



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Ανάπτυξη SIP Application Server για την ευφυή δρομολόγηση  
κλήσεων σύμφωνα με πληροφορίες θέσης του καλούμενου χρήστη  
ύστερα από 802.11 εντοπισμό σε εσωτερικό περιβάλλον**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Αναστάσιος Ξ. Κουρής

**Επιβλέπων :** Ευστάθιος Συκάς

Καθηγητής

Αθήνα, Φεβρουάριος 2013





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Ανάπτυξη SIP Application Server για την ευφυή δρομολόγηση  
κλήσεων σύμφωνα με πληροφορίες θέσης του καλούμενου χρήστη  
ύστερα από 802.11 εντοπισμό σε εσωτερικό περιβάλλον**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αναστάσιος Ξ. Κουρής

**Επιβλέπων :** Ευστάθιος Συκάς

Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 27<sup>η</sup> Φεβρουαρίου 2013.

.....  
Ε. Συκάς  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Μ. Θεολόγου  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Γ. Στασινόπουλος  
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2013

.....  
Αναστάσιος Ξ. Κουρής

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

Copyright © Αναστάσιος Ξ. Κουρής, 2013

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

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μίας υπηρεσίας με βάση τη θέση (location-based service), η οποία επιτρέπει την δρομολόγηση τηλεφωνικών κλήσεων ανάλογα με τη θέση του καλούμενου χρήστη σε εσωτερικούς χώρους.

Για κάθε χρήστη της υπηρεσίας ορίζεται ένα μοναδικό SIP URI με το οποίο είναι γνωστός, και δηλώνεται σε μία βάση δεδομένων η φυσική διεύθυνση μιας 802.11 προσωπικής ασύρματης συσκευής του. Οι πληροφορίες θέσης λαμβάνονται από τον ελεγκτή του ασύρματου δικτύου όταν αυτή η συσκευή του χρήστη συνδεθεί σε κάποιο Access Point στο περιβάλλον. Ως θέση του χρήστη θεωρείται η θέση του Access Point στο οποίο είναι συνδεδεμένη η ασύρματη συσκευή του. Ακόμη στη βάση δεδομένων αποθηκεύεται ανά Access Point ένας τηλεφωνικός αριθμός στον οποίο προωθούνται οι κλήσεις προς το χρήστη που βρίσκεται στο συγκεκριμένο χώρο.

Αρχικά στην εργασία μελετώνται οι Υπηρεσίες με Βάση τη Θέση, εξετάζονται πιθανοί αλγόριθμοι εντοπισμού κινητού τερματικού σε ασύρματο δίκτυο για την εφαρμογή και παρουσιάζονται οι VoIP τεχνολογίες που μας επιτρέπουν την ανάπτυξη location-based υπηρεσιών.

Στη συνέχεια αναλύεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του SIP Application Server ο οποίος υποστηρίζει την υπηρεσία. Παρουσιάζεται αρχικά το μέρος που είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση της θέσης των χρηστών. Στη συνέχεια το VoIP μέρος που επιτρέπει τη δρομολόγηση των κλήσεων στο κατάλληλο phone extension. Τελευταία παρουσιάζεται μια εύχρηστη διεπαφή που επιτρέπει την παρακολούθηση της κατάστασης και την παραμετροποίηση του server.

Τέλος παρουσιάζονται συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις πάνω στην εργασία.

## Λέξεις Κλειδιά

Υπηρεσίες με βάση τη θέση, Internet τηλεφωνία, Voice over IP, SIP, Asterisk, Cisco Wireless LAN Controller, εντοπισμός σε εσωτερικούς χώρους, δρομολόγηση κλήσεων



## **Abstract**

The purpose of this thesis is the development of a location-based service, that enables call forwarding depending on information about the location of the caller, indoors.

For each user of the service, a unique SIP URI is defined, by which he is known, and a physical address of an 802.11-ready wireless device of his is stored in a database. Information about user location is obtained from the Wireless LAN Controller whenever that particular user's device is connected to a wireless Access Point in the place of execution. The location of an Access Point to which a user's wireless device is connected is considered as the user's location. Furthermore, for each Access Point a telephone extension is stored in the database, to which a call will be forwarded, shall it be destined for a user of the system that is present at that particular location.

At first, in this thesis a research about Location-based Services is conducted, possible tracking algorithms of a mobile terminal on a wireless network are considered for the application and some VoIP technologies that enable the development of location-based services are presented.

Next, the planning and the development of a SIP Application Server that enables the service are analyzed. Firstly, the part of user indoor tracking is presented. Secondly, the VoIP part which enables the call forwarding functionality is exhibited. Lastly, a user-friendly web interface is presented which supports system monitoring and configuration.

Eventually, some final conclusions about the thesis and future suggestions for further studying are listed.

### **Keywords**

Location-based Services, Internet telephony, Voice over IP, SIP, Asterisk, Cisco Wireless LAN Controller, indoor tracking, call forwarding





## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Ευστάθιο Συκά που με εμπιστεύθηκε με την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, οφείλω να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα Πάρι Χαραλάμπου για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και την πολύτιμη συνεισφορά του.



## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	5
Abstract.....	7
Ευχαριστίες.....	9
Περιεχόμενα.....	11
Σχήματα .....	17
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....</b>	<b>19</b>
1.1 Σκοπός εργασίας .....	19
1.2 Δομή Εργασίας.....	19
<b>Κεφάλαιο 2: Γενικά .....</b>	<b>21</b>
2.1 Ιστορική αναδρομή της εξέλιξης των τηλεπικοινωνιών .....	21
2.2 Οι σύγχρονες τάσεις εξέλιξης των επικοινωνιών.....	23
2.2.1 Το έξυπνο Οπτικό Δίκτυο.....	25
2.2.2 Το 3G Ασύρματο Δίκτυο.....	27
2.2.3 Δίκτυο πακέτων με προδιαγραφές ποιότητας υπηρεσίας (QoS ) .....	31
<b>Κεφάλαιο 3: Υπηρεσίες με βάση τη θέση .....</b>	<b>33</b>
3.1 Ορισμός.....	33
3.2 Οι συνιστώσες των Location Based Services .....	35
3.3 Πως λειτουργεί μία Υπηρεσία με Βάση τη Θέση .....	36
<b>Κεφάλαιο 4: Προσδιορισμός θέσης χρήστη .....</b>	<b>39</b>
4.1 Εισαγωγή.....	39
4.2 Αλγόριθμοι προσδιορισμού θέσης σε ασύρματα συστήματα επικοινωνιών.....	40
4.2.1 Αλγόριθμοι που απαιτούν πάνω από έναν σταθμό βάσης (BS) .....	41
4.2.2 Αλγόριθμοι που απαιτούν έναν σταθμό βάσης (BS).....	44
4.2.3 Τεχνικές «Δακτυλικού αποτυπώματος» (Fingerprint) .....	45
4.3 Επιλογή μεθόδου προσδιορισμού θέσης χρήστη για το εγχείρημα .....	46
<b>Κεφάλαιο 5: Voice over IP και Location-Based Services.....</b>	<b>49</b>
5.1 Τι είναι το VoIP.....	49

5.2 Από το PSTN στο VoIP .....	50
5.3 Πρωτόκολλα VoIP .....	52
5.3.1 Πρωτόκολλα σηματοδότησης .....	53
5.3.2 Πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων .....	53
5.4 SIP .....	53
5.4.1 Εισαγωγικά .....	53
5.4.2 Αρχιτεκτονική SIP .....	54
5.4.3 Μηνύματα SIP .....	56
5.4.3.1 Διευθυνσιοδότηση .....	56
5.4.3.2 Κατηγορίες μηνυμάτων SIP .....	57
5.4.4 SIP B2BUA .....	59
5.5 SIP ως πρωτόκολλο υποστήριξης Location-Based υπηρεσιών.....	59
5.5.1 Περιγραφή θέσης.....	60
5.5.2 Τεχνικές πληροφόρησης θέσης .....	61
5.5.2.1 Μέθοδοι πληροφόρησης από την πλευρά του χρήστη .....	61
5.5.2.2 Μέθοδοι πληροφόρησης από την πλευρά του server .....	62
5.5.3 Μηχανισμός ανταλλαγής πληροφοριών γεγονότων στο SIP .....	62
5.6 Κατηγοριοποίηση Location-Based Υπηρεσιών σε SIP VoIP συστήματα .....	64
<b>Κεφάλαιο 6: Κατασκευή Server .....</b>	<b>67</b>
6.1 Εισαγωγικά.....	67
6.2 Ανάλυση του συστήματος σε λειτουργικές ενότητες.....	67
6.2.1 Εντοπισμός Χρηστών .....	68
6.2.2 VoIP.....	69
6.2.3 Web υπηρεσία παραμετροποίησης συστήματος .....	69
6.3 Βάση δεδομένων ως σύνδεσμος των τμημάτων.....	69
<b>Κεφάλαιο 7: Εντοπισμός Χρηστών .....</b>	<b>71</b>
7.1 Περιβάλλον εγχειρίματος.....	71

7.2 Λογική της μεθόδου εντοπισμού.....	72
7.2.1 Σχέση θέσης Access Point με Extension .....	72
7.2.2 Παρακολούθηση συσχετίσεων χρηστών με AP .....	73
7.3 Χρήση Βάσης Δεδομένων.....	74
7.3.1 Πίνακας users .....	75
7.3.2 Πίνακας extensions.....	75
7.3.3 Πίνακας associations .....	76
7.4 Μηχανισμός ενημέρωσης associations χρηστών .....	76
7.4.1 Cisco Wireless LAN Controller .....	76
7.4.2 SNMP TRAP Receiver.....	77
7.4.3 Αρχείο log.....	77
7.5 Εφαρμογή παρακολούθησης associations και ενημέρωσης βάσης δεδομένων .	78
7.5.1 Παρακολούθηση log αρχείου .....	78
7.5.2 Διαδικασία ελέγχου μιας εγγραφής στο log .....	79
7.5.3 Έλεγχος παλαιότητας associations .....	80
<b>Κεφάλαιο 8: VoIP .....</b>	<b>83</b>
8.1 Εισαγωγικά.....	83
8.2 Περιγραφή του λογισμικού Asterisk.....	83
8.2.1 Τι είναι ο Asterisk.....	83
8.2.2 Asterisk Dialplan .....	84
8.2.3 Παραμετροποίηση Asterisk.....	85
8.3 Αρχιτεκτονική VoIP τμήματος .....	85
8.3.1 Βάση Δεδομένων .....	85
8.3.2 SIP User Agents.....	86
8.3.3 Asterisk του VoIP Συστήματος .....	86
8.3.4 B2BUA Asterisk Server .....	86
8.4 Dialplan του B2BUA Asterisk Server.....	87

<b>Κεφάλαιο 9: Web υπηρεσία παραμετροποίησης συστήματος</b> .....	<b>91</b>
9.1 Εισαγωγικά.....	91
9.2 Διαδικασία ελέγχου ταυτότητας χρήστη.....	91
9.3 Περιγραφή ιστοσελίδας Web υπηρεσίας .....	92
9.3.1 Ιστοσελίδα διαχειριστή συστήματος .....	92
9.3.2 Ιστοσελίδα ενός χρήστη του συστήματος .....	94
<b>Κεφάλαιο 10: Επίλογος</b> .....	<b>97</b>
10.1 Ανασκόπηση εργασίας .....	97
10.2 Προτάσεις μελλοντικής επέκτασης του συστήματος.....	98
<b>Παράρτημα</b> .....	<b>101</b>
Μέρος Πρώτο: Βάση Δεδομένων.....	101
location_service.sql .....	101
Μέρος Δεύτερο: Εφαρμογή παρακολούθησης wifi associations.....	102
Tail.java .....	102
LogFileTailerListener.java .....	106
LogFileTailer.java .....	107
Μέρος Τρίτο: Κώδικας Asterisk .....	110
sip.conf .....	110
extensions.conf .....	110
Μέρος Τέταρτο: Web Site.....	111
Φόρμα εισόδου αρχικής σελίδας .....	111
login-exec.php (διαχείριση εισηγμένων στοιχείων εισόδου) .....	111
index.php (Ενδεικτικά η κεντρική σελίδα για τον Administrator).....	113
users-exec.php (Εμφάνιση εγγεγραμμένων χρηστών από τη βάση δεδομένων).....	114
extensions-exec.php (Εμφάνιση περιεχομένων πίνακα extensions).....	116
Φόρμα αλλαγής φυσικής διεύθυνσης του χρήστη .....	118
mac-change-exec.php (Ενημέρωση βάσης με νέα φυσική διεύθυνση).....	118

**Βιβλιογραφία ..... 121**





## Σχήματα

- Σχήμα 2.1.** Παγκόσμια κίνηση του Internet ανά έτος. (Σελ.24)
- Σχήμα 2.2.** Πρόβλεψη για την αύξηση της παγκόσμιας κίνησης IP έως το 2016. (Σελ.24)
- Σχήμα 2.3.** Σύνοψη αντικειμενικών στόχων και προδιαγραφών φυσικού στρώματος (physical layer) για 40 και 100 Gigabit Ethernet (Σελ.26)
- Σχήμα 2.4.** Εξέλιξη χωρητικότητας οπτικής ίνας. (Σελ.27)
- Σχήμα 2.5.** Ασύρματες υπηρεσίες και ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων (Σελ.28)
- Σχήμα 2.6.** Αρχιτεκτονική Δικτύου επόμενης γενιάς (Σελ.30)
- Σχήμα 2.7.** Ένα δίκτυο που συνδυάζει τόσο ασύρματα αλλά και ενσύρματα μέρη (Σελ.31)
- Σχήμα 2.8.** Ένα QoS δίκτυο πακέτων δεδομένων με τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά. (Σελ.32)
- Σχήμα 3.1.** Υπηρεσίες βασισμένες στη θέση ως τομή Υπηρεσιών (Σελ.34)
- Σχήμα 3.2.** Οι συνιστώσες των Υπηρεσιών με Βάση τη Θέση (Σελ.36)
- Σχήμα 3.3.** Συνιστώσες LBS και ροή πληροφοριών (Σελ.36)
- Σχήμα 4.1.** Ιδανική αναπαράσταση γεωμετρίας αλγορίθμου RSS (Σελ.41)
- Σχήμα 4.2.** Σχηματική αναπαράσταση αλγορίθμου TOA (Σελ.42)
- Σχήμα 4.3.** Σχηματική αναπαράσταση αλγορίθμου TDOA (Σελ.43)
- Σχήμα 4.4.** Σχηματική αναπαράσταση αλγορίθμου AOA (Σελ.44)
- Σχήμα 4.5.** Σχηματική αναπαράσταση αλγορίθμου 1TOA-1AOA (Σελ.45)
- Σχήμα 5.1.** Διαστρωμάτωση Πρωτοκόλλων VoIP (Σελ.52)
- Σχήμα 5.2.** Κατηγοριοποίηση πρωτοκόλλων VoIP (Σελ.52)
- Σχήμα 5.3.** Δυνατά μονοπάτια που μπορούν να ακολουθήσουν SIP requests και SIP responses σε ένα SIP δίκτυο (Σελ.56)
- Σχήμα 5.4.** Δομή μηνυμάτων SIP (Σελ.57)
- Σχήμα 5.5.** Ανίχνευση θέσης σε SIP-Based σύστημα επικοινωνίας (Σελ.61)
- Σχήμα 6.1.** Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος (Σελ.68)
- Σχήμα 7.1.** Κάτοψη πρώτου ορόφου όπου φαίνεται η θέση των Access Points, στιγμιότυπο από το Cisco WCS (Σελ.72)
- Σχήμα 7.2.** Σχηματική παράσταση του μοντέλου Cisco UWN Solution (Σελ.73)
- Σχήμα 7.3.** Σχηματική αναπαράσταση βάσης δεδομένων (Σελ.74)
- Σχήμα 9.1.** Κεντρική σελίδα διαχειριστή (Σελ.92)
- Σχήμα 9.2.** Κεντρική σελίδα χρήστη (Σελ.94)



# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

## 1.1 Σκοπός εργασίας

Στην μοντέρνα εποχή οι Τεχνολογίες Διαδικτύου και η πρόοδος στις ασύρματες συσκευές και τους υπολογιστές έχουν φέρει επανάσταση στον τομέα των Τηλεπικοινωνιών σε βαθμό που άλλαξαν την ζωή των ανθρώπων τα τελευταία χρόνια. Ταυτόχρονα η ανάγκη για τη γνώση της θέσης ενός χρήστη ανά πάσα στιγμή σε συνδυασμό με τα προηγούμενα γέννησε μία νέα κατηγορία υπηρεσιών, τις location-based υπηρεσίες, δηλαδή υπηρεσίες που εκμεταλλεύονται τη γνώση της θέσης ενός χρήστη. Ενδεικτικό της άθισης και της ανάγκης των location-based υπηρεσιών σήμερα είναι το ότι σε κάθε ασύρματη συσκευή έχει ενσωματωθεί δέκτης GPS. Το μεγάλο μειονέκτημα του GPS, ωστόσο, είναι η αδυναμία λειτουργίας σε εσωτερικούς χώρους όπου η ανάγκη για ανάπτυξη υπηρεσιών με βάση τη θέση είναι εξίσου μεγάλη. Έτσι νέοι τρόποι πρέπει να εξεταστούν για τον εντοπισμό χρηστών σε αυτούς.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι αρχικά η μελέτη της ανάπτυξης των τηλεπικοινωνιών και των location-based υπηρεσιών, η εξέταση πιθανών μεθόδων εντοπισμού σε εσωτερικούς χώρους και τελικά η ανάπτυξη μιας location-based υπηρεσίας εσωτερικού χώρου. Η υπηρεσία αυτή έχει ως στόχο την έξυπνη δρομολόγηση μιας τηλεφωνικής κλήσης προς έναν χρήστη σύμφωνα με τη γνώση της θέσης του και εκτελείται στο εσωτερικό των κτιρίων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. Ο εντοπισμός των χρηστών γίνεται με τη βοήθεια του ασύρματου δικτύου WiFi που εκτείνεται σε όλους τους χώρους της Σχολής. Κατά την σχεδίαση και εκτέλεση του εγχειρήματος μελετούνται οι VoIP τεχνολογίες και συγκεκριμένα τρόποι με τους οποίους αυτές μπορούν να υποστηρίξουν υπηρεσίες με βάση τη θέση. Τελικά γίνεται παρουσίαση του συστήματος ανά τμήματα και πως αυτά συνεργάζονται για την υποστήριξη της υπηρεσίας.

## 1.2 Δομή Εργασίας

Κεφάλαιο 2: Γίνεται μελέτη της ανάπτυξης των τηλεπικοινωνιών και των τεχνολογιών που συνέβαλαν γενικά στην εξέλιξη των επικοινωνιών στην μοντέρνα εποχή. Στόχος είναι να γίνει αντιληπτό πως φτάσαμε τόσο ραγδαία στον τεχνολογικό παράδεισο του σήμερα, όπου η πρόσβαση στο διαδίκτυο είναι το κλειδί των τηλεπικοινωνιών.

Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση των υπηρεσιών με βάση τη θέση. Επίσης γίνεται ανάλυση των απαραίτητων συνιστωσών για την ανάπτυξή τους και του τρόπου λειτουργίας τους

Κεφάλαιο 4: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια περιγραφή μεθόδων εντοπισμού σε ασύρματα συστήματα επικοινωνιών. Συγκεκριμένα αναλύονται αλγόριθμοι

εντοπισμού ανάλογα με τον αριθμό των σταθμών βάσεων του ασύρματου δικτύου. Τέλος παρουσιάζονται οι ιδιαιτερότητες του χώρου του εγχειρήματος και σύμφωνα με αυτές γίνεται αξιολόγηση των αλγορίθμων και επιλογή του πλέον κατάλληλου για την υπηρεσία που σχεδιάζεται.

Κεφάλαιο 5: Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μελέτη των VoIP τεχνολογιών και μεγαλύτερη σημασία δίνεται στο πρωτόκολλο SIP με το οποίο υποστηρίζονται οι VoIP επικοινωνίες στο σύστημα. Παρουσιάζονται οι μηχανισμοί που προσφέρει που επιτρέπουν την υποστήριξη location-based υπηρεσιών όπως την μεταφορά πληροφορίας θέσης. Στο τέλος γίνεται μια κατηγοριοποίηση location-based υπηρεσιών που μπορούν να αναπτυχθούν σε βασισμένα σε SIP VoIP συστήματα εκμεταλλευόμενες τους μηχανισμούς που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Κεφάλαιο 6: Γίνεται μια παρουσίαση του συστήματος που αναπτύχθηκε εργαστηριακά και αναλύεται σε λειτουργικές ενότητες ανάλογα με το ρόλο που επιτελείται: Τμήμα Εντοπισμού Χρηστών, Τμήμα VoIP και Τμήμα Παραμετροποίησης του Συστήματος.

Κεφάλαιο 7: Παρουσίαση των οντοτήτων του πρώτου τμήματος του συστήματος, αυτού του Εντοπισμού των Χρηστών.

Κεφάλαιο 8: Παρουσίαση του VoIP τμήματος του συστήματος. Εδώ γίνεται μια σύντομη περιγραφή του Asterisk, λογισμικού ανοιχτού κώδικα που υποστηρίζει τις VoIP λειτουργίες του συστήματος. Τελικά περιγράφεται πως λαμβάνει την πληροφορία για την θέση ενός χρήστη και τον τρόπο που την εκμεταλλεύεται.

Κεφάλαιο 9: Παρουσίαση του τρίτου και τελευταίου τμήματος του συστήματος που αφορά τον έλεγχο κατάστασης και παραμετροποίησης του. Συγκεκριμένα αφορά μία ιστοσελίδα που παρέχει διεπαφή για τον διαχειριστή και τους χρήστες, ώστε να μπορούν να πραγματοποιούν ρυθμίσεις στο σύστημα εύκολα και γρήγορα μέσω Διαδικτύου.

Κεφάλαιο 10: Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα της εργασίας και δίνονται μερικές προτάσεις για μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος.

## Κεφάλαιο 2: Γενικά

### 2.1 Ιστορική αναδρομή της εξέλιξης των τηλεπικοινωνιών

Ο άνθρωπος είναι ένα κοινωνικό ον και από την αρχαιότητα είχε την ανάγκη να επικοινωνεί. Η εξέλιξη της επικοινωνίας από απόσταση ήταν μία πρόκληση και μέχρι να φτάσουμε στην τεχνολογική επανάσταση της εποχής μας με όλα τα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά μέσα όπως το τηλέφωνο και το Internet, είχαν προηγηθεί πολλές εφευρέσεις που είχαν σαν στόχο τη βελτίωση των τηλεπικοινωνιών. Στόχος ήταν αφενός να ξεπεραστεί το εμπόδιο της απόστασης μεταξύ δύο σημείων και αφετέρου να μειωθεί ο χρόνος διάδοσης πληροφορίας στο ελάχιστο.

Τηλεπικοινωνίες υπήρχαν πολύ πριν το τηλέφωνο. Για την ακρίβεια η πρώτες μορφές ήταν τα σήματα καπνού και η χρήση τυμπάνων. Με τον πρώτο τρόπο στην αρχαία Κίνα, Κινέζοι στρατιώτες που ήταν τοποθετημένοι κατά μήκος του Σινικού Τείχους μπορούσαν να ειδοποιούν ο ένας τον άλλο για επικείμενη επίθεση εχθρού. Έτσι μπορούσε να διαδοθεί η αυτή η πληροφορία σε απόσταση 750 χιλιομέτρων σε μόλις λίγες ώρες. Αυτή η μορφή τηλεπικοινωνίας εφαρμοζόταν εκτός από την Κίνα και στη Βόρειο Αμερική από τους Ινδιάνους καθώς και στην Αρχαία Ελλάδα. Η χρήση τυμπάνων παρομοίως επέτρεπε την αλυσιδωτή μεταφορά πληροφορίας σε πυκνές δασώδεις περιοχές που δεν υπήρχε οπτική κάλυψη και χρησιμοποιούνταν στη Νότιο Αμερική, τη Νέα Γουινέα και τη Αφρική.

Στο τέλος του 18<sup>ου</sup> αιώνα πραγματοποιήθηκε μία σημαντική εφεύρεση, ένα σύστημα οπτικής επικοινωνίας με η βοήθεια Σηματοφορέων (Semaphors). Οι Σηματοφορείς ήταν κατασκευές που επέτρεπαν τη μετάδοση πληροφοριών μέσω οπτικών σημάτων, σαν πύργοι, εξοπλισμένοι με κινούμενα πτερύγια ή πίνακες με κινούμενα διαφράγματα. Με την ιδέα της οπτικής επικοινωνίας να έχει δοθεί από τον φυσικό και χημικό Robert Hooke ήδη από το 1684, το 1792 ο Γάλλος Claude Chappe ήταν ο εφευρέτης αυτού του συστήματος το οποίο χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε Ευρώπη και Αμερική έως το 1880. Μπορούμε να πούμε ότι ήταν ο πρώτος τηλεγράφος.

Ο πρώτος ηλεκτρικός τηλεγράφος εκμεταλλευόταν το φαινόμενο της ηλεκτρολυτικής διάσπασης το οποίο είχαν περιγράψει ο Alessandro Volta και ο Luigi Galvani προς το τέλος του 18<sup>ου</sup> αιώνα. Ήταν ένας ηλεκτροχημικός τηλεγράφος που χρησιμοποιούσε το οπτικό αποτέλεσμα της ηλεκτρόλυσης, την παραγωγή φυσαλίδων Υδρογόνου. Ο χειριστής μπορούσε να μετατρέψει μια ακολουθία από φυσαλίδες, που παρατηρούσε σε διάφορα δοχεία με ηλεκτρολύτη, σε μήνυμα. Εφευρέτης του ήταν ο Fransisco Salva από την Ισπανία το 1804. Το 1809 ο Γερμανός Samuel Thomas von Sommering βελτίωσε αυτή την εφεύρεση. Αργότερα το 1832 ο Ρώσος Βαρόνος Pavel Lvovitch Schilling εφηύρε τον πρώτο ηλεκτρομαγνητικό τηλεγράφο, τον οποίο τον επόμενο χρόνο τροποποίησαν οι Carl Friedrich Gauss και Wilhelm Webber για να μεταφέρουν επιστημονικά δεδομένα στο πανεπιστήμιο της πόλης Göttingen σε απόσταση 1200 μέτρων σύμφωνα με μία κωδικοποίηση που οι ίδιοι είχαν επινοήσει. Ο πρώτος

εμπορικός τηλεγράφος κατασκευάστηκε από τους Sir Charles Wheatstone και Sir William Fothergill Cooke στην Αγγλία στις 9 Απριλίου 1839 κατά μήκος 21 χιλιομέτρων του Δυτικού Βρετανικού σιδηροδρομικού δικτύου.

Στην άλλη πλευρά του Ατλαντικού ο Samuel Morse και ο Alfred Vail εφεύραν τον δικό τους τηλεγράφο. Η καινοτομία που παρουσίαζε αυτή η προσπάθεια ήταν η προσθήκη ενός ηλεκτρομαγνήτη που με την κατάλληλη διέγερση από ηλεκτρικό ρεύμα κινούσε ένα μολύβι ή μία πένα η οποία έγραφε πάνω σε μία λεπτή κινούμενη ταινία παύλες ή τελείες σύμφωνα με τον γνωστό κώδικα Μορς. Πρώτη φορά λειτούργησε μεταξύ Ουάσινγκτον και Βαλτιμόρης την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου του 1845.

Το επόμενο σημαντικό τεχνολογικό επίτευγμα στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών ήταν η εφεύρεση του τηλεφώνου από τον Alexander Graham Bell τη δεκαετία του 1870. Το 1878 και 1879 έγινε και η πρώτη εμπορική χρήση του και στις 2 πλευρές του Ατλαντικού. Από εκείνο το σημείο και πέρα οι τεχνολογίες αναπτύχθηκαν ραγδαία και μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1880 υπήρχε τηλεφωνικό δίκτυο μεταξύ των μεγαλύτερων πόλεων των Ηνωμένων Πολιτειών. Η πρώτη υπερατλαντική φωνητική επικοινωνία έγινε στις 7 Ιανουαρίου 1927 μέσω ραδιοφωνικών σημάτων ενώ οι πρώτη καλωδιακή τηλεφωνική διασύνδεση των δύο άκρων του Ατλαντικού δεν έγινε πριν από τις 25 Σεπτεμβρίου του 1956 με τη εγκαίνιαση του πρώτου διατλαντικού υποβρυχίου καλωδίου, του TAT-1, που υποστήριζε 36 τηλεφωνικά κυκλώματα.

### **Ανάπτυξη ασύρματων επικοινωνιών**

Στη καθημερινή μας ζωή θεωρούμε αυτονόητες ασύρματες υπηρεσίες όπως η κινητή τηλεφωνία, το GPS και τη δορυφορική τηλεόραση. Ωστόσο τη δυνατότητα χρήσης των την οφείλουμε στις προσπάθειες από επιστήμονες με πρωτεργάτες τους Faraday, Maxwell και Hertz Heinrich οι οποίοι πίστεψαν πως μπορεί να υπάρξει ασύρματη επικοινωνία ήδη από τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Το 1832 έγινε η πρώτη επίδειξη ασύρματης τηλεγραφίας στην τάξη του James Bowman Lindsay και το 1865 ο Maxwell δημοσίευσε τη θεωρία της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας για την οποία υποστήριξε ότι δε χρειάζεται κάποιο υλικό μέσο διάδοσης και η ταχύτητά της είναι ίδια της ταχύτητας του φωτός. Η πρόβλεψη του Maxwell επιβεβαιώθηκε από πειράματα που έκανε ο Hertz και με την ανακάλυψη των ραδιοκυμάτων. Η πρώτη δημόσια επίδειξη ασύρματης τηλεγραφίας έγινε το 1893 από τον Tesla. Ήταν η αρχή των ασύρματων επικοινωνιών.

### **Δίκτυα Υπολογιστών και Internet**

Το πρώτο δίκτυο που περιείχε υπολογιστή παρουσιάστηκε στις 11 Σεπτεμβρίου του 1940. Ο δημιουργός του George Stibitz, ερευνητής στα Bell Labs, είχε ήδη κατασκευάσει τον πρώτο υπολογιστή μιγαδικών αριθμών το οποίο είχε εγκαταστήσει στο κύριο γραφείο της εταιρείας στο Μανχάταν της Νέας Υόρκης. Με τη βοήθεια ενός τηλετύπου μπορούσε να στέλνει στον υπολογιστή προβλήματα από το Πανεπιστήμιο του Dartmouth του New Hampshire και να λαμβάνει πίσω τα

αποτελέσματα. Δίκτυο πολλαπλών κόμβων δεν εμφανίστηκε πριν από τις 5 Δεκεμβρίου του 1969 όταν συνδέθηκαν 4 αμερικάνικα πανεπιστήμια: του Λος Άντζελες της Καλιφόρνια, το Στάνφορντ, της Γιούτα, και της Σάντα Μπάρμπαρα της Καλιφόρνια. Αυτός ήταν και ο προπομπός του ARPANET που θα αποτελούνταν από 213 κόμβους το 1981 στην Αμερική. Η μεγάλη ανάπτυξη που είχε αυτό το δίκτυο οφείλεται και στο μηχανισμό των RFC(Request For Comment). Εξαιτίας των RFC πολλά πρωτόκολλα επινοήθηκαν (π.χ RFC 791-IPv4, RFC 793-TCP και RFC 1945-http://1.0 που ήταν η πρώτη υλοποίηση της έννοιας του υπερσυνδέσμου) που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται στην μετεξέλιξη του ARPANET, αυτό που ξέρουμε σήμερα ως Internet. Προς το τέλος του προηγούμενου αιώνα το Internet γνώρισε άνθιση αφού έγινε δυνατή η πρόσβαση σε αυτό για τον καθένα μέσω του τηλεφωνικού δικτύου και του καλωδιακού συστήματος τηλεόρασης.

## 2.2 Οι σύγχρονες τάσεις εξέλιξης των επικοινωνιών

Τα σύγχρονα συστήματα επικοινωνιών αναπτύσσονται και εξελίσσονται ανάλογα με τους εξής παράγοντες:

- Συνθήκες της αγοράς,
- καινοτομίες στην τεχνολογία,
- και δημιουργία νέων υπηρεσιών.

Οι συνθήκες της αγοράς που ωθούν την εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων είναι η αύξηση των πελατών και της κίνησης των δικτύων καθώς και η μείωση του κόστους εξοπλισμού. Αυτοί οι παράγοντες δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους αλλά ο καθένας ωθεί την ανάπτυξη των δικτύων επικοινωνιών με συγκεκριμένο τρόπο. Για παράδειγμα ο ανταγωνισμός στην αγορά σε συνάρτηση με την πρόοδο της τεχνολογίας ρίχνουν το κόστος του εξοπλισμού, που με τη σειρά τους προκαλούν αύξηση της κίνησης στα δίκτυα και την εμφάνιση νέων υπηρεσιών.

Η κίνηση στα δίκτυα από το 1990 μέχρι σήμερα είναι αυξανόμενη με σταθερά υψηλό ρυθμό (Πίνακας 2.1) και με τέτοιο ρυθμό αύξησης θα κινηθούν σύμφωνα με τις προβλέψεις της Cisco για την επόμενη πενταετία.(Πίνακας 2.2)

Ο αντίκτυπος αυτών των παραγόντων που έχουμε αναφέρει είναι μια σειρά νέων απαιτήσεων από όλα τα κύρια τηλεπικοινωνιακά δίκτυα. Ως αποτέλεσμα είχαμε την ανάπτυξη έξυπνων οπτικών δικτύων που εξυπηρετούν αυξημένη κίνηση, το δεύτερης γενιάς ασύρματο δίκτυο (2G) και τα δίκτυα πακέτων βασισμένα στην ποιότητα υπηρεσίας (QoS). Ένα σημαντικό σημείο της ανάπτυξης αυτών των τύπων των δικτύων είναι ότι μεταξύ τους είναι αλληλοεξαρτώμενα. Παραδείγματος χάριν τα οπτικά δίκτυα είναι υπεύθυνα για τη μεταφορά δεδομένων και ασύρματων υπηρεσιών μαζί με τις οπτικές υπηρεσίες, και τα ασύρματα εκτός από τη μεταφορά φωνής επιτρέπουν τη μεταφορά πακέτων και ασύρματων υπηρεσιών.

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε κάθε ένα από αυτά τα σημαντικά δίκτυα νέας γενιάς.

Year	IP Traffic (PB/month)	Fixed Internet Traffic (PB/month)	Mobile Internet Traffic (PB/month)
1990	0.001	0.001	n/a
1991	0.002	0.002	n/a
1992	0.005	0.004	n/a
1993	0.01	0.01	n/a
1994	0.02	0.02	n/a
1995	0.18	0.17	n/a
1996	1.9	1.8	n/a
1997	5.4	5.0	n/a
1998	12	11	n/a
1999	28	26	n/a
2000	84	75	n/a
2001	197	175	n/a
2002	405	356	n/a
2003	784	681	n/a
2004	1,477	1,267	n/a
2005	2,426	2,055	0.9
2006	3,992	3,339	4
2007	6,430	5,219	15
2008	9,927	7,639	38
2009	14,414	10,676	92
2010	20,197	14,929	256
2011	27,483	20,634	597

Σχήμα 2.1. Παγκόσμια κίνηση του Internet ανά έτος.

IP Traffic, 2011–2016							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	CAGR 2011–2016
<b>By Type (PB per Month)</b>							
Fixed Internet	23,288	32,990	40,587	50,888	64,349	81,347	28%
Managed IP	6,849	9,199	11,846	13,925	16,085	18,131	21%
Mobile data	597	1,252	2,379	4,215	6,896	10,804	78%
<b>By Segment (PB per Month)</b>							
Consumer	25,792	37,244	47,198	59,652	76,103	97,152	30%
Business	4,942	7,613	9,375	11,227	13,130	7,613	22%
<b>By Geography (PB per Month)</b>							
North America	10,343	14,580	17,283	19,796	23,219	27,486	22%
Western Europe	7,287	10,257	13,026	16,410	20,176	24,400	27%
Asia Pacific	10,513	14,792	18,976	24,713	31,990	41,105	31%
Latin America	1,045	1,570	2,333	3,495	5,208	7,591	49%
Central and Eastern Europe	1,162	1,673	2,290	3,196	4,419	5,987	39%
Middle East and Africa	384	601	903	1,417	2,320	3,714	57%
<b>Total (PB per Month)</b>							
Total IP traffic	30,734	43,441	54,812	69,028	87,331	110,282	29%

Source: Cisco VNI, 2012

Σχήμα 2.2. Πρόβλεψη για την αύξηση της παγκόσμιας κίνησης IP έως το 2016.



### **2.2.1 Το έξυπνο Οπτικό Δίκτυο**

Τα οπτικά δίκτυα αρχικά σχεδιάζονταν να χρησιμοποιούνται ως αγωγοί μετάδοσης λόγω της μεγάλης ποσότητας κίνησης που μπορούσαν να μεταφέρουν. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια με τις προόδους που έχουν παρουσιαστεί στην οπτική τεχνολογία, αυτό το σενάριο αλλάζει και τα οπτικά δίκτυα πλέον παρουσιάζουν ευελιξία, υποστηρίζουν νέες υπηρεσίες και παρέχουν επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα. Αυτή είναι η ερμηνεία του όρου «έξυπνου» που χαρακτηρίζει τα οπτικά δίκτυα σήμερα. Εκτός από την αύξηση του όγκου κίνησης ασύρματων υπηρεσιών και υπηρεσιών δεδομένων, νέες οπτικές υπηρεσίες έχουν καταστεί ικανές λόγω της πρόοδου στον τεχνολογικό τομέα της οπτικής. Μερικά παραδείγματα ακολουθούν.

#### **Ευφύες Εξαιρετικά Υψηλό Εύρος Ζώνης –Intelligent Ultra High Bandwidth**

Αρχικά οι επαγγελματικές λύσεις που προσέφεραν οι πάροχοι οπτικού δικτύου αφορούσε γραμμές των 155 Mbps, 622 Mbps, και 2.5 Gbps σε μικρότερο βαθμό. Τα διαστήματα έναρξης παροχής ήταν μακρά καθιστώντας τις υπηρεσίες στατικές όσον αφορά τον ρυθμό μετάδοσης, τις επιλογές προστασίας και δρομολόγησης. Με αυτή τη νέα γενιά των οπτικών υπηρεσιών, οι πελάτες μπορούν να παραγγείλουν γραμμές σε 2,5 Gbps, 10 Gbps ή 40 Gbps, και η υπηρεσία μπορεί να αρχικοποιείται χρησιμοποιώντας σηματοδότηση από τον εξοπλισμό του πελάτη (π.χ. router) ή από ένα κεντρικό κόμβο διαχείρισης δικτύου σε λίγα δευτερόλεπτα με λιγότερο δαπανηρά συστήματα προστασίας.

#### **Δυναμική Συγκανάλωση – Dynamic Trunking**

Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει στον εξοπλισμό του πελάτη (π.χ., δρομολογητή ή ATM switch) να εγκαθιστά και να αποσυνδέει οπτικά κανάλια μεταξύ εξοπλισμού ανάλογα με το τι είναι αναγκαίο, με βάση το επιθυμητό εύρος ζώνης, την ώρα της ημέρας, ή τον προορισμό. Μια καλή εφαρμογή της υπηρεσίας ήταν τα δίκτυα αποθηκευτικών χώρων ( Storage Area Networks – SAN), όπου πολύ υψηλού εύρους ζώνης συνδέσεις, συνήθως γύρω στο 1 Gbps, πρέπει να έχουν εγκαθίστανται μεταξύ των συστημάτων αποθήκευσης και των εξυπηρετητών για μια λίγες ώρες ή ακόμη και λίγα λεπτά κάθε φορά.

#### **Gigabit Ethernet**

Η δικτύωση Ethernet επεκτείνεται τώρα στα δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN). Εκτός από την 10/100 Mbps Ethernet, οι επιχειρήσεις είναι σε θέση να παραγγείλουν 1 Gbps Ethernet υπηρεσιών σημείου προς σημείο (point-to-point) ή πολλαπλών σημείων (multipoint). Το σήμα Ethernet μπορεί να μεταφερθεί άμεσα σε 2,5Gb/s μήκος κύματος ή, ενδεχομένως, με πολυπλεξία με άλλα 1 Gbps Ethernet. Η προστασία μπορεί να διαχειριστεί σε αυτή την περίπτωση, στον οπτικό τομέα. Μέχρι πρόσφατα το 10 Gbps Ethernet ήταν το πρότυπο που υποστήριζε το μεγαλύτερο ρυθμό αλλά πλέον υπάρχουν και ως επιλογές το 40 Gbps και το 100 Gbps (Πίνακας 2.3).

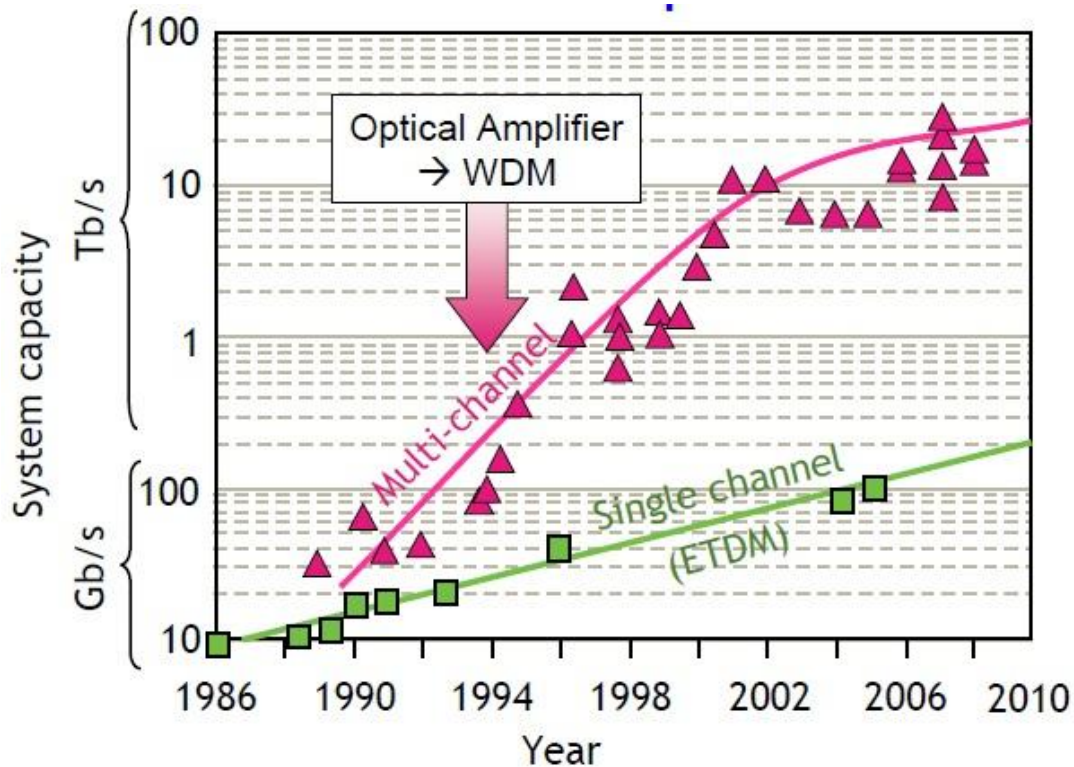
Physical Layer Reach	1 m Backplane	7 m Copper Cable	100 m OM3, 125 m OM4 MMF	10 km SMF	40 km SMF
<b>40 Gigabit Ethernet Target Applications: Servers, Data Center, Campus, Metro, Backbone</b>					
Name	40GBASE-KR4	40GBASE-CR4	40GBASE-SR4	40GBASE-LR4	
Signaling	4 x 10 Gbps	4 x 10 Gbps	4 x 10 Gbps	4 x 10 Gbps	
Media	Copper backplane	Twinax cable	MPO MMF	Duplex SMF	
Module/Connector	Copper backplane	QSFP module, CX4 interface	QSFP module	QSFP module, CFP interface	
Availability	No known development	2010	2010	QSFP: 2011-2012 CFP: 2010	
<b>100 Gigabit Ethernet Target Applications: Data Center, Campus, Metro, Backbone, WAN</b>					
Name		100GBASE-CR10	100GBASE-SR10	100GBASE-LR4	100GBASE-ER4
Signaling		10 x 10 Gbps	10 x 10 Gbps	4 x 25 Gbps	4 x 25 Gbps
Media		Twinax cable	MPO MMF	Duplex SMF	Duplex SMF
Module/Connector		QSFP module, CX4 interface	CXP module, CFP module	CFP module	CFP module
Availability		2010	2010	2010	2011-2012

**Σχήμα 2.3.** Σύνοψη αντικειμενικών στόχων και προδιαγραφών φυσικού στρώματος (physical layer) για 40 και 100 Gigabit Ethernet

Από τεχνολογικής σκοπιάς, πολλές νέες ανακαλύψεις επιτρέπουν ανάπτυξη νέων υπηρεσιών. Για παράδειγμα, η τεχνολογία του μικροηλεκτρομηχανικού συστήματος (MEMS) έχει καταστεί αναπόσπαστο μέρος των ευφών πλήρως οπτικών διακοπών που μπορούν να αλλάξουν μήκος κύματος/επίπεδο κυκλοφορίας χωρίς πρώτα να το μετατρέψουν σε ηλεκτρικό σήμα. Η ευφυΐα επιτρέπει τη δυναμική ρύθμιση υπηρεσιών μήκους κύματος. Τα σολιτόνια (solitons) και η ενίσχυση Raman επιτρέπουν στα συστήματα πολυπλεξίας πυκνού μήκους κύματος (Dense Wavelength Division Multiplexing-DWDM) να μεταφέρουν οπτικά σήματα σε πολύ μεγάλες αποστάσεις χωρίς την ανάγκη για αναγέννηση του σήματος. Με τη μείωση του αριθμού των κόμβων αναγέννησης μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση του κόστους. Οι οπτικοί πολυπλέκτες προσθήκης/απόρριψης (Optical Add/Drop Multiplexers-OADMs) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να απορριφθούν -οπτικά- κάποια μήκη κύματος από μια οπτική ίνα που μεταφέρει 100 ή περισσότερα μήκη κύματος. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη για εκατοντάδες ή χιλιάδες οπτικών αναμεταδοτών (OTS) που συνήθως χρησιμοποιούνταν για να τερματιστεί η κίνηση σε μια οπτική ίνα σε κάθε κόμβο όπου συγκεκριμένη κίνηση θα πρέπει να προστεθεί ή να αφαιρεθεί. Δεδομένου ότι η OTS είναι ένα μεγάλο μέρος του κόστους χρήσης του δικτύου (μερικές φορές πάνω από 50 τοις εκατό), τα OADMs έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη μείωση του κόστους του δικτύου. Επιπλέον, συντονίσια λέιζερ φέρνουν επανάσταση στα οικονομικά μεγέθη των οπτικών συστημάτων. Για παράδειγμα, αντί να χρησιμοποιηθούν 100 τύποι του OTS για να τερματιστούν 100

μήκη κύματος σε έναν κόμβο, μόνο ένας τύπος χρειάζεται να εγκατασταθεί και να ρυθμιστεί από απόσταση με την κατάλληλη συχνότητα.

Όλα τα παραπάνω επιτεύγματα, μαζί με τις προόδους στην τεχνολογία οπτικής ίνας, έχουν συμβάλει στην εντυπωσιακή αύξηση στον τομέα της χωρητικότητας των οπτικών ινών.



Σχήμα 2.4. Εξέλιξη χωρητικότητας οπτικής ίνας.

### 2.2.2 Το 3G Ασύρματο Δίκτυο

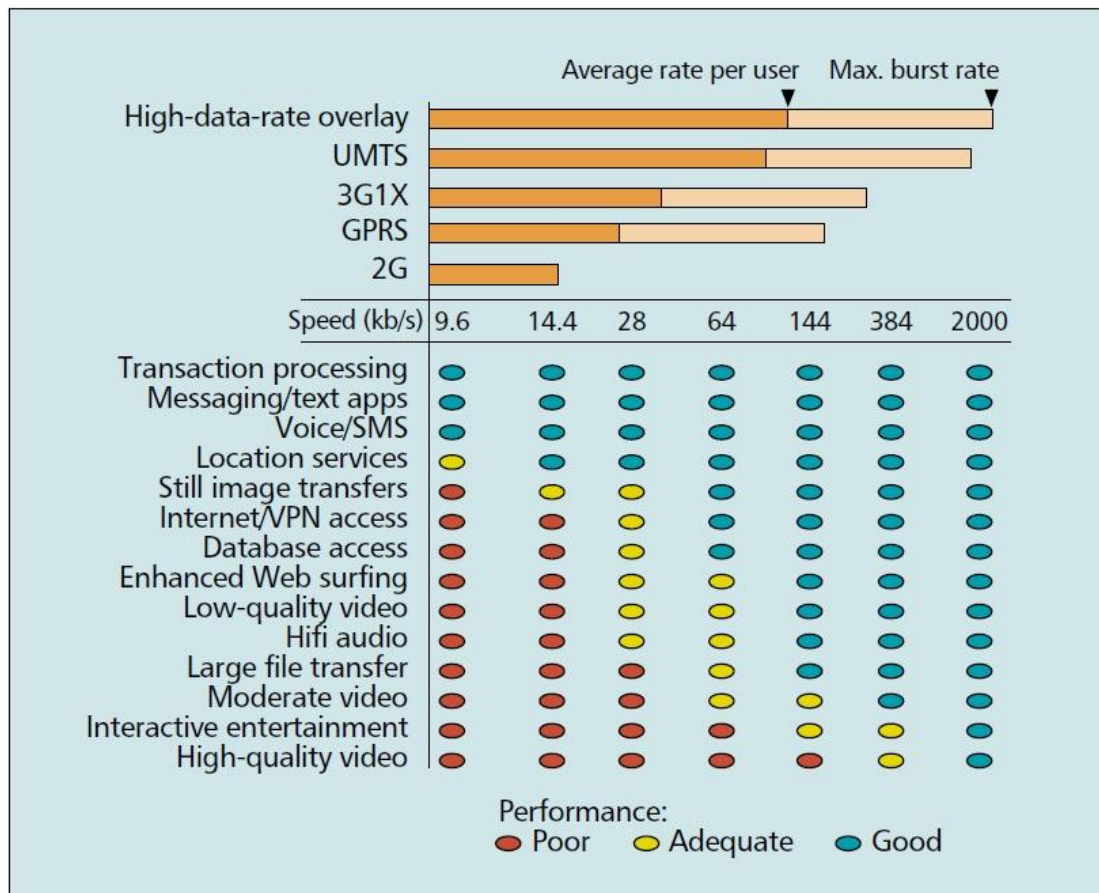
Όπως φαίνεται και από προηγούμενα σχήματα η κίνηση των ασύρματων δικτύων τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει μεγάλη αύξηση και προβλέπεται να συνεχίσει με τον ίδιο ρυθμό και στο άμεσο μέλλον. Αφενός οφείλεται στην κατακόρυφη αύξηση των χρηστών ασύρματων δικτύων, αφετέρου στις συνεχώς αυξανόμενες νέες ασύρματες υπηρεσίες. Χαρακτηριστική είναι η τάση πολλές ασύρματες υπηρεσίες φωνής να μετατρέπονται σε υπηρεσίες πακέτων και επίσης ολοένα και να αυξάνονται συνδιαλλαγές ,οικονομικές και επαγγελματικές, που γίνονται ασύρματα.

Ωστόσο οι νέες ασύρματες υπηρεσίες Internet δεν αφορούν μόνο συνδιαλλαγές αλλά και ενσωμάτωση διάφορων υπηρεσιών ταυτόχρονα, όπως φωνής, δεδομένων και πολυμέσων. Το στοιχείο σε αυτό το σενάριο είναι αυτές οι υπηρεσίες να μπορούν να υποστηρίζονται αποδοτικά από το ασύρματο δίκτυο, δεδομένου ότι απαιτούν υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, ιδιαίτερα σε δίκτυα κινητών επικοινωνιών αφού η κινητικότητα ενός τερματικού αποτελεί σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα στην ποιότητα σύνδεσης.

Προς την κατεύθυνση απαλοιφής της επίδρασης του παράγοντα της κινητικότητας, ωριμάζουν νέες ασύρματες υπηρεσίες, βασιζόμενες σε προόδους στην τεχνολογία ασύρματων διεπαφών (air interfaces technology), στην κατασκευή μικρότερων και πιο ισχυρών κινητών τερματικών καθώς σε μια πληθώρα νέων πρωτοκόλλων για υπηρεσίες συνδρομητή, ποιότητας υπηρεσίας (QoS) και διαχείρισης κινητικότητας. Μερικές από αυτές τις καινοτομίες αναπτύσσονται σύντομα στη συνέχεια.

### Υψηλής ταχύτητας ασύρματες υπηρεσίες δεδομένων

Οι ασύρματες υπηρεσίες δεδομένων δεν είναι κάτι καινούριο. Ωστόσο οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων που υποστηρίζονται από το 3G δίκτυο είναι σημαντικά ανώτερες από αυτές που προϋπάρχουν, του 2.5G. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται κάποια στοιχεία που αφορούν τις απαιτήσεις συνήθων υπηρεσιών σε ρυθμούς δεδομένων καθώς και οι μέσοι και μέγιστοι ρυθμοί που επιτυγχάνουν οι υπάρχουσες τεχνολογίες ασύρματων υπηρεσιών δεδομένων.



Σχήμα 2.5. Ασύρματες υπηρεσίες και ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων

Αυτό που παρατηρούμε εδώ είναι ότι το 3G υποστηρίζει πολλές περισσότερες υπηρεσίες από ότι τα προηγούμενης γενιάς δίκτυα όπως μεταφορά εικόνων, πλοήγηση Internet και πρόσβαση σε VPN δίκτυα. Εξαιρέση αποτελούν οι υπηρεσίες υψηλής ποιότητας video που απαιτούν περίπου 1 με 2 Mbps όπως βλέπουμε τη στιγμή που με το 3G μπορούμε να έχουμε μια μέση ταχύτητα των 100-150 kbps.

Εκτός από υψηλότερους ρυθμούς με το 3G έχουμε και καλύτερη εκμετάλλευση του διαθέσιμου εύρους ζώνης μειώνοντας έτσι το κόστος χρήσης αυτών των υπηρεσιών.

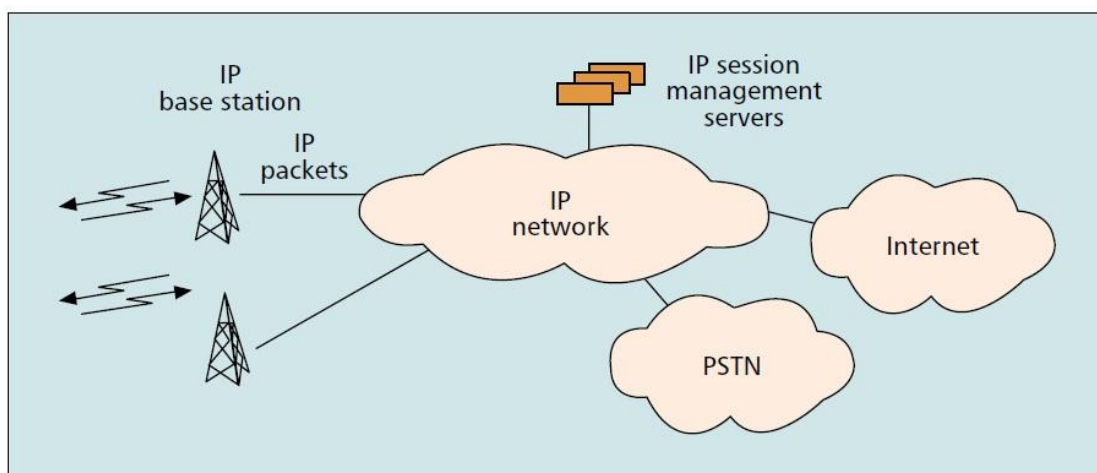
### **Υπηρεσίες θέσης (Location-based Services)**

Είναι μια νέα κατηγορία υπηρεσιών που παρουσιάζει μεγάλη άνθιση. Γίνεται χρήση τεχνολογιών εύρεσης θέσης όπως το υποβοηθούμενο από το δίκτυο παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού (GPS), Cell of Origin (κυψέλη κινητού δικτύου στην οποία υπάγεται ο πελάτης). Υποστηρίζουν μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών που περιλαμβάνουν υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, εντοπισμού θέσης και πλοήγησης, υπηρεσίες πληροφόρησης για την κατάσταση κίνησης στους δρόμους και έξυπνης προώθησης διαφήμισης βασισμένη στη θέση του χρήστη.

Όπως και στα Οπτικά δίκτυα έτσι και στο 3G έχουν επιτευχθεί σημαντικές τεχνολογικές πρόοδοι.

**Στην Ασύρματη Διεπαφή:** Με σκοπό την αποδοτικότερη χρησιμοποίηση του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων αλλά και τη βελτίωση της ποιότητας της σύνδεσης έχουν πραγματοποιηθεί πολλές προσπάθειες για βελτίωση των υπάρχοντων πρωτοκόλλων δικτύωσης. Παράδειγμα αποτελεί η δυναμική διαμόρφωση. Η ψηφιακή διαμόρφωση με αυτόν τον αλγόριθμο είναι προσαρμοστική στο περιβάλλον διάδοσης των ραδιοκυμάτων. Συγκεκριμένα το σχήμα διαμόρφωσης επιλέγεται να είναι πιο αποδοτικό φασματικά (περισσότερα bit ανά σύμβολο). Έτσι όταν η λαμβανόμενη ισχύς και ο CINR(Carrier to Noise plus Interference Ratio) της σύνδεσής μας είναι υψηλά, πιο εύκολα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια υψηλής τάξης διαμόρφωση (περισσότερα bit ανά σύμβολο) αφού η ψηφιακή επεξεργασία σήματος είναι πιο εύκολη σε αυτές τις συνθήκες. Αντίθετα όταν οι συνθήκες δεν είναι τόσο καλές μπορούμε μιας χαμηλότερης τάξης ψηφιακή διαμόρφωση (λιγότερα bit ανά σύμβολο), με το πλεονέκτημα ότι η ισχύς ανά bit είναι μεγαλύτερη και έτσι πιο απλή ακριβής επεξεργασία σήματος μπορεί να εκτελεστεί. Εξελίξεις και στην ψηφιακή επεξεργασία σήματος προσφέρουν υψηλότερους ρυθμούς στα μικροκυκλώματα και γρηγορότερο έλεγχο ισχύος (εξοικονόμηση διάρκειας ζωής μπαταρίας του τερματικού). Πλέον απαιτούνται χαμηλότεροι λόγοι ισχύος προς θόρυβο για εξαγωγή ωφέλιμης πληροφορίας και πολλές «βαριές» διεργασίες για τα κυκλώματα, όπως συμπίεση και κρυπτογράφηση, εκτελούνται πιο γρήγορα. Τέλος νέες τεχνικές κωδικοποίησης φωνής όπως η Ασυνεχής Μετάδοση (Discontinuous Transmission-DTX) που εξοικονομεί εύρος ζώνης μετάδοσης στην απουσία φωνής και η Διαφορική Κωδικοποίηση ρυθμού δεδομένων (Variable Bit Rate Coding-VBR), η οποία αυξάνει τη χωρητικότητα και βελτιώνει την κάλυψη κοντά στα όρια μιας κυψέλης, μπορούν να μειώσουν την απαίτηση σε εύρος ζώνης για φωνή περισσότερο από 50 τις εκατό. Συνδυασμός αυτών και άλλων παραγόντων επιτρέπουν ταχύτητες στο 3G δίκτυο έως και 2.4 Mbps ανά 1.23 MHz κανάλι με ρυθμούς στη μέση περίπτωση περίπου στα 600-700 kbps την στιγμή που τα πρωτόκολλα του 2.5G όπως το CDMA 3G1X και το GPRS υποστηρίζουν μέσους ρυθμούς 100-120 kbps.

**Πρόσβαση και Δίκτυο Κορμού:** Εκτός από την ασύρματη διεπαφή διάφορες αρχιτεκτονικές αλλαγές έχουν γίνει και στο ασύρματο δίκτυο με τις πιο σημαντικές να παρουσιάζονται πιο κάτω.



**Σχήμα 2.6.** Αρχιτεκτονική Δικτύου επόμενης γενιάς

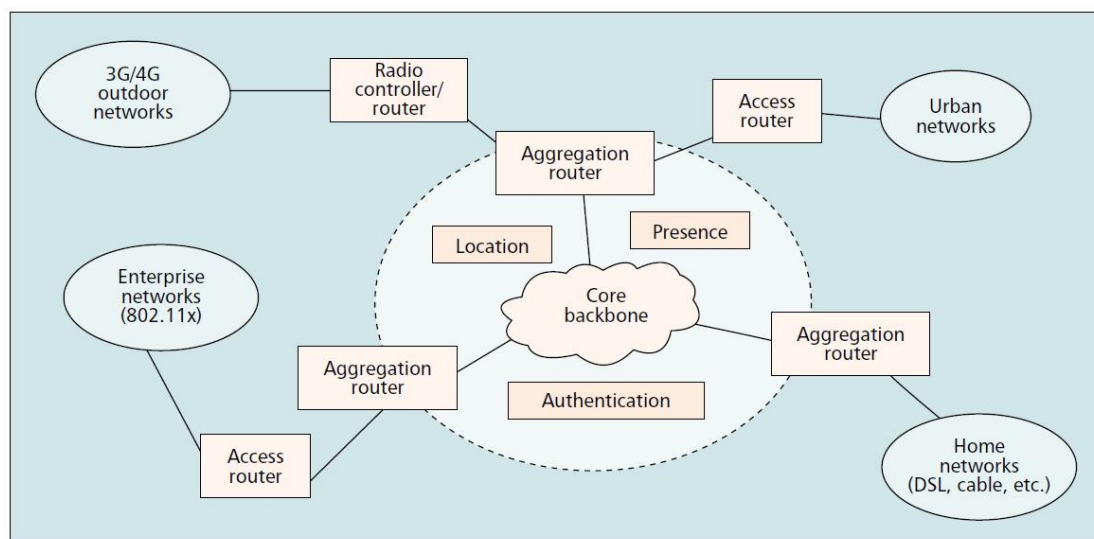
*All-IP converged network:* όλη η κίνηση που θα φεύγει από τους σταθμούς βάσης στο μέλλον θα είναι με τη μορφή IP πακέτων που θα δρομολογούνται πάνω από IP δίκτυο το οποίο θα αντικαταστήσει το παραδοσιακό ATM δίκτυο κορμού. Αυτό το IP δίκτυο θα ενώνει τα συστήματα διαχείρισης συνεδριών, προκειμένου να εγκαθιστούν και να διαχειρίζονται IP συνεδρίες (IP sessions) και κλήσεις Voice over IP. Οι κλήσεις που δρομολογούνται έξω από το IP δίκτυο, προς το PSTN τηλεφωνικό δίκτυο, θα διακωδικοποιούνται στα άκρα του. Αντίστοιχα εισερχόμενες σε αυτό κλήσεις από το PSTN δίκτυο θα μετατρέπονται σε IP πακέτα.

*Διαφοροποίηση QoS(Quality of Service):* Εξαιτίας της ποικιλίας υπηρεσιών που θα εξυπηρετούνται μέσω της ασύρματης διεπαφής, το ενσύρματο δίκτυο, συμπεριλαμβανομένου του τμήματος που συνδέει τους σταθμούς βάσης με το δίκτυο κορμού, θα πρέπει να υποστηρίζει μηχανισμούς ποιότητας υπηρεσίας (QoS) ώστε να παρέχονται κάποιες ελάχιστες εγγυήσεις απόδοσης σε υπηρεσίες ευαίσθητες ως προς την ποιότητα της επικοινωνίας(π.χ. VoIP). Η απόδοση ενός δικτύου καθορίζεται από συνδυασμό της καθυστέρησης, της μεταβλητότητα της καθυστέρησης, του ποσοστού σφαλμάτων και του ρυθμού διάδοσης. Έτσι τα διάφορα πακέτα θα μαρκάρονται ώστε να δείχνουν την τάξη υπηρεσίας που σχετίζονται και θα δρομολογούνται μέσω MPLS tunnels σε όλο το IP δίκτυο. Το κάθε tunnel θα ρυθμίζεται με τις κατάλληλες παραμέτρους QoS για να διασφαλίζεται η από άκρο εις άκρο απαιτήσεις ποιότητας της κίνησης πακέτων IP.

*802.11/3G Ολοκλήρωση:* Οι ασύρματοι χρήστες θα μπορούν να μετακινούνται απρόσκοπτα μεταξύ δημοσίων ασύρματων δωρεάν τοπικών δικτύων και δικτύων κυψελών. Αυτό απαιτεί ένα μηχανισμό μεταξύ των δύο τεχνολογιών και μια βάση δεδομένων με λογαριασμούς με προφίλ πελατών και μέθοδο πιστοποίησης. Και σε αυτόν τον τομέα υπάρχουν καινοτομίες. Η χρήση πρωτοκόλλων 802.11 θα είναι

συμπληρωματική της χρήσης του δικτύου κινητών επικοινωνιών π.χ. όταν η κάλυψη του τελευταίου δεν είναι επαρκής.

Στο επόμενο σχήμα δίνεται μία σχηματική παράσταση ενός δικτύου με συνδυασμό ασύρματου και ενσύρματου τμήματος και σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που έχουμε παρουσιάσει.



Σχήμα 2.7. Ένα δίκτυο που συνδυάζει τόσο ασύρματα αλλά και ενσύρματα μέρη

### 2.2.3 Δίκτυο πακέτων με προδιαγραφές ποιότητας υπηρεσίας (QoS)

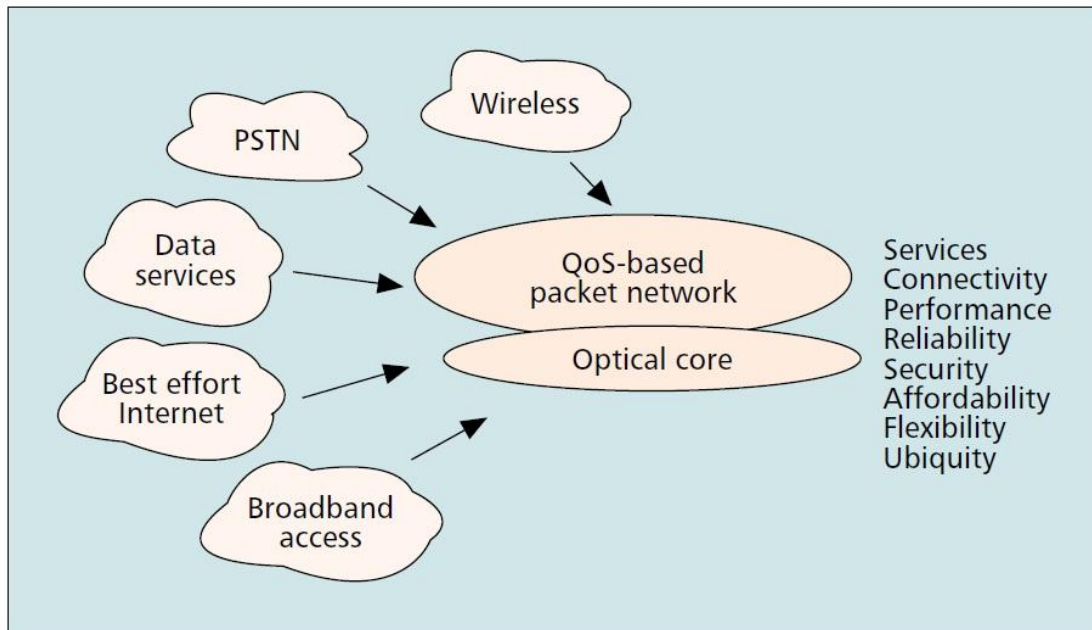
Για πολλά χρόνια, διάφορες επαγγελματικές υπηρεσίες δεδομένων όπως το εικονικό προσωπικό δίκτυο IP (VPN), υπηρεσίες πολυμέσων, το electronic commerce και το multicast, έχουν γίνει αντικείμενο ερευνών. Οι περισσότερες από αυτές τις υπηρεσίες προσφέρονταν πάνω από τα δημόσια δίκτυα τεχνολογίας frame relay ή από μικρούς τομείς δικτύων ATM (Asynchronous Transfer Mode) σε συνδυασμό με καλοσχεδιασμένα IP δίκτυα. Ωστόσο κάθε μία από αυτές τις επιλογές υστερούσε σε ένα ή περισσότερα από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον με αυξημένες απαιτήσεις: καλή συνολική απόδοση και αξιοπιστία, ευελιξία στην εγκατάσταση μιας σύνδεσης και στη δρομολόγηση, υποστήριξη απαιτήσεων ποιότητας (QoS) ανά εφαρμογή και εκτεταμένη συνδεσιμότητα και διαλειτουργικότητα με άλλα δίκτυα.

Τα επαγγελματικές υπηρεσίες στο εξής θα εκτελούνται πάνω σε υψηλής ποιότητας IP δίκτυο με πλούσια συνδεσιμότητα και μηχανισμούς QoS, το δίκτυο πακέτων με προδιαγραφές QoS.

Αυτό το δίκτυο πρέπει να λειτουργεί πάνω από υπάρχουσες δικτυακές διατάξεις πολύ διαφορετικές μεταξύ τους τεχνολογικά όπως οπτικά δίκτυα, 3G ασύρματα, ευρυζωνικά. Αυτό επιτυγχάνεται με μια σειρά τεχνολογικών καινοτομιών. Για παράδειγμα το 802.1d περιγράφει πως τα πλαίσια Ethernet κατανέμονται ανά προτεραιότητα, ενώ το DiffServ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μαρκάρει IP

πακέτα ανάλογα με μια κλάση σημαντικότητας της ποιότητας υπηρεσίας που εκπροσωπούν καθώς στα άκρα του δικτύου το MPLS δρομολογεί τα πακέτα μέσα από το κατάλληλο MPLS κανάλι αναλόγως με το μαρκάρισμα τους από το DiffServ.

Με το MPLS να είναι αρκετά ώριμο, πολλές και διάφορες ευαίσθητες ως προς την ποιότητα υπηρεσίες μπορούν να εξυπηρετηθούν μιας και αυτό συνδυάζει την ευελιξία ενός IP δικτύου ταυτόχρονα με τα χαρακτηριστικά QoS άλλων πρωτοκόλλων δεδομένων όπως της Μεταγωγής Πακέτου (Frame Relay) και του ATM. Παράδειγμα τέτοιας υπηρεσίας είναι και αυτή που περιγράφεται στην παρούσα διπλωματική εργασία, η εξυπηρέτηση VoIP κλήσεων.



**Σχήμα 2.8.** Ένα QoS δίκτυο πακέτων δεδομένων με τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά.



## Κεφάλαιο 3: Υπηρεσίες με βάση τη θέση

### 3.1 Ορισμός

Από τη στιγμή που στη ζωή του ανθρώπου μπήκε το Internet και τα κινητά τηλέφωνα οι επικοινωνίες πέρασαν σε ένα άλλο επίπεδο. Ανά πάσα στιγμή ακόμα και στα πιο απίθανα σημεία κάποιος μπορεί να πραγματοποιήσει ή να δεχθεί τηλεφωνικές κλήσεις, να ανταλλάξει πολυμεσικό περιεχόμενο και να έχει πρόσβαση σε οποιαδήποτε πληροφορία στο διαδίκτυο.

Η αναβάθμιση των δικτύων κινητών επικοινωνιών με πρωτόκολλα επικοινωνίας τρίτης και τέταρτης γενιάς, από την πλευρά του δικτύου, δίνει τη δυνατότητα υποστήριξης απαιτητικών ως προς την ποιότητα σύνδεσης ασύρματων υπηρεσιών. Αλλά και στην πλευρά του χρήστη, οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι θεαματικές:

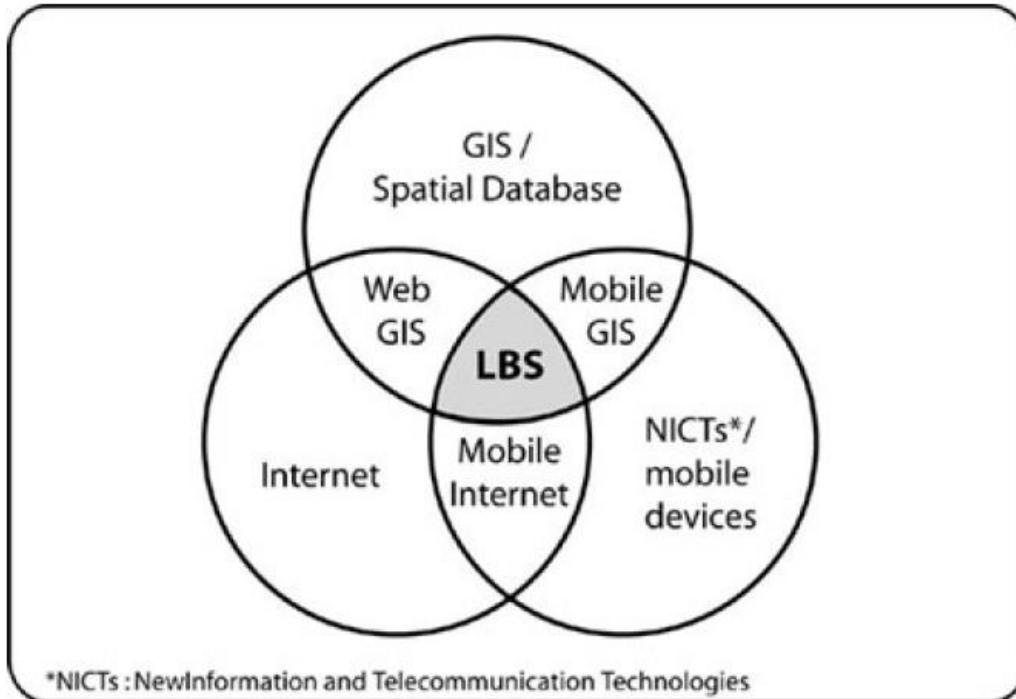
- Η συντριπτική πλειοψηφία των κινητών συσκευών έχουν δυνατότητα πρόσβασης στο Internet,
- Έξυπνα κινητά (Smartphones) με δυνατότητα εκτέλεσης εφαρμογών,
- Laptop PCs και Tablet PCs άκρως εργονομικά ειδικά για χρήση εν κινήσει.

Όλη αυτή η πρόοδος στην τεχνολογία ευνοεί την εμφάνιση νέων υπηρεσιών που προσφέρουν ολοένα και περισσότερες δυνατότητες στους χρήστες. Μία κατηγορία που αναπτύχθηκε για να υποστηρίζεται από κινητές συσκευές είναι οι υπηρεσίες με βάση τη θέση του χρήστη ή Location Based Services (LBS).

Οι LBSs μπορούν να οριστούν γενικά ως υπηρεσίες που εκμεταλλεύονται τη πληροφορία της τοποθεσίας ή της θέσης μίας κινητής συσκευής σε συνδυασμό με άλλα δεδομένα έτσι ώστε να παρέχουν πρόσθετες επιλογές στον χρήστη. Ένας πιο λεπτομερής ορισμός δόθηκε από το διεθνές Open Geospatial Consortium (OGC-2005):

*«Μία ασύρματη-IP υπηρεσία η οποία χρησιμοποιεί γεωγραφικές πληροφορίες για να εξυπηρετήσει ένα κινητό χρήστη. Κάθε εφαρμογή υπηρεσίας που εκμεταλλεύεται την τοποθεσία του κινητού τερματικού.»*

Από τους ορισμούς που δώσαμε λοιπόν μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι οι Location Based Services είναι η τομή τριών τεχνολογιών. Των New Information and Communication Technologies(πρόοδοι στον τομέα των κινητών συσκευών και δικτύων επικοινωνιών που αναφέραμε), του Internet, και των Geographic Information Systems (GIS) (τεχνολογίες εντοπισμού θέσης).



**Σχήμα 3.1.** Υπηρεσίες βασισμένες στη θέση ως τομή Υπηρεσιών

Πρέπει να αναφέρουμε εδώ ότι οι LBS υπηρεσίες αναπτύσσονται με συγκεκριμένο σκοπό και για μεγάλα γκρουπ μη επαγγελματιών χρηστών, αντίθετα με τα GIS συστήματα που προορίζονται για επαγγελματίες και προσφέρουν μια ευρεία γκάμα λειτουργιών. Έτσι οι LB υπηρεσίες το μόνο κοινό χαρακτηριστικό που έχουν με τα GI συστήματα είναι ότι χειρίζονται πληροφορίες τοποθεσίας που απαντούν σε ερωτήματα του στυλ: «που είμαι;», «τι είναι κοντά μου;», «πως θα πάω προς εκεί;». Από κει και πέρα διαφέρουν στο κοινό που απευθύνονται όπως είπαμε και στην εφαρμογή τους.

Οι LB Services βρίσκουν εφαρμογή σε πολλούς και διαφορετικούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως την υγεία, τη διασκέδαση, την εργασία, την προσωπική ζωή, την άμεση βοήθεια, την ασφάλεια και άλλα πολλά. Μερικά παραδείγματα τέτοιων υπηρεσιών είναι:

- η εύρεση φυσικών ή ηλεκτρονικών υπηρεσιών σε κοντινή απόσταση (όπως ATM, εστιατόρια, Hot spots, εκτυπωτές),
- γνωστοποίηση της θέσης μας σε τρίτους,
- λήψη τουριστικών οδηγιών στην περιοχή μας
- παρακολούθηση και αναζήτηση αντικειμένων
- διαχείριση κυψελωτών συστημάτων επικοινωνιών ανάλογα με τις πληροφορίες για πιθανή συμφόρηση χρηστών σε κάποιο σημείο του

- ενημέρωση των αρχών σε περίπτωση ανάγκης (E911).

Ιστορικά η πρώτη κινητή συσκευή με δυνατότητα χρήσης υπηρεσιών θέσης ήταν η Palm VII η οποία κυκλοφόρησε το 1999. Σε αυτή τη συσκευή υπήρχαν οι πρώτες δύο εφαρμογές υπηρεσίας θέσης (πρώτες διαθέσιμες στους καταναλωτές): η Weather.com και η TrafficTouch. Η συσκευή χρησιμοποιούσε την πληροφορία για τον ταχυδρομικό κώδικα της περιοχής που βρισκόταν. Το 2001 έγιναν διαθέσιμες οι πρώτες υπηρεσίες θέσης από την TeliSonera στη Σουηδία ( friendfinder, yellow pages, houseposition, emergency call location κ.α. ) και από την EMT στην Εσθονία (emergency call location, friend finder, TV game ). Τον Δεκέμβριο του 2001 εμφανίστηκαν τα πρώτα κινητά με ενσωματωμένο δέκτη GPS (από KDDI). Με τη διάδοση της χρήσης των smartphones, πλέον, η ανάπτυξη και χρήση υπηρεσιών βασισμένες στη θέση του χρήστη έχει γίνει πιο εύκολη από ποτέ και συνεχώς εμφανίζονται προϊόντα και υπηρεσίες που κάνουν τη ζωή μας πιο εύκολη και συνάμα διασκεδαστική.

### 3.2 Οι συνιστώσες των Location Based Services

Για να μπορέσει κάποιος να κάνει χρήση μιας υπηρεσίας με βάση τη θέση είναι απαραίτητο να συνδυαστούν κάποια δομικά στοιχεία.

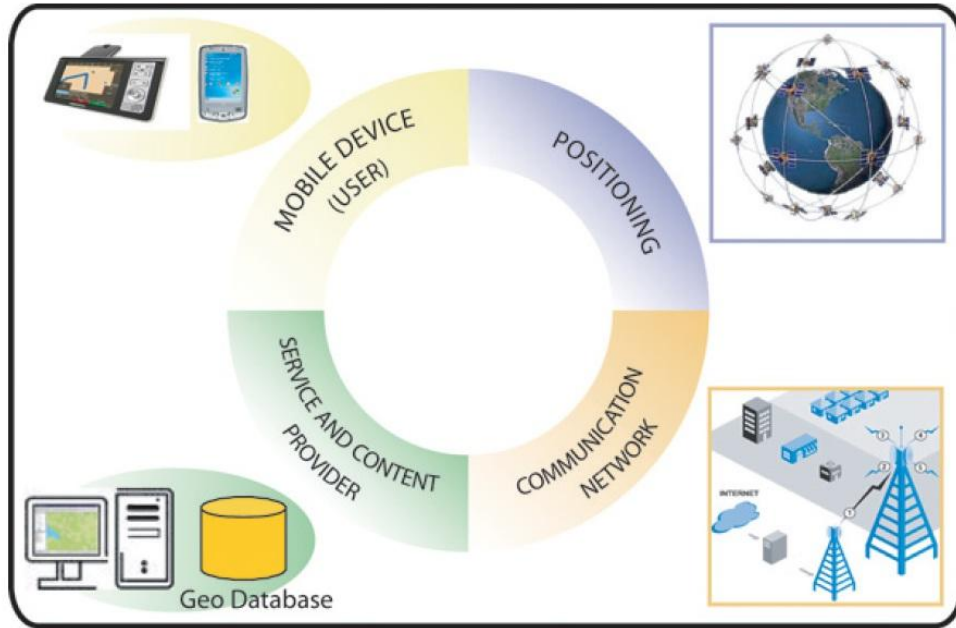
**Κινητή συσκευή:** Είναι το μέσο με το οποίο ο χρήστης έχει πρόσβαση στην υπηρεσία. Με αυτή μπορεί να ζητήσει πληροφορίες από το σύστημα, όπως πολυμέσα και κείμενο. Πιθανές συσκευές είναι κινητά τηλέφωνα, Smartphones, Laptop και Tablet υπολογιστές.

**Δίκτυο Επικοινωνιών:** Είναι η συνιστώσα που συνδέει τον χρήστη με τα άλλα δομικά στοιχεία του συστήματος. Είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά των στοιχείων του χρήστη και των αιτήσεων του στον πάροχο της υπηρεσίας αλλά και για την μεταφορά των ζητούμενων δεδομένων πίσω στο χρήστη.

**Συνιστώσα προσδιορισμού θέσης χρήστη:** Η θέση του χρήστη μπορεί να ληφθεί είτε χρησιμοποιώντας το δίκτυο κινητών επικοινωνιών είτε μέσω GPS (Global Positioning System). Ένας ακόμα τρόπος προσδιορισμού είναι μέσω τεχνικών που εφαρμόζονται σε ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLANs). Ειδικά η τελευταία μέθοδος ενδείκνυται για εσωτερικούς χώρους όπου οι άλλοι είναι αδύνατο να εφαρμοστούν. Ο χρήστης μπορεί σε περίπτωση που η θέση του δεν προσδιορίζεται αυτόματα, να την εισάγει στο σύστημα χειροκίνητα.

**Πάροχος υπηρεσίας και περιεχομένου:** Προσφέρει διάφορες επιμέρους υπηρεσίες στον χρήστη και είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία των αιτήσεων εξυπηρέτησης. Τέτοιες υπηρεσίες είναι ο υπολογισμός της θέσης του πελάτη, αναζήτηση περιεχομένου με βάση τη θέση ή γενικά η αναζήτηση πληροφοριών που ορίζει ο χρήστης. Το ζητούμενο περιεχόμενο μπορεί να μην είναι διαθέσιμο τοπικά στο

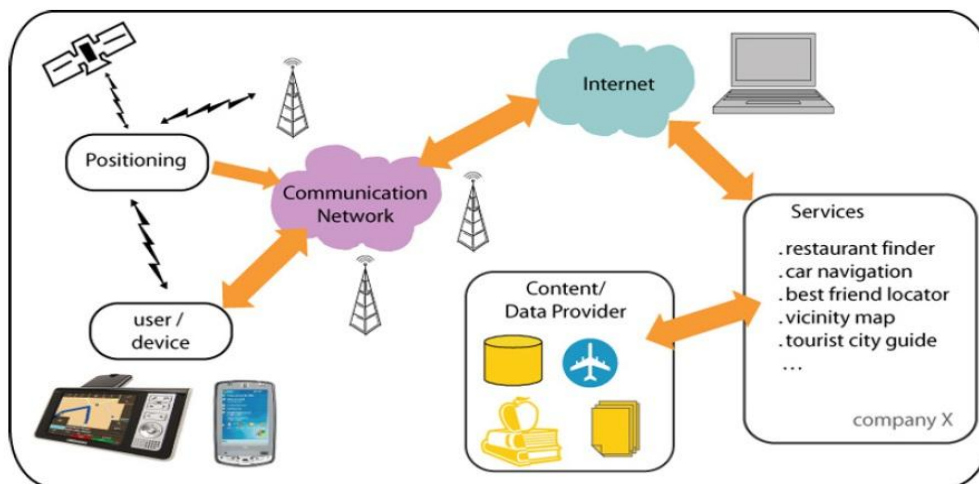
σύστημα και γι' αυτό ο πάροχος μπορεί να το αναζητήσει από συνεργάτες online (εταιρίες τύπου χρυσού οδηγού, εταιρίες ανάλυσης κίνησης δρόμων κτλ.).



Σχήμα 3.2. Οι συνιστώσες των Υπηρεσιών με Βάση τη Θέση

### 3.3 Πως λειτουργεί μία Υπηρεσία με Βάση τη Θέση

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκαν οι συνιστώσες που είναι απαραίτητες για να χρησιμοποιήσει κάποιος ή να γίνει παροχή μιας Location Based υπηρεσίας. Εδώ θα δούμε κάποιες βασικές πληροφορίες για αυτά τα μέρη και πως αλληλεπιδρούν. Ας θεωρήσουμε ένα παράδειγμα κατά το οποίο ο χρήστης αναζητεί κάποιο εστιατόριο στην περιοχή του. Η ροή των πληροφοριών στο σύστημα από την αίτηση ως την μεταβίβαση των αποτελεσμάτων πίσω στο χρήστη εμφανίζεται και στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3.3. Συνιστώσες LBS και ροή πληροφοριών

Μέσω της συσκευής του ο χρήστης έστω ότι αρχικά επιλέγει: Αναζήτηση-> Εστιατόρια.

- Θεωρώντας ότι είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία προσδιορισμού της θέσης στην συσκευή, η ακριβής τοποθεσία λαμβάνεται από τη Συνιστώσα Προσδιορισμού Θέσης. Όπως έχουμε πει αυτό μπορεί να γίνει είτε μέσω GPS ή εντός δικτύου εντοπισμό. Μετά ο κινητός πελάτης αποστέλλει την αίτηση πληροφορίας με το στόχο της αναζήτησης μέσω μίας γνωστής πύλης του δικτύου (Network Gateway) στο οποίο είναι συνδεδεμένος.
- Η πύλη είναι επιφορτισμένη με το έργο να μεταβιβάσει την αίτηση μέσω του δικτύου επικοινωνίας και του Internet. Γι' αυτό γνωρίζει τις IP διευθύνσεις από εξυπηρετητές εφαρμογών και δρομολογεί την αίτηση σε έναν τέτοιο εξυπηρετητή. Επίσης θα αποθηκεύσει πληροφορίες για τον πελάτη που έκανε την αίτηση.
- Ο εξυπηρετητής της εφαρμογής επεξεργάζεται την αίτηση και ενεργοποιεί την κατάλληλη υπηρεσία, στην περίπτωση μας μια υπηρεσία χωρικής αναζήτησης.
- Τώρα η υπηρεσία θα αναλύσει την αίτηση και αποφασίζει τι επιπλέον πληροφορίες εκτός από τα κριτήρια αναζήτησης και τη θέση του χρήστη απαιτούνται για να απαντήσει σε αυτή. Στο παράδειγμα βρίσκει ότι χρειάζεται πληροφορίες για εστιατόρια από το «Χρυσό Οδηγό» μιας συγκεκριμένης περιοχής και γι' αυτό θα τα απαιτήσει από κάποιον συνεργαζόμενο πάροχο δεδομένων.
- Ακόμα μπορεί η υπηρεσία σύμφωνα με την ακριβή θέση του χρήστη να φιλτράρει τα αποτελέσματα της αναζήτησης και να εξακριβώσει ποια από αυτά είναι αποδεκτά (π.χ. είναι εύκολα προσβάσιμα και σε εύλογη απόσταση).
- Αφού υπολογιστεί μία λίστα από εστιατόρια το αποτέλεσμα στέλνεται πίσω στο χρήστη μέσω του Internet, του δικτύου επικοινωνίας και της πύλης του δικτύου.

Τα εστιατόρια τώρα ανάλογα με την κινητή συσκευή και το είδος εφαρμογής που χρησιμοποιείται θα παρουσιαστούν στον χρήστη είτε ως κείμενο (διαταγμένα κατά απόσταση) ή μπορούν να εμφανιστούν ως σημεία πάνω σε χάρτη. Περαιτέρω αιτήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν από εδώ και στο εξής όπως πληροφορίες για συγκεκριμένο εστιατόριο και οδηγίες για μετάβαση στη θέση του.

Αυτό ήταν ένα παράδειγμα μιας υπηρεσίας που χρησιμοποιεί τη θέση του χρήστη για να δείξουμε πως οι διάφορες συνιστώσες ενός τέτοιου συστήματος συνδυάζονται μεταξύ τους. Πάντως η ιδέα των Location Based Services είναι πολύ γενική και έτσι πολύ διαφορετικές, ως προς το ζητούμενο περιεχόμενο την οργάνωση και την

εκτέλεση, υπηρεσίες μπορεί να υπάγονται μεταξύ άλλων και σε αυτή την κατηγορία. Παρόλο λοιπόν που οι συνιστώσες αυτών των υπηρεσιών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν όπως είπαμε, ενδέχεται να υπάρχουν επιπλέον οντότητες στο σύστημα ή να είναι κάπως διαφορετικός ο ρόλος τους. Αυτό θα διαπιστωθεί και στα επόμενα κεφάλαια όπου θα παρουσιαστεί η υπηρεσία της εργασίας αυτής. Στο πέμπτο κεφάλαιο αφού αναφερθούμε στο Voice over IP θα συνοψίσουμε και θα κατηγοριοποιήσουμε τις Location-Based υπηρεσίες και με ποιο τρόπο αυτές μπορούν να εφαρμοστούν από ένα τέτοιο σύστημα επικοινωνίας.

## Κεφάλαιο 4: Προσδιορισμός θέσης χρήστη

Βασική προϋπόθεση για την λειτουργία μιας υπηρεσίας που εκμεταλλεύεται τη πληροφορία για τη θέση του χρήστη είναι να μπορούμε ανά πάσα στιγμή να εξακριβώσουμε αυτή τη θέση. Όμως αυτό δεν είναι πάντα το ίδιο εύκολο. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τρόπους με τους οποίους μπορούμε να εντοπίσουμε τη θέση ενός χρήστη υπηρεσίας μέσω της κινητής συσκευής του, σε περιβάλλον που καλύπτεται από ασύρματο σύστημα επικοινωνιών.

### 4.1 Εισαγωγή

Για εξωτερικούς χώρους το **GPS** (Global Positioning System – Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού θέσης) έχει τον κυρίαρχο ρόλο στον εντοπισμό θέσης. Όσον αφορά τους κλειστούς χώρους ωστόσο αυτό το σύστημα δεν αποδίδει το ίδιο καλά ή και καθόλου. Αυτό οφείλεται στη χαμηλή ισχύ των σημάτων που εκπέμπονται στο GPS και την αδυναμία τους να διαπεράσουν τα υλικά από τα οποία αποτελούνται τα κτίρια. Γι' αυτό το λόγο το GPS δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εσωτερικούς χώρους όπου οι άνθρωποι περνούν τον περισσότερο χρόνο τους. Άλλες αποτελεσματικές τεχνολογίες λοιπόν απαιτούνται για εντοπισμό ανθρώπων ή και αντικειμένων σε τέτοια περιβάλλοντα. Για να ικανοποιηθεί αυτή η ανάγκη διάφορες τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί και έχουν παρουσιαστεί στην βιβλιογραφία.

Από τις πολλές και διάφορες τεχνολογίες εντοπισμού που έχουν προταθεί οι πιο αποτελεσματικές είναι αυτές που βασίζονται τεχνικές εντοπισμού με χρήση ραδιοκυμάτων(ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων συχνότητας 3Hz-300GHz). Αυτές οι τεχνολογίες εκμεταλλεύονται μετρήσεις των φυσικών μεγεθών αυτών των κυμάτων που μεταδίδονται μεταξύ ενός **MT** (mobile terminal - κινητού τερματικού) κι ενός συνόλου πομποδεκτών των οποίων η θέση είναι γνωστή. Σε πολλά συστήματα αυτοί οι πομποδέκτες λέγονται και **BSs** (Base Stations – Σταθμοί Βάσης) π.χ. κυψελωτά δίκτυα κινητών επικοινωνιών και το σύστημα ασύρματης πρόσβασης στο δίκτυο του Πολυτεχνείου στο οποίο γίνεται η εργασία. Οι μετρήσεις φυσικών μεγεθών των ραδιοκυμάτων που χρησιμοποιούνται στις τεχνολογίες είναι κυρίως η λαμβανόμενη ισχύς σήματος (**RSS** - Received Signal Strength), η γωνία άφιξης τους (**AOA** – Angle of Arrival), η ώρα άφιξης (**TOA** – Time of Arrival) και η διαφορά των χρόνων άφιξης από δύο ή περισσότερους πομπούς (**TDOA** – Time Difference of Arrival). Πιο πρόσφατα, έχουν προταθεί αλγόριθμοι εντοπισμού με χρήση ραδιοκυμάτων που βασίζονται σε συνδυασμό των προηγούμενων τεχνικών. Τέτοιες υβριδικές τεχνικές παρουσιάζουν μεγαλύτερη ακρίβεια θέσης, η οποία είναι απαραίτητη σε διάφορες εφαρμογές όπως οι εφαρμογές ασφαλείας.

Ωστόσο, εξαιτίας της περιπλοκότητας των εσωτερικών χώρων, η ανάπτυξη τεχνικών εντοπισμού θέσης σε αυτούς συνοδεύεται πάντα από μια σειρά προκλήσεων, όπως σε συνθήκες **NLOS** (Non Line Of Sight – μη ύπαρξη ευθείας οπτικής κάλυψης), το φαινόμενο πολλαπλών οδεύσεων και η παρεμβολή θορύβου. Αυτές οι προκλήσεις

οφείλονται κυρίως στην επίδραση των αντικειμένων (όπως τοίχοι, εξοπλισμός, έπιπλα, ακόμα και άνθρωποι) στη διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Παραδείγματος χάριν, η κινητικότητα των ανθρώπων προκαλεί αλλαγές στην φυσική σύσταση του κλειστού περιβάλλοντος, οι οποίες με τη σειρά τους μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη συμπεριφορά της διάδοσης ραδιοκυμάτων. Παρόλο που αυτά τα προβλήματα δε μπορούν περιοριστούν εντελώς, τα τελευταία χρόνια έρευνες συνεχώς τείνουν να βελτιώσουν την απόδοση του εντοπισμού θέσης σε τόσο δυσχερή περιβάλλοντα για τη διάδοση των ραδιοκυμάτων.

Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστούν μερικές μέθοδοι εντοπισμού θέσης σε ασύρματα συστήματα επικοινωνιών και θα σχολιαστούν σε κάθε περίπτωση οι απαιτήσεις, η ακρίβεια και τα μειονεκτήματα που εμφανίζονται.

#### 4.2 Αλγόριθμοι προσδιορισμού θέσης σε ασύρματα συστήματα επικοινωνιών

Γενικά μπορούμε να κατατάξουμε τους αλγόριθμους σε δύο κατηγορίες: τροποποιημένου κινητού τερματικού ή μη τροποποιημένου. Στη δεύτερη περίπτωση, το σύστημα χρειάζεται τροποποίηση μόνο στους BSs (σταθμούς βάσης) ή και στο κέντρο μεταγωγής. Αντίθετα στους αλγορίθμους τροποποιημένου τερματικού σημαντικό μέρος των υπολογισμών για τον προσδιορισμό της θέσης του γίνεται σε αυτό με αποτέλεσμα να απαιτείται επιπλέον εξοπλισμός(π.χ. δέκτης GPS), αυξημένος όγκος, μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύς και άρα και μεγαλύτερες απαιτήσεις ενεργειακής αυτονομίας. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα σε αυτή την περίπτωση όμως είναι οι μετατροπές που πρέπει να γίνουν σε κινητό τερματικό και στην υποδομή του σταθερού δικτύου. Γι' αυτό τον λόγο τεχνικές εντοπισμού με ραδιοκύματα βασισμένες σε μη τροποποιημένες τερματικές συσκευές κρίνονται πιο συμφέρουσες όσον αφορά την πολυπλοκότητα εφαρμογής, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές εκπτώσεις στην ποιότητα υπηρεσίας. Τέτοιες τεχνικές θα εξετάσουμε και σε αυτή την ενότητα.

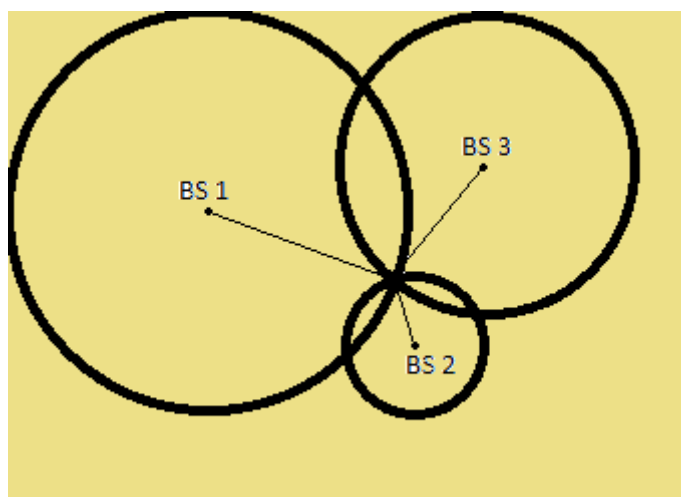
Θα αναλύσουμε λοιπόν τους αλγορίθμους σε δύο κύριες ομάδες ανάλογα με τον αριθμό σταθμών βάσης που απαιτούνται στη διαδικασία προσδιορισμού της θέσης: με ένα σταθμό βάσης ή περισσότερους από έναν. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε ασύρματο σύστημα επικοινωνιών, αρκεί να έχουμε αξιόπιστες μετρήσεις των φυσικών μεγεθών που αφορούν τα σήματα είτε από τους σταθμούς βάσης στο κινητό τερματικό (κάτω ζεύξη - **downlink**) είτε αντίστροφα (άνω ζεύξη - **uplink**). Στην περίπτωση της κάτω ζεύξης οι μετρήσεις γίνονται σε ένα σήμα αναφοράς που εκπέμπουν όλοι οι σταθμοί βάσης με την ίδια ισχύ και ονομάζεται **πυλότος** (pilot). Επίσης θα περιγράψουμε και μία κατηγορία μεθόδων εντοπισμού θέσης που βασίζονται στην αναγνώριση προτύπων, την κατηγορία "Fingerprint"(«Δακτυλικού αποτυπώματος»).



#### 4.2.1 Αλγόριθμοι που απαιτούν πάνω από έναν σταθμό βάσης (BS)

##### RSS – Received Signal Strength (Λαμβανόμενη Ισχύς Σήματος)

Αυτός ο αλγόριθμος προσδιορισμού θέσης βασίζεται στη μέτρηση της λαμβανόμενης ισχύος ενός γνωστού σήματος που στέλνεται από το κινητό τερματικό **MT** προς  $N_{BS}$  διαφορετικούς σταθμούς βάσης (**BSs**) ( $N_{BS} \geq 3$ ). Αν η εκπεμπόμενη ισχύς είναι γνωστή, η απόσταση του κάθε **BS** από το **MT** μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας την λαμβανόμενη ισχύ και ένα κατάλληλο μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει τις απώλειες διάδοσης των ραδιοκυμάτων. Γνωρίζοντας την απόσταση του **MT** από έναν **BS**, τότε πρέπει να βρίσκεται σε έναν κύκλο με κέντρο τον Σταθμό βάσης **BS**. Χρησιμοποιώντας λοιπόν τουλάχιστον 3 **BSs** μπορούμε να εκτιμήσουμε την θέση του **MT** ως το σημείο τομής των αντίστοιχων κύκλων. Η μέθοδος αυτή προσδιορισμού του σημείου λέγεται μέθοδος τριπλευρισμού (trilateration technique). Οι στρατηγικές ισχύος ωστόσο που εφαρμόζονται στα περισσότερα κυψελωτά συστήματα επικοινωνίας περιορίζουν την αποτελεσματικότητα αυτού του αλγορίθμου. Επίσης είναι εξαιρετικά δύσκολο να βρεθεί ένα μαθηματικό μοντέλο περιγραφής απωλειών διάδοσης για ένα εσωτερικό περιβάλλον.

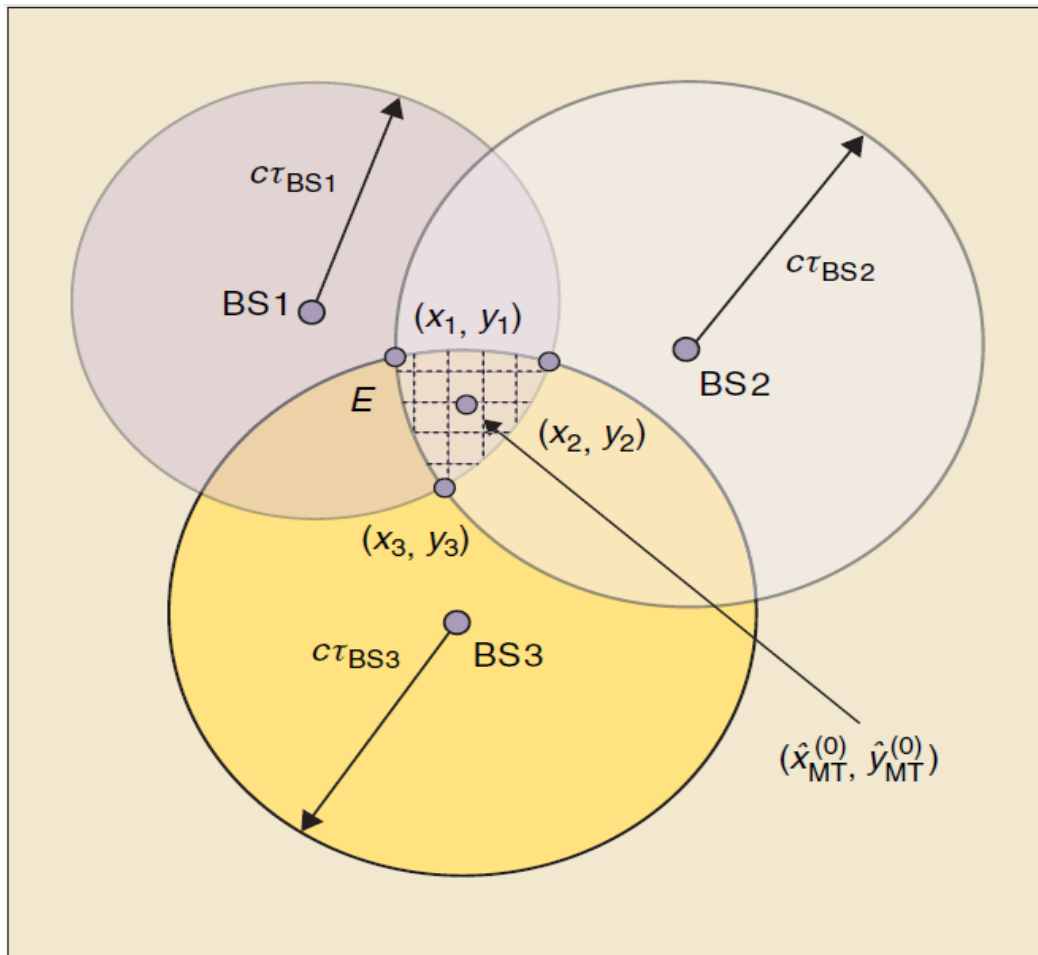


Σχήμα 4.1. Ιδανική αναπαράσταση γεωμετρίας αλγορίθμου RSS

##### TOA – Time of Arrival (Χρόνος άφιξης)

Σε αυτόν τον αλγόριθμο το κινητό τερματικό **MT** εκπέμπει μία γνωστή ριπή (**burst**) προς  $N_{BS}$  διαφορετικούς **BS** ( $N_{BS} \geq 3$ ). Η μέτρηση των απόλυτων χρόνων άφιξης των ριπών χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί η θέση του **MT**. Απαιτείται όμως τα ρολόγια όλων των σταθμών βάσης και του κινητού τερματικού να είναι συγχρονισμένα. Η ριπή από το κινητό τερματικό για να φτάσει στον σταθμό βάσης **BS #i** χρειάζεται  $\tau_{BSi}$  απόλυτο χρόνο (όπου  $i=1, \dots, N_{BS}$ ). Ο **BS #i** μπορεί να μετρήσει αυτόν τον χρόνο και στη συνέχεια να εκτιμηθεί η απόσταση  $d_i$  του κινητού τερματικού από αυτόν ως εξής:  $d_i = c \cdot \tau_{BSi}$ , όπου  $c$  η ταχύτητα του φωτός. Αν όμως στο περιβάλλον που γίνονται οι μετρήσεις δεν υπάρχει οπτική επαφή (LOS) μεταξύ του κινητού τερματικού και του σταθμού βάσης τότε ισχύει:  $d_i \leq c \tau_{BSi}$ . Έτσι ομοίως με τον προηγούμενο αλγόριθμο το **MT** βρίσκεται σε κύκλο με κέντρο τη θέση του **BS #i** και ακτίνα  $c \tau_{BSi}$ . Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία για όλους τους  $N_{BS}$  σταθμούς

βάσης,  $N_{BS}$  κύκλοι σχηματίζονται των οποίων η τομή μας δίνει τη θέση του MT. Γενικά βρίσκουμε μία περιοχή που πιθανώς να βρίσκεται το MT, αφού  $d_i \leq c\tau_{BSi}$  σε συνθήκες μη οπτικής επαφής (NLOS). Το κέντρο αυτής της περιοχής μπορεί αρχικά να υποτεθεί ως η θέση του κινητού τερματικού και στη συνέχεια να υπολογιστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ελαχιστοποιώντας μία κατάλληλη συνάρτηση κόστους μέσα σε αυτή χρησιμοποιώντας περιορισμένη προσέγγιση της μεθόδου μη γραμμικών ελαχίστων τετραγώνων. Το μειονέκτημα αυτού του αλγορίθμου είναι ο συγχρονισμός των ρολογιών.

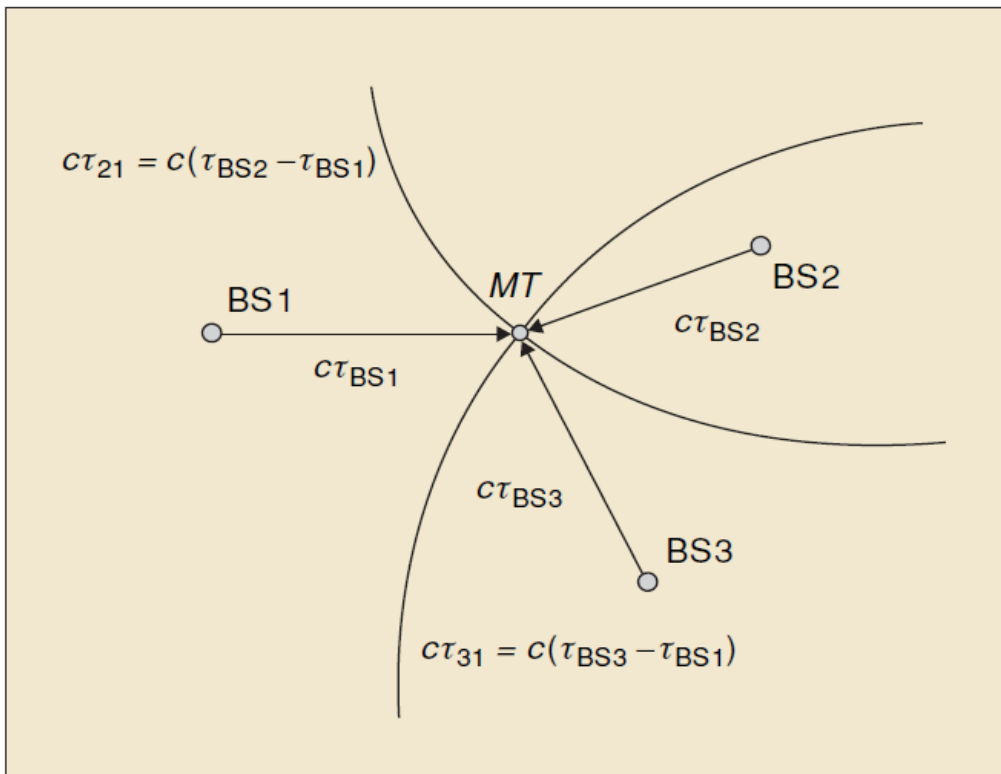


Σχήμα 4.2. Σχηματική αναπαράσταση αλγορίθμου TOA

#### TDOA – Time Difference of Arrival (Διαφορά χρόνων άφιξης)

Ο αλγόριθμος TDOA βασίζεται στη μέτρηση τις διαφορές των χρόνων λήψης σημάτων σε διαφορετικούς σταθμούς βάσης χωρίς έτσι να απαιτείται ο συγχρονισμός όλων των συμμετεχόντων BS και MT. Στην πραγματικότητα πρέπει μόνο οι σταθμοί βάσης που εμπλέκονται σε μία μέτρηση να είναι συγχρονισμένοι μεταξύ τους αφού μας ενδιαφέρει ο υπολογισμός της διαφοράς των χρόνων άφιξης ενός σήματος σε αυτούς. Έτσι για ένα ζεύγος σταθμών βάσης BS #i, BS #j η διαφορά χρόνων άφιξης,  $\tau_{ij}$ , δίνεται από τη σχέση  $\tau_{ij} = \tau_{BSi} - \tau_{BSj}$ , όπου  $\tau_{BSi}$  και  $\tau_{BSj}$  είναι οι μετρήσεις απόλυτων χρόνων άφιξης των ριπών από το κινητό τερματικό MT. Βγάζουμε λοιπόν το συμπέρασμα ότι το κινητό τερματικό κινείται πάνω σε μία υπερβολή. Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε και δεύτερη υπερβολή πάνω στην οποία κινείται το MT χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά ένα νέα BS. Η θέση του MT Μπορεί έτσι να

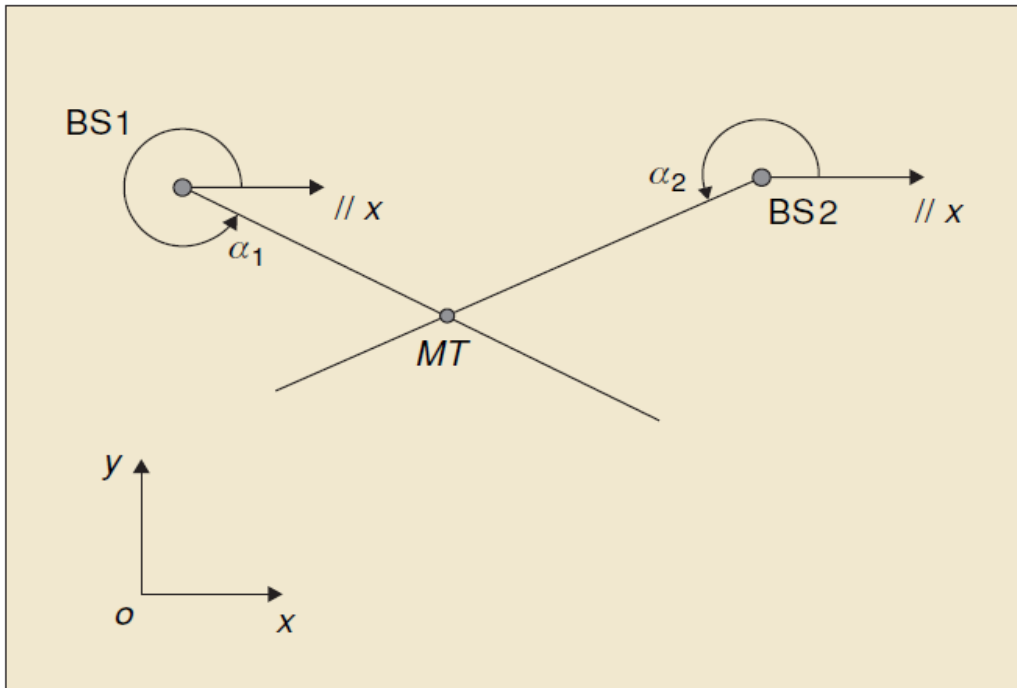
προσδιοριστεί ως η τομή των δύο υπερβολών. Αυτή η μέθοδος βέβαια προϋποθέτει να υπάρχει οπτική επαφή μεταξύ των BS και MT (LOS condition).



Σχήμα 4.3. Σχηματική αναπαράσταση αλγορίθμου TDOA

#### AOA – Angle of Arrival (Γωνία λήψης)

Αυτός ο αλγόριθμος βασίζεται σε τεχνικές εύρεσης γωνίας λήψης ραδιοκυμάτων. Για να εφαρμοστεί ένας τέτοιος αλγόριθμος απαιτούνται πολύπλοκες διατάξεις κεραιών και κατάλληλοι αλγόριθμοι εκτίμησης γωνίας άφιξης σε κάθε σταθμό βάσης. Η θέση του κινητού τερματικού ύστερα προσδιορίζεται από την τομή δύο ευθειών που φεύγουν από έναν σταθμό βάσης και κινούνται σε κατεύθυνση που έχει βρεθεί από τον αλγόριθμο AOA. Για να επιλυθεί κάθε ασάφεια χρειάζεται τουλάχιστον τρεις σταθμοί βάσεις να τρέξουν τον AOA αλγόριθμο. Αυτό είναι απαραίτητο αφού συνδυάζοντας μόνο δύο εκτιμήσεις γωνιών λήψης δημιουργείται μεγάλη αβεβαιότητα για τη θέση του κινητού τερματικού ειδικά όταν αυτό βρίσκεται κοντά στην ευθεία που ενώνει τους δύο σταθμούς βάσης που κάνουν τους υπολογισμούς. Ακόμα πρέπει το MT να είναι σε οπτική επαφή με τους BS που συμμετέχουν στις μετρήσεις ειδάλλως ραδιοκύματα από ανακλάσεις ή σκεδάσεις θα δώσουν λανθασμένη πληροφορία για τη θέση του κινητού τερματικού.



Σχήμα 4.4. Σχηματική αναπαράσταση αλγορίθμου ΑΟΑ

#### 4.2.2 Αλγόριθμοι που απαιτούν έναν σταθμό βάσης (BS)

Αυτή η κατηγορία αλγορίθμων προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με την προηγούμενη που απαιτούνται περισσότεροι BS. Πρώτον, το κινητό τερματικό MT δε χρειάζεται να είναι συγχρονισμένο και με άλλους σταθμούς βάσης BS. Δεύτερον, η κάλυψη από έναν ελάχιστο αριθμό BS δεν είναι απαραίτητη. Τέλος, το φορτίο του δικτύου διασύνδεσης των σταθμών βάσης είναι μικρότερο αφού περιορίζονται οι διαδικτυακές απαιτήσεις σηματοδοσίας. Το κύριο μειονέκτημα αυτών των μεθόδων είναι η υποβάθμιση της ποιότητας της εκτίμησης θέσης ειδικά όταν επικρατούν συνθήκες μη οπτικής επαφής μεταξύ MT και BS.

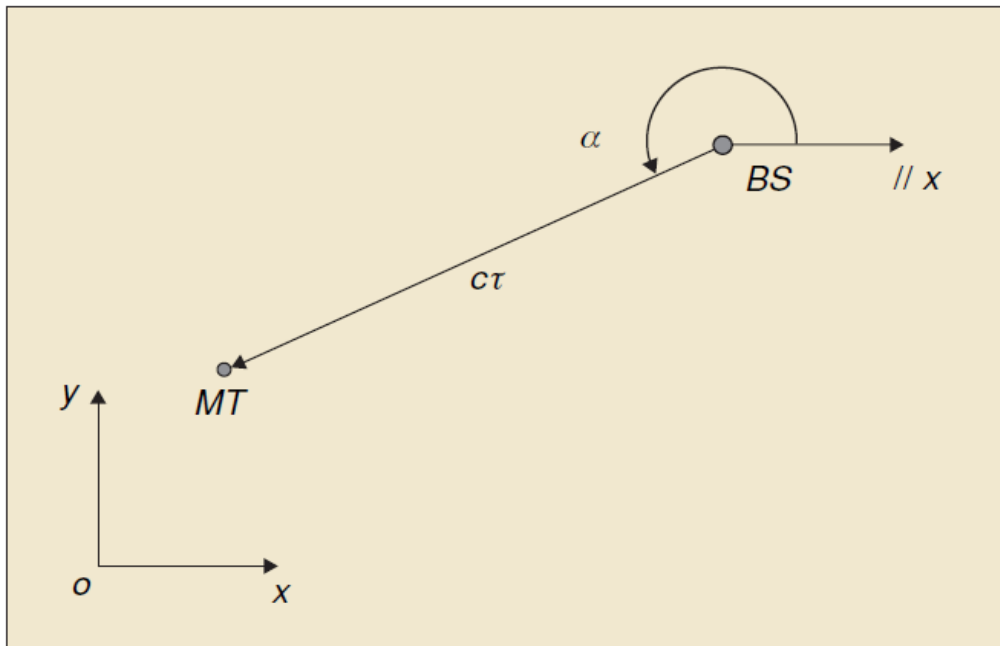
#### Cell Identification – Αναγνώριση κυψέλης

Σε αυτή την τεχνική απλώς θεωρείται θέση του κινητού τερματικού MT η θέση του σταθμού βάσης BS, με τον οποίο είναι συσχετισμένο αυτό. Είναι ίσως η πιο απλή μέθοδος και η πιο συμφέρουσα από άποψη κόστους εκτέλεσης. Όμως όσο πιο μεγάλο είναι το μέγεθος κυψέλης ενός συστήματος τόσο πιο ανακριβές είναι το αποτέλεσμα εκτίμησης (π.χ. σε συστήματα κινητής τηλεφωνίας μια κυψέλη σε αστική περιοχή έχει ακτίνα εκατοντάδων μέτρων). Κρίνεται έτσι ανεπαρκής μέθοδος για απαιτητικές ως προς την ακρίβεια υπηρεσίες θέσης.

#### 1ΤΟΑ-1ΑΟΑ – Χρόνος και γωνία άφιξης με έναν σταθμό βάσης (BS)

Σε αυτή τη μέθοδο προσδιορισμού θέσης μετράται τόσο ο χρόνος άφιξης,  $\tau$ , όσο και η γωνία λήψης,  $\alpha$ , μιας γνωστής ριπής που στέλνεται από το MT προς τον συσχετισμένο σε αυτό BS (απαιτείται κι εδώ οι σταθμοί βάσης να έχουν περίπλοκες διατάξεις κεραίων και να τρέχουν αλγόριθμους προσδιορισμού γωνίας άφιξης

σήματος). Θεωρώντας ότι το κινητό τερματικό είναι σε οπτική επαφή με τον σταθμό βάσης τότε η θέση του μπορεί να υπολογιστεί ως εξής: Θα βρίσκεται σε κύκλο ακτίνας  $c\tau$  όπου  $c$  η ταχύτητα του φωτός με κέντρο τον BS και στην διεύθυνση  $\alpha$  ως προς αυτόν. Αυτός ο αλγόριθμος είναι ακριβής μόνο σε χώρους όπου υπάρχει οπτική επαφή ανάμεσα σε πομπό και δεκτή. Αλλιώς το σήμα μετά από κάποια ανάκλαση ή/και σκέδαση από κάποια εμπόδια θα φτάνει καθυστερημένο και με διαφορετική γωνία από την πραγματική του πομπού με αποτέλεσμα να εκτιμάται λανθασμένα η θέση του.



Σχήμα 4.5. Σχηματική αναπαράσταση αλγορίθμου ITOA-1AOA

#### 4.2.3 Τεχνικές «Δακτυλικού αποτυπώματος» (Fingerprint)

Οι τεχνικές αυτές είναι επίσης γνωστές ως «Αναγνώρισης Προτύπων» ή «Ταιριάσματος Προτύπων». Σε αυτές τις μεθόδους εκμεταλλευόμαστε τα χαρακτηριστικά των πολλαπλών οδεύσεων ενός σήματος αναφοράς που λαμβάνεται από έναν ή περισσότερους σταθμούς βάσης, συναρτήσκει της θέσης του κινητού τερματικού που το εκπέμπει. Εξαιτίας φαινομένου των πολλαπλών οδεύσεων, στον δέκτη (BS), καταφθάνουν περισσότερες της μίας εκδοχές του σήματος αναφοράς με μία χρονική καθυστέρηση μεταξύ τους και διαφορετικής στάθμης ισχύος. Αυτές ονομάζονται συνιστώσες πολλαπλών οδεύσεων (Multipath Components - MPCs). Ανάλογα με τη θέση του κινητού τερματικού, κάθε MPC στον σταθμό βάσης έχει τα δικά της χαρακτηριστικά, τα οποία μπορεί να είναι το RSS, TOA, AOA. Σε συστήματα με μεγάλο εύρος ζώνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως “fingerprint” και η μέτρηση του προφίλ καθυστέρησης ισχύος (Power delay profile - PDP).

Κάθε θέση του κινητού τερματικού ταυτοποιείται από μία ομάδα πλατών  $\mathbf{a} = [\mathbf{a}_1, \dots, \mathbf{a}_N]$  και μία ομάδα απόλυτων καθυστερήσεων άφιξης  $\boldsymbol{\tau} = [\boldsymbol{\tau}_1, \dots, \boldsymbol{\tau}_N]$  για ένα γνωστό αριθμό  $N$  συνιστωσών πολλαπλών οδεύσεων (MPCs) που αφορούν το

γνωστό σήμα «ριπή». Αντίστοιχα αντί για την ομάδα των πλατών θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μία ομάδα γωνιών άφιξης των σημάτων σε συνδυασμό με τους απόλυτους χρόνους άφιξης. Όποιο σχήμα και αν χρησιμοποιήσουμε ο προσδιορισμός της θέσης του κινητού τερματικού γίνεται με το ταίριασμα του πραγματικού “fingerprint” με κάποιο από αυτά που είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων του BS. Η μεγαλύτερη πρόκληση είναι η διάκριση μεταξύ θέσεων με παρόμοια fingerprints. Τα δεδομένα που εισάγονται στη βάση συλλέγονται πάνω σε ένα πλέγμα θέσεων μέσα στον χώρο που θέλουμε να εφαρμόσουμε την υπηρεσία, όπου η πυκνότητα του πλέγματος πρέπει να επιλέγεται με γνώμονα είτε την απόδοση της υπηρεσίας είτε το χρόνο που απαιτείται να προσδιοριστεί η θέση.

Το μεγάλο μειονέκτημα αυτών των τεχνικών είναι η απαιτητική τους εκτέλεση αφού για κάθε σταθμό βάσης πρέπει να γίνουν εκτεταμένες και ακριβείς μετρήσεις για τα πρότυπα που θα βάλουμε στη βάση δεδομένων. Ωστόσο αυτές οι τεχνικές είναι οι πιο κατάλληλες για εσωτερικούς χώρους όπου η διαχείριση των βάσεων δεδομένων μπορεί να είναι πιο εύκολη από ότι στις αστικές περιοχές.

#### **4.3 Επιλογή μεθόδου προσδιορισμού θέσης χρήστη για το εγχείρημα**

Ο χώρος της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ είναι στην πραγματικότητα ένα συγκρότημα κτιρίων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους. Εκτός από τα αμφιθέατρα και κάποια εργαστήρια όλοι οι άλλοι χώροι αποτελούν μικρά δωμάτια γραφείων και αίθουσες διδασκαλίας. Όλα αυτά τα δωμάτια διαχωρίζονται είτε με παχείς τοίχους είτε μεταλλικές πόρτες που κάνουν τη διάδοση των ραδιοκυμάτων δύσκολη έως αδύνατη. Επίσης διάσπαρτες στους χώρους τις σχολής υπάρχουν μεταλλικές βιβλιοθήκες και άλλα αντικείμενα που ευνοούν την σκέδαση και την ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Έτσι παρόλο που η ασύρματη κάλυψη WiFi είναι επαρκής στους περισσότερους χώρους υπάρχει ένα πρόβλημα στην εφαρμογή των περισσότερων αλγορίθμων που αναλύσαμε στην προηγούμενη ενότητα. Πιο συγκεκριμένα για τους αλγόριθμους που απαιτούν περισσότερους του ενός σταθμούς βάσης είναι απαραίτητη προϋπόθεση σε κάθε σημείο του συστήματος να υπάρχει κάλυψη από έναν ελάχιστο αριθμό αυτών, ανάλογα με την περίπτωση, δηλαδή η ισχύς σήματος λήψης από κάθε έναν σε κάθε σημείο να είναι πάνω από ένα ελάχιστο κατώφλι. Για να είναι δυνατό αυτό στο περιβάλλον της σχολής θα έπρεπε να εγκατασταθούν επιπλέον access points σε κάποιους χώρους το οποίο δεν είναι συμφέρον αν αναλογιστεί κανείς το κόστος ενώ υπάρχει κάλυψη έτσι κι αλλιώς ήδη για τη λειτουργία του ασύρματου δικτύου. Άρα θα πρέπει να κοιτάξουμε πιο συμφέρουσες λύσεις.

Θα πρέπει επίσης να απορρίψουμε και τους αλγόριθμους που χρειάζονται τη γωνία λήψης του σήματος από το κινητό τερματικό για τους εξής λόγους:

1. Λόγω των συνθηκών NLOS οι εκτιμήσεις που θα κάνουμε θα εμπεριέχουν σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις μεγάλο σφάλμα.

2. Προσπάθεια μας είναι να εκμεταλλευτούμε το ήδη υπάρχον ασύρματο δίκτυο στο μέτρο του δυνατού χωρίς να χρειάζεται να κάνουμε σημαντικές αλλαγές στην υποδομή. Έτσι προμήθεια και εγκατάσταση πολύπλοκων διατάξεων κεραιών κρίνεται ως ασύμφορο επιχείρημα.
3. Ένα δύσκολο κομμάτι σε αυτή την περίπτωση θα ήταν και το φόρτο της εργασίας που θα έπρεπε να πραγματοποιηθεί για την σύνταξη και εκτέλεση των αλγορίθμων εντοπισμού γωνίας λήψης σήματος.

Μετά από όλα αυτά οι μόνοι αλγόριθμοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό ενός χρήστη είναι η τεχνική δακτυλικού αποτυπώματος(Fingerprint) και το Cell of Origin. Για τον δεύτερο δε χρειάζεται να πούμε γιατί είναι εφαρμόσιμος στην περίπτωση αυτή ή τι μειονεκτήματα παρουσιάζει γι' αυτό θα αναλύσουμε το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης της πρώτης τεχνικής.

Η τεχνική του Fingerprint, όπως έχουμε πει, είναι μία μέθοδος η οποία χρησιμοποιεί αποθηκευμένα δεδομένα από μετρήσεις στο περιβάλλον εφαρμογής και βάση αυτών αποφαινεται για τη θέση ενός κινητού τερματικού, κάθε φορά που αυτό εκπέμπει ένα σήμα αναφοράς προς το δίκτυο. Είναι από τις πλέον ενδεδειγμένες τεχνικές για τον προσδιορισμό θέσης σε συνθήκες NLOS ωστόσο παραμένει και από τις πιο πολύπλοκες. Το σύστημα εκτός από το ότι θα πρέπει να μετρά τα χαρακτηριστικά των Multipath Components κάθε σήματος αναφοράς που φτάνει σε κάθε σταθμό βάσης, θα πρέπει να τα συγκρίνει με αυτά που υπάρχουν σε μία βάση δεδομένων. Η υπολογιστική ισχύς που χρειάζεται είναι ιδιαίτερα μεγάλη. Και αυτό χωρίς πάντα να δίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα αφού πολλές θέσεις μπορεί να έχουν παρόμοια "fingerprints". Ειδικά όταν σε κάποιες θέσεις δεν υπάρχει κάλυψη από αρκετούς σταθμούς βάσης, όπως στην περίπτωσή μας, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι εντελώς λανθασμένα.

Η ιδέα του εγχειρήματος είναι το σύστημα να προωθεί τηλεφωνικές κλήσεις προς ένα συγκεκριμένο πρόσωπο(καθηγητή, μόνιμο προσωπικό, σπουδαστή) γνωρίζοντας πιθανώς την θέση μιας συσκευής του. Όμως αυτός στις περισσότερες των περιπτώσεων θα είναι είτε σε κάποιο γραφείο είτε σε κάποιο εργαστήριο είτε σε μία αίθουσα διδασκαλίας. Η διάκριση λοιπόν μεταξύ αυτών των θέσεων είναι αρκετά ξεκάθαρη. Πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη ότι κάθε χρήστης του συστήματος έχει έναν εσωτερικό αριθμό στην διάθεσή του π.χ. στο γραφείο του ή το πολύ και έναν δεύτερο σε κάποιο εργαστήριο. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις που δε θα είναι κοντά σε κάποιο από αυτά τα «σταθερά» θα γίνεται δοκιμή η κλήση να δρομολογείται κανονικά (προεπιλεγμένο τρόπο).

Αν λάβουμε τα παραπάνω υπόψη λοιπόν τότε διαπιστώνουμε πως η τεχνική εντοπισμού "Cell of origin", εκτός από συμφέρουσα οικονομικά και μικρών απαιτήσεων εφαρμογής, έχει όση ακρίβεια χρειάζεται μία τέτοια υπηρεσία σε αυτό το περιβάλλον. Έτσι αναλόγως με τον σταθμό βάσης που θα είναι συσχετισμένη η ασύρματη συσκευή ενός χρήστη θα μπορούμε να αποφαινόμαστε για τον χώρο στον

οποίο βρίσκεται και άρα για τον σταθερό εσωτερικό αριθμό στον οποίο μας συμφέρει να προωθούμε τις κλήσεις του. Κρίνεται λοιπόν ως η πιο κατάλληλη μέθοδος εντοπισμού για το εγχείρημά μας.



## Κεφάλαιο 5: Voice over IP και Location-Based Services

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάσαμε τις Location-Based Services, μια κατηγορία υπηρεσιών που κάνουν χρήση τις τοποθεσίας ενός χρήστη. Η πληροφορία της τοποθεσίας ή θέσης μπορεί να είναι πολύ σημαντική σε κάποιες εφαρμογές υπηρεσιών. Έτσι και στην παρούσα διπλωματική γίνεται προσπάθεια εκμετάλλευσης γνώσης της θέσης των χρηστών ενός VoIP συστήματος επικοινωνίας, με σκοπό την βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ αυτών. Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε τις τεχνολογίες που ορίζονται ως VoIP και με ποιους τρόπους μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη Location-Based υπηρεσιών.

### 5.1 Τι είναι το VoIP

Ο όρος VoIP (Voice over Internet Protocol) αναφέρεται σε πρωτόκολλα επικοινωνίας, τεχνολογίες καθώς και τεχνικές μετάδοσης που επιτρέπουν την μετάδοση φωνής και την εγκαθίδρυση συνόδων πολυμέσων πάνω από δίκτυο IP, όπως το Internet. Η χρήση ενός IP δικτύου υποδηλώνει ότι το VoIP επιτρέπει τη μεταφορά φωνής και πολυμέσων αφού αυτά μετατραπούν σε πακέτα, δηλαδή όπως οποιαδήποτε άλλη υπηρεσία δεδομένων πάνω στο ίδιο IP δίκτυο. Αυτό το χαρακτηριστικό του VoIP είναι που το κάνει ιδιαίτερο και το διαχωρίζει από την παραδοσιακή τηλεφωνία όπου κατά τη διάρκεια μιας κλήσης δεσμεύεται μία γραμμή ή ένα κανάλι μεταξύ των άκρων (circuit-switched).

Στις τεχνολογίες VoIP ανήκουν:

- Τηλεφωνικές συσκευές IP, συσκευές που μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο και υποστηρίζουν πρωτόκολλα VoIP.
- Analogue Telephone Adapters (ATA), συσκευές που επιτρέπουν σε απλές αναλογικές τηλεφωνικές συσκευές να συνδεθούν σε ένα VoIP δίκτυο
- Εξυπηρετητές (servers), υπεύθυνοι για διαχείριση βάσης δεδομένων των χρηστών, εγκατάσταση σύνδεσης, υποστήριξη, τερματισμό και ανακατεύθυνση κλήσεων.
- Υπολογιστικά συστήματα όπως Access Servers και Soft Switches, που επιτρέπουν την δρομολόγηση κλήσεων μεταξύ κόμβων είτε εντός του IP δικτύου είτε από και προς PSTN (Public Switched Telephone Network) τηλεφωνικό δίκτυο.
- Πρωτόκολλα Επικοινωνίας, κυρίως πρωτόκολλα σηματοδοσίας (Signaling Protocols) και πρωτόκολλα πολυμέσων(Media Protocols).
- Soft-phones, προγράμματα σε κάποιον υπολογιστή ή smartphone που δίνουν τη δυνατότητα IP τηλεφωνικής συσκευής.

## 5.2 Από το PSTN στο VoIP

Πριν παρουσιαστεί η ιδέα του VoIP, η κυρίαρχη τεχνολογία στα τηλεφωνικά συστήματα ήταν το PSTN. Το VoIP μας παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της παραδοσιακής δικτύωσης, με ένα από τα πιο σημαντικά να είναι η σημαντική μείωση του κόστους κλήσεων.

### **Μερικά από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το VoIP:**

**Κόστος κλήσεων:** Η χρήση Internet έχει γίνει εξαιρετικά φθηνή, με αποτέλεσμα να είναι συμφέρουσα η πραγματοποίηση κλήσεων μέσω αυτού (ειδικά για κλήσεις μεγάλων αποστάσεων). Ένα άλλο πλεονέκτημα που εμφανίζεται όσο οι χρήστες της νέας αυτής τεχνολογίας αυξάνονται είναι η δυνατότητα για δωρεάν κλήσεις μεταξύ τους. Παράδειγμα του τελευταίου αποτελεί το Skype καθώς και τηλεφωνικές εταιρίες όπως η KDDI που επιτρέπουν δωρεάν κλήσεις μεταξύ των συνδρομητών τους αρκεί να πληκτρολογήσουν έναν ειδικό αριθμό πριν τον τηλεφωνικό αριθμό του καλούμενου συνδρομητή. Επίσης, επιχειρήσεις μπορούν να απαλλαχθούν από έξοδα τηλεφωνικών κλήσεων μεταξύ απομακρυσμένων τοποθεσιών μέσα σε αυτές.

**Επιχειρησιακό κόστος:** Το VoIP συμβάλει στη μείωση του τηλεπικοινωνιακού κόστους και του κόστους των υποδομών:

- Η δρομολόγηση κλήσεων γίνεται πάνω από υπάρχοντα δίκτυα δεδομένων και αποφεύγεται έτσι η ανάγκη για ξεχωριστό δίκτυο φωνής. Η φωνή δεν είναι τίποτα περισσότερο από άλλη μια υπηρεσία του δικτύου δεδομένων.
- Η ασφάλεια στις κλήσεις είναι πολύ πιο φθηνή. Χάρη στην ψηφιακή μετάδοση της φωνής απαιτούνται μόνο η κρυπτογράφηση και η ταυτοποίηση των υπάρχοντων ροών δεδομένων.
- Μεγάλος βαθμός επεκτασιμότητας και επιβίωση.
- Δυνατότητα για εικονικές υπηρεσίες που μειώνει τις απαιτήσεις σε εργατικό δυναμικό (π.χ. αυτόματο τηλεφωνικό κέντρο).

**Φορητότητα:** Ένα από τα πιο ελκυστικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας αυτής είναι ότι είναι ανεξάρτητη της θέσης που βρίσκεσαι. Υπάρχουν ανά περίπτωση μηχανισμοί που επιτρέπουν την φορητότητα αρκεί να έχουμε πρόσβαση σε μία ευρυζωνική σύνδεση. Έτσι κάποιος μπορεί να λαμβάνει και να πραγματοποιεί κλήσεις είτε από το σπίτι του είτε από το γραφείο του, ακόμα και εν κινήσει στο smartphone του, έχοντας ένα μοναδικό αναγνωριστικό ταυτότητας. Αυτό το χαρακτηριστικό βέβαια γεννά και το πρόβλημα της εξακρίβωσης της θέσης που βρίσκεται κάθε φορά ο χρήστης. Για παράδειγμα σε περίπτωση κλήσης έκτακτης ανάγκης πρέπει να υπάρχει μηχανισμός πληροφόρησης για τη θέση του καλούντος(E911).

## **Προκλήσεις κατά την εφαρμογή VoIP λύσεων**

Οι μεγαλύτερες προκλήσεις που εμφανίζονται κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός VoIP συστήματος αφορούν την ποιότητα της επικοινωνίας. Διαφορετικά από το PSTN, ένα IP δίκτυο δεν είναι τύπου «σημείο προς σημείο». Αυτό σημαίνει πως το μονοπάτι μεταξύ του πομπού και του δέκτη καθορίζεται κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, γι' αυτό τα πακέτα δεν φτάνουν πάντα στον προορισμό όπως θα θέλαμε. Μια σειρά από προβλήματα που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε λοιπόν είναι:

### **Καθυστέρηση**

Στα VoIP συστήματα η Καθυστέρηση ορίζεται ως ο χρόνος που απαιτείται για την ομιλία να φτάσει στο ακουστικό του καλούμενου από τη στιγμή που φεύγει από το μικρόφωνο του καλούντος. Η συνολική καθυστέρηση εκφράζεται ως άθροισμα των επιμέρους εξής τριών:

- **Καθυστέρηση διάδοσης.** Αφορά το τμήμα της καθυστέρησης που οφείλεται στην ταχύτητα διάδοσης σήματος σε ένα μέσον.
- **Καθυστέρηση επεξεργασίας.** Π.χ. συμπίεση και κβαντοποίηση του σήματος ήχου.
- **Καθυστέρηση δρομολόγησης.** Καθυστερήσεις από αναμονή για προωθήσεις πακέτων από ενδιάμεσους κόμβους του δικτύου.

### **Jitter (μεταβλητότητα χρόνου καθυστέρησης)**

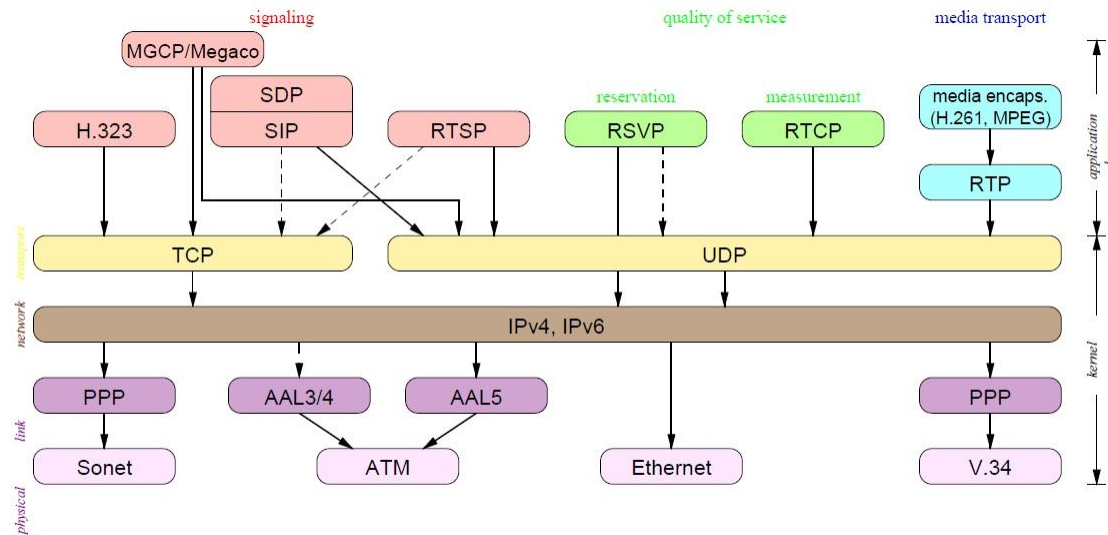
Είναι η μέση τιμή των χρόνων απόκλισης από τη μέσο χρόνο μετάδοσης ενός πακέτου. Σαν μέγεθος εμφανίζεται μόνο στα δίκτυα μεταγωγής πακέτου, όπου παρόλο που τα πακέτα αποστέλλονται από τον πομπό με σταθερό ρυθμό, υπόκεινται σε διαφορετικές καθυστερήσεις μέσα στο δίκτυο, με αποτέλεσμα να μη φτάνουν με τον ίδιο σταθερό ρυθμό στο δέκτη. Είναι σύνθηες μάλιστα τα πακέτα να φτάνουν και εκτός σειράς στον δέκτη ως αποτέλεσμα της μεγάλης διαφοράς στους συνολικούς χρόνους αποστολής.

### **Echo (Ηχώ)**

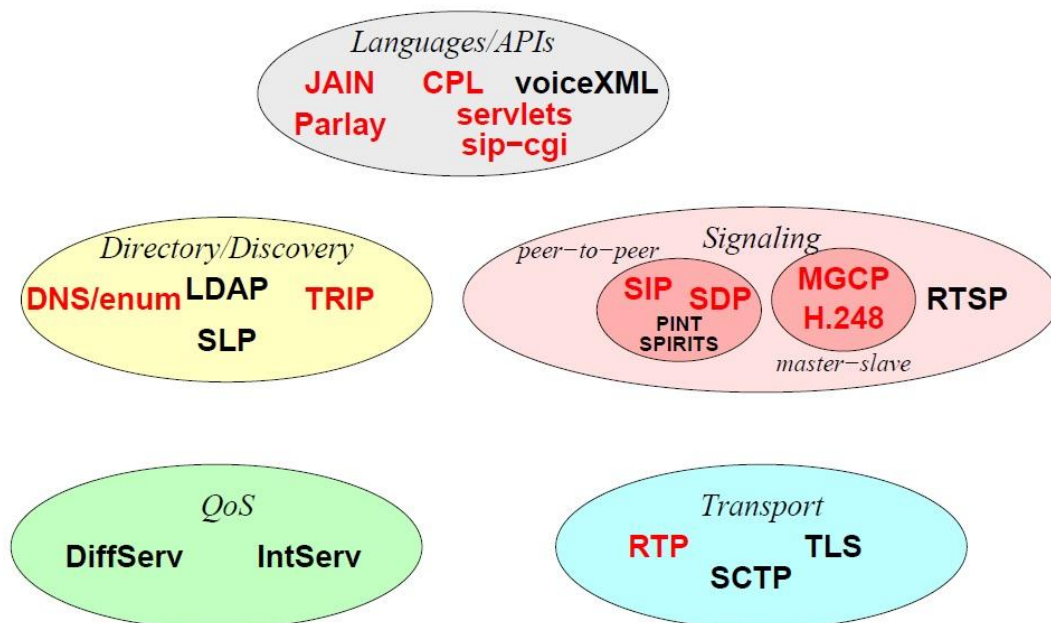
Κατά τη διάρκεια μιας τηλεφωνικής κλήσης το φαινόμενο του echo μπορεί να γίνεται πολύ ενοχλητικό. Στα VoIP δίκτυα η αντιμετώπιση του γίνεται κατά την συμπίεση του ήχου και τη δημιουργία πακέτων από τους ψηφιακούς επεξεργαστές σήματος με εξειδικευμένους μηχανισμούς hardware ή λογισμικού.

### 5.3 Πρωτόκολλα VoIP

Τα πρωτόκολλα VoIP είναι πάρα πολλά, άλλα ανοικτά, άλλα ιδιόκτητα ύστερα από ανάπτυξη από κάποια εταιρία, άλλα έχουν καθιερωθεί ως standards. Μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε κατηγορίες: πρωτόκολλα σηματοδότησης και πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων. Βέβαια υπάρχουν και άλλα όπως τα πρωτόκολλα εξασφάλισης ποιότητας υπηρεσίας (QoS), όμως μας ενδιαφέρουν κυρίως αυτά των πρώτων δύο κατηγοριών. Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται κάποια από τα πρωτόκολλα VoIP, καθώς και η κατηγοριοποίησή τους ανά ρόλο που επιτελούν.



Σχήμα 5.1. Διαστρωμάτωση Πρωτοκόλλων VoIP



Σχήμα 5.2. Κατηγοριοποίηση πρωτοκόλλων VoIP

### 5.3.1 Πρωτόκολλα σηματοδοσίας

Η χρήση των πρωτοκόλλων σηματοδοσίας είναι για την εγκατάσταση και την κατάργηση τηλεφωνικών κλήσεων, την μεταφορά πληροφοριών που απαιτούνται για τον εντοπισμό χρηστών και τη διαπραγμάτευση των δυνατοτήτων του συστήματος. Υπάρχουν διάφορες στοίβες πρωτοκόλλων που προέρχονται από διάφορους φορείς και προμηθευτές. Τα σημαντικότερα είναι το H.323 και το SIP, με το τελευταίο να αποκτά την μεγαλύτερη υποστήριξη από τα τέλη της δεκαετίας του 90.

### 5.3.2 Πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων

Από τα δύο βασικά πρωτόκολλα μεταφοράς αυτό που φαίνεται πιο κατάλληλο να επιλέξουμε είναι το UDP (User Datagram Protocol), εξαιτίας της ευαίσθητης ως προς την καθυστέρηση φύση των εφαρμογών φωνής (το TCP δεν προτιμάται λόγω μηχανισμού ελέγχου ροής). Ωστόσο περισσότερες εγγυήσεις απαιτούνται για τα πακέτα από αυτές που το UDP προσφέρει. Γι' αυτό για τις ευαίσθητες υπηρεσίες αυτές η IETF υιοθέτησε το **RTP**(Real-time Transport Protocol). Έτσι τα VoIP πακέτα μεταφέρονται πάνω από RTP/UDP/IP πακέτα.

Το RTP είναι το standard για τη μετάδοση ευαίσθητης ως προς την καθυστέρηση κίνηση πάνω από δίκτυα πακέτων. Το RTP δίνει στους σταθμούς που λαμβάνουν τα πακέτα τις εγγυήσεις, που δεν προσφέρονται στις ασυνδεσμικές ροές UDP/IP, όπως πληροφορίες για το jitter και για την ταξινόμηση των λαμβανόμενων πακέτων φωνής σε ορθή χρονική σειρά. Τέλος προσφέρει QoS πληροφορίες και μηχανισμούς συγχρονισμού διαφορετικών ροών πολυμέσων.

## 5.4 SIP

### 5.4.1 Εισαγωγικά

Το SIP (Session Initiation Protocol) είναι το πρότυπο της IETF για την εγκατάσταση συνδέσεων μεταξύ κόμβων IP δικτύων. Το SIP είναι πρωτόκολλο ελέγχου του επιπέδου εφαρμογής για τη δημιουργία, την τροποποίηση ,και τον τερματισμό συνεδριών με έναν ή περισσότερους χρήστες. Χαρακτηριστικό του είναι ότι επιτρέπει την απλή, ως ιδέα, δυνατότητα να «τρέχουν όλα» πάνω από IP. Η τάση είναι να υπάρχει ενοποίηση υπηρεσιών, διαφόρων τεχνολογιών δικτύων και συσκευών πρόσβασης σε αυτά και ο καλύτερος τρόπος φαίνεται πως είναι στο επίπεδο δικτύου μέσω του IP. Μερικές δυνατότητες που μας προσφέρει η All-IP τάση είναι η διαθεσιμότητα υπηρεσιών σε όλους τους χρήστες, απομακρυσμένη πρόσβαση, πολλαπλή πρόσβαση, δεδομένα και φωνή στο ίδιο δίκτυο και η δυνατότητα εξυπηρέτησης πολλών υπηρεσιών κεντρικά από έναν εξυπηρετητή για όλο το δίκτυο. Το SIP υποστηρίζει αυτά τα χαρακτηριστικά, μετατοπίζοντας την ευφυΐα και το βάρος της οργάνωσης ενός Voice over IP συστήματος στους κόμβους του δικτύου που το απαρτίζουν, υποστηρίζοντας έτσι την απλότητα της δικτύωσης.

Η αρχιτεκτονική του είναι παρόμοια με αυτή του HTTP (επίσης τύπου κειμένου). Αιτήσεις που παράγονται από τον πελάτη αποστέλλονται στον εξυπηρετητή. Ο εξυπηρετητής επεξεργάζεται τις αιτήσεις και ύστερα στέλνει μία απάντηση στον πελάτη. Μία αίτηση και η απαντήσεις σε αυτήν την αίτηση μας κάνουν μια συνδιαλλαγή (transaction).

Το SIP μπορεί να συνδυάζεται με άλλα πρωτόκολλα της IETF για να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική επικοινωνιών πολυμέσων. Σε συνδυασμό π.χ. με το RTP (Real-Time Transport Protocol) επιτυγχάνεται η ζωντανού χρόνου μεταφορά δεδομένων και αναφορά ποιότητας υπηρεσίας (QoS). Το SIP είναι σχεδιασμένο να είναι ανεξάρτητο από το πρωτόκολλο του υποκειμένου επιπέδου μεταφοράς, γι' αυτό μπορεί να τρέχει πάνω σε TCP, UDP ή SCTP.

Μερικές εφαρμογές του SIP είναι:

- Η εγκαθίδρυση συνεδριών πολυμέσων
- Ενημέρωση για γεγονότα (Instant Messaging, Presence)
- Ανταλλαγή μηνυμάτων
- Μεταφορά δεδομένων σηματοδοσίας
- Μεταφορά Αρχείων

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονίσουμε ότι το SIP δεν αποτελεί απλώς άλλο ένα πρωτόκολλο σηματοδοσίας για την πραγματοποίηση VoIP κλήσεων, αλλά πρωτόκολλο δικτύωσης στο επίπεδο εφαρμογής και υποστήριξης πολλών σημαντικών νέων υπηρεσιών που αναφέραμε. Σε αυτό συντέλεσαν καθοριστικό παράγοντα η απλότητα της λειτουργίας του, η ευελιξία του, η επεκτασιμότητά του και το μικρό κόστος εισαγωγής νέων υπηρεσιών. Εξαιρετικά ενδιαφέρων είναι ο μηχανισμός ενημέρωσης γεγονότων που παρέχει μέσω μιας επέκτασης στο πρωτόκολλο, του SIMPLE. Οι λειτουργίες που προσφέρει αυτός ο μηχανισμός μας ενδιαφέρουν άμεσα, καθώς μεταξύ άλλων είναι και η παροχή πληροφόρησης της θέσης ενός χρήστη, δίνοντας μας τη δυνατότητα ανάπτυξης Location-Based Services.

#### 5.4.2 Αρχιτεκτονική SIP

Ένα SIP δίκτυο αποτελείται από τις λογικές οντότητες που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Οι **User Agents** είναι οι τερματικοί κόμβοι ενός SIP δικτύου. Λογικές οντότητες από τις οποίες στέλνονται οι αιτήσεις για την εγκατάσταση συνόδων και μεταξύ αυτών γίνεται η ανταλλαγή πολυμεσικών ροών. Ένας user agent μπορεί να είναι hardware (μια τηλεφωνική συσκευή), software (ένα λογισμικό σε κάποιον υπολογιστή ή smartphone). Ακόμα μπορεί να είναι μία πύλη που εξυπηρετεί τη διασύνδεση του

δικτύου με τρίτα δίκτυα. Παράδειγμα της τελευταίας περίπτωσης user agent αποτελεί μία PSTN πύλη η οποία συνδέει ένα SIP δίκτυο με ένα παραδοσιακό PSTN δίκτυο. Αξίζει να αναφέρουμε πως κάθε user agent αποτελεί ταυτόχρονα server και client (User Agent Server και αντίστοιχα User Agent Client). Ένας UAC δημιουργεί αιτήσεις προς έναν UAS και δέχεται αποκρίσεις από αυτόν. Ένας UA παρουσιάζει κατάσταση κατά την παρουσία του στο VoIP σύστημα, δηλαδή διατηρεί κατάσταση συνεδρίας ή διαλόγου.

Οι **διακομιστές** είναι ενδιάμεσοι κόμβοι στην τοπολογία ενός SIP δικτύου και ο ρόλος τους είναι να διευκολύνουν τους user agents στη δημιουργία συνόδων. Υπάρχουν τρεις τύποι διακομιστών στο SIPv2:

- **Ο SIP διαμεσολαβητής (proxy server)** είναι ο διακομιστής που λαμβάνει αιτήσεις από έναν user agent ή κάποιον άλλο διαμεσολαβητή και τις προωθεί σε κάποιον επόμενο κόμβο(proxy server ή UAS) εκ μέρους του UAC. Κυρίως έχει το ρόλο του δρομολογητή στο SIP δίκτυο και ελέγχου σε αυτό. Οι proxies, αναλόγως με την εφαρμογή μπορούν να μη διατηρούν κατάσταση, να διατηρούν γενικά κατάσταση ή να διατηρούν κατάσταση κλήσης για ένα μικρό χρονικό διάστημα.
- **Ο SIP εξυπηρετητής ανακατεύθυνσης αιτήσεων (redirect server)** λαμβάνει αιτήσεις παρομοίως από user agents και άλλους διαμεσολαβητές και στέλνει πίσω μια απάντηση αλλαγής διεύθυνσης, δείχνοντας που πρέπει να σταλεί η αίτηση (όταν π.χ. ένας χρήστης έχει αλλάξει θέση).
- **Ο SIP registrar server** λαμβάνει αιτήσεις εγγραφής από νέους user agents του δικτύου και ενημερώνει τη βάση δεδομένων του συστήματος με πληροφορίες θέσης αυτού.

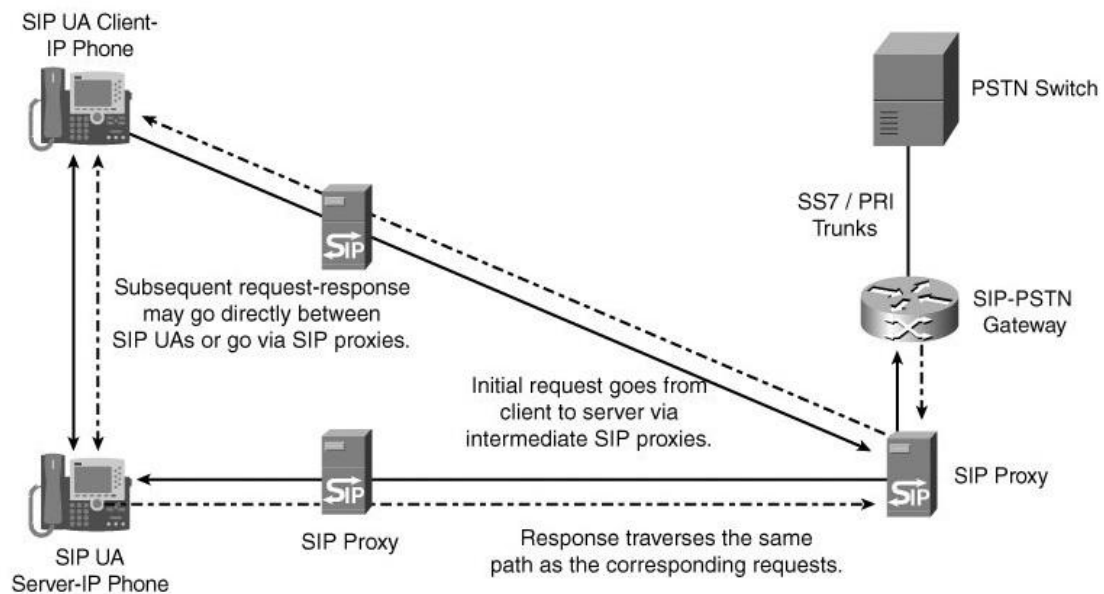
Το κοινό γνώρισμα των SIP διακομιστών είναι ότι συμμετέχουν αποκλειστικά στη σηματοδότηση μιας συνεδρίας. Δε συμμετέχουν στην ανταλλαγή πολυμεσικών ροών και αποστέλλουν αιτήσεις μόνο για λογαριασμό ενός user agent. Αξίζει ακόμα να τονίσουμε για άλλη μια φορά ότι αποτελούν λογικές οντότητες σε ένα δίκτυο SIP και άρα και οι τρεις τύποι διακομιστή είναι πιθανόν να υποστηρίζονται από έναν και μόνο φυσικό εξυπηρετητή στο δίκτυο με πολλαπλούς ρόλους.

Οι **υπηρεσίες εύρεσης θέσης** είναι γενικά οι λειτουργίες που προσφέρει ένα SIP δίκτυο στον εντοπισμό κάποιου user agent ή κάποιου κόμβου μέσω εγγραφών σε μία βάση, όπως URIs(Uniform Resource Identifiers), διευθύνσεις IP, port numbers, και άλλων στοιχείων, που προσδιορίζουν μία δρομολόγηση μέσα σε αυτό. Ένας user agent δεν αντλεί μόνος του αυτές τις πληροφορίες θέσης ενός κόμβου, αλλά μέσω ενός διακομιστή.

Μία ακόμα λογική οντότητα ενός SIP δικτύου είναι και ο **Back-to-Back User Agent (B2BUA)**. Είναι μια ενδιάμεση οντότητα που επεξεργάζεται τις λαμβανόμενες

αιτήσεις όπως ένας UAS. Κατά την επεξεργασία των αιτήσεων, φέρεται ως UAC, αναπαράγει την λαμβανόμενη αίτηση, και την στέλνει στο δίκτυο. Συμμετέχει σε όλες τις συνδιαλλαγές κατά τη διάρκεια ενός διαλόγου και διατηρεί κατάσταση αυτού.

Στο επόμενο σχήμα υπάρχει ένα παράδειγμα ενός βασικού SIP δικτύου που απαρτίζεται από SIP proxies και User Agents και μία SIP/PSTN πύλη για διασύνδεση του δικτύου με PSTN τηλεφωνικό δίκτυο. Στο σχήμα φαίνονται οι ροές μηνυμάτων SIP και το πώς μπορούν να δρομολογηθούν απ' ευθείας μεταξύ UAs ή δια μέσω SIP proxies. Με τις συνεχόμενες γραμμές αναπαριστούνται οι SIP αιτήσεις, ενώ με τις διακοπτόμενες οι αποκρίσεις (SIP responses).



Σχήμα 5.3. Δυνατά μονοπάτια που μπορούν να ακολουθήσουν SIP requests και SIP responses σε ένα SIP δίκτυο

### 5.4.3 Μηνύματα SIP

Σε αυτή την ενότητα θα περιγράψουμε την δομή των μηνυμάτων SIP και τον τρόπο διευθυνσιοδότησης.

#### 5.4.3.1 Διευθυνσιοδότηση

Οι διευθύνσεις στο πρωτόκολλο SIP αναγνωρίζουν έναν χρήστη ως ένα πόρο μέσα στο δίκτυο. Γενικά αναφέρονται και ως SIP URIs. Ένα SIP URI είναι μία διεύθυνση τύπου email με την ακόλουθη δομή:

**sip:user@domain:port**

**sip:user@host:port**

Το πεδίο **user** ορίζει ένα χρήστη, είτε μέσω ονόματος είτε μέσω ενός τηλεφωνικού αριθμού που έχει αποδοθεί σε αυτόν, μέσα σε έναν **domain** ή στον **host** που



φιλοξενούνται. Το πεδίο **port** παρέχεται προαιρετικά μόνο όταν ορίζεται διαφορετικός αριθμός θύρας από τον προεπιλεγμένο αριθμό 5060 για ένα SIP URI.

Το SIP δίνει σε κάθε χρήστη ένα δημόσιο URI το οποίο αναφέρεται ως Address-of-Record(AOR). Το συγκεκριμένο URI έχει καθολική εμβέλεια και κατευθύνει σε ένα domain του οποίου οι υπηρεσίες θέσης μπορούν να το συνδέσουν με ένα άλλο SIP URI με τοπική ισχύ, στο domain που ο χρήστης μπορεί να βρίσκεται. Οι χρήστες συνδέουν το προσωρινό τους URI από τη θέση που βρίσκονται με τη SIP μέθοδο REGISTER και έτσι γίνονται καθολικά διαθέσιμοι με το AOR URI(με αυτό τον μηχανισμό λοιπόν υποστηρίζεται η κινητικότητα των χρηστών).

### 5.4.3.2 Κατηγορίες μηνυμάτων SIP

Τα μηνύματα SIP χωρίζονται σε **Αιτήσεις** και **Αποκρίσεις**. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η δομή τους.



Σχήμα 5.4. Δομή μηνυμάτων SIP

**Οι αιτήσεις** είναι μηνύματα που στέλνονται από τον πελάτη προς εξυπηρετητή και επικαλούνται μία διαδικασία ή μέθοδο. Καθορίζονται στα πρώτα bytes μιας αίτησης, προσδιορίζοντας τον σκοπό του μηνύματος. Στο RFC 3261 ορίζονται έξι μέθοδοι που επιτρέπουν σε UA και proxies να εντοπίζουν χρήστες και να αρχικοποιούν, τροποποιούν, και να τερματίζουν συνεδρίες. Αυτές είναι:

- INVITE, για να ενημερώσουμε τον αποδέκτη ότι έχει προσκληθεί να συμμετάσχει σε συνεδρία.

- ACK, αποστέλλεται για να επιβεβαιώσει ότι ο καλών έχει λάβει την θετική απόκριση (200 OK response) ύστερα από την INVITE αίτησή του.
- OPTIONS, για διερεύνηση δυνατοτήτων συνεδρίας ενός UAS
- BYE, για απαίτηση τερματισμού συνεδρίας
- CANCEL, επιτρέπει στον UAC και στους server του δικτύου να ακυρώσουν μία προηγούμενη αίτηση όπως την INVITE.
- REGISTER, με αυτή τη μέθοδο ένας χρήστης αιτείται να καταχωρήσει την τωρινή θέση του και να τη συσχετίσει έτσι με την αντίστοιχη AOR διεύθυνσή του που υπάρχει στους SIP servers.

Υπάρχουν και κάποιες επιπλέον μέθοδοι που έχουν οριστεί ως επεκτάσεις στο πρωτόκολλο. Κάποιες από αυτές είναι:

- SUBSCRIBE, NOTIFY, MESSAGE, για instant messaging και presence (RFC 3265, RFC 3428, draft-ietf-simple-\*).
- PUBLISH, ενημέρωση καταχωρημένων πληροφοριών ενός UA στον presence server,
- REFER, για μεταφορά κλήσης ( RFC 3515)
- INFO, σηματοδότηση εν μέσω κλήσης (RFC 2976)
- UPDATE, αλλαγή προσκλήσεων σε εξέλιξη (RFC 3311)

**Οι Αποκρίσεις** παρομοίως αποστέλλονται από τον εξυπηρετητή σε έναν πελάτη για να τον ενημερώσουν σχετικά με προηγούμενη αίτησή του προς αυτόν. Έτσι ένας UAS ή ένας proxy στέλνουν αποκρίσεις σε αιτήσεις που έχει εκκινήσει ένας UAC. Οι αποκρίσεις έχουν έναν κωδικό αριθμό (από 100 έως 699) και ομαδοποιούνται αναλόγως το πρώτο ψηφίο τους, σε 1xx, 2xx, κοκ. έως 6xx. Τέλος χωρίζονται σε αποκρίσεις provisional (προσωρινές, φανερώνουν την εξέλιξη κάποιας αίτησης αλλά όχι την τελική έκβασή της, 1xx αποκρίσεις) και final (τελικές, 2xx έως 6xx).

Ενδεικτικά:

- Οι 2xx κλάσης αποκρίσεις υποδεικνύουν επιτυχή επεξεργασία μιας SIP αίτησης.
- Οι 3xx κλάσης αποκρίσεις υποδεικνύουν ότι μία SIP αίτηση πρέπει να προωθηθεί σε κάποιον άλλον UAS για επεξεργασία.
- Οι 4xx, 5xx, 6xx κλάσης αποκρίσεις υποδεικνύουν αποτυχία επεξεργασίας μιας SIP αίτησης.

## Δομή SIP μηνυμάτων

Ένα μήνυμα πρέπει να περιέχει τα εξής όπως φαίνεται και από τη δομή του σχήματος:

- Μία αρχική γραμμή (Request-Line για SIP requests που προσδιορίζει τη μέθοδο, το URI του προς αίτηση χρήστη και την έκδοση του SIP, Status-Line για SIP responses που περιγράφει επίσης την έκδοση SIP, τον SIP κωδικό απόκρισης και μία προαιρετική φράση αιτιολογίας).
- Ένα ή περισσότερα πεδία κεφαλίδας. Τα πιο σημαντικά είναι το **Via**(ταυτότητα των UAC και proxy servers για δρομολόγηση των αποκρίσεων πίσω από το ίδιο μονοπάτι), **From**( SIP διεύθυνση του αιτούντος), **Contact**(SIP διεύθυνση του εξοπλισμού του καλούντος) και **Content-type**(τύπος του σώματος μηνύματος)
- Μία κενή γραμμή που υποδεικνύει το τέλος των πεδίων κεφαλίδας.
- Προαιρετικά σώμα του μηνύματος.

### 5.4.4 SIP B2BUA

Αναφερθήκαμε και πιο πριν σε αυτήν την σπουδαία οντότητα εξυπηρετητή που μπορεί να παρέχει αυξημένες δυνατότητες στο σύστημά μας. Όταν απαιτείται λοιπόν έλεγχος κατάστασης μίας συνεδρίας χρησιμοποιούμε αυτόν τον server, ο οποίος είναι «σαν δύο User Agents κολλημένοι μεταξύ τους» και εμφανίζονται σαν ένας.

Στο RFC 3261 δεν ορίζεται η λειτουργικότητα του B2BUA. Ωστόσο, είναι μία οντότητα που προσφέρει κεντρικό έλεγχο κλήσεων και διαχείριση χαρακτηριστικών στα SIP δίκτυα. Η διαφορά του από έναν Proxy είναι ότι μπορεί να εκκινήσει νέες συνεδρίες και να τροποποιήσει ή να τερματίσει παλιότερες. Κατά την πραγματοποίηση κλήσεων μέσω ενός B2BUA server δημιουργούνται δύο ανεξάρτητοι διάλογοι εκατέρωθεν αυτού που του επιτρέπει να τροποποιήσει μία συνεδρία χωρίς να επηρεάσει την άλλη.

Μία σημαντική λειτουργικότητα που επιτυγχάνεται με αυτή την οντότητα είναι η διαλειτουργικότητα ετερογενών συστημάτων. Έτσι μπορεί να επιτρέψει τη διασύνδεση με άλλα πρωτόκολλα όπως το H.323 και το MGCP. Διασύνδεση ετερογενών δικτύων μεταφοράς(TCP και UDP πολιτικών μεταφοράς). Ακόμα μπορεί να αποκρύψει στοιχεία τοπολογίας και πληροφοριών στις επικεφαλίδες των SIP πακέτων.

### 5.5 SIP ως πρωτόκολλο υποστήριξης Location-Based υπηρεσιών

Το SIP όταν προτάθηκε χρησιμοποιείτο κυρίως για την εγκατάσταση και τον τερματισμό κλήσεων πάνω στο Internet. Ωστόσο χάρις στην απλότητά του και την

ευελιξία του η χρήση του έχει επεκταθεί σε νέες υπηρεσίες, όπως η άμεση ανταλλαγή μηνυμάτων (Instant Messaging), αλλά και στην υποστήριξη σηματοδότησης για καινοτόμες νέες υπηρεσίες σε δίκτυα νέας γενιάς.

Μεγάλη άνθιση παρουσιάζουν οι προσαρμοστικές υπηρεσίες (Context-Aware Services) που παρέχονται πάνω από τα νέας γενιάς ασύρματα δίκτυα, υπηρεσίες που κάνουν χρήση πληροφοριών που λαμβάνουν από τον χρήστη όπως χρονική στιγμή, θέση, τύπο τερματικού κ.α. Υποκατηγορία αυτών είναι οι Location-Based υπηρεσίες, που κάνουν χρήση της πληροφορίας της γεωγραφικής θέσης του χρήστη. Στην internet τηλεφωνία, η πληροφορία θέσης μπορεί να εισάγει πολλές νέες υπηρεσίες, όχι μόνο για εντοπισμό, αλλά και για τον έλεγχο επικοινωνιακής συμπεριφοράς καθώς και υπηρεσιών που προξενούν επικοινωνιακές ενέργειες ανάλογα με το προφίλ της θέσης του χρήστη.

Ο βασικός μηχανισμός τέτοιων υπηρεσιών προϋποθέτει την αποστολή πληροφοριών θέσης σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή, και στη συνέχεια παράδοση στο χρήστη εφαρμογών υπηρεσιών προσαρμοσμένων στις πληροφορίες που ελήφθησαν από αυτόν. Για την υποστήριξη τέτοιων συναλλαγών το SIP αποτελεί ιδανική λύση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αρχικά για την ανακάλυψη πληροφοριών που μας ενδιαφέρουν (π.χ. η θέση), και αργότερα για την εγκατάσταση και τον τερματισμό επικοινωνίας που απαιτείται για τις συναλλαγές που αναφέραμε. Περισσότερα πάνω στις υπηρεσίες που μπορεί το SIP να υποστηρίξει στην επόμενη ενότητα του κεφαλαίου.

### **5.5.1 Περιγραφή θέσης**

Πριν αναλύσουμε με πιο τρόπο μπορεί ένας χρήστης να ενημερώσει για την θέση του έναν Location Server θα πρέπει να αναλύσουμε πως μπορούμε να περιγράψουμε μια τοποθεσία. Τρεις τρόποι υπάρχουν για την αποστολή της περιγραφής μιας τοποθεσίας:

#### **Συντεταγμένες**

Είναι η πιο ακριβής μέθοδος περιγραφής και η πιο εύκολη υπολογιστικά διαχειρίσιμη. Χρησιμοποιείται κυρίως για εξωτερικές τοποθεσίες και ο πιο απλός τρόπος λήψης συντεταγμένων είναι με ένα δέκτη GPS.

#### **Αστικές Διευθύνσεις**

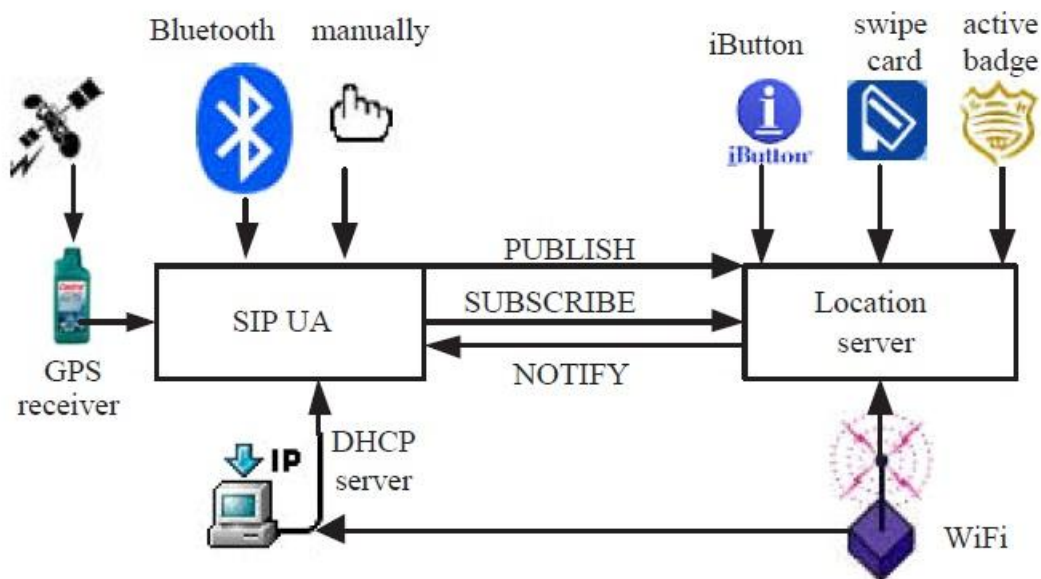
Είναι μέθοδος περιγραφής τοποθεσίας που μοιάζει με τις ταχυδρομικές διευθύνσεις. Μπορούν να περιγράψουν ένα κτίριο, ένα δωμάτιο του κτιρίου, ακόμα και συγκεκριμένο μέρος μέσα σε ένα δωμάτιο. Είναι πιο εύκολο να τις κατανοήσουμε αλλά υπολογιστικά είναι λιγότερο ακριβείς από τις συντεταγμένες. Η πιο κοινή χρήση αυτής της μεθόδου είναι η ανακάλυψη πόρων.

#### **Χαρακτηριστικά Τοποθεσίας**

Είναι μέθοδος με την οποία περιγράφουμε την τοποθεσία που βρίσκεται ένας χρήστης μέσω χαρακτηριστικών της. Είναι η λιγότερο ακριβής μέθοδος αλλά έχει το πλεονέκτημα ότι μπορούμε να χαρακτηρίσουμε συγκεκριμένες περιοχές με διάφορες καταστάσεις απορρήτου, ή άλλα γνωρίσματα που μπορούν να μας βοηθήσουν στην απόφαση του είδους υπηρεσίας που θα παρέχουμε στους χρήστες όταν βρίσκονται σε αυτές. Παράδειγμα μιας τέτοιας υπηρεσίας είναι η προώθηση κλήσεων στον τηλεφωνητή όταν ο χρήστης είναι σε χώρο διδασκαλίας ή σε αναγνωστήριο.

### 5.5.2 Τεχνικές πληροφόρησης θέσης

Διάφορες περιγραφές θέσης απαιτούν διάφορες τεχνολογίες ανίχνευσης θέσης. Κάποιες από αυτές τις προσεγγίσεις απαιτούν ειδικό hardware ή software στο τερματικό προκειμένου να κάνει αυτό τις απαραίτητες ενέργειες για να ενημερώσει για τη θέση του, ενώ από άλλες απαιτείται μόνο η παρουσία του τερματικού σε ένα χώρο αφού το σύστημα αναλαμβάνει το ρόλο να εντοπίσει την παρουσία του, όταν εισέλθει σε αυτόν. Έτσι μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τις μεθόδους ανίχνευσης αναλόγως με το ποιο μέρος του συστήματος έχει τον κεντρικό ρόλο στην ενημέρωση μιας βάσης δεδομένων για τη θέση ενός τερματικού.



Σχήμα 5.5. Ανίχνευση θέσης σε SIP-Based σύστημα επικοινωνίας

#### 5.5.2.1 Μέθοδοι πληροφόρησης από την πλευρά του χρήστη

Σε αυτή την κατηγορία μεθόδων η πληροφορία της θέσης λαμβάνεται από τους χρήστες με διάφορους τρόπους και αυτοί συσχετίζουν με αυτή το αναγνωριστικό χρήστη του συστήματος που τους έχει ανατεθεί. Στη συνέχεια στέλνουν το αποτέλεσμα της μεθόδου εντοπισμού στον Server και αυτός το καταχωρεί στη βάση δεδομένων.

Πληροφορίες για τη θέση μπορούν να ληφθούν από το χρήστη είτε με τη μορφή συντεταγμένων (μέσω GPS δέκτη), είτε ως αστικές διευθύνσεις και χαρακτηριστικά τοποθεσίας. Στη δεύτερη περίπτωση τα στοιχεία που περιγράφουν έναν χώρο μπορούν να αποθηκευτούν σε μία συσκευή Bluetooth, και όταν μια συσκευή που υποστηρίζει την τεχνολογία βρεθεί στον χώρο αυτό να μπορεί να λαμβάνει αυτόματα αυτές τις πληροφορίες. Αντί για Bluetooth μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ένας τοπικός DHCP Server και να μεταδίδονται τα δεδομένα της θέσης μέσω DHCP πρωτοκόλλου.

Σε ένα σύστημα Internet τηλεφωνίας βασισμένο στο πρωτόκολλο SIP ο κάθε χρήστης θα είναι ταυτισμένος με έναν User Agent και ο Server θα αποτελεί τον Location Server αυτού. Σε αυτή την κατηγορία μεθόδων, το αποτέλεσμα της μεθόδου ανίχνευσης θέσης, μπορεί να σταλθεί από τους UAs στον Location Server μέσω αιτήσεων SIP PUBLISH. Με αυτή την αίτηση ένας User Agent μπορεί να ενημερώνει το σύστημα για τις πληροφορίες που αφορούν την κατάστασή του.

#### **5.5.2.2 Μέθοδοι πληροφόρησης από την πλευρά του server**

Όταν οι πληροφορίες της θέσης δε μπορούν να ληφθούν από την πλευρά του χρήστη, η ανίχνευση αυτών μπορεί να γίνεται και από την πλευρά του Server. Αυτό που απαιτείται είναι το σύστημα να μπορέσει να εντοπίσει κάποια συσκευή που να φέρει τα στοιχεία του χρήστη. Έτσι το προφίλ του χρήστη μπορεί να εισαχθεί σε μια μικρή συσκευή όπως μια μαγνητική κάρτα, ή σε ένα IR/RF τσιπάκι. Στη συνέχεια το μέρος του συστήματος που είναι υπεύθυνο, ανάλογα με την τεχνολογία, να διαβάσει τα προφίλ, στέλνει το προφίλ του χρήστη στον Server. Και από τη στιγμή που είναι γνωστή η θέση της συσκευής που «διαβάζει» τα προφίλ πραγματοποιείται ο συσχετισμός προφίλ-θέσης χρήστη.

Σε ένα SIP σύστημα Internet τηλεφωνίας τέτοιου τύπου, οι User Agents που θα αποτελούν τους χρήστες θα μπορούν να λαμβάνουν ενημερώσεις για τη θέση τους από τον Location Server, μέσω του μηχανισμού SIP SUBSCRIBE/NOTIFY αιτήσεων.

#### **5.5.3 Μηχανισμός ανταλλαγής πληροφοριών γεγονότων στο SIP**

Με την επέκταση SIMPLE, το πρωτόκολλο SIP προσφέρει δυνατότητες PUB/SUB μοντέλου επικοινωνίας, και ανταλλαγής μηνυμάτων. Αυτές οι δυνατότητες μαζί το αμφίδρομο μοντέλο επικοινωνίας που προσφέρει το SIP, και τη δυνατότητα κινητικότητας των χρηστών, ανοίγουν νέους ορίζοντες για ανάπτυξη εφαρμογών σε συστήματα τηλεφωνίας.

Μεταξύ των νέων μηνυμάτων SIP που εισάγονται είναι τα PUBLISH, SUBSCRIBE, NOTIFY. Μέσω αυτών υποστηρίζεται ένας μηχανισμός παρακολούθησης της κατάστασης χρηστών (όπως η διαθεσιμότητά τους για επικοινωνία - presence). Με ένα μήνυμα SUBSCRIBE ένας UA μπορεί να εγγραφεί σε ενημερώσεις ενός τύπου γεγονότος σε έναν Server, και ο Server απαντά με μήνυμα NOTIFY κάθε φορά που

κάποια ενημέρωση πάνω σε αυτό το γεγονός προκύπτει. Υπάρχουν δύο μοντέλα (RFC 3856) που υποστηρίζουν υπηρεσίες παρουσίας(Presence).

Στο πρώτο μοντέλο (end-to-end) ο κάθε User Agent διαχειρίζεται τις εγγραφές σε γεγονότα παρουσίας (presence subscriptions) από μόνος του, ενώ υπάρχει και το κεντροποιημένο μοντέλο (centralized) που εισάγει την οντότητα του presence server ο οποίος διαχειρίζεται όλες τις εγγραφές σε ενημερώσεις. Σε αυτή την περίπτωση οι χρήστες ενημερώνουν μέσω PUBLISH μηνυμάτων τον presence server για την κατάστασή τους.

### **Ενσωμάτωση πληροφοριών θέσης σε XML αρχεία στο σώμα των μηνυμάτων**

Οι πληροφορίες παρουσίας κωδικοποιούνται σε αρχεία XML τα οποία μεταφέρονται μέσω του κυρίου σώματος των αντίστοιχων μηνυμάτων. Στο RFC 5491 (PIDF-LO) η IETF ορίζει μία μορφή αρχείου XML το οποίο επιτρέπει την δημοσίευση πληροφοριών θέσης ενός User Agent μέσω SIP/SIMPLE. Μεταξύ άλλων ορίζει πως ένας UA πρέπει να δημοσιεύει GPS πληροφορίες για την τοποθεσία του σε έναν SIP Server ή σε άλλους UAs απ' ευθείας που έχουν εγγραφεί σε ενημερώσεις του.

Η ενημέρωση ενός SIP Server από έναν User Agent για τη θέση του μπορεί να αναχθεί λοιπόν στην εξής διαδικασία:

- Το τερματικό του UA στέλνει μηνύματα SIP PUBLISH προς έναν SIP Server, ενημερώνοντάς τον για την θέση του. Αυτό μπορεί να το κάνει μέσω ενσωματωμένων γεωγραφικών συντεταγμένων σε PIDF-LO αρχείο στο κυρίως σώμα του μηνύματος. Το πόσο συχνά ή το για ποιο λόγο θα στέλνει ενημερώσεις είναι καθαρά θέμα εφαρμογής.
- Ο SIP Server που δέχεται τα μηνύματα πολύ εύκολα μπορεί να προγραμματιστεί για να εξάγει τις πληροφορίες θέσης ή ο, τι άλλο απαιτείται από τα μηνύματα και να τα αποθηκεύει σε μια βάση δεδομένων.

### **Ενσωμάτωση πληροφοριών θέσης σε προσαρμοσμένες κεφαλίδες μηνυμάτων**

Όπως στο SMTP, όπου μπορούμε να εισάγουμε προσαρμοσμένες κεφαλίδες στα μηνύματα με το πρόθεμα «X-», έτσι και στο SIP προβλέπεται η μεταφορά, ανεξάρτητων από τη πρότυπη διαδικασία ανταλλαγής μηνυμάτων, πληροφοριών μέσω κεφαλίδων με το πρόθεμα «P-». Η δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών με αυτό τον τρόπο έχει οριστεί στο RFC 3427. Έτσι δίνεται η δυνατότητα κατά την επικοινωνία δυο λογικών οντοτήτων μέσω SIP μηνυμάτων να ανταλλάξουν επιπλέον πληροφορίες που έχουν προσυμφωνηθεί μεταξύ τους. Οι δέκτες μηνυμάτων με τέτοιου είδους προσαρμοσμένες κεφαλίδες αγνοούν το περιεχόμενό τους, εκτός αν έχουν προγραμματιστεί να το διαχειριστούν.

Μεταξύ των πληροφοριών που μπορούμε να προωθήσουμε σε μια λογική οντότητα μπορούν να είναι και πληροφορίες θέσης. Έτσι μπορεί π.χ. ένας UAC να

πληροφορήσει για τη θέση του ή ένας Back-to-Back User Agent εξυπηρετητής κατά την επεξεργασία μιας αίτησης να εισάγει ακόμα πιο σύνθετες πληροφορίες προτού την προωθήσει.

## **5.6 Κατηγοριοποίηση Location-Based Υπηρεσιών σε SIP VoIP συστήματα**

Σε αυτή την ενότητα θα επανερχόμαστε στις υπηρεσίες με βάση τη θέση. Μόνο που αυτή τη φορά θα παρουσιάσουμε και κάποιο τρόπο υποστήριξης αυτών από το SIP. Θα τις συνοψίσουμε και θα τις κατηγοριοποιήσουμε σε πέντε κατηγορίες.

### **Αποστολή πληροφοριών θέσης για παρακολούθηση**

Σε αυτή την κατηγορία οι θέση αναπαριστάται σε γεωγραφικές συντεταγμένες ή σε αστικές διευθύνσεις αναλόγως με το περιβάλλον-στόχο. Σε συστήματα VoIP βασισμένα σε SIP η παρακολούθηση θέσης βασίζεται στην SIP αρχιτεκτονική για ενημερώσεις γεγονότων. Ένας παρατηρητής στέλνει μια αίτηση SIP SUBSCRIBE σε μια οντότητα. Αν η αίτηση γίνει αποδεκτή η οντότητα θα στέλνει μέσω SIP NOTIFY μηνυμάτων, πληροφορίες θέσης στον παρατηρητή.

### **Λήψη αποφάσεων επικοινωνίας**

Κάθε τοποθεσία απαιτεί διαφορετική τηλεπικοινωνιακή συμπεριφορά. Για παράδειγμα, η επικοινωνία μέσω video ή κειμένου δεν είναι ασφαλής όταν οδηγούμε. Έτσι ένας User Agent μπορεί να δηλώνει, μέσω χαρακτηριστικών τοποθεσίας συνήθως, το που βρίσκεται και να επιλέγει τα χαρακτηριστικά της επικοινωνίας του. Οι αποφάσεις επικοινωνίας μπορούν να ταξινομηθούν περεταίρω ως εξής:

- Ο καλών UA παίρνει απόφαση βάση της θέσης του.
- Ο καλών UA παίρνει απόφαση βάση της θέσης του καλούμενου UA.
- Ο καλούμενος UA παίρνει απόφαση βάση της θέσης του καλούντος UA.
- Ο καλούμενος UA παίρνει απόφαση βάση της θέσης του.
- Αποφάσεις επικοινωνίας βασισμένες στις θέσεις και των δύο UAs.
- Αποφάσεις που λαμβάνουν υπόψη και άλλα στοιχεία εκτός της θέσης.

### **Πρόκληση ενεργειών**

Οι User Agents μπορούν να πραγματοποιούν κάποιες ενέργειες όταν παρατηρούν αλλαγές σε πληροφορίες της θέσης. Οι ειδοποιήσεις για αλλαγή των πληροφοριών θέσης μπορεί να λαμβάνονται από τον UA είτε μέσω του μηχανισμού ειδοποιήσεων από κάποιον SIP Location Server είτε τοπικά από συνδεδεμένους αισθητήρες θέσης. Ανάλογα με την πηγή των αλλαγών θέσης μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τις ενέργειες στις παρακάτω κατηγορίες:



- Ενέργειες που προκαλούνται από αλλαγές στη θέση του ίδιου του UA.
- Ενέργειες που προκαλούνται από αλλαγές στη θέση κάποιου απομακρυσμένου UA.
- Ενέργειες που προκαλούνται από τη συσχέτιση των θέσεων δύο ή περισσότερων UAs(π.χ. όταν δύο φίλοι βρεθούν κοντά να τους σταλεί μια ειδοποίηση με πρόταση για επικοινωνία).

### **Ανακάλυψη πόρων**

Αναλόγως με τις πληροφορίες για τη θέση του χρήστη να μπορεί να ενημερωθεί για διαθέσιμους πόρους κοντά του. Ένα παράδειγμα τέτοιας κατηγορίας LB υπηρεσίας αναπτύχθηκε και στο τρίτο κεφάλαιο.

### **Συμπεριφορά σε μία τοποθεσία όπως σε μία επικοινωνιακή οντότητα**

Ορίζοντας ένα URI για μια τοποθεσία μπορούμε να συμπεριφερθούμε σε αυτή όπως σε μία κοινή επικοινωνιακή οντότητα. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το URI για να αναπαραστήσουμε όλους τους ανθρώπους στο χώρο. Έτσι επικοινωνιακές ενέργειές μας που σχετίζονται με το URI της τοποθεσίας αυτόματα θα προκαλούν αντίστοιχες ενέργειες προς τους χρήστες της περιοχής. Ακόμα μπορούμε να ελέγχουμε πόρους σε συγκεκριμένους χώρους(αφού εγγραφούμε σε ειδοποιήσεις γεγονότων από αυτές) ανάλογα με το πόσα άτομα βρίσκονται σε αυτόν(π.χ. να κλείνουν τα φώτα όταν ο αριθμός των ατόμων στο χώρο είναι μηδέν).



## **Κεφάλαιο 6: Κατασκευή Server**

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια περιγραφή της δομής του συστήματος που σαν στόχο έχει την ευφυή δρομολόγηση των κλήσεων σύμφωνα με πληροφορίες για τη θέση του καλούμενου χρήστη. Ο τρόπος που θα αναλυθεί θα είναι ως σύνολο επιμέρους λογικών οντοτήτων που συνεργάζονται για την παροχή της υπηρεσίας.

### **6.1 Εισαγωγικά**

Το όλο εγχείρημα αποτελείται από πολλές οντότητες, άλλες με μικρό, άλλες με σημαντικότερο ρόλο, που όλες όμως συνεργάζονται για την υποστήριξη της υπηρεσίας. Μπορούμε να το μελετήσουμε αναλυτικά ως σύνολο των επιμέρους λειτουργικών τμημάτων:

- Εντοπισμός Χρηστών
- VoIP Τμήμα
- Web υπηρεσία παραμετροποίησης συστήματος

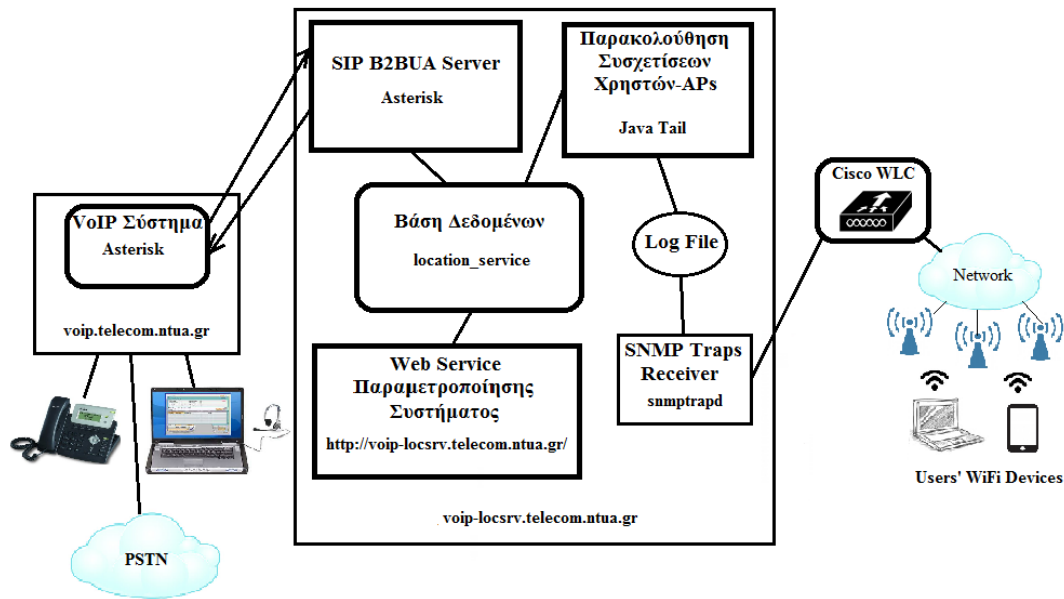
Στόχος της εργασίας αυτής, όπως έχουμε πει, είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός Application Server ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την ευφυή δρομολόγηση κλήσεων, σύμφωνα με πληροφορίες για τη θέση του καλούμενου χρήστη. Η υπηρεσία αυτή θα παρέχεται, στα πλαίσια της σχεδιάσής της, σε τμήμα του χώρου των Νέων Κτιρίων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. Έτσι όταν οι χρήστες θα βρίσκονται σε αυτόν τον χώρο θα υπάρχει δυνατότητα χρήσης της πληροφορίας της θέσης τους.

Ακόμη για να μπορέσει ένας χρήστης να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία θα πρέπει ο διαχειριστής του συστήματος να τον έχει εγγράψει σε αυτή.

Περισσότερα πάνω στον τρόπο λειτουργίας του συστήματος θα δοθούν στα επόμενα κεφάλαια. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν συνοπτικά τα μέρη από τα οποία αυτό αποτελείται και με ποιο τρόπο αυτά επικοινωνούν μεταξύ τους.

### **6.2 Ανάλυση του συστήματος σε λειτουργικές ενότητες**

Στη παρακάτω σχηματική αναπαράσταση του συστήματος παρουσιάζονται οι οντότητες, από τις οποίες αποτελείται.



Σχήμα 6.1. Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος

Το όλο εγχείρημα της παρούσας διπλωματικής φιλοξενείται σε virtual machine με αναγνωριστικό διεύθυνσης **voip-locsrv.telecom.ntua.gr**. Ταυτόχρονα συνεργάζεται μία άλλη φυσική οντότητα, τον **voip.telecom.ntua.gr**, στον οποίο φιλοξενείται ένας VoIP server, που είναι υπεύθυνος για την εξυπηρέτηση των επικοινωνιακών αναγκών μελών της εκπαιδευτικής κοινότητας. Απαραίτητη όπως θα δούμε και στη συνέχεια είναι και η συνεργασία με τον **Wireless LAN Controller**, την δικτυακή συσκευή που είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία και τη διαχείριση του ασύρματου τμήματος του δικτύου της Σχολής.

Ανάλογα με το ρόλο που επιτελεί κάθε συστατικό στοιχείο του συστήματος μπορούμε να το κατηγοριοποιήσουμε σε τρεις επιμέρους λειτουργικές οντότητες, όπως αναφέραμε και στην εισαγωγική ενότητα του κεφαλαίου. Η κατηγοριοποίηση αυτή είναι ανεξάρτητη από την φυσική ή δικτυακή θέση των οντοτήτων. Έτσι η βάση δεδομένων όπως θα δούμε είναι απαραίτητη για τις λειτουργίες όλων των επιμέρους τμημάτων, γι' αυτό και κάθε φορά που θα αναλύουμε τη λειτουργία ενός τμήματος, θα αναφερόμαστε και σε εκείνο το τμήμα της βάσης που συνεργάζεται.

### 6.2.1 Εντοπισμός Χρηστών

Αυτό το τμήμα του συστήματος έχει τον ρόλο να παρέχει πληροφορία για τη θέση των χρηστών της υπηρεσίας. Ο εντοπισμός γίνεται στο περιβάλλον της σχολής μέσω του έμμεσου εντοπισμού γνωστών ασύρματων WiFi συσκευών των χρηστών.

### 6.2.2 VoIP

Αυτό το τμήμα αφορά όλες τις οντότητες που υποστηρίζουν κάποια VoIP λειτουργία. Είναι αυτό το τμήμα που συνδέει τους χρήστες της υπηρεσίας μεταξύ τους. Ο στόχος μας είναι να του προσδώσουμε ευφυΐα σε συνεργασία με το τμήμα εντοπισμού χρηστών ώστε να παρέχει αυξημένες υπηρεσίες επικοινωνίας.

### 6.2.3 Web υπηρεσία παραμετροποίησης συστήματος

Είναι το μέρος του συστήματος που επιτρέπει με απλό τρόπο στον διαχειριστή της υπηρεσίας ή τους χρήστες να αλλάξουν βασικές παραμέτρους της υπηρεσίας, προκειμένου να εξυπηρετούνται στο μέγιστο βαθμό από αυτή.

Παρόλο που δεν επιτελεί λειτουργικά σημαντικό ρόλο στην υπηρεσία, κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη μιας κονσόλας που θα επιτρέπει στους ίδιους τους χρήστες άμεσα να έχουν πρόσβαση στα στοιχεία που τους αφορούν και να τα τροποποιούν κατά βούληση. Άλλωστε η υπηρεσία παρέχεται για την καλύτερη εξυπηρέτηση των επικοινωνιακών αναγκών των χρηστών. Παράλληλα προσφέρεται και ένα πιο φιλικό interface για τον διαχειριστή προκειμένου να παρακολουθήσει την κατάσταση του συστήματος.

## 6.3 Βάση δεδομένων ως σύνδεσμος των τμημάτων

Προτού προχωρήσουμε στα επόμενα κεφάλαια στη διεξοδική ανάλυση των επιμέρους τμημάτων του συστήματος πρέπει να τονιστεί η σημασία της βάσης δεδομένων σε αυτό. Έτσι πέρα από το γεγονός ότι η ύπαρξή της είναι απαραίτητη για πολλές λειτουργίες, όπως θα δούμε, παρουσιάζει κι ένα ακόμα: Η βάση δεδομένων είναι ο **συνδετικός κρίκος** των διαφόρων τεχνολογιών τμημάτων. Είναι η οντότητα μέσω της οποίας συνεργάζονται τα επιμέρους τμήματα. Έχοντας αυτό υπόψη θα περάσουμε στην ανάλυση κάθε οντότητας στο σύστημα.



## Κεφάλαιο 7: Εντοπισμός Χρηστών

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε το τμήμα της υπηρεσίας που αφορά τον εντοπισμό των χρηστών. Η λογική ενότητα αυτή περιλαμβάνει αυτές τις οντότητες του συστήματος που παίρνουν μέρος στον προσδιορισμό της θέσης ενός χρήστη στο περιβάλλον της Σχολής.

### 7.1 Περιβάλλον εγχειρήματος

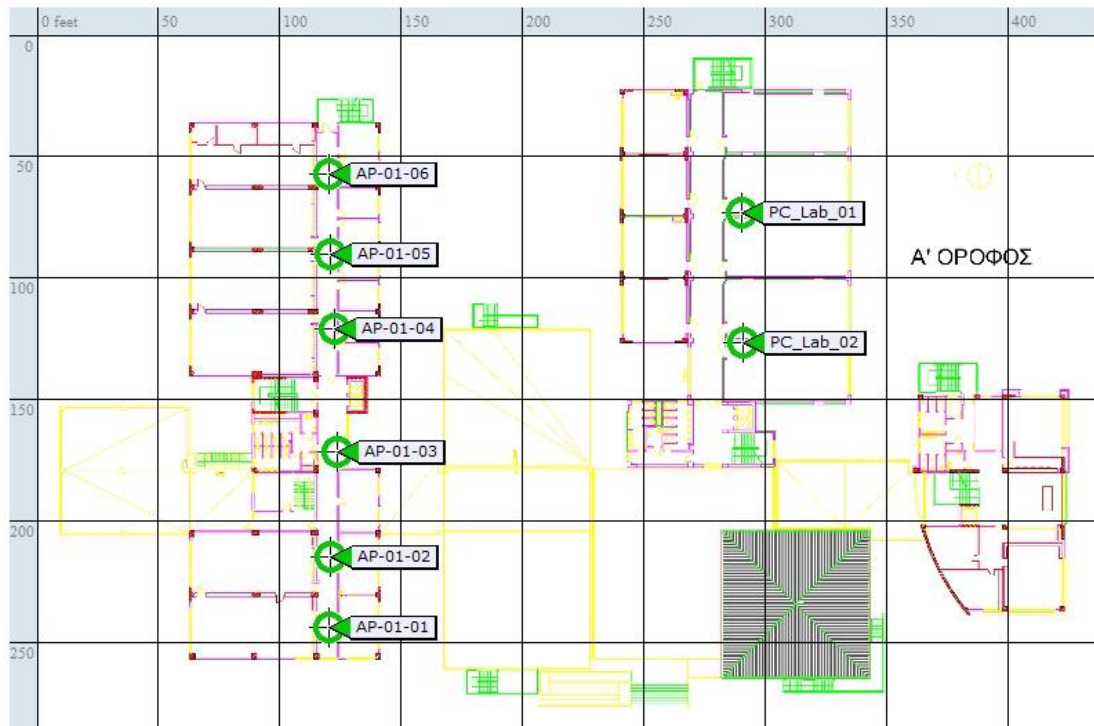
Για να σχεδιάσουμε και να εφαρμόσουμε μια μέθοδο εντοπισμού χρηστών σε ένα χώρο είναι σημαντικό να αναλογιστούμε μια σειρά από παράγοντες, όπως τη δομή του, τις υπάρχουσες τεχνολογίες αλλά και τους τρόπους που συμπεριφέρονται οι υποψήφιοι προς εντοπισμό χρήστες στην καθημερινότητά τους μέσα σε αυτόν.

Ο χώρος που επιχειρούμε να εντοπίζουμε χρήστες είναι στο εσωτερικό των Νέων Κτιρίων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Είναι ένα σύμπλεγμα κτιρίων που αποτελείται από κτίρια με γραφεία και εργαστηριακούς χώρους, αίθουσες και αμφιθέατρα διδασκαλίας.

Κατά μεγάλο ποσοστό στους εσωτερικούς χώρους που περιγράψαμε υπάρχει ασύρματη κάλυψη WiFi, για πρόσβαση στο διαδίκτυο μέσω προσωπικών τερματικών με ανάλογες δυνατότητες. Η κάλυψη επιτυγχάνεται με ένα σύνολο από Access Points που βρίσκονται τοποθετημένα σε καίρια σημεία. Κάθε Access Point δημιουργεί μία «κυψέλη» κάλυψης, δηλαδή χώρο μέσα στον οποίο ένα WiFi τερματικό έχει την απαραίτητη λαμβανόμενη ισχύ σήματος για να συνδεθεί με το συγκεκριμένο AP. Το σύνολο, λοιπόν, των APs ορίζει ένα κυψελωτό σύστημα ασύρματης κάλυψης, όπως αυτό της κινητής τηλεφωνίας σε εξωτερικούς χώρους.

Η ύπαρξη του δικτύου WiFi που περιγράψαμε σε συνδυασμό με τη διάδοση της συγκεκριμένης τεχνολογίας μας επιτρέπουν να βασίσουμε τη λειτουργία του εντοπισμού των χρηστών στο WiFi δίκτυο του χώρου. Πιο συγκεκριμένα μπορούμε να συνοψίσουμε τα πλεονεκτήματα ενός τέτοιου εγχειρήματος στα εξής σημεία:

- Η κυψελωτή μορφή του δικτύου WiFi μας επιτρέπει να εφαρμόσουμε αλγορίθμους εντοπισμού Κινητού Τερματικού μέσα στο χώρο κάλυψης αυτού, όπως αναπτύξαμε στο Τέταρτο Κεφάλαιο.
- Τα πρωτόκολλα WiFi είναι ιδιαίτερα δημοφιλή. Πλέον η συντριπτική πλειοψηφία των προσωπικών συσκευών επικοινωνίας έχουν δυνατότητα δικτύωσης WiFi.
- Το κόστος ανάπτυξης μιας μεθόδου, που βασίζεται στην υπάρχουσα αυτή τεχνολογία, είναι μηδενικό. Οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία, θα προϋπόθετε επιπλέον δαπάνες. Εκμεταλλευόμαστε λοιπόν την υπάρχουσα υποδομή.



**Σχήμα 7.1.** Κάτοψη πρώτου ορόφου όπου φαίνεται η θέση των Access Points, στιγμιότυπο από το Cisco WCS

Θα εκμεταλλευτούμε λοιπόν το WiFi δίκτυο ασύρματης κάλυψης του χώρου της Σχολής και θα αναπτύξουμε μια μέθοδο εντοπισμού των χρηστών της υπηρεσίας σε αυτόν.

## 7.2 Λογική της μεθόδου εντοπισμού

Στην τελευταία ενότητα του Τέταρτου Κεφαλαίου έγινε μια σύντομη περιγραφή της μεθόδου εντοπισμού που επιλέγουμε για το σύστημά μας. Συγκεκριμένα επιλέγουμε τη μέθοδο “Cell of Origin”, δηλαδή επιλέγουμε ως θέση του χρήστη τη θέση του AP στο οποίο είναι συσχετισμένος (συσχέτιση γίνεται όταν ο χρήστης συνδέεται σε ένα AP με σκοπό να συνδεθεί σε ένα ασύρματο δίκτυο). Περιγράψαμε ακόμη και για ποιους λόγους είναι η πιο συμφέρουσα για την περίπτωσή μας. Σε αυτή την ενότητα θα εμβαθύνουμε στη μέθοδο εντοπισμού που χρησιμοποιούμε για την παροχή της υπηρεσίας.

### 7.2.1 Σχέση θέσης Access Point με Extension

Στόχος του εντοπισμού των χρηστών είναι η αποδοτική δρομολόγηση κλήσεων προς αυτούς. Όπως έχει αναφερθεί και στο Τέταρτο Κεφάλαιο, λοιπόν, δε μας ενδιαφέρει να υπάρχει μεγάλη ακρίβεια στον προσδιορισμό της θέσης, αφού αυτό που χρειαζόμαστε είναι ακρίβεια δωματίου, δηλαδή σε ποιο χώρο βρίσκεται ο καλούμενος χρήστης προκειμένου να εξεταστεί η δυνατότητα δρομολόγησης της κλήσης σε κάποιο extension στο χώρο αυτό. Με τον όρο extension αναφερόμαστε σε έναν τηλεφωνικό αριθμό που αντιστοιχεί σε ένα σταθερό τηλέφωνο.



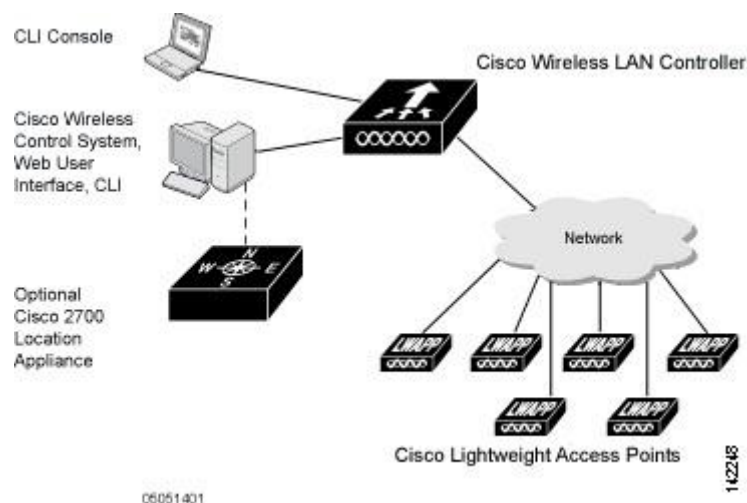
Ως εκ τούτου, η ιδέα είναι να παρακολουθούμε τη σύνδεση γνωστών WiFi συσκευών στο ασύρματο δίκτυο της σχολής, δηλαδή τότε κάποιος χρήστης συσχετίζεται με ένα AP. Γνωρίζοντας π.χ. ότι το PC του x χρήστη έχει συσχετιστεί με το y AP, με βεβαιότητα θα συμπεραίνουμε ότι ο συγκεκριμένος χρήστης θα βρίσκεται στο γραφείο του, αφού αυτό ανήκει στην κυψέλη κάλυψης του y AP και άρα θα μπορούμε στο εξής να δρομολογούμε τις λαμβανόμενες κλήσεις στο extension του x χρήστη. Απομένει μόνο να σχηματιστούν σχέσεις extensions με APs στη βάση δεδομένων.

Μια λύση είναι κάθε χρήστης να μπορεί να παρέχει ένα σύνολο από χώρους(κατ' επέκταση extensions), στους οποίους συνήθως βρίσκεται και κάποιος μπορεί να τον καλέσει, όπως στο προσωπικό του γραφείο, ένα εργαστήριο, μια αίθουσα συνεδριάσεων και όπου αλλού επιθυμεί. Στη συνέχεια ο διαχειριστής του συστήματος θα μπορεί να συσχετίζει τα extensions των χώρων αυτών με τα πλησιέστερα Access Points, δηλαδή με τα APs που ο χρήστης πρόκειται να συσχετιστεί όταν βρεθεί στο συγκεκριμένο χώρο.

### 7.2.2 Παρακολούθηση συσχετίσεων χρηστών με AP

Ως εδώ έχουμε περιγράψει τη λογική της μεθόδου εντοπισμού αλλά πως όμως θα ενημερώνεται το σύστημα για νέες συσχετίσεις; Τέτοιες πληροφορίες λοιπόν μπορούμε να τις αντλήσουμε από τον ελεγκτή του ασύρματου δικτύου.

Ο Ελεγκτής που χρησιμοποιείται είναι ο Cisco Wireless LAN Controller. Είναι μέρος ενός ευρύτερου μοντέλου παροχής λύσεων ασύρματων δικτύων WiFi της Cisco, σύμφωνα με το οποίο απλοποιείται η ανάπτυξη και η διαχείριση μεγάλης κλίμακας ασύρματων δικτύων.



Σχήμα 7.2. Σχηματική παράσταση του μοντέλου Cisco UWN Solution

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα το σύστημα αποτελείται από:

- Τα Access Points,

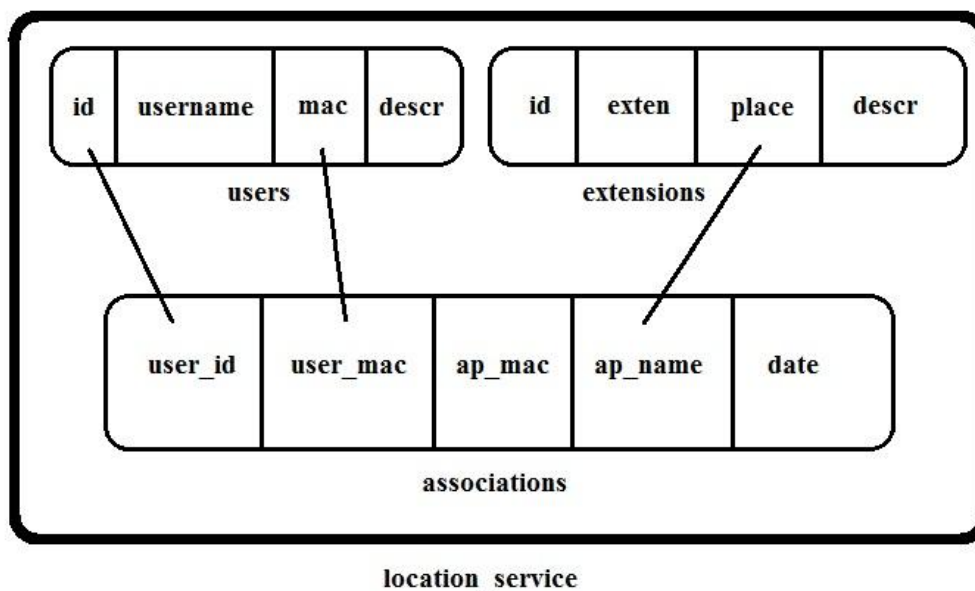
- Τον Ελεγκτή Cisco Wireless LAN Controller,
- Το Cisco Wireless Control System,
- Και προαιρετικά το Cisco Location Appliance.

Ο Cisco WLC λοιπόν είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση του συνόλου των APs. Άρα μέσω αυτού μπορούμε να παρακολουθήσουμε τις συσχετίσεις (associations) ασύρματων τερματικών με Access Points. Συγκεκριμένα όποτε ένα τερματικό συσχετιστεί με κάποιο AP, γίνεται αποστολή SNMP TRAP μηνύματος στον Ελεγκτή. Υπάρχει η δυνατότητα στη συνέχεια να προωθηθούν τα μηνύματα αυτά σε έναν άλλο δέκτη SNMP μηνυμάτων στο δίκτυο που θα του ορίσει ο διαχειριστής. Μπορούμε λοιπόν να προωθήσουμε ειδοποιήσεις που αφορούν συσχέτιση ή αποσύνδεση χρηστών στον server μας.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ανά οντότητα οι λειτουργίες που επιτελούνται και θα γίνει κατανοητή η μέθοδος εντοπισμού των χρηστών.

### 7.3 Χρήση Βάσης Δεδομένων

Όπως είπαμε η βάση δεδομένων είναι ο συνδεδετικός κρίκος των λειτουργικών τμημάτων του συστήματος, γι' αυτό και ξεκινούμε την ανάλυση αυτού του τμήματος από τους πίνακες της βάσης που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό χρηστών.



Σχήμα 7.3. Σχηματική αναπαράσταση βάσης δεδομένων

Χρησιμοποιούμε MySQL λογισμικό στον server μας, και δημιουργούμε τη βάση location\_service. Στο σχήμα παρακάτω περιγράφουμε σχηματικά τους πίνακες της

βάσης που παίρνουν μέρος στη παρακολούθηση της θέσης των χρηστών καθώς και τις σχέσεις μεταξύ τους.

### 7.3.1 Πίνακας users

Σε αυτό τον πίνακα εισάγονται στοιχεία χρηστών της υπηρεσίας.

- Το πεδίο **id** είναι ένας αριθμός μοναδικός για κάθε χρήστη και αποτελεί το κύριο κλειδί του πίνακα.
- Το **username** πεδίο είναι το όνομα χρήστη. Αυτό το πεδίο συμπληρώνεται με το SIP URI του χρήστη του VoIP συστήματος όπως θα δούμε στη συνέχεια.
- Το πεδίο **mac** περιέχει τη διεύθυνση MAC της WiFi συσκευής του χρήστη. Η διεύθυνση MAC είναι μοναδική για κάθε δικτυακή συσκευή και έτσι μπορούμε να ταυτοποιήσουμε έναν χρήστη.
- Το πεδίο **descr** είναι προαιρετικό και μια χρήση του είναι για υποδηλώσει ο χρήστης τι είδος συσκευής χρησιμοποιεί με τη MAC διεύθυνση που έχει δηλώσει.

Είναι προφανές ότι ο ρόλος αυτού του πίνακα είναι να δημιουργήσει μια 1-1 σχέση μεταξύ SIP users και δικτυακών συσκευών που αυτοί χρησιμοποιούν.

### 7.3.2 Πίνακας extensions

Αυτός ο πίνακας είναι υπεύθυνος για την αντιστοίχιση των Access Points με συγκεκριμένα extensions που βρίσκονται στον χώρο κάλυψης αυτών.

- Το πεδίο **id** είναι ένας μοναδικός αριθμός για κάθε εγγραφή και αποτελεί το κλειδί του πίνακα.
- Το πεδίο **exten** περιέχει το extension στο οποίο μπορούμε να καλέσουμε έναν χρήστη. Είναι ένας τετραψήφιος εσωτερικός αριθμός που αντιστοιχεί σε μία τηλεφωνική συσκευή σε κάποιο χώρο της Σχολής.
- Στο πεδίο **place** εισάγεται το όνομα του AP στο οποίο το χώρο κάλυψης βρίσκεται το extension της εγγραφής. Τα ονόματα των APs είναι μοναδικά.
- Τέλος το πεδίο **descr** περιέχει προαιρετικές πληροφορίες για το AP, όπως όροφο, πρωτόκολλα WiFi που υποστηρίζει, IP και MAC διεύθυνση.

Αυτός ο πίνακας δεν είναι χρήσιμος σε αυτό το τμήμα του συστήματος, αλλά τον αναφέρουμε επειδή η σχέση του είναι άμεση με τους υπόλοιπους που εδώ παρουσιάζουμε. Ταυτόχρονα παίρνουμε μια ιδέα για τον τρόπο εκμετάλλευσης της πληροφορίας της θέσης από το VoIP τμήμα του συστήματος, του οποίου η ανάλυση ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

Η «πληροφορίες θέσης» λοιπόν που θα ανταλλάσσονται στο σύστημα συμπεραίνουμε ότι θα είναι με τη μορφή ονομάτων APs (κατ' επέκταση άρα η περιοχή κάλυψης αυτών).

### 7.3.3 Πίνακας associations

Εδώ καταχωρούνται εγγραφές στην περίπτωση που γίνεται κάποια συσχέτιση χρήστη από τον πίνακα **users** με AP. Η ύπαρξη εγγραφών σε αυτό τον πίνακα υποδηλώνει την παρουσία κάποιου χρήστη στο χώρο της Σχολής και σε μέρος κοντά στο AP με το οποίο έχει συσχετιστεί.

- Το πεδίο **user\_id** περιέχει το **id** του χρήστη στον οποίο αναφέρεται το association σύμφωνα με τις καταχωρήσεις του πίνακα **users**.
- Το πεδίο **user\_mac** περιέχει τη διεύθυνση MAC του χρήστη που εντοπίσαμε.
- Το πεδίο **ap\_mac** περιέχει διευθύνσεις MAC των APs με τα οποία συσχετίζονται οι χρήστες.
- Το πεδίο **ap\_name** περιέχει το όνομα του AP. Αυτό το όνομα μπορεί να υπάρχει στις καταχωρήσεις του πίνακα **extensions**, μπορεί και όχι όμως. Η σχέση αυτή δεν ελέγχεται άμεσα.

## 7.4 Μηχανισμός ενημέρωσης associations χρηστών

Ο μηχανισμός αυτός είναι σχετικά απλός. Από την μία πλευρά, ο Cisco Wireless LAN Controller «παρακολουθεί» για συσχετίσεις τερματικών με κάποιο από τα APs που διαχειρίζεται και τις στέλνει στον Server μας, και από την πλευρά του Server λαμβάνονται αυτές οι ενημερώσεις και αποθηκεύονται σε ένα log αρχείο, προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμες πληροφορίες στη συνέχεια. Η επικοινωνία γίνεται μέσω SNMP μηνυμάτων.

### 7.4.1 Cisco Wireless LAN Controller

Για κάθε σημαντικό συμβάν, τα Access Points αποστέλλουν ένα SNMP TRAP μήνυμα μέσω του δικτύου στον Ελεγκτή που ανήκουν. Έτσι και όταν κάποιο τερματικό συσχετίζεται (associates) με κάποιο AP προκαλείται η αποστολή ενός SNMP μηνύματος που περιέχει μεταξύ άλλων πληροφοριών, το είδος του συμβάντος, τα στοιχεία των εμπλεκόμενων οντοτήτων και την ακριβή χρονική στιγμή που αυτό έγινε. Μέσω του Web Interface του ελεγκτή μπορούμε να ρυθμίσουμε προώθηση τέτοιων μηνυμάτων σε κάποια διεύθυνση IP. Σύμφωνα με τη λογική αυτή ρυθμίζουμε να αποστέλλονται SNMP TRAPs μηνύματα, που αφορούν associations τερματικών με APs καθώς και αποσύνδεση από αυτά, προς τη διεύθυνση του Server μας. Με αυτό τον τρόπο όλες οι πληροφορίες που μας χρειάζονται για να βεβαιώσουμε την παρουσία κάποιου χρήστη σε ένα χώρο της σχολής γίνονται διαθέσιμες προς επεξεργασία στο σύστημά μας.

## 7.4.2 SNMP TRAP Receiver

Η λήψη των SNMP TRAPs από την πλευρά του server γίνεται μέσω της εφαρμογής snmptrapd που τρέχει σε περιβάλλον Linux. Η εφαρμογή αυτή είναι υπεύθυνη να «ακούει» στη θύρα 162 για εισερχόμενα μηνύματα τύπου SNMP και να τα αποθηκεύει σε log αρχείο του συστήματος σε μορφή κειμένου.

## 7.4.3 Αρχείο log

Στο αρχείο αυτό αποθηκεύονται όλα τα λαμβανόμενα από την προηγούμενη εφαρμογή μηνύματα σε μορφή κειμένου. Το κάθε μήνυμα εισάγεται ως νέα γραμμή στο αρχείο.

Ένα τυπικό μήνυμα association που καταχωρείται στο log από την εφαρμογή snmptrapd έχει την παρακάτω μορφή:

```
Nov 26 16:27:53 voip-locsrv snmptrapd[24303]:  
lwapp.telecom.ece.ntua.gr [UDP: [147.102.7.230]:32769->[147.102.7.11]]:  
Trap , iso.3.6.1.2.1.1.3.0 = Timeticks: (53896300) 6 days, 5:42:43.00,  
iso.3.6.1.6.3.1.1.4.1.0 = OID:  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.3.53,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.35.0 = Hex-STRING: 00 1E 7A A7 24 70 ,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.36.0 = INTEGER: 1,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.34.0 = Hex-STRING: 00 1D E0 0E BC F3 ,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.43.0 = IpAddress: 147.102.233.232,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.2.1.1.3.0 = STRING: "AP-01-03",  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.39.0 = ""
```

Ενώ ένα deauthentication:

```
Nov 26 16:48:01 voip-locsrv snmptrapd[24303]:  
lwapp.telecom.ece.ntua.gr [UDP: [147.102.7.230]:32769->[147.102.7.11]]:  
Trap , iso.3.6.1.2.1.1.3.0 = Timeticks: (54017200) 6 days, 6:02:52.00,  
iso.3.6.1.6.3.1.1.4.1.0 = OID:  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.3.2,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.35.0 = Hex-STRING: 00 1E 7A A7 24 70 ,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.36.0 = INTEGER: 1,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.37.0 = INTEGER: 1,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.34.0 = Hex-STRING: 00 1D E0 0E BC F3 ,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.43.0 = IpAddress: 147.102.233.232,  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.2.1.1.3.0 = STRING: "AP-01-03",  
iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.39.0 = ""
```

Το αρχείο αυτό έχει συγκεκριμένο μέγεθος ως προς το πλήθος των γραμμών, και γι' αυτό όταν γεμίζει απορρίπτονται οι παλιότερες εγγραφές προκειμένου νέες να μπορούν να φιλοξενηθούν.

## 7.5 Εφαρμογή παρακολούθησης associations και ενημέρωσης βάσης δεδομένων

Αυτό είναι το τελικό στάδιο του τμήματος εντοπισμού των χρηστών του συστήματος και έχει να κάνει με την παρακολούθηση του log αρχείου, την επεξεργασία των λαμβανόμενων χρήσιμων πληροφοριών και την ενημέρωση του πίνακα **associations** της βάσης σε περίπτωση νέας συσχέτισης χρήστη με AP ή αποσύνδεσής του από ένα. Η διαδικασία παρακολούθησης του log αρχείου απαιτεί τακτικά SQL queries προς τη βάση.

Οι λειτουργίες αυτές πραγματοποιούνται από μια εφαρμογή προγραμματισμένη σε Java.

### 7.5.1 Παρακολούθηση log αρχείου

Σκοπός της παρακολούθησης του αρχείου είναι ο έλεγχος αν τα λαμβανόμενα μηνύματα από τον Cisco WLC αφορούν association ή deauthentication κάποιου από τους χρήστες του συστήματός μας. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να εξετάζεται κάθε νέα εγγραφή που εμφανίζεται σε αυτό για τον τύπο της.

Έτσι η εφαρμογή αποτελεί thread που ελέγχει κάθε νέα γραμμή στο αρχείο ανά δευτερόλεπτο. Αν εντοπίζει μία νέα γραμμή τότε εκτελείται μία μέθοδος που εξετάζει την εγγραφή. Αν όχι τότε απλώς το thread εισέρχεται σε αναμονή για ένα δευτερόλεπτο και ξανακάνει τον έλεγχο ύστερα.

Μια ιδιαιτερότητα που υπάρχει με την παρακολούθηση του log αρχείου είναι ότι όταν αυτό φτάσει σε ένα κρίσιμο μέγεθος, το λειτουργικό σύστημα αποφασίζει να κάνει κυκλική ολίσθηση των εγγραφών. Αυτό σημαίνει ότι απορρίπτονται οι πιο παλιές εγγραφές προκειμένου νέες να μπορούν να αποθηκευτούν σε αυτό. Στο κώδικα της εφαρμογής, πριν το thread εισέλθει σε αναμονή, αποθηκεύουμε τον αύξοντα αριθμό της γραμμής που τελευταία ελέγξαμε. Όταν το thread εκκινήσει ξανά τη λειτουργία του συγκρίνεται το πλήθος των εγγραφών που υπάρχουν στο αρχείο με τον αποθηκευμένο αριθμό. Υπάρχουν τρία ενδεχόμενα:

- Αν τα μεγέθη είναι ίδια σημαίνει ότι στο χρόνο που το thread ήταν ανενεργό κανένα νέο SNMP Trap μήνυμα δεν αποθηκεύθηκε.
- Αν το πλήθος των εγγραφών είναι μεγαλύτερο από τον αποθηκευμένο αριθμό, σημαίνει ότι νέες προέκυψαν κατά το διάστημα αναμονής και άρα πρέπει να εξεταστούν οι νέες εγγραφές από τον αποθηκευμένο αριθμό και κάτω.
- Αν το πλήθος των εγγραφών είναι μικρότερο από τον αποθηκευμένο αριθμό τότε σημαίνει ότι το λειτουργικό σύστημα προκάλεσε κυκλική ολίσθηση στο log, και άρα πρέπει να εξετάσουμε το αρχείο από την αρχή μηδενίζοντας τον αύξοντα αριθμό τρέχουσας γραμμής. Λόγω αυτού του ενδεχομένου είναι που, κάθε φορά που το thread της εφαρμογής ενεργοποιείται, πρέπει να εφαρμόζεται η διαδικασία.

Αυτός είναι ο βασικός μηχανισμός της εφαρμογής που παρακολουθεί το log.

## 7.5.2 Διαδικασία ελέγχου μιας εγγραφής στο log

Περιγράψαμε τον τρόπο που παρακολουθεί η εφαρμογή για νέες εγγραφές στο log. Έστω λοιπόν ότι τώρα διαπιστώνεται μια νέα γραμμή στο αρχείο σε σχέση με τον προηγούμενο έλεγχο. Αυτό που γίνεται είναι να προκαλείται η εκτέλεση μιας μεθόδου, με όρισμα εισόδου τη γραμμή αυτή. Η λειτουργία της μεθόδου μπορεί να αναλυθεί στα παρακάτω βήματα:

### Βήμα 1: Έλεγχος τύπου εγγραφής

Στο log είναι πιθανόν να προστεθούν και γραμμές μηνυμάτων άλλου είδους που δε μας χρειάζονται. Σε πρώτη φάση λοιπόν πρέπει να γίνεται φιλτράρισμα των μηνυμάτων σε χρήσιμα και μη.

Ο τρόπος που διαχωρίσουμε τα associations από τα άλλα είδη SNMP Trap μηνυμάτων είναι από την ύπαρξη της παρακάτω πληροφορίας.

`iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.3.53`

Αντίστοιχα τα deauthentications με την ύπαρξη της πληροφορίας:

`iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.3.2`

Είναι από τις πρώτες πληροφορίες του μηνύματος που μας δίνεται όπως φαίνεται και από τη δομή τους που παρουσιάστηκε και παραπάνω και υποδηλώνει το λόγο αποστολής του SNMP Trap μηνύματος προς τον ελεγκτή. Άρα ο πρώτος έλεγχος που γίνεται σε μία νέα εγγραφή είναι η ύπαρξη των παραπάνω πληροφοριών. Αν υπάρχει, κάποια από τις δύο πληροφορίες στο μήνυμα προχωράμε στο επόμενο βήμα.

### Βήμα 2: Έλεγχος αν το association αφορά χρήστη του συστήματος

Προτού προχωρήσουμε σε επόμενο έλεγχο εξάγουμε από το μήνυμα τις παρακάτω πληροφορίες:

- Ημερομηνία και ώρα association
- MAC διεύθυνση της WiFi συσκευής
- Όνομα και MAC διεύθυνση του Access Point

Το πως ενθυλακώνονται αυτές οι πληροφορίες στα μηνύματα φαίνεται στη δομή τους πιο πάνω όπου έχουν μαρκαριστεί τα αντίστοιχα πεδία.

Τώρα μπορούμε να ελέγξουμε αν το μήνυμα που λάβαμε αφορά χρήστη του συστήματός μας. Για να το κάνουμε αυτό αρκεί να συγκρίνουμε τη διεύθυνση MAC του τερματικού με αυτές που υπάρχουν καταχωρημένες στον πίνακα **users** της βάσης δεδομένων, ως προσωπικά τερματικά των χρηστών.

Έτσι εκτελούμε ένα SQL query τύπου SELECT, προς τη βάση ζητώντας το σύνολο των εγγραφών του πίνακα users που έχουν MAC διεύθυνση, τη διεύθυνση που εξάγαμε από το μήνυμα. Αν η διεύθυνση δεν είναι καταχωρημένη σε κάποιον χρήστη, το λαμβανόμενο σύνολο αποτελεσμάτων από το query θα είναι κενό. Σε αυτή την περίπτωση απορρίπτουμε το μήνυμα γιατί δεν αφορά χρήστη του συστήματός μας και αναμένουμε το επόμενο προς έλεγχο μήνυμα. Αν όμως το επιστρεφόμενο σύνολο δεν είναι κενό, σημαίνει πως υπάρχει χρήστης για τον οποίο έχει καταχωρηθεί ως διεύθυνση MAC, αυτή που εξετάζουμε. Άρα το που λάβαμε μας ενδιαφέρει και προχωράμε στο επόμενο βήμα της διαδικασίας.

### **Βήμα 3: Ενημέρωση βάσης δεδομένων**

Σε αυτό το βήμα, αφού έχουμε βεβαιωθεί ότι το μήνυμα που επεξεργαζόμαστε αφορά χρήστη του συστήματος, θα ανανεώσουμε τις εγγραφές στον πίνακα **associations** της βάσης δεδομένων, ανάλογα με τον τύπο του μηνύματος.

**Περίπτωση association:** Σε αυτή την περίπτωση θέλουμε να δημιουργήσουμε μια καταχώρηση στον πίνακα με τα στοιχεία που εξάγουμε από το μήνυμα. Προτού όμως καταχωρήσουμε τα νέα δεδομένα πρέπει να ελέγξουμε μην τυχόν υπάρχει προηγούμενη εγγραφή στον πίνακα για τον χρήστη αυτό. Με αυτό τον έλεγχο αποφεύγεται η διπλή εγγραφή στον πίνακα και άρα πιθανή λανθασμένη εκτίμηση θέσης από το σύστημα. Η λειτουργία επιτελείται με DELETE query με στοιχείο ταυτοποίησης τη MAC διεύθυνση του χρήστη (αν δεν υπάρχει προηγούμενη εγγραφή δεν επηρεάζεται καμία εγγραφή στον πίνακα). Στη συνέχεια εισάγουμε μια νέα καταχώρηση στον πίνακα με τα στοιχεία που συλλέξαμε από το SNMP Trap μήνυμα που λάβαμε. Δηλαδή MAC χρήστη, AP MAC και όνομα, ημερομηνία και ώρα. Η εισαγωγή γίνεται με το SQL query INSERT.

**Περίπτωση deauthentication:** Στο ενδεχόμενο αυτό θέλουμε να σβήσουμε την εγγραφή που υπάρχει στον πίνακα για τον χρήστη. Ομοίως με την προηγούμενη περίπτωση εκτελούμε DELETE query με στοιχείο ταυτοποίησης τη MAC διεύθυνση του χρήστη.

Με τα παραπάνω βήματα γίνεται η διαχείριση κάθε νέας γραμμής που εμφανίζεται στο log.

### **7.5.3 Έλεγχος παλαιότητας associations**

Η εφαρμογή επιτελεί και άλλη μία τελευταία λειτουργία. Πραγματοποιεί έλεγχο παλαιότητας εγγραφών στον πίνακα associations, διαγράφοντας εγγραφές παλαιότερες ενός χρονικού διαστήματος. Ο λόγος ύπαρξης αυτής της λειτουργίας είναι η εξασφάλισή της αξιοπιστίας της υπηρεσίας σε ενδεχόμενη μη αποστολή deauthentication μηνύματος από τον ελεγκτή για έναν χρήστη που αποσυνδέεται από το δίκτυο. Έτσι καθώς παρακολουθείται το log για νέες εγγραφές, ανά δέκα ελέγχους εκτελείται μία μέθοδος που διαγράφει εγγραφές μιας συγκεκριμένης παλαιότητας. Ο



έλεγχος γίνεται με βάση τον καταχωρημένη χρονική στιγμή της συσχέτισης του χρήστη, που αποθηκεύεται στο πεδίο date, και την ώρα του συστήματος.



## Κεφάλαιο 8: VoIP

### 8.1 Εισαγωγικά

Το VoIP Τμήμα περιέχει τις οντότητες του συστήματος που επιτρέπουν την πραγματοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων μεταξύ των χρηστών. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιούμε για την εγκατάσταση τηλεφωνικών κλήσεων είναι το SIP. Με οδηγό την ανάλυση για το συγκεκριμένο πρωτόκολλο που προηγήθηκε στο κεφάλαιο πέντε λοιπόν, θα περιγράψουμε στο παρόν την SIP αρχιτεκτονική του συστήματος.

Όπως έχουμε δείξει και με σχεδιάγραμμα στο κεφάλαιο έξι, οι οντότητες που θα αναλύσουμε είναι:

- Ένας απομακρυσμένος SIP server,
- οι User Agents που αντιπροσωπεύουν τους χρήστες και συνδέονται στον παραπάνω SIP server,
- ο τοπικός SIP server, τύπου Back-to Back UA στον οποίο θα προωθούνται αιτήσεις επικοινωνίας προς τους χρήστες της υπηρεσίας,
- και η βάση δεδομένων του συστήματος από όπου θα αντλούνται στοιχεία για τη θέση του καλούμενου χρήστη.

Η λειτουργία των δύο SIP Servers επιτελείται από το ανοιχτού κώδικα λογισμικό Asterisk.

### 8.2 Περιγραφή του λογισμικού Asterisk

Προτού προχωρήσουμε στην ανάλυση θα παρουσιάσουμε το λογισμικό Asterisk, το οποίο υποστηρίζει τις VoIP υπηρεσίες στο σύστημά μας. Θα αναλύσουμε σε αυτή την ενότητα τις δυνατότητες που μας προσφέρει.

#### 8.2.1 Τι είναι ο Asterisk

Ο Asterisk είναι ελεύθερο λογισμικό υποστήριξης VoIP τηλεφωνικών υπηρεσιών. Είναι από τα πιο ισχυρά, ευέλικτα και επεκτάσιμα λογισμικά προσφοράς ολοκληρωμένων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Ως PBX(Private Branch eXchange – συνδρομητικό κέντρο) είναι σχεδιασμένο να συνεργάζεται με κάθε τύπου τηλεφωνικό εξοπλισμό ή άλλα λογισμικά τηλεφωνίας.

Μεταξύ άλλων, ο Asterisk μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως VoIP πύλη (gateway) ετερογενών τεχνολογιών (SIP, H.323, MGCP). Το πιο σημαντικό του χαρακτηριστικό όμως είναι ότι μπορεί ταυτόχρονα να εκτελεί με διαφάνεια πολλές λειτουργίες και να υποστηρίζει διάφορες εφαρμογές (PBX, IVR, κ.α.).

## 8.2.2 Asterisk Dialplan

Ο Asterisk έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί και να δέχεται κανάλια επικοινωνίας σύμφωνα το dialplan (πλάνο κλήσεων). Το dialplan είναι που δρομολογεί κάθε κλήση στο σύστημα από την πηγή της προς τον προορισμό της.

Το dialplan αποτελείται από ένα ή περισσότερα extension contexts. Το καθένα από αυτά αποτελεί μια συλλογή από extensions και φέρει ένα μοναδικό όνομα. Το κάθε extension context παρουσιάζει διαφορετική επικοινωνιακή συμπεριφορά ανάλογα με τους χρήστες στους οποίους απευθύνεται για να εξυπηρετήσει.

Ένα extension στα παραδοσιακά κέντρα συνδρομητών συσχετίζεται με ένα τηλέφωνο ή κάποιο μενού. Στον Asterisk όμως ορίζεται ως λίστα από εφαρμογές. Κάθε βήμα ενός extension ορίζεται ως προτεραιότητα. Σε κάθε extension εκτελούνται όλες οι προτεραιότητες εκτός αν διακοπεί η κλήση από τον καλούντα, ή κάποια εφαρμογή σε ένα βήμα αποτύχει ή αν η κλήση δρομολογηθεί σε ένα άλλο extension. Ένα τυπικό βήμα σε ένα extension έχει την παρακάτω μορφή:

```
exten => <exten>,<priority>,<application>, [(<args>)]
```

Όπου <exten> αποτελεί το extension που έχει επιλεγεί, <priority> είναι η προτεραιότητα, <application> είναι η εφαρμογή που εκτελείται σε αυτό το βήμα και [(<args>)] οι μεταβλητές των εφαρμογών.

Παράδειγμα εφαρμογής είναι η Dial() και δέχεται ως όρισμα ένα κανάλι επικοινωνίας. Για τεχνολογία SIP ένα κανάλι επικοινωνίας έχει της εξής μορφή:

```
SIP/[<exten>@]<peer>[:<portno>]
```

Συνοψίζοντας, η σημασία του dialplan είναι η εκτέλεση διάφορων εφαρμογών για κάθε extension που έχει επιλεγεί. Το extension επιλέγεται είτε από τον χρήστη, είτε από μια προηγούμενου βήματος λογική πράξη εφαρμογής μέσα στο dialplan. Κάθε extension context περιέχει ένα σύνολο από extensions που περιγράφουν μια συγκεκριμένη συμπεριφορά κλήσεων. Ένα dialplan αποτελείται από διάφορα extension contexts τα οποία είναι δυνατόν να υπάγονται το ένα στο άλλο ορίζοντας μια ιεραρχία δενδρικής δομής. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, κάθε χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε ένα context και σε όλα όσα υπάγονται σε αυτό, και ανάλογα με τα extensions που είναι διαθέσιμα σε αυτά ορίζονται οι δυνατότητες κλήσης του. Πάντα μπορεί να υπάρχει το [default] context και να υπάγεται σε άλλα περιγράφοντας τους βασικούς κανόνες κλήσης.

Θα δούμε στη συνέχεια ότι ο Asterisk μας δίνει τη δυνατότητα μέσω κατάλληλου προγραμματισμού του dialplan να εκτελούμε σύνθετες λειτουργίες και να παίρνουμε τηλεπικοινωνιακές αποφάσεις για το VoIP σύστημα. Τέτοιας κατηγορίας είναι η υπηρεσία της εργασίας αυτής που σαν στόχο έχει την βέλτιστη δρομολόγηση κλήσης.

### 8.2.3 Παραμετροποίηση Asterisk

Ο Asterisk διαθέτει μια σειρά από configuration files που του προσδίδουν ευελιξία. Ένα από αυτά είναι το extensions.conf που περιέχει το dialplan που περιγράψαμε προηγουμένως. Υπάρχει ακόμη configuration file για κάθε τεχνολογία που χρησιμοποιείται στα κανάλια επικοινωνίας, καθώς και για λειτουργίες εφαρμογών όπως voicemail. Ένα από αυτά, που μας ενδιαφέρει άμεσα, είναι το sip.conf.

Σε αυτό περιέχονται παράμετροι που σχετίζονται με την υποστήριξη του πρωτοκόλλου SIP. Όλοι οι χρήστες (SIP User Agents) πρέπει να προσδιορίζονται σε αυτό το αρχείο για να μπορούν να λαμβάνουν ή να πραγματοποιούν κλήσεις χρησιμοποιώντας τον Asterisk server. Μπορεί σε κάθε χρήστη να οριστεί ένα default extensions context στον οποίο την αρμοδιότητα θα εμπίπτουν. Έτσι μπορούμε να ορίσουμε για κάθε χρήστη συγκεκριμένη τηλεπικοινωνιακή συμπεριφορά στο dialplan μέσω διαφόρων extensions contexts.

Με αυτή τη βασική περιγραφή του Asterisk θα προχωρήσουμε στην ανάλυση της αρχιτεκτονικής του VoIP τμήματος του συστήματος.

### 8.3 Αρχιτεκτονική VoIP τμήματος

Οι οντότητες που ανήκουν στο VoIP τμήμα του συστήματος είναι η βάση δεδομένων, οι SIP User Agents μέσω των τηλεφωνικών τερματικών που χρησιμοποιούν, και δύο Asterisk Servers. Ο ένας βρίσκεται τοπικά στο ίδιο virtual machine με τις υπόλοιπες οντότητες που έχουν αναπτυχθεί ενώ ο άλλος σε απομακρυσμένη δικτυακή θέση. Ο ρόλος που επιτελεί ο κάθε ένας από τους δύο θα φανεί στη συνέχεια που θα αναλυθούν. Για να αποφευχθούν συγκρούσεις από εδώ και στο εξής τον απομακρυσμένο θα τον αποκαλούμε Asterisk Server του VoIP συστήματος ενώ τον τοπικό, Asterisk B2BUA Server.

#### 8.3.1 Βάση Δεδομένων

Όπως έχουμε περιγράψει έως τώρα, στη βάση δεδομένων του συστήματος υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με την παρουσία ή μη των χρηστών της υπηρεσίας στους χώρους του εγχειρήματος. Συγκεκριμένα η ύπαρξη εγγραφής στον πίνακα **associations** της βάσης υποδηλώνει την παρουσία ενός χρήστη στο χώρο κάλυψης του Access Point που τον εξυπηρετεί. Επίσης στον πίνακα **extensions** γίνεται μία ένα προς ένα αντιστοίχιση access points με extensions που αντιστοιχούν σε τηλεφωνικές γραμμές χρηστών.

Στο παρόν τμήμα της υπηρεσίας γίνεται χρήση αυτών των πληροφοριών που αποθηκεύονται στη βάση από το τμήμα εντοπισμού για τη λήψη τηλεπικοινωνιακής απόφασης. Ο τρόπος χρήσης αυτών των πληροφοριών θα φανεί στη συνέχεια.

### 8.3.2 SIP User Agents

Σε κάθε χρήστη που έχει δικαίωμα πρόσβασης στην υπηρεσία, έχει αποδοθεί ένα SIP URI, με το οποίο είναι εγγεγραμμένος στον Asterisk Server του VoIP συστήματος. Το αναγνωριστικό αυτό θα είναι μοναδικό για τον χρήστη και σύμφωνα με αυτό θα λαμβάνονται οι τηλεπικοινωνιακές αποφάσεις για αυτόν.

Χρησιμοποιώντας αυτό το SIP URI ένας χρήστης μπορεί πραγματοποιεί και να λαμβάνει τηλεφωνικές κλήσεις είτε μέσω ενός VoIP τηλεφώνου είτε μέσω softphone σε προσωπικό υπολογιστή ή smartphone.

### 8.3.3 Asterisk του VoIP Συστήματος

Είναι ένας εξυπηρετητής που προσφέρει διάφορες VoIP υπηρεσίες στους χρήστες του. Μία από αυτές τις υπηρεσίες είναι και αυτή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ο ρόλος του, εν συντομία, στο σύστημά μας είναι να προωθεί αιτήσεις κλήσεων, προς χρήστες της υπηρεσίας μας, στον Asterisk B2BUA Server. Αναλυτικότερα επιτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

- Σε αυτόν είναι εγγεγραμμένοι οι χρήστες της υπηρεσίας μέσω του μοναδικού SIP URI που τους αντιπροσωπεύει στο σύστημα.
- Οι χρήστες αυτοί εξυπηρετούνται από συγκεκριμένο extensions context του dialplan, μέσω του οποίου όταν γίνεται μια αίτηση κλήσης προς αυτούς, αυτή να προωθείται στον Asterisk B2BUA Server που έχουμε διαμορφώσει.
- Όταν η αίτηση προωθηθεί, προσωρινά σταματάει ο ρόλος του εξυπηρετητή.
- Αφού η αίτηση κλήσης επεξεργαστεί από τον Asterisk B2BUA Server και ληφθεί μια απόφαση να εκτελεστεί η κλήση προς ένα extension, προωθείται με νέα μορφή πίσω στον Asterisk του VoIP Συστήματος η αίτηση, με καλούμενο το extension αυτό που αποφασίστηκε. Ο εξυπηρετητής στη συνέχεια εκτελεί τα απαραίτητα βήματα για να πραγματοποιηθεί η κλήση σύμφωνα με το dialplan του.

### 8.3.4 B2BUA Asterisk Server

Ο ρόλος του Server που κατασκευάζουμε είναι να ανταποκρίνεται ως Back-to-Back User Agent Server. Αυτό σημαίνει ότι θα δέχεται από κάποιον άλλο κόμβο SIP αιτήσεις και ύστερα από επεξεργασία θα τις προωθεί.

Όπως περιγράψαμε και προηγουμένως λοιπόν όταν καλείται ένας χρήστης της υπηρεσίας η «απόφαση κλήσης» μετατίθεται από τον Asterisk Server του VoIP Συστήματος, στον τοπικό B2BUA Asterisk Server. Αυτός με τη σειρά του, συμβουλευόμενος πληροφορίες που εξάγει από τη βάση δεδομένων, αποφασίζει για

το extension προς το οποίο πρέπει να γίνει η κλήση. Στη συνέχεια προωθεί την αίτηση κλήσης προς το extension αυτό πίσω στον Asterisk Server του VoIP Συστήματος.

Τελικά αυτό που επιτυγχάνεται είναι καλώντας ένα χρήστη μέσω του SIP URI που τον αντιπροσωπεύει, να δρομολογείται η κλήση προς ένα τηλεφωνικό αριθμό που έχει οριστεί αν ο χρήστης βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

Περισσότερα για τη διαδικασία λήψης της απόφασης από τον B2BUA Asterisk Server θα φανερωθούν στην επόμενη ενότητα που θα παρουσιαστεί το dialplan του.

#### 8.4 Dialplan του B2BUA Asterisk Server

Τελειώνοντας αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το dialplan του B2BUA Asterisk Server.

Το dialplan είναι υπεύθυνο, μέσω των extension contexts που περιέχει, να διαχειρίζεται μια εισερχόμενη αίτηση κλήσης. Όπως έχουμε πει, αυτές οι κλήσεις προέρχονται από τον απομακρυσμένο Asterisk Server του VoIP συστήματος και αφορούν χρήστες της υπηρεσίας που είναι εγγεγραμμένοι σε αυτόν. Για το λόγο αυτό στο **sip.conf** έχουμε εγγράψει τον απομακρυσμένο αυτό server ως **peer** προκειμένου να μπορούμε να λαμβάνουμε αιτήσεις από αυτόν και ύστερα από επεξεργασία να στέλνουμε τις τελικές αιτήσεις κλήσεων πίσω σε αυτόν. Στο παράστημα παρουσιάζονται ο κώδικας τόσο το extensions.conf που περιέχει το dialplan όσο και το sip.conf.

Μέσα στο dialplan λοιπόν έχει οριστεί ένα συγκεκριμένο extensions context στον οποίου την δικαιοδοσία υπάγονται οι λαμβανόμενες αιτήσεις από τον απομακρυσμένο Asterisk Server του VoIP συστήματος (έχει οριστεί στο sip.conf ως default context για τον συγκεκριμένο peer). Το συγκεκριμένο context διαχειρίζεται μια λαμβανόμενη αίτηση με τα παρακάτω βήματα:

- **Σύνδεση με τη Βάση Δεδομένων location\_service.**
- **Αναζήτηση MAC Address του καλούμενου χρήστη.** Συγκεκριμένα γίνεται εκτέλεση SQL query στον πίνακα **users** της βάσης για ανάκτηση της MAC που είναι συσχετισμένη με το χρήστη του οποίου το SIP URI καλείται εξ' αρχής.
- **Έλεγχος παρουσίας του χρήστη.** Αν ο χρήστης έχει συνδεθεί σε access point, δηλαδή βρίσκεται σε χώρο της Σχολής, τότε θα υπάρχει εγγραφή στον πίνακα associations της βάσης. Με νέο SQL query λαμβάνουμε από αυτή την εγγραφή το όνομα του AP που είναι συνδεδεμένος ο χρήστης.
- **Έλεγχος ύπαρξης τηλεφωνικού αριθμού για προώθηση της κλήσης.** Σε αυτό το βήμα ελέγχουμε αν έχει οριστεί ένας αριθμός ως extension στο οποίο

μπορούμε να προωθήσουμε την κλήση όταν ο χρήστης είναι συνδεδεμένος με το παραπάνω AP. Με το τελευταίο SQL query προς τον πίνακα extensions της βάσης λαμβάνουμε αυτόν τον αριθμό.

- **Προώθηση κλήσης στον Asterisk Server του VoIP συστήματος.** Αφού ανακτήσαμε αυτόν τον αριθμό, μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα νέο SIP κανάλι επικοινωνίας καλώντας στον απομακρυσμένο Asterisk Sever, από τον οποίο αρχικά δεχτήκαμε την αίτηση, το extension το οποίο λάβαμε στο προηγούμενο βήμα.

Αν σε οποιονδήποτε από τους παραπάνω ελέγχους δεν επιστραφούν από τη βάση δεδομένων αποτελέσματα(π.χ. αν δε βρεθεί ο χρήστης στη βάση ή αν δεν είναι συνδεδεμένος σε κάποιο AP), τότε το dialplan προωθεί την κλήση πίσω στον VoIP Server για να την διαχειριστεί όπως μια οποιαδήποτε άλλη κλήση.

Τα παραπάνω βήματα περιγράφουν τη διαδικασία διαχείρισης μιας αίτησης κλήσης προς έναν χρήστη του συστήματος που ορίζεται μέσα στο dialplan του B2BUA Asterisk Server. Υπάρχουν ακόμα όμως και μερικές λειτουργίες που δεν παίζουν κάποιο ρόλο προσωρινά στη δρομολόγηση της κλήσης αλλά προσδίδουν περισσότερα στοιχεία στην τελική αίτηση κλήσης που μπορεί να φανούν χρήσιμα σε μια περαιτέρω επεξεργασία στον επόμενο κόμβο.

**Μεταβίβαση πληροφοριών μέσω προσαρμοσμένων κεφαλίδων:** Συγκεκριμένα εισάγουμε δύο προσαρμοσμένες κεφαλίδες στις αιτήσεις κλήσης που στέλνουμε τελικά:

- Η μία περιέχει την MAC address που είναι συσχετισμένη με τον καλούμενο χρήστη,
- και η άλλη περιέχει το όνομα του AP στο οποίο είναι συσχετισμένη η παραπάνω MAC.

Όπως φαίνεται και στον κώδικα στο παράρτημα, επιτυγχάνονται με την εντολή **SIPAddHeader:**

```
exten => _[a-z].,n,SIPAddHeader(X-Location: ${where})
exten => _[a-z].,n,SIPAddHeader(X-USER_MAC: ${mac})
```

Οι δύο προσαρμοσμένες νέες κεφαλίδες που προστίθενται στην εξερχόμενη SIP κλήση είναι η **x-Location** και **x-USER\_MAC**. Το πρόθεμα “X-“ είναι απαραίτητο για να υποδηλώσουμε ότι οι κεφαλίδες αυτές είναι προσαρμοσμένες και όχι τυπικά ορισμένες στο SIP. Οι μεταβλητές **\${where}** και **\${mac}** περιέχουν το αλφαριθμητικό του Access Point που είναι συνδεδεμένος ο χρήστης και τη φυσική διεύθυνσή του ασύρματου τερματικού του αντίστοιχα.

Μετά την εκτέλεση της εντολής **dial** και την προώθηση της κλήσης πίσω στον Asterisk Server του VoIP Συστήματος, το περιεχόμενο των προσαρμοσμένων



κεφαλίδων μπορεί να εξαχθεί και να εκμεταλλευτεί αντίστοιχα μέσα στο dialplan μέσω των μεταβλητών:

```
${SIP_HEADER(X-Location)} και ${SIP_HEADER(X-USER_MAC)}
```

**Προσαρμογή της κεφαλίδας SIPCALLID:** Στο dialplan αυτό προσαρμόζεται και η ταυτότητα του καλούντος χρήστη σε ένα συγκεκριμένο αλφαριθμητικό που να φανερώνει στον επόμενο κόμβο ότι η δρομολόγηση της κλήσης έχει υπολογιστεί από το location-based σύστημά μας.

Η εντολή που το πραγματοποιεί αυτό είναι:

```
Set (SIPCALLID=${STRFTIME (${EPOCH}, , %Y%m%d-%H%M%S)}-loc-service)
```

Συγκεκριμένα το αλφαριθμητικό αυτό είναι όπως μπορεί κάποιος να διαπιστώσει μία συγκεκριμένη μορφή της ημερομηνίας και ώρας της κλήσης ακολουθούμενης από το επίθεμα: “-loc-service”.



## Κεφάλαιο 9: Web υπηρεσία παραμετροποίησης συστήματος

Στο πλαίσιο της παρακολούθησης της κατάστασης του συστήματος και της τροποποίησης των παραμέτρων λειτουργίας αυτού από τους χρήστες, το τελευταίο τμήμα που περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο αφορά την ανάπτυξη μιας web υπηρεσίας.

### 9.1 Εισαγωγικά

Σκοπός είναι να δοθεί ένας εύκολος τρόπος να παρακολουθείται η κατάσταση του συστήματος από τους χρήστες και τον διαχειριστή. Η καλύτερη λύση γι' αυτόν τον σκοπό είναι μια ιστοσελίδα.

Συγκεκριμένα απαιτείται μια διεπαφή με την οποία να μπορούν να αλλάζουν στοιχεία που αφορούν τους χρήστες του συστήματος, όπως η MAC διεύθυνση που θα παρακολουθείται από το τμήμα εντοπισμού και το extension στο οποίο θα προωθείται μια κλήση σε περίπτωση συσχέτισης αυτής της MAC με ένα συγκεκριμένο access point. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω είναι απαραίτητη η χρήση scripts στην πλευρά του server για την πρόσβαση στη βάση δεδομένων του συστήματος. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται είναι η PHP.

Έτσι αυτό που έχουμε είναι μια HTML ιστοσελίδα εμπλουτισμένη με PHP κώδικα για τις διάφορες λειτουργίες στην πλευρά του server, και Javascript για την ασύγχρονη μεταφορά δεδομένων με τον εξυπηρετητή.

Για να μπορέσει κάποιος να έχει πρόσβαση στο κυρίως περιεχόμενο της ιστοσελίδας πρέπει να έχει ενεργό λογαριασμό σε αυτήν. Ο μόνος που μπορεί να δημιουργήσει λογαριασμό εκ μέρους ενός χρήστη είναι ο διαχειριστής. Με αυτό τον τρόπο ελέγχεται το ποιος μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτή.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε την ιστοσελίδα καθώς και τις δυνατότητες που προσφέρει σε έναν χρήστη ή τον διαχειριστή.

### 9.2 Διαδικασία ελέγχου ταυτότητας χρήστη

Εισάγοντας το URL: <http://voip-locsrv.telecom.ece.ntua.gr/> σε οποιονδήποτε Web browser, εμφανίζεται το περιεχόμενο της κεντρικής σελίδας που μας καλωσορίζει και παροτρύνει τους χρήστες ή τον διαχειριστή αυτής να κάνει login.

Τα στοιχεία του λογαριασμού ενός χρήστη βρίσκονται καταχωρημένα σε εγγραφές στον πίνακα **members** της βάσης δεδομένων. Συγκεκριμένα αποθηκεύονται το ονοματεπώνυμο του χρήστη ένα username και ένα password. Για λόγους απλότητας ο διαχειριστής φέρει την ευθύνη το username του χρήστη να είναι το ίδιο με το SIP URI που αυτός χρησιμοποιεί στο σύστημα.

Ακόμη στο πεδίο του password αποθηκεύεται μια MD5 κρυπτογραφημένη ακολουθία 32 δεκαεξαδικών αριθμών η οποία παράγεται από το password που εισάγει ο χρήστης. Με αυτόν τον τρόπο δεν αποθηκεύεται το ίδιο το password του χρήστη αλλά μια κρυπτογραφημένη md5 μορφή του και άρα είναι σχεδόν αδύνατο κάποιος να υποκλέψει το γνήσιο αλφαριθμητικό από τη βάση. Έτσι κάθε φορά που ένας χρήστης κάνει login, συγκρίνεται η παραγόμενη md5 μορφή του εισαγμένου password με αυτό που είναι αποθηκευμένο στη βάση.

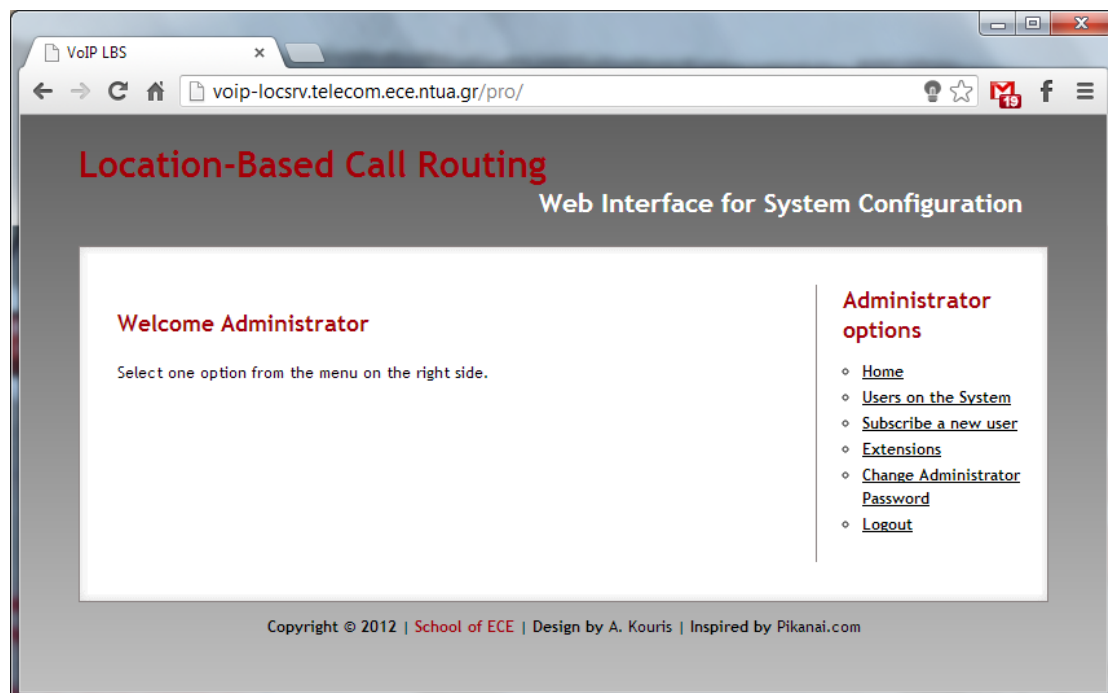
Όταν ένας χρήστης λοιπόν έχει λογαριασμό για τον οποίο έχει γίνει καταχώρηση στον πίνακα members της βάσης, μπορεί να έχει πρόσβαση στην ιστοσελίδα. Από τη στιγμή που κάνει επιτυχημένο login στην ιστοσελίδα ξεκινάει ένα session που του επιτρέπει να έχει πρόσβαση σε συγκεκριμένο περιεχόμενο. Χρήστες που δεν είναι εξουσιοδοτημένοι δε μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτό.

### 9.3 Περιγραφή ιστοσελίδας Web υπηρεσίας

Αφού εξηγήσαμε με ποιον τρόπο ένας χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας θα προχωρήσουμε στην περιγραφή του. Οι δυνατότητες που προσφέρονται στον διαχειριστή είναι αυξημένες σε σχέση με τους απλούς χρήστες, γι' αυτό και θα περιγραφτεί ξεχωριστά η ιστοσελίδα για την κάθε περίπτωση χρήστη.

#### 9.3.1 Ιστοσελίδα διαχειριστή συστήματος

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο από την κεντρική ιστοσελίδα του διαχειριστή αφού κάνει επιτυχημένο login στην αρχική σελίδα.



Σχήμα 9.1. Κεντρική σελίδα διαχειριστή

Στα δεξιά της κεντρικής σελίδας δίνονται κάποιες επιλογές. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε την κάθε μία από αυτές.

**Home:** Πατώντας αυτόν τον σύνδεσμο από όπου και αν βρίσκεται ο διαχειριστής επιστρέφει στην κεντρική σελίδα που παρουσιάστηκε προηγουμένως.

**Users on the System:** Με το πάτημα του συνδέσμου αυτού εμφανίζονται όλες οι εγγραφές που υπάρχουν στην βάση δεδομένων και αφορούν χρήστες της υπηρεσίας. Δίνεται η δυνατότητα στον διαχειριστή να επιλέξει μία από αυτές τις εγγραφές και πατώντας το κατάλληλο κουμπί κάτω από τη φόρμα να κάνει μία από τις παρακάτω ενέργειες:

- **Εμφάνιση προφίλ χρήστη.** Εμφανίζονται όλα τα στοιχεία του λογαριασμού του συγκεκριμένου χρήστη.
- **Αλλαγή MAC διεύθυνσης που είναι καθορισμένη για αυτόν.** Εμφανίζεται μια φόρμα εισαγωγής μιας νέας MAC διεύθυνσης για τον χρήστη και προαιρετικά μιας περιγραφής για αυτή.
- **Αλλαγή κωδικού πρόσβασης για τον χρήστη.** Ομοίως εμφανίζεται μια φόρμα αλλαγής του κωδικού πρόσβασης στην ιστοσελίδα για αυτόν τον χρήστη.
- **Διαγραφή χρήστη.** Με τη διαγραφή του χρήστη από το σύστημα χάνεται και ο λογαριασμός του συγκεκριμένου χρήστη στην ιστοσελίδα.

**Subscribe a new user:** Με αυτή την επιλογή εμφανίζεται μια φόρμα προς συμπλήρωση, και ζητείται από τον διαχειριστή να εισάγει τα στοιχεία ενός νέου λογαριασμού χρήστη. Αυτά είναι το ονοματεπώνυμο του χρήστη το login και το password. Υπάρχουν μερικές λεπτομέρειες που θα πρέπει να προσέχει ο διαχειριστής του συστήματος κατά τη χρήση αυτής της λειτουργίας:

- Το login που θα εισάγει θα πρέπει να είναι το ίδιο με αυτό που έχει οριστεί ως SIP URI για τον χρήστη αυτόν. Ο λόγος είναι ότι όταν γίνεται έλεγχος στη βάση δεδομένων για την ύπαρξη εγγραφής για συγκεκριμένο χρήστη από τον B2BUA Asterisk Server, αναζητείται με το SIP URI που αυτός είναι εγγεγραμμένος στο στον Asterisk του VoIP συστήματος.
- Για αυτόν τον καινούριο λογαριασμό χρήστη δεν ορίζεται MAC διεύθυνση. Αυτό μπορεί να το κάνει στη συνέχεια είτε ο διαχειριστής από τη σελίδα χρηστών μέσω της επιλογής αλλαγής MAC διεύθυνσης, όπως δείξαμε προηγουμένως, είτε ο ίδιος ο χρήστης αφού δημιουργηθεί ο λογαριασμός του και κάνει login στην ιστοσελίδα όπως θα δούμε στη συνέχεια.

**Extensions:** Μέσω αυτής της επιλογής εμφανίζονται οι εγγραφές που υπάρχουν στον πίνακα **extensions** της βάσης και αφορούν τις συσχετίσεις access points με extensions

τα οποία χρησιμοποιούνται από τον B2BUA Asterisk Server. Τα extensions που έχουν οριστεί στην περίπτωση μας στη βάση αντιστοιχούν σε αριθμούς τηλεφωνικών γραμμών. Ο διαχειριστής έχει τις παρακάτω επιλογές αφού επιλέξει μια εγγραφή και πατήσει το αντίστοιχο κουμπί:

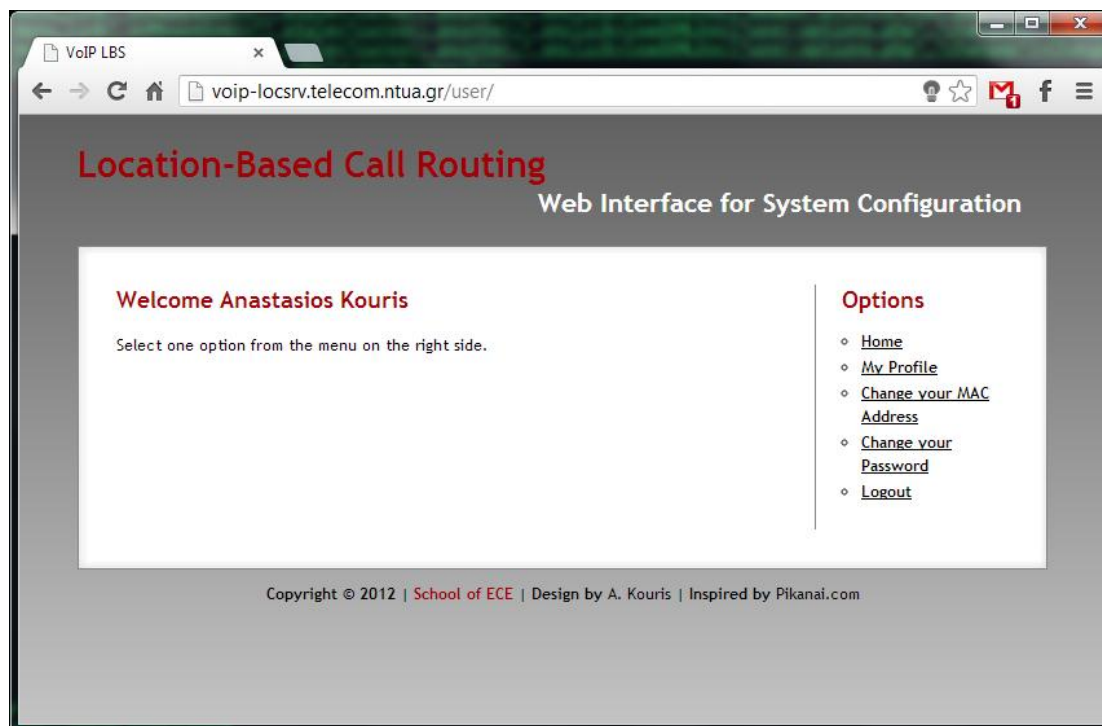
- Να τη διαγράψει.
- Να την τροποποιήσει. Με αυτό τον τρόπο οδηγείται σε μια νέα φόρμα όπου μπορεί να αλλάξει τα στοιχεία της εγγραφής.

Υπάρχει τέλος και ένα κουμπί προσθήκης νέας εγγραφής το οποίο εισάγει μια κενή εγγραφή στην εμφανιζόμενη λίστα. Μπορεί στη συνέχεια επιλέγοντας αυτή την κενή εγγραφή να την τροποποιήσει εισάγοντας μια νέα 1-1 αντιστοίχιση AP με extension.

**Change Administrator Password:** Με το πάτημα αυτού του συνδέσμου ο διαχειριστής οδηγείται σε μια φόρμα όπου του επιτρέπει την αλλαγή του κωδικού πρόσβασης του διαχειριστή. Για να είναι επιτυχής η αλλαγή θα πρέπει να εισάγει τον παλιό κωδικό, τον νέο και μια επιβεβαίωση αυτού.

**Logout:** Με το πάτημα του συνδέσμου αυτού ο διαχειριστής μπορεί να κάνει logout από την ιστοσελίδα. Το session τερματίζεται και δε μπορεί να έχει πρόσβαση στις προηγούμενες λειτουργίες παρά μόνο αν κάνει εκ νέου login.

### 9.3.2 Ιστοσελίδα ενός χρήστη του συστήματος



Σχήμα 9.2. Κεντρική σελίδα χρήστη

Με τη δημιουργία ενός λογαριασμού για έναν χρήστη, αυτός μπορεί άμεσα, αφού πληροφορηθεί για τα στοιχεία πρόσβασης στην ιστοσελίδα, να εισέλθει στο σύστημα και να διαχειριστεί τον λογαριασμό του. Παραπάνω παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο από την κεντρική ιστοσελίδα ενός χρήστη του συστήματος αφού κάνει επιτυχημένο login στην αρχική σελίδα. Οι επιλογές που δίνονται στον χρήστη αναλύονται στη συνέχεια.

**Home:** Όπως και στην περίπτωση του διαχειριστή, με το πάτημα του συνδέσμου γίνεται επιστροφή στην κεντρική σελίδα που φαίνεται πιο πάνω.

**My Profile:** Εμφάνιση των πληροφοριών του συστήματος που αφορούν τον χρήστη. Συγκεκριμένα εμφανίζεται το **SIP URI**, η **MAC διεύθυνση** της προσωπικής ασύρματης συσκευής που έχει οριστεί για να παρακολουθείται, και η **περιγραφή** αυτής της συσκευής αν υπάρχει.

**Change your MAC Address:** Με το πάτημα αυτού του συνδέσμου ο χρήστης οδηγείται σε νέα σελίδα όπου υπάρχει μια φόρμα αλλαγής της MAC διεύθυνσης που έχει οριστεί να παρακολουθεί το σύστημα για αυτόν καθώς και της περιγραφής αυτής. Με την επιβεβαίωση αλλαγής των παραπάνω στοιχείων ενημερώνεται άμεσα η βάση δεδομένων και συνεπώς και το σύστημα.

**Change your Password:** Αλλαγή του κωδικού πρόσβασης στην ιστοσελίδα για τον χρήστη. Συγκεκριμένα εμφανίζεται με το πάτημα μια φόρμα όπου ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει τον παλιό κωδικό, τον νέο, και μια επιβεβαίωση του νέου.

**Logout:** Σύνδεσμος για λήξη του session. Με το πάτημα ο χρήστης αποσυνδέεται και οδηγείται στην αρχική σελίδα.





## Κεφάλαιο 10: Επίλογος

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας όπως είδαμε, αναπτύχθηκε μια location-based υπηρεσία έξυπνης δρομολόγησης τηλεφωνικών κλήσεων. Είδαμε τον τρόπο που οι χρήστες της υπηρεσίας εντοπίζονται από το σύστημα στους εσωτερικούς χώρους της Σχολής ΗΜΜΥ, και αναλόγως των διαθέσιμων τηλεφωνικών τερματικών πλησίον τους, πως μια τηλεφωνική κλήση δρομολογείται προς αυτούς.

Στο Κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια σύντομη ανασκόπηση του εγχειρήματος μέσω παρουσίασης συμπερασμάτων και οφελών από τη χρήση του. Ακόμη, θα παρουσιαστούν κάποιες προτάσεις, τόσο για πιθανές επεκτάσεις της υπηρεσίας όσο και για μελλοντική εκμετάλλευση αυτής.

### 10.1 Ανασκόπηση εργασίας

Το όλο εγχείρημα όπως είδαμε είναι αποτέλεσμα συνεργασίας πολλών ανεξάρτητων μονάδων, πρωτοκόλλων επικοινωνίας και τεχνολογιών που λειτουργούν διαφανώς για να προσφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στους χρήστες. Έγινε προσπάθεια για εκμετάλλευση όσο το δυνατόν περισσότερων από τις υπάρχουσες τεχνολογίες και υποδομή του χώρου, όχι μόνο για την ελαχιστοποίηση του κόστους αλλά και επειδή είναι σημαντικό να μπορεί κάποιος να γίνει χρήστης της υπηρεσίας χωρίς να υπάρχουν σημαντικές απαιτήσεις σε hardware και software. Προς αυτή την κατεύθυνση, ο εντοπισμός στο εσωτερικό της Σχολής γίνεται μέσω της ασύρματης δικτύωσης WiFi, μιας ιδιαίτερα διαδεδομένης τεχνολογίας στις μέρες μας. Άλλωστε κάθε μέλος της εκπαιδευτικής κοινότητας χρησιμοποιεί μια WiFi συσκευή στους χώρους της Σχολής, είτε αυτή είναι κινητό τηλέφωνο είτε προσωπικός υπολογιστής.

Στο σημείο αυτό πρέπει να γίνει και η παρατήρηση ότι η λειτουργία του εντοπισμού των χρηστών, στην κατεύθυνση διαφανούς λειτουργίας της υπηρεσίας, εκτελείται κεντρικά από το σύστημα. Έτσι για τον εντοπισμό ενός χρήστη απαιτείται μόνο η χρήση της προσωπικής WiFi συσκευής του και όχι η χρήση λογισμικού από την πλευρά του ή κάποια πιο περίπλοκη τεχνολογία γενικά.

Μερικά επιπλέον συμπεράσματα από την εργασία παρουσιάζονται εν συντομία στη συνέχεια.

- Ο εντοπισμός στους εσωτερικούς χώρους, παρόλο που εφαρμόζεται δύσκολα όπως αναλύσαμε στο κεφάλαιο τέσσερα, συμπεραίνουμε εδώ ότι είναι δυνατός αρκεί να μη μας ενδιαφέρει η ακρίβεια. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε η μέθοδος εντοπισμού cell of origin σε συνδυασμό με την αντιστοίχιση τηλεφωνικών τερματικών με κυψέλες κάλυψης WiFi Access Points. Έτσι μπορεί το σύστημα με βεβαιότητα να συμπεραίνει αν ένας χρήστης βρίσκεται στο χώρο ενός τηλεφωνικού τερματικού και να προωθεί αντίστοιχα τις κλήσεις.

- Χωρίς την γνώση της θέσης των χρηστών το σύστημα δε θα είχε την ευφυΐα να αποφασίσει για την προώθηση ή μη μιας τηλεφωνικής κλήσης. Ένας χρήστης πιθανόν να χρειάζόταν να δοκιμάσει να καλέσει περισσότερους από έναν τηλεφωνικούς αριθμούς για να επικοινωνήσει με έναν άλλο. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η εκμετάλλευση επιπλέον πληροφοριών προσδίδει πλεονεκτήματα σε μια υπηρεσία, όπως για παράδειγμα στην παρούσα μας διευκολύνει η γνώση της θέσης.
- Τελικά ένας χρήστης απαιτείται να γνωρίζει μόνο ένα SIP URI για να επικοινωνήσει με κάποιον άλλο στο χώρο της Σχολής. Το σύστημα αναλαμβάνει να προωθήσει την κλήση προς το κατάλληλο phone extension.

Συνοψίζονται μερικά βασικά πλεονεκτήματα που απορρέουν από τη χρήση της υπηρεσίας.

- Διευκόλυνση επικοινωνίας μεταξύ χρηστών. Συγκεκριμένα απαιτείται λιγότερος κόπος και χρόνος για την πραγματοποίηση μιας κλήσης αφού ο χρήστης επιλέγει μόνο με ποιον θέλει να επικοινωνήσει. Το σύστημα έχει την ευφυΐα να δρομολογήσει την κλήση κατάλληλα.
- Αποφυγή περιττών εξόδων επικοινωνίας. Μειώνονται τα έξοδα με την επιλογή του πιο συμφέροντος τρόπου επικοινωνίας.
- Ευκολία χειρισμού του συστήματος από τους χρήστες μέσω της Web υπηρεσίας που περιγράφηκε στο κεφάλαιο εννέα. Κάθε χρήστης μπορεί να ορίζει την προσωπική συσκευή του που θα παρακολουθείται από το σύστημα. Ακόμη ο διαχειριστής μέσω της ίδιας διεπαφής μπορεί να έχει υπό την εποπτεία του το σύστημα και να πραγματοποιεί εύκολα αλλαγές σε αυτό.
- Είναι εύκολα επεκτάσιμο. Χάρη στην δομημένη σχεδίαση της υπηρεσίας, πολύ απλά μπορεί να προστεθεί επιπλέον λειτουργικότητα στο σύστημα. Μερικές προτάσεις θα δοθούν στην επόμενη ενότητα.

## 10.2 Προτάσεις μελλοντικής επέκτασης του συστήματος

Εξαιτίας της δομημένης σχεδίασης του συστήματος είναι δυνατόν να προστεθούν νέες δομικές μονάδες που να προσφέρουν αυξημένη λειτουργικότητα, είτε να γίνει εκμετάλλευση κάποιων εξ αυτών στην ανάπτυξη νέων υπηρεσιών (π.χ. το τμήμα εντοπισμού των χρηστών για την ανάπτυξη μιας άλλης location-based υπηρεσίας). Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν μερικές προτάσεις για την περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος.

- Δυνατότητα δημιουργίας προφίλ επικοινωνιακής συμπεριφοράς: Μια ενδιαφέρουσα επέκταση θα ήταν να είχαν οι χρήστες τη δυνατότητα ορισμού ενός προφίλ επικοινωνίας σύμφωνα με το οποίο να λαμβάνονται

τηλεπικοινωνιακές αποφάσεις. Ο χρήστης θα μπορούσε να ορίζει σε ποιους χώρους να μπορεί να δέχεται κλήσεις, σε ποιους όχι ή ακόμα από ποιους χρήστες και ποιες ώρες. Ακόμα θα μπορούσε να επιλέγει μια ενεργή κατάσταση χρήσης σύμφωνα με την οποία θα επιλεγόταν και το κατάλληλο προφίλ τηλεπικοινωνιακής συμπεριφοράς. Τις ρυθμίσεις αυτές θα μπορούσε να τις πραγματοποιεί από την κεντρική σελίδα του προφίλ του στο ιστότοπο παραμετροποίησης του συστήματος.

- Πρόκληση ενεργειών ανάλογα με τη θέση του χρήστη: Με την παρουσία του χρήστη σε κάποιο μέρος θα μπορούσε για παράδειγμα να αποφασιστεί η προώθηση εισερχόμενων κλήσεων σε αυτόματο τηλεφωνητή.
- Εξέταση εναλλακτικών μεθόδων εντοπισμού: Εξηγήσαμε στο Κεφάλαιο Τέσσερα ότι η πιο συμφέρουσα μέθοδος εντοπισμού χρήστη για το εγχείρημα είναι αυτή του Cell of Origin. Ενδιαφέρον ωστόσο θα παρουσίαζε η ανάπτυξη μιας μεθόδου fingerprinting, που ενδείκνυται για εσωτερικούς χώρους, ή μιας υβριδικής.
- Ζήτημα εμπιστευτικότητας: Ο εντοπισμός χρηστών κεντρικά από το σύστημα εγείρει θέματα ως προς την εμπιστευτικότητα της πληροφορίας θέσης τους. Πρόταση είναι η ανάπτυξη ενός θεσμικού πλαισίου διαχείρισης των ευαίσθητων πληροφοριών των χρηστών καθώς και η παροχή εγγυήσεων ασφαλείας αυτών.
- Τέλος σαν μελλοντική εργασία θα μπορούσε να εξεταστεί η μετατόπιση μέρους των λειτουργιών του συστήματος στην πλευρά των χρηστών. Ένα σενάριο που θα μπορούσε να εξεταστεί σε αυτό το ενδεχόμενο θα μπορούσε να είναι η χρήση του μηχανισμού SUBSCRIBE-NOTIFY καθώς και το MESSAGE του SIP πρωτοκόλλου μέσω των οποίων θα μπορούσαν να προστεθούν περισσότερες λειτουργίες στο σύστημα.



## Παράρτημα

### Μέρος Πρώτο: Βάση Δεδομένων

#### location\_service.sql

```
SET SQL_MODE="NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO";
--
-- Βάση: `location_service`
--
-----

--
-- Δομή Πίνακα για τον Πίνακα `associations`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `associations` (
  `user_id` int(11) NOT NULL,
  `user_mac` varchar(20) NOT NULL DEFAULT '',
  `ap_mac` varchar(20) DEFAULT NULL,
  `ap_name` varchar(30) DEFAULT NULL,
  `date` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE
CURRENT_TIMESTAMP,
  PRIMARY KEY (`user_mac`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1;

-----

--
-- Δομή Πίνακα για τον Πίνακα `extensions`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `extensions` (
  `id` int(3) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `exten` varchar(20) NOT NULL,
  `place` varchar(20) NOT NULL,
  `descr` varchar(90) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 AUTO_INCREMENT=25 ;

-----

--
-- Δομή Πίνακα για τον Πίνακα `members`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `members` (
  `member_id` int(11) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `firstname` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `lastname` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `login` varchar(100) NOT NULL,
  `passwd` varchar(32) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`member_id`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 AUTO_INCREMENT=11 ;

-----

--
-- Δομή Πίνακα για τον Πίνακα `users`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `users` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
```

```

`username` varchar(30) DEFAULT NULL,
`mac` varchar(20) DEFAULT NULL,
`descr` varchar(30) DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 AUTO_INCREMENT=10 ;

```

## Μέρος Δεύτερο: Εφαρμογή παρακολούθησης wifi associations

### Tail.java

```

import java.util.*;
import java.io.*;
import java.sql.*;
/**
 * Implements console-based log file tailing, or more specifically, tail
 following:
 * it is somewhat equivalent to the unix command "tail -f"
 */
public class Tail implements LogFileTailerListener
{
    /**
     * The log file tailer
     */
    private LogFileTailer tailer;
    private int identity;
    /**
     * Creates a new Tail instance to follow the specified file
     */
    public Tail( String filename,String allfile ){
        boolean starting=false;
        if(allfile.equals("true")){
            starting=true;
        }
        tailer = new LogFileTailer( new File( filename ), 5000, starting );
        tailer.addLogFileTailerListener( this );
        tailer.start();
    }
    private Boolean check_user(String mac){
        try {
            Statement stmt;
            ResultSet rs;

            //Register the JDBC driver for MySQL.
            Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");

            //Define URL of database server for
            // database named location_service on the localhost
            // with the default port number 3306.
            String url ="jdbc:mysql://localhost:3306/location_service";

            //Get a connection to the database for a
            // user named root with the password
            //given
            Connection con =
                DriverManager.getConnection(
                    url,"username", "password");

            //Get a Statement object
            stmt = con.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
                ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);
            rs = stmt.executeQuery("SELECT * FROM users WHERE mac =

```

```

        ""+mac+"");
        if(rs.next()){
            identity=rs.getInt("id");
            con.close();
            return Boolean.TRUE;
        }else{
            con.close();
            return Boolean.FALSE;
        }
    }catch( Exception e ) {
        //e.printStackTrace();
        return Boolean.FALSE;
    }
}
private void check_assoc(String mac){
    try {
        Statement stmt;
        ResultSet rs;

        //Register the JDBC driver for MySQL.
        Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");

        //Define URL of database server for
        // database named location_service on the localhost
        // with the default port number 3306.
        String url =
        "jdbc:mysql://localhost:3306/location_service";

        //Get a connection to the database for a
        // user named root with the password
        //given

        Connection con =
            DriverManager.getConnection(
                url,"username", "password");

        //Get a Statement object
        stmt = con.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
            ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);
        stmt.executeUpdate("DELETE from associations WHERE user_mac =
""+mac+"");
        //rs = stmt.executeQuery("SELECT * FROM associations WHERE
user_mac = ""+mac+"");
        /*if(rs.next()){
            stmt.executeUpdate("DELETE from associations WHERE
user_mac = ""+mac+"");
            con.close();
            return Boolean.TRUE;
        }else{
            con.close();
            return Boolean.FALSE;
        }*/
    }catch( Exception e ) {
        //e.printStackTrace();
        //return Boolean.FALSE;
    }//end catch
}

public void delete_old_assoc(String time){
    try {
        Statement stmt;
        ResultSet rs;

        //Register the JDBC driver for MySQL.
        Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");

```

```

        //Define URL of database server for
        // database named location_service on the localhost
        // with the default port number 3306.
        String url =
"jdbc:mysql://localhost:3306/location_service";

        //Get a connection to the database for a
        // user named root with the password
        //given

        Connection con =
            DriverManager.getConnection(
                url,"username", "password");

        //Get a Statement object
        try{
            stmt = con.createStatement();
            int delete = stmt.executeUpdate("DELETE from associations
where ( unix_timestamp( ) - unix_timestamp( date ) ) > "+time+"");
            if(delete == 1){
                //System.out.println("Row is deleted.");
            }
            else{
                //System.out.println("Row is not deleted.");
            }
        }
        catch (SQLException s){
            //System.out.println("SQL statement is not
executed!");
        }
        }catch( Exception e ) {
            //e.printStackTrace();
        }
    }

    private String findMonth(String month){
        String monthNumber = "00";

        if (month == null) {
            return monthNumber;
        }else if(month.equals("Jan")){
            monthNumber = "01";
        }else if(month.equals("Feb")){
            monthNumber = "02";
        }else if(month.equals("Mar")){
            monthNumber = "03";
        }else if(month.equals("Apr")){
            monthNumber = "04";
        }else if(month.equals("May")){
            monthNumber = "05";
        }else if(month.equals("Jun")){
            monthNumber = "06";
        }else if(month.equals("Jul")){
            monthNumber = "07";
        }else if(month.equals("Aug")){
            monthNumber = "08";
        }else if(month.equals("Sep")){
            monthNumber = "09";
        }else if(month.equals("Oct")){
            monthNumber = "10";
        }else if(month.equals("Nov")){
            monthNumber = "11";
        }else if(month.equals("Dec")){
            monthNumber = "12";
        }else{
            Calendar cal=Calendar.getInstance();

```



```

        int m=cal.get(Calendar.MONTH);
        if(m<10)
            monthNumber = "0"+m;
        else
            monthNumber = ""+m;
    }
    return monthNumber;
}

private String dateToTimestamp(String date){//From Nov 25 17:26:42 to
YYYY-MM-DD HH:MM:SS
    String datetime=null;
    Calendar cal=Calendar.getInstance();
    String year=""+cal.get(Calendar.YEAR);
    String month=findMonth(date.substring(0,3));
    datetime=year+"-"+month+"-"+date.substring(4,6)+"
"+date.substring(7,9)+"-"+date.substring(10,12)+"-"+date.substring(13,15);
    return datetime;
}

private void assoc_import(int id,String user_mac,String ap_mac,String
ap_name,String date){
    try {
        Statement stmt;

        //Register the JDBC driver for MySQL.
        Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");

        //Define URL of database server for
        // database named location_service on the localhost
        // with the default port number 3306.
        String url =
        "jdbc:mysql://localhost:3306/location_service";

        //Get a connection to the database for a
        // user named root with the password
        //given

        Connection con =
            DriverManager.getConnection(
                url,"username", "password");

        //Get a Statement object
        stmt=con.createStatement();
        stmt.executeUpdate("INSERT INTO associations
(user_id,user_mac,ap_mac,ap_name,date) values("+id+
", '"+user_mac+"', '"+ap_mac+"', '"+ap_name+"', '"+dateToTimestamp(date)+"'");");
        con.close();
    }catch( Exception e ) {
        //e.printStackTrace();
    }//end catch
}

String assoc = "iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.3.53";//in order to be association
must contain
String deauth = "iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.3.2";//in order to be a
diauthentication
String clientmac = "iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.34.0 = Hex-STRING: ";
String AP ="iso.3.6.1.4.1.14179.2.2.1.1.3.0 = STRING: ";
String basemac = "iso.3.6.1.4.1.14179.2.6.2.35.0 = Hex-STRING: ";
int i = -1;
/**
 * A new line has been added to the tailed log file
 *
 * @param line The new line that has been added to the tailed log file

```

```

    */
    public void newLogFileLine(String line){
        if(line.indexOf(assoc)!=-1){//if it is association
            String datetime = line.substring(0,line.indexOf("voip")-
1);
                i = line.indexOf(clientmac);
                String macaddress
=line.substring(i+clientmac.length(),i+clientmac.length()+17);
                i = line.indexOf(AP);
                String accesspoint =
line.substring(i+AP.length()+1,line.indexOf(", ",i+AP.length())-1);
                i = line.indexOf(basemac);
                String basemacaddress
=line.substring(i+basemac.length(),i+basemac.length()+17);
                if(check_user(macaddress)==Boolean.TRUE){//Here we found
out that the mac address that associates corresponds to a subscribed user
                    check_assoc(macaddress);

                assoc_import(identity,macaddress,basemacaddress,accesspoint,datetime);
                }

                }else if(line.indexOf(deauth)!=-1){//if it is deauthentication
                i = line.indexOf(clientmac);
                String macaddress
=line.substring(i+clientmac.length(),i+clientmac.length()+17);
                if(check_user(macaddress)==Boolean.TRUE){//Here we found
out that the mac address that deauthenticates corresponds to a subscribed
user
                    check_assoc(macaddress);

                }

            }
        }

    /**
     * Command-line launcher
     */
    public static void main( String[] args )
    {
        if( args.length < 2 )
        {
            System.out.println( "Usage: Tail <filename> <true_if_all_file>" );
            System.exit( 0 );
        }
        if(args[1].equals("false")||args[1].equals("true")){
            Tail tail = new Tail( args[ 0 ], args[ 1 ] );
        }else{
            System.out.println( "Usage: Tail <filename> <true_if_all_file>" );
            System.exit( 0 );
        }
    }
}

```

## LogFileTailerListener.java

```

/**
 * Provides listener notification methods when a tailed log file is updated
 */
public interface LogFileTailerListener
{
    /**
     * A new line has been added to the tailed log file
     *
     * @param line    The new line that has been added to the tailed log file
     */
}

```

```
public void newLogFileLine( String line );
public void delete_old_assoc(String time);
}
```

## LogFileTailer.java

```
import java.io.*;
import java.util.*;
/**
 * A log file tailer is designed to monitor a log file and send
 notifications
 * when new lines are added to the log file. This class has a notification
 * strategy similar to a SAX parser: implement the LogFileTailerListener
 interface,
 * create a LogFileTailer to tail your log file, add yourself as a listener,
 and
 * start the LogFileTailer. It is your job to interpret the results, build
 meaningful
 * sets of data, etc. This tailer simply fires notifications containing new
 log file lines,
 * one at a time.
 */
public class LogFileTailer extends Thread
{
    /**
     * How frequently to check for file changes; defaults to 5 seconds
     */
    private long sampleInterval = 5000;
    private int checkOldAssociationsInterval = 10; //After how many loops to
    check for old associations

    /**
     * The log file to tail
     */
    private File logfile;

    /**
     * Defines whether the log file tailer should include the entire contents
     * of the existing log file or tail from the end of the file when the
    tailer starts
     */
    private boolean startAtBeginning=false;

    /**
     * Is the tailer currently tailing?
     */
    private boolean tailing = false;

    /**
     * Set of listeners
     */
    private Set listeners = new HashSet();

    /**
     * Creates a new log file tailer that tails an existing file and checks
    the file for
     * updates every 5000ms
     */
    public LogFileTailer( File file )
    {
        this.logfile = file;
    }
}
```

```

/**
 * Creates a new log file tailer
 *
 * @param file          The file to tail
 * @param sampleInterval  How often to check for updates to the log file
(default = 5000ms)
 * @param startAtBeginning  Should the tailer simply tail or should it
process the entire
 *                  file and continue tailing (true) or simply start tailing
from the
 *                  end of the file
 */
public LogFileTailer( File file, long sampleInterval, boolean
startAtBeginning )
{
    this.logfile = file;
    this.sampleInterval = sampleInterval;
    this.startAtBeginning=startAtBeginning;
}

public void addLogFileTailerListener( LogFileTailerListener l )
{
    this.listeners.add( l );
}

public void removeLogFileTailerListener( LogFileTailerListener l )
{
    this.listeners.remove( l );
}

protected void fireNewLogFileLine( String line )
{
    for( Iterator i=this.listeners.iterator(); i.hasNext(); )
    {
        LogFileTailerListener l = ( LogFileTailerListener )i.next();
        l.newLogFileLine( line );
    }
}

protected void checkOldAssoc()
{
    for( Iterator i=this.listeners.iterator(); i.hasNext(); )
    {
        LogFileTailerListener l = ( LogFileTailerListener )i.next();
        l.delete_old_assoc("3600");
    }
}

public void stopTailing()
{
    this.tailing = false;
}

public void run()
{
    // The file pointer keeps track of where we are in the file
    long filePointer = 0;
    int iter = checkOldAssociationsInterval;

    // Determine start point
    if( this.startAtBeginning )
    {
        filePointer = 0;
    }
    else

```

```

    {
        filePointer = this.logfile.length();
    }

    try
    {
        // Start tailing
        this.tailing = true;
        RandomAccessFile file = new RandomAccessFile( logfile, "r" );
        while( this.tailing )
        {
            try
            {
                if(iter==0){
                    this.checkOldAssoc();
                    iter=checkOldAssociationsInterval;
                }
                // Compare the length of the file to the file pointer
                long fileLength = this.logfile.length();
                if( fileLength < filePointer )
                {
                    // Log file must have been rotated or deleted;
                    // reopen the file and reset the file pointer
                    file = new RandomAccessFile( logfile, "r" );
                    filePointer = 0;
                }

                if( fileLength > filePointer )
                {
                    // There is data to read
                    file.seek( filePointer );
                    String line = file.readLine();
                    while( line != null )
                    {
                        this.fireNewLogFileLine( line );
                        line = file.readLine();
                    }
                    filePointer = file.getFilePointer();
                };
                iter--;

                // Sleep for the specified interval
                sleep( this.sampleInterval );
            }
            catch( Exception e )
            {
            }
        }

        // Close the file that we are tailing
        file.close();
    }
    catch( Exception e )
    {
        //e.printStackTrace();
    }
}
}

```

## Μέρος Τρίτο: Κώδικας Asterisk

### sip.conf

```
[general]
context=default ; Default context for incoming calls
bindport=5060 ; UDP Port to bind to (SIP standard port is
5060)
; bindport is the local UDP port that
Asterisk will listen on
bindaddr=147.102.7.11 ; IP address to bind to (0.0.0.0 binds to
all)
srvlookup=no ; Enable DNS SRV lookups on outbound calls
; SIP compatibility (defaults to "no")
; Default length of incoming/outgoing
defaultexpiry=120
registration
disallow=all ; First disallow all codecs
allow=alaw ; Allow codecs in order of preference
allow=ulaw
allow=h263p
allow=h263
allow=h264
language=en ; Default language setting for all
users/peers activity
useragent=CN Lab Location-SRV Asterisk ; Allows you to change
the user agent string
dtmfmode = rfc2833 ; Set default dtmfmode for sending DTMF.
Default: rfc2833
videosupport=yes

[voip.telecom.ntua.gr]
type=peer
host=147.102.7.8
nat=no
context=c1
canreinvite=yes
insecure=very
```

### extensions.conf

```
[general]
static=yes
writeprotect=no
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no
priorityjumping=yes

[default]

[c1]
exten => _[a-z].,1,Set(extens=${EXTEN})
exten => _[a-z].,n,MYSQL(Connect connid localhost username password
location_service)
exten => _[a-z].,n,Set(SIPCALLID=${STRFTIME(${EPOCH},,%Y%m%d-%H%M%S)}-loc-
service)
exten => _[a-z].,n,MYSQL(Query resultid ${connid} SELECT mac FROM users
WHERE username = '${EXTEN}')
exten => _[a-z].,n(fetchrow),MYSQL(Fetch foundRow ${resultid} mac) ; fetch
row
exten => _[a-z].,n,GotoIf("${${foundRow}" = "0"}?done) ; leave loop if no
row found
```

```

exten => _[a-z].,n,MYSQL(Query resultid2 ${connid} SELECT ap_name FROM
associations WHERE user_mac = '${mac}')
exten => _[a-z].,n,MYSQL(Fetch fetchid2 ${resultid2} where)
exten => _[a-z].,n,GotoIf("${fetchid2}" = "0"?fetchrow) ; continue loop
if no row found
exten => _[a-z].,n,MYSQL(Query resultid3 ${connid} SELECT exten FROM
extensions WHERE place = '${where}')
exten => _[a-z].,n,MYSQL(Fetch fetchid3 ${resultid3} extens)
exten => _[a-z].,n,GotoIf("${fetchid3}" = "0"?fetchrow) ; continue loop
if no row found
exten => _[a-z].,n,SIPAddHeader(X-Location: ${where}) ;Access to X-Location
variable in channel by: ${SIP_HEADER(X-Location)}
exten => _[a-z].,n,SIPAddHeader(X-USER_MAC: ${mac}) ;Access to X-USER_MAC
variable in channel by: ${SIP_HEADER(X-USER_MAC)}
exten => _[a-z].,n,Dial(SIP/666${extens}@147.102.7.8,20)
exten => _[a-z].,n,Hangup()
exten => _[a-z].,n(done),MYSQL(Clear ${resultid})
exten => _[a-z].,n,MYSQL(Disconnect ${connid})
exten => _[a-z].,n,Dial(SIP/666${extens}@147.102.7.8,20)

```

## Μέρος Τέταρτο: Web Site

Το site έχει γραφτεί σε κώδικα PHP. Επειδή είναι πάρα πολλά και εκτός σκοπού εργασίας θα παρουσιαστούν επιλεκτικά μερικά μόνο από αυτά.

### Φόρμα εισόδου αρχικής σελίδας

```

<form id='loginForm' name='loginForm' method='post' action='login-exec.php'>
  <table width='300' border='0' align='center' cellpadding='2'
cellspacing='0'>
    <tr>
      <td width='112'><b>Login</b></td>
      <td width='188'><input name='login' type='text' class='textfield'
id='login' /></td>
    </tr>
    <tr>
      <td><b>Password</b></td>
      <td><input name='password' type='password' class='textfield'
id='password' /></td>
    </tr>
    <tr>
      <td>&nbsp;</td>
      <td><input type='submit' name='Submit' value='Login' /></td>
    </tr>
  </table>
</form>

```

### login-exec.php (διαχείριση εισηγμένων στοιχείων εισόδου)

```

<?php
    //Start session
    session_start();

    //Include database connection details
    require_once('config.php');

    //Array to store validation errors
    $errmsg_arr = array();

```

```

//Validation error flag
$errflag = false;

//Connect to mysql server
$link = mysql_connect(DB_HOST, DB_USER, DB_PASSWORD);
if(!$link) {
    die('Failed to connect to server: ' . mysql_error());
}

//Select database
$db = mysql_select_db(DB_DATABASE);
if(!$db) {
    die("Unable to select database");
}

//Function to sanitize values received from the form. Prevents SQL
injection
function clean($str) {
    $str = @trim($str);
    if(get_magic_quotes_gpc()) {
        $str = stripslashes($str);
    }
    return mysql_real_escape_string($str);
}

//Sanitize the POST values
$login = clean($_POST['login']);
$password = clean($_POST['password']);

//Input Validations
if($login == '') {
    $errmsg_arr[] = 'Login ID missing';
    $errflag = true;
}
if($password == '') {
    $errmsg_arr[] = 'Password missing';
    $errflag = true;
}

//If there are input validations, redirect back to the login form
if($errflag) {
    $_SESSION['ERRMSG_ARR'] = $errmsg_arr;
    session_write_close();
    header("location: index.php?q='login-form'");
    exit();
}

//Create query
$qry="SELECT * FROM members WHERE login='$login' AND
passwd='".md5($password)."'";
$result=mysql_query($qry);

//Check whether the query was successful or not
if($result) {
    if(mysql_num_rows($result) == 1) {
        //Login Successful
        session_regenerate_id();
        $member = mysql_fetch_assoc($result);
        $_SESSION['SESS_MEMBER_ID'] = $member['member_id'];
        $_SESSION['SESS_FIRST_NAME'] = $member['firstname'];
        $_SESSION['SESS_LAST_NAME'] = $member['lastname'];
        $_SESSION['USER_NAME'] = $login;
        session_write_close();
        mysql_free_result($result);
        if($login=="Administrator")

```





```

}
xmlhttp.open("GET",page+"?q="+str,true);
xmlhttp.send();
}
</script>
</head>

<body onload=loadXMLDoc(<?php if(isset($_GET['p'])==false){ echo '"admin-
options.php"';} else { echo $_GET['p'];}?>,<?php
if(isset($_GET['q'])==false){ echo '"welcome"';} else { echo
$_GET['q'];}?>)>
<div id="container">
<div id="header"><h1>Location-Based Call Routing</h1></div>
<div id="sub_header">Web Interface for System Configuration</div>
<div id="main_content_top"></div>
<div id="main_content">
<div class="content" id="content_index">
</div>
<div class="menu">
<div class="menu_title">Administrator options</div>
<ul>
<li><a class="menu_link" onMouseOver="" style="cursor: pointer;"
onclick=loadXMLDoc("admin-options.php","welcome")>Home</a></li>
<li><a class="menu_link" onMouseOver="" style="cursor: pointer;"
onclick=loadXMLDoc("users-exec.php","users")>Users on the System</a></li>
<li><a class="menu_link" onMouseOver="" style="cursor: pointer;"
onclick=loadXMLDoc("admin-options.php","register")>Subscribe a new
user</a></li>
<li><a class="menu_link" onMouseOver="" style="cursor: pointer;"
onclick=loadXMLDoc("extensions-exec.php","extensions")>Extensions</a></li>
<li><a class="menu_link" onMouseOver="" style="cursor: pointer;"
onclick=loadXMLDoc("admin-options.php","changeadminpass")>Change
Administrator Password</a></li>
<li><a class="menu_link" href=" ../logout.php">Logout</a></li>
</ul>
</div>
<div id="clear"></div>
</div>
<div id="main_content_bottom">
</div>
<div id="footer"><strong>Copyright &copy; 2012</strong> | <a
href="http://www.ece.ntua.gr" target=_blank>School of ECE</a> | <b>Design
by</b> A. Kouris | <b>Inspired by</b> Pikanai.com</div>
</div>
</body>
</html>

```

### users-exec.php (Εμφάνιση εγγεγραμμένων χρηστών από τη βάση δεδομένων)

```

<?php
require_once('admin-auth.php');
if($_GET['q']=='users')
{
//Array to store validation errors
$errors = array();

//Validation error flag
$errorflag = false;

//Include database connection details
require_once(' ../config.php');

//Connect to mysql server

```

```

$link = mysql_connect(DB_HOST, DB_USER, DB_PASSWORD);
if(!$link) {
    die('Failed to connect to server: ' . mysql_error());
}

//Select database
$db = mysql_select_db(DB_DATABASE);
if(!$db) {
    die("Unable to select database");
}

//Create query
$qry="SELECT username,mac,descr FROM users";
$result=mysql_query($qry);

//Check whether the query was successful or not
if($result) {
    if(mysql_num_rows($result) > 0) {
        //Found users
        unset($_SESSION['USERS']);
        unset($_SESSION['USER_NUM']);
        $counter=0;
        while ($row = mysql_fetch_assoc($result)) {
            $temp_array[$counter]=$row;
            $counter=$counter+1;
        };
        $_SESSION['USERS'] = $temp_array;
        $_SESSION['USER_NUM'] = $counter;
        mysql_free_result($result);
    }else {
        $errmsg_arr[] = 'No Entries Found';
        $errflag=true;
    }
}
else {
    $errmsg_arr[] = 'Query failed.';
    $errflag=true;
}

//If there are input validations, redirect back to the registration
form
if($errflag) {
    $_SESSION['ERRMSG_ARR'] = $errmsg_arr;
    exit();
}
echo "<h2>Registered Users on the system</h2>";
<form id='usersForm' name='usersForm' method='post' action='users-if.php'>
<table width='500' border='1' align='center' cellpadding='2'
cellspacing='0'>
<tr>
<th>Choose</th>
<th>Username</th>
<th>MAC Address</th>
<th>Description</th>
</tr>
";
    if($_SESSION['USER_NUM']>0) {
        echo '<tr>';
        echo '<td align="center"><input type="radio" name="user"
value="0" checked/></td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['USERS'][0]['username'].'</td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['USERS'][0]['mac'].'</td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['USERS'][0]['descr'].'</td>';
        echo '</tr>';
    };
    for($i=1;$i<$_SESSION['USER_NUM'];$i=$i+1){

```

```

                echo '<tr>';
                echo '<td align="center"><input type="radio" name="user"
value="'. $i. "' /></td>';
                echo '<td>'. $_SESSION['USERS'][$i]['username'].'</td>';
                echo '<td>'. $_SESSION['USERS'][$i]['mac'].'</td>';
                echo '<td>'. $_SESSION['USERS'][$i]['descr'].'</td>';
                echo '</tr>';
            };
        echo "
</table>
<p align='center'>
    <input type='submit' name='Profile' value='Profile' /> <input
type='submit' name='Change' value='Change MAC' /> <input type='submit'
name='Changep' value='Change Password' /><input type='submit' name='Delete'
value='Delete' />
</p>
</form>";
        if( isset($_SESSION['ERRMSG_ARR']) &&
is_array($_SESSION['ERRMSG_ARR']) && count($_SESSION['ERRMSG_ARR']) >0 ) {
            echo '<ul class="err">';
            foreach($_SESSION['ERRMSG_ARR'] as $msg) {
                echo '<li>', $msg, '</li>';
            }
            echo '</ul>';
            unset($_SESSION['ERRMSG_ARR']);
        };
        session_write_close();
    }
?>

```

### extensions-exec.php (Εμφάνιση περιεχομένων πίνακα extensions)

```

<?php
require_once('admin-auth.php');
if($_GET['q'] == 'extensions')
{
    //Array to store validation errors
    $errmsg_arr = array();

    //Validation error flag
    $errflag = false;

    //Include database connection details
    require_once('../config.php');

    //Connect to mysql server
    $link = mysql_connect(DB_HOST, DB_USER, DB_PASSWORD);
    if(!$link) {
        die('Failed to connect to server: ' . mysql_error());
    }

    //Select database
    $db = mysql_select_db(DB_DATABASE);
    if(!$db) {
        die("Unable to select database");
    }

    //Create query
    $qry="SELECT * FROM extensions";

```

```

$result=mysql_query($qry);

//Check whether the query was successful or not
if($result) {
    if(mysql_num_rows($result) > 0) {
        unset($_SESSION['EXTENSIONS']);
        unset($_SESSION['EXTENSION_NUM']);
        //Found extensions
        $counter=0;
        while ($row = mysql_fetch_assoc($result)) {
            $temp_array[$counter]=$row;
            $counter=$counter+1;
        };
        $_SESSION['EXTENSIONS'] = $temp_array;
        $_SESSION['EXTENSION_NUM'] = $counter;
        mysql_free_result($result);
    }else {
        $errmsg_arr[] = 'No Entries Found';
        $errflag=true;
    }
}
}
}
//If there are input validations, redirect back to the registration
form
if($errflag) {
    $_SESSION['ERRMSG_ARR'] = $errmsg_arr;
    session_write_close();
    exit();
};
echo '<h2>System Extensions to Access Points associations.</h2>
<form id="extensionsForm" name="extensionsForm" method="post"
action="extensions-if.php">
<table width="500" border="1" align="center" cellpadding="2"
cellspacing="0">
<tr>
<th>Choose</th>
<th>Id</th>
<th>Place</th>
<th>Extension</th>
<th>Description</th>
</tr>';
    if($_SESSION['EXTENSION_NUM']>0){
        echo '<tr>';
        echo '<td align="center"><input type="radio" name="extension"
value="0" checked/></td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['EXTENSIONS'][0]['id'].'</td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['EXTENSIONS'][0]['place'].'</td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['EXTENSIONS'][0]['exten'].'</td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['EXTENSIONS'][0]['descr'].'</td>';
        echo '</tr>';
    };
    for($i=1;$i<$_SESSION['EXTENSION_NUM'];$i=$i+1){
        echo '<tr>';
        echo '<td align="center"><input type="radio" name="extension"
value="'. $i.'" /></td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['EXTENSIONS'][$i]['id'].'</td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['EXTENSIONS'][$i]['place'].'</td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['EXTENSIONS'][$i]['exten'].'</td>';
        echo '<td>'. $_SESSION['EXTENSIONS'][$i]['descr'].'</td>';
        echo '</tr>';
    };
echo '</table>
<p align="center">
<input type="submit" name="Change" value="Change"/> <input

```

```

type="submit" name="Add" value="Add"/> <input type="submit" name="Delete"
value="Delete"/>
</p>
</form>';
    if( isset($_SESSION['ERRMSG_ARR']) &&
is_array($_SESSION['ERRMSG_ARR']) && count($_SESSION['ERRMSG_ARR']) >0 ) {
        echo '<ul class="err">';
        foreach($_SESSION['ERRMSG_ARR'] as $msg) {
            echo '<li>',$msg,</li>';
        }
        echo '</ul>';
        unset($_SESSION['ERRMSG_ARR']);
    };
echo '<br><font color=red;><b>Note:</b> Choose an extension. You can change
it or delete it. You can also add new extensions.</font></br>';
    session_write_close();
}
?>

```

### Για την σελίδα χρηστών.

#### **Φόρμα αλλαγής φυσικής διεύθυνσης του χρήστη**

```

<form id="changeMACForm" name="changeMACForm" method="post" action="mac-
change-exec.php">
    <table width="300" border="0" align="center" cellpadding="2"
cellspacing="0">
        <tr>
            <td width="112"><b>New MAC Address</b></td>
            <td width="188"><input name="new_mac" type="text" class="textfield"
id="new_mac" /></td>
        </tr>
        <tr>
            <td width="112"><b>Description</b></td>
            <td width="188"><input name="new_descr" type="text" class="textfield"
id="new_descr" /></td>
        </tr>
        <tr>
            <td>&nbsp;</td>
            <td><input type="submit" name="Submit" value="Change it" /></td>
        </tr>
    </table>
</form>

```

#### **mac-change-exec.php (Ενημέρωση βάσης με νέα φυσική διεύθυνση)**

```

<?php
    require_once('auth.php');

    //Include database connection details
    require_once('../config.php');

    //Array to store validation errors
    $errmsg_arr = array();

    //Validation error flag
    $errflag = false;

    //Connect to mysql server

```

```

$link = mysql_connect(DB_HOST, DB_USER, DB_PASSWORD);
if(!$link) {
    die('Failed to connect to server: ' . mysql_error());
}

//Select database
$db = mysql_select_db(DB_DATABASE);
if(!$db) {
    die("Unable to select database");
}

//Function to sanitize values received from the form. Prevents SQL
injection
function clean($str) {
    $str = @trim($str);
    if(get_magic_quotes_gpc()) {
        $str = stripslashes($str);
    }
    return mysql_real_escape_string($str);
}

//Sanitize the POST values
$new_mac = strtoupper(clean($_POST['new_mac']));
$new_descr = clean($_POST['new_descr']);

//Input Validations
if($new_mac == '') {
    $errmsg_arr[] = 'New MAC missing';
    $errflag = true;
}

if((!$errflag)&&((strlen($new_mac)!=17)||(!ctype_xdigit(str_replace ("
", "", $new_mac))))) {
    $errmsg_arr[] = 'MAC must me of the format: "AA 54 12 8E
1C 00" . 0-F hexadecimal numbers allowed.';
    $errflag = true;
}

//If there are input validations, redirect back to the login form
if($errflag) {
    $_SESSION['ERRMSG_ARR'] = $errmsg_arr;
    session_write_close();
    header("location: index.php?q='changemac'");
    exit();
}

//Create query
$qry="UPDATE users SET mac='$new_mac', descr='$new_descr' WHERE
username='$_SESSION[USER_NAME]'";
$result=mysql_query($qry);

//Check whether the query was successful or not
if($result) {
    $_SESSION['MAC'] = $new_mac;
    $_SESSION['DESCR'] = $new_descr;
    session_write_close();
    mysql_free_result($result);
    header("location: index.php?q='success'");
    exit();
}
else {
    die("Query failed");
}
?>

```





## Βιβλιογραφία

- [1] CCITT - 50 YEARS OF EXCELLENCE - 1956-2006.
- [2] George Stibitz (1904 - 1995) - <http://www.kerryr.net/pioneers/stibitz.htm>.
- [3] A View of Telecommunications Network Evolution ,Mohamed El-Sayed and Jeffrey Jaffe, Bell Laboratories–Lucent Technologies.
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_traffic](http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_traffic).
- [5] Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2011–2016.
- [6] BROCADE HIGH-PERFORMANCE NETWORKS 40 Gigabit and 100 Gigabit Ethernet Are Here!.
- [7] Capacity Limits of Fiber-Optic Communication Systems, Bell Labs, Alcatel-Lucent ,Presentation at OFC in San Diego, California, USA Optical Fiber Communication (OFC) Conference (OFC), March 2009.
- [8] Foundations of Location Based Services, Stefan Steiniger, Moritz Neun and Alistair Edwardes, University of Zurich.
- [9] Shu Wang, Jungwon Min and Byung K. Yi. "Location Based Services for Mobiles: Technologies and Standards". IEEE International Conference on Communication (ICC) 2008, Beijing, China..
- [10] The World in Your Hand. Newsweek. 30 May 1999 - <http://www.thedailybeast.com/newsweek/1999/05/30/the-world-in-your-hand.html>.
- [11] Location Based Services FAQ (LBS-FAQ)- [http://www.eurotechnology.com/market\\_reports/LBS/](http://www.eurotechnology.com/market_reports/LBS/).
- [12] Location, Location, Location, Marco Porretta, Paolo Nepa, Giuliano Manara, and Filippo Giannetti, IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY MAGAZINE | JUNE 2008, pg. 20-29.
- [13] Asterisk the future of telephony, By Jim Van Meggelen, Jared Smith, Leif Madsen, Publisher: O'Reilly Media.
- [14] Voice over IP Fundamentals, Second Edition, By Jonathan Davidson, James Peters, Manoj Bhatia, Satish Kalidindi, Sudipto Mukherjee, Publisher: Cisco

Press.

- [15] SIP: More than you ever wanted to know, Jiri Kuthan, Dorgham Sisalem, Tekelek, March 2007.
- [16] The Session Initiation Protocol, Henning Schulzrinne, Dept. of Computer Science, Columbia University.
- [17] Network Protocols Handbook, 2nd Edition, Javvin Technologies, Inc..
- [18] RFC 3261, SIP: Session Initiation Protocol.
- [19] RFC 3550, RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications.
- [20] Voice over IP, Wikipedia, The free Encyclopedia,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Voice\\_over\\_IP](http://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP).
- [21] SIP-based Location Aware Services, N.Priggouris, S.Pasklis, D.Vali, S.Hadjiefthymiades, L.Merakos Communication Networks Laboratory University of Athens, Dept. of Informatics and Telecommunications, Mobile & Radio Communications OTE Research.
- [22] Location-based Services in Internet Telephony, Xiaotao Wu and Henning Schulzrinne Department of Computer Science Columbia University.
- [23] SIP beyond VoIP – location based services using sip:providerCE,  
<http://www.sipwise.com/news/technical/spce-geotracking/>.