



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

<<ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ
ΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΟΠΛΟΙΑ>>



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ :

ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΒΕΝΤΙΚΟΣ
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2011

Άνοιξε τ' άσπρα του φτερά
ο αστερομάτης γλάρος
και χύθηκε μεσ' τ' άπειρο,
το γαλανό... ένας φάρος
και κάποια ολόχρυση αμμουδιά
δυο τρεχαντήρια λυγερά
με φουσκωμένα τα πανιά
πέρα κει κάτω γνέφοντας
τον γλυκοπροσκαλούνε.

Πόσες φορές! Πολλές φορές...
Χρόνια και χρόνια τώρα
τέτοιο ταξίδι πόθησα
για κάποια ονειροχώρα
Και στις θαμπές του ζωγραφιές,
που στην ψυχή κοπαδιαστές
προσφέρονται μελωδικές
κι' ολόγλυκες τα μάτια μου
νοσταλγικά σφάλουνε.

Ποιο, ποιο καράβι σπλαχνικό
μαζί του θα με πάρει...
Αχ! Του πουλιού του κάτασπρου
κι' ας είχα εγώ τη χάρη...
Μ' αλλοίμονό μου φοβερό,
χωρίς πανί, χωρίς φτερό
χρόνια και χρόνια τριγυρνώ
και τα φτωχά μου τα όνειρα
χλωμά φυλλορρούνε...

Γι' αυτό και σήμερα βαριά
τα βήματα μου σέρνω
σαν πάντοτε στο σούρουπο
και θλιβερά τα φέρνω
στην έρμη την ακρογιαλιά...
Κι από κειδά, πικρά-πικρά,
τον κάθε γλάρο που κινά
νοσταλγικά τα δάκρυα μου
τον αποχαιρετούνε.

*Αφιερώνεται στους γονείς μου,
Στυλιανό και Εσθήρ*

Θα ήθελα να ευχαριστήσω μία πληθώρα ανθρώπων για τις πολύτιμες συμβουλές και γνώσεις που μου μετέδωσαν για το συγκεκριμένο θέμα, συγγενείς, φίλους, αγαπημένα πρόσωπα, καθηγητές, συμφοιτητές, απόφοιτους και πολλούς άλλους.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κύριο Βεντίκο Νικόλαο για τη συμπαράστασή του. Επίσης, και πιο ουσιαστικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου και τον πατέρα μου, οι οποίοι με βοήθησαν ψυχολογικά και με ενθάρρυναν να συνεχίσω και να ολοκληρώσω αυτό το έργο.

Περιεχόμενα

Λίστα Πινάκων.....	10
Λίστα Σχημάτων	10
Περίληψη.....	15
Summary.....	17
Εισαγωγή	19
Κεφάλαιο 1	20
Παρουσίαση και ανάλυση τρόπων ανίχνευσης.....	20
1.1 Τι είναι το SWOT analysis	22
1.1.1 Εφαρμογή.....	22
1.2 Μικροκυκλώματα (microchip) σε ανθρώπους (είτε ενσωματωμένα είτε όχι).....	24
1.2.1 Μικροκυκλώματα σε Ανθρώπους και Τεχνολογία.....	24
1.3 Ανιχνευτές κίνησης.....	28
1.3.1 Ανιχνευτές κίνησης πιο αναλυτικά.....	28
1.3.1.1 Αισθητήρες.....	29
1.3.1.2 Ανιχνευτές κίνησης τεχνολογίας	30
1.4 Ανιχνευτές θερμότητας	31
1.4.1 Ανιχνευτές θερμότητας πιο αναλυτικά.....	32
1.4.1.1 Ανιχνευτές που μετρούν το ποσοστό ανόδου της θερμοκρασίας.....	32
1.4.1.2 Ανιχνευτές που μετρούν τη σταθερότητα της θερμοκρασίας.....	33
1.4.1.3 Επιλογή ανιχνευτή θερμότητας.....	33
1.5 GPS.....	34
1.5.1 GPS πιο αναλυτικά (Global Positioning System)	35
1.5.1.1 Το παρελθόν	35
1.5.1.2 Λειτουργικά τμήματα	37
1.5.1.3 Φορητές συσκευές GPS.....	38
1.5.1.4 GPS GPRS GSM – Δορυφορικός Εντοπισμός	40

1.5.1.4.1 Εφαρμογές Ανίχνευσης Θέσης με GPS.....	40
1.5.1.4.2 Ασφάλεια Κλοπής Laptop.....	41
1.5.1.4.3 Προστασία Ανηλίκων & Ηλικιωμένων	41
1.5.1.4.4 Εντοπισμός Χαμένων Κατοικίδιων	41
1.5.1.4.5 Ζωντανός (Real Time) & Στιγμιαίος Εντοπισμός Θέσης	42
1.5.1.4.6 Χρήση Συσκευής Εντοπισμού Θέσης GPS	43
1.5.1.4.7 GPS – GPRS – GSM – Εντοπισμός μέσω κινητού.....	44
1.5.1.4.8 GPS – GPRS – GSM – Εντοπισμός μέσω υπολογιστή	44
1.6 Ανίχνευση μέσω κινητής τηλεφωνίας.....	46
1.7 Ανίχνευση μέσω ειδικού ρουχισμού.....	47
1.7.1 Ανίχνευση μέσω ρούχων πιο αναλυτικά.....	48
1.7.1.1 Έξυπνα' ενδύματα	48
1.7.1.2 Πληροφορίες ζωτικής σημασίας	49
1.8 Barcodes	50
1.8.1 Barcodes πιο αναλυτικά	50
1.8.1.1 Ιστορία.....	51
1.8.1.1.1 Ο Collins στο Sylvania	52
1.8.1.1.2 Αναγνωριστικά Υπολογιστών	53
1.8.1.1.3 UPC	53
1.8.1.2 Χρήση.....	55
1.8.1.3 Τύποι των barcodes.....	56
1.8.1.3.1 Γραμμικοί barcodes.....	56
1.8.1.3.2 Matrix (2D) barcodes.....	59
1.8.1. (Πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς barcodes).....	62
1.9 RFID.....	65
Κεφάλαιο 2.....	67

Εύρεση καταλληλότερης μεθόδου ανίχνευσης	67
2.1 Ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων απόφασης (Multi-criteria decision analysis,MCDA)	67
2.1.1 Μέθοδοι MCDA	67
2.2 Εφαρμογή της MCDA.....	70
Κεφάλαιο 3 Ανάλυση τεχνολογίας RFID	77
3.1 Μελλοντικές τάσεις.....	79
3.2 Ασφάλεια πληροφοριών	79
3.2.1 Σε επίπεδο ιδιωτών	80
3.2.2 Σε επίπεδο οργανισμών	81
3.3. Τι ακριβώς είναι η τεχνολογία RFID	82
3.3.1 Η Αρχιτεκτονική του RFID.....	82
3.3.2 Πώς λειτουργεί ένα σύστημα RFID	84
3.3.3 Βασικά Στοιχεία του Συστήματος RFID	84
3.3.3.1 Ετικέτα (Tag).....	85
3.3.3.1.1 Αναγνώσιμες, μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων και επανεγγράψιμες ετικέτες.....	87
3.3.3.1.2 Κατηγοριοποίηση ετικετών σύμφωνα με την κατασκευή και την εφαρμογή τους.....	88
3.3.3.2 Αναγνώστης (Reader)	91
3.3.3.3. Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middleware)	93
3.3.3.3.1. Συχνότητες.....	93
3.3.3.3.2. Πρότυπα	95
3.3.3.4 EPC και EPCglobal Network.....	96
3.3.4. Εφαρμογές.....	98
3.3.4.1 Εφαρμογές Ασφάλειας.....	99
3.3.4.2 Ασφάλεια Συστημάτων RFID	99
3.3.4.2.1 Σχέσεις μεταξύ στοιχείων συστήματος RFID και απειλές	99

3.3.4.2.1.1 Η σχέση μεταξύ των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα πάνω σε μια ετικέτα RFID και την ίδια την ετικέτα RFID.	100
3.3.4.2.1.2 Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αντικειμένου που πρόκειται να ταυτοποιήσει (μηχανική σχέση).....	100
3.3.4.2.1.3. Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αναγνώστη (ασύρματη διασύνδεση).	100
3.3.5 Απειλές στο σύστημα RFID.....	101
3.3.5.1 Αντίμετρα κατά των απειλών.....	103
3.3.5.1.1. Αμοιβαία Πιστοποίηση αναγνώστη και ετικέτας (<i>Mutual Authentication</i>)	103
3.3.5.1.2 Κωδικοποίηση (<i>Encryption</i>).....	103
3.3.5.1.3 Πρωτόκολλα κατά των συγκρούσεων (<i>anti-collision protocols</i>).....	104
3.3.5.1.4 Πρόληψη κατά του μη εξουσιοδοτημένου διαβάσματος ετικετών.....	104
3.3.5.1.5 Μόνιμη απενεργοποίηση ετικετών.....	105
3.3.5.1.5.1 Εντολή καταστροφής (<i>Kill command</i>).....	105
3.3.5.1.5.2 Απενεργοποίηση παρακινούμενη από το πεδίο (<i>Field-Induced deactivation</i>).....	105
Κεφάλαιο 4.....	106
Παρουσίαση καταλληλότερων αλγορίθμων ανίχνευσης που έχουν χρησιμοποιηθεί και μελετηθεί.....	106
4.1 Εντοπισμός θέσης(<i>mapping and localization</i>).....	106
4.1.1 Εισαγωγή.....	106
4.1.2 Παρόμοιες εργασίες.....	108
4.1.3 Εκμάθηση πιθανολογικού αισθητήρα μοντέλου για την κεραία RFID.....	109
4.1.4 Χαρτογράφηση ετικετών RFID.....	111
4.1.5 Localization με ετικέτες RFID.....	112
4.1.6 Πειραματικά αποτελέσματα.....	115
4.1.6.1 Χαρτογράφηση ετικέτας RFID.....	115
4.1.6.2 Localization με RFID ετικέτες.....	118

4.1.6.3 Βελτίωση παγκόσμιας Localization με RFID ετικέτες	118
4.1.7 Συμπεράσματα	120
4.2 Ενισχυμένη δυνατότητα παρακολούθησης, πρόβλεψη τοποθεσίας σε πολυώροφο κτήριο	120
4.2.1 Τοποθέτηση WiFi.....	120
4.2.2 Παρουσίαση συστήματος.....	121
4.2.3 Ανάκτηση δυνατού σήματος.....	122
4.2.4. Δοκιμή	122
4.2.5 Ντετερμινιστικός αλγόριθμος εντοπισμού: ‘κοντινότερος γείτονας’	123
4.2.6 Πιθανοτικός αλγόριθμος εντοπισμού: Bayesian νόμος.....	124
4.2.7 Ιστορικά-βασισμένος αλγόριθμος εντοπισμού: (επιλέγεται!).....	125
4.2.8 Πειράματα: ντετερμινιστικά βασισμένοι στην ιστορία αλγόριθμοι ανίχνευσης	126
4.2.9 Βελτιώσεις για πολυώροφα κτήρια	127
4.2.9.1 Σχέδιο του κτηρίου	127
4.2.10 Προσαρμογή των παράλογων θέσεων που βρέθηκαν	128
4.2.11 Προβλήματα με κινούμενα αντικείμενα.....	129
4.2.12 Πρόβλεψη θέσης.....	129
4.2.13 Αλγόριθμος πρόβλεψης	130
4.2.14 Πειράματα: ακρίβεια για κινούμενα αντικείμενα, με πρόβλεψη θέσης.....	131
4.3 Ένα ολοκληρωμένο RFID σύστημα για ανίχνευση ανθρώπων και προσανατολισμό.....	131
4.3.1 Εισαγωγή	131
4.3.1.1. Υποσύστημα εντοπισμού	132
4.3.1.1.1 Ζώνες εισαγωγής	132
4.3.1.1.2 Ζώνες Μετάβασης.....	133
4.3.1.1.3 Ζώνες Προορισμού.....	133
4.3.1.2. Υποσύστημα προσανατολισμός.....	133
4.3.1.3 Υποσύστημα πληροφορίες.....	134
4.3.1.4. Το κεντρικό υποσύστημα	134

4.3.1.5 Το πρωτότυπο	134
4.4 Αλγόριθμοι ομαδοποίησης για RFID δίκτυα	136
4.4.1 Εισαγωγή	136
4.4.2 Το πρόβλημα της ομαδοποίησης	136
4.4.2.1 Αλγόριθμος Min-Max για συσπείρωση	137
4.4.2.2 Μια ανάλυση ιδιοτιμής με βάση αλγόριθμο για ομαδοποίηση	137
4.4.3 Αλληλεπίδραση της ομαδοποίησης και του προγραμματισμού	138
4.5 Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός RFID συστήματος καθοδήγησης	141
4.5.1 Ανάπτυξη Συστημάτων	142
4.5.1.1 Αρχιτεκτονική Συστημάτων	142
4.5.1.2 Software και Hardware	143
4.5.1.3 Λειτουργία δρομολόγησης	143
4.5.1.4 Tag Περιεχόμενα	144
4.5.2 Παρουσίαση του συστήματος	145
4.5.3 Δοκιμές απόδοσης	148
Κεφάλαιο 5	151
Τρόπος εφαρμογής λογισμικού	151
5.1 Η άσκηση διάσωσης ‘Alaska mass rescue’	151
5.2 Τα αποτελέσματα της άσκησης διάσωσης	151
5.3 Αποτελέσματα	151
5.4 Για ποιο λόγο χρειάζεται να εφαρμοστεί το σύστημα	151
5.5 Η απώλεια του Sea Diamond	152
5.6 Πώς βοηθάει η τεχνολογία	153
5.7 Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου	153
5.8 Το όφελος της μεθόδου	153
5.9 Μεθοδολογία αναγνώρισης	154
5.10 Επισκόπηση λογισμικού	155
5.10.1 Αρχικοποίηση επιβατών και πληρώματος	156
5.10.2 Επιλογή τύπου συγκέντρωσης	156

5.10.3 Εκκίνηση συγκέντρωσης.....	157
5.10.4 Ταυτότητα επιβατών και καταγραφή	157
5.10.5 Επιβάτες χωρίς ταυτότητα	158
5.10.6 Παιδιά και βρέφη	158
5.10.7 Επιβάτες με ειδικές ανάγκες.....	159
5.10.8 'Άλαθος' σταθμός συγκέντρωσης	159
5.10.9 Ενημέρωση προόδου συγκέντρωσης.....	160
5.10.10 Πρόσδος εγκατάλειψης πλοίου	160
5.10.11 Αναφορά σωστικής λέμβου	161
5.10.12 'Αναφορά ξηράς'	161
5.10.13 Επιπρόσθετη λειτουργικότητα – δυνατότητα αναζήτησης	162
5.10.14 Λειτουργία αναζήτησης	162
5.10.15 Πρώτες βοήθειες.....	163
5.10.16 Λειτουργία μηνυμάτων	163
5.10.17 Δυνατότητες αναφοράς σε πραγματικό χρόνο.....	164
5.10.18 Αναφορές από Σταθμό Συγκέντρωσης.....	164
5.10.19 Κεντρικές κάθετες ζώνες αναφοράς	165
5.10.20 Κεντρικές κάθετες ζώνες αναφορών χρησιμοποιώντας τα σχέδια του πλοίου	166
5.10.21 Αναφορές προόδου συγκέντρωσης και/ή σωστικών λέμβων	166
5.11 Ποια είναι τελικά η προσφορά του λογισμικού	167
Κεφάλαιο 6	168
Εξομοίωση του προβλήματος εντοπισμού θέσης με RFID	168
6.2 Οδηγίες εγκατάστασης και χρήσης του Player Project.....	168
6.3 Εξομοίωση μέσω των προγραμμάτων Player και Stage.	176
Κεφάλαιο 7	184
Παθητικά - ενεργητικά tags και σύγκριση δύο τεχνολογιών RFID (αναγνώστες και WiFi) με βάση το κόστος	184
7.1 Τα ενεργητικά και τα παθητικά tags	184
7.2 Τα συστήματα που χρησιμοποιούν RFID	186
7.3 Επιλογή καλύτερου συστήματος με RFID	186

7.3.1 Αρχικό κόστος απόκτησης και εγκατάστασης του συστήματος	188
7.3.2 Λειτουργικό κόστος	188
7.3.3 Υπολογισμός ρίσκου (ΔR)	189
7.3.3.1 Περίπτωση σύγκρουσης(collision)	189
7.3.3.2 Περίπτωση βύθισης(foundering)	190
7.3.3.3 Περίπτωση πυρκαγιάς(fire).....	190
7.3.3.4 Περίπτωση προσάραξης(grounding):.....	191
7.3.4 Υπολογισμός CAF.....	191
Κεφάλαιο 8	193
Η τρέχουσα κατάσταση των προβλημάτων που υπάρχουν κατά την εκκένωση του πλοίου από τους επιβάτες	193
8.1 Σκοπός των ‘guidelines’	193
8.2 Κανονισμοί που έχουν αναπτυχθεί.....	193
8.3 Μοντέλα Εκκένωσης	197
8.3.1 Ο ορισμός των μοντέλων εκκένωσης.....	197
8.3.2 Η ταξινόμηση των μοντέλων εκκένωσης	198
8.3.3 Ταξινόμηση Gwgnne και Galea	199
8.4 Οι τρέχουσες ερευνητικές εργασίες και παραδείγματα εφαρμογής	200
8.5 Ανθρώπινες συμπεριφορές σε εκκένωση πλοίου	202
8.5.1 Καταγραφή και κίνηση	203
8.5.1.1 Πείραμα από το Εθνικό Ινστιτούτο Θαλασσίων Ερευνών (National Maritime Research institute) της Ιαπωνίας	203
8.5.1.2 Πείραμα από το Ερευνητικό Ινστιτούτο Ναυπηγών Μηχανικών (Research Institute of Marine Engineering) της Ιαπωνίας	203
8.5.1.3 Πείραμα από το Αυστραλιανό Maritime Engineering-Cooperative Research Center	203
8.5.1.4 Πείραμα του TNO Human Factors.....	204
8.5.1.5 Συγκριτικά αποτελέσματα πειραμάτων	205
8.5.2 Πυκνότητα πλήθους	206

8.5.3 Ψυχολογικοί παράγοντες.....	209
8.6 Περαιτέρω θέματα έρευνας και ανάπτυξης.....	210
8.6.1 Συγκέντρωση των επιβατών (Mustering).....	210
8.6.2 Επιβίβασης.....	211
8.7 Μερικοί από τους πιο επικίνδυνους λόγους που αφορούν την εκκένωση των πλοίων και επηρεάζουν τους διαδρόμους εκκένωσης που έχουν σχεδιαστεί για την ασφάλεια των επιβατών.....	211
8.8 'ΝΕΑ' στον τομέα των RFID.....	212
8.8.1 Τι είναι το Wi-Fi.....	213
Κεφάλαιο 9.....	214
Τι χρειάζεται να ξέρει αυτός που θα εφαρμόσει το σύστημα.....	214
Κεφάλαιο 10.....	220
Συμπεράσματα.....	220
Κεφάλαιο 11.....	222
Βιβλιογραφία-αναφορές.....	222
Παράρτημα Ι.....	228
Ναυτικά ατυχήματα.....	228

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεθόδων τρόπων ανίχνευσης
Πίνακας 1.2. SWOT μικροκυκλώματα σε ανθρώπους
Πίνακας 1.3 SWOT ανιχνευτές κίνησης
Πίνακας 1.4 SWOT ανιχνευτής θερμότητας
Πίνακας 1.5 SWOT GPS
Πίνακας 1.7 SWOT ανίχνευση μέσω ειδικού ρουχισμού
Πίνακας 1.8.1.3.1 Γραμμικών barcodes
Πίνακας 1.8.1.3.2 Matrix 2d barcodes
Πίνακας 1.8 SWOT barcode
Πίνακας 1.9 SWOT RFID
Πίνακας 3. Αναλυτικό SWOT RFID
Πίνακας 3.3.3.1. Παθητικές-ενεργητικές ετικέτες
Πίνακας 3.3.3.1.1 Κατηγοριοποίηση με βάση τη δυνατότητα εγγραφής
Πίνακας 3.3.3.2. Κατηγοριοποίηση αναγνωστών
Πίνακας 3.3.3.3.1. Συχνότητες που χρησιμοποιούν τα RFID
Πίνακας 3.3.4.3. Απειλές στα συστήματα RFID και οι συνέπειές τους
Πίνακας 4.5.3 Μέσος χρόνος για τις δύο ομάδες
Πίνακας 6.1 Πακέτα εγκατάστασης
Πίνακας 8.2.α Συνιστώμενες τιμές για εκκαθαρίσεις
Πίνακας 8.2.β. Τιμές της ταχύτητας των επιβατών και του πληρώματος
Πίνακας 9. Τιμές της ταχύτητας των επιβατών και του πληρώματος σε συνάρτηση με την πυκνότητα

Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1.3.1 Ένας ανιχνευτή κίνησης
Σχήμα 1.4.1 ανιχνευτής θερμότητας
Σχήμα 1.5.1.4.1.α Laptop και κινητό, όπου χρησιμοποιείται η εφαρμογή
Σχήμα 1.5.1.4.1.β Εντοπισμός θέσης οχημάτων
Σχήμα 1.5.1.4.5 Ζωντανός (Real Time) & Στιγμιαίος Εντοπισμός Θέσης
Σχήμα 1.5.1.4.6 Εύρεση και εμφάνιση στο χάρτη μέσω GPS
Σχήμα 1.5.1.4.7 Εντοπισμός μέσω κινητού
Σχήμα 1.5.1.4.8 Εντοπισμός μέσω υπολογιστή
Σχήμα 1.7.1.1 Ένδυμα με οπτικές ίνες-αισθητήρες
Σχήμα 1.8.1.. Ένα UPC-A barcode σύμβολο.
Σχήμα 1.8.1.2 Παράδειγμα barcode σε βραχιολάκι που τοποθετείται για την ταυτότητα ενός ασθενή
Σχήμα 1.8.1.4.α. GTIN-12 UPC-A barcode
Σχήμα 1.8.1.4.β. EAN-13 (GTIN-13) barcode.
Σχήμα 1.8.1.4.γ. PDF417 δείγμα
Σχήμα 1.8.1.4.δ. Semacode

- Σχήμα 1.8.1.4.ε. Μεγάλης χωρητικότητας έγχρωμο
- Σχήμα 1.8.1.4.ζ MaxiCode
- Σχήμα 2.1.1. Μορφή μοντέλου MCDA
- Σχήμα 2.2.α. MCDA μικροκυκλώματα σε ανθρώπους
- Σχήμα 2.2.β. MCDA ανιχνευτής κίνησης
- Σχήμα 2.2.γ. MCDA ανιχνευτής θερμότητας
- Σχήμα 2.2.δ. MCDA GPS
- Σχήμα 2.2.ε. MCDA ανίχνευση μέσω κινητής τηλεφωνίας
- Σχήμα 2.2.ζ. MCDA ανίχνευση μέσω ειδικού ρουχισμού
- Σχήμα 2.2.η. MCDA barcodes
- Σχήμα 2.2.θ. MCDA RFID
- Σχήμα 3.3.1 Τρόπος που λειτουργεί το RFID
- Σχήμα 3.3.3 Ετικέτα RFID
- Σχήμα 3.3.3.1.2.α Έξυπνη ετικέτα
- Σχήμα 3.3.3.1.2.β. Έξυπνες κάρτες μη επαφής
- Σχήμα 3.3.3.1.2.γ. Ετικέτα-δίσκος
- Σχήμα 3.3.3.1.2.δ. Γυάλινος σωλήνας
- Σχήμα 3.3.3.1.2.ε. Ετικέτα ενωτίου
- Σχήμα 3.3.3.2. Αναγνώστης
- Σχήμα 3.3.3.3.2 Σχέση μεταξύ τεχνολογίας RFID και οργανισμών
- Σχήμα 3.3.3.4. Τρόπος που επικοινωνούν RFID tags-readers-EPC Middleware και Global network
- Σχήμα 3.3.4.2 Ζητήματα ασφάλειας στα RFID
- Σχήμα 4.1.1.α Απεικονίζεται τρεις διαφορετικές ετικέτες RFID, που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση των πειραμάτων που περιγράφονται. Το κεντρικό έχει διαστάσεις 11 x 5 cm.
- Σχήμα 4.1.1.β απεικονίζει το ρομπότ που έχει κατασκευαστεί για τη διεξαγωγή αυτής της έρευνας.
- Σχήμα 4.1.3.α Ανίχνευση πεδίου για την αριστερή (πάνω / ροζ ιστόγραμμα) και δεξιά (κάτω / κίτρινο ιστόγραμμα) κεραία
- Σχήμα 4.1.3.β . Απλοποιημένο μοντέλο αισθητήρα για την αριστερή κεραία
- Σχήμα 4.1.4 . Χάρτης της Intel Research Lab Σηάτλ που δημιουργούνται από FastSLAM ρουτίνας.
- Σχήμα 4.1.5. Ετικέτες RFID που συνδέονται με τοίχους.
- Σχήμα 4.1.6.1.α Εξέλιξη της δέσμησης για την εύρεση της θέσης μιας ετικέτας RFID με την πάροδο του χρόνου
- Σχήμα 4.1.6.1.β Μέρη όπου το ρομπότ έχει εντοπίσει τις RFID tag με την αριστερή (κενός κύκλος) ή προς τα δεξιά κεραία (γεμάτος κύκλος)
- Σχήμα 4.1.6.1.γ. Σφάλμα (σε m) κατά τη διάρκεια παγκόσμιας localization με (πράσινο ή ανοιχτό γκρι) και χωρίς (κόκκινο ή σκούρο γκρι) οδομετρία χρησιμοποιώντας μόνο ετικέτες RFID.
- Σχήμα 4.1.6.1.δ. Χάρτης του εργαστηρίου της Intel με τις πιθανότερες θέσεις των ετικετών RFID (αριστερά), εκτίμηση τροχιάς (χωρίς οδομετρία) (κέντρο) και το αντίστοιχο πραγματικό έδαφος (δεξιά).
- Σχήμα 4.1.6.3.α. Τοποθέτηση σφάλματος του λείζερ που βασίζεται σε παγκόσμια localization (σε m) χωρίς(κόκκινο ή σκούρο γκρι) και με (πράσινο ή ανοιχτό γκρι) RFID δεδομένα.
- Σχήμα 4.1.6.3.β. Localization σφάλμα (σε m) κατά τη διάρκεια της παγκόσμιας localization για διαφορετικό αριθμό δειγμάτων και ανάλογα με το αν χρησιμοποιούνται μόνο

- δεδομένα λέιζερ (αριστερά εικόνας) ή αν χρησιμοποιούνται δεδομένα λέιζερ και RFID μαζί (εικόνα δεξιά).
- Σχήμα 4.2.1 Τοποθέτηση WiFi
- Σχήμα 4.2.2 Παρουσίαση συστήματος
- Σχήμα 4.2.3 Ανάκτηση δυνατού σήματος
- Σχήμα 4.2.4 Κατόψεις ορόφων
- Σχήμα 4.2.5 Ντερμινιστικός αλγόριθμος εντοπισμού
- Σχήμα 4.2.6 Πιθανοτικός αλγόριθμος εντοπισμού
- Σχήμα 4.2.7 Υπολογίζεται η συντομότερη διαδρομή, ο κόμβος του σκοπού είναι η επί του παρόντος εκτίμηση
- Σχήμα 4.2.8 Σύγκριση ‘κοντινότερου γείτονα’ και βασισμένου στην ιστορία αλγόριθμου
- Σχήμα 4.2.9.1 Διαρρύθμιση του κτηρίου (δεξιά), ελάχιστη απόσταση (αριστερά)
- Σχήμα 4.2.10 Προσαρμογή παράλογων θέσεων που βρέθηκαν
- Σχήμα 4.2.11 Ντετερμινιστικός αλγόριθμος εντοπισμού βασισμένος στην ιστορία (αριστερά), Πιθανοτικός αλγόριθμος εντοπισμού βασισμένος στην ιστορία (δεξιά)
- Σχήμα 4.2.12 Πρόβλεψη θέσης
- Σχήμα 4.2.13.α Αλγόριθμος πρόβλεψης –περίπτωση 1
- Σχήμα 4.2.13.β Αλγόριθμος πρόβλεψης-περίπτωση--2
- Σχήμα 4.2.14 Πειράματα αλγορίθμων ανίχνευσης για κινούμενα αντικείμενα, με και χωρίς πρόβλεψη θέσης
- Σχήμα 4.3.1 Σύστημα με τέσσερα υποσυστήματα και μία βάση δεδομένων
- Σχήμα 4.3.1.5.α Η διαρρύθμιση χώρου
- Σχήμα 4.3.1.5.β. Δείχνει ένα απλοποιημένο διάγραμμα κυκλώματος.
- Σχήμα 4.4.2.2.α Αλγόριθμος ομαδοποίησης min-max
- Σχήμα 4.4.2.2.β Αλγόριθμος για την επιλογή των αισθητήρων για την ομαδοποίηση
- Σχήμα 4.4.3.α Τριμερές γράφημα, τα άκρα δηλώνουν σύγκρουση αναγνώστη
- Σχήμα 4.4.3.β. Διμερές σύστημα με επικαλυμμένες ομαδοποιήσεις Αλληλεπικαλύψεις είναι επωφελείς σε ορισμένα σενάρια
- Σχήμα 4.4.3.γ. Διμερές σύστημα με μη αλληλεπικαλυπτόμενες ομάδες. Αυτό εξαλείφει τα μεμονωμένα κέντρα για πολλαπλές αποτυχημένες ομαδοποιήσεις
- Σχήμα 4.5.1.1 RFID με βάση το εσωτερικό σύστημα καθοδήγησης
- Σχήμα 4.5.1.3 «διαθέσιμες» διαδρομές μεταξύ δύο κόμβων (Τα σύμβολα του σταυρού, αστέρι και ο κύκλος αντιπροσωπεύουν την αρχή, το τέλος και τα σημεία διαδρομής, αντίστοιχα)
- Σχήμα 4.5.2.α Routing για τη συντομότερη διαδρομή
- Σχήμα 4.5.2.β Καθοδήγηση κατά την έναρξη
- Σχήμα 4.5.2.γ Waypoint καθοδήγηση
- Σχήμα 4.5.2.ε Προσανατολισμός στο τέλος
- Σχήμα 4.5.2.ζ Εντοπισμός κατά την έναρξη της προτεινόμενης διαδρομής
- Σχήμα 4.5.2.η. Καθοδήγηση Waypoint μετά τη δρομολόγηση τροποποίησης
- Σχήμα 4.5.2.θ Οδηγίες, στο τέλος, μετά τη δρομολόγηση τροποποίησης
- Σχήμα 4.5.3 Σύγκριση του χρόνου για τα πέντε μονοπάτια
- Σχήμα 5.4 Η φωτιά στο ‘Star Princess’
- Σχήμα 5.5 Η περίπτωση του ‘Sea Diamond’
- Σχήμα 5.8 Σωσίβιο με tag
- Σχήμα 5.9 Σύστημα τοπολογίας
- Σχήμα 5.10 Οθόνη κεντρικού ελέγχου για καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης

Σχήμα 5.10.β Οθόνη επιλογής τεσσάρων διαφορετικών καταστάσεων

Σχήμα 5.10.2 Επιλογή τύπου συγκέντρωσης

Σχήμα 5.10.3 Εκκίνηση συγκέντρωσης

Σχήμα 5.10.4 ταυτότητα επιβατών και καταγραφή

Σχήμα 5.10.5 Επιβάτες χωρίς ταυτότητα

Σχήμα 5.10.6 Παιδιά και βρέφη

Σχήμα 5.10.7 Επιβάτες με ειδικές ανάγκες

Σχήμα 5.10.9 'Λάθος' σταθμός συγκέντρωσης

Σχήμα 5.10.9 Ενημέρωση προόδου συγκέντρωσης

Σχήμα 5.10.10 Πρόοδος εγκατάλειψης πλοίου

Σχήμα 5.10.11 Αναφορά σωστικής λέμβου

Σχήμα 5.10.12 'Αναφορά ξηράς'

Σχήμα 5.10.13 Δυνατότητα αναζήτησης

Σχήμα 5.10.14 Λειτουργία αναζήτησης

Σχήμα 5.10.15 Πρώτες βοήθειες

Σχήμα 5.10.16 Λειτουργία μηνυμάτων

Σχήμα 5.10.17 Δυνατότητες αναφοράς σε πραγματικό χρόνο

Σχήμα 5.10.18 Πρόοδος συγκέντρωσης σε κάθε σταθμό

Σχήμα 5.10.19.α Κεντρικές κάθετες ζώνες αναφοράς

Σχήμα 5.10.19.β Λίστα με αγνοούμενους από τις κεντρικές κάθετες ζώνες

Σχήμα 5.10.20 Κεντρικές κάθετες ζώνες αναφορών χρησιμοποιώντας τα σχέδια του πλοίου

Σχήμα 5.10.21.α Αναφορές προόδου συγκέντρωσης

Σχήμα 5.10.21.β Αναφορές προόδου συγκέντρωσης

Σχήμα 6.1 Το πρόγραμμα Player

Σχήμα 6.2.α Το πεδίο εντοπισμού των RFID tags όπως προέκυψε πειραματικά από τη δημοσίευση της Intel με τίτλο Mapping and Localization with RFID Technology.[Philipose,2003]

Σχήμα 6.2.β Το πεδίο εντοπισμού της κεραίας του αναγνώστη, όπως προκύπτει πειραματικά στη δημοσίευση RFID-Based Environment Mapping for autonomous Mobile Robot Applications των Annalisa Milella, Paolo Vanadia, Grazia Cicirelli, and Arcangelo Distance [Milella ,2007]

Σχήμα 6.2.γ Απλοποιημένο μοντέλο της κεραίας του αναγνώστη με εντονότερα χρωματισμένες τις περιοχές με τη μεγαλύτερη πιθανότητα εντοπισμού του tag.

Σχήμα 6.3.α. Η θέση των κεραιών πάνω στο αυτοκινούμενο robot κατά την εξομοίωση

Σχήμα 6.3.β Αριστερά, ο χάρτης προσομοίωσης σε μορφή png. Δεξιά, ο χάρτης προσαρμοσμένος στο περιβάλλον του stage και το ίχνος της τροχιάς του robot.

Σχήμα 6.3.γ. Player

Σχήμα 6.3.δ Playern

Σχήμα 6.3.ε. Αρχικός εντοπισμός του RFID tag με id=3 από την αριστερή κεραία του αναγνώστη. Ως πρώτη προσέγγιση δίνεται $x=21$, $y=33$

Σχήμα 6.3.ζ. Η προσέγγιση παραμένει η ίδια.

Σχήμα 6.3.θ. Η προσέγγιση της θέσης μεταβάλλεται και γίνεται $x=16$, $y=23$

Σχήμα 6.3.ι. Η προσέγγιση παραμένει $x=16$, $y=23$ που είναι και οι ακριβείς συντεταγμένες του tag

Σχήμα 6.3.κ Τροχιά ρομπότ i

Σχήμα 6.3.λ Τροχιά ρομπότ ii

Σχήμα 6.3.μ Τροχιά ρομπότ iii

Σχήμα 6.3.ν Τροχιά ρομπότ iv

Σχήμα 6.3.ξ Τροχιά ρομπότ v

Σχήμα 6.3.ο. Η τελική εξομοίωση του αλγόριθμου εύρεσης των tags

Σχήμα 7.3 Μοντέλο κόστους για την αξιολόγηση της σχέσης κόστους και αποτελεσματικότητας

Σχήμα 7.3.3.1. Μοντέλο ρίσκου σύγκρουσης επιβατηγού

Σχήμα 7.3.3.2. Μοντέλο ρίσκου βύθισης επιβατηγού

Σχήμα 7.3.3.3 . Μοντέλο ρίσκου πυρκαγιάς και ανατίναξης επιβατηγού

Σχήμα 7.3.3.4. Μοντέλο ρίσκου προσάραξης επιβατηγού

Σχήμα 8.2 Μέγιστος χρόνος εκκένωσης με βάση τον κανονισμό IMO

Σχήμα 8.5.1.5.α Σύγκριση της ταχύτητας των ατόμων σε συνάρτηση με την κλίση του διαδρόμου(trim)

Σχήμα 8.5.1.5.β Σύγκριση της ταχύτητας των ατόμων σε συνάρτηση με την κλίση του διαδρόμου(heel)

Σχήμα 8.5.2 Σύγκριση των ταχυτήτων βαδίσματος με δεδομένη πληθυσμιακή πυκνότητα.

Περίληψη

Στη διπλωματική μου εργασία παρουσιάζω κατ' αρχάς τις τεχνολογίες ανίχνευσης και εντοπισμού ανθρώπων οι οποίες υπάρχουν σήμερα. Στη συνέχεια τις συγκεντρώνω και διακρίνω τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα καθεμίας και μετά από βαθμολόγηση ποικίλων κριτηρίων που προέκυψε κατά την έρευνά μου καταλήγω στην καλύτερη τεχνολογία ανίχνευσης και εντοπισμού ατόμων σε κρουαζιερόπλοια. Έπειτα, θα γνωρίσουμε όλα τα χαρακτηριστικά αυτής της τεχνολογίας στην οποία τελικά κατέληξα ώστε να ενημερωθούμε πλήρως γύρω από αυτήν. Ακολούθως θα αναλύσουμε υπάρχουσες μελέτες που πραγματεύονται την τεχνολογία που κατέληξα, και πώς μπορούμε να κάνουμε κάτι αντίστοιχο, δηλαδή έναν αλγόριθμο εντοπισμού θέσης μέσω ενός προγράμματος εξομοίωσης. Επιπρόσθετα θα μάθουμε με ποιο τρόπο λειτουργεί ένα λογισμικό της τεχνολογίας αυτής. Ακόμα, αναλύω εις βάθος την τεχνολογία που έχω επιλέξει και θα διακρίνω δύο υποκατηγορίες. Επιλέγω, λοιπόν, μία από αυτές με βάση οικονομικοτεχνικά στοιχεία. Επίσης, παρουσιάζω την τρέχουσα κατάσταση όσον αφορά την εκκένωση των πλοίων-κρουαζιερόπλοιων, και τα προβλήματα που παρουσιάζονται. Τέλος συνοψίζω καταλήγοντας στην καλύτερη τεχνολογία που έχουμε επιλέξει ώστε να εφαρμοστεί στα κρουαζιερόπλοια, και τονίζω ορισμένα πράγματα που θα πρέπει κάποιος, κατά τη γνώμη μου να γνωρίζει εάν θελήσει να εφαρμόσει ένα τέτοιο σύστημα σε πλοία-κρουαζιερόπλοια.

Το πρόβλημα είναι ότι δεν έχει βρεθεί λύση για το πια θα ήταν η ιδανικότερη τεχνολογία ώστε να μπορούν να ανιχνευθούν και να εντοπισθούν οι επιβάτες σε κρουαζιερόπλοια σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το παραπάνω πρόβλημα υπήρξε το κίνητρο της εργασίας αυτής.

Ο στόχος μου είναι να καταλήξω, σε ένα σύστημα τεχνολογίας για την ανίχνευση και τον εντοπισμό των επιβατών μέσα σε κρουαζιερόπλοια σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης .

Πιο αναλυτικά:

Στο Κεφάλαιο 1 θα γνωρίσουμε τις υπάρχουσες τεχνολογίες ανίχνευσης και εντοπισμού ανθρώπων και θα εξοικειωθούμε με αυτές. Θα μάθουμε πώς δουλεύουν, πού εφαρμόζονται αλλά και ποια τα θετικά και τα αρνητικά τους στοιχεία. Στο Κεφάλαιο 2 θα μάθουμε τη μέθοδο πολυκριτηριακής απόφασης. Θα επιλέξουμε μερικά κριτήρια και μετά από έρευνα θα καταλήξουμε σε ορισμένους αριθμούς τους οποίους και θα συγκρίνουμε ώστε να αποφανθούμε για τη βέλτιστη τεχνολογία στην περίπτωσή μας. Αφού καταλήξουμε στην βέλτιστη τεχνολογία, την RFID, στο Κεφάλαιο 3 θα την αναλύσουμε διεξοδικά. Θα τη μελετήσουμε δηλαδή με λεπτομέρεια, θα διαπιστώσουμε τον τρόπο λειτουργίας της και

γενικότερα θα ενημερωθούμε πλήρως γύρω από την RFID τεχνολογία, ώστε να εξοικειωθούμε με αυτήν. Στο Κεφάλαιο 4 θα μελετήσουμε ορισμένους αλγόριθμους που ήδη υπάρχουν και χρησιμοποιούν την RFID τεχνολογία, ώστε να δούμε πώς μπορεί να λειτουργήσει ένας αλγόριθμος εύρεσης και εντοπισμού ανθρώπων. Στη συνέχεια, στο Κεφάλαιο 5, θα δούμε πώς λειτουργεί ένα λογισμικό που βασίζεται στην τεχνολογία RFID, ώστε να καταλάβουμε και πιο πρακτικά ορισμένα θέματα. Στο Κεφάλαιο 6 θα έρθουμε σε επαφή με ένα πρόγραμμα προσομοίωσης που χρησιμοποιείται ευρέως στη ρομποτική και θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο εάν θέλαμε να εξομοιώσουμε έναν αλγόριθμο. Στο Κεφάλαιο 7, θα επιλέξουμε τα active RFID tags ανάμεσα στα passive και τα active tags και θα ξεχωρίσουμε 2 τεχνολογίες που χρησιμοποιούν το RFID και κάνουν ακριβώς το ίδιο πράγμα απλώς με διαφορετικό τρόπο, και θα επιλέξουμε τη βέλτιστη με βάση το κόστος. Τελικώς θα καταλήξουμε στην WiFi RFID τεχνολογία. Αμέσως μετά, στο Κεφάλαιο 8, θα πληροφορηθούμε και θα ενημερωθούμε για ορισμένα θέματα όσον αφορά την εκκένωση του πλοίου, όπως κανονισμοί, θέματα που χρήζουν προσοχής, εμπειρικές γνώσεις κλπ. Στο Κεφάλαιο 9 θα συνοψίσουμε σημειώνοντας τα πιο σημαντικά θέματα που είναι ανάγκη να γνωρίζει κάποιος εάν θελήσει να εφαρμόσει ένα τέτοιο σύστημα. Ακολουθούν ορισμένα συνοπτικά και γενικά συμπεράσματα στο Κεφάλαιο 10 και στο Κεφάλαιο 11 αναγράφεται η βιβλιογραφία για όποιον ενδιαφέρεται να ανατρέξει σε περισσότερες αλλά και πιο αναλυτικές πληροφορίες, ώστε να συμπληρώσει και να εμπλουτίσει τις γνώσεις του επί της ύλης της παρούσας εργασίας. Τέλος, ακολουθεί ένα παράρτημα με ορισμένα ατυχήματα που έχουν συμβεί από το 1963-1994 ,με μια σύντομη περιγραφή του καθενός, και ένας κατάλογος από το 1994-2009 με αναφορές ατυχημάτων πιο συνοπτικά. Έτσι θα διαπιστώσουμε πόσο αναγκαία είναι η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας αφού συχνά και ζημιογόνα είναι τα ατυχήματα λόγω έλλειψης παρουσίας κατάλληλης τεχνολογίας και μη καλής οργάνωσης της διαδικασίας εκκένωσης του πλοίου, τα οποία τις περισσότερες φορές κοστίζουν ανθρώπινες ζωές.

Summary

In my diploma thesis I first present the technology for detecting and tracking people that exist today. Then I collect and discern the advantages and disadvantages of each of them, and after a variety of rating criteria that emerged during my research I come to the better in my opinion technology for detecting and tracking people on cruise ships. Then we come to know all the features of this technology which eventually came to be fully informed about. The next step is to will analyze existing studies dealing with the technology have chosen and find out how we can do something similar, ie a positioning algorithm through a simulation program. Additionally, we will learn a software for this technology works. I analyze in depth the technology chosen, in which I discern two subcategories. I choose, therefore, one of them based on techno-economic data. I will also show the current situation regarding the evacuation of cruise ships, and the problems presented. Finally, I condense resulting in the better technology I have chosen to apply to cruise ships, and highlight some things which, in my opinion someone has to know if he decides to implement such a system on cruise ships.

The problem is that up to now no solution has been found to be the ideal technology to detect and identify passengers on cruise ships in an emergency. The above problem has been the motivation of my thesis.

My goal is to lead in a technology system for the detection and identification of passengers in cruise ships in emergencies.

More specifically:

In Chapter 1 we will be familiar with the existing technologies for detecting and tracking people and we will become acquainted with them. We learn how they work, where they are applicable as well as their positive and negative components. In Chapter 2 we will learn the method of multicriteria decision. We will choose some criteria, and after investigation we will arrive at some figures which we will compare in order to decide on the best technology in our case. After reaching the optimal technology, RFID, in Chapter 3 we will analyze it thoroughly. We will look at that in detail, we will see how it works and generally we will be fully informed about the RFID technology to become acquainted with it. In Chapter 4 we will study some existing algorithms, which are used by RFID technology in order to find out how an algorithm of finding and tracking people works. Then, in Chapter 5, we will see how a software based on RFID technology works, to understand more practically certain issues. In Chapter 6 we will come into contact with a simulation program that is widely used in robotics and would be particularly useful in case we

want to simulate an algorithm. In Chapter 7, we will choose the active RFID tags between the passive and active tags, we will distinguish two technologies that use RFID and do the same thing just in a different way, and will choose the best based on cost. Ultimately, we will come to WiFi RFID technology. Shortly after, in Chapter 8, we will be informed and briefed on various aspects of evacuation of a ship, such as regulations, issues that require attention, empirical knowledge etc. In Chapter 9 we will summarize noting the most important issues that need to know someone needs to know if he wants to implement such a system. There are some brief and general conclusions in Chapter 10. Chapter 11 contains the bibliography for anyone interested to visit more and more detailed information to supplement and enrich his knowledge on the matter of this work. Finally, here is an annex with a number of accidents that have occurred since 1963-1994 is concluded in my thesis, with a brief description of each, as well as a list of the 1994-2009 accident reports in a more concise way. Thus, we will clearly understand how necessary is the application of this technology, as there are quite a lot of injurious accidents due to the lack of presence of an appropriate technology and not well organized evacuation of the ship, which in most cases cost lives.

Εισαγωγή

Η ανίχνευση επιβατών σε κρουαζιερόπλοια είναι ένα αναγκαίο θέμα έρευνας, λόγω της απώλειας πολλών ανθρώπινων ζώων που οφείλεται σε ναυτικά ατυχήματα. Παράλληλα όμως είναι και πολύ λεπτό θέμα λόγω της παραβίασης της προσωπικής ζωής των επιβατών. Η έρευνα λοιπόν αυτή θα μας διευκολύνει να διαλευκάνουμε την κατάσταση έτσι ώστε να καταλήξουμε σε χρήσιμες λύσεις. Η ασφάλεια ζωής στη θάλασσα (SOLAS) επιβάλλεται να τύχει μεγαλύτερης και σοβαρότερης προσοχής. Συνεχώς η τεχνολογία αναπτύσσεται και αυτό πρέπει να το εκμεταλλευτούν οι αρμόδιοι και να μην επαφίενται σε παλαιότερες ή να αποφεύγουν να ανανεώσουν τις παλιές. Το όφελος θα είναι μεγάλο και για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Ο αριθμός των κρουαζιερόπλοιων συνεχώς αυξάνεται σε όλο τον κόσμο. Καθώς επιπλέον αυξάνεται και η χωρητικότητά τους με γρήγορους ρυθμούς. Ο κόσμος που ταξιδεύει με κρουαζιερόπλοια γίνεται ολοένα και περισσότερος. Θα τολμούσα να πω πως η τάση της εποχής είναι να μετατρέπεται ένα κρουαζιερόπλοιο ουσιαστικά σε ένα μικρό κόσμο, ή ίσως σε ένα μεγάλο!

Δε θα έπρεπε όμως να έχουμε ένα τρόπο διαφυγής σε περιπτώσεις κινδύνου από αυτό τον κόσμο, και παράλληλα μία αίσθηση ασφάλειας όταν ταξιδεύουμε;

Απαραίτητο είναι λοιπόν να δοθεί μία λύση σ' αυτό το πρόβλημα.

Κεφάλαιο 1

Παρουσίαση και ανάλυση τρόπων ανίχνευσης

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι εντοπισμού-ανίχνευσης πραγμάτων-ανθρώπων. Οι πιο σημαντικοί παρουσιάζονται παρακάτω, όπως και μερικά από τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα αυτών.

Πίνακας 1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεθόδων τρόπων ανίχνευσης

Τρόποι ανίχνευσης	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Μικροκυκλώματα (microchip) σε ανθρώπους (είτε ενσωματωμένα είτε όχι)	→εύκολη, γρήγορη ανίχνευση →εντοπισμός ανά πάσα στιγμή σε οποιοδήποτε σημείο	→παραβίαση προσωπικών δεδομένων →ακριβός εξοπλισμός
Ανιχνευτής κίνησης	→εύκολος εντοπισμός για ό, τι κινείται →οικονομική λύση	→σε πλοία μπορεί να έχουμε ανεπιθύμητες κινήσεις όχι από ανθρώπους →έλλειψη δυνατότητας εντοπισμού σε κατάσταση ακινησίας(πχ. ύπνος)
Ανιχνευτής θερμότητας	→γρήγορη αναζήτηση σώματος που εκπέμπει θερμότητα	→πιθανή λανθασμένη αντίληψη για τον εντοπισμό ανθρώπου
RFID	→δεν απαιτείται οπτική επαφή →γρήγορη, ακριβής αναζήτηση →εύρεση συγκεκριμένου ατόμου σε οποιαδήποτε στιγμή →μεγάλη αίσθηση ασφάλειας των πελατών και εργαζόμενων →μείωση του χρόνου και των εργατικών πόρων μιας διαδικασίας →όχι ιδιαίτερα ακριβός εξοπλισμός(logical cost)	→υποκλοπή δεδομένων (πχ. πλαστή ταυτότητα, παρακολούθηση) →παραπλάνηση (πχ. αποκόλληση, απενεργοποίηση, παρεμβολή)

<i>GPS</i>	<ul style="list-style-type: none"> →αξιοπιστία σε ανίχνευση →εύκολα εφαρμόσιμο, λόγω της ήδη εφαρμογής του σε άλλα πεδία(π.χ. διαδρομή αυτοκινήτου) 	<ul style="list-style-type: none"> →ακριβός εξοπλισμός(μη συμφέρουσα οικονομικά λύση →έλλειψη δυνατότητας εντοπισμού μέσα σε πλοίο λόγω κατασκευής (δε μπορεί να σταλεί σήμα μέσα από το πλοίο στο δορυφόρο) →όχι ακριβής εντοπισμός (απόκλιση μερικών μέτρων)
<i>Ανίχνευση μέσω κινητής τηλεφωνίας</i>	<ul style="list-style-type: none"> →χρήσιμο, και εύκολα εφαρμόσιμο →σχετικά οικονομικό 	<ul style="list-style-type: none"> →πιθανή έλλειψη σήματος →όχι τόσο αξιόπιστο (λόγω αδυναμίας γνώσης κατοχής του κινητού καθενός ανθρώπου)
<i>Ανίχνευση μέσω ρούχων(ειδικού ενδύματος)</i>	<ul style="list-style-type: none"> →πολύ αξιόπιστο →χρήσιμο και για ανίχνευση προβλημάτων υγείας του ανθρώπου 	<ul style="list-style-type: none"> →καθόλου πρακτικό →καθόλου οικονομικό →πιθανή κατηγορία για παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων (προσωπικά δεδομένα)
<i>barcodes</i>	<ul style="list-style-type: none"> →εύκολη εφαρμογή(λόγω της ήδη εφαρμογής σε πολλούς τομείς →αξιόπιστο 	<ul style="list-style-type: none"> →αδυναμία στην ανάγνωση πολλών σημάτων →μικρή απόσταση του σήματος από τον αναγνώστη

Ας κάνουμε ένα SWOT analysis για την καθεμία μέθοδο, ώστε να έχουμε μία καλύτερη εικόνα.

Ας αναλύσουμε όμως πρώτα τί είναι η SWOT analysis.

1.1 Τι είναι το SWOT analysis

Ανάλυση SWOT

Η ανάλυση SWOT είναι ένα εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού, το οποίο χρησιμοποιείται για την ανάλυση του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος μίας επιχείρησης, όταν η επιχείρηση πρέπει να λάβει μία απόφαση σε σχέση με τους στόχους που έχει θέσει, με σκοπό την επίτευξή τους.

Το αρκτικόλεξο SWOT προκύπτει από τις αγγλικές λέξεις: *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* (δυνατά σημεία, αδύνατα σημεία, ευκαιρίες, απειλές).

1.1.1 Εφαρμογή

Κατά την ανάλυση SWOT μελετώνται τα δυνατά (Strengths) και αδύνατα (Weaknesses) σημεία μίας επιχείρησης, οργανισμού ή και περιοχής, καθώς και οι ευκαιρίες (Opportunities) και οι απειλές (Threats) που υπάρχουν.

Τα δυνατά και αδύνατα σημεία αφορούν το εσωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης καθώς προκύπτουν από τους εσωτερικούς πόρους που αυτή διαθέτει (π.χ. ικανότητες προσωπικού και στελεχών, ιδιότητες και χαρακτηριστικά της επιχείρησης, τεχνογνωσία, χρηματοοικονομική υγεία, και ικανότητα να ανταποκριθεί σε νέες επενδύσεις, κλπ.).

Αντιθέτως οι ευκαιρίες και οι απειλές 'αντανακλούν' σε μεταβλητές του εξωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης, τις οποίες η επιχείρηση θα πρέπει να εντοπίσει, να προσαρμοστεί σε αυτές ή ακόμα και να τις προσαρμόσει εάν κάτι τέτοιο είναι εφικτό (π.χ. είσοδος νέων ανταγωνιστών, ρυθμίσεις στο νομικό περιβάλλον, δημιουργία ή/και εμφάνιση νέων αγορών κλπ.).

Γενικά, κατά την εφαρμογή της ανάλυσης επιχειρείται να απαντηθούν με όσο το δυνατόν πιο ποσοτικοποιημένο τρόπο ερωτήματα για την περιοχή όπως:

Δυνάμεις:

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα;

Ποιο είναι το πλέον ανταγωνιστικό προϊόν / υπηρεσία;

Ποιοι είναι οι διαθέσιμοι πόροι που είναι μοναδικοί ή έχουν το μικρότερο συγκριτικά κόστος;

Τί θεωρούν οι τοπικοί οικονομικοί παράγοντες ως ενδογενή δύναμη της περιοχής;

Αδυναμίες:

Τι θα μπορούσε να βελτιωθεί;

Τι θα έπρεπε να αποφευχθεί;

Τι θεωρούν οι τοπικοί οικονομικοί παράγοντες ως ενδογενή αδυναμία;

Η παραπάνω θεώρηση των Δυνάμεων – Αδυναμιών πραγματοποιείται τόσο από την εσωτερική οπτική, όσο και από την οπτική των «πελατών». Κρίσιμο παράγοντα, ο οποίος επιβάλλει την προσπάθεια ποσοτικοποίησης των δεδομένων, αποτελεί η δυνατότητα ρεαλιστικής (αντικειμενικής) αποτίμησης της υφιστάμενης κατάστασης. Η όλη ανάλυση οφείλει να συσχετίζεται με τον ανταγωνισμό: για παράδειγμα, η παραγωγή ενός προϊόντος υψηλής ποιότητας, εφόσον παράγεται σε αφθονία και από τον ανταγωνισμό, δεν αποτελεί δύναμη για την περιοχή, αλλά αναγκαιότητα.

Ευκαιρίες

Ποιες είναι οι καλές ευκαιρίες που προβάλλουν;

Ποιες είναι οι ενδιαφέρουσες τάσεις που αφορούν την περιοχή;

Χρήσιμες ευκαιρίες μπορεί να θεωρηθούν:

Αλλαγές στην τεχνολογία και τις αγορές, σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα

Αλλαγές στην κρατική πολιτική στο πεδίο ενδιαφέροντος

Αλλαγές σε κοινωνικά μοτίβα, πληθυσμιακά προφίλ, αλλαγές τρόπου ζωής

Τοπικά γεγονότα

Μια συνήθης προσέγγιση εντοπισμού των ευκαιριών έγκειται στην ανασκόπηση των Δυνάμεων και τη διερεύνηση της δυναμικής τους για άνοιγμα ευκαιριών. Εναλλακτικά, εξετάζονται οι Αδυναμίες και διερευνάται η δυνατότητα αξιοποίησης ευκαιρίας μέσω της εξάλειψής τους. Για παράδειγμα, η μείωση του τεχνολογικού κόστους σε ένα τομέα αποτελεί ευκαιρία για μια περιοχή, η οικονομία της οποίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τομέα αυτό.

Απειλές:

Ποια εμπόδια εμφανίζονται συνήθως;

Τι κάνουν οι ανταγωνιστές;

Εμφανίζονται αλλαγές στις προδιαγραφές για τα ήδη παρεχόμενα προϊόντα ή υπηρεσίες;

Οι τεχνολογικές αλλαγές απειλούν ή ακυρώνουν την υφιστάμενη οικονομία της περιοχής;

Υπάρχουν χρηματοδοτικά ή χρηματοοικονομικά προβλήματα;

Αποτελεί κάποια από τις Αδυναμίες πραγματική απειλή για την οικονομία της περιοχής;

1.2 Μικροκυκλώματα (microchip) σε ανθρώπους (είτε ενσωματωμένα είτε όχι)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Εύκολη ανίχνευση.

Γρήγορη ανίχνευση.

Αποτελεσματική ανίχνευση.

Εντοπισμός επιβατών ανά πάσα στιγμή σε οποιοδήποτε σημείο.

Μεγάλη αίσθηση ασφάλειας των επιβατών μέσα στο πλοίο.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων.

Ακριβός εξοπλισμός.

Δύσκολη εφαρμογή.

Χρονοβόρα διαδικασία.

Έλλειψη γνώσης ως προς την πρόκληση ιατρικών προβλημάτων.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Τάση της κοινωνίας να χρησιμοποιεί μεθόδους παρόμοιες όλο και περισσότερο.

Η εφαρμογή θα αποτελεί πρωτοπορία, λόγω της αναπόφευκτης εφαρμογής της μετά από ορισμένα χρόνια, αφού ο άνθρωπος εξοικειωθεί με την ιδέα.

ΑΠΕΙΛΕΣ

Η κοινωνία και πολλά σωματεία που υπερασπίζονται τα ανθρώπινα δικαιώματα, θα στραφούν εναντίον και θα εμποδίσουν την εφαρμογή αυτή.

Οι νέες απαιτήσεις στην εργασία οδηγούν σε άμεση πρόσληψη περιορισμένου αριθμού εργαζομένων με ειδικές όμως τεχνολογικές γνώσεις, αλλά και σε απολύσεις, άρα σε προβλήματα με σωματεία εργαζομένων κλπ.

Δε γνωρίζουμε τις συνέπειες στην υγεία, και αυτό αποτελεί μεγάλο 'ρίσκο' για την επιχείρηση.

1.2.1 Μικροκυκλώματα σε Ανθρώπους και Τεχνολογία

Το "θέμα" εκτυλίχθηκε κάπως έτσι: Πρώτα, διαμόρφωσαν τεχνολογία (GPS). Μετά, διαμόρφωσαν Case Studies ως practising: δηλ.ο Jack (εντοπισμός και ακινητοποίηση κλεμμένων αυτοκινήτων), εντοπισμό χαμένων κατοικίδιων ζώων στα οποία είχε εμφυτευθεί microchip εντοπισμού. Και, φυσικά, μην ξεχνάμε τις αντίστοιχες εφαρμογές από τις αντιτρομοκρατικές υπηρεσίες, οι οποίες χρησιμοποίησαν τη συγκεκριμένη τεχνολογία ήδη σε παρακολουθήσεις ατόμων. Τώρα, ήρθε απλώς η ώρα να το εφαρμόσουν εκτεταμένα στον

πληθυσμό. Φυσικά, δεν είναι ώριμες οι συνθήκες να το επιβάλουν. Απαιτείται μία "κρίσιμη μάζα" εθελοντικής εφαρμογής πρώτα, ως βάση εκκίνησης και μετάβασης στην "επόμενη μέρα". Να το "υιοθετήσει" δηλαδή, εθελοντικά, η πλειοψηφία του πληθυσμού πριν αποφασίσει να το επεκτείνει σε ακόμη περισσότερους (έντεχνα, δηλ. με "πονηριά") και μετά στους τελευταίους "αντιδραστικούς" με μέτρα επιβολής. Έτσι, το Marketing αυτού του project - όπως κάθε Τμήμα Marketing που σέβεται τον εαυτό του - αναζητεί τρόπους να "τοποθετήσει" το νέο προϊόν στην αγορά. Εντοπίζει λοιπόν, "πρώτες ανάγκες" που είναι δυνατόν να "καλυφθούν" με αυτή την τεχνολογία (microchip). Και φυσικά, προέχουν πάντα οι "Λόγοι Υγείας".

Το microchip λοιπόν – σε πρώτη φάση - περιλαμβάνει το "ιατρικό ιστορικό" του εθελοντή ασθενούς. Αργότερα, πιθανότατα θα διασυνδεθεί και με άλλες εμφυτεύσεις (πχ μηχανισμός παραγωγής και παροχής ινσουλίνης), ή θα επιτελεί και άλλες εργασίες, (π.χ. μείωση αδρεναλίνης, έκχυση ηρεμιστικών ουσιών, λειτουργία ως απινιδωτής κλπ.). Τέτοιες λειτουργίες θα το κάνουν πολύτιμο στα μάτια ανθρώπων που κινδυνεύουν να χάσουν τη ζωή τους από λεπτό σε λεπτό εξαιτίας μιας ασθένειάς τους. Οι εφαρμογές για λόγους υγείας καλύπτουν μια τεράστια μερίδα του παγκόσμιου πληθυσμού. Και μόνο μέσω αυτής της φιλοσοφίας θα έχουν αποκτήσει την κρίσιμη 'μάζα διείσδυσης' του εμπορεύματος στην αγορά – αυτό που τους χρειάζεται δηλαδή. Την κατάλληλη στιγμή και για να μειωθούν τα νοσηλεία και οι χαμένες εργατοώρες των Δημοσίων Συστημάτων Υγείας, θα υποχρεωθεί ακόμη μεγαλύτερη μερίδα πληθυσμού να τα εμφυτεύσει. Αυτή θα είναι η «Πρώτη Επιβολή».

Ταυτόχρονα, τρέχει και το δεύτερο project «τοποθέτησης του εμπορεύματος στην αγορά». Σαν μέσο αντικατάστασης των πιστωτικών καρτών. Έτσι, θα καλυφθεί ακόμη μεγαλύτερη μερίδα πληθυσμού (και πάλι εθελοντικά). Την «κατάλληλη στιγμή» θα δούμε να επιβάλλεται ως το μοναδικό σύστημα συναλλαγών. Αυτή πιθανότατα θα είναι η «Δεύτερη Επιβολή». Σε τρίτη φάση, το microchip θα περιλαμβάνει και «πλήθος άλλων προσωπικών δεδομένων», αρχίζοντας από την αστυνομική ταυτότητα, το διαβατήριο, τα φορολογικά και ασφαλιστικά δεδομένα και το ποινικό μητρώο. Ταυτόχρονα, θα έχει διαφημιστεί και ως η «πανάκεια» για τον εντοπισμό «χαμένων προσώπων» (π.χ. παιδιά, ηλικιωμένοι, πάσχοντες από ασθένειες μνήμης, πιλότοι, αλιείς, ναυτικοί, στρατιώτες κλπ.) Οι συνθήκες θα είναι ώριμες πλέον για να επιβληθεί η «πλήρης εφαρμογή» του microchip σε όλο τον πληθυσμό.

Οι συνέπειες μιας τέτοιας κατάστασης είναι περισσότερο από εμφανείς. Σε ποιο σημείο της παραπάνω «άκρως επαγγελματικής μεθόδευσης» πιστεύει κανείς πως μπορεί να παρέμβει αντιδρώντας με οποιοδήποτε τρόπο; Μην ξεχνάμε πως στο πρώτο στάδιο, το project εφαρμόζεται «εθελοντικά». Πώς μπορεί να 'χτυπήσει' κανείς κάτι που εφαρμόζεται εθελοντικά; Για παράδειγμα ένας καρδιοπαθής δε θα διακινδυνεύσει τη ζωή του επειδή ένας εμφυτευμένος μηχανισμός ικανός να τον σώσει, τον φέρνει πιο κοντά στον ... 'Μεγάλο αδερφό'. Εξάλλου ένα δισεκατομμύριο bio-chips κατασκευάζονται από τη Mondex το χρόνο.

Ανακάλυψαν επίσης πως αν το chip τοποθετηθεί σε κάρτα, θα προκαλέσει σοβαρά προβλήματα. Θα μπορούσε να κοπεί και οι πληροφορίες εντός του να αλλάξουν ή να τροποποιηθούν. Επιπλέον η κάρτα, θα λήξει μέσα σε ένα ή δύο χρόνια μετά τη λήψη της.

Υπάρχει μόνο μία λύση στο πρόβλημα, την οποία ενστερνίστηκε η Motorola: εμφύτευση του bio-chip στο δεξί χέρι ή στο κεφάλι, από όπου δεν είναι εύκολο να βγει. Αν αφαιρεθεί με χειρουργείο, η κάψουλα θα σπάσει και ο άνθρωπος θα μολυνθεί με το λίθιο και τα χημικά της μικρομπαταρίας. Το GPS (Global Positioning System) θα εντοπίσει αν έχει αφαιρεθεί και θα ειδοποιήσει τις αρχές.

Σημειώστε: MONDEX σημαίνει Money on your hand MON = MONetary DEX=DEXter=Right-hand side

Microchips ως ατομικοί Απινιδωτές.

Απινιδωτής είναι μια συσκευή που εμφυτεύεται κάτω από το δέρμα σε άτομα που πάσχουν από καρδιολογικά προβλήματα, ώστε την κρίσιμη στιγμή της "αρρυθμίας", η συσκευή να δίνει ένα (ισχυρό) ηλεκτροσόκ στην καρδιά, για να την επαναφέρει στο φυσιολογικό ρυθμό.

Για λόγους κοινωνικής πρόνοιας κρίθηκε απαραίτητο να αυξηθεί η ενεργειακή ισχύς των microchips, σε σημείο που να μπορούν να λειτουργήσουν ως απινιδωτές εκτάκτου ανάγκης.

Ίσως κάποτε το microchip να εξελιχθεί σε τόσο ισχυρό μηχανισμό ώστε να μπορεί να εκπέμψει ενέργεια ικανή να "ακινητοποιήσει" ένα άτομο. Και ήδη, γνωρίζουμε πόσο εύκολα "καθοδηγούνται" εξ αποστάσεως τέτοιες συσκευές. Για παράδειγμα, δε θα χρειαζόνταν δακρυγόνα πλέον. Θα βλέπαμε τους διαδηλωτές που κάποιοι έκριναν ως επικίνδυνους, να πέφτουν 'σφαδάζοντας σαν τις μύγες'. Και ας αποφύγουμε να αναφερθούμε στα επακόλουθα μιας ευρείας εφαρμογής των microchips σε συνθήκες πολέμου, ενός 'πολέμου ηλεκτρονικού', ανώτερου τεχνολογικά.

Κάτι ανάλογο μπορούμε να φανταστούμε για την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας ή ακόμη και για οτιδήποτε θεωρηθεί ως παράβαση νόμων. Δύσκολα, εξάλλου θα μπορούσε να αντιταχθεί κανείς στην εκτεταμένη ήδη εφαρμογή των microchips.

Επιπλέον μια "περιορισμένου εύρους" "ηλεκτρική εκκένωση" θα μπορεί να προκαλέσει "ικανές αρρυθμίες" ώστε ο "αντιδρών" να πεθαίνει από φυσιολογικά - μη ανιχνεύσιμα - αίτια.

Πίνακας 1.2. SWOT για μικροκυκλώματα σε ανθρώπους

<p>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Εύκολη ανίχνευση. 2) Γρήγορη ανίχνευση. 3) Αποτελεσματική ανίχνευση. 4) Εντοπισμός επιβατών ανά πάσα στιγμή σε οποιοδήποτε σημείο. 5) Μεγάλη αίσθηση ασφάλειας των επιβατών μέσα στο πλοίο. 	<p>ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. 2) Ακριβός εξοπλισμός. 3) Δύσκολη εφαρμογή. 4) Χρονοβόρα διαδικασία. 5) Έλλειψη γνώσης ως προς την πρόκληση ιατρικών προβλημάτων.
<p>ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Τάση της κοινωνίας να χρησιμοποιεί μεθόδους παρόμοιες όλο και περισσότερο. 2) Η εφαρμογή θα αποτελεί πρωτοπορία, λόγω της αναπόφευκτης εφαρμογής της μετά από ορισμένα χρόνια, αφού ο άνθρωπος εξοικειωθεί με την ιδέα. 	<p>ΑΠΕΙΛΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Η κοινωνία και πολλά σωματεία που υπερασπίζονται τα ανθρώπινα δικαιώματα, θα στραφούν εναντίον και θα εμποδίσουν την εφαρμογή αυτή. 2) Οι νέες απαιτήσεις στην εργασία οδηγούν σε άμεση πρόσληψη περιορισμένου αριθμού εργαζομένων με ειδικές όμως τεχνολογικές γνώσεις, αλλά και σε απολύσεις, άρα σε προβλήματα με σωματεία εργαζομένων κλπ. 3) Δε γνωρίζουμε τις συνέπειες στην υγεία, και αυτό αποτελεί μεγάλο 'ρίσκο' για την επιχείρηση.

1.3 Ανιχνευτές κίνησης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Εύκολος εντοπισμός για οτιδήποτε κινείται.

Απλή μέθοδος στην εφαρμογή της (τοποθέτηση καμερών ή φωτοκυττάρων).

Οικονομική λύση.

Εύκολα εφαρμόσιμη λόγω της ήδη εφαρμογής της σε πολλούς άλλους τομείς και επιχειρήσεις.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Παραπλάνηση λόγω μετακινήσεων αντικειμένων μέσα στο πλοίο και δεν προέρχονται από ανθρώπους αλλά από επερχόμενα κύματα.

Έλλειψη δυνατότητας εντοπισμού σε κατάσταση ακινησίας του ανθρώπου, για παράδειγμα όταν κοιμάται ή όταν έχει εγκλωβιστεί.

Πιθανή έλλειψη κάλυψης όλων των χώρων.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Υπερβολική ανάπτυξη της τεχνολογίας σε κάμερες και φωτοκύτταρα. Παρέχουν πολλές δυνατότητες.

Τάση της τεχνολογίας για μικρότερες συσκευές με περισσότερες δυνατότητες και ικανότητες.

ΑΠΕΙΛΕΣ

Πιθανή καταγγελία για παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, λόγω της τοποθέτησης καμερών και φωτοκυττάρων σε προσωπικούς χώρους, πχ δωμάτια, μπάνια κλπ.

Όχι ανταγωνιστική μέθοδος σύμφωνα με τα δεδομένα της τεχνολογικής προόδου.

1.3.1 Ανιχνευτές κίνησης πιο αναλυτικά

Ο ανιχνευτής κίνησης είναι μια συσκευή που περιέχει ένα φυσικό μηχανισμό ή ηλεκτρονικό αισθητήρα που ποσοτικοποιεί κινήσεις και μπορεί είτε να ενσωματωθεί είτε να συνδεθεί με άλλες συσκευές που προειδοποιούν το χρήστη για την παρουσία ενός κινούμενου αντικειμένου στο οπτικό πεδίο. Είναι ζωτικής σημασίας συνιστώσα ενός ολοκληρωμένου συστήματος ασφάλειας, τόσο για τα σπίτια όσο και για επιχειρήσεις.

Ένα ηλεκτρονικό σύστημα ανιχνευτή κίνησης περιλαμβάνει έναν αισθητήρα κίνησης, που μετατρέπει την ανίχνευση της κίνησης σε ένα ηλεκτρικό σήμα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη μέτρηση της οπτικής ή ακουστικής αλλαγής.



Σχήμα 1.3.1 Ένας ανιχνευτής κίνησης

Ένας ανιχνευτής κίνησης μπορεί να συνδεθεί με αντιδιαρρηκτικό συναγερμό, που χρησιμοποιείται για να ειδοποιεί τον ιδιοκτήτη σπιτιού ή υπηρεσίες ασφαλείας μετά την ανίχνευση κίνησης. Η εν λόγω ανίχνευση μπορεί να οδηγήσει επίσης σε ένα κόκκινο φως στην κάμερα.

Αισθητήρας πληρότητας είναι ένας ανιχνευτής κίνησης που έχει ενσωματωθεί με μία συσκευή χρονοδιάγραμμα. Είναι αισθητήριες συσκευές, οι οποίες όταν η κίνηση έχει διακοπεί για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, προκαλούν ένα ελαφρύ σήμα πυρόσβεσης. Οι συσκευές αυτές εμποδίζουν το φωτισμό των χώρων που είναι ακατοίκητοι, όπως δημόσιες τουαλέτες.

1.3.1.1 Αισθητήρες

Υπάρχουν βασικά τρία είδη αισθητήρων που χρησιμοποιούνται σε ανιχνευτές κίνησης του φάσματος.

Παθητικοί αισθητήρες υπέρυθρων (PIR) :

Αναζητούν τη θερμότητα του σώματος. Δεν είναι ενέργεια που εκπέμπεται από τον αισθητήρα.

Αισθητήρες Υπερήχων (ενεργό):

Στέλνουν παλμούς και μετρούν την αντανάκλαση από ένα κινούμενο αντικείμενο.

Αισθητήρες Μικροκυμάτων (ενεργό):

Στέλνουν παλμούς μικροκυμάτων και μετρούν τις αντιδράσεις από το κινούμενο αντικείμενο.

Παρομοιάζονται με ένα 'πιστόλι ραντάρ' της αστυνομίας.

1.3.1.2 Ανιχνευτές κίνησης τεχνολογίας

Πολλές σύγχρονες συσκευές ανιχνευτών κίνησης χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό διαφορετικών τεχνολογιών. Η εν λόγω τεχνολογία έχει όφελος με κάθε είδος αισθητήρα, αν λάβουμε υπόψη ότι και οι ψευδείς συναγερμοί μειώνονται. Όλες οι εταιρείες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν PIR / ανίχνευση κίνησης με μικροκύματα, που έχουν 'Pet-Immune' λειτουργίες, οι οποίες ουσιαστικά επιτρέπουν στον ανιχνευτή να αγνοήσει τα κατοικίδια ζώα που ζυγίζουν μέχρι 36 κιλά. Η τοποθέτηση των αισθητήρων μπορεί να γίνει στρατηγικά, ώστε να μειώσει την πιθανότητα ενεργοποίησης συναγερμών από κατοικίδια.

Συχνά, η PIR τεχνολογία συνδυάζεται με ένα άλλο μοντέλο για να μεγιστοποιήσει την ακρίβεια και να μειώσει τη χρήση ενέργειας. Η PIR εφιστά λιγότερη ενέργεια από την ανίχνευση μικροκυμάτων, και έχει πολλούς αισθητήρες έτσι ώστε όταν ένας αισθητήρας PIR ενεργοποιείται, ενεργοποιεί έναν αισθητήρα μικροκυμάτων. Εάν η τελευταία αντιληφθεί έναν εισβολέα, τότε η αφύπνιση είναι γεγονός.

Πίνακας 1.3 SWOT ανιχνευτές κίνησης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ol style="list-style-type: none"> 1) Εύκολος εντοπισμός για οτιδήποτε κινείται. 2) Απλή μέθοδος στην εφαρμογή της (τοποθέτηση καμερών ή φωτοκυττάρων). 3) Οικονομική λύση. 4) Εύκολα εφαρμόσιμη λόγω της ήδη εφαρμογής της σε πολλούς άλλους τομείς και επιχειρήσεις. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Παραπλάνηση λόγω μετακινήσεων αντικειμένων μέσα στο πλοίο και δεν προέρχονται από ανθρώπους αλλά από επερχόμενα κύματα. 2) Έλλειψη δυνατότητας εντοπισμού σε κατάσταση ακινησίας του ανθρώπου, για παράδειγμα όταν κοιμάται ή όταν έχει εγκλωβιστεί. 3) Πιθανή έλλειψη κάλυψης όλων των χώρων.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΑΠΕΙΛΕΣ
<p>1) Υπερβολική ανάπτυξη της τεχνολογίας σε κάμερες και φωτοκύτταρα. Παρέχουν πολλές δυνατότητες.</p> <p>2) Τάση της τεχνολογίας για μικρότερες συσκευές με περισσότερες δυνατότητες και ικανότητες.</p>	<p>1) Πιθανή καταγγελία για παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, λόγω της τοποθέτησης καμερών και φωτοκυττάρων σε προσωπικούς χώρους, πχ δωμάτια, μπάνια κλπ.</p> <p>2) Όχι ανταγωνιστική μέθοδος σύμφωνα με τα δεδομένα της τεχνολογικής προόδου.</p>

1.4 Ανιχνευτές θερμότητας

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Γρήγορη ανίχνευση-εντοπισμός σώματος που εκπέμπει θερμότητα.

Δεν εξαρτάται από την κίνηση του σώματος, αλλά μόνο από την εκπομπή της θερμότητάς του, πράγμα που κάνει αξιόπιστη τη μέθοδο ανίχνευσης.

Οικονομικός εξοπλισμός.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Πιθανή λανθασμένη αντίληψη για τον εντοπισμό ανθρώπου. Θερμότητα μπορεί να εκπέμπουν και άλλοι ζωντανοί οργανισμοί, όπως σκύλοι ,γάτες κλπ, αλλά και άλλα αντικείμενα ,όπως κινητά, φούρνος μικροκυμάτων και διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές.

Όχι εύκολη τοποθέτηση εξοπλισμού σε όλο το πλοίο.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Τάση εκμετάλλευσης και καλύτερης κατηγοριοποίησης ανάλογα με την εκπομπή θερμότητας του σώματος.

Θερμότητα, η οποία γίνεται μία από τις πιο εκμεταλλεύσιμες και κύριες μορφές ενέργειας.

ΑΠΕΙΛΕΣ

Εντοπισμός με χρήση υπέρυθρων ακτίνων μπορεί να αποβεί μοιραίος σε ιατρικά προβλήματα. Καθόλου ανταγωνιστική μέθοδος εύρεσης ανθρώπων, σύμφωνα με το ρυθμό που εξελίσσεται η τεχνολογία.

1.4.1 Ανιχνευτές θερμότητας πιο αναλυτικά

Η συσκευή ανίχνευσης θερμότητας μετρά τόσο το ρυθμός αύξησης, όσο και τη σταθερότητα της θερμοκρασίας.

Ο ανιχνευτής θερμότητας είναι μια συσκευή που ανταποκρίνεται στις αλλαγές θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Συνήθως, εάν η θερμοκρασία αυξάνεται πάνω από ένα προκαθορισμένο όριο, ενεργοποιείται το σήμα συναγερμού. Στην περίπτωση των συστημάτων καταιονισμού, το νερό θα κυκλοφορήσει για την κατάσβεση της φωτιάς.

Οι ανιχνευτές θερμότητας μπορούν επίσης να διακριθούν με βάση δύο βασικές λειτουργίες για την ενεργοποίησή τους: αυτές που μετρούν το ποσοστό ανόδου της θερμοκρασίας και αυτές που μετρούν τη σταθερότητα της θερμοκρασίας. Οι πιο εξελιγμένες μονάδες ενεργοποιούνται και από τις δύο προϋποθέσεις.



Σχήμα 1.4.1 ανιχνευτής θερμότητας

1.4.1.1 Ανιχνευτές που μετρούν το ποσοστό ανόδου της θερμοκρασίας

Αυτού του είδους οι ανιχνευτές (ROR), αντιδράσουν στην ξαφνική αλλαγή ή αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος από την κανονική αρχική κατάσταση. Οποιαδήποτε ξαφνική αύξηση της θερμοκρασίας που συμβαδίζει με τα προκαθορισμένα κριτήρια συναγερμού, θα προκαλέσει συναγερμό. Αυτό το είδος του ανιχνευτή θερμότητας μπορεί να αντιδράσει σε ένα κατώτερο, εάν το όριο είναι σταθερό. Το ζητούμενο είναι να κινητοποιηθεί ο συναγερμός όταν ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας υπερβεί τους 12 ° έως 15 ° F (6.7 ° με 8,3 ° C) ανά λεπτό.

1.4.1.2 Ανιχνευτές που μετρούν τη σταθερότητα της θερμοκρασίας

Αυτό το είδος του ανιχνευτή αντιδρά όταν η θερμοκρασία φτάνει ένα σταθερό σημείο. Η πιο κοινή σταθερή θερμοκρασία είναι 136,4 ° F (58 ° C). Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν την τελειότητα των ανιχνευτών που ενεργοποιούνται σε θερμοκρασία 117 ° F (47°C), παρέχοντας αυξημένο χρόνο για διαφυγή.

1.4.1.3 Επιλογή ανιχνευτή θερμότητας

Οι ανιχνευτές θερμότητας έχουν συνήθως μια ετικέτα που γράφει "Δεν είναι μια συσκευή ασφάλειας ζωής". Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι ανιχνευτές θερμότητας δεν προορίζονται να αντικαταστήσουν ανιχνευτές καπνού στα υπνοδωμάτια ή στο διάδρομο έξω από τα υπνοδωμάτια. Ωστόσο, ειδοποιούν σε περίπτωση πυρκαγιάς σε κουζίνα ή βοηθητικό χώρο (δηλαδή, πλυντήριο, γκαράζ, ή σοφίτα), όπου ανιχνευτές καπνού δε θα πρέπει να εγκατασταθούν. Αυτό θα επιτρέψει επιπλέον χρόνο για την εκκένωση του κτιρίου ή την κατάσβεση της πυρκαγιάς όπου αυτό είναι δυνατόν.

Οι μηχανικοί ανιχνευτές θερμότητας δεν εξαρτώνται από την ύπαρξη φωτιάς, σε αντίθεση με τους ανιχνευτές καπνού. Μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε χώρο του σπιτιού. Η φορητότητα, η ευκολία εγκατάστασης, και η άριστη απόδοση και αξιοπιστία τους τους καθιστούν μια καλή επιλογή για εντοπισμό φωτιάς σε οικίες, όταν συνδυάζεται με τους απαιτούμενους ανιχνευτές καπνού. Επειδή οι ανιχνευτές δεν συνδέονται μεταξύ τους, η θερμότητα ενεργοποιεί τον ανιχνευτή και προσδιορίζει τη θέση της πυρκαγιάς διευκολύνοντας την εκκένωση του σπιτιού.

Κάθε τύπος ανιχνευτή θερμότητας έχει τα πλεονεκτήματά του, και δεν μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι ο ένας τύπος ανιχνευτή θερμότητας πρέπει πάντα να χρησιμοποιείται αντί του άλλου. Εάν τοποθετούσαμε για παράδειγμα έναν ανιχνευτή θερμότητας που μετρά το ποσοστό ανόδου της θερμοκρασίας πάνω από ένα μεγάλο, κλειστό φούρνο, με κάθε άνοιγμα της πόρτας θα ενεργοποιείτο ο συναγερμός λόγω της ξαφνικής παροδικής θερμότητας. Σε αυτήν την περίπτωση ο ανιχνευτής θερμότητας που μετρά τη σταθερότητα της θερμοκρασίας θα μπορούσε πιθανότατα να είναι ο καλύτερος. Αν πάλι ένα δωμάτιο γεμάτο με εξαιρετικά εύφλεκτα υλικά προστατεύεται με ανιχνευτή θερμότητας που μετρά τη σταθερότητα της θερμοκρασίας, τότε μία γρήγορη-ανάφλεξη θα μπορούσε να υπερβεί το όριο συναγερμού, λόγω θερμικής υστέρησης. Στην περίπτωση αυτή ο ανιχνευτής θερμότητας που μετρά το ποσοστό ανόδου της θερμοκρασίας μπορεί να προτιμηθεί.

Πίνακας 1.4 SWOT ανιχνευτής θερμότητας

<p>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Γρήγορη ανίχνευση-εντοπισμός σώματος που εκπέμπει θερμότητα. 2) Δεν εξαρτάται από την κίνηση του σώματος, αλλά μόνο από την εκπομπή της θερμότητάς του, πράγμα που κάνει αξιόπιστη τη μέθοδο ανίχνευσης. 3) Οικονομικός εξοπλισμός. 	<p>ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Πιθανή λανθασμένη αντίληψη για τον εντοπισμό ανθρώπου. Θερμότητα μπορεί να εκπέμπουν και άλλοι ζωντανοί οργανισμοί, όπως σκύλοι ,γάτες κλπ, αλλά και άλλα αντικείμενα ,όπως κινητά, φούρνος μικροκυμάτων και διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές. 2) Όχι εύκολη τοποθέτηση εξοπλισμού σε όλο το πλοίο.
<p>ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Τάση εκμετάλλευσης και καλύτερης κατηγοριοποίησης ανάλογα με την εκπομπή θερμότητας του σώματος. 2) Θερμότητα, η οποία γίνεται μία από τις πιο εκμεταλλεύσιμες και κύριες μορφές ενέργειας. 	<p>ΑΠΕΙΛΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ο εντοπισμός με χρήση υπέρυθρων ακτίνων μπορεί να αποβεί μοιραίος σε ιατρικά προβλήματα. 2) Καθόλου ανταγωνιστική μέθοδος εύρεσης ανθρώπων, σύμφωνα με το ρυθμό που εξελίσσεται η τεχνολογία.

1.5 GPS

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Αξιόπιστη μέθοδος.

Εύκολα εφαρμόσιμη λόγω της ήδη εφαρμογής της σε άλλα πεδία, όπως navigation systems.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Ακριβός εξοπλισμός, μη συμφέρουσα οικονομικά λύση.

Έλλειψη σήματος σε πολλά σημεία του πλοίου. Δεν μπορεί ο δορυφόρος να εντοπίσει τη θέση του ανθρώπου, λόγω κατασκευής του πλοίου.

Δεν έχουμε ακριβή εντοπισμό. Υπάρχει απόκλιση μερικών μέτρων, πολύ σημαντική στην περίπτωσή μας.

Πρέπει να προμηθεύουμε κάθε επιβάτη με μία συσκευή που ουσιαστικά θα εκπέμπει σήμα, πράγμα που ίσως να μην είναι επιθυμητό από όλους.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Τάση εξέλιξης της τεχνολογίας, άρα ακόμα πιο αξιόπιστα συστήματα GPS. Τοποθέτηση περισσότερων δορυφόρων άρα και περισσότερες πιθανότητες εντοπισμού σε σημεία που είναι αδύνατο σήμερα.

Μία επένδυση σε ένα τέτοιο σύστημα είναι σίγουρη, αφού το μέλλον φαίνεται να είναι άμεσα συνδεδεμένο με συστήματα GPS.

ΑΠΕΙΛΕΣ

Όχι τόσο αξιόπιστο, λόγω του ότι βασιζόμαστε στην "υπόσχεση" των επιβατών ότι θα κρατήσουν τη συσκευή που θα τους προμηθεύσουμε δίπλα τους, πάνω τους .

Πιθανώς να κατηγορηθούμε για παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και παραβίαση της προσωπικής ζωής.

Πιθανή συχνή αντικατάσταση των συσκευών με τις οποίες προμηθεύουμε στους επιβάτες λόγω κακής χρήσης, άρα μεγάλη οικονομική επιβάρυνση.

1.5.1 GPS πιο αναλυτικά (Global Positioning System)

Το **GPS (Global Positioning System)**, **Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας** είναι ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων της Γης, στους οποίους περιέχονται ειδικές συσκευές, που ονομάζονται "δέκτες GPS". Οι δέκτες αυτοί παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησής του. Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές.

1.5.1.1 Το παρελθόν

Τα σημεία του ορίζοντα, ή ακόμη και τα αστέρια, χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα για τον προσανατολισμό των ανθρώπων. Ένα σταθερό άστρο στον ουρανό, με γνωστή γεωγραφική θέση ως προς το σημείο παρατήρησης, αποτελούσε σημείο αναφοράς και βοηθούσε τους ανθρώπους να βρουν τη σωστή πορεία τους. Στον προσανατολισμό συνέβαλαν αργότερα και άλλα μέσα, όπως η πυξίδα και ο εξάντας. Ωστόσο ο εξάντας στην πρώτη μορφή του είχε τη

δυνατότητα να παράσχει πληροφορίες μόνο για το γεωγραφικό πλάτος και όχι για το γεωγραφικό μήκος, γεγονός που αποτελούσε ένα σημαντικό μειονέκτημα, ιδιαίτερα για τους ναυτικούς. Τον 17ο αιώνα το Ηνωμένο Βασίλειο συνέστησε ένα συμβούλιο επιστημόνων, το οποίο θα επιβράβευε χρηματικά τον εφευρέτη ενός οργάνου, το οποίο θα επέτρεπε τον ακριβή υπολογισμό και των δύο γεωγραφικών συντεταγμένων, δηλαδή μήκους και πλάτους.

Το 1761 ο Άγγλος ωρολογοποιός Τζον Χάρισσον (John Harrison), ύστερα από προσπάθειες δώδεκα ετών, κατασκεύασε ένα όργανο το οποίο δεν ήταν άλλο από το γνωστό σημερινό χρονόμετρο. Σε συνδυασμό με τον εξάντα, το χρονόμετρο επέτρεπε τον υπολογισμό του στίγματος των πλοίων με εξαιρετική ακρίβεια (για τα δεδομένα της εποχής). Πέρασαν αρκετά χρόνια μέχρι να δημιουργηθούν τα πρώτα συστήματα εντοπισμού θέσης που βασίζονταν σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ραντάρ, στα μέσα του 20ού αιώνα). Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου (και χρησιμοποιούνται ακόμη). Τα συστήματα εντοπισμού θέσης της εποχής αποτελούνταν από ένα δίκτυο σταθμών βάσης και κατάλληλους δέκτες.

Ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λάμβανε κάθε δέκτης από σταθμούς γνωστής γεωγραφικής θέσης, σχηματίζονταν δύο ή περισσότερες συντεταγμένες, μέσω των οποίων προσδιοριζόταν η θέση των σημείων ενδιαφέροντος επάνω σε ένα χάρτη. Στην περίπτωση αυτή, όμως, συνέβαιναν, υπήρχαν δύο διαφορετικά προβλήματα: Από τη μία πλευρά οι σταθμοί βάσης που θα εξέπεμπαν σήμα σε υψηλή συχνότητα, διέθεταν μεν υψηλή ακρίβεια εντοπισμού, αλλά είχαν μικρή εμβέλεια. Από την άλλη πλευρά οι σταθμοί βάσης χρησιμοποιούσαν μεν χαμηλή συχνότητα εκπομπής σήματος προσφέροντας έτσι υψηλότερη εμβέλεια, αλλά και η ακρίβεια που παρείχαν ήταν χαμηλή.

Έστω και με αυτά τα προβλήματα όμως, η αρχή της χρήσης ραδιοκυμάτων για τον εντοπισμό της θέσης ενός σημείου είχε ήδη γίνει. Το Global Positioning System στη σημερινή του μορφή βασίζεται σε παρεμφερή τεχνολογία. Συνδυάζει όλες τις μεθόδους που είχαν χρησιμοποιηθεί 'στον ουρανό', δηλαδή την τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, καθώς και την παρατήρηση ενός –τεχνητού αυτή τη φορά- ουράνιου σώματος. Οι σταθμοί βάσης που λαμβάνουν και δέχονται τα απαραίτητα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν είναι πλέον επίγειοι, αλλά εδρεύουν σε δορυφόρους.

Ένα δίκτυο πολυάριθμων δορυφόρων που βρίσκεται σε σταθερή θέση γύρω από τον πλανήτη μας βοηθά τους δέκτες GPS να παρέχουν το ακριβές στίγμα ενός σημείου οπουδήποτε στον κόσμο. Όταν, το 1957, πραγματοποιήθηκε η εκτόξευση του δορυφόρου Σπούτνικ, οι άνθρωποι είχαν ήδη αντιληφθεί ότι ένα τεχνητό ουράνιο σώμα κοντά στη Γη είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για να εντοπιστεί η θέση ενός σημείου πάνω στον πλανήτη. Αμέσως μετά την εκτόξευσή του, οι ερευνητές του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) διαπίστωσαν ότι το σήμα που λαμβανόταν από τον δορυφόρο αυξανόταν καθώς αυτός πλησίαζε προς το επίγειο σημείο παρατήρησης, και μειωνόταν όταν ο δορυφόρος

απομακρυνόταν από αυτό. Αυτό ήταν και το πρώτο βήμα για την υλοποίηση της τεχνολογίας. Σήμερα αποκαλείται Global Positioning System. Με τον ίδιο τρόπο που η θέση ενός δορυφόρου μπορούσε να εντοπιστεί ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λαμβάνεται από αυτόν, υπήρχε και η δυνατότητα να συμβεί το ακριβώς αντίθετο: Ο δορυφόρος να εντοπίσει τη θέση ενός σημείου θέση με ιδιαίτερη ακρίβεια. Στην πραγματικότητα ένας δορυφόρος δεν είναι αρκετός για να υπάρξουν ακριβή αποτελέσματα, αλλά απαιτούνται τουλάχιστον τρεις, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Το GPS αρχικά δημιουργήθηκε αποκλειστικά για στρατιωτική χρήση και ανήκε στη δικαιοδοσία του αμερικανικού Υπουργείου Εθνικής Άμυνας. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 το σύστημα δορυφορικής πλοήγησης, γνωστό τότε με την ονομασία Transit System, χρησιμοποιήθηκε ευρέως από το αμερικανικό ναυτικό. Απαιτήθηκαν αρκετές δεκαετίες, μέχρι δηλαδή τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ώστε το σύστημα GPS να εξελιχθεί, να γίνει ιδιαίτερα ακριβές και να αρχίσει να διατίθεται για ελεύθερη χρήση από το ευρύ κοινό.

1.5.1.2 Λειτουργικά τμήματα

Το σύστημα εντοπισμού θέσης GPS σχηματίζει ένα παγκόσμιο δίκτυο, με εμβέλεια που καλύπτει ξηρά, θάλασσα και αέρα. Εξαιτίας αυτής της έκτασής του είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός του σε επιμέρους τμήματα, όπου πραγματοποιούνται όλες οι λειτουργίες του αλλά και ο συντονισμός του. Αναλυτικά, τα τμήματα αυτά είναι:

Διαστημικό τμήμα: Αποτελείται από το δίκτυο 24 δορυφόρων που ήδη αναφέραμε. Οι δορυφόροι αυτοί καλύπτουν ομοιόμορφα με το σήμα τους ολόκληρο τον πλανήτη, γεγονός που αποδεικνύει τη φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από τη λειτουργία του συστήματος GPS, δηλαδή τη διαθεσιμότητά του σε κάθε σημείο της Γης, ώστε να μην υπάρχει περίπτωση να αποπροσανατολιστεί κανείς ποτέ και πουθενά.

Όλοι οι δορυφόροι βρίσκονται σε ύψος περίπου 12.700 μιλίων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκτελούν δύο περιστροφές γύρω από τη Γη κάθε 24ωρο. Η κατασκευάστρια εταιρεία είναι η Rockwell International, η εκτόξευσή τους πραγματοποιήθηκε από το ακρωτήριο Canaveral, ενώ η τροφοδοσία τους με ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω των ηλιακών στοιχείων που διαθέτουν.

Επίγειο τμήμα ελέγχου: Οι δορυφόροι, όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν ανά πάσα στιγμή προβλήματα στη σωστή λειτουργία τους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε αυτούς αφορούν στη σωστή τους ταχύτητα και υψόμετρο και στην κατάσταση της επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι

διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να αποτρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος. Το τμήμα επίγειου ελέγχου αποτελείται από ένα επανδρωμένο και τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα, εγκατεστημένα σε ισάριθμες περιοχές του πλανήτη.

Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής: α) Κολοράντο (Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής) β) Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός) γ) Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός) δ) Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός) ε) Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)

Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αναλαμβάνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των εναπομεινάντων τεσσάρων σταθμών, καθώς και το συντονισμό τους. Σημειώνοντας τη θέση των σταθμών αυτών πάνω σε ένα παγκόσμιο χάρτη, παρατηρεί κανείς ότι η διάταξή τους δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της Γης.

Το τμήμα τελικού χρήστη: Απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες δεκτών GPS ανά την υφήλιο. Οι δέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο κατά τη διάρκεια μιας απλής πεζοπορίας, όσο και σε οχήματα ή **θαλάσσια σκάφη** και κατά κανόνα διαθέτουν αρκετά μικρές διαστάσεις. Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδυάζονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής GPS. Πρόκειται, δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης, και τις μετατρέπει σε κατανοητή «ανθρώπινη» μορφή πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση.

1.5.1.3 Φορητές συσκευές GPS

Η μεγάλη εξάπλωση της χρήσης του GPS οφείλεται και στη διάδοση των, οικονομικά προσιτών, φορητών δεκτών GPS για πεζούς ή οχήματα και των γενικών υπολογιστικών συσκευών (όπως τα PDA) με ενσωματωμένο δέκτη GPS. Ένας φορητός δέκτης αποτελείται από:

Την εσωτερική δορυφορική κεραία, η οποία λαμβάνει το σήμα GPS από τους δορυφόρους με τους οποίους έχει οπτική επαφή. Επίσης, λαμβάνει σήμα και από ανακλάσεις, π.χ. σε τοίχους, κάνοντας δυνατή τη λήψη σε δρόμους που περιβάλλονται από πολύ ψηλά κτήρια (στην καθιερωμένη αγγλόφωνη σχετική ορολογία, οι συνθήκες αυτές αποκαλούνται "urban canyon") ή ακόμη και σε κάποιους εσωτερικούς χώρους. Πάντως, αρκετοί δέκτες διαθέτουν υποδοχή για εξωτερική κεραία. Οι εξωτερικές δορυφορικές κεραίες διαθέτουν πάντα προενισχυτή και δίνουν καλύτερη λήψη, λόγω της δυνατότητας τοποθέτησής τους πάνω από πιθανά εμπόδια (π.χ. στην οροφή του αυτοκινήτου) και της ενίσχυσης που διαθέτουν (στις εσωτερικές κεραίες

δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον στάδιο προενίσχυσης, καθώς αυτό θα οδηγούσε σε ανεπιθύμητη ανάδραση, λόγω της γειννίας με το αναλογικό τμήμα του δέκτη).

Τον κυρίως δέκτη GPS ο οποίος χρησιμοποιεί κυκλώματα εξαιρετικά χαμηλού θορύβου και ειδικές τεχνικές επεξεργασίας σήματος ώστε να ξεχωρίζει τα εξαιρετικά ασθενή σήματα από τους δορυφόρους, από τον ισχυρό τηλεπικοινωνιακό θόρυβο ο οποίος έχει τη μορφή τυχαίου σήματος. Ο κυρίως δέκτης αποτελείται από το αναλογικό τμήμα εισόδου και το ψηφιακό, το οποίο περιέχει σύνθετο ψηφιακό υλικό (hardware), συνήθως κάποιο εξειδικευμένο ολοκληρωμένο κύκλωμα τύπου ASIC και μικροελεγκτή (microcontroller) χαμηλής κατανάλωσης ισχύος. Αυτό το hardware χρησιμοποιεί λογισμικό με πολύ εξελιγμένους αλγορίθμους επεξεργασίας, για να μπορέσει να εξαγάγει χρήσιμο στίγμα σε συνθήκες urban canyon ή δύσκολης λήψης εν γένει. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ακρίβεια λήψης, λόγω των πολλαπλών σημάτων, τα οποία λαμβάνει η κεραία από τον ίδιο δορυφόρο, με χρονική καθυστέρηση μεταξύ τους (φαινόμενο ηχούς), μπορεί να υποβαθμίσει σημαντικά την ακρίβεια θέσης. Το αποτέλεσμα εξαρτάται έντονα από την ποιότητα των αλγορίθμων και βελτιώνεται σημαντικά από τη μια γενιά δεκτών στην επόμενη. Η τελική έξοδος του δέκτη είναι το στίγμα (θέση) του και η ακριβής παγκόσμια ώρα UMT. Αυτά τα δύο δεδομένα, μαζί με άλλες χρήσιμες πληροφορίες, όπως ο αριθμός των λαμβανόμενων δορυφορικών σημάτων και η στάθμη τους, αποστέλλονται σε μια θύρα επικοινωνίας του δέκτη, συνήθως σειριακής μορφής, δηλαδή ασύγχρονη (UART) ή σύγχρονη (π.χ. SPI). Ο ρυθμός με τον οποίο βγαίνει νέο στίγμα στην έξοδο του δέκτη είναι συνήθως 1 φορά το δευτερόλεπτο (δηλαδή 1 Hz), αν και υπάρχουν δέκτες που μπορούν να δίνουν στίγμα με ταχύτερους ρυθμούς (π.χ. 10 Hz). Σε συσκευές που λειτουργούν με μπαταρία, ο κυρίως δέκτης GPS διαθέτει και καταστάσεις λειτουργίας όπου ο ρυθμός αποστολής στίγματος μειώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ισχύος.

Αποτελείται από τον κυρίως μικροελεγκτή, την οθόνη απεικόνισης (συνήθως υγρών κρυστάλλων) και το υπόλοιπο hardware επικοινωνίας με το χρήστη της συσκευής. Ο μικροελεγκτής αυτός, δια του ενσωματωμένου λογισμικού του, επεξεργάζεται το στίγμα που λαμβάνει από τον κυρίως δέκτη GPS, μέσω της αντίστοιχης σειριακής του θύρας. Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας είναι μια πιο κατανοητή μορφή του στίγματος για τον άνθρωπο και συνήθως εμφανίζεται σε οθόνη με δυνατότητες γραφικών, πάνω σε ψηφιακό χάρτη, μαζί με άλλες πληροφορίες, όπως ώρα, υψόμετρο και ταχύτητα κίνησης. Η ακρίβεια του ενσωματωμένου χάρτη μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη, στα ακριβότερα μοντέλα, ενώ συχνά υπάρχει η δυνατότητα αναβάθμισης ή επαύξησής του μέσω σύνδεσης με προσωπικό υπολογιστή (PC).

Οι ισχυροί μικροελεγκτές και η μεγάλη μνήμη των σύγχρονων φορητών δεκτών έχουν κάνει δυνατή την ύπαρξη διάφορων απλών και εξελιγμένων βοηθημάτων εύρεσης θέσης και πλοήγησης. Π.χ. μπορούμε να βλέπουμε τη διαδρομή που έχουμε ήδη διανύσει, να κάνουμε μεγέθυνση πάνω στο χάρτη ή να εισάγουμε προορισμό, και ο δέκτης να βρίσκει τη βέλτιστη

διαδρομή (λειτουργία πλοήγησης). Σχεδόν πάντα υπάρχει η δυνατότητα ορισμού σημείων στο χάρτη ως προτιμώμενων ή ακόμη και κατάλογος με σημεία ενδιαφέροντος, όπως πρατήρια βενζίνης, καταστήματα και αξιοθέατα. Στα μοντέλα για αυτοκίνητο συνήθως υπάρχει η δυνατότητα φωνητικών οδηγιών, κατά τη λειτουργία πλοήγησης, ώστε ο οδηγός να μη χρειάζεται να κοιτά την οθόνη. Επίσης, κυκλώματα δεκτών GPS αρχίζουν να ενσωματώνονται και σε κινητά τηλέφωνα και άλλες συσκευές, όπως ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές. Στο κοντινό μέλλον οι φορητοί δέκτες GPS θα βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή και στα άτομα με αναπηρία, όπως οι τυφλοί, οι οποίοι θα έχουν την δυνατότητα να ζητούν προορισμό και να ακούν φωνητικές οδηγίες από το δέκτη GPS.

1.5.1.4 GPS GPRS GSM – Δορυφορικός Εντοπισμός

1.5.1.4.1 Εφαρμογές Ανίχνευσης Θέσης με GPS

Οι περιπτώσεις που μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η εφαρμογή είναι πραγματικά πολλές και απευθύνονται σε ανθρώπους όλων των επαγγελμάτων και ειδικοτήτων.



Σχήμα 1.5.1.4.1.α Laptop και κινητό, όπου χρησιμοποιείται η εφαρμογή



Σχήμα 1.5.1.4.1.6 Εντοπισμός θέσης οχημάτων

1.5.1.4.2 Ασφάλεια Κλοπής Laptop

Τελευταία έχουν παρατηρηθεί πολλά περιστατικά κλοπής laptop. Με τη χρήση του πομπού GPS ασφαλιζεται το laptop ώστε να εντοπίζεται σε ελάχιστο χρόνο.

Την ίδια στιγμή εκτός από τον πομπό ο οποίος τοποθετείται στο laptop σας εγκαθίσταται και λογισμικό το οποίο στέλνει σε τακτά χρονικά διαστήματα αναφορές μέσω του internet με τα απαραίτητα στοιχεία σε συγκεκριμένη διεύθυνση email. Με αυτό τον τρόπο αυτό, μέσω του διαδικτύου και αντίστοιχου ISP εντοπίζει το χρήστη και κατά συνέπεια το laptop.

1.5.1.4.3 Προστασία Ανηλίκων & Ηλικιωμένων

Στην περίπτωση που υπάρχουν παιδιά ή άτομα μεγάλης ηλικίας η χρήση της συσκευής GPS δίνει το ακριβές τους στίγμα στο χώρο συντελώντας στην ασφάλεια τους.

1.5.1.4.4 Εντοπισμός Χαμένων Κατοικίδιων

Εάν ένα κατοικίδιο έχει την τάση να “εξαφανίζεται”, τοποθετώντας στο κολάρο του το δέκτη GPS εντοπίζεται σε περίπτωση κλοπής/απώλειας.

1.5.1.4.5 Ζωντανός (Real Time) & Στιγμαίος Εντοπισμός Θέσης



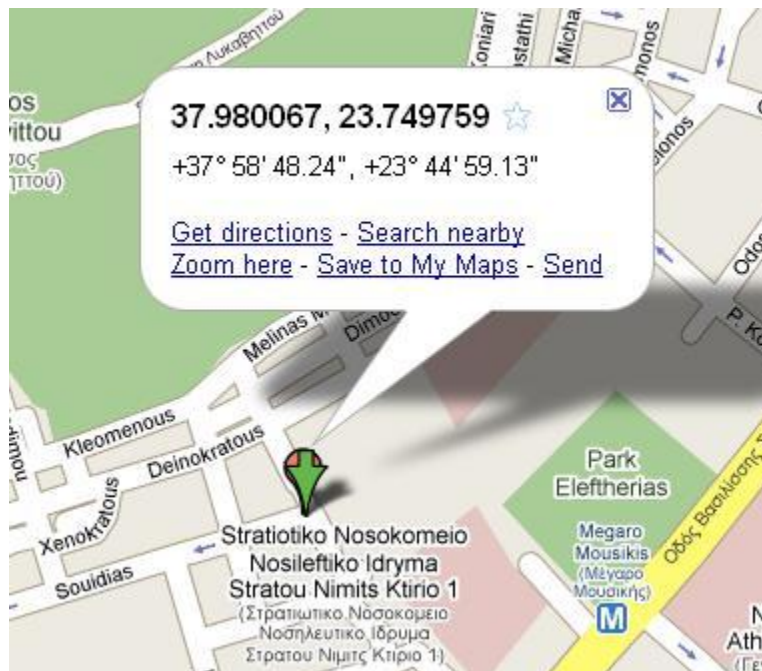
Σχήμα 1.5.1.4.5 Ζωντανός (Real Time) & Στιγμαίος Εντοπισμός Θέσης

Με τη χρήση συγκεκριμένης συσκευής GPS υπάρχει δυνατότητα ‘ζωντανής’ απεικόνισης οποιουδήποτε σημείου ενδιαφέροντος – (αυτοκινήτου, μηχανής, laptop, ανθρώπου) 24 ώρες 7 ημέρες την εβδομάδα. Στην περίπτωση μη συνεχούς παρακολούθησης κάποιου αντικειμένου ή ανθρώπου αλλά στιγμιαία ανίχνευση υπάρχει η δυνατότητα να εντοπιστούν οι ακριβείς συντεταγμένες του σημείου ενδιαφέροντος μόνο με μία κλήση του κινητού.

Και στις δύο περιπτώσεις γίνεται χρήση κάρτας sim, που υποστηρίζει τις τεχνολογίες GPRS και GSM, η οποία και χρεώνεται ανάλογα με τη χρήση.

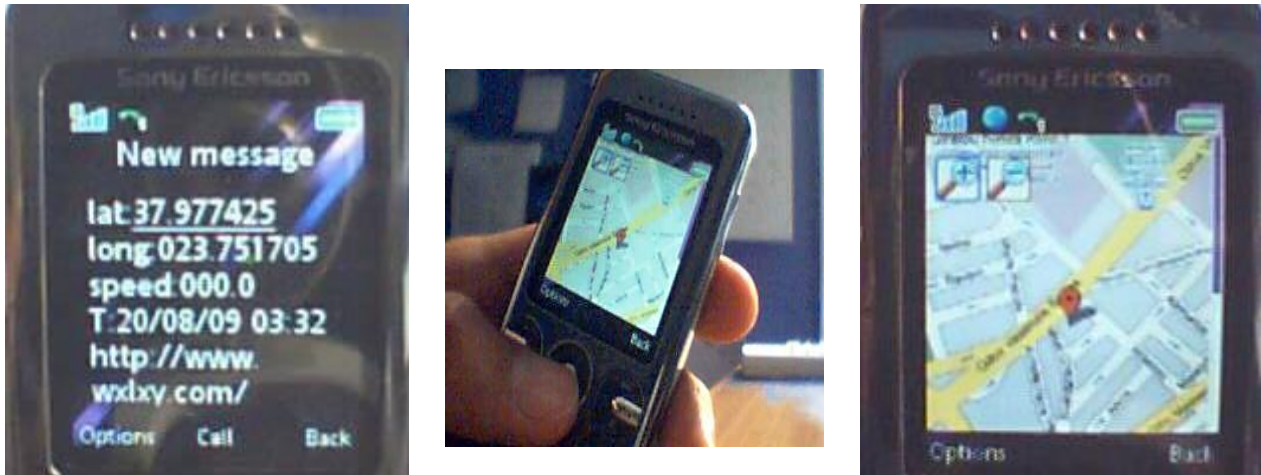
1.5.1.4.6 Χρήση Συσκευής Εντοπισμού Θέσης GPS

Η αποστολή συντεταγμένων του στίγματος της συσκευής GPS μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οποιοδήποτε κινητό τηλέφωνο. Με τις ακριβείς συντεταγμένες της συσκευής μπορεί να εντοπιστεί σε οποιαδήποτε άλλη συσκευή GPS, στο κινητό (pda, iphone κλπ) ή σε οποιοδήποτε υπολογιστή διαθέτει σύνδεση internet. Με τη χρήση ειδικού λογισμικού όπως το Google Earth, το Google Maps ή ακόμα και του ίδιου του προγράμματος το οποίο συνοδεύει τη συγκεκριμένη συσκευή GPS εμφανίζεται 'ζωντανά' το σημείο ενδιαφέροντος.



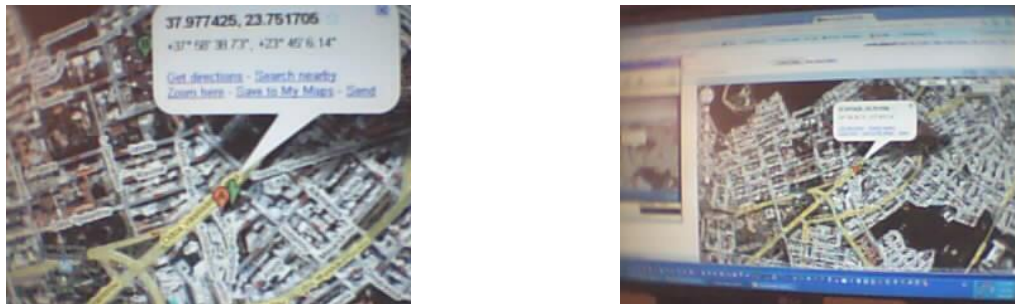
Σχήμα 1.5.1.4.6 Εύρεση και εμφάνιση στο χάρτη μέσω GPS

1.5.1.4.7 GPS – GPRS – GSM – Εντοπισμός μέσω κινητού



Σχήμα 1.5.1.4.7 Εντοπισμός μέσω κινητού

1.5.1.4.8 GPS – GPRS – GSM – Εντοπισμός μέσω υπολογιστή



Σχήμα 1.5.1.4.8 Εντοπισμός μέσω υπολογιστή

Πίνακας 1.5 SWOT GPS

<p>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Αξιόπιστη μέθοδος. 2) Εύκολα εφαρμόσιμη λόγω της ήδη εφαρμογής της σε άλλα πεδία, όπως navigation systems. 	<p>ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ακριβός εξοπλισμός, μη συμφέρουσα οικονομικά λύση. 2) Έλλειψη σήματος σε πολλά σημεία του πλοίου. Δεν μπορεί ο δορυφόρος να εντοπίσει τη θέση του ανθρώπου, λόγω κατασκευής του πλοίου. 3) Δεν έχουμε ακριβή εντοπισμό. Υπάρχει απόκλιση μερικών μέτρων, πολύ σημαντική στην περίπτωση μας. 4) Πρέπει να προμηθεύουμε κάθε επιβάτη με μία συσκευή που ουσιαστικά θα εκπέμπει σήμα, πράγμα που ίσως να μην είναι επιθυμητό από όλους.
<p>ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Τάση εξέλιξης της τεχνολογίας, άρα ακόμα πιο αξιόπιστα συστήματα GPS. Τοποθέτηση περισσότερων δορυφόρων άρα και περισσότερες πιθανότητες εντοπισμού σε σημεία που είναι αδύνατο σήμερα. 2) Μία επένδυση σε ένα τέτοιο σύστημα είναι σίγουρη, αφού το μέλλον φαίνεται να είναι άμεσα συνδεδεμένο με συστήματα GPS. 	<p>ΑΠΕΙΛΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Όχι τόσο αξιόπιστο, λόγω του ότι βασιζόμαστε στην "υπόσχεση" των επιβατών ότι θα κρατήσουν τη συσκευή που θα τους προμηθεύσουμε δίπλα τους, πάνω τους . 2) Πιθανώς να κατηγορηθούμε για παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και παραβίαση της προσωπικής ζωής. 3) Πιθανή συχνή αντικατάσταση των συσκευών με τις οποίες προμηθεύουμε στους επιβάτες λόγω κακής χρήσης, άρα μεγάλη οικονομική επιβάρυνση.

1.6 Ανίχνευση μέσω κινητής τηλεφωνίας

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Χρήσιμο, και σχετικά εύκολα εφαρμόσιμο σύστημα.
Σχετικά οικονομικό.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Πιθανή έλλειψη σήματος σε πολλές περιοχές, ειδικά απομακρυσμένες από τη στεριά.
Άμεση εξάρτηση από τους επιβάτες, τους οποίους υποχρεώνουμε να μην αποχωρίζονται ποτέ και για κανένα λόγο το κινητό, πράγμα αδύνατο.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα κινητά έχουν περισσότερες δυνατότητες και είναι καλύτερα κατασκευασμένα.
Η κινητή τηλεφωνία είναι ολοένα και περισσότερο μέρος της ζωής μας .

ΑΠΕΙΛΕΣ

Εκπομπή ραδιενέργειας των κινητών, πιθανή βλάβη στην υγεία.
Παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, αφού εξαναγκάζουμε τους επιβάτες να έχουν το κινητό πάντα μαζί τους.

Πίνακας 1.6 SWOT ανίχνευση μέσω κινητής τηλεφωνίας

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<p>1) Χρήσιμο, και σχετικά εύκολα εφαρμόσιμο σύστημα.</p> <p>2) Σχετικά οικονομικό.</p>	<p>1) Πιθανή έλλειψη σήματος σε πολλές περιοχές, ειδικά απομακρυσμένες από τη στεριά.</p> <p>2) Άμεση εξάρτηση από τους επιβάτες, τους οποίους υποχρεώνουμε να μην αποχωρίζονται ποτέ και για κανένα λόγο το κινητό, πράγμα αδύνατο.</p>

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΑΠΕΙΛΕΣ
<p>1) Με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα κινητά έχουν περισσότερες δυνατότητες και είναι καλύτερα κατασκευασμένα.</p> <p>2) Η κινητή τηλεφωνία είναι ολοένα και περισσότερο μέρος της ζωής μας.</p>	<p>1) Εκπομπή ραδιενέργειας των κινητών, πιθανή βλάβη στην υγεία.</p> <p>2) Παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, αφού εξαναγκάζουμε τους επιβάτες να έχουν το κινητό πάντα μαζί τους.</p>

1.7 Ανίχνευση μέσω ειδικού ρουχισμού

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Πολύ αξιόπιστο σύστημα.

Εντοπισμός και πιθανών προβλημάτων υγείας που πιθανώς να αντιμετωπίσουν οι επιβάτες, πχ. αρτηριακή πίεση.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Καθόλου οικονομικό.

Καθόλου πρακτικό.

Εξαναγκασμός επιβατών να φορέσουν μία στολή, άρα παραβίαση πιθανώς ανθρωπίνων δικαιωμάτων.

Πρόσληψη προσωπικού με απαραίτητες ειδικές γνώσεις.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Μοντέρνα μέθοδος, χρήσιμη και για ιατρικούς λόγους.

Πρωτοπόροι σε μέθοδο παροχής ασφάλειας των επιβατών.

ΑΠΕΙΛΕΣ

Κατηγορίες για παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων.

Αναγκαστική πρόσληψη υπαλλήλων με ειδικές γνώσεις, άρα απόλυση μέρους του προσωπικού, άρα ερχόμαστε και σύγκρουση με το σωματείο των εργαζομένων.

Πιθανές βλάβες των στολών μπορεί να οδηγήσουν σε συχνή αντικατάστασή τους, άρα πιθανό πρόβλημα χρηματοροής.

1.7.1 Ανίχνευση μέσω ρούχων πιο αναλυτικά

1.7.1.1 Έξυπνα ενδύματα

Οπτικές ίνες- αισθητήρες σε αυτό το μπλουζάκι μπορούν να ανιχνεύσουν πόσο οξυγόνο υπάρχει στο αίμα του χρήστη!

Η Ελβετική Κοινοπραξία είναι απασχολημένη σχεδιάζοντας "έξυπνα" ενδύματα για την παρακολούθηση των ζωτικών λειτουργιών ενός ατόμου, ιδίως όταν πρόκειται για ανάρρωση από μία ψυχική ή κανονική ασθένεια ή τραυματισμό.

Το πρόγραμμα BioTex, που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, περιλαμβάνει ερευνητές από οκτώ ιδρύματα, καθώς και ιδιωτικές επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται για την εφαρμογή της τεχνολογίας.

Αυτός ο έλεγχος ορισμένων ζωτικών λειτουργιών, όπως η καρδιακή συχνότητα, έχει ήδη εφαρμοστεί. Οι joggers φορούν έναν ιμάντα γύρω από το στήθος τους για τη μέτρηση των παλμών τους.

Μέχρι στιγμής, η 'ανάπτυξη έξυπνων ενδυμάτων' έχει επικεντρωθεί σε μετρήσεις που αφορούν τον καρδιακό ρυθμό, την αναπνοή και τη θερμοκρασία του σώματος.



Σχήμα 1.7.1.1 Ένδυμα με οπτικές ίνες-αισθητήρες

1.7.1.2 Πληροφορίες ζωτικής σημασίας

Ο Jean Lurano, από το ελβετικό κέντρο για ηλεκτρονικά και μικροτεχνολογικά θέματα, στο Neuchâtel, (swissinfo) πιστεύει ότι η ανάλυση ιδρώτα, για παράδειγμα, θα μπορούσε να προσφέρει αφθονία πληροφοριών σε θέματα υγείας, περιλαμβάνοντας μετρήσεις ιόντων όπως το κάλιο, σημαντικό στοιχείο στη λειτουργία των κυττάρων του σώματος.

Πίνακας 1.7 SWOT ανίχνευση μέσω ειδικού ρουχισμού

<p>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Πολύ αξιόπιστο σύστημα. 2) Εντοπισμός και πιθανών προβλημάτων υγείας που πιθανώς να αντιμετωπίσουν οι επιβάτες, πχ. αρτηριακή πίεση. 	<p>ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Καθόλου οικονομικό. 2) Καθόλου πρακτικό. 3) Εξαναγκασμός επιβατών να φορέσουν μία στολή, άρα παραβίαση πιθανώς ανθρωπίνων δικαιωμάτων. 4) Πρόσληψη προσωπικού με απαραίτητες ειδικές γνώσεις.
<p>ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Μοντέρνα μέθοδος, χρήσιμη και για ιατρικούς λόγους. 2) Πρωτοπόροι σε μέθοδο παροχής ασφάλειας των επιβατών. 	<p>ΑΠΕΙΛΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Κατηγορίες για παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. 2) Αναγκαστική πρόσληψη υπαλλήλων με ειδικές γνώσεις, άρα απόλυση μέρους του προσωπικού, άρα ερχόμαστε και σύγκρουση με το σωματείο των εργαζομένων. 3) Πιθανές βλάβες των στολών μπορεί να οδηγήσουν σε συχνή αντικατάστασή τους, άρα πιθανό πρόβλημα χρηματορροής.

1.8 Barcodes

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Εύκολη εφαρμογή, λόγω της ήδη υπάρχουσας μεθόδου σε άλλους τομείς.
Αξιόπιστη λύση.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Αδυναμία στην ανάγνωση πολλών σημάτων.
Απαιτήση μικρής απόστασης του σήματος από τον αναγνώστη.
Δύσκολη και καθόλου πρακτική λύση η εφαρμογή στους ανθρώπους.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Σίγουρη μέθοδος. Οποιοδήποτε πρόβλημα παρουσιαστεί υπάρχει τρόπος να λυθεί εύκολα και γρήγορα, λόγω εμπειρίας από την εφαρμογή της σε άλλους τομείς.
Αίσθημα ασφάλειας επιβατών λόγω της σίγουρης λειτουργίας της μεθόδου.

ΑΠΕΙΛΕΣ

Καθόλου ανταγωνιστική μέθοδος και καθόλου πρωτοποριακή.
Απαιτήση πρόσληψης περισσότερου προσωπικού λόγω της κάλυψης όλου του πλοίου και της απαίτησης μικρής απόστασης σήματος-αναγνώστη.

1.8.1 Barcodes πιο αναλυτικά



Σχήμα 1.8.1 Ένα UPC-A barcode σύμβολο.

Ένα barcode είναι οπτικά αναγνώσιμο από μηχάνημα, παρέχει δεδομένα τα οποία αντιπροσωπεύουν στοιχεία σχετικά με ορισμένα προϊόντα. Αρχικά, τα barcodes παρουσιάζουν δεδομένα κατά το πλάτος (γραμμές) και τις αποστάσεις των παράλληλων γραμμών, και μπορεί

να αναφέρονται ως γραμμικά ή 1D (1 μονοδιάστατα) barcodes ή symbologies. Υπάρχουν επίσης barcodes με τελείες, εξάγωνα και άλλα γεωμετρικά σχήματα μέσα σε εικόνες, που ονομάζονται 2D (2 διαστάσεις) κώδικες ή symbologies. Αν και τα 2D συστήματα χρησιμοποιούν σύμβολα, εκτός από μπάρες, γενικά αναφέρονται και ως ραβδοκώδικες. Τα Barcodes μπορούν να 'διαβαστούν' από οπτικούς σαρωτές, τους αναγνώστες barcodes, ή με σάρωση από μια εικόνα με ειδικό λογισμικό.

Η πρώτη χρήση των barcodes ήταν η ετικέτα στα αυτοκίνητα σιδηροδρόμου, αλλά δεν ήταν εμπορικά επιτυχημένη. Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν για την αυτοματοποίηση των συστημάτων σε ολοκλήρωση της παραγγελίας σε σούπερ μάρκετ, ένα καθήκον στο οποίο η χρήση τους έχει αποβεί σχεδόν καθολική. Η χρήση τους έχει εξαπλωθεί σε πολλούς άλλους ρόλους, όπως στο Auto ID Data Capture (AIDC). Άλλα συστήματα προσπαθούν να διεισδύσουν στην αγορά AIDC, αλλά η απλότητα, η καθολικότητα και το χαμηλό κόστος των barcodes περιόρισε το ρόλο αυτών των συστημάτων. Κοστίζει 0,5 ¢ (U.S.) ένα barcode, (ενώ η παθητική RFID tag εξακολουθεί να κοστίζει περίπου 7 ¢ έως 30 ¢ ανά ετικέτα.[rfidradio.com])

1.8.1.1 Ιστορία

Το 1948, στη Φιλαδέλφεια, ο πρόεδρος της τοπικής αλυσίδας τροφίμων ζητά να γίνει έρευνα ώστε ένα σύστημα να διαβάζει αυτόματα πληροφορίες για το προϊόν κατά την ολοκλήρωση της παραγγελίας. Ο Bernard Silver (1924-63), ένας μεταπτυχιακός φοιτητής στο Drexel Institute of Technology και ο Norman Joseph Woodland (1921-) δείχνουν ενδιαφέρον και αρχίζουν να εργάζονται σε μια ποικιλία συστημάτων. Στο πρώτο σύστημα εργασίας τους χρησιμοποίησαν υπεριώδεις μελάνι, αλλά αυτό αποδείχθηκε ασθενές και επιπλέον αρκετά ακριβό. [Seideman]

Πεισμένος ότι το σύστημα λειτουργεί με περαιτέρω ανάπτυξη, ο Woodland εγκαταλείπει τη θέση του στο Drexel μετακομίζει στο διαμέρισμα του πατέρα του στη Φλόριντα, και συνεχίζει να δουλεύει για το σύστημα. Η επόμενη έμπνευση του ήρθε από τον κώδικα Μορς, και σχημάτισε τα πρώτα barcodes από άμμο στην παραλία. Για να διαβαστεί, θα χρειαστεί τεχνολογία από την οπτική soundtracks σε ταινίες, που χρησιμοποιεί ένα 500-watt λαμπτήρα που θα λάμπει μέσα από το χαρτί επάνω σε μια RCA935 σωλήνα φωτοπολλαπλασιασμού. Αργότερα αποφάσισε ότι το σύστημα θα λειτουργούσε καλύτερα εάν ήταν τυπωμένο ως κύκλος αντί της γραμμής, ώστε να επιτρέπεται να σαρωθεί προς οποιαδήποτε κατεύθυνση.

Στις 20 Οκτωβρίου του 1949 ο Woodland και ο Silver, κατέθεσαν αίτηση διπλώματος ευρεσιτεχνίας για το έργο τους "Ταξινόμηση Συσκευές και μέθοδος", στο οποίο περιγράφονται τα γραμμικά και τα bullseye πρότυπα εκτύπωσης, καθώς και τα μηχανικά και ηλεκτρονικά συστήματα που είναι απαραίτητα για να αναγνωσθεί ο κώδικας. Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας εκδόθηκε στις 7 Οκτωβρίου. Το 1951, ο Norman μετακόμισε στο Woodland IBM και συνεχώς προσπαθούσε να προκαλέσει το ενδιαφέρον της IBM για την ανάπτυξη του συστήματος. Η εταιρεία του ανέθεσε τελικά την παρουσίαση αυτής της θέσης του, η οποία κατέληξε στο

συμπέρασμα ότι ήταν εφικτό και ενδιαφέρον το θέμα αλλά η επεξεργασία των πληροφοριών που προέκυπταν, απαιτούσε εξοπλισμούς που θα δημιουργούνταν αργότερα.

Το 1952 η 'Philco' αγόρασε την ευρεσιτεχνία, και στη συνέχεια την πούλησε στους 'RCA' το ίδιο έτος. Το 1963 ο Silver σκοτώθηκε σε αυτοκινητιστικό δυστύχημα.

1.8.1.1.1 Ο Collins στο Sylvania

Κατά τη διάρκεια του προπτυχιακού του, ο David Collins εργαζόμενος στις σιδηροδρομικές στην Πενσυλβανία, συνειδητοποίησε την ανάγκη έρευνας σχετικά με τα αυτόματα αυτοκίνητα και τρένα. Αμέσως μετά την παραλαβή τις μεταπτυχιακές σπουδές του στο MIT το 1959, άρχισε τις την έρευνα στο Sylvania και ξεκίνησε την αντιμετώπιση του προβλήματος του αυτοματισμού σε αυτοκίνητα και τρένα. Ανέπτυξε ένα σύστημα με μπλε και κίτρινες αντανακλαστικές λωρίδες που συνδέονταν με την πλευρά των αυτοκινήτων, το οποίο κωδικοποιούσε έναν εξαψήφιο αριθμό αναγνωριστικό για την εταιρεία και έναν τετραψήφιο αριθμό αυτοκινήτων. Το φως που αντανακλάται από τις ρίγες και κατευθύνεται σε ένα από τα δύο photomultipliers, φιλτράρεται για μπλε ή κίτρινο.

Η Βοστώνη και το σιδηροδρομικό κέντρο δοκίμασαν το σύστημα σε αυτοκίνητα πάνω σε χαλίκια, το 1961. Οι δοκιμές συνεχίστηκαν μέχρι το 1967, όταν το Association of American Railroads (AAR) το επέλεξε ως πρότυπο σε ολόκληρο το στόλο της Βορείου Αμερικής. Οι εργασίες άρχισαν στις 10 Οκτωβρίου 1967. Ωστόσο, η οικονομική ύφεση και οι πτωχεύσεις στη βιομηχανία στις αρχές της δεκαετίας του 1970 επιβράδυναν σημαντικά την έναρξη εμπορικής εκμετάλλευσης. Επιπλέον, το σύστημα 'ξεγελάστηκε' εύκολα σε ορισμένες εφαρμογές, ενώ η ακρίβειά του επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό. Η AAR εγκατέλειψε το σύστημα στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Στα μέσα όμως της δεκαετίας του 1980 εισήγαγε ένα παρόμοιο σύστημα, που αυτή τη φορά βασιζόταν σε ετικέτες ραδιοφώνου.

Επιπλέον, μία άλλη εταιρία ζήτησε την ανάπτυξη ενός ανάλογου συστήματος βάση του οποίου, σε μια γέφυρα με διόδους στο Νιου Τζέρσεϊ, να μπορεί να γίνεται γρήγορα η σάρωση για τα αυτοκίνητα που είχαν καταβάλει μία μηνιαία κάρτα. Στη συνέχεια, το Ταχυδρομείο των ΗΠΑ ζήτησε την ανάπτυξη ενός συστήματος για να παρακολουθεί τα φορτηγά που εισέρχονταν και εξέρχονταν από τις εγκαταστάσεις τους. Οι εφαρμογές αυτές απαιτούσαν ειδικές retroreflective ετικέτες. Τέλος, ο Kal Kan ζήτησε από την ομάδα της Sylvania να αναπτύξουν μια απλούστερη (και φθηνότερη) έκδοση, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν σε περίπτωση τροφών για κατοικίδια ζώα και τον έλεγχο της απογραφής. Αυτό, με τη σειρά του, προκάλεσε το ενδιαφέρον της βιομηχανίας τροφίμων.

1.8.1.1.2 Αναγνωριστικά Υπολογιστών

Το 1967, ο Collins ζήτησε χρηματοδότηση για την ανάπτυξη ενός σχεδίου με μια μαύρη και λευκή έκδοση του κώδικα για τις άλλες βιομηχανίες. Αρνήθηκαν, λέγοντας ότι το σιδηροδρομικό έργο ήταν αρκετά μεγάλο και δεν έκριναν απαραίτητο κάτι τέτοιο τόσο γρήγορα.

Ο Collins τότε εγκατέλειψε τη Sylvania και σχημάτισε αναγνωριστικά Υπολογιστών. Άρχισε να εργάζεται με λέιζερ ηλίου-νέον, σε αντικατάσταση των λαμπτήρων, τη σάρωση με ένα καθρέφτη ώστε να εντοπίζεται το barcode οπουδήποτε έως και αρκετά μέτρα μπροστά από το σαρωτή. Αυτό έκανε την όλη διαδικασία πολύ πιο απλή και πιο αξιόπιστη.

Τα αναγνωριστικά των δύο πρώτων συστημάτων εφαρμόστηκαν στις αρχές του 1969, το ένα προς ένα εργοστάσιο της General Motors in Pontiac, Μίσιγκαν, και ένα άλλο σε ένα κέντρο διανομής στη General Trading Company in Carlstadt, New Jersey. Η General Motors χρησιμοποίησε το σύστημα για να προσδιορίσει άξονες αυτοκινήτων ανάμεσα σε 18 μοντέλα που παράγονται στο εργοστάσιο.

1.8.1.1.3 UPC

Το 1966 η Εθνική Ένωση Αλυσίδων Τροφίμων (National Association of Food Chains ,NAFC) πραγματοποίησε μία συνάντηση όπου συζητήθηκε η ιδέα της χρήσης αυτόματων συστημάτων προς ολοκλήρωση μιας παραγγελίας. Η RCA, αφού αγόρασε τα δικαιώματα για το αρχικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας Woodland, δημιούργησε ένα εσωτερικό σχέδιο για την ανάπτυξη ενός συστήματος με βάση τον bullseye κώδικα. Η αλυσίδα τροφίμων Kroger θέλησε εθελοντικά να το δοκιμάσει.

Στα μέσα του 1970, η NAFC, σε συνεργασία με τη συμβουλευτική εταιρεία McKinsey & Co, ανέπτυξε ένα τυποποιημένο 11-ψήφιο κωδικό για τον εντοπισμό κάθε προϊόντος. Η επιτροπή στη συνέχεια έστειλε μία προσφορά σύμβασης για την ανάπτυξη ενός συστήματος barcode, για την εκτύπωση και ανάγνωση του κώδικα. Η αίτηση προωθήθηκε στη Singer, στην National Cash Register (NCR), στην Litton Industries, στην RCA, στην Pitney-Bowes, στην IBM και σε πολλές άλλες.[Laurel] Μία ευρεία ποικιλία των προσεγγίσεων barcode μελετήθηκε: οι γραμμικοί κώδικες, bullseye, ο κωδικός RCA του κύκλου, τα συστήματα Starburst με τα πρότυπα, ακόμη και οι Odder ποικιλίες.

Την άνοιξη του 1971 η RCA παρουσίασε τον bullseye κωδικό της σε μια άλλη συνάντηση της βιομηχανίας, ενώ η IBM κατά τη συνεδρίαση επιθυμούσαν να αναπτύξουν το δικό τους σύστημα. Η εταιρία IBM υπενθύμισε στους συνέδρους ότι εξακολουθούσε να απασχολεί τον εφευρέτη Woodland του συστήματος, ο οποίος δημιουργούσε νέες εγκαταστάσεις στη Βόρεια Καρολίνα, για την ανάπτυξη του συστήματος.

Η RCA, τον Ιούλιο του 1972, άρχισε μια δεκαοκτάμηνη δοκιμή του συστήματος σε ένα κατάστημα Kroger, στο Σινσινάτι. Barcodes τυπώθηκαν σε μικρά κομμάτια χαρτί αυτοκόλλητων, και επισυνάφθηκαν από τους υπαλλήλους του καταστήματος κατά τη στιγμή της προσθήκης ετικετών τιμών. Ο κώδικας αποδείχθηκε ότι είχε ένα σοβαρό πρόβλημα. Κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης, πίεζε μερικές φορές το μελάνι στην κατεύθυνση του χαρτιού, καθιστώντας τον κώδικα δυσανάγνωστο. Ένας γραμμικός κώδικας, όπως αυτός που αναπτύχθηκε από τον Woodland στην IBM, παρόλο που ήταν τυπωμένος με την κατεύθυνσή του σε λωρίδες, (χρησιμοποιήθηκε περισσότερο μελάνι και ο κώδικας ήταν πιο 'μακρύς'), παρέμενε ευανάγνωστος. Στις 3 Απριλίου 1973, ο IBM UPC κωδικός επιλέχθηκε από την NAFC ως πρότυπό της. Η IBM είχε σχεδιάσει πέντε εκδόσεις της συμβολογίας UPC για τις μελλοντικές απαιτήσεις της βιομηχανίας: UPC A, B, C, D και E. [Nelson 1997]

Στη συνέχεια η εταιρία NCR Testbed εγκατέστησε ένα σύστημα στο Marsh's Supermarket στο Troy, Ohio, ΗΠΑ κοντά στο εργοστάσιο που παρήγαγε τον εξοπλισμό της. Στις 26 Ιουνίου, 1974, ο Clyde Dawson τράβηξε ένα πακέτο της Juicy Fruit τσίχλα Wrigley έξω από το καλάθι του, το οποίο είχε σαρωθεί από τον Sharon Buchanan στις 8:01 π. μ. Το πακέτο των τσιχλών και η απόδειξη τώρα εκτίθεται στο Smithsonian Institution. Ήταν η πρώτη εμπορική εμφάνιση του UPC. [Varchaver, 2004]

Οι λεπτομερείς πληροφορίες επί των πωλήσεων που αποκτήθηκαν από τα νέα συστήματα αποδείχθηκε πως μπορούσαν να εξυπηρετήσουν καλύτερα τις ανάγκες του πελάτη. Αυτό αντικατοπτρίζεται στο γεγονός ότι περίπου 5 εβδομάδες μετά την εγκατάσταση του barcode scanners, οι πωλήσεις στα καταστήματα τροφίμων αυξήθηκαν κατά 10-12%. Μέχρι το 1980 η τεχνολογία αυτή εγκρίθηκε από 8.000 καταστήματα ανά έτος. [Selmeier, 2008]

Η παγκόσμια δημόσια έναρξη του γραμμωτού κώδικα έγινε δεκτή με σκεπτικισμό από τους ανθρώπους που πίστευαν σε θεωρίες συνωμοσίας. Θεωρούσαν τα barcodes μία εκτεταμένη τεχνολογία παρακολούθησης, καθώς ορισμένοι χριστιανοί πίστευαν ότι οι κωδικοί έκρυβαν τον αριθμό 666, που εκπροσωπεί τον! Στην τηλεόραση, ο Phil Donahue περιέγραψε τα barcodes ως μία «εταιρική συνωμοσία εναντίον των καταναλωτών"! [SFgate.com]

1.8.1.2 Χρήση

Οι Barcodes-ειδικά οι UPC- αποτελούν ουσιαστικό μέρος του σύγχρονου πολιτισμού. Η χρήση τους είναι ευρέως διαδεδομένη και η τεχνολογία τους βελτιώνεται συνεχώς. Ορισμένες σύγχρονες εφαρμογές των barcodes περιλαμβάνουν:

Σχεδόν κάθε προϊόν που αγοράζεται από ένα πολυκατάστημα, έχει ένα barcode UPC. Αυτό βοηθά ιδιαίτερα την παρακολούθηση της πορείας ενός μεγάλου αριθμού ειδών σε ένα κατάστημα και επίσης μειώνει περιπτώσεις κλοπής.

Barcodes χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές ελέγχου καταστημάτων ανά όροφο, όπου οι εργαζόμενοι μπορούν να σαρώσουν εντολές εργασίας και να υπολογίσουν το χρόνο που δαπανάται για μια εργασία.[expedimedia.com]



Σχήμα 1.8.1.2 Παράδειγμα barcode σε βραχιολάκι που τοποθετείται για την ταυτότητα ενός ασθενή

Όταν χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση των ασθενών, τα barcodes επιτρέπουν την πρόσβαση σε πλήθος ζωτικών στοιχείων των ασθενών: ιατρικό ιστορικό, προειδοποιήσεις αλλεργίας και άλλες ιατρικές πληροφορίες.

Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας στοιχείου, συμπεριλαμβανομένης της ενοικίασης αυτοκινήτων, αποσκευών σε αεροπορική εταιρεία, πυρηνικών απόβλητων, αλληλογραφίας και δεμάτων είναι δυνατή με τη χρησιμοποίηση barcodes.

Από το 2005, οι αεροπορικές εταιρείες χρησιμοποιούν ένα πρότυπο της IATA-2D barcode για κάρτες επιβίβασης (BCBP), και από το 2008 2D barcodes αποστέλλονται σε κινητά τηλέφωνα και διαθέτουν ηλεκτρονική κάρτα επιβίβασης. [IATA.org]

Πρόσφατα, οι ερευνητές έχουν τοποθετήσει μικροσκοπικά barcodes σε μεμονωμένες μέλισσες για να παρακολουθήσουν τις συνήθειες ζευγαρώματος των εντόμων.

Στον τομέα της διασκέδασης, εισιτήρια έχουν barcodes που πρέπει να επικυρώνονται πριν επιτραπεί στον κάτοχο να εισέλθει σε γήπεδα, κινηματογράφους, θέατρα, εκθεσιακούς χώρους κλπ. Με αυτό τον τρόπο έχει τη δυνατότητα ο δικαιούχος να εντοπίσει δύο αντίτυπα ή πλαστά εισιτήρια πιο εύκολα.

Barcodes χρησιμοποιούνται επίσης για τα αυτοκίνητα και μπορεί να βρίσκονται στο μπροστινό ή στο πίσω μέρος.

Στη δεκαετία του 1970 και του 1980, λογισμικό πηγαίου κώδικα ήταν κωδικοποιημένο σε ένα barcode και τυπωμένο σε χαρτί. Cauzin Softstrip και Paperbyte [Byte magazine] είναι barcodes συμβολισμοί ειδικά σχεδιασμένοι γι' αυτή την εφαρμογή.

Στο γύρισμα του αιώνα, πολλοί καλλιτέχνες άρχισαν να χρησιμοποιούν barcodes στην τέχνη.

1.8.1.3 Τύποι των barcodes

1.8.1.3.1 Γραμμικοί barcodes

Πίνακας 1.8.1.3.1 γραμμικών barcodes

Συμβολογία	Συνεχής ή διακριτή	πλάτη των bars	Χρήσεις
UPC	Συνεχής	Πολλά	Σε παγκόσμιο επίπεδο λιανικής, GS1 έχει εγκριθεί
Codabar	Διακριτή	Δύο	Παλαιά μορφή που χρησιμοποιείται σε βιβλιοθήκες, τράπεζες αίματος, airbills
Κωδικός 25 - Μη διαστρωμένα 2 από 5	Συνεχής	Δύο	Βιομηχανικά (NO)

Κωδικός 25 - Interleaved 2 από 5	Συνεχής	Δύο	Χονδρικής, Βιβλιοθήκες (NO)
Κωδικός 39	Διακριτή	Δύο	Διάφορα
Κωδικός 93	Συνεχής	Πολλά	Διάφορα
Κωδικός 128	Συνεχής	Πολλά	Διάφορα
Κωδικός 128a	Συνεχής	Πολλά	Διάφορα
Κωδικός 128B	Συνεχής	Πολλά	Διάφορα
Κωδικός 128C	Συνεχής	Πολλά	Διάφορα
Κωδικός 11	Διακριτή	Δύο	Τηλέφωνα
CPC Binary	Διακριτή	Δύο	Ταχυδρομείο
DUN 14	Συνεχής	Πολλά	Διάφορα
EAN 2	Συνεχής	Πολλά	Addon κωδικός (Περιοδικά), GS1 έχει εγκριθεί
EAN 5	Συνεχής	Πολλά	Addon κωδικός (Βιβλία), GS1 έχει εγκριθεί
EAN 8, EAN 13	Συνεχής	Πολλά	Σε παγκόσμιο επίπεδο λιανικής, GS1 έχει εγκριθεί

Αντιμετωπίζοντας Ταυτοποίηση Mark	Συνεχής	Ένα	USPS mail απάντηση των επιχειρήσεων
GS1-128 (παλαιότερα γνωστή ως UCC/EAN-128), όπως ανακριβώς αναφέρεται EAN 128 και 128 της UCC	Συνεχής	Πολλά	Διάφορα, GS1 έχει εγκριθεί
GS1 DataBar πρώην Μειωμένο Διαστήματος Symbology (RSS)	Συνεχής	Πολλά	Διάφορα, GS1 εγκριθεί
(HIBCC Bar Code Standard)			[FDA.gov]
ITF-14	Συνεχής	Πολλά	Μη λιανικής συσκευασίας, GS1 έχει εγκριθεί
Λανθάνουσα barcode εικόνας	Κανένα	Ψηλοί/ στενοί	Χρώμα εμφάνισης και εκτύπωσης
Pharmacode		Δύο	Φαρμακευτική συσκευασία
Plessey	Συνεχής	Δύο	Κατάλογοι, ράφια καταστημάτων, απογραφή
PLANET	Συνεχής	Ψηλοί/ Στενοί	Ηνωμένες Πολιτείες Ταχυδρομική Υπηρεσία
POSTNET	Συνεχής	Ψηλοί/ Στενοί	Ηνωμένες Πολιτείες Ταχυδρομική Υπηρεσία

Ευφυής Mail Barcode	Συνεχής	Ψηλοί/ Στενοί	Ηνωμένες Πολιτείες Ταχυδρομική Υπηρεσία, αντικαθιστά τόσο POSTNET και PLANET σύμβολα (προηγουμένως γνωστή ως OneCode)
MSI	Συνεχής	Δύο	Χρησιμοποιείται για τα ράφια αποθήκης και την απογραφή
PostBar	Διακριτή	Πολλά	Canadian Ταχυδρομείο
RM4SCC / KIX	Συνεχής	Ψηλοί/ Στενοί	Royal Mail / Royal TPG Post
IAN	Συνεχής	Πολλά	Χρησιμοποιούνται στην Ιαπωνία, ανάλογες και συμβατές με EAN-13
Telepen	Συνεχής	Δύο	Βιβλιοθήκες, κλπ (UK)

1.8.1.3.2 Matrix (2D) barcodes

Η **μήτρα κώδικα**, επίσης γνωστή ως **barcode 2D** ή απλά ένα **2D κώδικα**, είναι ένας δισδιάστατος τρόπος απεικόνισης πληροφοριών. Είναι παρόμοια με μία γραμμική (1-dimensional) barcode, αλλά έχει περισσότερες δυνατότητες εκπροσώπησης των δεδομένων.

Πίνακας 1.8.1.3.2 Matrix 2d barcodes

Συμβολογία	Σημειώσεις
3-DI	Developed by Lynn E.Π.Ε.

ArrayTag	Από ArrayTech Systems.
Αζτέκων Κωδικός	Σχεδιασμένο από τον Andrew Longacre σε Welch Allyn (νυν Hand Held Products). Δημόσιος τομέας.
Χρωματική Χρωματικό Αλφάβητο [Ellian C.C]	μια 'καλλιτεχνική' πρόταση από CC Eliau χωρίζει το ορατό φάσματος σε 26 διαφορετικά μήκη κύματος – αποχρώσεων.
Chromocode	Χρήσεις: μαύρο, λευκό, και 4 κορεσμένα χρώματα. (Chromocode)
Codablock	Stacked 1D barcodes.
Κωδικός 1	Δημόσιος τομέας.
Κωδικός 16K	Βασισμένος σε 1D κώδικα 128.
Κωδικός 49	Stacked 1D barcodes από την Intermec είδους
ColorCode	Ανέπτυξε χρώμα barcodes που μπορεί να διαβαστεί από κινητά τηλέφωνα με κάμερα από τις τηλεοπτικές οθόνες Χρησιμοποιούνται κυρίως στην Κορέα. [Adverlab.blogspot.com]
Compact Matrix Κωδικός	Από Syscan Group, Inc
CP Κωδικός	Από CP Tron, Inc
CyberCode	Από τη Sony.

DataGlyphs	Από Palo Alto Research Center (επίσης γνωστή ως Xerox PARC). [Xerox.com]
DataMatrix	Από RVTI Acuity CiMatrix / Siemens. Όλο και περισσότερο χρησιμοποιούνται σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες.
Dot Κωδικός A	Σχεδιασμένο για τη μοναδική ταυτοποίηση των αντικειμένων.
EZcode	Σχεδιασμένο για αποκωδικοποίηση από cameraphones.[scanbuy.com]
HueCode	Χρήσεις σε κλίμακα του γκρι ή χρώμα.[adams1.com]
INTACTA.CODE	Από INTACTA Technologies, Inc
InterCode	Νότια Κορέα, κινητή τηλεφωνία, που το πρόγραμμα του σαρωτή χρησιμοποιεί αυτόν τον κώδικα σε χειροσσκευές για την κινητή πρόσβαση στο Internet, ως προεπιλογή ενσωματωμένο πρόγραμμα.
MaxiCode	Χρησιμοποιούνται από την United Parcel Service. Δημόσιος τομέας.
mCode	Αναπτύχθηκε από Nextcode Corporation ειδικά για την κάμερα του τηλεφώνου, εφαρμογές σάρωσης. Στόχος να επιτρέψει προηγμένες κινητές εφαρμογές με πρότυπο τηλέφωνα με κάμερα.
MiniCode	Από Omniplanar, Inc
Micro PDF417	Διευκολύνει κώδικες πολύ μικρή για να χρησιμοποιηθούν σε PDF417.
PaperDisk	Υψηλή πυκνότητα κώδικα, που χρησιμοποιούνται τόσο για τα δεδομένα απαιτητικές εφαρμογές (10K - 1 MB) και κινητά τηλέφωνα με κάμερα (50 + bits). Έχουν αναπτυχθεί και να κατοχυρωθεί με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από

	Cobblestone Λογισμικού.[paperdisk.com]
PDF417 PDF417	Προήλθε από την Symbol Technologies. Δημόσιος τομέας.
Semacode	A Data Matrix κωδικός, που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση Διευθύνσεις URL για τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα με κάμερες.
SmartCode	Από Infolmaging Technologies.
Snowflake Κωδικός	Από Marconi Data Systems, Inc
ShotCode	Εγκύκλιος barcodes για κινητά τηλέφωνα με κάμερα από OP3. Αρχικά από High Energy Magic Ltd στο όνομα Spotcode. Πριν από αυτό, ίσως είναι γνωστή ως TRIPCode.
SuperCode	Δημόσιος τομέας.
UltraCode	Μαύρο-και-άσπρο χρώμα και εκδόσεις. Δημόσιος τομέας. Εφευρέθηκε από τον Jeffrey Kaufman και Clive Hohberger.

1.8.1. (Πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς barcodes)



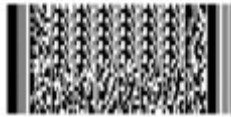
Σχήμα 1.8.1.4.α. GTIN-12 UPC-A barcode

Το πρώτο και το τελευταίο ψηφίο τοποθετούνται πάντοτε εκτός του συμβόλου και είναι απαραίτητες για barcode scanners ώστε να λειτουργήσουν σωστά.



Σχήμα 1.8.1.4.β. EAN-13 (GTIN-13) barcode.

Το πρώτο ψηφίο βρίσκεται πάντοτε εκτός του συμβόλου, επιπλέον το (>) χρησιμοποιείται και είναι αναγκαίο για να λειτουργούν κανονικά οι barcode scanners



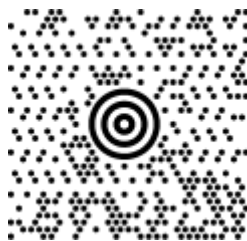
Σχήμα 1.8.1.4.γ. PDF417 δείγμα



Σχήμα 1.8.1.4.δ. Semacode



Σχήμα 1.8.1.4.ε. Μεγάλης χωρητικότητας έγχρωμο



Σχήμα 1.8.1.4.ζ MaxiCode

Πίνακας 1.8 SWOT barcode

<p>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Εύκολη εφαρμογή, λόγω της ήδη υπάρχουσας μεθόδου σε άλλους τομείς. 2) Αξιόπιστη λύση. 	<p>ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Αδυναμία στην ανάγνωση πολλών σημάτων. 2) Απαίτηση μικρής απόστασης του σήματος από τον αναγνώστη. 3) Δύσκολη και καθόλου πρακτική λύση η εφαρμογή στους ανθρώπους.
<p>ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Σίγουρη μέθοδος. Οποιοδήποτε πρόβλημα παρουσιαστεί υπάρχει τρόπος να λυθεί εύκολα και γρήγορα, λόγω εμπειρίας από την εφαρμογή της σε άλλους τομείς. 2) Αίσθημα ασφάλειας επιβατών λόγω της σίγουρης λειτουργίας της μεθόδου. 	<p>ΑΠΕΙΛΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Καθόλου ανταγωνιστική μέθοδος και καθόλου πρωτοποριακή. 2) Απαίτηση πρόσληψης περισσότερου προσωπικού λόγω της κάλυψης όλου του πλοίου και της απαίτησης μικρής απόστασης σήματος-αναγνώστη.

1.9 RFID

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Δεν απαιτείται οπτική επαφή μεταξύ σήματος-αναγνώστη.
Γρήγορη και ακριβής αναζήτηση.
Εύρεση συγκεκριμένου ατόμου σε οποιαδήποτε στιγμή.
Μεγάλη αίσθηση ασφάλειας εργαζομένων και επιβατών.
Μειώνονται οι εργατικοί πόροι μιας διαδικασίας.
Όχι ιδιαίτερα ακριβός εξοπλισμός (logical cost).

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Υποκλοπή δεδομένων , πχ. πλαστή ταυτότητα, παρακολούθηση.
Παραπλάνηση, πχ. λόγω αποκόλλησης ετικέτας, απενεργοποίησης, παρεμβολής.

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Πρωτοποριακή μέθοδος ασφάλειας σε πλοία.
Σίγουρη και αποτελεσματική μέθοδος, όσο προοδεύει η τεχνολογία.
Επαναστατική μέθοδος στις μεθόδους ασφαλείας.
Κέρδος λόγω μεγαλύτερης αξιοπιστίας και μείωσης προσωπικού.

ΑΠΕΙΛΕΣ

Κατηγορίες για παραβίαση ανθρωπίνων δικαιωμάτων.
Σύγκρουση με σωματείο εργαζομένων λόγω πιθανών απολύσεων.
Έλλειψη εμπειρίας στη χρήση της μεθόδου, πιθανές κατηγορίες σε πιθανά προβλήματα που θα εμφανιστούν.

Πίνακας 1.9 SWOT RFID

<p>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Δεν απαιτείται οπτική επαφή μεταξύ σήματος-αναγνώστη. 2) Γρήγορη και ακριβής αναζήτηση. 3) Εύρεση συγκεκριμένου ατόμου σε οποιαδήποτε στιγμή. 4) Μεγάλη αίσθηση ασφάλειας εργαζομένων και επιβατών. 5) Μειώνονται οι εργατικοί πόροι μιας διαδικασίας. 6) Όχι ιδιαίτερα ακριβός εξοπλισμός(logical cost). 	<p>ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Υποκλοπή δεδομένων , πχ. πλαστή ταυτότητα, παρακολούθηση. 2) Παραπλάνηση, πχ. λόγω αποκόλλησης ετικέτας, απενεργοποίησης, παρεμβολής.
<p>ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Πρωτοποριακή μέθοδος ασφάλειας σε πλοία. 2) Σίγουρη και αποτελεσματική μέθοδος, όσο προοδεύει η τεχνολογία. 3) Επαναστατική μέθοδος στις μεθόδους ασφαλείας. 4) Κέρδος λόγω μεγαλύτερης αξιοπιστίας και μείωσης προσωπικού. 	<p>ΑΠΕΙΛΕΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Κατηγορίες για παραβίαση ανθρωπίνων δικαιωμάτων. 2) Σύγκρουση με σωματείο εργαζομένων λόγω πιθανών απολύσεων. 3) Έλλειψη εμπειρίας στη χρήση της μεθόδου, πιθανές κατηγορίες σε πιθανά προβλήματα που θα εμφανιστούν.

Κεφάλαιο 2

Εύρεση καταλληλότερης μεθόδου ανίχνευσης

Για να διαπιστώσουμε ποια από τις παραπάνω είναι η καλύτερη μέθοδος για την περίπτωσή μας, θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ (multiple criteria decision making).

Είναι ένας κλάδος της Επιχειρησιακής Έρευνας, που ασχολείται με την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων, λαμβάνοντας υπόψη περισσότερα του ενός κριτήρια απόφασης. Η εισαγωγή πολλαπλών κριτηρίων στη διαδικασία λήψης απόφασης οδηγεί σε μία πιο ρεαλιστική απεικόνιση των πραγματικών προβλημάτων, προσφέροντας μεγαλύτερη ευελιξία και πληρέστερη αντιμετώπιση της πραγματικότητας.

Το πρόβλημα ανήκει στην κατηγορία προβλημάτων “πολυκριτηριακής ανάλυσης”, λόγω του ότι το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών είναι διακριτό.

2.1 Ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων απόφασης (Multi-criteria decision analysis, MCDA)

Η ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων απόφασης (MCDA), που ονομάζεται μερικές φορές πολλαπλών κριτηρίων λήψης αποφάσεων (MCDM), είναι μια πειθαρχία με στόχο την υποστήριξη φορέων λήψης αποφάσεων, που βρίσκονται αντιμέτωποι με πολλές και αντικρουόμενες εκτιμήσεις. Η MCDA στοχεύει στην ανάδειξη αυτών των συγκρούσεων και αποβαίνει ένας τρόπος για να έρθουν σε συμβιβασμό οι αντικρουόμενοι για μια διαφανή διαδικασία. Σε αντίθεση με τις μεθόδους που αναλαμβάνουν τη διαθεσιμότητα των μετρήσεων, οι μετρήσεις σε MCDA προέρχονται ή υποκειμενικά ερμηνεύονται ως δείκτες της αντοχής των διαφόρων προτιμήσεων. Οι προτιμήσεις διαφέρουν από φορέα λήψης αποφάσεων σε φορέα λήψης αποφάσεων, και το αποτέλεσμα εξαρτάται από το ποιος λαμβάνει την απόφαση και ποιοι είναι οι στόχοι και οι προτιμήσεις του. [Saaty, 2005] Η MCDA περιέχει το ήθος και την ηθική του ερευνητή εφαρμογής MCDA, που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ακρίβεια και την αμεροληψία των συμπερασμάτων του MCDA. Η ηθική είναι πολύ σημαντικό, όταν κάποιος παίρνει μία απόφαση που έχει σοβαρές επιπτώσεις σε άλλους ανθρώπους, σε αντίθεση με μία προσωπική απόφαση.

2.1.1 Μέθοδοι MCDA

Ορισμένες από τις μεθόδους MCDA είναι:

- Analytic network process (ANP)
- Inner product of vectors (IPV)
- Multi-attribute value theory (MAVT)
- Multi-attribute utility theory (MAUT)
- Multi-Attribute Global Inference of Quality (MAGIQ)
- Goal programming
- ELECTRE (Outranking)
- PROMETHÉE (Outranking)
- Data envelopment analysis
- The evidential reasoning approach
- Dominance-based Rough Set Approach (DRSA)
- Aggregated Indices Randomization Method (AIRM)
- Nonstructural fuzzy decision support system (NSFDSS)
- Grey relational analysis (GRA)
- Superiority and inferiority ranking method (SIR method)
- Potentially All Pairwise Rankings of all possible Alternatives (PAPRIKA)
- Value Engineering (VE)
- Value analysis (VA)

Η επιλογή του μοντέλου το οποίο είναι το πλέον κατάλληλο, εξαρτάται από το πρόβλημα.

Γενική μορφή

	Criterion 1 (f_1)	Criterion 2	Criterion 3	Criterion n
Strategy 1 (S_1)				
Strategy 2				
Strategy 3				
Strategy n				$f_n(S_n)$

Σχήμα 2.1.1. Μορφή μοντέλου MCDA

Υπάρχει μία σειρά στρατηγικών (που ονομάζεται επίσης: εναλλακτικές λύσεις / ενέργειες) και μία σειρά κριτηρίων (που ονομάζεται επίσης: πτυχές / διαστάσεις) με την οποία κατατάσσονται. Η ταξινόμηση γίνεται συχνά με βάση το μέγεθος του συνόλου των στρατηγικών:

- MADM (multi-attribute λήψης αποφάσεων), που ασχολείται με την επιλογή από το μικρό, πεπερασμένο, ή που μπορεί να υπολογιστεί, αριθμό των στρατηγικών. και
- MODM (multi-attribute λήψης αποφάσεων), που ασχολείται με την επιλογή από μία άπειρες, ή αμέτρητες σε αριθμό εναλλακτικές λύσεις.

2.2 Εφαρμογή της MCDA

Επιλέγουμε 9 κριτήρια:

- 1:Κόστος
- 2:Προβλήματα υγείας
- 3:Παραβίαση ανθρωπίνων δικαιωμάτων
- 4:Σύγκρουση με σωματείο εργαζομένων
- 5:Μη ανταγωνιστική μέθοδος
- 6:Μη πρωτοποριακή μέθοδος
- 7:Πιθανότητα εμφάνισης βλάβης ή υπολειτουργία
- 8:Μη αξιόπιστη
- 9:Εύκολα εφαρμόσιμη

Υποθέτουμε κρουαζιερόπλοιο με τα εξής χαρακτηριστικά:L=160 m,B=26 m με 10 decks, 1200 passengers.

-Μικροκυκλώματα(τσιπάκια) σε ανθρώπους: Υποθέτουμε τόσα μικροκυκλώματα όσα και οι επιβάτες, δηλαδή 1200.

-Ανιχνευτής κίνησης: Υποθέτουμε πως στα 6 καταστρώματα θα μπουν λιγότερες κάμερες λόγω καμπίνων, αφού θα βάλουμε κάμερες μόνο στους διαδρόμους, 10 κάμερες σε κάθε ένα από τα 6 καταστρώματα, και στα υπόλοιπα 20 κάμερες. Άρα συνολικά έχουμε 140 κάμερες.

-Ανιχνευτές θερμότητας: Ομοίως με τους ανιχνευτές κίνησης, τοποθετούμε συνολικά 140.

-GPS: Υποθέτουμε πως δίνουμε μία συσκευή σε κάθε επιβάτη, δηλαδή 1200 συσκευές.

-Ανίχνευση μέσω κινητής τηλεφωνίας: Υποθέτουμε πως δίνουμε μία συσκευή σε κάθε επιβάτη, 1200 συσκευές.

-Ανίχνευση μέσω ειδικού ρουχισμού: Υποθέτουμε πως προμηθεύουμε με μία ειδική στολή κάθε επιβάτη, δηλαδή 1200 στολές.

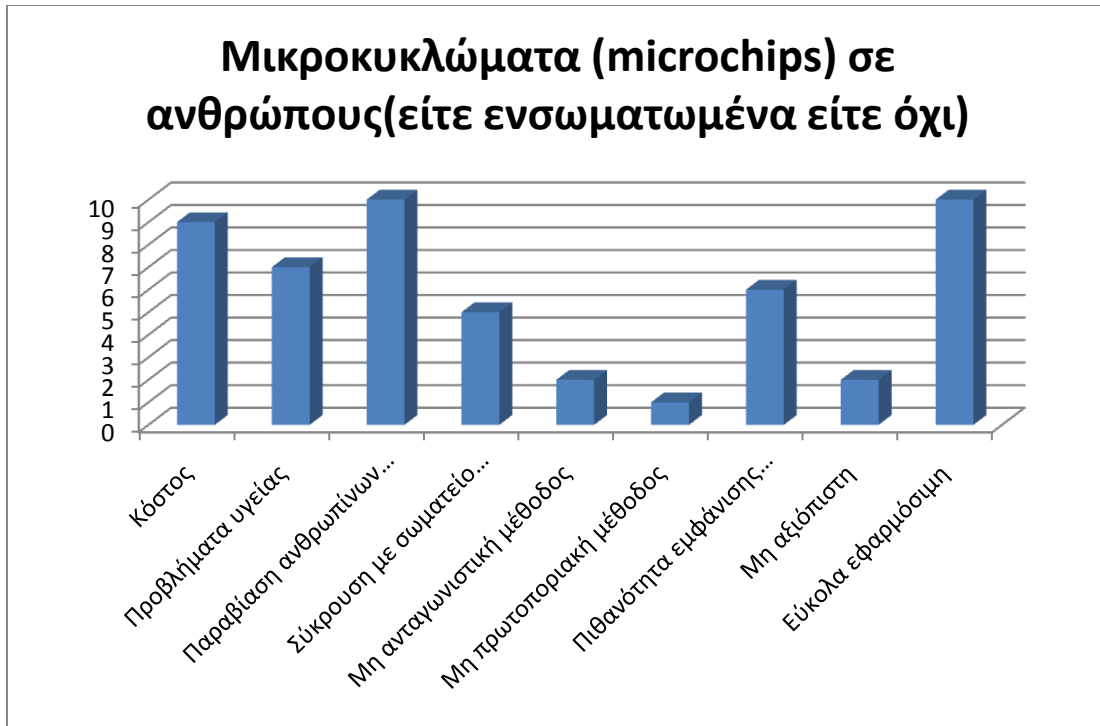
-Barcodes: Υποθέτουμε πως τοποθετούμε 1200 barcodes(πομπούς) στους επιβάτες, και 10 δέκτες σε κάθε deck ,δηλαδή 100 barcodes(δέκτες).

-RFID: έχουμε υποθέσει ότι τοποθετούμε 1200 RFID πομπούς στα σωσίβια, και 10 δέκτες RFID σε κάθε deck ,δηλαδή 100 RFID δέκτες.

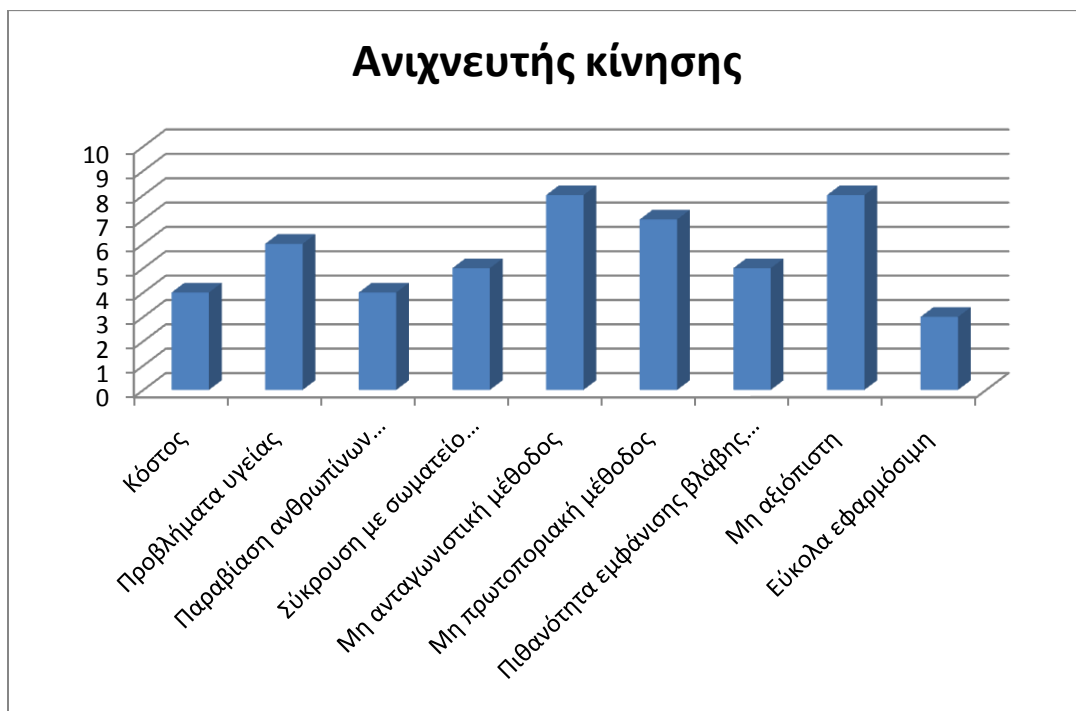
Η παρακάτω κλίμακα κυμαίνεται από το 1 έως το 10. Με το ένα να σημαίνει την καλύτερη απόδοση και το 10 τη χειρόστη.

Οι τιμές προέκυψαν από τον μέσο όρο των τιμών που συγκέντρωσα από την έρευνά μου (Δεκέμβριος 2009 έως Φεβρουάριος 2011) σε ναυτιλιακές εταιρίες, ναυπηγικά τεχνικά γραφεία, άτομα που είχαν σχέση με το θέμα, καθηγητές του πολυτεχνείου, πανεπιστήμια του εξωτερικού, ναυπηγούς αλλά και διάφορους άλλους ανθρώπους που γνώριζαν καλά αυτές τις τεχνολογίες.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σύνολο
Τσιπάκια σε ανθρώπους	9	7	10	5	2	1	6	2	10	52
Ανιχνευτής κίνησης	4	6	4	5	8	7	5	8	3	50
Ανιχνευτής θερμότητας	4	6	5	4	7	6	5	8	3	48
GPS	6	6	4	6	4	5	6	6	5	48
Ανίχνευση μέσω κινητής τηλεφωνίας	5	7	5	5	5	5	5	5	4	46
Ανίχνευση μέσω ειδικού ρουχισμού	10	5	8	5	2	1	7	3	10	51
Barcodes	5	3	5	4	8	9	4	4	2	44
RFID	5	5	5	6	3	2	4	3	5	38



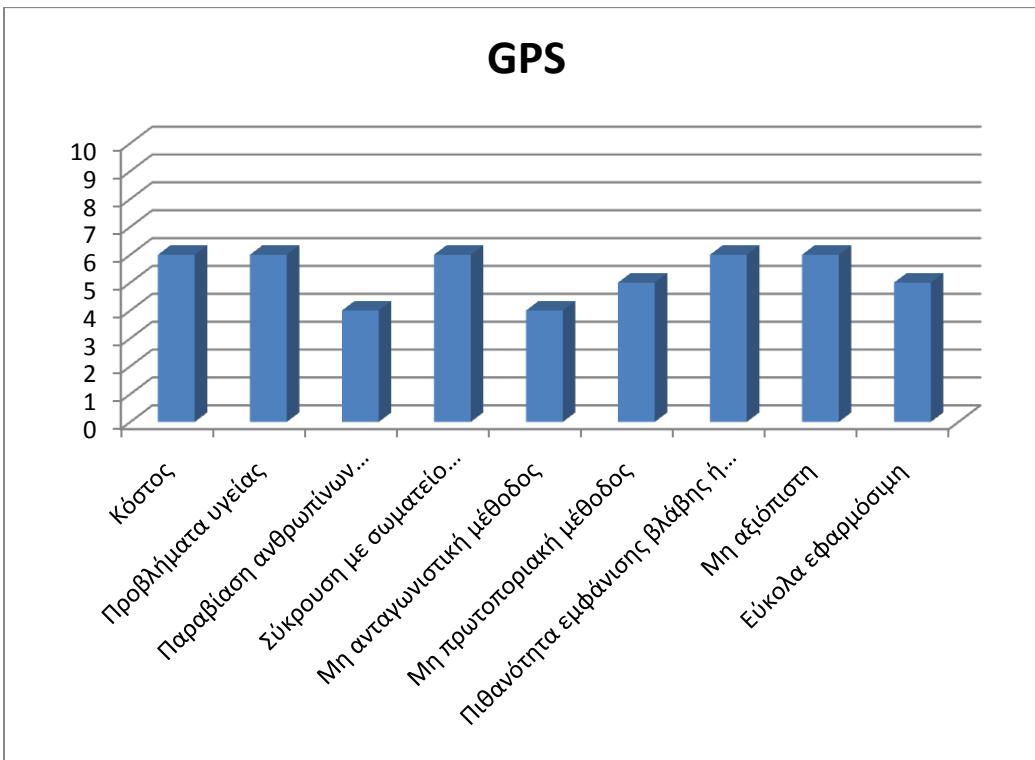
Σχήμα 2.2.α. MCDA μικροκυκλώματα σε ανθρώπους



Σχήμα 2.2.β. MCDA ανιχνευτής κίνησης



Σχήμα 2.2.γ. MCDA ανιχνευτής θερμότητας



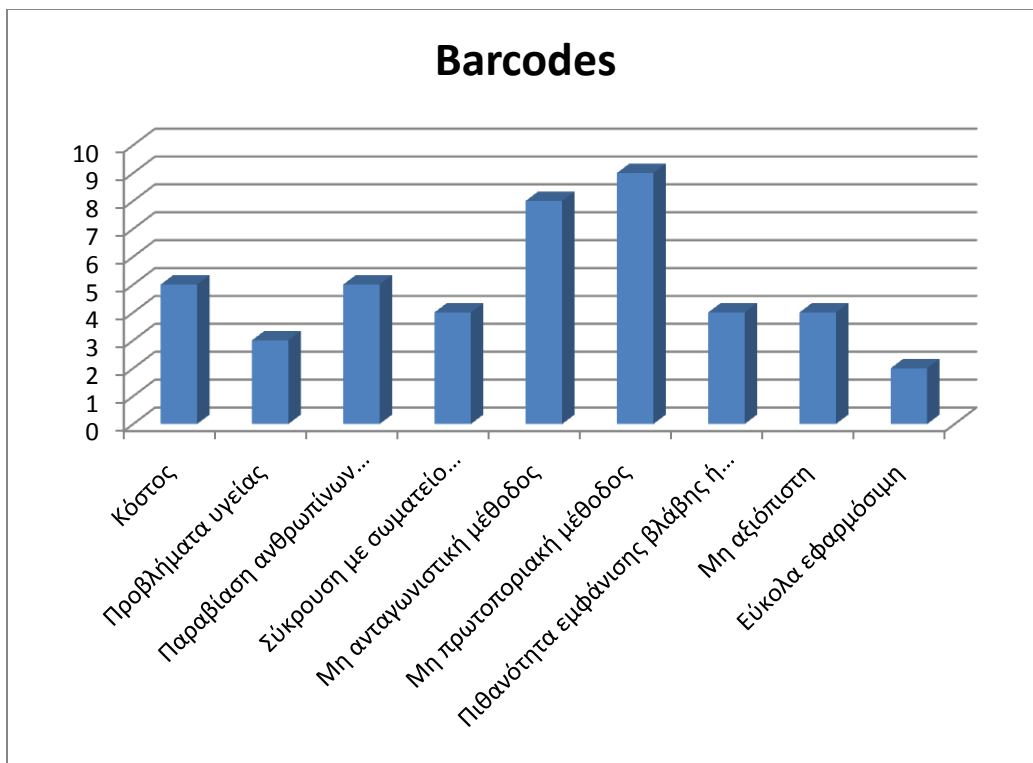
Σχήμα 2.2.δ. MCDA GPS



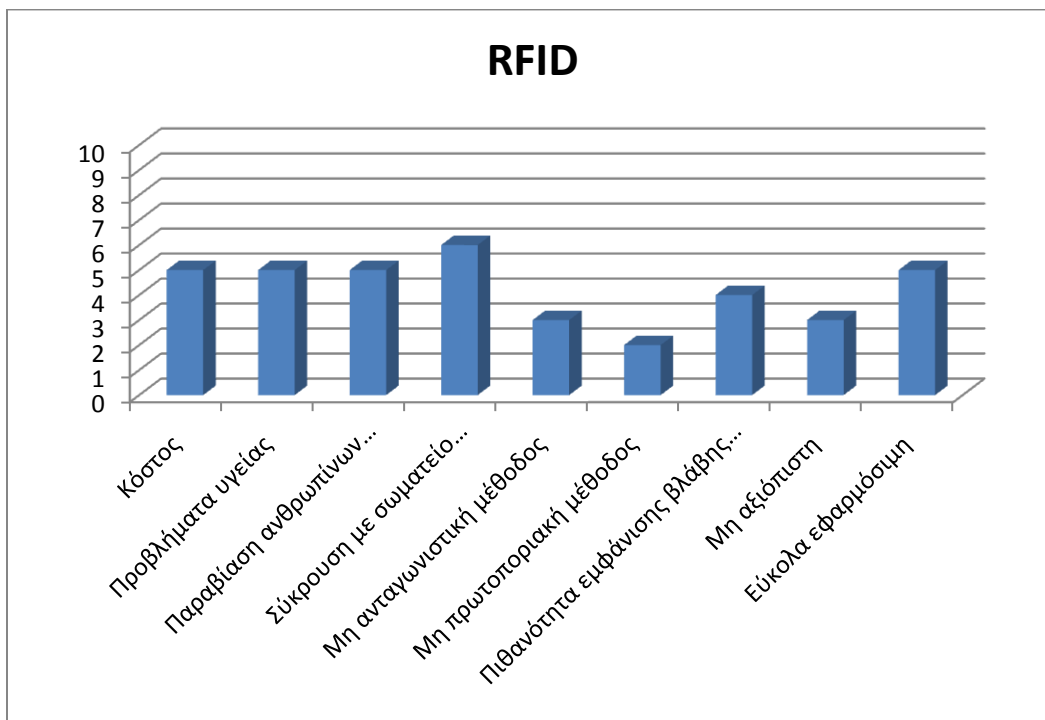
Σχήμα 2.2.ε. MCDA ανίχνευση μέσω κινητής τηλεφωνίας



Σχήμα 2.2.ζ. MCDA ανίχνευση μέσω ειδικού ρουχισμού



Σχήμα 2.2.η. MCDA barcodes



Σχήμα 2.2.θ. MCDA RFID

Βλέπουμε πως η τεχνολογία RFID συγκεντρώνει την καλύτερη βαθμολογία.

Η βαρύτητα που δώσαμε σε κάθε κριτήριο ήταν ίση. Όμως ακόμα και διαφορετική βαρύτητα να δώσουμε σε ένα ή μερικά από αυτά τα κριτήρια, (για παράδειγμα κόστος X 3) και πάλι βγαίνει καλύτερη μέθοδος η RFID.

Εμείς θα ασχοληθούμε, λοιπόν, με την RFID τεχνολογία που παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από όλες τις απόψεις(τεχνολογικά, οικονομικά κλπ.).

Κεφάλαιο 3

Ανάλυση τεχνολογίας RFID

Για να διαφωτιστούμε στην RFID επιλέγουμε τη μέθοδο αξιολόγησης SWOT analysis:

Πίνακας 3. Αναλυτικό SWOT RFID

<p>Πλεονεκτήματα</p> <ul style="list-style-type: none"> - Η τεχνολογική πρόοδος κάνει τα συστήματα RFID σταδιακά φθηνότερα, μικρότερα και πιο αποτελεσματικά. - Μοναδική ταυτοποίηση για κάθε αντικείμενο, με τη δυνατότητα μετάδοσης πολλών πληροφοριών. - Οι πληροφορίες μπορούν να αποσταλούν απευθείας σε ευρύτερα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών και βάσεων δεδομένων. - Το σήμα μπορεί να διαβάσει ακόμα και αν το αντικείμενο δε 'βλέπει' τον αναγνώστη ή ακόμα και αν παρεμβάλλονται άλλα αντικείμενα. - Πολλαπλά σήματα μπορούν να διαβαστούν ταυτόχρονα. - RFID τσιπ: είναι ανθεκτικά και απίθανο να υποστούν βλάβη, σε αντίθεση με τους bar-codes. - Η ανάγνωση σειρών μπορεί να ποικίλλει: πολύ χαμηλή για να εξασφαλίζει ότι οι πληροφορίες δεν είναι προσβάσιμες από τους αναγνώστες, ακούσια ή πολύ υψηλή για να απλοποιήσει την είσπραξη των σημάτων. - Υπάρχει μία μεγάλη ποικιλία διαθέσιμων διαφορετικών 	<p>Αδυναμίες</p> <p>Η επιτυχημένη ανάγνωση επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως την τοποθέτηση των ετικετών, τα υλικά που βρίσκονται γύρω, και περιβαλλοντικές συνθήκες. Για παράδειγμα, το ποσοστό ανάγνωσης μπορεί να κατέβει στο 80%, πράγμα που σημαίνει ότι το 20% των δεδομένων μπορεί να χαθεί. Σήματα μπορούν να νοθεύονται ή να παρεκκλίνουν από ορισμένα υλικά. Ωστόσο, η τεχνολογία βελτιώνεται συνεχώς.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Τα πιο προηγμένα συστήματα είναι απαγορευτικά δαπανηρά για εμπορικούς σκοπούς. - Έλλειψη προτύπων σε παγκόσμιο επίπεδο και δυσλειτουργικότητα των συστημάτων που αγοράζονται από διάφορους προμηθευτές. - Απαιτεί συχνά σημαντική αύξηση στην τεχνολογική υποδομή, για τη διαχείριση των πρόσθετων στοιχείων. - Επί του παρόντος, οι πληροφορίες είναι προσβάσιμες και τροποποιήσιμες από ακούσιους παράγοντες. Πολλά χαρακτηριστικά ασφαλείας (όπως η κωδικοποίηση των πληροφοριών) είναι εύκολο να προσπεραστούν διάφοροι χακερς ή είναι υπερβολικά ακριβά.
--	---

<p>συστημάτων διαθέσιμα, με διαφορετικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Γι' αυτό είναι πιο εύκολο να βρεθεί ένα κατάλληλο σύστημα για συγκεκριμένη εργασία. Παρατηρείται συνεχής καινοτομία στον τομέα αυτό.</p>	<p>-Μη αναγνωρισμένο σε θέματα υγείας, όπως αυξημένου κινδύνου για καρκίνο.</p>
<p>Ευκαιρίες</p> <ul style="list-style-type: none"> - Αυτή τη στιγμή, η ύπαρξη τεχνολογίας RFID σε μία επιχείρηση προσφέρει ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών της που δεν έχουν ανάλογη πρόσβαση στις πληροφορίες και στις δυνατότητες παρακολούθησης. - Μπορεί να συνδυαστεί με συστήματα GPS, για να παρέχει ένα πλήρες σύστημα παρακολούθησης. <p>Βλέπε 3.1 Μελλοντικές τάσεις.</p> <p>Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συλλέξει πληροφορίες για μεμονωμένους καταναλωτές και τις αγορές τους, το οποίο θα επιτρέψει στοχευμένο marketing.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Μπορεί να συνδυαστεί με αισθητήρες παρακολούθησης των φυσιολογικών συνθηκών, του περιβάλλοντος και της τοποθεσίας ενός ατόμου. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως. Για παράδειγμα, να ειδοποιηθούν οι γονείς, αν τα παιδιά τους βρίσκονται σε κίνδυνο. - Δυνατότητα παρακολούθησης των δραστηριοτήτων των εργαζομένων για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας στην εργασία τους. 	<p>Απειλές</p> <ul style="list-style-type: none"> -Η κοινή γνώμη για την προστασία της ιδιωτικής ζωής, και για θέματα επιτήρησης-παρακολούθησης, μπορεί να οδηγήσει σε αντίσταση στην τεχνολογία, ακόμα και αν είναι πραγματικά πολύ ασφαλής. <p>Βλέπε: 3.2 την ασφάλεια των πληροφοριών.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ορισμένοι φοβούνται ότι η τεχνολογία θα μπορούσε να τύχει κατάχρησης από τις κυβερνήσεις, με αποτέλεσμα την ευρεία επιτήρηση-παρακολούθηση, την παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και ενός ολόκληρου κράτους.

3.1 Μελλοντικές τάσεις

Το πεδίο των εφαρμογών RFID συνεχώς αλλάζει, εξελίσσεται, και νέες ιδέες εφαρμόζονται δοκιμαστικά. Είναι πολύ δύσκολο να προβλέψουμε ποιες νέες χρήσεις στο μέλλον θα χρησιμοποιηθούν. Ωστόσο, αρκετές τάσεις είναι εμφανείς στην ανάπτυξη της RFID:

- Υπάρχει μεγάλη έρευνα που γίνεται για τη βελτίωση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας RFID και την κατάργηση πολλών προκλήσεων που συνδέονται με αυτή.

- Υπάρχει επίσης μία προσπάθεια να συνδυαστεί η RFID με άλλες τεχνολογίες, ώστε να παρέχονται επαναστατικές και ολοκληρωμένες επιχειρηματικές λύσεις. Ιδιαίτερο είναι το ενδιαφέρον για το συνδυασμό RFID και GPS, ο οποίος θα καθιστά δυνατή την αναγνώριση και τη θέση του κάθε αντικειμένου(ή ανθρώπου) με ετικέτα, σε όλο τον κόσμο.

- Τέλος, υπάρχει μία κίνηση από πολλές εταιρίες να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία RFID για τη συλλογή πολύτιμων πληροφοριών σχετικά με τις τάσεις και τις συνήθειες των καταναλωτών. Αυτό έχει ήδη εφαρμοστεί με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, RFID-tagged κάρτες καταγράφουν τις αγορές που έγιναν από ένα άτομο. Ωστόσο, οι εταιρίες με ισχυρό μάρκετινγκ είναι φυσικό να αναζητούν τρόπους εκμετάλλευσης αυτής της τεχνολογίας ακόμη περισσότερο.

Οι εξελίξεις στον τομέα αυτό περιορίζεται από δύο ανησυχίες. Πρώτον, τα περισσότερα συστήματα RFID είναι ακόμη πολύ ακριβά για να επιτραπεί να μπουν ετικέτες σε όλα τα αντικείμενα(ή ανθρώπους), το οποίο θα ήταν κρίσιμο για τον εντοπισμό αντικειμένων απευθείας από τον τελικό καταναλωτή. Επιπλέον, οι καταναλωτές και οι οργανώσεις για την προστασία δικαιωμάτων διαμαρτύρονται για τις επιπτώσεις στην ιδιωτική ζωή της εν λόγω χρήσης. Οι εταιρίες που προσπαθούν να εφαρμόσουν αυτό το είδος της εξόρυξης δεδομένων θα πρέπει: α) να διαβεβαιώσουν τους πολίτες ότι η τεχνολογία RFID μπορεί να εξασφαλίσει την ασφάλεια των πληροφοριών (έτσι ώστε η ετικέτα RFID να μη μπορεί να διαβαστεί από παράνομους χρήστες) και β) να βρουν ένα τρόπο για να καθησυχάσουν το κοινό ότι η ιδιωτική του ζωή θα προστατεύεται και ότι οι πληροφορίες που θα συλλέγονται δε θα χρησιμοποιούνται με μη αποδεκτούς τρόπους.

3.2 Ασφάλεια πληροφοριών

Παρά τις πολυάριθμες παροχές και ανέσεις της RFID, υπάρχει ένα εξαιρετικά σημαντικό πρόβλημα με τη χρήση της. Λόγω της πλειοψηφίας των συστημάτων RFID, η ασφάλεια των πληροφοριών δεν μπορεί να διασφαλιστεί. Αυτό δεν ήταν σημαντικό πρόβλημα μέχρι σήμερα, δεδομένου ότι το RFID δεν ήταν πολύ διαδεδομένο και δε χρησιμοποιείτο σε ορισμένες από τις πιο προηγμένες εφαρμογές του. Ωστόσο, καθώς τα τεχνολογικά επιτεύγματα βρίσκουν

εκτεταμένη χρήση και εφαρμογή σε πιο σύνθετες καταστάσεις, μεγάλη είναι η αξία τους για όσους έχουν πρόσβαση παράνομα στις πληροφορίες.

Ενέργειες που προκαλούν ανησυχία είναι η "λαθρακρόαση και παραποίηση, η παράνομη παρακολούθηση, οι δόλιες ετικέτες και αναγνώστες, καθώς και η άρνηση της υπηρεσίας . Οι χάκερς, εξάλλου θα μπορούσαν να μειώσουν την τιμή των ακριβών αντικειμένων, προβαίνοντας σε αυτο-ενημέρωση πελατών, ώστε να μειωθούν (ή καταργηθούν) οι υπάλληλοι σε καταστήματα." [Vance, 2005]

3.2.1 Σε επίπεδο ιδιωτών

Για τους καταναλωτές, η προστασία της ιδιωτικής ζωής είναι το βασικό ζήτημα. Οι περισσότεροι άνθρωποι αισθάνονται πολύ ενοχλημένοι με τις προσωπικές πληροφορίες που συλλέγονται σχετικά με αυτούς, συχνά εν αγνοία τους. Πρώτον, οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις εταιρείες εμπορίας, για να στοχεύουν σε συγκεκριμένους πελάτες. Αν και η εξόρυξη δεδομένων είναι ήδη αρκετά 'γνωστή' σε όλους, η τοποθέτηση ετικέτας με RFID θα παρείχε μια τεράστια ποσότητα δεδομένων σχετικά με τις αγορές από συγκεκριμένα άτομα. Οι καταναλωτές αισθάνονται συχνά ότι η χρήση των πληροφοριών είναι άδικη και παραβιάζει τα δικαιώματα της ιδιωτικής τους ζωής. Ωστόσο, αυτό είναι το λιγότερο των ανησυχιών εκφράζεται. Ένα πιο σημαντικό πρόβλημα είναι μήπως αυτές οι πληροφορίες, που συλλέγονται από τις εταιρείες για δικούς τους σκοπούς, κλαπούν ή χρησιμοποιηθούν από χάκερς. Οι εγκληματίες θα μπορούσαν να έχουν πρόσβαση σε προσωπικές πληροφορίες σχετικά με τους πολίτες, ιδίως τραπεζικές πληροφορίες. Αν οι ετικέτες σε προϊόντα δεν έχουν αφαιρεθεί ή απενεργοποιηθεί μετά την αγορά (και μπορεί να συμβεί, ειδικά αν οι εταιρείες θέλουν να τα χρησιμοποιήσουν για τη διευκόλυνση της επιστροφής και της συναλλαγής), οι κλέφτες θα είχαν τη δυνατότητα να 'περάσουν' έναν αναγνώστη κοντά στην τσάντα ή το σπίτι ενός ατόμου και να ανακαλύψουν την αξία του περιεχομένου . Τέλος, η χρήση των ετικετών RFID στα διαβατήρια, που περιέχουν προσωπικά στοιχεία, θα διευκόλυνε την κλοπή ταυτότητας, τις απάτες και την παρακολούθηση.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες άρχισαν την έκδοση RFID διαβατηρίων το 2005. Μολονότι πολλά μέτρα για την προστασία του απορρήτου των δεδομένων είχαν προταθεί από το Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO), κάθε μία από αυτές τις προτάσεις απορρίφθηκε συστηματικά στις δηλώσεις που έγιναν από τις ΗΠΑ.. Αυτή η έλλειψη ασφάλειας προκάλεσε μεγάλες διαμαρτυρίες σε πολλές χώρες, όπως στη Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, τον Καναδά και την Ολλανδία. Ωστόσο, η ICAO 'υποκλίθηκε' στη θέση των ΗΠΑ. Αυτό σημαίνει ότι οι πολίτες των ΗΠΑ δε θα έχουν τα προσωπικά τους δεδομένα προστατευμένα. Φαίνεται πως οι ΗΠΑ δεν είναι πρόθυμες να περιορίσουν την ικανότητα των ίδιων και άλλων φορέων της διακριτικής παρακολούθησης φυσικών προσώπων!

Η ανησυχία δεν είναι μόνο μήπως οι εγκληματίες επωφεληθούν από το σύστημα, αλλά μήπως οι κυβερνήσεις το χρησιμοποιήσουν για να 'δημιουργήσουν καρτέλες' για τους πολίτες στοχεύοντας στην παρακολούθηση ορισμένων "υπόπτων", εντοπίζοντας πολιτικώς αντιφρονούντες, ή μήπως προχωρήσουν στην επιβολή ενός ολοκληρωτικού καθεστώτος για την επιτήρηση της τάξης και τη μαζική τρομοκρατία. Αυτό μπορεί να φαίνεται δύσκολο να επιτευχθεί σε μια δημοκρατική χώρα, αλλά δεν εφαρμόζουν όλες οι κυβερνήσεις του κόσμου τον κώδικα των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Ακόμη όμως και δημοκρατικές χώρες, όπως οι ΗΠΑ, έχουν καταφύγει σε αμφισβητήσιμες πρακτικές, όπως αυτής των φυλετικών διακρίσεων για την εξασφάλιση εθνικής ασφάλειας έναντι της τρομοκρατίας.

Πολλά από αυτά τα ισχυρά επιχειρήματα ακούγονται ως μη ρεαλιστικές θεωρίες συνωμοσίας. Σε αυτό το στάδιο, πολύ καλά μπορεί να θεωρηθούν. Ωστόσο, η ανησυχία των ακτιβιστών είναι ότι αν χρησιμοποιήσει την τεχνολογία RFID ένας ανεκπαιδευτος και αδιάφορος λαός, θα μπορούσε να διεισδύσει σε τέτοιο βαθμό στη ζωή των πολιτών, ώστε όχι μόνο θα γίνονταν παραβιάσεις της ιδιωτικής ζωής και των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, αλλά θα ήταν και αναπόφευκτες. Το κλειδί είναι να αποφασίσει ο κάθε υπεύθυνος πώς τα άτομα μπορούν να προστατεύονται από την κατάχρηση της RFID πριν είναι πολύ αργά και πρέπει να αναθεωρηθεί ο τρόπος που η τεχνολογία χρησιμοποιείται .

Οι συζητήσεις μόλις τώρα αρχίζουν να προβάλλουν ως θέμα τη γενική ευαισθητοποίηση της κοινωνίας. Μένει να δούμε πώς τα ζητήματα αυτά θα λυθούν. Ωστόσο, η βιομηχανία RFID έχει ήδη συμφωνήσει σε τρεις βασικές αρχές για τη σωστή συλλογή των δεδομένων: «συναίνεση, επιλογή και έλεγχο των δεδομένων». Σε σχέση με την RFID, τα πρότυπα αυτά σημαίνουν ότι όλοι οι αναγνώστες και οι ετικέτες πρέπει να επισημαίνονται σαφώς, και η συμμετοχή σε κάθε σύστημα συλλογής δεδομένων RFID να είναι εθελοντική. Όλοι οι καταναλωτές πρέπει να έχουν το δικαίωμα να έχουν ετικέτες που απενεργοποιούνται ή αφαιρούνται μετά την αγορά, χωρίς κόστος, και οι καταναλωτές να έχουν το δικαίωμα να εμποδίσουν την ανάγνωση προσωπικών πληροφοριών, ώστε να μη συνδέονται με την ετικέτα ενός αντικειμένου. "[Vance, 2005] Δύο λύσεις που προτείνονται είναι η κατάργηση ετικέτας(πλήρως ή εν μέρει η απενεργοποίηση ετικετών μετά την αγορά) και τα tags blocker (που αποκλείουν όλα τα RFID σήματα εντός συγκεκριμένων ορίων).[Mavis, 2007] Ωστόσο, οι δύο μέθοδοι δεν είναι πάντοτε αποτελεσματικές, μπορεί να αποθαρρύνονται από τις επιχειρήσεις, και καθιστούν τους καταναλωτές υπεύθυνους για τη δική τους προστασία.

3.2.2 Σε επίπεδο οργανισμών

Για τις επιχειρήσεις, η εταιρική κατασκοπεία είναι μία πραγματική ανησυχία. Είναι επικίνδυνο να διαθέτουν λεπτομερείς πληροφορίες για προϊόντα που διατίθενται σε ανταγωνιστές. Οι εταιρείες που χρησιμοποιούν RFID για την απογραφή και διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι 'ανοιχτές' στην απειλή ότι οι ανταγωνιστές θα μπορούσαν να διαβάσουν

ετικέτες RFID και να αποσπάσουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα, τα αποθέματα, καθώς και τα στρατηγικά σχέδια. Επιπλέον, ορισμένες ετικέτες ενδέχεται να περιέχουν αποκλειστικές πληροφορίες. Έμποροι λιανικής πώλησης που χρησιμοποιούν ετικέτες για την καταγραφή της τιμής ενός στοιχείου, θα αντιμετωπίσουν τον κίνδυνο των χάκερς που θα μειώσουν τις τιμές των προϊόντων τους. Το πιο σημαντικό πρόβλημα όμως είναι μήπως τα τσιπς RFID εμφυτεύονται σε υπαλλήλους για τον έλεγχο της πρόσβασης σε ευαίσθητα δεδομένα. Εγκληματίες θα έχουν στη συνέχεια μεγάλα κίνητρα για την απαγωγή των εργαζομένων, με σκοπό να πάρουν τις ετικέτες τους, και να κλέψουν πολύτιμες πληροφορίες. Η απειλή αυτή ισχύει τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για κυβερνητικούς φορείς, ειδικά όπως για το στρατό ή τις μυστικές υπηρεσίες. Επιπλέον, οι πληροφορίες που αφορούν ιδιώτες, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να διαπραχθούν απάτες (κλοπή ταυτοτήτων, ή παράνομη παρακολούθηση κ.α.).

Ορισμένες μέθοδοι για τη βελτίωση της ασφάλειας, βρίσκονται ήδη στο στάδιο της ανάπτυξης. Μια απλή μέθοδος είναι να μειωθεί το φάσμα που διαβάζει μια ετικέτα, αλλά το εμπόδιο θα μπορούσε να ξεπεραστεί με ισχυρότερους αναγνώστες. Άλλη μέθοδος είναι να δημιουργηθεί ένα φυσικό εμπόδιο, όπως ένα αντικείμενο συσκευασμένο σε αλουμινόχαρτο, ή ειδικά σχεδιασμένα εμπόδια, αλλά αυτό δεν είναι πάντα πρακτικό. Η κρυπτογράφηση των πληροφοριών (με τη χρήση ενός κωδικού άγνωστου για τους άλλους) ή αμοιβαίος έλεγχος ταυτότητας μεταξύ της ετικέτας και του αναγνώστη είναι ελπιδοφόρα συστήματα. Ωστόσο, στο παρόν στάδιο, οι περισσότερες μέθοδοι είναι πολύ ακριβές, μη πρακτικές, ή ανεπαρκείς για την παροχή προστασίας από εξειδικευμένους χάκερς. [Suhong, 2006]

3.3. Τι ακριβώς είναι η τεχνολογία RFID

Η τεχνολογία Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (*RFID, Radio Frequency Identification*) είναι η τεχνολογία που χρησιμοποιεί τα ραδιοκύματα (*radio waves*) με σκοπό αυτόματα να αναγνωρίζει (*identify*), να εντοπίζει (*track*), να συλλέγει και να αποθηκεύει πληροφορίες (*data capture*) έμψυχων και άψυχων αντικειμένων.

Η τεχνολογία RFID είναι μέλος της οικογένειας τεχνολογιών Αυτόματης Αναγνώρισης και Συλλογής Δεδομένων (*AIDC, Automatic Identification and Data Capture*) και αποτελεί την τεχνολογική εξέλιξη των γραμμωτών κωδίκων (*barcodes*)

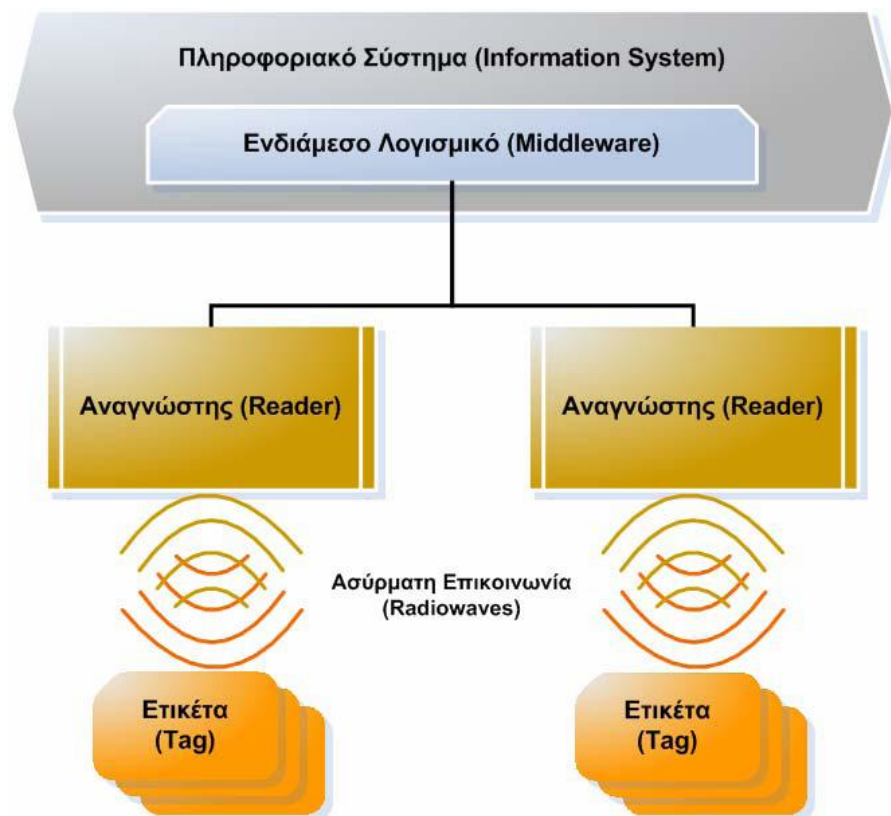
3.3.1 Η Αρχιτεκτονική του RFID

Η τεχνολογία RFID βρίσκεται στα άκρα ενός πληροφοριακού συστήματος. Είναι στην ουσία ένας διαφορετικός τρόπος διασύνδεσης με αντικείμενα που επιθυμούμε να αναγνωρίζουμε, να εντοπίζουμε και να συλλέγουμε πληροφορίες για αυτά. Η διασύνδεση είναι ασύρματη και βασίζεται στα ραδιοκύματα τα οποία μεταδίδονται στον αέρα. Παράλληλα, η αναγνώριση αντικειμένων δεν απαιτεί οπτική επαφή (σε αντίθεση με το γραμμωτό κώδικα, που έχει μέσο διασύνδεσης τις υπέρυθρες και απαιτεί οπτική επαφή).

Ένα σύστημα RFID περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία:

1. την Ετικέτα (*tag*), η οποία αναφέρεται στην βιβλιογραφία και ως πομποδέκτης (*transponder*)
2. τον Αναγνώστη (*reader*), ο οποίος αποτελείται από την κεραία (*antenna*) και τη μονάδα ελέγχου (*control unit*)
3. και το Ενδιάμεσο Λογισμικό (*Middleware*), το οποίο λειτουργεί ως «γέφυρα» επικοινωνίας μεταξύ του αναγνώστη και του πληροφοριακού συστήματος

Η αρχιτεκτονική του συστήματος RFID απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα και αφορά τα τρία στοιχεία που αναφέραμε, δηλαδή τις ετικέτες, τους αναγνώστες και το ενδιάμεσο λογισμικό.



Σχήμα 3.3.1 Τρόπος που λειτουργεί το RFID

3.3.2 Πώς λειτουργεί ένα σύστημα RFID

Η λειτουργία ενός RFID συστήματος βασίζεται στη δυναμική και αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των μερών που απαρτίζουν το σύστημα, τα οποία περιγράψαμε παραπάνω. Ας δούμε όμως μέσω ενός παραδείγματος ένα τρόπο χρήσης ενός RFID συστήματος σε ένα κρουαζιερόπλοιο.

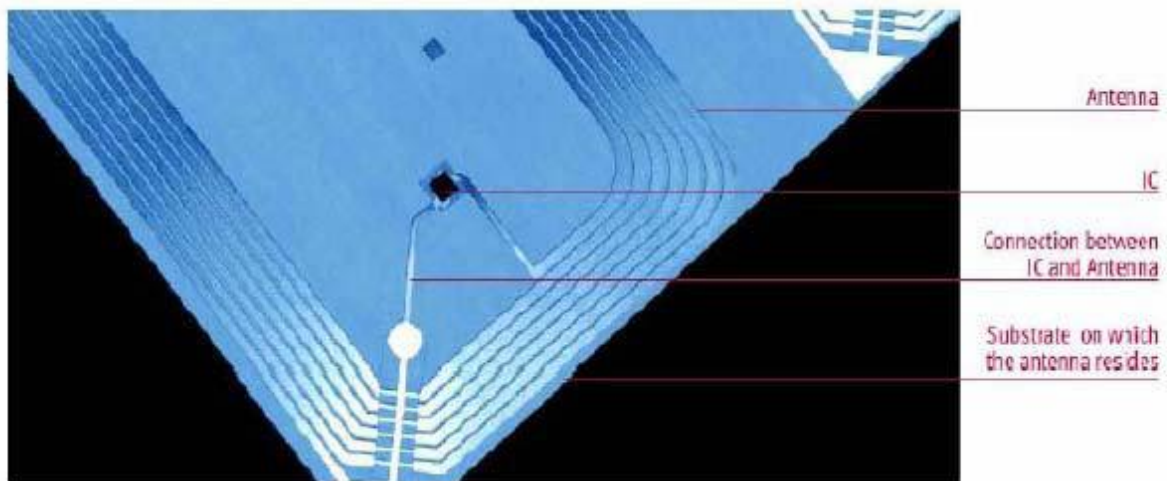
Η RFID ετικέτα βρίσκεται προσκολλημένη πάνω σε κάποιο αντικείμενο (π.χ. σε μια κάρτα εισόδου σε δωμάτιο του πλοίου) και περιέχει συγκεκριμένες πληροφορίες οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με το σκοπό της χρήσης του συστήματος RFID (π.χ. ένα μοναδικό κωδικό για τον προσδιορισμό του δωματίου και ένα μοναδικό κωδικό για τον προσδιορισμό του επιβάτη). Ο επιβάτης κρατώντας την κάρτα πλησιάζει στην πόρτα του δωματίου του, όπου είναι εγκατεστημένος ένας RFID αναγνώστης. Όταν η κάρτα βρεθεί εντός της εμβέλειας της κεραίας του αναγνώστη, αυτόματα η μονάδα ελέγχου επικοινωνεί, με ραδιοκύματα, με την ετικέτα και παίρνει τις πληροφορίες που χρειάζεται. Εδώ διευκρινίζεται ότι η ετικέτα έχει και αυτή ενσωματωμένη μία κεραία. Στη συνέχεια, το ενδιάμεσο λογισμικό, που κατανοεί τα δεδομένα που στέλνει η μονάδα ελέγχου του αναγνώστη, περνάει τις πληροφορίες στη σωστή μορφή στο πληροφοριακό σύστημα του κρουαζιερόπλοιου και ελέγχεται αν ο επιβάτης μένει στο δωμάτιο με το συγκεκριμένο αναγνώστη. Τελικά και εφόσον διαπιστωθεί ότι μένει στο συγκεκριμένο δωμάτιο, η πόρτα του δωματίου ξεκλειδώνεται.

Όπως θα διαπιστώσατε η χρήση του RFID αφορά την επικοινωνία αναγνώστη – ετικέτας και στη συνέχεια, τη μεταφορά των δεδομένων από το ενδιάμεσο λογισμικό στο πληροφοριακό σύστημα και τούμπαλιν. Το παράδειγμά μας είναι αρκετά απλοϊκό, καθώς σε πραγματικές εφαρμογές επιτελούνται εργασίες εκατέρωθεν μεταξύ πληροφοριακού συστήματος και αναγνώστη – ετικέτας. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να γίνει επίσης μία εγγραφή στην ετικέτα με την χρέωση του πελάτη. Στην περίπτωση αυτή το πληροφοριακό σύστημα δίνει την εντολή στο ενδιάμεσο λογισμικό να γίνει η εγγραφή της ετικέτας, το ενδιάμεσο λογισμικό μεταφέρει σε κατάλληλη μορφή την εντολή αυτή στη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη, ο οποίος επικοινωνεί με την ετικέτα και γράφει τα δεδομένα που του ζητήθηκαν στην ετικέτα ανανεώνοντας έτσι τα δεδομένα της.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος RFID είναι σταθερή ως προς τη ροή των δεδομένων (ετικέτα ↔ αναγνώστης ↔ ενδιάμεσο λογισμικό ↔ πληροφοριακό σύστημα) αλλά όχι και ως προς την διακρίσιμότητα των επιμέρους στοιχείων. Συγκεκριμένα, παρατηρείται μία τάση για ολοκλήρωση της κεραίας, της μονάδας ελέγχου και του ενδιάμεσου λογισμικού σε μια συσκευή που ονομάζεται αναγνώστης. Σε κάθε περίπτωση η ετικέτα είναι αυτόνομη οντότητα.

3.3.3 Βασικά Στοιχεία του Συστήματος RFID

Όπως προαναφέρθηκε, τα βασικά στοιχεία του συστήματος RFID είναι τρία: η ετικέτα, ο αναγνώστης και το ενδιάμεσο λογισμικό. Τα στοιχεία αυτά ανάλογα με τις ιδιότητές τους καθορίζουν για ποια εφαρμογή είναι κατάλληλα και ποιες είναι οι δυνατότητες εφαρμογής τους.



Σχήμα 3.3.3 Ετικέτα RFID

3.3.3.1 Ετικέτα (Tag)

Η ετικέτα RFID περιλαμβάνει μία κεραία (*antenna*) και ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (*IC*), (βλέπε Σχήμα 3.3.3). Η κεραία χρησιμοποιείται για την αμφίδρομη αποστολή σημάτων μέσω των ραδιοκυμάτων με τον αναγνώστη. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι αυτό που καθορίζει κάθε φορά αν θα γίνει εκπομπή ή λήψη δεδομένων, και έχει την δυνατότητα να τα αποθηκεύει στην μνήμη του. Η μνήμη κυμαίνεται από 4 μέχρι 128KB.

Οι ετικέτες κατηγοριοποιούνται σε:

→ παθητικές (*passive*), ημιπαθητικές-ημιενεργητικές (*semi-passive or semiactive*) και ενεργητικές (*active*)

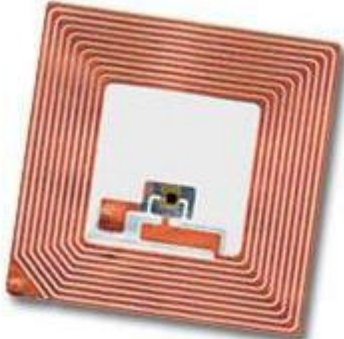
→ αναγνώσιμες (*Read only*), μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων (*Write Once Read Many*) και επανεγγράψιμες (*Read - Write*)

Επιπλέον, θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν ακόμα και ως προς τις φυσικές τους διαστάσεις, την κατασκευή τους και την εφαρμογή τους.

Παθητικές, ημιπαθητικές-ημιενεργητικές και ενεργητικές ετικέτες

Οι ετικέτες κατηγοριοποιούνται κυρίως σε παθητικές και ενεργητικές, ανάλογα με την πηγή ενέργειάς τους. Οι ενεργητικές ετικέτες διαθέτουν μπαταρία, η οποία είναι ενσωματωμένη στην ετικέτα, ενώ οι παθητικές ετικέτες αντλούν την ενέργεια τους από το σήμα που στέλνει ο αναγνώστης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνολικά οι διαφορές μεταξύ παθητικών και ενεργητικών ετικετών.

Πίνακας 3.3.3.1. Παθητικές-ενεργητικές ετικέτες

Ετικέτες	Παθητικές	Ενεργητικές
Πηγή ενέργειας	Λειτουργούν χωρίς μπαταρία. Κατά την είσοδό τους στο πεδίο εκπομπής του αναγνώστη ενεργοποιούνται λαμβάνοντας ενέργεια από τα σήματα του αναγνώστη	Απαιτούν μπαταρία για τη λειτουργία τους. Όταν εισέρχονται στο πεδίο του αναγνώστη αυτοενεργοποιούνται
Χρόνος ζωής	Απεριόριστος	Περιορισμένος
Μέγεθος	Μικρό(προσαρμοζόμενο)	Μεγάλο (απουσία ευελιξίας)
Κόστος	Χαμηλό(20 λεπτά-3€)	Υψηλό (20€ και άνω)
Ισχύς εκπομπής αναγνώστων	Ισχυρή εκπομπή	Όχι ιδιαίτερες απαιτήσεις εκπομπής
Απόσταση ανάγνωσης	Μικρή(20cm-6m)	Μεγάλη (30m-40m)
Φωτογραφία		

Υπάρχει επίσης και μια τρίτη υποκατηγορία ετικετών, που ονομάζονται ημιπαθητικές ή ημιενεργητικές ετικέτες. Οι ετικέτες αυτές περιέχουν μπαταρία η οποία όμως δε χρησιμοποιείται για τη μετάδοση ραδιοκυμάτων στον αναγνώστη, αλλά μόνο για τη λειτουργία του ολοκληρωμένου κυκλώματός τους (π.χ. μπορούν να έχουν ενσωματωμένο ένα αισθητήρα θερμοκρασίας μετρώντας τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος ανά τακτά χρονικά διαστήματα και όταν εισέλθουν στο πεδίο εκπομπής του αναγνώστη μεταδίδουν τα δεδομένα που έχουν αποθηκεύσει). Στην βιβλιογραφία αναφέρονται συνήθως ως ενεργητικές ετικέτες καθώς περιέχουν μπαταρία. Όμως λόγω των μικρότερων απαιτήσεών τους σε ισχύ, η μπαταρία άρα και το μέγεθος τους είναι σημαντικά μικρότερα γεγονός που τις κάνει και φθηνότερες από τις ενεργητικές ετικέτες. Η απαιτούμενη απόσταση ανάγνωσης των ημιπαθητικών ή ημιενεργητικών ετικετών είναι μεγαλύτερη από αυτή των παθητικών και μικρότερη από αυτή των ενεργητικών ετικετών. Τέλος οι ετικέτες αυτές είναι συνήθως μιας χρήσης, δηλαδή όταν αποφορτιστεί η μπαταρία τους, αχρηστεύονται.

3.3.3.1.1 Αναγνώσιμες, μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων και επανεγγράψιμες ετικέτες

Όπως προαναφέρθηκε, οι ετικέτες έχουν μνήμη λόγω του ολοκληρωμένου κυκλώματος που περιέχουν. Επομένως, οι ετικέτες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη δυνατότητα επανεγγραφής τους σε αναγνώσιμες, μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων και επανεγγράψιμες.

Οι αναγνώσιμες ετικέτες εγγράφονται μία φορά με τα κατάλληλα δεδομένα κατά την κατασκευή τους (συνήθως ένα σειριακό αριθμό και ένα ψηφίο ελέγχου) και οι αναγνώστες μπορούν μόνο να διαβάσουν τα δεδομένα και όχι να τα τροποποιήσουν.

Οι ετικέτες μίας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, μπορούν όμως να εγγραφούν και από το χρήστη μόνο μια φορά ακόμα. Έπειτα μετατρέπονται σε αναγνώσιμες ετικέτες.

Οι επανεγγράψιμες ετικέτες εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, όμως οι αναγνώστες έχουν τη δυνατότητα εκτός από το να διαβάζουν τα δεδομένα τους, να τα τροποποιούν (εισαγωγή, διαγραφή) απεριόριστα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνολικά οι διαφορές μεταξύ αναγνώσιμων και επανεγγράψιμων ετικετών.

Πίνακας 3.3.3.1.1 Κατηγοριοποίηση με βάση τη δυνατότητα εγγραφής

Ετικέτες	Αναγνώσιμες	Μίας εγγραφής- πολλών αναagnώσεων	Επανεγγράψιμες
Ανάγνωση	Απεριόριστα	Απεριόριστα	Απεριόριστα
Εγγραφή κατά την κατασκευή	Ναι	Ναι	Ναι
Εγγραφή κατά τη χρήση	Όχι	Μία φορά μόνο	Απεριόριστα
Ευελιξία	Μικρή	Μεσαία	Μεγάλη
Ασφάλεια	Μεγάλη	Μεσαία	Μικρή
Κόστος	Μικρό	Μεσαίο	Μεγάλο
Εφαρμογές	Έλεγχος πρόσβασης	Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας	Αυτόματη συλλογή διοδίων, έλεγχος βιομηχανικής παραγωγής

3.3.3.1.2 Κατηγοριοποίηση ετικετών σύμφωνα με την κατασκευή και την εφαρμογή τους

Οι εφαρμογές των RFID συστημάτων ποικίλλουν μεταξύ τους ως προς τις απαιτήσεις που έχουν από τις ετικέτες. Για το λόγο αυτό η κατασκευή των ετικετών αλλάζει ανάλογα με την εφαρμογή και τις ανάγκες της. Με τον όρο κατασκευή ετικετών αναφερόμαστε στην ενσωμάτωση της κεραίας και του ολοκληρωμένου κυκλώματος στην ετικέτα, καθώς και στον τρόπο με τον οποίο αυτή τοποθετείται πάνω στο αντικείμενο που πρέπει να αναγνωριστεί.

Κάποια από τα είδη ετικετών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

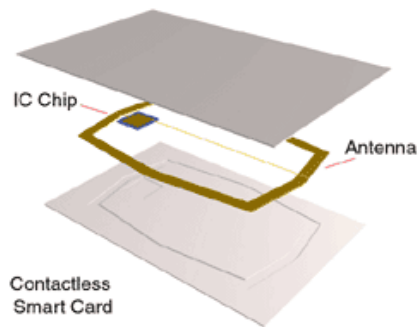
→ Ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο είδος ετικέτας είναι οι **έξυπνες ετικέτες** (*Smart Labels*) που είναι κοινές χάρτινες ή πλαστικές ετικέτες, στις οποίες εκτυπώνεται ο γραμμωτός κώδικας (*barcode*) και ενσωματώνεται μια ετικέτα RFID τύπου επιφανειακής τοποθέτησης (*inlay*). Η ετικέτα RFID τύπου επιφανειακής τοποθέτησης έχει τη μορφή ενός πλαστικού αυτοκόλλητου, στο οποίο τυπώνεται το ολοκληρωμένο κύκλωμα και η κεραία με μεταξοτυπία ή χάραξη. Για την δουλειά αυτή υπάρχουν ειδικοί εκτυπωτές εμπορίου που αναλαμβάνουν τόσο την εκτύπωση

της έξυπνης ετικέτας όσο και τον προγραμματισμό της ετικέτας RFID που ενσωματώνεται. Οι ετικέτες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.



Σχήμα 3.3.3.1.2.α Έξυπνη ετικέτα

→ Επίσης, ετικέτες RFID τύπου επιφανειακής τοποθέτησης ενσωματώνονται σε κάρτες που ονομάζονται **έξυπνες κάρτες μη επαφής** (*contactless smart cards*) και χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές ελέγχου πρόσβασης (π.χ. κάρτες που χρησιμοποιούνται σε 'θεματικά πάρκα' για τη χρέωση των πελατών κατά την είσοδο τους στα διάφορα θεάματα).



Σχήμα 3.3.3.1.2.β. Έξυπνες κάρτες μη επαφής

→ Ένα επίσης ευρέως χρησιμοποιούμενο είδος ετικέτας είναι ο **δίσκος** (*disk*), μία στρογγυλή θερμοπλαστικά διαμορφωμένη κατασκευή προορισμένη να λειτουργεί κάτω από ένα εύρος θερμοκρασιών. Κύριο χαρακτηριστικό της είναι η μεγάλη της αντοχή σε ακραίες θερμοκρασίες και χτυπήματα. Για το λόγο αυτό τοποθετούνται κυρίως σε παλέτες με μια βίδα στερέωσης στην οπή στο κέντρο της ετικέτας. Οι μικρότερες από αυτές ράβονται σαν κουμπιά σε πουκάμισα και άλλα ρούχα.



Σχήμα 3.3.3.1.2.γ. Ετικέτα-δίσκος

→ Ένα επόμενο είδος ετικέτας είναι αυτό για τον εντοπισμό ζώων και ανθρώπων. Ονομάζονται **γυάλινοι σωλήνες** (*glass tubes*) και πρόκειται για συσκευές πολύ μικρές, 30mm μήκος περίπου, που προορίζονται να τοποθετηθούν με ένεση κάτω από το δέρμα του ζώου ή του ανθρώπου. Σκοπός της χρήσης τους είναι ο εντοπισμός (κυρίως στην περίπτωση των ζώων) και η ταυτοποίηση.



Σχήμα 3.3.3.1.2.δ. Γυάλινος σωλήνας

→ Παρόμοιο με το παραπάνω είδος είναι η **ετικέτα ενωτίου** (*ear tag*) που προορίζεται για τον εντοπισμό ζώων κυρίως εκτροφείων, όπως βοοειδών και χοιρινών. Οι ετικέτες αυτές, όπως δηλώνει και το όνομά τους, τοποθετούνται στο αυτί του ζώου. Άλλες ετικέτες παρόμοιας χρήσης είναι οι **κεραμικές ετικέτες** (*ceramic tags*) τις οποίες καταπίνουν τα ζώα και παραμένουν μόνιμα στον προστόμαχό τους. Υπάρχουν επίσης και οι **ετικέτες περιλαίμιου** (*collar tags*).



Σχήμα 3.3.3.1.2.ε. Ετικέτα ενωτίου

3.3.3.2 Αναγνώστης (Reader)

Ο αναγνώστης είναι μία συσκευή που αναλαμβάνει να επικοινωνήσει με την ετικέτα μέσω των ραδιοκυμάτων και για το λόγο αυτό ενσωματώνει κεραία. Επίσης περιέχει μία μονάδα ελέγχου που καθορίζει τις ενέργειες του αναγνώστη (αποστολή/λήψη σημάτων, ανάγνωση/ εγγραφή ετικετών κ.α.), ενέργειες που καθορίζονται από το ενδιάμεσο λογισμικό. Επίσης η μονάδα ελέγχου αναλαμβάνει την επικοινωνία με το πληροφορικό σύστημα μέσω του ενδιάμεσου λογισμικού, το οποίο παίζει το ρόλο μεταφραστή και για τις δύο πλευρές.



Σχήμα 3.3.3.2. Αναγνώστης

Ανάλογα με την εφαρμογή, τις τεχνικές ιδιότητες και τις φυσικές διαστάσεις τους, οι αναγνώστες κατηγοριοποιούνται σε:

1. Σταθερούς Αναγνώστες
2. Ολοκληρωμένους Αναγνώστες
3. Αναγνώστες Χειρός
4. Ενσωματωμένους Αναγνώστες

Πίνακας 3.3.3.2. Κατηγοριοποίηση αναγνωστών

Αναγνώστες	Σταθεροί	Ολοκληρωμένοι	Χειρός	Ενσωματωμένοι
Γενικά χαρ/κά	Περιέχουν 2 – 8 κεραίες	Περιέχουν 1 κεραία	Περιέχουν 1 κεραία	Περιέχουν 1 κεραία
Εφαρμογές	Κυρίως στην εφοδιαστική αλυσίδα (σε εισόδους αποβάθρων φόρτωσης/ εκφόρτωσης, σε ταινίες μεταφοράς προϊόντων)	Κυρίως σε εφαρμογές ελέγχου πρόσβασης (σε εισόδους/ εξόδους κρίσιμων υποδομών)	Κυρίως στην εφοδιαστική αλυσίδα για ελέγχους αποθέματος	Κυρίως για ενσωμάτωση σε συσκευές, όπως είναι οι εκτυπωτές ετικετών RFID, οι ταξινομητές κιβωτίων, τα τερματικά POS
Τεχνικά χαρ/κά	16-bit/ 32-bit επεξεργαστές. Περιέχουν λειτουργικό σύστημα, δυνατότητα επεξεργασίας σήματος	16-bit επεξεργαστές. Περιέχουν λειτουργικό σύστημα, αυξημένες δυνατότητες ανάγνωσης εγγραφής	16-bit/32-bit επεξεργαστές. Περιέχουν λειτουργικό σύστημα, δυνατότητα επεξεργασίας σήματος	Δεν περιέχουν επεξεργαστή, δεν περιέχουν λογισμικό
Δικτύωση	TCP/ IP ανεξάρτητοι κόμβοι. Κατέχουν δικό τους API και χρησιμοποιούν μια σειρά από πρωτόκολλα (DHCP, HTTP, Telnet or SSH, NTP, SNMP)	Σπάνια TCP/ IP ανεξάρτητοι κόμβοι. Συνήθως χρησιμοποιούν σύνδεση σειριακή (RS-232) ή USB	Ασύρματοι TCP/IP κόμβοι. Συνδέονται απευθείας με εξυπηρετητές (συνήθως περιοδικά) χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μεταφοράς δεδομένων	Δεν έχουν ικανότητες δικτύωσης. Χρησιμοποιούν σύνδεση USB, Σειριακή (RS-232) or PCMCIA



3.3.3.3. Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middleware)

Το ενδιάμεσο λογισμικό είναι ο «αντιπρόσωπος» του RFID αναγνώστη στο πληροφοριακό σύστημα της εκάστοτε εταιρίας. Αναλαμβάνει να προωθεί τόσο προς τον αναγνώστη τα δεδομένα και τις εντολές που δέχεται από το πληροφοριακό σύστημα, όσο και τα δεδομένα και τις εντολές που δέχεται από τον αναγνώστη προς το πληροφοριακό σύστημα. Οι εντολές προς τον αναγνώστη αφορούν κυρίως πράξεις που πρέπει να γίνουν πάνω σε μια ετικέτα (εύρεση ετικέτας, ανάγνωση κωδικού ετικέτας, ανάγνωση δεδομένων ετικέτας, εγγραφή δεδομένων στην ετικέτα, καταστροφή ετικέτας κ.α.), αλλά και πράξεις που αφορούν τον ίδιο τον αναγνώστη (ανάγνωση κατάστασης αναγνώστη, αλλαγή ρυθμίσεων αναγνώστη, ανάγνωση κωδικού αναγνώστη κ.α.) και ονομάζονται εντολές αναγνώστη. Τα δεδομένα που μεταφέρονται εκατέρωθεν μεταξύ αναγνώστη και πληροφοριακού συστήματος αφορούν είτε τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε μια ετικέτα είτε τα δεδομένα που απαιτούνται για την επικοινωνία μεταξύ πληροφοριακού συστήματος και αναγνώστη.

3.3.3.3.1. Συχνότητες

Οι ζώνες συχνοτήτων που χρησιμοποιούν τα συστήματα RFID διακρίνονται σε:

1. Ζώνη χαμηλών συχνοτήτων (*LF, low frequency*) στα 125/134 KHz
2. Ζώνη υψηλών συχνοτήτων (*HF, high frequency*) στα 13.56 MHz
3. Ζώνη πολύ υψηλών συχνοτήτων (*UHF, Ultra High Frequency*) στα 433/869/915 MHz
4. Ζώνη μικροκυμάτων (*mW, micro-wave*) στα 2.45/5.8GHz

Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται ιδιότητες και χαρακτηριστικά των τεσσάρων ζωνών συχνοτήτων, καθώς και οι εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 3.3.3.3.1. Συχνότητες που χρησιμοποιούν τα RFID

Ζώνες Συχνότητων	LF 125 KHz	HF 13.56 MHz	UHF 869 (EU) 915 (USA) MHz	Microwave 2.45 GHz & 5.8 GHz
Μέγιστη απόσταση ανάγνωσης	< 0.5 m	- 1 m	- 6 m	- 1 m
Γενικά Χαρακτηριστικά	Σχετικά ακριβά ακόμα και για μεγάλες παραγγελίες. Οι LF συχνότητες απαιτούν μια μεγαλύτερη και ακριβότερη κεραία. Οι επαγωγικές ετικέτες είναι ακριβότερες από τις χωρητικές.	Λιγότερο ακριβές σε σχέση με τις επαγωγικές LF ετικέτες. Κατάλληλες για εφαρμογές που δεν απαιτούν μεγάλη απόσταση ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών.	Σε μεγάλες ποσότητες οι UHF ετικέτες είναι φθηνότερες από LF και HF. Καλή ισορροπία μεταξύ απόστασης ανάγνωσης – επιδόσεων. Κυρίως για ανάγνωση πολλαπλών ετικετών.	Παρόμοια χαρακτηριστικά με τις UHF ετικέτες, αλλά με μεγαλύτερο ρυθμό ανάγνωσης. Είναι ευαίσθητες στην απόδοσή τους λόγω της παρουσίας μετάλλων, υγρών και άλλων υλικών.
Πηγή ενέργειας για την ετικέτα	Γενικά παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν επαγωγική σύζευξη.	Γενικά παθητικές ετικέτες, που χρησιμοποιούν επαγωγική ή χωρητική σύζευξη.	Ενεργητικές ετικέτες με εσωτερική μπαταρία ή παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν χωρητική σύζευξη	Ενεργητικές ετικέτες με εσωτερική μπαταρία ή παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν χωρητική σύζευξη
Τυπικές εφαρμογές	Έλεγχος πρόσβασης, εντοπισμός ζώων, immobilizer οχημάτων, εφαρμογές POS	Έξυπνες κάρτες, εντοπισμός σε επίπεδο τεμαχίου, χειρισμός βαλιτσών, βιβλιοθήκες	Εντοπισμός σε επίπεδο παλέτας, αυτόματη είσπραξη διοδίων, διαχείριση βαλιτσών	Αυτόματη είσπραξη διοδίων
Ρυθμός Ανάγνωσης Δεδομένων	Αργός	>>	>>	Γρήγορος

Ανάγνωση σε μεταλλικές και υγρές επιφάνειες	Ικανοποιητική	>>	>>	Μη ικανοποιητική
Μέγεθος ετικέτας	Μεγάλο	>>	>>	Μικρό

3.3.3.2. Πρότυπα

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί τις ραδιοσυχνότητες και για το λόγο αυτό απαιτούνται πρότυπα που θα καθορίζουν ποιο κομμάτι του φάσματος συχνοτήτων θα δεσμεύεται, τα επίπεδα εκπομπής και θέματα παρεμβολών με άλλες ράδιο-υπηρεσίες. Η ύπαρξη πολλών κατασκευαστών - προμηθευτών τεχνολογίας RFID δημιουργεί πρόβλημα στον καταναλωτή (στη συγκεκριμένη περίπτωση ο καταναλωτής είναι η εταιρία που θα εγκαταστήσει ένα σύστημα RFID) ο οποίος καλείται να επικοινωνήσει με διαφορετικά συστήματα RFID (π.χ. πώς θα γνωρίσει μια εταιρία ποιο είναι το κατάλληλο σύστημα RFID για μια εφαρμογή ελέγχου πρόσβασης). Παράλληλα, το όραμα της αγοράς για ένα ανοικτό και παγκόσμιο σύστημα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, με χρήση της τεχνολογίας RFID, απαιτεί πρότυπα προκειμένου αυτό να γίνει πραγματικότητα. Για τους παραπάνω λόγους έχει αναπτυχθεί μια σειρά από πρότυπα από συγκεκριμένους οργανισμούς:

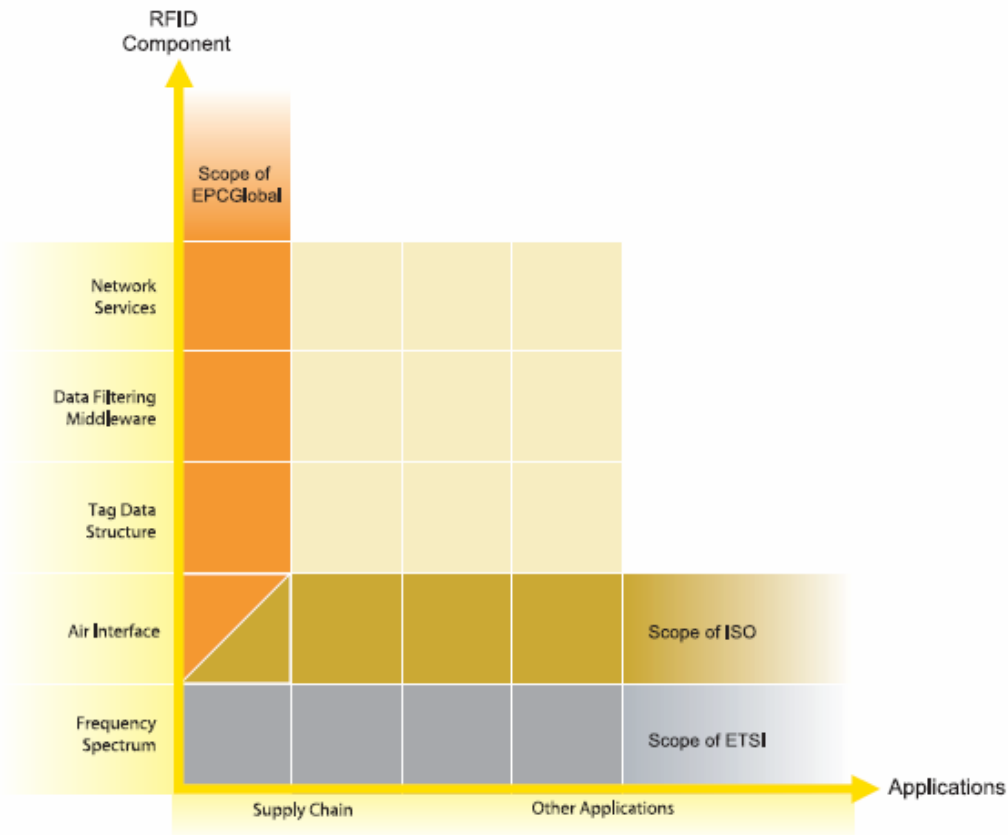
→ Παγκόσμιος Οργανισμός Προτυποποίησης (*ISO, International Organization for Standardization*)

→ Παγκόσμιο Ηλεκτροτεχνικό Συμβούλιο (*IEC, International Electrotechnical Council*)

→ Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Προτύπων Τηλεπικοινωνιών (*ETSI, European Telecommunications Standards Institute*)

→ EPC global

Ο κάθε οργανισμός στοχεύει σε μία διαφορετική πτυχή της τεχνολογίας RFID και αναπτύσσει πρότυπα γι' αυτή. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι σχέσεις μεταξύ τεχνολογίας RFID και οργανισμών.



Σχήμα 3.3.3.3.2 Σχέση μεταξύ τεχνολογίας RFID και οργανισμών

3.3.3.4 EPC και EPCglobal Network

Η **EPC global** είναι μια ένωση που διοικείται από αντιπρόσωπους από διάφορους χώρους (αναφέρονται παρακάτω) και αναπτύσσει πρότυπα που στοχεύουν στην παροχή κατάλληλης τεχνολογίας για την αύξηση της αποτελεσματικότητας και τη μείωση των λαθών στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ενδεικτικά οι μετέχοντες στην EPC global είναι:

→ **Οργανισμοί Εμπορίου:** UCC, EAN

→ **Προμηθευτές προϊόντων:** Gillette, Johnson & Johnson, Procter & Gamble

→ **Λιανέμποροι:** Wal-Mart, Metro AG

→ **Κυβέρνηση:** Υπουργείο Αμύνης ΗΠΑ (*US Department of Defence*)

→**Τεχνολογία:** Hewlett-Packard, Cisco Systems

→**Ακαδημαϊκός χώρος:** Ινστιτούτο Τεχνολογίας Μασαχουσέτης (*MIT*)

Η EPC global πιστεύει ότι θα επιτύχει τους στόχους της με την αυτοματοποίηση του εντοπισμού προϊόντων μέσω της τεχνολογίας RFID και συγκεκριμένα με τη χρήση φθηνών RFID ετικετών και τον ορισμό ενός παγκόσμιου πλαισίου ανταλλαγής πληροφοριών. Για το λόγο αυτό έχει αναπτύξει το EPCglobal Network, ένα κατακευματισμένο δίκτυο υπηρεσιών, και έχει ορίσει έξι κλάσεις RFID ετικετών με αύξουσα λειτουργικότητα. Το **EPCglobal Network** είναι ένα δίκτυο που καθιστά δυνατή την άμεση,

μονοσήμαντη και αυτόματη αναγνώριση τεμαχίων στην εφοδιαστική αλυσίδα και τον διαμοιρασμό των δεδομένων τους. Στόχος του είναι η «πραγματική» ορατότητα (*visibility*) της εφοδιαστικής αλυσίδας, με την παροχή αναγνώρισης οποιουδήποτε τεμαχίου (κωδικός και Serial Number), οποιασδήποτε εταιρίας, οποιασδήποτε βιομηχανίας, οπουδήποτε στον κόσμο με σκοπό να κάνει τις εταιρίες περισσότερο αποτελεσματικές. Το EPCglobal Network αποτελείται από πέντε βασικά στοιχεία:

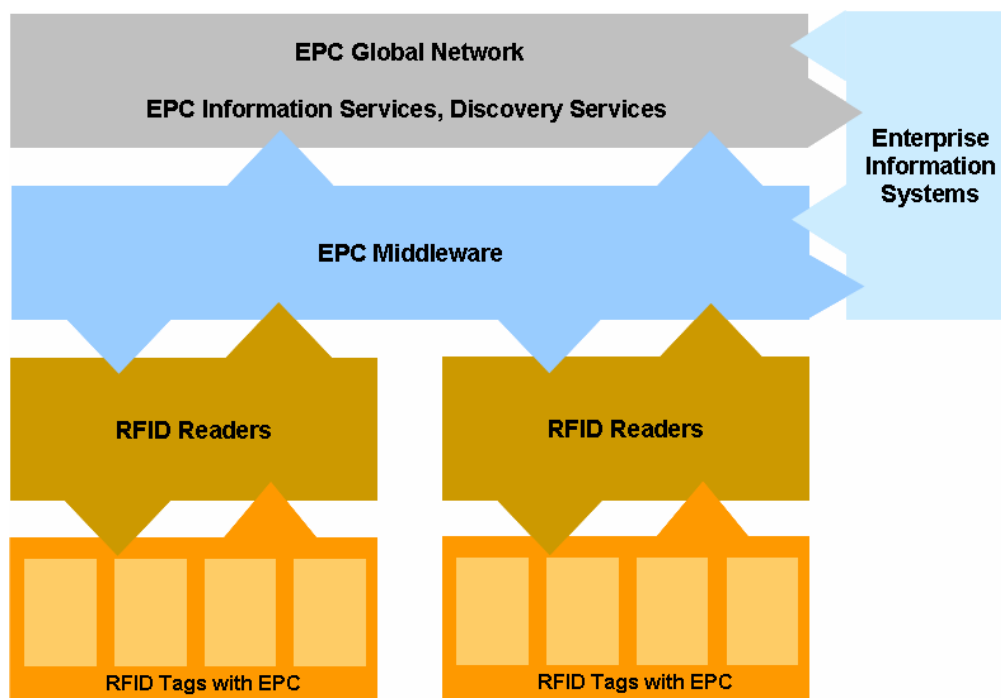
1. **Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (EPC, Electronic Product Code):** Ο EPC είναι ένας μοναδικός αριθμός ταυτοποίησης προϊόντος σε επίπεδο τεμαχίου, που αποτελείται από 64 - 256 bits.

2. **Σύστημα Αναγνώρισης (ID System):** Το Σύστημα Αναγνώρισης (*ID System*) αποτελείται από RFID αναγνώστες και ετικέτες. Οι RFID ετικέτες είναι παθητικές και περιέχουν μόνο τον κωδικό EPC του αντικειμένου στο οποίο επικολλούνται. Οι RFID αναγνώστες διαβάζουν το EPC και το στέλνουν στα τοπικά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης μέσω του EPC λογισμικού (*EPC Middleware*).

3. **Λογισμικό EPC (EPC Middleware):** Το Λογισμικό EPC (*EPC Middleware*) διαχειρίζεται γεγονότα ανάγνωσης πραγματικού χρόνου και αναλαμβάνει να μεταβιβάσει τις πληροφορίες που δέχεται στις Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC και στα τοπικά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης. Η EPCglobal αναπτύσσει μία πρότυπη διεπαφή εφαρμογής για υπηρεσίες, επιτρέποντας την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ αναγνωστών EPC και πληροφοριακών συστημάτων.

4. **Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC (EPCIS, EPC Information Services):** Οι Υπηρεσίες Πληροφοριών EPC (*EPCIS, EPC Information Services*) επιτρέπουν σε χρήστες την ανταλλαγή EPC δεδομένων με εμπορικούς συνεργάτες μέσω του EPCglobal Network.

5. **Υπηρεσίες Ανακάλυψης (Discovery Services):** Οι Υπηρεσίες Ανακάλυψης (*Discovery Services*) είναι ένα σετ υπηρεσιών που επιτρέπουν στους χρήστες να αναζητήσουν παγκοσμίως δεδομένα σχετικά με ένα συγκεκριμένο κωδικό EPC και τα αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτά. Μία από τις Υπηρεσίες Ανακάλυψης είναι η Υπηρεσία Ονοματοδοσίας Αντικειμένων (*ONS, Object Naming Service*).



Σχήμα 3.3.3.4 Τρόπος που επικοινωνούν RFID tags-readers-EPC Middleware και Global network

3.3.4. Εφαρμογές

Η τεχνολογία RFID, αν και δεν είναι μία νέα τεχνολογία, παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια ανοδική πορεία προκαλώντας ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον της αγοράς. Η πορεία της επιταχύνεται συνεχώς από την τεχνολογική πρόοδο, και έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους και την αύξηση των δυνατοτήτων της. Σήμερα η τεχνολογία RFID παίζει σημαντικό ρόλο σε πολλές εφαρμογές και ταυτόχρονα έχει δημιουργήσει τη βάση για νέες. Βασική λειτουργία της τεχνολογία RFID είναι η ταυτοποίηση αντικειμένων, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί πρακτικά σε όλους τους τομείς της καθημερινής ζωής και των επιχειρήσεων. Συγκεκριμένα, η τεχνολογία RFID βρίσκει εφαρμογή στους εξής τομείς:

→ Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας

→ Γενικές εφαρμογές

→ Υγεία

→ Ασφάλεια

Ας ασχοληθούμε με το τελευταίο, που στη περίπτωση μας είναι αυτό που μας ενδιαφέρει.

3.3.4.1 Εφαρμογές Ασφάλειας

Η ικανότητα της τεχνολογίας RFID να ταυτοποιεί μοναδικά αντικείμενα την καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμη σε εφαρμογές ασφάλειας. Εδώ και περίπου σαράντα χρόνια στα καταστήματα ρούχων χρησιμοποιούνται συστήματα RFID για την προστασία κατά κλοπών. Ετικέτες RFID που περιέχουν μόνο ένα bit, προσαρτώνται πάνω στα ρούχα και ειδικοί αναγνώστες στην έξοδο των καταστημάτων ελέγχουν αν οι ετικέτες αυτές υπάρχουν ή όχι (ελέγχοντας αν το bit αυτό είναι παρόν) και ειδοποιούν ηχητικά τους υπεύθυνους σε περίπτωση που εντοπιστούν. Επίσης από την δεκαετία του 70' συστήματα RFID χρησιμοποιούνται σε πυρηνικά εργοστάσια, κυρίως για την ασφάλεια των κρίσιμων υποδομών και πόρων. Αυτό επιτυγχάνεται με ταυτοποίηση ανθρώπων και εξοπλισμού που φέρουν ετικέτες RFID κατά την είσοδο και έξοδο τους από κρίσιμες υποδομές. Την τελευταία δεκαετία επίσης έχει χρησιμοποιηθεί εντατικά στην αυτοκινητοβιομηχανία η τεχνολογία RFID, με το γνωστό σύστημα immobilizer, για την προστασία των αυτοκινήτων από κλοπή. Συγκεκριμένα, έχει υιοθετηθεί η χρησιμοποίηση ενός έξυπνου κλειδιού, που περιέχει μια ετικέτα RFID, για την εκκίνηση του κινητήρα.

Σύγχρονες εφαρμογές βρίσκουμε και στο χώρο της αεροπορίας με τις εταιρίες να διαχειρίζονται τις αποσκευές με συστήματα RFID για την προστασία κατά των κλοπών, για την γρηγορότερη εύρεση χαμένων αποσκευών και για την αποδοτικότερη διακομιδή τους. Επίσης η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται για τη διαχείριση και την προστασία πολύτιμων εγγράφων προσαρτώντας σε αυτά ετικέτες RFID, οι οποίες καθιστούν εύκολο τον εντοπισμό και τη διαχείρισή τους.

3.3.4.2 Ασφάλεια Συστημάτων RFID

3.3.4.2.1 Σχέσεις μεταξύ στοιχείων συστήματος RFID και απειλές

Ο σκοπός των συστημάτων RFID είναι να ταυτοποιούν μοναδικά πραγματικά αντικείμενα και να τα συνδέουν μοναδικά με τα δεδομένα τους. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να διασφαλιστεί η ακεραιότητα και η ασφάλεια τριών σχέσεων που υφίστανται:

3.3.4.2.1.1 Η σχέση μεταξύ των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα πάνω σε μια ετικέτα RFID και την ίδια την ετικέτα RFID.

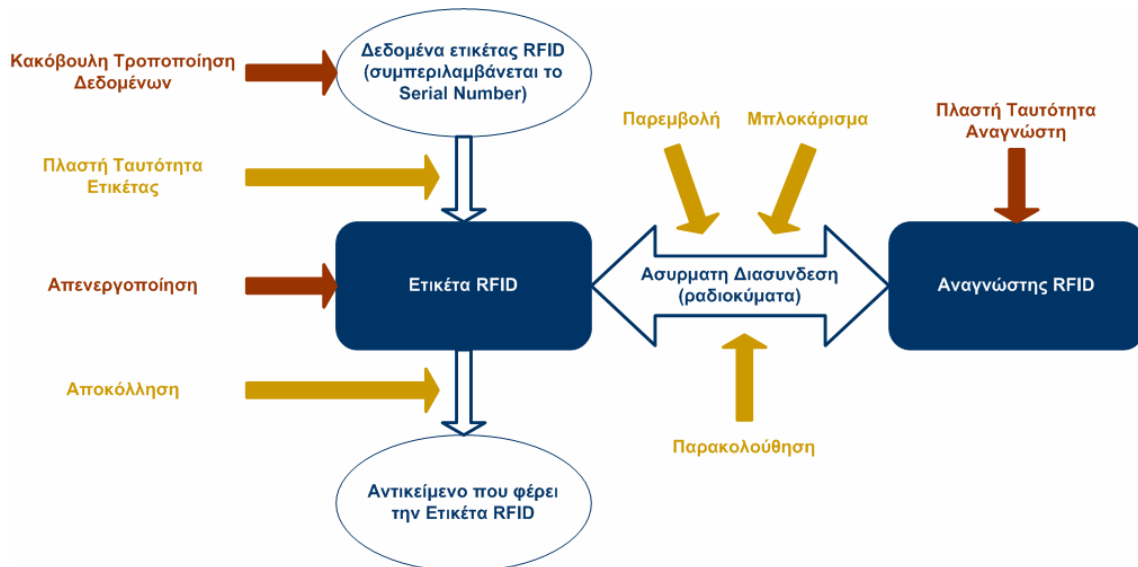
Αυτή η σχέση πρέπει να είναι μοναδική, καθώς τα δεδομένα, μεταξύ αυτών και ο μοναδικός σειριακός αριθμός της ετικέτας (*SN, Serial Number*), αποτελούν την ταυτότητα της RFID ετικέτας. Είναι επιτακτικό λοιπόν να αποφευχθεί η ύπαρξη δύο ετικετών με την ίδια ταυτότητα δηλαδή τα ίδια δεδομένα.

3.3.4.2.1.2 Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αντικειμένου που πρόκειται να ταυτοποιήσει (μηχανική σχέση).

Αυτή η σχέση πρέπει να είναι μοναδική με την έννοια ότι δεν μπορεί μια ετικέτα RFID να τοποθετηθεί σε ένα άλλο αντικείμενο είτε κατά την αρχική της τοποθέτηση είτε κατά τη χρήση της.

3.3.4.2.1.3. Η σχέση μεταξύ της ετικέτας RFID και του αναγνώστη (ασύρματη διασύνδεση).

Η σχέση αυτή πρέπει να ικανοποιεί τον περιορισμό ότι μόνο οι εξουσιοδοτημένοι αναγνώστες εντοπίζουν, επικοινωνούν και διαχειρίζονται σωστά τα δεδομένα της ετικέτας RFID, ενώ η πρόσβαση σε άλλους αναγνώστες απαγορεύεται.



Σχήμα 3.3.4.2 Ζητήματα ασφάλειας στα RFID

3.3.5 Απειλές στο σύστημα RFID

Οι απειλές που αντιμετωπίζει ένα σύστημα RFID υφίστανται τόσο στα ίδια τα στοιχεία του συστήματος, όσο και στις σχέσεις μεταξύ αυτών, όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Συγκεκριμένα, οι απειλές αυτές είναι:

→Κακόβουλη Τροποποίηση Δεδομένων

Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην ετικέτα RFID, εκτός του σειριακού αριθμού και πιθανών άλλων αναγνωριστικών (π.χ. κλειδιά), τροποποιούνται με σκοπό να εξαπατήσουν. Τέτοιου είδους επιθέσεις παρατηρούνται σε συστήματα ασφάλειας ή/ και πληρωμών, όπου σκοπός είναι να αναγνωρίζεται η ετικέτα RFID από το σύστημα με τροποποιημένα όμως τα δεδομένα της.

→Πλαστή Ταυτότητα Ετικέτας

Ο επιτιθέμενος αποκτά τον σειριακό αριθμό της ετικέτας RFID και πιθανώς άλλα στοιχεία ασφαλείας συστήματος, με σκοπό να εξαπατήσει τον αναγνώστη στο να δεχτεί μια άλλη ετικέτα RFID. Στην ουσία ο επιτιθέμενος κλωνοποιεί την ετικέτα RFID και την εισάγει στο σύστημα εξαπατώντας το.

Τέτοιου είδους επιθέσεις εμφανίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπου γίνεται εφικτή η κλοπή προϊόντων με την εξαπάτηση του συστήματος ότι τα προϊόντα υφίστανται.

→Απενεργοποίηση

Η ετικέτα RFID δεν είναι πλέον αναγνωρίσιμη από τον σύστημα ή δεν εντοπίζεται καθόλου από τους αναγνώστες. Η απενεργοποίηση είναι δυνατή από εντολές: σβήσιμο δεδομένων (*delete*), νόμιμη απενεργοποίηση (*kill*) και φυσική καταστροφή. Οι επιθέσεις αυτές έχουν σκοπό την κακή διαχείριση αντικειμένων αλλά και την κλοπή αυτών.

→Αποκόλληση

Η ετικέτα αποκολλάται φυσικά από το αντικείμενο στο οποίο βρισκόταν, ώστε αυτό να μην είναι αναγνωρίσιμο. Σύνηθες φαινόμενο είναι η προσκόλληση διαφορετικής ετικέτας σε αντικείμενο, για την εξαπάτηση του συστήματος (π.χ. επικόλληση ετικέτας που προσδίδει μικρότερη αξία στο αντικείμενο που πρόκειται να αγοραστεί).

→Παρακολούθηση

Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας κατά την επικοινωνία τους υποκλέπτονται και αποκωδικοποιούνται.

→ **Μπλοκάρισμα**

Μία ειδικά κατασκευασμένη ετικέτα (*blocker tag*) δημιουργεί την εντύπωση στον αναγνώστη ότι πολύ μεγάλος αριθμός ετικετών διαβάζονται ταυτόχρονα, οπότε ο αναγνώστης αυτομπλοκάρεται λόγω της σύγκρουσης που δημιουργείται (*collision*).

→ **Παρεμβολή**

Η παρεμβολή στην ασύρματη διασύνδεση μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας είναι σχετικά εύκολη και επιτυγχάνεται με μέσα, όπως είναι η κάλυψη με κατάλληλα μέσα των ετικετών ή / και των αναγνωστών. Για παράδειγμα, στα συστήματα εντοπισμού κλοπών στα καταστήματα ρούχων αν καλυφθεί η ετικέτα που φέρουν τα ρούχα με αλουμίνιο, δεν μπορεί να διαβαστεί από τους αναγνώστες, οπότε και επιτυγχάνεται η παρεμβολή.

→ **Πλαστή Ταυτότητα Αναγνώστη**

Όταν ένας αναγνώστης επιθυμεί να επικοινωνήσει με μια ετικέτα, πρέπει να αποδείξει την εξουσιοδότησή του. Αν ένας επιτιθέμενος επιθυμεί να διαβάσει τα δεδομένα μιας ετικέτας, αρκεί να προσποιηθεί ότι ο αναγνώστης του είναι ο πραγματικός, δηλαδή να «επιδείξει» πλαστή ταυτότητα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατηρούμε τα διάφορα είδη απειλών και τους σκοπούς τους.

Πίνακας 3.3.4.3. Απειλές στα συστήματα RFID και οι συνέπειές τους

	Υποκλοπή Δεδομένων	Παραπλάνηση	Διαθεσιμότητα(denial of service)
Κακόβουλη τροποποίηση δεδομένων		√	
Πλαστή ταυτότητα ετικέτας		√	
Απενεργοποίηση		√	√
Αποκόλληση		√	√
Παρακολούθηση	√		
Μπλοκάρισμα		√	√
Παρεμβολή		√	√
Πλαστή ταυτότητα αναγνώστη	√		

3.3.5.1 Αντίμετρα κατά των απειλών

3.3.5.1.1 Αμοιβαία Πιστοποίηση αναγνώστη και ετικέτας (*Mutual Authentication*)

Κατά τη φάση της πιστοποίησης ελέγχεται η ταυτότητα ενός αντικειμένου, καθώς και τα δικαιώματα του ως προς την πρόσβαση και χρήση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, στα συστήματα RFID είναι απαραίτητο να ελέγχεται η ταυτότητα της ετικέτας από τον αναγνώστη και το αντίστροφο. Όπως διευκρινίζεται και στο πρότυπο της ISO 9798, απαιτείται μια σειρά από βήματα κατά τα οποία γίνεται ο αμοιβαίος έλεγχος πιστότητας μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας. Η διαδικασία αποτελείται από πέντε βήματα και έχει ως εξής:

1. Ο αναγνώστης ανιχνεύει την ετικέτα και την «προκαλεί» να απαντήσει (*challenge*)
2. Η ετικέτα δημιουργεί ένα τυχαίο αριθμό A και τον στέλνει στον αναγνώστη (*response*).
3. Με τη σειρά του ο αναγνώστης δημιουργεί ένα τυχαίο αριθμό B και μαζί με τον αριθμό A που έλαβε καθώς και ένα κλειδί K, τα κρυπτογραφεί με ένα κοινό και για τα δύο μέρη αλγόριθμο κρυπτογράφησης. Η διαδικασία αυτή δημιουργεί το μήνυμα T, το οποίο στέλνεται στην ετικέτα.
4. Η ετικέτα λαμβάνει το μήνυμα T και με τη βοήθεια του κλειδιού K που έχει αποθηκευμένο στη μνήμη της αποκρυπτογραφεί το μήνυμα και ελέγχει αν το A ισούται με το A', που προήλθε από το μήνυμα T. Αν είναι το ίδιο, τότε πιστοποιείται ο αναγνώστης στην ετικέτα. Προκειμένου να πιστοποιηθεί η ετικέτα στον αναγνώστη, δημιουργεί, παρομοίως, η ίδια ένα νέο κρυπτογραφημένο μήνυμα Σ, το οποίο στέλνει στον αναγνώστη.
5. Ο αναγνώστης αποκρυπτογραφεί το μήνυμα Σ και αν το B είναι ίδιο με το B' που προέκυψε από το μήνυμα Σ, τότε πιστοποιείται και η ετικέτα στον αναγνώστη.

3.3.5.1.2 Κωδικοποίηση (*Encryption*)

Η κωδικοποίηση των δεδομένων που μεταφέρονται μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας μέσω της ασύρματης σύνδεσης, κρίνεται κάτι παραπάνω από απαραίτητη. Προκειμένου η κωδικοποίηση να είναι εφικτή, απαιτούνται ετικέτες που να υποστηρίζουν διαδικασίες κρυπτογράφησης, γεγονός που αυξάνει το κόστος τους. Για το λόγο αυτό η EPCGlobal προτείνει οι ετικέτες να μην περιέχουν κρίσιμα δεδομένα, αλλά αυτά να βρίσκονται στις βάσεις στο πίσω μέρος των

συστημάτων (*back-end*), όπου και είναι απρόσιτα. Επομένως περιορίζει το πρόβλημα μόνο στην πιστοποίηση των ετικετών ως προς τους αναγνώστες και το αντίστροφο, πρόβλημα που λύνεται με τη διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω. Παρ' όλα αυτά παραμένει ο κίνδυνος να υποκλαπεί ο μοναδικός σειριακός αριθμός της ετικέτας, γεγονός που καθιστά εφικτό τον τοπικό προσδιορισμό του αντικειμένου. Μέτρα επίλυσης του προβλήματος είναι τα πρωτόκολλα κατά των συγκρούσεων, τα οποία είναι ασφαλή στην υποκλοπή (περιγράφονται παρακάτω).

3.3.5.1.3 Πρωτόκολλα κατά των συγκρούσεων (*anti-collision protocols*)

Τα πρωτόκολλα αυτά έχουν ως στόχο να μην επιτρέψουν στον επιτιθέμενο στο σύστημα να υποκλέψει τις ταυτότητες των ετικετών. Έχουν αναπτυχθεί αρκετά πρωτόκολλα, τα οποία επιτυγχάνουν να εξασφαλίσουν την 'εμπιστοσύνη στις ετικέτες' (κατά τη φάση ανάγνωσης τους από τον αναγνώστη και για την απειλή της παρακολούθησης). Μερικά από αυτά είναι:

- Silent tree-walking, [S. A. WEIS, SARMA, S.E., RIVEST, R.L. und ENGELS, D.W. Security and Privacy Aspects of Low-Cost Radio Frequency Identification Systems. First International Conference on Security in Pervasive Computing]
- Aloha procedure with temporary IDs, (Center/EPCglobal 2004)
- Pseudonymization, (S. A. WEIS 2004)
- Randomized hash-lock, (S. A. WEIS 2004)
- Chained hashes, (OHKUBO 2004)
- Procedure by Henrici and Muller, (HENRICI 2004)

3.3.5.1.4 Πρόληψη κατά του μη εξουσιοδοτημένου διαβάσματος ετικετών

Οι ετικέτες μπορούν να ενεργοποιηθούν ανά πάσα στιγμή από το περιβάλλον τους, γεγονός που τις καθιστά ευάλωτες σε αναγνώσεις που δεν είναι εξουσιοδοτημένες. Έχει προταθεί η χρήση μιας ετικέτας μπλοκαρίσματος (*blocker tag*) [Juels 2004], που εμποδίζει τους αναγνώστες που δεν έχουν εξουσιοδότηση να διαβάσουν τις ετικέτες. Η ετικέτα μπλοκαρίσματος μπορεί να είναι είτε μία ετικέτα RFID με υψηλή λειτουργικότητα είτε μία συσκευή που παριστάνει ότι είναι ετικέτα RFID και προσομοιώνει στον αναγνώστη όλους τους

πιθανούς σειριακούς αριθμούς ετικετών. Ως αποτέλεσμα, η ετικέτα μπλοκαρίσματος απαντάει συνέχεια η ίδια στην απαίτηση του αναγνώστη για δεδομένα, καλύπτοντας έτσι τις υπόλοιπες ετικέτες που βρίσκονται μαζί με αυτή. Προκειμένου να μην προκληθεί μπλοκάρισμα σε όλα τα συστήματα RFID, ακόμα και σε αυτά που έχουν εξουσιοδότηση, έχουν προταθεί ετικέτες που μπλοκάρουν συγκεκριμένα ένα 'διάστημα' σειριακών αριθμών επιτρέποντας έτσι την κατάλληλη ρύθμιση των συστημάτων [Juels 2004].

3.3.5.1.5 Μόνιμη απενεργοποίηση ετικετών

Η λύση αυτή προτείνεται για αντικείμενα τα οποία έχουν φτάσει στο σημείο που η ετικέτα δεν είναι πλέον απαραίτητη (π.χ. αγορά προϊόντος από καταναλωτή). Η απενεργοποίηση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

3.3.5.1.5.1 Εντολή καταστροφής (*Kill command*)

Η απενεργοποίηση με χρήση της εντολής καταστροφής έχει προταθεί από το 2004 από το AUTO-ID Center .Η απενεργοποίηση είναι στην ουσία το σβήσιμο από την ετικέτα των δεδομένων που την καθιστούν επώνυμη. Έτσι η ετικέτα δεν ανταποκρίνεται πλέον σε κανένα αναγνώστη, οπότε και δεν μπορεί να εντοπιστεί. Η εντολή καταστροφής προστατεύεται από κωδικό και πρέπει να εφαρμοστεί χειροκίνητα με πέρασμα των αντικειμένων ένα προς ένα από κατάλληλο αναγνώστη. Το γεγονός αυτό την καθιστά χρονοβόρα διαδικασία και ανεπιθύμητη προς τους καταναλωτές. Επίσης, δεν εξασφαλίζεται ότι η ετικέτα απενεργοποιήθηκε δια βίου, δεδομένου ότι η ετικέτα δεν καταστρέφεται φυσικά, αλλά με κατάλληλο λογισμικό καθίσταται μη χρησιμοποιήσιμη. Θεωρητικά λοιπόν με κάποιο άλλο λογισμικό μπορεί να ενεργοποιηθεί και πάλι.

3.3.5.1.5.2 Απενεργοποίηση παρακινούμενη από το πεδίο (*Field-Induced deactivation*)

Ο τρόπος αυτός προτείνει την ηλεκτρομαγνητική απενεργοποίηση του υλικού της ετικέτας με τη δημιουργία ρήξης σε προκαθορισμένο σημείο στην ετικέτα. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται σε μερικά RFID συστήματα κατά των κλοπών σε εμπορικά καταστήματα.

Κεφάλαιο 4

Παρουσίαση καταλληλότερων αλγορίθμων ανίχνευσης που έχουν χρησιμοποιηθεί και μελετηθεί

4.1 Εντοπισμός θέσης(mapping and localization)

Πιο συγκεκριμένα, μελετάμε το πρόβλημα του εντοπισμού των ετικετών RFID με μια κινητή πλατφόρμα, η οποία είναι εξοπλισμένη με ζεύγος κεραιών RFID. Παρουσιάζουμε μία πιθανοτική μέτρηση πρότυπο για τους αναγνώστες RFID, που θα μας επιτρέψει τον ακριβή εντοπισμό Ετικετών RFID στο περιβάλλον.

4.1.1 Εισαγωγή

Οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα τεχνικών της ταυτοποίησης ραδιοσυχνοτήτων, τεχνικές έχουν φθάσει σε κάθε κράτος και θα μας επιτρέπουν στα επόμενα χρόνια να εξοπλίζουμε σχεδόν κάθε αντικείμενο σε ένα περιβάλλον με μικρά, φθηνά Radio Frequency Identification (RFID) tags [Finkenzeler,2000].



Σχήμα 4.1.1.α απεικονίζει τρεις διαφορετικές ετικέτες RFID, που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση των πειραμάτων που περιγράφονται. Το κεντρικό έχει διαστάσεις 11 x 5 cm.

Το φάσμα ανίχνευσης από αυτά τα tags είναι περίπου 6 μ. Οι Ετικέτες RFID έχουν ευρεία ποικιλία εφαρμογών.

Θα διερευνήσουμε με ποιο τρόπο η τεχνολογία RFID μπορεί να εμπλουτίζεται με πληροφορίες θέσης. Χρησιμοποιούμε ένα κινητό ρομπότ εξοπλισμένα με RFID κεραίες για να καθορίσει τις θέσεις των Ετικετών RFID που συνδέονται με αντικείμενα.



Σχήμα 4.1.1.β Απεικονίζεται το ρομπότ που έχει κατασκευαστεί για τη διεξαγωγή αυτής της έρευνας.

Το ρομπότ αποτελείται από μία off-the-shelf Pioneer 2 ρομπότ εξοπλισμένο με σαρωτή ακτίνας λέιζερ και δύο κεραίες RFID. Οι κεραίες τοποθετούνται στο επάνω μέρος του ρομπότ και σε σημείο περίπου 45 μοίρες προς τα αριστερά και προς τα δεξιά σε σχέση με αυτό. Για να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις κεραίες για την εκτίμηση των θέσεων των αντικειμένων, παίρνουμε πρώτα έναν αισθητήρα μοντέλο που περιγράφει την πιθανότητα εντοπισμού μιας ετικέτας RFID δεδομένης της θέσης σε σχέση με μία από τις κεραίες. Δεδομένου ότι ο θόρυβος των αισθητήρων είναι εξαιρετικά μη-Gaussian, εκτελούμε τη μέτρηση μοντέλο πιθανότητα από *piecewise* σταθερή προσέγγιση. Μετά περιγράφουμε μία τεχνική για την εκτίμηση των θέσεων των ετικετών RFID χρησιμοποιώντας ένα κινητό ρομπότ που είναι εξοπλισμένο με RFID κεραίες για την ανίχνευση των tags. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιεί ένα χάρτη που έχει πάρει πληροφορίες από το φάσμα του λέιζερ. Στη συνέχεια εφαρμόζουμε το Monte Carlo ως τοποθεσία [Dellaert, 1999], [Fox, 1999], ώστε να εκτιμηθεί η θέση του ρομπότ και ακόμα και των προσώπων στο περιβάλλον αυτό. Πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι είναι δυνατόν να γίνει ακριβής εντοπισμός κινούμενων αντικειμένων με βάση αυτή την τεχνολογία. Περαιτέρω πειράματα αποδεικνύουν ότι οι ετικέτες RFID βοηθούν σε μεγάλο βαθμό τη μείωση του χρόνου που απαιτείται για τον εντοπισμό του κινητού ρομπότ στο περιβάλλον του. Επιπλέον, αυτή η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δραστική μείωση του αριθμού των δειγμάτων που απαιτούνται για την παγκόσμια localization. Αυτό το έγγραφο είναι οργανωμένο ως εξής: Μετά από συζήτηση σχετικά με το έργο που θα παρουσιάσει ο

αισθητήρας μοντέλο για RFID δέκτες, θα περιγραφεί ο τρόπος με τον οποίο αυτό το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, σε συνδυασμό με ένα λέιζερ που βασίζεται σε FastSLAM [Hahnel,2003] για την προσέγγιση του σημείου που ουσιαστικά καθορίζουν τις θέσεις των ετικετών RFID. Ακολούθως, θα περιγραφεί ο τρόπος που προκύπτουν πεποιθήσεις σχετικά με τις θέσεις των ετικετών και πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοριστεί η θέση του ρομπότ και των ατόμων στο περιβάλλον. Τέλος, παρουσιάζονται πειραματικά αποτελέσματα, που απεικονίζουν τα πλεονεκτήματα των ετικετών RFID για localization ρομπότ και εντοπισμού προσώπου.

4.1.2 Παρόμοιες εργασίες

Κατά τα τελευταία χρόνια, οι RFID αισθητήρες [Finkenzeller,2000] έχουν αρχίσει να εισέρχονται στον τομέα της κινητής ρομποτικής. Σήμερα, αναγνώστες RFID μπορούν να ανιχνεύσουν χαμηλού κόστους παθητικές ετικέτες από αρκετά μέτρα. Αυτές οι βελτιώσεις στην ανίχνευση των παθητικών ετικετών καθιστά αυτή την τεχνολογία όλο και πιο ελκυστική για εφαρμογές της ρομποτικής, δεδομένου ότι οι πληροφορίες που παρέχονται από ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη διάφορων λειτουργιών, όπως είναι η πλοήγηση, ο εντοπισμός, η χαρτογράφηση, και ακόμη για αιτήσεις παροχής υπηρεσιών, όπως είναι τα άτομα παρακολούθησης. Στις περισσότερες από τις εφαρμογές της τεχνολογίας RFID, όμως, οι αναγνώστες είναι σταθεροί και μόνο οι ετικέτες που επισυνάπτονται σε αντικείμενα ή πρόσωπα μετακινούνται. Ο κύριος στόχος είναι να εντοπιστεί αν μια ετικέτα ανιχνεύεται από έναν αναγνώστη ή όταν εισέρχονται στον τομέα του φάσματος (για παράδειγμα, για να παρακολουθείται το περιεχόμενο των χώρων αποθήκευσης [Brusey,2003]). Πρόσφατα ο Kantor και Singh χρησιμοποιούν RFID ετικέτες για χαρτογράφηση. Το σύστημά τους στηρίζεται στους ενεργούς φάρους, που παρέχουν πληροφορίες απόστασης με βάση το χρόνο που απαιτείται για να ληφθεί την απάντηση της ετικέτας. Επιπλέον, οι θέσεις των ετικετών πρέπει να είναι γνωστή με περισσότερη ή λιγότερη ακρίβεια [Singh, 2003] [Kantor, 2002]. Ο Tsukiyama απαιτεί να δοθούν οι θέσεις των RFID tags. Το σύστημά τους προϋποθέτει τέλειες μετρήσεις. Γι' αυτό δε χρησιμοποιούν καμία τεχνική για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας του αισθητήρα. Το πρόβλημα που εξετάζεται εδώ είναι στενά συνδεδεμένο με τον ταυτόχρονο εντοπισμό και τη χαρτογράφηση (SLAM). Ωστόσο, λόγω της περιορισμένης ακρίβειας των αισθητήρων RFID SLAM-techniques for range-only [Singh, 2003] , [Kantor, 2002], bearing-only [Deans, 2000] or range and bearing [Dissanayake , 2000], [Leonard, 1999] , [Thrun , 1998] δεν μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα με τα στοιχεία που παρέχονται από τα συστήματα RFID. Ο αλγόριθμός μας χρησιμοποιεί αντί για μια παραλλαγή του Fast - SLAM [Montemerlo ,2002] ώστε να μάθει τη γεωμετρική δομή του περιβάλλοντος, τα δεδομένα που προκύπτουν από λέιζερ [Hahnel, 2003], και στη συνέχεια υπολογίζει τις θέσεις των ετικετών με βάση την τροχιά που υπολογίζεται από τον αλγόριθμο FastSLAM.

4.1.3 Εκμάθηση πιθανολογικού αισθητήρα μοντέλου για την κεραία RFID

Για να εντοπίσουμε μία ετικέτα RFID πρέπει να γνωρίζουμε την $p(x | z_{1:t})$ όπου x είναι η θέση της ετικέτας και $z_{1:t}$ είναι τα στοιχεία που συγκεντρώνονται στα χρονικά βήματα $1, \dots, t$. Σύμφωνα με τον κανόνα του Bayes και με την παραδοχή της ανεξαρτησίας των διαδοχικών μετρήσεων, γνωρίζουμε τη σχετική θέση x μιας ετικέτας και έχουμε τον ακόλουθο αναδρομικό κανόνα:

$$p(x | z_{1:t}) = \alpha p(z_t | x) p(x | z_{1:t-1}) \quad (1)$$

Σύμφωνα με αυτή την εξίσωση, το κλειδί είναι ο όρος ποσότητα $p(z_t | x)$, το οποίο καθορίζει την πιθανότητα της z_t παρατήρησης με δεδομένη τη θέση x της ετικέτας σε σχέση με το ρομπότ.

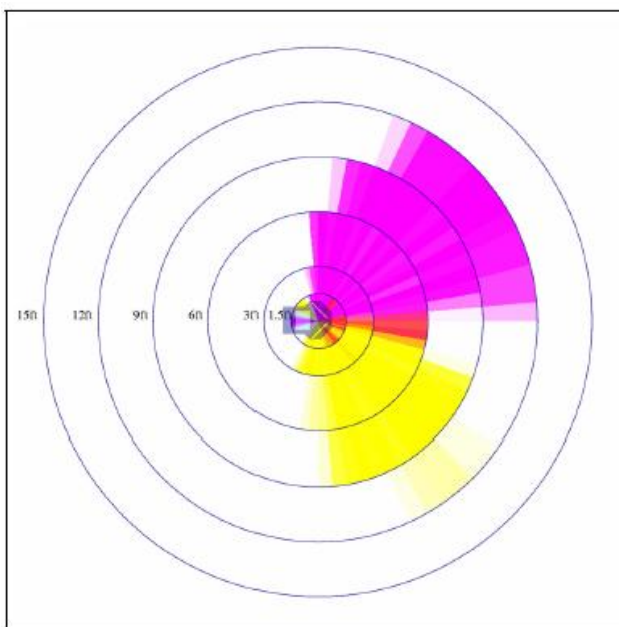
Οι ακόλουθες πτυχές πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός μοντέλου παρατηρητή για ετικέτες RFID:

- 1) Υπάρχει αφθονία ψευδών αρνητικών αναγνώσεων, δηλαδή καταστάσεις στις οποίες η ετικέτα δεν ανιχνεύεται, αν και είναι κοντά στην κεραία.
- 2) Επιπλέον, λαμβάνουμε ψευδώς θετικές αναγνώσεις. Σε τέτοιες περιπτώσεις η κεραία εντοπίζει μια ετικέτα που δεν είναι στην περιοχή που καθορίζεται από τον κατασκευαστή. Αυτό περιλαμβάνει επίσης τον εντοπισμό ετικέτας RFID με τη λάθος κεραία.

Υπάρχουν αρκετοί λόγοι γι' αυτό. Για παράδειγμα, ο προσανατολισμός της ετικέτας σε σχέση με το δέκτη RFID επηρεάζει την ενέργεια που απορροφάται από τη δική του κεραία. Ανάλογα με τη γωνία αυτή, η ενέργεια ποικίλλει και μερικές φορές δεν είναι αρκετά υψηλή ώστε να ενεργοποιήσει το τσιπ στο εσωτερικό της ετικέτας. Σε μια τέτοια περίπτωση, η ετικέτα δεν ανταποκρίνεται.

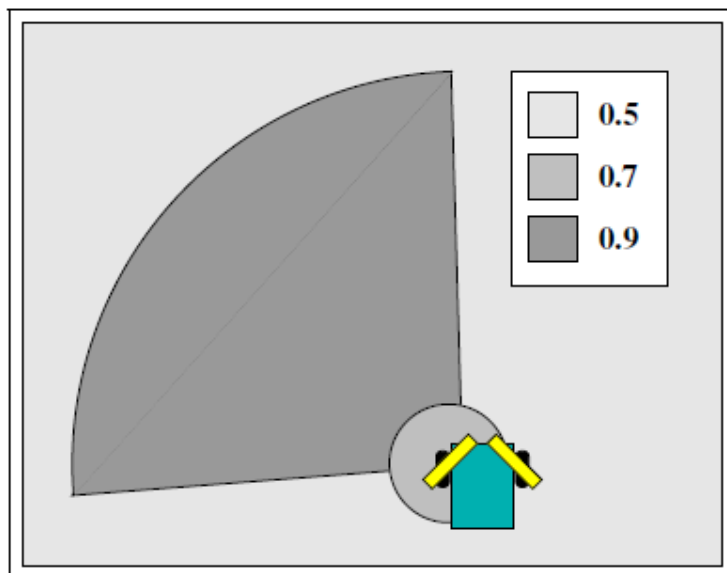
Επιπλέον, το σχήμα και το μέγεθος του φάσματος της ανίχνευσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον. Για παράδειγμα, μέταλλα συνήθως απορροφούν την ενέργεια που στέλνει ο αναγνώστης RFID, και συνεπώς οι ετικέτες που επισυνάπτονται σε μεταλλικά αντικείμενα θα έχουν μικρή εμβέλεια ανίχνευσης. Ακόμη και άλλα, μη μεταλλικά αντικείμενα επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ικανότητα εντοπισμού των ετικετών. Για παράδειγμα, μία ετικέτα που τοποθετείται σε ένα τσιμεντένιο τοίχο, θα οδηγήσει σε διαφορετικά αποτελέσματα στατιστικών ανίχνευσης. Επιπλέον, τα κύματα ραδιοσυχνότητας που εκπέμπονται από την κεραία, μπορεί να αντικατοπτρίζονται από αντικείμενα έτσι ώστε η κεραία να εντοπίζει ακόμη και αντικείμενα έξω από το εύρος του φάσματος ανίχνευσης. Σημειώνουμε ότι το μοντέλο παρατηρητή για κεραίες RFID πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει αυτό το ευρύ φάσμα καταστάσεων, ενώ το

ρομπότ δε θα πρέπει να είναι υπερβολικά σίγουρο για τη θέση της ετικέτας ή ακόμη και για τη δική του θέση κατά τη διάρκεια της localization. Για να προσδιορίσουμε το μοντέλο παρατηρητή για κεραίες RFID χρησιμοποιούμε στατιστικές μετρώνας συχνότητες. Προχωρήσαμε κατά τον ακόλουθο τρόπο. Τοποθετήσαμε μία RFID ετικέτα σε ένα κουτί και βάλουμε το ρομπότ να περιστραφεί μπροστά από το κουτί. Επαναλάβουμε αυτό για διαφορετικές αποστάσεις και υπολογίσαμε για κάθε σημείο σε διακριτό πλέγμα τη συχνότητα των ανιχνεύσεων της κεραίας που έδωσε η ετικέτα, η οποία είχε τοποθετηθεί σε θέση που καλύπτεται από την παρούσα grid cell.



Σχήμα 4.1.3.α Ανίχνευση πεδίου για την αριστερή (πάνω / ροζ ιστόγραμμα) και δεξιά (κάτω / κίτρινο ιστόγραμμα) κεραία

Το ιστόγραμμα που προκύπτει φαίνεται στο Σχήμα 4.1.3.α. Ο αριθμός αυτός περιέχει την ανίχνευση στατιστικών στοιχείων για τους δύο αισθητήρες. Τα ιστογράμματα φτιάχτηκαν από 12.822 μετρήσεις. Όπως μπορεί να δει κανείς από το σχήμα, οι δύο κεραίες παρουσιάζουν αρκετά διαφορετική συμπεριφορά, αν και είχαν μετρήσεις από την ίδια ετικέτα RFID. Το προκύπτον μοντέλο αισθητήρας που χρησιμοποιείται για την προσέγγιση σε ιστογράμματα τα οποία φαίνονται στο σχήμα 4.1.3.α, απεικονίζεται στο Σχήμα 4.1.3.β.



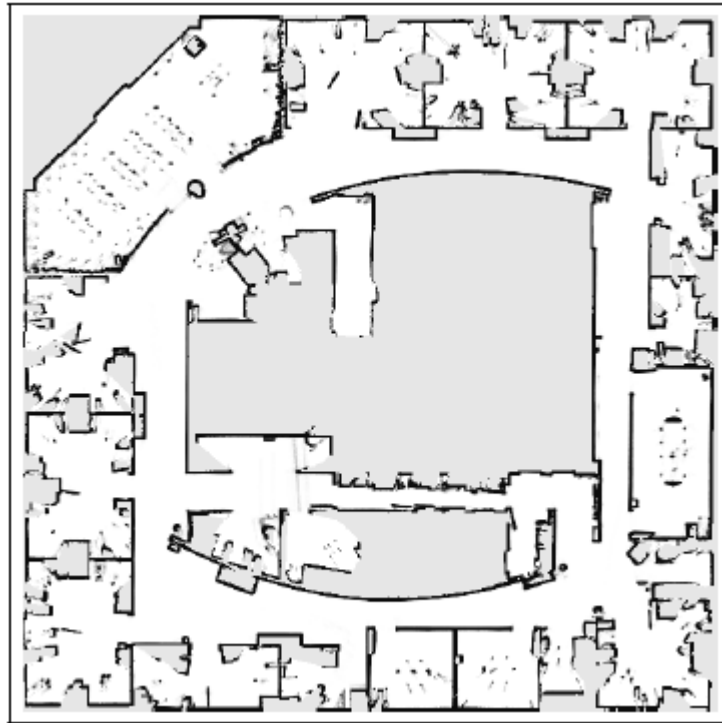
Σχήμα 4.1.3.β . Απλοποιημένο μοντέλο αισθητήρα για την αριστερή κεραία

Το μοντέλο αυτό αποτελείται από τρεις συνιστώσες. Οι κυριότερη συχνότητα ανίχνευσης για κάθε κεραία αποτελείται από ένα τόξο με άνοιγμα γωνίας 95 μοιρών προς την κατεύθυνση της κεραίας.

Επιπλέον, μία κεραία εντοπίζει πάντοτε ετικέτες RFID που είναι κοντά σε αυτήν, ακόμη και αν βρίσκονται πίσω από την κεραία. Αυτό είναι μοντελοποιημένο από μια κυκλική περιοχή γύρω από το κέντρο του δέκτη. Η πιθανότητα για τα δύο φάσματα ανίχνευσης απεικονίζεται επίσης στο Σχήμα 4. Για θέσεις εκτός των περιοχών αυτών θα εκτιμήσουμε μια σταθερή πιθανότητα 0,5.

4.1.4 Χαρτογράφηση ετικετών RFID

Η πρώτη εφαρμογή του μοντέλου αισθητήρα περιγράφεται στην προηγούμενη ενότητα και κάνει εκτίμηση της θέσης των ετικετών RFID στο περιβάλλον, χρησιμοποιώντας ένα κινητό ρομπότ. Για να μάθουμε τις θέσεις των ετικετών του συστήματός μας ακολουθούμε δύο στάδια. Κατ' αρχάς μαθαίνουμε τη γεωμετρική δομή του περιβάλλοντος με τη χρήση λέιζερ αισθητήρα. Στη συνέχεια, εκτιμούμε τις θέσεις των ετικετών που βασίζονται στην πορεία του ρομπότ. Δεδομένου ότι το ρομπότ μας είναι εξοπλισμένο με ένα σαρωτή ακτίνας λέιζερ, θα εφαρμοσθεί ο αλγόριθμος FastSLAM [Hahnel ,2003] για να μάθουμε τη γεωμετρική δομή του περιβάλλοντος. Ο χάρτης που προκύπτει χρησιμοποιείται για τα πειραματικά αποτελέσματα και απεικονίζεται στο Σχήμα 4.1.4.



Σχήμα 4.1.4 . Χάρτης της Intel Research Lab Σητάτλ που δημιουργούνται από FastSLAM ρουτίνας.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το χάρτη και τη πιθανότητα μέγιστης διαδρομής του ρομπότ υπολογίζουμε με τον αλγόριθμο FastSLAM τις θέσεις των ετικετών RFID. Εδώ έχουμε εφαρμόσει τον αναδρομικό Bayesian που έχει δοθεί στην εξίσωση 1. Για να αποφανθούμε για τη θέση μιας ετικέτας RFID χρησιμοποιούμε ένα σύνολο 1000 θέσεων που επιλέχθηκαν τυχαία και κατανεμήθηκαν ομοιόμορφα σε ένα τετράγωνο 25 μέτρων στην ευρύτερη περιοχή γύρω από τη θέση του ρομπότ. Η περιοχή αυτή είναι ανεξάρτητη από αυτήν που η κεραία εντόπισε την ετικέτα, ώστε να αποφευχθεί το ενδεχόμενο λανθασμένου εντοπισμού της κεραίας. Ξεκινά από την πρώτη ανίχνευση της ετικέτας RFID από το ρομπότ. Σε καθεμία από τις τυχαία επιλεγμένες θέσεις μας αντιστοιχούμε μία αριθμητική τιμή, η οποία αποθηκεύεται στη δεσμευμένη πιθανότητα $p(x | z_{1:t})$ ότι η θέση αυτή αντιστοιχεί με την πραγματική θέση της ετικέτας. Κάθε φορά που το ρομπότ ανιχνεύει μια ετικέτα, η δεσμευμένη πιθανότητα ενημερώνεται σύμφωνα με την εξίσωση (1) και χρησιμοποιεί το μοντέλο του αισθητήρα που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα.

4.1.5 Localization με ετικέτες RFID

Δεδομένης της δέσμευσης της πιθανότητας $p(x | z_{1:t})$ σχετικά με τις δυνατές θέσεις μίας ετικέτας RFID, είμαστε τώρα έτοιμοι να υπολογίσουμε την πιθανότητα μιας y παρατήρησης

κατά τη διάρκεια του localization, λαμβάνοντας υπόψη ότι το ρομπότ ή ένα πρόσωπο βρίσκεται στην περιοχή l . Σύμφωνα με το νόμο της ολικής πιθανότητας και μετά τη μετατροπή του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων στο τοπικό σύστημα αναφοράς του ρομπότ, έχουμε αποκτήσει:

$$p(y | l) = \sum_x p(y | r(x, l))p(x | z_{1:t}). \quad (2)$$

Σε αυτή την εξίσωση ο όρος $r(x, l)$ αντιπροσωπεύει τη θέση της ετικέτας σε σχέση με το ρομπότ, δεδομένης της θέσης l του ρομπότ και της θέσης x της ετικέτας. Έτσι, για να καθοριστεί η πιθανότητα ανίχνευσης μιας ετικέτας, δεδομένου ότι το ρομπότ είναι σε θέση l , πρέπει να ενσωματωθεί στη δέσμευση της πιθανότητας η θέση της ετικέτας βάσει των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν κατά τη διαδικασία της χαρτογράφησης. Ας σημειωθεί ότι η ποσότητα $p(y | r(x, l))$ είναι το μοντέλο του αισθητήρα που περιγράφεται στο Τμήμα 4.1.3. Διευκρινίζει την πιθανότητα μέτρησης y , λαμβάνοντας υπόψη πως έχει ανιχνευθεί ότι η ετικέτα RFID είναι σε θέση $r(x, l)$ σε σχέση με το ρομπότ. Για να εκτιμήσουμε τη θέση l του ρομπότ ή του ανθρώπου στο περιβάλλον, θα ισχύσει το γνωστό recursive Bayesian:

$$p(l_t | y_{1:t}, u_{0:t-1}) = \alpha \cdot p(y_t | l_t) \cdot \int_{l'_t} p(l_t | u_{t-1}, l'_{t-1}) \cdot p(l'_{t-1} | y_{1:t-1}, u_{0:t-2}) d l'_{t-1} \quad (3)$$

Εδώ το α είναι μία σταθερή ομαλοποίηση, που εξασφαλίζει ότι η $p(l_t | y_{1:t}, u_{0:t-1})$ συγκεντρώνει σε μία όλες τις l_t . Ο όρος $p(l_t | u_{t-1}, l'_{t-1})$ περιγράφει την πιθανότητα που έχει το αντικείμενο να είναι σε l_t θέση, δεδομένης της κίνησης u_{t-1} που θα εκτελέσει στη θέση l'_{t-1} . Αυτή η ποσότητα υπολογίζεται ανάλογα με το αντικείμενο που ανιχνεύουμε. Στην περίπτωση των ρομπότ υπολογίζουμε αυτή την ποσότητα με βάση τις μετρήσεις οδομετρίας [Fox, 1999]. Αν θέλουμε να ανιχνεύσουμε ανθρώπους, παίρνουμε αυτή την ποσότητα από μία Gaussian centered γύρω από l_t . Επιπλέον, η ποσότητα $p(y_t | l_t)$ είναι η πιθανότητα της y_t παρατήρησης σύμφωνα με το μοντέλο παρατηρητή μας, η οποία υπολογίζεται με χρήση της εξίσωσης (3). Για να αποφανθούμε ως προς τη δέσμευση της πιθανότητας για τη θέση του αντικειμένου το οποίο ανιχνεύουμε, εφαρμόζουμε τη Monte-Carlo localization [Dellaert, 1999], [Fox, 1999]. Στο Monte-Carlo localization, οι πεποιθήσεις του ρομπότ αντιπροσωπεύεται από ένα σύνολο τυχαίων δειγμάτων [Arulampalam, 2002]. Κάθε δείγμα αποτελείται από ένα διάνυσμα κατάστασης του υποκείμενου συστήματος, που είναι η θέση l του ρομπότ στην περίπτωσή μας, και παράγοντα στάθμισης w . Το τελευταίο χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσει τα σημαντικά

του αντίστοιχου κομματιού. Η δέσμευση της πιθανότητας αντιπροσωπεύεται από την κατανομή των δειγμάτων και τη σημαντικότητα των παραγόντων τους. Ο αλγόριθμος αυτός που χρησιμοποιούμε είναι επίσης γνωστός ως Ακολουθία Σημαντικότητας Δειγματοληψίας (Sequential Importance Sampling) [Arulampalam , 2002].



Σχήμα 4.1.5. Ετικέτες RFID που συνδέονται με τοίχους.

Ενημερώνει την πεποίθηση για τη θέση του ρομπότ σύμφωνα με τα ακόλουθα δύο εναλλασσόμενα βήματα:

1) Βήμα πρόβλεψης: σχεδιάζουμε για κάθε δείγμα ένα νέο δείγμα σύμφωνα με τη βαρύτητα του δείγματος και σύμφωνα με το μοντέλο $p(I_t | u_{t-1}, I'_{t-1})$ του ρομπότ, δεδομένης της κίνησης u_{t-1} που έχει εκτελέσει από την προηγούμενη ενημέρωση.

2) Βήμα διόρθωσης: η νέα y_t παρατήρηση ενσωματώνεται στο σύνολο του δείγματος. Αυτό γίνεται με bootstrap resampling, όπου υπολογίζεται η βαρύτητα κάθε δείγματος ανάλογα με την πιθανότητα παρατήρησης $p(y_t | I_t)$.

Σε παγκόσμιο επίπεδο για τον εντοπισμό του αντικείμενου, θα προετοιμάσουμε το σώμα με ομοιόμορφη κατανομή. Στην περίπτωση των RFID, ευτυχώς μπορούμε να πάρουμε αποτελεσματικά δείγματα πιθανών θέσεων του αντικείμενου. Απλώς τοποθετούμε δείγματα μόνο στις δυνατές περιοχές ανίχνευσης από τον αισθητήρα RFID. Μία τέτοια προσέγγιση έχει εφαρμοστεί με επιτυχία στο παρελθόν, για παράδειγμα από τον Lenser et al. [Lenser, 2000].

4.1.6 Πειραματικά αποτελέσματα

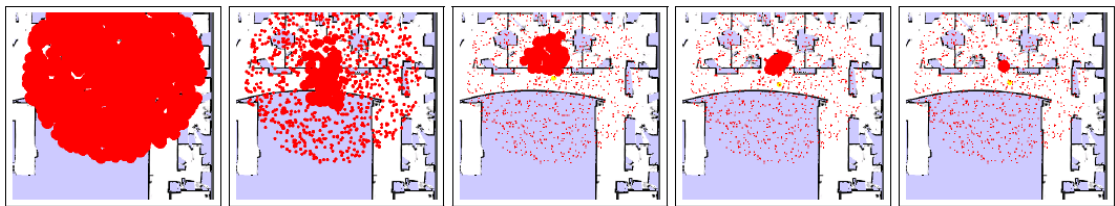
Η προσέγγισή μας που περιγράφεται παραπάνω έχει εφαρμοστεί και ελεγχθεί με τη βοήθεια ενός Pioneer 2 ρομπότ, που είναι εξοπλισμένο με ένα SICK LMS ακτίνας λέιζερ και έχει τεχνολογία Alien 915 MHz RFID αναγνώστη με δύο κυκλικά πολωμένες κεραίες (βλέπε εικόνα αριστερά στο Σχήμα 4.1.1.β). Τα πειράματα που περιγράφονται εδώ πραγματοποιήθηκαν στο Intel Research Lab, Seattle, WA.

Το σχήμα 4.1.4 δείχνει ένα δυσδιάστατο πλέγμα –χάρτη, που δημιουργείται με την FastSLAM ρουτίνα. Το μέγεθος του περιβάλλοντος είναι 28μ. X 28μ. Έχουμε εγκαταστήσει 100 ετικέτες σε αυτό το περιβάλλον (βλέπε σχήμα 4.1.5).

Οι ετικέτες είναι από τους τύπους που απεικονίζονται στο Σχήμα 4.1.1.α και όλες τους είναι σε θέση να επικοινωνούν με το ρομπότ. Οι περισσότερες από αυτές είναι εγκατεστημένες κατά μήκος του διαδρόμου κυκλικά.

4.1.6.1 Χαρτογράφηση ετικέτας RFID

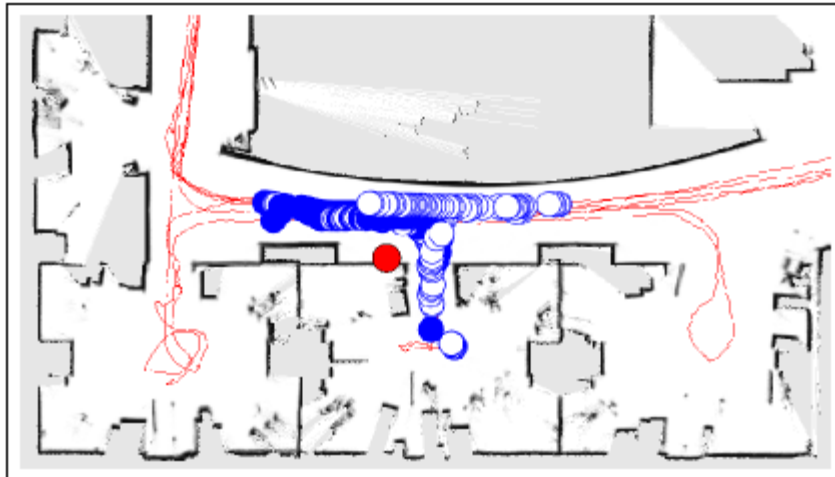
Όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω, χρησιμοποιούμε την τροχιά που έχει εκτιμηθεί από την FastSLAM ρουτίνα για τον προσδιορισμό των δεσμεύσεων, όσον αφορά τις θέσεις των ετικετών. Όταν μία ετικέτα ανιχνεύεται για πρώτη φορά, δημιουργούμε ένα διακριτό σύνολο τυχαία επιλεγμένων σημείων γύρω από το ρομπότ και εφαρμόζουμε μία ομοιόμορφη κατανομή για να ‘φτιάξουμε την πεποίθηση’. Κάθε φορά που ένα tag ανιχνευθεί, η δεσμευμένη πιθανότητα κάθε δείγματος πολλαπλασιάζεται με την πιθανότητα παρατήρησης που δίδεται, η ετικέτα είναι σε θέση που αντιστοιχεί για το δείγμα. Στη συνέχεια ομαλοποιούμε την πεποίθηση έχοντας όλα τα δείγματα.



Σχήμα 4.1.6.1.α Εξέλιξη της δέσμευσης για την εύρεση της θέσης μιας ετικέτας RFID με την πάροδο του χρόνου

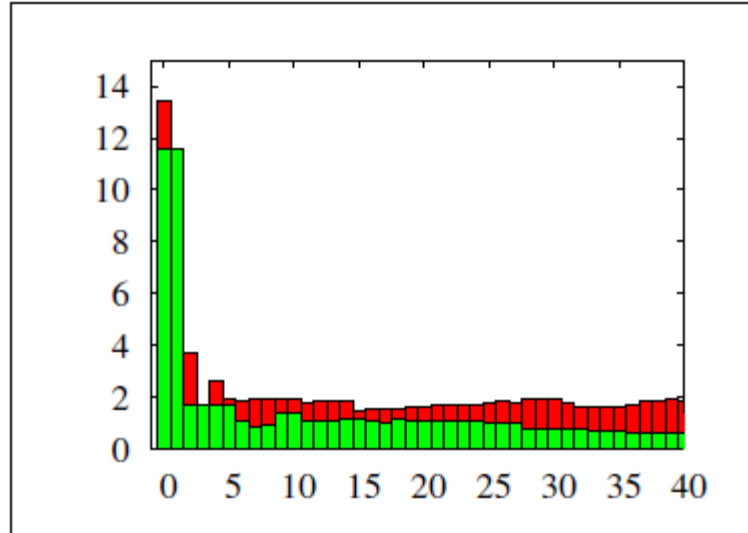
Το πλάτος των κύκλων αντιπροσωπεύει τη δέσμευση της πιθανότητας στις αντίστοιχες θέσεις. Είναι σχεδιασμένο αναλογικά της συχνότητας μεταξύ του αντίστοιχου δείγματος και της μέγιστης πιθανότητας του δείγματος.

Το Σχήμα 4.1.6.1.α δείχνει ένα τυπικό παράδειγμα για την εξέλιξη της πεποιθήσης που έχει μια ετικέτα RFID. Η πιο αριστερή εικόνα δείχνει το αρχικό δείγμα μετά την πρώτη ανίχνευση από μία ετικέτα RFID. Οι υπόλοιπες εικόνες δείχνουν πώς η πεποίθηση επικεντρώνεται στην πραγματική θέση της ετικέτας όσο περισσότερες μετρήσεις παράγονται. Αποδεικνύουν τις αντίστοιχες πεποιθήσεις μετά τις 6, 17, 65, και 200 μετρήσεις. Ας σημειωθεί ότι η διάμετρος του κάθε κύκλου που αντιπροσωπεύει ένα σώμα, αντιστοιχεί στη δεσμευμένη πιθανότητα αυτής της θέσης. Όπως μπορεί να φανεί από το σχήμα, η πεποίθηση συγκλίνει γρήγορα σε μονοτροπική κατανομή. Αυτό δεν είναι κατ'ανάγκη η υπόθεση. Η παρουσίασή μας μπορεί επίσης να χειριστεί ασάφειες, κατά τις οποίες η θέση μιας ετικέτας RFID δεν μπορεί να καθορισθεί αποκλειστικά. Για παράδειγμα, το ρομπότ δεν μπορεί να φθάσει τοποθεσίες που απαιτούνται για την επίλυση της ασάφειας.



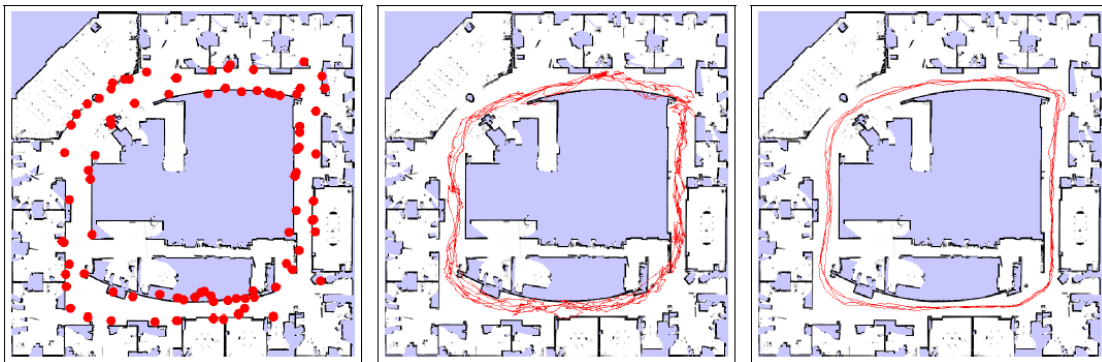
Σχήμα 4.1.6.1.β Μέρη όπου το ρομπότ έχει εντοπίσει τις RFID tag με την αριστερή (κενός κύκλος) ή προς τα δεξιά κεραία (γεμάτος κύκλος)

Το Σχήμα 4.1.6.1.β απεικονίζει τις θέσεις των ρομπότ όταν ανιχνευθούν από την ετικέτα, για τις οποίες οι πεποιθήσεις απεικονίζονται στο Σχήμα 4.1.6.1.α. Ανιχνεύσεις της δεξιάς κεραίας εμφανίζονται στους γεμάτους κύκλους, ενώ για κάθε ανίχνευση της αριστερής κεραίας βάζουμε ένα κενό κύκλο. Όπως φαίνεται από το σχήμα, η μέτρηση του θορύβου είναι αρκετά υψηλή και υπάρχουν πολλές ψευδείς ανιχνεύσεις. Παρ'όλα αυτά, ο αλγόριθμός μας είναι σε θέση να εντοπίσει με ακρίβεια την ετικέτα στον τοίχο κοντά στην είσοδο. Μετά από 791.93m που ταξίδεψε το ρομπότ με μέση ταχύτητα 0.225m/s είχε κάνει 50.933 ανιχνεύσεις για μια ετικέτα RFID.



Σχήμα 4.1.6.1.γ. Σφάλμα (σε m) κατά τη διάρκεια παγκόσμιας localization με (πράσινο ή ανοιχτό γκρι) και χωρίς (κόκκινο ή σκούρο γκρι) οδομετρία χρησιμοποιώντας μόνο ετικέτες RFID.

Ο προκύπτων χάρτης των ετικετών (με τη μέγιστη πιθανότητα θέσης) παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.1.6.1.δ (αριστερά). Έτσι, το μοντέλο αισθητήρα μας επιτρέπει να μάθουμε τις θέσεις των πολλαπλών ετικετών σε ένα πρότυπο περιβάλλον γραφείου.



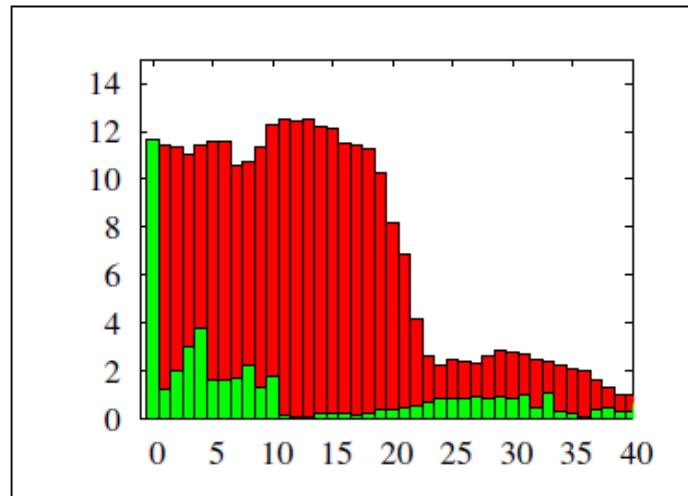
Σχήμα 4.1.6.1.δ. Χάρτης του εργαστηρίου με τις πιθανότερες θέσεις των ετικετών RFID (αριστερά), εκτίμηση τροχιάς (χωρίς οδομετρία) (κέντρο) και το αντίστοιχο πραγματικό έδαφος (δεξιά).

4.1.6.2 Localization με RFID ετικέτες

Η επόμενη σειρά πειραμάτων είναι σχεδιασμένη για να δείξει ότι ο χάρτης RFID που δημιουργείται στο προηγούμενο βήμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό του ρομπότ και ακόμη για άτομα που είναι εξοπλισμένα με RFID κεραίες. Στο πρώτο πείραμα οδηγήσαμε το ρομπότ μέσα στο περιβάλλον και εφαρμόσαμε τη Monte-Carlo localization σε παγκόσμιο επίπεδο για εκτίμηση της θέσης του οχήματος. Για την προσομοίωση της κατάστασης στην οποία θα εντοπίζουμε ένα άτομο αντί για ένα ρομπότ, απλώς αγνοούμε τις πληροφορίες οδομετρίας και αλλάζουμε την κίνηση του μοντέλου στη διαδικασία της Monte Carlo localization. Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, χρησιμοποιήσαμε ένα πρότυπο μοντέλο κίνησης [Fox, 1999] για να εκτιμηθεί η θέση του ρομπότ. Προκειμένου να καθορίζουμε τη θέση και συνεχώς να ανιχνεύουμε έναν άνθρωπο απλώς αντικαταστήσαμε αυτό το μοντέλο κίνησης με μία Gaussian κατανομή επικεντρωμένη γύρω από την τρέχουσα θέση. Ας σημειωθεί ότι αυτό είναι μόνο μία πρόχειρη προσέγγιση των κινήσεων ενός ανθρώπου. Καλύτερα μοντέλα ως εκ τούτου αναμένεται να οδηγήσουν σε ακριβέστερες εκτιμήσεις. Το Σχήμα 4.1.6.1.γ παρουσιάζει το σφάλμα εντοπισμού κατά τη διάρκεια μιας παγκόσμιας localization με τη χρησιμοποίηση μόνο ετικετών RFID. Τα δύο διαγράμματα δείχνουν το σφάλμα localization για την παγκόσμια localization χωρίς οδομετρία (κόκκινο / σκούρο γκρι) και με οδομετρία (πράσινο / ανοιχτό γκρι). Η εικόνα στο κέντρο του σχήματος 4.1.6.1.δ δείχνει την πορεία του αντικειμένου που παρακολουθείται, όταν δε χρησιμοποιούμε πληροφορίες οδομετρίας. Το αντίστοιχο περιβάλλον (ground truth) που λαμβάνεται με λέιζερ-βασισμένο στο localization, απεικονίζεται στα δεξιά της εικόνας του ίδιου σχήματος. Όπως φαίνεται, ακόμη και με τόσο θορυβώδεις αισθητήρες η εκτιμώμενη τροχιά είναι πολύ κοντά στο πραγματικό περιβάλλον (ground truth).

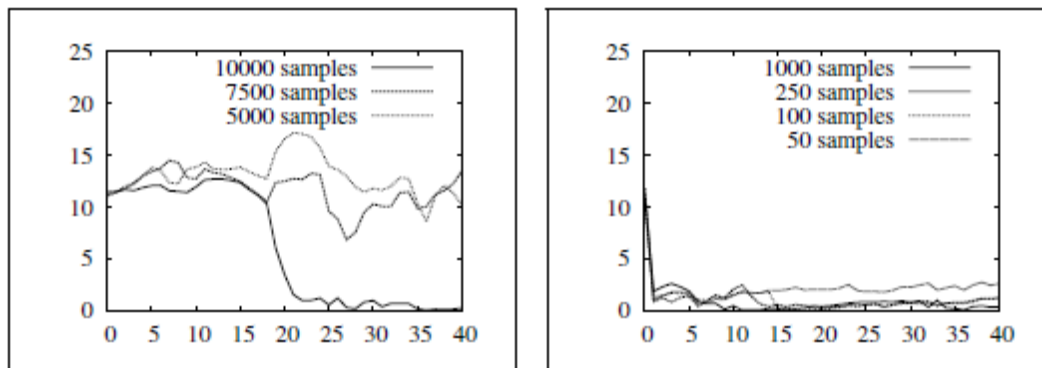
4.1.6.3 Βελτίωση παγκόσμιας Localization με RFID ετικέτες

Το τελικό πείραμα έχει ως στόχο να αποδείξει ότι η RFID τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει δραστικά τις επιδόσεις της παγκόσμια localization, ακόμη και στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται υψηλής ακρίβειας αισθητήρες, όπως λέιζερ ανιχνευτές φάσματος. Για να το αναλύσουμε αυτό έχουμε χρησιμοποιήσει προκαταγεγραμμένα στοιχεία για να υπολογίσουμε πόσο αποτελεσματικά, το ρομπότ, μπορεί να καθορίσει την παγκόσμια θέση του σε αυτό το χάρτη. Αφού οι ετικέτες RFID τοποθετούνται μόνο κοντά στο διάδρομο, παίρνουμε δείγματα μόνο από το διάδρομο. Συγκρίναμε το χρόνο που απαιτείται για την παγκόσμια localization χρησιμοποιώντας λέιζερ με το χρόνο που απαιτείται όταν λέιζερ και ετικέτες RFID χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα.



Σχήμα 4.1.6.3.α. Τοποθέτηση σφάλματος του λέιζερ που βασίζεται σε παγκόσμια localization (σε m) χωρίς(κόκκινο ή σκούρο γκρι) και με (πράσινο ή ανοιχτό γκρι) RFID δεδομένα.

Το Σχήμα 4.1.6.3.α. δείχνει το μέσο σφάλμα της localization για μια τυπική εφαρμογή και για τις δύο περιπτώσεις. Όπως δείχνει και το σχήμα, η παγκόσμια localization μπορεί να επιτευχθεί πολύ πιο γρήγορα όταν λέιζερ και RFID συνδυάζονται (πράσινο / ανοιχτό γκρι), σε σύγκριση με μια κατάσταση που χρησιμοποιούνται μόνο δεδομένα λέιζερ (κόκκινο / σκούρο γκρι). Επιπλέον, η χρήση αισθητήρων RFID μπορεί να μειώσει σημαντικά τον αριθμό των δειγμάτων που απαιτούνται για την παγκόσμια localization. Το Σχήμα 4.1.6.3.β δείχνει το σφάλμα localization που εξαρτάται από τον αριθμό των σωμάτων για την περίπτωση κατά την οποία χρησιμοποιούνται μόνο δεδομένα λέιζερ, καθώς και για την κατάσταση στην οποία συνδυάζονται τα δεδομένα λέιζερ με RFID πληροφορίες. Αποδεικνύεται ότι η χρήση λέιζερ για παγκόσμια localization είναι αποτελεσματική όταν χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 10.000 δείγματα. Αντιθέτως, αν συνδυάσουμε τις πληροφορίες των λέιζερ με τις πληροφορίες των ετικέτων RFID, μπορούμε να εντοπίσουμε συνολικά το αντικείμενο με μόνο 50 δείγματα.



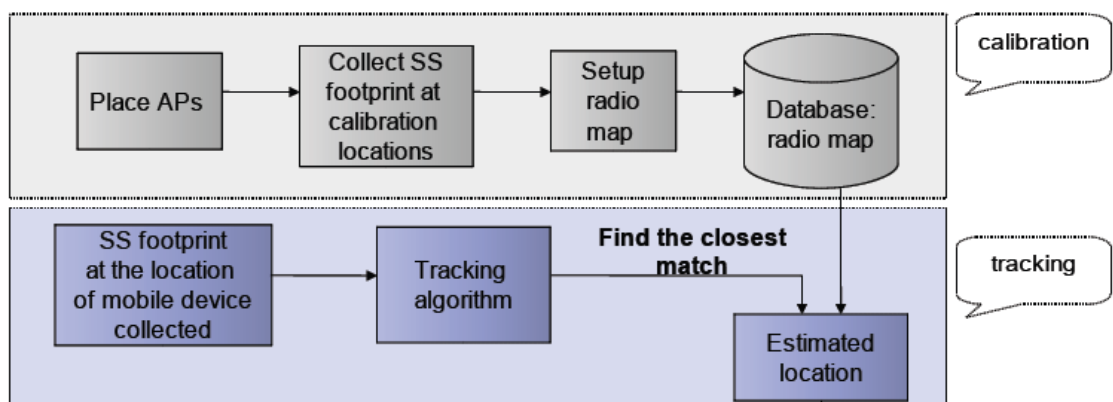
Σχήμα 4.1.6.3.β. Localization σφάλμα (σε m) κατά τη διάρκεια της παγκόσμιας localization για διαφορετικό αριθμό δειγμάτων και ανάλογα με το αν χρησιμοποιούνται μόνο δεδομένα λέιζερ (αριστερά εικόνας) ή αν χρησιμοποιούνται δεδομένα λέιζερ και RFID μαζί (εικόνα δεξιά).

4.1.7 Συμπεράσματα

Στην εφαρμογή αυτή παρουσιάσαμε μία προσέγγιση για τη δημιουργία χαρτών με ετικέτες RFID με χρήση κινητού ρομπότ. Παρουσιάσαμε ένα μοντέλο αισθητήρα που μας επιτρέπει να υπολογίζουμε την πιθανότητα ανίχνευσης ετικέτας με δεδομένη τη σχετική θέση της, με βάση το ρομπότ. Επιπλέον περιγράψαμε πώς μπορεί να υπολογιστεί η δέσμευση της πιθανότητας για τη θέση μιας ετικέτας, αφού η τροχιά και ο χάρτης έχουν παραχθεί με εξαιρετική ακρίβεια από τον αλγόριθμο FastSLAM για ακτίνες λέιζερ σαρώσεις. Έχουμε επίσης παρουσιάσει πώς η δέσμευση της πιθανότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό ενός ρομπότ και ενός ανθρώπου στο περιβάλλον. Το σύστημα έχει εφαρμοστεί σε Pioneer 2 ρομπότ που συμπληρώθηκε με δύο κεραίες RFID. Με πρακτικά πειράματα δείξαμε ότι το σύστημα μπορεί να δημιουργήσει ακριβείς χάρτες ετικετών RFID. Επιπλέον δείξαμε ότι χάρτες που προκύπτουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ακριβή εντοπισμό του ρομπότ και των κινούμενων αντικειμένων χωρίς πληροφορίες οδομετρίας. Τέλος παρουσιάσαμε ένα πείραμα που αποδεικνύει ότι ο συνδυασμός ενός λέιζερ σαρωτή και της τεχνολογίας RFID μπορεί να μειώσει σημαντικά τις υπολογιστικές απαιτήσεις για το παγκόσμιο localization ενός κινούμενου ρομπότ.

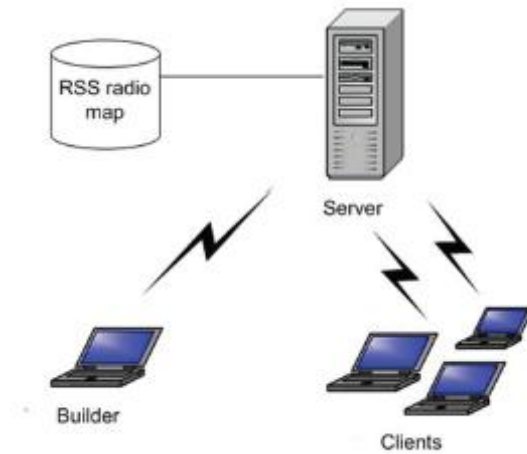
4.2 Ενισχυμένη δυνατότητα παρακολούθησης, πρόβλεψη τοποθεσίας σε πολυώροφο κτήριο

4.2.1 Τοποθέτηση WiFi



Σχήμα 4.2.1 Τοποθέτηση WiFi

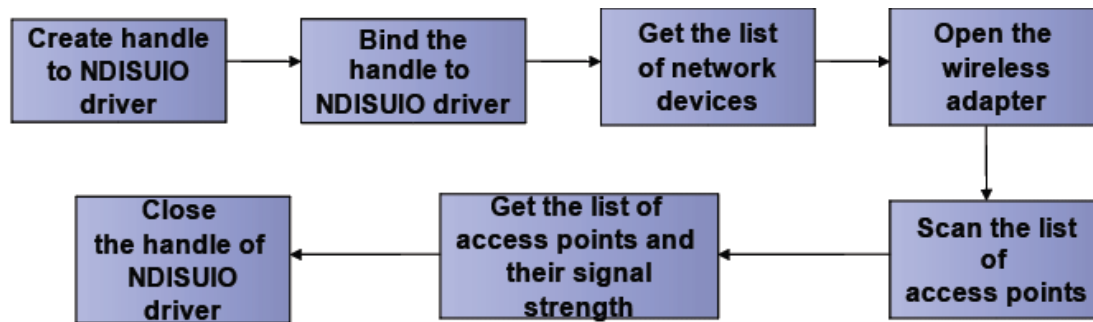
4.2.2 Παρουσίαση συστήματος



Σχήμα 4.2.2 Παρουσίαση συστήματος

- Λογισμικό
- WLAN, χωρίς επιπρόσθετο κόστος και hardware
- Λειτουργία εξυπηρέτησης πελατών
- Server: θέτει σε λειτουργία τον αλγόριθμο ανίχνευσης
- Client: εγκατεστημένο σε κινητή συσκευή
- Builder: κατασκευή χάρτη βαθμονόμησης
- Radio map: δεδομένα που πιάνουν δυνατά σήματα δημιουργούν χάρτη

4.2.3 Ανάκτηση δυνατού σήματος

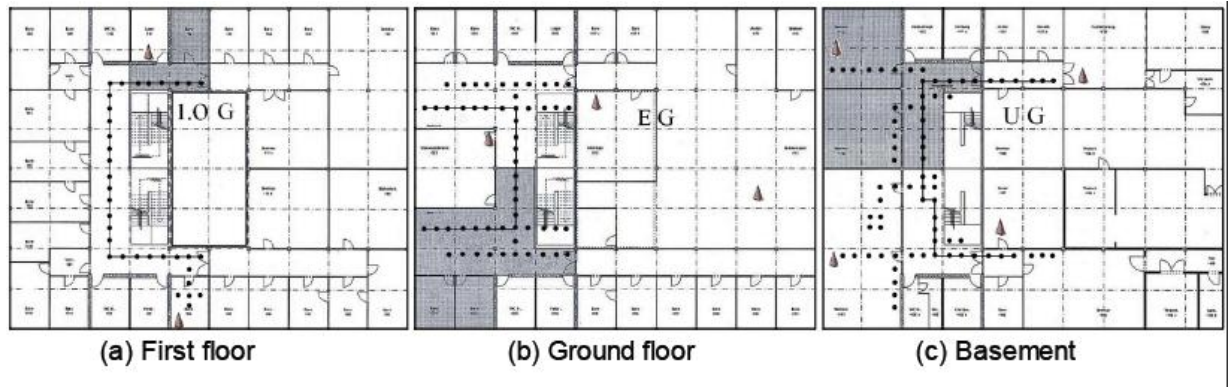


Σχήμα 4.2.3 Ανάκτηση δυνατού σήματος

- Wireless έρευνα API (WRAPI) από το πανεπιστήμιο της California
- Windows XP
- NDISUIO (Network Driver Interface Specification User Mode I/O)
- Ανεξάρτητο από συσκευές

4.2.4. Δοκιμή

- 3 όροφοι του κέντρου πληροφορικής του Πανεπιστημίου του Freiburg
- Μαύρες κουκίδες: βαθμονομημένη θέσης
- Γραμμές που συνδέουν σημεία: συχνές διαδρομές
- 9 σημεία πρόσβασης, που σημειώνονται στο χάρτη



Σχήμα 4.2.4 Κατόψεις ορόφων

4.2.5 Ντετερμινιστικός αλγόριθμος εντοπισμού: ‘κοντινότερος γείτονας’

-RADAR σύστημα, έρευνα της Microsoft

-Στο χάρτη ραδιοφώνου: το αποτύπωμα ισχύος σήματος (δηλαδή ισχυρά σήματα που προέρχονται από πολλαπλά σημεία πρόσβασης)

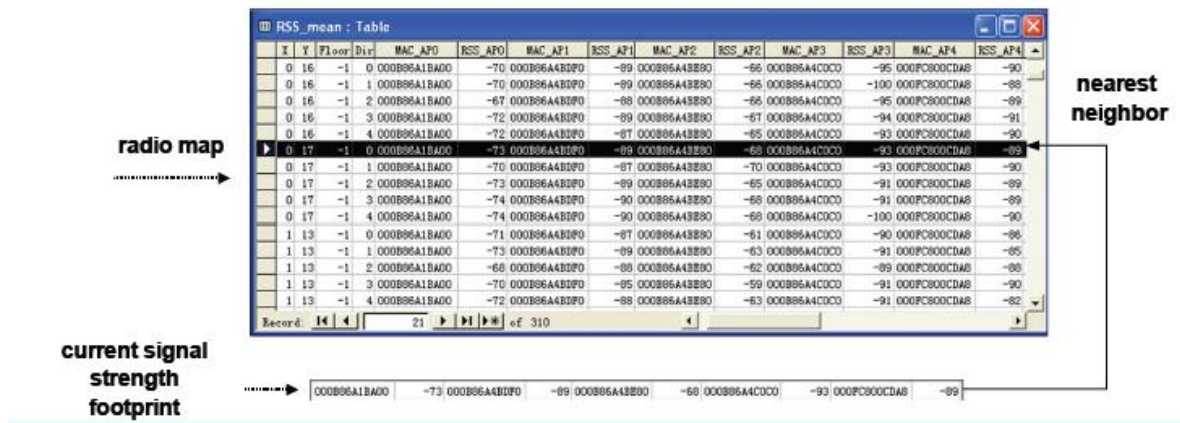
-Βαθμονόμηση της κάθε τοποθεσίας

-Σήμα- ίχνος δύναμης: η μέση τιμή των πολλαπλών δειγμάτων αποτυπώματος ισχύος του σήματος

Ευκλείδεια απόσταση

$$(S_m, S_i) = (SS_{m,0} - SS_{i,0})^2 + (SS_{m,1} - SS_{i,1})^2 + \dots + (SS_{m,n-1} - SS_{i,n-1})^2$$

Ελάχιστη Ευκλείδεια απόσταση: κοντινότερο ταίριασμα / nearest neighbor



Σχήμα 4.2.5 Ντετερμινιστικός αλγόριθμος εντοπισμού

4.2.6 Πιθανοτικός αλγόριθμος εντοπισμού: Bayesian νόμος

Στο χάρτη ραδιοφώνου: η ισχύς του σήματος και η βαθμονόμηση κάθε τοποθεσίας

m: αριθμός των βαθμονομημένων θέσεων

Li: βαθμονομημένη θέση i

Lx: η εκτιμώμενη θέση

$$E_x = \{e_{x,0}, e_{x,1}, \dots, e_{x,n-1}\}$$

τρέχουσα ισχύς αποτυπώματος του σήματος.

Lx : the estimated location

$$P(L_x | E_x) = \frac{P(L_x) \cdot P(E_x | L_x)}{\sum_{i=1}^m P(L_i) \cdot P(E_x | L_i)}$$

$$P(E_x | L_i) = P((e_{x0}, e_{x1}, \dots, e_{xm-1}) | L_i) = P(e_{x0} | L_i) \cdot P(e_{x1} | L_i) \cdot \dots \cdot P(e_{xm-1} | L_i)$$

Μέγιστη πιθανότητα → εκτίμηση τοποθεσίας

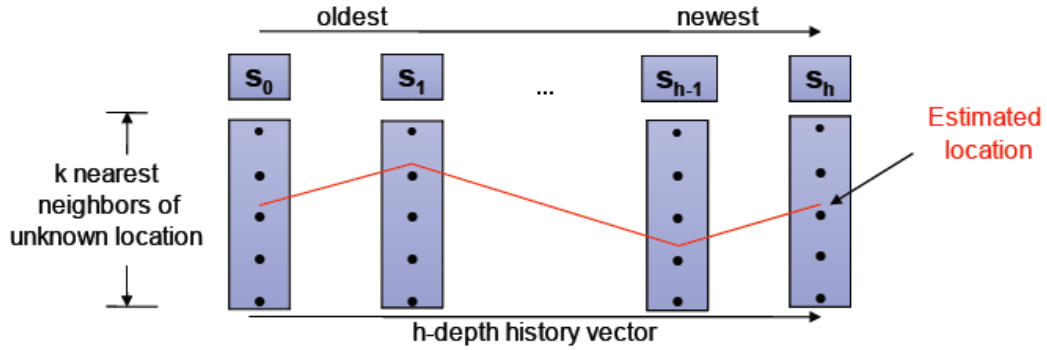
I	T	Floor	Direction	MAC_IP	SS_MIN	SS_MAX	Freq
0	13	-1		0 00086A1E400	-72	-67	0,52
0	13	-1		0 00086A1E400	-66	-61	0,14
0	13	-1		0 00086A1E400	-78	-73	0,34
0	13	-1		0 00086A480F0	-96	-91	0,38
0	13	-1		0 00086A480F0	-90	-85	0,41
0	13	-1		0 00086A480F0	-84	-79	0,20
0	13	-1		0 00086A48B90	-66	-61	0,72
0	13	-1		0 00086A48B90	-60	-55	0,08
0	13	-1		0 00086A48B90	-72	-67	0,20
0	13	-1		0 00086A4C0C0	-96	-91	0,60
0	13	-1		0 00086A4C0C0	-100	-97	0,03
0	13	-1		0 00086A4C0C0	-90	-85	0,36
0	13	-1		0 000FC800C3A8	-84	-79	0,11
0	13	-1		0 000FC800C3A8	-96	-91	0,22
0	13	-1		0 000FC800C3A8	-90	-85	0,67
0	13	-1		0 00904B08A7AA	-48	-43	0,25
0	13	-1		0 00904B08A7AA	-60	-55	0,31
0	13	-1		0 00904B08A7AA	-54	-49	0,44
0	13	-1		0 00904B0E565A	-72	-67	0,23
0	13	-1		0 00904B0E565A	-78	-73	0,08
0	13	-1		0 00904B0E565A	-60	-55	0,22
0	13	-1		0 00904B0E565A	-66	-61	0,47

Σχήμα 4.2.6 Πιθανοτικός αλγόριθμος εντοπισμού

4.2.7 Ιστορικά-βασισμένος αλγόριθμος εντοπισμού: (επιλέγεται!)

- Αποδείχθηκε πιο ακριβής και σταθερός
- Χρησιμοποιεί μία σειρά διαδοχικών χρονικών αποτυπωμάτων της ισχύος των σημάτων
- Για κάθε ίχνος σήματος καθορίζουν k από τις πιο πιθανό εκτιμήσεις της άγνωστης τοποθεσία, που ονομάζεται "k κοντινότεροι γείτονες"
- Σύμφωνα με την Ευκλείδεια απόσταση -> ντετερμινιστικός βασισμένος στην ιστορία αλγόριθμος
- Σύμφωνα με bayesian νόμο -> πιθανολογικός βασισμένος στην ιστορία αλγόριθμος

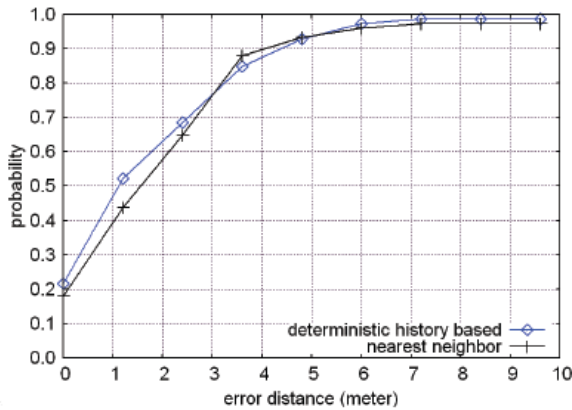
h βάθος ιστορικό διάνυσμα του "k κοντινότεροι γείτονες" θα σχηματιστεί



Σχήμα 4.2.7 Υπολογίζεται η συντομότερη διαδρομή, ο κόμβος του σκοπού είναι η επί του παρόντος εκτίμηση

4.2.8 Πειράματα: ντετερμινιστικά βασισμένοι στην ιστορία αλγόριθμοι ανίχνευσης

Παρουσιάζουν τον 'κοντινότερο γείτονα' αλγόριθμο.



algorithm	nearest neighbor	history-based	better
average accuracy	2.65 m	2.27 m	14.3%
wrong room	6.6%	2.0%	69.7%
wrong floor	2.6%	1.3%	50%

Σχήμα 4.2.8 σύγκριση 'κοντινότερου γείτονα' και βασισμένου στην ιστορία αλγόριθμου

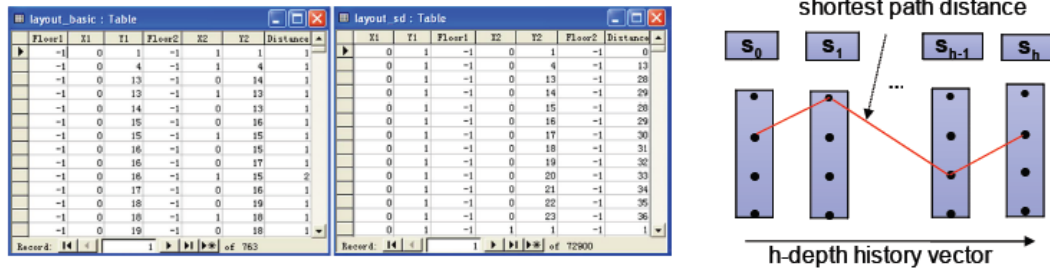
4.2.9 Βελτιώσεις για πολυώροφα κτήρια

4.2.9.1 Σχέδιο του κτηρίου

Λογικά σφάλματα: λάθος όροφος, αίθουσα ,πλευρά του τοίχου, προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια και η μείωση των σφαλμάτων λογικής.

Εκφράζεται η διαρρύθμιση του κτηρίου, από ένα σταθμισμένο συνδεδεμένο γράφημα: (αριστερός πίνακας)

Μικρότερη απόσταση διαδρομής μεταξύ δύο τοποθεσιών διακριβώνεται υπολογίζονται από Dijkstra's shortest path problem. (δεξιός πίνακας)



Σχήμα 4.2.9.1 Διαρρύθμιση του κτηρίου (δεξιά), ελάχιστη απόσταση (αριστερά)

Τροχιά (shortest path) βασισμένο ιστορικά σε αλγόριθμο ανίχνευσης(υποθέτουμε μήκος h):



Αλλά μερικές φορές: ! (floor0 == floor1 == floor2 == ...== floorh-2 == floorh-1)

Παράδειγμα επίλυσης του παραπάνω:

Solution:

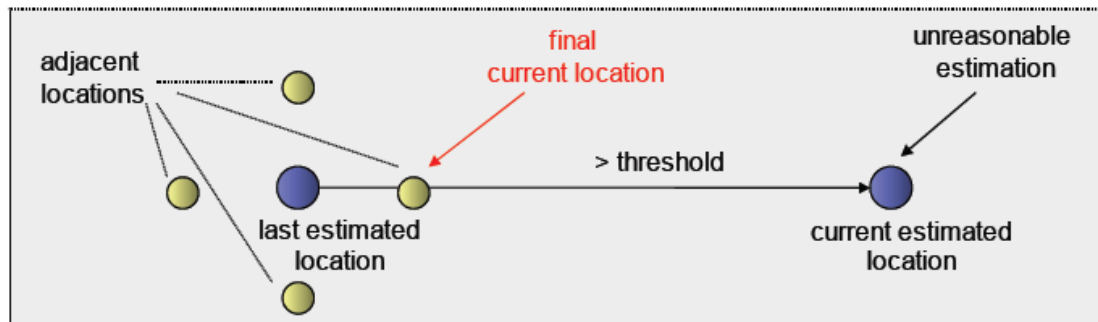
2. Find the floor which occurs most in the trajectory, let it be floorx.
3. Loop i from 0 to h-1
 - if (floori == floorx) { keep the location; }
 - else { remove the location; }
4. The handled trajectory is regarded as the final trajectory.
5. End node on the handled trajectory is regarded as currently estimated location

4.2.10 Προσαρμογή των παράλογων θέσεων που βρέθηκαν

-Αν η απόσταση μεταξύ της τρέχουσας εκτιμώμενης θέσης της τοποθεσίας και της τελευταίας εκτίμησης είναι μεγαλύτερη από ένα ορισμένο όριο, τότε ορίζεται ως παράλογη εκτίμηση θέσης

-Χρειάζεται προσαρμογή της τρέχουσας εκτιμώμενης θέσης

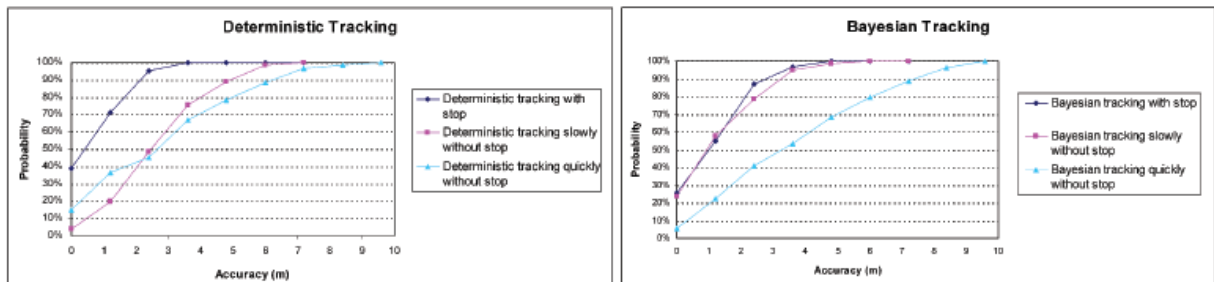
-Πρώτα βρίσκουμε τις άμεσα γειτονικές περιοχές που βρίσκονται οι τελευταίες εκτιμήσεις, και μετά καταλήγουμε παρακάτω:



Σχήμα 4.2.10 Προσαρμογή παράλογων θέσεων που βρέθηκαν

4.2.11 Προβλήματα με κινούμενα αντικείμενα

Όταν ο χρήστης περπατά και σταματήσει μερικά δευτερόλεπτα, κατά μέσο όρο η ακρίβεια είναι περίπου 2 μέτρα. Όταν ο χρήστης περπατά χωρίς να σταματήσει, η αλλαγή του ανιχνευόμενου σήματος και ο υπολογισμός της θέσης δεν μπορεί να συμβαδίσει με την κίνηση του χρήστη, λόγω περιορισμών του αλγόριθμου. Μπορεί να χρειαστούν λίγα δευτερόλεπτα για να έρθει η νέα εκτίμηση, που έχει ως αποτέλεσμα ανακρίβεια κατά τη διάρκεια της καθυστέρησης. Πιο γρήγορα ο χρήστης περπατά, πιο ανακριβές το σύστημα θα γίνει.



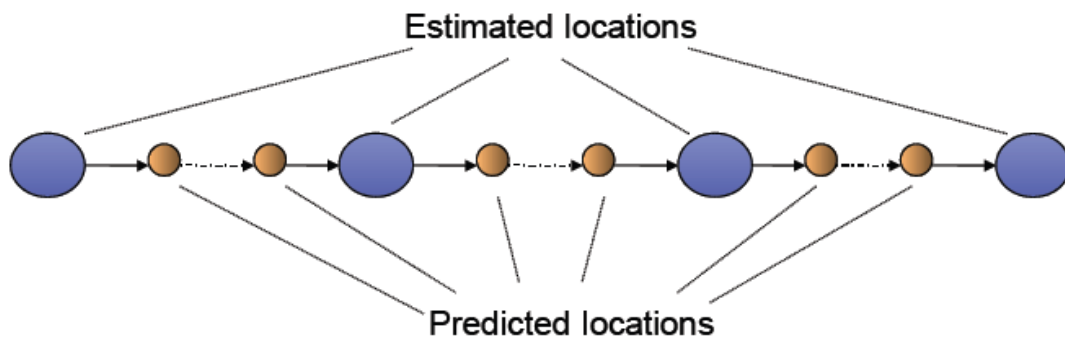
Deterministic history-based tracking algorithm

Probabilistic history-based tracking algorithm

Σχήμα 4.2.11 Ντετερμινιστικός αλγόριθμος εντοπισμού βασισμένος στην ιστορία (αριστερά), Πιθανοτικός αλγόριθμος εντοπισμού βασισμένος στην ιστορία (δεξιά)

4.2.12 Πρόβλεψη θέσης

Εάν το σύστημα ανιχνεύσει την αλλαγή του σήματος, η τρέχουσα θέση θα υπολογιστεί / εκτιμηθεί με τη χρήση του συστήματος αλγόριθμου παρακολούθησης. Αλλιώς (δηλαδή αν το σύστημα δεν ανιχνεύει την αλλαγή της ισχύος του σήματος), η τρέχουσα θέση θα είναι δυνατό να προβλεφθεί.



The final trajectory of the mobile device

Σχήμα 4.2.12 Πρόβλεψη θέσης

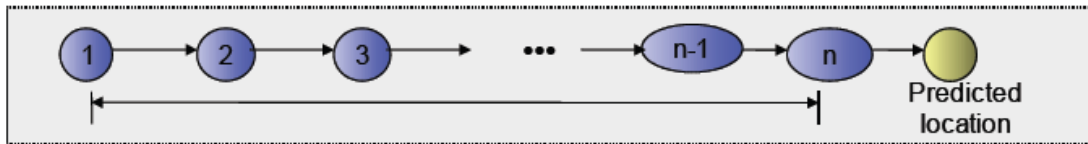
4.2.13 Αλγόριθμος πρόβλεψης

n ο αριθμός των παλαιότερων θέσεων οι οποίες είχαν προβλεφθεί

Περίπτωση 1: εάν ο χρήστης δεν αλλάξει πορεία:

$$\text{velocity} = (\text{path distance between 1 and n}) / (\text{time span between 1 and n})$$

$$\text{predicted location} = \text{last location} \pm \text{velocity} * (\text{time span between n and currently predicted location})$$

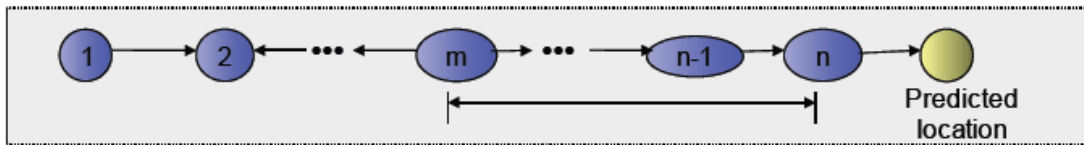


Σχήμα 4.2.13.α Αλγόριθμος πρόβλεψης –περίπτωση 1

Περίπτωση 2: εάν ο χρήστης αλλάξει πορεία στη θέση m:

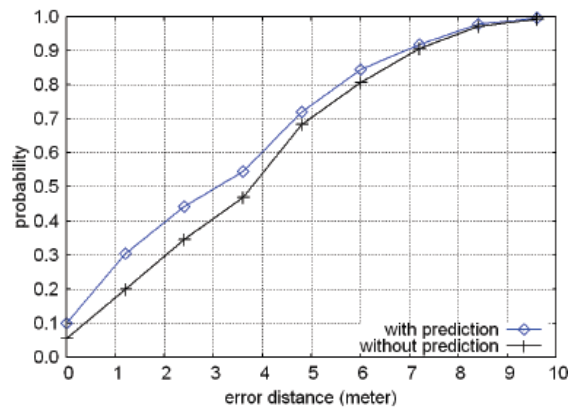
$$\text{velocity} = (\text{path distance between m and n}) / (\text{time span between m and n})$$

$$\text{predicted location} = \text{last location} \pm \text{velocity} * (\text{time span between n and currently predicted location})$$



Σχήμα 4.2.13.β Αλγόριθμος πρόβλεψης-περίπτωση--2

4.2.14 Πειράματα: ακρίβεια για κινούμενα αντικείμενα, με πρόβλεψη θέσης



algorithm	without prediction	with prediction	better
average accuracy	4.16 m	3.67 m	11.8%

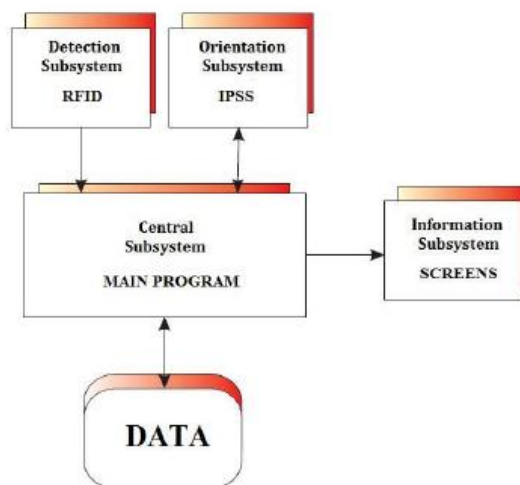
Σχήμα 4.2.14 Πειράματα αλγορίθμων ανίχνευσης για κινούμενα αντικείμενα, με και χωρίς πρόβλεψη θέσης

4.3 Ένα ολοκληρωμένο RFID σύστημα για ανίχνευση ανθρώπων και προσανατολισμό

4.3.1 Εισαγωγή

Το όλο σύστημα περιλαμβάνει τέσσερα υποσυστήματα και μία βάση δεδομένων. Το σχήμα 4.3.1 δείχνει τη διάταξή του.

Για την ανίχνευση και τη θέση των χρηστών του κτηρίου χρησιμοποιούμε ένα υποσύστημα υλικού με βάση το RFID [Engels , 2004]. Αυτό ονομάζεται υποσύστημα ανίχνευσης. Προστέθηκε, παράλληλα με το πρώτο, το υποσύστημα προσανατολισμού. Αυτό το μέρος της απασχολεί τις τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης, πιο συγκεκριμένα ο σχεδιασμός και προγραμματισμός [Geffner , 2002], [Muscettola, 2002], για τον προσανατολισμό και την καθοδήγηση των ατόμων [Werb, 1998]. Ένα τρίτο στοιχείο, το υποσύστημα πληροφορίες. Το όλο σύστημα αποτελείται από μία σειρά οθονών που φροντίζουν για την ενημέρωση των επισκεπτών. Όλα αυτά τα στοιχεία συνδυάζονται σε ένα παγκόσμιο σύστημα, η κεντρικό υποσύστημα, το οποίο συντονίζει και ελέγχει όλα τα στοιχεία. Ο βάσεις δεδομένων αποθηκεύουν όλες τις πληροφορίες και τις αλληλεπιδράσεις τους με το σύστημα. Χωρίζεται σε δύο τμήματα που συνδέονται με: τις γενικές ή κύρια βάση δεδομένων και την καθημερινή. Οι γενικές αποθήκες αποθηκεύουν όλες τις σχετικές πληροφορίες για τον άνθρωπο, τα προσωπικά δεδομένα.



Σχήμα 4.3.1 Σύστημα με τέσσερα υποσυστήματα και μία βάση δεδομένων

4.3.1.1. Υποσύστημα εντοπισμού

Ο στόχος αυτού του υποσυστήματος είναι να εντοπίσει τα άτομα που μετακινούνται σε ένα κτήριο. Πρόκειται για ένα υλικό συστήματος και αποτελείται από μία ομάδα RFID ανιχνευτές, που τοποθετούνται σε διάφορα σημεία του χώρου. Η σωστή θέση για τους ανιχνευτές είναι πολύ σημαντική, διότι πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε ολόκληρο το κτήριο να καλύπτεται κατάλληλα. Επιπλέον, για οικονομικούς λόγους, είναι υποχρεωτικός ο αριθμός των ανιχνευτών να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Αυτό είναι ένα σημαντικό πρόβλημα βελτιστοποίησης.

Στην πρώτη προσέγγισή μας έχουμε βασικά σχεδιάσει δύο διαφορετικούς τρόπους, σύμφωνα με τα τόξα, τοποθεσίας. Ο πρώτος έχει αναπτυχθεί για ανιχνευτές σε σταθερές θέσεις και κοντά στον κεντρικό υπολογιστή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιούμε ένα σύστημα ενσύρματης σύνδεσης RS232/RS485. Το άλλο είναι να τοποθετηθούν ανιχνευτές μακριά από το παγκόσμιο τερματικό του συστήματος. Σε αυτές τις περιπτώσεις ένα ασύρματο Zigbee [Ergen , 2004] έχει αποδειχθεί βρεθεί πολύ χρήσιμο. Όταν το δίκτυο των RFID έχει αποφασιστεί, το κτήριο θα χωριστεί σε ζώνες . Οι ζώνες δεν είναι όλες ίσες, υπάρχουν διάφορα είδη με διαφορετικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες. Σε αυτό το έργο έχουμε τρία διαφορετικά είδη από αυτά.

4.3.1.1.1 Ζώνες εισαγωγής .

Μία ζώνη εισόδου με ένα τερματικό. Όταν ένας επιβάτης φθάσει σε αυτή τη ζώνη, ένας υπάλληλος προσδιορίζει τον ίδιο και εισάγεται ο χρήστης στο σύστημα. Ο επιβάτης είναι εφοδιασμένος με μία κάρτα RFID, που θα εντοπίζει τις μετακινήσεις του. Ο επιβάτης πρέπει να διατηρεί αυτήν την κάρτα όλη την ώρα που θα παραμείνει στο πλοίο, και θα την δώσει πίσω όταν φύγει οριστικά. Εκείνη τη στιγμή ο επιβάτης θα πρέπει να αφαιρεθεί από το πρόγραμμα και η κάρτα RFID θα είναι έτοιμη για ένα άλλο πρόσωπο. Όλες οι πληροφορίες για τη

δραστηριότητα κάθε ατόμου θα καταγράφεται και θα αποθηκεύονται, προκειμένου να βελτιωθεί η γνώση του συστήματος. Δεν υπάρχει περιορισμός του ποσού των RFID καρτών στο πρόγραμμα.

4.3.1.1.2 Ζώνες Μετάβασης

Αυτές είναι οι ενδιάμεσες ζώνες μεταξύ δύο ή περισσότερων RFID ανιχνευτών. Οι ασθενείς πρέπει να περάσουν από αυτούς και να πάρουν τους προορισμούς. Είναι χαρακτηριστικά: διάδρομοι, σκάλες κλπ. Στις ζώνες αυτές το σύστημα ανιχνεύει την είσοδο και έξοδο της κάθε κάρτας RFID και, ως εκ τούτου, το πρόσωπο που την ασκεί. Η πληροφορία αυτή επιτρέπει στο πρόγραμμα να γνωρίζει τη θέση και ακόμη και την κατεύθυνση κίνησης του ιδιοκτήτη της κάρτας. Αυτά τα δύο στοιχεία είναι ζωτικής σημασίας για την εκπόνηση των πληροφοριών που απαιτούνται για την καθοδήγηση του χρήστη προς το σωστό προορισμό. Οι πληροφορίες αυτές παρέχονται στο άτομο μέσω διαφόρων οθονών, που βρίσκονται σε αυτές τις ζώνες μετάβασης. Η τοποθεσία των οθονών στις ζώνες αυτές είναι πολύ σημαντική. Θα πρέπει να τοποθετούνται σε μέρη που οι επιβάτες στη συνέχεια να βρουν εύκολα, και να είναι σε θέση να ερμηνεύσουν τις παρεχόμενες πληροφορίες με ακρίβεια.

4.3.1.1.3 Ζώνες Προορισμού

Αυτές οι περιοχές αποτελούν τους σταθμούς συγκέντρωσης κλπ. Όλες αυτές οι ζώνες θα πρέπει να έχουν αρκετές πληροφορίες έτσι ώστε το άτομο να συνειδητοποιεί ότι έχει φθάσει στον προορισμό. Συνήθως αυτές οι ζώνες που βρίσκονται στα άκρα των διαδρόμων.

4.3.1.2. Υποσύστημα προσανατολισμός

Το υποσύστημα αυτό βασίζεται στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης. Πιο συγκεκριμένα, αναφερόμαστε στο σχεδιασμό και τις τεχνικές προγραμματισμού. Εκ πρώτης όψης, ο προσανατολισμός των ανθρώπων μέσα σε ένα κτήριο θα μπορούσε να θεωρηθεί πρόβλημα σχεδιασμού μόνο. Παρ'όλα αυτά, σε πολλές περιπτώσεις χρονικούς περιορισμούς θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη επίσης. Το υποσύστημα προσανατολισμός βασίζεται στο πρόγραμμα IPSS [Moreno, 2004], που συνδυάζει το σχεδιασμό και αλγόριθμους χρονοπρογραμματισμού. Για την παραγωγή ενός κατάλληλου σχεδίου κινούμαστε ως εξής:

Αρχική ζώνη, η τοπολογία του πλοίου. Όλες οι πληροφορίες αυτές θα παρέχονται από το κύριο πρόγραμμα σε ειδική είσοδο IPSS αρχείο. Όταν το υποσύστημα προσανατολισμού καταλήξει σε λύση, θα δίνει την απάντηση σε ένα άλλο αρχείο που στέλνει στο κύριο πρόγραμμα. Το σύστημα ακολουθεί τις κινήσεις του επισκέπτη και τον ενημερώνει για το πώς θα φτάσει στον προορισμό του. Το κύριο πρόγραμμα θα διατηρήσει επίσης ένα 'μάτι' για τις κινήσεις του κάθε ατόμου, ώστε να ελέγχεται εάν αυτός είναι σε καλή κατάσταση τροχιάς ή όχι. Αυτός ο έλεγχος γίνεται κάθε φορά που ο επιβάτης πηγαίνει σε ένα RFID ανιχνευτή και οι αλλαγές από τη μία

ζώνη στην άλλη. Όταν ένα πρόσωπο χάσει το δρόμο του το σύστημα είναι σε θέση να ανιχνεύσει την κατάσταση και να το οδηγήσει και πάλι στο σωστό προορισμό.

4.3.1.3 Υποσύστημα πληροφορίες

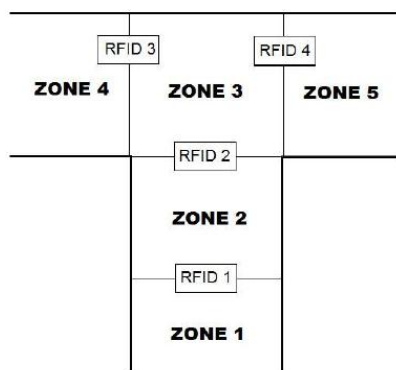
Αυτό είναι το πιο απλό από τα επιμέρους στοιχεία που εμπλέκονται στο σχεδιασμό μας. Αποτελείται από μία σειρά από οθόνες, που βρίσκονται στις μεταβατικές ζώνες. Σε αυτές τις οθόνες πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη πληροφόρηση για την καθοδήγηση των επιβατών στη ζώνη τους. Σε πρωτότυπό μας έχουμε επιλέξει τέσσερις διαφορετικές οδηγίες: μπροστά, γυρίστε προς τα δεξιά, στρίψτε αριστερά και πηγαίνετε προς τα πίσω. Οι επιδόσεις των οθονών εξαρτώνται από τον αριθμό των γραμμών εμφάνισης που έχουν. Εάν υπάρχει αριθμός επιβατών σε μια μεταβατική ζώνη μεγαλύτερη από τη δυναμικότητα της γραμμής, η οθόνη θα ανανεώνεται έτσι ώστε όλοι οι άνθρωποι να μπορούν να πάρουν τις αντίστοιχες πληροφορίες τους.

4.3.1.4. Το κεντρικό υποσύστημα

Το κεντρικό υποσύστημα είναι το κύριο πρόγραμμα και έχει καθήκον να αναλάβει τον έλεγχο των άλλων τριών μεμονωμένων υποσυστημάτων. Επιπλέον, γνωρίζει όλες τις διαθέσιμες κάρτες RFID, και αυτές που χρησιμοποιούνται σε κάθε στιγμή. Το παγκόσμια υποσύστημα έχει ένα κύριο τερματικό σταθμό.

4.3.1.5 Το πρωτότυπο

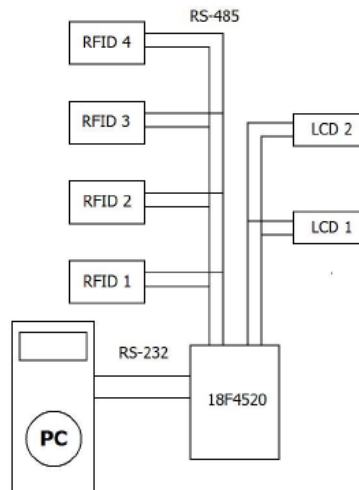
Στο τμήμα αυτό περιγράφεται εν συντομία ένα μικρό πρωτότυπο που έχουμε κατασκευάσει έτσι, ώστε να ελέγχεται η συνολική επίδοση του συστήματός μας. Το Σχήμα 4.3.1.5.α δείχνει το σχεδιάγραμμα. Η προσομοίωση διαιρείται σε πέντε ζώνες από τέσσερις ανιχνευτές RFID. Έχει μία ζώνη εισόδου (ζώνη 1), δύο μεταβάσεις (ζώνες 2 & 3) και δύο ζώνες προορισμού (ζώνες 4 & 5). Αυτό σημαίνει ότι εξετάζουμε δύο σταθμούς συγκέντρωσης.



Σχήμα 4.3.1.5.α Η διαρρύθμιση χώρου

Το κεντρικό υποσύστημα είναι γραμμένο σε Visual Basic γλώσσα ηλεκτρονικού υπολογιστή. Το κύριο σύστημα παρουσιάζει το σύνολο σημάτων που παράγονται από τους ανιχνευτές RFID, την κίνηση του ατόμου και τον αριθμό των ατόμων σε όλες τις ζώνες του χώρου. Όλες αυτές οι πληροφορίες εμφανίζονται με δύο διαφορετικούς τρόπους, είτε σε μορφή κειμένου ή γραφικά. Οι RFID κάρτες έχουν εμβέλεια έως και τρεις ίντσες. Έχουμε επιλέξει τέσσερις 13'56 Mhz. συσκευές RIDEC 5000 και I-Code RFID κάρτες. Αυτοί οι ανιχνευτές είναι σε θέση να διαβάσουν τις ετικέτες από μαγνητικό βρόχο και χωρίς επαφή. Καθεμία από αυτές τροφοδοτείται με αυτόνομο τρόπο και όλες τους είναι συνδεδεμένες με τον κεντρικό υπολογιστή χρησιμοποιώντας ένα RS-485 γραμμή. Αυτή η επιλογή μάς επιτρέπει να αυξήσουμε το σύστημά μας μέχρι εξήντα τέσσερις συσκευές RFID. Το σύνολο των RFID ανιχνευτών έχουν συνδεθεί ενσύρματα ως ένα αστέρι κύκλωμα με μία λογική οργάνωση που εδρεύει στο IEEE 802,5 token-ring τοπολογία [IEEE, 1985] Η στρατηγική αυτή μαζί με την RS-485 γραμμή μάς προσφέρει υψηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων, καθώς και την πιθανότητα χρήσης σχετικά μακριών καλωδίων (έως και 1200 μ.). Το υποσύστημα προσανατολισμός βασίζεται στο σχεδιασμό και IPSS scheduler [Moreno , 2004][Moreno , 2006]. Το υποσύστημα πληροφοριών είναι ένα ζευγάρι από οθόνες LCD τοποθετημένες στις δύο ζώνες μετάβασης. Κάθε οθόνη έχει τέσσερις γραμμές με είκοσι χαρακτήρες εύρος και μπορεί να δείξει μόνο δύο συμβουλές ταυτόχρονα. Όταν υπάρχουν περισσότεροι από δύο επιβάτες στην ίδια ζώνη, τα μηνύματα, πληροφορίες έχουν αλλάξει με τέτοιο τρόπο ώστε οι πληροφορίες για κάθε άτομο να παραμένουν στην οθόνη τουλάχιστον για δέκα δευτερόλεπτα. Έχουμε χρησιμοποιήσει 16 bit μικροελεγκτή PIC 18F4520 για να συνδεθούν οι RFID ετικέτες και οι οθόνες απεικόνισης του κύριου υπολογιστή.

Έχουμε επίσης αναπτύξει ένα τυπωμένο κύκλωμα της κάρτας για τη συγκεκριμένη συσκευή.



Σχήμα 4.3.1.5.β Δείχνει ένα απλοποιημένο διάγραμμα κυκλώματος.

4.4 Αλγόριθμοι ομαδοποίησης για RFID δίκτυα

4.4.1 Εισαγωγή

Το πρόβλημα προγραμματισμού ζητά - ποια είναι η βέλτιστη χρονική ακολουθία για τους διάφορους αναγνώστες RFID στο δίκτυο. Παρακάτω, έχουμε επικεντρωθεί στο πρόβλημα ομαδοποίησης και προγραμματισμού.

4.4.2 Το πρόβλημα της ομαδοποίησης

Η ομαδοποίηση αποτελεί μείζονα πρόκληση για την καλύτερη λειτουργία των δικτύων RFID. Χονδρικά, η ομαδοποίηση είναι το πρόβλημα εύρεσης ,με δεδομένους περιορισμούς, του σετ των αισθητήρων που μπορούν να συνδυαστούν για να παρέχουν την καλύτερη εκτίμηση της θέσης κατά την οποία γίνεται η ανίχνευση. Υπάρχουν αρκετοί αλγόριθμοι που προτείνονται για την επίλυσή του. Παρέχουμε δύο αλγόριθμους που δε χρειάζονται σχεδόν καθόλου υπολογισμούς, αλλά παρέχουν καλές ομαδοποιήσεις σε πολλές πρακτικές εφαρμογές. Μας δίνεται ένα σύνολο αποτελεσμάτων αισθητήρα $\{S_i\}_i = 1 \dots n$ και μία συνάρτηση κόστους με n επιχειρήματα, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε έναν αισθητήρα. Όλοι οι αισθητήρες μάς δίνουν πληροφορίες για ένα συμβάν E . Επισήμως, για κάθε αισθητήρα μάς δίνεται η συσχέτιση $\text{corr}S_i, E$ με την εκδήλωση που έχει εκτιμηθεί. Το πρόβλημα της ομαδοποίησης στη συνέχεια προσδιορίζει το υποσύνολο των $\{S_i\}_i = 1.. n$, που παρέχει την καλύτερη εκτίμηση \hat{E} της E .

Επιθυμούμε να μεγιστοποιηθεί η συσχέτιση $\text{corr}(E, \hat{E})$. Χωρίς κανένα περιορισμό, σαφώς θα μπορούσαμε επιλέξουμε ολόκληρο το $\{S_i\}_i$ σύνολο $n = 1 \dots n$. Για να προσεγγίσουμε δίκτυα με αναγνώστες RFID, στο παραπάνω πλαίσιο παραπάνω, πρέπει να το συσχετίσουμε σε αναγνώστες RFID. Τα πράγματα είναι κάπως περίπλοκα, διότι έχουμε να κάνουμε με ομάδες αναγνώσεων εδώ, και όχι με μόνο μία τυχαία μεταβλητή. Ας υποθέσουμε ότι όλοι οι αναγνώστες του δικτύου RFID όλοι έχουν την ίδια ικανότητα για ανάγνωση ετικετών. Περνάμε πολλά πακέτα ετικετών, κάθε ένα από τα οποία έχει περισσότερες ετικέτες, από την ικανότητα των αναγνωστών, μέσω του δικτύου.

Καταγράφουμε για κάθε κουτί:

1. το κλάσμα των ετικετών που υπάρχουν στο κουτί, που διαβάζεται από κάθε αναγνώστη
2. το κλάσμα των ετικετών διαβάζεται από κοινού από κάθε ζευγάρι των αναγνωστών.

Οι μέσες τιμές των φάσεων 1 και 2 παρέχουν σε μας αριθμητικές ποσότητες που βρίσκονται στο $[0,1]$ και ικανοποιούν όλες τις ιδιότητες των συσχετισμών. Οι μέσοι όροι των ενδείξεων στο βήμα 1 θα μας δώσουν τις συσχετίσεις ανάμεσα σε κάθε αναγνώστη και το πακέτο των

ετικετών, ενώ εκείνοι της φάσης 2 θα μας προσφέρουν τη διασταύρωση συσχετίσεων μεταξύ κάθε ζεύγους των αναγνωστών. Τέλος, η αναλογία των αριθμών των ετικετών που διαβάζονται από τους αναγνώστες θα μας δώσει την αξία της corr (E,Ê).

4.4.2.1 Αλγόριθμος Min-Max για συσπείρωση

Η βασική αίσθηση γι' αυτό τον αλγόριθμο είναι ότι, αν δύο αισθητήρες δώσουν μία παρόμοια άποψη για ένα γεγονός, μία από αυτές τις μετρήσεις είναι αποτελεσματική. Από την άλλη πλευρά, εάν δύο αισθητήρες δίνουν μια πολύ διαφορετική άποψη, τότε είναι σημαντικό να έχουμε και τις δύο αναγνώσεις για να έχουμε μια καλή περιγραφή του γεγονότος. Δεδομένου γεγονότος E και αισθητήρων $\{S_i\}_{i=1 \dots n}$ συμπεριλαμβανομένου του S_j εάν 1. corr (S_j , E) είναι υψηλό και 2. corr (S_i S_j) είναι χαμηλό για όλους τους αισθητήρες S_i , $i \neq j$ που βρίσκονται στο σύμπλεγμα. Με αυτό τον τρόπο, η ομαδοποίηση γίνεται ένα πρόβλημα Min-Max που επιδιώκει να βρει ένα $\{S_i\}_{i=1 \dots n}$ τέτοιο ώστε ο αναγνώστης S_i να βρίσκεται στην ομάδα αυτή, αν corr (S_i , E) είναι υψηλό και corr (S_i , S_j) είναι χαμηλό για S_j , $i \neq j$. Με άλλα λόγια, θέλουμε να βρούμε ομαδοποιήσεις που είναι συσχετισμοί να ελαχιστοποιούνται αλλά συσχετισμοί intracluster να μεγιστοποιούνται. Υπάρχουν εξελιγμένοι αλγόριθμοι σε ανάλυση δεδομένων που εκτελούν αυτό το min-max για σύνολα δεδομένων. Εντούτοις, ο αλγόριθμος που παρέχουμε κατωτέρω είναι σημαντικά απλούστερος και εξακολουθεί να διατηρεί το βασικό σκελετό των πιο εξελιγμένων αλγορίθμων.

4.4.2.2 Μια ανάλυση ιδιοτιμής με βάση αλγόριθμο για ομαδοποίηση

Παρουσιάζεται ένας άλλος απλός αλγόριθμος για να εκτελέσει ομαδοποίηση, που βασίζεται σε μία ανάλυση ιδιοτιμής του πίνακα συσχέτισης των αισθητήρων.

Algorithm 1 Min-Max sensor clustering algorithm

- 1: Order $\{S_i\}_{i=1, \dots, n}$ in descending order of correlation with event.
 - 2: Pick two thresholds $0 < \gamma, \delta < 1$. These will be the performance parameters.
 - 3: From remaining sensors in $\{S_i\}_{i=1, \dots, n}$, delete sensors whose cross-correlation with sensor picked in Step 1 exceeds γ and correlation with event is below δ .
 - 4: Goto Step 1.
-

Σχήμα 4.4.2.2.α Αλγόριθμος ομαδοποίησης min-max

Πρώτα θα υπολογιστεί η συσχέτιση της μήτρας R του συνόλου των αναγνωστών $\{S_i\}_{i=1 \dots n}$ ως εξής.

$$R = \begin{pmatrix} corr(S_1, S_1) & \dots & corr(S_1, S_n) \\ \vdots & & \vdots \\ corr(S_n, S_1) & \dots & corr(S_n, S_n) \end{pmatrix}$$

Η μήτρα R είναι συμμετρική, αναστρέψιμη και θετικά ορισμένη. Κατά συνέπεια, το σύνολο των ιδιοτιμών του $\lambda_1 \dots \lambda_n$ είναι θετικές. Η R διαγωνιοποιείται. Με άλλα λόγια $R^{-1} = TRT^{-1} = \text{Diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ είναι ένας διαγώνιος πίνακας. Ας υποθέσουμε ότι $\lambda_1 \gg \dots \gg \lambda_n$. Έτσι T ένας γραμμικός μετασχηματισμός, που μετασχηματίζει την είσοδο του αισθητήρα $\{S_i\}_{i=1 \dots n}$ σε ένα σύστημα εικονικών αισθητήρων $\{S'_i\}_{i=1 \dots n}$. Οι εικονικοί αισθητήρες $\{S'_i\}_{i=1 \dots n}$ είναι ασυσχέτιστοι. Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι ο πίνακας συσχετίσεων R' του συνόλου των εικονικών αισθητήρων είναι διαγώνιος. Αν κανονίσουμε τη διαγώνια ιδιοτιμή στην τάξη μεγέθους, ο εικονικός αισθητήρας που αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη ιδιοτιμή είναι ο εικονικός αισθητήρας με τις περισσότερες πληροφορίες. Δεδομένης της συσχέτισης μεταξύ αναγνώστη και γεγονότος, αυτό σημαίνει ότι αυτός ο εικονικός αισθητήρας θα διαβάζει περισσότερες ετικέτες από τους άλλους εικονικούς αναγνώστες. Αυτή η γνώση οδηγεί αμέσως σε έναν αλγόριθμο για την επιλογή των αισθητήρων για την ομαδοποίηση. Με βάση την απόδοση που είναι επιθυμητή, επιλέγουμε ένα όριο και εικονικούς αισθητήρες από το σύνολο $\{S'_i\}_{i=1 \dots n}$, των οποίων οι ιδιοτιμές είναι μεγαλύτερες από το επιλεγμένο όριο. Ο T μετασχηματισμός τότε τους συγκεκριμενοποιεί

Algorithm 2 Eigenvalues based clustering algorithm

- 1: Transform set $\{S_i\}_{i=1, \dots, n}$ into uncorrelated set $\{S'_i\}_{i=1, \dots, n}$
 - 2: Let $\lambda_1 > \dots > \lambda_n$ be corresponding eigenvalues (reorder if necessary)
 - 3: Use performance measure to pick threshold κ
 - 4: Discard sensors from $\{S'_i\}_{i=1, \dots, n}$ whose correlation is less than κ
 - 5: Transform the remaining sensors from $\{S'_i\}_{i=1, \dots, n}$ into their corresponding original set $\{S_i\}_{i=1, \dots, n}$.
 - 6: This set forms the desired cluster.
-

Σχήμα 4.4.2.2.β Αλγόριθμος για την επιλογή των αισθητήρων για την ομαδοποίηση

4.4.3 Αλληλεπίδραση της ομαδοποίησης και του προγραμματισμού

ΠΡΟΤΑΣΗ 1:

Για κάθε εικονικό αισθητήρα που εμφανίζεται σε μία ομαδοποίηση, ο πραγματικός αισθητήρας δεν πρέπει να ενεργοποιείται ταυτόχρονα.

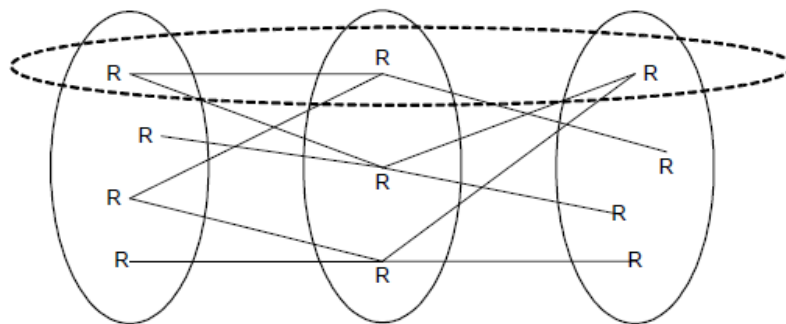
Απόδειξη:

Εμείς τελικά επιδιώκουμε να συνδυάσουμε τις ενδείξεις των αισθητήρων σε ένα εικονικό αισθητήρα και να αντλήσουμε πληροφορίες σχετικά με ένα συγκεκριμένο γεγονός. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις να εξεταστεί το ενδεχόμενο. Αν οι αναγνώστες συγκρουστούν, τότε δε θα πρέπει να διαβάσουν ταυτόχρονα. Από την άλλη πλευρά, εάν δε συγκρουσθούν, τότε οι τομείς τους δε συμπίπτουν και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατόν να βρίσκονται σε όλους τους τομείς ταυτόχρονα. Σε κάθε περίπτωση, όταν λειτουργούν όλοι οι αισθητήρες ταυτόχρονα είναι αντιπαραγωγικό.

Στην πρώτη περίπτωση της παραπάνω απόδειξης, ο αλγόριθμος ομαδοποίησης δε βάζει κάποιο επιπρόσθετο περιορισμό για την αποφυγή συγκρούσεων. Αλλά στη δεύτερη περίπτωση το κάνει. Για παράδειγμα, εάν ο εικονικός αισθητήρας $S'1 = S1-2S2 + S5$, τότε οι πραγματικοί αισθητήρες $S1, S2$ και $S5$ δεν πρέπει να ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα.

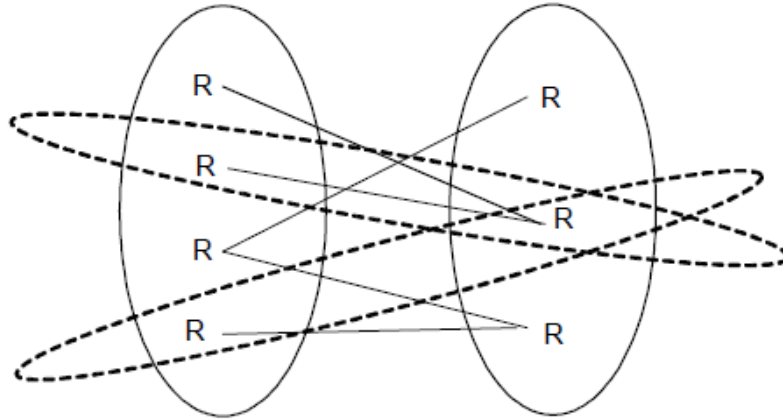
Αυτό είναι σημαντικό, διότι μπορεί να βρισκόμαστε στην περίπτωση που η $S1, S2$ και $S5$ δεν έχουν καμία σύγκρουση. Η γραφική αναπαράσταση αλγόριθμου για συστήματα προγραμματισμού παρουσιάζεται στην [Deolalikar , 2005] και δεν αποκλείει την ταυτόχρονη ενεργοποίηση. Ωστόσο, η πρόσθετη υποχρέωση που επιβάλλεται από τον αλγόριθμο αποκλείει αυτό. Το καθαρό αποτέλεσμα είναι ότι ο κύκλος του χρόνου για την ολοκλήρωση της ενεργοποίησης αυξάνει. Επιστρέφοντας στους RFID αναγνώστες, η ομαδοποίηση για ένα συγκεκριμένο γεγονός πρέπει να επιλεγεί από αναγνώστες έτσι ώστε να μην υπάρχουν δύο σε κάθε χώρο.

Με άλλα λόγια, μία ομαδοποίηση θα επιλεγεί. Μία στρατηγική θα ήταν να επιλέξουμε μία ομαδοποίηση τέτοια ώστε να έχει ακριβώς έναν αναγνώστη από κάθε διαμέρισμα. Αυτή η ιδέα της επιλογής μίας ομαδοποίησης απεικονίζεται στο Σχήμα 4.4.3.α

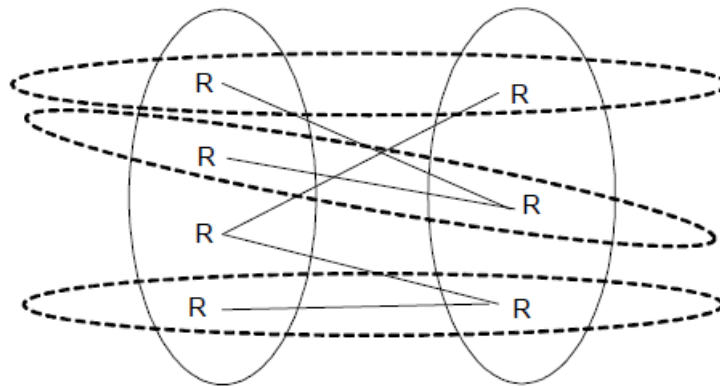


Σχήμα 4.4.3.α Τριμερές γράφημα, τα άκρα δηλώνουν σύγκρουση αναγνώστη

Το ερώτημα που τίθεται αμέσως είναι αν θα αφήσουμε να ξαναγίνει μία ομαδοποίηση; Με άλλα λόγια, μπορεί ο αναγνώστης RFID να εκπροσωπήσει κατάτμηση σε δύο διαφορετικές ομαδοποιήσεις; Πότε το ένα θα προτιμήσει μία προσέγγιση πάνω στο άλλο; Τα δύο σενάρια απεικονίζονται στα σχήματα 4.4.3.β. και 4.4.3.γ.



Σχήμα 4.4.3.β. Διμερές σύστημα με επικαλυμμένες ομαδοποιήσεις. Αλληλεπικαλύψεις είναι επωφελείς σε ορισμένα σενάρια



Σχήμα 4.4.3.γ Διμερές σύστημα με μη αλληλεπικαλυπτόμενες ομάδες. Αυτό εξαλείφει τα μεμονωμένα κέντρα για πολλαπλές αποτυχημένες ομαδοποιήσεις

Αλληλεπικαλυμμένες ομαδοποιήσεις πρέπει να προτιμηθούν σε μία κατάσταση όπου ορισμένα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των αισθητήρων κινητοποιούν ένα τέτοιο σενάριο. Μια τέτοια περίπτωση θα ήταν όταν ένας μεγάλης δύναμης αναγνώστης επιμερίζεται με χαμηλότερης δύναμης τοπικούς αναγνώστες. Σε άλλες περιπτώσεις, οι επικαλύψεις δεν είναι επιθυμητές.

Ορισμός 1: Ένα τέλειο ταίριασμα σε ένα διμερές γράφημα $G = (V1 \cup V2, E)$ είναι μια χαρτογράφηση $f: V2 \rightarrow V1$ ώστε για κάθε $x \in V2$ υπάρχει μια ακμή $e \in E$ με τελικά σημεία x και $f(x)$. Για κάθε υποσύνολο $A \subset V2$, ορίζεται το ΔA να είναι το σύνολο όλων των κορυφών $y \in V1$ που είναι τελικά σημεία των άκρων με ένα τελικό σημείο στο A .

Το θεώρημα του Hall του, διαισθητικά, δηλώνει ότι η προφανής αναγκαία προϋπόθεση για ένα τέλειο ταίριασμα αποδεικνύεται και αποτελεσματική.

Θεώρημα 1.

Έστω $G = (V1 \cup V2, E)$ είναι ένα διμερές γράφημα. Υπάρχει μία τέλεια αντιστοίχιση $f: V2 \rightarrow V1$ αν και μόνο αν για κάθε υποσύνολο A του $V2$, $|\Delta A| \geq |A|$.

Υπάρχουν χαμηλής πολυπλοκότητας πολυωνυμικοί αλγόριθμοι, που βρίσκουν τέλεια εφαρμογή σε ένα διμερές γράφημα. Τα περισσότερα από αυτά είναι παραλλαγές αυτού που είναι γνωστό ως "Ουγγρικός αλγόριθμος" .[Dossey , 1997].

4.5 Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός RFID συστήματος καθοδήγησης

Γενικά οι περισσότεροι άνθρωποι δεν είναι εξοικειωμένοι με το περιβάλλον των εσωτερικών χώρων, επειδή οι περισσότεροι εσωτερικοί χώροι είναι παρόμοιοι. Αν και η τεχνολογία GPS σε συνδυασμό με το GIS έχει ευρέως εφαρμοστεί σε πολλές εφαρμογές πλοήγησης, θα μπορούσε να είναι ακόμη ανεπαρκής σε ένα εσωτερικό περιβάλλον όπου τα σήματα GPS έχουν συχνά σοβαρά εμπόδια. Προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων, η τεχνική του RFID (Radio Frequency Identification) έχει χρησιμοποιηθεί για να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην εντόπιση ενός εσωτερικού συστήματος καθοδήγησης. Επιλέγοντας τα σημεία αρχής και τέλους της λειτουργίας, το σύστημα κατεύθυνσης μπορεί να δείξει ότι υπάρχει άμεση διαδρομή με τη μικρότερη απόσταση. Τα μηνύματα 'κατευθυντήριες οδηγίες' περιλαμβάνουν την προτεινόμενη διαδρομή, τροποποιημένη πορεία ανάλογα με την κίνηση, η οποία μπορεί αμέσως να παρουσιάζεται στους χρήστες και να καταλήγουν στον προορισμό μέσω γραφικών και interfaces φωνή του συστήματος. Αυτό το σύστημα καθοδήγησης έχει δοκιμαστεί εκτενώς και για τις λειτουργίες της λειτουργίας του και αξιολογήθηκε από μια ομάδα χρηστών, που δείχνει ότι ο μέσος χρόνος για την εξεύρεση τρόπου σε μια εσωτερική μελέτη καθοδήγησης μπορεί να διεξαχθεί με αποτελεσματικότητα και να μειωθεί κατά 50%.

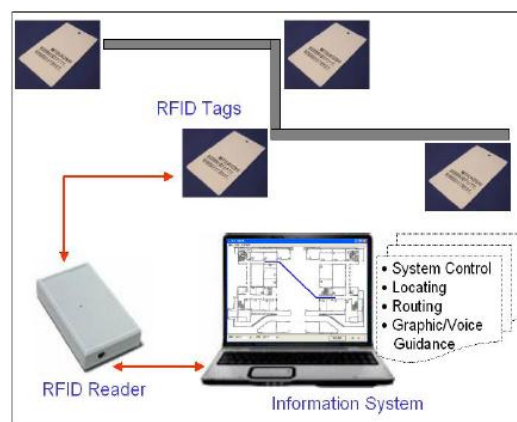
Αυτό το πρωτότυπο για ένα εσωτερικό σύστημα καθοδήγησης είναι προϋποθέτει, οι χρήστες να είναι ικανοί να εργαστούν με μια φορητή συσκευή, όπως ένα PDA ή κινητό τηλέφωνο, έτσι ώστε να ευνοείται η πρακτική εφαρμογή.

4.5.1 Ανάπτυξη Συστημάτων

Η αρχιτεκτονική του συστήματος και τα στοιχεία της ετικέτας ήταν και τα δύο σχεδιασμένα για το σκοπό της ανάπτυξης ενός εσωτερικού συστήματος καθοδήγησης, που βασίζεται στο RFID για τον εντοπισμό.

4.5.1.1 Αρχιτεκτονική Συστημάτων

Το RFID με βάση το εσωτερικό σύστημα καθοδήγησης είναι κατασκευασμένο όπως φαίνεται στην εικόνα. 1.



Σχήμα 4.5.1.1 RFID με βάση το εσωτερικό σύστημα καθοδήγησης

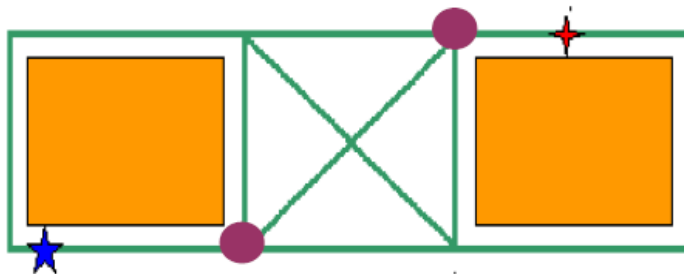
Αυτό το πληροφοριακό σύστημα αποτελείται από τέσσερις βασικές λειτουργίες: τον έλεγχο του συστήματος, τον εντοπισμό, τη δρομολόγηση και τα γραφικά / φωνή καθοδήγησης. Μετά τη ρύθμιση των δεδομένων, την αποθήκευση ετικετών κατά μήκος των εσωτερικών διαδρομών εκ των προτέρων, το σύστημα αρχίζει τις εργασίες με την επιλογή ενός σημείου του ενδιαφέροντος. Το σύστημα πληροφόρησης στη συνέχεια ενεργοποιεί τον αναγνώστη RFID για να ανακτήσει τις χωρικές πληροφορίες από τις πλησιέστερες ετικέτες με βάση τη λειτουργία του ελέγχου, και εντοπίζει τη θέση του χρήστη σε ένα χάρτη με το σύστημα της λειτουργίας του εντοπισμού. Βάσει της συντομότερης διαδρομής για κάθε σημείο απόφασης, όπως πρότείνει το σύστημα, το σύστημα καθοδήγησης λειτουργεί τα γραφικά του και τις λειτουργίες φωνής για να καθοδηγήσει το χρήστη στον προορισμό.

4.5.1.2 Software και Hardware

Το κλειστό σύστημα καθοδήγησης χτίστηκε σε ένα φορητό υπολογιστή εξοπλισμένο με Microsoft Windows XP, Intel Pentium (R) 4 κινητά CPU (1,6 GHz) και μνήμη RAM 256 MB. Το σύστημα είχε ενταχθεί στον προγραμματισμό χρησιμοποιώντας το Microsoft Visual Basic 6.0, το οποίο αντιστοιχεί με το zlg500B.dll βιβλιοθήκη. Λειτουργεί για την ανάπτυξη της εντολής ελέγχου για τον αναγνώστη RFID. Επιπλέον, η διασύνδεση φωνής βασίζεται στο Microsoft Speech SDK 5.1. Μία σχετικά χαμηλού κόστους συσκευή κρίθηκε σε αυτό το στάδιο είναι ανάπτυξης, συνεπώς, χρησιμοποιείται παθητικού τύπου RFID. Το σύστημα που χρησιμοποιείται της Philips MIFARE RC 500 RFID αναγνώστη, όπως ο εντοπισμός αισθητήρα. Αυτό το είδος των RFID βασίζεται στο πρωτόκολλο RS-232, 13,56 MHz συχνότητα, ISO14443A πρότυπο και κατ'ανώτατο όριο 10 εκατοστά το φάσμα της επικοινωνίας. Η ετικέτα που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον αναγνώστη RFID είναι ένα Mifare S50, το οποίο έχει μνήμη 1 KB.

4.5.1.3 Λειτουργία δρομολόγησης

Δεδομένου ότι το περιβάλλον των εσωτερικών χώρων είναι συνήθως αρκετά τακτικό, τα σημεία λήψης αποφάσεων που ορίζονται ως τα σημεία ενδιαφέροντος και στη στροφή τα σημεία στα δρομολόγια, μπορεί να δοθεί σε ένα κόμβο κωδικός μαζί με τη θέση του, το συντονισμό και τη χωρική σχέση με τους παρακείμενους κόμβους. Οι ετικέτες RFID, με ενσωματωμένη τη θέση με βάση πληροφορίες, επισυνάπτονται σε όλα τα σημεία λήψης αποφάσεων και χρησιμοποιούνται για να παρέχουν τις αναγκαίες πληροφορίες για τη συνήθη λειτουργία για την εκτέλεση της εσωτερικής καθοδήγησης. Σε αυτή τη μελέτη, οι διαδρομές που συνδέουν τους δύο γειτονικούς κόμβους προσδιορίζονται ως «διαθέσιμη» διαδρομή. Για την υλοποίηση της εφαρμογής των πληροφοριών της διαδρομής, ένα σενάριο με περισσότερο από ένα μονοπάτι μεταξύ των δύο κόμβων είναι αυτό που απεικονίζεται στο Σχήμα 4.5.1.3.



Σχήμα 4.5.1.3 «διαθέσιμες» διαδρομές μεταξύ δύο κόμβων (Τα σύμβολα του σταυρού, αστερί και ο κύκλος αντιπροσωπεύουν την αρχή, το τέλος και τα σημεία διαδρομής, αντίστοιχα)

Η πρακτική λειτουργία που εγκρίθηκε από το σύστημα δρομολόγησης είναι η εξής:

1. System and Device Initiation
2. Select Case Function
3. Case Locating:
4. RF Sensing; Read Block C1
5. Case Way Finding:
6. RF Sensing; Read Block Coordinate & Node
7. Until Node = Destination or Stop Character
8. End Select
9. If Stop Character < > True Then
10. Guide Location or Path via Speech & GUI
11. Else: Show Message
12. End If

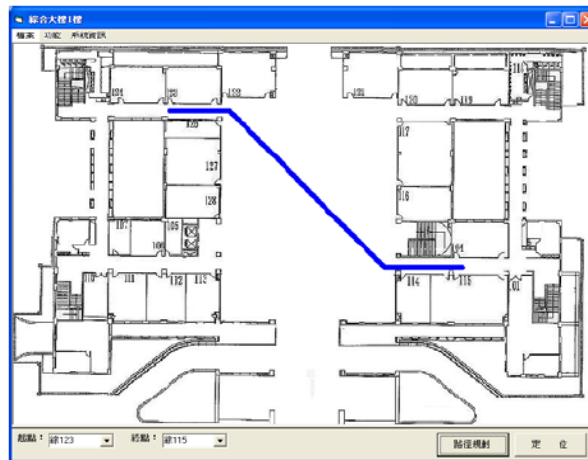
4.5.1.4 Tag Περιεχόμενα

Λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς μνήμης μιας ετικέτας, θα είναι σχεδόν αδύνατο να αποθηκεύσουμε όλες τις απαιτούμενες χωρικές πληροφορίες σε μια ετικέτα. Ωστόσο, ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες, όπως οι συντεταγμένες και οι κωδικοί των σημείων απόφασης, μπορούν να ενσωματωθούν σε ετικέτες για την εφαρμογή. Το σχέδιο συντονίζει συνιστώσες (x, y) για ένα τοπικό πλαίσιο που μετρώνται και αποθηκεύονται στις ετικέτες για κάθε σημείο απόφασης. Αυτά τα δεδομένα του συστήματος συντεταγμένων, που μπορούμε να τα δούμε εύκολα, υπολογίζουν την απόσταση και τον προσδιορισμό της θέσης μεταξύ δύο σημείων.

4.5.2 Παρουσίαση του συστήματος

Το σύστημα κατεύθυνσης που αναπτύσσεται στη μελέτη αυτή, μπορεί να εφαρμόζεται για τον έλεγχο της συσκευής RFID ώστε να εντοπίζεται μία θέση, προτείνει τη συντομότερη διαδρομή και παράγει τόσο γραφικά όσο και φωνητικά μηνύματα καθοδήγησης. Το σύστημα δοκιμάστηκε για το ισόγειο του κτηρίου διοίκησης στο Yu-Da Πανεπιστήμιο. Η λειτουργία του συστήματος έχει αποδειχθεί και περιγραφεί ως εξής:

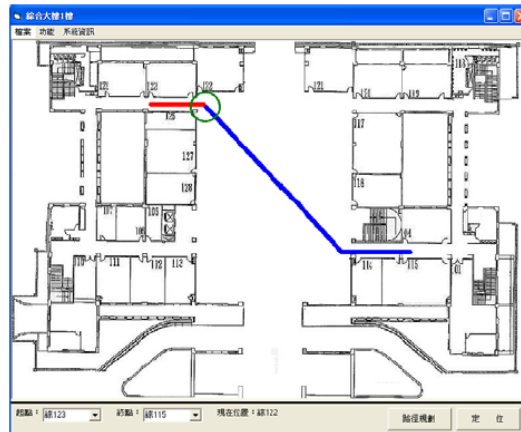
- (1) Επιλέξτε ένα κτήριο και πάτωμα από το μενού κύλισης στην επάνω αριστερή γωνία για να εμφανίσετε στο χάρτη σχέδιο για το σύστημα.
- (2) Επιλέξτε ένα σημείο εκκίνησης από το μενού κύλισης ,κάτω αριστερά περισσότερο για την αποστολή αυτή.
- (3) Επιλέξτε ένα τελικό σημείο, επίσης, στο κάτω μέρος αριστερά.
- (4) Πατήστε το πλήκτρο λειτουργίας στην κάτω δεξιά γωνία για να συνεχίσουμε τη δρομολόγηση και να παρέχουμε τη συντομότερη (βλ. Σχήμα. 4.5.2.α).



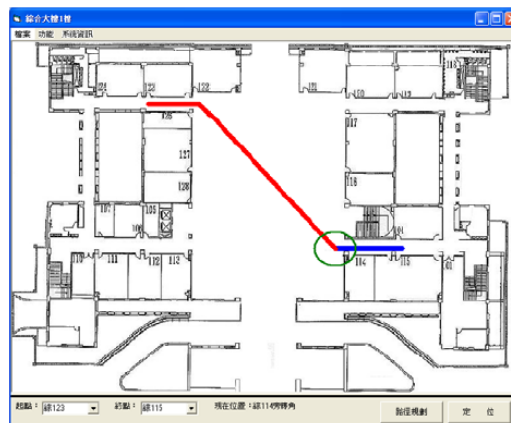
Σχήμα 4.5.2.α Routing για τη συντομότερη διαδρομή

(5) Πατήστε το πλήκτρο λειτουργίας και κάτω δεξιά πλέον για να ενεργοποιησει τον RFID αναγνώστη να εντοπίσει τη θέση του χρήστη.

(6) Για καθοδήγηση στο σημείο αναφοράς, το σύστημα εμφανίζει τη διαδρομή και παρουσιάζει τη θέση του χρήστη με διαφορετικό χρώμα (βλέπε κύκλους Σχήμα 4.5.2.β και 4.5.2.γ)

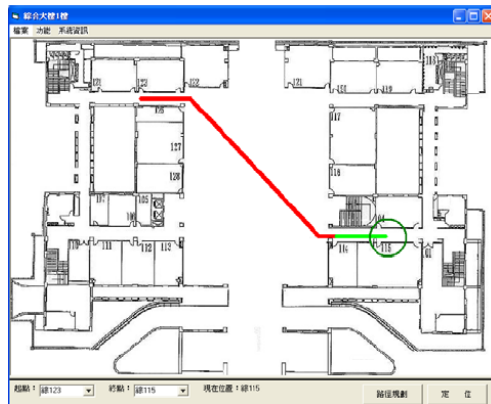


Σχήμα 4.5.2.β Καθοδήγηση κατά την έναρξη



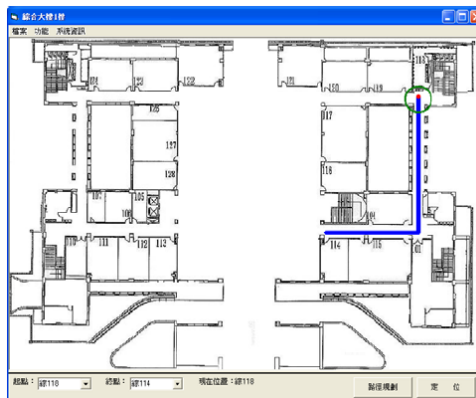
Σχήμα 4.5.2.γ Waypoint καθοδήγηση

Όσον αφορά το τελικό τμήμα της διαδρομής, το σημείο αναφοράς χρώμα αλλάζει και πάλι για να δείξει ότι ο χρήστης, χρησιμοποιώντας το RFID σύστημα με βάση κατευθυντήριες γραμμές, ακολούθησε την προτεινόμενη διαδρομή και έχει φθάσει στον / προορισμό του / της (Βλ. κύκλος στο Σχήμα 4.5.2.δ).

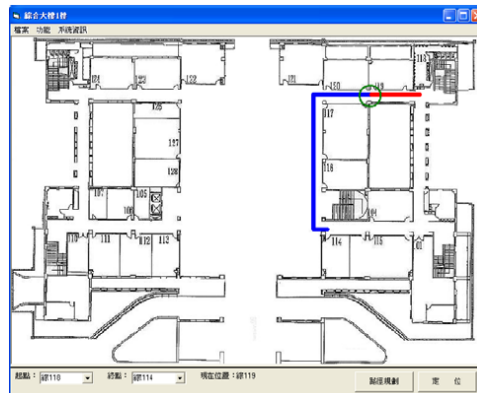


Σχήμα 4.5.2.ε Προσανατολισμός στο τέλος

(8) Για ένα χρήστη που δεν ακολουθεί την συντομότερη διαδρομή, δρομολογείται λειτουργία τροποποίησης που αναπτύχθηκε και παρέχεται από το σύστημα. Όπου φαίνεται στο Σχήμα. 4.5.2.ζ, ο χρήστης βρίσκεται στο σημείο εκκίνησης σχετικά με την προτεινόμενη διαδρομή. Το σύστημα των γραφικών εμφανίζει σύντομα μία νέα διαδρομή δρομολόγησης, βλέπε Σχήμα 4.5.2.η., όταν ανιχνεύεται από το σύστημα ότι κάθε σημείο διαδρομής βρίσκεται να είναι διαφορετικό από αυτό που προτείνεται.

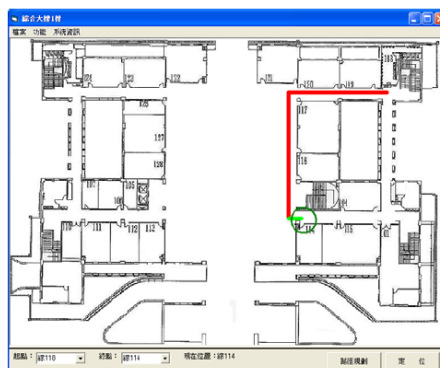


Σχήμα 4.5.2.ζ Εντοπισμός κατά την έναρξη της προτεινόμενης διαδρομής



Σχήμα 4.5.2.η. Καθοδήγηση Waypoint μετά τη δρομολόγηση τροποποίησης

(9) Μετά τη δρομολόγηση τροποποίησης, ο χρήστης μπορεί να ακολουθήσει δύο, τη γραφική και τη φωνητική καθοδήγηση για τον προορισμό (βλέπε Σχήμα 4.5.2.θ).



Σχήμα 4.5.2.θ Οδηγίες, στο τέλος, μετά τη δρομολόγηση τροποποίησης

4.5.3 Δοκιμές απόδοσης

Για τον προσδιορισμό της απόδοσης της χρήσης αυτής της RFID που βασίζεται στο εσωτερικό σύστημα καθοδήγησης, διενεργήθηκε αξιολόγηση προσκαλώντας 10 επισκέπτες να βρουν το δρόμο τους από το ίδιο σημείο εκκίνησης για τον ίδιο προορισμό. Ο χρόνος που απαιτήθηκε από κάθε συμμετέχοντα καταγράφηκε και χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος. Οι 10 συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ίσες ομάδες. Πέντε συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν το σύστημα κατεύθυνσης, και οι άλλοι πέντε δε

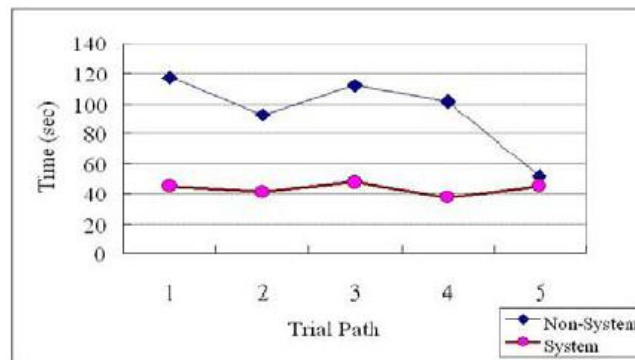
χρησιμοποίησαν καμία βοηθητική διάταξη για καθοδήγηση. Συνολικά 5 τμήματα των μονοπατιών δοκιμής επιλέχθηκαν από το περιβάλλον των εσωτερικών χώρων για τις δοκιμές. Οι μέσοι χρόνοι παρατίθενται στον Πίνακα 4.5.3

Πίνακας 4.5.3 Μέσος χρόνος για τις δύο ομάδες

Trial Path	Non-System User (sec)	System User (sec)	Reduction (sec)	Efficiency (%)
1	118	45	73	62%
2	92	41	51	55%
3	112	48	64	57%
4	102	37	65	64%
5	51	45	6	12%
Average	95	43	52	50%

Η απόδοση του προτεινόμενου συστήματος, με βάση την αναλογία του χρόνου που εξοικονομεί ο χρήστης του συστήματος και του χρόνου που απαιτείται από το χρήστη που δεν είναι το σύστημα, δίνεται επίσης στον Πίνακα 4.5.3

Η σύγκριση της διαφοράς της ώρας για κάθε μονοπάτι φαίνεται στο Σχήμα 4.5.3



Σχήμα 4.5.3 Σύγκριση του χρόνου για τα πέντε μονοπάτια

Είναι προφανές από τον πίνακα 4 ότι οι χρήστες του συστήματος χρειάζονται λιγότερο χρόνο σε κάθε μονοπάτι δοκιμή για να βρουν τον προορισμό. Ο μέσος χρόνος που απαιτείται για καθένα από τα 5 μονοπάτια θα μπορούσε να μειωθεί από 95 δευτερόλεπτα έως 43 δευτερόλεπτα, όταν το RFID σύστημα που βασίζεται καθοδήγησης εφαρμοστεί. Ο δείκτης απόδοσης έδειξε ότι ο χρόνος που απαιτείται θα μπορούσε να μειωθεί σημαντικά κατά 50%, με τη χρήση του προτεινόμενου συστήματος καθοδήγησης.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό το σύστημα κατεύθυνσης εφαρμόστηκε σε ένα μικρό και απλό χώρο μετρήσεων περίπου 100 m x 100 m, σε κανονικό δωμάτιο και διαδρομή πρότυπα.

Κεφάλαιο 5

Τρόπος εφαρμογής λογισμικού

5.1 Η άσκηση διάσωσης 'Alaska mass rescue'

Η άσκηση διάσωσης 'Alaska mass rescue' - Ketchikan, AK, Απρίλιος 2009:

USCG, η Πυροσβεστική Υπηρεσία του Ketchikan, Holland America Line και η "US Customs and Border Protection χορήγησαν μία σημαντική προσπάθεια, την προσομοίωση της εκκένωσης 1800 επιβατών και 700 από το πλήρωμα, από το πλοίο στην ακτή.

Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους της άσκησης ήταν η 100% καταμέτρηση των επιβατών και του πληρώματος σε όλη τη διάρκεια της άσκησης.

5.2 Τα αποτελέσματα της άσκησης διάσωσης

-100% καταμέτρηση κατά τη διάρκεια της επιβίβασης σε σωστικές λέμβους. 1781 επιβάτες και πλήρωμα μετρήθηκαν που ανέβαιναν σε βάρκες και σχεδίες, σε μόλις 2 ώρες, χρησιμοποιώντας μόνο 2 PDAs. Στην πραγματικότητα, αυτό θα είχε επιτευχθεί σε περίπου 20 λεπτά. με τον κατάλληλο αριθμό PDAs. Η καταμέτρηση σε κάθε σωσίβια λέμβο, που είχε 150 επιβάτες, επιτεύχθηκε σε 7 λεπτά.

5.3 Αποτελέσματα

Στην ξηρά, 478 άτομα μετρήθηκαν, ακόμα και με την απουσία ενός ασύρματου δικτύου.

Όταν η ικανότητα του δικτύου αποκαταστάθηκε, τα δεδομένα αυτά φορτώθηκαν αυτόματα στο διακομιστή από τα PDAs. Το γεγονός αυτό επέτρεψε στο 'beachmaster' και όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη να έχουν πρόσβαση σε ακριβή δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τον εντοπισμό των επιβατών και του πληρώματος.

5.4 Για ποιο λόγο χρειάζεται να εφαρμοστεί το σύστημα

ΜΑΙΒ αναφορά για τη φωτιά στο 'STAR PRINCESS'

-Όποιαδήποτε μέθοδος χρησιμοποιείται, η συγκέντρωση χιλιάδων επιβατών, ιδιαίτερα με όνομα και αριθμό καμπίνας, αναπόφευκτα θα πάρει πολύ χρόνο. Πέρα από τις δυσκολίες,

όπως ονόματα που είναι δύσκολο να προφέρεις, γλώσσα, ίδια επώνυμα και επιβάτες που δεν ακούνε, να φωνάξεις 500 ονόματα θα πάρει πάνω από μία ώρα...'

- '...μέχρις ότου η τεχνολογία αναπτυχθεί, θα είναι δύσκολη η ολοκληρωμένη 'αναφήνηση' επιβατών σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα...'



Σχήμα 5.4 Η φωτιά στο 'Star Princess'

5.5 Η απώλεια του Sea Diamond

Η απώλεια του 'Sea Diamond' , Απρίλιος 2007

-Η μη καταμέτρηση δύο επιβατών κατά τη διάρκεια της εκκένωσης από το Sea Diamond δείχνει την ανικανότητα των χειροκίνητων συστημάτων να παρέχουν το επίπεδο των πληροφοριών που απαιτείται για την καταμέτρηση και την προστασία των επιβατών, σε ένα περιστατικό έκτακτης ανάγκης.



Σχήμα 5.5 Η περίπτωση του 'Sea Diamond'

5.6 Πώς βοηθάει η τεχνολογία

Παρέχει ένα σύστημα που με ακρίβεια βρίσκει όλους τους επιβάτες των πλοίων, μικρών ή μεγάλων, σε πραγματικό χρόνο.

Με τη χρησιμοποίηση των συστημάτων ανίχνευσης, όπως barcodes καιRFID, το λογισμικό (CT@G)® των καινοτόμων προϊόντων ασφάλειας με τη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας και με εγκατεστημένες τις διεργασίες και διαδικασίες για την ασφάλεια, επιτρέπει την ταχεία, ακριβή, και πραγματικό χρόνο ένδειξη των ανθρώπων. Επιτρέπει επίσης την καταμέτρηση των επιβατών και του πληρώματος, κατά την άφιξη σε κάθε σωσίβια λέμβο. Χρησιμοποιώντας WiFi συνδέσεις στο δίκτυο του πλοίου, ακριβής 'θέσεις' σε πραγματικό χρόνο, αναφορές είναι άμεσα διαθέσιμες στην Διοίκηση για τον έλεγχο του προσωπικού. Το λογισμικό (CT@G) είναι web-based έτσι ώστε οι πληροφορίες να μπορούν διατίθενται και στην ξηρά, τις αρμόδιες αρχές και άλλους.

5.7 Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Έλεγχος της παρουσίας προ της αναχώρησης
- Ανιχνεύσιμα περιστατικά
- Πραγματική 'εικόνα' γεγονότων που εξελίσσονται
- Αξιοπιστία
- Βέλτιστη χρήση πόρων
- Έγκαιρη υπόδειξη των δυνητικών προβληματικών και περιοχών
- Αποτελεσματική παρακολούθηση των παιδιών, των οικογενειών και επιβατών με ειδικές ανάγκες
- Αυτόματη επίγνωση της κατάστασης για τους πλοιοκτήτες στις αρχές

5.8 Το όφελος της μεθόδου

Ποιο είναι το τελικό όφελος; Σε περίπτωση εγκατάλειψης του πλοίου, όλα τα δεδομένα πηγαίνουν στην ξηρά με το πλήρωμα στη σωστική λέμβο, για αποτελεσματική και ακριβή αναφορά της καταμέτρησης των επιζώντων!

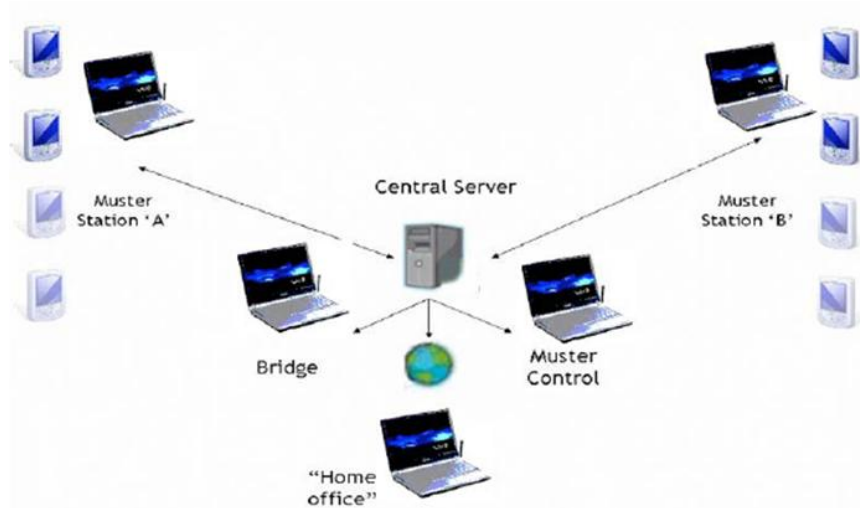


Σχήμα 5.8 Σωσίβιο με tag

5.9 Μεθοδολογία αναγνώρισης

Το σύνολο του προσωπικού επί του σκάφους μπορεί να αναγνωρισθεί από barcodes ή ετικέτες RFID που βρίσκονται στις καρτέλες τους, ή στα δελτία ταυτότητας ή στα σωσίβια, από το λογισμικό και τα WiFi και με τον εξοπλισμένο των Portable Data Assistants (PDA). Οι σαρωμένες πληροφορίες από το PDA μεταφέρονται στον κεντρικό υπολογιστή του πλοίου. Με το πέρασμα πληροφοριών ID από το σύστημα παρακολούθησης του λογισμικού στο σύστημα διοίκησης του πλοίου, το 'βλέπει' σε πραγματικό χρόνο, την αναγνωρισιμότητα και τον αριθμό επιβατών και του πληρώματος.

Hardware Barcode και / ή RFID σαρωτές είναι εφοδιασμένα σε φορητά PDA προγραμματισμένα με προσαρμοσμένο λογισμικό διαχείρισης δεδομένων. Ένας ή περισσότεροι αναγνώστες μπορούν να χρησιμοποιούνται σε κάθε σωστική λέμβο. Συλλέγονται δεδομένα που μεταφέρονται σε άλλες συσκευές PDA με Wi-Fi σε δίκτυα δεδομένων του πλοίου. Είναι διαθέσιμα στην οθόνη σε τοπικούς υπολογιστές στους σταθμούς συγκέντρωσης και σε άλλες κεντρικές θέσεις, για να δώσει το λογισμικό (CT@G) σε πραγματικό χρόνο τον αριθμό των επιβατών και του πληρώματος. Πληροφορίες και οδηγίες μπορούν να μεταδίδονται και από το Κέντρο Ελέγχου έκτακτης ανάγκης στα PDA στους υπεύθυνους για τη συγκέντρωση στις σωστικές λέμβους.



Σχήμα 5.9 Σύστημα τοπολογίας

5.10 Επισκόπηση λογισμικού



Σχήμα 5.10 Οθόνη κεντρικού ελέγχου για καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης

- Ενημέρωση για την ταυτότητα του επιβάτη
- Εμφάνιση της προόδου και της διαδικασίας της συγκέντρωσης των επιβατών
- Διαδικασία και πρόοδος για την εγκατάλειψη του πλοίου
- Βοηθητικές λειτουργίες

5.10.1 Αρχικοποίηση επιβατών και πληρώματος

-Η λίστα του πληρώματος για την ασφάλεια ενημερώνεται σε κάθε υπολογιστή τσέπης(PDA) με τη χρήση του ασύρματου δικτύου του πλοίου έτσι ώστε το σύστημα να περιέχει τις πιο τελευταίες πληροφορίες.

-Στην περίπτωση εσφαλμένου δικτύου, το PDA αποθηκεύει τα δεδομένα μέχρις ότου το δίκτυο να ανακάμψει, οπότε και ενημερώνεται αυτόματα.



Σχήμα 5.10.β Οθόνη επιλογής τεσσάρων διαφορετικών καταστάσεων

5.10.2 Επιλογή τύπου συγκέντρωσης

-Για ευκολία χρήσης, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μεταξύ του 'Controlled Muster', ασκήσεις επιβίβασης των επιβατών ή Emergency Muster',πραγματική κατάσταση εκτάκτου ανάγκης.



Σχήμα 5.10.2 Επιλογή τύπου συγκέντρωσης

5.10.3 Εκκίνηση συγκέντρωσης

-Στην εκκίνηση της συγκέντρωσης αυτή η οθόνη θα εμφανιστεί σε όλα τα PDA

-Το πλήρωμα τώρα μπορεί να αρχίσει το σκανάρισμα στο σταθμό συγκέντρωσης



Σχήμα 5.10.3 Εκκίνηση συγκέντρωσης

5.10.4 Ταυτότητα επιβατών και καταγραφή

-Σε καταστάσεις ελέγχου, χρησιμοποιώντας τις κάρτες επιβίβασης τα δεδομένα τους αυτόματα αποθηκεύονται στο σύστημα και η ταυτότητά τους επιβεβαιώνεται στο κάτω μέρος της οθόνης.

-Μέσα σε δευτερόλεπτα, ο επόμενος επιβάτης μπορεί να σκαναριστεί και να καταγραφεί.



Σχήμα 5.10.4 ταυτότητα επιβατών και καταγραφή

5.10.5 Επιβάτες χωρίς ταυτότητα

- Το Ραχ έρχεται χωρίς κάρτα επιβίβασης
- Εισάγουμε το όνομα του επιβάτη ή τον αριθμό της καμπίνας
- Επιλέγουμε 'Muster'
- Ο επιβάτης αυτόματα καταμετράται



Σχήμα 5.10.5 Επιβάτες χωρίς ταυτότητα

5.10.6 Παιδιά και βρέφη

- Με τα παιδιά, η αρχική ταυτότητα μπορεί να είναι είτε κάρτα επιβίβασης είτε μία άλλη ετικέτα ταυτότητας.
- Όταν ένα παιδί 'συγκεντρώνεται', το πλήρωμα θα καταγράφει αν το παιδί συνοδεύεται.
- Με απαραίτητες συνδέσεις στη λίστα επιβατών, το λογισμικό (CT@G) θα επιτρέπει το οικογενειακό check-in από ένα ξεχωριστό για κάθε μέλος.



Σχήμα 5.10.6 Παιδιά και βρέφη

5.10.7 Επιβάτες με ειδικές ανάγκες

-Τα κατάλληλα πεδία δεδομένων ενσωματώθηκαν για να διασφαλίσουν ότι αυτοί οι επιβάτες είναι αναγνωρισμένοι στον ερχομό τους σε ένα σταθμό συγκέντρωσης.

-Για Pax με ειδικές ανάγκες, μία ξεχωριστή λίστα εμφανίζεται στο πλήρωμα, για να επιλέξει το κατάλληλο status.

The screenshot shows the PaxDetails form for a passenger with special needs. The form includes the following fields and options:

Pax No	102
LifeJacket	4036A
Cabin	4036
Name	LOVENBERG MARJORI
Pax Code	Aids & carer present
Station	Aids but unacc
Boat/Raft	Carer present no aids
Status	Unacc, no aids

Buttons: Save, Cancel, Quit, Muster

Σχήμα 5.10.7 Επιβάτες με ειδικές ανάγκες

5.10.8 'Λάθος' σταθμός συγκέντρωσης

-Στην περίπτωση που ο επιβάτης φτάνει σε λάθος σταθμό συγκέντρωσης, ο κατάλληλος σταθμός εμφανίζεται στην οθόνη.

-Ο νέος σταθμός καταγράφεται αυτόματα στο PDA και βλέπει ο επιβάτης ώστε να πάει στο νέο σταθμό.

The screenshot shows the PaxDetails form for a passenger with a wrong assembly station. The form includes the following fields and options:

Pax No	124
LifeJacket	4049A
Cabin	4049
Name	BROPHY JOHN
Pax Code	Adult M
Station	B
Boat/Raft	5
Status	No assistance requir

Buttons: Save, Cancel, Quit, Muster

Σχήμα 5.10.9 'Λάθος' σταθμός συγκέντρωσης

5.10.9 Ενημέρωση προόδου συγκέντρωσης

-Καθώς κάθε επιβάτης κάνει check-in, το τρέχον status της συγκέντρωσης αυτόματα ενημερώνεται στο PDA.



Σχήμα 5.10.9 Ενημέρωση προόδου συγκέντρωσης

5.10.10 Πρόσδος εγκατάλειψης πλοίου

-Πηγαίνουμε στη λειτουργία 'go to boats'

-Όταν μετακινούνται επιβάτες ή πλήρωμα από τους συγκεντρωτικούς σταθμούς στις σωστικές λέμβους, επιλέγουμε τη σωστική λέμβο(boat) και σκανάρεται η ταυτότητα του κάθε επιβάτη για άλλη μία φορά.



Σχήμα 5.10.10 Πρόσδος εγκατάλειψης πλοίου

5.10.11 Αναφορά σωστικής λέμβου

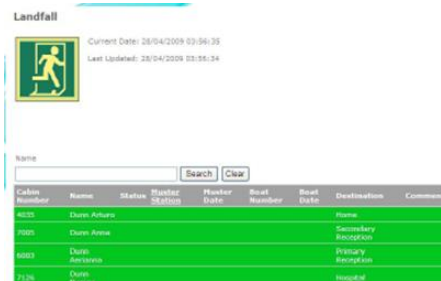
-Οι επιβάτες καταγράφονται στην οθόνη και μέσα στη σωστική λέμβο σε μία λίστα



Σχήμα 5.10.11 Αναφορά σωστικής λέμβου

5.10.12 ‘Αναφορά ξηράς’

-Καθώς οι επιβάτες φθάνουν στην ξηρά, διευκολύνεται η μεταφορά τους σε κέντρα υποδοχής, νοσοκομεία, αεροδρόμια κλπ.



Σχήμα 5.10.12 ‘Αναφορά ξηράς’

5.10.13 Επιπρόσθετη λειτουργικότητα – δυνατότητα αναζήτησης

-Το πλήρωμα στο σταθμό συγκέντρωσης μπορεί να χρησιμοποιήσει το CT@G για άλλα μέλη της οικογένειας και φίλους



Σχήμα 5.10.13 Δυνατότητα αναζήτησης

5.10.14 Λειτουργία αναζήτησης

-Αναζήτηση αγνοούμενων ατόμων, παιδιών ή φίλων

-Παιδιά ή επιβάτες που δεν έχουν καταμετρηθεί είναι τονισμένο με κόκκινο.

-Αυτοί που έχουν ήδη καταμετρηθεί είναι τονισμένο με πράσινο.



Σχήμα 5.10.14 Λειτουργία αναζήτησης

5.10.15 Πρώτες βοήθειες

-Το λογισμικό (CT@G) επιτρέπει την αναφορά απωλειών στο κέντρο ελέγχου έκτακτης ανάγκης.

-Επιπρόσθετα, λεπτομέρειες τραυματισμών στέλνονται στο Κέντρο Ελέγχου Έκτακτης Ανάγκης.



Σχήμα 5.10.15 Πρώτες βοήθειες

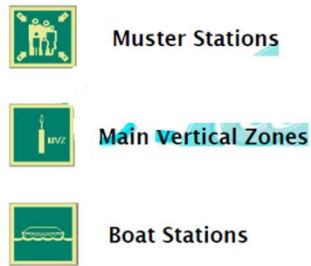
5.10.16 Λειτουργία μηνυμάτων

-Για να ελαττωθεί η φωνητική επικοινωνία, το λογισμικό (της CT@G) έχει ενσωματώσει μία λειτουργία μηνυμάτων ώστε μηνύματα να στέλνονται από το Κέντρο Ελέγχου Έκτακτης Ανάγκης στα PDA και αντίστροφα.



Σχήμα 5.10.16 Λειτουργία μηνυμάτων

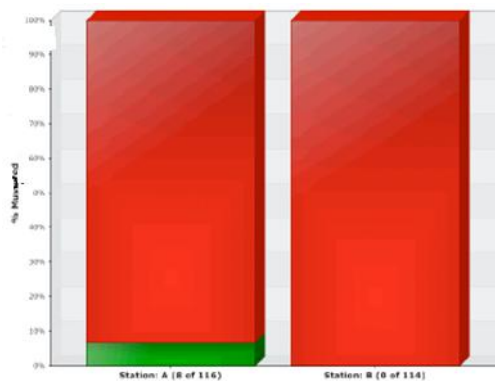
5.10.17 Δυνατότητες αναφοράς σε πραγματικό χρόνο



Σχήμα 5.10.17 Δυνατότητες αναφοράς σε πραγματικό χρόνο

5.10.18 Αναφορές από Σταθμό Συγκέντρωσης

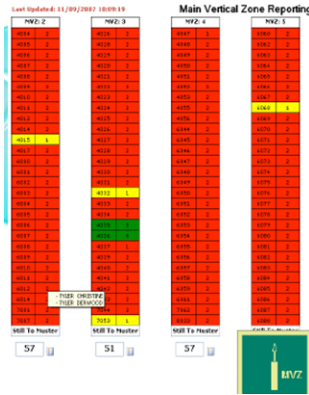
-Οι αναφορές από το Σταθμό Συγκέντρωσης φαίνονται σε ένα γράφημα που φανερώνει την πρόοδο της συγκέντρωσης.



Σχήμα 5.10.18 Πρόδος συγκέντρωσης σε κάθε σταθμό

5.10.19 Κεντρικές κάθετες ζώνες αναφοράς

- Ο συνολικός αριθμός επιβατών που απομένουν σε κάθε κεντρική κάθετη ζώνη αυτόματα μειώνεται, καθώς οι επιβάτες ελέγχονται στους συγκεντρωτικούς σταθμούς.
- Τα κόκκινα κουτιά δείχνουν πού δεν έχουν καταμετρηθεί επιβάτες.
- Τα κίτρινα κουτιά δείχνουν μερική έγκριση: μέχρις ότου να αναγνωρισθεί ο επιβάτης.
- Τα πράσινα κουτιά δείχνουν ότι όλοι οι επιβάτες έχουν εκκενώσει αυτή την καμπίνα.



Σχήμα 5.10.19.α Κεντρικές κάθετες ζώνες αναφοράς

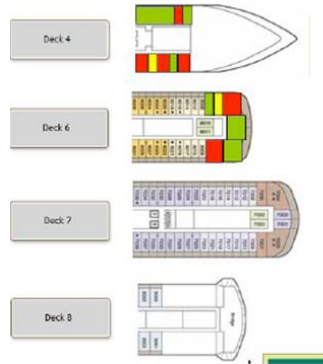
-Είναι δυνατόν να τυπωθούν οι λίστες με τους αγνοούμενους από τις κεντρικές κάθετες ζώνες.



Σχήμα 5.10.19.β Λίστα με αγνοούμενους από τις κεντρικές κάθετες ζώνες

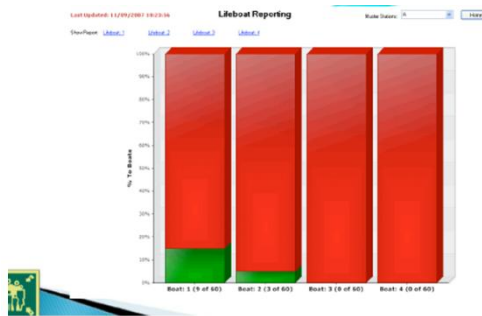
5.10.20 Κεντρικές κάθετες ζώνες αναφορών χρησιμοποιώντας τα σχέδια του πλοίου

-Συνδέοντας το CT@G λογισμικό με τα σχέδια CAD του πλοίου, η πρόοδος της συγκέντρωσης μπορεί να φανεί με τα ίδια χρώματα όπως παραπάνω



Σχήμα 5.10.20 Κεντρικές κάθετες ζώνες αναφορών χρησιμοποιώντας τα σχέδια του πλοίου

5.10.21 Αναφορές προόδου συγκέντρωσης και/ή σωστικών λέμβων



Σχήμα 5.10.21.α Αναφορές προόδου συγκέντρωσης

Lifeboat No. 1 Manifest

Cabin no	Name	Pax type	Passport	Nationality	Date Of Birth
4015	AVERETTE LAURA	Adult F	104857602	United States	12/7/1935
4049	BROPHY JOHN	Adult M	PA4011278	Ireland	10/4/1943
4055	CARPASSO FRANCES	Adult F	0459733285	United States	2/4/1940
4028	CARPASSO RALPH	Adult M	045973284	United States	11/29/1936
7053	DUROCHER LUCA	Minor M	217069010	United States	10/11/1992
4026	LOVENBERG MARJO...	Adult F	212078694	United States	6/18/1932
4019	LOWELL DIANA	Adult F	218920883	United States	8/25/1937
4019	LOWELL FRED	Adult M	218920882	United States	3/1/1932
4049	REILLY EILEEN	Adult F	T921567	Ireland	6/27/1952

Σχήμα 5.10.21.β Αναφορές προόδου συγκέντρωσης

Με τη σύνδεση στο internet διαθέσιμη από το πλοίο στην ξηρά, κατάλληλες Αρχές μπορούν να δουν αυτές τις αναφορές κατευθείαν ή οι αναφορές μπορούν να σταλούν σε γραφεία στην ξηρά και σε κέντρα διασωστικών οργανώσεων με e-mail ή με άλλα κατάλληλα μέσα.

5.11 Ποια είναι τελικά η προσφορά του λογισμικού

- Εμπιστοσύνη
- Βέλτιστη χρήση των πόρων
- Πρώιμη ένδειξη των πιθανών προβληματικών περιοχών
- Αποτελεσματική παρακολούθηση των παιδιών, των οικογενειών και των επιβατών με ειδικές ανάγκες
- Αυτόματη επίγνωση της κατάστασης για τους πλοιοκτήτες και τις αρχές

Κεφάλαιο 6

Εξομοίωση του προβλήματος εντοπισμού θέσης με RFID

Βασιζόμενοι στις εργασίες που παρουσιάστηκαν, θα προσπαθήσουμε να εξομοιώσουμε έναν απλό αλγόριθμο εντοπισμού θέσης των tags στο 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.

6.2 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 apt-get ως εξής:

Αρχικά με την εντολή

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

Ψάχνουμε για το πακέτο που θέλουμε και στη 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 στη συνέχεια τον κωδικό του administrator ώστε να εισέλθουμε στο σύστημά μας ως administrator.

Πίνακας 6.1 Πακέτα εγκατάστασης

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
Libgs10-dev
Libgtk2.0-dev (for stage)
Libjpeg62-dev
Libtool
swig

Όταν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση των απαιτούμενων πακέτων, κατεβάζουμε από τη 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 στο φάκελο που κάναμε την αποσυμπίεση. Εκεί, εκτελούμε αρχικά την εντολή:

```
$ ./configure
```

Όταν η διαδικασία ολοκληρωθεί, χωρίς σφάλματα εκτελούμε τις εντολές:

```
$ make
```

```
$ make install
```

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

```
$ player
```

Η οποία θα πρέπει να μας επιστρέψει αυτό που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα

```
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
fake localize 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 sonyevid30 sphere tcpstream upcbarcode
urglaser vfh vmapfile wavefront wbr914 writelog xsensmt
```

Σχήμα 6.1 Το πρόγραμμα Player

Για να εγκαταστήσουμε το Stage αποσυμπιέζουμε το αρχείο εγκατάστασης σε ένα φάκελο της επιλογής μας και στη συνέχεια, μέσω της κονσόλας κατευθυνόμαστε στο φάκελο αυτό και εκτελούμε τις εντολές:

```
$ ./configure
```

```
$ make
```

```
$ make install
```

Σε αυτό το σημείο ολοκληρώνεται η εγκατάσταση των δύο προγραμμάτων. Σε περίπτωση που αντιμετωπίζουμε 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 στο φάκελο worlds που βρίσκεται στο φάκελο με τα αρχεία εγκατάστασης του stage και εκτελούμε:

```
$ player simple.cfg
$ playern (σε ένα νέο παράθυρο κονσόλας)
```

Στο παράθυρο του playern 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 ρομπότ οπουδήποτε θέλουμε πάνω στο χάρτη. Αν γίνει αυτό με επιτυχία, σημαίνει πως όλα είναι έτοιμα για να αναπτύξουμε τον κώδικα 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 επίπτωση μας είναι ένα ρομπότ `rioneer`. Τα αρχεία `inc` περιλαμβάνουν πληροφορίες για τη δομή και τις δυνατότητες του ρομπότ.

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

Τώρα είμαστε έτοιμοι να εκτελέσουμε το Player μέσω του οποίου θα δίνουμε εντολές στο ρομπότ.

```
$ playerv
```

Στη συνέχεια, αφού γράψουμε τον κώδικά μας σε γλώσσα 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:

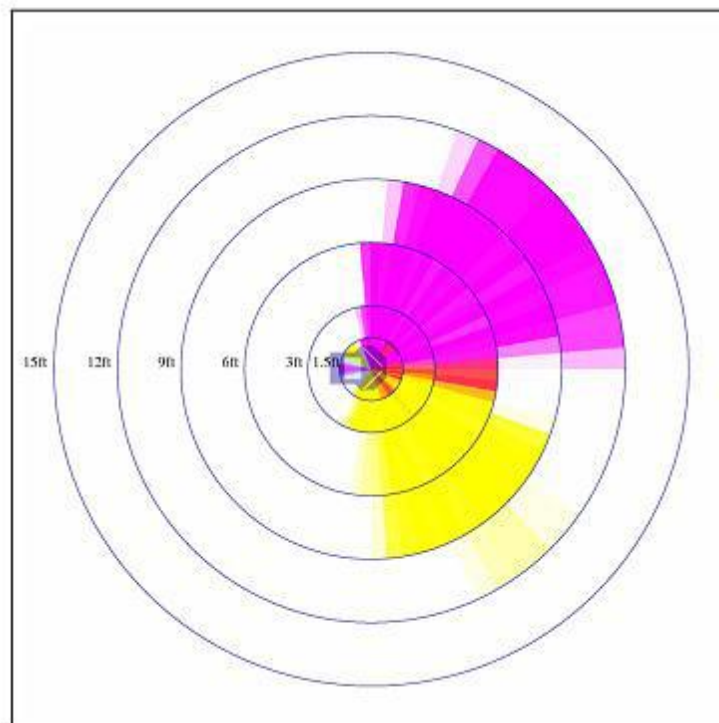
```
$ ./test
```

6.2 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.

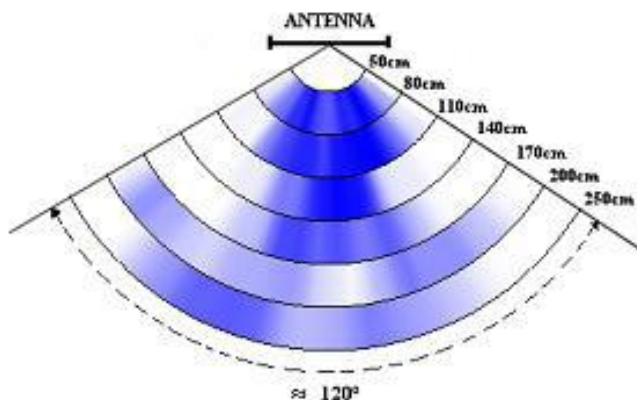
Βασιζόμενοι στα πειραματικά αποτελέσματα προηγούμενων δημοσιεύσεων θα χρησιμοποιήσουμε ένα απλοποιημένο μοντέλο εντοπισμού των RFID tags από την κεραία του reader.

Τα πειραματικά αποτελέσματα προέκυψαν ως εξής. Ένα rfid tag προσαρμόστηκε πάνω σε ένα κουτί και ο αναγνώστης στη συνέχεια περιστράφηκε γύρω από αυτό. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων από την κάθε πιθανή θέση παρουσιάζονται στα σχήματα 2 και 3.



Σχήμα 6.2.α Το πεδίο εντοπισμού των RFID tags όπως προέκυψε πειραματικά από τη δημοσίευση της Intel με τίτλο *Mapping and Localization with RFID Technology*. [Philipose, 2003]

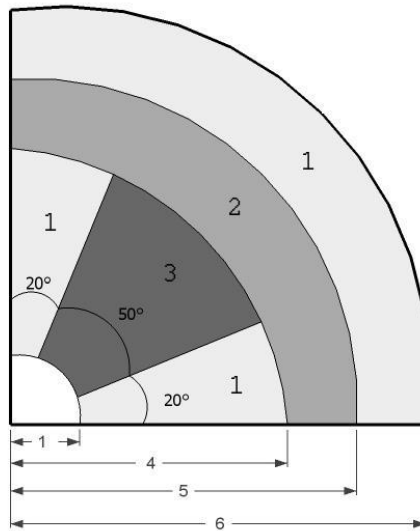
Μελετώντας τα σχήματα παρατηρούμε ότι η δυνατότητα εντοπισμού κάποιου rfid tag που βρίσκεται εντός του πεδίου εντοπισμού της κεραίας είναι διαφορετική. Η πιθανότητα εντοπισμού είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης του tag από την κεραία και μεγαλύτερη πάνω στον άξονα που διχοτομεί το πεδίο εντοπισμού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



Σχήμα 6.2.β Το πεδίο εντοπισμού της κεραίας του αναγνώστη όπως προκύπτει πειραματικά στη δημοσίευση *RFID-Based Environment Mapping for autonomous Mobile Robot Applications* των Annalisa Milella, Paolo Vanadia, Grazia Cicirelli, and Arcangelo Distance [Milella ,2007]

Στο Σχήμα 6.2.γ 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 στη συνέχεια για τον υπολογισμό της θέσης του tag. Έτσι λοιπόν, κατασκευάζουμε μία συνάρτηση για τη λειτουργία της κεραίας. Όταν κάποιο tag εισέλθει στο πεδίο εντοπισμού της κεραίας, η συνάρτηση επιστρέφει την τιμή 1,2 ή 3 ανάλογα με τη θέση του tag ως προς την κεραία.



Σχήμα 6.2.γ 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 στο 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 στο πεδίο εντοπισμού της κεραίας, λαμβάνονται μετρήσεις μέσω της κεραίας από διαφορετικές θέσεις και έτσι ανανεώνεται η μεταβλητή της πιθανότητας του κάθε σημείου.

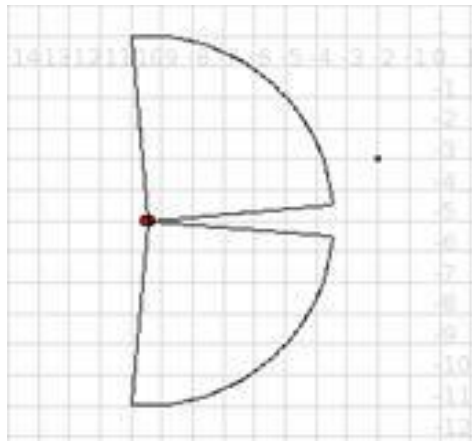
Όταν το tag πάψει να βρίσκεται πλέον στο σημείο εντοπισμού, σταματάει η ανανέωση των τιμών πιθανότητας στα σημεία του πλέγματος, και το σημείο εκείνο με το μεγαλύτερο άθροισμα αντιστοιχεί στην προσέγγιση της θέσης του tag στο χώρο.

Ένα παράδειγμα υπολογισμού από μία 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 των αναγνώστη), αυξάνουν το άθροισμά τους κατά 2.

6.3 Εξομίωση μέσω των προγραμμάτων Player και Stage.

Στην εξομίωση που θα ακολουθήσει υποθέτουμε ότι ο αναγνώστης βρίσκεται πάνω σε ένα αυτοκινούμενο ρομπότ και διαθέτει δυο κεραίες όμοιες με αυτή του σχήματος 4 τοποθετημένες όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχήμα.

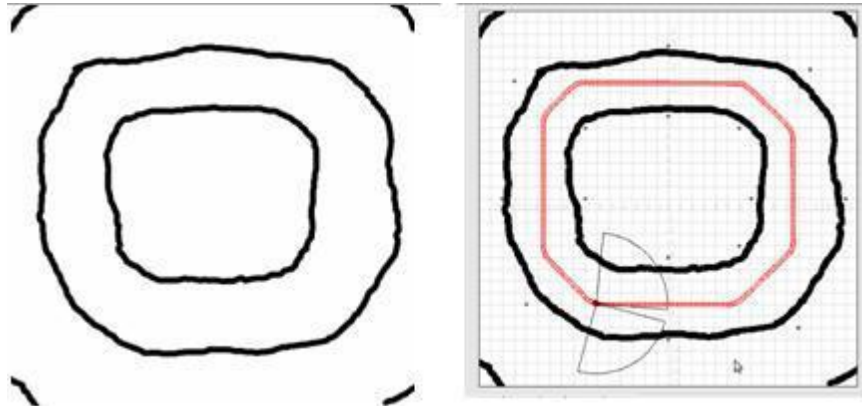


Σχήμα 6.3.α. Η θέση των κεραιών πάνω στο αυτοκινούμενο ρομπότ κατά την εξομίωση

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 εξομίωσης.

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 η εκτέλεση των προγραμμάτων player και stage έγινε σε περιβάλλον linux και συγκεκριμένα στη διανομή ubuntu ακολουθώντας τις οδηγίες της προηγούμενης παραγράφου καθώς και του manual του player project. [Vaughan Richard]

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



Σχήμα 6.3.β . Αριστερά, ο χάρτης προσομοίωσης σε μορφή png. Δεξιά, ο χάρτης προσαρμοσμένος στο περιβάλλον του stage και το ίχνος της τροχιάς του ρομπότ.

Για να πραγματοποιήσουμε μία εξομοίωση στο περιβάλλον των Player και Stage χρειαζόμαστε 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 κωδικό (test.cc) που θα κληθεί να εκτελέσει το ρομπότ.

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

```

Σχήμα 6.3.γ Player

Στη 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
```

Σχήμα 6.3.δ Playerv

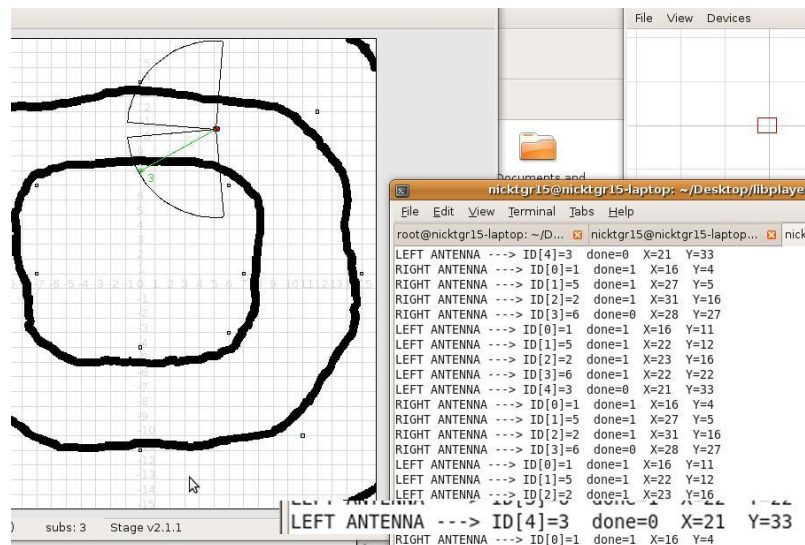
Και τέλος αφού κάνουμε compile τον κώδικα με την εντολή :

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

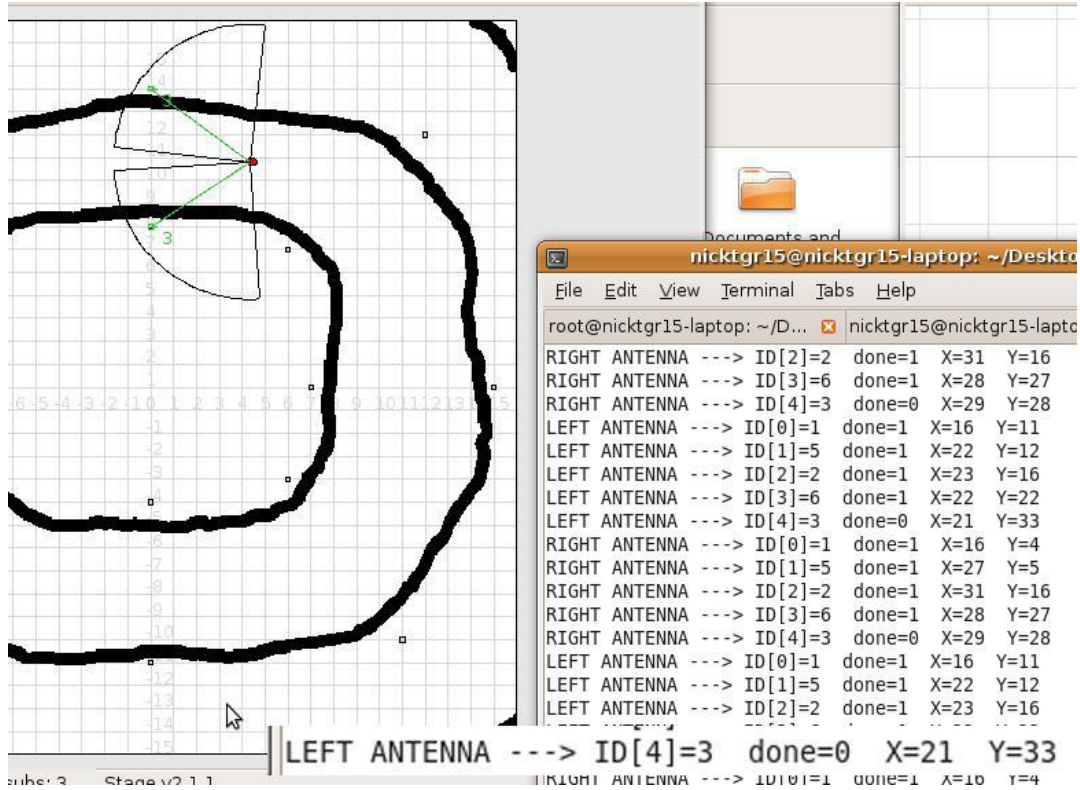
Τον εκτελούμε:

./test

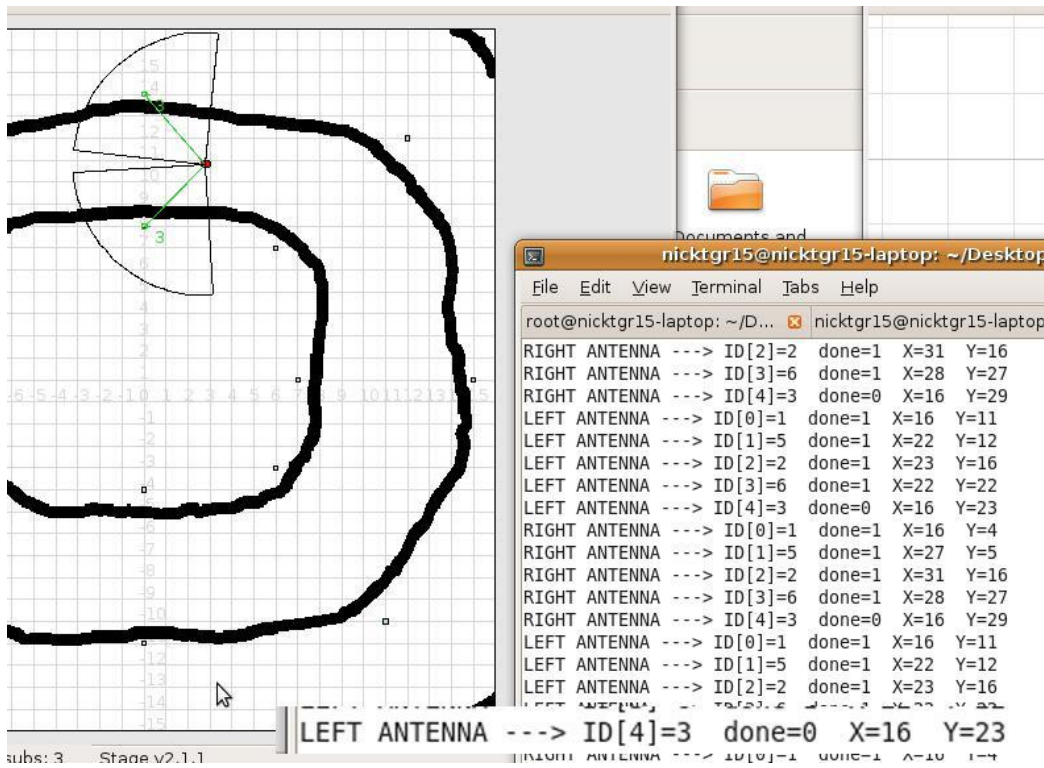
Στα ακόλουθα σχήματα βλέπουμε πώς σταδιακά ο αλγόριθμος εντοπισμού των tags προσδιορίζει τη θέση ενός tag. Η αρχή των αξόνων (0,0) βρίσκεται στο κάτω αριστερό άκρο του χάρτη και η διάστασή του είναι 32x32.



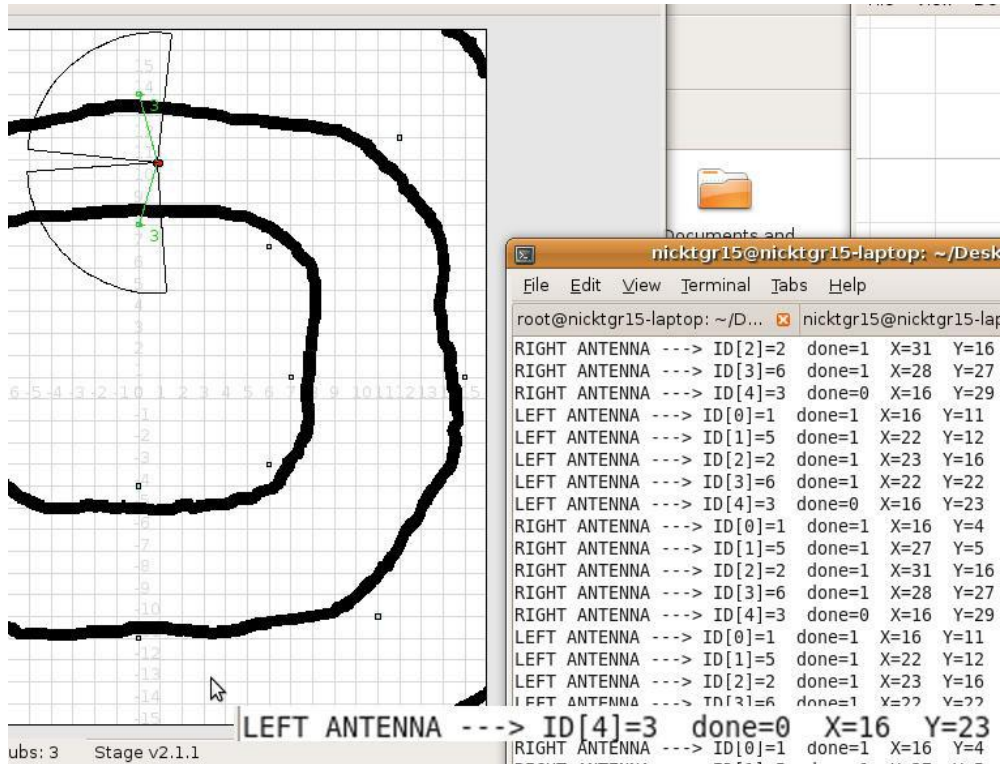
Σχήμα 6.3.ε. Αρχικός εντοπισμός του RFID tag με id=3 από την αριστερή κεραία του αναγνώστη. Ως πρώτη προσέγγιση δίνεται x=21, y=33



Σχήμα 6.3.ζ. Η προσέγγιση παραμένει η ίδια.

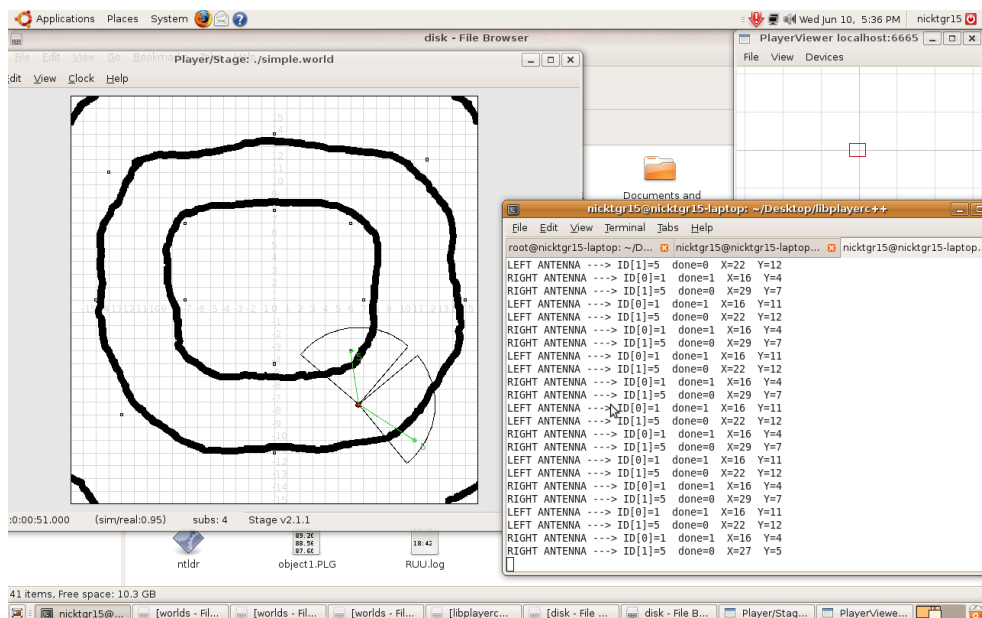


Σχήμα 6.3.θ. Η προσέγγιση της θέσης μεταβάλλεται και γίνεται x=16, y=23

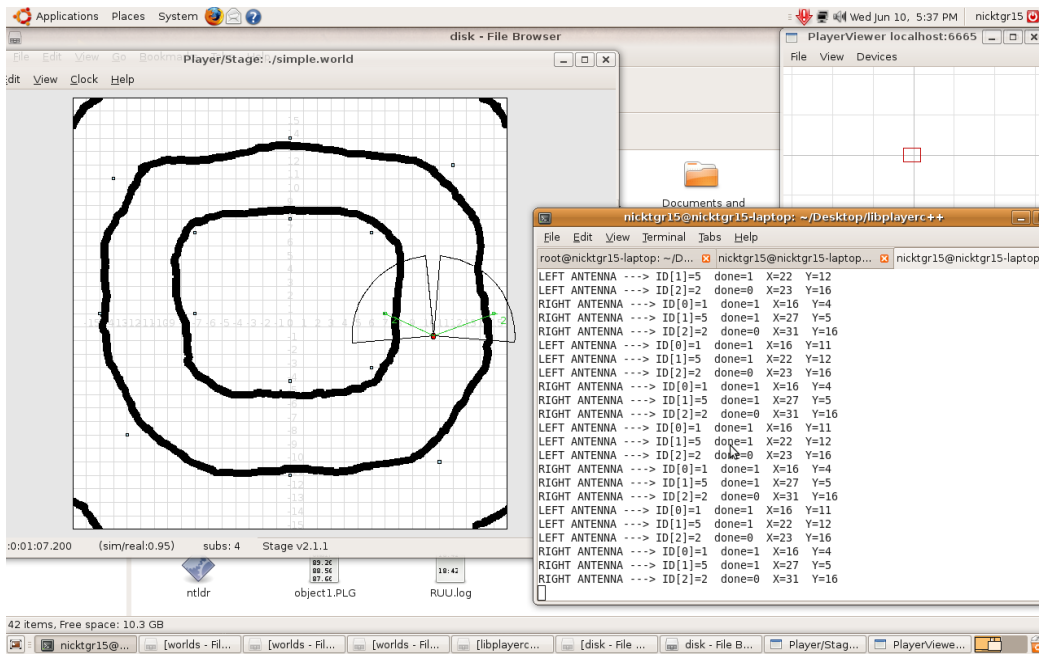


Σχήμα 6.3.ι Η προσέγγιση παραμένει $x=16, y=23$ που είναι και οι ακριβείς συντεταγμένες του tag

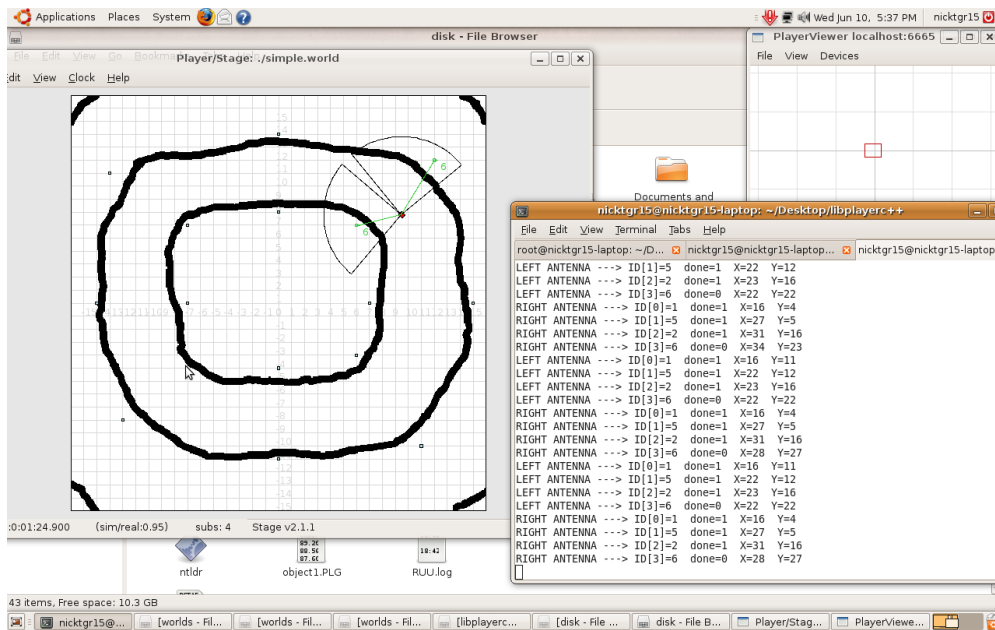
Εφαρμόζοντας τα παραπάνω σε κάθε RFID tag που εντοπίζεται, και έχοντας την ικανότητα κάθε κεραία να διαχωρίζεται πολλαπλά RFID tags συγχρόνως, εκτελούμε την προκαθορισμένη τροχιά και την παρουσιάζουμε στη συνέχεια.



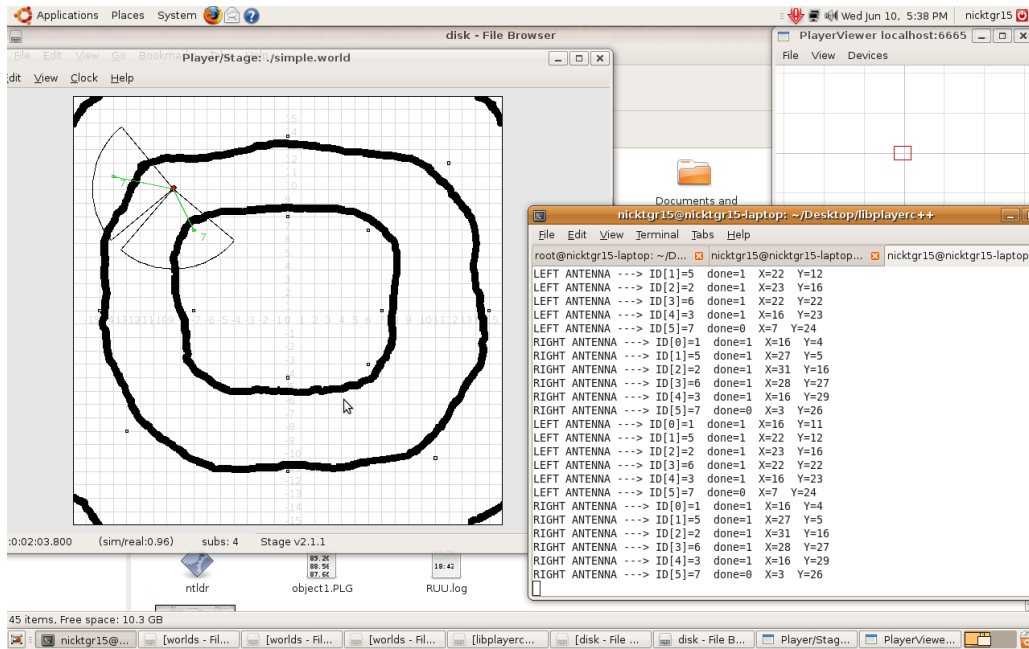
Σχήμα 6.3.κ Τροχιά ρομπότ i



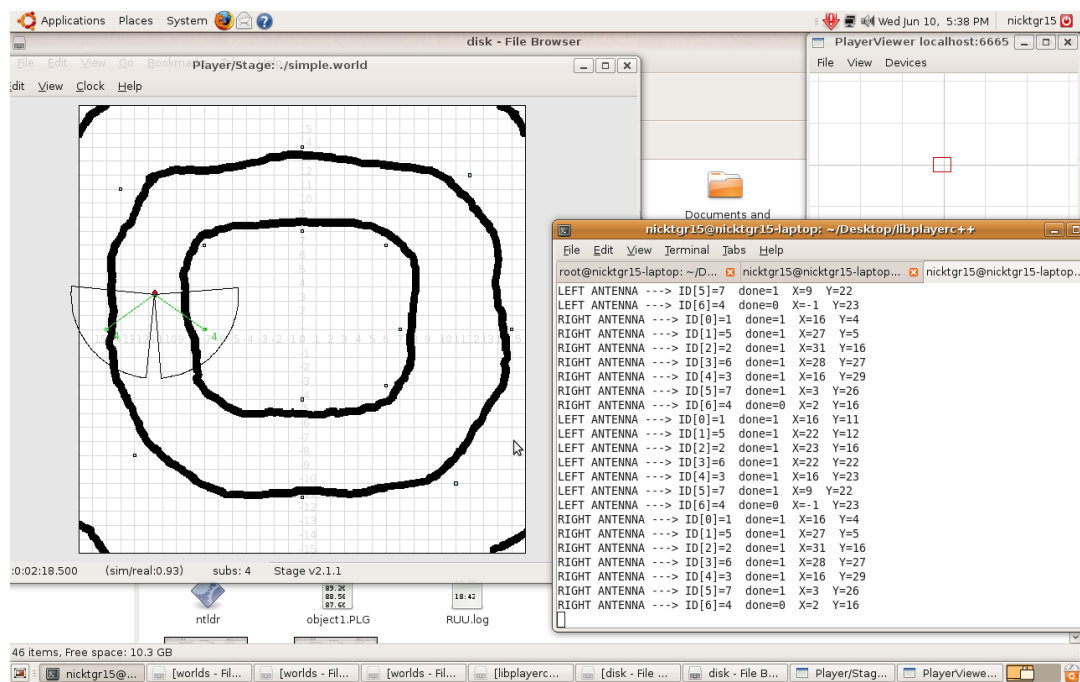
Σχήμα 6.3.λ Τροχιά ρομπότ ii



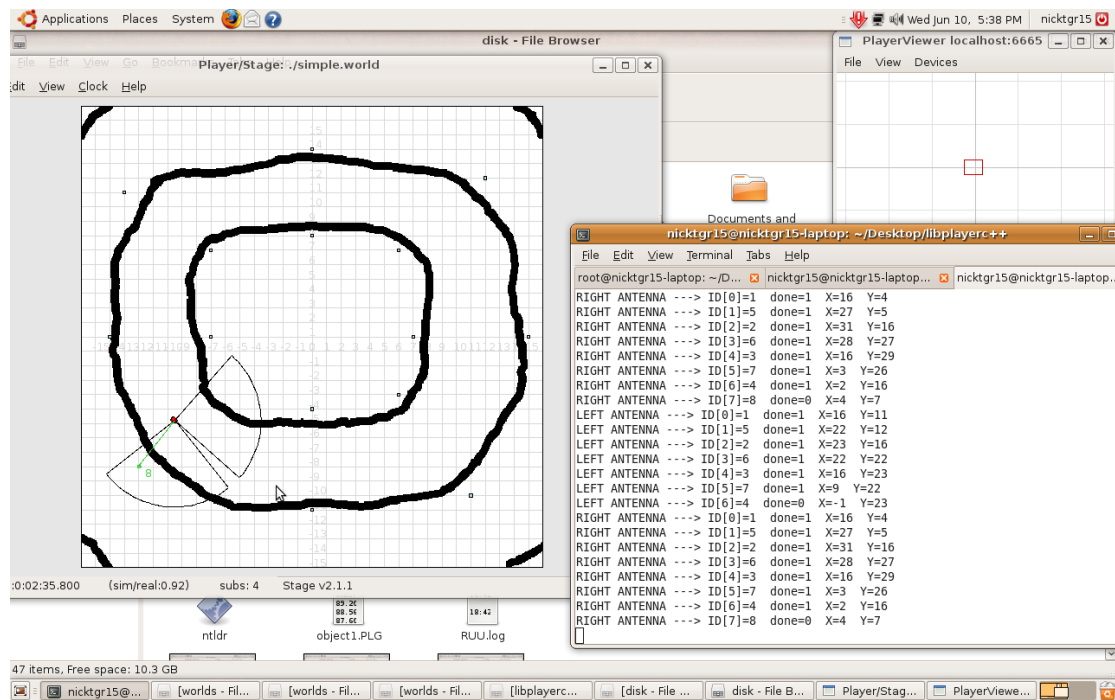
Σχήμα 6.3.μ Τροχιά ρομπότ iii



Σχήμα 6.3.ν Τροχιά ρομπότ iv



Σχήμα 6.3.ξ Τροχιά ρομπότ v



Σχήμα 6.3.ο. Η τελική εξομοίωση του αλγόριθμου εύρεσης των tags

Κεφάλαιο 7

Παθητικά - ενεργητικά tags και σύγκριση δύο τεχνολογιών RFID (αναγνώστες και WiFi) με βάση το κόστος

7.1 Τα ενεργητικά και τα παθητικά tags

Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες συστημάτων RFID: παθητικά και ενεργητικά συστήματα. Οι παθητικές ετικέτες RFID δεν έχουν πομπό, αλλά απλώς αντανακλούν πίσω την ενέργεια που έχουν λάβει από την κεραία του αναγνώστη. Ενεργητικές ετικέτες έχουν τη δική τους συσκευή αποστολής σημάτων και μια πηγή ενέργειας, όπως μία μπαταρία.

Τα χαρακτηριστικά των παθητικών και ενεργητικών συστημάτων είναι αρκετά διαφορετικά και αυτές οι διαφορές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν θέλουμε τον προσδιορισμό του τι είδους σύστημα είναι πιο κατάλληλο σε κάθε περίπτωση. Μερικές από τις σημαντικές διαφορές μεταξύ ενεργητικών και παθητικών RFID είναι το πόσο μεγάλη ακτίνα μπορούν να διαβάσουν (εύρος, εμβέλεια), οι ενεργειακές απαιτήσεις και το κόστος.

Τα ενεργητικά συστήματα έχουν μεγαλύτερο εύρος αναγνώρισης (συνήθως μεταξύ 20 και 100 μ.) από τα παθητικά συστήματα (έως 10 m). Οι ενεργητικές ετικέτες μπορούν επίσης να διαβάζονται πολύ πιο αξιόπιστα από τις παθητικές ετικέτες. Υπάρχουν δύο τύποι ενεργητικών ετικετών RFID, αυτά που διαβάζονται και εντοπίζονται από διαφορετικές μονάδες δεκτών και αυτά που διαβάζονται και εντοπίζονται με τη χρήση σημείων πρόσβασης δικτύου Wi-Fi [Moen and Jelle, 2007].

Οι ενεργητικές ετικέτες απαιτούν μια πηγή ενέργειας (συνήθως μια μπαταρία) που θα περιορίσει την ενεργή ζωή και, επίσης, θα χρειαστεί συντήρηση. Επιπλέον, οι ενεργητικές ετικέτες είναι δικαιολογημένα πολύ πιο ακριβές από τις παθητικές ετικέτες. Η τιμή μιας ενεργητικής ετικέτας κυμαίνεται 10 έως 50 USD ή περισσότερα, ενώ οι παθητικές ετικέτες είναι πολύ φθηνότερες, δηλαδή της τάξης του 10-40 σεντς. Οι ενεργητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν Wi-Fi, κατά μέσο όρο είχαν 60 USD το 2007 (Bulk, 2007). Το κόστος των αναγνωστών θα πρέπει επίσης να υπολογισθεί. Τα Wi-Fi συστήματα μπορεί να μην απαιτήσουν κάποιον πρόσθετο αναγνώστη ή δέκτη, αν υπάρχει καλή κάλυψη με ένα υπάρχον δίκτυο Wi-Fi,

ενώ ένα παθητικό σύστημα και τα ενεργητικά συστήματα RFID χρησιμοποιούν αναγνώστες και θα απαιτηθεί η εγκατάστασή τους για να καλύψουν την περιοχή ενδιαφέροντος. Ως εκ τούτου, το κόστος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος της υποδομής που είναι ήδη εγκατεστημένη και από το πόσο λειτουργικό θέλουμε να κάνουμε το σύστημα.

Οι παθητικές ετικέτες λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες: χαμηλή συχνότητα (συνήθως 124, 125 ή 135 kHz), υψηλή συχνότητα (συνήθως (13,56 MHz) και πολύ υψηλή συχνότητα (συνήθως μεταξύ 860 και 960 MHz), και τα ραδιοκύματα συμπεριφέρονται διαφορετικά σε αυτές τις συχνότητες. Σε γενικές γραμμές, τα χαμηλής συχνότητας κύματα μπορούν να διαπεράσουν τοίχους, αλλά δεν μπορούν να διαπεράσουν μέταλλο. Όσο αυξάνεται η συχνότητα των κυμάτων, διεισδύσουν με δυσκολία υλικά και έχουν την τάση να τα αναπηδούν. Τα κύματα στις πολύ υψηλές συχνότητες (ultra high frequency, UHF) απορροφώνται από το νερό και επηρεάζονται από το μέταλλο και το νερό (και σημειώνουμε πως το ανθρώπινο σώμα περιέχει πολύ νερό και τα πλοία είναι κατασκευασμένα συνήθως από μέταλλο). Τυπικά, όσο αυξάνεται η συχνότητα μεγαλώνει και η ακτίνα ανάγνωσης. Οι χαμηλής συχνότητας ετικέτες έχουν εύρος 0,33 μ., οι υψηλής συχνότητας ετικέτες έχουν μέχρι 1 m και οι πολύ υψηλής, UHF, από 3 έως 10 m.

Η πιο οικονομική λύση είναι η χρησιμοποίηση Wi-Fi RFID συστήματος, εάν το πλοίο έχει ήδη εγκατεστημένο δίκτυο WiFi που να καλύπτει όλο το πλοίο. Η τάση δείχνει πως όλα τα κρουαζιερόπλοια που κατασκευάζονται τώρα έχουν εγκατεστημένο Wi-Fi δίκτυο σε όλο το πλοίο.

Εάν οι ενεργητικές ετικέτες χρησιμοποιηθούν με ένα σύστημα αναγνώστών, το σύστημα εντοπισμού θα εντοπίζει τις ετικέτες από τις οποίες δέχεται σήμα. Χρειάζονται τουλάχιστον 3 αναγνώστες για να εντοπισθούν, ώστε να εντοπισθεί και η ετικέτα με τη μέθοδο τριγωνοποίησης. Οι ετικέτες σε WiFi RFID σύστημα στέλνουν σήμα στα σημεία πρόσβασης δικτύου Wi-Fi ή έχουν αμφίδρομη επικοινωνία με τα σημεία πρόσβασης [Bulk, 2008]. Στη δεύτερη μέθοδο, οι ετικέτες παίρνουν ενέργεια ανάγνωσης από τα σημεία πρόσβασης και στη συνέχεια επικοινωνούν με το σύστημα μέσω των σημείων πρόσβασης. Χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος για τη διαδικασία αυτή.

Για ένα παθητικό σύστημα, λόγω του περιορισμένου εύρους του, οι ετικέτες θα εντοπιστούν μόνο κατά τη διέλευση από μία 'πύλη', δηλαδή γύρω από έναν αναγνώστη, σε μια πόρτα, για παράδειγμα. Ως εκ τούτου, ένα παθητικό σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των επιβατών σε διαφορετικές ζώνες του πλοίου, ενώ ένα ενεργητικό

σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να εντοπίσουμε τη συγκεκριμένη τοποθεσία κάθε επιβάτη στο πλοίο. Η ακρίβεια για τις τοποθεσίες ποικίλλει ανάλογα με το σύστημα που χρησιμοποιείται και για ορισμένους τύπους συστημάτων θα εξαρτηθεί από τον αριθμό των Wi-Fi σημείων πρόσβασης στο πλοίο.

7.2 Τα συστήματα που χρησιμοποιούν RFID

Τα συστήματα που χρησιμοποιούν RFID

Έχουμε 2 συστήματα που χρησιμοποιούν RFID. Τα εξής:

→ Σύστημα με ενεργητικές ετικέτες RFID και αναγνώστες (active RFID system with dedicated receivers)

→ Σύστημα με ενεργητικές ετικέτες RFID και δίκτυο WiFi (active WiFi RFID tag location system)

(παρακάτω θα αναφερόμαστε στα συστήματα με τα αρχικά τους, SDR και SWL , αντίστοιχα)

Τα δύο παραπάνω συστήματα κάνουν ακριβώς το ίδιο πράγμα. Το μόνο που είναι διαφορετικό είναι ο τρόπος που συλλέγουν τις πληροφορίες, τα δεδομένα.

7.3 Επιλογή καλύτερου συστήματος με RFID

Για να επιλέξουμε το καλύτερο από τα δύο, θα έχουμε ως κριτήριο την αποτελεσματικότητα από πλευρά κόστους.

Προκειμένου να διεξαχθεί αξιολόγηση της σχέσης κόστους- αποτελεσματικότητας των δύο συστημάτων, θα χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία προσέγγισης τυπικής εκτίμησης ασφάλειας [Norway, 2000, IMO, 2007].

Στη δική μας περίπτωση συνοπτικά ορίζουμε:

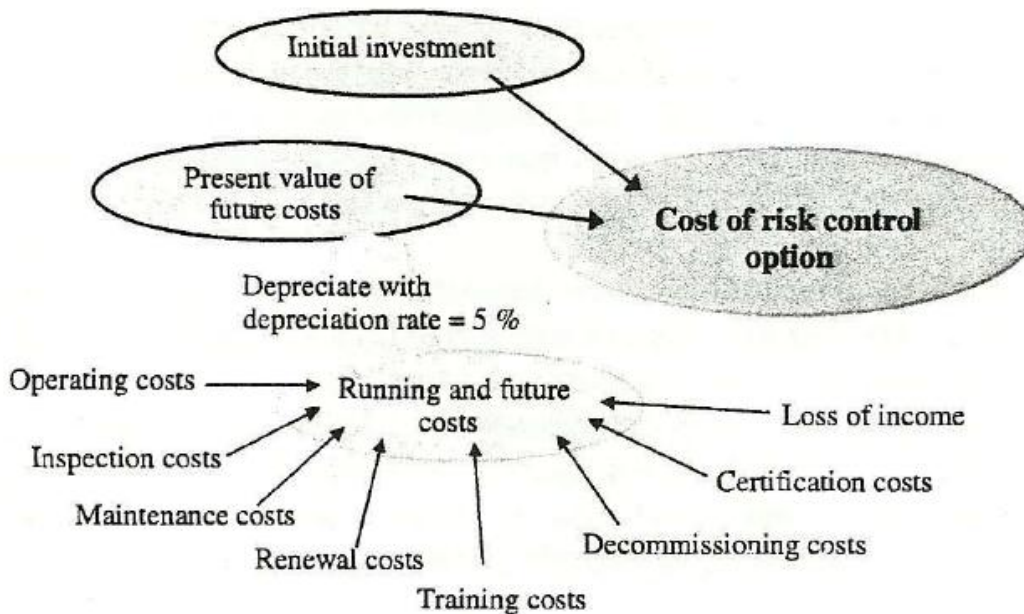
Το CAF (cost of averting a fatality), κόστος αποτροπής θνησιμότητας

$$\text{CAF} = \Delta \text{Cost} / \Delta \text{Risk}$$

Όπου ΔCost: είναι το κόστος που συνδέεται με την εφαρμογή του συστήματος

ΔRisk: είναι ο κίνδυνος, η μείωση του ρίσκου για θανατηφόρα ατυχήματα από την εφαρμογή του συστήματος.

Προκειμένου να καθορισθεί το κόστος που συνδέεται με την εφαρμογή του συστήματος, χρειάζεται να γίνει ένα μοντέλο κόστους που να περιλαμβάνει όλες τις αρχικές και τις μελλοντικές δαπάνες και ανάγκες. Όλες οι μελλοντικές δαπάνες θα πρέπει να αποσβένονται σε μια καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (NPV, net present value) με τη χρήση ενός κατάλληλου συντελεστή απόσβεσης, για παράδειγμα 5%. Ένα τέτοιο γενικό μοντέλο του κόστους φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα [Vanem και Skjong, 2006b].



Σχήμα 7.3 Μοντέλο κόστους για την αξιολόγηση της σχέσης κόστους και αποτελεσματικότητας

Ορισμένα από τα στοιχεία του μοντέλου κόστους στο σχήμα μπορεί επίσης να είναι άνευ σημασίας για το σύστημά μας.

Η ανάλυση κινδύνων θα γίνει με σενάρια και χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων από την LLOYD'S REGISTER - Fairplay (LRFP). Η μέγιστη τιμή CAF θα είναι $CAF_{crit} = 3 \times 10^6$ USD ανά (στατιστικά) αποτροπή θανάτου. Αυτό ορίζεται σύμφωνα με την τρέχουσα πρακτική και τις πρόσφατες αποφάσεις που σχετίζονται με την ασφάλεια στη θάλασσα στο πλαίσιο του IMO, Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού [Norway, 2000].

Ας να υπολογίσουμε την τιμή CAF στην περίπτωση μας:

Πρώτα θα βρούμε το $\Delta Cost = C_{total}$ για κάθε σύστημα:

7.3.1 Αρχικό κόστος απόκτησης και εγκατάστασης του συστήματος

Για το σύστημα SWL:

Περιλαμβάνει το κόστος ετικέτας, λογισμικό για μηχανές/συστήματα που υπολογίζουν και εντοπίζουν την τοποθεσία, διαχείριση πληροφοριών ετικέτας, αναπαράσταση τοποθεσιών κλπ. Και ενδεχομένως εγκατάσταση επιπρόσθετων σημείων πρόσβασης, αν απαιτούνται για να υπάρξει πλήρης κάλυψη. Ας υποθέσουμε πως το κρουαζιερόπλοιο έχει 3000 ανθρώπους (πλήρωμα και επιβάτες). Μια RFID WiFi location tag, σύμφωνα με το Bulk (2007), κοστίζει 60 USD.

Συνολικό κόστος : $C_{1swl}=700.000$ USD

Για το σύστημα SDR:

Περιλαμβάνει το κόστος ετικέτας, λογισμικό για το σύστημα (software, middleware, hardware, servers), οθόνες, αναγνώστες RFID με κεραίες και καλωδίωση, κόστος εγκατάστασης κλπ.

Συνολικό κόστος: $C_{1sdr}=3.300.000$ USD

7.3.2 Λειτουργικό κόστος

Διαχωρίζεται σε κατηγορίες. Με την αξία του χρήματος 5% και για 30 χρόνια, που είναι τυπικά μέση διάρκεια ζωής για ένα τυπικό κρουαζιερόπλοιο, έχουμε:

Για το SWL

a) NPV → Κόστος συντήρησης και ανανέωσης : $C_{2a,swl}=400.000$ USD

b) NPV → Αντικατάσταση ετικέτας και ανανέωση αυτής: $C_{2b,swl}=200.000$ USD (4000 USD/ year)

c) NPV → Κόστος εκπαίδευσης προσωπικού για να γνωρίσει και να μπορεί να διαχειριστεί το σύστημα : $C_{2c,swl}=150.000$ USD (9000 USD/ year)

Για το SDR:

a) NPV → Κόστος συντήρησης: $C_{2a,sdr}=32.000$ USD (2000 USD/ year)

b) NPV → Κόστος ανανέωσης σταθμού βάσης: $C_{2b,sdr}=96.000$ USD

c) NPV → Κόστος αντικατάστασης και ανανέωσης : $C_{2c,sdr}=150.000$ USD (2700 USD/ year)

d) NPV → Κόστος εκπαίδευσης προσωπικού για να γνωρίσει και να μπορεί να διαχειριστεί το σύστημα: $C_{2d,sdr}=150.000$ USD

Συνολικά έχουμε:

$$C_{total,swl} = C_{1,swl} + C_{2a,swl} + C_{2b,swl} + C_{2c,swl} = 700.000 + 400.000 + 200.000 + 150.000 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{total,swl} = 1.450.000 \text{ USD} = \Delta Cost_{,swl}$$

$$C_{total,sdr} = C_{1,sdr} + C_{2a,sdr} + C_{2b,sdr} + C_{2c,sdr} + C_{2d,sdr} = 3.300.000 + 32.000 + 96.000 + 150.000 + 150.000 \Rightarrow$$

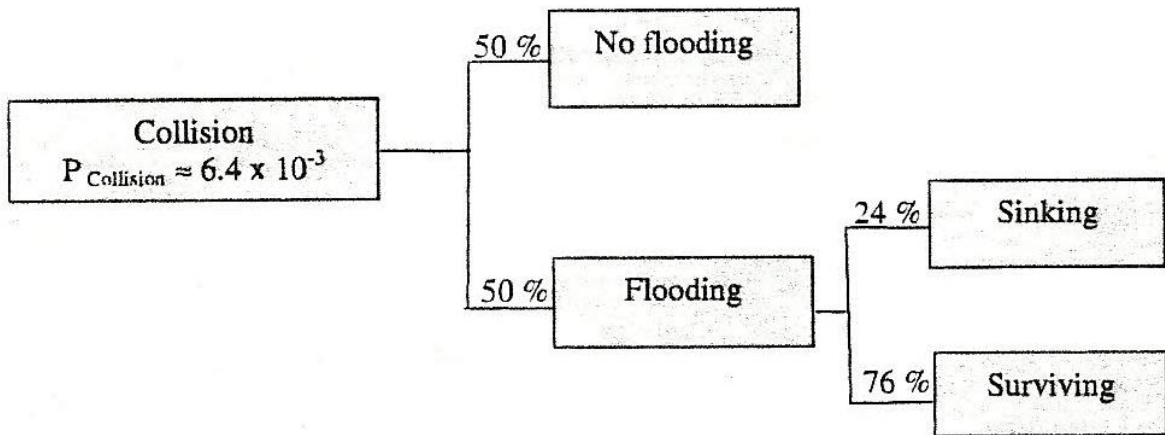
$$\Rightarrow C_{total,sdr} = 3.728.000 \text{ USD} = \Delta Cost_{,sdr}$$

7.3.3 Υπολογισμός ρίσκου (ΔR)

Τώρα πάμε να υπολογίσουμε τον όρο ΔRisk ο οποίος θα είναι ίδιος για τα δυο συστήματα:

Από στοιχεία-δεδομένα του Lloyd’s Register και έρευνα του DNV παίρνουμε:

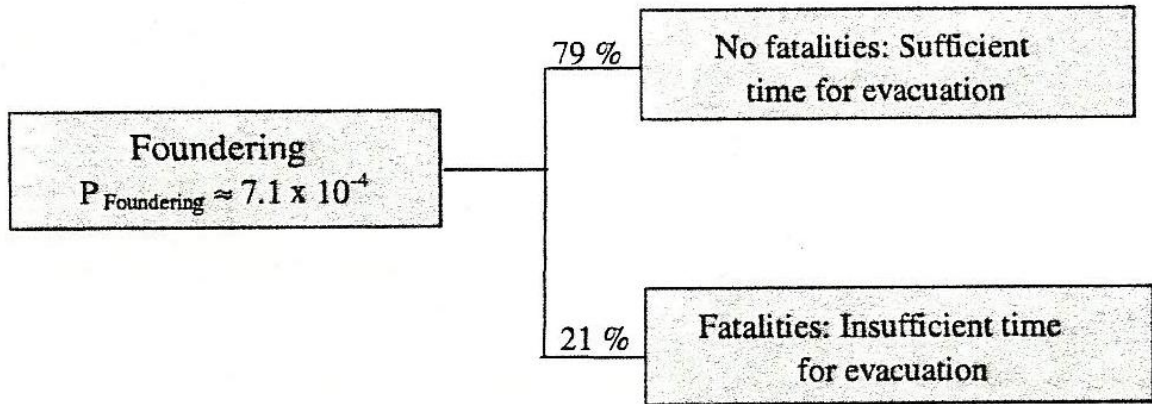
7.3.3.1 Περίπτωση σύγκρουσης (collision)



Σχήμα 7.3.3.1. Μοντέλο ρίσκου σύγκρουσης επιβατηγού

$$\Delta Risk_{collision} = 9.7 \times 10^{-3} \text{ θνησιμότητες ανά shipyear}$$

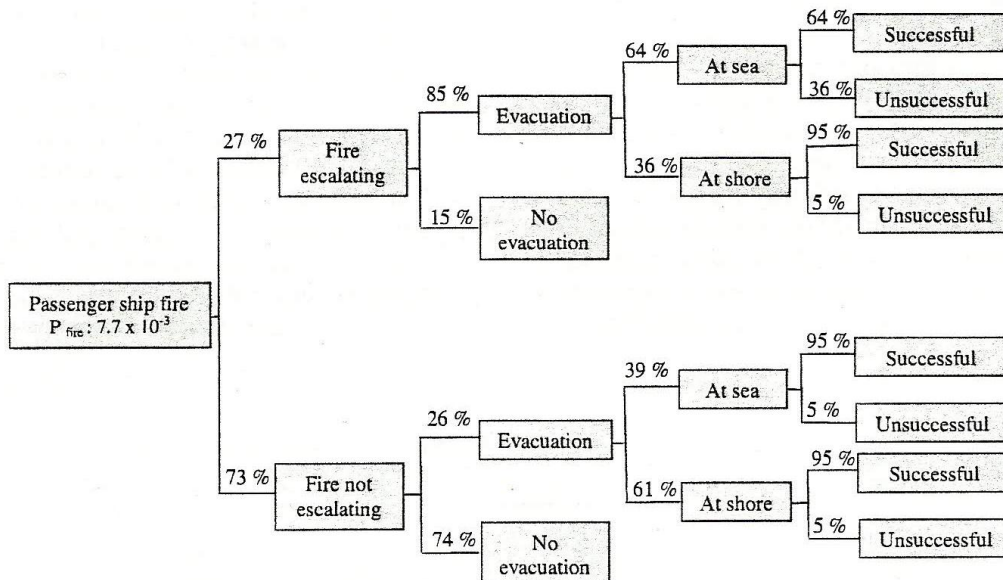
7.3.3.2 Περίπτωση βύθισης(foundering)



Σχήμα 7.3.3.2. Μοντέλο ρίσκου βύθισης επιβατηγού

$\Delta Risk_{\text{foundering}} = 5.2 \times 10^{-4}$ θνησιμότητες ανά shipyear

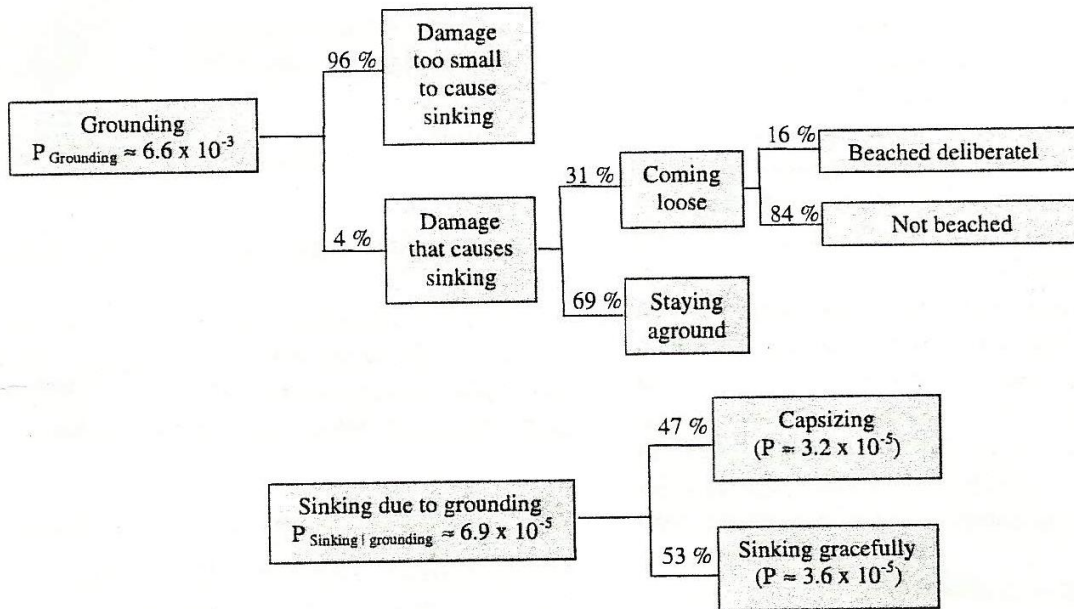
7.3.3.3 Περίπτωση πυρκαγιάς(fire)



Σχήμα 7.3.3.3 . Μοντέλο ρίσκου πυρκαγιάς και ανατίναξης επιβατηγού

$\Delta Risk_{fire} = 3.5 \times 10^{-3}$ θνησιμότητες ανά shipyear

7.3.3.4 Περίπτωση προσάραξης(grounding):



Σχήμα 7.3.3.4. Μοντέλο ρίσκου προσάραξης επιβατηγού

$\Delta Risk_{grounding} = 3.0 \times 10^{-3}$ θνησιμότητες ανά shipyear

Συνολικά έχουμε:

$$\Delta Risk_{total} = \Delta Risk_{collision} + \Delta Risk_{foundering} + \Delta Risk_{fire} + \Delta Risk_{grounding} =>$$

$$=> \Delta Risk_{total} = 1.7 \times 10^{-2} \text{ θνησιμότητες ανά shipyear}$$

7.3.4 Υπολογισμός CAF

Αν υποθέσουμε ότι η μέση διάρκεια ζωής είναι 30 έτη για ένα τυπικό κρουαζιερόπλοιο, η παραπάνω ετήσια μείωση του κινδύνου θα αντιστοιχεί σε ένα αναμενόμενο κίνδυνο 0,51 αποτροπές θανάτων ανά πλοίο του χρόνου ζωής ενός πλοίου.

Άρα

$$CAF_{swl} = \Delta Cost_{swl} / \Delta Risk_{total} = 1.450.000/0.51 =$$

$$NPV \rightarrow CAF_{swl} = 2.8 \times 10^6 \text{ USD/fatality}$$

και

$$CAF_{sdr} = \Delta Cost_{sdr} / \Delta Risk_{total} = 3.728.000/0.51 =$$

$$NPV \rightarrow CAF_{sdr} = 7.3 \times 10^6 \text{ USD/fatality}$$

Άρα $CAF_{swl} < CAF_{crit}$ ενώ $CAF_{sdr} > CAF_{crit}$

Επομένως το σύστημα SWL δηλαδή Σύστημα με ενεργητικές ετικέτες RFID και δίκτυο WiFi (active WiFi RFID tag location system) είναι το καταλληλότερο.

Οι RFID ετικέτες θα τοποθετηθούν στα σωσίβια, και το σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι το WiFi RFID σύστημα.

Κεφάλαιο 8

Η τρέχουσα κατάσταση των προβλημάτων που υπάρχουν κατά την εκκένωση του πλοίου από τους επιβάτες

8.1 Σκοπός των 'guidelines'

Ο σκοπός των οδηγιών 'guidelines' είναι η παροχή πληροφοριών σχετικά με τον τρόπο που θα εκτελεστεί η διαδικασία της εκκένωσης και να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα από αυτήν.

1. Εντοπισμός και εξάλειψη, στο μέτρο του δυνατού, της κυκλοφοριακής συμφόρησης που μπορεί να αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια μιας εκκένωσης, λόγω της κίνησης των επιβατών και του πληρώματος προς τις εξόδους διαφυγής, λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα ότι το πλήρωμα μπορεί να χρειαστεί να μετακινηθεί κατά μήκος αυτών των διαδρομών σε κατεύθυνση αντίθετη της κυκλοφορίας των επιβατών.
2. Απόδειξη ότι οι ρυθμίσεις διαφυγής είναι αρκετά ευέλικτες ώστε να προβλεφθεί το ενδεχόμενο, ορισμένοι διάδρομοι διαφυγής, σταθμοί συγκέντρωσης, μπορεί να μην είναι διαθέσιμοι λόγω ατυχήματος.

8.2 Κανονισμοί που έχουν αναπτυχθεί

Οι κανονισμοί που έχουν αναπτυχθεί βασίζονται σε διάφορες υποθέσεις. Οι σημαντικές παραδοχές έχουν ως εξής:

→ Η ταχύτητα εξαρτάται από την πυκνότητα των ανθρώπων και το είδος της εξόδου διαφυγής, με την παραδοχή ότι η ροή είναι μόνο προς την κατεύθυνση του διαδρόμου διαφυγής, καθώς και ότι δε γίνεται καμία προσπέραση.

→ Το αντίθετο ρεύμα υπολογίζεται από έναν παράγοντα αντίθετου ρεύματος.

→Οι άνθρωποι μπορούν να κυκλοφορούν ανεμπόδιστα.

→Οι επιπτώσεις της κίνησης των πλοίων, της ηλικίας των επιβατών και της αναπηρίας, της περιορισμένης ορατότητας που οφείλονται στον καπνό κλπ, υπολογίζονται από έναν παράγοντα ασφαλείας.

Ο συνολικός χρόνος εκκένωσης διαχωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες, ως εξής (βλέπε Σχήμα 8.2)

→Η συνειδητοποίηση της κατάστασης (Awareness) (A): Είναι ο χρόνος που απαιτείται για τους επιβάτες να επεξεργαστούν και να αντιδράσουν σε αυτή την κατάσταση. Αυτός ο χρόνος ξεκινά από την αρχική ανακοίνωση της κατάστασης μέχρις ότου ο επιβάτης την αποδεχτεί και αρχίσει και κινείται προς ένα σταθμό συγκέντρωσης.

Θα πρέπει να θεωρείται ότι είναι 10 λεπτά στη νύχτα και 5 λεπτά την ημέρα.

→ Χρόνος πορείας προς τους σταθμούς (travel time) (T): Ορίζεται ως ο χρόνος που απαιτείται ώστε όλοι οι επιβάτες να μεταβούν στους σταθμούς συγκέντρωσης και στη συνέχεια στους σταθμούς επιβίβασης.

→Χρόνος επιβίβασης (embarkation) (E) και χρόνος αναχώρησης (launching) (L): Είναι το άθροισμα των οποίων καθορίζει το χρόνο που απαιτείται για την εγκατάλειψη του πλοίου από το συνολικό αριθμό των επιβατών.

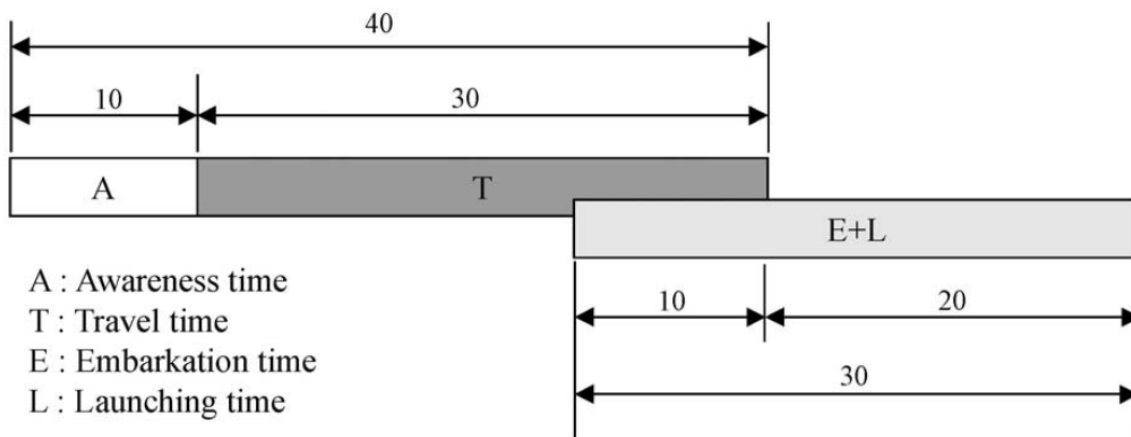


Fig. 1. Maximum evacuation time required by IMO regulation.

Σχήμα 8.2 Μέγιστος χρόνος εκκένωσης με βάση τον κανονισμό IMO

Στον υπολογισμό του χρόνου εκκένωσης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 8.2, θα πρέπει να τηρούνται:

$$A + T + 2/3 (E + L) \leq 60 \text{ min}$$

$$E + L \leq 30 \text{ min}$$

Η επικάλυψη του χρόνου, $1 / 3 (E + L)$, επιτρέπεται, ενώ ο μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος εκκένωσης είναι 60 λεπτά. Στις παραπάνω τέσσερις κατηγορίες, ο χρόνος συνειδητοποίησης της κατάστασης (A) είναι 5 ή 10 λεπτά, Ο χρόνος επιβίβασης (E) και αναχώρησης (L) θα πρέπει να βασίζεται στα αποτελέσματα που έχουν προέλθει από δοκιμές σε παρόμοια πλοία και συστήματα εκκένωσης ή σε στοιχεία από τους κατασκευαστές. Ως εκ τούτου, ο σχεδιαστής υπολογίζει μόνο το χρόνο πορείας προς τους σταθμούς (T) από διαδικασίες που παρουσιάζονται στους κανονισμούς.

Οι κανονισμοί ανταποκρίνονται στο πραγματικό εύρος του υπολογισμού του χρόνου (T). Το αποτελεσματικό εύρος οποιουδήποτε τμήματος του διαδρόμου διαφυγής είναι το καθαρό εύρος του τμήματος μειωμένο από το άθροισμα της εκκαθάρισης. Δίνονται συνιστώμενες τιμές για εκκαθαρίσεις στον Πίνακα 8.2.α.

Η ταχύτητα (m / s), των επιβατών και του πληρώματος κατά μήκος του διαδρόμου διαφυγής εξαρτάται από την πυκνότητα των προσώπων και από το είδος της εγκατάστασης του διαδρόμου διαφυγής. Τιμές της ταχύτητας των επιβατών και του πληρώματος δίνονται στον Πίνακα 8.2.β.

Πίνακας 8.2.α Συνιστώμενες τιμές για εκκαθαρίσεις

Table 1

The effective width recommended by IMO

Escape route element	Clearance (m)
Stairways	0.15
Handrails	0.05
Public space fixed seats	0.00
Walls	0.20
Doors	0.15

Πίνακας 8.2.β. Τιμές της ταχύτητας των επιβατών και του πληρώματος

Speed values for speed of passengers and crew

Type of facility	Condition	Density D (p/m ²)	Speed of persons S (m/s)	Specific flow F_s (p/ms)
Stairs (down)	Low	< 1.9	1.00	0.54
	Optimum	1.9–2.7	0.50	0.94
	Moderate	2.7–3.2	0.28	0.77
	Crush	> 3.2	0.13	0.42
Stairs (up)	Low	< 1.9	0.80	0.43
	Optimum	1.9–2.7	0.40	0.75
	Moderate	2.7–3.2	0.22	0.62
	Crush	> 3.2	0.10	0.32
Corridors, doorways	Low	< 1.9	1.40	0.76
	Optimum	1.9–2.7	0.70	1.30
	Moderate	2.7–3.2	0.39	1.10
	Crush	> 3.2	0.18	0.55

Ο όρος ‘crush condition’ στον πίνακα 8.2.β σημαίνει μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα, η οποία είναι 3,5 persons/m².

Ο χρόνος πορείας προς τους σταθμούς (Traveltime), σε δευτερόλεπτα, καθορίζεται από:

$$T = (\alpha + \beta) t_i$$

όπου:

α είναι ο συντελεστής ασφαλείας που πρέπει να ληφθεί ίσος με 2,0

β είναι ο συντελεστής αντίθετης ροής που πρέπει να ληφθεί ίσος με 3,0.

t_i είναι ο υψηλότερος χρόνος πορείας σε ιδανικές συνθήκες που απορρέει από την εφαρμογή της διαδικασίας υπολογισμού στον κανονισμό.

Οι διάδρομοι διαφυγής σχηματίζονται ως υδραυλικό δίκτυο, όπου οι σωλήνες αντιπροσωπεύουν τους διαδρόμους και τις σκάλες, οι βαλβίδες αντιπροσωπεύουν τις πόρτες και τους περιορισμούς γενικά, και οι δεξαμενές τους δημόσιους χώρους.

Βασικά, η έννοια της μακροσκοπικής μεθόδου έχει προσαρμοστεί στον κανονισμό. Κατά συνέπεια, επειδή πολύ περιορισμένα δεδομένα και εμπειρία ήταν διαθέσιμα, ο κανονισμός δεν λάμβανε υπόψη ανθρώπινους παράγοντες, όπως ηλικία, φύλο και προσωπικά χαρακτηριστικά,

δε λάμβανε υπόψη την επίδραση της ταχύτητας των επιβατών, που μπορεί να έχουν σε δυναμικά φαινόμενα, δηλαδή όταν το πλοίο προσκρούει σε κύματα, και ούτε λάμβανε υπόψη τη ροή του αντίθετου ρεύματος. Για το λόγο αυτό, δεδομένου ότι ο IMO αναγνωρίζει ότι οι παράγοντες αυτοί είναι πολύ σημαντικοί στην ανάλυση εκκένωσης, ασχολείται σχετικά με μία νέα μέθοδο ανάλυσης εκκένωσης βασισμένη στη μικροσκοπική μέθοδο και προσομοίωση. Τον Ιανουάριο του 2001, κατά την 45η σύνοδό της, η επιτροπή πυροπροστασίας, μία υποεπιτροπή του IMO, πυροπροστασία, επανεξέτασε προτάσεις για την ανάπτυξη των κατευθυντήριων γραμμών με χρήση των μικροσκοπικών μεθοδολογιών για την ανάλυση της εκκένωσης [IMO, 2001]. Η μικροσκοπική προσέγγιση, η οποία βασίζεται σε κάθε ένα πρόσωπο, έχει ως στόχο να λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας, με τη μοντελοποίηση κάθε ατόμου ξεχωριστά, δεδομένης της κατάστασης χρησιμοποιώντας ένα σύνολο παραμέτρων. Αυτή η προσέγγιση προϋποθέτει ότι ο πληθυσμός των επιβατών θα αποτελείται από μία σειρά ατόμων που έχουν διαφορετικούς φυσικούς περιορισμούς.

8.3 Μοντέλα Εκκένωσης

Η IMO MSC/Circ.909 βασίζεται σε μια σταθερή μέθοδο για τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την εκκένωση των επιβατών σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Ωστόσο, η μέθοδος δε θεωρεί, ούτε συστηματικά ούτε αναλυτικά, τις επιρροές διαφόρων παραγόντων σχετικά με την εκκένωση των επιβατών. Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί, ένα μοντέλο εκκένωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διαδικασία της εκκένωσης του πλοίου. Το μοντέλο της εκκένωσης χρησιμοποιείται ευρέως στη στάδιο του σχεδιασμού των κτηρίων. Ωστόσο, λόγω των δυσκολιών στην απόκτηση των απαραίτητων στοιχείων και στην εφαρμογή του στα ή σε ναυπηγικές κατασκευές, μόνο πρόσφατα έχει αρχίσει να μελετάται εκτενώς.

8.3.1 Ο ορισμός των μοντέλων εκκένωσης

Ένα μοντέλο εκκένωσης είναι ένα σύστημα ή μέθοδος που προσομοιώνει και αξιολογεί την επίδραση των παραγόντων εκκένωσης. Επειδή οι εκκενώσεις εξαρτώνται κυρίως από την συμπεριφορά αυτών που κάνουν την εκκένωση, οι παράγοντες εκκένωσης επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά τους αυτών που κάνουν την εκκένωση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Σε ένα μοντέλο εκκένωσης, οι παράγοντες εκκένωσης ορίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: συγκεκριμένα, τη διαμόρφωση, το περιβάλλον, τις διαδικασίες και τη συμπεριφορά [Gwynne και Galea, 1997a].

1. Διαμόρφωση της κατασκευής: αυτό καλύπτει την επίδραση στη συμπεριφορά λόγω της δομής της κατασκευής, όπως πλάτη εξόδων διαφυγής, ρύθμιση των εξόδων διαφυγής κλπ.
2. Οι διαδικασίες που εφαρμόζονται εντός της κατασκευής: Αυτό περιλαμβάνει τη γνώση των επιβατών, την εκπαίδευση και τις υποχρεώσεις που έχει το πλήρωμα, καθώς και την εξοικείωση μεμονωμένων επιβατών με τις εξόδους διαφυγής.
3. Περιβάλλον στο εσωτερικό της κατασκευής: αυτό περιγράφει τις επιδράσεις της θερμότητας, των τοξίνων και του καπνού στην ικανότητα του επιβάτη για μετακίνηση και για λήψη αποφάσεων. Η φύση και η θέση των αντικειμένων μπορεί επίσης να είναι ένας παράγοντας.
4. Συμπεριφορά των επιβατών: αυτό περιγράφει το αποκορύφωμα όλων των επιρροών, αναφέρεται στην ασφάλεια της ομάδας, στη θέσπιση ειδικών ρόλων, στην ανταπόκριση του ατόμου στην κατάσταση έκτακτης ανάγκης, στις πιθανές ταχύτητες ταξιδιού, καθώς και στην ικανότητα του ατόμου να εκτελεί επιθυμητές ενέργειες.

8.3.2 Η ταξινόμηση των μοντέλων εκκένωσης

Σήμερα υπάρχουν περισσότερα από 20 μοντέλα εκκένωσης. Κάθε μοντέλο έχει τη δική του φιλοσοφία και ικανότητα και διαφέρει ελαφρώς από άλλα μοντέλα. Είναι πολύ σημαντικό να αναγνωρίσουμε τη φιλοσοφία και την ικανότητα των μοντέλων και να εφαρμόζονται σε ένα μοντέλο εκκένωσης με τη σωστή χρήση. Παρέχουμε ταξινομήσεις μοντέλων εκκένωσης, εδώ για να βοηθήσουμε στην επιλογή του σωστού μοντέλου σε μία συγκεκριμένη κατάσταση.

Ταξινόμηση με βάση το χαρακτηρισμό: μικροσκοπικά, μακροσκοπικά, και μεσοσκοπικά μοντέλα

Στον τομέα της μοντελοποίησης της κίνησης των πεζών, τα μοντέλα χωρίζονται στους ακόλουθους τρεις τύπους: μικροσκοπικά, μακροσκοπικά, και μεσοσκοπικά. [Vassalos et al., 2001; Klupfel et al., 2000; Helbing et al., 2002].

Στα μικροσκοπικά μοντέλα, η συμπεριφορά του κάθε μεμονωμένου προσώπου μοντελοποιείται ξεχωριστά. Αν και αυτό απαιτεί περισσότερη υπολογιστική ισχύ από τα άλλα

δύο μοντέλα, είναι κατάλληλο για διερεύνηση της επίδρασης του κάθε παράγοντα εκκένωσης. Τα μακροσκοπικά μοντέλα βασίζονται στην ομοιότητα των ροών των πεζών, ροές με υγρά ή αέρια. Η βάση τού εν λόγω μοντέλου είναι η εξίσωση συνέχειας που πρέπει να συμπληρωθεί με στοιχεία για τη σχέση της πυκνότητας με τη ροή. Το μακροσκοπικό μοντέλο, το οποίο είναι το μοντέλο που υποστηρίζεται από τον IMO, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τα σχέδια στέγασης. Δεδομένου ότι κανένα από τα παραπάνω μοντέλα εκκένωσης από μόνο του δεν είναι κατάλληλο για γενικό μοντέλο σε υψηλό επίπεδο και χαμηλό επίπεδο σχεδιασμού, χρησιμοποιούνται μεσοσκοπικά μοντέλα. Τα μεσοσκοπικά μοντέλα μπορούν να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ των μικροσκοπικών και των μακροσκοπικών. Η γεφύρωση του χάσματος είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στη σύγκριση των μικροσκοπικών και μακροσκοπικών μοντέλων μέσω χονδροειδών κόκκων.

8.3.3 Ταξινόμηση Gwynne και Galea

Σύμφωνα με τον Gwynne και τον Galea [1997b], τα μοντέλα εκκένωσης διαχωρίζονται σε τέσσερις τύπους: τη φύση του μοντέλου εφαρμογών, την εκπροσώπηση κατασκευής, τις προοπτικές του πληθυσμού και προοπτικές συμπεριφοράς.

Η φύση του μοντέλου αφορά τη βελτιστοποίηση, προσομοίωση και την αξιολόγηση του ρίσκου. Τα μοντέλα εκκένωσης χρησιμοποιούν λεπτό δίκτυο ή ένα χονδροειδές προκειμένου να εκπροσωπή τη γεωμετρία τους. Εάν το λεπτό δίκτυο έχει χρησιμοποιηθεί, ολόκληρη η επιφάνεια του ορόφου εκπροσωπείται με λεπτομέρεια συνήθως από μία 'συλλογή κόμβων' ή 'κεραμιδιών'. Στο 'χοντρό' δίκτυο, εκπροσωπούνται μόνο οι τοπολογίες των σημαντικών δομών της κατασκευής. Οι διάδρομοι και τα δωμάτια είναι παραδείγματα σημαντικών δομών. Ο πληθυσμός, όπως και με τη γεωμετρία, μπορεί να αναπαρασταθεί σε μία από τις δύο απόψεις: ο καθένας ξεχωριστά ή όλοι μαζί. Στην πρώτη περίπτωση επιτρέπει να αναγνωρίζονται προσωπικά χαρακτηριστικά. Στη δεύτερη, μεταχειρίζεται τον πληθυσμό ως μία ομοιογενή ομάδα. Για την διαδικασία λήψης αποφάσεων από αυτούς που κάνουν την εκκένωση, τα μοντέλα εκκένωσης συνήθως χρησιμοποιούν ένα από τα ακόλουθα πέντε συστήματα λήψης αποφάσεων: το σύστημα αρνητικής συμπεριφοράς, το λειτουργικό σύστημα ανάλογης συμπεριφοράς, το σύστημα σιωπηλής συμπεριφοράς, το σύστημα που βασίζεται σε κανόνες συμπεριφοράς του συστήματος και το σύστημα συμπεριφοράς που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη.

8.4 Οι τρέχουσες ερευνητικές εργασίες και παραδείγματα εφαρμογής

Το ερευνητικό πρόγραμμα της ΕΕ, το οποίο ονομάζεται *Mustering and Evacuation of Passengers:Scientific Basis for Design (MEPdesign)*, ξεκίνησε το 1997 [Rutgersson και Tsyhckona,1999]. Το πρόγραμμα προσομοίωσης της συγκέντρωσης, EVAC, αναπτύχθηκε ως μέρος του MEPdesign έργου. Το EVAC χρησιμοποιεί τα δεδομένα και τις γνώσεις που δημιουργήθηκαν από το MEPdesign έργο, αλλά επίσης βασίζεται στην εμπειρία από προηγούμενα προγράμματα. Ο στόχος της EVAC είναι να προσομοιώσουν την πράξη συγκέντρωσης των επιβατών στα επιβατηγά πλοία που βασίζονται στη μικροσκοπική μέθοδο. Την αρχική κατανομή των επιβατών την ορίζει ο χρήστης. Σε κάθε επιβάτη ανατίθενται ιδιότητες με βάση τα σχέδια από τα στοιχεία για τον πληθυσμό. Η κίνηση του κάθε επιβάτη, όπου συμπεριλαμβάνονται οι αλληλεπιδράσεις του με άλλους επιβάτες, προσομοιώνεται. Πριν από την δοκιμή εκκένωσης με Kronprins Fredrik, η συγκέντρωση είχε προβλεφθεί με EVAC, και τεκμηριώνεται με σχετική έκθεση, η οποία βασίζεται σε υποθέσεις σχετικά με τον αριθμό των επιβατών και την κατανομή τους. Ο προβλεπόμενος χρόνος συγκέντρωσης ήταν 20 λεπτά, ενώ ο καταγεγραμμένος χρόνος συγκέντρωσης κατά τη δοκιμή ήταν 24 λεπτά [Dräger και Orset, 2001]. Ωστόσο, η δυναμική επίδραση και η λίστα των επιβατών στο πλοίο δεν είχαν συμπεριληφθεί.

Η ομάδα Μηχανικών Πυρασφάλειας (Fire Safety Engineering Group, FSEG) του Πανεπιστημίου του Γκρίνουιτς έχει αναπτύξει ένα μοντέλο εκκένωσης που ονομάζεται EXODUS, το οποίο είναι ένα λογισμικό για προσομοίωση εκκενώσεων σε σύνθετες υποδομές. Πρόσφατα, έχουν αρχίσει να εφαρμόζουν το σύστημα στον τομέα των θαλάσσιων κατασκευών. Σε συνεργασία με την канаδική εταιρεία FLEET TECHNOLOGY και την канаδική κυβέρνηση, ένα λεπτομερές υπόδειγμα εκκένωσης βρίσκεται υπό εξέλιξη και μία σειρά από δοκιμές διεξάγεται προκειμένου να συλλέξουν δεδομένα για τις συμπεριφορές των ανθρώπων κάτω από διαφορετικές συνθήκες [Galea, 2001]. Οι πληροφορίες αυτές θα ενσωματωθούν στο EXODUS μαζί με κατάλληλες τροποποιήσεις για το μοντέλο συμπεριφοράς. Το τρέχον μοντέλο EXODUS δεν κατέχει θαλάσσια συγκεκριμένα στοιχεία για την συμπεριφορά των ανθρώπων στην εκκένωση. Παρ' όλα αυτά όταν οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί στο πλαίσιο του μοντέλου. Δεδομένου ότι το μοντέλο έχει την ευελιξία που θα επιτρέπει στο χρήστη να τροποποιήσει όλες τις προκαθορισμένες προεπιλεγμένες τιμές, είναι εύκολα προσαρμόσιμο όταν τα νέα δεδομένα είναι διαθέσιμα. Επιπλέον, η τρέχουσα έκδοση του EXODUS δεν περιλαμβάνει αξιόπιστα στοιχεία για να αντιπροσωπεύσει την προετοιμασία και την εγκατάσταση του συστήματος διαφυγής ή εγκατάλειψης του πλοίου. Και πάλι, οι πτυχές αυτές μπορούν να περιλαμβάνονται, όταν τα δεδομένα είναι διαθέσιμα.

Το Ινστιτούτο Ερευνών της Κορέας των πλοίων και Μηχανικών Ωκεανού (Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering ,KRISO) και το εθνικό Πανεπιστήμιο της Σεούλ (Seoul National University, SNU) αναπτύσσουν ένα μοντέλο εκκένωσης βασισμένο σε ξεχωριστή μέθοδο πληροφοριών που ονομάζεται MonteDEM, χρησιμοποιώντας προσομοίωση Monte-Carlo και πιθανότητα (Chung, 2001). Το MonteDEM χρησιμοποιεί αξιολόγηση πυρασφάλειας (Fire Safety Evaluation Module,FSEM) για την αξιολόγηση της πυρασφάλειας των πλοίων. Η FSEM υπολογίζει την πιθανότητα του θανάτου, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της πυρασφάλειας. Στο MonteDem, τα φυσικά χαρακτηριστικά του κάθε προσώπου μπορεί να δοθούν με διαφορετικό τρόπο, και οι δυνάμεις που προκαλούνται από κινήσεις που έχουν 6 βαθμούς ελευθερίας στο πλοίο προστίθενται προκειμένου να κάνουν το σενάριο εκκένωσης πιο ρεαλιστικό. Πρόκειται για ένα μεσοσκοπικό μοντέλο, στο οποίο όλες οι αποφάσεις λαμβάνονται μόνο με βάση τη φυσική κίνηση του πληθυσμού. Μπορεί να αντιπροσωπεύει πολλαπλά δωμάτια και πολλαπλούς ορόφους.

Η εκκένωση των επιβατών προσομοίωσης με κωδικό μοντέλου Evi (Evacuability index) αναπτύχθηκε από το ερευνητικό κέντρο ευστάθειας πλοίου στο Πανεπιστήμιο του Strathclyde, σε συνεργασία με την Deltamarin. Πρόκειται για ένα μοντέλο σε πραγματικό χρόνο αμφίδρομης επικοινωνίας, μεσοσκοπικό, που χρησιμοποιεί ένα εικονικό περιβάλλον για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των επιδόσεων εκκένωσης και κάνει αξιολόγηση μέσω της απεικόνισης. Με βάση την τεχνική της προσομοίωσης multi-agent ,είναι η πιο κατάλληλη για προσομοίωση εκκένωσης επιβατών σε μια δομή πολυεπίπεδη [Vassalos et al., 2001]. Το μοντέλο ονομάζεται "Μεσοσκοπικό", για να τονιστεί ότι και τα δύο, μακροσκοπικό και μικροσκοπικό μοντέλο είναι αναγκαία για αποτελεσματική ανάλυση συγκέντρωσης και εκκένωσης. Το Evi προσαρμόζει τα αποτελέσματα του έργου MEPdesign, για να κατανοήσει τις συνέπειες των πλοίων σε κίνηση. Είναι δεδομένο ότι η ταχύτητα βαδίσματος ήταν 0, όταν η μέγιστη γωνία του πλοίου ήταν 20. Η ταχύτητα των 'πρακτόρων' εκφράζεται αναλυτικά από μία συνάρτηση.

Το Gerhard-Mercator,-Πανεπιστήμιο στη Γερμανία, ανέλαβε ένα ερευνητικό πρόγραμμα που ονομάζεται BYPASS. Ο στόχος του προγράμματος αυτού ήταν η αποτίμηση του σχεδιασμού του πλοίου με το μέγιστο χρόνο εκκένωσης που πρέπει να τηρείται. Μέσω του BYPASS, ένα απλό κυτταρικό αυτόματο μοντέλο για την περιγραφή της κίνησης του πλήθους αναπτύχθηκε, και εφαρμόστηκε σε ένα ταχύπλοο σκάφος για προσομοίωση [Klupel et al., 2000]. Η δυσμενέστερη περίπτωση διαδρόμου διαφυγής επιλέχθηκε για τη δοκιμή και την προσομοίωση με τους επιβάτες αρχίζοντας από μπροστά και μεταβαίνοντας μέσω του συστήματος εκκένωσης στο πίσω μέρος. Μετά από εκατό προσομοιώσεις η μέση τιμή του χρόνου εκκένωσης ήταν κοντά

στη μέση τιμή της δοκιμής. Κατά τη διαδικασία προσομοίωσης, συμφόρηση σχηματίστηκε, προκαλώντας συνωστισμό μπροστά από τις εξόδους.

Μία παρόμοια έρευνα για τη συμφόρηση έγινε, και μία άλλη μέθοδος ανάλυσης διαφυγής προτάθηκε [Katuhara et al., 1999]. Στην προκαταρκτική ανάλυση, ήταν περίπου όπως τροποποιήθηκε από τη χρήση της λειτουργίας της προσομοίωσης του προγράμματος στο οποίο παρουσιάστηκαν τα σημεία συμφόρησης στους διαδρόμους διαφυγής. Επιπλέον, οι προσομοιώσεις διαφυγής διεξήχθησαν σε ικανές και αναγκαίες συνθήκες. Η χειρότερη περίπτωση και η καλύτερη περίπτωση εντοπίστηκαν. Η καλύτερη περίπτωση ήταν η βέλτιστη στην οποία η διαδρομή του ήταν ακριβώς ίδια με τη διαδρομή που σχεδιάστηκε για τη διαφυγή. Η αξία της καλύτερης και της χειρότερης υπόθεσης θεωρήθηκε ως το χαρακτηριστικό του σχεδιασμού.

8.5 Ανθρώπινες συμπεριφορές σε εκκένωση πλοίου

Το πιο περίπλοκο και δύσκολο θέμα στην προσομοίωση της διαδικασίας εκκένωσης είναι η ανθρώπινη συμπεριφορά. Δυστυχώς, τα τρέχοντα ανθρώπινα μοντέλα συμπεριφοράς έχουν περιορισμούς στην προσομοίωση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Είναι γενικά πολύ δύσκολο να κατανοηθεί και να ποσοτικοποιηθεί η ανθρώπινη συμπεριφορά καθώς οι παράγοντες που εμπλέκονται διαφέρουν σημαντικά λόγω των διαφόρων τύπων ατυχημάτων και του περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με την ανάλυση των ατυχημάτων των πλοίων, η καταγραφή και η κίνηση του πλοίου, η πυκνότητα του πλήθους και οι ψυχολογικοί παράγοντες σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης έχουν τις πιο σημαντικές επιπτώσεις στο χρόνο εκκένωσης του πλοίου. Για το λόγο αυτό, οι δύο κύριες πτυχές θα εξεταστούν :

(1) η φυσιολογική πτυχή, η οποία επικεντρώνεται στην καταγραφή και την κίνηση του πλοίου, καθώς και στην πυκνότητα του πλήθους, και

(2) η ψυχολογική πτυχή, η οποία λαμβάνει υπόψη τους ψυχολογικούς παράγοντες. Αυτό το κεφάλαιο ασχολείται με αποτελέσματα πειραμάτων από τρεις παράγοντες που επιδρούν στην ανθρώπινη συμπεριφορά κατά την εκκένωση πλοίου.

8.5.1 Καταγραφή και κίνηση

8.5.1.1 Πείραμα από το Εθνικό Ινστιτούτο Θαλασσιών Ερευνών (National Maritime Research institute) της Ιαπωνίας

Η National Maritime Research institute της Ιαπωνίας πειραματίστηκε για 3 έτη από το 1994, με 70-120 μαθητές ηλικίας 20 ετών, σε ένα πλοίο που βρίσκεται στο λιμάνι [Katuhara et al., 1997, 1998]. Η κυκλοφορία των ατόμων κατά μήκος μιας προκαθορισμένης διαδρομής εκκένωσης καταγράφεται και τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ταχύτητα βαδίσματος ήταν 1,4 m / s στους διαδρόμους, 0,7 m / s στις σκάλες, και η μέγιστη πυκνότητα ήταν 3 persons/m².

8.5.1.2 Πείραμα από το Ερευνητικό Ινστιτούτο Ναυπηγών Μηχανικών (Research Institute of Marine Engineering) της Ιαπωνίας

Τα πειράματα έγιναν με συνολικά 20 ενήλικα αρσενικά και θηλυκά άτομα [Murayama et al., 2000]. Οι παράγοντες που εξετάστηκαν ήταν το πλάτος των διαδρόμων (1,2m, 0,9 m, 0,6 m), η κλίση (+20°~ -20°), και η κίνηση του πλοίου (γωνία 10° και περίοδος 5 s και 10 s).

Η ταχύτητα βηματισμού σε στατική κατάσταση ήταν μεταξύ 1,23 και 1,25 m/s, και υπήρχε μία ασήμαντη διαφορά στην ταχύτητα για διαδρόμους με διαφορετικά πλάτη. Υπό τις συνθήκες διαγωγής, η ταχύτητα ήταν μεταξύ 0,82 και 1,38 m / s και η ταχύτητα μειωνόταν καθώς η γωνία διαγωγής αυξανόταν. Υπό τις συνθήκες διαγωγής, η διαφορά στην ταχύτητα βηματισμού μεταξύ 0 και 20° ήταν ασήμαντη. Η ταχύτητα βηματισμού κατά τη διάρκεια κίνησης του πλοίου ήταν μεταξύ 0,71 και 0,77 m / s, περίπου 20% λιγότερο από 0,90 m / s που ήταν η ταχύτητα υπό στατικές συνθήκες.

8.5.1.3 Πείραμα από το Αυστραλιανό Maritime Engineering-Cooperative Research Center

Επιχειρώντας ένα Australian Maritime Safety Authority πρόγραμμα, το Maritime Engineering-Cooperative Research Center (AME CRC) έκανε πειράματα σχετικά με την ανθρώπινη ταχύτητα βαδίσματος, καθώς επηρεάζεται από την κλίση των διαδρόμων και των σκαλιών. Οι συμμετέχοντες ήταν 67 ενήλικα αρσενικά και θηλυκά από 18 έως 25 ετών [Koss et al., 1997].

Στο πείραμα σχετικά με τη διαμήκη κλίση, η ταχύτητα ήταν 1,65 m / s όταν δεν υπήρχε κλίση. Για την προς τα κάτω κλίση, η ταχύτητα αυξανόταν καθώς η διαγωγή αυξανόταν. Για την ανοδική κλίση και υπό συνθήκες διαγωγής, η διαφορά στην ταχύτητα μεταξύ γωνιών ήταν ασήμαντη. Ωστόσο, σε συνθήκες διαμήκους κλίσης η ταχύτητα ήταν βραδύτερη αν δύο πρόσωπα περπατούσαν κατά μήκος σε 1,2 m πλάτος διαδρόμων την ίδια στιγμή. Στο πείραμα υπό συνθήκες διαγωγής με μία σκάλα, η ταχύτητα ήταν 1,50 m/s (για άνδρες), όταν δεν υπήρχε κλίση. Σε περίπτωση θετικής γωνίας, δεν υπήρξε καμία διαφορά στην ταχύτητα, ενώ για αρνητική γωνία, η ταχύτητα μειωνόταν ταχύτατα όταν η γωνία αυξανόταν. Η διαφορά στην ταχύτητα μεταξύ ανδρών και γυναικών ήταν μεγαλύτερη από 30%. Υπό συνθήκες κλίσης, η ταχύτητα μειωνόταν καθώς η γωνία αυξανόταν.

Μια άλλη μελέτη του 2000 δείχνει τα πειραματικά αποτελέσματα με 985 άτομα, στα οποία η ηλικία, το φύλο, και ο βαθμός αναπηρίας ελήφθησαν υπόψη (Brumley και Koss, 2000). Για την ηλικία, μια σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε για την ομάδα άνω των 65 ετών. Για τα δύο φύλα, οι άντρες ήταν περίπου 18% πιο γρήγοροι από τις γυναίκες. Για εκείνους που ήταν σε αναπηρικές καρέκλες, η ταχύτητα ήταν πολύ πιο αργή από ό, τι για τους αρτιμελείς και τους αθλητικούς τύπους.

8.5.1.4 Πείραμα του TNO Human Factors

Ως ένα έργο MEPdesign, το ολλανδικό Ερευνητικό Ινστιτούτο TNO Human Factors πειραματίστηκαν με την ταχύτητα βαδίσματος 150 ατόμων ηλικίας 18 έως 83 ετών ανάλογα με την κλίση και την κίνηση του διαδρόμου και των σκαλιών [Bles et al., 2001]. Μία προσομοίωση πλοίου σε κίνηση, με μέγεθος καμπίνας 4 X 2,4 X 2,3 m, τοποθετημένη σε υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα.

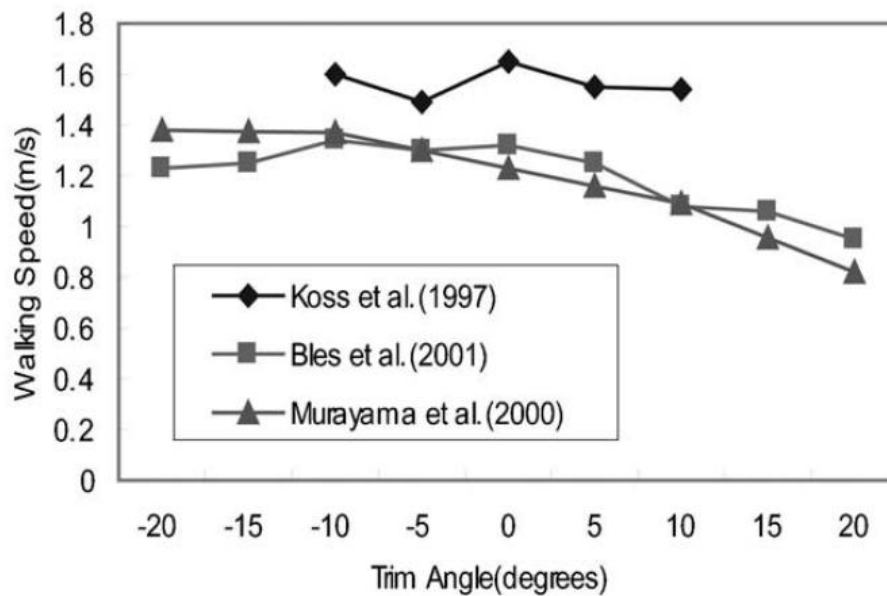
Όταν δεν υπήρχε διαγωγή, η ταχύτητα στο διάδρομο ήταν 1,32 m / s. Η ταχύτητα διέφερε σημαντικά ανάλογα με την ανοδική κλίση, ενώ η διαφορά ήταν ασήμαντη για την καθοδική κλίση. Γενικά, ένα 35% μείωσης ταχύτητας παρουσιάστηκε σε κλίση του πλοίου για άτομα ηλικίας άνω των 60 ετών οι οποίοι ήταν 15% πιο αργοί.

Σε σχέση με την κλίση της σκάλας, η ταχύτητα ήταν 0,48 m / s, όταν δεν υπήρχε κλίση. Υπήρχε, όμως, μέχρι 40% μείωση της ταχύτητας για θετική διαγωγή και 30% μείωση της ταχύτητας για αρνητική διαγωγή. Η διαφορά στην ταχύτητα μεταξύ των διαφόρων γωνιών κλίσης ήταν ασήμαντη. Επιπλέον, σε σύγκριση με τα πειράματα MEPdesign, το πείραμα αυτό έδειξε μία αύξηση στην ταχύτητα όταν είχαν τεθεί χειρολισθήρες. Στην περίπτωση της κίνησης των

πλοίων, υπήρξε ένα 15% μείωσης της ταχύτητας και στις δύο περιπτώσεις ‘pitching’ και ‘rolling’ ανάλογα με την περίοδο και τη γωνία. Η ομάδα με πάνω από 60 άτομα ήταν περίπου 10-15% πιο αργή από άλλες ομάδες ανθρώπων.

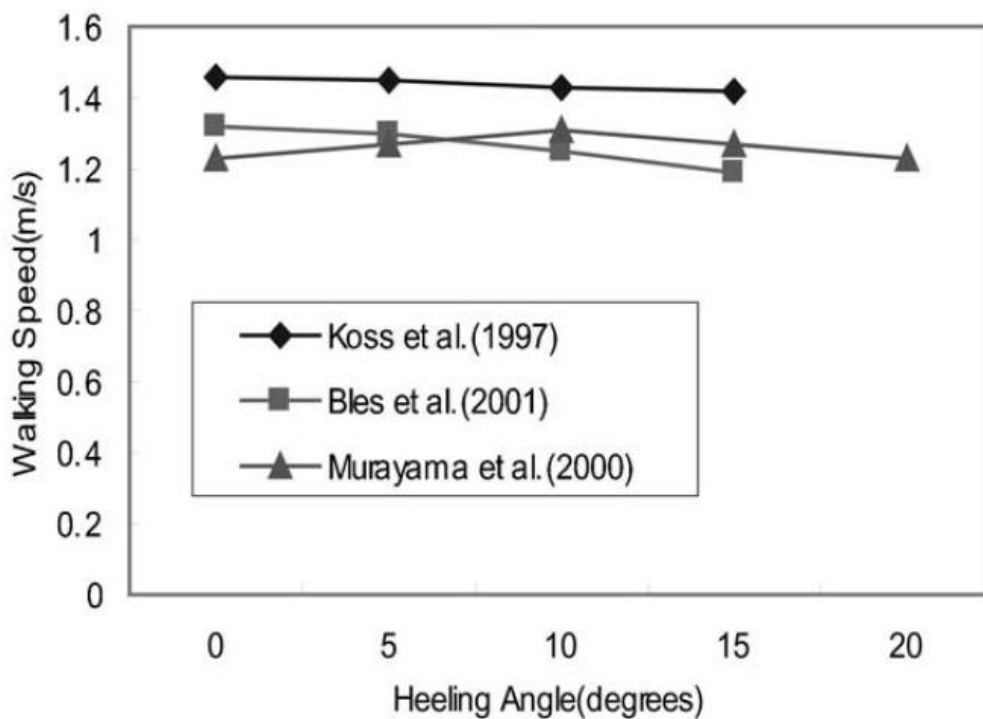
8.5.1.5 Συγκριτικά αποτελέσματα πειραμάτων

Όπως κάθε ένα από τα παραπάνω πειράματα κυμαίνεται στα χαρακτηριστικά των ατόμων (ηλικία και φύλο), στο είδος των πειραμάτων (διάδρομος, σκάλες και έξοδοι διαφυγής), και στις συνθήκες του πειράματος (καταγραφή και γωνία κίνησης), είναι δύσκολο να γίνουν συγκρίσεις, καθώς δεν υπάρχει τυπικό κριτήριο. Στο Σχήμα 8.5.1.5.α και 8.5.1.5.β παρουσιάζεται η μεταβολή της ταχύτητας, καθώς η κλίση του διαδρόμου αλλάζει στα τρία πειράματα, με εξαίρεση το ένα από την National Maritime Research Institute της Ιαπωνίας.



(a) Comidor-Trim

Σχήμα 8.5.1.5.α Σύγκριση της ταχύτητας των ατόμων σε συνάρτηση με την κλίση του διαδρόμου(trim)



(b) Corridor-Heeling

Σχήμα 8.5.1.5.β Σύγκριση της ταχύτητας των ατόμων σε συνάρτηση με την κλίση του διαδρόμου(heel)

8.5.2 Πυκνότητα πλήθους

Στα παραπάνω πειράματα, η επίδραση της πυκνότητας πλήθους δε θεωρήθηκε. Σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, αναφέρεται ότι οι επιβάτες εμφανίζουν τους ακόλουθους τρόπους συμπεριφοράς [Helbing et al., 2000]:

→Οι άνθρωποι μετακινούνται ή προσπαθούν να προχωρήσουν πολύ πιο γρήγορα από το κανονικό.

→Τα άτομα αρχίζουν να πιέζουν, και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ανθρώπων είναι φυσιολογικές.

→Η μετακίνηση και, ειδικότερα, μέσα από ένα στενό σημείο διαδρόμου, γίνεται ασυντόνιστα.

→ Η διαφυγή επιβραδύνεται από πεσμένα ή τραυματισμένα πρόσωπα που ενεργούν ως εμπόδια.

→ Οι άνθρωποι δείχνουν μία τάση προς τη συμπεριφορά της μάζας, που είναι να κάνουν ό, τι κάνουν οι άλλοι.

Ως εκ τούτου, ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να θεωρείται σε μία εκκένωση είναι η πυκνότητα του πλήθους, που είναι σημαντική για την ταχύτητα κίνησης της ομάδας, και η διαφορά της ταχύτητας για κάθε κατεύθυνση. Το βασικό κριτήριο θα είναι η πυκνότητα του πληθυσμού, η οποία είναι ο αριθμός των ανθρώπων ανά m^2 .

Υπό κανονικές συνθήκες, ένα άτομο παίρνει $0,135 m^2$ του χώρου, και η μέγιστη πυκνότητα είναι $7,4 persons/m^2$. Υπό ακραίες συνθήκες, τα παρατηρούνται ακόλουθα: πιθανή είναι μία πυκνότητα $15 persons/m^2$, δυσκολία στο περπάτημα από μια πυκνότητα $2 persons/m^2$ και πάνω, από την πυκνότητα των $4 persons/m^2$, δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση, αλλά είναι δυνατή αργή κίνηση προς τα εμπρός [Ando et al., 1988]. Η έρευνα της al Ando et. [1988] βασίστηκε σε μαγνητοσκόπηση των επιβατών που διακινούνται μέσα σε ένα σιδηροδρομικό σταθμό. Παρατηρήθηκε ότι οι επιβάτες συμπεριφέρθηκαν πιο φυσικά από ότι εάν ήξεραν ότι βρίσκονταν σε ένα πείραμα.

Ο Smith (1995) παρείχε μία χρήσιμη αναφορά προηγούμενων εργασιών. Ανέφερε ότι η ταχύτητα κίνησης ήταν $1,3 m/s$ για πυκνότητα της τάξης του $0,1 persons/m^2$, ότι μειώθηκε σε $0,7 m/s$ για $2,2 persons/m^2$ και ήταν $0,3 m/s$ για $4,0 persons/m^2$.

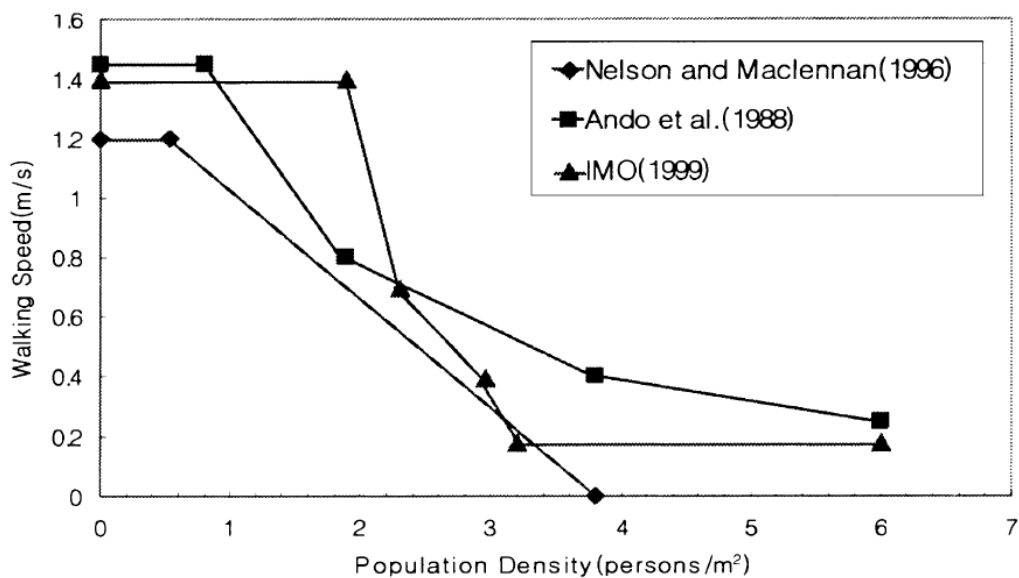
Οι Nelson και MacLennan [1996] έδειξαν ότι η ταχύτητα κίνησης σύμφωνα με την πυκνότητα των $0,54$ και $3,8 persons/m^2$ έχει άμεση σχέση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για την πυκνότητα κάτω από $0,54 persons/m^2$, της ανεμπόδιστης κυκλοφορίας η κίνηση ήταν δυνατή σε οποιαδήποτε κατεύθυνση, ενώ για την πυκνότητα πάνω από $3,8 persons/m^2$ η κίνηση ήταν σχεδόν αδύνατη.

Υπάρχουν μερικά πειράματα σχετικά με την κυκλοφορία του πλήθους κατά την εκκένωση του πλοίου. Σύμφωνα με τα πειράματα του AME CRC [Koss et al., 1997], η ταχύτητα βαδίσματος ενός πλήθους μετρήθηκε ως εξής: $1,32 m/s$ για τους επικεφαλής της ομάδας, $1,10 m/s$ για τους μεσαίους και $0,80 m/s$ για τους τελευταίους. Ως εκ τούτου, η ταχύτητα στην αρχή του πλήθους ήταν ταχύτερη από την ταχύτητα στο τέλος του, με αποτέλεσμα τη διασπορά της ομάδας. Όταν δύο ομάδες από αντίθετες κατευθύνσεις συναντηθούν, παρατηρείται ένα 50%

μείωσης της ταχύτητας, ενώ η μείωση της ταχύτητας από σύγκρουση μεταξύ τους όταν μετακινούνται παράλληλα είναι 20%.

Ο Murayama et al. [2000] έδειξε ότι η ταχύτητα κίνησης του πλήθους μειώνεται όταν το πλάτος των διαδρόμων μειώνεται. Όταν ένα άτομο συναντηθεί με το πλήθος προς την αντίθετη κατεύθυνση, η ταχύτητα του πλήθους είναι 0,78 m / s για 60 cm πλάτος διαδρόμου, 0,60 m / s για 90 cm πλάτος διαδρόμου , και 0,93 m / s για 120 cm πλάτος διαδρόμου. Επιπλέον, το περπάτημα σε πλήθος είναι 20 -55% πιο αργό από το να περπατούσε ένα άτομο μόνο του.

Η IMO MSC/circ.909 με τίτλο «Κατευθυντήριες γραμμές για την απλοποίηση της ανάλυσης εκκένωσης σε επιβατηγά πλοία Ro-Ro »(Interim Guidelines for a Simplified Evacuation Analysis on Ro-Ro Passenger Ships') ,[IMO, 1999] παρουσιάζει τις ταχύτητες στις σκάλες και στους διαδρόμους, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των εκκενώσεων (Πίνακας 7.2.β). Αυτά τα δεδομένα βασίζονται στην «SFPE of Fire Protection Engineering Handbook» από την National Fire Protection Association. Δείχνει τέσσερις ταχύτητες ανάλογα με τον τύπο της πυκνότητας (χαμηλή, άριστη, μέτρια και crush'πολύ μεγάλη'). Το Σχήμα 7.5.2 παρουσιάζει την αλλαγή στην ταχύτητα βηματισμού σε αλλαγές της πυκνότητας, για δύο ερευνητικά πειράματα σε σύγκριση με τον κανονισμό του IMO.



Σχήμα 8.5.2 Σύγκριση των ταχυτήτων βαδίσματος με δεδομένη πληθυσμιακή πυκνότητα.

8.5.3 Ψυχολογικοί παράγοντες

Είναι πολύ δύσκολο να αντιμετωπίσει κανείς την ανθρώπινη συμπεριφορά που βασίζεται σε ψυχολογικούς παράγοντες στην ανάλυση εκκένωσης. Οι περιορισμοί των προηγούμενων προσομοιώσεων εκκένωσης είναι ότι τα περισσότερα από τα αποτελέσματα είναι τα ίδια για τις ίδιες κατασκευές.

Αυτό συμβαίνει επειδή θεωρούν ότι βασίζονται μόνο σε παράγοντες όπως η ελαχιστοποίηση του χρόνου αναμονής και επιλογή καλύτερης διαδρομής, χωρίς να υπολογίζουν την ψυχολογική κατάσταση των επιβατών που κάνουν την εκκένωση. Σε γενικές γραμμές, οι άνθρωποι τείνουν να αποφύγουν να ακολουθούν το φως και να στρίβουν αριστερά ενστικτωδώς. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν πολλοί περισσότεροι ψυχολογικοί παράγοντες που εμπλέκονται στην υπόθεση των ατυχημάτων σε πλοία, όπως το αν υπάρχουν και άλλα μέλη της οικογένειας σε άλλο όροφο, η κοινωνική επαφή με άλλους επιβάτες, οι συνθήκες φωτισμού ή η θέση ενός προσώπου με ισχυρές ιδιότητες ηγεσίας. Επιπλέον, οι επιβάτες μπορεί να πανικοβληθούν, καθιστώντας δύσκολο να λάβουν μια απόφαση ή να κάνουν οτιδήποτε εποικοδομητικό.

Ο Sime [1995] επανεξέτασε θεωρίες της ψυχολογίας του πλήθους με ιδιαίτερη αναφορά στην είσοδο και έξοδο του. Συζήτησε παρανοήσεις σχετικά με τον πανικό και ανορθολογικές συμπεριφορές, και τόνισε τη σχέση μεταξύ της ψυχολογίας του πλήθους και της μηχανικής. Επιπλέον, τόνισε την ανάγκη να επικυρώσει προσομοιώσεις σε υπολογιστή της κυκλοφορίας του πλήθους και της συμπεριφοράς διαφυγής του από ψυχολογικά αλλά και από μηχανικά κριτήρια.

Η ψυχολογική ανάλυση ατόμων σε καταστάσεις εκκένωσης του πλοίου είναι σε αρχικό στάδιο, και το παρακάτω σχετίζεται με την έρευνα για το θέμα. Ο Katuhara et al. [1999] πρότεινε ότι η επιλογή μιας διαδρομής εκκένωσης επηρεάζει τα πρότυπα ανθρώπινης συμπεριφοράς, επειδή η διαδρομή εκκένωσης μπορεί να διαφέρει σε όμοιες κατασκευές, ανάλογα με την ψυχολογική κατάσταση των ανθρώπων για τις ίδιες κατασκευές. Οι ψυχολογικοί παράγοντες περιλαμβάνουν το βαθμό αναγνώρισης μεταξύ των επιβατών, το είδος της οικογένειας που συνοδεύει τον επιβάτη, και το φωτισμό στο πλοίο. Το παρόν έγγραφο μοντελοποιεί τους ψυχολογικούς παράγοντες με την εισαγωγή της έννοιας της εικονικής απόστασης, η οποία αποτελεί εκτίμηση της απόστασης από ένα αόρατο κατάστρωμα, μαζί με το βαθμό σύγχυσης. Επιπλέον, για να αντικατοπτρισθούν οι παράγοντες αυτοί, έγινε μία προσομοίωση βασισμένη σε 'πράκτορα' όπου κάθε ένας μπορούσε να αντιληφθεί το περιβάλλον και να αποφασίσει τι πρέπει να κάνει με την αντίληψη των δεδομένων.

Ο Fukuchi et al. [1999] έδειξε ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκκένωσης θα μπορούσε να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο βαδίσματος που

λαμβάνει υπόψη την ορατότητα και τη διαδικασία της διαφυγής του επιβάτη. Επιπλέον, η ψυχολογική διαδικασία μοντελοποιήθηκε μαθηματικά χρησιμοποιώντας ένα κρουαζιερόπλοιο δείπνου για μία προσομοίωση στην οποία υπολογίσθηκαν η μείωση στην ταχύτητα βαδίσματος και η απομόνωση του κάθε επιβάτη σύμφωνα με το βαθμό του ατυχήματος.

8.6 Περαιτέρω θέματα έρευνας και ανάπτυξης

8.6.1 Συγκέντρωση των επιβατών (Mustering)

Η εσωτερική δομή του πλοίου είναι συνήθως στενή και πολύπλοκη, λόγω του περιορισμένου χώρου. Οι επιβάτες και το πλήρωμα για να φτάσουν στο σχεδιασμένο σταθμό συγκέντρωσης, πρέπει να κινηθούν προς τα επάνω, κάτω ή οριζόντια. Οι περισσότεροι από τους επιβάτες, εκτός από το πλήρωμα, δεν είναι εξοικειωμένοι με την εσωτερική δομή του πλοίου. Κατά συνέπεια, μπορεί να υπάρξει σύγχυση κατά την επιλογή των διαδρομών εκκένωσης. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε καθυστέρηση του χρόνου της εκκένωσης και να προκαλέσει κάποιες σοβαρές συνέπειες. Επιπλέον, η κλίση και η διαγωγή του πλοίου είναι δυνατόν να καθυστερήσουν περαιτέρω το χρόνο εκκένωσης. Όταν υπάρχουν υψηλά κύματα, η κίνηση εντός του πλοίου είναι σχεδόν αδύνατη.

Οι ισχύοντες κανονισμοί του IMO δεν εκφράζουν αποτελεσματικά πολύπλοκους άλλους παράγοντες, όπως είναι η καταγραφή και η κίνηση του πλοίου, οι φυσικοί περιορισμοί και οι ψυχολογικοί παράγοντες, που είναι πολύ σημαντικοί στον πραγματικό κόσμο. Ο IMO συνειδητοποίησε αυτούς τους περιορισμούς και, κατά την MSC συνάντηση που πραγματοποιήθηκε τον Μάιο του 2001, αναθεωρήθηκαν μικροσκοπικές μέθοδοι [IMO, 2001]. Το πιο σημαντικό στοιχείο σε μικροσκοπικές μεθόδους είναι η απόκτηση επαρκών δεδομένων και με ακρίβεια, σχετικά με τη συμπεριφορά του κάθε ατόμου. Πειράματα υπό συνθήκες ατυχήματος έχουν τεράστιο κόστος και μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνα. Ως εκ τούτου, εναλλακτική λύση θεωρούνται τα πειράματα προσομοίωσης. Μπορούν να παράγουν κάποια καλά αποτελέσματα στα αποτελέσματα της καταγραφής του πλοίου. Ωστόσο, στην περίπτωση της κίνησης των πλοίων, οι δυνατότητες του προσομοιωτή περιορίζουν τη χρήση των αποτελεσμάτων. Για το λόγο αυτό, η ανάλυση της ανθρώπινης συμπεριφοράς με χρήση ανθρώπινων μοντέλων και προσομοιώσεις σε υπολογιστή μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική λύση [Woodrow et al., 1998]. Αυτή η τεχνολογία δεν έχει ωριμάσει ακόμη, αλλά με τη χρήση ενός ανθρώπινου μοντέλου βασισμένου στην εργονομία, παράγοντες όπως: να αδειάσουν όλοι οι χώροι του πλοίου, να φτάσουν στον σταθμό συγκέντρωσης οι επιβάτες, η ορατότητα που υπάρχει και ούτω καθεξής, μπορούν να θεωρηθούν κατά τη φάση του σχεδιασμού χωρίς να

απαιτείται φυσική μακέτα. Επιπλέον, τα άτομα όλων των φυσικών διαστάσεων μπορεί εύκολα να εκπροσωπηθούν, καταργώντας την ανάγκη για πολλές μακέτες και κάνοντας ευκολότερες τις εκτιμήσεις διαφόρων ανθρώπινων παραγόντων.

8.6.2 Επιβίβασης

Η ανάλυση εκκένωσης των πλοίων απαιτεί μία μεγαλύτερη διαδικασία παρά υποθέσεις ξηράς, καθότι τα πλοία περιβάλλονται από νερό. Οι επιβάτες και το πλήρωμα θα πρέπει να επιβιβαστούν στις σωσίβιες λέμβους του πλοίου ή σωστικές σχεδίες και να απομακρυνθούν από το πλοίο με ασφάλεια. Οι ισχύοντες κανονισμοί του IMO συμπεριλαμβάνουν αυτό το θέμα, αλλά επιτρέπουν τη χρήση των δεδομένων από τα ατυχήματα παρόμοιων πλοίων, ή τα στοιχεία μιας εταιρίας παραγωγής σχετικά με σωσίβιες λέμβους ή σωσίβιες σχεδίες. Αυτό είναι πολύ πιο ασθενές από τη διαδικασία συγκέντρωσης των επιβατών. Για πλοία με 5000 επιβάτες, η απόσταση από το κατάστρωμα του σκάφους στην επιφάνεια του νερού είναι υψηλότερη από τα άλλα πλοία. Έτσι, χρειάζεται περισσότερος χρόνος για να κατέβουν οι σωσίβιες λέμβοι. Κατά συνέπεια, πρέπει να αυξηθεί ο εξοπλισμός που μπορεί αποτελεσματικά να κάνει ελιγμούς σε σωσίβιες λέμβους, ενώ είναι επίσης απαραίτητη η τεχνολογία της προσομοίωσης της διαδικασίας επιβίβασης στις σωστικές λέμβους.

Πολλές ζωές χάνονται λόγω ναυτικών ατυχημάτων κάθε χρόνο. Γι' αυτό και η τεχνολογία εκκένωσης είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ασφάλεια όσων ταξιδεύουν. Για το σχεδιασμό ασφαλέστερων πλοίων μπορεί να εφαρμοστεί η ανάλυση εκκένωσης σε υπάρχοντα πλοία όσο και σε πλοία που τώρα κατασκευάζονται. Τα αποτελέσματα πολλών σχετικών ερευνών είναι πολύ σημαντικά, αλλά απαιτείται μεγαλύτερη έρευνα απαιτείται για να επιδράσουν πιο αποτελεσματικά στην πραγματικότητα.

8.7 Μερικοί από τους πιο επικίνδυνους λόγους που αφορούν την εκκένωση των πλοίων και επηρεάζουν τους διαδρόμους εκκένωσης που έχουν σχεδιαστεί για την ασφάλεια των επιβατών

→ Ναυτικά ατυχήματα είναι συχνά, γιατί η εξάλειψη όλων των κινδύνων για την υγεία και τη ζωή των ανθρώπων εξακολουθεί να είναι αδύνατη.

→ Η πυρκαγιά είναι ένας από τους πιο επικίνδυνους και γρηγορότερους παράγοντες που προκαλούν την εκκένωση του πλοίου.

→ Ο χρόνος εξάπλωσης των αερίων της πυρκαγιάς επηρεάζει το διαθέσιμο χρόνο εκκένωσης.

→ Σε περίπτωση σύγκρουσης και έλλειψης σταθερότητας, το χρονικό διάστημα για να βυθιστεί το πλοίο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και μπορεί να είναι πολύ μικρό (λίγα λεπτά).

→ Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την καμπίνα του πλοίου, την οροφή του διαδρόμου και τα έπιπλα μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία σε περίπτωση που η φωτιά εξελίσσεται.

→ Οι διάδρομοι εκκένωσης θα πρέπει να βοηθούν τους επιβάτες και τα μέλη του πληρώματος να εγκαταλείπουν με ασφάλεια τις επικίνδυνες περιοχές

→ Κατάλληλη επικοινωνία (με σημάσεις και φωτισμούς) δίνει στους ανθρώπους τη δυνατότητα για την εκκένωση με ασφάλεια.

→ Κατασκευή, επίπλωση και μέθοδοι σήμανσης θα πρέπει ακόμη να βελτιωθούν για να αυξηθεί η ασφάλεια σε κρουαζιέρες.

8.8 'NEA' στον τομέα των RFID

Στις 22 Φεβρουαρίου του 2010, το μεγαλύτερο κρουαζιερόπλοιο στον κόσμο, της Royal Caribbean 'έβαλε πλώρη' από το Ελσίνκι για το παρθενικό του ταξίδι. Έχει τη δυνατότητα με την RFID τεχνολογία που προσφέρει σε οικογένειες και άλλες ομάδες ένα τρόπο για να παρακολουθεί μέλη τους φροντίζοντας την ασφάλειά τους.

Η εφαρμογή εντοπίζει σε πραγματικό χρόνο (RTLS,) RLTS:

Ένα σύστημα εύρεσης θέσης στοιχείων, που χρησιμοποιεί ενεργητικές ετικέτες RFID. Οι ετικέτες μεταδίδουν ένα σήμα, που εισπράττεται από τις τρεις κεραίες αναγνώστες. Ο χρόνος που κάθε σήμα παραλαμβάνεται μετακυλύεται σε ένα σύστημα λογισμικού το οποίο χρησιμοποιεί τριγωνισμό για τον υπολογισμό της θέσης του στοιχείου. RTLS χρησιμοποιούνται για την εύρεση containers σε ναυπηγείο διανομής. Πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες επίσης χρησιμοποιούν, για να παρακολουθούν τους χώρους σε ένα μεγάλο εργοστάσιο.

Το RLTS περιλαμβάνει Wi-Fi που βασίζεται σε ετικέτες RFID , και ένα iPhone της Apple, η οποία μπορεί να έχει πρόσβαση σε κάθε θέση της ετικέτας, και στην οθόνη του εμφανίζει ένα χάρτη του πλοίου. Η πληροφορία της θέσης μεταδίδεται με το iPhone μέσω του Wi-Fi του πλοίου. Το σύστημα επιτρέπει, επίσης, στο χρήστη του iPhone να στείλει ένα σήμα κινδύνου όταν χρειάζεται.

8.8.1 Τι είναι το Wi-Fi

Το IEEE 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων της IEEE για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) που έχουν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet, το συνηθέστερο πρωτόκολλο ενσύρματης δικτύωσης υπολογιστών) στην ασύρματη περιοχή. Τα πρότυπα 802.11 είναι ευρύτερα γνωστά ως «WiFi», επειδή η WiFi Alliance, ένας οργανισμός ανεξάρτητος της IEEE, παρέχει την πιστοποίηση για τα προϊόντα που υπακούν στις προδιαγραφές του 802.11. Αυτή η οικογένεια πρωτοκόλλων αποτελεί το καθιερωμένο πρότυπο της βιομηχανίας στο χώρο των ασύρματων τοπικών δικτύων.

Ο όρος WiFi, κατά την ορολογία High Fidelity, η οποία αφορά την εγγραφή ήχου χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11 b/g και εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4GHz. Ωστόσο το WiFi («ασύρματη πιστότητα» στα ελληνικά) έχει επικρατήσει και ως όρος αναφερόμενος συνολικά στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο Internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών, όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες, DVD Player και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές το 802.11 βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης, όπως π.χ. στη μεταφορά φωτογραφιών από ψηφιακές κάμερες σε υπολογιστές για περαιτέρω επεξεργασία και εκτύπωση, αν και σε αυτό τον τομέα έχει υποσκελιστεί από το πρωτόκολλο Bluetooth για τα πολύ μικρότερης εμβέλειας ασύρματα προσωπικά δίκτυα.

Η Royal Caribbean έχει εγκαταστήσει ένα δίκτυο Wi-Fi σχεδόν 1.000 σημείων πρόσβασης στο πλοίο. Χωρίς αυτή την τεχνολογία, θα χρειαζόταν σημαντικός χρόνος και προσπάθεια για να εντοπιστεί ένας επιβάτης που έχει 'χαθεί' μέσα σε ένα τόσο μεγάλο σκάφος όπως το Oasis of the Seas.

Κεφάλαιο 9

Τι χρειάζεται να ξέρει αυτός που θα εφαρμόσει το σύστημα

Σε γενικές γραμμές παρουσιάζονται τα στοιχεία (οι προδιαγραφές) που ισχύουν (συμπεράσματα από άλλες εφαρμογές) και που πρέπει να ισχύουν (προϋποθέσεις και υποθέσεις) για το συγκεκριμένο σύστημα

- Θα πρέπει: Τα σωσίβια να έχουν ενσωματωμένο ένα RFID tag.
- Τα tags που είναι ενσωματωμένα στα σωσίβια να είναι active RFID tags.
- Το πλοίο το οποίο να έχει δίκτυο WiFi, να καλύπτει όλο το εύρος του πλοίου.
- Τα σωσίβια να ελέγχονται κάθε φορά πριν το ταξίδι, ώστε να διασφαλίζεται πως τα RFID tags είναι ακέραια.
- Να γίνεται έλεγχος εντοπισμού σωσιβίων από το σύστημα πριν το ταξίδι.
- Το πλήρωμα να είναι άρτια εκπαιδευμένο για να λειτουργήσει σωστά σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και εκκένωσης του πλοίου.
- Οι υπεύθυνοι που θα καθοδηγούν το πλήρωμα να είναι άριστα εκπαιδευμένοι για να λειτουργούν σε τέτοιες καταστάσεις.
- Το σύστημα να μπορεί να παρακολουθεί, αν χρειάζεται (προαιρετικό), τους επιβάτες που φορούν το σωσίβιο στην πορεία τους προς τους σταθμούς συγκέντρωσης
- Να μπορεί το σύστημα να παρακολουθεί τον επιβάτη στην καμπίνα (ο οποίος έχει φορέσει το σωσίβιο).
- Να μπορεί το σύστημα να κάνει αυτόματη καταμέτρηση των επιβατών στους σταθμούς συγκέντρωσης.
- Το σύστημα να κάνει αυτόματη καταμέτρηση κατά την επιβίβαση των επιβατών στις σωστικές λέμβους.
- Να αναγνωρίζει το σύστημα τους ανθρώπους με ειδικές ανάγκες στο πλοίο κατά τη διάρκεια μιας εκκένωσης (ανθρώπους με αναπηρία, μεγάλης ηλικίας ή παιδιά).
- Να αποφεύγονται συνωστισμοί στους διαδρόμους διαφυγής, ώστε να μην υπάρχει μεγάλη πυκνότητα ανθρώπων με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητά τους
- Να παρέχεται κατάλληλη βοήθεια στους επιβάτες κατά τη διάρκεια που εγκαταλείπουν το πλοίο και επιβιβάζονται στις σωστικές λέμβους.
- Ο χρόνος που θα γίνεται η εκκένωση θα δίδεται από τον τύπο:

$$A + T + 2/3 (E + L) \leq 60 \text{ min}$$
- Να διαχειρίζεται εύκολα το σύστημα, με σαφή ορισμό της ομάδας εγκατάλειψης και της πορείας που θα ακολουθήσει.

- Να υπολογίζεται με αξιοπιστία η ώρα άφιξη των ομάδων στους σταθμούς συγκέντρωσης.
- Να υπολογίζεται και ελαχιστοποιείται του χρόνου μεταξύ του χρόνου εκκένωσης και του χρόνου που και ο τελευταίος επιβάτης θα εγκαταλείψει το πλοίο.
- Να ελέγχεται η ροή των επιβατών με δύο επιλογές:
 - α) Ένα μέλος του πληρώματος να συμπεριφέρεται ως ‘αρχηγός’ για μία ομάδα επιβατών.
 - β) Άλλα μέλη να τοποθετούνται σε κρίσιμα σημεία του διαδρόμου εκκένωσης, ώστε να καθοδηγούν τους επιβάτες
- Το σύστημα να είναι οικονομικά αποδοτικό και βιώσιμο.
- Ο ιδιοκτήτης να είναι διατεθειμένος να δαπανήσει ένα κεφάλαιο που ίσως να είναι αυξημένο, όμως θα κερδίσει αργότερα την αξιοπιστία των πελατών-επιβατών, ασφάλεια και όνομα.
- Πλήρης ενημέρωση των επιβατών πρέπει να γίνεται πριν και κατά τη διάρκεια της εκκένωσης, ώστε να αποφεύγεται η σύγχυση και ο πανικός και να αυξάνεται η ταχύτητα εκκένωσης.
- Ένας υπεύθυνος πρέπει να αναλαμβάνει τη συνολική ευθύνη για την ασφαλή εκκένωση του πλοίου.
- Ο αποτελεσματικός έλεγχος των επιβατών είναι απαραίτητος για το συντονισμό της ομαλής εκκένωσης. Είναι σημαντικό στους φοβισμένους ή στους λιγότερο ικανούς επιβάτες να παρέχεται βοήθεια. Όλοι οι επιβάτες θα πρέπει να ενημερώνονται για τη θέση τους στη σωσίβια σχέδια. Σημαντικό είναι να υπάρχει ένας υπεύθυνος μέσα στη σωσίβια σχέδια που να έχει τον έλεγχο όταν οι επιβάτες επιβιβάζονται σε ένα σκάφος διάσωσης, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι τα παιδιά, οι τραυματίες ή ασθενέστεροι επιβάτες θα δεχτούν βοήθεια και η αποβίβαση τους θα πραγματοποιηθεί με μεθοδευμένο τρόπο.
- Τα σωσίβια πρέπει να φορεθούν το συντομότερο δυνατό από τη στιγμή που θα δοθεί το σήμα για εγκατάλειψη του πλοίου.
- Αν είναι απαραίτητο, καλό θα ήταν να δοθούν αρμοδιότητες σε ορισμένους επιβάτες, αρτιμελείς και πιο ψύχραιμους, ώστε να βοηθήσουν τραυματίες ή λιγότερο ικανούς επιβάτες να φορέσουν το σωσίβιο κλπ.
- Ο αριθμός και η χωρητικότητα των σωσίβιων σχεδίων/λέμβων που τοποθετούνται σε ένα πλοίο θα πρέπει να αντικατοπτρίζει το περιβάλλον λειτουργίας. Μεγάλης χωρητικότητας σωσίβια σχέδια είναι πιο δύσκολο να τύχουν του κατάλληλου χειρισμού σε εκτεθειμένες συνθήκες. Ακόμα, ένας ικανός αριθμός μικρότερων λέμβων χρειάζεται περισσότερη εποπτεία του πληρώματος κατά τη διάρκεια εκκένωσης και θα απαιτηθούν πολλαπλά σημεία επιβίβασης.
- Μία σωσίβια σχέδια/λέμβος που βρίσκεται παράλληλα στο πλοίο σε δυνατό άνεμο ή ‘φούσκωμα’ της θάλασσας αποδείχτηκε δύσκολο να συγκρατηθεί. Η σχέδια πρέπει να

διασφαλίζεται από άκρο σε άκρο πριν γίνει η επιβίβαση των επιβατών σε αυτήν. Ιδιαίτερη προσοχή είναι απαραίτητο να δοθεί στον εντοπισμό των 'δυνατών σημείων' που είναι διαθέσιμα σε κάθε πλοίο, για την εξασφάλιση των σωσίβιων λέμβων.

- Δεν είναι καλό να χωριστεί η οικογένεια ή άλλες ομάδες κατά τη διάρκεια της εκκένωσης, καθώς αυτό είναι ικανό να προκαλέσει ανησυχία και πανικό στους επιβάτες. Επιβάτες με αναπηρία, ανικανότητα ή τραυματίες θα πρέπει να εντοπίζονται και να επιβιβάζονται στις σχεδίες τελευταίοι έτσι ώστε η διαδικασία εκκένωσης να διατηρεί υψηλό επίπεδο ελέγχου και ταχύτητας.
- Από όσους επιβάτες φορούν παπούτσια με τακούνια θα πρέπει να ζητηθεί η αφαίρεσή τους.
- Είναι σκόπιμο να πραγματοποιούνται ασκήσεις για την εξάσκηση των διαδικασιών ελέγχου του πλήθους σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Δε χρειάζεται να είναι περίπλοκες, καθώς θα μπορούσαν να λάβουν τη μορφή μίας συζήτησης για τη δημιουργία λογικών κατευθυντήριων γραμμών και διαδικασιών.
- Η πρόσβαση σε σωσίβια που είναι 'στοιβαγμένα' κάτω από τα καθίσματα είναι δύσκολη. Επίσης, μπορεί να χρειαστεί χρόνος για να φορευθούν τα σωσίβια που δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένα σε θέσεις γύρω από το πλοίο. Ως εκ τούτου, οδηγίες αναφορικά με τον τρόπο που θα φορευθούν πιθανό να χρειαστεί να δοθούν πολλές φορές.
- Σωσίβια που στοιβάζονται σύμφωνα με το μικρότερο μέγεθος κάνουν περίπλοκη και πιο αργή τη χρησιμοποίησή τους.
- Είναι σημαντικό οι ανακοινώσεις και οι οδηγίες που δίνονται από το πιλοτήριο (συνήθως χρησιμοποιώντας το σύστημα αναγγελιών κοινού) και από τα υπόλοιπα μέλη του πληρώματος (στους χώρους επιβατών, στους σταθμούς επιβίβασης, στις σχεδίες, κλπ) να είναι σαφείς, να ανανεώνονται και να επαναλαμβάνονται σε τακτικά χρονικά διαστήματα.
- Σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, υπάρχει μία φυσική τάση των επιβατών, του πλήθους, να κινούνται προς τις πλευρές του ανοιχτού καταστρώματος (συχνά άνω κατάστρωμα). Αυτό ωστόσο επιδρά αρνητικά στη σταθερότητα του πλοίου και έτσι θα πρέπει να ελέγχονται από το πλήρωμα με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.
- Παράλληλα με τη διασφάλιση ότι σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης η επικοινωνία με τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης δρομολογήθηκε το συντομότερο δυνατό, συνιστάται έντονα ότι, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ακρίβεια των μηνυμάτων κινδύνου από το ραδιόφωνο, θα πρέπει η τυπική μορφή μιας 'έκπομπής αγωνίας' να εμφανίζεται στο πιλοτήριο δίπλα στην εγκατάσταση ραδιοεπικοινωνιών.
- Τα μέλη του πληρώματος πρέπει να είναι εύκολα αναγνωρίσιμα και διακριτά από τους επιβάτες. Κι' αυτό πρέπει να τύχει ιδιαίτερης προσοχής, γιατί οι στολές τους μπορεί να καλυφθούν από τα σωσίβια τους σε περίπτωση ανάγκης.

- Είναι απαραίτητο οι σωσίβιες σχεδίες/ λέμβοι να έχουν τοποθετηθεί σωστά στα πλοία, παράλληλα με το πλοίο ώστε να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά και να γίνει σωστά η επιβίβαση. Για το λόγο αυτό τα κάνιστρα των σωσίβιων σχεδίων/ λέμβων σημειώνονται για να αναγνωρίζεται το εσωτερικό της πλευράς που, πρέπει να φαίνεται.
- Δεν υπάρχει υποδομή για τακτική εκπαίδευση βασισμένη σε ρεαλιστικά σενάρια, ώστε το πλήρωμα να βρίσκεται πάντα σε ετοιμότητα να δράσει αποτελεσματικά σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Είναι λοιπόν σημαντικό, το πλήρωμα να είναι εξοικειωμένο με τις διαδικασίες που ακολουθούνται σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης αλλά και με τις ατομικές ευθύνες τους, για να κατευθύνουν και να παρέχουν βοήθεια στους επιβάτες κατά τη δρομολόγησή τους στις σωσίβιες σχεδίες και να επιβλέπουν την εκκένωση αυτών.
- Οι ανακοινώσεις και οι οδηγίες που έχουν δοθεί από το πλήρωμα προς τους επιβάτες σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να δείχνουν με σαφήνεια τους διαδρόμους διαφυγής και τη θέση των σωσιβίων. Η γνώση και η μνήμη των επιβατών όσον αφορά την αρχική ανακοίνωση ασφάλειας δεν είναι στο οποίο μπορούμε να βασιστούμε. Μεγάλες φωτεινές ενδείξεις και οδηγίες που θα δοθούν από μεγάλα ηχεία σε όλο το πλοίο θα διευκολύνουν την επικοινωνία κατά τη διάρκεια της εκκένωσης. Ο αποτελεσματικός έλεγχος επιβατών κατά την επιβίβαση στις σωσίβιες σχεδίες/ λέμβους είναι σημαντικός, ιδιαίτερα όταν μεταφέρουν επικίνδυνα αντικείμενα.
- Η διαδικασία εκκένωσης για ανθρώπους με ανικανότητα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, για τη διασφάλιση της ταχείας και ασφαλούς εκκένωσης του πλοίου. Τα αντικείμενα, όπως τα αναπηρικά καροτσάκια, θα ήταν καλύτερο να απομακρύνονται από το χώρο εκκένωσης ή να ρίχνονται στη θάλασσα παρά να φορτώνονται στη σωσίβια σχεδία/ λέμβο.
- Είναι γνωστό ότι το 'στοίβασμα' του μεγάλου αριθμού σωσιβίων μπορεί να φέρει δυσκολίες για ορισμένα επιβατηγά πλοία. Ωστόσο, στοιβαγμένα σωσίβια με τις τιράντες σφιγμένες θα είναι δύσκολο να φορευθούν, επομένως οι τιράντες δεν πρέπει να είναι σφιγμένες όταν τα σωσίβια στοιβάζονται.
- Τα RFID tags θα πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο στα σωσίβια, ώστε να αποφεύγεται η, σκόπιμη ή μη, αφαίρεσή τους από αυτά. Δηλαδή, να είναι ενσωματωμένα στα σωσίβια.
- Πρέπει να υπάρχει σύστημα ανίχνευσης-εντοπισμού των επιβατών σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, ώστε να γίνεται ηλεκτρονικά (στην περίπτωσή μας το σύστημα active WiFi localization system).
- Οι λειτουργίες και οι υπηρεσίες διάσωσης πρέπει να μπορούν να αναγνωρίζουν τον κίνδυνο της ζημιάς αλλά και την ταυτότητα του τύπου που πιθανότατα το πλοίο να ναυαγήσει.

- Θα πρέπει να ελέγχεται από το πλήρωμα ότι οι επιβάτες έχουν φορέσει σωστά τα σωσίβια, ώστε να αποφευχθούν τραυματισμοί.
- Σκόπιμο είναι όλοι οι επιβάτες και το πλήρωμα να ξεκινούν την εκκένωση την ίδια χρονική στιγμή χωρίς όμως να εμποδίζει ο ένας τον άλλο (συνωστισμός).
- Οι επιβάτες και το πλήρωμα να εκκενώνουν το πλοίο μέσω των διαδρόμων διαφυγής.
- Η ροή των επιβατών να είναι μόνο προς την κατεύθυνση των εξόδων διαφυγής και να μην υπάρχει καμία προσπέραση.
- Πλήρης να είναι η διαθεσιμότητα των εξόδων διαφυγής.
- Οι επιβάτες να μπορούν να κινηθούν ανεμπόδιστα.
- Να ληφθεί υπόψη ότι δεν αντιδρούν άμεσα ορισμένοι επιβάτες με την εντολή μετακίνησής τους προς τους σταθμούς συγκέντρωσης. Μερικοί από αυτούς χρειάζονται χρόνο.
- Η πλειονότητα των επιβατών να πηγαίνει στις καμπίνες και να παίρνει τα σωσίβια.
- Μερικοί επιβάτες προτιμούν πρώτα να ψάξουν την ομάδα τους παρά να πάρουν τα σωσίβια τους. Έτσι, από το κατώτερο κατάστρωμα ανεβαίνουν στο ανώτερο και αυτό δημιουργεί αντίθετη ροή στους διαδρόμους και ιδιαίτερα στις σκάλες.
- Μερικοί επιβάτες πηγαίνουν από χώρο σε χώρο για να βρουν χαμένα μέλη της ομάδας τους.
- Η πλειονότητα των επιβατών που έχει φορέσει το σωσίβιο να κατευθύνεται προς τους σταθμούς συγκέντρωσης.
- Μερικοί επιβάτες πηγαίνουν σε λάθος σταθμό συγκέντρωσης, ανακατευθύνονται προς το σωστό και δημιουργούν αντίθετη ροή στους διαδρόμους και τις σκάλες.
- Τα μέλη του πληρώματος πρέπει να κινούνται προς διάφορες κατευθύνσεις αλλά να μη δημιουργούν αντίθετη ροή στους διαδρόμους και τις σκάλες.
- Σημαντικοί παράγοντες που παίζουν ρόλο είναι η ψυχολογία, η ψυχосύνθεση, η ψυχική κατάσταση, το στρες, ο πανικός, το άγχος, η αγωνία των επιβατών αλλά και του πληρώματος σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
- Η ταχύτητα των επιβατών εξαρτάται από την πυκνότητα των ανθρώπων που βρίσκονται στο συγκεκριμένο σημείο, με την προϋπόθεση ότι η ροή να είναι μόνο προς τις εξόδους διαφυγής και να μην υπάρχουν προσπεράσματα.
- Οπτικά προβλήματα, λόγω καπνού, πιθανό να υπάρξουν και να δυσκολεύουν τη σωστή μετακίνηση των επιβατών σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης.
- Παρακάτω δίνονται συνιστώμενες ταχύτητες επιβατών αναλόγως με το σημείο στο οποίο βρίσκονται και με την πυκνότητά τους

Πίνακας 9. Τιμές της ταχύτητας των επιβατών και του πληρώματος σε συνάρτηση με την πυκνότητα

Speed values for speed of passengers and crew

Type of facility	Condition	Density D (p/m ²)	Speed of persons S (m/s)	Specific flow F_s (p/ms)
Stairs (down)	Low	< 1.9	1.00	0.54
	Optimum	1.9–2.7	0.50	0.94
	Moderate	2.7–3.2	0.28	0.77
	Crush	> 3.2	0.13	0.42
Stairs (up)	Low	< 1.9	0.80	0.43
	Optimum	1.9–2.7	0.40	0.75
	Moderate	2.7–3.2	0.22	0.62
	Crush	> 3.2	0.10	0.32
Corridors, doorways	Low	< 1.9	1.40	0.76
	Optimum	1.9–2.7	0.70	1.30
	Moderate	2.7–3.2	0.39	1.10
	Crush	> 3.2	0.18	0.55

- Οι επιβάτες σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης προσπαθούν να κινηθούν πιο γρήγορα από το κανονικό, με αποτέλεσμα να δυσλειτουργεί η διαδικασία της εκκένωσης
- Ο κάθε επιβάτης αρχίζει να σπρώχνει τον άλλο και οι διαμάχες μεταξύ τους αρχίζουν να είναι αναπόφευκτες σε τέτοιες καταστάσεις.
- Η μετακίνηση και ειδικότερα η μετακίνηση από σημεία που στενεύουν γίνεται ασυντόνιστα από τους επιβάτες και χρήζει προσοχής από το πλήρωμα.
- Η έξοδος γίνεται πιο αργή από επιβάτες που έχουν πέσει, σκοντάψει, ή είναι τραυματισμένοι και θεωρούνται εμπόδια στη μετακίνηση τους.
- Οι επιβάτες έχουν την τάση να ακολουθούν το πλήθος και αυτό μπορεί να αποτελέσει άλλη μία δυσλειτουργία, εάν το πλήθος έχει κινηθεί λανθασμένα.

Στη συνέχεια στο Παράρτημα Ι, περιγράφονται συνοπτικά ορισμένα ατυχήματα που συνέβησαν μεταξύ των ετών 1963-1994. Το σύστημα εκκένωσης των πλοίων ήταν τις περισσότερες φορές αρκετά ζημιογόνο, λόγω ανεπαρκούς οργάνωσης της διαδικασίας εκκένωσης. Τέλος γίνεται απλή αναφορά σε πρόσφατα ατυχήματα (1994-2009).

Κεφάλαιο 10

Συμπεράσματα

Η τεχνολογία RFID είναι η πλέον ενδεδειγμένη για την ανίχνευση και τον εντοπισμό ατόμων μέσα σε κρουαζιερόπλοια, με βάση της ανάλυσης που έγινε στο δεύτερο κεφάλαιο.

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

Διαπιστώσαμε ότι ο εντοπισμός θέσης ενός επιβάτη στο πλοίο μπορεί να επιτευχθεί αποκλειστικά μέσω RFID με πολύ καλά αποτελέσματα. Παράλληλα διαπιστώσαμε τη δραματική αύξηση της απόδοσης του localization σε SLAM αλγόριθμους με τη χρήση RFID δεδομένων.

Το πιο κατάλληλο σύστημα είναι το είναι αυτό που συνδυάζει RFID και WiFi, και λέγεται Active WiFi RFID tag location system (WLS, όπως έχει αποδειχθεί στο κεφάλαιο 7)). Τα RFID tags θα τοποθετούνται στα σωσίβια των επιβατών και το WiFi δίκτυο θα καλύπτει όλο το πλοίο. (δεδομένου ότι όλα τα νέα πλοία έχουν ήδη εγκατεστημένο δίκτυο WiFi για άλλες εφαρμογές)

Η ανάγκη να εφαρμοστεί ένα τέτοιο σύστημα είναι μεγάλη. Τα ναυτικά ατυχήματα που πολλές φορές έχουν ως συνέπεια την απώλεια ζωής ενός αλλά και πολλών ανθρώπων, είναι πάρα πολλά.

Η ιδέα ουσιαστικά είναι , σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης, να ανιχνεύεται και να εντοπίζεται ο επιβάτης μέσω των σωσιβίων (με προσκολλημένες RFID ετικέτες), να παραπέμπεται σε σταθμούς συγκέντρωσης και να γίνεται εκκένωση του πλοίου.

Οι απαιτήσεις που απορρέουν από την έρευνα είναι:

- 1) Παρακολούθηση του επιβάτη κατά τη διάρκεια μετάβασής του σε σταθμούς συγκέντρωσης
- 2) Παρακολούθηση του επιβάτη στην καμπίνα
- 3) Αυτόματη καταμέτρηση των επιβατών στους σταθμούς συγκέντρωσης
- 4) Αυτόματη καταμέτρηση των επιβατών κατά την επιβίβασή τους στις σωσίβιες λέμβους
- 5) Εντοπισμός ατόμων με ειδικές ανάγκες στο πλοίο κατά τη διάρκεια εκκένωσης λόγω έκτακτης ανάγκης (π.χ. ανάπηροι, ηλικιωμένοι ή παιδιά)
- 6) Αποφυγή συμφόρησης κατά μήκος των οδών διαφυγής
- 7) Έλεγχος ότι όλο το πλήρωμα είναι στη θέση του

Το σίγουρο είναι πως με την εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος θα υπάρξει μεγάλο όφελος για την ασφάλεια ζωής στη θάλασσα .

Προτάσεις για περαιτέρω ερεύνα:

Έχοντας υπόψη την παραπάνω έρευνα, και εστιάζοντας στο σύστημα που καταλήξαμε αλλά και σε όλα τα σημεία του κεφαλαίου 9, είμαι σε θέση να προτείνω μία νέα διπλωματική εργασία η οποία θα είχε ως θέμα την ανάπτυξη του αλγόριθμου που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση ανίχνευσης και εντοπισμού ατόμων σε κρουαζιερόπλοια σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης. Θα παρουσίαζε ενδιαφέρον η σύγκριση μεταξύ αλγόριθμων εντοπισμού RFID tags στο χώρο, με σκοπό την εύρεση του βέλτιστου, ή ακόμα καλύτερα τη σχεδίαση ενός ακόμη αλγόριθμου, ο οποίος θα συνδύαζε τα καλύτερα χαρακτηριστικά των προηγούμενων.

Κεφάλαιο 11

Βιβλιογραφία-αναφορές

- Ando, K., et al., 1988, *'Forecasting the flow of people'*. Railway Research.
- Arulampalam S., S. Maskell, N. Gordon, and T. Clapp., 2002, *'A tutorial on particle filters for on-line non-linear/ non-gaussian bayesian tracking'*. *IEEE 'Transactions on Signal Processing'*,174–188.
- Bles, W., Nooy, S., Boer, L.C., 2001, *'Influence of ship listing and ship motion on walking speed. Proceedings of Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics'*, pp. 437–452.
- Brumley, A.T., Koss, L.L., 2000. *'The influence of human factors on the motor ability of passengers during the evacuation of ferries and ships. In: Proceedings of Conference on Human Factors in Ship Design and Operations'*, pp. 1–7.
- Brusey J., Harrison M., Ch. Floerkemeier, and M. Fletcher, 2003, *'Reasoning about uncertainty in location identification with RFID'*.
- Buettner M. Ben Greenstein Alanson Sample Joshua R. Smith. *'Demonstration: RFID Sensor Networks with the Intel'*
- Bulk, F., 2007, *'Wi-Fi location : let's play tag'*, In: Information Week Reports, CMP
- Bulk, F., 2008, *'Wi-Fi location rolling review: Ekahau bets on active tags'*, In: Information week Reports, CMP.
- Chang C.C. , 2008, *'Designing and Implementing a RFID-based Indoor Guidance System, Department of Applied Geomatics'*, Ching Yun University, Taiwan. P. C. Lou and H. Y. Chen, Department of Information Management, Yu Da University, Taiwan. *Journal of Global Positioning Systems* (2008),Vol. 7, No. 1 : 27-34
- Chon H.D., Jun S., Jung H. and An S. W., 2004, *'Using RFID for Accurate Positioning'*. *Journal of Global Positioning System*, 3(1-2): 32-39.
- Corrigan, P.. Breuillard, A., 2007a, *'Selection and Evaluation of Wireless Evaluation Network Technology'*, MarNIS/R/WorkDoc5.3B/BV/08-08. 2007/version2.1.
- Corrigan. p.. Breuillard, A., 2007 b, *Basic Requirements for Passenger Detection and Monitoring during Ship Evacuation'*. MarNIS/R/D5.3C/ BV/10-08 -2007/version V 1.2.
- Deans M. and M. Herbert, 2000, *'Experimental comparison of techniques for localization and mapping using bearing-only sensor'*, In Seventh Int. Symp. on Experimental Robotics.
- Dellaert F., D. Fox, W. Burgard, and S. Thrun, 1999, *'Monte Carlo localization for mobile robots'*, In Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation.
- Deolalikar V., Malena Mesarina, John Recker, Salil Pradhan, 2005, *'Simplified clustering algorithms for RFID networks'*, HP Laboratories Palo Alto, HPL-2005-163.
- Det Norske Veritas , 2001, *'Report No. 97-2053 FSA of HLA on PassengerVessels'*, C8065\annex 1.

- Dissanayake G., H. Durrant-Whyte, and T. Bailey, 2000 'A computationally efficient solution to the simultaneous localisation and map building (SLAM) problem'. In ICRA'2000 Workshop on Mobile Robot Navigation and Mapping.
- DitJevsen, O., Friis-Hansen, p.. 2009, 'Cost and benefit including value of life, health and Environmental damage measured in time units', Structural Safety 31 (2), 136-142.
- Dongkon Lee, Hongtae Kim, Jin-Hyoung Park, Beom-Jin Park 2003, 'The current status and future issues in human evacuation from ships', Safety Science 41 861–876, Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, 171.
- Dossey J., A. Otto, L. Spence, and C. Eynden, 1997, 'Discrete Mathematics', 3rd. Reading, MA, Addison-Wesley.
- Drager, K. H., Orset, S., 2001, 'The mustering and evacuation computer mode lresulting from the BriteEuram project MEPdesign'. Proceedings of Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics, pp. 355–368
- Elian C. C. , 'Chromatic Alphabet'. The Elian Script.
- Engels D. V., 2004, 'RFID: The technical Reality. Workshop on Radio Frequency Identification: Applications and Implications for Consumers'. Washington D.C. June 2004.
- Ergen C.,S.,ZigBee, 2004, 'www.sinemergen.com/zigbee.pdf', /IEEE 802.15.4.
- Finkenzeller K., 2000, 'RFID Handbook: Radio-Frequency Identification Fundamentals and Applications'. Wiley, New York.
- Fox D., W. Burgard, F. Dellaert, and S. Thrun, 1999, 'Monte Carlo localization: Efficient position estimation for mobile robots', In the National Conference on Artificial Intelligence.
- Fukuchi, N., Koyama, K., Shinoda, T., 1999, 'Analysis of evacuation behaviour by using the working model with psychological intelligence process in an emergency'. Journal of the Society of Naval Architects of Japan 186, 545–558.
- Galea, E. R., 2001, 'Simulating evacuation and circulation in planes, trains, buildings and ships using the EXODUS software'. In: Proc. of Conf. on Pedest. and Evac. Dyn, pp. 203–226.
- Galea, E.R., Gwynne,S., Blackshields, D., Lawrence, p.. Filippidis , L, 2001, 'Predicting the evacuation performance of passenger ships using computer simulation'. In: Proc. 9th International Fire Science and Engineering Conference (Intertlam).
- Geffner H., 'Perspectives on Artificial Intelligence Planning'.
- Vaughan Richard, Gerkey B. and contributors, 'Stage Manual and contributors Player Manual'.
- Ginnis,A.I., Kostas, K,V., Politis,CG., Kaklis, P.O., 2009, 'VELDS: a VR platform for ship evacuation analysis'. Computer-Aided Design.
- Gwynne, S., Galea, E.R., 1997a,. 'Escape as a social'. CMS Press (Paper no. 97/IM/26).
- Gwynne, S., Galea, E.R., 1997b, 'A review of the methodologies and critical appraisal of computer models used in the simulation of evacuation from the built environment'.
- Hahnel D. , W. Burgard, D. Fox, and S. Thrun, 2003 'An efficient fastslam algorithm for generating maps of large-scale cyclic environments from raw laser range measurements'. In Proc. of the IEEE/RSJ Int. Conf. on Intell. Robots and Systems (IROS).

- Helbing, D., Farkas, I., Vicsek, T., 2000, '*Simulating dynamical features of escape panic*'. Nature 407, 487–490.
- Helbing, D., Hennecke, A., Shvetsov, V., Treiber, M., 2000. '*Micro- and macro-simulation of freeway traffic*'. Mathematical and Computer Modeling 35, 517–547.
- Hook N., 1997. '*Maritime Casualties 1963-1996*'. Lloyd's Press, London.
- IMO, 1999. '*Interim guidelines for a simplified evacuation analysis on Ro-Ro passenger ships*' (MSC/Circ.909).
- IMO, 2001, Katuhara, M., et al., 1997. '*Simulation of human escape on board*'—I. Journal of Japan Institute of Navigation 96, 283–293, IMO News. (1), 22–23.
- IMO, 2004, '*Large passenger ship safety*', document FP 48 WP.7/ Rev 1, IMO, London.
- IMO, 2007, '*Formal Safety Assessment; Consolidated Text of the Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in the IMO Rule-making Process*' (MSC/ Circ. 102 3 - MEPC/Circ.392), Note by the Secretariat. MSC 83/INF.2, International Maritime Organization.
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (1985), '*Local Area Network – Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications*', American National Standard ANSI/IEEE802.5, IEEE Computer Society.
- Juels A., 2004, '*Minimalist cryptography for low-cost RFID tags*'. In C. Blundo and S. Cimato, editors, The Fourth International Conference on Security in Communication Networks.
- Kantor G. A. and Sanjiv Singh, 2002, '*Preliminary results in range-only localization and mapping*'. In Proceedings of the IEEE Conference on Robotics and Automation (ICRA).
- Karaiskos D., 2006, '*Επισκόπηση Τεχνολογίας Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (RFID)*', Eltron wireless research center.
- Katuhara, M., et al., 1998, '*Simulation of human escape on board*'— II. Journal of Japan Institute of Navigation 98, 141–150.
- Katuhara, M., et al., 1999, '*Simulation of human escape on board*'— III. Journal of Japan Institute of Navigation 100, 199–207.
- Kleiner A, Johann Prediger and Bernhard Nebel, 2006, '*RFID Technology-based Exploration and SLAM for Search And Rescue*'. Intelligent Robots and Systems, IEEE/RSJ Int. Conf. pp.5
- Klupfel, H., Meyer-Konig, M., Wahle, J., Schreckenber, M., 2000. '*Microscopic simulation of evacuation processes on passenger ships*'. In: Bandini, S., Worsch, T. (Eds.), Theoretical and Practical Issues on Cellular Automata. Springer, pp. 63-71.
- Koss, L.L., Moore, A., Porteous, B., 1997, '*Human mobility data for movement on ships*'. In: Proceedings of International Conference on Fire at Sea, pp. 1–11.
- Kristiansen, S., 2005, '*Maritime Transportation Safety Management and Risk Analysis*'. Elsevier Butterworth-Heinemann, London.
- Laurer George, '*Development of the U.P.C. Symbol*', bellsouthpwp.net
- Lee, D., Kim, H., Park, J.- H., Park, B.-j.. 2003, '*The current status and future issues in human evacuation from ships*'. Safety Science 41 (10). 861-876.

- Lenser S. and M. Veloso, 2000, '*Sensor resetting localization for poorly modelled mobile robots*'. In *Proc. of the IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA)*, 2000.
- Leonard J.J. and H.J.S. Feder., 1999, '*A computationally efficient method for large-scale concurrent mapping and localization*'. In *Pr. of the 9th Int. Symp. on Rob. Research*.
- Lockey, D., Purcell-Jones, G., Davies, C., Clifford, R., 1997, '*Injuries sustained during major evacuation of the high-speed catamaran*' St Malo off Jersey. *Injury* 28 (3), 187-190.
- Lozowicka H. D. '*Problems Associated with Evacuation from the Ship in Case of an Emergency Situation, Department of Vessel Construction and Operation*', Maritime University of Szczecin, Szczecin 72-500, Poland
- Matthai Philipose, Kenneth P Fishkin, 2003, '*Mapping and Localization with RFID Technology*', Intel Research Seattle, Dieter Fox, University of Washington Dirk Hahnel, Wolfram Burgard, University of Freiberg.
- Mavis Taillieu ,2007, '*Radio Frequency Identification and the Need to Protect Personal Information*', Canadian Parliamentary Review.
- Milella A., Paolo Vanadia, Grazia Cicirelli, and Arcangelo Distanto, 2007, '*RFID- Based Environment Mapping for Autonomous Mobile Robot. Applications Advanced intelligent mechatronics*', International conference. pp.2
- Moe n, H.L , jelle, T., 2007, '*The potential for location-based services with Wi- Fi RFID tags in citywide Wireless networks*'. In: *Proc. IEEE ISWCS , 4 th Int. Sym. on Wireless Com. Sys*.
- Montemerlo M., S. Thrun, D. Koller, and B. Wegbreit, 2002, '*FastSLAM: A factored solution to the simultaneous localization and mapping problem*'. In *Proceedings of the AAAI National Conference on Artificial Intelligence*, Edmonton, Canada.
- Moreno M.D.R, 2004, '*Representing and planning task with time and resources*', Ph.D., Universidad de Alcalá.
- Moreno M.D.R., 2006, Angelo Oddi, Daniel Borrajo, and Amedeo Cesta. '*IPSS: a Hybrid Approach to Planning and Scheduling Integration*'. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 18(12):1681–1695, 2006.
- Murayama, M., Itagaki, T., Yoshida, K., 2000, '*Study on evaluation of escape route by evacuation simulation*'. *Journal of the Society of Naval Architects of Japan*, 188 441–448.
- Muscettola N., G Dorais, C Fry, R. Leviston and C. Plaunt, 2002, '*IDEA: Planning at the core of Autonomous Reactive Agents*'. In *Procs. Of The Workshop On-Line Planning and Scheduling, AIPS 2002, Toulouse, France*, pages 49-55.
- Nelson Benjamin (1997), '*From Punched Cards To Bar Codes*'.
- Nelson, H.E., Maclennan, H.A., 1996, '*Emergency movement*'. In: Dilenno, P.J. et al. (Eds.), *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, second ed. National Fire Protection Association, pp. 3-286–3-295.
- Nikolaidis K. S, '*Ηλεκτρονική, στοιχεία ηλεκτρονικής φυσικής, ηλεκτρονικές λυχνίες κενού, βασικές αρχές ενισχυτών*' Αθήνα, τόμ. Α', ηλεκτρολόγος μηχανικός ΕΜΠ, ηλεκτρ. εcole sup. d' electricite, καθ. Av. Σχ.υπομηχ/κών Αθ., επιμ. ΕΜΠ, διευθυντής ΚΔΕΠ-ΔΕΗ

- Norway, 2000, *'Decision Parameters Including Risk Acceptance Criteria'*, Formal Safety Ass. submitted by Norway. MSC 72 /16, International Maritime Organization .
- Norway, 2005, *'FSA - large Passenger Ships - Navigational Safety'*, subm. by IMO.
- Peng Y.J., Yeh S.C. and Wu Y.H., 2006, *'A Research of WiFi Positioning Technology for Indoor Automatic Guide Systems'* MCU International Academic Conference, Taiwan.
- Philipose M., K.P. Fishkin, D. Fox, D. Hahnel, and W. Burgard, 2003, *'Mapping and localization with RFID'*, Technical Report, Intel Research.
- Pournamdarian, A., 2008. *'Πολυκριτηριακή Λήψη Αποφάσεων'*
- Psarafitis H N., 2005, *'Οικονομική θαλασσιών μεταφορών Ι'*, Αθήνα, καθηγητής ΕΜΠ, σχολή ναυπηγών μηχανικών, τομέας μελέτης πλοίου και θαλασσιών μεταφορών.
- Rutgersson, O., Tsyckkova, E., 1999, *'Safety management of the mustering and evacuation of damage passenger ships—MEPdesign on the development of a tool box'*, In: Proceedings of Conference on Learning from Marine Incidents. RINA.
- Saaty Thomas L., 2005, *'Θεωρία και Εφαρμογές της Αναλυτικής Δικτύου διαδικασίας'*. Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications.
- Singh Sanjiv, George Kantor, and Dennis Strelow, 2002, *'Recent results in extensions to simultaneous localization and mapping'*,. In *Int. Sym. on Experimental Robotics*.
- Seideman Tony, *'Barcodes Sweep the World'*, Wonders of Modern Technology
- Selamat, M.S., Maj lis, B.Y., 2006, *'Considering RFID Inmate Tagging Application to Enhance Prison Management'* In: Proc. IEEE.
- Selmeier Bill 2008, *'Spreading the Barcode'*. pp. 26, 214, 236.
- Sime, J.D., 1995, *'Crowd psychology and engineering'*, Safety Science 21, 1–14.
- Suhong Li , John K. Visich , Basheer M. Khumawala , Chen Zhang ,2006, *'Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and strategies'*, Sensor Review . Vol 26, Iss. 3; pg. 193
- Thrun S., D. Fox, and W. Burgard, 1998, *'A probabilistic approach to concurrent mapping and localization for mobile robots'*. Machine Learning and Autonomous Robots.
- Tsipas nikolaos, 2009, *'Έντοπισμός θέσης μέσω RFID'*, αρισ. παν. Θεσσ. (ΑΠΘ).
- Vance Lockton, Richard S. Rosenberg, 2005, *'RFID: The Next Serious Threat to Privacy, Ethics and Information Technology'* .Vol. 7, p. 221 .
- Vanem E., J. Ellis, 2010, *'Evaluating the cost-effectiveness of a monitoring system for improved evaluation from passenger ships'*, Elsevier, Safety Science -48(2010) p.788-802
- Vanem, E., Romanas, P., Skjong, R., 2009, *'Standardized Risk Models for Formal Safety Assessment of Maritime Transportation'*. In: Proc. 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (OMAE 2009), Honolulu, Hawaii, USA.
- Vanem, E., Skjong, R., 2004a, *'Fire and evacuation risk assessment for passenger ships'*. In: -Proc, 10th International Fire Science and Engineering Conference (Interflam), Edinburgh, Scotland, vol, I, pp. 365 - 374.

- Vanem, E., Skjong, R., 2004b, '*Collision and grounding of passenger ships _ risk assessment and emergency evacuations*'. In: Proc. 3rd International Conference on Collision and Grounding of Ships, ICCGS 2004, Izu, Japan.
- Vanem, E., Skjong, R., 2006b, '*Evaluation of design options related to evacuation for enhanced safety of passenger ships*'. In: Proc. RINA Int. Sym. on Mar. Design 2006, La Spezia, Italy.
- Vassalos, D. et al., 2001, '*A real-time interactive mesoscopic model for passenger evacuation simulation in a virtualship environment and performance-based evaluation*'. In: Proceedings of Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics, pp. 369–392.
- Wang C.L., Chiou Y.S. and Yeh S.H. 2005, '*An Indoor Location Scheme based on Wireless Local Area Networks*'. IEEE Consumer Com. and Networking Conference, Las Vegas.
- Werb J., C. Lanzl, 1998, '*Designing a positioning system for finding things and people indoors*'. Spectrum IEEE, 35(9), pp: 71 – 78.
- Woodrow, I.J., Carnie, P.K. Daniel, A.W., 1998, '*The application of simulation based design and human factors to safety management*', Paper No. 10.
- Zhou R., 2006, '*Wireless Indoor Tracking System (WITS)*', Heidelberg, Germany.
- Zhou Rui, 2006, '*Enhanced wireless indoor tracking system in multi-floor buildings with location prediction*', University of Freiburg, Germany, Conference EUNIS 2006, Tartu, Estonia

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

<http://Xerox.com>
<http://Adams1.com> ,"Barcode-1 2-Dimensional Bar Code Page".
http://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_detector
http://en.wikipedia.org/wiki/Motion_detector
http://en.wikipedia.org/wiki/SWOT_analysis
<http://FDA.gov>
<http://IATA.org>
<http://PaperDisk.com>
<http://scanbuy.com>
<http://www.computercare.gr/gps-gprs-gsm>
<http://www.cruiseresearch.org/MAR.html>
<http://www.rfidjournal.com>
<http://www.seatagsafety.com>
<http://www.swissinfo.ch>
<http://rfidradio.com>
<http://Adverlab.blogspot.com>
<http://Bytemagazine.com>

Παράρτημα Ι

Ναυτικά ατυχήματα

1 CRUISE LINERS

1.1 Lakonia

The *Lakonia* caught fire and sank off the Canary Islands on 22 December 1963. It was a 20,200 GRT, 185m long Greek passenger liner, built in 1930. There were 651 passengers and 385 crew on board. While the ship was 160 miles north of Madeira, a fire started in the barber's shop at 22:30 on 22 December. Within 10 minutes it had spread to the whole of the upper deck. The evacuation was disorganised due to lack of public announcements, but lifeboats were launched. The first passing merchant ships reached the liner at 04:00, and picked up survivors from lifeboats for several hours. At 9:30 some people were still on the liner. By 12:00 the ship was on fire along its whole length except for the after deck; many people were in the water. In total, 908 people were rescued by other ships. There were 128 fatalities. The ship was taken in tow on 24 December, but sank on 29 December.[Comment: No reports of helicopters in attendance. Probably out of range. A helideck on the evacuated ship would have been impaired by smoke. No reports of other passenger ships in the area.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.2 Yarmouth Castle

The *Yarmouth Castle* caught fire and sank in the Caribbean on 13 November 1965. It was a 5000 GRT, 116m long Panamanian cruise liner, built in 1927. There were 375 passengers and 174 crew on board. While the ship was 13 miles off the Bahamas, a fire started in a midships cabin used for storage at about 00:30 on 13 November. The fire spread along wooden companionways, affecting the bridge and several lifeboats. The master was not called for 40 minutes, and many passengers did not hear the subsequent abandon ship alarm. The evacuation was disorganised, with the master one of the first to leave the ship. Passing merchant ships picked up 489 from lifeboats and the water. At 6:00 the ship capsized and sank. There were 89 fatalities. The ship was taken in tow on 24 December, but sank on 29 December.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck on the evacuated ship would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.3 Viking Princess

The *Viking Princess* was damaged by fire in the Caribbean on 8 April 1966. It was a 12,800 GRT, 163m long Norwegian cruise liner, built in 1950. There were 235 passengers and 259 crew on board. While the ship was 60 miles off Cuba, a fire started in the engine room at 01:44 on 8 April. The fire could not be controlled, and the master ordered the passengers and crew to abandon ship. The evacuation was well organised, although one lifeboat descended too quickly, and another was temporarily stuck in mid-air and had to be freed with an axe. There were 25 minor injuries. However, 2 passengers died from heart attacks. When passing merchant ships arrived, fire had enveloped the superstructure. They picked up all the passengers and crew from the lifeboats. The ship was towed to port, but was a constructive total loss. There were 2 fatalities in total.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.4 Blenheim

The *Blenheim* was damaged by fire in the North Sea on 21 May 1968. It was a 4,800 GRT, 114m long ferry, built in 1951. It was sailing from Newcastle to Oslo with vehicles in the hold. A fire in the superstructure damaged the restaurants, cabins and bridge. The passengers and crew abandoned ship. It was towed into port and later converted.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.5 Fulvia

The *Fulvia* caught fire and sank in the North Atlantic on 19 July 1970. It was a 16,900 GRT, 176m long Norwegian cruise liner, built in 1949. There were 448 passengers and 271 crew on board. While the ship was 140 miles off the Canary Islands, a fire started in the engine room at 01:00 on 19 July. The fire spread over the whole length of the ship, but the passengers and crew abandoned by lifeboat and were picked up by a passing ship. The ship was taken in tow, but sank the next day. There were no fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Probably out of range. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *“Disasters at Sea”*, 2nd edition, PSL.

1.6 Antilles

The *Antilles* grounded and caught fire in the Caribbean on 8 January 1971. It was a 19,800 GRT, 182m long French cruise liner, built in 1953. There were 350 passengers and 300 crew on board. The ship grounded on an uncharted reef at Mustique Island at 16:30 in calm conditions, causing flooding of 2 holds. While waiting for salvage tugs, the ship discharged fuel to lighten it, but this ignited at 17:45, causing a fire in the engine room, which spread to the restaurant deck. At 19:00, the master ordered the passengers to abandon ship. Lifeboats and liferafts were towed away from the ship by its powered launches. Most reached nearby islands, but a passing merchant ship picked up 85 crew from a lifeboat at sea. The passenger liner *Queen Elizabeth 2* picked up 510 people from Mustique Island. After 10 days, the *Antilles* broke up. There were no fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *“Maritime Casualties, 1963-1996”*, LLP, London.

1.7 Heleanna

The *Heleanna* was damaged by fire in the Adriatic on 28 August 1971. It was a 11,700 GRT, 167m long Greek ferry, converted from a tanker built in 1954. The ship was sailing from Patras to Ancona with over 1000 passengers, 94 crew, 6 lorries and 180 cars on board. The ferry's safety certificate only allowed 620 people on board, although it had life saving equipment for 1500. Fire started in the galley (reported as either paraffin or a gas cylinder exploding) at about 05:30, while the ship was 12 miles off the Italian Adriatic coast. Fire spread rapidly, and the order to abandon ship was given after 2 hours. The evacuation was disorganised. Many people jumped into the sea. Several injured were taken to hospital by helicopter. Many small vessels took survivors to the shore. There were 25 fatalities and 150 injuries. The vessel was towed while still on fire, and the fire was extinguished on 30 August. It was a constructive total loss.

[Comment: Reports of helicopters in attendance do not specify arrival time. Possibly only picked up injured already on shore. A helideck on the ship would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *“Maritime Casualties, 1963-1996”*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *“Disasters at Sea”*, 2nd edition, PSL.

1.8 Caribia

The *Caribia* grounded at Cannes on 23 September 1972. It was a 24,500 GRT, 192m long cruise liner, built in 1928. One of its diesel engines failed, causing it to drift and ground in Cannes Bay. Water entered the engine room. The 880 passengers were taken ashore by boats. The ship was refloated and towed into port.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary]

Ref : Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.9 Knossos

The *Knossos* was damaged by fire in the Mediterranean on 3 May 1973. It was a 10,900 GRT, 150m long passenger ferry, built in 1953. On a voyage from Piraeus to Limassol, fuel oil leaked onto a generator causing a fire that damaged the main switchboard. The 186 passengers and some crew transferred to another ship by lifeboat. The ship was towed into port and later scrapped.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary]

Ref : Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.10 Cunard Ambassador

The *Cunard Ambassador* was damaged by fire off Florida on 12 September 1974. It was a 14,200 GRT, 148m long British cruise liner, built in 1972. The ship was on a positioning voyage from Port Everglades to New Orleans with 290 crew but no passengers. While 40 miles offshore, fire started in the engine room due to a ruptured fuel line. It spread into 7 decks of accommodation. Most of the crew abandoned ship. The fire was later extinguished, and the ship was towed into port. It was a constructive total loss.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.11 Princess Sissy

The *Princess Sissy* grounded in the Adriatic on 7 January 1976. It was a 4200 GRT, 113m long Panamanian passenger vessel, built in 1948. The ship was on a cruise from Genoa with 361 passengers and 115 crew on board. The ship grounded between 2 islands 30 miles from the Yugoslav port of Split. A passing merchant ship took off all passengers and 78 crew. The ship was later refloated and towed to port, but was a constructive total loss. There were no fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

1.12 Mecca

The *Mecca* was damaged by fire off Jeddah on 18 December 1976. It was a 3900 GRT, 108m long Saudi Arabian passenger vessel, built in 1951. The ship was leaving Jeddah for Port Sudan with 1105 pilgrims and 76 crew on board. While 17 miles offshore, fire started in 3 unoccupied cabins below the bridge. The passengers and crew abandoned ship. It drifted onto a reef, and capsized and sank on 20 December.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.13 Patra

The *Patra* was damaged by fire in the Red Sea on 23 December 1976. It was a 3900 GRT, 114m long Egyptian passenger vessel, built in 1946. The ship was sailing from Jeddah to Suez with 353 pilgrims and 88 crew on board. While 48 miles offshore, a fire started in the engine room at 22:00 on December 23. The passengers were at first reluctant to leave the ship as there were insufficient lifejackets, but the fire-fighting equipment was inadequate to control the fire. 230 survivors were rescued by passing ships. The ship sank at 12:15 on December 24. There were 102 fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Probably out of range. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.14 Rasa Sayang

The *Rasa Sayang* was damaged by fire in the Malacca Strait on 2 June 1977. It was a 18,600 GRT, 176m long Greek passenger vessel, built in 1956. There were 653 passengers, many of them school children, and 340 crew on board. While 48 miles off Port Dickson, Malaysia, a fire started in the upper deck. The passengers abandoned ship. The fire was controlled after 12 hours, but 5 crew were killed. The ship was towed to port for repairs.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.15 Angelina Lauro

The *Angelina Lauro* was damaged by fire in the Caribbean on 30 March 1979. It was a 24,400 GRT, 205m long Italian passenger vessel, built in 1939. The ship was at its berth in St Thomas, and most of the 650 passengers and 350 crew were ashore. A fire started in the galley and quickly spread. The remaining passengers and crew on board were taken off by lifeboat. Tugs were unable to tow the ship away, and due to the firewater it heeled and grounded at the berth. There were no fatalities. The ship was later refloated, but sank under tow on 24 September.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : "*Disasters at Sea*", 2nd edition, PSL.

1.16 Prinsendam

The *Prinsendam* caught fire and sank off Alaska on 4 October 1980. It was a 8600 GRT, 130m long Netherlands Antilles registered cruise liner, built in 1973. There were 320 passengers and 204 crew on board. While the ship was 120 miles off Alaska, a fire started in the engine room around 00:30 on 4 October. The CO2 system was discharged but failed to extinguish the fire. Passengers were assembled in the lounge. The fire continued to spread, causing failure of power and fire water supplies. The Master ordered the passengers to abandon ship at 06:15, leaving 40 crew on board to fight the fire. The passengers and nonessential crew were rescued from the lifeboats by US Coast Guard helicopters, which transferred 359 of them to a passing tanker that had a helideck. However, many elderly passengers had to wait in the lifeboats for up to 13½ hours before being picked up, due to worsening weather, darkness and delays for refuelling. There were no fatalities, but 24 people suffering hypothermia were taken direct to hospital ashore. By 16:00 the fire on board was out of control and the remaining crew had to abandon ship. A US Coast Guard vessel rescued 18 passengers and 2 air crew from a lifeboat at 01:00 on 5 October. By 7 October, the fire had largely burned out, and the ship was re-boarded and taken in tow. The following day, the fire restarted and the salvage crew were taken off by helicopter. The weather then worsened, causing the ship to flood through broken port holes, and it capsized and sank on 11 October. It was insured for £8m. There were no fatalities or serious injuries.

[Comment: USCG S61s were in attendance, but arrival time is unknown. If the ship had had a helideck, this might have been used for the evacuation, and would have avoided hypothermia injuries. Since no lives were lost, no extra would have been saved. The helideck on the nearby tanker was a significant benefit, reducing flying time to unload. Without it, there may have been some fatalities among people in the lifeboats.]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : "*Disasters at Sea*", 2nd edition, PSL.

1.17 Syria

The *Syria* grounded in the Mediterranean on 20 August 1981. It was a 4400 GRT, 108m long Egyptian passenger ship, built in 1962. During a voyage from Piraeus to Alexandria it grounded on Crete. The 300 passengers were evacuated. The ship was refloated 8 days later and towed into port.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary]

Ref : Watson, M.H. (1995) : "*Disasters at Sea*", 2nd edition, PSL.

1.18 Mediterranean Star

The *Mediterranean Star* was damaged by fire in the Mediterranean on 28 August 1982. It was a 16,300 GRT, 181m long Greek passenger ferry, built in 1953. On a voyage from Patras, Greece, to Ancona, Italy, the ship had a fire in its engine room. The 1000 passengers and some crew abandoned ship by lifeboat. The remaining crew stayed on board and extinguished the fire. The ship sailed into port under its own power.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary]

Ref : Watson, M.H. (1995) : "*Disasters at Sea*", 2nd edition, PSL.

1.19 Scandinavian Sea

The *Scandinavian Sea* was damaged by fire off Florida on 9 March 1984. It was a 10,700 GRT, 149m long Bahamian registered cruise liner, built in 1970. It was returning to Port Canaveral after a dinner and gambling cruise with 946 passengers. An electrical fire started at about 19:30. The ship berthed at 22:00, still on fire, and the passengers and crew disembarked. There were only a few minor injuries. Eventually, 30% of the vessel was gutted before the fire was extinguished at 16:30 on 11 March. The ship, which was insured for £8m, was declared a constructive total loss, but was later repaired.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary. A helideck would have been impaired by smoke]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : "*Disasters at Sea*", 2nd edition, PSL.

1.20 Columbus C

The *Columbus C* flooded after an impact on a breakwater at Cadiz on 29 July 1984. It was a 16,300 GRT, 182m long Panamanian cruise liner, built in 1953. While docking, the ship was blown against an underwater breakwater spur, flooding its engine room. Tugs took the vessel to

a jetty, where the 620 passengers disembarked. Subsequently the ship listed and sank. It was later refloated and broken up.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helicopter evacuation was not necessary]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.21 Chidambaram

The *Chidamburam* was damaged by fire in the Indian Ocean on 12 February 1985. It was a 17,200 GRT, 174m long Indian passenger ship, built in 1966. It was sailing from Singapore to Madras with 702 passengers and 186 crew. While 300 miles off Madras, a fire started in the galley, and spread into the dormitory passenger accommodation. The crew controlled the fire after 16 hours, and the ship entered port under its own power. There were 40 fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Probably out of range. A helideck would have been impaired by smoke]

Ref : Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

1.22 Mikhail Lermontov

The *Mikhail Lermontov* grounded and sank in the Cook Strait, New Zealand, on 16 February 1986. It was a 20300 GRT, 176m long Russian passenger vessel, built in 1972. There were 409 passengers and 329 crew on board. The ship scraped over a rock while passing through the Cook Strait, due to a fatigue-induced error by the pilot. Water entered faster than the pumps could remove it, flooding the refrigeration compartment and other spaces, and producing a starboard list that had increased to 12o after 1½ hours. One crew member was trapped in the engine room, and drowned. Water seeped from the refrigeration compartment into the auxiliary engine room via a sliding door. The master attempted to beach the ship, but water entered the main switchboard room, causing power failure and hence loss of propulsion. The passengers and crew abandoned ship in lifeboats, which was completed in 3 hours with no panic but with difficulty due to the list and the moderately rough weather. After 5 hours, 20 minutes after the evacuation completed, the ship sank with a list of 85o. There was only 1 fatality and no injuries.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck might have helped the evacuation, but may have been impaired by the heel.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : *"Disasters at Sea"*, 2nd edition, PSL.

Safety at Sea, May 1987

Lloyd's List, 17 July 87

1.23 Admiral Nakhimov

The *Admiral Nakhimov* sank after a collision in the Black Sea on 31 August 1986. It was a 17000 GRT, 174m long Russian passenger vessel, built in 1925. There were 888 passengers and 346 crew on board. It was leaving Novorossisk at 12 knots when it met the 18,600 GRT bulk carrier *Petr Vasev*. The ships had agreed by VHF that the *Petr Vasev* would give way, in contravention of the collision rules. The master of the *Petr Vasev* was concentrating on his ARPA radar, and tried to reduce speed rather than change course. The *Admiral Nakhimov* tried to avoid the collision by turning to port, in contravention of the collision rules, but this was unsuccessful. The ships struck at right angles at 23:15, with the bow of the *Petr Vasev* hitting the *Admiral Nakhimov* between the engine room and boiler room, causing damage 80m long, including a 90 m² hole. The *Admiral Nakhimov* capsized and sank within 8 minutes. There was no time to launch any lifeboats. 423 people died, together with 2 divers searching the wreck for survivors. Three fuel tanks were damaged, and the rescue operation was hampered by oil from the wreck. Two years later the ship was still leaking oil, and the wreck was covered by a 5 tonne rubber mat weighted with rocks.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

Soviet Shipping No 3, 1987

Safety at Sea, Jan 1988

1.24 North Star

The *North Star* grounded off Alaska on 8 August 1986. It was a 3100 GRT, 89 m long Bahamian registered passenger vessel, built in 1966. It was on a cruise from Prince Rupert to Vancouver when it grounded near Prince of Wales Island, Alaska. The ship started to flood. As a precautionary measure, most of the passengers and crew were taken off by the USCG. After repairs, the ship was towed into port. It was a constructive total loss.

[Comment: Not clear whether helicopters were used in the evacuation.]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

1.25 Turkmeniya

The *Turkmeniya* was damaged by fire off Nakhodka, USSR, on 11 November 1986. It was a 5100 GRT, 122 m long Russian passenger vessel, built in 1961. It was conducting an educational cruise, out of Vladivostok, with over 300 children on board. A fire in the engine room while the ship was 60 miles offshore spread to one of the cabin decks. The passengers were evacuated by lifeboat, and picked up by fishing vessels 2 hours later. The fire was extinguished later the same day, and the vessel towed into port. It was a constructive total loss.

[Comment: Helicopters were involved in rescue attempts, but no details on arrival time. A helideck on the casualty would have been no use due to the rapid capsizing. It is not clear whether any rescue vessels were large enough for a helideck.]

Ref : Hooke, N. (1997) : “*Maritime Casualties, 1963-1996*”, LLP, London.

1.26 Priamurye

The *Priamurye* was damaged by fire at Osaka on 18 May 1988. It was a 4870 GRT Russian passenger ship, built in 1961. There were 259 passengers and 129 crew on board. The ship was berthed in port. The fire started around 01:00 in a cabin on the bottom passenger deck due to improper use of a household electrical heater. Passengers attempted to extinguish the fire themselves, and failed to alert the crew promptly. The fire spread to the bridge and crew accommodation, and shore fire services were not called for nearly an hour. Most of the passengers and crew left via the gangway to shore within 15 minutes of the alarm. Some could not escape from the lower decks and jumped through portholes into the harbour. The fire was controlled by fireboats and shore appliances after 12 hours. 11 people died (10 trapped on the bottom passenger deck and one found on the upper deck) and 35 were injured.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. A helideck would have been impaired by smoke.]

Ref : Lloyd’s List

1.27 Jupiter

The *Jupiter* sank after a collision with the car carrier *Adige* off Piraeus on 21 October 1988. It was a 6300 GRT 126 m long Greek school cruise ship, built in 1961. There were 391 children, 84 adults and 110 crew on board. The *Jupiter* was leaving port at 18:20, and was struck in its engine room and heeled quickly, causing power failure and preventing the use of the lifeboats. Most of the passengers and crew were transferred directly to small craft as the upper decks came level with the waterline. About 25 children were left after 40 minutes, when the ship sank, and most were picked up within about a minute. One crew member died from a heart attack while trying to help people in the water, and another died after striking his head against a tug involved in the rescue. Two passengers were missing, giving a total of 4 fatalities.

[Comment: The ship sank too quickly for helicopter to arrive. A helideck would have been no use due to the large heel angle]

Ref : Lloyd’s List

1.28 Maksim Gorkiy

The *Maksim Gorkiy* was damaged by impact on an ice floe off Spitzbergen on 20 June 1989. It was a 25,000 GRT passenger liner, built in 1969. It was carrying 575 passengers and 377 crew.

Conditions were calm with daylight, and temperature 2-3oC. It met an ice floe 12 miles long and 2-3m thick, which was unusual for the area and time of year. The ship was proceeding too fast for the conditions, and failed to see the ice, hitting it at 17 knots, causing holes of 2.5 x 0.8m and 6 x 0.01m in the bow, which was not ice-strengthened. The ship trimmed as water entered the bow. As a precaution, 325 passengers were evacuated by lifeboat and about 25 climbed onto the ice. A Norwegian Coast Guard vessel picked them up, and some were flown ashore by helicopter. 290 crew remained on board. Pumps were taken on board and the ship returned to port. There were no fatalities.

[Comment: The casualty was 90 minutes flying time from Spitzbergen. The first vessel to arrive was the

Norwegian Coast Guard vessel *Senja*, which used its on-board (?) helicopter to take 13 passengers with health problems to hospital on Spitzbergen. Another report said 6 Norwegian Air Force Sea Kings and 2 Soviet helicopters lifted some of the 325 evacuated passengers onto the *Senja*, and a total of 70 were flown ashore. By the time helicopters arrived, the passengers had left the ship. A helideck on the casualty would have helped deliver pumps and salvage crews, but no lives were lost through winching.]

Ref : Lloyd's List

1.29 Pegasus

The *Pegasus* was damaged by fire at Venice on 2 June 1991. It was a 13,300 GRT, 153 m long Greek passenger vessel, built in 1975, previously a car ferry, but converted to an 800- berth cruise liner, and used as a floating exhibition ship. The ship was about to leave port with 38 passengers and 209 crew on board. The fire began in the exhibition area (previously the car deck), and spread rapidly causing extensive smoke and serious internal damage. All passengers and crew were evacuated, probably direct to shore via gangways. The fire was extinguished after 12 hours. Fire-water caused the ship to heel and sink to the sea bed. The vessel, which was insured for £21m, was declared a total loss, but was refloated and repaired.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helideck would have been impaired by smoke. Not needed anyway as casualty apparently occurred at berth]

Ref : Lloyd's List

Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

1.30 Oceanos

The *Oceanos* sank in rough weather off South Africa on 4 August 1991. It was a 7500 GRT 150 m long Greek passenger liner, built in 1951. It had 401 passengers and 180 crew on board. Conditions were the worst of the year, with 45 knot winds. At around 21:00 on 3 August, water entered the engine room through a damaged seawater pipe. The ship lost power and began to drift towards the shore. Watertight doors were closed, but flooding through pipes allowed other

compartments to flood. The ship heeled to 20o and was rolling heavily. The ship sent a Mayday at 23:00, but was advised to keep the passengers on board until daylight since there were no other vessels or helicopters in the area. However, the ship appeared to be about to sink, and the master was cut off while checking the stern of the ship. After 02:00, 2 of the ship's 8 lifeboats were launched, although with difficulty due to the lack of power and the severe weather. By about 06:00, about 400 people had left the ship in its 8 lifeboats and some liferafts. Many passengers jumped into the sea. Passing cargo ships arrived after 05:45 and rescued about 400 people from lifeboats and the sea. One container ship used its enclosed lifeboat to pick people from the water and transfer them to an accommodation ladder, although with difficulty due to the cold. Helicopters arrived at 06:50 and winched the last 180 passengers and crew off the ship shortly before it capsized at 11:45 on 4 August, 1 ½ miles off the coast. There were no fatalities.

[Comment: 11Puma helicopters from SADF were transported 1000 miles overnight to a temporary base near to the casualty. A helideck on board would have been useful to speed the evacuation, although the ship may have been rolling too much to have used it. Since no lives were lost, none could have been saved by this anyway. Helidecks on the rescue ships would have been no use because the shore base was very close.]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

Lloyd's List

1.31 Queen Elizabeth 2

The *Queen Elizabeth 2* grounded off Cape Cod, USA, on 7 August 1992. It is a 69,000 GRT passenger liner, built in 1968. It was approaching New York with 1815 passengers and 1000 crew. The ship struck an uncharted rock ledge at 22:20 while under the control of a pilot, puncturing 3 ballast tanks, an empty fuel tank and a tank containing 124 tonnes of fuel oil. The ship refloated itself and anchored 15 miles offshore. There were no injuries and minimal fuel leakage. The passengers were taken ashore in 4.5 hours the next day by 4 ferries and 6 of the ship's lifeboats.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Probably not needed]

Ref : Lloyd's List

1.32 Seabourn Spirit

The *Seabourn Spirit* was damaged by fire in the Mediterranean on 14 August 1992. It is a 9980 GRT Norwegian cruise liner, built in 1989. It was on a cruise from Barcelona to with 178 passengers and 148 crew. Conditions were calm. Fire started in the engine room while 12 miles offshore. The ship sent a Mayday at 05:55. Launches, 3 fire-fighting tugs, fire service helicopters and 3 other vessels in the area arrived quickly. The passengers and most of the crew were transferred in lifeboats to the passenger vessel *Danae*, which brought them to Genoa. The fire

was extinguished without spreading from the engine room. The ship was towed into port. There were no injuries.

[Comment: No reports of helicopter arrival time. Not needed for evacuation]

Ref : Lloyd's List

1.33 Royal Pacific

The *Royal Pacific* sank after a collision with a fish factory vessel *Terfu 51* in the Malacca Strait on 23 August 1992. It was a 13,200 GRT cruise liner, built in 1965 as a Ro-Ro ferry but converted to have cabins in the vehicle deck. It was conducting a circular gambling cruise out of Singapore, with 355 passengers and 179 crew. At 02:20, it was rammed by the *Terfu 51*, causing damage above and below the waterline, flooding the engine room. The ship heeled and water entered the cabins above. All lifeboats were launched. Survivors were picked up by passing ships. The ship sank within 10-15 minutes. Three people drowned and 6 were missing, possibly trapped inside the hull.

[Comment: Helicopters (possibly including S61) were used to search for survivors but could not have arrived before the ship sank. In this area, passing ships probably arrived quickly, and are better than helicopter for rescuing people from lifeboats. Helideck on rescue ships might have helped take injured ashore, but no fatalities occurred after rescue, so there would have been no saving of life]

Ref : Lloyd's List

1.34 Ocean Princess

The *Ocean Princess* grounded in the River Amazon on 1 March 1993. It was a 8500 GRT 150m long cruise liner, built in 1967. There were 280 passengers and 250 crew on board. While leaving Belem, the ship struck an unbuoyed sunken wreck, causing a rupture 9 m x 0.12 m in the hull, flooding the engine room and 2 decks of passenger cabins. The ship was beached. The passengers were ferried ashore. There were no injuries or fatalities. The ship was refloated on 20 March, but was a constructive total loss, with an insurance value of £16m.

[Comment: Unlikely to be any passenger helicopters in the area]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

Lloyd's Casualty Reports

1.35 Sally Albatross

The *Sally Albatross* grounded off Helsinki on 4 March 1994. It was a 25,000 GRT passenger ferry, built in 1992 from the hull of an earlier Ro-Ro ferry. It was entering Helsinki from Talinn with

1101 passengers and 158 crew. Conditions were severe wind and ice, with temperature -50°C . The ship was off course due to the crew's unfamiliarity with the ship's new automatic chart system. The instruction manual was incomplete, the crew had received little training, and the officer of the watch was used to a different system. The ship struck a rock at 19 knots at 14:45, causing a 6 x 1 m hole, which pierced the ship's double skin and flooded the engine room. It tried to refloat under its own power and sent a Mayday at 16:35. The passengers and crew were then evacuated in 2 hours through the stern onto other vessels as the ship trimmed and reached a 25 $^{\circ}$ heel. Two icebreakers transferred the passengers to the passenger/Ro-Ro ferry *Saint Patrick II*. Some hours later, the ship nearly sank and was towed further onto the rocks to prevent this. It was eventually refloated on 18 April and towed to port.

[Comment: 3 helicopters brought sea rescue staff but did not evacuate any passengers]

Ref : Lloyd's List

1.36 Regal Empress

The *Regal Empress* was damaged by fire at New York on 19 August 1994. It is a 14,500 GRT passenger vessel, built in 1953. It was approaching New York with 1200 passengers and 300 crew. Fire started in old cork insulation or air-conditioning pipes, which self-ignited. It had been overlooked when the vessel was converted in the 1980s. The vessel was 30 minutes from its berth when the alarm was raised at 07:40. Smoke spread through the vessel via ducts, and there were several injuries due to smoke inhalation. The ship docked and passengers disembarked. The vessel's fire-fighting system contained the fire, but due to difficulties in locating its source it was not extinguished until 12:40. There were no fatalities.

[Comment: No reports of helicopter in attendance. Not needed for evacuation]

Ref : Lloyd's List

1.37 Achille Lauro

The *Achille Lauro* sank after a fire off Somalia on 30 November 1994. It was a 23,600 GRT, 196 m long Italian cruise liner, completed in 1947. There were 577 passengers and 402 crew on board. Conditions were calm. The fire started at 00:30 on 30 November, when the ship was 100 miles offshore. It was reported to have been due to a 'burst piston head' in one of the ship's eight 2-stroke diesel engines that had been installed in 1944, but in fact may have been a crank-case explosion, allowing cooling oil to enter the exhaust. The engine room CO₂ system was discharged but failed to extinguish the fire. The fire then spread through the exhaust system, and progressively engulfed the entire ship. Sprinklers activated in the surrounding areas caused the ship to list to 20 $^{\circ}$. The internal alarm system did not work. The master sounded the ship's horn, but most passengers were alerted by stewards banging on cabin doors. They gathered on deck until about 08:00, when the master decided to abandon ship. The ship had 9 lifeboats on each side, with a total capacity of 1516, and 15 liferafts. Some jammed while being lowered, but eventually all but one of the lifeboats were launched. The passengers complained about looting of cabins, and the crew members boarding the lifeboats first. About 900 passengers and crew

were evacuated in the lifeboats and liferafts. The first rescue ship, a tanker, arrived at 10:30 and during the next few hours picked up 927 passengers and crew. The other survivors were picked up by a bulk carrier. At 13:00 the remaining 100 crew had to leave the ship, as the list increased to 30o and the fire continued to spread. Helicopters from US Navy warships arrived at 21:00 and assisted by transferring supplies. The survivors had to remain on the tanker's deck that night, and on the following day most were shuttled in lifeboats to 9 other vessels heading for the coast. A fire tug tried to take the ship in tow, but it exploded, capsized and sank at 19:10 on December 2. The ship's hull was insured for £11m. There were 4 passengers aged 66 – 74 who died. One was missing; one was killed by a blow on the head while boarding a lifeboat; one had a heart attack; one died of a blocked intestine after falling ill on a rescue vessel.

[Comment: First helicopters arrived having flown ahead from approaching US Navy warships – guided missile cruiser *Gettysburg* and guided missile frigate *Halyburton*. All survivors had been rescued by this time. However, a lot of passenger transfers were done the next day, and helicopter capacity would have been very useful. This might have reduced the extra stress contribution to the death of one passenger on a rescue ship. But these helicopters probably had minimal passenger capacity and could not have done this work anyway]

Ref : Hooke, N. (1997) : “*Maritime Casualties, 1963-1996*”, LLP, London.

Watson, M.H. (1995) : “*Disasters at Sea*”, 2nd edition, PSL.

The Naval Architect, January 1995

Lloyd's Casualty Reports

1.38 Renaissance Six

The *Renaissance Six* grounded in the Mediterranean on 10 May 1995. It is a 4200 GRT cruise vessel, built in 1991. There were 110 passengers and 73 crew on board. The ship ran aground between the Greek islands of Kos and Kalymnos. The passengers and crew were taken off. The ship was refloated on 12 May. There were no injuries or fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in the area. No need for helicopter evacuation]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.39 Albatros

The *Albatros* suffered a fire in the Red Sea on 22 May 1995. It is a 24,800 GRT cruise liner, built in 1957. There were 565 passengers and 311 crew on board. A flash fire broke out in one of the boilers at 23:00, when the ship was 60 miles off Yanbu, Saudi Arabia. The fire was quickly extinguished, but the engine room was partly flooded with firewater, and the other boilers were shut down, leaving the ship with only auxiliary power. The ship drifted for a day until a tug arrived to tow it into port, where the passengers disembarked. There were no injuries or fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in the area. No need for helicopter evacuation]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.40 Celebration

The *Celebration* suffered a fire in the Caribbean on 18 June 1995. It is a 47,300 GRT cruise liner, built in 1987. There were 1760 passengers and 667 crew on board. A fire started in an electrical control panel in the engine room, which was extinguished after 45 minutes by the halon system, but left the ship disabled 35 miles off the Bahamas. Two merchant ships were nearby, but the vessel was in no immediate danger. Later a Coast Guard vessel towed the vessel further out. On 20 June another cruise liner arrived and tenders transferred the passengers to it in 7 hours. There were no injuries or fatalities.

[Comment: Coast Guard helicopters attended. No reports of arrival time. No need for helicopter evacuation]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.41 Star Princess

The *Star Princess* grounded off Alaska on 23 June 1995. It is a 63,500 GRT cruise liner, built in 1989. There were 1550 passengers and 600 crew on board. The ship struck a rock while waiting to enter Juneau with a pilot on board, causing flooding at the stern. The ship anchored 14 miles offshore. The passengers were taken ashore by motorboat. The hull was repaired and the ship sailed under its own power on 26 June. There were no injuries or fatalities. Repairs were estimated to cost \$20m.

[Comment: Coast Guard helicopters attended. No reports of arrival time. No need for helicopter evacuation]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.42 Regent Star

The *Regent Star* suffered a fire off Alaska on 22 July 1995. It is a 24,500 GRT cruise liner, built in 1957. There were 1284 passengers and crew on board. It was sailing from Seward to Valdez, Alaska. The fire started at about 03:40 in the vessel's engine room and spread to some passenger activity areas before being extinguished after 2 hours. At 06:10, another passenger vessel, *Rotterdam*, arrived, and the passengers transferred to it. There were 7 minor injuries to passengers in the evacuation, but no fatalities. The ship was towed into port on 9 August.

[Comment: USCG helicopters were sent, but the fire was extinguished before they arrived.]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.43 Universe Explorer

The *Universe Explorer* suffered a fire off Alaska on 27 July 1996. There were 732 passengers and 271 crew on board. It was sailing from Vancouver to Glacier Bay, Alaska. The fire started at about 03:00 in the vessel's main laundry room, possibly due to arson. Smoke entered the passageways because fire doors were closed too late. There was no co-ordinated search plan, and crew members searched smoke-filled passageways without breathing apparatus. Some crew were trapped in their cabins for 5 hours by the smoke. 5 crew were killed and 76 suffered smoke-related injuries. Passengers were left unattended at muster stations for up to 7 hours. The vessel anchored in Auk Bay, and the passengers were taken off.

[Comment: A USCG helicopter was sent, but no reports of arrival time. Possibly helicopter evacuation would

have been useful, but could not have saved any lives.]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.44 Gripsholm

The *Gripsholm* grounded in the Oresund off Sweden on 4 August 1996. It is a 25,000 GRT cruise liner, built in 1965. There were 600 passengers and 335 crew on board. The ship was sailing from Copenhagen to Kiel at a speed of 18 knots in good weather. It grounded in soft sand at 20:40, 2 miles off Landskrona. The next day, the passengers were taken off by the ship's own motor launch from an accommodation ladder, and ferried ashore, taking approximately 6 hours. A bunker vessel off-loaded 1750 tonnes of fuel oil. The vessel was refloated by 5 tugs on August 7, and towed into port. There were no injuries or fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Helideck might have been used, depending on cost, but since no lives were lost, none would have been saved.]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.45 Hanseatic

The *Hanseatic* grounded off Northern Canada on 29 August 1996. It is an 8400 GRT cruise liner, built in 1991. There were 153 passengers and 115 crew on board. While cruising through the North West Passage from Alaska to Greenland at 10 knots, the ship grounded on a shingle bank 1 mile offshore near King William Island, puncturing 2 diesel fuel tanks. A tug and tank barge to offload bunker fuel were delayed by bad weather and did not arrive until 5 September. Once the weather improved, the passengers were taken off and most transferred to another cruise vessel. There were no injuries or fatalities. The ship was refloated on September 8.

[Comment: No reports of helicopters in the area. Assumed too remote from helicopter bases]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.46 Albatros

The *Albatros* grounded off the Scilly Isles on 16 May 1997. It is a 24,800 GRT cruise liner, built in 1957. There were 504 passengers and 320 crew on board. Conditions were Force 3, with moderate visibility. The ship was leaving St Mary's anchorage at 14:30 following a pilot boat, as it was too rough for the pilot to board. It scraped over rocks (first thought to be a container), puncturing the hull and flooding machinery spaces. The ship returned to port and anchored. Passengers were taken off by the ship's launches from its accommodation ladder, and transferred to a chartered ferry. There were no injuries or fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in the area. No need for helicopter evacuation]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.47 Hanseatic

The *Hanseatic* grounded off Spitzbergen on 14 July 1997. It is an 8400 GRT cruise liner, built in 1991. There were 145 passengers (average age 70) and 115 crew on board. The ship grounded while cruising in the Hinlopen fjord, causing slight damage to the hull. Plans to offload bunker fuel and tow the ship off were delayed when ice forced Norwegian Coast Guard vessels to withdraw. On 16 July, the passengers were transferred to a Coast Guard vessel. The plan was to use the ship's tender if the water was ice-free, or failing that to lower the passengers to a large ice floe at the stern and lift them by helicopter to the Coast Guard vessel. The ship was pulled free at 03:45 on 17 July, and passengers were allowed to reboard. There were no injuries or fatalities.

[Comment: Helicopters on Coast Guard vessel *Nordkap* were present well in advance of evacuation. Not clear whether they were actually used. A helideck would have made evacuation easier. Since no lives were lost, none would have been saved.]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

1.48 Romantica

The *Romantica* was damaged by fire in the Mediterranean on 4 October 1997. It is a 9500 GRT Cypriot cruise liner, built in 1939, with diesel-electric propulsion. There were 487 passengers and 186 crew on board. It was sailing from Port Said to Limassol. A fire started in the engine room at 04:24, while about 60 miles off Limassol, and smoke spread into the superstructure. The 14,600 GRT passenger ship *Princess Victoria* was following 12 miles behind at the time, and arrived at 05:30, 50 minutes after the Mayday call. All 10 lifeboats were lowered, and passengers and crew transferred to it by lifeboat. Others were winched off by helicopter. By 07:15, the evacuation was complete. Fire water caused the ship to heel to 10o, later 30o. The fire was extinguished the following day, and the ship towed into port. There were no casualties.

[Comment: 2 RAF helicopters from Cyprus arrived in less than 1 hour. Not clear whether they evacuated

passengers or landed fire party. Photographs show the ship's bow and stern were clear of smoke. A helideck might have made evacuation easier, depending on its location. A helideck on the other passenger ship might have made evacuation easier. Since no lives were lost, none would have been saved.]

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2 RO-RO PASSENGER FERRIES

2.1 Princess Victoria

The *Princess Victoria* capsized after flooding in rough weather in the Irish Sea on 31 January 1951. It was a 2700 GRT British Ro-Ro passenger ferry, built in 1947, with a vehicle deck that was open at the stern, sailing from Stranraer (Scotland) to Larne (Northern Ireland). Soon after leaving Stranraer, a large wave burst open the stern doors to the car deck, damaging them and preventing them being re-closed. Further waves washed on board, causing a starboard list and shifting the cargo. Water seeped through a fireproof door into a lounge forward of the car deck, and also flooded the starboard engine room, increasing the list. An angle of 45o was reached after 4 hours. The passengers and crew abandoned ship using lifeboats and liferafts. The ship floated on its side and then upside down for a while, before sinking 5 hours after the start of the flooding. Rescue craft had been unable to find the ship, apparently due to an erroneous SOS message, and had been searching for 4.5 hours before any survivors were found. 134 died of the 172 on board.

Ref : Middleton, E.W. (1976) : "*Great Sea Rescues*", vol 2.

2.2 Skagerak

The *Skagerak* capsized after flooding in rough weather in the Skagerak on 7 September 1966. It was a 2700 GRT Norwegian Ro-Ro passenger rail/vehicle ferry, built in 1965, sailing from Kristiansand (Norway) to Hirtshals (Denmark). Conditions were Force 8-9. Heavy seas stove in the stern doors to the car deck (other sources say side doors). Water entered and seeped into the engine room, disabling the ship. It heeled suddenly and the cargo started to shift. The passengers and most of the crew abandoned ship by lifeboats, liferafts and jumping into the sea. 133 people were rescued by helicopters and passing vessels, but one elderly passenger died from exposure before reaching hospital. 11 crew remained on board in an attempt to tow the vessel into port, but escaped by liferaft 7 hours after the flooding started, and the ship capsized an hour later. There was no exact passenger list, but it was believed just the 1 died out of the 145 people on board.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Lloyds List, 8-9 Sept 1966

2.3 Heraklion

The *Heraklion* capsized after flooding in rough weather in the Aegean Sea on 8 December 1966. It was a 8900 GRT Greek passenger/cargo ship, built in 1949, which had been converted in 1964 to a vehicle ferry with access doors in the hull, and was sailing from Crete to Piraeus (Greece). During a storm, a lorry broke free and smashed through a side loading door. The ship capsized and sank within about 10 minutes. Most of the passengers were asleep. Most of the 47 survivors were found clinging to rocks. 217 died of the 264 people on board.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

2.4 Wahine

The *Wahine* capsized after grounding in Wellington Harbour on 10 April 1968. It was an 8900 GRT New Zealand Ro-Ro passenger ferry, built in 1966, and certified to carry 924 passengers. It was entering Wellington harbour, with 125 crew and 610 passengers on board (another source says 822 people were on board). Its radar had broken. Conditions were the worst ever recorded in New Zealand, with Force 12 winds, restricted visibility and a severe following sea as the ship entered harbour. The ship suffered an unexplained loss of steering and suddenly turned to port. The Master tried to control the ship with the engines but became disorientated in the low visibility. The waves carried the ship onto a reef, breaching the double bottom fore and aft, snapping the starboard propeller shaft and flooding the motor room. The power-operated watertight doors were closed, keeping the other 4 machinery compartments dry. The anchor was dropped, but the ship was blown off the reef and dragged anchor, moving slowly astern into the harbour. The weather was too rough to evacuate. A tug approached, but was unable to tow the ship to shelter as it could not release the anchors. About 3000 tonnes of water had entered, and the draught increased from 5.2m to 6.7m, but the ship remained upright. 1.5 hours after grounding, water began to enter the vehicle deck through ventilators from the flooded compartments beneath. The scuppers could not be opened because the deck was below the water level outside, and emergency drainage was hampered because the ship's tools were in the flooded compartments and the power had been lost. After 5.5 hours the ship began to heel, but the degree of danger was not realised, and rescue vessels were not fully alerted. After a further hour, the turning tide turned the ship to port. It now had a starboard list of 25° which was increased by the force of wind opposing the tide. The turn creating a lee, and the 4 starboard lifeboats were swung out. This may have accelerated the heeling, and the ship reached 45° in a further 1/2 hour. Nevertheless, all passengers and crew left the ship within 3/4 hour of the turn, by lifeboat, liferaft and by jumping into the sea. The ship continued to roll to 90°. The wind then dropped, allowing a fleet of small craft and the 4600 GRT ferry *Aramoana* to approach and pick up survivors from the water. The survivors were unable to climb the ferry's sides, so it lowered 2 lifeboats. However, one was capsized by a large wave and the other lost its rudder and was swamped near to the shore. One of the *Wahine's* lifeboats was overloaded and was swamped by waves and capsized. The other 3 reached shore safely. The wind also veered, blowing many swimmers and liferafts into rougher seas and onto rocky shores. One of the rescue fleet, a 10m long yacht, was swamped by waves. Other vessels rescued most of the swimmers. A total of 51 of the 735 people on board died, mainly of exposure.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Lambert, M. & Hartley, J. (1969) : "*The Wahine Disaster*", AH & AW Reed,
Wellington, New Zealand.

Watson, M.H. (1987) : "*Disasters at Sea*", PSL.

2.5 Nissos Rodos

The *Nissos Rodos* was destroyed by fire in the Aegean Sea on 26 June 1978. It was a 6700 GRT Greek Ro-Ro passenger ferry, built in 1953. It was sailing from Rhodes to Piraeus, with a cargo of trucks and cars, 100 passengers and 58 crew. Near midnight on 25 June, an explosion and fire occurred in the engine room. The passengers and crew were evacuated by a passing vessel. 2 engineers suffered burns, but there were no fatalities. The vessel was taken in tow but developed a list and was beached. It was 95% gutted by the fire, and was scrapped.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Lloyd's Casualty Database

2.6 Saitobaru

The *Saitobaru* sank after a collision with the tanker *Chang Won* in the Japanese inland sea on 6 September 1978. It was a 6600 GRT Japanese Ro-Ro passenger ferry, built in 1972. It was designed to a two-compartment standard. It was sailing from Kobe to Hyuga with a cargo of trucks and cars, 193 passengers and 45 crew. It was damaged in a V shape amidships, flooding the engine and generator rooms, causing a list. All 238 people on board were evacuated by lifeboat and picked up by patrol vessels. While being towed for beaching, the ship capsized. It was recovered and scrapped.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Boyce, J. et al (1980) : "*Ro-Ro Ships and their Market Role*", Fairplay, London.

2.7 Santa Ana

The *Santa Ana* was damaged by fire off Venezuela on 7 May 1980. It was a 2600 GRT Venezuelan Ro-Ro passenger ferry, built in 1965. It was carrying a cargo of vehicles and 115 passengers. A fire in the engine room could not be controlled. The passengers and crew transferred to the Ro-Ro ferry *Cacica Isabel*, which also towed the ship and beached it. The ship was completely gutted and was abandoned as a constructive total loss.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

2.8 Zenobia

The *Zenobia* capsized in rough weather off Cyprus on 7 June 1980. It was an 8900 GRT Swedish Ro-Ro passenger ferry, built in 1979. It was sailing from Koper (Yugoslavia) to Tartous (Syria), with a cargo of trucks and trailers, 121 passengers/drivers and 30 crew. It had been ballasted incorrectly, giving low stability with GM of 0.9m. During a storm on 2 June, the autopilot failed while an officer was demonstrating its use, leaving the rudder hard to starboard, causing a 10o port list. The cargo of 3000 tonnes shifted due to poor lashing, causing a 40o list. 150 people evacuated by lifeboat, while the master remained on board. The vessel was towed into sheltered water, and the list was reduced to 4o by pumping water out and ballasting the starboard tanks, allowing the cargo to be discharged. After 16 hours, the vessel again listed to port due to failure of the stabilising tank control. It took in water through an open pilot door and capsized after 2 hours. No lives were lost.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Boyce, J. et al (1980) : "*Ro-Ro Ships and their Market Role*", Fairplay, London.

Lloyds List, 3-8 June 1980

2.9 Tampomas II

The *Tampomas II* sank after a fire in the Java Sea on 27 January 1981. It was a 6140 GRT Indonesian Ro-Ro passenger ferry, built for service in Japan in 1971. It had been modified by converting the upper vehicle deck to passenger accommodation. It was sailing from Jakarta to Sulawesi with a cargo of cars, motor cycles, 1054 registered passengers and 82 crew. (The official estimate was 1442 people on board.) During a storm on the night of 25 January, some motorcycles overturned and spilled petrol. This was ignited, possibly by a lighted cigarette passing through the ventilation fan to the vehicle deck. The fire was seen by a crew member, and unsuccessful attempts were made to control it using portable extinguishers. The water drencher system was not used. The fire spread to other vehicles and drums of flammable materials stored in the vehicle deck. Smoke spread into the passenger spaces via the ventilation system, which was not shut down for 45 minutes. The fire spread into the machinery compartments, since the hatch from the vehicle deck was open, and after 2 hours the main power was lost, the emergency generator failed, and further fire-fighting was impossible. About 30 minutes after the fire started, the passengers were ordered to board lifeboats. This was impeded because there was only one exit door from the accommodation. Attempts to lower the lifeboats were largely unsuccessful. Some passengers jumped into the sea, while others waited on the deck for rescue. During 26 January, heating of the deck by the fire underneath was counteracted by heavy rain, and the fire appeared to subside. On 27 January, the fire escalated inside the engine room, supplied by the main engine fuel supply, which had not been isolated. Explosions in the engine room allowed water to enter. The watertight doors were open, and the engine room, generator room and propeller room all flooded, followed by flooding of the vehicle deck, causing the ship to heel to 45o and sink about 30 hours after the fire started. No distress call was made, but other vessels saw the smoke. They were prevented from approaching by the fire and the rough weather. Storms forced suspension of the search for survivors on 29 January, but 80 survivors were found after 5 days in lifeboats up to 100 miles

away. One estimate was 431 dead (143 recovered and 288 missing), with 753 rescued. Another source (possibly from the official inquiry) was 666 dead.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Cowley, J. (1994) : "*Fire Casualties and their Regulatory Repercussions*", IMarE

Conference on Fire Safety on Ships, London, May 1994.

2.10 Arion

The *Arion* was damaged by a bomb off Haifa on 20 December 1981. It was a 7900 GRT Greek Ro-Ro passenger ferry, built in 1965. It was sailing from Limassol to Haifa with a cargo of vehicles, 250 passengers and 150 crew. A terrorist bomb explosion killed one crew member and started a fire which could not be controlled. The passengers and crew were taken off by boats. The engine room flooded, the ship listed and was beached to avoid sinking. After 3 days the fire burned itself out. The ship's upper decks and main deck were gutted and it was declared a constructive total loss.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Lloyd's Casualty Database

2.11 Jan Heweliusz

The *Jan Heweliusz* suffered severe flooding while discharging at Ystad, Sweden, on 19 August 1982. It was a 3000 GRT Polish Ro-Ro rail passenger/cargo vessel, built in 1977. While unloading rail wagons loaded with cement, the vessel became unstable due to a combination of slack fuel and ballast tanks and the fact that cargo was being discharged from the lower deck first. Earlier reports attributed it to faulty trim pumps (another report says a defect in its antiheeling tanks). The vessel capsized onto the quay, coming to rest on the quay and the harbor bed at an angle of about 45°, damaging the passenger walkways, stern ramp and associated shore equipment. It flooded through the stern door, leaving the main deck, steering gear room, engine room and auxiliary engine room full of water. The heeling also caused a blackout, making the ship unable to reballast or pump out the water.

Ref : Lapper, R. (1987) : "*Ferries*", Financial Times Business Information, London.

Seatrade, January 1984.

Lloyd's List, 15 Jan 93

2.12 European Gateway

The *European Gateway* capsized after a collision with the Ro-Ro train ferry *Speedlink Vanguard* off Felixstowe on 19 December 1982. It was a 4300 GRT British Ro-Ro passenger ferry, built in 1975, with 2 vehicle decks, and certified to carry 300 passengers. It was sailing from Felixstowe (UK) to Europort (Netherlands) with a cargo of vehicles, 34 passengers/drivers and 36 crew. The collision resulted from confusion at a bend in the channel. The *Speedlink Vanguard's* bow struck the starboard side of the *European Gateway*, puncturing the main vehicle deck and the generator room below the waterline. The ships were locked together for a few seconds, and then drifted apart. The *European Gateway* immediately began to heel to starboard. The cause of the heeling remains unclear, but was attributed to transient asymmetric flooding. The 3 watertight doors connecting the 4 machinery compartments were all open, so 4 compartments below the waterline were able to flood. The doors could only be closed manually, and this was abandoned due to the increasing heel. The vehicle deck immersed at 10o heel, and the ship reached about 40o in 3 minutes, at which point its bilge grounded. It then rolled onto its side in 10-20 minutes. 6 of the 70 people on board drowned due to the difficulty of launching the lifeboats and liferafts. Others were rescued from the side of the ship which remained above the water. The ship was subsequently salvaged and repaired.

Ref : Department of Transport (1985) : "*MV European Gateway, MV Speedlink Vanguard*", Report of Court No 8072, Formal Investigation, HMSO.

Spouge, J.R. (1986) : "*The Technical Investigation of the Sinking of the Ro-Ro Ferry European Gateway*", Trans RINA.

2.13 Chrissi Avgi

The *Chrissi Avgi* capsized in rough weather in the Aegean Sea on 23 February 1983. It was a 500 GRT Greek Ro-Ro passenger ferry, built in 1970. It was carrying 14 trucks including 9 gasoline tankers, 18 passenger/drivers and 24 crew. Conditions were Force 8-9. The ship listed and trucks shifted, leading to an explosion and fire which could not be controlled. The ship capsized 2 hours later. The crew were unable to lower the lifeboat due to the list, and had to jump into the sea. 28 of the 42 people on board died.

Ref : Lapper, R. (1987) : "*Ferries*", Financial Times Business Information, London.

Lloyds List, 25-26 Feb 83.

Lloyd's Casualty Database

2.14 Sweet Name

The *Sweet Name* sank after a collision with the fishing vessel *Cebu City* off Cebu on 8 March 1983. It was a 580 GRT Philippine Ro-Ro passenger ferry, built in 1944. It was sailing from Cebu to Tagbilaran (Philippines), with 20 drums of gasoline on board, as well as about 400 passengers

and 43 crew. The collision ignited the gasoline drums, and the fire could not be controlled. The passengers and crew jumped overboard, and at least 27 died.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

2.15 Hua Lien

The *Hua Lien* grounded in Hualien harbour, Taiwan, on 19 April 1983. It was a 9700 GRT Taiwanese Ro-Ro passenger ferry, built in 1971. It was sailing from Keelung to Hualien, with a cargo of vehicles and 104 passengers. The engine room flooded, and it was beached by tugs. All passengers were taken off. After being refloated and taken to Hong Kong for repair, it broke adrift in Typhoon Ellen on 9 September 1983 and struck an oil jetty before going aground. It was later scrapped.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

2.16 Presidente Diaz Ordaz

The *Presidente Diaz Ordaz* capsized after contacting a mooring pile in Mazatlan, Mexico, on 10 August 1984. It was a 2900 GRT Mexican Ro-Ro passenger ferry, built in 1961. It was carrying vehicles, 439 passengers and 69 crew. It hit a pile mooring with its rudder, and capsized, lying on the bottom at an angle of 80°. One person died. The vessel was declared a constructive total loss.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

2.17 A Regina

The *A Regina* grounded off Puerto Rico on 15 February 1985. It was a 3700 GRT Panamanian Ro-Ro passenger ferry, built in 1967. After grounding the engine room flooded through bottom damage. The 143 passengers and 70 crew were taken off by helicopter. The vessel was abandoned as a constructive total loss.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Lapper, R. (1987) : "*Ferries*", Financial Times Business Information, London.

2.18 Farah II

The *Farah II* was damaged by fire at Neweiba, Egypt, on 6 March 1986. It was a 1700 GRT Panamanian Ro-Ro passenger ferry, built in 1963. A fire in the crew accommodation could not be controlled, and it spread through the whole accommodation and bridge. The passengers and

crew disembarked. The vessel listed due to the water pumped on board to fight the fire. It was towed away from the berth and capsized in the Gulf of Aqaba.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Lloyd's Casualty Database

2.19 Dona Josephina

The *Dona Josephina* sank in the Visayan Sea on 24 April 1986. It was a 1000 GRT Philippine Ro-Ro passenger ferry, built for service in Japan in 1968. It was sailing from Leyte to Manila with a cargo of copper cathodes, 364 passengers and 50 crew. In perfect weather, it flooded, heeled and sank within 15 minutes. 199 people died (29 recovered and 170 missing), and 220 were rescued.

Ref : Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

Lloyds List, 9 March 87.

2.20 Herald of Free Enterprise

The *Herald of Free Enterprise* capsized at the entrance to Zeebrugge harbour on 6 March 1987. It was an 8000 GRT British Ro-Ro passenger ferry, built in 1980, with 2 vehicle decks, and certified to carry up to 1400 people depending on its draught. It was sailing from Zeebrugge (Belgium) to Dover (UK), with a cargo of vehicles, approximately 459 passengers and 80 crew. In its loading condition, the ship satisfied a one-compartment standard. The ship had a bow trim of 0.8m due to loading restrictions at the terminal, and this trim could only be removed slowly. This gave a freeboard at the bow of about 2.5m. The bow doors were not closed on departure, because the responsible crew member had overslept, the supervising officer failed to check, and the master did not require a positive report and could not see the doors from the bridge. As the ship increased speed to around 16 knots on leaving the harbour, the combination of squat of about 1m in the shallow water and a bow wave of up to 1.5m caused water to flow onto the vehicle deck through the open bow doors. About 4 minutes after leaving the harbour, the free-surface effect of water on the vehicle deck caused the ship to heel to about 30° to port. The heel caused the ship to turn uncontrollably to starboard, capsizing to 90° within 90 seconds and grounding on a sand-bank out of the channel with the starboard side out of the water. There was no time to launch any lifeboats or liferafts. Survivors were lifted through the starboard windows and taken off by rescue vessels. At least 193 died of approximately 539 people on board. (The Inquiry report records at least 150 passengers and 38 crew.) The ship was salvaged and scrapped.

Ref : Department of Transport (1987) : "*MV Herald of Free Enterprise*", Report of Court No 8074, Formal Investigation, HMSO.

Dand, I.W. (1989) : "*Hydrodynamic Aspects of the Sinking of the Ferry 'Herald of Free Enterprise'*", Trans RINA.

Hooke, N. (1989) : "*Modern Shipping Disasters*", Lloyds of London Press, London.

2.21 Santa Margarita Dos

The *Santa Margarita Dos* capsized while loading at Caracas on 3 November 1987. It was a 2240 GRT Venezuelan passenger.Ro-Ro ferry. It had nearly completed loading passengers and vehicles, including 4 large trucks each carrying 50 tonnes of cement. There was concern about overloading, and an attempt was made to transfer some of the trucks to another ferry. The ship started to list, and the passengers were ordered to leave the ship. As they were leaving, the ship capsized and sank in deep water beside the quay. Over 250 passengers escaped, but 5 people were trapped or missing including one crew member.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2.22 Mazatlan

The *Mazatlan* sank after a fire off Topolobampo, Mexico, on 20 August 1989. It was a 5010 GRT Mexican Ro-Ro passenger ferry, built in 1965. An engine was reported to have overheated and exploded, causing a fire in the engine room. The ship subsequently sank. All 299 passengers and 56 crew were rescued.

Ref : Lloyd's Casualty Database

2.23 Scandinavian Star

The *Scandinavian Star* was damaged by fire in the Skagerak on 7 April 1990. It was built in 1971, with a single vehicle deck which also had accommodation along its sides. It was sailing from Oslo (Norway) to Frederikshavn (Denmark) with 383 passengers and 99 crew. The fire was started deliberately at around 02:00 in a corridor in the unused accommodation on the starboard side of the vehicle deck. Within 2-8 minutes the fire had ignited the surface laminate on the corridor bulkheads. After a further minute, the whole cross-section of the corridor was on fire. Within 10 minutes, the fire flashed up a staircase for 2 decks, across a transverse corridor, and down the corresponding staircase on the port side. After this, the fire spread more slowly to the rest of the ship. Smoke containing carbon monoxide and hydrogen cyanide spread along corridors leading to the staircase. After about 30 minutes, the ventilation system was turned off, allowing smoke to seep into the cabins. Fire doors on the ship were designed to be closed from the bridge based on manually-activated alarms, but since the seat of the fire was on an unused deck no alarm was received and the fire doors between the affected zone and the staircase were never closed. Fire doors which did close were effective in blocking the spreading of the fire. 158 passengers died. 99 died in their cabins; about 50 died in the corridors trying to escape, including 20 trapped in dead-end corridors. The fire was not extinguished for 38 hours.

Ref : Safety at Sea, April 1993.

2.24 Princess Mika

The *Princess Mika* sank after a fire off Surigao in the Philippines on 18 February 1991. It was a 940 GRT Philippine Ro-Ro passenger ferry, built in 1970. It was sailing from Leyte to Surigao. It caught fire and sank. All passengers and crew were rescued.

Ref : Lloyd's Casualty Database

2.25 Dronning Margrethe II

The *Dronning Margrethe II* was damaged by collision with the Ro-Ro cargo ship *Bore Britannica* off Rødbyhavn on 14 March 1991. It was a 6200 GRT Danish registered Ro-Ro passenger ferry, built in 1973. It was sailing from Puttgarden to Rødbyhavn (Denmark) with 14 passengers and 32 crew. It was night, with calm weather and thick fog (visibility 0 – 30 m). The *Bore Britannica* was passing through the Fehmern Bælt at 15 knots. Despite both ships having ARPA radar, it rammed the starboard side of the *Dronning Margrethe II* forward of midships, at an angle of about 50° leading aft at 03:55. The collision caused a large hole below the waterline at a transverse bulkhead, flooding a hold on one side, and puncturing a diesel oil tank on the other, causing a minor leak into the compressor room inboard, which eventually filled with water. Above the waterline, it caused a large indentation in the ferry's side in the area of a restaurant and supermarket. A shop assistant fell overboard and drowned. The search by the MOB boat and other vessels was hampered by the fog. After a few minutes, the steering motors stopped, preventing the ship from manoeuvring. About an hour after the collision, vapour from the leaking fuel oil was ignited by a short-circuit caused by floodwater, causing a fire in the cabins above the compressor room, immediately below the car deck. Fire-fighting was hampered by damage to fire water pipes caused by the collision, and the fire was extinguished several hours later with help from other vessels. The passengers and crew were evacuated onto other vessels, starting at 05:55. The ferry flooded further from fire-fighting water, the broken fire main and cabin sprinklers. The ferry's main generator stopped at 11:20 due to water in the diesel, and it was then impossible to control the heel and trim, and the ferry grounded off Rødbyhavn. It was later refloated and repaired.

Ref : Internal report of Danish Maritime Authority, 12 Aug 1991.

Lloyd's Casualty Database

2.26 Moby Prince

The *Moby Prince* was damaged by fire after a collision with the tanker *Agip Abruzzo* off Leghorn, Italy on 10 April 1991. It was a 6190 GRT Italian Ro-Ro passenger ferry, built in 1968. It was sailing from Leghorn (Livorno) to Sardinia with 74 passengers and 68 crew. It had previously been criticised for poor fire safety standards by a German consumer group. The *Agip Abruzzo* was a 186,500 dwt Italian tanker, with 82,000 tonnes of crude oil, and was anchored outside the port. The *Moby Prince* was sailing at 18-19 knots, which the Inquiry considered excessive, and with the radar switched off. Fog patches partly hid the tanker, which failed to turn on its fog lamps. At 23:00, the ferry's bow struck the tanker's side near the poop deck, in way of a tank

containing 2700 tonnes of crude oil, which was the only loaded cargo tank in that part of the ship. The other 19 cargo tanks were undamaged. The oil spill was ignited by sparks from the collision. The fire surrounded the ferry on the sea and destroyed its lifesaving equipment. The passengers gathered in the muster areas with lifejackets, and waited at least 20 minutes to be rescued, but all the exits were blocked by fire and smoke. The ferry broke free from the tanker and drifted a mile away into thick fog, and rescue was delayed because it had sent no Mayday and the tanker had reported being hit by a small barge. Only one person from the ferry survived - a 24-year old crew member, who jumped into the sea. The fire was extinguished within a day, and the ferry remained afloat. The stern of the tanker caught fire, but the 28 crew escaped by lifeboat. The fire continued for several days, being fed by bunker fuel tanks. Salvage tugs and harbour launches attended the fire, and anti-pollution vessels contained the spill.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2.27 Sol Phryne

The *Sol Phryne* sank after a fire in the Adriatic Sea on 6 December 1991. It was a 6200 GRT Honduran registered Ro-Ro passenger ferry, built in 1948. It was sailing from Pula to Bar (Yugoslavia). After an explosion and fire, the ship sank. All passengers and crew were rescued.

Ref : Lloyd's Casualty Database

2.28 Salem Express

The *Salem Express* sank after grounding in the Red Sea on 15 December 1991. It was a 4770 GRT Egyptian Ro-Ro passenger ferry, built in 1966, originally certified for 1384 passengers. It was sailing from Jeddah (Saudi Arabia) to Safaga (Egypt) with 578 passengers and 71 crew. While approaching Safaga at midnight in rough weather, the Master took a short-cut which was not authorised for night passage. The ferry struck a reef and sank within 20 minutes. There were 180 survivors and 117 bodies recovered. It was estimated that 464 people drowned in total, many of them trapped inside the ship.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2.29 Jan Heweliusz

The *Jan Heweliusz* capsized and sank in rough weather in the Baltic Sea on 14 January 1993. It was a 3000 GRT Polish rail passenger/cargo vessel, built in 1977. It was sailing from Swinoujscie to Ystad with 34 passengers, 29 crew, 10 railway carriages and 29 lorries. Conditions were severe, with 105 knot winds and 3m waves, and the severity had not been forecast. At 03:38 the ferry reported a list of 30°. At 03:53, the list was 70°. A Mayday signal was not sent until 05:03. At 05:50, the vessel capsized. At 11:00 the ferry sank. Water temperature was 2°C. Only 9 people survived, one of whom spent 2 hours in the water. 52 people drowned.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2.30 New Orient Princess

The *New Orient Princess* was damaged by fire in Junk Bay, Hong Kong, on 25 August 1993. It was a 4840 GRT Panamanian registered Ro-Ro passenger vessel, built in 1968. It was in use as a casino ship, making daily sailings into international waters. There were 332 passengers and 201 crew on board. The fire started in electrical installations in a sauna and spread to affect the whole superstructure. Two lifeboats containing 38 people were launched. Passengers and most crew were picked up by small launches. The fire was controlled by fireboats, but water application was limited to avoid capsizing the ship. The ship drifted and grounded, and was subsequently refloated.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2.31 Monte Stello

The *Monte Stello* grounded off Sardinia on 1 January 1994. It was a 4790 GRT French Ro-Ro passenger/cargo vessel, built in 1979. It was sailing from Marseilles to Porto Vecchio, Corsica, with 57 passengers and 26 crew. During a gale, the ship was 60 km off course. It grounded on rocks and was wedged in an upright position. Other vessels could not approach the ship. Helicopters lifted all people off. The ship was declared a constructive total loss, with a value of £9m, although it was refloated on 2 May and repaired.

[Comment: French helicopters from Corsica and Italian helicopters from Rome attended. No reports of arrival time. A helideck might have been impaired by spray. Since no lives were lost, none would have been saved.]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

Lloyd's Casualty Reports

2.32 Al-Qamar Al-Saudi Al-Misri

The *Al-Qamar Al-Saudi Al-Misri* sank after a fire in the Gulf of Suez on 18 May 1994. It was a 7670 GRT Egyptian Ro-Ro passenger ferry, built in 1970. It was sailing from Jeddah to Suez with 527 passengers and 63 crew. A boiler explosion was reported to have caused an oil leak and fire in the engine room, which spread to the rest of the vessel. Passengers jumped into the sea and were rescued by naval and offshore vessels. The ship sank the next day. There were 21 fatalities (8 dead and 13 missing).

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2.33 Saray Star

The *Saray Star* sank after a fire in the Mediterranean Sea on 10 June 1994. It was a 7150 GRT Maltese Ro-Ro passenger ferry, built in 1967. It was sailing from Piraeus to Venice with 79 people on board. The fire started in the galley and spread to the accommodation. Passengers and crew were taken off by another ferry. Firefighting tugs were unable to control the fire, and the ship subsequently sank.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2.34 Al Loloa

The *Al Loloa* sank after a fire in the Red Sea on 12 July 1994. It was a 2590 GRT Panamanian registered Ro-Ro passenger ferry, built in 1973. It was sailing from Suez to Jeddah with 62 crew but no passengers. The source of the fire is unknown. 61 of the crew abandoned ship in 5 liferafts. They were rescued by a warship, together with the one crew member left on board. The ship sank the next day.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

2.35 Sally Star

The *Sally Star* was damaged by fire in the English Channel on 25 August 1994. It was a 16800 GRT Bahamian registered Ro-Ro passenger ferry, built in 1981. It was sailing from Dunkirk to Ramsgate with 104 crew, 17 passengers and 24 vehicles, including 2 with dangerous goods. Conditions were wind force 3 with a calm sea. On a 2-bolt flange in the fuel supply system of one of the main engines, one of the bolts failed due to fatigue where it had been repeatedly tightened, possibly due to repeated inspection of a leaking O ring seal. This allowed the release of fuel oil and vapour, which was ignited by a hot surface, such as imperfectly lagged exhaust pipes, within 5-10 minutes of the last watchkeepers' inspection. The engineers on duty were in the machinery control room in the adjacent generator room space, with the watertight doors closed. They were alerted by a fire alarm at 04:18, and were unable to enter the engine room due to smoke until fire parties with BA sets were mobilised. The engines were stopped and the fuel supply isolated, restricting the release to a maximum of 720 litres of fuel oil. The general alarm was sounded at 04:22, but with an incorrect intermittent signal due to inability to lock it on. Nevertheless, passengers were mustered within 15 minutes. Main power was lost due to high cooling water temperature, and the emergency fire pump failed to restart on the emergency power supply, causing a loss of pressure in the fire main, and halting attempts to extinguish the fire manually. The engine room halon system was discharged at 04:51, but failed to extinguish the fire due to heat distortion of the ventilation flaps and premature discharge of one bottle due to fire impingement. Boundary cooling of the engine room bulkheads was performed using the ship's fresh water supply. The lifeboat from Ramsgate, 7 miles away,

arrived at 05:13. Starting at 05:37, 102 passengers and non-essential crew were transferred via the pilot door to the lifeboats in approximately 10 minutes. Shore-based helicopters arrived at 05:15, and a fire crew was on board with an emergency fire pump by 06:05, allowing boundary cooling to restart. The engine room was re-entered at 08:09, and the fire was extinguished by 08:36. Damage was confined to the engine room and funnel. The ship was towed into port.

Ref : Marine Accident Investigation Branch (1995) : "*Report of the Investigation into Fire on Board Ro-Ro Passenger Vessel Sally Star* ", HMSO.

2.36 Estonia

The *Estonia* capsized and sank in the Baltic Sea on 28 September 1994. It was a 15,600 GRT Estonian registered Ro-Ro passenger ferry, built in 1980, certified to carry 2000 passengers. It was sailing from Tallinn (Estonia) to Stockholm (Sweden) with a cargo of 100 vehicles and 989 people on board (803 passengers and 186 crew) (earlier estimates were up to 1049). On departure the ship had a 1o starboard list and a trim of 0.5m by the stern, giving a freeboard at the bow of at least 2.4m. It was night, with wind 25 m/s and significant waveheight 4.3m on the port bow. Such conditions had occurred 1-2 times before in the area in the last 1-2 years. The ship's speed was 14.5 knots, rolling a little and pitching heavily. Around 00:45, the bow visor's 3 locking devices failed due to sea loads on the bow. The estimated loads were similar to the design loads, indicating that the locking devices had been built with less strength than required, due to lack of sufficiently detailed manufacturing and installation instructions, and the industry's general lack of experience of such hydrodynamic loads. The bow visor then swung repeatedly on its hinges, striking the bow structure and progressively working forward under successive wave impacts. It could not be seen from the bridge, but the noise was heard by crew and passengers although its significance was not appreciated. The top of the inner ramp was located in a recess inside the top of the visor, so that as the visor worked forward it caused the locks on the ramp to fail. The vessel had no upper extension of the collision bulkhead as required under SOLAS, since this was not incorporated in the classification society rules. At 01:15, an engineer in the engine control room observed on the CCTV water entering the vehicle deck from openings along the side of the inner ramp. The vessel started to roll more severely, developing a starboard list. The bow visor then separated from the bow, dragging the bow ramp open and allowing large amounts of water to enter the vehicle deck. Within a few minutes, the ship heeled 30o to starboard while turning to port, and the main engine and generators tripped due to lack of lubricating oil pressure. A Mayday signal was sent at 01:24. The vessel continued to heel, while drifting beam-on to the waves. The accommodation decks started to flood at 01:30, and 90o heel was reached at 01:35, less than 20 minutes after the bow ramp opened. The ship sank completely at 01:48. Some passengers managed to reach the boat deck, but the crew were unable to launch any lifeboats.. Many passengers were trapped in their cabins. Liferrafts were released as the ship sank, and some people managed to get into them. The water temperature was around 10oC. Three other ferries and shore-based helicopters assisted in the rescue operation. 141 people were rescued alive, but only 137 survived. About 94 people died in waterlogged liferafts or in the sea. A total of 100 bodies were recovered. The remaining 752 people missing are assumed to have been trapped inside. A total of 852 people died.

Ref : Joint Accident Investigation Commission of Estonia, Finland and Sweden (1995) :

“Part Report on MV Estonia”, April 1995

Lloyd’s Casualty Reports

2.37 Tallink

The *Tallink* grounded off Helsinki on 22 April 1995. It was a 8140 GRT Estonian registered passenger/Ro-Ro ferry, built in 1972. It was sailing from Helsinki (Finland) to Tallinn (Estonia) with 981 passengers and 120 crew and a pilot on board. Conditions were calm with fog. The ship struck a rock puncturing the side shell and flooding the auxiliary engine room, causing a blackout and engine failure. The ship heeled up to 10o and ran aground 1 km from the first rock. After 15 minutes, a Mayday was sent. Evacuation of the passengers and 83 of the crew was then completed in 1 hour, using the ferry’s lifeboats, liferafts; lifeboats from a passing ferry; a helicopter and 34 small rescue vessels. Safety announcements were only in Estonian. One passenger was slightly injured. The vessel was towed back to port with a 10o list.

Ref : Lloyd’s Casualty Reports

3 HIGH-SPEED FERRIES

3.1 Apollo Jet

The catamaran ferry *Apollo Jet* went out of control and collided with 2 vessels before grounding in Hong Kong in 1989. It was sailing from the China Ferry terminal to an overnight berth, with 7 crew, having completed the day’s commercial operations. The crew shut down one of the generators on route, and inadvertently switched off the electrical power to the main engines and steering controls on the Master’s console. The switches were labelled in English, but the engineer could only read Chinese. Deficiencies in the design and safety management of the vessel were subsequently identified as the underlying cause. As a result, while travelling at 30 knots, the craft lost steering and propulsion control from the bridge. It then veered to one side and entered the Yaumatei Typhoon Shelter, where it collided with 2 small vessels before running up onto the sea wall. There were 4 fatalities and 7 injuries on the vessels it struck. Several other vessels in the area were damaged.

Ref : “Fast ferries”, Fairplay, 1995.

3.2 Douro

The hovercraft ferry *Douro* collided with the 500 tonne lighter *Zhong Ren 1501* in Hong Kong harbour on 26 June 1989. The hoverferry was travelling between Macao and Hong Kong in

darkness south of Tsing Yi when it collided with the lighter. The hovercraft's bow was slightly damaged, and 13 passengers were injured. The lighter was not damaged.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

3.3 Sea Cat

The 39m catamaran ferry *Sea Cat* grounded off Mongstad, Norway on 4 November 1991. It was sailing from Selje to Bergen with 146 passengers and 6 crew. Conditions were dark with heavy rain and strong winds. The craft needed to make an 80o turn into a 500m wide channel. The captain was navigating alone, and used a slow flashing light which was not a suitable for such a manoeuvre. By the time he saw the flash, it was too late to turn or stop, and the craft continued at close to its full speed of 36 knots into nearly vertical rock. The port hull was compressed by 5.5m, causing a small leak through the fore peak bulkhead, but no other damage to the hull. Deceleration was estimated to have been 4 to 7g, tearing passenger seats loose, and throwing people and loose objects forward, killing 2 passengers and injuring 74. The craft remained afloat with all main systems working, although the engines were shut down as a precaution. The craft was towed into a nearby harbour, and later repaired.

Ref : Ship and Boat International, March 1992

3.4 Royal Vancouver

The 40m catamaran ferry *Royal Vancouver* collided with the conventional Ro-Ro ferry *Queen of Saanich* off Vancouver, Canada, on 6 February 1992. The catamaran was sailing from Vancouver to Victoria with 61 passengers on a service which had only been inaugurated 4 days earlier. The Ro-Ro was on a reciprocal course. The area was covered by VTS. The 2 vessels were not in sight of each other until the last minute due to fog patches and the nature of the channel. The 2 navigating crew on the catamaran were distracted by VHF traffic and changes in radar range, and mis-identified the radar echoes, resulting in an emergency turn across the bows of the Ro-Ro. The 2 vessels collided nearly bow-on. A crash stop had been executed from 36 knots just before the collision, and the speed of the Ro-Ro had been reduced to 5 knots at impact. The catamaran suffered extensive damage forward of the collision bulkhead. 19 passengers and 4 crew were injured, 9 seriously.

Ref : "Fast Ferries", Fairplay, 1995

3.5 Discovery Bay 12

The fast monohull ferry *Discovery Bay 12* grounded in Yi Pak Bay, Lantau, Hong Kong on 17 March 1993. It was sailing from central Hong Kong to Discovery Bay with 123 passengers and 6 crew. In thick fog, it hit rocks several miles south of its destination, well outside its normal course. Passengers were transferred to another ferry by small craft. There were no injuries. The ferry was towed off the sandbank and returned to port under its own power.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

3.6 Urzela

The 267 GRT 24m passenger jetfoil *Urzela* collided with two 110m long floating towed pipelines off Macau on 11 July 1993. The jetfoil was leaving Macau for Hong Kong at 40 knots. It was dark with a rough sea. The lights on the pipelines were not working, and the visual augmentation system on the jetfoil was unable to detect them. The jetfoil's forward strut was bent back, and it came down suddenly onto the hull, puncturing a compartment and a fuel tank. 49 of the 264 passengers were injured. Tugs towed the jetfoil back to Macau.

Ref : Hong Kong Marine Department accident report

3.7 Spirit of Success

The 41 GRT 14m passenger catamaran *Spirit of Success* collided with the 706 GRT 49m dumb steel hopper barge *Sang Hing 201* off Tuen Mun on 21 July 1993. The ferry was leaving Tuen Mun for Chek Lap Kok, accelerating at about 10 knots. It was dark with good visibility. The crew had only 3 hours sleep, and had woken at 04:15 to prepare for the first sailing of the day, and the collision occurred 1 hour later. The barge was at anchor and incorrectly lit, and was not seen in clutter on the ferry's radar. The collision damaged the forward end of the ferry's hulls. Both crew were knocked out and the 4 passengers were knocked over, receiving minor injuries. Some of the passenger seats broke loose. A passenger steered the ferry back to Tuen Mun.

Ref : Hong Kong Marine Department accident report.

3.8 Condor II

The 78m catamaran ferry *Condor II* grounded off Hobart, Australia on 8 October 1994. The craft was on speed trials with 48 passengers on board. Conditions were dark with poor visibility. The radar filter had been set incorrectly and did not show the position of the rocks, which were used as a timing mark, but the main cause was considered to be navigational misjudgement, while hurrying to finish sea trials which were behind schedule. The craft ran onto half-submerged rocks at about 38 knots. It travelled 1.5 boat lengths before coming to a halt out of the water. One passenger was injured. The passengers were taken off the next day. The craft was extensively damaged over the bottom 1m from the bow to the front of the engine room on both sides. There was a small hole in one engine room. The craft was refloated after 3 weeks, by sealing the air vents to keep the hulls dry.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

Safety at Sea, March 1997

3.9 Golden Navigator 2 - Tai Ping

The Chinese fast monohull ferry *Golden Navigator 2* sank after colliding with the Chinese catamaran ferry *Tai Ping* in poor visibility in Hong Kong waters on 8 December 1994. The *Golden Navigator 2* was travelling from Shekou to Zhongshan. It was cut in half by the collision and sank. 4 of the 24 people on board were drowned. The *Tai Ping* was approaching Hong Kong with 68 passengers and 8 crew. It was slightly damaged.

Ref : South China Morning Post, 9 Dec 94.

3.10 Hai Chang - Tai Ping

The Chinese catamaran ferry *Hai Chang* collided with the Chinese catamaran ferry *Tai Ping* in poor visibility off Tsing Yi on 17 March 1995. The *Hai Chang* was travelling from Zhuhai to Hong Kong with 56 passengers at about 12 knots. 14 people were injured in the impact. The *Tai Ping* was leaving Hong Kong for Tai Ping with 99 passengers at about 12 knots. It was struck amidships and severely damaged.

Ref : South China Morning Post, 18 March 95.

3.11 Saint Malo

The catamaran passenger ferry *Saint Malo* grounded off Corbiere Point, Jersey, on 17 April 1995. It was a 41m catamaran, propelled by twin water jets, with passenger capacity of 350 and maximum speed 34 knots, built in 1993. It was sailing from St Helier for Sark, Jersey, with 300 passengers and 7 crew. Most of the passengers were aged 40 - 70 years. Conditions were daylight with Force 5 wind and 1.3m wave height. The Master chose an inshore route for reasons of passenger comfort, and diverted from its normal track to avoid fishing nets. It grounded at 09:57, at a speed of 32 knots. The impact punctured 5 of the 6 port hull compartments and one of the starboard compartments. The craft slowed slightly and one engine failed. The Master was able to steer into open water before the other engine failed. The craft heeled rapidly to approximately 19°. This placed the port side of the main deck in the water, and only the starboard side liferafts could be used. Some passengers slipped into the water and at least one was injured and required the constant attention of a crew member. The liferafts were all launched satisfactorily, although the forward pair on the port side could not be inflated because the door where the painter was secured was underwater. The boarding ladders were initially discarded because the crew considered them too slow, fearing that the craft would capsize, and also because they were too short. The passengers had to jump into the rafts, a drop of 2 - 3.7m, and up to 55 were injured. Eventually, the St Helier lifeboat arrived and was able to take the remaining passengers off directly, including the most infirm. The last passenger was taken off after 1 hour 17 min. During the evacuation, the lower superstructure slowly flooded through exit doors, drains and scuppers, increasing the heel to an estimated 28°. The weathertight integrity of the lower superstructure and the watertight cross structure were critical in keeping the craft afloat. It was subsequently towed and beached, and later repaired. There were no fatalities, but 55 people were injured, 18 seriously (fractures); 34 detained

overnight.

Ref : MAIB (1995) : “Preliminary Inquiry onto the Grounding and Evacuation of the High Speed Catamaran “SAINT MALO” off Corbiere Point, Jersey, 17 April, 1995”, States of Jersey Harbours Department.

3.12 Super Flyte

The 464 GRT fast monohull *Super Flyte* grounded off Kangaroo Island, South Australia, on 6 September 1995. It was sailing from Gleneig to Kinscote with 89 passengers at 30 knots in water depth of 1m. Due to a navigational error, it struck a sandbar outside the buoyed channel. 5 people were injured. The passengers were taken ashore by small craft. The craft was towed off the sandbank after 4 hours, and was not significantly damaged.

Ref : Lloyd’s Casualty Reports

3.13 Procida

The 262 GRT fast monohull hydrofoil *Procida* grounded and capsized off Naples, Italy, on 10 June 1996. It was sailing from Naples for Procida Island with 162 passengers and 7 crew. Conditions were thick fog. The vessel suddenly veered to one side, possibly due to a rope around one propeller. It struck rocks, puncturing the hull, and capsized. 4 passengers were trapped in the hull and drowned, and 15 were injured. The others swam ashore. The craft was a total loss.

Ref : Lloyd’s Casualty Reports

3.14 Trident 7

The 234 GRT catamaran ferry *Trident 7* suffered an engine room fire off Guernsey on 26 August 1996. It was sailing from Guernsey to Jersey with 111 passengers and 6 crew. 5 minutes after leaving port, a fire broke out in the port engine room. The engine was stopped and the inert gas system discharged. Rescue vessels arrived 8 minutes after the Mayday message, and all people were evacuated within a further 30 minutes, with only 1 minor injury. The fire was extinguished by the shore fire brigade after 80 minutes.

Ref : Lloyd’s Casualty Reports

3.15 Hai Bin

The 538 GRT Chinese catamaran ferry *Hai Bin* collided with a barge off Shek Kwu Chau on 9 April 1997. The *Hai Bin* was travelling from Hong Kong to Zhuhai with 194 passengers and 8 crew aboard. The collision caused a hole 2 x 1.5m in its bow above the waterline. One of the 6 people

on the barge was injured, but it sustained only minor damage. The ferry's passengers transferred to another vessel, and the craft returned to Hong Kong under its own power.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

3.16 Hai Yang

The 514 GRT Chinese catamaran ferry *Hai Yang* collided with the 633 GRT Ro-Ro ferry *Man Boon* off Lantau on 15 April 1997. The *Hai Yang* was travelling from Hong Kong to Zhuhai with 132 passengers and crew aboard. It was punctured on the side by the ferry's bow, injuring 27 people, 3 seriously, and flooding the catamaran, which was beached and refloated 2 days later.

Ref : Lloyd's Casualty Reports

4 CONVENTIONAL FERRIES

4.1 Dona Paz

The *Dona Paz* sank after a collision in the Philippines on 20 December 1987. It was a 2324 GRT 93m long Philippine inter-island ferry, built in 1963. It was sailing from Tacloban to Manila. The ship had an authorised passenger capacity of 1518, and the manifest showed 1493, but subsequent enquiries estimated 4341 passengers and 58 crew. It was overloaded with people returning to Manila for Christmas. At 22:00, the ship collided with the 629 tanker *Vector* in the Tablas Strait. The tanker was carrying 1130 tonnes of gasoline, diesel and kerosene, and was operating without a license, lookout or properly-qualified master. The collision ignited the tanker's cargo, and both vessels caught fire and sank, the *Dona Paz* after 2 hours and the *Vector* after 4 hours. Most passengers were unable to escape from inside the burning ship. Lifejacket lockers were said to have been locked. Only 2 of the *Vector's* 13 crew and only 24 passengers from the *Dona Paz* escaped and were picked up by another ferry. The *Dona Paz* had no radio, and it was 8 hours before maritime officials heard of the accident, and it took a further 8 hours to organise a search and rescue operation, which proved futile. A total of 4386 people were estimated to have died.

[Comment: USAF helicopters arrived after the ship had sank and found no debris or survivors]

Ref : Hooke, N. (1997) : "*Maritime Casualties, 1963-1996*", LLP, London.

Spouge, J.R. (1990) : "*Passenger Ferry Safety in the Philippines*", Trans RINA.

4.2 Dona Marilyn

The *Dona Marilyn* sank in the Philippines on 23 October 1988. It was a 2855 GRT 98m long Philippine inter-island ferry, built in 1966. It was sailing from Manila to Tacloban. The ship had

an authorised passenger capacity of 1279, and the manifest showed 421 passengers and 60 crew on board. Although 46 survivors were not on the manifest, no higher passenger figure was established. In the Visayan Sea, the ship was struck by Typhoon Ruby, which had not been forecast, with 140 knot winds and 10m high waves. Passengers were reported to have pleaded with the master to take shelter, but the ship sheltered for only an hour and then continued. Then its engines failed, and it flooded, heeled and capsized. A passing ferry picked up 138 survivors, and 43 crew were found on nearby islands. A total of 248 people were estimated to have died.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Probably weather not suitable for flying]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Spouge, J.R. (1990) : *"Passenger Ferry Safety in the Philippines"*, Trans RINA.

4.3 Neptune

The *Neptune* sank off Haiti on 17 February 1993. It was a 256 GRT 45m long coastal ferry, built as a cargo vessel in 1954. It was sailing from Jeremie to Port au Prince. The vessel had an authorised capacity of 250 passengers and 10 crew, but 820 tickets had been sold, and it is thought that up to 2000 people may have been aboard. Photographs of previous voyages show passengers hanging from the side and sitting on the deck awnings. During the night, while the vessel was 3 miles off Petit Goave, a squall struck. It was reported that the vessel heeled when passengers moved to one side to shelter from rain, and when requested by crew to move back the vessel capsized. It had no lifejackets, liferafts or radio. There were 285 survivors, some of whom clung to floating debris for 31 hours before reaching the shore. Rescue vessels retrieved only bodies. The USCG estimated that there were 1800 fatalities.

[Comment: No reports of helicopters in attendance. Probably none in the area]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London.

Lloyd's Casualty Reports

Safety at Sea, March 1993

4.4 Cebu City

The *Cebu City* sank after a collision in the Philippines on 2 December 1994. It was a 2450 GRT Philippine inter-island ferry, built in 1972. It was leaving Manila for Tagbilaran with 528 passengers and 45 crew. At 04:25, it collided with the 12,500 GRT container vessel *Kota Suria* and sank. Another ferry arrived at 05:00, and was followed by fishing vessels. Together with the container ship, they rescued 451 psurvivors. A total of about 150 people died.

[Comment: No reports of helicopters in attendance.]

Ref : Hooke, N. (1997) : *"Maritime Casualties, 1963-1996"*, LLP, London. Lloyd's Casualty Reports

5. Marine Accident Reports, 1994 - 2009

(1994) Canberra - power failure on passenger vessel on 7 December 1994. Report published 19 December 1996. (Marine Accident Investigation Branch (UK) -- ISBN 0-11-551888-6)

(1995) Grounding of the Liberian Passenger Ship STAR PRINCESS on Poundstone Rock, Lynn Canal, Alaska June 23, 1995, NTSB/MAR-97-02

(1995) Grounding of the Panamanian Passenger Ship ROYAL MAJESTY on Rose and Crown Shoal near Nantucket, Massachusetts June 10, 1995, NTSB/MAR-97-01

(1996) Fire on Board the Panamanian Passenger Ship UNIVERSE EXPLORER in the Lynn Canal Near Juneau, Alaska, July 27, 1996, NTSB/MAR-98-02

(1996) Grounding - Passenger vessel "HANSEATIC" Simpson Strait, Northwest Territories 29 August 1996, Transportation Safety Board of Canada Report Number M96H0016

(1996) Near-collision Between the Cruise Ship "STATENDAM" and the Tug/barge Unit "BELLEISLE SOUND"/"RADIUM 622" Discovery Passage, British Columbia 11 August 1996, Transportation Safety Board of Canada Report Number M96W0187

(1997) Albatross - Bahamian registered passenger ship grounded on 16 May 1997 in Saint Mary's Sound, Isles of Scilly. Report published 26 November 1998. (Marine Accident Investigation Branch (UK) -- ISBN 1-85112-106-4)

(1997) Fire Aboard the Passenger Ship Vistafjord, near Grand Bahama Island, Bahamas, April 6, 1997, NTSB Report Number: MAB-98-01

(1998) Edinburgh Castle - fire in main galley of vessel on 21 August 1998. Published 26 November 1999. (Marine Accident Investigation Branch (UK))

(1998) Fire on Board the Liberian Passenger Ship Ecstasy Miami, Florida - July 20, 1998, NTSB Report Number: MAR-01-01

(1998) Report of Investigation into the Circumstances Surrounding the Grounding of the Monarch of the Seas on Proselyte Reef in Great Bay, Philipsburg, St. Maarten, December 15, 1998, United States Coast Guard Report

(1999) Arcadia - lifeboat winch failure on passenger cruise ship on 9 December 1998. Published 22 October 1999. (Marine Accident Investigation Branch (UK))

(1999) Edinburgh Castle - death of one person on cruise ship while berthed in Southampton Docks on 3 May 1999. (Marine Accident Investigation Branch (UK))

(1999) Grounding Passenger Vessel "NORWEGIAN SKY" Off Île Rouge, St. Lawrence River, Quebec, 24 September 1999, Transportation Safety Board of Canada Report Number M99L0098

(2000) Fire on Board the Netherlands-Registered Passenger Ship Nieuw Amsterdam at Glacier Bay, Alaska, May 23, 2000, NTSB Report Number: MBR-01-01

(2000) Fire On Board the U.S. Passenger Ferry Columbia, Chatham Strait, near Juneau, Alaska, June 6, 2000, NTSB Report Number: MAR-01-02

(2000) Report on the Investigation of Wave Damage to the Passenger Cruise Ship Oriana in the North Atlantic Ocean on 28 September 2000, Marine Accident Investigation Branch Report 36/2002

(2001) Investigation into the grounding of the British flag passenger ship Regal Princess in the Cairns harbour channel on 16th March 2001. Australian Transport Safety Report No. 166

(2001) Report of Investigation into the Circumstances Surrounding the Fire Aboard Royal Caribbean International Passenger vessel Nordic Empress in the Atlantic Ocean, June 15, 2001, US Coast Guard Report

(2002) Report of Investigation into Flooding of Aft Engine Room of Passenger Ship Queen Elizabeth 2, 21/22 May 2002

(2002) Report of the Escape of Steam and Hot Water on Board QE2 in the mid Atlantic Resulting in one Fatality on 23 June 2002

(2002) TSB Report on Switchboard Fire Passenger Vessel Statendam Strait of Georgia, British Columbia, 04 August 2002, Transportation Safety Board of Canada Report Number M02W0135

(2003) Grounding and sinking of U.S. Passenger Vessel Safari Spirit Kisameet Bay off Fisher Channel, about 20 miles southeast of the towns of Bella Bella and Shearwater, Denny Island, British Columbia, Canada on May 8, 2003, NTSB Report Number: MAB-04-01

(2004) Independent investigation into the grounding of the Bahamas registered passenger ship Astor in Platypus Channel, Townsville, Queensland, 26 February 2004. Australian Transport Safety Report No. 200

(2004) Marine Accident Brief: Engineroom Fire on the U.S. Passenger Vessel Columbia in Wrangell Narrows, Near Wrangell, Alaska, on May 28, 2003, NTSB Report Number: MAB-04-02, adopted on 4/19/2004

(2005) Marine Accident Report: Heavy-Weather Damage to Bahamas-Fag Passenger Vessel Norwegian Dawn, Atlantic Ocean, 120 Miles East of Charleston, South Carolina, April 16, 2005, NTSB Report Number: MAB-05-03

(2005) Report of the investigation of the grounding of the passenger vessel Balmoral, Dagger Reef - Gower Peninsula, 18 October 2004. UK Marine Accident Investigation Branch Report No 14/2005, July 2005.

(2005) Report of the investigation of the grounding of the passenger vessel Waverley, South of Sanda Island, West Coast of Scotland, 20 June 2004. UK Marine Accident Investigation Branch Report No 1/2005, January 2005.

(2006) Marine Safety Bulletin 1/2006: Fire On Board the Bermuda Registered Cruise Ship Star Princess on March 23 2006, MAIB Report 1/2006 (April 2006)

(2006) Report of the investigation of the fire onboard Star Princess off Jamaica 23 March 2006. UK Marine Accident Investigation Branch Report No 28/2006, October 2006

(2007) Report on the Boiler Rupture on Bahamian Cruise Ship S.S. Norway, Port of Miami, May 25, 2003. NTSB Report Number MAB 07/03, November 2007

(2007) Report on the investigation of the engine room fire on board the passenger cruise vessel The Calypso 16 miles south of Beachy Head, 6 May 2006. UK Marine Accident Investigation Branch Report No 8/2007, April 2007

(2007) Report on the investigation of the fatal accident to person on board Thomson Celebration Tender 15 at anchor - St Peter Port, Guernsey, Channel Islands 26 September 2006. UK Marine Accident Investigation Branch Report No 11/2007, June 2007

(2008) Completed Preliminary Examination Summary: Queen Elizabeth 2 and Pride of Kent Near Miss, UK Marine Accident Investigation Branch, March 2008

(2008) Report on the Heeling Accident on M/V Crown Princess, Atlantic Ocean Off Port Canaveral, Florida, July 18, 2006, NTSB Report Number MAR-08-01, January 2008

(2008) Report on the investigation of a close quarter investigation between Costa Atlantica and Grand Neptune in the Dover Strait on 15 May 2008, UK Marine Accident Investigation Branch, November 2008

(2008) Report on the Investigation of heavy weather damage to the passenger cruise ship Pacific Star on 10 July 2007. UK Marine Accident Investigation Branch Report No 5/2008, 29 February 2008.

(2009) Report of Investigation in the Matter of Sinking of Passenger Vessel EXPLORER 23 November 2007 in the Banfield Strait near South Shetland Islands, Bureau of Maritime Affairs, Republic of Liberia, Monrovia, 26 March 2009.

(2009) Report on Engineroom Fire On Board U.S. Small Passenger Vessel Queen of the West Columbia River, near Rufus, Oregon April 8, 2008, Marine Accident Report (NTSB/MAR-09/04), November 2009

(2009) Report on the investigation of heavy weather encountered by the cruise ship Pacific Sun 200 miles north north east of North Cape, New Zealand on 30 July 2008 resulting in injuries to 77 passengers and crew, UK Marine Accident Investigation Branch, June 2009

(2009) Report on the investigation of into the grounding of Pride of Canterbury, “The Downs” – off Deal, Kent 31 January 2008, UK Marine Accident Investigation Branch, January 2009

(2009) Report on the investigation of the entrapment of an engine room fitter in a watertight door on board the ro-ro passenger ship Eurovoyager approaching Ramsgate, UK on 3 November 2008, UK Marine Accident Investigation Branch, July 2009

(2009) Report on the investigation of the shift of an articulated road tanker on board the roll-on roll-off high-speed sea service cargo ferry, Stena Voyager, in Loch Ryan on 28 January 2009, October 2009.