σε χιλιάδες εφαρμογές παγκοσμίως. Η αποτελεσματικότητα των λύσεων της TI στην παρακολούθηση αντικειμένων και την αυτοματοποιημένη συλλογή πληροφοριών είναι αποδεδειγμένη με πάνω από 100 εκατομμύρια tags της σε χρήση. Δραστηριοποιείται σε όλες τις ζώνες συχνότητων και διαθέτει ένα πολύ οργανωμένο website με αναλυτικά datasheets.

HF

Readers

TRF7960



Μέγιστη ισχύς: 100,200 mW
Διασύνδεση: Parallel 8-Bit ή Serial 4-Pin SPI Interface With MCU Using 12-Byte FIFO
Συμβατότητα με: ISO 14443A,ISO 14443B,ISO 15693,ISO 18000-3

HF Reader System Series 6000



Μέγιστη ισχύς: 200 mW
Διασύνδεση: Serial interface, CMOS compatible
Συμβατότητα με: ISO15693,ISO18000-3,ISO14443A

Tags

RF-HDT-DVBB



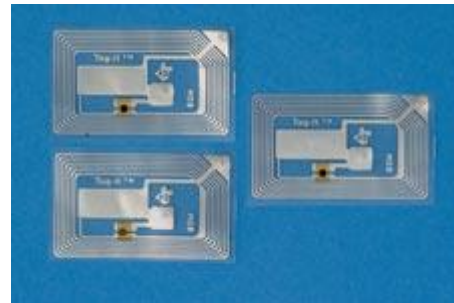
Διαστάσεις 22mm
Πρωτόκολλο: ISO 15693,ISO 18000-3

RI-I02-110A-01




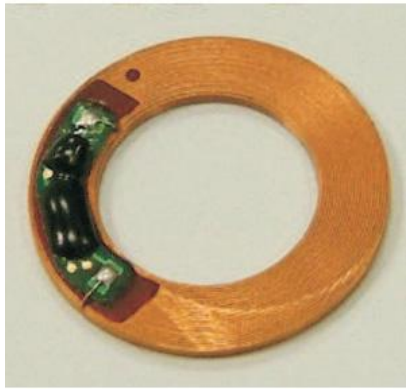
Διαστάσεις 45mm x 76mm
Πρωτόκολλο: ISO 15693,ISO 18000-3
Μνήμη: 256 bits organized in 8 x 32-bit blocks

RI-I03-112A-03



Διαστάσεις 38mm x 22.5 mm
Πρωτόκολλο: ISO 15693,ISO 18000-3
Μνήμη: 2048 bits

LF

Readers	Tags
Series 2000 Micro Reader  Διασύνδεση: RS232 Interface (5 Volt Logic Level) Συμβατότητα με: ISO 11785	RI-INL-W9QM  Διαστάσεις 24 mm Πρωτόκολλο: FSK,HDX Μνήμη: 80 bits

Intermec



Εικόνα 7

Ο αναγνώστης χειρός IP30 της Intermec.

Η Intermec ιδρύθηκε το 1966 και η αρχική της ονομασία ήταν Interface Mechanisms. Το 1982 μετονομάστηκε σε Intermec. Είναι κάτοχος των περισσότερων πατεντών RFID και πρόσφατα στράφηκε νομικά εναντίον της Matrics για να διεκδικήσει τα δικαιώματά της στον χώρο του RFID. Διαθέτει μεγάλη γκάμα αναγνωστών που περιλαμβάνει στατικούς, χειρός αλλά και κατάλληλους για προσαρμογή σε οχήματα. Επίσης μεγάλη είναι και η γκάμα της σε tags. Δραστηριοποιείται κυρίως στην ζώνη UHF.

UHF

Readers

IF30 Fixed RFID Reader



Εμβέλεια: 4.6m

Διασύνδεση: Ethernet IPv4 & IPv6, RS232 for configuration

Συμβατότητα με: EPCglobal UHF Gen 2, ISO 18000-6b, ISO 18000-6c, Philips Version 1.19, Fairchild G1

IP30 Handheld RFID Reader



Εμβέλεια: 6.09 cm ως 304.8 cm

Διασύνδεση: Bluetooth and USB configurations

Συμβατότητα με: EPCglobal Class 1 Gen 2, ISO 18000-6b, ISO 18000-6c

IV7 Vehicle Mount RFID Reader

Tags

IT67 Enterprise Lateral Transmitting (LT) Tag



Διαστάσεις 68mm x 61 mm

Πρωτόκολλο: ISO 18000-6B, EPCglobal Gen 2:

Εμβέλεια: έως 7.92m

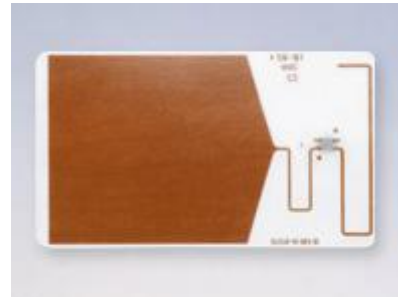
IT65 Small Rigid Tag



Διαστάσεις 31 mm x 79 mm

Πρωτόκολλο: ISO 18000-6B, EPCglobal Gen 2:

915 MHz Windshield Sticker Tag



Διαστάσεις 46 mm x 80 mm

Πρωτόκολλο: ISO 18000-6B, EPCglobal Gen 2:

Εμβέλεια: 3.9m



Διασύνδεση: RS232
Συμβατότητα με: EPCglobal UHF Gen
2, ISO 18000-6b, ISO 18000-6c, Philips
Version 1.19, Fairchild G1

Πίνακας RFID αναγνωστών

<i>Εταιρία</i>	<i>Προϊόν</i>	<i>Συχνότητα</i>	<i>Πρωτόκολλο</i>	<i>Εμβέλεια</i>	<i>Μέγιστη Ισχύς</i>	<i>Διασύνδεση</i>
Alien Technology	ALR-9900	UHF	EPC Gen2 ISO 18000-6c		4 W	RS-232 (DB-9 F), LAN TCPI/IP (RJ-45)
Alien Technology	ALR-9800	UHF	EPC Gen2 ISO 18000-6c		4W	RS-232 (DB-9 F), LAN TCPI/IP (RJ-45)
Alien Technology	ALR 9650	UHF	EPC Gen2 ISO 18000-6c		4W	RS-232 (DB-9 F), LAN TCPI/IP (RJ-45)
ThingMagic	Mercury 5e	UHF	EPC Gen2 ISO 18000-6c	9m	1W	TTL
ThingMagic	Astra	UHF	EPC Gen2 ISO 18000-6c	9m		Ethernet, Wifi
ThingMagic	USB RFID Reader	UHF	EPC Gen2 ISO 18000-6c	31 cm		USB
Tagsys	Medio™ Long-Range Series	HF	L100/L200, C-210/20, C-320, ICode 1 (C270), Tag-it, ISO15693 (C370), UID-OTP (C440); L400 270 370 440 upgrade to Gen 2		4W (L100), 7W (L200), 5W (L400)	RS232/RS422/RS485 ή USB, Ethernet (L400 only)

<i>Εταιρία</i>	<i>Προϊόν</i>	<i>Συχνότητα</i>	<i>Πρωτόκολλο</i>	<i>Εμβέλεια</i>	<i>Μέγιστη Ισχύς</i>	<i>Διασύνδεση</i>
Tagsys	Medio™ P101 Mid-Range Series	HF	C-210/20, C-320, ICode 1 (C270), Tag-it, ISO15693 (C370), UID-OTP (C440)		1W	RS232, WiFi , USB ή Ethernet
Tagsys	Medio™ Short-Range OEM Series	HF	C-210/20, C-240, C-270 (Philips I.Code), ISO15693 (C370), UID-OTP (C440)		200 mW (S004) 250 mW (S002/3)	TTL and RS232/RS422/RS485 (S002/3 Only)
Tagsys	Medio™ RXU400 UHF Reader	UHF	Class 1 Generation 2 & ISO-18000-6C (including full support for mandatory and optional features), ISO 18000-6B, Ucode 1.19		1W	Ethernet και Serial
Texas Instruments	TRF7960	HF	ISO 14443A,ISO 14443B,ISO 15693,ISO 18000-3		100,200 mW	Parallel 8-Bit ή Serial 4-Pin SPI Interface With MCU Using 12-Byte FIFO
Texas Instruments	HF Reader System Series 6000	HF	ISO15693,ISO18000-3,ISO14443A		200 mW	Serial interface, CMOS compatible
Texas Instruments	Series 2000 Micro Reader	LF	ISO 11785			RS232 Interface (5 Volt Logic Level)

<i>Εταιρία</i>	<i>Προϊόν</i>	<i>Συχνότητα</i>	<i>Πρωτόκολλο</i>	<i>Εμβέλεια</i>	<i>Μέγιστη Ισχύς</i>	<i>Διασύνδεση</i>
Intermec	IF30 Fixed RFID Reader	UHF	EPCglobal UHF Gen 2, ISO 18000-6b, ISO 18000-6c, Philips Version 1.19, Fairchild G1	4.6m		Ethernet IPv4 & IPv6, RS232 for configuration
Intermec	IP30 Handheld RFID Reader	UHF	EPCglobal Class 1 Gen 2, ISO 18000-6b, ISO 18000-6c	6.09 cm ως 304.8 cm		Bluetooth and USB configurations
Intermec	IV7 Vehicle Mount RFID Reader	UHF	EPCglobal UHF Gen 2, ISO 18000-6b, ISO 18000-6c, Philips Version 1.19, Fairchild G1			RS232

Πινάκας RFID tags						
Εταιρία	Προϊόν	Συχνότητα	Πρωτόκολλο	Διαστάσεις	Πάχος	Μνήμη
Alien Technology	ALN-9529 - "Squiggle®-SQ"	UHF	EPC Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C	23 x 23 mm		
Alien Technology	ALN-9634 TIE Inlay	UHF	EPCglobal Gen 2 (v 1.2.0) and ISO/IEC 18000-6C	44 x 46mm		Higgs™-3 IC με 800-bits Non-volatile μνήμης
Alien Technology	ALN-9534 - "2x2"	UHF	EPC Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C	46.8 x 41.8 mm		
Tagsys	Folio™ 370-F3 (Square)	HF	ISO 15693 (C370)	47x 47 mm	300μm	
Tagsys	Ario™ 370-S SDM	HF	ISO 15693 (C370S)	8.9 mm	1 mm	
Tagsys	Ario™ 370-S SM	HF	ISO 15693 (C370S)	13.9 x 13.9 mm	<1 mm	
Tagsys	DocTRAK	UHF	EPCglobal Class 1 Gen 2	75 x 36 mm		
Tagsys	RapidTRAK	UHF	EPCglobal Class 1 Gen 2	30 x 50 mm		
Texas Instruments	RF-HDT-DVBB	HF	ISO 15693,ISO 18000-3	22mm		
Texas Instruments	RI-I02-110A-01	HF	ISO 15693,ISO 18000-3	45 x 76mm		256 bits organized in 8 x 32-bit blocks

<i>Εταιρία</i>	<i>Προϊόν</i>	<i>Συχνότητα</i>	<i>Πρωτόκολλο</i>	<i>Διαστάσεις</i>	<i>Πάχος</i>	<i>Μνήμη</i>
Texas Instruments	RI-I03-112A-03	HF	ISO 15693,ISO 18000-3	38 x 22.5 mm		2048 bits
Texas Instruments	RI-INL-W9QM	LF	FSK,HDX	24 mm		80 bits
Intermec	IT67 Enterprise Lateral Transmitting (LT) Tag	UHF	ISO 18000-6B,EPCglobal Gen 2:	68 x 61 mm		
Intermec	IT65 Small Rigid Tag	UHF	ISO 18000-6B,EPCglobal Gen 2:	31 x 79 mm		
Intermec	915 MHz Windshield Sticker Tag	UHF	ISO 18000-6B,EPCglobal Gen 2:	46 x 80 mm		

2.4 Πρωτόκολλα RFID (RFID standards)

Τα πρωτόκολλα έχουν και θα συνεχίσουν να έχουν τεράστια επιρροή στον τρόπο που λειτουργούν οι εταιρίες ανά τον κόσμο.

Τα LF (125–134.2 kHz και 140–148.5 kHz) tags και τα HF (13.56 MHz) tags μπορούν να χρησιμοποιηθούν παγκοσμίως χωρίς άδεια. Τα UHF (868–928 MHz) tags όμως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν παγκοσμίως καθώς δεν υπάρχει ένα μόνο προκαθορισμένο πρότυπο.

Στην βόρεια Αμερική τα UHF tags μπορούν να πάρουν άδεια χρήσης για συχνότητες μεταξύ 902 και 928 MHz αλλά υπάρχουν περιορισμοί στην ισχύ εκπομπής. Στην Ευρώπη ισχύουν οι οδηγίες EN 300 220 και EN 302 208 της ETSI και η οδηγία 70 03 της ERO οι οποίες επιτρέπουν την λειτουργία των RFID στην ζώνη 865-868 Mhz. Στην Κίνα και την Ιαπωνία δεν υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί αλλά δίνεται ειδική άδεια από τις τοπικές αρχές. Τέλος, στην Αυστραλία και την Νέα Ζηλανδία δεν χρειάζεται άδεια για λειτουργία στην ζώνη 918-926Mhz αλλά υπάρχουν περιορισμοί στην ισχύ εκπομπής.

Στην συνέχεια γίνεται μια παρουσίαση όλων των πρωτοκόλλων RFID που υπάρχουν. Πρώτα όμως ας μάθουμε τον τρόπο με τον οποίο διαβάζονται τα πρωτόκολλα αυτά.

Πως διαβάζονται τα πρωτόκολλα RFID; Π.χ. ISO/IEC 18000-6:2004 Ed. 1 60.60 (JTC 1/SC 31/WG-4/SG-1)	
ISO	International Standards Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
18000	Standard number
-6	Part number. A letter suffix is the sub-part
2004	Stage Date
Ed.1	Edition
60.60	Current stage
JTC 1	Joint Technical committee 1: Automatic identification and data capture techniques
SC 31	Subcommittee 31
WG-4	Working Group 4: Radio frequency identification for item management
SG-1	Sub-Group 1

Ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση και ταξινόμηση των πρωτοκόλλων με βάση την συχνότητα.

Τα πρωτόκολλα RFID με βάση την συχνότητα			
		ISO	EPCglobal
Φασμα συχνοτήτων	LF 125/134.2 kHz	ISO 11784 ISO/IEC 18000-2A ISO/IEC 18000-2B	
	HF 13.56 MHz +/- 7 kHz	ISO/IEC 14443 ISO/IEC 15693 ISO 18000-3	
	HF 433 MHz	ISO 18000-7	
	UHF 860-960MHz	ISO 18000-6A ISO 18000-6B ISO 18000-6C	Class 0 Class 1 Class 1 Gen 2
	UHF 2.45 GHz	ISO 18000-4 ISO/IEC 24730-2	

Όλα τα πρωτόκολλα συγκεντρωμένα:

Αριθμός ISO	Τίτλος
ISO/IEC 15434	Transfer Syntax for High Capacity ADC Media
ISO/IEC 15459-1	Unique identifier for transport units - Part 1: Unique identification of transport units
ISO/IEC 15459-2	Unique identifier for transport units - Part 2: Registration procedures
ISO/IEC 15459-3	Unique identifier for transport units - Part 3: Common rules for unique identification
ISO/IEC 15459-4	Unique identifier for transport units - Part 4: Unique item identification for supply chain management
ISO/IEC 15459-5	Unique identifier for transport units - Part 5: Unique Identification of Returnable Transport Items (RTIs)
ISO/IEC 15459-6	Unique identifier for transport units - Part 6: Unique identification for product groupings in material lifecycle management
ISO/IEC 15961	RFID for Item Management - Data Protocol: Application interface
ISO/IEC 15961 revision	SC 31/WG 4 ISO/IEC 15961-1 Data protocol -- Part 1: Application interface SC 31/WG 4 ISO/IEC 15961-2 Data protocol -- Part 2: Registration of RFID data constructs SC 31/WG 4 ISO/IEC 15961-3 Data protocol -- Part 3: RFID data constructs
ISO/IEC 15962	RFID for Item Management- Protocol: Data encoding rules and logical memory functions

ISO/IEC 15962 revision	RFID for Item Management- Protocol: Data encoding rules and logical memory functions
ISO/IEC 15963	RFID for Item Management- Unique Identification of RF Tag
ISO/IEC 18001	RFID for Item Management - Application Requirements Profiles (ARP)
ISO/IEC 18047	RFID Device Conformance Test Methods, split to mirror ISO/IEC 18000 18047-1 Part 1 – Not available 18047-2 Part 2 – Parameters for Air Interface Communications below 135 kHz 18047-3 Part 3 – Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz 18047-4 Part 4 – Parameters for Air Interface Communications at 2.45 GHz 18047-5 Part 5 – Not available 18047-6 Part 6 – Parameters for Air Interface Communications at 860 to 960 MHz 18047-7 Part 7 – Parameters for Air Interface Communications at 433 MHz
ISO/IEC 18046	RFID Tag and Interrogator Performance Test Methods
ISO/IEC 19762	Information Technology AIDC Techniques - Harmonized Vocabulary
ISO/IEC 24710	Information technology, automatic identification and data capture techniques – Radio frequency identification for item management – Elementary tag license plate functionality for ISO/IEC 18000 air interface definitions
ISO/IEC 18000	Information Technology AIDC Techniques-RFID for Item Management - Air Interface: 18000-1 Part 1 – Generic Parameters for the Air Interface for Globally Accepted Frequencies 18000-2 Part 2 – Parameters for Air Interface Communications below 135 kHz 18000-3 Part 3 – Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz 18000-4 Part 4 – Parameters for Air Interface Communications at 2.45 GHz 18000-6 Part 6 – Parameters for Air Interface Communications at 860 to 960 MHz 18000-7 Part 7 – Parameters for Air Interface Communications at 433 MHz
ISO/IEC 18000	Information Technology AIDC Techniques-RFID for Item Management - Air Interface: 18000-1 Part 1 – Generic Parameters for the Air Interface for Globally Accepted Frequencies 18000-2 Part 2 – Parameters for Air Interface Communications below 135 kHz

	18000-3 Part 3 – Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz 18000-4 Part 4 – Parameters for Air Interface Communications at 2.45 GHz 18000-6 Part 6 – Parameters for Air Interface Communications at 860 to 960 MHz 18000-7 Part 7 – Parameters for Air Interface Communications at 433 MHz
ISO/IEC 24710	Information technology, automatic identification and data capture techniques – Radio frequency identification for item management – Elementary tag license plate functionality for ISO/IEC 18000 air interface definitions
ISO/IEC 24729	Information technology — Radio frequency identification for item management — Implementation guidelines – Part 1: RFID-enabled labels. Part 2: Recyclability of RF tags Part 3: RFID interrogator/ antenna installation
ISO/IEC 24730	Real Time Locating Systems (RTLS) — Part 1: Application programming interface(API) Part 2: 2.4 GHz Part 3: 433 MHz Part 4: Global Locating Systems (GLS)
ISO/IEC 24752	Information technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques- Radio Frequency Identification (RFID) for Item Management - System Management Protocol
ISO/IEC 24753	Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - Radio Frequency Identification (RFID) for Item Management - Air Interface Commands for Battery Assist and Sensor Functionality
ISO/IEC 24769	Information Technology, Automatic Identification and Data Capture Techniques - Real Time Locating Systems (RTLS) - RTLS Device Conformance Test Methods
ISO/IEC 24770	Information Technology, Automatic Identification and Data Capture Techniques - Real Time Locating Systems (RTLS) - RTLS Device Performance Test Methods
ISO 11784	Radio frequency identification of animals Code structure
ISO 11785	Radio frequency identification of animals Technical concept
ISO 14223	Specifies the air interface between the transceiver and the advanced transponder used in the radiofrequency identification of animals under the condition of full upward compatibility according to ISO 11784 and ISO 11785.
ISO/IEC 14443	Identification cards -- Contactless integrated circuit(s) cards -- Proximity cards Part 1: Physical characteristics Part 2: Radio frequency power and signal interface Part 3: Initialization and anticollision

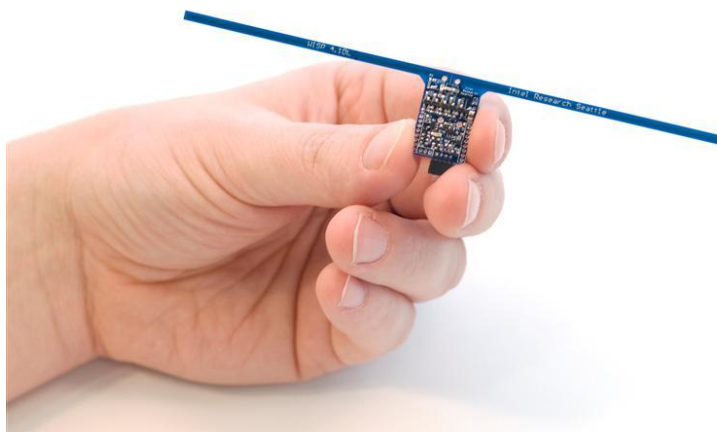
	Part 4: Transmission protocol
ISO/IEC 15961	Information technology -- Radio frequency identification (RFID) for item management Data protocol: application interface.
ISO/IEC 15962	Information technology -- Radio frequency identification (RFID) for item management Data protocol: data encoding rules and logical memory functions JTC 1/SC 31
ISO/IEC 15693	Identification cards -- Contactless integrated circuit(s) cards -- Vicinity cards Part 1: Physical characteristics Part 2: Air interface and initialization Part 3: Anticollision and transmission protocol
ISO/IEC 18000	RFID for Item Management Part 1: Defines the foundation for all air interface definitions in the ISO/IEC 18000 series. Part 2: Parameters for air interface communications below 135 kHz Type A (FDX): 125 kHz Type B (HDX): 134.2 kHz Part 3: Parameters for air interface communications at 13.56 MHz Part 4: Parameters for air interface communications at 2.45 GHz Passive tag operating as an interrogator talks first Battery assisted tag operating as a tag talks first. Part 6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz Type A and type B with the primary difference being the anti-collision algorithm used. Type C - also know as EPCglobal Class 1 Gen 2. Part 7: Parameters for active air interface communications at 433 MHz
ISO/IEC TR 18046	Radio frequency identification device performance test methods
ISO/IEC TR 18047	Information technology -- Radio frequency identification device conformance test methods Part 3: Test methods for air interface communications at 13.56 MHz Part 4: Test methods for air interface communications at 2.45 GHz
ISO 18185	RFID for electronic seal tags (ISO TC 104 - Freight Containers)
ISO/IEC 19762	Information technology -- Automatic identification and data capture (AIDC) techniques -- Harmonized vocabulary Part 3: Radio frequency identification (RFID)
ISO 23389	Freight Containers - Read-Write Radio-frequency identifications (RFID) (ISO TC 104)
ISO/IEC 24730	The fundamental goal of the ISO/IEC 24730 standard is to allow for compatibility and to encourage interoperability of products for the growing RTLS market. The ISO/IEC divided the standard into two parts:

	<p>Part 1: defines an API needed for utilizing an RTLS. It enables software applications to utilize an RTLS infrastructure to locate assets with RTLS transmitters attached to them. It defines a boundary across which application software uses facilities of programming languages to collect information contained in RTLS tag blinks received by the RTLS infrastructure.</p> <p>Part 2 : the 2.4 GHz air interface protocol, establishes a technical standard for real-time locating systems that operate at an internationally available 2.4 GHz frequency band and are intended to provide approximate location with frequent updates (for example, several times a minute). This part of the standard defines a networked location system that provides x-y coordinates and data telemetry. The system utilizes RTLS transmitters that autonomously generate a direct-sequence spread-spectrum radio frequency beacon. The transmitters may be field programmable and support an optional exciter mode that allows modification of the rate of location update and location of the RTLS device.</p>
--	--

2.5 Εναλλακτικές τεχνολογίες

WISP

Τα αρχικά **WISP** σημαίνουν **Wireless Identification and Sensing Platform** δηλαδή ασύρματη αναγνώριση και πλατφόρμα αισθητήρων. Ο όρος αναγνώριση προέρχεται από το Radio Frequency Identification (RFID). Τα WISP έχουν παρόμοιες δυνατότητες με τα RFID tags αλλά επίσης διαθέτουν αισθητήρες καθώς και ικανότητα επεξεργασίας πληροφοριών. Με τον ίδιο τρόπο που τα passive RFID tags τροφοδοτούνται με ενέργεια από την κεραία του αναγνώστη τροφοδοτούνται και τα WISP. Τα WISP χρησιμοποιούνται για να μετρήσουν ποσότητες όπως το φως, την θερμοκρασία, την επιτάχυνση, την πίεση κ.α. Οι περισσότερες μέχρι τώρα εφαρμογές των WISP έχουν υλοποιηθεί με ένα μόνο WISP το οποίο χρησιμοποιείται για την μέτρηση ποσοτήτων και την επεξεργασία τους. Έτσι λοιπόν το λογικό επόμενο βήμα για την τεχνολογία αυτή είναι η χρησιμοποίηση πολλαπλών WISP που θα μας επέτρεπε να δημιουργήσουμε ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων.



Εικόνα 8

Η εξωτερική μορφή ενός WISP [\[6\]](#)

Οι περισσότεροι πλέον γνωρίζουμε τα RFID tags και συγκεκριμένα τα passive tags που τροφοδοτούνται από την κεραία του αναγνώστη και συνήθως επιστρέφουν σε αυτόν έναν αναγνωριστικό αριθμό. Τα δυο ευρέως υιοθετημένα πρότυπα για την τεχνολογία αυτή είναι τα Electronic Product Code (EPC) Class 1 Generation 1 και Class 1 Generation 2 τα οποία λειτουργούν στην UHF ζώνη.

Τα WISP μπορούν να τροφοδοτηθούν από την ενέργεια ενός οποιουδήποτε RFID αναγνώστη. Για τον αναγνώστη ένα WISP είναι όπως ένα κανονικό RFID tag EPC gen1 ή gen2 με την διαφορά όμως ότι στο εσωτερικό ενός WISP υπάρχει ένας 16-bit μικροελεγκτής γενικής χρήσης. Ο μικροελεγκτής μπορεί να εκτελέσει πολλές εφαρμογές υπολογισμού όπως το να λαμβάνει δείγματα από τους αισθητήρες του WISP και στη συνέχεια να τα στέλνει στον αναγνώστη. Τα WISP είναι εξοπλισμένα με διάφορων ειδών αισθητήρες και ο μικροελεγκτής τους μπορεί να γράψει σε μνήμη flash καθώς και να εκτελέσει εφαρμογές κρυπτογράφησης.

Σε εφαρμογές localization με RFID θα μπορούσε το WISP να αντικαταστήσει τα RFID tags παρέχοντας ένα πιο εξελιγμένο περιβάλλον με περισσότερες δυνατότητες. Με δεδομένο τους αισθητήρες που περιέχονται, τα WISP θα μπορούσαν να παρέχουν δεδομένα τηλεμετρίας καθώς και της κατάστασης του χώρου. Παραδείγματος χάρη θα μπορούσαμε να γνωρίζουμε την θερμοκρασία του οδοστρώματος ή την υγρασία στην περιοχή που θα κινηθεί το αυτοκινούμενο όχημα μας. Επίσης με την χρήση των αισθητήρων θα μπορούσαν τα WISP να συγκεντρώνουν πληροφορίες για την θέση στην οποία έχουν τοποθετηθεί και να συμβάλλουν κατά αυτόν τον τρόπο στο localization.

Τα WISP είναι project της intel σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο της Washington.

Χαρακτηριστικά των WISP

- Εμβέλεια έως 3 μέτρα με παροχή ενέργειας από τον αναγνώστη
- Χαμηλής κατανάλωσης μικροελεγκτής MSP430
- 32Kb για εκτέλεση προγραμμάτων, 8Kb για αποθήκευση
- Αισθητήρες φωτός, θερμοκρασίας, και επιτάχυνσης
- Real-time clock
- Storage capacitor (για την λειτουργία των αισθητήρων χωρίς τον αναγνώστη)
- Voltage sensor (για την μέτρηση της αποθηκευμένης ενέργειας στο WISP)
- Επεκτάσιμο hardware με δυνατότητα προσθήκης επιπλέον αισθητήρων
- HW UART & GPIO για εξωτερικές συνδέσεις
- Λογισμικό για τους αισθητήρες και την αποθήκευση δεδομένων.

3. SLAM

3.1 Τι είναι το SLAM;

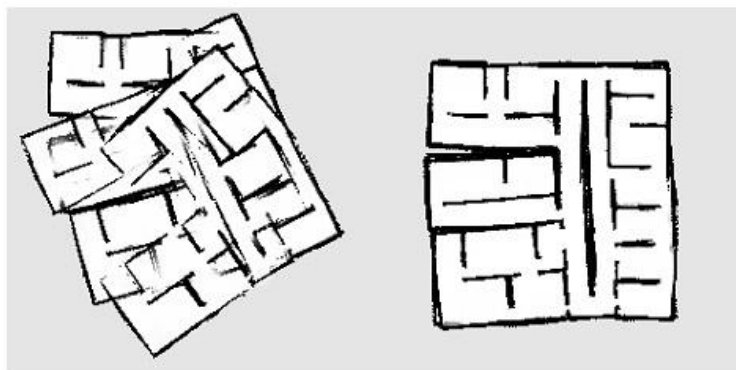
Το **SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)** είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται από ρομπότ και αυτόνομα οχήματα για να κατασκευάσουν έναν χάρτη σε άγνωστο περιβάλλον και παράλληλα να καταφέρουν να γνωρίζουν την θέση τους πάνω σε αυτόν.

Μια από τις πρώτες δουλειές στον χώρο του SLAM ήταν η επιστημονική έρευνα των R.C. Smith και P. Cheeseman σχετικά με την αναπαράσταση και την προσέγγιση της αβεβαιότητας στον χώρο το 1986. Στους πρωτοπόρους του SLAM συγκαταλέγεται και ο Hugh F. Durrant-Whyte με το ερευνητικό του έργο στις αρχές τις δεκαετίας του 90'.

Η διαδικασία αυτή δεν είναι εύκολα υλοποιήσιμη λόγω των εκ φύσεως αβεβαιοτήτων που υπάρχουν στο να υπολογιστεί η σχετική θέση του ρομπότ με βάση τα δεδομένα που λαμβάνει από τους αισθητήρες του. Ο κύριος αισθητήρας ενός αυτοκινούμενου ρομπότ είναι αυτός που παρέχει τα δεδομένα οδομετρίας, δηλαδή μας επιτρέπει να γνωρίζουμε την θέση του ρομπότ στον χώρο με βάση μόνο την μέχρι τώρα κίνηση των τροχών του.

Η ακρίβεια ενός τέτοιου αισθητήρα είναι μικρή. Το σφάλμα θέσης του αισθητήρα οδομετρίας είναι συνήθως της τάξης των 2cm για την απόσταση και της τάξης των 2 μοιρών/45 μοίρες για την στροφή.

Ο χάρτης χτίζεται σταδιακά με την χρήση επαναληπτικών μεθόδων. Αν στην επόμενη επανάληψη της κατασκευής του χάρτη η μετρούμενη απόσταση που έχει διανύσει καθώς και η κατεύθυνση που έχει το ρομπότ δεν έχουν υπολογιστεί με ακρίβεια τότε εισάγεται σφάλμα στην κατασκευή του χάρτη. Αν τα σφάλματα αυτά δεν ελεγχθούν και περιοριστούν τότε αυξάνονται αθροιστικά με αποτέλεσμα ο χάρτης που προκύπτει να μην είναι σε θέση να προσανατολίσει το ρομπότ στον χώρο.



Εικόνα 9

Στα αριστερά ο χάρτης με σφάλματα όπως προέκυψε από τα δεδομένα των αισθητήρων. Δεξιά διορθωμένος. [3]

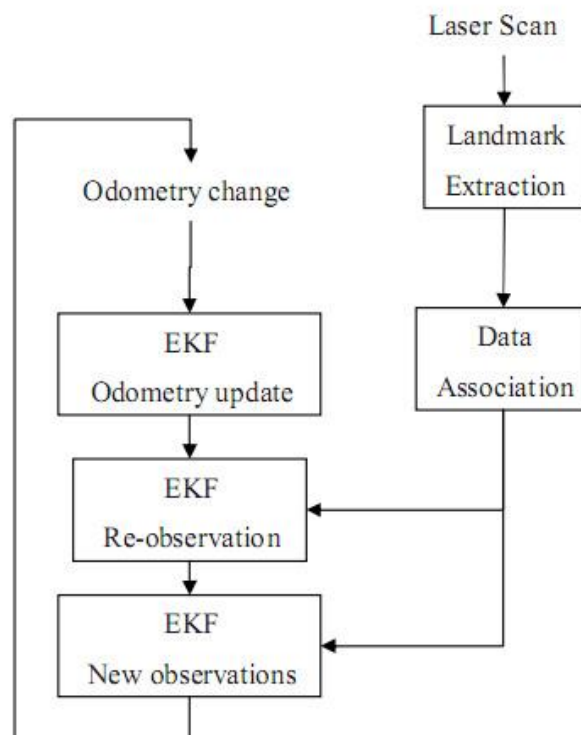
Το σφάλμα της οδομετρίας μπορεί να ελεγχθεί με τα δεδομένα ενός δεύτερου, μεγαλύτερης ακρίβειας, αισθητήρα μέτρησης απόστασης. Ο αισθητήρας αυτός μπορεί να είναι είτε αισθητήρας laser, είτε αισθητήρας sonar, είτε αισθητήρας εικόνας. Ο

αισθητήρας laser είναι ίσως ο πιο αποδοτικός από τους τρεις ωστόσο έχει το μειονέκτημα της υψηλής τιμής.

3.2 Η Διεργασία του SLAM

Συνολικά η διεργασία του SLAM αποτελείται από έναν αριθμό βημάτων. Σκοπός της διεργασίας αυτής είναι να χρησιμοποιήσει το περιβάλλον ώστε να προσδιορίσει την θέση του robot και όχι τα δεδομένα οδομετρίας τα οποία όπως είπαμε είναι χαμηλής ακρίβειας. Έτσι, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε laser σαρώσεις του χώρου ώστε να προσδιορίσουμε ακριβέστερα την θέση του ρομπότ. Αυτό γίνεται με τον εντοπισμό χαρακτηριστικών σημείων του περιβάλλοντος και την παρακολούθησή τους καθώς το όχημα κινείται.

Στην καρδιά της διεργασίας του SLAM βρίσκεται ένα Extended Kalman Filter (EKF). Αυτό είναι υπεύθυνο για την ανανέωση της υπόθεσης της θέσης στην οποία βρίσκεται το όχημα με βάση τα χαρακτηριστικά σημεία που έχουν εντοπιστεί. Το EKF λοιπόν παρακολουθεί την αβεβαιότητα της θέσης του οχήματος καθώς και την αβεβαιότητα της θέσης των καταγεγραμμένων χαρακτηριστικών σημείων.

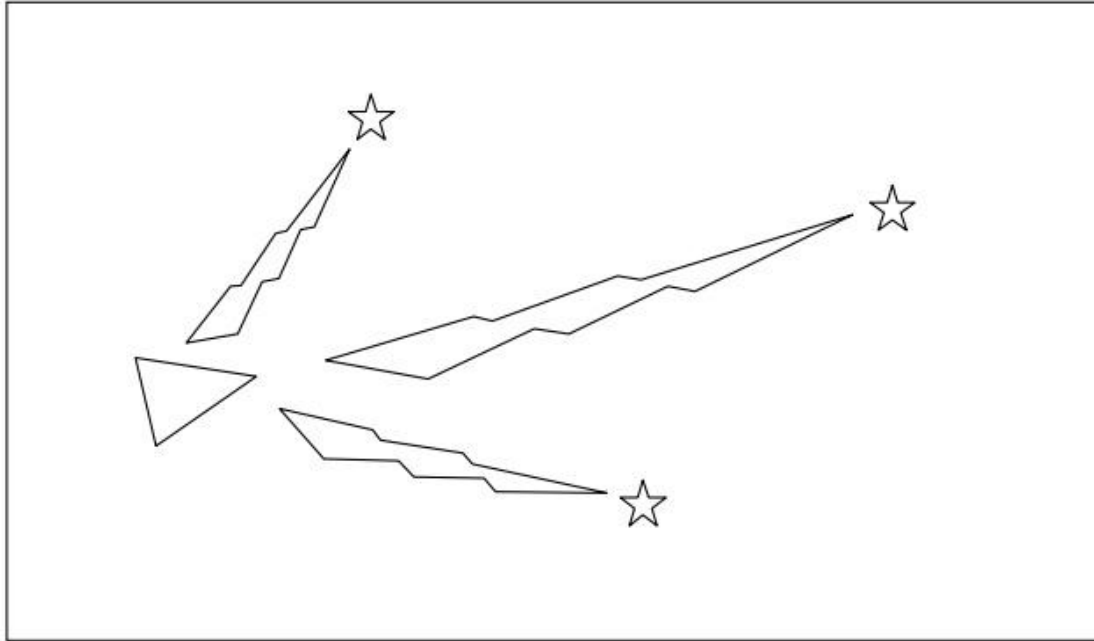


Εικόνα 10
Η διεργασία του SLAM

Το διάγραμμα της εικόνας 10 περιγράφεται ως εξής:

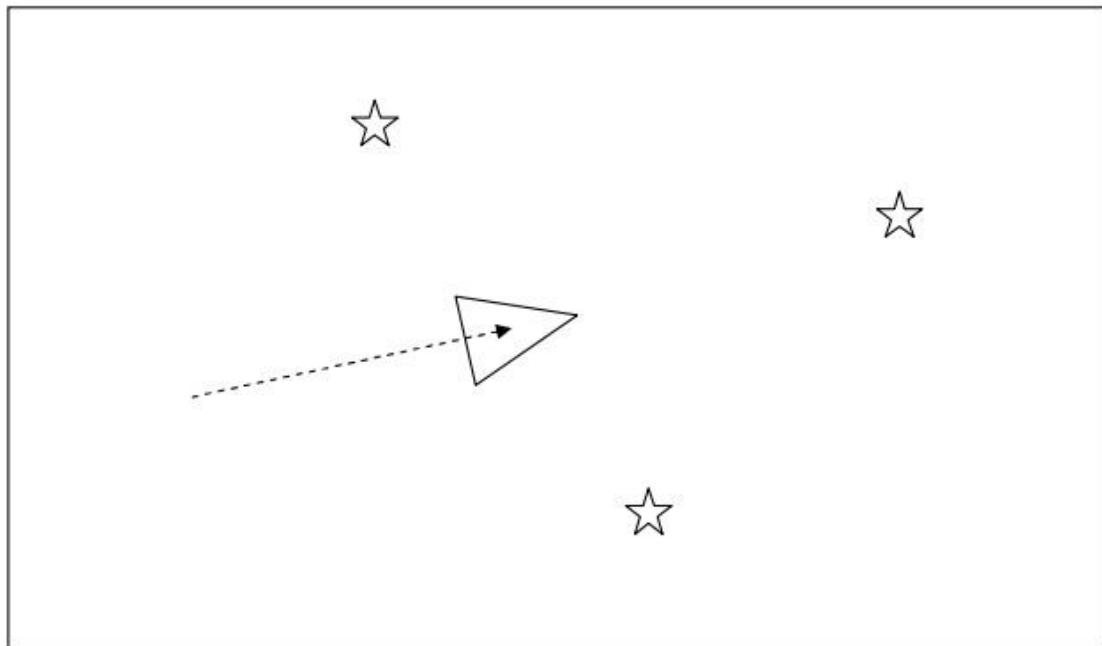
Όταν τα δεδομένα οδομετρίας αλλάξουν, λόγω μετακίνησης του ρομπότ τότε η αβεβαιότητα που σχετίζεται με την θέση του ρομπότ ανανεώνεται στο EKF μέσω της ανανέωσης οδομετρίας (odometry update). Στη συνέχεια, από την νέα θέση του ρομπότ, εντοπίζονται τα χαρακτηριστικά σημεία που υπάρχουν στο περιβάλλον με την βοήθεια του αισθητήρα laser. Το ρομπότ τότε προσπαθεί να συσχετίσει τα δεδομένα για τα χαρακτηριστικά σημεία που υπάρχουν με τα δεδομένα για τα

χαρακτηριστικά σημεία που υπήρχαν προηγουμένως. Τα χαρακτηριστικά σημεία που εντοίζονται όχι για πρώτη φορά χρησιμοποιούνται για την ανανέωση του ΕΚΦ. Τα χαρακτηριστικά σημεία που εντοίζονται για πρώτη εισάγονται στο ΕΚΦ και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον όταν εντοπιστούν ξανά. Τα παραπάνω μπορούν να γίνουν ευκολότερα κατανοητά με τα ακόλουθα διαγράμματα.



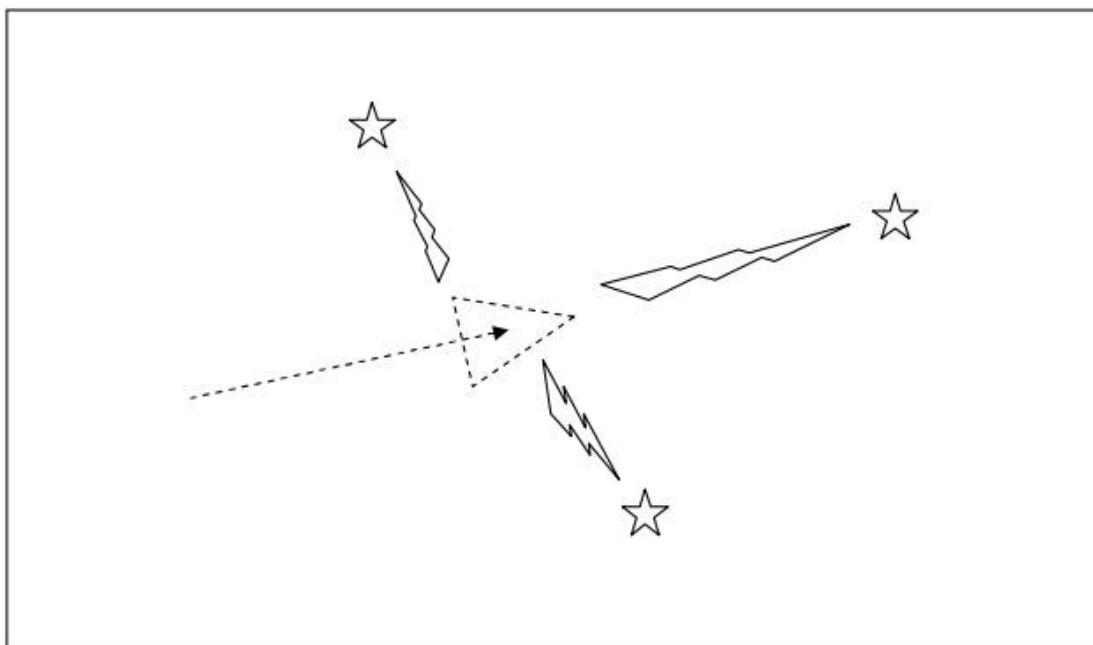
Εικόνα 11

Το ρομπότ συμβολίζεται με το τρίγωνο. Τα αστέρια συμβολίζουν τα χαρακτηριστικά σημεία. Το ρομπότ αρχικά υπολογίζει με τους αισθητήρες του την θέση των χαρακτηριστικών σημείων. (οι μετρήσεις συμβολίζονται ως αστραπές)



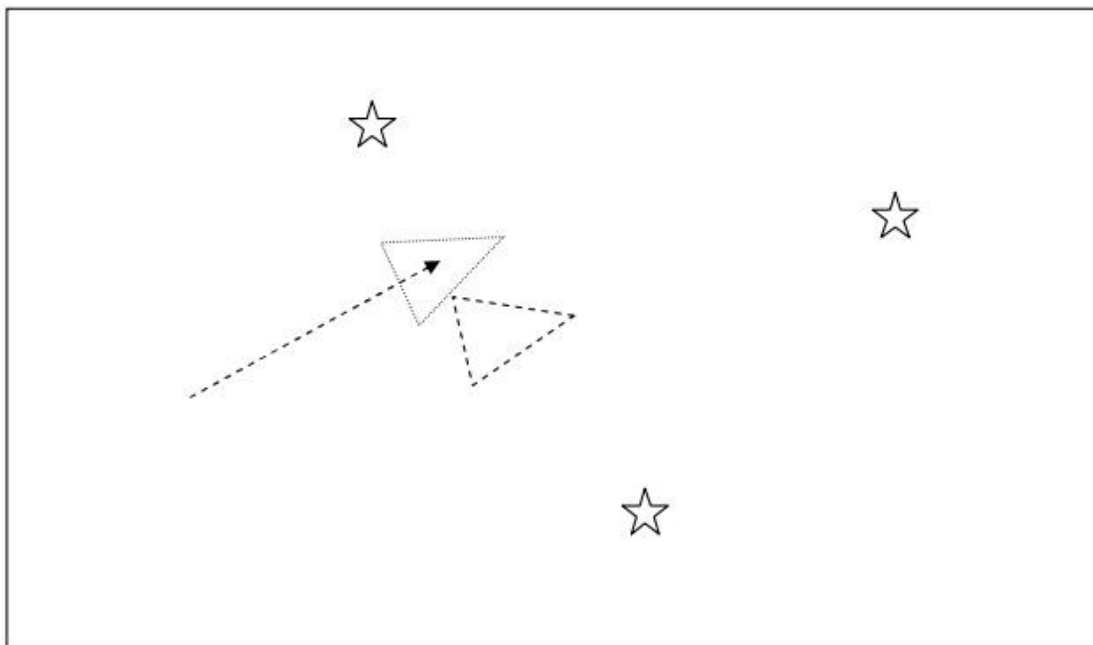
Εικόνα 12

Το ρομπότ κινείται οπότε η θέση στην οποία βρίσκεται τώρα συμβολίζεται με το τρίγωνο. Η απόσταση που διανύθηκε υπολογίζεται από τα δεδομένα οδομετρίας.



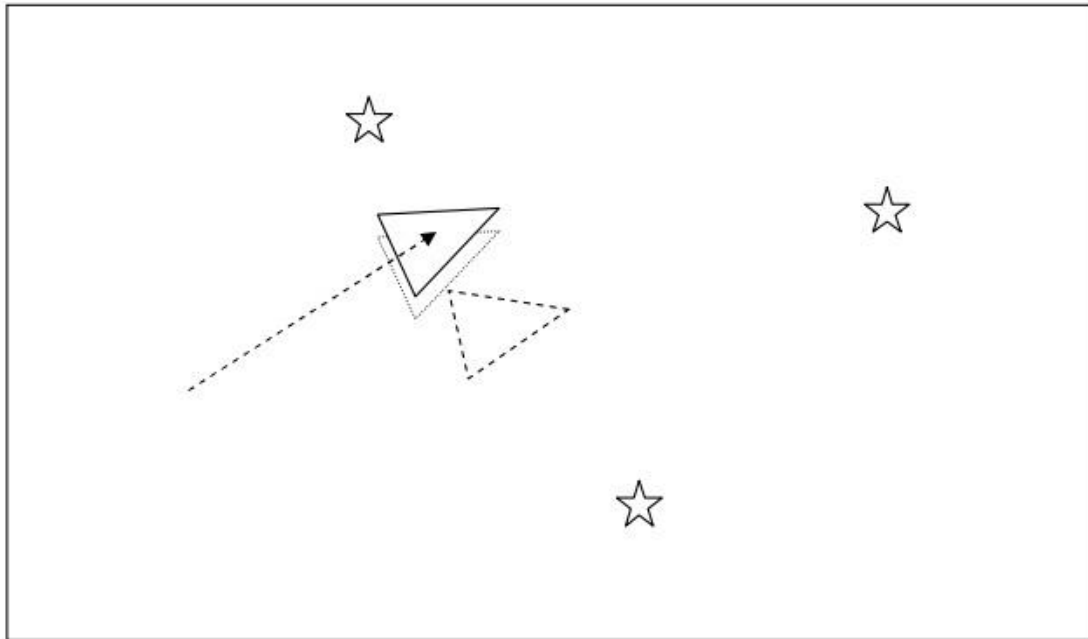
Εικόνα 13

Το ρομπότ επαναλαμβάνει την μέτρηση της θέσης των χαρακτηριστικών σημείων αλλά ανακαλύπτει ότι η θέση τους δεν συμφωνεί με την θέση που το ρομπότ περίμενε να βρίσκονται. Οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το ρομπότ δεν βρίσκεται στην θέση που νομίζει ότι βρίσκεται.



Εικόνα 14

Καθώς το ρομπότ εμπιστεύεται περισσότερο τους αισθητήρες μέτρησης απόστασης απ' ό τι τα δεδομένα οδομετρίας χρησιμοποιεί την πληροφορία που έχει σχετικά με την ακριβή θέση των χαρακτηριστικών σημείων ώστε να υπολογίσει την θέση στην οποία βρίσκεται. (Η θέση στην οποία αρχικά πίστευε ότι βρίσκεται το ρομπότ συμβολίζεται με διακεκομμένη γραμμή)



Εικόνα 15

Στην πραγματικότητα το ρομπότ βρίσκεται στην θέση που συμβολίζει το τρίγωνο. Οι αισθητήρες δεν είναι τέλειοι οπότε είναι δυνατό το ρομπότ να γνωρίζει ακριβώς που βρίσκεται. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση είναι καλύτερη από το είχαμε βασιστεί αποκλειστικά στα δεδομένα οδομετρίας. Έτσι, το τρίγωνο με τη διακεκομμένη γραμμή συμβολίζει την θέση όπου τα δεδομένα οδομετρίας πιστεύουν ότι βρίσκεται, το τρίγωνο με τις τελείες συμβολίζει την θέση που πιστεύει το ίδιο ότι βρίσκεται και τέλος το τρίγωνο με την συνεχόμενη γραμμή συμβολίζει την θέση στην οποία βρίσκεται πραγματικά.

Στην συνέχεια θα ασχοληθούμε κυρίως με το localization κομμάτι του SLAM και συγκεκριμένα με το πώς αυτό επηρεάζεται από την χρήση RFID δεδομένων.

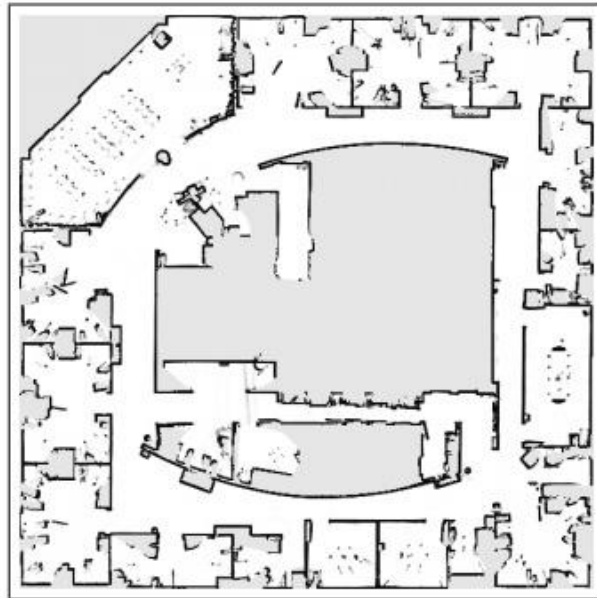
4. SLAM και RFID

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε εργασίες σχετικές με το πρόβλημα του SLAM μέσω RFID δεδομένων καθώς και γενικότερα προβλήματα εντοπισμού θέσης (localization) και πλοήγησης μέσω RFID και θα αναλύσουμε τα πειραματικά τους αποτελέσματα.

4.1 Εντοπισμός των RFID tags στον χώρο (RFID tags mapping)

Με βάση την δημοσίευση της intel[1] παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα του πειράματος εντοπισμού των RFID tags στον χώρο. Οι ερευνητές στο συγκεκριμένο πείραμα καταφέρνουν να εντοπίσουν τα tags χρησιμοποιώντας ένα ρομπότ Pioneer 2 εξοπλισμένο με RFID αναγνώστη της Alien Technology στα 915 MHz και 2 κεραίες.

Το ρομπότ κινείται σε μια προκαθορισμένη τροχιά η οποία έχει υπολογιστεί με laser δεδομένα μέσω SLAM.



Εικόνα 16

Ο χάρτης του εργαστηρίου, όπου εφαρμόστηκε το πείραμα, όπως υπολογίστηκε από τον FastSLAM αλγόριθμο

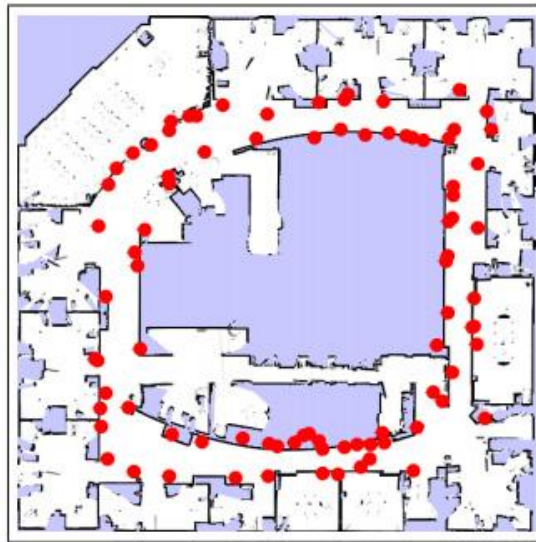
Στον χώρο διαστάσεων 28x28m τοποθετήθηκαν 100 tags. Όταν κάποιο από τα tags εντοπίζεται για πρώτη φορά από τον αναγνώστη γίνεται η διακριτοποίηση του χώρου με την ομοιόμορφη κατανομή ενός συνόλου σημείων σε μια περιοχή όπου μπορεί να βρίσκεται το tag. Στην συνέχεια η πιθανότητα κάποιου δείγματος να βρίσκεται στην θέση του πραγματικού tag πολλαπλασιάζεται με ένα συντελεστή πιθανότητας και τέλος γίνεται μια εξομάλυνση των τιμών και υπολογίζεται η θέση του tag. Ένα παράδειγμα της εξελικτικής αυτής διαδικασίας του εντοπισμού ενός tag από τον αναγνώστη του ρομπότ παρουσιάζεται στην εικόνα 17.



Εικόνα 17

Η εξέλιξη ως προς το χρόνο της πιθανότητας να βρίσκεται το tag σε μια συγκεκριμένη θέση στο χώρο.

Οι διαδοχικές εικόνες που βλέπουμε πιο πάνω παρουσιάζουν την εξέλιξη της υπόθεσης για την θέση του RFID tag στον χώρο μετά από 6,17,25 και 200 μετρήσεις. Παρατηρούμε πως η εξελικτική αυτή διαδικασία καταλήγει σε ένα και μοναδικό σημείο ωστόσο αυτή η περίπτωση δεν είναι ο κανόνας καθώς πολλές φορές λόγω της θέσης του tag το robot δεν μπορεί να καταλήξει στον προσδιορισμό της θέσης του σημείου.



Εικόνα 18

Οι θέσεις των tags στον χάρτη.

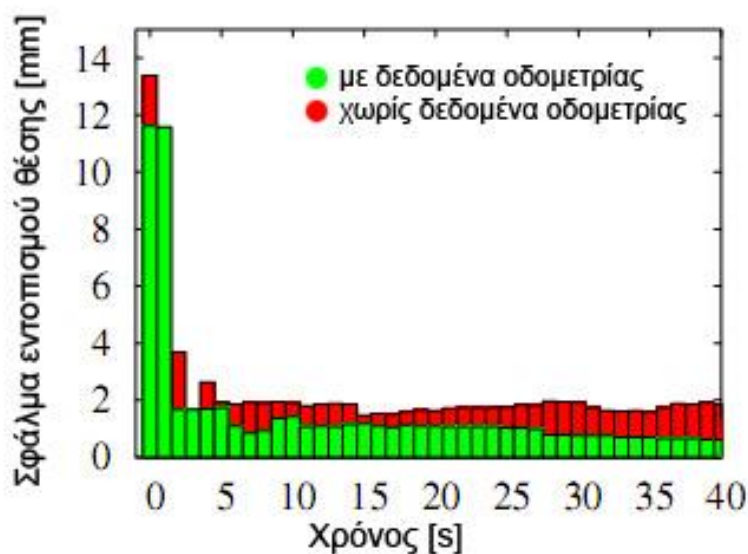
Διανύοντας 791.93 m με μέση ταχύτητα 0.225 m/s το ρομπότ επεξεργάστηκε 50933 εντοπισμούς RFID tag. Ο χάρτης με τις θέσεις των tags (όπως προέκυψαν από τα δείγματα με την υψηλότερη πιθανότητα) παρουσιάζεται στην παραπάνω εικόνα.

4.2 Εντοπισμός θέσης (localization) μέσω RFID

Η πληροφορία αυτή μας επιτρέπει να υπολογίσουμε την θέση στον χώρο του ίδιου του ρομπότ ή κάποιου ατόμου εξοπλισμένου με rfid αναγνώστη.

Στην περίπτωση του ατόμου αγνοούνται τα δεδομένα οδομετρίας τα οποία είναι γνωστά μόνο στην περίπτωση του ρομπότ.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από το πείραμα της intelόπου με γνωστή την θέση των tags γίνεται ο εντοπισμός θέσης του ρομπότ και κάποιου ατόμου με εξοπλισμό εντοπισμού των tags.



Εικόνα 19
Localization μέσω RFID

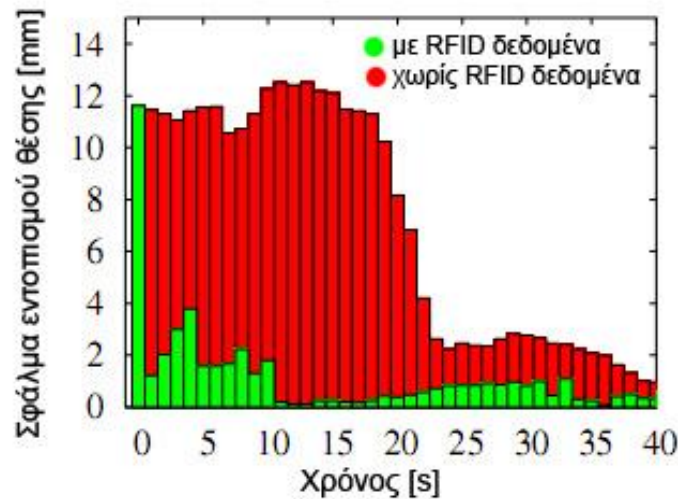
Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα με δεδομένα οδομετρίας είναι κατά κάποιο βαθμό βελτιωμένα σε σχέση με τα αποτελέσματα χωρίς δεδομένα οδομετρίας ωστόσο από τα μεγέθη του σφάλματος γίνεται κατανοητό ότι ο εντοπισμός θέσης με RFID είναι απόλυτα εφαρμόσιμος και εφικτός.

Κάλλιστα λοιπόν θα μπορούσαν να υπάρξουν εφαρμογές εντοπισμού θέσης όπου το αποκλειστικό αισθητήριο του περιπλανώμενου οχήματος, ατόμου, κλπ θα ήταν τα RFID tags.

4.3 Συνδυασμός laser και RFID δεδομένων για τον εντοπισμό θέσης

Στις περισσότερες εφαρμογές SLAM η κύρια πηγή δεδομένων είναι ο αισθητήρας laser (laser range finder). Έτσι με δεδομένο ότι η τεχνολογία αυτή είναι προεγκατεστημένη ως υλικό (hardware) σε πολλές εφαρμογές θα ήταν ενδιαφέρον να μελετήσουμε πως επηρεάζεται η απόδοση της στον εντοπισμό θέσης αν συνδυαστεί με δεδομένα και από RFID.

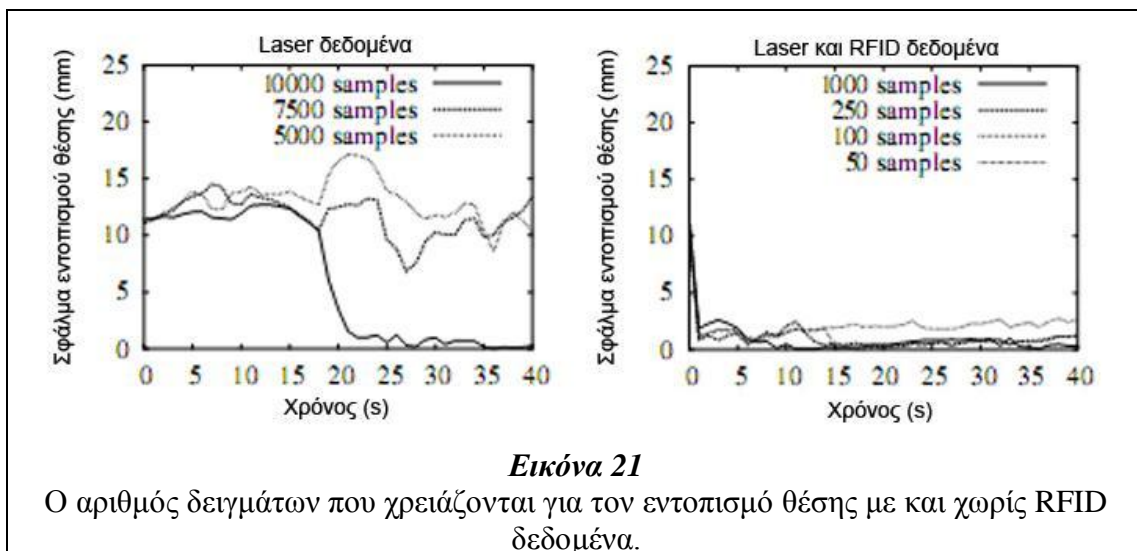
Το ακόλουθο διάγραμμα ,επίσης από το πείραμα της intel,μας δείχνει πώς μεταβάλλεται το σφάλμα εντοπισμού θέσης σε mm με την προσθήκη του RFID localization.



Εικόνα 20

Localization με συνδυασμό δεδομένων laser και RFID

Παρατηρούμε ότι ο συνδυασμός δεδομένων RFID με τα δεδομένα laser προκαλεί δραματική μείωση στον χρόνο που χρειάζεται για τον εντοπισμό θέσης. Το localization δηλαδή με την χρήση δεδομένων RFID μπορεί να συνεισφέρει θετικά ακόμα και όταν χρησιμοποιούνται αισθητήρες υψηλής ακρίβειας όπως οι αισθητήρες laser.



Εικόνα 21

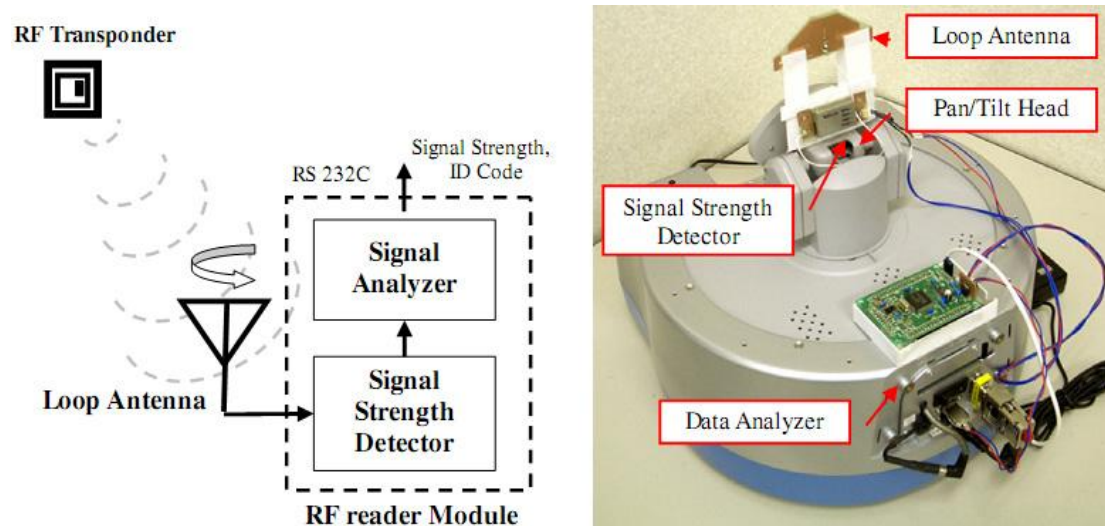
Ο αριθμός δειγμάτων που χρειάζονται για τον εντοπισμό θέσης με και χωρίς RFID δεδομένα.

Επιπροσθέτως, η χρήση RFID δεδομένων σε συνδυασμό με τους αισθητήρες laser μειώνει σημαντικά τον αριθμό των δειγμάτων που χρειάζονται για τον εντοπισμό θέσης. Στα διπλάνα διαγράμματα βλέπουμε πώς ο εντοπισμός θέσης με laser δεδομένα χρειάζεται πάνω από 10000 δείγματα ώστε να είναι αποτελεσματικός και η διακύμανση του χρόνου εντοπισμού επηρεάζεται σημαντικά από τον αριθμό των

δειγμάτων. Αντίθετα ο εντοπισμός θέσης όταν εισάγονται και τα RFID δεδομένα φαίνεται πρακτικά ανεπηρέαστος από τον αριθμό των δειγμάτων και είναι αποτελεσματικός ακόμη και με μόνο 50 δείγματα.

4.4 Πλοήγηση μεσω RFID

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε μια εργασία πλοήγησης αυτόνομου ρομπότ σε σταθερό στόχο [6]. Το πείραμα εκτελείται με την χρήση του ρομπότ και της διάταξης που φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 22

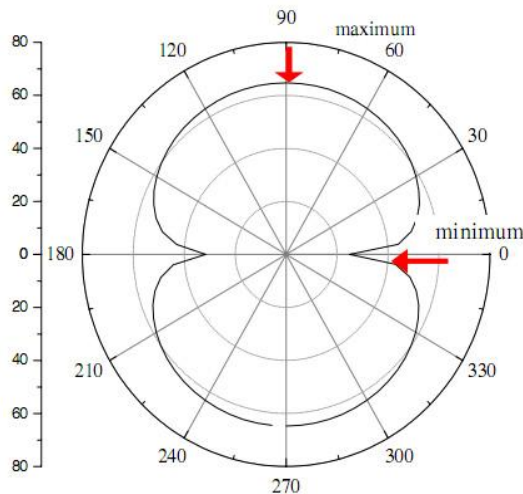
Αριστερά, το διάγραμμα του συστήματος. Δεξιά, φωτογραφία του ρομπότ.

Το σύστημα αποτελείται από την κεραία, τον ελεγκτή της έντασης του σήματος της κεραίας και τον αναλυτή σήματος.

Για την πλοήγηση ενός ρομπότ σε σταθερό στόχο πρέπει να γνωρίζουμε πού βρίσκεται σε σχέση με αυτό. Πρέπει δηλαδή να γνωρίζουμε:

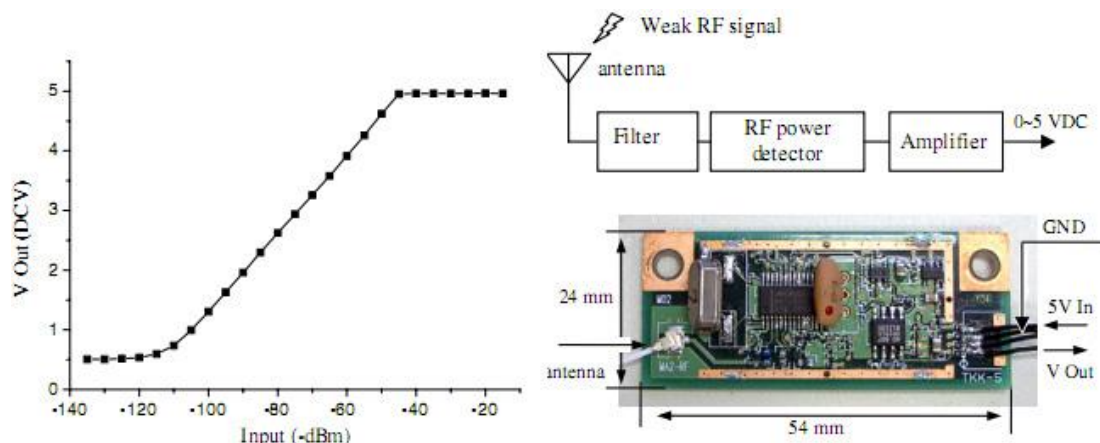
- Την απόσταση του από τον στόχο και
- Την γωνία που σχηματίζεται μεταξύ στόχου και ρομπότ.

Η κεραία του συστήματος έχει κατασκευαστεί αποκλειστικά για το συγκεκριμένο ρομπότ. Είναι σε υψηλό βαθμό κατευθυντική και ο λοβός λήψης της φαίνεται στην εικόνα 23. Στον λοβό λήψης παρατηρούμε δυο μέγιστα και δύο ελάχιστα τα οποία χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της θέσης του tag. Όταν η γωνία της περιστρεφόμενης κεραίας και του tag ως προς το ρομπότ συμπίπτουν τότε έχουμε ελάχιστο. Οπότε αν γνωρίζουμε την γωνία της κεραίας ως προς το ρομπότ τότε γνωρίζουμε και την γωνία του tag ως προς το ρομπότ.



Εικόνα 23
Ο λοβός λήψης της κεραίας

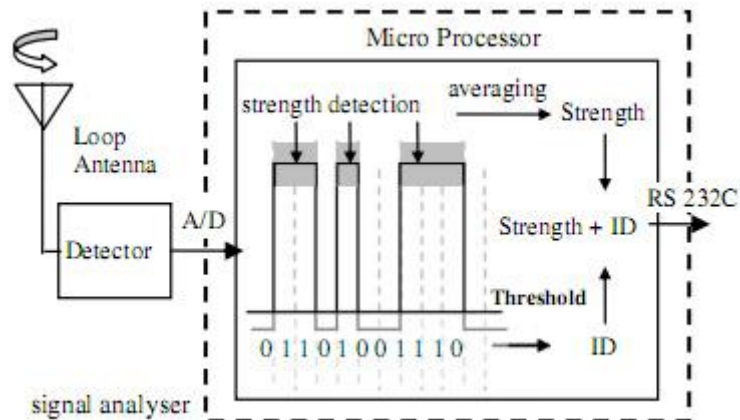
Το δεύτερο ζητούμενο, δηλαδή η απόσταση του στόχο, υπολογίζεται μέσω του ελεγκτή της έντασης του σήματος. Συγκεκριμένα όταν το σήμα που λαμβάνεται είναι στην περιοχή των -120dBm έως -45dBm κατευθύνεται στον ελεγκτή σήματος όπου φιλτράρεται και τελικά από τον ενισχυτή της διάταξης προκύπτει DC τάση μεταξύ 0 και 5V. Ο ελεγκτής σήματος φαίνεται στην εικόνα 24.



Εικόνα 24
Ο ελεγκτής έντασης του λαμβανόμενου σήματος.

Το σήμα κάποιου RFID tag που λαμβάνεται μέσω της κεραίας κατευθύνεται στον ελεγκτή έντασης του κύματος και προκύπτει ένας DC παλμός ο οποίος στέλνεται στον A/D μετατροπέα του μικροελεγκτή που υπάρχει στον αναλυτή σήματος.

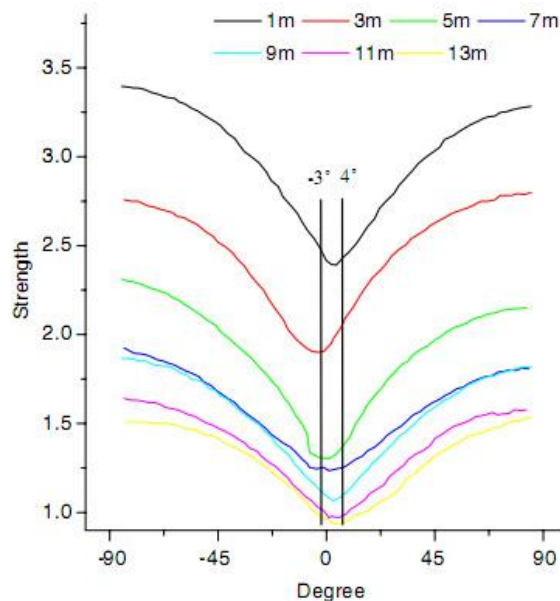
Από το αποτέλεσμα της A/D μετατροπής, όπως φαίνεται και στην εικόνα 25, προκύπτει η μέση ένταση του σήματος καθώς και το αναγνωριστικό (ID) του RFID tag από το οποίο γίνεται λήψη. Τα δεδομένα αυτά αποστέλλονται στο ρομπότ μέσω της θύρας RS232C.



Εικόνα 25

Η δομή και ο τρόπος λειτουργίας του αναλυτή σήματος

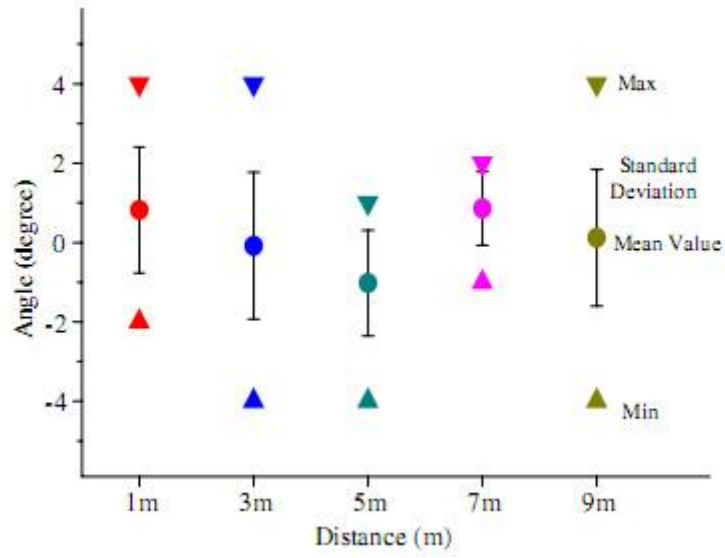
Η ικανότητα του παραπάνω συστήματος να εντοπίζει την κατεύθυνση από την οποία προέρχεται το λαμβανόμενο σήμα είναι αυτό που εξετάζεται στην συνέχεια. Έτσι, στην εικόνα 26 παρουσιάζεται το διάγραμμα της έντασης του λαμβανόμενου σήματος για διάφορες θέσεις μέτρησης



Εικόνα 26

Η ένταση του λαμβανόμενου σήματος όπως προκύπτει από διάφορες θέσεις μέτρησης.

Το σφάλμα εντοπισμού θέσης παρουσιάζεται στο επόμενο διάγραμμα και μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ακρίβεια του συστήματος σχετικά με τον εντοπισμό της θέσης του RFID tag που εκπέμπει μεταβάλλεται με την απόσταση. Ωστόσο, το μέσο σφάλμα είναι στην περιοχή ± 1 μοίρας ενώ το μέγιστο σφάλμα είναι στην περιοχή ± 4 μοιρών. Τα αποτελέσματα αυτά εξασφαλίζουν ικανοποιητική ακρίβεια για το σύστημα.



Εικόνα 27

Το σφάλμα εντοπισμού της θέσης του tag από το οποίο γίνεται λήψη μεταβάλλεται με την απόσταση.

5. Εξομοίωση του προβλήματος εντοπισμού θέσης με RFID

Βασιζόμενοι στις εργασίες που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο θα προσπαθήσουμε να εξομοιώσουμε έναν απλό αλγόριθμο εντοπισμού θέσης των tags στον χώρο, η οποία είναι και η θεμελιώδης λειτουργία του SLAM με RFID δεδομένα. Η εξομοίωση θα γίνει μέσω του προγράμματος Player project. Ακολουθεί ο οδηγός εγκατάστασης του προγράμματος εξομοίωσης, η περιγραφή του αλγόριθμου εύρεσης των tags και τέλος η εκτέλεση της εξομοίωσης.

5.2 Οδηγίες εγκατάστασης και χρήσης του Player Project

Ο οδηγός εγκατάστασης που ακολουθεί έχει εκτελεστεί σε διανομή Ubuntu αλλά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες διανομές με μικρές αλλαγές.

Πριν την εγκατάσταση του Player Project θα πρέπει να υπάρχουν εγκατεστημένα συγκεκριμένα πακέτα και βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα. Τα πακέτα που χρειάζονται βρίσκονται συγκεντρωμένα στον πίνακα που ακολουθεί και η εγκατάστασή τους μπορεί να γίνει με την εντολή ως εξής:

Αρχικά με την εντολή

```
$ apt-cache search <search_term>
```

ψάχνουμε για το πακέτο που θέλουμε και στην συνέχεια το εγκαθιστούμε με την εντολή

```
$ apt-get install <package_name>
```

Για να μπορέσουμε να εκτελέσουμε τις εντολές αυτές με επιτυχία θα πρέπει να έχουμε δικαιώματα administrator οπότε αρχικά πληκτρολογούμε **sudo** και στην συνέχεια τον κωδικό του administrator ώστε να εισέλθουμε στο σύστημα ως administrator.

Όταν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση των απαιτούμενων πακέτων κατεβάζουμε από την σελίδα του Player Project (<http://sourceforge.net/projects/playerstage/files/>) τα αρχεία εγκατάστασης των Player και Stage. Αποσυμπιέζουμε το αρχείο player-2.1.2.tar.gz και κατευθυνόμαστε μέσα από την κονσόλα στον φάκελο που κάναμε την αποσυμπίεση. Εκεί, εκτελούμε αρχικά την εντολή:

```
$ ./configure
```

Όταν η διαδικασία ολοκληρωθεί, χωρίς σφάλματα, εκτελούμε τις εντολές:

```
$ make
```

Όνομα πακέτου
autotools-dev
build-essential
cpp
libboost-dev
libboost-thread1.33.1
libboost-thread-dev
libboost-signals1.33.1
libboost-signals-dev
libltdl3
libltdl3-dev
libgnomecanvas2-0
libgs10

\$ make install

Όταν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση μπορούμε να ελέγξουμε αν όλα έγιναν σωστά εκτελώντας την εντολή:

\$ player

Η οποία θα πρέπει να μας επιστρέψει κάτι παρόμοιο με αυτό που φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.

libgs10-dev
libgtk2.0-dev (for stage)
libjpeg62-dev
libtool
swig

```
nicktgr15@nicktgr15-laptop:~$ player
Registering driver
Player v.2.1.2
USAGE: player [options] [<configfile>]
```

Where [options] can be:

```
-h          : print this message.
-d <level> : debug message level (0 = none, 1 = default, 9 = all).
-p <port>  : port where Player will listen. Default: 6665
-q         : quiet mode: minimizes the console output on startup.
<configfile> : load the the indicated config file
```

The following 80 drivers were compiled into Player:

```
accel_calib acts amcl amtecpowercube aadv bumper2laser bumper safe
camera1394 cameracompress camerauncompress camerauvc camerav4l
canonvcc4 clodbuster cmucam2 cmvision create dummy erl erratic
fakelocalize festival flockofbirds garminnmea imageseq insideM300 iwspy
kartowriter khepera laserbar laserbarcode lasercspace lasercutter
laserposeinterpolator laserptzcloud laserrescan lasersafe
laservisualbarcode laservisualbw linuxjoystick localbb mapspace
mapfile mapscale mbicp mica2 microstrain3dmg mricp nd obot p2os
passthrough pbs03jn ptu46 readlog relay rflex roboteq roomba rs4leuze
serialstream sicklms200 sicklms400 sicknav200 sickpls sickrfi341
sicks3000 simpleshape skyetekM1 sonyevic30 sphere tcpstream upcbarcode
urglaser vfh vmapfile wavefront wbr914 writelog xsensmt
```

Εικόνα 28 Το πρόγραμμα Player

Στην συνέχεια για να εγκαταστήσουμε το Stage αποσυμπιέζουμε το αρχείο εγκατάστασης σε έναν φάκελο της επιλογής μας, στην συνέχεια μέσω της κονσόλας κατευθυνόμαστε στον φάκελο αυτό και εκτελούμε τις εντολές:

```
$ ./configure
```

```
$ make
```

```
$ make install
```

Σε αυτό το σημείο ολοκληρώνεται η εγκατάσταση των δυο προγραμμάτων. Σε περίπτωση που αντιμετωπίσουμε σφάλματα κατά την εκτέλεση του make μπορούμε να προσθέσουμε τις ακόλουθες γραμμές κώδικα στα αρχεία που προκαλούν τα σφάλματα.

```
#include <unistd.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <iostream>
```

```
#include <algorithm>
```

Ο πιο απλός τρόπος για να εξετάσουμε αν τα δυο προγράμματα εγκαταστάθηκαν σωστά και συνεργάζονται χωρίς πρόβλημα είναι ο ακόλουθος.

Κατευθυνόμαστε μέσω της κονσόλας στον φάκελο worlds που βρίσκεται στον φάκελο με τα αρχεία εγκατάστασης του stage και εκτελούμε:

```
$ player simple.cfg
```

```
$ playerv (σε ένα νέο παράθυρο κονσόλας)
```

Στο παράθυρο του playerv που θα εμφανιστεί επιλέγουμε:

```
"Devices" -> "position2d:0 (stage)" -> "Subscribe" και  
"Devices" -> "position2d:0 (stage)" -> "Control"
```

Τώρα πλέον μετακινώντας το κόκκινο τετράγωνο μπορούμε να κατευθύνουμε το robot οπουδήποτε θέλουμε πάνω στον χάρτη. Αν γίνει αυτό με επιτυχία σημαίνει πως όλα είναι έτοιμα για να αναπτύξουμε τον κώδικά μας.

Για να εκτελέσουμε το αρχείο με τον κώδικα που έχουμε γράψει ακολουθούμε τα εξής βήματα:

Αρχικά εκτελούμε την εντολή:

```
$ player simple.cfg
```

Το αρχείο .cfg είναι αυτό που συνδέει το Player με το περιβάλλον του Stage. Μέσα από το αρχείο .cfg καλείται και ένα δεύτερο αρχείο το simple.world. Τα αρχεία με κατάληξη world καθορίζουν τα χαρακτηριστικά του χάρτη καθώς και τα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω σε αυτόν. Έτσι, μέσα από το αρχείο world φορτώνεται και το αρχείο myrioneer.inc που στην περίπτωση μας είναι ένα robot pioneer. Τα αρχεία inc περιλαμβάνουν πληροφορίες για την δομή και τις δυνατότητες του robot.

Οπότε, για να εξομοιώσουμε ένα περιβάλλον με το robot, τα αντικείμενα με τα οποία αλληλεπιδρά και τον χάρτη χρειάζεται να παραμετροποιήσουμε κατάλληλα τρία αρχεία. Ένα αρχείο .cfg, ένα αρχείο .world και ένα αρχείο .inc.

Τώρα είμαστε έτοιμοι να εκτελέσουμε σε ένα νέο παράθυρο κονσόλας το playerv μέσω του οποίου θα δίνουμε εντολές στο robot.

```
$ playerv
```

Στην συνέχεια αφού γράψουμε τον κώδικα μας σε γλωσσά C++ , τον αποθηκεύουμε σε ένα αρχείο .cc (στην περίπτωση μας test.cc) και τον κάνουμε compile:

```
$ g++ -o test `pkg-config --cflags playerc++` test.cc `pkg-config --libs playerc++`
```

Το εκτελέσιμο αρχείο που προκύπτει το εκτελούμε ως εξής:

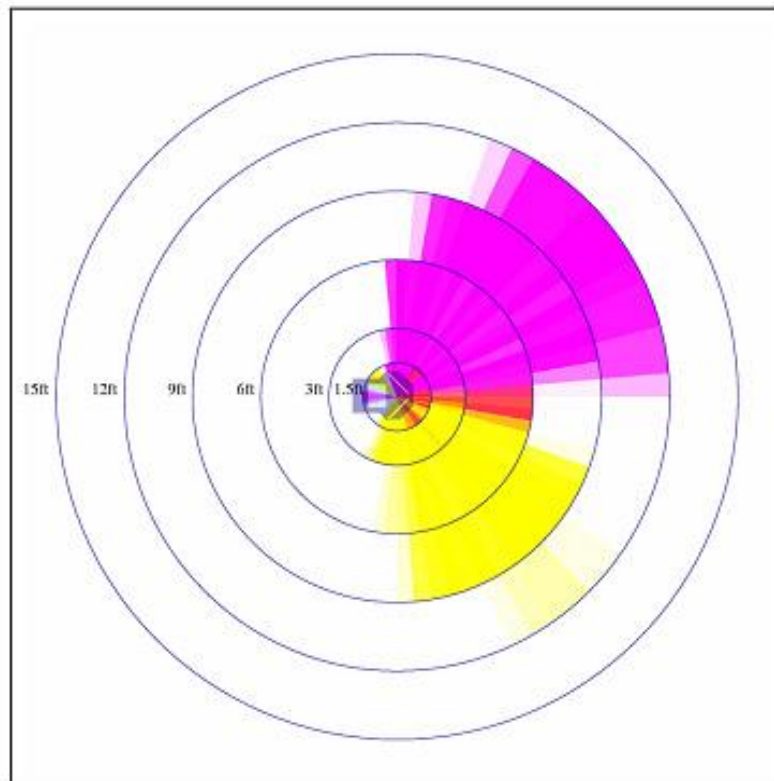
```
$ ./test
```

5.1 Ο αλγόριθμος εύρεσης των RFID tags

Στις περισσότερες εφαρμογές RFID ο αναγνώστης είναι σταθερός ενώ τα rfid tags κινούνται μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό του πεδίο. Στην περίπτωση μας θα αντιστρέψουμε τη σχέση αυτή, θα έχουμε δηλαδή σταθερά rfid tags και κινούμενο αναγνώστη, και θα προσπαθήσουμε να επιλύσουμε το πρόβλημα του εντοπισμού της θέσης των rfid tags.

Βασιζόμενοι στα πειραματικά αποτελέσματα προηγούμενων δημοσιεύσεων θα χρησιμοποιήσουμε ένα απλοποιημένο μοντέλο εντοπισμού των rfid tags από την κεραία του reader.

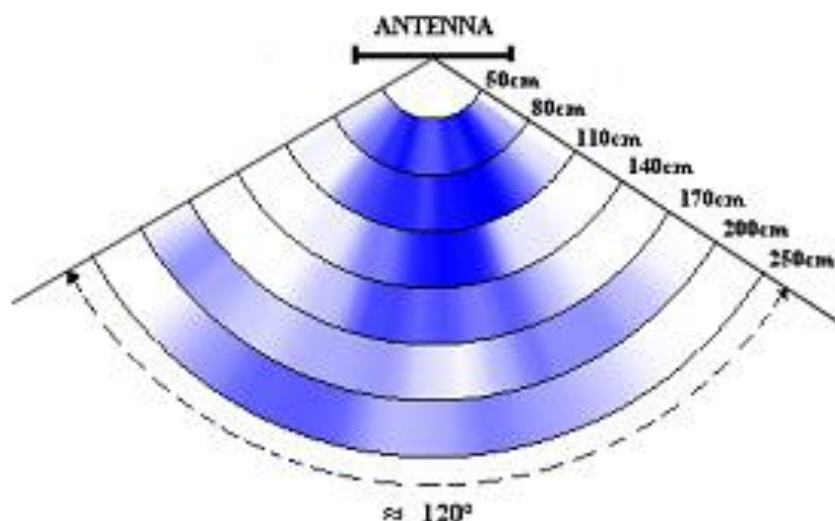
Τα πειραματικά αποτελέσματα προέκυψαν ως εξής. Ένα rfid tag προσαρμόστηκε πάνω σε ένα κουτί και ο αναγνώστης στην συνέχεια περιστράφηκε γύρω από αυτό. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων από την κάθε πιθανή θέση παρουσιάζονται στις εικόνες 29 και 30.



Εικόνα 29

Το πεδίο εντοπισμού των RFID tags όπως προέκυψε πειραματικά από την δημοσίευση της Intel με τίτλο [Mapping and Localization with RFID Technology](#). [1]

Μελετώντας τα σχήματα παρατηρούμε ότι η πιθανότητα εντοπισμού κάποιου rfid tag που βρίσκεται εντός του πεδίου εντοπισμού της κεραίας είναι διαφορετική. Η πιθανότητα εντοπισμού είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης του tag από την κεραία και μεγαλύτερη πάνω στον άξονα που διχοτομεί το πεδίο εντοπισμού της κεραίας.



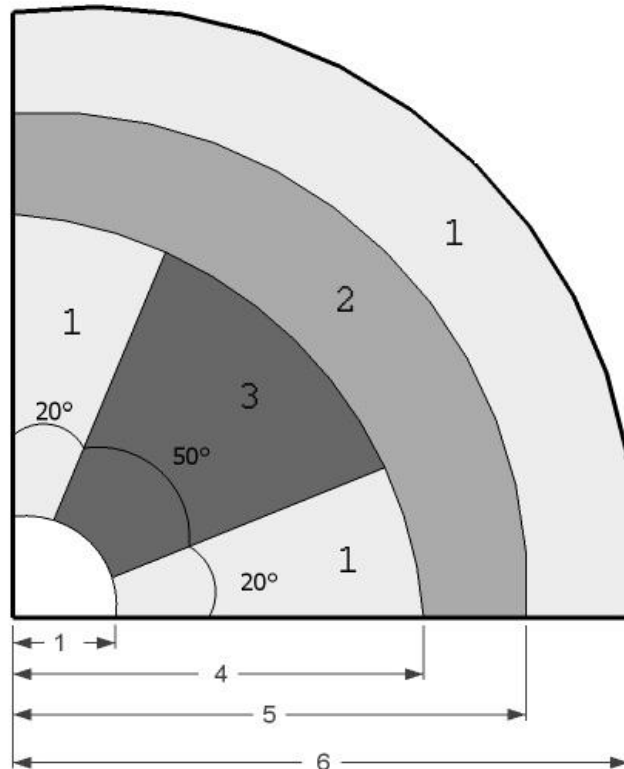
Εικόνα 30

*Το πεδίο εντοπισμού της κεραίας του αναγνώστη όπως προκύπτει πειραματικά στην δημοσίευση *RFID-Based Environment Mapping for Autonomous Mobile Robot Applications* των Annalisa Milella, Paolo Vanadia, Grazia Cicirelli, and Arcangelo Distante[2]*

Στην εικόνα 31 παρουσιάζεται το απλοποιημένο μοντέλο της κεραίας που θα χρησιμοποιηθεί στην εξομοίωση και η μορφή της συμφωνεί με τα πειραματικά αποτελέσματα προηγούμενων δημοσιεύσεων.

Οι περιοχές που είναι εντονότερα χρωματισμένες αντιστοιχούν σε περιοχές με μεγαλύτερη πιθανότητα εντοπισμού του tag από τον αναγνώστη. Οι αριθμοί 1,2,3 που υπάρχουν πάνω από την κάθε περιοχή αποτελούν μέρος του point system που χρησιμοποιείται στην συνέχεια για τον υπολογισμό της θέσης του tag.

Έτσι λοιπόν κατασκευάζουμε μια συνάρτηση για την λειτουργία της κεραίας. Όταν κάποιο tag εισέλθει στο πεδίο εντοπισμού της κεραίας η συνάρτηση επιστρέφει την τιμή 1,2 ή 3 ανάλογα με την θέση του tag ως προς την κεραία.



Εικόνα 31

Απλοποιημένο μοντέλο της κεραίας του αναγνώστη με εντονότερα χρωματισμένες τις περιοχές με την μεγαλύτερη πιθανότητα εντοπισμού του tag.

Κατά τον εντοπισμό του tag από την κεραία δημιουργείται ένα πλέγμα πιθανών θέσεων του στον χώρο που καλύπτεται από το πεδίο της κεραίας.

Σε κάθε σημείο του πλέγματος είναι αποθηκευμένες τρεις τιμές. Η τεταγμένη του, η τετμημένη του και η πιθανότητα να βρίσκεται το tag στο συγκεκριμένο σημείο. Όσο ο αναγνώστης κινείται και το tag εξακολουθεί να βρίσκεται εντός του πεδίου εντοπισμού της κεραίας λαμβάνονται μετρήσεις μέσω της κεραίας από διαφορετικές θέσεις και έτσι ανανεώνεται η μεταβλητή της πιθανότητας του κάθε σημείου.

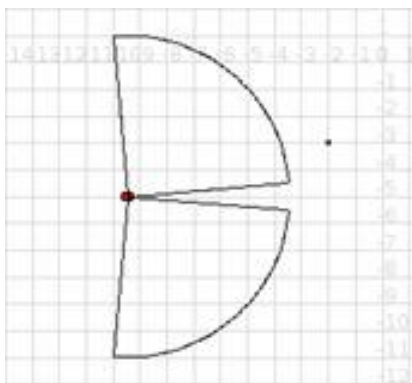
Όταν το tag πάψει να βρίσκεται πλέον στο πεδίο εντοπισμού σταματάει η ανανέωση των τιμών πιθανότητας στα σημεία του πλέγματος και το σημείο εκείνο με το μεγαλύτερο άθροισμα αντιστοιχεί στην προσέγγιση της θέσης του tag στον χώρο.

Ένα παράδειγμα υπολογισμού από μια θέση μέτρησης είναι το επόμενο:

Έστω ότι η συνάρτηση της κεραίας επιστρέφει την τιμή 2. Αυτό σημαίνει ότι το tag βρίσκεται στην περιοχή 2. Έτσι, όλα τα σημεία του πλέγματος που βρίσκονται σε ακτίνα μεταξύ 4 και 5 και γωνία μεταξύ 0 και 90 (σε σχέση με τον αναγνώστη) αυξάνουν το άθροισμα τους κατά 2.

5.3 Εξομοίωση μέσω των προγραμμάτων player και stage

Στην εξομοίωση που θα ακολουθήσει υποθέτουμε πως ο αναγνώστης βρίσκεται πάνω σε ένα αυτοκινούμενο robot και διαθέτει δυο κεραιές όμοιες με αυτή της εικόνας 31 τοποθετημένες όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχήμα.



Εικόνα 32

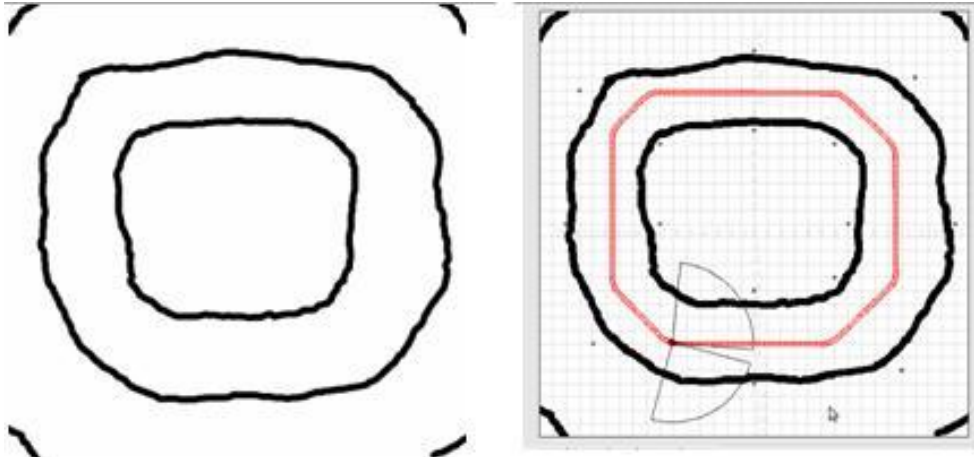
Η θέση των κεραιών πάνω στο αυτοκινούμενο robot κατά την εξομοίωση.

Τα προγράμματα player και stage αποτελούν μέρος του Player project το οποίο είναι μια προσπάθεια δημιουργίας ελεύθερου λογισμικού για την έρευνα στους χώρους της ρομποτικής και των συστημάτων με αισθητήρες. Το player είναι ο δικτυακός server της εφαρμογής ενώ το stage είναι το δυσδιάστατο περιβάλλον εξομοίωσης.

Παρά τη δυσκολία που υπάρχει στο να αντλήσουμε ακριβή αποτελέσματα μέσω του Player project, αποτελεί ίσως το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο περιβάλλον στην εκπαίδευση και την έρευνα σε πολλά προβλήματα ρομποτικής.

Η εγκατάσταση και εκτέλεση των προγραμμάτων Player και Stage έγινε σε περιβάλλον linux και συγκεκριμένα στην διανομή Ubuntu ακολουθώντας τις οδηγίες της προηγούμενης παραγράφου καθώς και του manual του player project. [5]

Ένας απλός χάρτης δημιουργήθηκε για την εξομοίωση και πάνω του τοποθετήθηκαν τα rfid tags τις θέσεις των οποίων καλείται να εντοπίσει το robot. Η τροχιά πάνω στην οποία θα κινηθεί το robot είναι προκαθορισμένη όπως φαίνεται στο σχήμα 7 και σχεδιάστηκε με τρόπο τέτοιο ώστε να μπορεί ο αναγνώστης να εντοπίσει όλα τα tags.



Εικόνα 33

Αριστερά, ο χάρτης προσομοίωσης σε μορφή png. Δεξιά, ο χάρτης Προσαρμοσμένος στο περιβάλλον του stage και το ίχνος της τροχιάς του robot.

Για να πραγματοποιήσουμε μια εξομοίωση στο περιβάλλον των player και stage χρειάζομαστε ένα αρχείο ρύθμισης των παραμέτρων του χάρτη, του ρομπότ, των rfid tags. κλπ (simple.world) ,ένα αρχείο ρύθμισης και πρόσβασης στο robot (simple.cfg) και τέλος τον κώδικα (test.cc) που θα κληθεί να εκτελέσει το robot.

Για την εκκίνηση του stage πληκτρολογούμε στην κονσόλα:

player simple.cfg

```

root@nicktgr15-laptop:~/Desktop/worlds# player simple.cfg
Registering driver
Player v.2.1.2

* Part of the Player/Stage/Gazebo Project [http://playerstage.sourceforge.net].
* Copyright (C) 2000 - 2006 Brian Gerkey, Richard Vaughan, Andrew Howard,
* Nate Koenig, and contributors. Released under the GNU General Public License.
* Player comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY. This is free software, and you
* are welcome to redistribute it under certain conditions; see COPYING
* for details.

PLAYERPATH: /usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin:/usr/X11R6/bin:<INSTALL_DIR>/share/stage/worlds

invoking player_driver_init()...
Stage driver plugin init

```

Εικόνα 34
Player

στην συνέχεια εκτελούμε το βοηθητικό πρόγραμμα playerv ως εξής:

playerv - -position2d

```
nicktgr15@nicktgr15-laptop:~$ playerv --position2d
PlayerViewer 2.1.2
Connecting to [localhost:6665]
Available devices: localhost:6665
simulation:0      stage      unsupported
map:0             stage      ready
position2d:0     stage      subscribed
fiducial:0       stage      ready
fiducial:1       stage      ready
```

Εικόνα 35
playerv

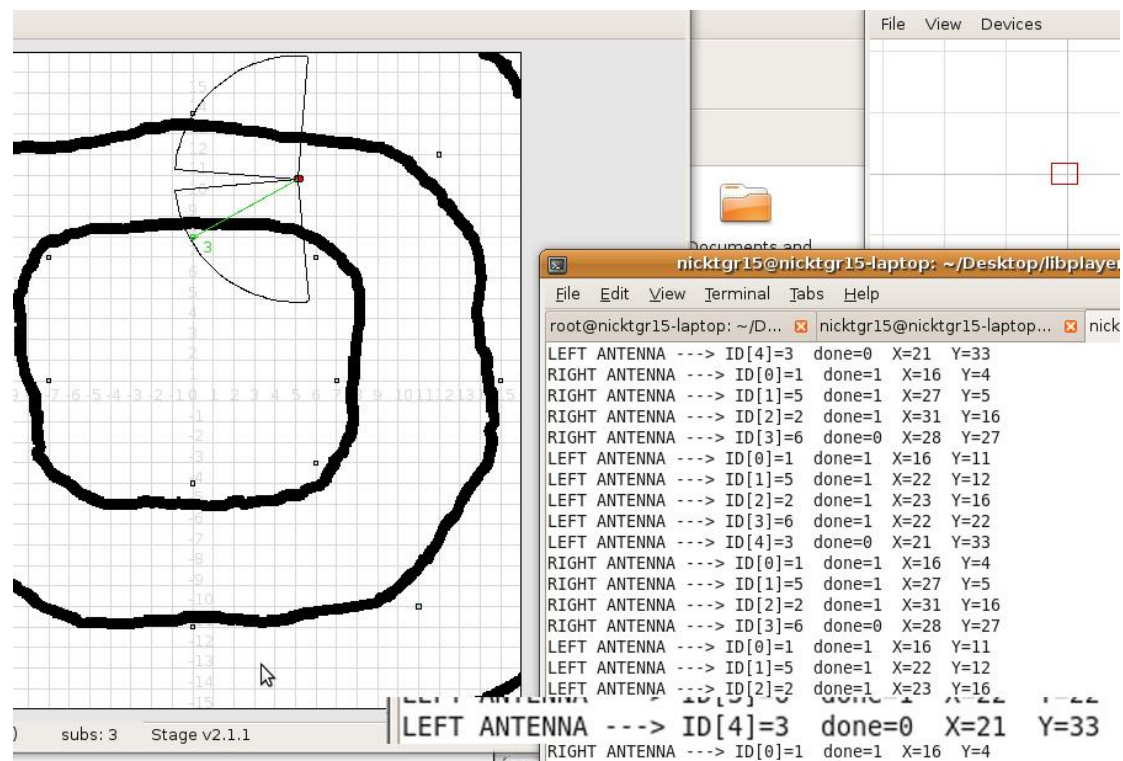
και τέλος αφού κάνουμε compile των κώδικα με την εντολή:

```
$ g++ -o test `pkg-config --cflags playerc++` test.cc `pkg-config --libs playerc++`
```

τον εκτελούμε:

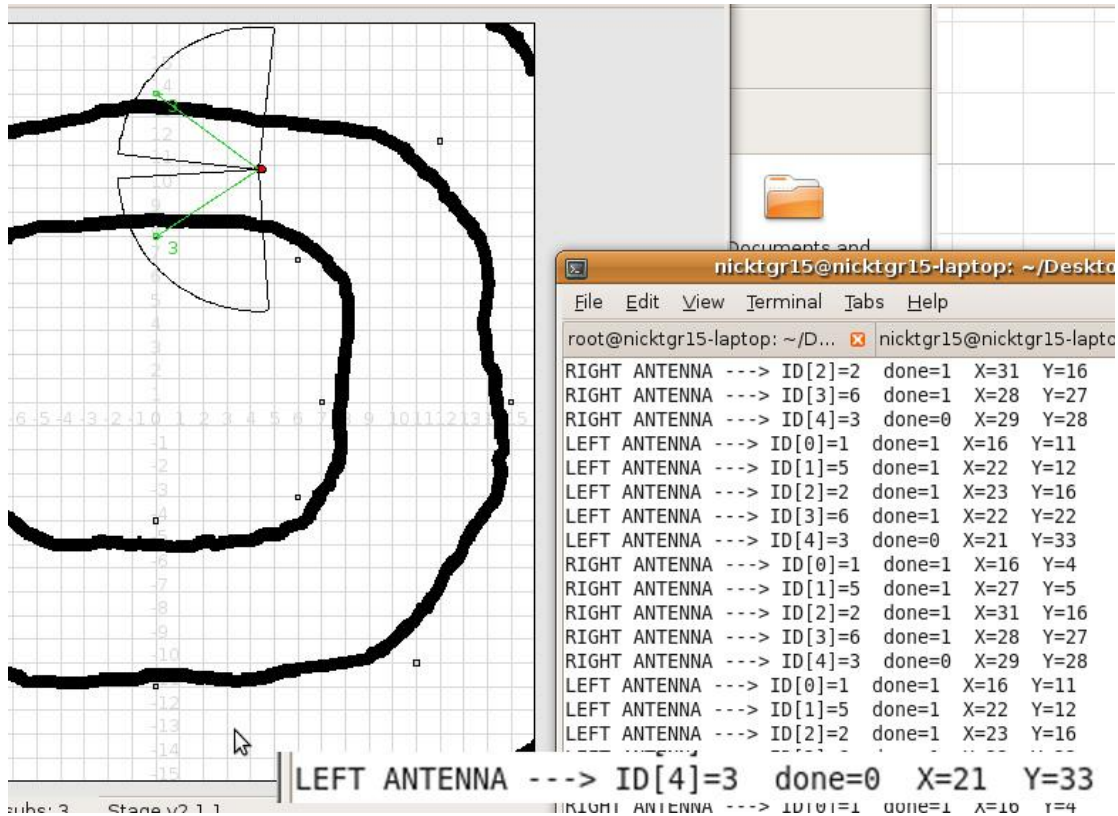
```
./test
```

Στις ακόλουθες εικόνες βλέπουμε πως σταδιακά ο αλγόριθμος εντοπισμού των tags προσδιορίζει την θέση ενός tag. Η αρχή των αξόνων (0,0) βρίσκεται στο κάτω αριστερό άκρο του χάρτη και η διάσταση του είναι 32x32.



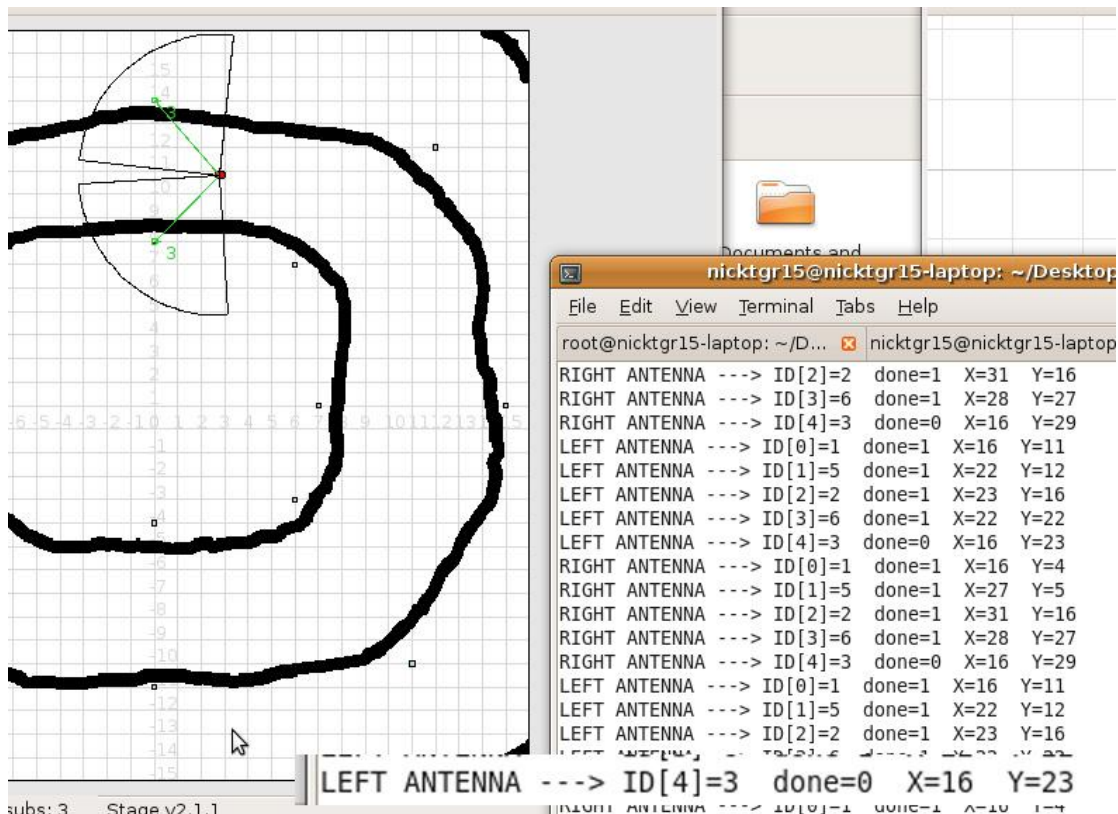
Εικόνα 36

Αρχικό εντοπισμός του rfid tag με id=3 από την αριστερή κεραία του αναγνώστη. Ως πρώτη προσέγγιση δίνεται x=21,y=33.



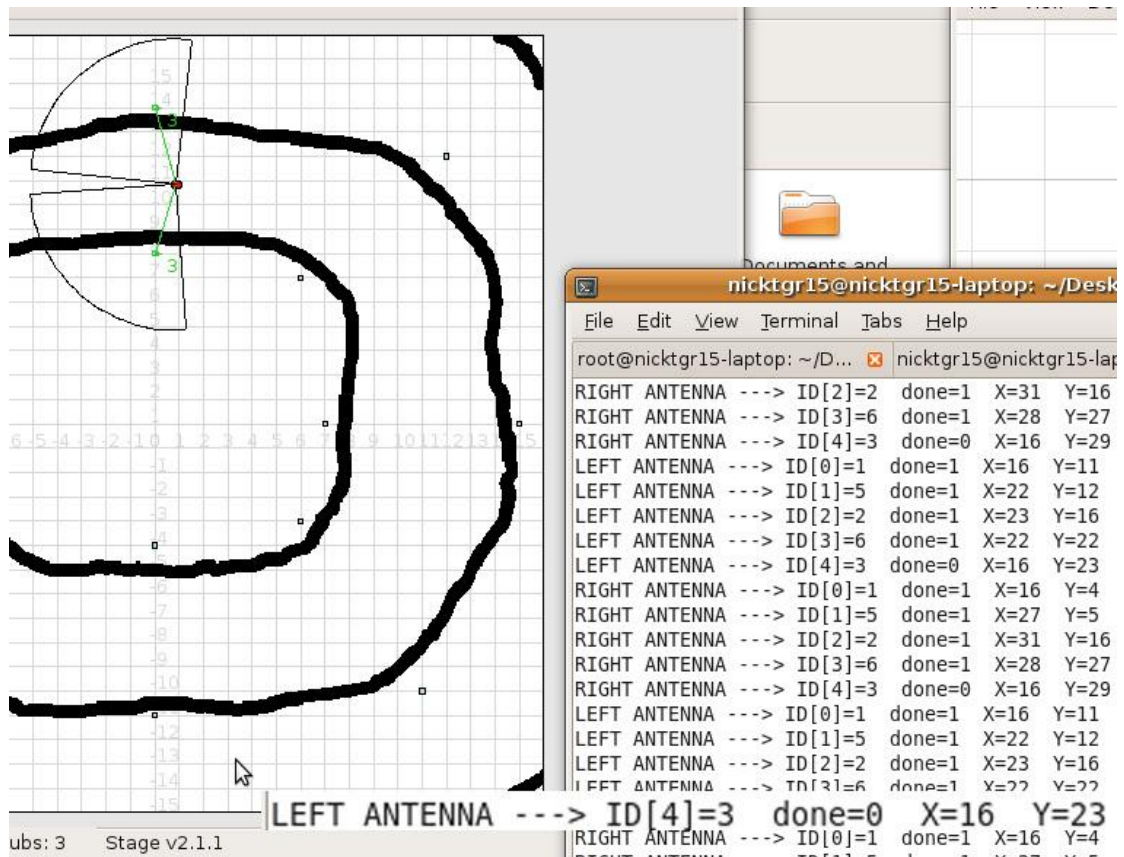
Εικόνα 37

Η προσέγγιση παραμένει η ίδια.



Εικόνα 38

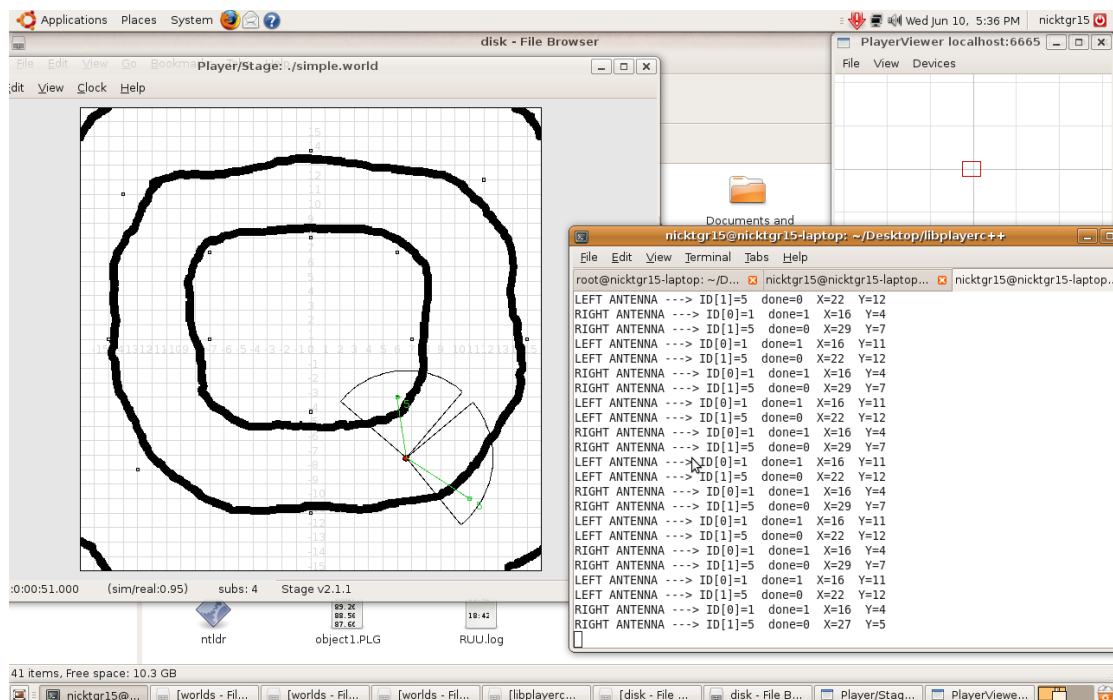
Η προσέγγιση της θέσης μεταβάλλεται και γίνεται $x=16, y=23$



Εικόνα 39

Η προσέγγιση παραμένει $x=16, y=23$ που είναι και οι ακριβείς συντεταγμένες του tag.

Εφαρμόζοντας τα παραπάνω σε κάθε rfid tag που εντοπίζεται και έχοντας την ικανότητα κάθε κεραία να διαχειρίζεται πολλαπλά rfid tags συγχρόνως εκτελούμε την προκαθορισμένη τροχιά και την παρουσιάζουμε στην συνέχεια.



Applications Places System Wed Jun 10, 5:37 PM nicktgr15

disk - File Browser PlayerViewer localhost:6665

Player/Stage: ./simple.world

Documents and Settings

nicktgr15@nicktgr15-laptop: ~/Desktop/libplayerc++

```

root@nicktgr15-laptop: ~$ nicktgr15@nicktgr15-laptop... nicktgr15@nicktgr15-laptop...
LEFT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=22 Y=12
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=0 X=23 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=0 X=31 Y=16
LEFT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=11
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=0 X=23 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=0 X=31 Y=16
LEFT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=11
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=0 X=23 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=0 X=31 Y=16
LEFT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=11
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=0 X=23 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=0 X=31 Y=16

```

42 items, Free space: 10.3 GB

nicktgr15@nicktgr15-laptop: [worlds - Fil... [worlds - Fil... [worlds - Fil... [libplayerc... [disk - File ... [disk - File B... Player/Stag... PlayerViewe...

Applications Places System Wed Jun 10, 5:37 PM nicktgr15

disk - File Browser PlayerViewer localhost:6665

Player/Stage: ./simple.world

Documents and Settings

nicktgr15@nicktgr15-laptop: ~/Desktop/libplayerc++

```

root@nicktgr15-laptop: ~$ nicktgr15@nicktgr15-laptop... nicktgr15@nicktgr15-laptop...
LEFT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=22 Y=12
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=23 Y=16
LEFT ANTENNA --> ID[3]=6 done=0 X=22 Y=22
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=31 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[3]=6 done=0 X=34 Y=23
LEFT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=11
LEFT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=22 Y=12
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=23 Y=16
LEFT ANTENNA --> ID[3]=6 done=0 X=22 Y=22
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=31 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[3]=6 done=0 X=28 Y=27
LEFT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=11
LEFT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=22 Y=12
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=23 Y=16
LEFT ANTENNA --> ID[3]=6 done=0 X=22 Y=22
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=31 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[3]=6 done=0 X=28 Y=27

```

43 items, Free space: 10.3 GB

nicktgr15@nicktgr15-laptop: [worlds - Fil... [worlds - Fil... [worlds - Fil... [libplayerc... [disk - File ... [disk - File B... Player/Stag... PlayerViewe...

Applications Places System Wed Jun 10, 5:38 PM nicktgr15

disk - File Browser PlayerViewer localhost:6665

Player/Stage: ./simple.world

Documents and Settings

nicktgr15@nicktgr15-laptop: ~/Desktop/libplayerc++

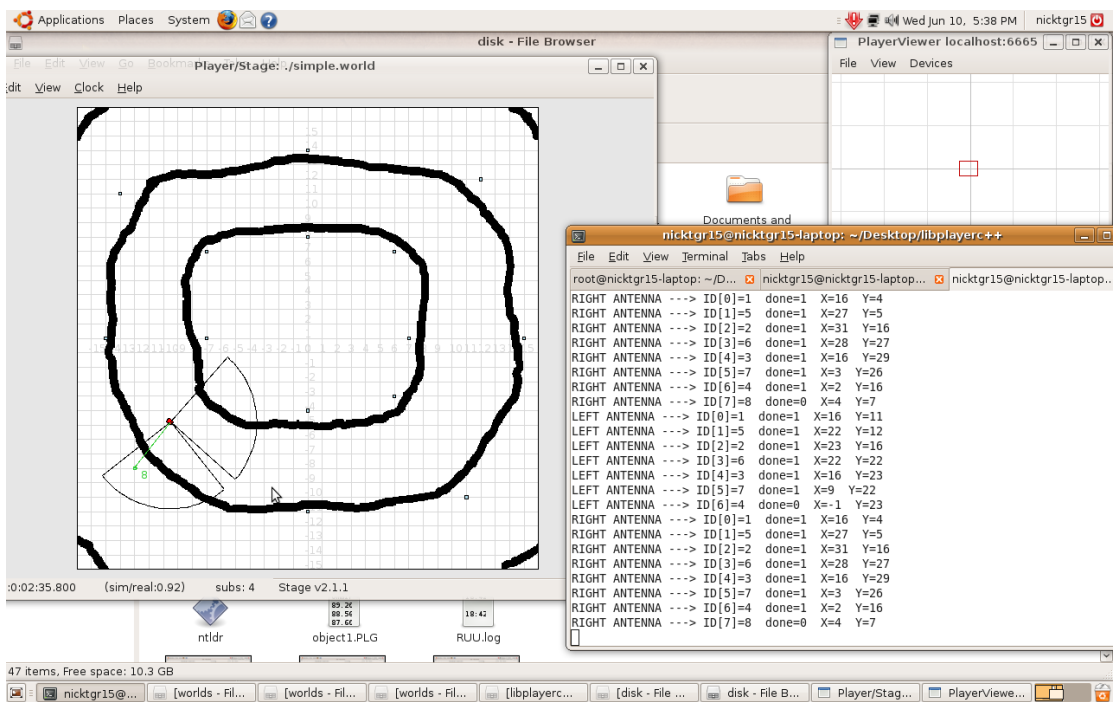
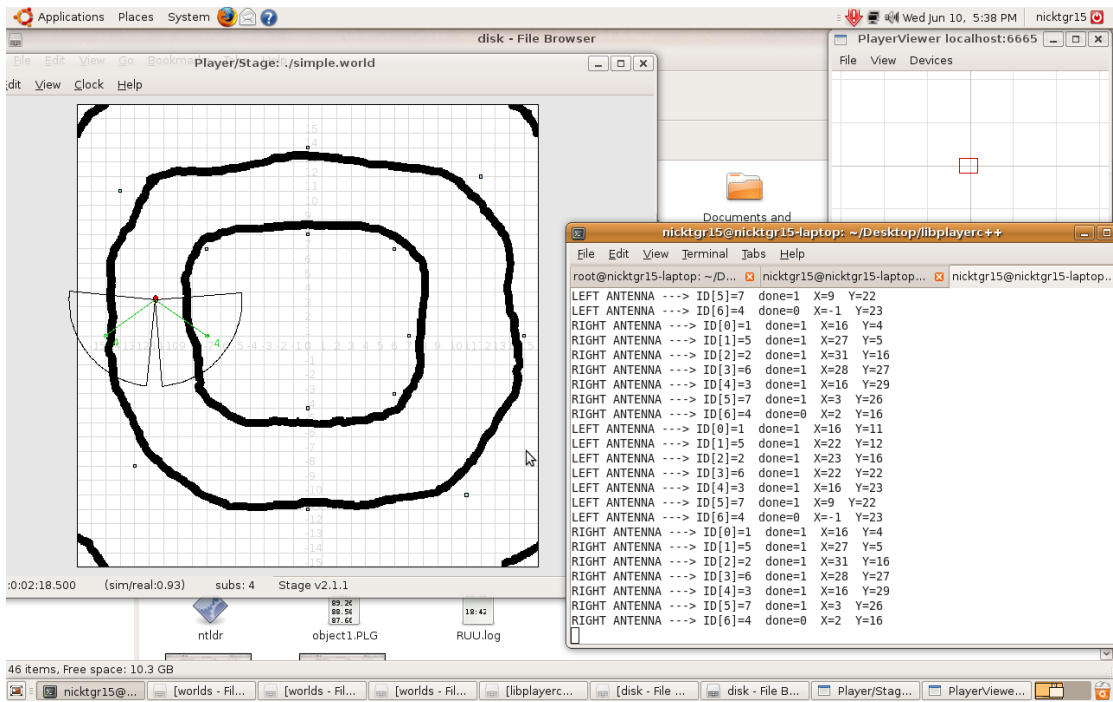
```

root@nicktgr15-laptop: ~$ nicktgr15@nicktgr15-laptop... nicktgr15@nicktgr15-laptop...
LEFT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=22 Y=12
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=23 Y=16
LEFT ANTENNA --> ID[3]=6 done=1 X=22 Y=22
LEFT ANTENNA --> ID[4]=3 done=1 X=16 Y=23
LEFT ANTENNA --> ID[5]=7 done=0 X=7 Y=24
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=31 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[3]=6 done=1 X=28 Y=27
RIGHT ANTENNA --> ID[4]=3 done=1 X=16 Y=29
RIGHT ANTENNA --> ID[5]=7 done=0 X=3 Y=26
LEFT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=11
LEFT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=22 Y=12
LEFT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=23 Y=16
LEFT ANTENNA --> ID[3]=6 done=1 X=22 Y=22
LEFT ANTENNA --> ID[4]=3 done=1 X=16 Y=23
LEFT ANTENNA --> ID[5]=7 done=0 X=7 Y=24
RIGHT ANTENNA --> ID[0]=1 done=1 X=16 Y=4
RIGHT ANTENNA --> ID[1]=5 done=1 X=27 Y=5
RIGHT ANTENNA --> ID[2]=2 done=1 X=31 Y=16
RIGHT ANTENNA --> ID[3]=6 done=1 X=28 Y=27
RIGHT ANTENNA --> ID[4]=3 done=1 X=16 Y=29
RIGHT ANTENNA --> ID[5]=7 done=0 X=3 Y=26

```

45 items, Free space: 10.3 GB

nicktgr15@nicktgr15-laptop: [worlds - Fil... [worlds - Fil... [worlds - Fil... [libplayerc... [disk - File ... [disk - File B... Player/Stag... PlayerViewe...



Εικόνα 40

Η τελική εξομοίωση του αλγόριθμου εύρεσης των tags.

6. Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω έγινε κατανοητό ότι η τεχνολογία RFID βρίσκεται πλέον σε ένα ώριμο στάδιο. Υπάρχει πληθώρα κατασκευαστών και προϊόντων που μπορούν ουσιαστικά να καλύψουν οποιαδήποτε ανάγκη μπορεί να υπάρξει από πλευράς εξοπλισμού.

Καθημερινά συναντάμε το RFID στην ζωή μας και η πρακτική αξιοποίηση και εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι γεγονός αδιαμφισβήτητο. Στα μάτια πολλών από εμάς η χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στον χώρο του εμπορίου κυρίως ίσως να την περιορίζει σε στενά πλαίσια. Μέσα όμως από την διπλωματική αυτή εργασία καταφέραμε να δούμε πως τεράστια οφέλη μπορούν να προκύψουν από την χρήση της τεχνολογίας αυτής σε ένα πεδίο εφαρμογών αρκετά μακριά από τους σκοπούς για τους οποίους χρησιμοποιείται συνήθως.

Μελετώντας προηγούμενες εργασίες διαπιστώσαμε ότι ο εντοπισμός της θέσης ενός αυτόνομου ρομπότ πάνω στον χάρτη είναι κάτι που μπορεί να γίνει αποκλειστικά μέσω RFID με πολύ καλά αποτελέσματα και παράλληλα διαπιστώσαμε την δραματική αύξηση της απόδοσης του localization σε SLAM αλγορίθμους με την χρήση RFID δεδομένων.

Εξοικειωθήκαμε με το Player Project, ένα από τα δημοφιλέστερα προγράμματα εξομοίωσης αυτοκινούμενων ρομπότ και μέσα από την υλοποίηση του αλγόριθμου εντοπισμού των tags ήρθαμε σε μια πρώτη επαφή με του μηχανισμούς που βρίσκονται πίσω από την λειτουργία τέτοιων αλγορίθμων και τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά την υλοποίησή τους.

Η περαιτέρω εργασία που μπορεί να γίνει με βάση την αποκτηθείσα γνώση είναι η εκτέλεση του αλγόριθμου εντοπισμού των tags από ένα πραγματικό ρομπότ στον χώρο και η σύγκριση των αποτελεσμάτων της εξομοίωσης και του πραγματικού πειράματος. Κάποιο project στο οποίο το ρομπότ θα εκτελούσε το localization στον χώρο μέσω RFID δεδομένων μόνο θα ήταν η καλύτερη παρουσίαση όσων αναφέρθηκαν στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

Επίσης, σε πιο θεωρητικό επίπεδο θα μπορούσε να γίνει σύγκριση μεταξύ αλγορίθμων εντοπισμού RFID tags στον χώρο με σκοπό την εύρεση του βέλτιστου εξ αυτών ή ακόμα και τη σχεδίαση ενός νέου αλγόριθμου που θα συνδυάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά των προηγούμενων.

Αναφορές

- [1] M. Philipose, K.P. Fishkin, D. Fox, D. Hahnel, and W. Burgard. Mapping and localization with RFID technology. Technical Report IRS-TR-03-014, Intel Research, December 2003.
- [2] Annalisa Milella, Paolo Vanadia, Grazia Cicirelli, and Arcangelo Distanto. RFID-Based Environment Mapping for Autonomous Mobile Robot. Applications Advanced intelligent mechatronics, 2007 iee/asme international conference. pp.2
- [3] Alexander Kleiner, Johann Prediger and Bernhard Nebel. RFID Technology-based Exploration and SLAM for Search And Rescue. Intelligent Robots and Systems, 2006 IEEE/RSJ International Conference. pp.5
- [4] WISPMichael Buettner Ben Greenstein Alanson Sample Joshua R. Smith . Demonstration: RFID Sensor Networks with the Intel
- [5]Stage Manual Richard Vaughan and contributors Player Manual Brian Gerkey and contributors
- [6] Myungsik Kim *, Nak Young Chong. RFID-based mobile robot guidance to a stationary target. Japan Advanced Institute of Science and Technology, School of Information Science, 1-1 Asahidai, Nomi, Ishikawa 923-1292, Japan
Received 28 March 2006; accepted 17 January 2007.
- [7] Michael Montemerlo , Sebastian Thrun, Daphne Koller, Ben Wegbreit. FastSLAM: A Factored Solution to the Simultaneous Localization and Mapping Problem. pp.2