



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής  
Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιών

**Υπηρεσίες βασισμένες στην τοποθεσία σε ασύρματα  
τοπικά δίκτυα**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

των

**Δημήτριος Α.  
Αλεξάνδρου**

**Κωνσταντίνος Χ.  
Γκαβαρδίνας**

**Παναγιώτης Α.  
Γκουβάς**

**Επιβλέπων:** Μιχαήλ Θεολόγου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2004





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟ-  
ΛΟΓΙΣΤΩΝ

Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής  
Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιών

**Υπηρεσίες βασισμένες στην τοποθεσία σε ασύρματα  
τοπικά δίκτυα**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΩΝ

**Δημήτριος Α.  
Αλεξάνδρου**

**Κωνσταντίνος Χ.  
Γκαβαρδίνας**

**Παναγιώτης Α.  
Γκουβάς**

**Επιβλέπων:** Μιχαήλ Θεολόγου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 2<sup>α</sup> Ιουλίου 2004.

.....  
Μ. Θεολόγου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Γ. Στασινόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ε. Συκάς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2004

.....  
**Δημήτριος Α. Αλεξάνδρου**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

.....  
**Κωνσταντίνος Χ. Γκαβαρδίνας**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

.....  
**Παναγιώτης Α. Γκουβάς**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

© 2004 Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

*Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.*

# Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία ανάπτυξη στην τομέα των ασύρματων και κινητών επικοινωνιών, που οδηγεί στην εξάπλωση διαρκώς συρρικνούμενων αλλά πανίσχυρων κινητών τερματικών. Ταυτόχρονα τα ασύρματα τοπικά δίκτυα δεδομένων διαδίδονται συνεχώς προσφέροντας ασύρματες υπηρεσίες σε περιορισμένες γεωγραφικές περιοχές, οι οποίες αποκαλούνται σημεία ενδιαφέροντος (Hot Spots). Κατά την ανάπτυξη υπηρεσιών βασισμένων στην θέση (Location Based Services - LBSs) εμφανίζονται δυσκολίες που αφορούν τόσο την εξασφάλιση δικτυακής συνδεσιμότητας όσο και την προσαρμογή των εφαρμογών στο ιδιαίτερο περιβάλλον λειτουργίας. Απαιτείται η αδιάλειπτη σύνδεση παρά τις μετακινήσεις του χρήστη, ο προσδιορισμός της τρέχουσας θέσης του, καθώς και η παροχή περιεχομένου που αντιστοιχεί στη θέση του.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε τόσο η σχεδίαση και εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου με δυνατότητες περιαγωγής μεταξύ υποδικτύων όσο και η σχεδίαση και υλοποίηση υπηρεσιών που βασίζονται στην πληροφορία θέσης. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε εγκατάσταση Mobile IP πλατφόρμας βασισμένη στο Dynamics HUT προκειμένου να καταστεί δυνατή η αδιάλειπτη παροχή δικτυακών πόρων στον κινούμενο χρήστη. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε μία ενοποιημένη εφαρμογή αρχιτεκτονικής server-client, η οποία παρέχει τη δυνατότητα επικοινωνίας και συνεργασίας του χρήστη με άλλους, τη λήψη προσωποποιημένης πληροφορίας βασισμένης στη θέση του, καθώς και τον εντοπισμό της γεωγραφικής θέσης των χρηστών που τον ενδιαφέρουν με την χρήση τεχνολογιών GIS.

## Λέξεις Κλειδιά

Mobile IP, Ασύρματα Δίκτυα, Υπηρεσίες βασισμένες στη θέση, Διαπομπή, Περιαγωγή, Κινητικότητα, Δρομολόγηση, 802.11



# **Abstract**

The domain of wireless and mobile telecommunications has witnessed dramatic development during the last decade leading to the rapid spread of miniature but powerful mobile terminals. At the same time, Wireless Local Area Networks have evolved rapidly covering significant geographical areas (Hot Spots), within which a mobile end user requires continuous network access.

The development of location based services adapted to the wireless environment has to take into account its inherent particularities. The objective of such services are their ubiquitous provision to the end user despite the change of his location, the localization of the mobile terminal and the supply of user- and location-customized content.

In the scope of this thesis, a wireless LAN architecture providing seamless roaming capabilities was designed and realized and upon this infrastructure, location based services were developed and tested. In detail, the Dynamics HUT Mobile IP implementation was installed and set up. Based on the location information derived from the access points, an integrated application was built enabling the end user to communicate and collaborate with his colleagues, to receive personalized content according to his location and to locate the geographical position of other users in a GIS environment.

## **Keywords**

Mobile IP, Wireless LAN, Location Based Services, Roaming, Handoff, Mobility, Routing, 802.11





# Περιεχόμενα

<b>Περίληψη</b>	<b>v</b>
<b>Abstract</b>	<b>vii</b>
<b>Πρόλογος</b>	<b>xvii</b>
<b>I Κινητικότητα στα δίκτυα υπολογιστών</b>	<b>1</b>
<b>1 Ασύρματα Δίκτυα</b>	<b>3</b>
1.1 Εισαγωγή . . . . .	3
1.2 Τεχνολογίες Ασυρμάτων τοπικών δικτύων . . . . .	3
1.2.1 IEEE 802.11 . . . . .	3
1.2.2 HiperLAN 1/2 . . . . .	4
1.2.3 Bluetooth . . . . .	4
1.2.4 HomeRF . . . . .	5
1.3 Είδη Ασυρμάτων Δικτύων . . . . .	5
1.4 Ιδιαιτερότητες των ασυρμάτων δικτύων . . . . .	6
1.4.1 Ρυθμός Μετάδοσης . . . . .	6
1.4.2 Κατανάλωση Ισχύος . . . . .	6
1.4.3 Ασφάλεια . . . . .	7
1.4.4 Παρεμβολές ραδιοσήματος . . . . .	7
1.4.5 Συμβατότητα μεταξύ υλοποιήσεων . . . . .	7
1.4.6 Διαπομπή . . . . .	7
1.5 Θέματα ασφαλείας ασυρμάτων δικτύων . . . . .	8
1.5.1 Γενικά . . . . .	8
1.5.2 Wired Equivalent Protocol . . . . .	9
1.6 Συμπεράσματα . . . . .	10
<b>2 Η έννοια του Mobile IP</b>	<b>11</b>
2.1 Εισαγωγή στο Mobile IP . . . . .	11
2.2 Βασικοί ορισμοί . . . . .	11
2.2.1 Οντότητες του Mobile IP . . . . .	11
2.2.2 Έννοιες του Mobile IP . . . . .	12

2.2.3 Διαδικασίες του Mobile IP . . . . .	12
2.3 Λειτουργία του Mobile IP . . . . .	13
2.4 Κριτήρια ποιότητας του Mobile IP . . . . .	14
2.5 Πρωτόκολλα Δρομολόγησης . . . . .	14
2.5.1 Τριγωνική Δρομολόγηση . . . . .	15
2.5.2 Ανάστροφη Δρομολόγηση . . . . .	17
2.5.3 Βελτιστοποιημένη Ανάστροφη Δρομολόγηση . . . . .	18
2.5.4 <i>Collocated Care-of-Address</i> . . . . .	18
2.6 Προβλήματα Απόδοσης . . . . .	19
2.7 Κριτήρια διαπομπής σε ασύρματα δίκτυα . . . . .	20
<b>3 Υλοποιήσεις Mobile IP</b>	<b>21</b>
3.1 Εισαγωγή . . . . .	21
3.2 Κυψελωτό IP ( <i>Cellular IP</i> ) . . . . .	21
3.3 Mobile IPv6 . . . . .	22
3.4 Ιεραρχικό Mobile IP ( <i>Hierarchical Mobile IPv6</i> ) . . . . .	23
3.5 Η υλοποίηση HUT Dynamics Mobile IP . . . . .	24
3.5.1 Εισαγωγή . . . . .	24
3.5.2 Βασικές έννοιες . . . . .	24
3.5.3 Ρύθμιση παραμέτρων του Dynamics HUT . . . . .	26
3.5.4 Ρυθμίσεις Foreign Agent . . . . .	27
3.5.5 Ρυθμίσεις Mobile Node . . . . .	28
<b>II Προσδιορισμός και απεικόνιση της θέσης</b>	<b>29</b>
<b>4 Προσδιορισμός της θέσης</b>	<b>31</b>
4.1 Εισαγωγή . . . . .	32
4.2 Βασισμένες στη Θέση Υπηρεσίες ( <i>Location Based Services</i> ) . . . . .	32
4.2.1 Πεδία εφαρμογών υπηρεσιών βασισμένων στη θέση . . . . .	32
4.3 Η Τεχνολογία . . . . .	33
4.3.1 Γαιωδαιτικό Δεδομένο . . . . .	33
4.3.2 Συστήματα Συντεταγμένων . . . . .	33
4.4 Προϊόντα Προσδιορισμού θέσης . . . . .	34
4.4.1 Λύσεις Προσδιορισμού της Θέσης . . . . .	34
4.4.2 Περιεχόμενο Προϊόντος & Υπηρεσίες . . . . .	35
4.4.3 Middleware Τμήματα Βασισμένα στη Θέση . . . . .	35
4.5 Τεχνολογίες προσδιορισμού τοποθεσίας . . . . .	36
4.5.1 Τεχνολογίες που βασίζονται στις συσκευές . . . . .	36
4.5.2 Τεχνολογίες που βασίζονται στη δικτυακή υποδομή . . . . .	38
4.6 Οι Βασισμένες στη Θέση Υπηρεσίες και η Αγορά . . . . .	42
4.6.1 Εφαρμογές . . . . .	42

<b>5</b>	<b>Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (GIS)</b>	<b>45</b>
5.1	Εισαγωγή . . . . .	46
5.2	Τα θεμέλια του GIS . . . . .	46
5.3	Έννοιες & ιδιότητες χαρτογράφησης . . . . .	46
5.3.1	Χαρακτηριστικά γνωρίσματα χαρτών . . . . .	47
5.3.2	Τύποι πληροφορίας σε ένα ψηφιακό χάρτη . . . . .	48
5.3.3	Θεματικά Επίπεδα . . . . .	49
<b>III</b>	<b>Υπηρεσίες βασισμένες στη θέση</b>	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>Διαχείριση μέσω του πρωτοκόλλου SNMP</b>	<b>53</b>
6.1	Εισαγωγή . . . . .	54
6.2	Δομή μιας MIB . . . . .	55
6.3	Ανάγκες ύπαρξης του SNMP δαίμονα . . . . .	56
6.4	Υλοποίηση και λειτουργία . . . . .	57
6.5	Βάση Δεδομένων . . . . .	58
6.5.1	Πίνακας: users . . . . .	58
6.5.2	Πίνακας: aps . . . . .	59
6.5.3	Πίνακας: posters . . . . .	59
6.5.4	Πίνακας: ap_user . . . . .	59
6.5.5	Πίνακας: ap_poster . . . . .	60
6.6	Δαίμονας Ενημέρωσης . . . . .	60
<b>7</b>	<b>Υπηρεσίες Χρήστη</b>	<b>63</b>
7.1	Εισαγωγή . . . . .	64
7.2	Εφαρμογή Εξυπηρετητή ( <i>Server Application</i> ) . . . . .	64
7.3	Εφαρμογή Χρήστη ( <i>Client Application</i> ) . . . . .	66
7.4	Wireless Configuration Utility . . . . .	79
7.5	Διαχείριση Υπηρεσιών μέσω Internet . . . . .	83
7.5.1	Εισαγωγή . . . . .	83
7.5.2	Σκοπός Ανάπτυξης Διαχειριστικού Εργαλείου . . . . .	83
7.5.3	Διαχείριση . . . . .	84
7.6	Απεικόνιση θέσης . . . . .	88
7.6.1	Ψηφιοποίηση Δεδομένων . . . . .	88
7.7	Connection Controller . . . . .	91
7.7.1	Σκοπός . . . . .	91
7.7.2	Υλοποίηση . . . . .	91
7.7.3	Προβλήματα . . . . .	91
<b>8</b>	<b>Συμπεράσματα</b>	<b>95</b>
8.1	Επίλογος . . . . .	96
8.2	Δυνατότητες Επέκτασης . . . . .	96

---

<b>IV Παραρτήματα</b>	<b>97</b>
<b>A' Πειραματική Τοπολογία</b>	<b>99</b>
A.1 Πειραματική Τοπολογία . . . . .	100
A.1.1 Εισαγωγή . . . . .	100
A.1.2 Υλικό . . . . .	100
A.1.3 Λογισμικό . . . . .	100
A.1.4 Δικτυακή τοπολογία . . . . .	100
A.1.5 Πίνακες Δρομολόγησης . . . . .	102
<b>B' SQL Κώδικας</b>	<b>103</b>
B.1 <i>SQL Script</i> για το σχήμα της Βάσης Δεδομένων . . . . .	104
<b>Γ' Διαγράμματα UML</b>	<b>107</b>

# Κατάλογος Σχημάτων

1.1	Ασύρματο Δίκτυο Ad-Hoc	6
1.2	Ασύρματο Δίκτυο Infrastructure	6
1.3	Αλγόριθμος Κρυπτογράφησης RC4	9
2.1	Απλή τοπολογία δικτύου	15
2.2	Τριγωνική Δρομολόγηση	15
2.3	Χρονική Ακολουθία Συσχέτισης	16
2.4	Ανάστροφη Δρομολόγηση	17
2.5	Βελτιστοποιημένη Ανάστροφη Δρομολόγηση	18
2.6	<i>Collocated Care-of-Address</i>	19
3.1	Κυψελωτό IP	22
3.2	Ιεραρχικό Mobile IPv6	24
3.3	Ιεραρχική Δομή Dynamics HUT Mobile IP	25
4.1	Ιεραρχία Υπηρεσιών Βασισμένων στη Θέση	35
6.1	Μοντέλο Διαχείρισης SNMP	54
6.2	Θέση του αντικειμένου στο δέντρο της MIB	58
6.3	Σχήμα Βάσης Δεδομένων	59
6.4	Διάγραμμα Ροής για την ενημέρωση του πίνακα με τα Access Points	61
7.1	Εφαρμογή εξυπηρετητή	64
7.2	User Management	65
7.3	Εφαρμογή χρήστη	66
7.4	Μενού File	67
7.5	Internet Settings	67
7.6	Connect Settings	68
7.7	Disconnect	69
7.8	Save chat as...	69
7.9	Register Window	70
7.10	Edit Menu	70
7.11	Actions Menu	71
7.12	Messaging Dialog Window	72

---

7.13 View Menu . . . . .	72
7.14 Connection Settings . . . . .	73
7.15 Chat Rooms . . . . .	74
7.16 Room Info . . . . .	74
7.17 Περιοχή 2 . . . . .	75
7.18 Περιοχή 3 . . . . .	75
7.19 Περιοχή 4 . . . . .	76
7.20 Περιοχή 5 . . . . .	76
7.21 Περιοχή 6 . . . . .	77
7.22 Περιοχή 7 . . . . .	78
7.23 Wireless Connection . . . . .	79
7.24 Wireless Connection - Configuration . . . . .	80
7.25 Wireless Connection - Encryption . . . . .	80
7.26 Wireless Connection - Site Survey . . . . .	81
7.27 Wireless Connection - Profile Creation . . . . .	81
7.28 Μοντέλο Δικτυακής Διαχείρισης . . . . .	83
7.29 Εφαρμογή Δικτυακής Διαχείρισης . . . . .	84
7.30 Προσθήκη Access Point . . . . .	85
7.31 Τροποποίηση Access Point . . . . .	86
7.32 Καταχώρηση Διαφήμισης . . . . .	86
7.33 Διαγραφή Συσχέτισης . . . . .	87
7.34 Δορυφορική Φωτογραφία της Πολυτεχνειούπολης . . . . .	88
7.35 Απεικόνιση Lidar της Πολυτεχνειούπολης . . . . .	89
7.36 Απεικόνιση θέσης μέσα στην Πολυτεχνειούπολη . . . . .	90
7.37 Διάγραμμα ροής για τον Echo Server . . . . .	93
A.1 Τοπολογία δικτύου . . . . .	101

# Κατάλογος Πινάκων

1.1 Προδιαγραφές Ασυρμάτων Τοπικών Δικτύων . . . . .	4
6.1 Αντικείμενο dot1dTpFdbAddress . . . . .	57
Α'.1 Πίνακας Δρομολόγησης Κεντρικού Δρομολογητή . . . . .	102
Α'.2 Πίνακας Δρομολόγησης Home Agent . . . . .	102
Α'.3 Πίνακας Δρομολόγησης Foreign Agent . . . . .	102





# Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται το θέμα της προσφοράς υπηρεσιών βασισμένων στην τοπθεσία (*Location Based Services*) στο περιβάλλον των ασύρματων τοπικών δικτύων υπολογιστών. Εξετάζει μεταξύ άλλων τις ιδιαιτερότητες της ασύρματης υποδομής, τα χρησιμοποιούμενα δικτυακά πρωτόκολλα και τους μηχανισμούς εντοπισμού της θέσης του χρήστη. Επιπλέον, περιγράφει την πειραματική τοπολογία που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της εργασίας και αναλύει τις υπηρεσίες και το λογισμικό που αναπτύχθηκε.

Ειδικότερα η εργασία αποτελείται από τα εξής μέρη και κεφάλαια :

## Πρώτο Μέρος

Στο πρώτο μέρος αναλύεται το θέμα της κινητικότητας στα ασύρματα τοπικά δίκτυα, παρουσιάζονται οι παράμετροι που την επηρεάζουν και εξετάζονται οι υπάρχουσες υλοποιήσεις πρωτοκόλλων που την υποστηρίζουν.

Το **Κεφάλαιο 1** παρουσιάζει τις προδιαγραφές και τα γενικά χαρακτηριστικά των υπαρχόντων ασυρμάτων δικτύων.

Το **Κεφάλαιο 2** αναλύει τη λειτουργία του Mobile IP και εξετάζει θέματα δρομολόγησης, ασφάλειας και απόδοσης.

Το **Κεφάλαιο 3** εξετάζει τις διαθέσιμες υλοποιήσεις Mobile IP και εστιάζει στην υλοποίηση HUT Dynamics Mobile IP, τα χαρακτηριστικά και τις ρυθμίσεις της καθώς και την εφαρμογή της στην στα πλαίσια της εργασίας αυτής.

## Δεύτερο Μέρος

Στο δεύτερο μέρος μελετάται το πρόβλημα του προσδιορισμού της θέσης καθώς και οι δυνατότητες αποθήκευσης και απεικόνισής της μέσω Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας.

Το **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζει τους τρόπους αναπαράστασης της θέσης με τα συστήματα συντεταγμένων, μελετά τα προϊόντα προσδιορισμού της θέσης και τις υπάρχουσες τεχνολογίες.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζεται ο τρόπος αποθήκευσης της χωρικής πληροφορίας σε Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας και εξετάζονται οι μορφώτυποι δεδομένων που χρησιμοποιούνται.

### Τρίτο Μέρος

Το τρίτο μέρος περιέχει αναλυτική παρουσίαση των εφαρμογών που αναπτύχθηκαν βασιζόμενες αφενός στη δυνατότητα περιαγωγής και κινητικότητας που προσφέρει το Mobile IP και αφετέρου στη γνώση της θέσης του χρήστη.

Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζεται η διαχειριστική πλατφόρμα των σημείων πρόσβασης (*Access Points*) που αναπτύχθηκε, βασισμένη στο πρωτόκολλο SNMP.

Το **Κεφάλαιο 7** παρουσιάζει την κύρια εφαρμογή που προσφέρει διαχείριση χρηστών, δυνατότητα συνομιλίας μεταξύ των χρηστών της, απεικόνιση της θέσης τους και θέαση πληροφορίας εξαρτώμενης από την εκάστοτε θέση.

Στο **Κεφάλαιο 8** περιέχονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη της κινητικότητας στα ασύρματα δίκτυα, του προσδιορισμού της θέσης και της προσφοράς υπηρεσιών βασισμένων στη θέση.

### Τέταρτο Μέρος

Το τέταρτο μέρος περιλαμβάνει τα παραρτήματα της διπλωματικής εργασίας, όπου εξετάζονται επιμέρους τεχνικά θέματα, ρυθμίσεις και παρατίθενται διαγράμματα UML των εφαρμογών.

Το **Παράρτημα Α** παρουσιάζει τη δικτυακή τοπολογία που υλοποιήθηκε και πάνω στην οποία έγινε η δοκιμή και ο έλεγχος των εφαρμογών. Επιπλέον αναφέρονται οι απαραίτητες ρυθμίσεις του δικτύου.

Στο **Παράρτημα Β** παρατίθεται ο κώδικας SQL για το σχήμα της βάσης δεδομένων πάνω στην οποία βασίζεται η εφαρμογή.

Το **Παράρτημα Γ** περιέχει τα διαγράμματα UML για τις βασικότερες κλάσεις της εφαρμογής σε γλώσσα Java.

# **Μέρος Ι**

## **Κινητικότητα στα δίκτυα υπολογιστών**



# Κεφάλαιο 1

## Ασύρματα Δίκτυα

### 1.1 Εισαγωγή

Οι αυξημένες ανάγκες για κινητικότητα και ευελιξία στην καθημερινή ζωή και εργασία οδηγούν στη σταδιακή μετακίνηση από τα ενσύρματα τοπικά δίκτυα (*Wired Local Area Networks*) στα ασύρματα τοπικά δίκτυα (*Wireless Local Area Networks*). Προφανώς οι απαιτήσεις του τελικού χρήστη από τα Wireless LANs είναι υψηλές, αφού καλούνται να αντικαταστήσουν την υπάρχουσα υποδομή και να προσφέρουν μεταγωγή δεδομένων υψηλής ταχύτητας, σύνδεση στο Διαδίκτυο, βιντεο-διασκέψεις κλπ. Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε συνοπτικά τις υπάρχουσες προδιαγραφές για Wireless LANs, θα προβούμε σε μια σύντομη σύγκρισή τους και θα εστιάσουμε στις παραμέτρους εκείνες που σχετίζονται με την ανάγκη για αδειάλλειπτη παροχή υπηρεσιών στον τελικό χρήστη.

### 1.2 Τεχνολογίες Ασυρμάτων τοπικών δικτύων

Ένα τυπικό ασύρματο δίκτυο βασίζεται σε κυψελωτή αρχιτεκτονική, δηλαδή αποτελείται από κυψέλες που καλούνται *Base Service Sets - BSS*. Κάθε κυψέλη ελέγχεται από ένα σταθμό βάσης που καλείται Σημείο Πρόσβασης (*Access Point - AP*). Οι προδιαγραφές που έχουν διατυπωθεί για τα ασύρματα δίκτυα αναφέρονται συνοπτικά στον Πίνακα 1.1.

#### 1.2.1 IEEE 802.11

Το IEEE<sup>1</sup> παρουσίασε την αρχική προδιαγραφή για ασύρματα δίκτυα τον Ιούνιο του 1997. Το πρότυπο 802.11 [2] προβλέπει λειτουργία στα 2.4GHz και ρυθμό μετάδοσης 1 και 2 Mbps. Ωστόσο λόγω του χαμηλού ρυθμού μετάδοσης σε σχέση με τα ενσύρματα τοπικά δίκτυα δεν γνώρισε ιδιαίτερη επιτυχία.

---

<sup>1</sup>Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

Προδιαγραφή	IEEE 802.11	IEEE 802.11a	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	HiperLAN/2	Bluetooth	HomeRF
Συχνότητα Λειτουργίας	N.A./Europe 2.4 - 2.483	5.15-5.25 5.25-5.35	N.A./Europe 2.4 - 2.483	N.A./Europe 2.4 - 2.483	5.15-5.35 5.47-5.725	N.A./Europe 2.4 - 2.483	N.A./Europe 2.4 - 2.483
Μέθοδος πολλαπλής πρόσβασης	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	TDMA	TDMA	TDMA/CSMA
Μέθοδος αμφιδρόμησης ( <i>Duplex</i> )	TDD	TDD	TDD	TDD	TDD	FDD	TDD
Αριθμός διαθέσιμων διαύλων	FHSS: 79 DSSS: 3-5	12	3-5	3-5	12	FHSS: 79	FHSS: 79
Εύρος Ζώνης	2Mbps	54Mbps	11Mbps	54Mbps	20/54Mbps	1Mbps	10Mbps

Πίνακας 1.1: Προδιαγραφές Ασύρματων Τοπικών Δικτύων

Το Σεπτέμβριο του 1999 το IEEE παρουσίασε δυο συμπληρωματικά πρότυπα: τα 802.11a [3] & 802.11b<sup>2</sup> [4]. Το πρώτο καθορίζει λειτουργία στην περιοχή των 5GHz με ρυθμό μετάδοσης έως 54Mbps, προσφέροντας μεγάλο εύρος ζώνης και λιγότερες παρεμβολές RF από άλλες ασύρματες συσκευές. Το 802.11b λειτουργεί στη ζώνη των 2.4GHz όπως και το αρχικό 802.11, προβλέπει όμως ρυθμούς μετάδοσης 5.5 και 11Mbps εκτός των αρχικών 1 και 2 Mbps.

Τέλος, το 2003 το IEEE παρουσίασε το 802.11g [6] το οποίο επίσης λειτουργεί στη ζώνη των 2.4GHz αλλά αυξάνει το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων στα 54Mbps. Πρόκειται για προδιαγραφή που διατηρεί τη συμβατότητα με το 802.11b προσφέροντας όμως υψηλότερες ταχύτητες χρησιμοποιώντας πολυπλεξία OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Τα πρότυπα 802.11b & 802.11g είναι σήμερα τα πιο διαδεδομένα και ο εξοπλισμός δικτύωσης είναι προσιτός σε χαμηλές τιμές με αποτέλεσμα να έχουν εξαπλωθεί σε Ευρώπη και Αμερική.

### 1.2.2 HiperLAN 1/2

Το HiperLAN 1 (*High Performance Radio LAN*) [1] αποτελεί προδιαγραφή του ETSI<sup>3</sup> από το 1999. Προβλέπει επικοινωνία με ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 20Mbps και συχνότητα λειτουργίας στη ζώνη των 5GHz και χρησιμοποιώντας πρωτόκολλο CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*).

Τον Ιούνιο του 2000 το ETSI προώθησε μια νέα προδιαγραφή με στόχο την υψηλή ταχύτητα μετάδοσης. Το HiperLAN 2 [5] προσφέρει ρυθμούς μέχρι 54Mbps και είναι συμβατό με δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 3G, με δίκτυα ATM και βέβαια δίκτυα IP. Χρησιμοποιεί πολυπλεξία OFDM όπως και το 802.11g που προσφέρει υψηλές επιδόσεις ειδικά σε περιβάλλοντα με μεγάλη διασπορά χρόνου, π.χ. λόγω πολλαπλών ανακλάσεων (όπως συμβαίνει σε γραφεία).

### 1.2.3 Bluetooth

Το Bluetooth [7] είναι προδιαγραφή για επικοινωνία στην περιοχή RF και σε μικρή ακτίνα για φορητές προσωπικές συσκευές, που ανακοινώθηκε από το Bluetooth

<sup>2</sup>Το πρότυπο IEEE 802.11b καλείται συνήθως και Wi-Fi: Wireless Fidelity

<sup>3</sup>European Telecommunications Standards Institute

Special Interest Group το 1999. Λειτουργεί και αυτό στην μπάντα ISM <sup>4</sup> (2.45GHz) και εκπέμπει με πολύ χαμηλή ισχύ (1mW) περιορίζοντας την επικοινωνία στα 10 μέτρα. Το εύρος ζώνης που προσφέρει είναι 1Mbps. Το Bluetooth χρησιμοποιεί την τεχνική Spread Spectrum Frequency Hopping, με την οποία κάθε συσκευή χρησιμοποιεί μία από 79 τυχαία επιλεγόμενες συχνότητες εντός συγκεκριμένου εύρους συχνοτήτων και αλλάζει συχνότητα περιοδικά.

Οι συσκευές που χρησιμοποιούν Bluetooth είναι δυο κατηγοριών:

- Class 3 με ισχύ εκπομπής 0dBm και ακτίνα εκπομπής 10 μέτρα.
- Class 1 με ισχύ εκπομπής 20dBm και ακτίνα εκπομπής 100 μέτρα.

### 1.2.4 HomeRF

Το HomeRF είναι μια ανοικτή βιομηχανική προδιαγραφή που αναπτύχθηκε από το Home Radio Frequency Working Group και καθορίζει την επικοινωνία μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών όπως υπολογιστές, ασύρματα τηλέφωνα και άλλα περιφερειακά με έμφαση στη φωνή, τα δεδομένα και τα πολυμέσα στο σπίτι. Λειτουργεί και αυτό στη μπάντα ISM και προσφέρει ρυθμό μετάδοσης έως 1Mbps. Το 2001 ανακοινώθηκε το πρωτόκολλο HomeRF 2.0 με εύρος ζώνης 10Mbps. Τον Ιανουάριο του 2003 η Ομάδα Εργασίας του HomeRF διαλύθηκε.

## 1.3 Είδη Ασύρματων Δικτύων

Τα ασύρματα δίκτυα χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

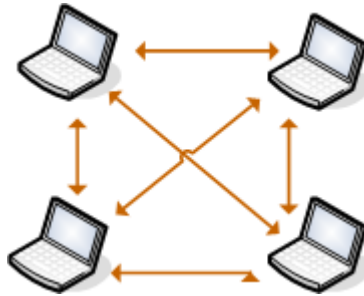
- Ad Hoc ασύρματα δίκτυα
- Ασύρματα δίκτυα με υποδομή (*Infrastructure*)

Στα ad hoc δίκτυα όλοι οι ασύρματοι κόμβοι που βρίσκονται εντός της ίδιας κυψέλης επικοινωνούν μεταξύ τους ως ισότιμοι (*Peer to Peer*). Οι κόμβοι δεν μπορούν να επικοινωνήσουν με προορισμούς εκτός της κυψέλης, εκτός αν κάποιο μέλος του δικτύου λειτουργεί ως δρομολογητής (*gateway*). Δεν υπάρχει όμως κανένας κεντρικός έλεγχος ή διακομιστής.

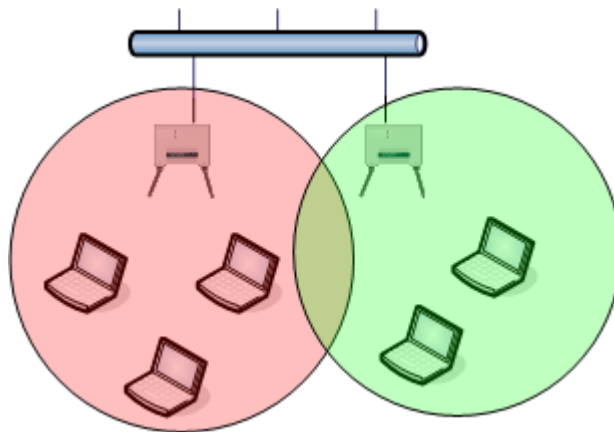
Στην περίπτωση των ασύρματων δικτύων με υποδομή υπάρχει μια εγκατάσταση υποδομής υψηλής ταχύτητας (ενσύρματη ή ασύρματη) με την οποία οι κόμβοι επικοινωνούν μέσω σημείων πρόσβασης (*Access Points*). Προκειμένου να συνδεθούν με το δίκτυο, οι κινητοί κόμβοι θα πρέπει να συσχετιστούν με κάποιο σημείο πρόσβασης (*Association*).

---

<sup>4</sup>Ζώνη συχνοτήτων δεσμευμένη για βιομηχανικές (*Industrial*), επιστημονικές (*Scientific*) και ιατρικές (*Medical*) εφαρμογές



Σχήμα 1.1: Ασύρματο Δίκτυο Ad-Hoc



Σχήμα 1.2: Ασύρματο Δίκτυο Infrastructure

## 1.4 Ιδιαιτερότητες των ασυρμάτων δικτύων

### 1.4.1 Ρυθμός Μετάδοσης

Εξαιτίας της φύσης του μέσου μετάδοσης, ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων στα ασύρματα δίκτυα είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως ο αλγόριθμος συμπίεσης των αποστελλόμενων δεδομένων, η απαλοιφή των παρεμβολών, η διόρθωση λαθών, η ισχύς εκπομπής καθώς και το πρωτόκολλο μετάδοσης.

### 1.4.2 Κατανάλωση Ισχύος

Συνήθως οι ασύρματες συσκευές διαθέτουν μπαταρίες μικρούς μεγέθους και ισχύος που επιβάλλουν όσο το δυνατόν χαμηλότερη κατανάλωση. Ο παράγοντας αυτός δρα περιοριστικά τόσο στην ακτίνα λειτουργίας όσο και στο ρυθμό μετάδοσης των ασύρματων κόμβων. Στην περίπτωση συστημάτων DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) απαιτείται υλικό που καταναλώνει δύο έως τρεις φορές περισσότερη



ενέργεια απ' ότι ένα ισοδύναμο FHSS (*Frequency Hopped Spread Spectrum*). Ωστόσο στην πρώτη περίπτωση το σύνθετο υλικό παρέχει αυξημένη δυνατότητα διόρθωσης λαθών και έτσι καλύτερες επιδόσεις.

### **1.4.3 Ασφάλεια**

Η ασφάλεια αποτελεί μείζον θέμα για τα ασύρματα δίκτυα, ειδικά στην περίπτωση όπου χρησιμοποιούνται για ηλεκτρονικό εμπόριο ή άλλες ευαίσθητες εφαρμογές. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τεχνικές πιστοποίησης των χρηστών και κρυπτογράφησης των δεδομένων. Στην περίπτωση των δικτύων 802.11 χρησιμοποιείται η μέθοδος WEP (*Wired Equivalent Privacy*).

### **1.4.4 Παρεμβολές ραδιοσήματος**

Οι παρεμβολές ραδιοσήματος μπορεί να είναι είτε εισερχόμενες είτε εξερχόμενες. Έτσι, ένα ασύρματο δίκτυο μπορεί να δέχεται παρεμβολές από άλλες συσκευές που εκπέμπουν στην ίδια περιοχή ραδιοσυχνοτήτων (π.χ. φούρνοι μικροκυμάτων που εκπέμπουν στην μπάντα S (2.4GHz). Στην περίπτωση αυτή προκύπτουν σφάλματα μετάδοσης ή ακόμα και διακοπή της επικοινωνίας. Παρεμβολές προκαλούν επίσης και δίκτυα Bluetooth. Εξ' άλλου, ένα ασύρματο δίκτυο μπορεί να προκαλέσει παρεμβολές είτε σε γειτονικά ασύρματα δίκτυα είτε σε άλλες ασύρματες συσκευές όπως συστήματα πλοήγησης αεροσκαφών.

### **1.4.5 Συμβατότητα μεταξύ υλοποιήσεων**

Εξ' αιτίας των πολλών διαθέσιμων υλοποιήσεων, των εγκατεστημένων δικτύων που δεν υποστηρίζουν το πρωτόκολλο 802.11 καθώς και των τροποποιήσεων που πολλοί κατασκευάστες εισάγουν στα προϊόντα τους με στόχο τη βελτίωση των επιδόσεών τους, η συμβατότητα μεταξύ ασύρματων δικτύων δεν πρέπει να θεωρείται δεδομένη.

### **1.4.6 Διαπομπή**

Διαπομπή καλείται ο μηχανισμός με τον οποίο μια σύνδεση μεταξύ ενός Mobile Node και ενός Access Point μεταφέρεται σε ένα άλλο Access Point. Η διαπομπή λαμβάνει χώρα όταν ο πελάτης φτάνει στα όρια κυψελών, όταν η μειώνεται η στάθμη του σήματος ή όταν υπάρξει μείωση της ποιότητας υπηρεσίας (QoS) σε μια κυψέλη. Οι περισσότεροι μηχανισμοί διαπομπής βασίζονται μόνο στη στάθμη του σήματος και δε λαμβάνουν υπόψη τους το φορτίο της νέας κυψέλης. Επιπλέον δε γίνεται διαπραγμάτευση χαρακτηριστικών QoS με το νέο Access Point προκειμένου να εξασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση.

## 1.5 Θέματα ασφαλείας ασυρμάτων δικτύων

### 1.5.1 Γενικά

Καθώς η διασύνδεση των συσκευών γίνεται διαρκώς σημαντικότερη και όλα τα συστήματα είναι πλέον προσβάσιμα μέσω του διαδικτύου, το θέμα της ασφάλειας αποκτά μείζονα σημασία. Γενικά ελοχεύουν τρεις κίνδυνοι κατά τη χρήση δικτυακών εφαρμογών:

- **Διαρροή δεδομένων**, δηλαδή αποκάλυψη ευαίσθητων στοιχείων προς τρίτους χωρίς τη συγκατάθεση του ιδιοκτήτη. Περιλαμβάνονται περιπτώσεις υποκλοπής προσωπικών δεδομένων, παραποίησης αρχείων ή κατασκοπίας.
- **Άρνηση υπηρεσίας** (*Denial Of Service*), δηλαδή διακοπή της λειτουργίας κάποιων υπηρεσιών του δικτύου, λόγω υπερφόρτωσης του, συνήθως με χρήση καταιγισμού αιτήσεων, λανθασμένων δεδομένων ή εκμετάλλευση σχεδιαστικών αδυναμιών.
- **Παράνομη είσοδος** σε συστήματα υπολογιστών και παράνομη χρήση εξοπλισμού με στόχο την καταστροφή ή την παραποίηση σημαντικών αρχείων.

Στην περίπτωση των ασυρμάτων δικτύων, το δίκτυο είναι ακόμα πιο ευάλωτο, δεδομένου ότι τα πακέτα δεδομένων δεν περιορίζονται στο φυσικό μέσο αλλά εκπέμπονται μέσω του αέρα και μπορούν να λαμβάνονται από οποιοδήποτε δέκτη. Για το λόγο αυτό τα δεδομένα κρυπτογραφούνται πριν την αποστολή τους και αποκρυπτογραφούνται από το δέκτη. Διακρίνουμε τρεις μηχανισμούς πιστοποίησης και κρυπτογράφησης

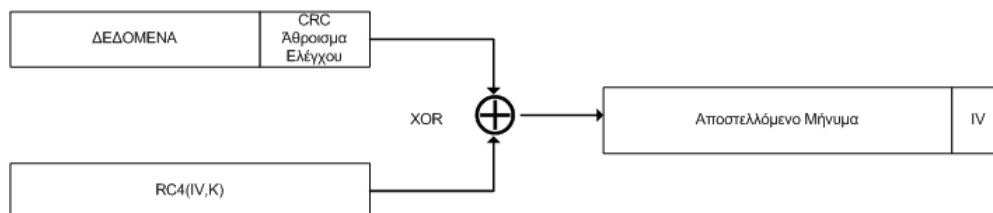
- **Ταυτοποίηση Ανοιχτού Συστήματος** (*Open System Authentication*). Πρόκειται για την ασθενέστερη μορφή ασφάλειας. Ουσιαστικά δεν γίνεται κανένας έλεγχος κατά τη συσχέτιση του Mobile Node με το σημείο πρόσβασης. Ωστόσο, μετά τη συσχέτιση τα δεδομένα μπορούν να μεταδίδονται κρυπτογραφημένα, αν το απαιτεί το ασύρματο δίκτυο.
- **Ταυτοποίηση Μοιραζόμενου Κλειδιού** (*Shared Key Authentication*). Στην περίπτωση αυτή το σημείο πρόσβασης αποστέλει στον Mobile Node μια μη κρυπτογραφημένη ακολουθία χαρακτήρων, η οποία κρυπτογραφείται από τον κόμβο με χρήση κλειδιού WEP και αποστέλλεται πίσω. Αν και προσφέρει βελτιωμένη ασφάλεια, ωστόσο είναι ευάλωτη σε τεχνικές sniffing και με σύγκριση της μη κρυπτογραφημένης και της κρυπτογραφημένης συμβολοακολουθίας μπορεί να προκύψει το κλειδί.
- **Πρωτόκολλο WEP**. Πρόκειται για τη λύση που εισήγαγε η επιτροπή 802.11 του IEEE προκειμένου να προσφέρει στο ασύρματο δίκτυο ασφάλεια ισοδύναμη με εκείνη του ενσύρματου, προφυλλάσσοντας το από πιθανό sniffing.

### 1.5.2 Wired Equivalent Protocol

Η ασφάλεια ενός ασύρματου δικτύου με χρήση του WEP βασίζεται σε ένα μυστικό κλειδί που γνωρίζουν μόνο το Access Point και ο κινητός σταθμός (π.χ. φορητός υπολογιστής). Με το κλειδί αυτό κρυπτογραφούνται όλα τα πακέτα πριν την απόστολή τους, ενώ μετά τη λήψη τους γίνεται και έλεγχος ακεραιότητας προκειμένου να αποφευχθεί τροποποίησή τους κατά τη μεταφορά. Το πρωτόκολλο 802.11 δεν καθορίζει πώς μοιράζεται το κλειδί μεταξύ σταθμού βάσης και πελάτη. Μια λύση είναι η χρήση ενός κοινού κλειδιού μεταξύ σταθμού βάσης και όλων των κινητών τερματικών.

Το πρωτόκολλο WEP χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο κρυπτογράφησης RC4 που είναι γνωστός σαν *stream cipher*. Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιεί ένα κλειδί μικρού μήκους για να παράγει ένα ψευδό-τυχαίο κλειδί άπειρου μήκους. Ο αποστολέας εκτελεί την πράξη XOR μεταξύ της ακολουθίας κλειδιού και των δεδομένων προκειμένου να δημιουργήσει τα κρυπτογραφημένα δεδομένα. Ο δέκτης αποκρυπτογραφεί το μήνυμα εκτελώντας πάλι την πράξη XOR μεταξύ της ακολουθίας κλειδιού και της κρυπτογραφημένης πληροφορίας.

Οι πρώτες υλοποιήσεις WEP χρησιμοποιούσαν κλειδί μήκους 40 bits και 24 bits δεδομένων που παρήγαγε το σύστημα (64 bits) συνολικά. Ωστόσο βρέθηκε ότι υπήρχαν προβλήματα ασφαλείας με αυτή τη μέθοδο και έτσι οι σύγχρονες συσκευές χρησιμοποιούν κρυπτογράφηση 128 bits με κλειδί μήκους 104 bits. Ο αλγόριθ-



Σχήμα 1.3: Αλγόριθμος Κρυπτογράφησης RC4

μος RC4 χρησιμοποιεί ένα διάνυσμα αρχικοποίησης προκειμένου να δημιουργήσει το κλειδί κρυπτογράφησης. Ωστόσο λόγω του μικρού μήκους του διανύσματος αρχικοποίησης, αν κάποιος καταγράψει αρκετά πακέτα κρυπτογραφημένα με το ίδιο διάνυσμα, μπορεί να απομονώσει το RC4 κλειδί [33]. Έχοντας το κλειδί, μπορεί να αποκρυπτογραφήσει πλέον όλα τα πλαίσια 802.11.

Επιπλέον, λόγω της στατικής φύσης του μοιραζόμενου κλειδιού, συχνά το ίδιο κλειδί χρησιμοποιείται για μεγάλα χρονικά διαστήματα χωρίς να αλλάζει. Προκειμένου να αντιμετωπισθεί αυτό το πρόβλημα, πολλές εταιρείες έχουν υλοποιήσει δυναμική διανομή κλειδιού ή κυλιόμενα κλειδιά. Ωστόσο προς το παρόν αυτό δεν είναι μέρος της προδιαγραφής 802.11.

Τέλος θα πρέπει να σημειώσουμε τη χρήση του SSID (*Service Set Identifier*) που είναι μια ακολουθία 32 χαρακτήρων που προστίθεται στην κεφαλίδα των πακέτων

που αποστέλλονται μέσω ασύρματου δικτύου. Το SSID χαρακτηρίζει κάθε ασύρματο δίκτυο και έτσι όλες οι συσκευές που επιχειρούν να συνδεθούν με το συγκεκριμένο WLAN θα πρέπει να γνωρίζουν και να χρησιμοποιούν το ίδιο SSID.

## 1.6 Συμπεράσματα

Συγκρίνοντας τις διάφορες υλοποιήσεις ασυρμάτων δικτύων μπορούμε να σημειώσουμε τα εξής σημεία:

Το πρωτόκολλο Bluetooth αποδεικνύεται κατάλληλο για μεταφορά δεδομένων μεταξύ φορητών συσκευών όπως κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές και άλλες περιφερειακές συσκευές. Λόγω της μικρής ισχύος του και της έλλειψης ασφάλειας, δεν προσφέρεται για ασύρματα δίκτυα μεγάλης κλίμακας και υψηλής ταχύτητας.

Το πρωτόκολλο HiperLAN2 είναι ένα ευρωπαϊκό πρότυπο αλλά δεν έχει γνωρίσει ιδιαίτερη επιτυχία ακόμα και στην Ευρωπαϊκή αγορά λόγω της έλλειψης συμβατών συσκευών.

Το πρωτόκολλο 802.11b είναι ο έως τώρα νικήτης στη μάχη των πρωτοκόλλων, αφού έχει διαδοθεί παγκοσμίως, κυκλοφορούν πάρα πολλές συσκευές βασισμένες σε αυτό το πρωτόκολλο και προσφέρει ικανοποιητικές επιδόσεις. Ωστόσο η λειτουργία του στη μη ελεγχόμενη ζώνη ISM που χρησιμοποιείται και από άλλες τεχνολογίες και συσκευές το καθιστά ευάλωτο σε παρεμβολές.

Τέλος το 802.11g χάρη στην συμβατότητά του με το 802.11b και το πολλαπλάσιο εύρος ζώνης που προσφέρει φαίνεται ότι θα κυριαρχήσει σύντομα στην αγορά.

# Κεφάλαιο 2

## Η έννοια του Mobile IP

### 2.1 Εισαγωγή στο Mobile IP

Το Mobile IP IPv4 είναι μια τροποποίηση του κλασικού IP, ώστε να παρέχει το μηχανισμό δρομολόγησης πακέτων σε κόμβους, οι οποίοι μετακινούνται στο δίκτυο αλλά διατηρούν αμετάβλητη την IP διεύθυνσή τους. Προφανώς πρόκειται για λύση υλοποιημένη στο επίπεδο δικτύου. [29, 28]

### 2.2 Βασικοί ορισμοί

#### 2.2.1 Οντότητες του Mobile IP

Στο Mobile IP ορίζονται οι εξής βασικές οντότητες:

**Mobile Node** Ως Mobile Node χαρακτηρίζουμε τον υπολογιστή η θέση του οποίου μέσα στην τοπολογία του δικτύου μεταβάλλεται, προσαρτώμενος πιθανόν σε διαφορετικό δίκτυο ή υποδίκτυο, αλλά διατηρώντας αμετάβλητη την IP του διεύθυνση.

**Home Network** Το Home Network είναι το τοπικό δίκτυο ή το IP υποδίκτυο όπου βρίσκεται συνήθως ο Mobile Node ή από το οποίο ξεκινά την πορεία του.

**Home Agent** Ως Home Agent χαρακτηρίζουμε τον υπολογιστή του Home Network ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη δρομολόγηση των πακέτων στον Mobile Node όταν αυτός δε βρίσκεται στο Home Network. Επιπλέον, κρατάει το αρχείο με όλους υπολογιστές που μπορούν να γίνουν Mobile Node και να απομακρυνθούν από το Home Network, καθώς και τη θέση τους κάθε στιγμή, όπως προσδιορίζεται από την Care-of Address.

**Foreign Network** Foreign Network χαρακτηρίζουμε κάθε δίκτυο διαφορετικό από το Home Network.

**Visiting Network** Πρόκειται για το Foreign Network στο οποίο βρίσκεται ο Mobile Node κατά την τρέχουσα στιγμή.

**Foreign Agent** Ως Foreign Agent χαρακτηρίζουμε έναν υπολογιστή του Visiting Network, ο οποίος είναι επιφορτισμένος με τη δρομολόγηση πακέτων προς τον Mobile Node που βρίσκεται στο δίκτυο.

**Correspondent Node** Ως Correspondent Node χαρακτηρίζουμε τον υπολογιστή με τον οποίο επικοινωνεί ο Mobile Node.

### 2.2.2 Έννοιες του Mobile IP

Στο Mobile IP εμφανίζονται οι εξής έννοιες:

**Home Address** Πρόκειται για την IP διεύθυνση του Mobile Node όταν βρίσκεται μέσα στο Home Network.

**Care-of Address (CoA)** Είναι η διεύθυνση στην οποία αποστέλλονται τα πακέτα από τον Home Agent με προορισμό τον Mobile Node, όταν αυτός δε βρίσκεται στο Home Network. Διακρίνουμε δυο τύπους διευθύνσεων CoA:

- *Foreign Agent Care-of Address* Πρόκειται για τη διεύθυνση του Foreign Agent στο δίκτυο του οποίου βρίσκεται ο Mobile Node και ο οποίος έχει αναλάβει την αποθυλάκωση των πακέτων που προέρχονται από τον Home Agent προς το Mobile Node.
- *Collocated Care-of Address* Είναι μια IP διεύθυνση του Visiting Network, η οποία έχει ανατεθεί στο Mobile Node. Στην περίπτωση αυτή την αποθυλάκωση των πακέτων την πραγματοποιεί ο ίδιος ο Mobile Node.

### 2.2.3 Διαδικασίες του Mobile IP

**Agent Discovery** Πρόκειται για τη διαδικασία που εκτελεί ο Mobile Node προκειμένου να ανιχνεύσει αν βρίσκεται στο Home Network ή σε κάποιο Foreign Network.

**Registration** Είναι η διαδικασία της εγγραφής του Mobile Node σε ένα Foreign Network με τη δήλωση της Care-of Address στον Home Agent.

**Tunnelling** Ως Tunnelling χαρακτηρίζουμε την ενθυλάκωση ενός πακέτου δεδομένων IP στο τμήμα δεδομένων ενός άλλου IP πακέτου. Η αντίστροφη διαδικασία καλείται αποθυλάκωση (*detunneling*).

**Handoff** Ως διαπομπή (*Handoff*) χαρακτηρίζουμε τη διαδικασία στην οποία εμπλέκονται ένας Mobile Node και δύο Mobile Agents, κατά την οποία η ευθύνη δρομολόγησης πακέτων από και προς τον Mobile Node μεταφέρεται από τον ένα Mobile Agent στον άλλο. Η διαπομπή ξεκινάει όταν λαμβάνεται απόφαση

αλλαγής Mobile Agent και ολοκληρώνεται με την αλλαγή του Mobile Agent. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

- *Soft handoff*, κατά το οποίο ο Mobile Node επικοινωνεί τόσο με τον καινούριο όσο και με τον παλιό Mobile Agent κατά τη διάρκεια του handoff.
- *Hard handoff*, κατά το οποίο ο Mobile Node μπορεί να επικοινωνεί μόνο με ένα Mobile Agent κάθε φορά.

Μπορούμε επιπλέον χαρακτηρίσουμε το handoff ως

- *Network Controlled Handoff (NCHO)*, όπου το δίκτυο λαμβάνει την απόφαση διαπομπής
- *Mobile Assisted Handoff(MAHO)*, όπου ο Mobile Node μαζί με το δίκτυο λαμβάνουν την απόφαση διαπομπής
- *Mobile Controlled Handoff (MCHO)*, όπου ο Mobile Node λαμβάνει την απόφαση για διαπομπή.

Τέλος τα MCHO χαρακτηρίζονται επίσης ως *forward* και *backward*. Στην πρώτη περίπτωση ο Mobile Node στέλνει το αίτημα handoff στον τρέχοντα Mobile Agent πρώτα, ενώ στη δεύτερη περίπτωση το handoff ξεκινά με αποστολή αιτήματος στο νέο Mobile Agent. Περισσότερες λεπτομέρειες για τα MCHO παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 2.7.

## **2.3 Λειτουργία του Mobile IP**

Κάθε Home Agent και Foreign Agent εκπέμπει περιοδικά στο δίκτυο όπου ανήκει μηνύματα τύπου Agent Advertisement. Πρόκειται για broadcast πακέτα που διαφημίζουν τους αντίστοιχους υπολογιστές στο δίκτυο. Η εκπομπή τους προκαλείται επίσης από τη λήψη πακέτου τύπου Agent Solicitation, προερχόμενο από κάποιο Mobile Node που βρίσκεται στο δίκτυο.

Με βάση τα Agent Advertisements κάθε υπολογιστής μπορεί να διαπιστώσει αν βρίσκεται στο Home Network του ή αν βρίσκεται σε κάποιο Foreign Network. Διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

- Ο υπολογιστής βρίσκεται στο Home Network του και δεν έχει συμβεί καμία μετακίνησή του. Στην περίπτωση αυτή συμπεριφέρεται σαν συνηθισμένος σταθερός κόμβος.
- Ο υπολογιστής βρίσκεται στο Home Network του έχοντας μόλις επιστρέψει από κάποιο Foreign Network. Στην περίπτωση αυτή αποστέλλει ένα μήνυμα τύπου Registration Request και αφού λάβει Registration Reply από το Home Agent συμπεριφέρεται σα σταθερός κόμβος.

- Ο υπολογιστής βρίσκεται σε κάποιο Foreign Network. Τότε αποστέλλει μήνυμα τύπου Registration Request και αφού λάβει Registration Reply από το Foreign Agent, αποκτά μια CoA διεύθυνση, την οποία γνωστοποιεί στο Home Agent [23]. Η διεύθυνση αυτή μπορεί να είναι Foreign Agent Care-of Address, οπότε περιέχεται στα agent advertisements του Foreign Agent, ή μπορεί να είναι Colocated CoA, οπότε θα πρέπει να αποκτηθεί με χρήση κάποιου μηχανισμού όπως το DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*).

## 2.4 Κριτήρια ποιότητας του Mobile IP

Προκειμένου να χαρακτηρίσουμε μια υλοποίηση Mobile IP ως επιτυχημένη θα πρέπει να ικανοποιεί τουλάχιστον τα ακόλουθα κριτήρια :

**Ελάχιστη επίπτωση στη μετάδοση των δεδομένων** Ιδανικά το Mobile IP και διαδικασία της διαπομπής δε θα πρέπει να επιδρά στη μετάδοση των δεδομένων, δηλαδή δε θα πρέπει να επηρεάζει ούτε το ρυθμό μεταγωγής ούτε την καθυστέρηση των πακέτων. Επιπλέον δε θα πρέπει να έχουμε καμία απώλεια πακέτων και να διατηρείται οποιαδήποτε σύνοδος βρισκόταν σε εξέλιξη.

**Απόδοση** Η προσθήκη του λογισμικού που υλοποιεί το Mobile IP δε θα πρέπει να επιβαρύνει την απόδοση του συστήματος αλλά να χρησιμοποιεί το διαθέσιμο εύρος ζώνης με οικονομία. Αυτό συνεπάγεται σηματοδοσία με μηνύματα μικρού μεγέθους και μικρής συχνότητας.

**Ανεξαρτησία από το φυσικό επίπεδο** Η υλοποίηση Mobile IP δε θα πρέπει να λειτουργεί μόνο με συγκεκριμένη φυσική πλατφόρμα ή τεχνολογία μετάδοσης, αλλά να χειρίζεται την κίνηση του δικτύου σε υψηλότερο επίπεδο.

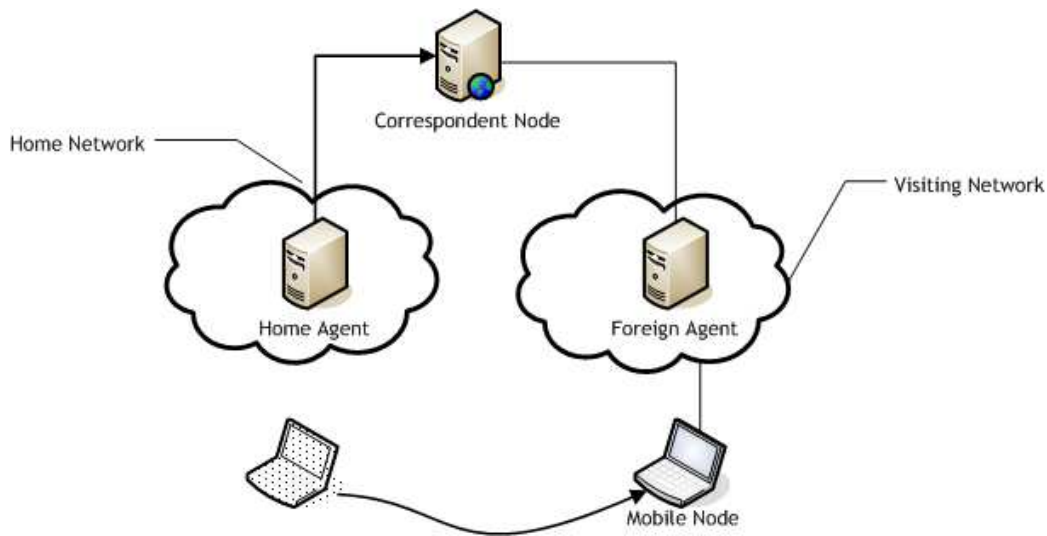
**Βέλτιστη επιλογή Mobile Agent** Στην περίπτωση όπου υπάρχουν περισσότερη του ενός Mobile Agent διαθέσιμοι για διαπομπή, το πρωτόκολλο Mobile IP θα πρέπει να επιλέγει το βέλτιστο ως προς κάποια κριτήρια. Συνήθως χρησιμοποιούνται ο ρυθμός μεταγωγής ή η υστέρηση των πακέτων ως κριτήρια ποιότητας. Γενικά όμως θα πρέπει να επιλέγεται ο Mobile Agent που εγγυάται τη μέγιστη προσφορά επικοινωνίας.

**Καλή συμπεριφορά σε υψηλή κίνηση** Το πρωτόκολλο Mobile IP θα πρέπει να λειτουργεί αποδοτικά σε συνθήκες υψηλής κίνησης του δικτύου ή και συμφόρησης. Δε θα πρέπει δηλαδή να διακόπτεται η επικοινωνία μεταξύ Mobile Node και Mobile Agent και να είναι εφικτή σηματοδοσία και η διαπομπή.

## 2.5 Πρωτόκολλα Δρομολόγησης

Διακρίνουμε τρία θεμελιώδη πρωτόκολλα δρομολόγησης στο Mobile IP, τα κύρια χαρακτηριστικά των οποίων αναλύονται στις ακόλουθες παραγράφους.

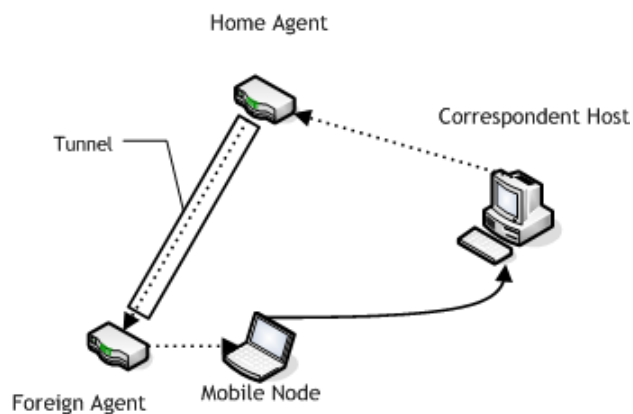




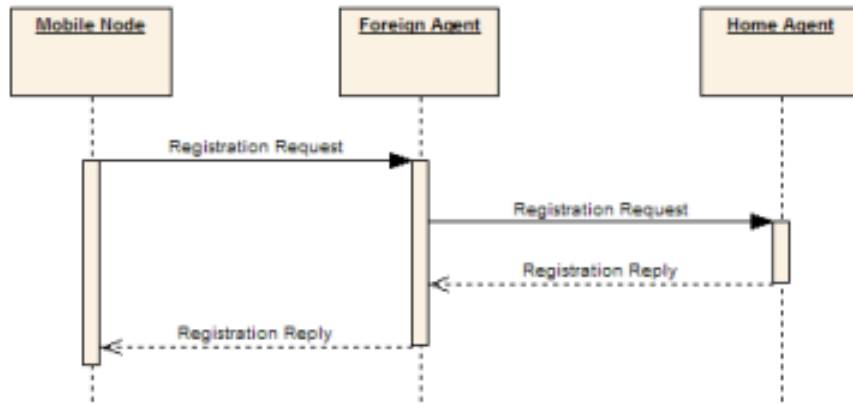
Σχήμα 2.1: Απλή τοπολογία δικτύου

### 2.5.1 Τριγωνική Δρομολόγηση

Στην τριγωνική δρομολόγηση (*Triangular Routing*) ο Correspondent Node στέλνει τα πακέτα πληροφορίας αρχικά στο Home Agent, ο οποίος τα δρομολογεί μέσω tunnel στο Foreign Agent, για να παραδοθούν στον Mobile Node. Ο Mobile Node στέλνει πακέτα προς τον Correspondent Node μέσω του Foreign Agent, χωρίς να παρεμβάλλεται ο Home Agent.



Σχήμα 2.2: Τριγωνική Δρομολόγηση



Σχήμα 2.3: Χρονική Ακολουθία Συσχέτισης

### Μειονεκτήματα της Τριγωνικής Δρομολόγησης

**Μη βέλτιστη δρομολόγηση** Παρόλο που ο Mobile Node θα μπορούσε να ενημερώνει τον Correspondent Node για τη νέα του διεύθυνση (Care-of Address) και έτσι να μειώνεται η διαδρομή που ακολουθούν τα πακέτα, ωστόσο αυτό θα δημιουργούσε μεγάλα προβλήματα ασφαλείας. Πράγματι, χωρίς την ύπαρξη μεθόδου πιστοποίησης του Mobile Node θα ήταν πάρα πολύ εύκολο να εκτρέψουμε τη ροή πακέτων από τον κανονικό τους προορισμό, δημιουργώντας επίθεση τύπου Denial of Service. Επιπλέον, αν και θα μπορούσαν να υπάρχουν μηχανισμοί πιστοποίησης με χρήση κλειδιού, το κόστος υλοποίησής του συνήθως είναι μεγαλύτερο από την αύξηση των επιδόσεων.

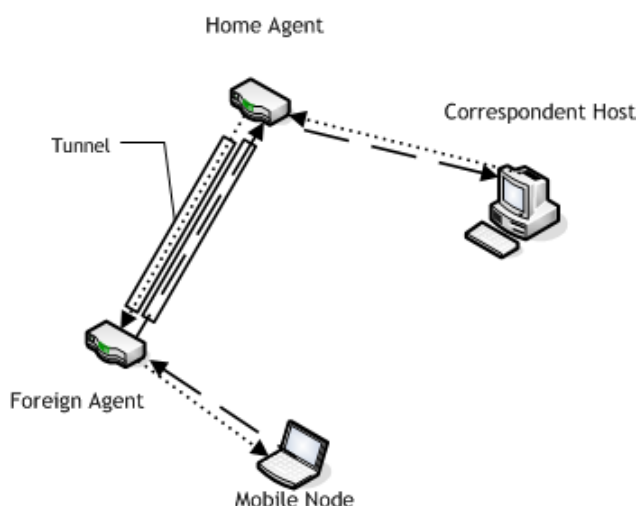
**Επίθεση Denial of Service** Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι πολύ εύκολο να αποκόψουμε την επικοινωνία μεταξύ δυο κόμβων δημιουργώντας μια πλασματική καταχώρηση και εκτρέποντας τα πακέτα που αποστέλλει ο Correspondent Node. Ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης του κινδύνου αυτού είναι η κρυπτογράφηση και η πιστοποίηση όλων των πακέτων Registration Request και Registration Reply μεταξύ Home Agent και Mobile Node. Συνήθως για τον έλεγχο της ακεραιότητας των μηνυμάτων χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος MD5 [30] ως εξής:

Ο Mobile Node δημιουργεί ένα μήνυμα Registration Request το οποίο περιλαμβάνει το σταθερό μέρος και το τμήμα Mobile-Home Authentication. Το πεδίο προέλευσης του μηνύματος συμπληρώνεται με την σύνοψη MD5 των εξής στοιχείων: το μυστικό κλειδί, μοιραζόμενο μεταξύ Mobile Node και Home Agent, το σταθερό μέρος του μηνύματος, όλες τις επεκτάσεις συμπεριλαμβανομένου του τμήματος Mobile-Home Authentication και ξανά το μυστικό κλειδί. Το αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι ένα πεδίο 16 bits.

**Φιλτράρισμα παράνομης εισόδου (*Ingress Filtering*)** Ένας router που πραγματοποιεί φιλτράρισμα παράνομης εισόδου απορρίπτει τα πακέτα που εμφανίζουν διαφορετική διεύθυνση αποστολέα από την πραγματική διεύθυνση από την οποία προέρχονται. Αυτό συνεπάγεται την απόρριψη των πακέτων που αποστέλλει ο Mobile Node, αφού εξ' ορισμού η διεύθυνση αποστολέα είναι η Home Address του Mobile Node.

### 2.5.2 Ανάστροφη Δρομολόγηση

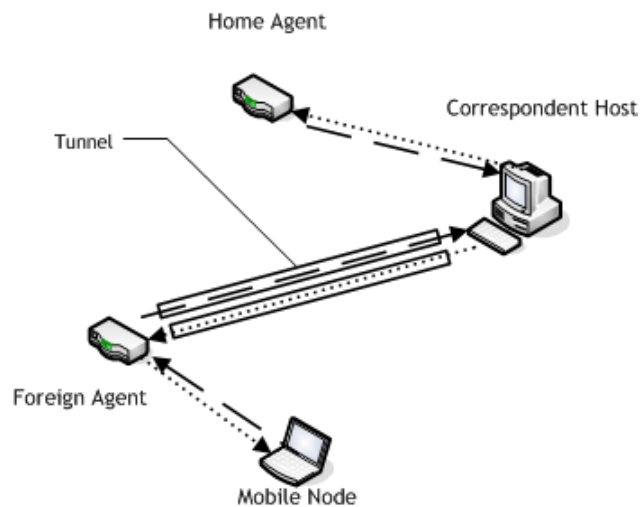
Στην περίπτωση της Ανάστροφης Δρομολόγησης (*Reverse Tunneling*) ο Correspondent Node στέλνει τα πακέτα πληροφορίας αρχικά στο Home Agent, ο οποίος τα δρομολογεί μέσω tunnel στο Foreign Agent, για να παραδοθούν στον Mobile Node. Ο Mobile Node στέλνει τα πακέτα προς τον Correspondent Node μέσω της ίδιας διαδρομής, δηλαδή μέσω ενός ανάστροφου tunnel από τον Foreign Agent προς τον Home Agent ο οποίος τα αποστέλλει στον τελικό προορισμό.



Σχήμα 2.4: Ανάστροφη Δρομολόγηση

#### Μειονεκτήματα της Ανάστροφης Δρομολόγησης

Η ανάστροφη δρομολόγηση έχει χειρότερες επιδόσεις από την τριγωνική δρομολόγηση λόγω της ύπαρξης μιας ακόμα σωλήνωσης. Η σωλήνωση αυτή αυξάνει την καθυστέρηση και επιβαρύνει την κίνηση του δικτύου.



Σχήμα 2.5: Βελτιστοποιημένη Ανάστροφη Δρομολόγηση

### 2.5.3 Βελτιστοποιημένη Ανάστροφη Δρομολόγηση

Το πλεονέκτημα της τριγωνικής δρομολόγησης είναι ότι ο Correspondent Node δε χρειάζεται να ξέρει τη θέση του Mobile Node και ο Mobile Node μπορεί να στέλνει πακέτα άμεσα στον Correspondent Node. Το πλεονέκτημα της ανάστροφης δρομολόγησης είναι ότι αποφεύγονται πρόβλημα φιλτραρίσματος παράνομης εισόδου (*ingress filtering*). Ο συνδυασμός των δυο πρωτοκόλλων συνιστά τη βελτιστοποιημένη ανάστροφη δρομολόγηση, κατά την οποία έχουμε δυο σωληνώσεις (όπως στην ανάστροφη δρομολόγηση) και απευθείας επικοινωνία μεταξύ Mobile Node και Correspondent Node.

#### Μειονεκτήματα της Βελτιστοποιημένης Ανάστροφης Δρομολόγησης

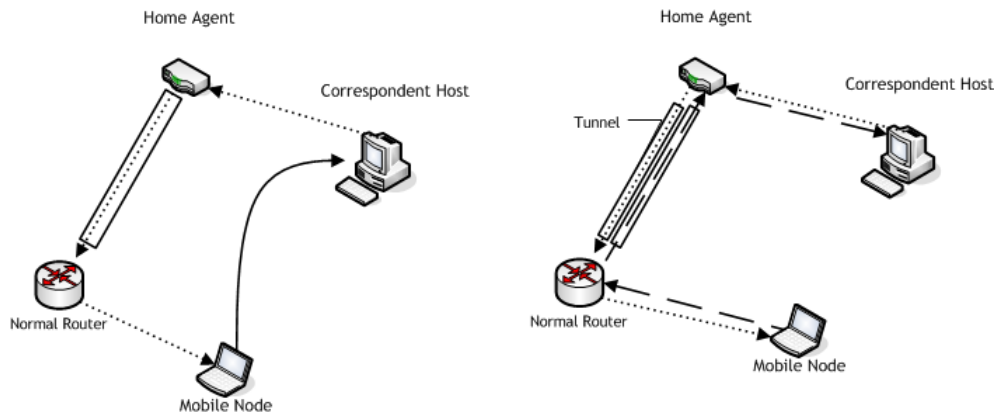
Υπάρχει υψηλός κίνδυνος επίθεσης τύπου Denial of Service λόγω της ανάγκης δημιουργίας σωληνώσεων με κάθε Correspondent Node χωρίς δυνατότητα πιστοποίησης.

### 2.5.4 Collocated Care-of-Address

Στη περίπτωση του *Collocated Care-of-Address* ο Mobile Node παίρνει IP διεύθυνση μέσω του πρωτοκόλλου DHCP και δε χρησιμοποιεί τη διεύθυνση του Foreign Agent. Επιπλέον, η σωλήνωση καταλήγει στον Mobile Node και όχι στο Foreign Agent επομένως ο ίδιος ο κινητός κόμβος είναι επιφορτισμένος με την αποθηλάκωση των πακέτων. Λόγω των παραπάνω παραμέτρων ο ρόλος του Foreign Agent ουσιαστικά καθίσταται περιττός και μπορεί να αντικατασταθεί από ένα απλό δρομολογητή που δεν εκτελεί εξειδικευμένο λογισμικό.

### Μειονεκτήματα του *Collocated Care-of-Address*

Επειδή ο δρομολογητής που παίρνει τη θέση του Foreign Agent δεν έχει γνώση του πρωτοκόλλου Mobile IP κάποια πακέτα χάνονται κατά τη μετακίνηση του Mobile Node σε κάποιο άλλο υποδίκτυο.



Σχήμα 2.6: *Collocated Care-of-Address*

## 2.6 Προβλήματα Απόδοσης

Το βασικό πρόβλημα απόδοσης που εμφανίζεται στις υλοποιήσεις Mobile IP σχετίζεται με το χρόνο διαπομπής, δηλαδή την καθυστέρηση από τη στιγμή που διακόπτεται η σύνδεση με το Home Network μέχρι να αποκατασταθεί η επικοινωνία μέσω του Foreign Network. Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις συχνών μετακινήσεων η απώλεια πακέτων είναι μεγάλη. Η καθυστέρη κατά την περιαγωγή ισούται με το χρόνο που χρειάζεται ο Mobile Node για να ανιχνεύσει ότι βρίσκεται σε ξένο δίκτυο συν το χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η συσχέτιση του Mobile Node με τον Foreign Agent οπότε και λαμβάνει το πρώτο πακέτο δεδομένων. Επομένως

$$t_{latency} = t_{network-identification} + t_{registration}$$

Το πρόβλημα επιτείνεται στην περίπτωση μικροκυβελών, όπως αυτές του Wireless LAN καθώς το Mobile IP σχεδιάστηκε για μεγάλης κλίμακας μετακινήσεις. Είναι προφανές ότι προκειμένου να μειώσουμε την καθυστέρηση κατά την διαπομπή θα πρέπει να μειωθεί ο χρόνος ανίχνευσης δικτύου καθώς και ο χρόνος συσχέτισης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με αύξηση της συχνότητας εκπομπής μηνυμάτων Agent Advertisements, κάτι που θα επιβαρύνει όμως το δίκτυο με μη ωφέλιμη κίνηση.

## 2.7 Κριτήρια διαπομπής σε ασύρματα δίκτυα

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαπομπή χρησιμοποιείται κάποιος δείκτης ποιότητας του σήματος, η μέτρηση του οποίου γίνεται συνεχώς από το hardware της κάρτας δικτύου. Η τιμή του δείκτη ποιότητας παρακολουθείται συνεχώς και όταν αυτός ξεπεράσει ή πέσει κάτω από κάποιο κατώφλι ξεκινά η διαδικασία διαπομπής.

Ένα από τα μέτρα της ποιότητας του σήματος είναι ο Σηματοθορυβικός Λόγος (Signal to Noise Ratio). Αν και δεν υπάρχει κάποιο τυποποιημένο κατώφλι διαπομπής, στην περίπτωση ασυρμάτων καρτών PCMCIA ανάλογα με την πυκνότητα των Access Points μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα εξής κατώφλια [8]:

- Χαμηλό: 10.5dB
- Μεσαίο: 23.5dB
- Υψηλό: 30.5dB

# Κεφάλαιο 3

## Υλοποιήσεις Mobile IP

### 3.1 Εισαγωγή

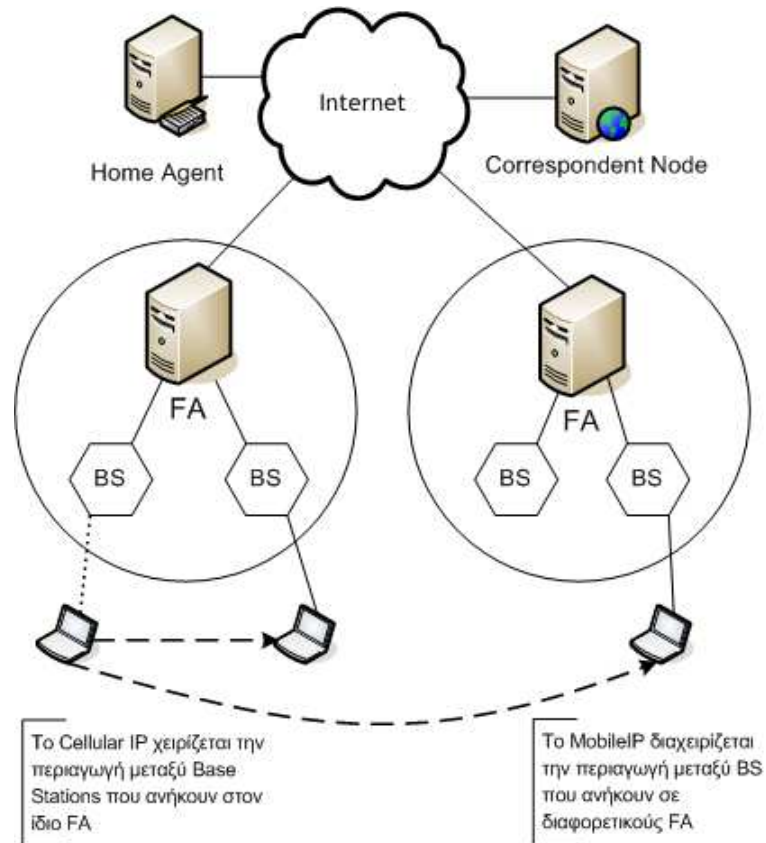
Αν και η αρχή λειτουργίας του Mobile IP όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο μοιάζει σωστή, στην πράξη η καθυστέρηση κατά την περιαγωγή δεν είναι αμελητέα και οι επιδόσεις του μηχανισμού είναι ανεπαρκείς. Στοχεύοντας στη βελτίωση της διαδικασίας διαπομπής και στην προσαρμογή της στις μικροκυψέλες που συνιστούν τα ασύρματα δίκτυα παρουσιάστηκαν διάφορες υλοποιήσεις, κάθε μια από τις οποίες διαθέτει θετικά χαρακτηριστικά αλλά συνήθως και αρκετές αδυναμίες. Στις ακόλουθες ενότητες παραθέτουμε λεπτομέρειες για τις πιο σημαντικές διαθέσιμες υλοποιήσεις Mobile IP.

### 3.2 Κυψελωτό IP (*Cellular IP*)

Το πρωτόκολλο του κυψελωτού IP στοχεύει στην υλοποίηση της κινητικότητας συχνά μετακινούμενων κόμβων μέσα σε σε σχετικά περιορισμένη γεωγραφική περιοχή. Βασίζεται στις αρχές της κυψελωτής τηλεφωνίας ως προς τη διαχείριση της κινητικότητας και τον έλεγχο διαπομπής. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

- Τα δίκτυα Κυψελωτού IP μοιάζουν με τα δίκτυα της κυψελωτής κινητής τηλεφωνίας και περιέχουν Mobile Switching Centers (MSC), Base Stations (BS) και Base Station Controllers (BSC).
- Η πληροφορία για τη θέση κάθε Mobile Node φυλάσσεται σε κατακευματισμένες βάσεις δεδομένων.
- Ο εντοπισμός της θέσης γίνεται με τη βοήθεια των datagrams που ανταλλάσσει ο Mobile Node.
- Η διαχείριση εντοπισμού είναι διαφορετική για κόμβους σε ηρεμία και κόμβους εν κινήσει.

- Η μεταγωγή μέσα στην ίδια κυψέλη αντιμετωπίζεται από τον BSC χωρίς χρήση του Mobile IP. Όταν ο Mobile Node μετατοπίζεται σε άλλη κυψέλη όμως, έχουμε κλασική Mobile IP μεταγωγή.



Σχήμα 3.1: Κυψελωτό IP

### 3.3 Mobile IPv6

Εντοπίζοντας την ανάγκη για κινητικότητα στα σύγχρονα IP δίκτυα, το IETF<sup>1</sup> ενσωμάτωσε στη νέα έκδοση του πρωτοκόλλου IP το μηχανισμό διαχείρισης κινητικότητας με όνομα Mobile IPv6 [21].

Το IPv6 ορίζει τις βασικές έννοιες της κινητικότητας:

- **Mobile Node** Ο κινητός κόμβος είναι υπεύθυνος για την ανίχνευση κίνησης, δηλαδή τη μετατόπιση από ένα IP υποδίκτυο σε άλλο και για τον εντοπισμό και την ενημέρωση θέσης του Home Agent και των Correspondent Nodes.

<sup>1</sup>Internet Engineering Task Force



- **Home Agent** Ο Home Agent αναλαμβάνει την ευθύνη για διατήρηση της πληροφορίας θέσης για κάθε κινούμενο κόμβο καθώς και για τη σύλληψη των datagrams που απευθύνονται προς την αρχική διεύθυνση του Mobile Node και την ανακατευθυνσή τους προς την τρέχουσα θέση του.
- **Correspondent Node Mobility Function** Αν ο Correspondent Node υποστηρίζει την κινητικότητα, μπορεί να διατηρεί πληροφορία για τη θέση του Mobile Node και έτσι να στέλνει απευθείας τα αιτήματά του, χωρίς τη μεσολάβηση του Home Agent.

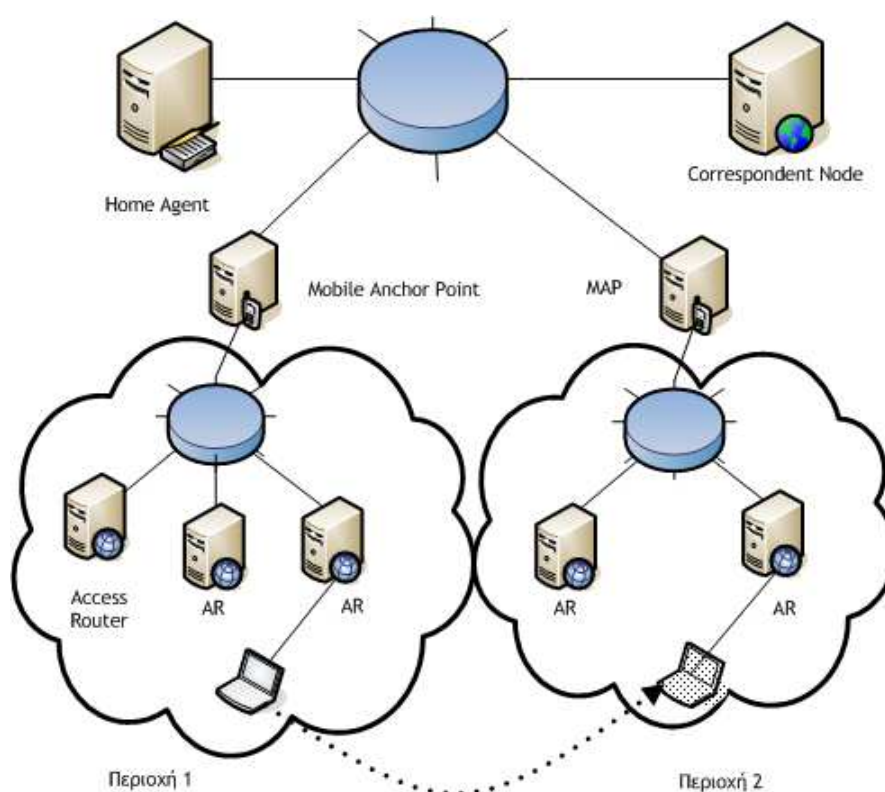
Το IPv6 ορίζει τα μηνύματα Router Advertisement τύπου Neighbor Discovery, μέσω των οποίων ανιχνεύει όλους τους Home Agents που είναι συνδεδεμένοι στο τρέχον υποδίκτυο, ανακτά τις IPv6 διευθύνσεις τους και μαθαίνει πληροφορίες για το χρόνο ζωής τους. Όταν ο κινητός κόμβος βρεθεί σε ένα ξένο υποδίκτυο, χάρη στη μηνύματα RA μπορεί να εντοπίσει τους διαθέσιμους Home Agents. Αφού επιλέξει κάποιον από αυτούς και αποκτήσει IP διεύθυνση μέσω του μηχανισμού Address Autoconfiguration ενημερώνει τον Home Agent του καθώς και όλους τους Correspondent Nodes με τους οποίους ήταν σε επαφή για τη νέα του διεύθυνση.

Το βασικό πλεονέκτημα του Mobile IPv6 συνίσταται στην υποστήριξη της κινητικότητας ήδη από το επίπεδο 2 (*Data Link Layer*) ενώ όλες οι εναλλακτικές λύσεις λειτουργούν στα επίπεδα 3 (*Network*) και 4 (*Transport*). Ακόμα, χάρη στην απευθείας δρομολόγηση πακέτων μεταξύ Mobile Node και Correspondent Node επιτυγχάνεται βελτιστοποίηση των διαδρομών (*Route Optimization*) ενώ δεν υπάρχει η ανάγκη για Foreign Agent. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται η κεφαλίδα Routing Header και όχι ενθυλάκωση πακέτων, με αποτέλεσμα μείωση του μεγέθους των πακέτων. Τέλος, χάρη στο Route Optimization δεν έχουμε απόρριψη πακέτων από routers που πραγματοποιούν φιλτράρισμα παράνομης εισόδου (*ingress filtering*) για την αποτροπή πλαστογράφησης διευθύνσεων (*source address spoofing*).

Εξαιτίας της σχετικά πρόσφατης προδιαγραφής του πρωτοκόλλου IPv6, προβλήματα ασφαλείας που ανιχνεύθηκαν σε αρχικές εκδόσεις, την έλλειψη δικτυακού εξοπλισμού και λογισμικού που το υποστηρίζει αλλά και τη σχετικά μικρή εξάπλωση των ασυρμάτων δικτύων προς το παρόν, το Mobile IPv6 δεν έχει σημαντική διάδοση.

### 3.4 Ιεραρχικό Mobile IP (*Hierarchical Mobile IPv6*)

Το Ιεραρχικό Mobile IP έρχεται να αντιμετωπίσει το πρόβλημα του αυξανόμενου φόρτου σηματοδοσίας στην περίπτωση σύνθετων δικτύων με υποστήριξη κινητικότητας. Σύμφωνα με μελέτες, στο 69% των περιπτώσεων όπου γίνεται χρήση της κινητικότητας, ο χρήστης δεν απομακρύνεται ιδιαίτερα από την αρχική του θέση. Για το λόγο αυτό, το Ιεραρχικό Mobile IP χειρίζεται διαφορετικά την τοπική κινητικότητα από την συνολική και έτσι τα αιτήματα καταγραφής σε ένα νέο Agent δεν διασχίζουν συνήθως ολόκληρο το δίκτυο.



Σχήμα 3.2: Ιεραρχικό Mobile IPv6

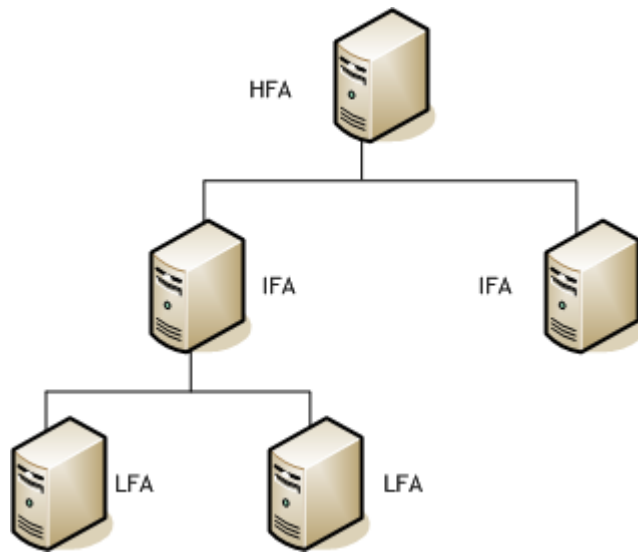
## 3.5 Η υλοποίηση HUT Dynamics Mobile IP

### 3.5.1 Εισαγωγή

Το πρωτόκολλο Dynamics HUT Mobile IP του Πολυτεχνείου του Ελσίνκι αποτελεί μια υλοποίηση Mobile IP με κύρια χαρακτηριστικά την επεκτασιμότητα, τον ιεραρχικό χαρακτήρα και τη λειτουργία πάνω από IP v4. Είναι συμβατή με το λειτουργικό σύστημα Linux ενώ το λογισμικό του Mobile Node εκτελείται και σε περιβάλλον Windows. Επιπλέον είναι η μόνη υλοποίηση που τυγχάνει σημαντικού ενδιαφέροντος από την επιστημονική κοινότητα.

### 3.5.2 Βασικές έννοιες

Το Dynamics HUT Mobile IP υποστηρίζει την έννοια της ιεραρχικής τοπολογίας Foreign Agents με στόχο την αύξηση των επιδόσεων κατά τη διαπομπή. Μια ενδεικτική δενδρική τοπολογία παρουσιάζεται στην εικόνα 3.3. Ορίζουμε τις εξής βασικές έννοιες:



Σχήμα 3.3: Ιεραρχική Δομή Dynamics HUT Mobile IP

**Highest Foreign Agent** Είναι η ρίζα του ιεραρχικού δέντρου των Foreign Agent. Αν υπάρχει σύνδεση με το Internet αυτή επιτυγχάνεται μέσα από τον Highest Foreign Agent.

**Intermediate Foreign Agent** Πρόκειται για ενδιάμεσους ιεραρχικά Foreign Agent, που αναλαμβάνουν τη δρομολόγηση μεταξύ κλάδων με Lowest Foreign Agent.

**Lowest Foreign Agent** Πρόκειται για τα φύλλα του ιεραρχικού δέντρου και παρέχουν τη σύνδεση με τους Mobile Nodes.

**Switching Foreign Agent** Κατά τη μετακίνηση ενός Mobile Node μεταξύ των LFA το μονοπάτι από τον HFA μέχρι τον τρέχοντα LFA μεταβάλλεται. Ο χαμηλότερος ιεραρχικά Foreign Agent που ανήκει στο παλιό και το νέο μονοπάτι ονομάζεται Switching Foreign Agent, αφού αναλαμβάνει τη μεταγωγή των πακέτων μεταξύ των δύο κλάδων του δέντρου.

Η χρήση της παραπάνω ιεραρχίας δεν είναι υποχρεωτική και ενδείκνυται για μεγάλες τοπολογίες με πολλούς κινητούς κόμβους. Κάθε Foreign Agent λειτουργεί ανεξαρτήτως του ύψους του δέντρου, και έτσι η επέκταση της τοπολογίας δεν απαιτεί καμία τροποποίηση του Mobile IP. Δεν υπάρχει περιορισμός για το ύψος του δέντρου. Ωστόσο, ολόκληρη η τοπολογία ορίζεται στατικά μέσα από τα αρχεία ρυθμίσεων του Dynamics HUT, δεν υπάρχει δηλαδή κάποιο πρωτόκολλο δυναμικής δρομολόγησης.

### 3.5.3 Ρύθμιση παραμέτρων του Dynamics HUT

#### Ρυθμίσεις Home Agent

Οι ρυθμίσεις του Home Agent περιέχονται στο αρχείο `/usr/local/etc/dynhad.conf`. Οι σημαντικότερες είναι οι ακόλουθες:

#### Ρυθμίση των network interfaces

Οι παράμετροι που ρυθμίζονται στο ακόλουθο τμήμα είναι οι εξής:

- **ha\_disc** : Δυναμική ανακάλυψη του Home Agent. Οι δυνατές τιμές είναι 0 (απενεργοποιημένο) και 1 (ενεργοποιημένο).
- **agentadv** : Αποστολή agent advertisements. Οι δυνατές τιμές είναι 0 (αποστολή μόνο μετά από agent solicitation), 1 (περιοδική αποστολή agent advertisements) και 2 (καμία αποστολή agent advertisements).
- **interval** : Συχνότητα απόστολής agent advertisements σε δευτερόλεπτα.

```
INTERFACES_BEGIN
# interface ha_disc agentadv interval
eth0 1 1 20
eth1 1 1 20
INTERFACES_END
```

#### Παράμετροι ασφαλείας

Οι παράμετροι που ρυθμίζονται στο ακόλουθο τμήμα είναι οι εξής:

- **authorized list** Πρόκειται για την λίστα των κινητών κόμβων με τις διευθύνσεις IP τους που επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουν την περιαγωγή
- **replay method** Καθορίζει τον αλγόριθμο προστασίας από επίθεση τύπου replay. Οι δυνατές τιμές παρουσιάζονται παρακάτω.
- **auth algorithm** Καθόριζει τον αλγόριθμο κρυπτογράφησης των δεδομένων.
- **timestamp tolerance** Ορίζει τη μέγιστη διαφορά μεταξύ των ρολογιών των εμπλεκόμενων υπολογιστών σε δευτερόλεπτα.
- **max lifetime** Καθορίζει τη ζωή ενός πακέτου σε δευτερόλεπτα.
- **shared secret** Πρόκειται για τη συνθηματική λέξη που χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση των έγκυρων Mobile Node.

```

AUTHORIZEDLIST_BEGIN
1000    10.3.4.3
AUTHORIZEDLIST_END

# Authentication Algorithm:
# 1: MD5/prefix+suffix (a.k.a. keyed-MD5) [RFC 2002]
# 4: HMAC-MD5 [RFC 2104]
# 5: SHA-1 [FIPS 180-1]
# 6: HMAC-SHA1 [RFC 2104]

# Replay Protection Method:
# 0: none
# 1: timestamps
# 2: nonces
SECURITY_BEGIN
#      auth.    replay  timestamp      max      shared
# SPI  alg.    meth.    tolerance(sec)  lifetime  secret
1000   1       1        120           600      "test"
SECURITY_END

# Network Access Identifier (NAI) of this HA
# Unique identifier for this HA. NetworkAccessIdentifier
"test"

EnableTriangleTunneling TRUE
EnableReverseTunneling  FALSE

```

### 3.5.4 Ρυθμίσεις Foreign Agent

Οι ρυθμίσεις του Home Agent περιέχονται στο αρχείο */usr/local/etc/dynfad.conf*. Οι σημαντικότερες είναι οι ακόλουθες:

- **agentadv** : Αποστολή agent advertisements. Οι δυνατές τιμές είναι 0 (αποστολή μόνο μετά από agent solicitation), 1 (περιοδική αποστολή agent advertisements και -1 (καμία αποστολή agent advertisements).
- **interval** : Συχνότητα απόστολής agent advertisements σε δευτερόλεπτα.
- **HighestFAIPAddress**: IP διεύθυνση μέσω της οποίας επικοινωνεί ο Foreign Agent με τον Home Agent
- **HighestFA**: Θέση του FA στην ιεραρχία των FAs

```

INTERFACES_BEGIN
# interface type agentadv interval force_IP_addr

```

```

eth0          2          1          5
eth1          3          1          5
INTERFACES_END

HighestFAIPAddress 10.3.2.2
HighestFA TRUE

SECURITY_BEGIN
# SPI    Node IP      Node  alg.   shared secret
2001    10.3.4.2      3     4     "test"
SECURITY_END
EnableTriangleTunneling TRUE
EnableReverseTunneling FALSE

```

### 3.5.5 Ρυθμίσεις Mobile Node

Οι ρυθμίσεις του Home Agent περιέχονται στο αρχείο `/usr/local/etc/dynmnd.conf`. Οι σημαντικότερες είναι οι ακόλουθες:

- **MNHomeIPAddress:** Η Home Address του Mobile Node
- **HomeNetPrefix :** Η διεύθυνση του Home Network
- **TunnelingMode:** Μέθοδος δρομολόγησης. Οι δυνατές τιμές είναι 3 (ανάστροφη δρομολόγηση) και 4 (τριγωνική δρομολόγηση)

```

MNHomeIPAddress 10.3.4.2
MNNetworkAccessIdentifier "test"

HAIPAddress 10.3.4.1
HomeNetPrefix 10.3.4.0/24

SPI 1000
SharedSecret "test"
FA_SECURITY_BEGIN
# SPI    FA IP      alg.   shared secret
2001    10.3.5.1      4     "test"
FA_SECURITY_END
TunnelingMode 4

```

## **Μέρος II**

# **Προσδιορισμός και απεικόνιση της θέσης**





## **Κεφάλαιο 4**

### **Προσδιορισμός της θέσης**

## 4.1 Εισαγωγή

Οι βασισμένες στη θέση υπηρεσίες είναι υπηρεσίες προς τον τελικό χρήστη προσαρμοσμένες στη συγκεκριμένη θέση που αυτός βρίσκεται. Την εποχή του μεγάλου τηλεπικοινωνιακού ανταγωνισμού, οι βασισμένες στη θέση υπηρεσίες ανοίγουν νέους ορίζοντες για τους παρόχους ασύρματων επικοινωνιών, οι οποίοι επιδιώκουν την προσφορά καινοτόμων και ελκυστικών υπηρεσιών «προστιθέμενης αξίας». Οι βασισμένες στη θέση υπηρεσίες εφαρμόζουν ακριβή και σε πραγματικό χρόνο εύρεση της θέσης, έτσι ώστε να οδηγούν τους τελικούς χρήστες στα πλησιέστερα σημεία ενδιαφέροντος, να τους συμβουλεύσουν σχετικά με τις γύρω τους συνθήκες, να τους επιτρέψουν να έρθουν σε επαφή με χρήστες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση ή ακόμη να τους παράσχουν καθοδήγηση κατά τη μετακίνησή τους.

Η ανάγκη εντοπισμού της θέσης κινητών συσκευών πρωτοεμφανίστηκε στα στρατιωτικά συστήματα κατά τη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου πολέμου. Η ιδέα ήταν απλή: ο εντοπισμός καταπονημένων στρατιωτών ή η ανακάλυψη και η εξόντωση δολιοφθορέων. Το Αμερικάνικο Υπουργείο Άμυνας εκτόξευσε μία σειρά Δορυφόρων Παγκόσμιας Θέσης (GPS) προκειμένου να υποστηρίξει στρατιωτικές ενέργειες. Στις μέρες μας, ένα πλήθος εμπορικών συστημάτων GPS έχουν αναπτυχθεί με στόχο να παρέχουν πληροφορία θέσης στον κινητό χρήστη, εφαρμογές πλοήγησης και βοήθεια σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

## 4.2 Βασισμένες στη Θέση Υπηρεσίες (*Location Based Services*)

### 4.2.1 Πεδία εφαρμογών υπηρεσιών βασισμένων στη θέση

Τα κυριότερα πεδία εφαρμογών όπου χρησιμοποιούνται υπηρεσίες βασισμένες στη θέση είναι τα ακόλουθα

- Εφαρμογές ενημέρωσης που αφορούν την κίνηση και τον καιρό σε συγκεκριμένη θέση
- Ασύρματη διαφήμιση και ηλεκτρονικά εισιτήρια
- Εντοπισμός κινηματογράφων, θεάτρων και εστιατορίων και ηλεκτρονική κράτηση
- Εφαρμογές ενημέρωσης για εκπώσεις και προσφορές καταστημάτων
- Τηλεματικές εφαρμογές διαχείρισης στόλου
- Εφαρμογές επικοινωνίας με άλλους κινούμενους χρήστες
- Κινητός Χρυσός Οδηγός

- Υπηρεσίες ενημέρωσης
- Προσωποποιημένο περιεχόμενο: Αυτή η κατηγορία αφορά ασύρματα portal που περιέχουν πληροφορία που συμπίπτει με τις προσωπικές προτιμήσεις του χρήστη, την οποία προωθούν προς αυτόν την κατάλληλη χρονική στιγμή.

## 4.3 Η Τεχνολογία

Ως θέση εννοούμε το μέρος στο οποίο είναι βρίσκεται ένα αντικείμενο στον πραγματικό κόσμο. Η θέση μπορεί να εκφραστεί με διαφορετικούς τρόπους χρησιμοποιώντας διαφορετικά πλαίσια αναφοράς, όπως η απόλυτη γεωγραφική θέση, η περιγραφική θέση ή η σχετική θέση. Ανάλογα με τον τρόπο προσδιορισμού τη θέσης του αντικειμένου, αυτή μπορεί να είναι ένα συγκεκριμένο σημείο, μία περιοχή ή κάποιο γεωγραφικό τόπο πάνω ή κοντά στη γη. Επιπλέον, ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, ποικίλει και η ακρίβεια στον προσδιορισμό της θέσης.

### 4.3.1 Γαιωδαιτικό Δεδομένο

Σε ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς, το γαιωδαιτικό δεδομένο προσδιορίζει το μέγεθος και το σχήμα της γης και την προέλευση και τον προσανατολισμό του συστήματος συντεταγμένων. Το σχήμα της γης είναι ανομοιόμορφο και έτσι τα διάφορα γαιωδαιτικά δεδομένα προσπαθούν να το μοντελοποιήσουν. Εφόσον το κάθε δεδομένο περιγράφει τη γη διαφορετικά, ανάλογα με το ποιο χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση θα επηρεάσει π.χ. την ακρίβεια με την οποία μπορεί κάποιος να εκφράσει τη θέση ενός αντικειμένου.

Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο γαιωδαιτικό μοντέλο είναι το World Geodetic Reference System του 1984 (*WGS - 84*) το οποίο προδιαγράφηκε από τη Χαρτογραφική Υπηρεσία της Αμερικής και χρησιμοποιείται μεταξύ άλλων για υπηρεσίες πλοήγησης βασισμένες σε δορυφορικά συστήματα.

### 4.3.2 Συστήματα Συντεταγμένων

Η απόλυτη γεωγραφική θέση μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας συστήματα συντεταγμένων, π.χ. το σύστημα Γεωγραφικό Μήκος - Πλάτος - Ύψος, το σύστημα Earth Centred Earth Fixed και το Μερκατορικό Σύστημα. Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα συντεταγμένων είναι αυτό του Γεωγραφικού Μήκους - Πλάτους - Ύψους.

#### Σύστημα Γεωγραφικού Μήκους - Πλάτους - Ύψους

Στο συγκεκριμένο σύστημα συντεταγμένων, η θέση ενός αντικειμένου εκφράζεται ως γεωγραφικό μήκος - πλάτος - ύψος. Το γεωγραφικό πλάτος και μήκος εκφράζονται σε μοίρες. Το γεωγραφικό πλάτος παίρνει τιμές στο εύρος από 0 έως 90

μοίρες, όπου οι 0 μοίρες αντιστοιχούν στον ισημερινό και οι 90 μοίρες αντιστοιχούν στο Βόρειο και Νότιο πόλο. Προκειμένου να διαφοροποιείται το βόρειο από το νότιο ημισφαίριο, το σύμβολο "+" ή "N" χρησιμοποιείται για το βόρειο ημισφαίριο και το σύμβολο "-" ή "S" χρησιμοποιείται για το νότιο ημισφαίριο. Το γεωγραφικό μήκος εκφράζεται σε μοίρες και παίρνει τιμή από 0 έως 180 μοίρες δυτικά ή ανατολικά, ξεκινώντας από τον κύριο μεσημβρινό. Για τη δύση χρησιμοποιούνται τα σύμβολα "+" ή "W" ενώ για την ανατολή χρησιμοποιούνται τα σύμβολα "-" ή "E". Το γεωγραφικό ύψος σε ένα σημείο είναι η απόσταση από το ελλειψοειδές αναφοράς μέχρι το σημείο, σε διεύθυνση κάθετη προς το ελλειψοειδές αναφοράς.

### Σύστημα συντεταγμένων Earth Centered - Earth Fixed

Οι συντεταγμένες Earth Centered - Earth Fixed προσδιορίζουν μία τριδιάστατη θέση σχετικά με το κέντρο της μάζας του ελλειψοειδούς αναφοράς. Ο άξονας  $x$  ορίζεται από τη διατομή του επιπέδου που προσδιορίζεται από τον κύριο μεσημβρινό και το επίπεδο του ισημερινού. Ο  $y$  άξονας βρίσκεται στη διατομή ενός επιπέδου 90 μοίρες ανατολικά του  $x$  άξονα και του επιπέδου του ισημερινού. Ο άξονας  $z$  δείχνει προς το βόρειο πόλο.

### Μερκατορικό σύστημα συντεταγμένων

Σύμφωνα με το μερκατορικό σύστημα συντεταγμένων, η γη είναι χωρισμένη σε ζώνες που καθορίζονται από έναν αριθμό και ένα χαρακτήρα. Οι αριθμοί του μερκατορικού συστήματος καθορίζουν ζώνες γεωγραφικού μήκους 6 μοιρών, από τις 80 μοίρες νότιο πλάτος μέχρι τις 84 μοίρες βόριο πλάτος. Οι χαρακτήρες των ζωνών προσδιορίζουν ζώνες των 8 μοιρών που εκτείνονται βόρεια και νότια από τον ισημερινό. Υπάρχουν και ιδιαίτερες ζώνες ανάμεσα στις 0 μοίρες και τις 36 μοίρες γεωγραφικού μήκους, πάνω από τις 72 μοίρες γεωγραφικού πλάτους και μία ειδική ζώνη 32 ανάμεσα στις 56 και τις 64 μοίρες βόρειου πλάτους. Οι μερκατορικές συντεταγμένες προσδιορίζουν διδιάστατες οριζόντιες θέσεις. Κάθε ζώνη έχει έναν κεντρικό μεσημβρινό.

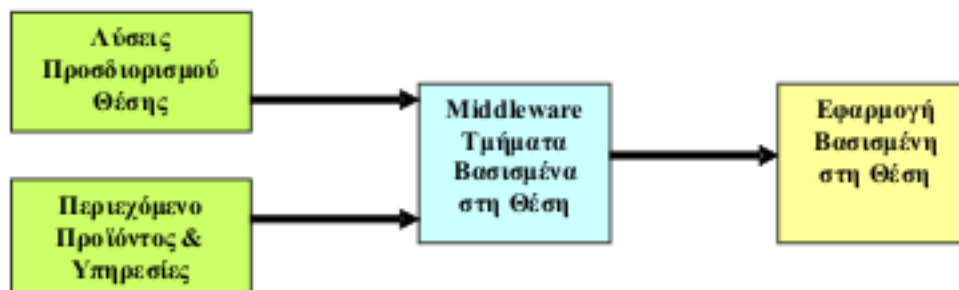
## 4.4 Προϊόντα Προσδιορισμού θέσης

Ένα πλαίσιο υψηλό επιπέδου έχει προκύψει για υπηρεσίες βασισμένες στη θέση το οποίο περιέχει τέσσερα κρίσιμα υποτιμήματα. Κάθε υποτιμήμα προκειμένου να αποδόσει τη λειτουργικότητά του στηρίζεται στη λειτουργικότητα των προηγούμενων.

Το ακόλουθο σχήμα απεικονίζει τα υποτιμήματα αυτού του πλαισίου

### 4.4.1 Λύσεις Προσδιορισμού της Θέσης

Το υποτιμήμα αυτό αναφέρεται σε εργαλεία τα οποία είναι σε θέση να εντοπίσουν τη θέση ενός κινητού τερματικού. Στόχος τους είναι να προσδιορίσουν τη θέση και να



Σχήμα 4.1: Ιεραρχία Υπηρεσιών Βασισμένων στη Θέση

τη μετατρέψουν σε κατανοητή γεωγραφική πληροφορία. Μία λύση προσδιορισμού θέσης χρησιμοποιεί διάφορες τεχνολογίες υπηρεσιών προσδιορισμού θέσης.

#### 4.4.2 Περιεχόμενο Προϊόντος & Υπηρεσίες

Το συγκεκριμένο υποτιμήμα αναφέρεται στον όγκο της πληροφορίας αναφοράς που απαιτείται προκειμένου να υποστηριχθεί μία υπηρεσία ευαίσθητη στη θέση του χρήστη, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης χαρτών, πληροφορίας διευθύνσεως, μοντέλων δρομολόγησης, σημείων ενδιαφέροντος και πληροφορίας πραγματικού χρόνου. Μία σημαντική ποσότητα γεωγραφικής πληροφορίας πρέπει να ληφθεί, να μορφοποιηθεί και ελεγχθεί ποιοτικά. Αυτή η διαδικασία δεν πραγματοποιείται μόνο μία φορά. Είναι μία διαρκής, κυκλική διαδικασία της οποίας στόχος είναι να βελτιώσει την πληρότητα, την συμβατότητα, τη συνέπεια και την ακρίβεια. Ενώ το περιεχόμενο αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της λύσης γεωγραφικής πληροφορίας, συνήθως υποτιμάται σαν προτεραιότητα σε σχέση με τις τεχνολογικές αποφάσεις.

#### 4.4.3 Middleware Τμήματα Βασισμένα στη Θέση

Ένα τέτοιο τμήμα συνήθως περιγράφεται ως «GeoToolbox» middleware. Το υποτιμήμα αυτό αλληλεπιδρά με το περιεχόμενο κάποιας θέσης ΧΥ καθώς και υποσυστήματα χρέωσης με σκοπό να παράσχει ένα πλούσιο API το οποίο επιτρέπει στους προγραμματιστές εφαρμογών να καταστήσουν κάποιες υπηρεσίες ευαίσθητες στην πληροφορία θέσης με ταχύτητα και ευκολία. Αυτό το υποτιμήμα αποτελεί τον πυρήνα της όλης λύσης, διότι αναλαμβάνει μία ποικιλία πολυπλοκών ενεργειών εκ μέρους πολλών εφαρμογών:

- Γεωκωδικοποίηση: είναι η ικανότητα να λαμβάνει μερική πληροφορία διευθύνσεως και να επιστρέφει τη γεωγραφική πληροφορία, λαμβάνοντας υπόψη

τις διαφορές των συμβάσεων στις τοπικές διευθύνσεις και το κοινό ανθρώπινο σφάλμα.

- Αντίστροφη γεωκωδικοποίηση: είναι η ικανότητα να λαμβάνει γεωγραφική πληροφορία και να επιστρέφει μία διαισθητική περιγραφή αυτής της τοποθεσίας χρησιμοποιώντας ένα πλήθος από ορόσημα σημεία.
- Βελτιστοποίηση θέσης: είναι η ικανότητα να δέχεται γεωγραφική πληροφορία και να επιστρέφει μία διαισθητική περιγραφή της συγκεκριμένης θέσης με μία πρόσθετη φιλτραρισμένη λίστα από σημεία, έτσι ο χρήστης να μπορεί να επιλέξει την ακριβή τους θέση.
- Χωρικές έρευνες: μία χωρική μηχανή ικανή να υποστηρίξει ερωτήσεις για σημεία ενδιαφέροντος που βασίζονται στη γεωγραφική ακρίβεια, τον τύπο, το όνομα κτλ. λαμβάνοντας υπόψη το δίκτυο τοπικών διαδρομών.
- Οδηγίες πορείας: είναι η ικανότητα δημιουργίας βήμα - προς - βήμα οδηγιών πλοήγησης και χαρτογράφησης διαδρομών, λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο μετακίνησης, τους μονόδρομους, την κίνηση, τα φανάρια και άλλους παράγοντες επιρροής.

## 4.5 Τεχνολογίες προσδιορισμού τοποθεσίας

Οι τεχνολογίες εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιούνται ευρέως βασίζονται στις κινητές συσκευές και στα δίκτυα. Έτσι, αποδίδουν διαφορετικά επίπεδα γεωγραφικής ακρίβειας, διαφορετικά επίπεδα επένδυσης σε λογισμικό και hardware και έχουν διαφορετικές απαιτήσεις από τους παρόχους υπηρεσιών.

### 4.5.1 Τεχνολογίες που βασίζονται στις συσκευές

#### Cell - ID

Το Cell - ID εμφανίζεται σε δίκτυα GSM, GPRS και WCDMA. Απαιτεί από το δίκτυο να ταυτοποιεί το σταθμό βάσης με τον οποίο το κινητό τηλέφωνο επικοινωνεί, καθώς και τον προσδιορισμό της θέσης του συγκεκριμένου σταθμού βάσης. Η υπηρεσία γεωγραφικού εντοπισμού του Cell - ID ταυτοποιεί τη θέση MS ή UE ως τη θέση του σταθμού βάσης και προωθεί την πληροφορία στην εφαρμογή υπηρεσιών βασισμένων στη θέση. Το Cell - ID χρησιμοποιήθηκε παλαιότερα, όταν τα υψηλά επίπεδα ακρίβειας της θέσης δεν ήταν ούτε σημαντικά, ούτε απαραίτητα.

Αν ένα κινητό τερματικό χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση μίας κλήσης, τότε η πληροφορία σχετικά με την τοποθεσία του cell στο οποίο βρίσκεται το τερματικό θα ανανεωθεί στο δίκτυο σε πραγματικό χρόνο. Παρ'όλα αυτά αν το κινητό τερματικό είναι ανενεργό, τότε η τελευταία μετάδοση θέσης θα αποθηκευτεί από το δίκτυο στον Καταχωρητή Home Location (HLR). Προκειμένου το δίκτυο να ανανεώσει

την πληροφορία της θέσης του κινητού τερματικού, θα αναζητήσει το τερματικό, καλώντας το να παρακολουθήσει την ισχύ του σήματος από τους γύρω σταθμούς βάσης, έτσι ώστε να ενημερώσει το δίκτυο σχετικά με το Cell - ID στο οποίο βρίσκεται.

Η ακρίβεια αυτής της μεθόδου εξαρτάται από το μέγεθος της κυψέλης και μπορεί να είναι πολύ μικρή σε πολλές περιπτώσεις, εφόσον μία τυπική κυψέλη GSM μπορεί να έχει διάμετρο από 2km έως 20km. Χρησιμοποιώντας πικοκυψέλες είναι δυνατό να επιτευχθεί ακρίβεια 150 μέτρων.

#### **Cell - ID + Timing Advance (TA)**

Ο χρόνος στον οποίο ένα κινητό τερματικό στέλνει τη ριπή εκπομπής του, είναι κρίσιμος για την αποδοτική λειτουργία ενός GSM/GPRS δικτύου. Κάθε κινητός σταθμός μέσα σε μία δεδομένη κυψέλη, μπορεί να βρίσκεται σε μεταβλητή απόσταση από το σταθμό βάσης που τον εξυπηρετεί και επίσης η ριπή δεδομένων από τον εκάστοτε κινητό σταθμό πρέπει να φτάνει το σταθμό βάσης τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή που οι χρονοσχιζόμες που του αντιστοιχούν είναι διαθέσιμες.

Επομένως, είναι απαραίτητη η συνεργασία του κινητού τερματικού με το σταθμό βάσης την κατάλληλη χρονική στιγμή. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διάρκεια της χρονικής προπορείας για τον εκάστοτε κινητό σταθμό εξαρτάται από την απόστασή του από το σταθμό βάσης, είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουμε αυτήν την πληροφορία προκειμένου να προσδιορίσουμε την απόσταση του καλούντος. Η πληροφορία της χρονικής προπορείας είναι χρήσιμη στην περίπτωση της αυξήσεως της ακρίβειας μέσα σε κυψέλες που έχουν ακτίνα μεγαλύτερη των 550 μέτρων. Αυτό συμβαίνει διότι οι ρυθμίσεις που πραγματοποιούνται για το συγχρονισμό της μετάδοσης του κινητού τερματικού υπολογίζονται σε σχέση με το πόσα πολλαπλάσια των 500-550 μέτρων απέχει το κινητό τερματικό από το σταθμό βάσης.

#### **Cell - ID + Signal Strength (RX Measurement/NMR)**

Ο κινητός τερματικός σταθμός μετράει συνεχώς την ισχύ του σήματος από τους σταθμούς βάσης που περικλείουν το κινητό τερματικό και επιστρέφει ένα πίνακα τιμών στο σταθμό βάσης που τον εξυπηρετεί. Έτσι, το κινητό τερματικό έχει τη δυνατότητα να εκπέμψει και να λάβει από το σταθμό βάσης που παρουσιάζει τη βέλτιστη ισχύ σήματος, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η ποιότητα της κλήσης για τον τελικό χρήστη και να γίνεται περισσότερο επαρκής χρησιμοποίηση της δικτυακής υποδομής. Με την πληροφορία της ισχύος σήματος, είναι θεωρητικά πιθανό να υπολογιστεί η γεωγραφική θέση του καλούντος λαμβάνοντας υπόψη το ρυθμό με τον οποίο μειώνεται το σθένος του σήματος RX καθώς η απόσταση ανάμεσα στον καλούντα και τον καλούμενο αυξάνεται. Παρόλα αυτά υπάρχει ένας αριθμός παραγόντων που περιορίζουν την αποδοτικότητα αυτής της μεθόδου, καθώς η απόσταση δεν είναι ο μοναδικός παράγοντας που επηρεάζει τη διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών σημάτων. Τα χαρακτηριστικά της εδαφικής περιοχής ανάμεσα στον πομπό και το δέκτη, καθώς και η εξασθένηση των εσωτερικών χώρων έχουν μεγάλη επίδραση σε αυτές

τις μετρήσεις. Η πυκνότητα των υλικών με τα οποία είναι κατασκευασμένο ένα κτίριο, καθώς και το ύψος του ορόφου από τον οποίο καλεί ο χρήστης έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ισχύ του σήματος που λαμβάνεται από το δέκτη.

### 4.5.2 Τεχνολογίες που βασίζονται στη δικτυακή υποδομή

#### Τεχνολογίες που βασίζονται σε τριγωνισμό (*triangulation*)

Ένα πλήθος διαφορετικών βασισμένων στο δίκτυο τεχνολογιών μέτρησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν με σκοπό τον εντοπισμό του καλούντος. Μερικές από τις κυριότερες παρουσιάζονται παρακάτω:

#### **Βελτιωμένη μέθοδος παρατηρούμενης χρονικής διαφοράς (E-OTD)**

Η μέθοδος E-OTD χρησιμοποιείται μόνο στα δίκτυα GSM και GPRS. Στην περίπτωση του GSM, το κινητό τερματικό παρακολουθεί τη ριπή μετάδοσης από πολλαπλούς γειτονικούς σταθμούς βάσης και μετρά τις χρονικές διαφορές ανάμεσα στις αφίξεις των πλαισίων GSM από τους σταθμούς βάσης με τους οποίους επικοινωνεί. Αυτές οι μετρούμενες χρονικές διαφορές αποτελούν τη θεμελιώδη μέτρηση της μεθόδου E-OTD και χρησιμοποιούνται για να υπολογιστεί η θέση ενός κινητού τερματικού με trilateration (τριγωνοποίηση). Η ακρίβεια της μεθόδου E-OTD είναι συνάρτηση της ανάλυσης των μετρήσεων των χρονικών διαφορών, της γεωμετρίας του γειτονικού σταθμού βάσης και του περιβάλλοντος του σήματος. Η κινητή συσκευή πρέπει να μετρήσει χρονική διαφορά από τουλάχιστον τρεις σταθμούς βάσης προκειμένου να πραγματοποιήσει προσδιορισμό διδιάστατης γεωγραφικής θέσης. Η μέθοδος E-OTD απαιτεί ακριβή χρονική πληροφορία. Οι μονάδες μέτρησης απόστασης (*Location Measurement Units - LMUs*) είναι απαραίτητες στα δίκτυα GSM και GPRS για την ακριβή χρονική πληροφορία. Η πιο σημαντική απαίτηση για αυτή την τεχνολογία είναι ότι ο σταθμός βάσης στο δίκτυο παρακολουθείται από τουλάχιστον μία LMU. Ειδικό λογισμικό είναι επίσης απαραίτητο στο κινητό τερματικό προκειμένου να υποστηρίξει την τεχνολογία E-OTD. Η ανάγκη για LMUs εισάγει σημαντικές αλλαγές στην υποδομή καθώς απαιτεί την εγκατάσταση χιλιάδων LMUs στα GSM/GPRS δίκτυα. Αυτό απαιτεί σημαντική προσπάθεια στη σχεδίαση του δικτύου, συμβατότητα με τις τοπικές νομικές διατάξεις όπου απαιτούνται νέες τοποθετήσεις, καθώς και επιπλέον κόστος στο σχεδιασμό, της εγκατάστασης, της πιστοποίησης και της συντήρησης του δικτύου των LMUs. Αυτή το επίπεδο πολυπλοκότητας δυσκολεύει την ικανότητα του παρόχου του δικτύου να παρέχει υποστήριξη περιαγωγής για μία E-OTD βασισμένη στη θέση υπηρεσία με αποτέλεσμα να επιμηκύνει το χρόνο που απαιτείται για την εγκατάσταση υπηρεσιών βασισμένων στη θέση που απαιτούν δικτυακή υποδομή.

Η E-OTD προσφέρει βελτιωμένη απόδοση σε σύγκριση με τη μέθοδο Cell-ID, αλλά απαιτεί τη χρήση των LMUs. Αυτό αυξάνει το κόστος και την πολυπλοκότητα της υλοποίησης, όπως προαναφέρθηκε. Η μέθοδος E-OTD απαιτεί επίσης ένα μεγάλο πλήθος μηνυμάτων δεδομένων που πρέπει να μεταδοθούν για την



παροχή της πληροφορίας θέσης. Η πληροφορία αυτή, όμως, μεταβάλλεται διαρκώς. Συνεπώς, η κίνηση αυτή των μηνυμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που χρησιμοποιείται στην περίπτωση της μεθόδου Assisted GPS ή της μεθόδου Cell-ID, με αποτέλεσμα η μέθοδος E-OTD να χρησιμοποιεί περισσότερο εύρος ζώνης του δικτύου από αυτές τις τεχνολογίες. Η ακρίβεια επηρεάζεται από το φαινόμενο των πολλαπλών μονοπατιών και τις ανακλάσεις των σημάτων καθώς χρησιμοποιεί τουλάχιστον τρεις σταθμούς βάσης. Το σύστημα είναι αρκετά ανακριβές σε αγροτικές περιοχές, καθώς εκεί είναι εγκατεστημένος μικρότερος αριθμός σταθμών βάσης.

**Μετρούμενη χρονική διαφορά άφιξης (OTDOA)** Η μέθοδος OTDOA λειτουργεί μόνο στην περίπτωση των WCDMA δικτύων. Η OTDOA θεωρείται γενικά σαν μια έκδοση WCDMA της μεθόδου E-OTD. Η τεχνική OTDOA υπηρεσιών θέσης εκτιμά τη θέση ενός κινητού τερματικού αναφορικά με το χρονισμό των σημάτων όπως αυτά λαμβάνονται στον εξοπλισμό του χρήστη από τουλάχιστον τρεις σταθμούς βάσης. Η θέση της συσκευής είναι η διατομή τουλάχιστον δύο υπερβολών που ορίζονται από την παρατηρούμενη χρονική διαφορά άφιξης των πλαισίων WCDMA από πολλαπλούς σταθμούς βάσης. Η αδυναμία και αυτής της τεχνικής όσον αφορά περιοχές με αραιό δίκτυο σταθμών βάσης είναι δεδομένη. Καθώς το δίκτυο WCDMA βασίζεται στο CDMA, είναι βελτιστοποιημένο όσον αφορά τη χαμηλή ισχύ και την επαρκέστερη χρήση του εύρους ζώνης. Η ικανότητα του κινητού τερματικού να βλέπει και να χρησιμοποιεί πολλαπλούς σταθμούς βάσης είναι περιορισμένη. Αυτό επηρεάζει την ακρίβεια και τη συνολική απόδοση της μεθόδου OTDOA η οποία σε πολλές περιπτώσεις είναι χειρότερη της E-OTD. Επιπλέον, για το συγχρονισμό ενός δικτύου στο βαθμό που απαιτείται για να υποστηριχθεί η ακρίβεια της εύρεσης θέσης με τη μέθοδο OTDOA είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν ακριβότερες μονάδες χρόνου, όπως LMU.

**Γωνία Αφίξης (Angle of Arrival)** Η μέθοδος AOA χρησιμοποιεί multi-array κεραίες και προσπαθεί να εκτιμήσει την κατεύθυνση της άφιξης του σήματος ενδιαφέροντος. Έτσι, μία μοναδική μέτρηση με τη μέθοδο AOA τοποθετεί τη θέση της πηγής του σήματος πάνω στη μια ακμή της εκτιμώμενης γωνίας άφιξης. Αν υπάρχουν τουλάχιστον δύο τέτοιες εκτιμήσεις της γωνίας άφιξης από δύο κεραίες σε δύο διαφορετικές θέσεις, η θέση της πηγής του σήματος μπορεί να προσδιορισθεί από την τομή των δύο ευθειών που προκύπτουν από τις δύο κεραίες. Συνήθως, χρησιμοποιούνται πολλαπλές μετρήσεις της γωνίας άφιξης του σήματος προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια της εκτίμησης με παραπάνω πληροφορία.

Μία σημαντική απαίτηση για ακριβή εκτίμηση της θέσης είναι ότι το σήμα που φτάνει στη συστοιχία κεραίων από την πηγή πρέπει να έρχεται από την κατεύθυνση της γραμμής οπτικής επαφής (LOS). Όμως, αυτό δε συμβαίνει συχνά σε ένα κυψελωτό σύστημα, το οποίο μπορεί να λειτουργεί σε ένα κανάλι υπό ισχυρή σκίαση. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι το σημαντικό κόστος εγκατάστα-

σης των συστοιχιών κεραιών. Η υπηρεσία θέσης που χρησιμοποιεί τη μέθοδο γωνίας άφιξης του σήματος ενδέχεται να απαιτεί συχνή βαθμονόμηση αφού ακόμη και μία μικρή αλλαγή στην διάταξη της συστοιχίας των κεραιών, λόγω ανέμου ή καταιγίδας, μπορεί να προκαλέσει σημαντική αλλαγή στο σφάλμα προσδιορισμού της θέσης. Ένα άλλο πρόβλημα της μεθόδου AOA είναι η πολυπλοκότητα των αλγορίθμων της.

### **Global Positioning Services (GPS)**

Η τεχνολογία GPS χρησιμοποιείται σε δίκτυα GSM, GPRS και WCDMA. Η μέθοδος GPS βασίζεται σε ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης που ιδρύθηκε και ελέγχεται από το αμερικάνικο υπουργείο άμυνας. Παρά την τεράστια βάση εκατομμυρίων χρηστών ανά τον κόσμο, το σύστημα σχεδιάστηκε και λειτουργεί από το προσωπικό του αμερικάνικου στρατού. Το GPS παρέχει κωδικοποιημένα δορυφορικά σήματα τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν μόνο οι δέκτες GPS με αποτέλεσμα να μπορούν να υπολογίσουν τη θέση, την ταχύτητα και το χρόνο.

Η βασική μέτρηση που πραγματοποιείται από ένα δέκτη GPS είναι ο χρόνος που απαιτείται για τη διάδοση του σήματος από το ένα σημείο στο διάστημα σε ένα άλλο. Επειδή στη γενική περίπτωση, η ταχύτητα που ταξιδεύουν τα σήματα RF είναι γνωστή με σχετική ακρίβεια, αυτή η μέτρηση χρόνου μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε απόσταση από την RF πηγή. Εάν μετρηθεί η απόσταση του δέκτη από τέσσερις δορυφόρους, τότε ο δέκτης μπορεί με ακρίβεια να προσδιορίσει τη θέση του οπουδήποτε στη γη. Τέσσερα σήματα δορυφόρων GPS χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό θέσεων σε τρεις διαστάσεις καθώς και για την άγνωστη χρονική απόκλιση στο ρολόι του δέκτη. Το σύστημα επιτρέπει στους στρατιωτικούς χρήστες να χρησιμοποιούν μία εμπλουτισμένη ομάδα σημάτων πετυχαίνοντας περισσότερο εγγυημένη ακρίβεια από ότι μπορούν να πετύχουν οι πολίτες.

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται κυρίως στους δορυφόρους GPS. Ένα πλήθος 28 τέτοιων δορυφόρων είναι τοποθετημένοι σε κατάλληλες τροχιές ώστε να καλύπτουν σχεδόν όλη τη γήινη επιφάνεια. Κάθε χρονική στιγμή 4 έως 6 δορυφόροι βρίσκονται σε τροχιά με στόχο να καλύψουν τυχούσα δυσλειτουργία κάποιου από τους χρησιμοποιούμενους δορυφόρους. Η τροχιά ενός δορυφόρου βρίσκεται σε ύψος έντεκα χιλιάδων ναυτικών μιλίων και ακολουθεί έξι διαφορετικά τροχιακά μονοπάτια. Κάθε δορυφόρος εκτελεί μία πλήρη τροχιά γύρω από τη γη δύο φορές μέσα σε 24 ώρες. Ο δορυφόρος μεταδίδει σε δύο διαφορετικές συχνότητες, τη συχνότητα "L1", η οποία βρίσκεται στα 1575.42MHz και χρησιμοποιείται για πολιτικούς σκοπούς. Η δεύτερη συχνότητα η οποία χρησιμοποιείται για στρατιωτικούς σκοπούς βρίσκεται στα 1227.6MHz.

Οι χρήστες του συστήματος εκμεταλλεύονται την ικανότητα των δεκτών GPS να μετατρέπουν τα λαμβανόμενα σήματα σε γεωγραφική θέση και εκτίμηση ταχύτητας, ενώ ο δέκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν μία εξαιρετικά ακριβής χρονική πηγή. Οι δέκτες GPS χρησιμοποιούνται για πλοήγηση, εύρεση θέσης, προσδιορισμό χρόνου και άλλου είδους έρευνα.

### Wireless Assisted - GPS

Ο δέκτης GPS υπολογίζει την απόσταση χρησιμοποιώντας τη μέτρηση του χρόνου που απαιτείται προκειμένου το σήμα να ταξιδέψει από το δορυφόρο μέχρι το δέκτη. Προκειμένου να είναι ακριβής η πληροφορία του χρόνου είναι ανάγκη το λαμβανόμενο σήμα από το δορυφόρο να είναι σχετικά ισχυρό. Για να προσπεραστεί αυτός ο περιορισμός ένας δέκτης Assisted GPS χρησιμοποιεί βοηθητικά δεδομένα από ένα A-GPS Location Server (Εξυπηρετητή Θέσης) ο οποίος παρέχει πληροφορία στο δέκτη, η οποία βελτιώνει το κατώφλι ευαισθησίας περίπου κατά 25dB και μειώνει το χρόνο εκκίνησης κατά 5 δευτερόλεπτα. Αυτή η προσέγγιση περιορίζει τους μακρούς χρόνους εκκίνησης των συμβατικών δεκτών GPS και επιτρέπει στο δέκτη να λειτουργεί κάτω από αντίξοες συνθήκες GPS σημάτων. Η απόδοση του A-GPS μειώνεται σε περιβάλλοντα όπου τα σήματα των δορυφόρων είναι σχετικά μπλοκαρισμένα. Το Assisted - GPS προσφέρει καλύτερη ακρίβεια από τις μεθόδους Cell-ID, E-OTD ή OTDOA, ενώ δεν απαιτεί ακριβό εξοπλισμό όπως LMU. Μία πλατφόρμα A-GPS έχει σχεδόν αμελητέα επιρροή σε μία υποδομή και μπορεί εύκολα να υποστηρίξει την περιαγωγή, αλλά απαιτεί GPS κύκλωμα μέσα στο κινητό τερματικό.

### Υβριδική Τεχνολογία

Ένα υβριδικό A-GPS λειτουργεί σε δίκτυα GSM, GPRS και WCDMA. Η υβριδική τεχνολογία προσδιορισμού της θέσης συνδυάζει τη μέθοδο Assisted - GPS με κάποια άλλη τεχνική προσδιορισμού της θέσης με έναν τρόπο που επιτρέπει τα πλεονεκτήματα της μίας να καλύπτουν τις αδυναμίες της άλλης με στόχο την παροχή μίας περισσότερο αυτόματης και αξιόπιστης λύσης. Επειδή το A-GPS είναι ανεξάρτητο του εξωτερικού περιβάλλοντος, μπορεί να συνδυαστεί με οποιαδήποτε από τις κύριες τεχνολογίες. Η υβριδική λύση παρέχει ακριβή και αξιόπιστο προσδιορισμό της θέσης ακόμη κι εκεί που μία ανεξάρτητη λύση και το GPS αποτυγχάνουν.

Η πιο συχνή υλοποίηση της υβριδικής τεχνολογίας για τα GSM, GPRS και WCDMA δίκτυα είναι να συνδυαστεί το A-GPS με την τεχνική του Cell-ID. Αυτό βελτιώνει την απόδοση σε περιοχές όπου το A-GPS δεν μπορεί να παράγει πληροφορία θέσης και παρέχει την ακρίβεια του A-GPS σε όλες τις άλλες περιπτώσεις. Η ακρίβεια του A-GPS μειώνεται μόνο σε βάρη μέσα σε κτίρια ή σε πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές όπου η τεχνική του Cell-ID μπορεί να παράσχει τον προσδιορισμό της θέσης. Ο συνδυασμός του A-GPS και του Cell-ID περιλαμβάνει και το πλεονέκτημα της περιαγωγής που προσδιορίζεται και στις δύο τεχνικές.

## 4.6 Οι Βασισμένες στη Θέση Υπηρεσίες και η Αγορά

### 4.6.1 Εφαρμογές

Η ικανότητα μίας ασύρματης τεχνολογίας να προσδιορίζει τη θέση των τελικών χρηστών είναι ένα χαρακτηριστικό, παρά μία υπηρεσία από μόνη της. Το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά ικανές τις υπάρχουσες υπηρεσίες πολύ πιο χρήσιμες στο χρήστη και προάγει την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές οικογένειες υπηρεσιών που βασίζονται στη θέση, κάθε μία από τις οποίες προσδιορίζεται από μία λίστα χαρακτηριστικών. Οι τέσσερις οικογένειες είναι οι ακόλουθες:

- Υπηρεσίες Ασύρματης Ειδοποίησης
- Υπηρεσίες Πληροφοριών Βασισμένες στη Θέση
- Υπηρεσίες Προσδιορισμού Θέσης
- Βοηθητικές Υπηρεσίες προς τους τελικούς χρήστες

### Υπηρεσίες Ασύρματης Ειδοποίησης

Οι υπηρεσίες ειδοποίησης ενεργοποιούνται αυτόματα όταν ο χρήστης εισέλθει σε μία προκαθορισμένη περιοχή. Παρά το γεγονός ότι έχουν σχεδιαστεί για να περικλείουν σχετικά μεγάλες περιοχές, οι υπηρεσίες αυτές απαιτούν αρκετά καλά επίπεδα ακρίβειας, ειδικά στην περίπτωση της βασισμένης στη θέση χρέωσης. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι υπηρεσιών ειδοποίησης:

**Βασισμένη στη Θέση Χρέωση** Οι συνδρομητές είναι ικανοί να επιλέξουν ένα πλήθος ζωνών, διάφορων μεγεθών, μέσα στις οποίες οι κλήσεις που πραγματοποιούν και τα δεδομένα που ανταλλάσσουν θα χρεώνονται με κάποια έκπτωση. Αυτή η υπηρεσία βασίζεται στην υπόθεση ότι ο κύριος όγκος των κλήσεων και των δεδομένων ενός χρήστη ανταλλάσσεται από μερικές μόνο περιοχές. Η υπηρεσία αυτή σχεδιάστηκε προκειμένου να ωθήσει τους χρήστες να μετακινηθούν από τα σταθερά δίκτυα προς τα ασύρματα.

**Διαφημιστικές Υπηρεσίες** Αυτός ο τύπος υπηρεσιών περιλαμβάνει υπηρεσίες όπως πληροφορίες για ταξιδιώτες οι οποίοι μόλις προσγειώθηκαν σε κάποιο αεροδρόμιο και επιθυμούν να πληροφορηθούν σχετικά με τις εταιρείες ΤΑ-ΞΙ ή την κατάσταση των πτήσεων. Επίσης, διαφημίσεις που ενδιαφέρουν το χρήστη μπορεί να λαμβάνονται καθώς αυτός περνά μπροστά από κάποιο κατάστημα. Στην τελευταία περίπτωση, προκειμένου ο χρήστης να μη λαμβάνει άχρηστη πληροφορία, θα ήταν απαραίτητο να μπορεί να προσδιορίσει τον τύπο της πληροφορίας που θα τον ενδιέφερε να λαμβάνει.

### Υπηρεσίες Πληροφοριών Βασισμένες στη Θέση

Αυτός ο τύπος των υπηρεσιών περιλαμβάνει οποιαδήποτε εφαρμογή όπου η πληροφορία φιλτράρεται και παραδίδεται στο χρήστη με έναν τρόπο που βασίζεται στη θέση του. Η πληροφορία θα μπορούσε να μεταδίδεται με διάφορους τρόπους όπως μέσω SMS ή μέσω κάποιων υπηρεσιών δεδομένων.

Το επίπεδο της απαιτούμενης ακρίβειας για τέτοιου τύπου υπηρεσίες ποικίλει σημαντικά βασιζόμενο στη φύση της πληροφορίας. Όταν πρόκειται για υπηρεσία πλοήγησης θα ήταν απαραίτητο να υπάρχει υψηλός βαθμός ακρίβειας, αλλά στην περίπτωση των δελτιών καιρού, είναι απαραίτητο ένα αρκετά χαμηλό επίπεδο ακρίβειας. Συνεπώς, οι υπηρεσίες που βασίζονται στη θέση μπορούν να παρασχεθούν στον τελικό χρήστη χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε τεχνική, από το Cell-ID έως το A-GPS. Η χρέωση τέτοιων υπηρεσιών θα εξαρτάται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται προκειμένου να λάβει την πληροφορία ο χρήστης. Μία υπηρεσία βασισμένη στην τεχνολογία των SMS θα μπορούσε να χρεώνεται με καθορισμένη τιμή για κάθε αίτηση πληροφορίας, ενώ μία υπηρεσία που βασίζεται στο δίκτυο δεδομένων θα μπορούσε να χρεώνεται χρησιμοποιώντας το χρόνο εναέριας κίνησης. Εναλλακτικά, ο χρήστης θα μπορούσε να πληρώσει μία προκαθορισμένη συνδρομή για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία όσο συχνά επιθυμεί. Παρακάτω αναφέρονται κάποιο παραδείγματα τέτοιων υπηρεσιών:

**Εντοπισμός σημείων ενδιαφέροντος** Ο τελικός χρήστης χρειάζεται πληροφορία που αφορά τη θέση κάποιου σημείου ενδιαφέροντος ή επιθυμεί να βρει τη γρηγορότερη διαδρομή προς έναν συγκεκριμένο προορισμό.

**Κίνηση και Πλοήγηση** Ο τελικός χρήστης χρειάζεται πληροφορία, βρισκόμενος συνήθως σε όχημα, σχετικά με την κίνηση, τα έργα στους δρόμους ή τη βέλτιστη διαδρομή προς έναν προορισμό.

**Διάφορες Υπηρεσίες** Υπάρχουν αρκετές ακόμη υπηρεσίες πληροφόρησης, όπως ο καιρός κάποιας γεωγραφικής περιοχής ή πληροφορίες σχετικά με κάποια τουριστικά αξιοθέατα.

### Υπηρεσίες Εντοπισμού

Οι υπηρεσίες αυτές απευθύνονται τόσο σε μεμονωμένους όσο και σε εταιρικούς χρήστες, όπου απαιτείται πληροφορία σχετικά με τη θέση μίας τρίτης οντότητας. Η ακρίβεια σε αυτόν τον τύπο των υπηρεσιών πρέπει να είναι αρκετά υψηλή καθώς ο χρήστης συνήθως κινείται, καθιστώντας απαραίτητη τη χρήση μίας πιο ακριβούς τεχνικής από αυτή του Cell ID. Σε αντίθεση με άλλες ασύρματες υπηρεσίες βασισμένες στη θέση, οι υπηρεσίες εντοπισμού δεν είναι πάντα προσβάσιμες από κινητό τερματικό, αλλά από ένα κέντρο ελέγχου ή μέσω του Internet. Παρακάτω παρουσιάζονται τρεις βασικές κατηγορίες τέτοιων υπηρεσιών:

**Διαχείριση Στόλου** Αυτή η κατηγορία υπηρεσιών απευθύνεται σε εταιρικούς χρήστες. Σε οργανισμούς, όπως εταιρείες ταξί, εταιρείες μεταφορών ή κατασκευα-

στικές εταιρείες, είναι χρήσιμος ο εντοπισμός της μετακίνησης των υπαλλήλων τους και των οχημάτων τους σε μόνιμη βάση. Αυτές οι υπηρεσίες χρησιμοποιούνται, επίσης, με στόχο την παρακολούθηση της παράδοσης ενός πακέτου, το συντονισμό της παραλαβής ενός επιβάτη, την μεταφορά εντολών σε έναν υπάλληλο ή την παροχή μίας υπηρεσίας επείγοντων περιστατικών σε έναν υπάλληλο που κινδυνεύει.

**Εντοπισμός Αντικειμένων** Αυτή η κατηγορία απευθύνεται τόσο σε εταιρικούς όσο και μεμονωμένους χρήστες. Οι εταιρείες ενδέχεται να απαιτούν την παρακολούθηση της πορείας ενός σημαντικού αντικειμένου, ή οι μεμονωμένοι χρήστες να διασφαλίσουν την εύρεση πολύτιμων αντικειμένων όταν αυτά κλαπούν.

**Εντοπισμός ανθρώπων** Μία υπηρεσία προς τους μεμονωμένους χρήστες θα μπορούσε να επιτρέψει την παρακολούθηση των μικρών παιδιών από τους γονείς τους εντοπίζοντας τη θέση του κινητού τηλεφώνου του παιδιού. Εναλλακτικά, οι χρήστες θα μπορούσαν να ενημερώνονται, αυτόματα ή κατ' απαίτηση, σχετικά με τη θέση φίλων ή συναδέλφων.

### **Υπηρεσίες Βοήθειας Τελικού Χρήστη**

Αυτές οι υπηρεσίες είναι σχεδιασμένες για να παρέχουν ένα δίκτυ ασφαλείας στον τελικό χρήστη όταν αυτός αντιμετωπίζει κάποια δυσκολία. Όταν η τοποθεσία μίας κλήσης προσδιοριστεί, ο πάροχος δικτύου ανακατευθύνει την κλήση στην κοντινότερη υπηρεσία που μπορεί να αντιμετωπίσει την ανάγκη (αστυνομία, πυροσβεστική, κ.α.). Το επίπεδο ακρίβειας για τέτοιου είδους υπηρεσίες είναι κρίσιμο καθώς μπορεί να διακυβεύονται ανθρώπινες ζωές. Οι δύο κύριες κατηγορίες τέτοιων υπηρεσιών παρουσιάζονται παρακάτω:

**Βοήθεια οδικού δικτύου** Παρέχουν τη θέση των χρηστών με στόχο την ελαχιστοποίηση του χρόνου απόκρισης για τα οχήματα παρουσιάζουν βλάβη.

**Υπηρεσίες Επείγοντων Περιστατικών** Προσδιορισμός της θέσης της κλήσης με στόχο την ελαχιστοποίηση του χρόνου απόκρισης της αστυνομίας ή ενός ασθενοφόρου. Επίσης, οι υπηρεσίες αυτές ενδέχεται να έχουν πρόσβαση σε προσωπικά ιατρικά δεδομένα του χρήστη, όπως η ομάδα αίματος κτλ.

## **Κεφάλαιο 5**

### **Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (GIS)**

## 5.1 Εισαγωγή

Ως GIS ορίζουμε ένα σύστημα αποτελούμενο από υλικό και λογισμικό, που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση, ανάκτηση και ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων. Η γενική αρχή που διέπει τα GIS συστήματα είναι ότι κάθε σημείο και αντικείμενο στη γη έχει γεωαναφορά και έτσι στο σύνολο των πληροφοριών που αποθηκεύουμε σε μια βάση δεδομένων γι' αυτό, μπορούμε να προσθέσουμε και τη θέση του.

Η ιδέα για το GIS ξεκίνησε στο τέλος της δεκαετίας του 1950 αλλά το πρώτο λογισμικό εμφανίστηκε στο τέλος της δεκαετίας του 1970 από την ESRI. Έκτοτε το GIS έχει προκαλέσει επανάσταση στον τρόπο που χειριζόμαστε και αναλύουμε τα δεδομένα.

## 5.2 Τα θεμέλια του GIS

Συχνά τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας καλούνται «Ολοκληρώνουσα τεχνολογία» γιατί συνδυάζουν γνώσεις και τεχνολογίες από πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Ενδεικτικά αναφέρουμε τους εξής:

- Γεωγραφία
- Χαρτογραφία
- Φωτογραμμετρία
- Τοπογραφία
- Γεωδαισία
- Στατιστική
- Πληροφορική
- Μαθηματικά
- Επιχειρησιακή Έρευνα

## 5.3 Έννοιες & ιδιότητες χαρτογράφησης

Ένας χάρτης αντιπροσωπεύει τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ή άλλα χωρικά φαινόμενα με γραφικό τρόπο προκειμένου να μεταφέρει την πληροφορία για τις θέσεις και τις ιδιότητες του. Οι σχετικές με την τοποθεσία πληροφορίες περιγράφουν τη θέση των ιδιαίτερων γεωγραφικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων στη γήινη επιφάνεια, καθώς επίσης και τη χωρική σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Οι ιδιότητες περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών γνωρισμάτων που αντιπροσωπεύονται, όπως ο τύπος χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, το



όνομα ή ο αριθμός τους και οι ποσοτικές πληροφορίες όπως η περιοχή ή το μήκος τους.

Κατά συνέπεια ο βασικός στόχος της χαρτογράφησης είναι να παράσχει

- περιγραφές του γεωγραφικού φαινομένου
- χωρικές και μη χωρικές πληροφορίες
- χαρακτηριστικά γνωρίσματα χαρτών όπως το σημείο, τη γραμμή, & το πολύγωνο.

### 5.3.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα χαρτών

Οι πληροφορίες θέσης αντιπροσωπεύονται συνήθως από σημεία για αντικείμενα όπως τα φρεάτια και οι θέσεις τηλεφωνικών στήλων, γραμμές για αντικείμενα όπως ρεύματα, σωληνώσεις και γραμμές και περιοχές με περίγραμμα για αντικείμενα όπως λίμνες και νομοί.

**Σημείο** Ένα σημείο αντιπροσωπεύει μια μοναδική θέση. Καθορίζει ένα αντικείμενο πάρα πολύ μικρό για να παρουσιαστεί ως γραμμή ή περιοχή. Ένα ειδικό σύμβολο ετικέτας συνήθως χαρακτηρίζει το σημείο.

**Γραμμή** Μια γραμμή είναι ένα σύνολο συνδεδεμένων, διατεταγμένων συντεταγμένων που αντιπροσωπεύουν τη γραμμική μορφή ενός αντικειμένου, που μπορεί να είναι πάρα πολύ στενό για να παρουσιαστεί ως πολύγωνο, όπως ένας δρόμος ή ένα άλλο γνώρισμα χωρίς το πλάτος όπως μια γραμμή περιγράμματος.

**Πολύγωνο** Ένα πολύγωνο είναι ένας κλειστό σχήμα του οποίου το όριο εσωκλείει μια ομοιογενή περιοχή, όπως τα όρια ενός δήμου ή μια λίμνη.

Εκτός από τις θέσεις χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και τις ιδιότητές τους, τα άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά που ορίζουν τους χάρτες και τη χρήση τους περιλαμβάνουν:

- Κλίμακα χάρτη
- Ακρίβεια χάρτη
- Έκταση χάρτη
- Έκταση των δεδομένων του χάρτη

### 5.3.2 Τύποι πληροφορίας σε ένα ψηφιακό χάρτη

Κάθε ψηφιακός χάρτης μπορεί να αποθηκεύσει πολύ περισσότερες πληροφορίες από έναν συνηθισμένο χάρτη της ίδιας περιοχής, αλλά δεν είναι γενικά σαφές με την πρώτη ματιά ακριβώς το είδος των πληροφοριών που περιλαμβάνει ο χάρτης. Έτσι, η αξιολόγηση ενός δεδομένου συνόλου στοιχείων απλά με την εξέταση τους στην οθόνη μπορεί να είναι δύσκολη.

Τρεις γενικοί τύποι πληροφοριών μπορούν να περιληφθούν στους ψηφιακούς χάρτες:

- Γεωγραφικές πληροφορίες, οι οποίες παρέχουν τη θέση και τις μορφές των συγκεκριμένων γεωγραφικών αντικειμένων.
- Πληροφορίες ιδιοτήτων, οι οποίες παρέχουν τις πρόσθετες μη-γραφικές πληροφορίες για αντικείμενο.
- Πληροφορίες επίδειξης, οι οποίες περιγράφουν πώς τα αντικείμενα θα εμφανιστούν στην οθόνη. Μερικοί ψηφιακοί χάρτες δεν περιέχουν και τους τρεις τύπους πληροφοριών. Παραδειγματος χάριν, οι χάρτες ράστερ συνήθως δεν περιλαμβάνουν τις πληροφορίες ιδιοτήτων, και πολλές διανυσματικές πηγές στοιχείων δεν περιλαμβάνουν τις πληροφορίες επίδειξης.

#### Γεωγραφικές πληροφορίες

Οι γεωγραφικές πληροφορίες σε έναν ψηφιακό χάρτη παρέχουν τη θέση και τη μορφή κάθε αντικείμενου. Για παράδειγμα, οι γεωγραφικές πληροφορίες ενός οδικού χάρτη είναι η θέση κάθε δρόμου στο χάρτη.

Σε έναν διανυσματικό χάρτη, η θέση ενός αντικείμενου εκφράζεται κανονικά σαν ζεύγη X, Y ή τριάδες X, Y, Z χρησιμοποιώντας το σύστημα συντεταγμένων που ορίζεται για το χάρτη. Τα περισσότερα διανυσματικά γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών υποστηρίζουν τρία θεμελιώδη γεωμετρικά αντικείμενα:

- Σημείο: Ένα ζευγάρι συντεταγμένων.
- Γραμμή: Δύο ή περισσότερα σημεία σε μια συγκεκριμένη ακολουθία.
- Πολύγωνο: Μια περιοχή που εσωκλείεται από μια γραμμή.

Μερικά συστήματα υποστηρίζουν επίσης και πιο σύνθετες οντότητες, όπως οι περιοχές, οι κύκλοι, οι ελλείψεις, τα τόξα, και οι καμπύλες.

#### Πληροφορίες ιδιοτήτων

Το στοιχείο ιδιοτήτων περιγράφει συγκεκριμένα γνωρίσματα του χάρτη αλλά δεν είναι εγγενώς γραφικό. Για παράδειγμα, μια ιδιότητα που συνδέεται με έναν δρόμο μπορεί να είναι το όνομά του ή η ημερομηνία που ασφαλτοστρώθηκε. Οι ιδιότητες αποθηκεύονται συχνά στα αρχεία βάσεων δεδομένων που κρατιούνται χωριστά από

το γραφικό μέρος του χάρτη. Οι ιδιότητες αναφέρονται μόνο στους διανυσματικούς χάρτες και συνδέονται σπάνια με τις εικόνες ράστερ.

Τα πακέτα λογισμικού GIS διατηρούν εσωτερικές συνδέσεις μεταξύ κάθε γραφικής οντότητας και των ιδιοτήτων της. Η φύση αυτών των συνδέσεων ποικίλλει ευρέως στα συστήματα. Σε μερικά, η σύνδεση είναι υπονοούμενη, και ο χρήστης δεν έχει κανέναν έλεγχο. Άλλα συστήματα έχουν εμφανείς συνδέσεις που ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει. Οι συνδέσεις σε αυτά τα συστήματα λαμβάνουν τη μορφή κλειδιών βάσεων δεδομένων. Κάθε αντικείμενο αποθηκεύει μια τιμή κλεδί. Με βάση αυτό το κλειδί προσδιορίζεται η εγγραφή στη βάση δεδομένων που περιέχει τις ιδιότητες του.

### **Πληροφορίες εμφάνισης**

Οι πληροφορίες εμφάνισης ενός ψηφιακού χάρτη περιγράφουν πώς ο χάρτης πρόκειται να επιδειχθεί ή να σχεδιαστεί. Οι συνήθεις πληροφορίες εμφάνισης περιλαμβάνουν τα χρώματα των αντικειμένων, τα πλάτη γραμμών και τους τύπους γραμμών (στερεό, με παύλες, με τελείες), τον τρόπο που τα ονόματα των δρόμων και άλλων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων παρουσιάζονται στο χάρτη και εάν οι λίμνες, τα πάρκα, ή άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα περιοχής είναι χρωματικά κωδικοποιημένα.

### **5.3.3 Θεματικά Επίπεδα**

Τα περισσότερα λογισμικά GIS χρησιμοποιούν τη μέθοδο των θεματικών επιπέδων για να διαιρέσουν έναν μεγάλο χάρτη σε εύχρηστα κομμάτια. Για παράδειγμα, όλα τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα μιας περιοχής εντάσσονται σε ένα επίπεδο ενώ οι δρόμοι σε άλλο. Κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται διαχωρισμός της εμφανιζόμενης πληροφορίας και καλύτερη διαχείρισή της.



## **Μέρος ΙΙΙ**

**Υπηρεσίες βασισμένες στη θέση**



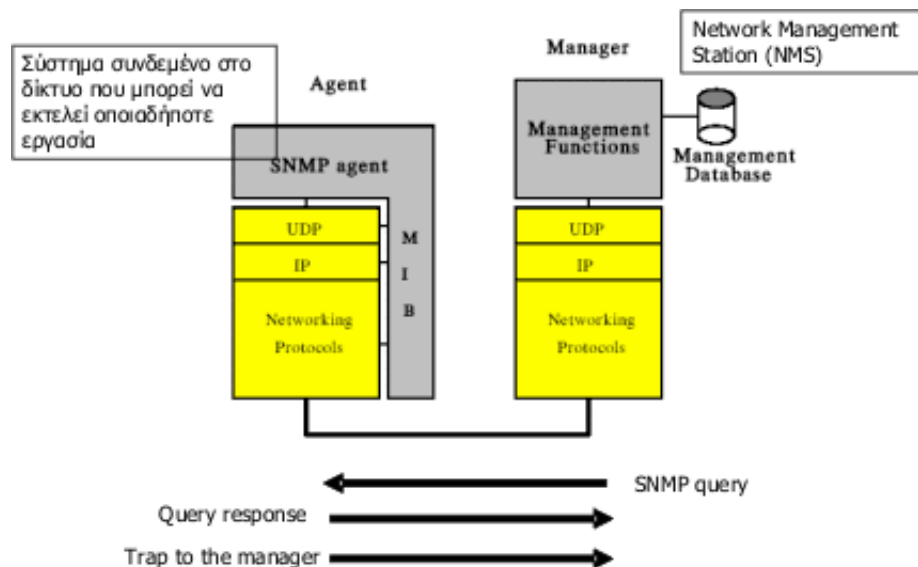
## **Κεφάλαιο 6**

### **Διαχείριση μέσω του πρωτοκόλλου SNMP**

## 6.1 Εισαγωγή

Το διαχειριστικό κομμάτι της εφαρμογής είναι πολύνηματικό (*multithreaded*) και κάθε νήματος υποστηρίζει μια διαφορετική υπηρεσία. Έτσι πολλές ταυτόχρονες διεργασίες (που καλούμε «δαίμονες») φροντίζουν για την ανταλλαγή των μηνυμάτων, την ταυτοποίηση των χρηστών, την παρακολούθηση αλλαγής κυψέλης ενός χρήστη κτλ. Ίσως ο πιο σημαντικός δαίμονας είναι ο SNMP δαίμονας τον οποίο θα αναλύσουμε πιο κάτω.

Το SNMP (*Simple Network Management Protocol*) είναι πρωτόκολλο του στρώματος εφαρμογής (application layer) για τη διαχείριση συσκευών οποιουδήποτε τύπου, συνδεδεμένων στο δίκτυο (Routers, Access Points, NICs κτλ). Το SNMP υλοποιεί απλές διαχειριστικές λειτουργίες. Ακολουθεί το μοντέλο "Manager"(που ρωτά)-"Agent"(που απαντά). Χρησιμοποιεί υπόβαθρο UDP (το οποίο είναι πρωτόκολλο χωρίς επιβεβαίωση λήψης πακέτων) στα ports 161 και 162 (η τελευταία θύρα χρησιμοποιείται για τα λεγόμενα SNMP "traps"). Διατίθεται σε πολλές εκδόσεις (SNMP ver1,2,3) ενώ σαν πρωτόκολλο είναι τυποποιημένο στα RFC 1155, 1157, 1212 [31, 18, 32], για το SNMPv1, στα RFC 1441, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906 [12, 34, 35, 36, 37, 38], για το SNMPv2 και στα RFC 3410-3415 [24, 20, 25, 22, 11, 10] για το SNMPv3. Το μοντέλο διαχείρισης για το οποίο κάναμε λόγο παρουσιάζεται πιο κάτω γραφικά:



Σχήμα 6.1: Μοντέλο Διαχείρισης SNMP

Όσο αφορά την πληροφορία διαχείρισης που ανταλλάσσεται, χρειαζόμαστε έναν τρόπο για να ορίζουμε τα αντικείμενα που διαχειριζόμαστε και τη συμπεριφορά τους. Χρειάζεται να γνωρίζουμε ποια αντικείμενα είναι διαθέσιμα στον agent και ποιες είναι



οι ιδιότητες τους π.χ. κατάσταση ενός Router Interface: Up, Down, Testing.

Τις πληροφορίες αυτές μας τις παρέχει η Βάση Πληροφοριών Διαχείρισης (*Management Information Base - MIB*). Η πληροφορία σε αυτή δομείται σύμφωνα με τους κανόνες "Structure of Management Information" (SMI). Υπάρχουν πολλές MIB ανάλογα με το είδος εργασιών π.χ. ATM MIB (RFC 2515), DNS MIB (RFC 1611) [40, 9] κτλ. Όλοι όμως οι agents υλοποιούν τη MIB II (RFC 1213) [27].

Η SMI ορίζει το πλαίσιο σύμφωνα με το οποίο η MIB θα οριστεί και θα κατασκευαστεί. Έχει σκοπό να κάνει τη MIB όσο το δυνατόν πιο απλή και εύχρηστη. Αφορά την προτυποποίηση της δομής της MIB (δενδρική και χωρισμός σε groups), την προτυποποίηση ορισμού των αντικειμένων διαχείρισης (π.χ. τύποι Integer, Counter κ.λπ.) και την κωδικοποίηση των αντικειμένων σε μια γλώσσα περιγραφής (Basic Encoding Rules - BER the ASN.1).

Η MIB αποτελείται από διαχειριζόμενα αντικείμενα (*managed objects*). Κάθε διαχειριζόμενο αντικείμενο έχει ένα τύπο και μια τιμή. Η κωδικοποίηση των αντικειμένων για να περιληφθούν στη MIB γίνεται με τη γλώσσα ASN.1 Για την περιγραφή της πληροφορίας στη MIB χρησιμοποιείται η γλώσσα ASN.1 (*Abstract Syntax Notation .1*). Η ASN.1 είναι γλώσσα κωδικοποίησης «αφηρημένων» συντάξεων στο επίπεδο εφαρμογής. Χρησιμοποιείται για τον ορισμό δομών σε Protocol Data Units (ακριβώς όπως απαιτείται για την μεταφορά της πληροφορίας διαχείρισης).

Ο όρος "Αφηρημένη" σύνταξη αναφέρεται αποκλειστικά στο τμήμα της επικοινωνίας που αφορά την εφαρμογή (διαχωρίζεται από το τμήμα που αφορά τη δικτυακή μεταφορά). Τέλος αναφέρεται αποκλειστικά στη δομή των δεδομένων χωρίς οποιοδήποτε συσχετισμό με την κωδικοποίηση σε χαμηλό επίπεδο ενώ αφορά τα δεδομένα από τη σκοπιά του χρήστη (δηλαδή τη σημασία τους), ανεξάρτητα από την εφαρμογή.

χρήστης χρειάζεται να γνωρίζει μόνο το είδος της πληροφορίας και που θα τη βρει και όχι τον τρόπο που αυτή είναι κωδικοποιημένη. Χρησιμοποιώντας τη γλώσσα ASN.1 κωδικοποιούμε τα αντικείμενα της MIB σύμφωνα με τους κανόνες "Basic Encoding Rules" (BER).

## 6.2 Δομή μιας MIB

Τα διαχειριζόμενα αντικείμενα οργανώνονται σε μια δενδρική δομή, βάση της οποίας προκύπτει και το όνομα τους (που υποδηλώνει τη μοναδική τους θέση στο δένδρο).

Τα διαχειριζόμενα αντικείμενα κωδικοποιούνται στη μορφή SNMPv2 SMI:

```
<όνομα> OBJECT-TYPE
    SYNTAX <τύπος αντικειμένου>
    MAX-ACCESS <"not-accessible" | "accessible-for-notify" | "read-only" | "read-write" | "read-create">
    STATUS <"current" | "deprecated" | "obsolete">
    DESCRIPTION <κείμενο>
    INDEX {...}
```

```
EFVAL {...}
 ::= { <θέση του αντικειμένου στον προηγούμενο κλάδο του δένδρου> }
```

Οι τύποι των αντικειμένων που υποστηρίζονται είναι οι ακόλουθοι:

- INTEGER (μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για λίστα απαρίθμησης)
- Integer32
- Unsigned32
- Counter32 & Counter64
- Gauge32
- Timeticks (εκατοστά του δευτερολέπτου, όπως μετρούνται στο σύστημα)
- OCTET STRING
- OBJECT IDENTIFIER
- Opaque
- RowStatus (TC)
- DisplayString (TC)
- IpAddress (TC)

### 6.3 Ανάγκες ύπαρξης του SNMP δαίμονα

Ο SNMP δαίμονας είναι απαραίτητος στην εφαρμογή για τον εξής λόγο: κάθε κάρτα Wi-Fi του χρήστη που κινείται στο ασύρματο περιβάλλον ενδέχεται να συσχετιστεί με παραπάνω του ενός Access Point κατά τη διάρκεια της μετακίνησης του κινητού τερματικού. Από δικτυακής πλευράς το «πέρασμα» αυτό θα είναι αδιάλειπτο στο επίπεδο εφαρμογής, δεδομένης της υποδομής του roaming για την οποία κάναμε λόγο στην αρχή. Όμως η επίγνωση της θέσης του χρήστη είναι μια πληροφορία η οποία μπορεί να προέλθει από πολλές πηγές με διαφορετική βέβαια ακρίβεια. Ίσως η πιο αξιόπιστη πηγή είναι η καταγραφή των συσχετισμένων χρηστών ενός Access Point.

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο 802.11b, το οποίο χρησιμοποιήσαμε στην εφαρμογή μας, κάθε κάρτα δικτύου που επιθυμεί να συνδεθεί σε ένα δίκτυο μέσω ενός Access Point (AP) οφείλει πρώτα να συσχετιστεί με το εν λόγω AP. Για να γίνει πρέπει να προηγηθεί μια διαδικασία handshaking και authentication (μέσω WEP, EAP κτλ). Μετά το πέρας της συσχέτισης τα Access Point κρατούν μια λίστα με τους χρήστες τους οποίους έχουν αναλάβει. Αν και υπάρχουν εξειδικευμένες MIB μέσω των οποίων η πληροφορία αυτή είναι διαθέσιμη, όπως η IEEE802dot11, εν τούτοις δεν την

υποστηρίζουν όλα τα Access Points (για τις ανάγκες των πειραμάτων μας χρησιμοποιήσαμε Cisco AP1200 και D-LINK 2000AP+ και το D-LINK δεν την υποστηρίζει). Είναι γεγονός ότι υπάρχουν πολλές διαφορετικές μεταβλητές οι οποίες μπορούν να δώσουν την πληροφορία σχετικά με τους πρόσφατους χρήστες (ακόμα και το object iftable κρατά τέτοιου είδους πληροφορία), όμως το πρόβλημα είναι ότι οι πληροφορίες αυτές κρατιούνται για πολύ ώρα στους καταχωρητές των Access Points ενώ η εφαρμογή μας έχει ανάγκη από άμεση ενημέρωση σε περίπτωση αλλαγής ενός δικτύου από κάποιον χρήστη. Η λύση ήταν η χρήση της BRIDGE-MIB και πιο συγκεκριμένα ενός πεδίου της, του dot1dTpFdbAddress. Παραθέτουμε τις πληροφορίες από το site της Cisco για το παραπάνω αντικείμενο στον πίνακα 6.1:

Object	dot1dTpFdbAddress
OID	1.3.6.1.2.17.4.3.1.1
Type	MacAddress
Permission	Read Only
Status	Mandatory
MIB	BRIDGE-MIB
Description	A unicast MAC address for which the bridge has forwarding and/or filtering information

Πίνακας 6.1: Αντικείμενο dot1dTpFdbAddress

Το αντικείμενο αυτό κρατά όλες τις MAC διευθύνσεις με τις οποίες το Access Point έχει επικοινωνήσει. Η θέση του αντικειμένου στο δέντρο της MIB είναι η ακόλουθη:

Πειραματικά, η χρήση του αντικειμένου dot1dTpFdbAddress αποδείχθηκε πολύ σωστή αφού σε περίπτωση που ένας χρήστης αλλάξει υποδίκτυο ενημερωνόμαστε για αυτό σε λιγότερο από 4 δευτερόλεπτα (είναι μικρό χρονικό διάστημα αν αναλογιστούμε ότι το roaming κρατά πάνω από 2 δευτερόλεπτα).

## 6.4 Υλοποίηση και λειτουργία

Ο SNMP δαίμονας είναι ένα Java thread το οποίο αποτελείται από 3 διακριτά επίπεδα. Αρχικά έχουμε τις βιβλιοθήκες της UDP επικοινωνίας τις οποίες χρησιμοποιούμε για να επικοινωνήσουμε με τα Access Points έτσι ώστε να γίνει ανταλλαγή των PDU (*Protocol Data Units*). Στη συνέχεια σε ένα δεύτερο επίπεδο υπάρχει ο parser των PDUs ο οποίος αποσκοπεί στην εξαγωγή της πληροφορίας που μας ενδιαφέρει. Στο τελευταίο επίπεδο η πληροφορία επεξεργάζεται και λαμβάνουν χώρα απαραίτητες ανανεώσεις στη βάση δεδομένων. Υπενθυμίζουμε ότι στην εφαρμογή μας έγινε χρήση του SNMPv1 για λόγους συμβατότητας. Ένα πιο αναλυτικό διάγραμμα της δομής και της λειτουργίας του "δαίμονα" παρουσιάζεται στο διάγραμμα 6.4.



Σχήμα 6.2: Θέση του αντικειμένου στο δέντρο της MIB

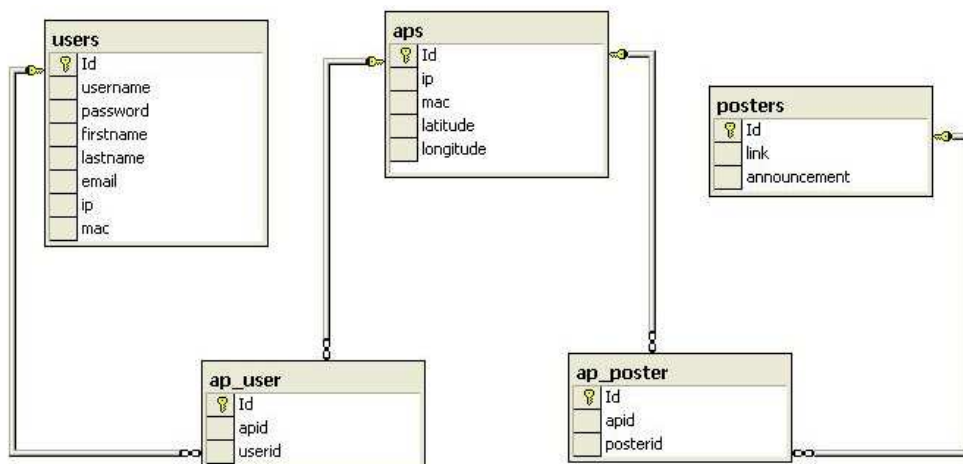
## 6.5 Βάση Δεδομένων

Για τις ανάγκες της εφαρμογής ήταν απαραίτητη η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων με σκοπό την αποθήκευση στοιχείων που αφορούν την τοπολογία και τους χρήστες. Ως βάση χρησιμοποιήθηκε η My-SQL 4.0.20 η οποία διατίθεται δωρεάν (<http://mirrors.ntua.gr/MySQL/>). Η διαδικασία δημιουργίας (το SQL script) παρατίθεται στο παράρτημα. Το σχήμα της βάσης δεδομένων εικονίζεται στο διάγραμμα 6.3.

Στη συνέχεια παραθέτουμε λίγα λόγια για το σκοπό που εξυπηρετεί κάθε πίνακας στο σύστημα.

### 6.5.1 Πίνακας: users

Στον πίνακα αυτό αποθηκεύονται το όνομα και ο κωδικός των χρηστών που είναι εγγεγραμμένοι στην υπηρεσία. Παράλληλα εδώ φυλάσσονται το IP και η MAC address της κάρτας του χρήστη. Τα στοιχεία αυτά στέλνονται από την εφαρμογή του χρήστη την στιγμή που συνδέεται με το σύστημα. Εδώ τονίζουμε ότι η MAC είναι



Σχήμα 6.3: Σχήμα Βάσης Δεδομένων

η μοναδική διεύθυνση στην οποία μπορούμε να βασιστούμε για τον εντοπισμό του χρήστη, αφού η IP σε ένα περιβάλλον που υποστηρίζει roaming δεν είναι ενδεικτική (ενδέχεται το τερματικό με IP 10.3.4.5 να είναι συσχετισμένο με το Access Point που έχει IP 10.3.5.2 που ανήκει στο υποδίκτυο 10.3.5.0).

### 6.5.2 Πίνακας: aps

Στον πίνακα αυτόν φυλάσσονται πληροφορίες σχετικά με τα Access Points του συστήματος. Συγκεκριμένα φυλάσσεται η IP, η MAC καθώς και το γεωγραφικό μήκος και πλάτος στο οποίο έχει εγκατασταθεί. Η γεωγραφική πληροφορία αυτή είναι πολύ σημαντική αφού μας δίνει μια εκτίμηση της θέσης των χρηστών που είναι συσχετισμένοι με ένα συγκεκριμένο Access Point.

### 6.5.3 Πίνακας: posters

Ο πίνακας αυτός περιέχει μηνύματα / ανακοινώσεις οι οποίες προωθούνται στον χρήστη την στιγμή που περνά από συγκεκριμένα σημεία (ή γίνεται associate σε συγκεκριμένο Access Point). Οι ανακοινώσεις αυτές είναι φωτογραφίες οι οποίες υπάρχουν με τη μορφή links και δημοσιεύονται σε έναν web server. Η διαχείριση των διαφημιστικών μηνυμάτων γίνεται μέσω ενός web εργαλείου.

### 6.5.4 Πίνακας: ap\_user

Ο πίνακας αυτός είναι ο πίνακας συσχέτιση μεταξύ των χρηστών και των Access Points. Το σύστημα χρησιμοποιεί στο επίπεδο εφαρμογής την πληροφορία αυτή

προκειμένου να υλοποιήσει κάποιες υπηρεσίες όπως αυτή της ασύγχρονης αποστολής διαφημιστικών μηνυμάτων.

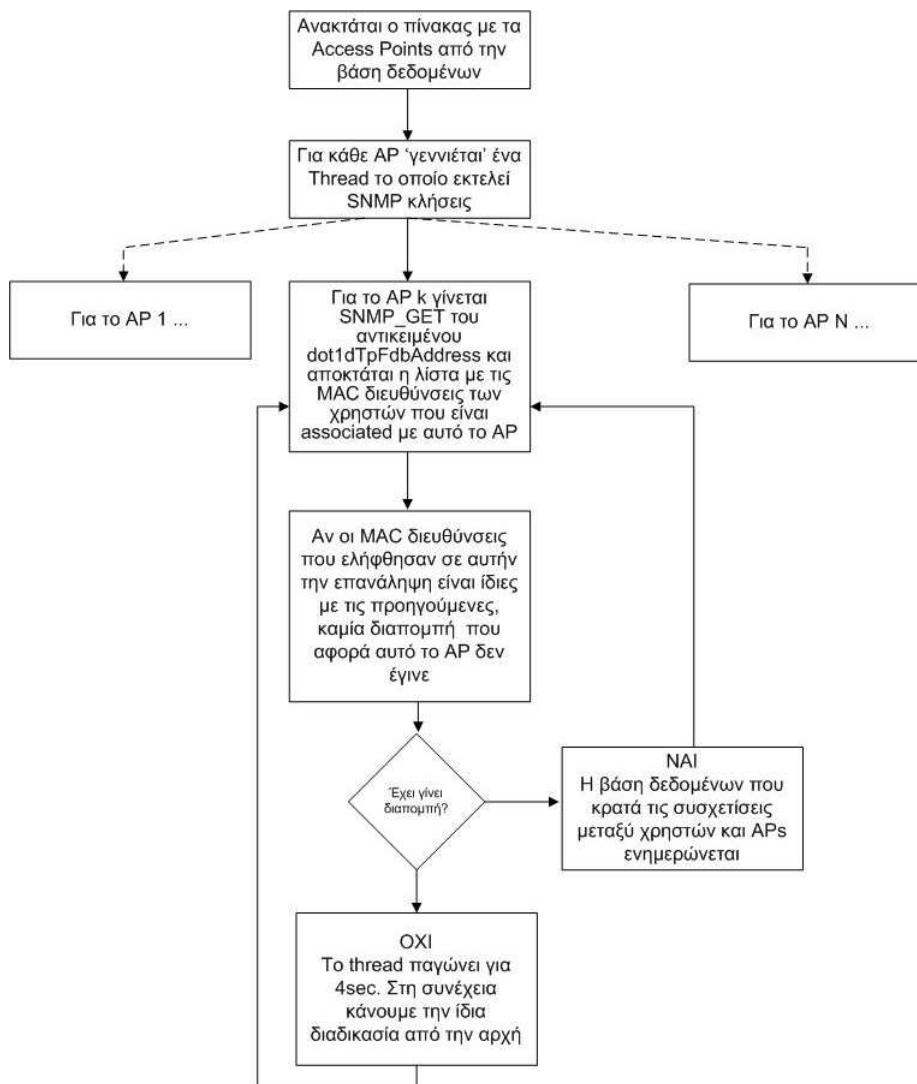
### 6.5.5 Πίνακας: `ap_poster`

Ο πίνακας αυτός είναι ο πίνακας συσχέτισης μεταξύ των Access Points και των διαφημιστικών μηνυμάτων που εμφανίζονται σε κάθε κυψέλη. Η διαχείριση και αυτού του πίνακα όπως και των υπολοίπων γίνεται μέσω του web εργαλείου διαχείρισης.

## 6.6 Δαίμονας Ενημέρωσης

Ο δαίμονας ενημέρωσης αποτελεί κεντρικό προγραμματιστικό κομμάτι του server, αφού εξασφαλίζει την σωστή ενημέρωση της βάσης δεδομένων στην περίπτωση που κάποιος χρήστης πραγματοποιήσει περιαγωγή (*roaming*). Το γεγονός ότι κάθε thread ελέγχει ένα συγκεκριμένο Access Point λύνει όσο πιο γρήγορα γίνεται το πρόβλημα του συγχρονισμού της πληροφορίας αφού σε περίπτωση που συμβεί κάποια διαπομπή το ένα thread σβήνει την εγγραφή από τον πίνακα ενώ το άλλο thread φροντίζει τόσο ώστε να γίνει η νέα εγγραφή όσο και στο να διαπιστώσει ότι καμία άλλη εγγραφή δεν είναι έγκυρη.

Τα προβλήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή από την εφαρμογή του παραπάνω αλγορίθμου έχουν να κάνουν περισσότερο με την αποδοτικότητα του συστήματος. Στο σύστημα συμμετέχουν ενεργά τρεις δομικές μονάδες: τα access points, η βάση και το πρόγραμμα που τα συντονίζει. Η συμφόρηση στο σύστημα προέρχεται κυρίως από τα μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ της βάσης και του προγράμματος. Άλλη μία παράμετρος που είναι κρίσιμη στην απόδοση του συστήματος είναι η επιλογή του χρόνου μέσα στον οποίο παγώνει το thread που εποπτεύει τα Access Points. Αν είναι πολύ μικρός το σύστημα δέχεται μεγάλη συμφόρηση ενώ σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει κίνδυνος να χαθούν οι γρήγορες διαπομπές που επανέρχονται στο αρχικό δίκτυο.



Σχήμα 6.4: Διάγραμμα Ροής για την ενημέρωση του πίνακα με τα Access Points





## **Κεφάλαιο 7**

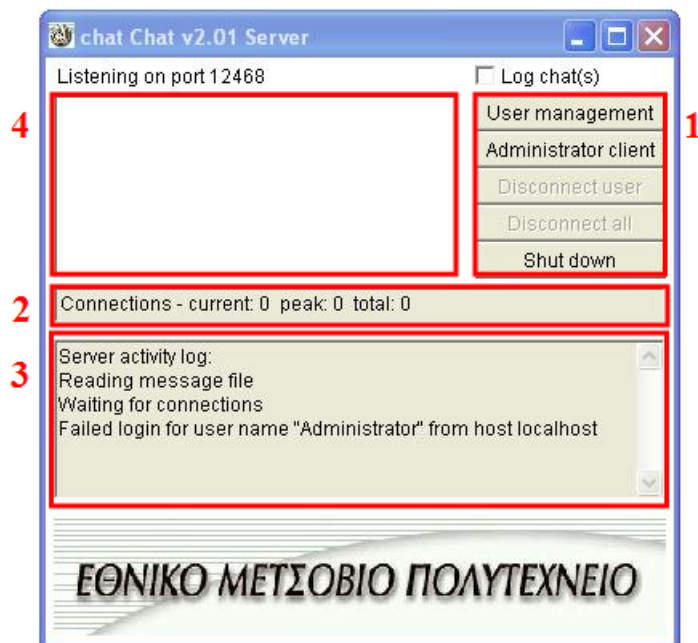
### **Υπηρεσίες Χρήστη**

## 7.1 Εισαγωγή

Οι εφαρμογές που υλοποιήθηκαν χωρίζονται σε δύο βασικά μέρη: Πρόκειται για μία εφαρμογή εξυπηρετητή και μία εφαρμογή πελάτη. Οι εφαρμογές αυτές υλοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Java και τις αρχές του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού. Το γεγονός αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη δυνατότητα ανάπτυξης των εφαρμογών με modular τρόπο και έτσι οι εφαρμογές που αποτέλεσαν τόσο την εφαρμογή - εξυπηρετητή όσο και την εφαρμογή - πελάτη ενοποιήθηκαν σε δύο ανεξάρτητες εφαρμογές όταν τελείωσε η υλοποίηση των υπο-μημάτων τους. Η πιστοποίηση ορθής λειτουργίας πραγματοποιήθηκε στο στάδιο υλοποίησης του εκάστοτε υπομήματος με αποτέλεσμα την εύκολη ενόπιση και την ορθότητα λειτουργίας των ενοποιημένων εφαρμογών. Η γλώσσα Java περιέχει τα περισσότερα από τα απαραίτητα APIs (*Application Programming Interfaces*) που ήταν απαραίτητα για την υλοποίηση των εφαρμογών. Όσα από αυτά δεν ήταν ενσωματωμένα συμπεριλήφθησαν στις εφαρμογές ως βιβλιοθήκες.

## 7.2 Εφαρμογή Εξυπηρετητή (Server Application)

Η εφαρμογή - εξυπηρετητή είναι υπεύθυνη για την εκκίνηση των υπηρεσιών στο ασύρματο δίκτυο. Το interface της εφαρμογής παρουσιάζεται στην εικόνα 7.1.



Σχήμα 7.1: Εφαρμογή εξυπηρετητή

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στην παραπάνω εικόνα, η εφαρμογή του εξυπηρετητή χωρίζεται σε τέσσερις κύριες περιοχές. Η πρώτη περιοχή περιλαμβάνει τα πλήκτρα που εκκινούν κάποιες από τις λειτουργίες της εφαρμογής. Το πλήκτρο "User Management" ανοίγει το παράθυρο της εικόνας 7.2.



Σχήμα 7.2: User Management

Στο παράθυρο διαλόγου "User Management" ο administrator έχει τη δυνατότητα να εισάγει νέους χρήστες στις υπηρεσίες του ασύρματου δικτύου, καθώς και να αφαιρέσει χρήστες. Τα πλήκτρα "Disconnect User" και "Disconnect All" δίνουν τη δυνατότητα στον administrator των υπηρεσιών να αποσυνδέσει κάποιον συγκεκριμένο χρήστη ή ακόμη και να αποσυνδέσει όλους τους χρήστες, οι οποίοι ειδοποιούνται με κατάλληλο μήνυμα στην εφαρμογή - πελάτη. Τέλος, το πλήκτρο "Shut Down" κλείνει την εφαρμογή - εξυπηρετητή με αποτέλεσμα να πάψουν να παρέχονται πλέον οι υπηρεσίες του ασύρματου δικτύου.

Στην περιοχή 2 του interface παρέχονται κάποιες πληροφορίες για την ενημέρωση του administrator κατά τη διάρκεια λειτουργίας των υπηρεσιών. Έτσι, ο πρώτος αριθμός παριστάνει τον αριθμό των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι κάθε χρονική στιγμή, ο δεύτερος απεικονίζει το μέγιστο αριθμό χρηστών που υπήρξαν ταυτόχρονα συνδεδεμένοι μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ενώ ο τρίτος αριθμός παρουσιάζει το συνολικό αριθμό χρηστών που έχουν συνδεθεί κάποια χρονική στιγμή στις υπηρεσίες του ασύρματου δικτύου.

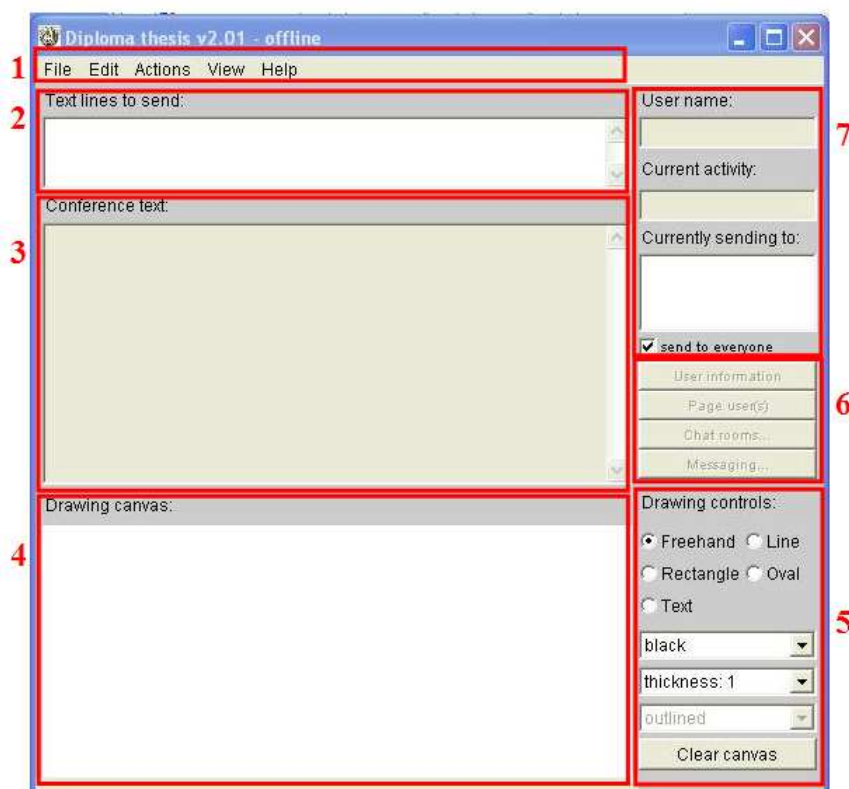
Η περιοχή 3 της εφαρμογής - εξυπηρετητή χρησιμοποιείται για την ενημέρωση του administrator σχετικά με τις οποιοσδήποτε διεργασίες συμβαίνουν στο ασύρματο δίκτυο την εκάστοτε χρονική στιγμή. Έτσι, ο administrator λαμβάνει μηνύματα σύνδεσης/αποσύνδεσης των χρηστών, αποτυχημένες προσπάθειες σύνδεσης χρηστών, καθώς και άλλου τύπου πληροφορίες που αφορούν τη δραστηριότητα των χρηστών στο ασύρματο δίκτυο. Επίσης, στην περιοχή 4 απεικονίζεται η λίστα των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή στις υπηρεσίες. Χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη λίστα ο administrator είναι διαρκώς ενήμερος για το

πλήθος και την ταυτότητα των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι και είναι σε θέση να αποσυνδέσει έναν ή και περισσότερους από αυτούς.

Τέλος, στο πάνω δεξιά τμήμα του παραθύρου διαλόγου υπάρχει μία επιλογή "Log Chat(s)". Χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη επιλογή ο administrator των υπηρεσιών είναι σε θέση να αποθηκεύσει τις συνομιλίες των χρηστών αν το κρίνει απαραίτητο. Οι συνομιλίες αποθηκεύονται με τη μορφή αρχείου κειμένου στον server.

### 7.3 Εφαρμογή Χρήστη (Client Application)

Η εφαρμογή χρήστη που υλοποιήθηκε συγκεντρώνει το σύνολο των υπηρεσιών του ασύρματου δικτύου σε μία κοινή εφαρμογή, με αποτέλεσμα η λειτουργία τους να πραγματοποιείται μέσω ενός κοινού interface. Το κοινό interface της εφαρμογής έχει τη μορφή της εικόνας 7.3.



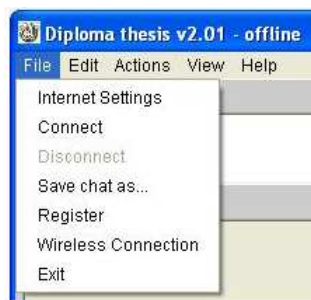
Σχήμα 7.3: Εφαρμογή χρήστη

Το παραπάνω γραφικό interface εξυπηρετεί όλες τις λειτουργίες των υπηρεσιών του ασύρματου δικτύου που θα είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει ο κινούμενος χρή-

στης. Παρακάτω παρουσιάζονται οι γραμμοσκιασμένες περιοχές και οι λειτουργίες τους.

### Μενού Επιλογών File- Περιοχή 1

Στην περιοχή 1 περιέχονται οι επιλογές των διάφορων menu που βοηθούν το χρήστη να εκτελέσει συγκεκριμένες λειτουργίες. Το πρώτο από τα menu είναι η επιλογή File. Το υπομενού File έχει τις επιλογές της εικόνας 7.4.



Σχήμα 7.4: Μενού File

Όπως απεικονίζεται στην παραπάνω εικόνα το μενού File συγκεντρώνει συγκεκριμένες λειτουργίες που αφορούν τη λειτουργία και την παρακολούθηση της σύνδεσης στο ασύρματο δίκτυο. Το συγκεκριμένο μενού επιτρέπει στον τελικό χρήστη να διαχειρίζεται τη σύνδεση του με το ασύρματο δίκτυο, καθώς και την εγγραφή του στο σύνολο των υπηρεσιών. Παρακάτω παρουσιάζονται τα παράθυρα διαλόγου που προκύπτουν από την επιλογή των υπομενού :

### Internet Settings

Η επιλογή "Internet Settings" οδηγεί στο παράθυρο διαλόγου της εικόνας 7.5.



Σχήμα 7.5: Internet Settings

Από το παραπάνω παράθυρο διαλόγου ο τελικός χρήστης είναι σε θέση να λάβει πληροφορίες που αφορούν τις ρυθμίσεις του τερματικού σχετικά με την πρόσβασή του στο Internet. Το "Interface" αφορά την περίπτωση που η τερματική συσκευή έχει παραπάνω της μίας κάρτας δικτύου. Έτσι, ο τελικός χρήστης για κάθε interface λαμβάνει πληροφορίες που αφορούν την IP του διεύθυνση, τη μάσκα υποδικτύου, το Gateway, τη MAC Address της κάρτας καθώς και αν λαμβάνει δυναμικά IP διεύθυνση κάθε φορά που εισέρχεται στο δίκτυο. Όλες αυτές τις παραμέτρους έχει τη δυνατότητα να τις μεταβάλλει στην περίπτωση που αλλάζει δίκτυο και θέλει να πραγματοποιήσει αλλαγές με χειροκίνητο τρόπο.

### Connect

Η επιλογή "Connect" οδηγεί στο παρακάτω παράθυρο διαλόγου της εικόνας 7.6



Σχήμα 7.6: Connect Settings

Στο παράθυρο διαλόγου αυτό, ο τελικός χρήστης καλείται να προσδιορίσει συγκεκριμένα στοιχεία του συστήματος προκειμένου να έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί στο ασύρματο δίκτυο. Όπως παρατηρούμε, ο χρήστης εισάγει το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης. Τα στοιχεία που αφορούν το IP του εξυπηρετητή και την πόρτα του δικτύου, είναι προσδιορισμένα αυτόματα από την εφαρμογή. Παρ'όλα αυτά υπάρχει η δυνατότητα να μεταβληθούν από το χρήστη υπό την προϋπόθεση ότι του παρέχονται από το συγκεκριμένο δίκτυο στο οποίο θέλει να εισέλθει.

### Disconnect

Η επιλογή "Disconnect" οδηγεί στο παράθυρο διαλόγου 7.7.

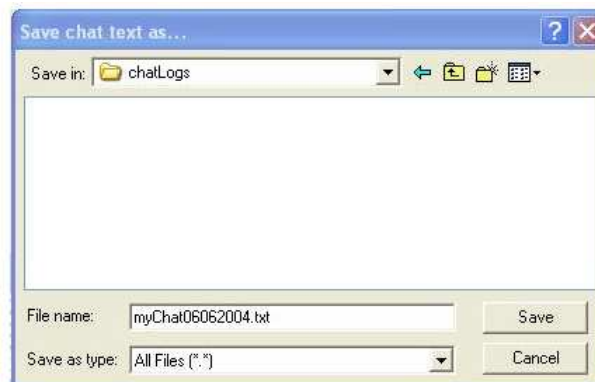
Το συγκεκριμένο παράθυρο διαλόγου απλώς ενημερώνει τον τελικό χρήστη ότι έχει πλέον αποσυνδεθεί από το ασύρματο δίκτυο.



Σχήμα 7.7: Disconnect

### Save chat as

Η επιλογή "Save chat as" οδηγεί στο παρακάτω παράθυρο διαλόγου 7.8.



Σχήμα 7.8: Save chat as...

Το παραπάνω παράθυρο διαλόγου δίνει τη δυνατότητα να αποθηκεύσει την τρέχουσα συνομιλία του. Η συνομιλία μπορεί να είναι είτε προσωπική (με συγκεκριμένο χρήστη), είτε με όλους του υπόλοιπους χρήστες. Η μορφή του αρχείου που υποστηρίζεται είναι τα αρχεία κειμένου txt. Έτσι, ο τελικός χρήστης έχει τη δυνατότητα να κρατάει ένα πλήρες αρχείο των συνομιλιών του με άλλους χρήστες.

### Register

Η επιλογή "Register" οδηγεί στο παράθυρο διαλόγου 7.9

Το συγκεκριμένο παράθυρο διαλόγου αποτελεί τη φόρμα αίτησης εγγραφής στο ασύρματο δίκτυο και τις υπηρεσίες του. Ο χρήστης καλείται να εισάγει συγκεκριμένα προσωπικά στοιχεία, καθώς και το προτεινόμενο username και password. Από τη στιγμή που εγγραφεί στο σύστημα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τις διατιθέμενες υπηρεσίες.



Σχήμα 7.9: Register Window

### Wireless Connection

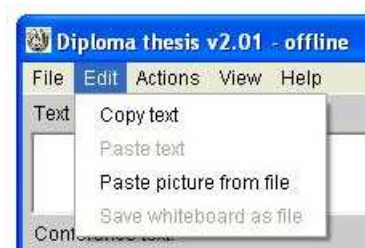
Στην περίπτωση που ο τελικός χρήστης επιλέξει την εντολή "Wireless Connection" παρουσιάζεται το περιβάλλον που περιγράφεται στο κεφάλαιο Wireless Configuration Utility.

### Exit

Χρησιμοποιώντας την επιλογή "Exit" ο τελικός χρήστης έχει τη δυνατότητα να κλείσει το κοινό interface της εφαρμογής του ασύρματου δικτύου και να κλείσει και τις οποίες προσφερόμενες υπηρεσίες τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

### Μενού Επιλογών Edit-Περιοχή 1

Στην Περιοχή 1 το δεύτερο μενού είναι το "Edit". Το μενού "Edit" περιλαμβάνει τις επιλογές της εικόνας 7.10.



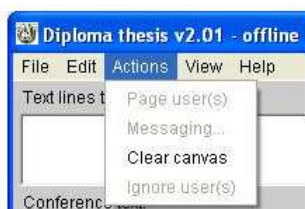
Σχήμα 7.10: Edit Menu

Οι πρώτες δύο επιλογές αναφέρονται στην επεξεργασία κειμένου κατά τη διάρκεια ανταλλαγής μηνυμάτων μεταξύ των χρηστών. Έτσι, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα



να αντιγράψει τμήμα κειμένου και να το επικολλήσει στο τμήμα που γράφει τα προς αποστολή μηνύματά του. Στη συνέχεια υπάρχουν δύο επιλογές που αναφέρονται στον λευκό πίνακα που παρέχεται στον τελικό χρήστη προκειμένου να ζωγραφίσει εικόνες ή κείμενο το οποίο μεταφέρεται στο συνομιλητή του σε πραγματικό χρόνο δίνοντας τη δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ των χρηστών. Η πρώτη επιλογή αφορά τη δυνατότητα επικόλλησης οποιασδήποτε εικόνας σε μορφή αρχείου. Η επικόλληση γίνεται στο λευκό πίνακα στο κάτω τμήμα του interface και απεικονίζεται αυτόματα και ταυτόχρονα στο χρήστη με τον οποίο συνεργάζεται.

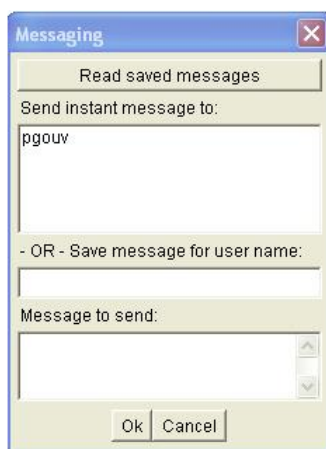
Το επόμενο υπομενού της Περιοχής 1 είναι το μενού "Actions". Οι επιλογές που παρέχονται από το συγκεκριμένο μενού απεικονίζονται στην εικόνα 7.3:



Σχήμα 7.11: Actions Menu

Η πρώτη επιλογή του μενού "Actions" όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα είναι η "Page user(s)". Σύμφωνα με την επιλογή ο χρήστης είναι σε θέση να ειδοποιήσει τους χρήστες σχετικά με την εκκίνηση διαλόγου. Τη στιγμή που γίνεται paging οι υπόλοιποι χρήστες ακούν από την εφαρμογή τους ένα χαρακτηριστικό ήχο που ειδοποιεί ότι κάποιος τους καλεί σε διάλογο. Με τον τρόπο αυτό οι χρήστες μπορούν να ειδοποιούνται ακόμη και όταν δε βρίσκονται μπροστά στην τερματική τους συσκευή. Η δεύτερη επιλογή του συγκεκριμένου μενού είναι η "Messaging...". Όταν ο χρήστης επιλέξει την παραπάνω επιλογή εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου 7.12

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω παράθυρο διαλόγου ο χρήστης έχει διάφορες δυνατότητες λειτουργιών. Η βασική λειτουργία είναι η αποστολή μηνυμάτων τα οποία εμφανίζονται ακαριαία στον αποδέκτη με τη μορφή pop-up window. Στην περίπτωση αυτή η απάντηση στο μήνυμα δεν είναι άμεση όπως στην περίπτωση του chatting. Επίσης, όπως βλέπουμε ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αποστείλει μηνύματα τα οποία αποθηκεύονται και δεν εμφανίζονται στον αποδέκτη σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, ο χρήστης/αποδέκτης κάποια δεδομένη χρονική στιγμή έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το πλήκτρο "Read saved messages" με τη βοήθεια του οποίου είναι σε θέση να διαβάσει όλα τα μηνύματα που του έχουν στείλει και έχουν αποθηκευτεί. Ακόμη, η επόμενη επιλογή του μενού "Actions" είναι η "Clear canvas". Σύμφωνα με την επιλογή αυτή ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να καθαρίσει τα περιεχόμενα του whiteboard προκειμένου να ξεκινήσει εκ νέου το σχεδιασμό ή το γράψιμο. Τέλος, η επιλογή "Ignore user(s)" δίνει στον τελικό χρήστη τη δυνατότητα να «αδιαφορεί» για τα μηνύματα που του αποστέλλονται από συγκεκριμένους χρή-

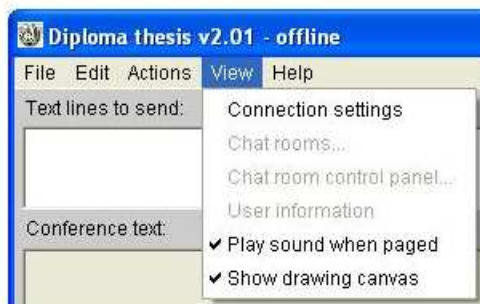


Σχήμα 7.12: Messaging Dialog Window

στες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην εμφανίζονται τα μηνύματα που προέρχονται από τους συγκεκριμένους χρήστες στο γραφικό interface της εφαρμογής.

## Μενού Επιλογών View - Περιοχή 1

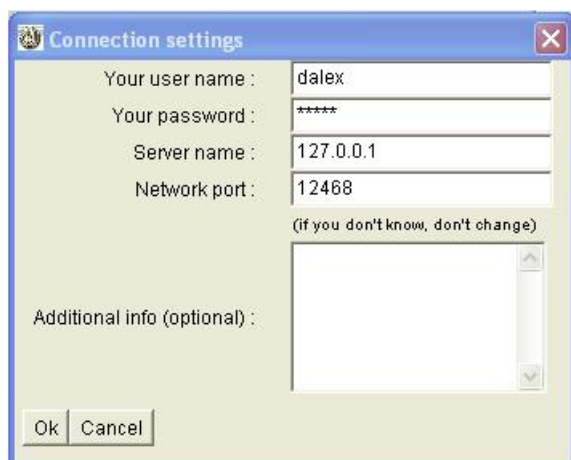
Τέλος, το επόμενο μενού εντολών είναι το ακόλουθο (View Menu) (Εικόνα 7.13)



Σχήμα 7.13: View Menu

Η πρώτη εντολή του παραπάνω μενού είναι η "Connection Settings" η οποία οδηγεί στο ακόλουθο παράθυρο διαλόγου:

Στο παράθυρο διαλόγου 7.14 ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει τα προσωπικά του στοιχεία καθώς και να είναι σε θέση να μεταβάλλει τις δικτυακές ρυθμίσεις. Η δεύτερη επιλογή του μενού "View" οδηγεί στο παράθυρο διαλόγου 7.15



Σχήμα 7.14: Connection Settings

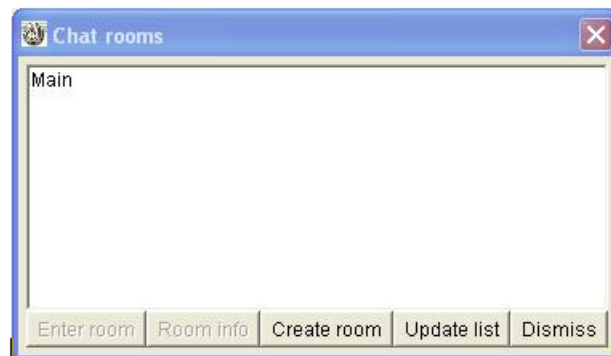
Μέσα από το συγκεκριμένο παράθυρο διαλόγου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βλέπει ποια Chat Rooms είναι διαθέσιμα τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Το πλήκτρο "Enter Room" του επιτρέπει να εισέλθει σε κάποιο από αυτά και να συμμετάσχει στη συζήτηση που διαδραματίζεται σε αυτό. Το πλήκτρο "Room Info" οδηγεί στο παράθυρο πληροφοριών 7.16

Όπως παρατηρούμε ο τελικός χρήστης λαμβάνει πληροφορίες που αφορούν τον ιδρυτή του Room, τους χρήστες που είναι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή συνδεδεμένοι, καθώς και το αν το συγκεκριμένο Chat Room είναι Private ή όχι. Στην περίπτωση που είναι Private απαιτείται εισαγωγή συγκεκριμένου κωδικού πρόσβασης προκειμένου ο τελικός χρήστης να εισέλθει και να συμμετάσχει στη συζήτηση. Ακόμη, το πλήκτρο "Update List" ενημερώνει τη λίστα των διαθέσιμων Chat Rooms. Τέλος, το πλήκτρο "Dismiss" κλείνει το συγκεκριμένο παράθυρο διαλόγου.

## Εισαγωγή Κειμένου - Περιοχή 2

Η περιοχή 2 του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής του τελικού χρήστη απεικονίζεται στην εικόνα 7.17.

Η περιοχή αυτή αποτελείται από μία Text Area που χρησιμοποιείται προκειμένου ο τελικός χρήστης να αποστέλλει τα μηνύματά του προς τους υπόλοιπους τελικούς χρήστες. Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής και πριν ο χρήστης εισέλθει σε κάποιο συγκεκριμένο "Chat Room" τα μηνύματα που γράφει σε αυτή την περιοχή και αποστέλλει λαμβάνονται από όλους ανεξαιρέτως τους χρήστες που είναι online τη δεδομένη χρονική στιγμή. Από τη στιγμή που εισέρχεται σε κάποιο Chat Room τα μηνύματα που αποστέλλει λαμβάνονται αποκλειστικά από τα μέλη του συγκεκριμένου Chat Room.



Σχήμα 7.15: Chat Rooms



Σχήμα 7.16: Room Info

### Απεικόνιση Συνομιλίας - Περιοχή 3

Η περιοχή 3 της εφαρμογή του τελικού χρήστη παρουσιάζεται στην εικόνα 7.18

Στην περιοχή αυτή απεικονίζονται κατά κύριο λόγο τα μηνύματα που στέλνει και λαμβάνει ο τελικός χρήστης. Εκτός από την ανταλλαγή μηνυμάτων παρουσιάζονται στο χρήστη και διάφορα ενημερωτικά μηνύματα. Τη στιγμή που ένας χρήστης κάνει paging χρήστες, εκείνοι λαμβάνουν συγκεκριμένο μήνυμα που εμφανίζεται στην περιοχή 3 που τους ειδοποιεί εκτός από το χαρακτηριστικό ήχο ότι ένας συγκεκριμένος χρήστης τους αναζητά.

### Canvas - Περιοχή 4

Το τμήμα της εφαρμογή που περιγράφεται ως περιοχή 4 παρουσιάζεται στην εικόνα 7.19.

Η συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί ένα εργαλείο συνεργασίας των τελικών χρη-

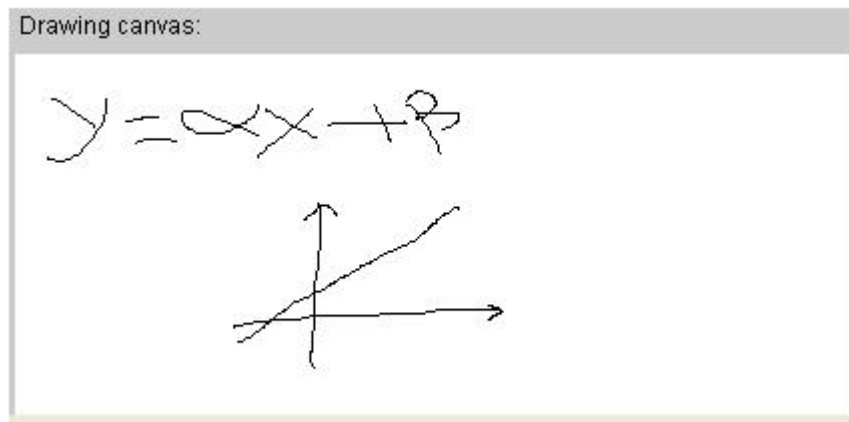


Σχήμα 7.17: Περιοχή 2



Σχήμα 7.18: Περιοχή 3

στών σε πραγματικό χρόνο. Είναι ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής που υλοποιήθηκε. Πρόκειται για έναν καμβά πάνω στον οποίο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να γράψει, να σχεδιάσει, ακόμη και να επικολλήσει έτοιμες εικόνες. Έτσι, έχει τη δυνατότητα να περιγράψει μία σκέψη του ή ένα μήνυμα με κάθε δυνατό τρόπο. Το καινοτόμο χαρακτηριστικό που παρουσιάζει το συγκεκριμένο εργαλείο είναι η μεταφορά του περιεχομένου του καμβά σε άλλο χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Ο δεύτερος χρήστης έχει επίσης τη δυνατότητα να επέμβει στα περιεχόμενα του καμβά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την άμεση συνεργασία δύο ανθρώπων σε πραγματικό χρόνο προκειμένου να καταλήξουν σε κάποιο κοινό συμπέρασμα. Η εφαρμογή αυτή, λοιπόν, καθιστά την από απόσταση συνεργασία δύο ανθρώπων ακόμη και στην περίπτωση που πρέπει να σχεδιάσουν κάποιο σχήμα και να επέμβουν διαδραστικά σε αυτό όλοι οι συμμετέχοντες στη συζήτηση. Η αποστολή του περιεχομένου του καμβά πραγματοποιείται ταυτόχρονα σε όλους τους χρήστες ενός Chat Room. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δυνατότητα διεξαγωγής ακόμη κι ενός τύπου meeting κάποιων συνεργατών προκειμένου να καταλήξουν σε κάποια κοινή αρχιτεκτονική ή κάποια κοινή πρόταση.



Σχήμα 7.19: Περιοχή 4

### Χειριστήρια Canvas - Περιοχή 5

Η περιοχή 5 της εφαρμογής που υλοποιήθηκε παρουσιάζεται στο σχήμα 7.20.



Σχήμα 7.20: Περιοχή 5

Όπως απεικονίζεται παραπάνω η περιοχή 5 περιέχει το σύνολο των controls με τα οποία χειρίζεται ο τελικός χρήστης τον καμβά στον οποίο σχεδιάζει και γράφει. Τα 5 radio buttons έχουν τις παρακάτω λειτουργίες:

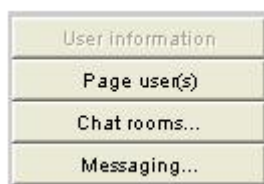
- Freehand. Ο τελικός χρήστης έχει τη δυνατότητα να σχεδιάσει ή να γράφει κουνώντας απλώς το ποντίκι και σχηματίζοντας τα κατάλληλα σχήματα
- Line. Η κίνηση του ποντικού βοηθάει τον τελικό χρήστη να σχεδιάσει γραμμές.

- Rectangle. Ο τελικός χρήστης έχει τη δυνατότητα να σχεδιάσει παραλληλόγραμμα σχήματα.
- Oval. Σε αυτήν την περίπτωση ο χρήστης είναι ικανός να σχεδιάσει ελλείψεις και κύκλους.
- Text. Χρησιμοποιώντας αυτήν την επιλογή ο τελικός χρήστης είναι σε θέση να εισάγει κάποιο κείμενο που γράφει μέσα στον καμβά.

Τέλος, τα επόμενα 3 pull down boxes δίνουν τη δυνατότητα στον τελικό χρήστη να ορίσει το χρώμα της γραμμής που θα χρησιμοποιήσει, το πάχος της, καθώς και το αν τα σχήματα που θα σχεδιάζει θα έχουν χρώμα και στο εσωτερικό τους ή απλώς στην περιφέρειά τους.

### Πλήκτρα Ελέγχου - Περιοχή 6

Η περιοχή 6 της εφαρμογής μας παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα



Σχήμα 7.21: Περιοχή 6

Η περιοχή 6 περιέχει τέσσερα πλήκτρα τα οποία στην ουσία αποτελούν συντομεύσεις εντολών από το μενού που έχουν αναφερθεί παραπάνω. Έτσι, το πρώτο πλήκτρο δίνει πληροφορίες για το χρήστη, το δεύτερο ενεργοποιεί τη λειτουργία paging με την οποία ο χρήστης καλεί σε συνομιλία τους υπόλοιπους, το τρίτο οδηγεί στο παράθυρο διάλογο με το οποίο ο τελικός χρήστης χειρίζεται τα Chat rooms και τέλος το τέταρτο πλήκτρο ενεργοποιεί το παράθυρο διαλόγου της λειτουργίας Instant Messaging σύμφωνα με την οποία ο χρήστης μπορεί να στείλει άμεσα μήνυμα σε συγκεκριμένο χρήστη.

### Πληροφορίες Χρήστη - Περιοχή 7

Η περιοχή 7 της εφαρμογής μας παρουσιάζεται στην εικόνα 7.22

Η περιοχή 7 παρέχει αρχικά πληροφορίες που αφορούν τον τελικό χρήστη. Έτσι, απεικονίζεται το username, καθώς και η ενέργεια που πραγματοποιεί την εκάστοτε χρονική στιγμή. Τέλος, μέσα από μία λίστα ο τελικός χρήστης έχει τη δυνατότητα να στείλει μήνυμα σε συγκεκριμένο ή επιλέγοντας το check box να το στείλει σε όλα τα μέλη του Chat room. Η λειτουργία αυτή είναι χρήσιμη στην περίπτωση που υπάρχει



The image shows a vertical panel with a grey background. It contains the following elements from top to bottom:

- A label "User name:" followed by a text input field containing the text "dalex".
- A label "Current activity:" followed by a text input field containing the text "drawing: dalex".
- A label "Currently sending to:" followed by a text input field containing the text "pgoun".
- A checkbox with a checkmark and the text "send to everyone".

Σχήμα 7.22: Περιοχή 7

η ανάγκη πραγματοποίησης μίας ανακοίνωσης. Με αυτή τη λειτουργία ο χρήστης γράφει το μήνυμα και επιλέγει να το αποστείλει σε όλα τα μέλη του Chat Room.



## 7.4 Wireless Configuration Utility

Στην περίπτωση που ο τελικός χρήστης επιλέξει την εντολή "Wireless Connection" από το κεντρικό μενού επιλογών παρουσιάζεται το γραφικό περιβάλλον της εικόνας 7.23.



Σχήμα 7.23: Wireless Connection

Το πρώτο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ασύρματη σύνδεση του τελικού χρήστη (*Link Info*). Έτσι, ο χρήστης λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το αν είναι συνδεδεμένος ή όχι, σχετικά με το ID που εκπέμπει το ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (*Access Point*), το ρυθμό μετάδοσης και τέλος το κανάλι σύνδεσης. Στο αριστερό τμήμα της εφαρμογής υπάρχει ένα σύνολο πλήκτρων που οδηγούν σε νέα παράθυρα διαλόγου της εφαρμογής που παρουσιάζονται παρακάτω και είναι υπεύθυνα για τη ρύθμιση διάφορων παραμέτρων.

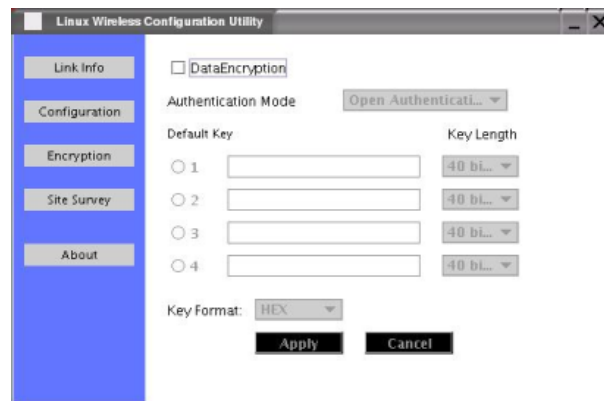
Το παράθυρο διαλόγου 7.24 εμφανίζεται όταν ο τελικός χρήστης επιλέξει το πλήκτρο "Configuration". Στο συγκεκριμένο παράθυρο διαλόγου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταβάλει τις παραμέτρους σύνδεσής του. Έτσι, στην επιλογή "Wireless Mode" του παρέχονται τρεις επιλογές:

- **Auto:** στην περίπτωση της επιλογής αυτής η κάρτα δικτύου επιλέγει με τη βοήθεια του λογισμικού τον τύπο της σύνδεσης που θα εγκαθιδρύσει με το υπόλοιπο δίκτυο
- **Managed:** στη συγκεκριμένη περίπτωση ο χρήστης επιλέγει να συνδέσει τον υπολογιστή του ως πελάτη σε κάποιο ασύρματο σημείο πρόσβασης προκειμένου να έχει πρόσβαση στο τοπικό δίκτυο και στο Internet εάν αυτό είναι διαθέσιμο.
- **Ad-Hoc:** στην περίπτωση αυτή ο τελικός χρήστης επιλέγει να συνδεθεί με την κάρτα δικτύου ενός γειτονικού υπολογιστή. Έτσι, εγκαθιδρύεται ένα τοπι-



Σχήμα 7.24: Wireless Connection - Configuration

κό δίκτυο δύο υπολογιστών. Η σύνδεση αυτού του τύπου ενδείκνυται στην περίπτωση που δύο χρήστες επιθυμούν να ανταλλάξουν δεδομένα.

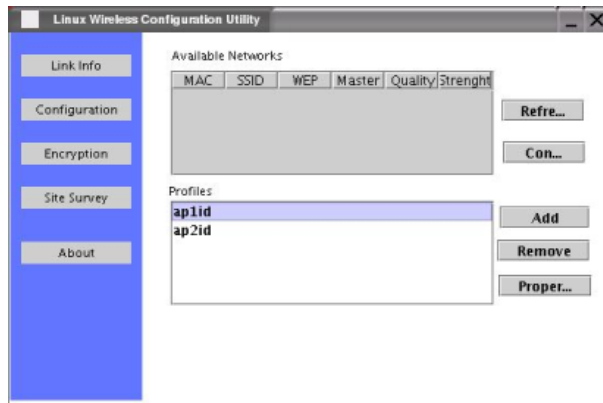


Σχήμα 7.25: Wireless Connection - Encryption

Το παράθυρο διαλόγου 7.25 εμφανίζεται όταν ο τελικός χρήστης επιλέξει το πλήκτρο "Encryption". Το παράθυρο διαλόγου περιλαμβάνει τις ρυθμίσεις που αφορούν την κρυπτογράφηση των δεδομένων όταν αυτά μεταφέρονται μέσω του αέρα στο υπόλοιπο δίκτυο. Στο πάνω τμήμα του παραθύρου υπάρχει η επιλογή σχετικά με το αν θα χρησιμοποιηθεί κρυπτογράφηση ή όχι. Στη συνέχεια ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα σε δύο "Authentication Modes":

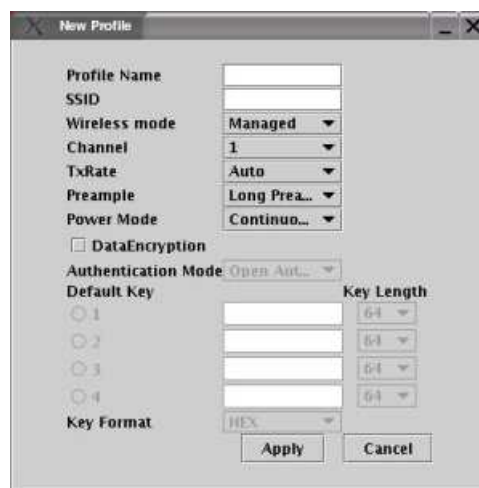
- Open Authentication: στην περίπτωση αυτή ο χρήστης επιλέγει ανοιχτή ταυτοποίηση, δηλαδή δεν απαιτούνται κλειδιά.

- Shared Authentication: Σε αυτή την επιλογή ο χρήστης πρέπει να ορίσει κάποιο κλειδί, με τη βοήθεια του οποίου θα κρυπτογραφούνται τα δεδομένα που αποστέλλονται..



Σχήμα 7.26: Wireless Connection - Site Survey

Το παράθυρο διαλόγου 7.26 εμφανίζεται όταν ο τελικός χρήστης επιλέξει το πλήκτρο "Site Survey". Με τη βοήθεια του συγκεκριμένου παραθύρου ο τελικός χρήστης έχει εικόνα σχετικά με τα διαθέσιμα ασύρματα δίκτυα και τις ιδιότητές τους. Έτσι, είναι σε θέση να γνωρίζει σε ποια από αυτά έχει πρόσβαση και σε ποια απαιτείται κάποιο κλειδί. Επομένως, ανάλογα και με την πληροφορία για την ισχύ σήματος λήψης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει το κατάλληλο ασύρματο σημείο πρόσβασης.



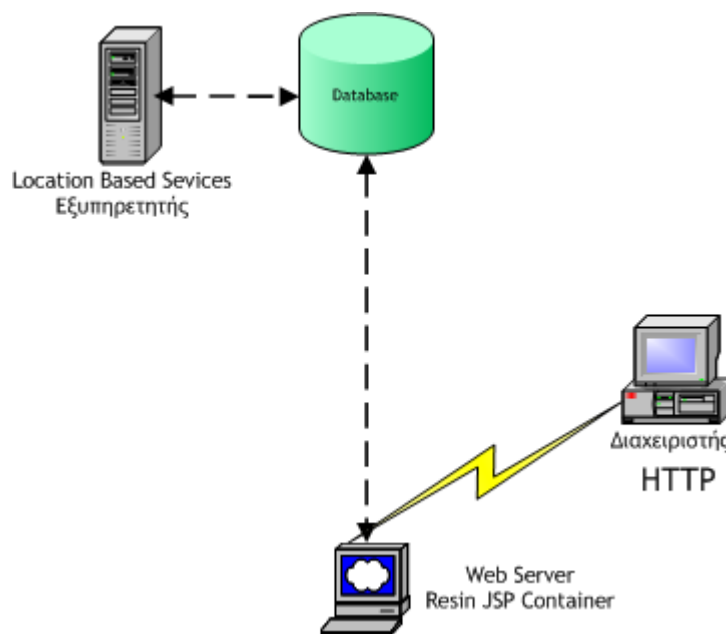
Σχήμα 7.27: Wireless Connection - Profile Creation

Το παράθυρο διαλόγου 7.27 εμφανίζεται όταν ο τελικός χρήστης επιλέξει να προσθέσει ένα νέο προφίλ σύνδεσης. Το προφίλ σύνδεσης είναι ένας τρόπος αποθήκευσης των ρυθμίσεων σε ένα συγκεκριμένο δίκτυο. Έτσι, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει τα διάφορα προφίλ με αποτέλεσμα την αυτόματη σύνδεσή του σε δίκτυα που έχει επισκεφθεί παραπάνω από μία φορά. Το προφίλ περιέχει όλες τις παραμέτρους που αφορούν τις ρυθμίσεις σύνδεσης καθώς και τις παραμέτρους που πραγματεύονται την κωδικοποίηση των δεδομένων.

## 7.5 Διαχείριση Υπηρεσιών μέσω Internet

### 7.5.1 Εισαγωγή

Προκειμένου να διαχειριστούμε το μέρος της βάση δεδομένων που έχει να κάνει με την συσχέτιση των διαφημιστικών εικόνων με τα Access Points, αναπτύχθηκε μια εφαρμογή βασισμένη στη δυναμική τεχνολογία παραγωγής ιστοσελίδων JSP (*Java Server Pages*). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη ενός web server που φιλοξενεί τις JSP σελίδες. Για τις ανάγκες της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε ο εξυπηρετητής Resin, ο οποίος διατίθεται δωρεάν. Πίσω από την δικτυακή εφαρμογή υπάρχει η βάση δεδομένων. Προκειμένου η εφαρμογή μας να επικοινωνήσει απευθείας με την βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλοι οδηγοί (*ConnectorJ*) που επιτρέπουν σε μια Java εφαρμογή να απευθύνει queries στην βάση δεδομένων. Το μοντέλο διαχείρισης που αναπτύχθηκε είναι καταναμημένο και παρουσιάζεται στο διάγραμμα 7.28



Σχήμα 7.28: Μοντέλο Δικτυακής Διαχείρισης

### 7.5.2 Σκοπός Ανάπτυξης Διαχειριστικού Εργαλείου

Η δικτυακή εφαρμογή διαχείρισης επιτρέπει να προβούμε στις εξής λειτουργίες:

- Προσθήκη ενός Access Point στην τοπολογία του δικτύου
- Αφαίρεση ενός Access Point από την τοπολογία του δικτύου

- Τροποποίηση των ιδιοτήτων ενός Access Point
- Προσθαφαίρεση συσχετίσεων

Θα αναφερθούμε σε κάθε μια από τις λειτουργίες αναλυτικά.

Το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής εικονίζεται στην εικόνα 7.29.



Σχήμα 7.29: Εφαρμογή Δικτυακής Διαχείρισης

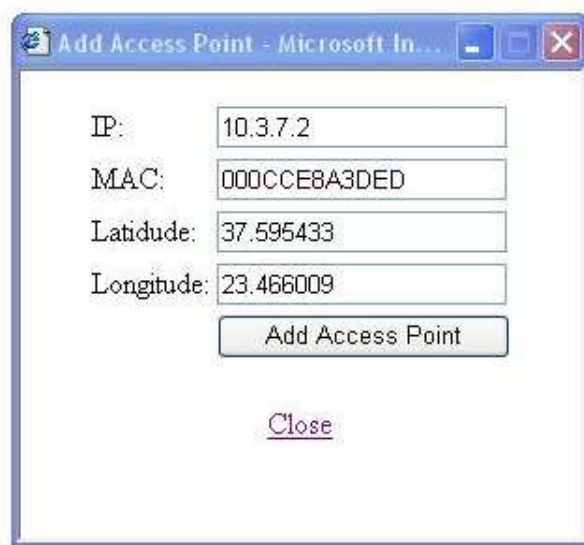
Όπως παρατηρούμε στην αρχική σελίδα υπάρχει μια λίστα με τα ήδη καταγεγραμμένα στη βάση δεδομένων Access Points. Αν κάποιο AP δεν υπάρχει μέσα σε αυτή τη λίστα δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχει εγκατεστημένο στην τοπολογία του δικτύου. Όμως επειδή το διαχειριστικό κομμάτι είναι απεικόνιση της βάσης δεδομένων, μόνο όσα AP έχουν δηλωθεί παρουσιάζονται. Υπενθυμίζουμε, ότι η όλη η εφαρμογή λειτουργεί σε δυο επίπεδα: στο επίπεδο δικτύου και στο επίπεδο εφαρμογής. Στο δικτυακό επίπεδο προβλήματα όπως η κινητικότητα επιλύονται με την υιοθέτηση και την εγκατάσταση μιας λύσης όπως αυτή του HUT. Στο επίπεδο της εφαρμογής όμως υπάρχουν προβλήματα όπως η εύρεση θέσης, η διαχείριση χρηστών, η ασύγχρονη ειδοποίηση και προώθηση διαφημίσεων κ.α., τα οποία απαιτούν συγχρονισμό. Ένα μέρος του συγχρονισμού επιτυγχάνεται με τη χρήση της βάσης δεδομένων. Συνεπώς αν και στο επίπεδο δικτύου η ύπαρξη μιας πλήρως ενημερωμένης βάσης δεδομένων δεν είναι απαραίτητη, στο επίπεδο εφαρμογής είναι.

### 7.5.3 Διαχείριση

Θα αναφερθούμε στις λειτουργίες του διαχειριστικού εργαλείου. Αρχικά μας παρέχεται η δυνατότητα να δηλώσουμε ένα Access Point το οποίο έχει ήδη εγκατασταθεί στην τοπολογία του δικτύου.

#### Προσθήκη Access Point

Πατώντας Add Access Point εμφανίζεται το παράθυρο 7.30.



Σχήμα 7.30: Προσθήκη Access Point

Τα στοιχεία που καλούμαστε να συμπληρώσουμε είναι η IP διεύθυνση στο δίκτυο, η MAC διεύθυνση η οποία είναι απαραίτητη (κάνουμε χρήση της MAC στο SNMP κομμάτι) καθώς και το γεωγραφικό μήκος και πλάτος. Το γεωγραφικό μήκος και πλάτος είναι απαραίτητα για την GIS επεξεργασία, η οποία γίνεται όταν κάποιος χρήστης επιθυμεί να έχει μια άποψη για την γεωγραφική τοποθεσία του χρήστη. Η εγκυρότητα των πληροφοριών αυτών είναι πολύ σημαντική καθώς όλες οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα του χρήστη. Ενδεχόμενη λανθασμένη δήλωση της IP διεύθυνσης για παράδειγμα θα καθιστούσε το Access Point μη προσβάσιμο από το δίκτυο σε προγράμματα που κάνουν περιοδικά SNMP calls για να ανιχνεύσουν την κατανομή των χρηστών και πιθανά roaming.

### Τροποποίηση ιδιοτήτων Access Point

Πατώντας Edit Access Point μας παρέχεται η δυνατότητα να τροποποιήσουμε τις ιδιότητες ενός Access Point. Αυτό είναι χρήσιμο είτε σε περίπτωση λανθασμένης εισαγωγής στοιχείων είτε σε περίπτωση αλλαγής της τοπολογίας.

### Αφαίρεση ενός Access Point από την τοπολογία του δικτύου

Στην ενδεχόμενη περίπτωση που ένα Access Point δεν αποτελεί πλέον ενεργό κομμάτι του δικτύου μας τότε αυτό μπορεί να αφαιρεθεί πατώντας το Delete Access Point. Με τον όρο δεν αποτελεί ενεργό κομμάτι εννοούμε ότι είτε το Access Point αφαιρέθηκε είτε έπαψε να υποστηρίζει mobility και άρα το roaming έπαψε να υποστηρίζεται. Αυτό που θέλει ιδιαίτερη προσοχή είναι ότι όταν διαγράφεται ένα Access



Σχήμα 7.31: Τροποποίηση Access Point

Point τότε αυτόματα διαγράφονται όλες οι συσχετισμένες πληροφορίες με αυτό.

### Προσθαφαίρεση συσχετίσεων

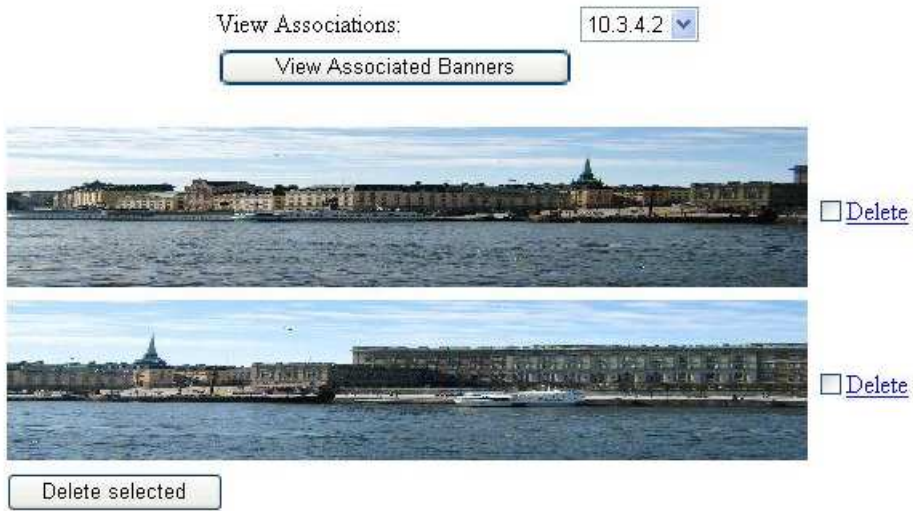
Ίσως το πιο σημαντικό μέρος του διαχειριστικού εργαλείου είναι το κομμάτι της προσθαφαίρεσης συσχετίσεων. Κάθε Access Point είναι συσχετισμένο με μια σειρά διαφημίσεων οι οποίες εμφανίζονται στον χρήστη την στιγμή που βρίσκεται στην συγκεκριμένη κυψέλη. Η διαχείριση του υλικού αυτού γίνεται ως εξής. Κάθε ένας ο οποίος επιθυμεί να συσχετίσει μια διαφήμιση με μια κυψέλη πατά Add Advertisement. Στη συνέχεια ένα παράθυρο εμφανίζεται στο οποίο ο χρήστης καλείται να ανεβάσει την διαφήμιση στον εξυπηρετητή. Το γραφικό περιβάλλον εισαγωγής των διαφημίσεων είναι αυτό του σχήματος 7.32



Σχήμα 7.32: Καταχώρηση Διαφήμισης



Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας δύο πράγματα έχουν επιτευχθεί. Αρχικά η διαφήμιση έχει ανέβει στον server και αφετέρου η βάση δεδομένων έχει ενημερωθεί για την νέα συσχέτιση που έχει προκύψει. Κάποιος χρήστης που χρησιμοποιεί την συγκεκριμένη κυψέλη θα λάβει αυτόματα το νέο υλικό. Τέλος σε περίπτωση που κάποιος επιθυμεί να διαγράψει μια συσχέτιση χωρίς να διαγράψει ολόκληρη την εγγραφή του Access Point μπορεί να το κάνει όπως βλέπουμε από το σχήμα 7.33



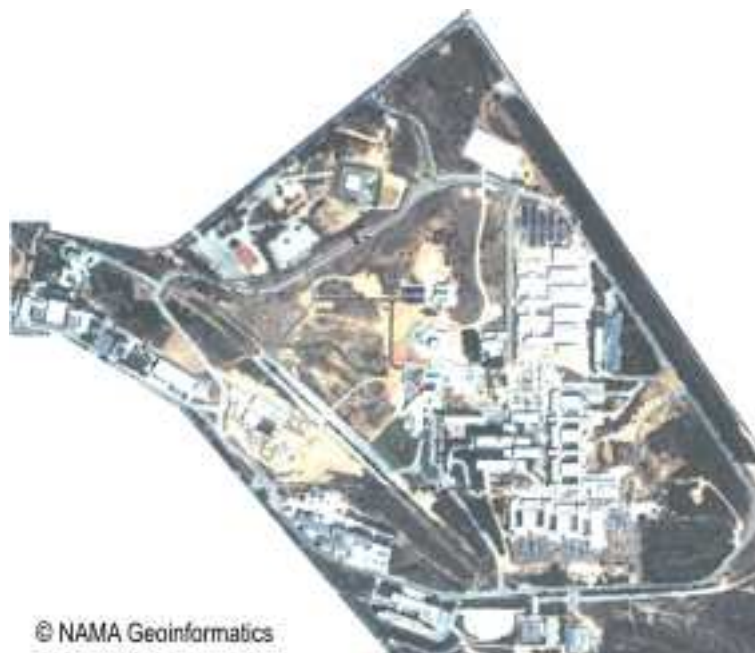
Σχήμα 7.33: Διαγραφή Συσχέτισης

## 7.6 Απεικόνιση θέσης

Με δεδομένη την γνώση της θέσης του χρήστη κάθε στιγμή, καθώς αυτός κινείται μέσα στο περιβάλλον που καλύπτεται από το ασύρματο δίκτυο, έρχεται σχεδόν φυσικά η ανάγκη για απεικόνιση της θέσης πάνω σε ένα χάρτη. Για το σκοπό αυτό εντάσσουμε στην εφαρμογή λειτουργικότητα GIS προκειμένου αφενός να εισάγουμε και να χειριστούμε γεωγραφική πληροφορία στην εφαρμογή, αφετέρου για να εντοπίζουμε και να απεικονίζουμε δυναμικά τη θέση κάθε χρήστη πάνω σε ένα χαρτογραφικό υπόβαθρο.

### 7.6.1 Ψηφιοποίηση Δεδομένων

Προκειμένου να αποκτήσουμε μια ψηφιακή αναπαράσταση της περιοχής λειτουργίας της υπηρεσίας, της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου στην προκείμενη περίπτωση, πρέπει να προβούμε στην ψηφιοποίηση της αναλογικής απεικόνισης. Για το σκοπό αυτό προμηθευτήκαμε δορυφορικές φωτογραφίες της Πολυτεχνειούπολης, δείγμα των οποίων φαίνεται στην εικόνα 7.34. Η φωτογραφίες αυτές αν και προσφέρουν σημαντική πληροφορία, δεν διέθεταν την επιθυμητή ανάλυση για μια τόσο περιορισμένη έκταση. Προκειμένου να επιτύχουμε ακριβή ψηφιοποίηση χρησι-



Σχήμα 7.34: Δορυφορική Φωτογραφία της Πολυτεχνειούπολης

μοποιήσαμε δεδομένα LIDAR (*Light Detection And Ranging*), δηλαδή απεικόνιση του εδάφους μετά από σάρωση με δέσμη laser, όπως φαίνεται στην εικόνα 7.35.

Τα ψηφιακά δεδομένα ήταν μια ευγενική χορηγία της εταιρείας NGI - NAMA Geoinformatics και απεικονίζουν όχι μόνο τα περιγράμματα των κτηρίων αλλά δίνουν πληροφορία ύψους. Αυτό θα μπορούσε να αξιοποιηθεί περαιτέρω (π.χ. σε υπολογισμό της εμβέλειας εκπομπής των Access Points).

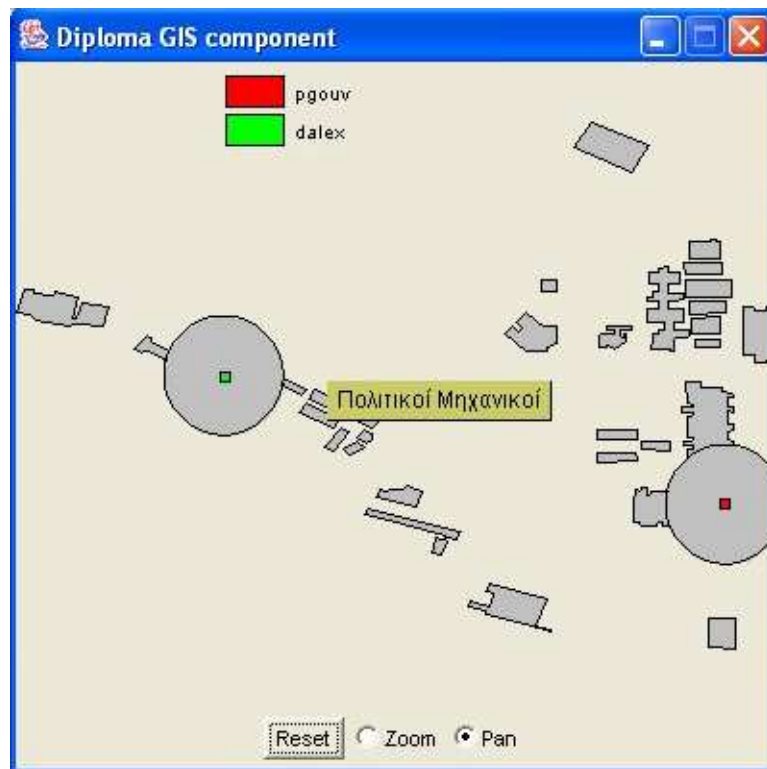


Σχήμα 7.35: Απεικόνιση Lidar της Πολυτεχνειούπολης

Μετά την ψηφιοποίηση και την αναγνώριση των κτηρίων, δημιουργήσαμε ένα shapefile με την γεωγραφική πληροφορία, το οποίο περιέχει πλέον και την γεωγραφική αναφορά, δηλαδή τις συντεταγμένες κάθε σημείου.

Χάρη στο shapefile και την γνώση των συντεταγμένων κάθε Access Point δημιουργήσαμε μια εφαρμογή που εμφανίζει κάθε Access Point πάνω στο χάρτη και την ακτίνα στην οποία βρίσκονται οι συσχετισμένοι με αυτό χρήστες. Τέλος, με βάση την ισχύ του σήματος που μετρά η κάρτα δικτύου του χρήστη κάναμε και μια γενική εκτίμηση της απόστασής του από το Access Point, χωρίς όμως να λάβουμε υπ' όψη μοντέλα διάδοσης στο χώρο και πιθανά εμπόδια.

Το αποτέλεσμα της αναζήτησης ενός χρήστη, που γίνεται με επιλογή του από την εφαρμογή πελάτη) παρουσιάζεται στην εικόνα 7.36.



Σχήμα 7.36: Απεικόνιση θέσης μέσα στην Πολυτεχνειούπολη

## 7.7 Connection Controller

### 7.7.1 Σκοπός

Αν και ο χρήστης συνήθως έχει την τεχνική δυνατότητα να επιλέξει ο ίδιος την σύνδεση του με κάποιο access point (με τη χρήση κάποιου προγράμματος όπως το Zero Configuration Utility για τα Windows είτε με την χρήση των Wireless Extensions για το Linux), εν τούτοις η ίδια η εφαρμογή πελάτη που αναπτύχθηκε παρέχει τη δυνατότητα επιλογής της συσχέτισης με τα διαθέσιμα ασύρματα δίκτυα.

### 7.7.2 Υλοποίηση

Για τις ανάγκες του Connection Controller υλοποιήθηκε ένας Echo Server. Σκοπός του είναι να υποκαθιστά στο επίπεδο εφαρμογής τη λειτουργία Ping, η οποία βασίζεται σε ICMP πακέτα. Πολλά Unix μηχανήματα διαθέτουν μια υπηρεσία echo (συνήθως στην port 7), η οποία επιστρέφει το κείμενο που της αποστέλλεται. Προκειμένου η εφαρμογή να λειτουργεί ανεξάρτητα από τις υπηρεσίες του λειτουργικού συστήματος, υλοποιήσαμε έναν echo server που ξεκινά παράλληλα με τον κύριο server της εφαρμογής. Η λειτουργία του connection controller έχει ως εξής: Στέλνουμε echo requests για να διαπιστώσουμε τη διαθεσιμότητα του server. Σε περίπτωση που δε ληφθεί απάντηση, θεωρούμε ότι δεν υπάρχει σύνδεση με τον server και έτσι επιλέγεται ένα νέο δίκτυο με βάση την απολαβή του σήματος. Διαγραμματικά η λειτουργία του connection controller απεικονίζεται στο σχήμα 7.37

### 7.7.3 Προβλήματα

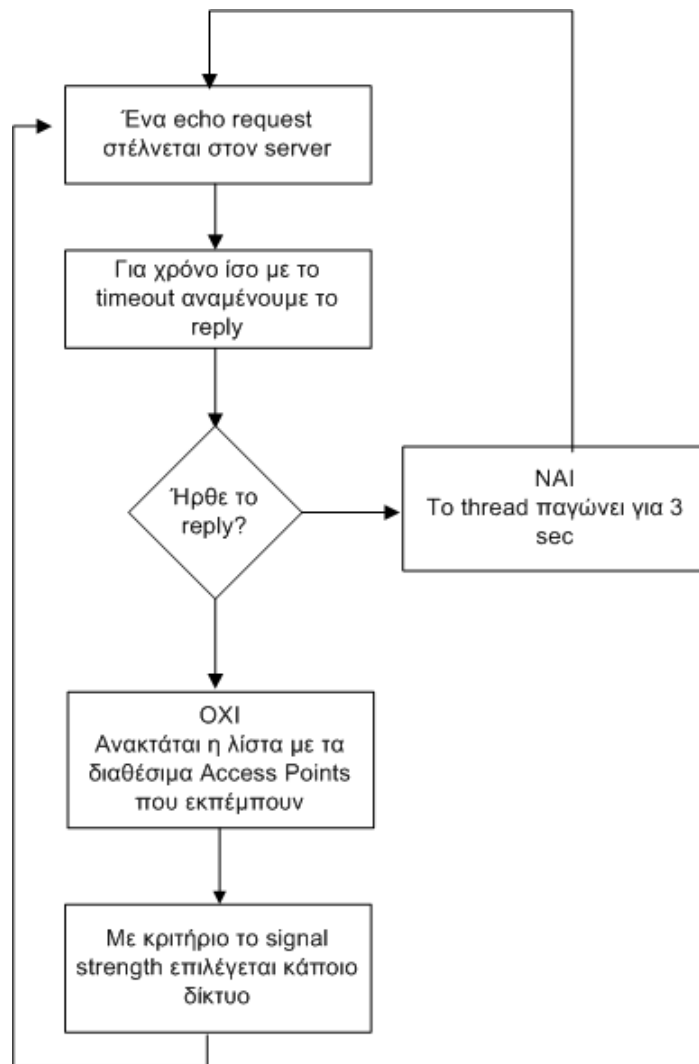
Μελετώντας τη λειτουργία του Connection Controller τίθενται δύο ζητήματα. Το πρώτο αφορά την παράμετρο με βάση την οποία το κινητό τερματικό θα προχωρήσει σε διαπομπή. Θεωρήσαμε ως ικανή παράμετρο την ένταση του σήματος. Η επιλογή αυτή είναι αυθαίρετη (αν και είναι η πιο συνηθισμένη) και μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες παραμέτρους, όπως η ποιότητα της ζεύξης (*link quality*) και ο σηματοθρομβικός λόγος (*SNR*). Όμως τα πρακτικά προβλήματα που προκύπτουν είναι κυρίως τα εξής:

- Κάθε κάρτα δικτύου έχει διαφορετικό προγραμματιστικό interface. Για τα Windows απαιτείται το DDK (*Driver Development Kit*) το οποίο είναι εμπορικό προϊόν. Επίσης στο Linux ανάλογα με το chipset στο οποίο βασίζεται ο ελεγκτής δικτύου, διαφέρει το προγραμματιστικό interface και system calls (π.χ. μεταξύ καρτών βασισμένων σε ολοκληρωμένα Prism και Orinoco).
- Κάθε κάρτα δικτύου επιστρέφει διαφορετικού τύπου αποτελέσματα όσον αφορά τα μεγέθη signal strength, link quality. Για παράδειγμα, άλλη κάρτα επιστρέφει ποσοστιαίες τιμές (%) και άλλη σε dBm. Η έλλειψη τυποποίησης από την πλευρά των κατασκευαστών αποτελεί βασική δυσκολία προγραμματισμού.

Το δεύτερο ζήτημα που τέθηκε είναι η ύπαρξη προεπιλεγμένων δικτύων. Με τον όρο προεπιλεγμένα εννοούμε δίκτυα στα οποία γνωρίζουμε εκ των προτέρων το SSID, το Security mode κτλ. Τα κύρια προβλήματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- Κάθε Access Point δεν υποχρεούται να εκπέμπει το SSID του, το οποίο σημαίνει ότι το κινητό τερματικό δεν είναι δυνατό να το επιλέξει ως υποψήφιο για roaming.
- Σε περίπτωση αλλαγής των WEP κλειδιών το τερματικό δεν ενημερώνεται αυτόματα και όταν το συγκεκριμένο Access Point επιλεγεί ως υποψήφιο για διαπομπή η σύνδεση με το δίκτυο θα αποτύχει.
- Κάθε φορά που ένα νέο Access Point γίνεται μέρος της δικτυακής υποδομής, τα προφίλ των δικτύων στην εφαρμογή χρήστη δεν ενημερώνονται αυτόματα.
- Η υποστήριξη του EAP (*Extensible Authentication Protocol*) είναι μικρή παρά την επιδίωξη για ασφάλεια στα ασύρματα δίκτυα με τη χρήση ανάλογων πρωτοκόλλων.

Τέλος πρέπει να τονίσουμε ότι στα πλαίσια της μελέτης μας η ασφάλεια δεν έπαιξε πρωταγωνιστικό ρόλο αφού περισσότερη έμφαση δόθηκε στον τομέα της συνεργασίας του επιπέδου δικτύου με το επίπεδο της εφαρμογής όσον αφορά την εύρεση θέσης και την προσωποποίηση των υπηρεσιών.



Σχήμα 7.37: Διάγραμμα ροής για τον Echo Server





## **Κεφάλαιο 8**

### **Συμπεράσματα**

## 8.1 Επίλογος

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας έγινε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση των location based εφαρμογών τόσο στο δικτυακό επίπεδο όσο και στο επίπεδο της εφαρμογής.

Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον τομέα της αδιάλειπτης παροχής δικτύου σε ένα ασύρματο περιβάλλον. Για αυτό το σκοπό αξιολογήθηκαν πολλές προτεινόμενες λύσεις και υιοθετήθηκε η πιο αξιόπιστη (HUT Mobile IP), η οποία και εγκαταστάθηκε στην πειραματική τοπολογία που υλοποιήσαμε.

Επίσης εξετάστηκαν μέθοδοι για τον προσδιορισμό της θέσης του κινούμενου χρήστη, υιοθετήθηκε η μέθοδος εντοπισμού Cell id + Signal Strength και υλοποιήθηκαν εφαρμογές που συνδυάζουν τόσο τον εντοπισμό όσο και την αδιάλειπτη παροχή δικτύου σύνδεσης.

Κατά την εργασία μας αντιμετωπίσαμε ποικίλες δυσκολίες με βασικότερη την έλλειψη τυποποιήσεων στην επικοινωνία με τα Access Points και τις ασύρματες κάρτες δικτύου. Επιπλέον η έλλειψη ανοιχτών κατασκευαστικών προτύπων μας οδήγησε στην δημιουργία μιας τεχνικής λύσης ανεπτυγμένης σε περιβάλλον ελεύθερου λογισμικού (Java software σε λειτουργικό σύστημα Linux).

Συμπερασματικά, προσπαθήσαμε να συνδυάσουμε μία πληθώρα τεχνολογιών (Mobile IP, SNMP, GIS) με στόχο την σχεδίαση και υλοποίηση μίας ενοποιημένης πλατφόρμας ασύρματου δικτύου η οποία θα συνοδεύεται και από μία ομάδα εφαρμογών που θα απευθύνονται στον τελικό χρήστη.

## 8.2 Δυνατότητες Επέκτασης

Χάρη στην αρθρωτή σχεδίαση του περιβάλλοντος της εφαρμογής, υπάρχει πλήθος δυνατοτήτων επέκτασής της. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα εξής:

- Ταυτόπωση χρηστών με χρήση LDAP και χρήση τεχνολογιών όπως το RADIUS για την πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο.
- Επέκταση του τμήματος GIS ώστε να παρέχει ονλινε απεικόνιση της θέσης των χρηστών.
- Αναβάθμιση του τμήματος παροχής περιεχομένου από το server ώστε να παρουσιάζει και σελίδες HTML.
- Συσχέτιση του Mobile IP με το πρωτόκολλο DHCP για δυναμική διευθυνσιοδότηση κατά την περιαγωγή.
- Βελτιστοποίηση της περιαγωγής με υπολογισμό παραμέτρων QoS.

**Μέρος IV**  
**Παραρτήματα**



**Παράρτημα Α΄**

**Πειραματική Τοπολογία**

## Α'.1 Πειραματική Τοπολογία

### Α'.1.1 Εισαγωγή

Προκειμένου να επιβεβαιώσουμε πειραματικά τόσο τη λειτουργία του Mobile IP όσο και των εφαρμογών που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας υλοποιήσαμε μια τοπολογία προσομοίωσης, τα χαρακτηριστικά της οποίας αναλύονται παρακάτω.

### Α'.1.2 Υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν τρεις υπολογιστές που αποτελούσαν το βασικό κορμό του δικτύου:

- **Κεντρικός Δρομολογητής** Intel Pentium 4 3.2GHz, 1GB RAM με δύο κάρτες δικτύου 3Com 905.
- **Home Agent** Intel Pentium 4 2.4GHz, 512MB RAM με δύο κάρτες δικτύου 3Com 905.
- **Foreign Agent** Intel Pentium 4 2.4GHz, 512MB RAM με δύο κάρτες δικτύου 3Com 905.
- **Mobile Node** Compaq Evo N800W Laptop Intel P4 Mobile 2.4GHz, 512MB RAM με ασύρματη κάρτα δικτύου NetGear WG511 που βασίζεται στον ελεγκτή Prism και υποστηρίζει το πρωτόκολλο 802.11b & 802.11g.

Σαν σημεία ασύρματης πρόσβασης χρησιμοποιήθηκαν τα Cisco Aironet 1200 που υποστηρίζουν το πρωτόκολλο 802.11b.

### Α'.1.3 Λογισμικό

Όλοι οι υπολογιστές που χρησιμοποιήθηκαν για τις δοκιμές μας χρησιμοποιούσαν το λειτουργικό σύστημα SuSE Linux 9.0 με τον πυρήνα 2.4.21. Η συγκεκριμένη διανομή είναι μια τυπική διανομή Linux που χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη ευχρηστικότητα διαχείρισης και μεγάλο πλήθος πακέτων λογισμικού διαθέσιμα για εγκατάσταση. Για το Mobile IP χρησιμοποιήθηκε η υλοποίηση Dynamics HUT 0.8.1, η οποία προτιμήθηκε από τις υπόλοιπες αφού είναι η πιο σύγχρονη και υποστηρίζει πυρήνες της σειράς 2.4.x.

### Α'.1.4 Δικτυακή τοπολογία

Η πειραματική τοπολογία αποτελείται από τα εξής υποδίκτυα:

- Home Network : Η διεύθυνση του δικτύου είναι 10.3.4.0/24 (Υποδίκτυο 3). Ο Home Agent έχει διεύθυνση IP 10.3.4.1.

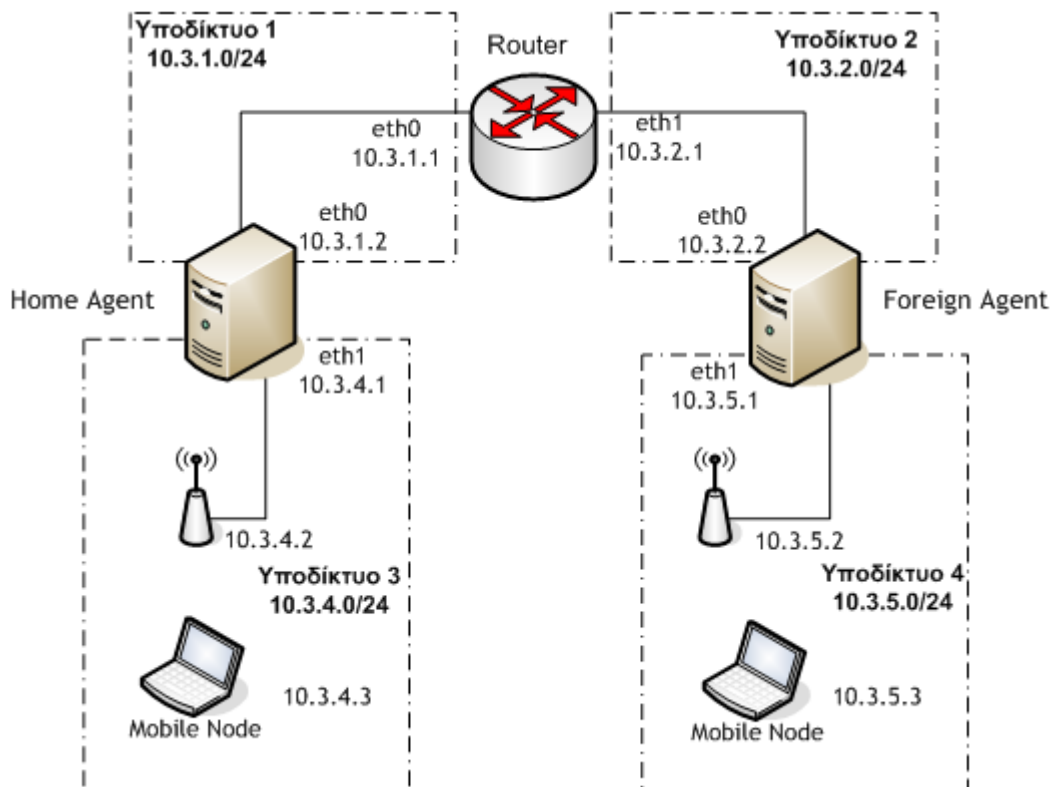
- Foreign Network : Η διεύθυνση του δικτύου είναι 10.3.5.0/24 (Υποδίκτυο 4). Ο Foreign Agent έχει διεύθυνση IP 10.3.5.1.

Η δρομολόγηση μεταξύ των δύο δικτύων γίνεται μέσω δυο επιπλέον υποδικτύων και ενός κεντρικού δρομολογητή:

- Υποδίκτυο 1: 10.3.1.0/24
- Υποδίκτυο 2: 10.3.2.0/24

Ο δρομολογητής συνδέεται με τα δύο υποδίκτυα με δύο κάρτες δικτύους που έχουν διευθύνσεις 10.3.1.1 και 10.3.2.1 αντίστοιχα. Οι Home Agent και Foreign Agent συνδέονται με τα υποδίκτυα 1 και 2 με κάρτες δικτύου με διευθύνσεις 10.3.1.2 και 10.3.2.2 αντίστοιχα.

Τέλος, η διεύθυνση του Mobile Node ενώ βρίσκεται στο Home Network είναι 10.3.4.3 ενώ όταν βρίσκεται στο Foreign Network έχει τη διεύθυνση 10.3.5.3.



Σχήμα Α.1: Τοπολογία δικτύου

### Α.1.5 Πίνακες Δρομολόγησης

Οι πίνακες δρομολόγησης των τριών υπολογιστών που αποτελούν τον κορμό του δικτύου προσομοίωσης έχουν ως εξής:

Προορισμός	Gateway	Μάσκα	Σημαία	Μέτρο	Κάρτα
10.3.4.0	10.3.1.2	255.255.255.0	UG	0	eth0
10.3.5.0	10.3.2.2	255.255.255.0	UG	0	eth1
10.3.1.0	*	255.255.255.0	U	0	eth0
10.3.2.0	*	255.255.255.0	U	0	eth1
127.0.0.0	*	255.0.0.0	U	0	lo

Πίνακας Α.1: Πίνακας Δρομολόγησης Κεντρικού Δρομολογητή

Προορισμός	Gateway	Μάσκα	Σημαία	Μέτρο	Κάρτα
10.3.4.0	*	255.255.255.0	U	0	eth1
10.3.1.0	*	255.255.255.0	U	0	eth0
127.0.0.0	*	255.0.0.0	U	0	lo
default	10.3.1.1	255.0.0.0	UG	0	eth0

Πίνακας Α.2: Πίνακας Δρομολόγησης Home Agent

Προορισμός	Gateway	Μάσκα	Σημαία	Μέτρο	Κάρτα
10.3.5.0	*	255.255.255.0	U	0	eth1
10.3.2.0	*	255.255.255.0	U	0	eth0
127.0.0.0	*	255.0.0.0	U	0	lo
default	10.3.2.1	255.0.0.0	UG	0	eth0

Πίνακας Α.3: Πίνακας Δρομολόγησης Foreign Agent



**Παράρτημα Β΄**

**SQL Κώδικας**

## B'.1 SQL Script για το σχήμα της Βάσης Δεδομένων

Η βάση δεδομένων που επιλέχθηκε για την εφαρμογή ήταν η MySQL, η οποία διατίθεται δωρεάν και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ταχύτητα απόκρισης και εύκολη εγκατάσταση.

Για τη δημιουργία του σχήματος πρέπει να εκτελεστούν τα εξής βήματα :

1. Δημιουργία ενός νέου σχήματος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της εντολής **mysqladmin create databasename**
2. Δημιουργία των πινάκων του σχήματος. Αυτό επιτυγχάνεται με εκτέλεση της εντολής **mysql databasename < sql\_script**.

Το script για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων παρατίθεται παρακάτω.

```
# Host: localhost      Database: diploma #

# # Table structure for table users #
# Πίνακας καταχώρησης των χρηστών

CREATE TABLE 'users' (
  'Id' int(6)      unsigned NOT NULL auto_increment,
  'username'      varchar(10) default NULL,
  'password'      varchar(10) default NULL,
  'firstname'     varchar(20) default NULL,
  'lastname'      varchar(20) default NULL,
  'email'         varchar(20) default NULL,
  'ip'            varchar(20) default '',
  'mac'           varchar(20) default NULL,
  PRIMARY KEY ('Id')
) TYPE=MyISAM;

# # Table structure for table aps #
# Πίνακας καταχώρησης των Access Points

CREATE TABLE 'aps' (
  'Id' int(6)      unsigned NOT NULL auto_increment,
  'mac'           varchar(12) default NULL,
  'ip'           varchar(15) default NULL,
  'latitude'      varchar(20) default NULL,
  'longitude'     varchar(20) default NULL,
  PRIMARY KEY ('Id')
```

```
) TYPE=MyISAM;

# # Table structure for table ap_user #
# Πίνακας συσχέτισης χρηστών και Access Points
CREATE TABLE 'ap_user' (
  'Id' int(6) unsigned NOT NULL auto_increment,
  'apid' varchar(100) default '',
  'userid' varchar(100) default '',
  PRIMARY KEY ('Id')
) TYPE=MyISAM;

# # Table structure for table posters #
# Πίνακας καταχώρησης των διαθέσιμων διαφημίσεων

CREATE TABLE 'posters' (
  'Id' int(6) unsigned NOT NULL auto_increment,
  'link' varchar(100) default NULL,
  'announcement' varchar(255) default NULL,
  PRIMARY KEY ('Id')
) TYPE=MyISAM;

# # Table structure for table ap_poster #
# Πίνακας συσχέτισης διαφημίσεων με σημεία πρόσβασης

CREATE TABLE 'ap_poster' (
  'Id' int(6) unsigned NOT NULL auto_increment,
  'apid' tinyint(4) NOT NULL default '0',
  'posterid' tinyint(4) NOT NULL default '0',
  PRIMARY KEY ('Id'),
  KEY 'apidindx' ('apid'),
  KEY 'posterindx' ('posterid')
) TYPE=MyISAM;
```



**Παράρτημα Γ'**

**Διαγράμματα UML**



# Bibliography

- [1] Broadband Radio Access Networks (BRAN); High Performance Radio Local Area Network (HIPERLAN) Type 1, 1998.
- [2] ANSI/IEEE Std 802.11, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, 1999.
- [3] IEEE Std 802.11a: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: High-speed Physical Layer in the 5 GHz Band, 1999.
- [4] IEEE Std 802.11b: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band, 1999.
- [5] Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Physical (PHY) layer, 2001.
- [6] IEEE Std 802.11g: Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications Amendment 4: Further Higher Data Rate Extension in the 2.4 GHz Band, 2003.
- [7] Specification of the Bluetooth System, Core Package v. 1.2, 2003.
- [8] Attila Weyland, Guenther Stattenberger, Torsten Braun. Mobile-controlled handover in wireless lans.
- [9] R. Austein and J. Saperia. RFC 1611: DNS server MIB extensions, May 1994. Status: PROPOSED STANDARD.
- [10] R. Presuhn B. Wijnen and K. McCloghrie. RFC 3415: View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)), December 2002.
- [11] U. Blumenthal and B. Wijnen. RFC 3414: User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)), December 2002.

- [12] J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Waldbusser. RFC 1441: Introduction to version 2 of the Internet-standard Network Management Framework, April 1993. Status: PROPOSED STANDARD.
- [13] J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Waldbusser. RFC 1443: Textual conventions for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), April 1993. Obsoleted by RFC1903 [35]. Status: PROPOSED STANDARD.
- [14] J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Waldbusser. RFC 1444: Conformance statements for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), April 1993. Obsoleted by RFC1904 [36]. Status: PROPOSED STANDARD.
- [15] J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Waldbusser. RFC 1448: Protocol operations for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), April 1993. Obsoleted by RFC1905 [37]. Status: PROPOSED STANDARD.
- [16] J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Waldbusser. RFC 1449: Transport mappings for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), April 1993. Obsoleted by RFC1906 [38]. Status: PROPOSED STANDARD.
- [17] J. D. Case, M. Fedor, M. L. Schoffstall, and C. Davin. RFC 1098: Simple network management protocol (SNMP), April 1989. Obsoleted by RFC1157 [18]. Obsoletes RFC1067 [19]. Status: UNKNOWN.
- [18] J. D. Case, M. Fedor, M. L. Schoffstall, and C. Davin. RFC 1157: Simple network management protocol (SNMP), May 1990. See also STD0015 [?]. Obsoletes RFC1098 [17]. Status: STANDARD.
- [19] J. D. Case, M. Fedor, M. L. Schoffstall, and J. Davin. RFC 1067: Simple network management protocol, August 1988. Obsoleted by RFC1098 [17]. Status: UNKNOWN.
- [20] R. Presuhn D. Harrington and B. Wijnen. RFC 3411: An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks), December 2002.
- [21] C. Perkins D. Johnson and J. Arkko. RFC 3775: Mobility Support in IPv6, June 2004.
- [22] P. Meyer D. Levi and B. Stewart. RFC 3413: Simple Network Management Protocol (SNMP) Applications), December 2002.
- [23] Μιχαήλ Ε. Θεολόγου. *Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών*. Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2002.



- 
- [24] D. Partain J. Case, R. Mundy and B. Stewart. RFC 3410: Introduction and Applicability Statements for Internet Standard Management Framework), December 2002.
- [25] R. Presuhn J. Case, D. Harrington and B. Wijnen. RFC 3412: Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP) ), December 2002.
- [26] K. McCloghrie and M. T. Rose. RFC 1065: Structure and identification of management information for TCP/IP-based internets, August 1988. Obsoleted by RFC1155, STD0016 [31, ?]. Status: UNKNOWN.
- [27] K. McCloghrie and M. T. Rose. RFC 1213: Management information base for network management of TCP/IP-based internets:MIB-II, March 1991. Obsoletes RFC1158 [?]. See also STD0017 [?]. Updated by RFC2011, RFC2012, RFC2013 [?, ?, ?]. Status: STANDARD.
- [28] C. Perkins. RFC 2002: IP mobility support, October 1996. Updated by RFC2290 [39]. Status: PROPOSED STANDARD.
- [29] C. E. Perkins. *Mobile IP Design Principles and Practice*. Addison-Wesley Publishing Company, One Jacob Way, Reading, Massachusetts 01867,US, Oct. 1997.
- [30] R. Rivest. RFC 1321: The MD5 message-digest algorithm, April 1992. Status: INFORMATIONAL.
- [31] M. T. Rose and K. McCloghrie. RFC 1155: Structure and identification of management information for TCP/IP-based internets, May 1990. Obsoletes RFC1065 [26]. Status: STANDARD.
- [32] M. T. Rose and K. McCloghrie. RFC 1212: Concise MIB definitions, March 1991. See also STD0016 [?]. Status: STANDARD.
- [33] Scott Fluhrer, Itsik Mantin, Adi Shamir. Weaknesses in the Key Scheduling Algorithm of RC4.
- [34] SNMPv2 Working Group, J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Wald-busser. RFC 1902: Structure of management information for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), January 1996. Obsoletes RFC1442 [?]. Status: DRAFT STANDARD.
- [35] SNMPv2 Working Group, J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Wald-busser. RFC 1903: Textual conventions for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), January 1996. Obsoletes RFC1443 [13]. Status: DRAFT STANDARD.

- [36] SNMPv2 Working Group, J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Wald-busser. RFC 1904: Conformance statements for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), January 1996. Obsoletes RFC1444 [14]. Status: DRAFT STANDARD.
- [37] SNMPv2 Working Group, J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Wald-busser. RFC 1905: Protocol operations for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), January 1996. Obsoletes RFC1448 [15]. Status: DRAFT STANDARD.
- [38] SNMPv2 Working Group, J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Wald-busser. RFC 1906: Transport mappings for version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2), January 1996. Obsoletes RFC1449 [16]. Status: DRAFT STANDARD.
- [39] J. Solomon and S. Glass. RFC 2290: Mobile-IPv4 configuration option for PPP IPCP, February 1998. Updates RFC2002 [?]. Status: PROPOSED STANDARD.
- [40] K. Tesink. RFC 2515: Definitions of Managed Objects for ATM Management, February 1999. Status: PROPOSED STANDARD.

# Ευρετήριο

- Τεχνολογίες προσδιορισμού τοποθεσίας
  - Cell - ID + Signal Strength, 37
  - Cell - ID + Timing Advance, 37
  - Cell - ID, 36
- Ad Hoc δίκτυα, 5
- Agent Discovery, 12
- Bluetooth, 4
- Δρομολόγηση
  - Ανάστροφη δρομολόγηση, 17
  - Τριγωνική δρομολόγηση, 15
  - Collocated Care-of-Address, 18
- Γαιωδαιτικό Δεδομένο, 33
- Handoff, 12
- HiperLAN, 4
- HomeRF, 5
- IEEE802.11
  - 802.11, 3
  - 802.11a, 3
  - 802.11b, 3
  - 802.11g, 4
- Infrastructure δίκτυα, 5
- Ingress Filtering, 16
- ISM, 5
- Lidar, 88
- MIB, 55
- RC4 Αλγόριθμος, 9
- Δρομολόγηση
  - Βελτιστοποιημένη ανάστροφη δρομολόγηση, 18
- SNMP, 54
- SSID, 9
- Συστήματα Συντεταγμένων
  - Earth Centered - Earth Fixed, 34
  - Μερκατορικό σύστημα συντεταγμένων, 34
  - Σύστημα Γεωγραφικού Μήκους - Πλάτους - Ύψους, 33
- Tunnelling, 12
- WEP, 9