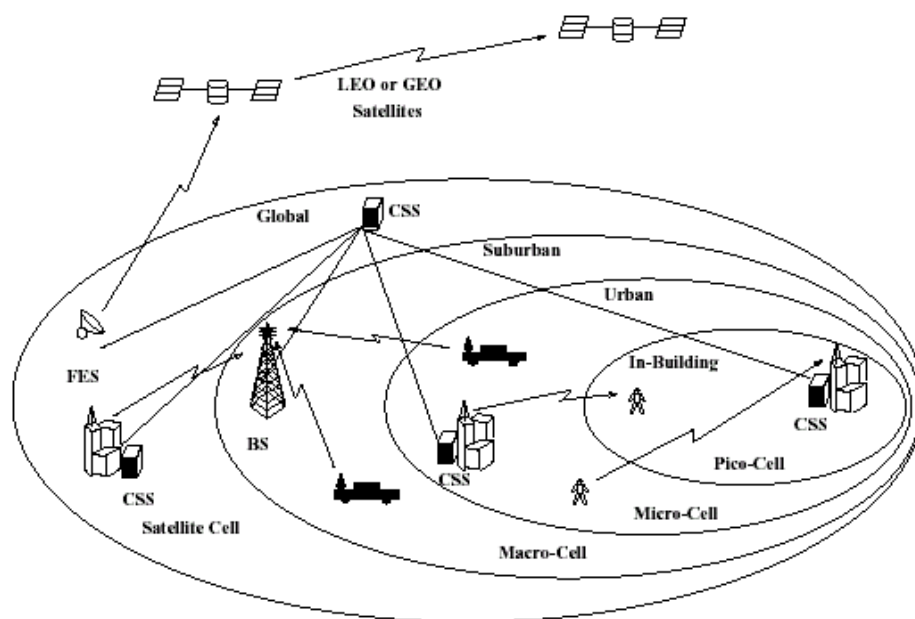


## ASSIGNMENT IN NETWORKING TECHNOLOGIES

**PROFESSOR:** A.A. ECONOMIDES

**SUBJECT:** LOCATION MANAGEMENT IN MOBILE NETWORKS

**AUTHOR:** KARADIMITRIOU KRISTALLENIA

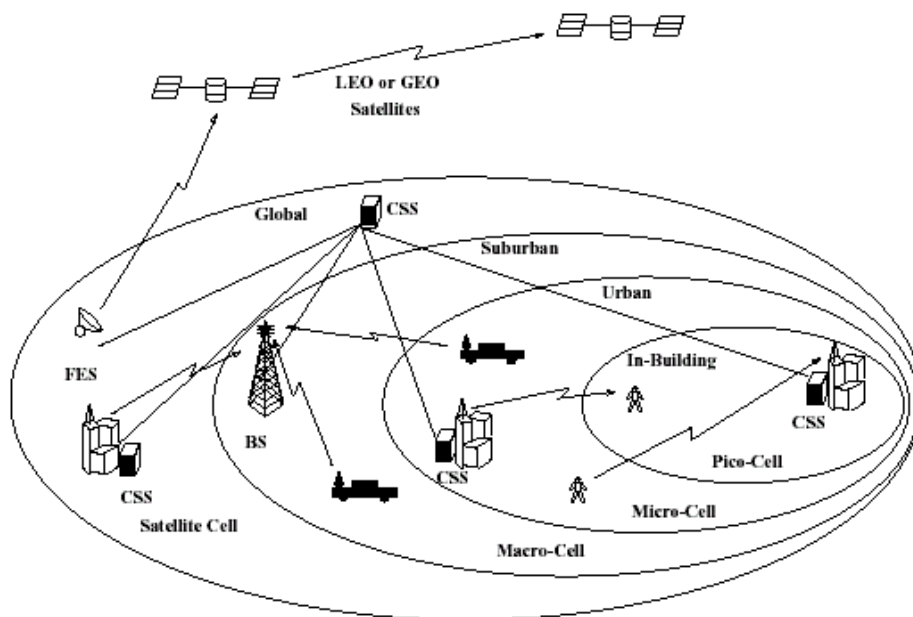


## ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Α.Α. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ

ΘΕΜΑ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΩΝ

ΟΝΟΜ/ΜΟ: ΚΑΡΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΕΝΙΑ



## **Abstract**

In wireless computing environment, users' mobility brings new challenges to traditional computing systems. The explosive growth of demand in communication bandwidth requires new schemes to effectively and efficiently locate users. This assignment shows examples of location management techniques and aims at classifying the various approaches used for location management of mobile users by grouping them into two main categories. The first category comprises techniques that focused on reducing the cost of looking up a user. These are classified into replication, caching and selective paging techniques. The second category consists of techniques that focused on reducing the cost of updates. Those schemes are classified into three main classes: schemes based on forwarding pointers and built-in memory, learning-based schemes and prediction based schemes. Finally location management in ATM wireless networks is presented.

## Περίληψη

Στο ασύρματο περιβάλλον, η κινητικότητα των χρηστών φέρνει νέες προκλήσεις στα παραδοσιακά συστήματα υπολογιστών. Η εκρηκτική αύξηση της απαίτησης στο εύρος ζώνης επικοινωνίας απαιτεί νέα σχέδια αποτελεσματικά και αποδοτικά για τον εντοπισμό των χρηστών. Αυτή η εργασία παρουσιάζει παραδείγματα τεχνικών διαχείρισης θέσης και στοχεύει στην ταξινόμηση των διάφορων προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση εντοπισμού θέσης των κινητών χρηστών με την ομαδοποίηση τους σε δύο κύριες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις τεχνικές που εστιάζουν στη μείωση του κόστους εντοπισμού του χρήστη. Αυτές είναι ταξινομημένες στην τεχνική αντιγράφου, την εναποθήκευσης (κρυφής μνήμης) και τις επιλεκτικές τεχνικές σελιδοποίησης. Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από τις τεχνικές που εστίασαν στη μείωση του κόστους της ενημέρωσης/ αναπροσαρμογής της θέσης του κινητού χρήστη και είναι ταξινομημένη σε τρεις κύριες κατηγορίες: σχεδιασμός βασισμένος στην προώθηση των δεικτών, ενσωματωμένη μνήμη, σχεδιασμός βασισμένος στη μάθηση και σχεδιασμός βασισμένος στην πρόβλεψη. Στο τέλος παρουσιάζεται η διαχείριση εντοπισμού θέσης στα ασύρματα δίκτυα με ATM.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Παράδειγμα διαχείρισης εντοπισμού θέσης κινητού χρήστη – Example of location management of a mobile user .....	6
Εισαγωγή στις γενικές έννοιες διαχείρισης εντοπισμού θέσης Introduction of the basic concepts of location management .....	9
Τεχνικές σελιδοποίησης και διαδικασίας εντοπισμού - Lookup and paging techniques .....	14
Τεχνική αντιγράφου- Replication technique .....	14
Αντίγραφο λειτουργιών συνόλου - Working Set Replication .....	14
Αντίγραφο με βάση το προφίλ χρήστη - User profile replication .....	15
Ιεραρχική τεχνική αντιγράφων - Hierarchical Replication .....	15
Εναποθήκευση - Caching .....	16
Εναποθήκευση στην αρχιτεκτονική δύο επιπέδων – Caching in two tier architecture .....	17
Εναποθήκευση στην ιεραρχική αρχιτεκτονική – Caching in hierarchical architecture .....	17
Τεχνικές επιλεκτικής σελιδοποίησης - Selective paging techniques .....	19
Επιλεκτική σελιδοποίηση με βάση την πιθανότητα θέσης - Selective paging given the location probability .....	19
Επιλεκτική σελιδοποίηση με χρήση γεωγραφικών πληροφοριών - Selective paging using geographical information .....	19
Επιλεκτική σελιδοποίηση με χρήση πληροφορίας κινητικότητας - Selective paging using mobility information .....	20
Τεχνικές αναπροσαρμογής θέσης -Location update techniques .....	20
Τεχνική προώθησης δεικτών - Forwarding pointers techniques .....	21
Τεχνική ενσωματωμένης μνήμης - build in memory technique .....	23
Τεχνικές βασισμένες στη μάθηση – learning based techniques .....	24
Τεχνικές βασισμένες στην πρόβλεψη – Prediction based techniques .....	26
Πρωτόκολλο διαχείρισης δεδομένων για ασύρματα ATM δίκτυα – Location management in mobile ATM networks .....	28
Σχέδια καταλόγων θέσης - Location Register Schemes .....	28
Κινητό PNNI – Mobile PNNI .....	28
Συμπεράσματα – Conclusions .....	30
Αναφορές, Βιβλιογραφία – References, Bibliography .....	31

## Εισαγωγή - Introduction

Η ταχεία ανάπτυξη της ασύρματης τεχνολογίας επικοινωνιών, όπως τα κυψελοειδή δίκτυα, οι φορητοί υπολογιστές, το ασύρματο LANs, εκτός από την αύξηση της απαίτησης των χρηστών που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση στην πληροφορία ανεξάρτητα από τη θέση τους, οδήγησε στην εισαγωγή ενός συνόλου προκλητικών προβλημάτων για τους σχεδιαστές δικτύων. Παραδείγματα τέτοιων προβλημάτων είναι η διαχείριση εντοπισμού θέσης, η μεταγωγή, η εξασφάλιση των πόρων, εγγυήσεις για την ποιότητα υπηρεσίας (QoS) και άλλα, τα οποία γίνονται πιο προκλητικά καθώς το μέγεθος του δικτύου και ο πληθυσμός των χρηστών αυξάνεται.

Στα ενσύρματα δίκτυα οι χρήστες δε μετακινούνται. Εξαιτίας αυτού υπάρχει μια σταθερή σχέση μεταξύ του χρήστη (ταυτότητα, διεύθυνση) και της θέσης του. Ξέροντας το χρήστη αυτομάτως προσδιορίζεται και η θέση του. Σε αντίθεση στα κινητά ασύρματα δίκτυα, οι χρήστες μπορούν να μετακινηθούν οπότε η ταυτότητα του χρήστη/ διεύθυνση δεν παρέχει πλέον πληροφορίες θέσης. Σαν συνέπεια απαιτείται κάποιος μηχανισμός εντοπισμού θέσης για να παραδώσει τις πληροφορίες που προορίζονται για τον συνδρομητή. Η διαχείριση αυτού του μηχανισμού εντοπισμού κινητών χρηστών θα αποτελέσει το αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας.

## Παράδειγμα διαχείρισης εντοπισμού θέσης κινητού χρήστη – Example of location management of a mobile user

Θα επιχειρηθεί μια πρώτη γνωριμία με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας στην Ευρώπη, το GSM [1]. Το δίκτυο GSM από λειτουργικής πλευράς χωρίζεται σε 2 τμήματα:

- ⇒ Το τμήμα μεταγωγής
- ⇒ Το ραδιοηλεκτρικό τμήμα

Οι επιμέρους ενότητες του τμήματος μεταγωγής που αφορούν τον εντοπισμό ενός κινητού χρήστη είναι:

⇒ Το κέντρο κινητού χρήστη (Mobile Switching Center – MSC). Αυτό φέρει σε πέρας όλες τις λειτουργίες που συναρτώνται με την παροχή κινητής τηλεφωνίας εντός μιας γεωγραφικής περιοχής και καλείται περιοχή καλύψεως του εν λόγω κέντρου.

⇒ Την οικεία βάση δεδομένων εγγραφής (Home Location Register – HLR) η οποία περιλαμβάνει πάγιες πληροφορίες του συνδρομητή (Εικόνα 1)

⇒ Τη βάση επίσκεψης (Visited Location Register – VLR) που είναι η λειτουργική μονάδα που δυναμικά φυλάει πληροφορίες συνδρομητών, όταν ο συνδρομητής βρίσκεται στην περιοχή που εποπτεύεται από αυτήν



Εικόνα 1 Η γεωγραφική οργάνωση των περιοχών εξυπηρέτησης GSM.

Οι επιμέρους ενότητες του ραδιοηλεκτρικού συστήματος που αφορούν τον εντοπισμό ενός κινητού χρήστη είναι:

⇒ Τους σταθμούς βάσεως (BSS) που είναι οι διατάξεις που δίνουν κάλυψη σε κάποια προσδιορισμένη γεωγραφική ζώνη. Αποτελείται από μια μονάδα κεντρικού ελέγχου (Base station Controller – BSC) και από πολλές ομάδες πομποδεκτών (Base Station Tranceivers – BTS)

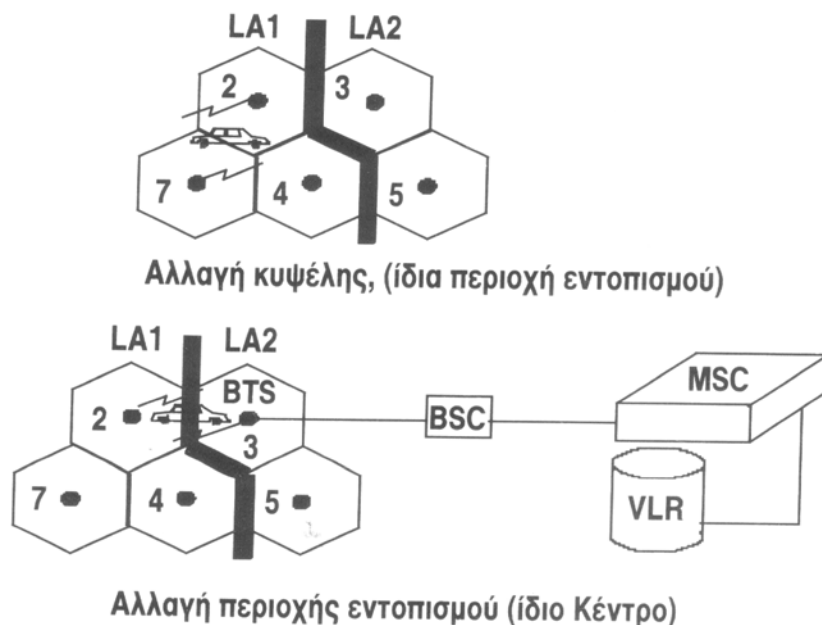
Όταν ένας κινητός χρήστης είναι ενεργοποιημένος αλλά αδρανής και κινείται μέσα σε μια περιοχή εντοπισμού (Location Area) είναι συντονισμένος σε μια ραδιοσυχνότητα. Κατά τη διάρκεια της κίνησης του μπορεί να μεταβεί σε άλλη κυψέλη.

Υπάρχουν τρεις περιπτώσεις εναλλαγής ή μετατομής κυψέλης:

⇒ Στην ίδια ή σε διαφορετική περιοχή εντοπισμού, με την ίδια μονάδα ελέγχου του ΣΒ (BSC). (Εικόνα 2)

⇒ Σε διαφορετική περιοχή εντοπισμού με διαφορετική μονάδα ελέγχου ΣΒ του ίδιου κέντρου (MSC) (Εικόνα 2) και

⇒ Σε περιοχή που ελέγχεται από διαφορετικά κέντρα (MSC).



**LA: Περιοχή εντοπισμού**

Εικόνα 2 Κίνηση του ΚΣ από κυψέλη σε κυψέλη της ίδιας μονάδας ελέγχου ΣΒ

Στην πρώτη περίπτωση εντοπισμού (locating) καθώς ο κινητός χρήστης κινείται απομακρυσμένος από την κεραία της ομάδας πομποδεκτών (BTS) που τον ελέγχει, η στάθμη ισχύος του σήματος που δέχεται μειώνεται. Όπως φαίνεται στο ανώτερο μέρος του επόμενου σχήματος, πλησιάζοντας στα όρια της κυψέλης 1 προς την κυψέλη 2 η οποία επίσης ανήκει στην ίδια περιοχή εντοπισμού (LA1) γίνεται εναλλαγή (handover) στις ραδιοσυχνότητες της γειτονικής κυψέλης.

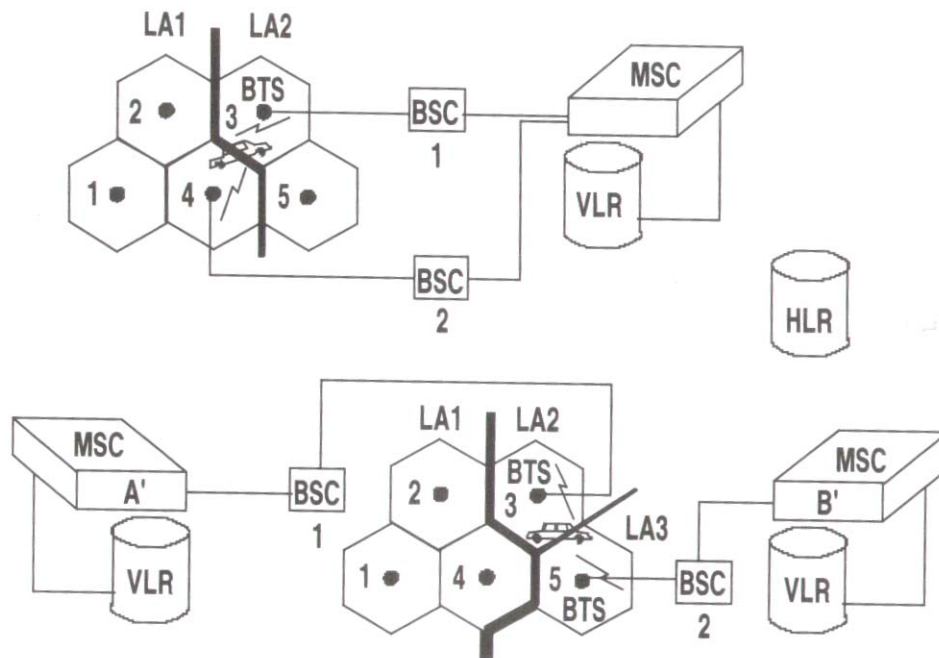
Μόλις με τις συνεχείς μετρήσεις βεβαιωθεί ότι η στάθμη από τη νέα ομάδα πομποδεκτών της κυψέλης 2 είναι πιο καλή ο σταθμός «κλειδώνεται» δηλαδή συντονίζεται σταθερά στη νέα συχνότητα χωρίς να ενημερωθεί το υπόλοιπο δίκτυο. Ο κινητός χρήστης λαμβάνει την νέα αυτή συχνότητα.

Ανάλογη περίπτωση (Εικόνα 2, κάτω μέρος) είναι η μετάβαση από την κυψέλη 2 στην κυψέλη 3, οποία ανήκει σε νέα περιοχή εντοπισμού (LA2).

Μόλις πληροφορηθεί ότι άλλαξε η ταυτότητα καθώς εισήλθε στην κυψέλη 3 υποχρεούται άμεσα να επανεγγραφεί (forced Registration) στη βάση επισκέψεως (MSC/VLR) ενημερώνοντας ότι βρίσκεται σε νέα περιοχή εντοπισμού (location update).

Οι άλλες δύο περιπτώσεις εικονίζονται στην εικόνα 3. Στο πάνω μέρος της

Εικόνας αλλάζει η περιοχή εντοπισμού (LA1 σε LA2) με μετάπτωση σε άλλη μονάδα BSC του ίδιου κέντρου. Στο κάτω μέρος αλλάζει η περιοχή εντοπισμού, αλλάζουν και τα

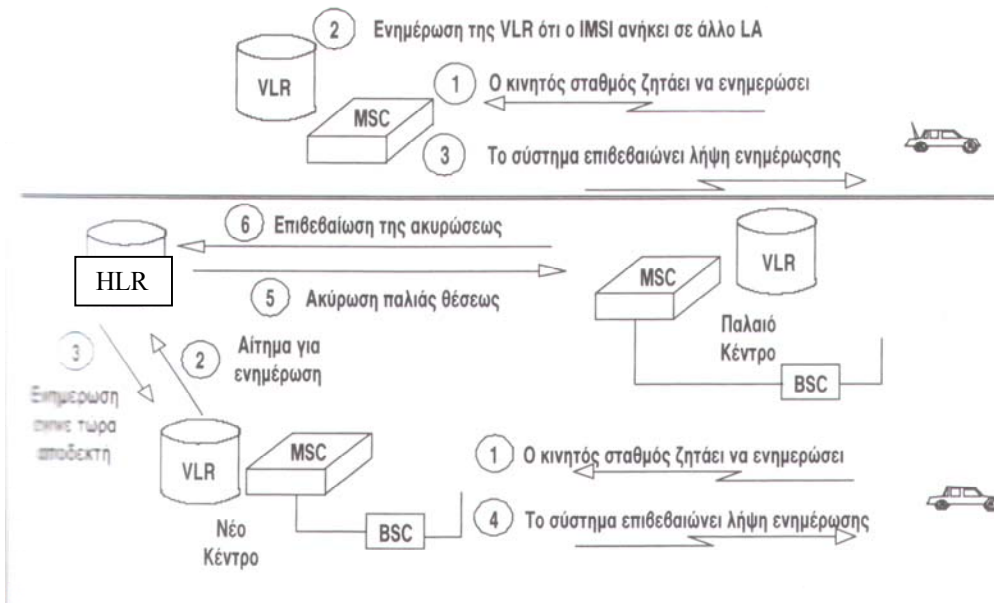


Εικόνα 3 Δύο διαφορετικές περιπτώσεις στις οποίες χρειάζεται επανεγγραφή από τον κινητό σταθμό που αλλάζει περιοχή εντοπισμού.

Οι διαδικασίες που συμβαίνουν στην δεύτερη και στην τρίτη περίπτωση εξηγούνται στην Εικόνα 4. (πάνω μέρος η 2<sup>η</sup> περίπτωση, κάτω μέρος η 3<sup>η</sup>)

Στην περίπτωση μετάβασης σε περιοχή που ελέγχεται από άλλο κέντρο η ουσιαστική διαφορά είναι συνεπώς ότι απαιτούνται πιο πολλές ενημερώσεις, ώστε μια εισερχόμενη κλήση να μπορεί να δρομολογηθεί σωστά. Το νέο κέντρο και η νέα βάση επίσκεψης ενημερώνουν την οικεία βάση του κινητού χρήστη. Η οικεία βάση με τη σειρά της διαγράφει την παλιά περιοχή εντοπισμού από τα στοιχεία της και αξιώνει από το παλιό κέντρο στο οποίο ως τότε βρισκόταν ο κινητός χρήστης (κυψέλη 3), να τον διαγράψει και η παλιά βάση επίσκεψης από τα αρχεία της.





Εικόνα 4 Διαδικασία ενημέρωσης του συστήματος από τον κινητό χρήστη, πάνω για την περίπτωση αλλαγής μονάδας ελέγχου (BSC) του ίδιου κέντρου και κάτω σε περίπτωση αλλαγής κέντρου

## Εισαγωγή στις γενικές έννοιες διαχείρισης εντοπισμού θέσης Introduction of the basic concepts of location management

Προκειμένου να επιτραπεί ο εντοπισμός των κινητών χρηστών, το σύστημα πρέπει να καταγράφει πληροφορίες για την τρέχουσα θέση τους.

**Η διαχείριση εντοπισμού θέσης ενός κινητού χρήστη αποτελείται από δύο κύριες δραστηριότητες**, σύμφωνα με το [2] που αποτέλεσε σημείο αναφοράς για τη δομή της εργασίας, την.:

- ⇒ Αναπροσαρμογή/ ενημέρωση αλλαγής θέσης (location updates) και
- ⇒ διαδικασία εντοπισμού (lookups).

Η αναπροσαρμογή θέσης συμβαίνει όταν ο κινητός οικοδεσπότης στέλνει ένα μήνυμα για να ενημερώσει την αποθηκευμένη θέση του ενώ η διαδικασία εντοπισμού όταν πρέπει να εντοπισθεί ένας χρήστης κάθε φορά που γίνεται μια κλήση προς εκείνο το χρήστη ή όταν ένα μήνυμα στέλνεται σε αυτόν. Η αναπροσαρμογή θέσης και η διαδικασία εντοπισμού αξιολογούνται από τον αριθμό μηνυμάτων που στέλνονται, το μέγεθος των μηνυμάτων, την απόσταση που το μήνυμα πρέπει να ταξιδέψει, το εύρος ζώνης που καταναλώνεται, την υπερφόρτωση και στην καθυστέρηση που υπόκειται η απάντηση μιας ερώτησης εντοπισμού θέσης. Ένας καλός σχεδιασμός εντοπισμού θέσης πρέπει να προσπαθήσει να βελτιστοποιήσει όλες αυτές τις παραμέτρους γιατί τα μελλοντικά προσωπικά συστήματα επικοινωνιών (PCS) θα υποστηρίζουν έναν τεράστιο πληθυσμό χρηστών και ένα δίκτυο που εκτείνεται σε μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή. Σε τέτοια συστήματα, η σηματοδότηση και η υπερφόρτωση στην επεξεργασία για τον εντοπισμό των κινητών χρηστών αναμένεται να αυξηθεί εντυπωσιακά.

Επομένως, η παραγωγή ικανών σχεδιασμών για τον εντοπισμό κινητών χρηστών είναι ένα κρίσιμο ζήτημα στην κινητή τεχνολογία.

**Οι τεχνικές διαχείρισης εντοπισμού θέσης ταξινομούνται σε δύο βασικές αρχιτεκτονικές:**

- ⇒ αρχιτεκτονική δύο επιπέδων και

⇒ ιεραρχική αρχιτεκτονική.

Στο σχέδιο της αρχιτεκτονικής 2 επιπέδων, η τρέχουσα θέση του χρήστη αποθηκεύεται σε δύο θέσεις στο δίκτυο:

⇒ οικεία βάση δεδομένων εγγραφής (HLR), που συνδέεται με κάθε χρήστη, διατηρεί την τρέχουσα θέση του χρήστη και ενημερώνεται σε κάθε κίνηση.

⇒ Στη βάση επισκεπτών (Εικόνα 2,3, 5)

όπως έχει παρουσιασθεί στο κεφάλαιο 2

Η βάση επισκεπτών (VLR), διατηρείται σε κάθε ζώνη. Αποθηκεύει ένα αντίγραφο από το προφίλ του χρήστη που δεν είναι στην οικεία/ σταθερή θέση του αλλά αυτήν την περίοδο είναι τοποθετημένος σε εκείνη την ζώνη. Όταν ένας χρήστης στην κυψελίδα  $i$  καλεί τον χρήστη  $x$ , η βάση επισκεπτών ζώνης  $i$  ρωτάται αν βρίσκεται εκεί. Εάν δεν βρίσκεται εκεί, κατόπιν ρωτάται η οικεία βάση του  $x$ . Την αρχιτεκτονικές 2 επιπέδων υιοθετούν τα πρότυπα IS-41 και GSM.

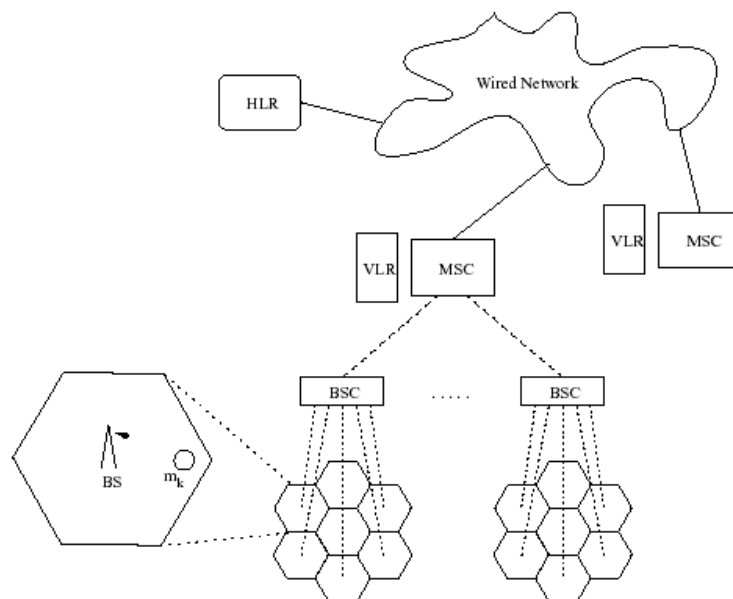
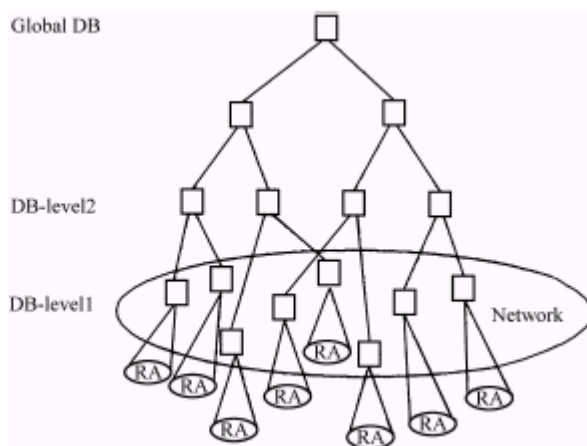


Fig. 1. PCS architecture.

### Εικόνα 5

Οι ιεραρχικοί σχεδιασμοί εντοπισμού θέσης επεκτείνουν την αρχιτεκτονική των δύο επιπέδων με το να διατηρούν μια ιεραρχία των βάσεων δεδομένων θέσης συνήθως μέσα από τη μορφή ενός δέντρου, όπου μια βάση δεδομένων θέσης σε έναν κόμβο φύλλων εξυπηρετεί μια ενιαία ζώνη και περιέχει τις καταχωρήσεις για όλους τους χρήστες που εγγράφονται σε αυτήν την ζώνη. Μια βάση δεδομένων θέσης σε πιο υψηλό επίπεδο περιέχει τις πληροφορίες θέσης για τους χρήστες που βρίσκονται σε επίπεδα κάτω από αυτήν στην ιεραρχία (Εικόνα 6).



Εικόνα 6

Η ενημέρωση για τη θέση ενός χρήστη  $X$  ο οποίος κινείται από μια θέση  $i$  σε μία θέση  $j$  περιλαμβάνει την αποστολή ενός μηνύματος εγγραφής από τον  $j$  στον “γονέα” κόμβο και τη διάδοση προς τα επάνω στο δέντρο μέχρι την είσοδο όπου βρίσκεται το  $X$ . Αυτό θα συμβεί στον κόμβο που είναι ο λιγότερο (πιο κοντινός) κοινός πρόγονος του  $i$  και του  $j$  στο δέντρο, αναφερόμενος ως  $LCA(i,j)$ . Κατόπιν ένα μήνυμα διαδίδεται από τον  $LCA(i,j)$  κάτω στο δέντρο στον κόμβο  $i$  διαγράφοντας το χρήστη από τις βάσεις δεδομένων στο συγκεκριμένο μονοπάτι.

Η αναζήτηση να βρεθεί ο χρήστης της θέσης  $i$  ο οποίος βρίσκεται αυτήν την περίοδο στη θέση  $j$ , αρχίζει ρωτώντας το κόμβο φύλλου  $i$  και προχωρώντας επάνω το δέντρο μέχρι μια βάση δεδομένων να βρεθεί που να περιέχει μια είσοδο για το χρήστη, η οποία θα είναι η  $LCA(i,j)$ . Ένα μήνυμα διαδίδεται προς τα κάτω στο δέντρο από το  $LCA(i,j)$  μέχρι το  $j$  να βρεθεί όπου και να βρίσκεται ο χρήστης. Τα Ιεραρχικά σχέδια μειώνουν τα γενικά έξοδα επικοινωνίας ειδικά όταν οι περισσότερες κλήσεις και κινήσεις είναι εντοπισμένες, ενισχύουν την εξελξιμότητα και δεν χρειάζεται να δεσμεύουν ένα χρήστη σε ένα HLR. Αφ' ετέρου, το κόστος της αναπροσαρμογής θέσης και εντοπισμού αυξάνει αφού ο αριθμός των βάσεων δεδομένων που ενημερώνεται και που ρωτάτε είναι μεγαλύτερος από το σχέδιο των δύο επιπέδων.

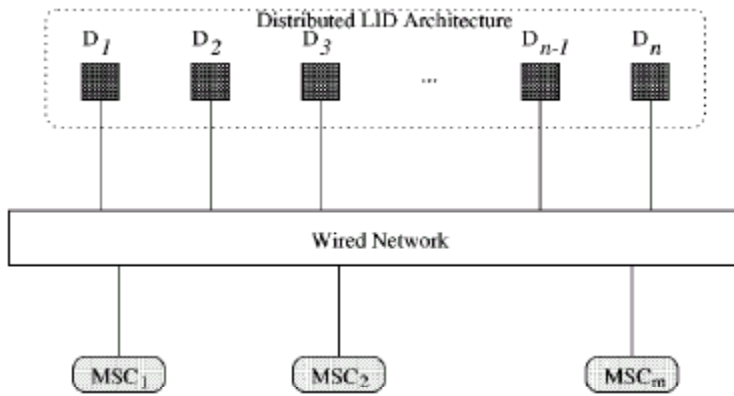
Από μια άλλη οπτική γωνία που αφορά την αρχιτεκτονική δικτύων, το δίκτυο αποθηκεύει τη θέση του κινητού στις βάσεις δεδομένων πληροφοριών θέσης (Location Information Databases, LIDs) [3]

**Οι αρχιτεκτονικές διαχωρίζονται σε συγκεντρωμένες και διανεμημένες.** Μια κεντρική βάση δεδομένων είναι απλούστερη στην εφαρμογή και στη διαχείριση. Έχει επίσης μια καλύτερη απόδοση στην καθυστέρησης σύνδεσης, δεδομένου ότι οι πληροφορίες θέσης μπορούν να προσεγγιστούν από μια ενιαία ερώτηση.

Εντούτοις, μια συγκεντρωμένη αρχιτεκτονική δεν είναι ούτε εξελικτική ούτε ανεκτική σε λάθη. Επιπλέον, καθώς ο αριθμός των κινητών αυξάνεται, το αυξανόμενο φορτίο έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα της υπηρεσίας (QoS) που παρέχεται από το δίκτυο.

Μια διανεμημένη αρχιτεκτονική (Εικόνα 7) βάσεων δεδομένων παρέχει την ανοχή λαθών, εξελξιμότητα και διαμορφωσιμότητα, εις βάρος της αυξανόμενης κυκλοφορίας ελέγχου και της καθυστέρησης σύνδεσης. Παράδειγμα διανεμημένης αρχιτεκτονικής είναι οι ιεραρχικοί σχεδιασμοί που αναφέρονται παραπάνω.

Στο [3] επίσης εξετάζεται μια διανεμημένη αρχιτεκτονική βάσεων δεδομένων για τη διαχείριση θέσης στην οποία τα φορτία αναπροσαρμογών και ερώτησης των μεμονωμένων βάσεων δεδομένων είναι ισορροπημένα. Λαμβάνονται τα χαμηλότερα όρια στη χειρότερη περίπτωση καθυστέρηση στον εντοπισμό ενός κινητού χρήστη, στη μέση καθυστέρηση, και στην πιθανότητα φραξίματος κλήσης. Ένας αλγόριθμος υλοποιείται που εφαρμόζει τα όρια, είναι απλός με ικανοποιητικά αποτελέσματα.



A distributed location database architecture.

Εικόνα 7

**Οι τεχνικές για εντοπισμό των χρηστών μπορούν να εντοπισθούν μεταξύ δύο ακραίων σημείων.**

Στο ένα άκρο, όποτε υπάρχει μια κλήση προς έναν χρήστη, το σύστημα ψάχνει ολόκληρο το δίκτυο για να εντοπίσει εκείνο τον χρήστη. Αυτή η προσέγγιση τείνει να γίνει μια εκπεμπόμενη τακτική που εξαλείφει το κόστος ενημέρωσης αλλά υφίσταται τα μέγιστα γενικά έξοδα σε επίπεδο σηματοδοσίας. Στο άλλο άκρο, στην κάθε κίνηση του χρήστη, όλοι οι διακομιστές (server) στο δίκτυο ενημερώνονται για να κρατήσουν την ακριβή θέση του χρήστη. Αυτό μειώνει το κόστος εντοπισμού του χρήστη δεδομένου ότι φθάνει μια απλή ερώτηση σε μία τοπική βάση δεδομένων αλλά το κόστος της ενημέρωσης (αναπροσαρμογής) αυξάνεται εντυπωσιακά. Διάφορες προσεγγίσεις έχουν επινοηθεί που βρίσκονται μεταξύ αυτών των δύο άκρων και προσπαθούν να ισορροπήσουν το κόστος των αναπροσαρμογής ενάντια στο κόστος εντοπισμού.

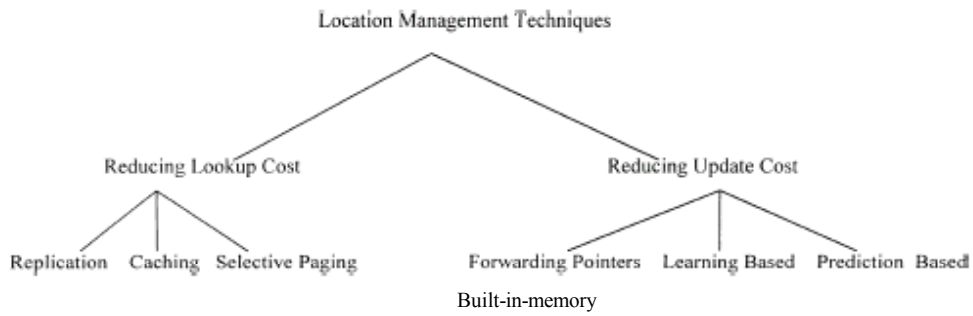
Η απόδοση των τεχνικών εντοπισμού θέσης εξαρτάται ιδιαίτερα από την κίνηση και από το σχεδιασμό κλήσης των κινητών χρηστών. Εκφράζεται από την αναλογία κλήσης προς κινητικότητα, **CMR** ενός χρήστη που καθορίζεται ως μέσος αριθμός κλήσεων σε έναν χρήστη ανά μονάδα χρόνου, διαιρεμένη με το μέσο αριθμό κινήσεων που έγιναν από το χρήστη ανά μονάδα χρόνου. Το τοπικό CMR (LCMR) είναι μια ακόμη σημαντική παράμετρος που περικλείει την προέλευση των κλήσεων. Το  $LCMR(i,j)$  καθορίζεται ως ο μέσος αριθμός κλήσεων σε έναν χρήστη  $i$  που προέρχεται από τη ζώνη  $j$  και διαιρείται με το μέσο αριθμό κινήσεων που γίνονται από το  $i$  ανά μονάδα χρόνου. Για τα ιεραρχικά μοντέλα, το  $LCMR_i, j$  επεκτείνεται για να περικλείει τις κλήσεις που προέρχονται από το  $j$  και όλους τους απογόνους του.

Στη συνέχεια **ταξινομούνται οι διάφορες προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση εντοπισμού θέσης των κινητών χρηστών.** Η έμφαση δίδεται στις θεμελιώδεις τεχνικές που βρίσκονται κάτω από τις προτεινόμενες προσεγγίσεις καθώς και στην ταξινόμησή τους σε διάφορες διαστάσεις.

Βασικά ταξινομούνται σε δύο κύριες κατηγορίες:

⇒ στρατηγικές που εστίασαν στη μείωση του κόστους αναπροσαρμογής/ ενημέρωσης ενάντια σε

⇒ αυτές που εστιάζουν στη μείωση του κόστους εντοπισμού όπως φαίνεται στην εικόνα 8



Εικόνα 8

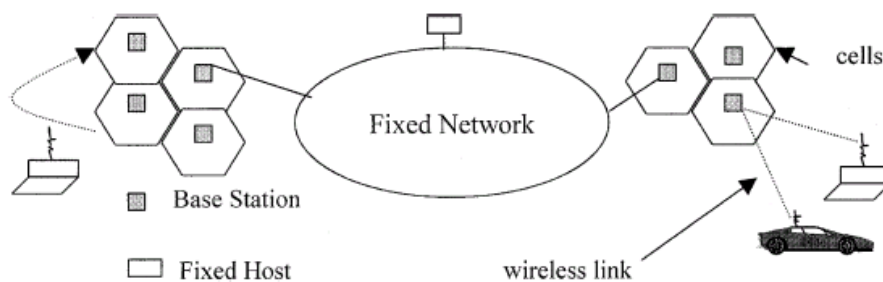
Διαφορετικές προσεγγίσεις περιγράφονται και οι πιθανές μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις συζητούνται. Με τον προσδιορισμό των βασικών τεχνικών, τα διάφορα χαρακτηριστικά τους και τις παραμέτρους μετρικών και δαπανών που χρησιμοποιούνται, νέες προσεγγίσεις στο πρόβλημα μπορούν να αναπτυχθούν με το συνδυασμό των τεχνικών και την εστίαση στις σημαντικές παραμέτρους και τα χαρακτηριστικά τους.

Η μέχρι στιγμής έρευνα έχει θεωρήσει διάφορα και διαφορετικά επίπεδα ταξινόμησης για τον εντοπισμό θέσης.

Στο [4] μια περιεκτική έρευνα παρουσιάζεται ταξινομώντας τις στρατηγικές, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική, σε σχέδια δύο επιπέδων και ιεραρχικά σχέδια.

Στα [5-8], **οι διάφοροι σχεδιασμοί είναι ταξινομημένοι σε βασισμένους στο χρόνο, βασισμένους στην απόσταση και βασισμένους στη μετακίνηση** σύμφωνα με το είδος κατώτατου ορίου που χρησιμοποιείται για να αρχίσουν οι αναπροσαρμογές (updates). Δηλαδή στο βασισμένο στο χρόνο σχεδιασμό ο χρήστης ενημερώνει περιοδικά μετά από ένα διάστημα  $\Delta T$ , στο βασισμένο στη μετακίνηση ο χρήστης ενημερώνει μετά από ένα κατώτατο όριο μετακινήσεων και στο βασισμένο στην απόσταση ενημερώνει εάν έχει μετακινηθεί πάνω από ένα κατώτατο όριο  $\Delta T$  [9].

Το μοντέλο συστήματος στο οποίο θα αναφέρονται οι διάφορες τεχνικές έχει στοιχεία από αυτό του κεφαλαίου 2. Έτσι είναι βασισμένο στην υπάρχουσα κυψελοειδή υποδομή και αποτελείται από ένα ενσύρματο σπονδυλωτό δίκτυο (wired backbone network) και έναν μεγάλο αριθμό κινητών χρηστών που περιπλανώνται σε μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή. Η περιοχή κάλυψης διαιρείται σε κυψέλες με προκαθορισμένα όρια. Ο κεντρικός μηχανισμός που εξοπλίζεται κεντρική με μια ασύρματη διεπαφή, αποκαλούμενη Σταθμός Βάσεως (BS) ή κινητός σταθμός υποστήριξης (MSS), είναι εγκατεστημένος μέσα σε κάθε κυψέλη και συνδεδεμένος με το κεντρικό δίκτυο. Κάθε ένας σταθμός βάσεως εξυπηρετεί όλους τους κινητούς χρήστες μέσα στη κυψέλη του μέσω των ασύρματων συνδέσεων του και ενεργεί ως μια πύλη για το κυψελοειδές δίκτυο στο υπάρχον δίκτυο ευρείας ζώνης. Επιπλέον, αυτό παρέχει τις λειτουργίες μεταγωγής για τους κινητούς χρήστες στην περιοχή του. Επίσης, αυτός είναι αρμόδιος για να παρακολουθεί τους κινητούς χρήστες και να αποστέλλει δεδομένα στη νέα θέση τους, είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση σύνδεσης και τη μεταγωγή (Εικόνα 9).



Εικόνα 9

Όταν ένας χρήστης κινείται, μπορεί να διασχίσει το όριο μεταξύ δύο κυψελών. Αυτήν την περίοδο, τα μεγέθη των κυψελών κυμαίνονται μεταξύ 1 και 2 μιλίων στη διάμετρο. Εντούτοις επειδή αυξάνεται ο πληθυσμός των κινητών χρηστών, ο αριθμός κυψελών μπορεί να μην είναι σε θέση να παρέχει το απαραίτητο επίπεδο υπηρεσιών. Για να εξυπηρετηθεί ο χρήστης χωρίς την αύξηση του εύρους ζώνης της κυψέλης αναμένεται στο μέλλον, τα κύτταρα να είναι πολύ μικρά, λιγότερο από 10 μ στη διάμετρο, παρέχοντας κάλυψη του εσωτερικού ενός κτηρίου. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες θα κινούνται αρκετά μεταξύ των ορίων των κυψελών και ο αριθμός αναπροσαρμογών θέσης μπορεί να αυξηθεί παρά πολύ.

## Τεχνικές σελιδοποίησης και διαδικασίας εντοπισμού - Lookup and paging techniques

Όταν ένα κινητό δέχεται μια κλήση ή ένα μήνυμα στέλνεται σε αυτό, το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να το εντοπίσει παρακολουθώντας τις μετακινήσεις του. Για να διευκολύνει την παρακολούθηση, το δίκτυο PCS διαίρεται στις περιοχές εντοπισμού (LAs). Κάθε LA μπορεί να περιέχει μία ή περισσότερες κυψέλες. Κατά συνέπεια **η διαδικασία εντοπισμού αποτελείται από δύο φάσεις:**

- ⇒ καθορισμός της περιοχής εντοπισμού που ο κινητός χρήστης βρίσκεται αυτήν την περίοδο, και
- ⇒ σελιδοποίηση των κυψελών αυτού της συγκεκριμένης περιοχής εντοπισμού για να καθορίσει την ακριβή κυψέλη όπου ο κινητός οικοδεσπότης, MH (mobile host) βρίσκεται

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να μειώσουν το κόστος της πρώτης περίπτωσης δηλαδή η τεχνική αντιγράφου και η τεχνική αποθήκευσης κρυφής μνήμης (caching) παρουσιάζονται πρώτα. Οι τεχνικές επιλεκτικής σελιδοποίησης παρουσιάζονται στη συνέχεια.

### Τεχνική αντιγράφου- Replication technique

Η αντιγραφή των πληροφοριών για τη θέση των χρηστών μπορεί να μειώσει αισθητά το χρόνο εντοπισμού δεδομένου ότι η θέση του επισκέπτη είναι πιθανότερο να ληφθεί από μια απλή ερώτηση στην τοπική βάση δεδομένων παρά από μια μακρινή ερώτηση με υψηλό ποσοστό λανθάνουσας κατάστασης.

Εντούτοις, το σχετικό κόστος της τεχνικής είναι το κόστος αναπροσαρμογών θέσης που αναλαμβάνεται διατηρώντας τα αντίγραφα συνεπή σε κάθε κίνηση του χρήστη. Επομένως, η θέση του χρήστη *i* που πρέπει να αντιγραφεί στη ζώνη *j* μόνο εάν η αποταμίευση στην καθυστέρηση εντοπισμού υπερβαίνει το κόστος αναπροσαρμογής (update cost)

### Αντίγραφο λειτουργιών συνόλου - Working Set Replication

Η μέθοδος λειτουργιών συνόλου εργασίας στηρίζεται στην παρατήρηση ότι ένας χρήστης επικοινωνεί πολύ συχνά με έναν μικρό αριθμό πηγών, που καλείτε σύνολο λειτουργιών. Κατά συνέπεια, για χαμηλή κινητικότητα, το κόστος αναζήτησης θα μειωνόταν εάν ο κινητός χρήστης ενημέρωνε όλες τις πηγές για την τρέχουσα διεύθυνσή του σε κάθε κίνηση.

Εντούτοις, η διατήρηση όλων των αντιγράφων αυξάνει το κόστος αναπροσαρμογής. Επομένως, προτείνεται ένας προσαρμοστικός αλγόριθμος που καθορίζει το σύνολο λειτουργιών δυναμικά και αποφασίζει εάν είναι περισσότερο αποδοτικό να παρέχει στην πηγή πληροφορίες για τη θέση του ή να επιτρέψει στην πηγή να καθοδηγήσει εκείνη τη σύνδεση χρησιμοποιώντας το συμβατικό σχεδιασμό HLR/ VLR. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί μερικές παραμέτρους που ενημερώνονται και αξιολογούνται στον κινητό οικοδεσπότη κάθε φορά που το κινητό κινείται. Βασικά η παρακάτω ανισότητα αξιολογείται:

$c_{is} * a > U_i * b$  όπου  $c_{is}$  είναι η συχνότητα που ο χρήστης  $i$  λαμβάνει τα μηνύματα από την πηγή  $s$ , και το  $a$  είναι το κόστος δρομολόγησης στο  $s$  για να εγκαταστήσει το  $a$  σύνδεση με τους κινητούς χρήστες. Όταν το CMR είναι χαμηλό το εκτιμώμενο κόστος αναπροσαρμογής είναι υψηλό και η πηγή  $s$  δεν προστίθεται στο σύνολο λειτουργιών και αναγκάζεται να αναζητήσει μέσω του HLR. Όταν το CMR είναι υψηλό, το εκτιμώμενο κόστος εντοπισμού είναι υψηλό και το  $s$  προστίθεται στο σύνολο εργασίας και στέλνει την τρέχουσα θέση του. Πρέπει να σημειωθεί ότι όταν ένας χρήστης κινείται, η ανισότητα πρέπει να επαναξιολογηθεί στον κινητό οικοδεσπότη για όλα τα μέλη του συνόλου λειτουργιών, το οποίο σημαίνει περισσότερο overhead για κινητό οικοδεσπότη. Οι μελέτες προσομοίωσης έδειξαν ότι βελτίωση επιτυγχάνεται σε υψηλό CMR. Εντούτοις το μόνο μέτρο δαπανών που εξετάστηκε ήταν η απόσταση μεταξύ των δύο κόμβων. Θα ήταν ενδιαφέρον στο μέλλον να εξεταστεί ο σχεδιασμός κάτω από άλλες μετρικές κόστους όπως το κόστος επικοινωνίας, το κόστος επεξεργασίας των αναπροσαρμογών, την αύξηση σηματοδοσίας και φορτίου στον κινητό οικοδεσπότη.

## Αντίγραφο με βάση το προφίλ χρήστη - User profile replication

Στο [2] αναφέρεται ένα σύστημα αντιγράφων σε επιλεγμένες περιοχές βασισμένο στα σχέδια κλήσης και κινητικότητα. Είναι παρόμοιο με τη μέθοδο συνόλου λειτουργιών αλλά τοποθετεί πρόσθετους περιορισμούς στους περιορισμούς σε σχέση με τους πόρους. Δηλαδή περιλαμβάνει την ικανότητα αποθήκευσης στη βάση δεδομένων που διατυπώνεται ως ο μέγιστος αριθμός αντιγράφων  $p_i$  που αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων στη ζώνη  $j$  και αριθμός αντιγράφων ανά χρήστη  $r_i$ . Με τους χρήστες  $M$  και τις ζώνες  $N$ , το συνολικό κόστος εκφράζεται ως :

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, Z_j \in R(P_i)}^M \beta * U - \alpha * C_{i,j}.$$

Μια ανάθεση αντιγράφων του προφίλ ενός  $P_i$  ενός χρήστη σε ένα σύνολο ζωνών βρίσκεται έτσι ώστε το κόστος ελαχιστοποιείται και οι περιορισμοί  $r_i$  και το  $p_j$  να διατηρούνται.

Παρουσιάστηκε αλγόριθμος βασισμένος στο ελάχιστο-κόστος, μέγιστο κόστος για να αποφασιστεί σχετικά με που τα προφίλ πρέπει να αποθηκευτούν

## Ιεραρχική τεχνική αντιγράφων - Hierarchical Replication

Στην ιεραρχική αρχιτεκτονική, η θέση των χρηστών θα μπορούσε να αντιγραφεί επιλεκτικά, όχι μόνο στους κόμβους φύλλων, αλλά και στους εσωτερικούς κόμβους της ιεραρχίας για να μειώσει το κόστος λανθάνουσας κατάστασης και το κόστος επικοινωνίας. Εντούτοις, αυτή η μείωση είναι εις βάρος του κόστους αναπροσαρμογής δεδομένου ότι τα αντίγραφα ενημερώνονται σε κάθε κίνηση.

Στο [10] ένα σύνολο από τεχνικές διαχείρισης βασισμένες σε ιεραρχικές βάσεις δεδομένων και αντιγραφής αναφέρεται. Προτείνουν να αντιγραφεί το προφίλ του χρήστη και να επεκταθεί η αντιγραφή στους εσωτερικούς κόμβους εάν το όφελος στην τοπική αναζήτηση σε αυτούς σε αυτά τα αντίγραφα υπερβαίνει το κόστος αναπροσαρμογών εξαιτίας της κινητικότητας του χρήστη. Θεωρούν ότι αυτό θα συνέβαινε όταν το CMR είναι πολύ υψηλό. Ο αλγόριθμος, τους HiPer υλοποιείται με βάση κάποιες παραμέτρους ( $N$ ,  $R_{min}$ ,  $R_{max}$ ,  $L$ ). Το αν θα αντιγραφεί κάτι ή όχι εξαρτάται :

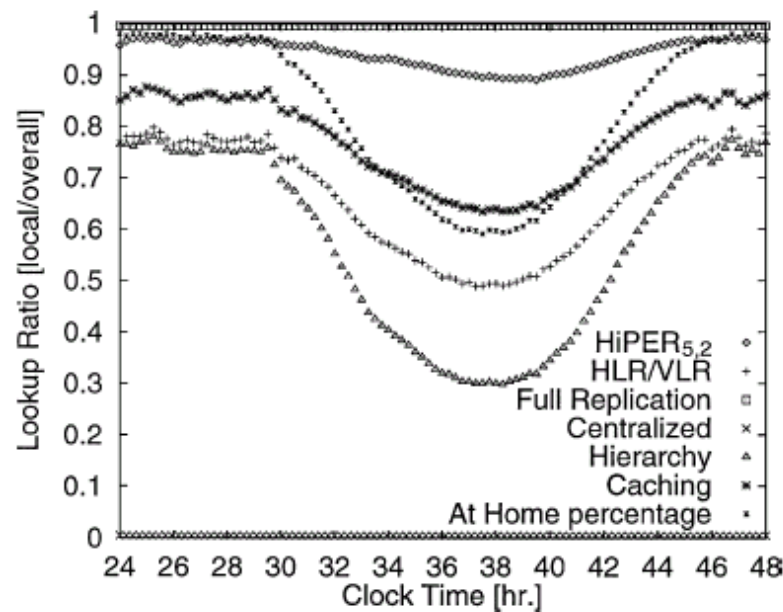
στη βάση δεδομένων  $j$ .  
 $\Rightarrow$  Εάν  $LCMR_{i,j} \geq R_{max}$ , επιλέγει πάντα να δημιουργήσει αντίγραφο στη βάση δεδομένων  $j$ , εάν οι περιορισμοί  $N$  και  $L$  έχουν ικανοποιηθεί

⇒ Εάν  $R_{\min} \leq LCMR_{i,j} < R_{\max}$ , επιλέγει ποτέ να δημιουργήσει αντίγραφο του προφίλ του  $i$  στη βάση δεδομένων  $j$  ανάλογα

Peak performance and features summary.

Feature	Simple Hierarchy	HiPER <sub>5,2</sub>	HLR/VLR	Caching
Life-long numbering	YES	YES	NO	NO
Remote lookups	1.0	0.16	0.73	0.63
Message bandwidth	1.0	0.86	0.74	0.76
Storage	1.0	2.65	1.41	1.83
Update cost	1.0	1.44	0.72	0.29

Εικόνα 10 Συγκριτικός πίνακας με άλλες γνωστές τεχνικές



Εικόνα 11

Στο [11] στον αλγόριθμο κατανομής η HOPPER έχει επεκτείνει το HiPer για να υποστηρίξει την απευθείας εκτίμηση του LCMR και να μετακινεί δυναμικά αντίγραφα στις κατάλληλες βάσεις δεδομένων. Θα ήταν ενδιαφέρον να τροποποιηθούν εκείνοι οι σχεδιασμοί καθιερώνοντας το όριο στο μέγιστο αριθμό αντιγράφων βασιζόμενων στην αναπροσαρμογή και όχι στο πόσο κοστίζει μια συνολική αποθήκευση. Θεωρείται ότι αυτή η ο μετρική είναι περισσότερο σημαντική ειδικά για τα μελλοντικά PCS όπου επιβάλλονται μεγάλα γενικά έξοδα και θα ήταν ένας καλύτερος δείκτης προς όφελος της τεχνικής.

## Εναποθήκευση - Caching

Η εναποθήκευση είναι βασισμένη στην ιδέα της επαναχρησιμοποίησης των πληροφοριών για τη θέση του χρήστη από την προηγούμενη κλήση που έγινε στον χρήστη. Βασικά, κάθε φορά που καλείται ένας χρήστης  $X$ , η θέση του  $X$  αποθηκεύεται σε αυτόν που κάλεσε, έτσι ώστε οποιαδήποτε επόμενη κλήση στο  $X$  που προέρχεται από εκείνο την περιοχή μπορεί να επαναχρησιμοποιήσει αυτές τις πληροφορίες. Αυτή η ιδέα προσπαθεί να εκμεταλλευτεί τη χωρική και χρονική τοπικότητα στις κλήσεις που λαμβάνουν οι χρήστες, και είναι παρόμοια με την ιδέα της εκμετάλλευσης της τοπικότητας στην πρόσβαση αρχείων στα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών.



## Εναποθήκευση στην αρχιτεκτονική δύο επιπέδων – Caching in two tier architecture

Στη αρχιτεκτονική δύο επιπέδων, όταν καλείται ένας χρήστης  $i$  από το  $j$ , η θέση του  $i$  εναποθηκεύεται στην VLR του  $j$ . Για το  $j$  που θέλει να εντοπίσει το χρήστη  $i$  ρωτάτε πρώτα η cache στο VLR του  $j$ . Εάν η θέση του  $i$  δεν βρεθεί, στη συνέχεια ρωτάτε η HLR του  $i$ . Εάν η θέση του  $i$  βρίσκεται στην VLR του  $j$ , κατόπιν προωθείτε η κλήση σε εκείνη την θέση. Εάν το  $i$  βρεθεί (cache hit), κατόπιν ολοκληρώνεται η κλήση. Διαφορετικά, σε περίπτωση αποτυχίας (cache miss) ρωτάτε η HLR του  $i$ . Σαφώς, η εναποθήκευση είναι χρήσιμη για εκείνους τους χρήστες που λαμβάνουν κλήσεις συχνά σχετικά με το ποσοστό με το οποίο κινούνται. Εντούτοις, σε περίπτωση αποτυχίας επιπλέον έξοδα πληρώνονται. Περαιτέρω οι καταχωρήσεις στην κρυφή μνήμη (cache) πρέπει να αναθεωρούνται και διάφορες προσεγγίσεις έχουν προταθεί για αυτό.

Στην πρόθυμη εναποθήκευση (eager caching), κάθε φορά που κινείται ένας χρήστης προς μια νέα θέση, ενημερώνονται όλες οι καταχωρήσεις στην cache για τη θέση εκείνου του χρήστη. Κατά συνέπεια, το κόστος των διαδικασιών κίνησης αυξάνεται για εκείνους τους χρήστες των οποίων η διεύθυνση αποθηκεύεται. Στην οκνηρή εναποθήκευση (lazy caching), η cache ενημερώνεται για τη θέση ενός δεδομένου χρήστη μόνο σε περίπτωση αποτυχίας (cache miss). Αφότου έρχεται σε επαφή με την HLR και η κλήση επιλυθεί, η είσοδος στην cache ενημερώνεται. Τα βασικά έξοδα που περιλαμβάνει η οκνηρή εναποθήκευση είναι αυτά σε περίπτωση αποτυχίας (cache miss).

Μια μελέτη απόδοσης παρουσιάζεται σύμφωνα με μια αναφορά στο [2] χρησιμοποιώντας την έννοια του (LCMR) για να ποσολογήσει τις δαπάνες και τα κέρδη με την εναποθήκευση και να εξετάσει τις κατηγορίες χρηστών για τους οποίους θα ήταν ευεργετικό. Επίσης παρουσιάζουν δύο αλγόριθμους για δυναμικό υπολογισμό του LCMR των χρηστών και έχουν ερευνήσει τα σχέδια κλήσης και κινητικότητας για τα οποία ο κάθε ένας αλγόριθμος θα ήταν χρήσιμος.

Επίσης μια βελτίωση σε αυτήν την εργασία παρουσιάζεται, όπου αποδεικνύεται ένα σχέδιο εναποθήκευσης βασισμένο πλήρως στο να διαδώσει τις αναπροσαρμογές θέσης των κινητών σε κάθε κόμβο για να παραγάγει τα υψηλότερα ποσοστά επιτυχούς εύρεσης στην κρυφή μνήμη.

## Εναποθήκευση στην ιεραρχική αρχιτεκτονική – Caching in hierarchical architecture

Στο [2] αναφέρονται τεχνικές εναποθήκευσης που έχουν υιοθετήσει την ιεραρχική αρχιτεκτονική για να εκμεταλλευτούν την τοπικότητα. Στη βασική στρατηγική, όταν τοποθετείται μια κλήση από το χρήστη  $i$  σε έναν χρήστη  $X$  τοποθετημένο στο  $j$ , ένα μήνυμα διαδίδεται από το  $i$  προς τα πάνω στο  $LCA(i,j)$  και έπειτα προς κάτω στο  $j$  και μήνυμα αναγνώρισης γυρνά από το  $j$  στο  $i$ . Η στρατηγική εναποθήκευσης αυξάνει τη διαδικασία κατά τη διάρκεια της επιστροφής πορείας έτσι ώστε ένα ζευγάρι δεικτών παράκαμψης να δημιουργείται. Ένας προς τα μπρος δείκτης παράκαμψης είναι μια είσοδος σε έναν πρόγονο του  $i$ , για παράδειγμα  $s$ , και δείχνει προς έναν πρόγονο του  $j$ , για παράδειγμα  $t$ , ενώ ο αντίστροφος δείκτης παράκαμψης είναι από το  $t$  στο  $s$ . Οι κόμβοι  $s$  και  $t$  μπορούν να είναι σε διαφορετικά επίπεδα του δέντρου. Κατά τη διάρκεια της επόμενης κλήσης από το  $i$  στο  $X$ , το μήνυμα πορεύεται στη βάση δεδομένων  $s$  έπειτα  $t$  καθένα  $t$  μέσω του  $LCA(i,j)$  ή μέσω μιας συντομότερης διαδρομής, εάν είναι διαθέσιμη στο δίκτυο.

Ομοίως, το μήνυμα ack χρησιμοποιεί τον αντίστροφο δείκτη παράκαμψης από το  $t$  στο  $s$ . Σε κάθε πάση περίπτωση η πρόσβαση στη βάση δεδομένων σε  $LCA(i,j)$  μπορεί να αποφευχθεί μειώνοντας έτσι το κόστος εντοπισμού. Προφανώς η αποτυχία της κρυφής μνήμης πρέπει να υπολογισθεί

Μία άλλη κατηγορία εναποθήκευσης είναι η πρόθυμη εναποθήκευση (eager caching) όπου οι καταχωρήσεις στην κρυφή μνήμη ενημερώνονται σε κάθε κίνηση. Όταν ένας χρήστης κινείται από τη θέση  $i$  προς το  $j$ , ένα μήνυμα εγγραφής/ διαγραφής διαδίδεται από

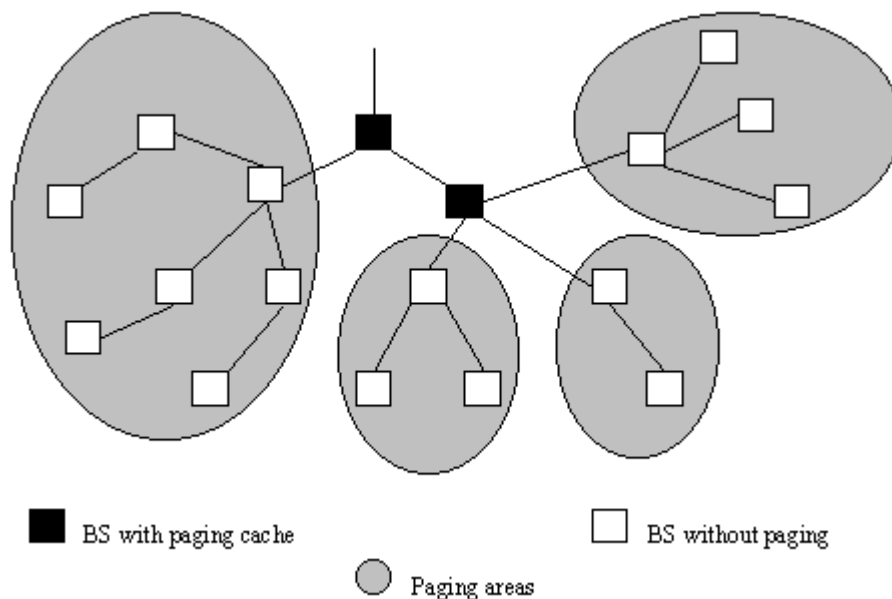
τον  $j$  στο  $i$  μέσω του  $LCA(i, j)$ . Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας οι δείκτες παράκαμψης που δεν ισχύουν πλέον διαγράφονται. Είναι σαφές ότι η εναποθήκευση θα είναι μόνο χρήσιμη για τους χρήστες που λαμβάνουν τις κλήσεις από ένα ή περισσότερα υποδέντρα (subtrees) σχετικά με το ρυθμό με τον οποίο διασχίζουν διαφορετικά υποδέντρα.

Καθορισμός του επιπέδου του  $s$  και του  $t$  επηρεάζει την απόδοση. Εάν το  $s$  τίθεται σε υψηλό επίπεδο στην ιεραρχία έπειτα θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τις ερωτήσεις όλων των κόμβων του υποδέντρου του, ως εκ τούτου περισσότεροι χρήστες μπορούν επωφεληθούν από την εναποθήκευση. Εντούτοις, αυτό αυξάνει την πορεία που διαπερνάται για να φθάσει στο  $s$ . Περαιτέρω, εάν το  $t$  τίθεται σε υψηλό επίπεδο οι δείκτες θα παραμείνουν έγκυροι εφ' όσον ο χρήστης κινείται στο εσωτερικό του subtree, μειώνοντας το κόστος της ακύρωσης της κρυφής μνήμης. Εντούτοις, αυξάνει το κόστος της αναζήτησης. Περισσότερη εργασία πρέπει να γίνει για να αξιολογήσει τη βέλτιστη τοποθέτηση των δεικτών παράκαμψης και ενός προσαρμοστικού σχεδίου που θέτει τα επίπεδα του  $s$  και το  $t$  είναι επιθυμητό.

Στο [2] αναφέρεται μια αξιολόγηση απόδοσης που έχει πραγματοποιηθεί για να ποσολογήσει τις δαπάνες και το όφελος της εναποθήκευσης με βάση το RCMR. Το RCMR καθορίζεται ως ο μέσος αριθμός κλήσεων από το υποδέντρο που η ρίζα του είναι στο  $s$  στο χρήστη ενώ είναι στο υποδέντρο που έχει ρίζα στο  $t$ . Έχει αποδειχθεί ότι για τους χρήστες με  $RCMR > 5$ , η κρυφή μνήμη μπορούν να οδηγήσει στη μείωση μέχρι 30% του συνολικού κόστους δικτύων και συνολικού χρόνου κλήσης. Μία άλλη έρευνα που αναφέρεται στο [2] επεκτείνει την αξιολόγηση από την άποψη του LCMR και παρόμοια αποτελέσματα επιτεύχθηκαν.

Η στρατηγική πρόθυμης εναποθήκευσης αποκομίζει το όφελος για ορισμένες κατηγορίες χρηστών, δηλαδή εκείνους που λαμβάνουν τις κλήσεις από ένα ή περισσότερα subtrees συχνότερα από το ρυθμό με τον οποίο διασχίζουν τις περιοχές εγγραφής (Registration Area) σε διαφορετικά subtrees. Όταν ένας χρήστης κινείται σε μια νέα περιοχή εγγραφής που δεν βρίσκεται ίδιο subtree που έχει ρίζα  $t$ , οι δείκτες παράκαμψης που θέτονται στο  $t$  διαγράφονται.

Μια άλλη στρατηγική, η δυναμική εναποθήκευση [12] κρατά τους διαγραμμένους δείκτες του προηγούμενου subtree για να βελτιώσει το κόστος ενημέρωσης. Τα αποτελέσματα προσομοίωσης δείχνουν ότι η δυναμική εναποθήκευση έχει την καλύτερη απόδοση επειδή προετοιμάζει δυναμικά τους δείκτες παράκαμψης στις κατάλληλες θέσεις. Συγκρίνεται η απόδοση της πρόθυμης εναποθήκευσης και της δυναμικής εναποθήκευσης. Τα αποτελέσματα σαφώς δείχνουν ότι ένα σχέδιο της δυναμικής εναποθήκευσης αποδίδει καλύτερα μεταξύ αυτών των στρατηγικών, και είναι καλύτερο από την πρόθυμη-εναποθήκευση όταν  $CMR > 2$ .



Εικόνα 12

## **Τεχνικές επιλεκτικής σελιδοποίησης - Selective paging techniques**

Αφού καθορισθεί η περιοχή θέσης όπου ο κινητός χρήστης βρίσκεται αυτήν την περίοδο, το δίκτυο πρέπει να ξέρει το ακριβές κελί προκειμένου να επικοινωνήσει με αυτόν. Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαδικασία της σελιδοποίησης. Στα κινητά συστήματα δεύτερης γενεάς οι στρατηγικές σελιδοποίησης και τα μηνύματα σελιδοποίησης μεταδίδονται σε όλα τα κύτταρα της περιοχής εντοπισμού (LA). Όταν ο κινητός χρήστης λάβει το σήμα σελιδοποίησης, απαντά πίσω και στη συνέχεια η σύνδεση μπορεί να ολοκληρωθεί. Αυτή η στρατηγική υφίσταται τα μέγιστα έξοδα λόγω του μεγάλου αριθμού μηνυμάτων σελιδοποίησης. Από την άλλη μεριά η καθυστέρηση σελιδοποίησης που συνδέεται με τον εντοπισμό ενός κινητού χρήστη ελαχιστοποιείται σε έναν κύκλο προσπάθειας δεδομένου ότι όλα τα κελιά σελιδοποιούνται συγχρόνως. Ένας κύκλος προσπάθειας είναι ως εξής. Το δίκτυο στέλνει ένα σήμα στο κελί στόχο. Εάν μια απάντηση δεν ληφθεί μέσα σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα ο κινητός χρήστης δεν είναι στο κελί στόχο. Ένα σημείο καμπής υπάρχει μεταξύ της ελαχιστοποίησης του κόστους σελιδοποίησης και της ελαχιστοποίησης της καθυστέρησης σελιδοποίησης που είναι δύο ερχόμενοι σε αντίθεση με στόχοι.

Διάφορες τεχνικές προσπαθούν να μειώσουν το κόστος σελιδοποίησης αλλά εις βάρος της αύξησης της καθυστέρησης σελιδοποίησης που πρέπει να είναι οριακή έτσι ώστε η ποιότητα της υπηρεσίας να μην υποβιβάζεται κάτω από ένα αποδεκτό όριο. Όλες υιοθετούν την ακόλουθη ιδέα. Για να μειώσει το κόστος σελιδοποίησης, η περιοχή εντοπισμού, LA διαιρείται σε τμήματα. Η σελιδοποίηση εκτελείται σε περισσότερα από ένα βήματα. Το τμήμα που ο κινητός χρήστης είναι πιθανότατα μέσα επιλέγεται και τα κελιά του σελιδοποιούνται ταυτόχρονα. Εάν η σελιδοποίηση αποτύχει, το επόμενο τμήμα επιλέγεται, και το σύστημα προχωρεί μέχρι να εντοπισθεί ο κινητός χρήστης. Ο αριθμός κελιών που σελιδοποιούνται μειώνεται αλλά αυξάνεται η καθυστέρηση σελιδοποίησης. Η επιλογή ενός κατάλληλου μέγιστου αριθμού τμημάτων μπορεί να δεσμεύσει αυτήν την καθυστέρηση. Οι τεχνικές διαφοροποιούνται στον τρόπο που η περιοχή (LA) χωρίζεται.

## **Επιλεκτική σελιδοποίηση με βάση την πιθανότητα θέσης - Selective paging given the location probability**

Προηγούμενες εργασίες έχουν προταθεί που καθορίζουν το βέλτιστο διαχωρισμό κελιών υποθέτοντας ότι η πιθανότητα κατανομής της τελικής θέσης δίνεται. Στο [2] αναφέρεται ότι, η βέλτιστη στρατηγική σελιδοποίησης για να ελαχιστοποιήσει το μέσο αριθμό θέσεων (BSs) που πρέπει να προσεγγισθούν παράγεται λαμβάνοντας υπόψη τη κατανομή πιθανότητας των θέσεων των χρηστών. Αυτή η πιθανότητα μπορεί να προέλθει από τις προηγούμενες μετρήσεις της κίνησης χρηστών που θα αποθηκεύονταν με το προφίλ του χρήστη. Εντούτοις, εκτενής σελιδοποίηση συστήματος πρέπει να γίνει στη χειρότερη περίπτωση που συνεπάγεται ένα τεράστιο ποσό κόστους σελιδοποίησης.

## **Επιλεκτική σελιδοποίηση με χρήση γεωγραφικών πληροφοριών - Selective paging using geographical information**

Εδώ προτείνονται σχεδιασμοί που δεν απαιτούν καμία γνώση για την κινητικότητα χρηστών.

Στους σχεδιασμούς, κάθε κελί στην περιοχή εντοπισμού, LA περιβάλλεται από δαχτυλίδια κελιών. Το κεντρικό κελί, που αποτελεί το δαχτυλίδι 0, είναι αυτό όπου εμφανίστηκε η τελευταία εγγραφή θέσης. Στη μία περίπτωση, ένα μήνυμα αναπροσαρμογής/ ενημέρωσης στέλνεται όταν η απόσταση του χρήστη από το κέντρο υπερβαίνει ένα όριο  $D$ . Σε μια 2<sup>η</sup> περίπτωση, ένα μήνυμα αναπροσαρμογής θέσης αρχίζει όταν ο αριθμός διασταυρώσεων του ορίου κελιών από τον εντοπισμό της τελευταίας εγγραφής ξεπεράσει μια οριακή τιμή  $D$ . Κατά συνέπεια, η συγκεκριμένη περιοχή καθορίζεται να είναι όλα τα κελιά

μέσα στην συγκεκριμένη απόσταση  $D$  από το κεντρικό κελί. Αυτή η περιοχή χωρίζεται σε  $k$  υποπεριοχές  $k = \min(n, D)$  και  $n$  καθορίζεται ως ο αριθμός προσπαθειών/ επαναλήψεων. Ο χωρισμός είναι βασισμένος στην τεχνική Κοντινότερη απόσταση πρώτα (Shortest Distance First). Κατά τη σελιδοποίηση, η δίκτυο προσεγγίζει όλα τα κελιά στην υποπεριοχή  $A0$  ταυτόχρονα. Εάν δεν βρεθεί ο κινητός χρήστης προσεγγίζει τα κελιά στην υποπεριοχή  $A1$ , και προχωρεί μέχρι να βρεθεί ο κινητός χρήστης. Βασίζεται στο γεγονός ότι ο κινητός χρήστης θα είναι πιθανότατα ακόμα κοντά στο τελευταίο αναφερόμενο κελί του.

Αυτοί οι σχεδιασμοί εγγυώνται ότι η μέγιστη καθυστέρηση σελιδοποίησης είναι  $n$ . Συγχρόνως, μειώνουν το κόστος σελιδοποίησης σε αντάλλαγμα μιας υψηλότερης αλλά οριακής καθυστέρησης σελιδοποίησης. Επιπλέον, υιοθετούν έναν αλγόριθμο που δε χρειάζεται να ξέρει την κατανομή της πιθανότητας της περιοχής εντοπισμού του κινητού χρήστη.

Αφ' ετέρου, υποθέτουν μια ιδιαίτερη τοπολογία των κελιών, δηλαδή την τοπολογία δαχτυλιδιών, για να απλοποιήσει την ανάλυση ενώ τα κελιά έχουν μια πιο τυχαία δομή. Θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθεί η δυνατότητα εφαρμογής ενός τέτοιου απλού σχεδιασμού σε μια τυχαία δομή κελιών. Επίσης, ο σχεδιασμός είναι στατικός και δεν εκμεταλλεύεται τα στατιστικά κλήσεων και το σχέδιο κινητικότητας του κινητού χρήστη. Η καθυστέρηση σελιδοποίησης που υφίσταται εξαρτάται από την ταχύτητα χρηστών και από το χρόνο που παρήλθε από την τελευταία ενημέρωση. Θεωρείται η χρήση πληροφοριών για τα σχέδια κινητικότητας και κλήσης του κινητού χρήστη μπορεί να οδηγήσει στα καλύτερα αποτελέσματα από άποψη κόστους και καθυστέρησης.

### **Επιλεκτική σελιδοποίησης με χρήση πληροφορίας κινητικότητας - Selective paging using mobility information**

Εδώ εφαρμόζεται η ίδια έννοια της επιλεκτικής σελιδοποίησης που αναφέρθηκε μέχρι τώρα αλλά ο χωρισμός είναι βασισμένος σε μια διαφορετική προσέγγιση. Η επιλεγμένη περιοχή χωρίζεται σε  $N$  τμήματα κάθε ένα από τα οποία περιέχει  $N$  κελιά. Ο χωρισμός είναι βασισμένος στα στατιστικά των εισερχόμενων κλήσεων και των χαρακτηριστικών κινητικότητας. Σε κάθε κλήση στον κινητό χρήστη, τα κελιά χαρτογραφούνται με βάση μια γραμμή πιθανότητας. Από αυτήν την χαρτογράφηση, ο σχεδιασμός επιλέγει το μέγεθος, τον αριθμό τμημάτων των κελιών που ανήκουν σε κάθε τμήμα με έναν τρόπο που να ελαχιστοποιεί το μέσο αριθμό σελιδοποιημένων κελιών με βάση τον περιορισμό καθυστέρησης.

Πάλι, αυτός ο σχεδιασμός μειώνει τον αριθμό μηνυμάτων σελιδοποίησης και είναι κατάλληλος για τα PCS δεδομένου ότι όσο μικρότερη είναι η περιοχή εντοπισμού (LA), τόσο μεγαλύτερη η μείωση στο κόστος σελιδοποίησης και τόσο μικρότερη η αύξηση στην καθυστέρηση σελιδοποίησης. Από την άλλη επειδή η χαρτογράφηση των κελιών σε μια γραμμή πιθανότητας εκτελείται μετά από κάθε πρόσκληση αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερη πολυπλοκότητα στους υπολογισμούς, ειδικά για τους χρήστες με το μεγαλύτερο αριθμό προσκλήσεων. Οι περαιτέρω μελέτες πρέπει να ερευνήσουν την επέκταση αυτής της προσέγγισης σε μια γενικότερη αρχιτεκτονική. Τέλος, για να μπορέσει αυτή η τεχνική να εφαρμοσθεί στη διαχείριση εντοπισμού θέσης, πρέπει να επεξηγήσει πώς θα ενσωματωθεί σε μια κατάλληλη στρατηγική αναπροσαρμογής θέσης.

### **Τεχνικές αναπροσαρμογής θέσης -Location update techniques**

Στο [2], αναφέρεται μια μελέτη για να εξετάσει τον αντίκτυπο του κόστους των αναπροσαρμογών θέσης στους πόρους του συστήματος και έχει αποδειχθεί ότι κάτω από υψηλή κίνηση, ο αντίκτυπος μπορεί να είναι πολύ σημαντικός. Τα γενικά έξοδα είναι και στα κανάλια επικοινωνίας, λόγω της σηματοδοσίας που ανταλλάσσεται για την ενημέρωση της θέσης, καθώς επίσης στην επιβάρυνση λόγω επεξεργασίας στο διακομιστή (server) εντοπισμού, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει γρήγορα σε μπλοκάρισμα των πόρων.

Αυτή η επιβάρυνση είναι ανησυχητική και υπάρχει μια ώθηση στις μελέτες για τις τεχνικές διαχείρισης θέσης που μειώνουν το κόστος αναπροσαρμογών.

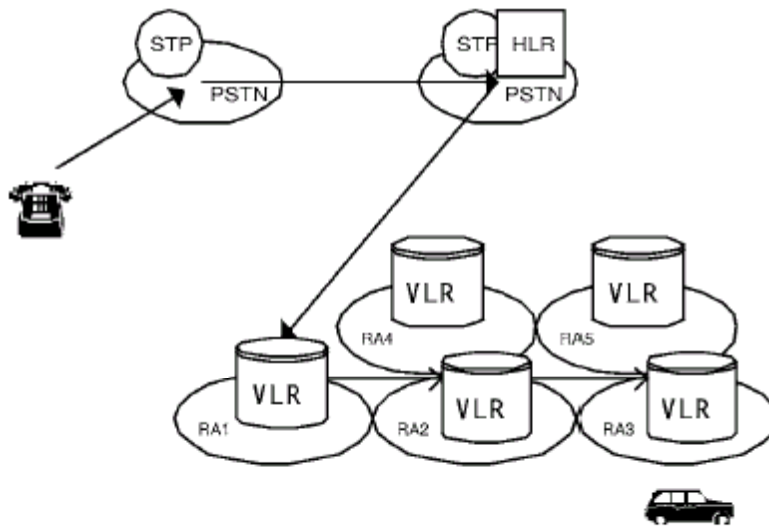
Θεωρείται ότι προκειμένου να επιτευχθεί μια μείωση της σηματοδοσίας κίνησης που παράγεται από τα μηνύματα αναπροσαρμογής θέσης το σύστημα πρέπει να ενημερωθεί καλύτερα για την κινητικότητα του χρήστη.

Εντούτοις, αυτές οι πληροφορίες δεν χρειάζεται να σταλούν σε κάθε κίνηση του χρήστη. Σε αυτό το τμήμα, η διαχείριση εντοπισμού θέσης θα εξεταστεί από αυτήν την προοπτική.

## Τεχνική προώθησης δεικτών - Forwarding pointers techniques

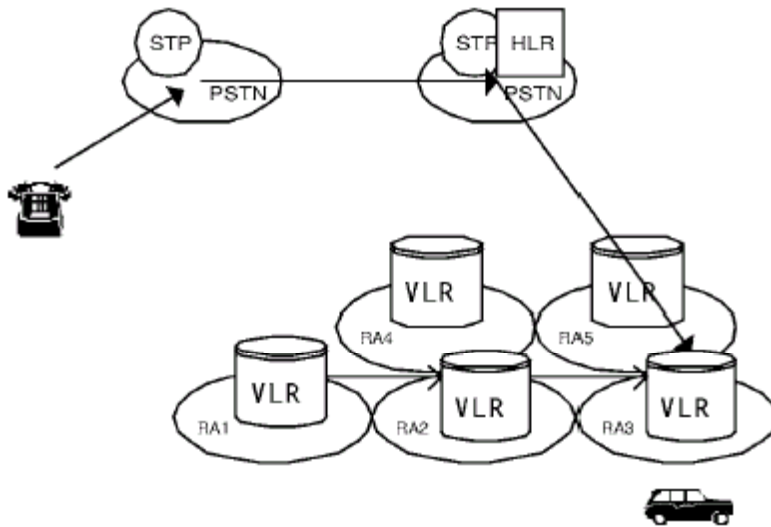
Στην προσπάθεια να μειωθεί ο αριθμός αναπροσαρμογών, προτείνεται η χρήση της προώθησης δεικτών στην αρχιτεκτονική δύο επιπέδων. Σε αυτήν την προσέγγιση, αντί της ενημέρωσης του HLR σε κάθε κίνηση, το VLR στην προηγούμενη θέση κρατά έναν δείκτη προς το VLR της νέας θέσης. (Εικόνα 13) Για να εντοπίσει έναν χρήστη (Εικόνα 14), ρωτάτε πρώτα το HLR, κατόπιν μια αλυσίδα από δείκτες προώθησης ακολουθείται μέχρι εκεί που βρίσκεται ο χρήστης. Για να δεσμευθεί η καθυστέρηση εντοπισμού, το μήκος της αλυσίδας περιορίζεται σε μια αξία K. Τεχνικές που να εντοπίζουν που διαγράφονται περιττοί βρόχοι είναι απαραίτητες. Αυτή η μέθοδος είναι ωφέλιμη για τους χρήστες με χαμηλό CMR, δηλ., χρήστες που λαμβάνουν κλήσεις σπάνια σχετικά με το ρυθμό με τον οποίο κινούνται δεδομένου ότι μειώνει το κόστος των αναπροσαρμογής θέσης. Εντούτοις, εισάγει επιβάρυνση κόστους και καθυστέρηση στη διαδικασία παράδοσης της κλήσης. Ένας χρήσιμος συνδυασμός είναι η προώθηση δεικτών κλήσης με τη χρήση κρυφής μνήμης για να επιταχύνουν τη διαδικασία εντοπισμού.

Στην απλή προώθηση δεικτών (Pointer Forwarding, PF) η εγγραφή γίνεται στην παλιά VLR. Στα πρωτόκολλα GSM IS-41 στην HLR. Ένας εναλλακτικός σχεδιασμός, η επιλεκτική προώθηση δεικτών [13] (Selective Pointer Forwarding scheme, SPF) αποφασίζει επιλεκτικά το σημείο εγγραφής μεταξύ VLRs που το κινητό έχει καταχωρηθεί προηγουμένως.



Pointer forwarding strategy.

Εικόνα 13



Searching path after the *call delivery* in pointer forwarding strategy.

#### Εικόνα 14

Η τεχνική προώθησης δείκτη έχει επεκταθεί και στο ιεραρχικό σχέδιο για να μειωθεί το κόστος των αναπροσαρμογών. Αντί της ενημέρωσης όλων των βάσεων δεδομένων στο μονοπάτι της ιεραρχίας, μόνο οι βάσεις δεδομένων μέχρι το επίπεδο  $m$  ενημερώνονται. Επιπλέον, ένας δείκτης τίθεται σε επίπεδο  $m$  που δείχνει την τρέχουσα θέση. Ο καλούμενος φθάνει στο χρήστη μέσω ενός συνδυασμού αναζήτησης βάσεων δεδομένων και ακολουθίας προωθημένων δεικτών. Αν και αυτός ο σχεδιασμός μειώνει το κόστος των αναπροσαρμογών δεδομένου ότι λίγοι εσωτερικοί κόμβοι ενημερώνονται, το κόστος της αναζήτησης μπορεί να αυξηθεί παρά πολύ. Μια ανάλυση για ανάπτυξη κρυφής μνήμης με τους ιεραρχικούς δείκτες προώθησης για να μειώσει το κόστος της εντοπισμού αναφέρεται στο [2]. Επίσης, παραλλαγές των τεχνικών με καθαρούς δείκτες προτείνονται για να περικόψουν το κόστος αναζήτησης. Ο συνδυασμός χρήσης κρυφής μνήμης με καθαρούς δείκτες (*purging pointers*) έδειξε ότι θα μπορούσε να βελτιώσει την απόδοση εντοπισμού. Εντούτοις, το κόστος της αποτυχία με τη χρήση κρυφής μνήμης δεν έχει υπολογισθεί. Περαιτέρω, η πολυπλοκότητα και τα γενικά έξοδα της διαδικασίας δεν έχουν ποσοτικοποιηθεί. Τέλος, τα γενικά έξοδα της ανίχνευσης των βρόχων μπορούν να γίνουν δύσκριστα καθώς το μέγεθος των κελιών μειώνεται δεδομένου ότι ένας χρήστης μπορεί να κινηθεί πέρα δώθε μεταξύ ενός συνόλου κελιών, το οποίο θα οδηγούσε σε μεγάλο αριθμό δεικτών που τοποθετούνται χωρίς λόγο έτσι ώστε να υποβιβάζει την καθυστέρηση σελιδοποίησης περαιτέρω.

Στο [2] μια διαφορετική προσέγγιση για τους δείκτες προώθησης αναφέρεται βασισμένη στην έννοια της σηματοδότησης των μαλακών καταστάσεων (*soft states signalling*) όπου η πληροφορία για την τοποθεσία εισάγεται σε κάθε κόμβο με χρήση χρονομετρητή. Όταν λήξει ο χρονομετρητής καθαρίζεται. Τα πακέτα που απευθύνονται σε έναν κινητό οικοδεσπότη καθοδηγούνται στις τρέχουσες BS σε μια *hop-by-hop* (αναπήδηση προς αναπήδηση) βάση, που αρχίζει από το HLR του. Κάθε κόμβος κατά μήκος της διαδρομής ξέρει σε ποια από τις θύρες του να προωθήσει τα πακέτα, διαδικασία που ονομάζεται *mapping* και που δημιουργείται με τη διαβίβαση πακέτων από τον κινητό χρήστη στην αντίστροφη πορεία. Αντίθετα από τους δείκτες προώθησης, αυτό το σχέδιο δεν χρειάζεται καθαρισμό από τους περιττούς δείκτες δεδομένου ότι οι χρονομετρητές είναι εγγυημένοι για να καθαρίσουν τις ξεπερασμένες καταχωρήσεις στην κρυφή μνήμη κάθε κόμβου. Επίσης, οι βρόχοι αποφεύγονται εύκολα. Εντούτοις, για να ανανεωθούν οι χρονομετρητές ο χρήστης πρέπει να στείλει τεχνητά πακέτα σε περίπτωση που δεν υπάρχει κανένα στοιχείο να στείλει. Επιπλέον, ανάλογα με το μέγεθος του δικτύου, ο χρόνος να σελιδοποιηθεί ένας κινητός χρήστης ίσως είναι μεγάλος και οδηγεί σε μια υψηλή καθυστέρηση σελιδοποίησης.

Ενώ αυτός ο σχεδιασμός προσπαθεί να μειώσει το κόστος των αναπροσαρμογών, αλλά προκειμένου να βελτιωθεί η καθυστέρηση σελιδοποίησης ένα επιπλέον κόστος επιβάλλεται που μπορεί να σαταλήσει τα οφέλη που προέρχονται από την αποταμίευση των αναπροσαρμογών.

Οι ακόλουθες δύο κατηγορίες χρησιμοποιούν μια διαφορετική έννοια: ενώ μειώνουν τον αριθμό των αναπροσαρμογών, στέλνουν στο μέγιστο τις πιθανές πληροφορίες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με την ιδέα της επιλεκτικής σελιδοποίησης για να βελτιώσουν την καθυστέρηση εντοπισμού.

## Τεχνική ενσωματωμένης μνήμης - build in memory technique

Σύμφωνα με την τεχνική ενσωματωμένης μνήμης [14] μια ενσωματωμένη μνήμη χρησιμοποιείται στον κινητό χρήστη που αποθηκεύει τα ίδια δεδομένα που αποθηκεύει και η HLR. Όταν ο χρήστης αλλάξει περιοχή εντοπισμού (LA) ζητάει την περιοχή εντοπισμού (LA) της οποίας η διεύθυνση είναι αποθηκευμένη στην ενσωματωμένη μνήμη να δημιουργήσει ένα δείκτη μεταξύ εκείνης προς τη νέα περιοχή εντοπισμού. Έτσι δε χρειάζεται ενημέρωση της HLR. Όταν ένας κινητός χρήστης καλείται η HLR του καλείται να βρει την περιοχή εντοπισμού. Ένα ο χρήστης δε βρίσκεται στη συγκεκριμένη περιοχή εντοπισμού τότε η νέα περιοχή βρίσκεται διασχίζοντας έναν δείκτη (Εικόνα 15)

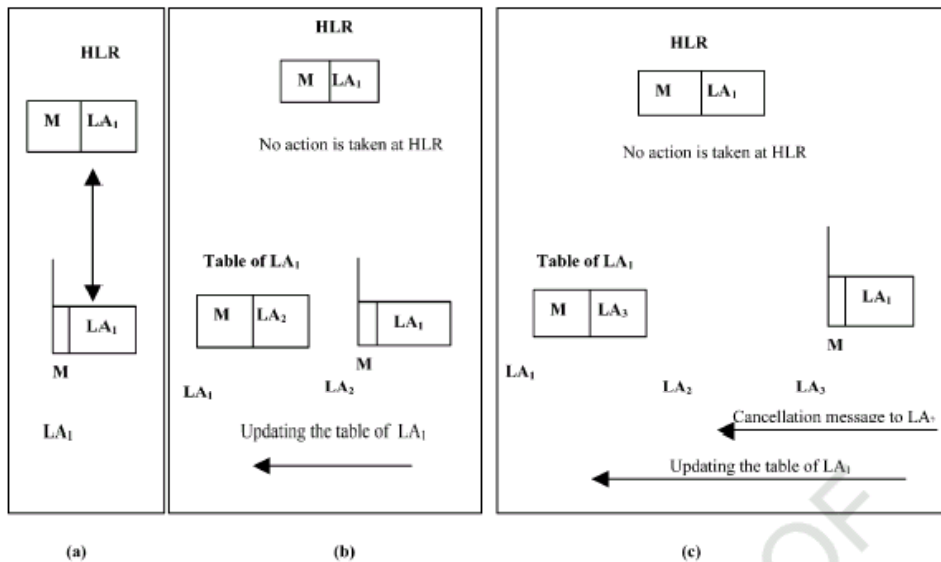


Illustration of the built-in memory model.

Εικόνα 15 Απεικόνιση του μοντέλου ενσωματωμένης μνήμης

Διαφορές στην υλοποίηση με την τεχνική προώθησης δεικτών [15]:

Forwarding pointer	Built in memory
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. If the MU moves into a new LA; if <math>i \neq L</math>, then go to 4.</li> <li>2. The MU registers with this new LA and sends a cancellation message to the previous LA.</li> <li>3. The previous LA sets up a pointer to the new LAs, deregisters the MU from its VLR, and sends the profile of the MU to the new LA; then <math>i</math> is incremented by 1. Go back to step 1.</li> <li>4. Perform the IS-41 location update procedure.</li> <li>5. Delete the pointers' chain and initialize <math>i</math> to 0. associated pointer table.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. If the MU moves to a new LA then continue, (a) if the MU move is intra_LSTP then jump to 2; (b) execute the IS-41 location update procedure and go back to 1</li> <li>2. The MU registers at the new LA passing the addresses of its previous and forwarding LAs;</li> <li>3. If the MU's previous LA is equal to the MU's forwarding LA then continue; otherwise jump to 4</li> <li>(a) the new LA sends a message to the previous LA to update MU's location data in its pointer table and deregister it from its associated VLR;</li> <li>(b) the previous LA sends an acknowledgement to the new LA; go back to 1;</li> <li>4. If the MU's new LA is equal to the MU's forwarding LA then continue; otherwise go to 5;</li> </ol>

	<p>(a) the new LA sends a cancellation message to the previous LA to deregister the MU from its associated VLR;</p> <p>(b) the previous LA sends acknowledgment message to the new LA; go back to 1.</p> <p>5. The new LA sends an updating message to the MU's forwarding LA to update the MU's location data in its associated pointer table.</p> <p>6. The new LA sends also a cancellation message to the MU's previous LA;</p> <p>7. Both forwarding and previous LAs send an acknowledgement to the new LA; go back to 1.</p>
--	---

Σύμφωνα με την εικόνα 16 η τεχνική ενσωματωμένης μνήμης έχει καλύτερη απόδοση από την τεχνική προώθησης δεικτών και από την απλή τεχνική με χρήση HLR-VLR χωρίς χρήση δεικτών.

Database access (# access per second)		Class 1		Class 2		Class 3	
		VLR	HLR	VLR	HLR	VLR	HLR
IS-41	Update	7.07	70.73	35.36	353.67	84.88	848.82
	Search	2.22	22.22	2.22	22.22	2.22	22.22
	<b>Total network</b>	<b>185.91</b>	<b>92.95</b>	<b>751.80</b>	<b>375.89</b>	<b>1742.1</b>	<b>871.04</b>
Built-in memory	Update	7.07	8.48	35.36	42.44	84.88	101.85
	Search	4.44	22.22	4.44	22.22	4.44	22.22
	<b>Total network</b>	<b>230.36</b>	<b>30.71</b>	<b>796.24</b>	<b>64.66</b>	<b>1786.5</b>	<b>124.08</b>
Forwarding pointers	Update	7.07	23.57	35.36	117.89	84.88	282.94
	Search	6.66	22.22	6.66	22.22	6.66	22.22
	<b>Total network</b>	<b>274.80</b>	<b>45.80</b>	<b>840.68</b>	<b>140.11</b>	<b>1831.0</b>	<b>305.16</b>

Εικόνα 16

## Τεχνικές βασισμένες στη μάθηση – learning based techniques

Αυτές οι μέθοδοι είναι βασισμένες στις διαδικασίες εκμάθησης που απαιτούν τη συλλογή των στατιστικών, της συμπεριφοράς, της κινητικότητας των χρηστών. Έχουν παρακινηθεί από το γεγονός ότι οι αναπροσαρμογές θέσης ακολουθούν επαναλαμβανόμενες ενέργειες και επομένως οι διαδικασίες μνήμης μπορούν να βοηθήσουν το σύστημα να αποφύγει το κόστος από επαναλαμβανόμενες ενέργειες. Επιπρόσθετα μπορούν να μάθουν από το σχέδιο κίνησης την πλέον πιθανή θέση του χρήστη, η οποία θα ενίσχυε τη διαδικασία αναζήτησης. Κατά συνέπεια μέθοδοι έχουν προταθεί που είναι βασισμένες στους χρήστες και τη συμπεριφορά του συστήματος, τις παρατηρήσεις και τα στατιστικά.

Στην εναλλασσόμενη στρατηγική, AS, το σύστημα χειρίζεται ένα προφίλ καταγράφοντας τα πιθανότερα σχέδια κινητικότητας κάθε χρήστη. Το προφίλ μπορεί να παρασχεθεί και να ενημερωθεί χειροκίνητα από το χρήστη ή αυτόματα παρακολουθώντας την κινητικότητα του χρήστη μια χρονική περίοδο. Για έναν μεμονωμένο χρήστη, κάθε χρονική περίοδος αντιστοιχεί σε ένα σύνολο των περιοχών εντοπισμού LAs,  $k \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$  συσχετιζόμενες με ένα σύνολο πιθανοτήτων  $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ , όπου τα  $a_i$  είναι η πιθανότητα ο χρήστης να βρίσκεται στο  $a_i$  με  $a_1 > a_2 > \dots > a_k$ . Όταν ο χρήστης λαμβάνει μια κλήση, το σύστημα τον σελιδοποιεί διαδοχικά πάνω στα  $a_i$  έως ότου βρεθεί ο κινητός χρήστης. Όταν ένας συνδρομητής απομακρύνεται από την καταγραμμένη ζώνη  $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$  το κινητό τερματικό αρχίζει μια αναπροσαρμογή θέσης με την επισήμανση του νέου LA του στο δίκτυο. Η κύρια αποταμίευση που επιτρέπεται μ' αυτό τον τρόπο οφείλεται στις μη-προκαλούμενες αναπροσαρμογές θέσης όταν ο χρήστης συνεχίζει να κινείται μέσα στο προφίλ του. Έτσι, όσο πιο προβλέψιμη είναι η κινητικότητα του χρήστη, τόσο χαμηλότερο είναι το κόστος εντοπισμού θέσης. Περαιτέρω, με την κράτηση ενός καταλόγου πιθανοτήτων που αντανάκλα την πιθανότητα του χρήστη να είναι σε μια περιοχή θέσης μέσα στο προφίλ του, το κόστος εντοπισμού πρόκειται να μειωθεί.



Μια παραλλαγή αυτής της μεθόδου, αποκαλούμενη «αλγόριθμος δύο θέσεων» (two location algorithm TLA), αναφέρεται στο [2]. Σε αυτήν την στρατηγική, τα κινητά αποθηκεύουν τη διεύθυνση των τελευταίων δύο περιοχών που επισκέπτονται. Το ίδιο ακριβώς αποθηκεύεται στην πλευρά HLR. Εάν το κινητό κινείται μέσα στις δύο αυτές περιοχές, αυτό δεν ενημερώνει την οικεία βάση (HLR) Την ενημερώνει μόνο εάν κινείται προς μια διαφορετική περιοχή. Εντοπίζοντας το κινητό, η τελευταία επισκεπτόμενη περιοχή ρωτάται πρώτα. Αυτή η μέθοδος οδηγεί στη μείωση του κόστους αναπροσαρμογής θέσης όταν ένα κινητό κινείται αρκετά μεταξύ δύο LAs. Αυτό το σχέδιο μπορεί να θεωρηθεί ως ειδική περίπτωση του AS όπου  $K=2$ .

Μια στατιστική μέθοδος επιλογής περιοχής σελιδοποίησης (SPAS), είναι βασισμένη στα στατιστικά θέσης που συλλέγονται από κάθε χρήστη ο οποίος περιοδικά τα αναφέρει στο δίκτυο. Αυτά τα στατιστικά περιλαμβάνουν έναν κατάλογο της μέσης διάρκειας που ο χρήστης έχει βρεθεί σε κάθε περιοχή εντοπισμού LA. Ένας κανόνας προτεραιότητας καθορίζεται για να εγκαταστήσει την ακολουθία των LAs που επισκέπτεται κάθε κινητό. Εάν αυτή η ακολουθία είναι διαφορετική από τον τελευταία που αναφέρεται στο δίκτυο, ο χρήστης τη διαβιβάζει, διαφορετικά, καμία ενέργεια δε γίνεται. Η διαδικασία αναζήτησης επιτυγχάνεται όπως στην εναλλακτική στρατηγική. Σε περίπτωση που ο χρήστης κινείται προς μια περιοχή που δεν είναι στον αναφερόμενο κατάλογο, πρέπει να εξάγει μια προσωρινή εγγραφή θέσης προς το δίκτυο.

Στο [2], αναφέρεται μία πρόταση να χωριστούν οι διακομιστές εντοπισμού θέσης σε τμήματα ανάλογα με το σχέδιο κινητικότητας χρηστών. Τα τμήματα διαμορφώνονται με την ομαδοποίηση των κελιών μεταξύ των οποίων ο χρήστης βρίσκεται σε σχέση με τα κελιά με τα οποία ο χρήστης κινείται σπάνια. Διατηρούν ένα προφίλ χρήστη περιέχοντας τις πιθανότητες επανεντοπισμού μεταξύ δύο οποιονδήποτε θέσεων και του μέσου αριθμού κλήσεων και των κινήσεων ανά μονάδα χρόνου. Το προφίλ λαμβάνεται από το χρήστη ή με παρακολούθηση της δραστηριότητας του. Ένας χρήστης ενημερώνει τον κεντρικό υπολογιστή εντοπισμού μόνο εάν διασχίσει ένα τμήμα και όχι σε κάθε κίνηση, μειώνοντας κατά συνέπεια το κόστος αναπροσαρμογών. Η αναζήτηση ενός χρήστη είναι πάντα μέσα σε ένα τμήμα και προτείνονται τρεις στρατηγικές εντοπισμού ενός χρήστη.

1. Μετάδοση σε όλους τους σταθμούς βάσεων μέσα στο τμήμα.
2. Κατάλογος βασισμένος στην πιθανολογική εξέταση. Αυτός ο κατάλογος ταξινομείται ανάλογα με την πιθανότητα του χρήστη να βρίσκεται σε μια δεδομένη θέση και κάθε θέση δοκιμάζεται διαδοχικά.
3. Δείκτης: όταν ένας χρήστης κινείται, αφήνει έναν δείκτη αποστολής στην προηγούμενη θέση. Όταν εντοπίζεται ο χρήστης, ο δείκτης ακολουθείται.

Αυτή ήταν μια από τις πρώτες έρευνες που απαιτήσαν την ανάγκη να μειωθεί το κόστος των αναπροσαρμογών. Θεωρεί ότι το να επιτρέπει έναν ορισμένο βαθμό άγνοιας για τη θέση του χρήστη είναι αποδεκτό δεδομένου ότι η άγνοια δεσμεύεται με την εγγύηση ότι ένας χρήστης είναι γνωστό ότι βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο τμήμα. Εντούτοις, δεν διευκρινίζει λεπτομερώς πώς θα διατηρήσει το προφίλ του χρήστη, πώς να διαμορφώσει τα τμήματα ή πώς ο πιθανολογικός κατάλογος λαμβάνεται μέσα σε ένα τμήμα. Περαιτέρω, η τεχνική απαιτεί μια διαφορετική τμηματοποίηση ανά χρήστη, η οποίος θεωρείται ότι έχει μεγάλα γενικά έξοδα.

Οι DAS και Sen εισήγαγαν έναν αλγόριθμο βασισμένο σε μια ιεραρχική δομή των περιοχών θέσης, όπου τα κελιά αποτελούν τα φύλλα του δέντρου. Ο κινητός χρήστης, περιοδικά, στέλνει το προφίλ της θέσης του στον κεντρικό υπολογιστή, που αποτελείται από κατάλογο των διερχόμενων κελιών τις τελευταίες χρονικές μονάδες T, με τη σχετική συχνότητα διάσχισης. Από αυτές τις πληροφορίες, ο διακομιστής θέσης υπολογίζει την πιθανότητα εντοπισμού ενός χρήστη σε κάθε κελί, η οποία είναι ο αριθμός των επισκέψεων σε εκείνο το κελί προς το συνολικό αριθμό επισκέψεων. Κατόπιν, η πιθανότερη περιοχή θέσης (MPLA) καθορίζεται, η οποία είναι ο χαμηλότερος κοινός πρόγονος των κελιών που αναφέρονται από το χρήστη στην ιεραρχία της περιοχής εντοπισμού LA. Κατά τη σελιδοποίηση ενός χρήστη, το κελί στη MPLA, με την υψηλότερη πιθανότητα σελιδοποιείται πρώτα. Μια σε βάθος αναζήτηση στο δέντρο LAs εφαρμόζεται. Αυτό το σχέδιο είναι

συνήθως κατάλληλο για τους χρήστες με επαναλαμβανόμενο σχέδιο κινητικότητας. Για τη γραμμική μετακίνηση (μετακίνηση ευθείας γραμμής), αυτό το σχέδιο θα παρουσιάσει κακή απόδοση δεδομένου ότι τα κελιά που δεν έχει επισκεφθεί ο χρήστης ακόμα, έχουν την υψηλότερη πιθανότητα να τα επισκεφθεί στο εγγύς μέλλον. Επίσης, σελιδοποιώντας έναν χρήστη που τοποθετημένος σε ένα από τα λιγότερο πιθανά κελιά μπορεί να πάρει πάρα πολύ χρόνο. Μια παραλλαγή έχει εισαχθεί για να υπερνικήσει το πρόβλημα: Αντί της σελιδοποίησης ενός κελιού, ολόκληρη η περιοχή εντοπισμού LA με την υψηλότερη πιθανότητα εντοπισμού σελιδοποιείται ταυτόχρονα. Εάν η αναζήτηση αποτύχει, κατόπιν τα κελιά σελιδοποιούνται διαδοχικά κατά φθίνουσα αρίθμηση της πιθανότητας όπως στο αρχικό σχέδιο. Αυτή η παραλλαγή μειώνει μία λανθάνουσα κατάσταση σελιδοποίησης εις βάρος της αύξησης του αριθμού μηνυμάτων που περιλαμβάνονται στη διαδικασία εντοπισμού.

Ο Akyildiz και Ho χρησιμοποίησαν τη βασισμένη στην απόσταση τεχνική ενημέρωσης με επιπρόσθετες πληροφορίες για τη γεωγραφική περιοχή, παρά τις πληροφορίες για την κινητικότητα των χρηστών για να μειώσει το κόστος σελιδοποίησης. Ο κινητός χρήστης στέλνει ένα μήνυμα αναπροσαρμογής όποτε η ευκλείδεια απόστασή του από το τρέχον κελί φθάσει σε έναν ορισμένο όριο  $D$  μειώνοντας κατά συνέπεια το κόστος αναπροσαρμογής. Το κόστος σελιδοποίησης μειώνεται δεδομένου ότι το σύνολο των κελιών που εξετάζονται περιορίζεται σε εκείνα τα κελιά με απόσταση  $D$  από το τελευταίο αναφερόμενο κελί. Για να περιορίσει τον αριθμό μηνυμάτων εντοπισμού περαιτέρω, η επιλεκτική σελιδοποίηση υιοθετείται όπως εξηγείται και σε προηγούμενη παράγραφο. Αυτό το σχέδιο, αν και απλό, απαιτεί ότι ο κινητός χρήστης έχει πληροφορίες για τη σχέση απόστασης μεταξύ όλων των κελιών. Αυτές οι πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες στα τρέχοντα συστήματα. Για να υπερνικήσει αυτό, ο Akyildiz et και ο Al προτείνουν ένα βασισμένο σε μετακίνηση σχέδιο αναπροσαρμογών αντί του βασισμένου σε απόσταση σχεδίου που συζητείται παραπάνω. Ένα μήνυμα αναπροσαρμογής στέλνεται όποτε ο αριθμός διασταυρώσεων των ορίων κελιών από την τελευταία εγγραφή της θέσης είναι ίσος με μια αξία  $D$ . Αυτό το σχέδιο είναι απλό να εφαρμοστεί αλλά εξαρτάται από την πιθανότητα ο κινητός χρήστης να είναι σε απόσταση  $K$  μακριά από το κελί δεδομένου ότι  $K$  διασταυρώσεις ορίου κελιού εκτελούνται.

Το σχέδιο αναπροσαρμογής Le Zi εξέτασε τη διαχείριση εντοπισμού θέσης από μια διαφορετική προοπτική. Αντίθετα από άλλα σχέδια, η παρακολούθηση της κινητικότητας διατυπώνεται ως δυναμική, παρά το στατικό πρόβλημα βελτιστοποίησης, όπου οι τιμές παραμέτρου υπολογίζονται από την ιστορία μετακίνησης του χρήστη. Το προφίλ κινητικότητας του χρήστη χρησιμοποιείται για να ενισχύσει την προβλεψιμότητα της κινητής συμπεριφοράς, μειώνοντας κατά συνέπεια το κόστος σελιδοποίησης. Το σχέδιο αναπροσαρμογής/ ενημέρωσης που χρησιμοποιείται είναι ένας συνδυασμός ενός σχεδίου βασισμένου στο χρόνο και ενός σχεδίου βασισμένου στην κίνηση, για να καταστήσει την ιστορία μετακίνησης πιο πληροφοριακή. Καθώς ο κινητός χρήστης κινείται, ένα μήνυμα αναπροσαρμογής που περιέχει την ταυτότητα της ζώνης στέλνεται. Χρησιμοποιώντας αυτήν την ακολουθία ταυτοτήτων, το σύστημα χτίζει μια πρότυπη κινητικότητα ξέροντας ότι το σχέδιο κινητικότητας είναι επαναλαμβανόμενο. Το σύστημα μαθαίνει τα πιο αγαπημένα σχέδια μετακίνησης και τα αποθηκεύει με μορφή γνώσης. Η επανεμφάνιση αυτών των σχεδίων μπορεί έπειτα να ανιχνευθεί.

## **Τεχνικές βασισμένες στην πρόβλεψη – Prediction based techniques**

Για να μειώσουν τον αριθμό ενημερώσεων και του κόστους σελιδοποίησης, τα συστήματα προσπαθούν να προβλέψουν την θέση του κινητού βασιζόμενα στο πρότυπο μετακίνησής του. Αυτό έγινε πρακτικό βασιζόμενο στα ιδιαίτερα προβλέψιμα σχέδια του χρήστη. Σε αντίθεση με την εκμάθηση σχεδίων, που επιλέγουν την επόμενη θέση του χρήστη από το σύνολο κελιών στο προφίλ του, η προσέγγιση μέσα από πρόβλεψη εξετάζει όλες τις πιθανές θέσεις στο δίκτυο. Εντούτοις, λίγη εργασία έχει γίνει σε αυτήν την περιοχή. Στη συνέχεια παρουσιάζονται λίγα από τα σχέδια που έχουν εφαρμόσει την πρόβλεψη ως διαχείριση εντοπισμού.

Μια βελτίωση του πρωτοκόλλου που παρουσιάζεται σε προηγούμενη παράγραφο προτείνει τον υπολογισμό μιας μελλοντικής πιθανής περιοχής θέσης (FPLA), που περιλαμβάνει κελιά που δεν έχουν επισκεφθεί ακόμα οι κινητοί χρήστες, χρησιμοποιώντας τις πρόσθετες πληροφορίες που στέλνονται από τον κινητό χρήστη στο προφίλ του, δηλαδή: τη μεσαία ταχύτητα, την κατεύθυνση της μελλοντικής μετακίνησης και το τελευταίο κελί που διαπερνείται. Αρχίζοντας από το τελευταίο κελί που επισκέπτεται, και ξέροντας την ταχύτητα του χρήστη και την κατεύθυνση της μετακίνησής του, είναι εύκολο να προβλεφθούν τα μελλοντικά κελιά. Το FPLA είναι ο χαμηλότερος πρόγονος εκείνων των κελιών που δεν ανήκουν στο MPLA. Όταν σελιδοποιείται ένας χρήστης, η αναζήτηση εκτελείται πρώτα στο MPLA. Όταν η αναζήτηση αποτυγχάνει, αρχίζει έπειτα στο FPLA και διεξάγεται ταυτόχρονα σε όλα τα κελιά. Εάν η αναζήτηση αποτύχει, μια νέα αναζήτηση αρχίζει σε ολόκληρο το σύστημα.

Αν και αυτή η βελτίωση μειώνει το κόστος σελιδοποίησης, παρατηρήθηκε ότι σε εκείνα τα κελιά που δεν επισκέφθηκε ακόμα ο χρήστης, ορίζεται μηδενική πιθανότητα θέσης, ως εκ τούτου δεν εξετάζονται στο MPLA ως ένα από τα επόμενα κελιά που πηγαίνει προς το MPLA. Αυτό μπορεί να προκαλέσει αποτυχημένες προσπάθειες σελιδοποίησης εάν τα κελιά έχουν μεγάλη πιθανότητα να διαπεραστούν στο εγγύς μέλλον. Μια παραλλαγή του αλγορίθμου εισάγεται για να υπερνικήσει αυτό το πρόβλημα, όπου μια προβλεφθείσα συχνότητα διαπεράσεως ορίζεται σε κάθε ένα από τα μελλοντικά κελιά. Η MPLA γίνεται ο χαμηλότερος κοινός πρόγονος όλων των κυττάρων στην παλαιά MPLA και FPLA επίσης. Αυτή η παραλλαγή αναμένεται να οδηγήσει στη λιγότερη λανθάνουσα κατάσταση για την καταδίωξη ενός κινητού, αλλά η απόδοσή της εξαρτάται αρκετά από την καλή πρόβλεψη.

Στο [2], αναφέρεται μία μέθοδος που προσπαθεί να προβλέψει την κινητή μελλοντική θέση από τη συμπεριφορά κινητικότητάς της, βασισμένη στην επανάληψη των σχεδίων της μετακίνησης χρηστών. Με βάση εκείνα τα σχέδια, ένα ταίριασμα σχεδίων/ αναγνώρισης-βασισμένο στον κινητό αλγόριθμο πρόβλεψης κινήσεων (MMP) προτείνεται που χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τη μελλοντική θέση του κινητού. Το κύριο μειονέκτημα του αλγορίθμου MMP είναι η ευαισθησία του στις τυχαίες μετακινήσεις. Οποιαδήποτε μετακίνηση που δεν μπορεί να ταξινομηθεί από τα απλά προκαθορισμένα σχέδια κινητικότητας καθορίζεται ως τυχαία μετακίνηση.

Ένα άλλο σενάριο είναι η πρόβλεψη της μετακίνησης του χρήστη είναι βασισμένη στην κατεύθυνσή της μετακίνησης και την ταχύτητα. Ο αλγόριθμος πρόβλεψης εκτελείται και στο HLR και στον κινητό οικοδεσπότη. Ο χρήστης στέλνει μια αναπροσαρμογή μόνο εάν η πραγματική μετακίνησή του δεν ταιριάζει με την προβλεφθείσα, κατά συνέπεια αποταμιεύοντας επεξεργασία και σηματοδότηση. Πρέπει να παρατηρηθεί εν τούτοις, ότι η εφαρμογή του σχεδίου πρόβλεψης και στις δύο πλευρές του δικτύου οδηγεί σε υπερβολικά γενικά έξοδα ειδικά ότι το κινητό είναι περιορισμένο σε πόρους.

Ένα παρόμοιο πρωτόκολλο αναφέρεται στο [2] που συνδυάζει την ενημέρωση θέσης με την πρόβλεψη θέσης για να ενισχύσει τις λειτουργίες διαχείρισης σύνδεσης. Ένα ψευδο-πιθανολογικό πρότυπο μετακίνησης προτείνεται για να αντιπροσωπεύσει τα διαφορετικά χαρακτηριστικά κινητικότητας που μιμούνται την πραγματική ανθρώπινη συμπεριφορά. Με βάση αυτό το πρότυπο, ένας αλγόριθμος πρόβλεψης κινητικότητας αναπτύσσεται για να προβλέψει τα κελιά που ο κινητός θα διασχίσει στο μέλλον. Είναι ένας ιεραρχικός αλγόριθμος πρόβλεψης θέσης δύο επιπέδων (HLP) που έχει δύο συστατικά:

⇒ Σφαιρική πρόβλεψη: ένας κατά προσέγγιση σχεδίου αλγόριθμος που εξάγει το κανονικό σχέδιο μετακίνησης για να υπολογίσει τη σφαιρική μέσω των κελιών κατεύθυνση και να παράγει ένα σύνολο του UMP (σχέδιο κινητικότητας χρηστών) που αποθηκεύεται στον κινητό οικοδεσπότη.

⇒ Τοπική πρόβλεψη: όποιος ενδιαφέρεται για την πρόβλεψη κοντινής-απόστασης και εφαρμόζει μια κλασική πιθανολογική τεχνική επεξεργασίας σήματος «Εκτεταμένο αυτομαθούμενο φίλτρο Kalman», για να εξαγάγει τις πληροφορίες κινητικότητας χρηστών από την κίνηση των μετρήσεων.

Μία άλλη έρευνα [2] δείχνει τα προβλήματα ενημέρωσης και ερώτησης βάσεων δεδομένων που αντιπροσωπεύουν τη θέση της κίνησης. Το πρόβλημα αναπροσαρμογών θέσης βάσεων δεδομένων διατυπώνεται ως μαθηματικό πρόβλημα βελτιστοποίησης δαπανών,

το οποίο εντοπίζει το όριο μεταξύ της του κόστους ενημέρωσης και της ανακρίβειας στην απάντηση των ερωτήσεων. Να μειώσει τη συχνότητα τις ενημέρωσης των στοιχείων που στέλνονται στο ΠΔΒΔ (πρόγραμμα διαχείρισης βάσεων δεδομένων) επιτρέπεται για να προβλέψει την τρέχουσα θέση οποιουδήποτε κινούμενου αντικειμένου δίνοντας τη θέση έναρξης, την ταχύτητα, και την ακολουθούμενη διαδρομή.

## Πρωτόκολλο διαχείρισης δεδομένων για ασύρματα ATM δίκτυα – Location management in mobile ATM networks

Όλοι οι σχεδιασμοί διαχείρισης εντοπισμού θέσης που αναπτύσσονται μέχρι τώρα στα ATM μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες [16]:

*σχεδιασμοί εγγραφής θέσης (Location Register schemes):* Κατάλογοι θέσης (βάσεις δεδομένων) χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύσουν την τρέχουσα θέση των κινητών χρηστών και να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πληροφορίες όποτε μια κλήση πρέπει να παραδοθεί σε αυτούς.

2. *σχεδιασμοί PNNI:* Το πρωτόκολλο PNNI βελτιώνεται για να επιτύχει την απαραίτητη υποστήριξη κινητικότητας.

### Σχέδια καταλόγων θέσης - Location Register Schemes

Οι μηχανισμοί της πρώτης κατηγορίας χρησιμοποιούν τους διακομιστές (servers) βάσεων δεδομένων που αποθηκεύουν τη θέση του κινητού χρήστη. Οι περισσότεροι από αυτούς τους μηχανισμούς είναι βασισμένοι στο IS-41 και το GSM, τους οποίους προσπαθούν να βελτιώσουν με τη χρήση της προώθησης δεικτών και των χρήση δυναμικών στρατηγικών αναπροσαρμογής θέσης. Σε αυτούς τους μηχανισμούς η έρευνα εντοπισμού θέσης προχωρά πάντα **πριν** την φάση εκτέλεσης οργάνωσης κλήσης. Σχεδόν σε όλες αυτές τις τεχνικές το κύριο ζήτημα είναι να βρεθεί το κατάλληλο ποσοστό μεταξύ του αριθμού σημάτων που απαιτούνται για να ενημερώσουν τους καταλόγους θέσης και τον αριθμό σημάτων κατά τη διάρκεια εντοπισμού θέσης, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η συνολική σηματοδότηση και η υπερφόρτωση επεξεργασίας όπως αναφέρθηκε αναλυτικώς και παραπάνω

### Κινητό PNNI – Mobile PNNI

Οι μηχανισμοί της δεύτερης κατηγορίας εκμεταλλεύονται τις ικανότητες δρομολόγησης PNNI για να βρουν την ακριβή θέση ενός κινητού χρήστη. Σε αυτές τις τεχνικές, η έρευνα θέσης εκτελείται **κατά** τη διάρκεια της εκτέλεσης της τυποποιημένης διαδικασίας οργάνωσης μιας κλήσης. Το κύριο ζήτημα στο σχεδιασμό αυτών των μηχανισμών είναι να επιτευχθεί μια βέλτιστη διαδρομή μεταξύ της καλούμενου και του καλώντος μέρους, και να μεταβληθούν όσο το δυνατόν λιγότερο οι τυποποιημένες διαδικασίες σηματοδότησης.

Το PNNI (Private Network-to-Network Interface, Ιδιωτική διεπαφή δίκτυο-προς δίκτυο) είναι πρωτόκολλο σηματοδότησης που χρησιμοποιείται μεταξύ των διακοπών του ATM. Το PNNI περιλαμβάνει ένα πρωτόκολλο για τη διανομή των πληροφοριών της τοπολογίας μεταξύ των διακοπών και των ομάδων των διακοπών, και ένα πρωτόκολλο για την εγκατάσταση των συνδέσεων από σημείο σε σημείο (point to point) και από σημείο σε πολλαπλό σημείο (point-to-multipoint).

Το PNNI παρέχει την ικανότητα για τη δυναμική δρομολόγηση, την υποστήριξη για ποιότητα υπηρεσίας, QoS και είναι βασισμένο σε ένα υποσύνολο της έκδοσης ATM Forum UNI του ATM Version 4.0 . Λόγω της διανομής της δρομολόγησης των πληροφοριών, το PNNI είναι μια καλή βάση για τα πρωτόκολλα κινητικότητας.

Στο PNNI, οι διακόπτες οργανώνονται σε ομάδες που καλούνται ομότιμες ομάδες (peer entities). Η αποδοτική δρομολόγηση εφαρμόζεται με τον καθορισμό μιας λογικής ιεραρχίας στο σύστημα, όπου οι ομότιμες ομάδες αντιπροσωπεύονται στα υψηλότερα στρώματα από τους λογικούς κόμβους (logical nodes). Αυτοί οι λογικοί κόμβοι αντιμετωπίζονται ως απλοί

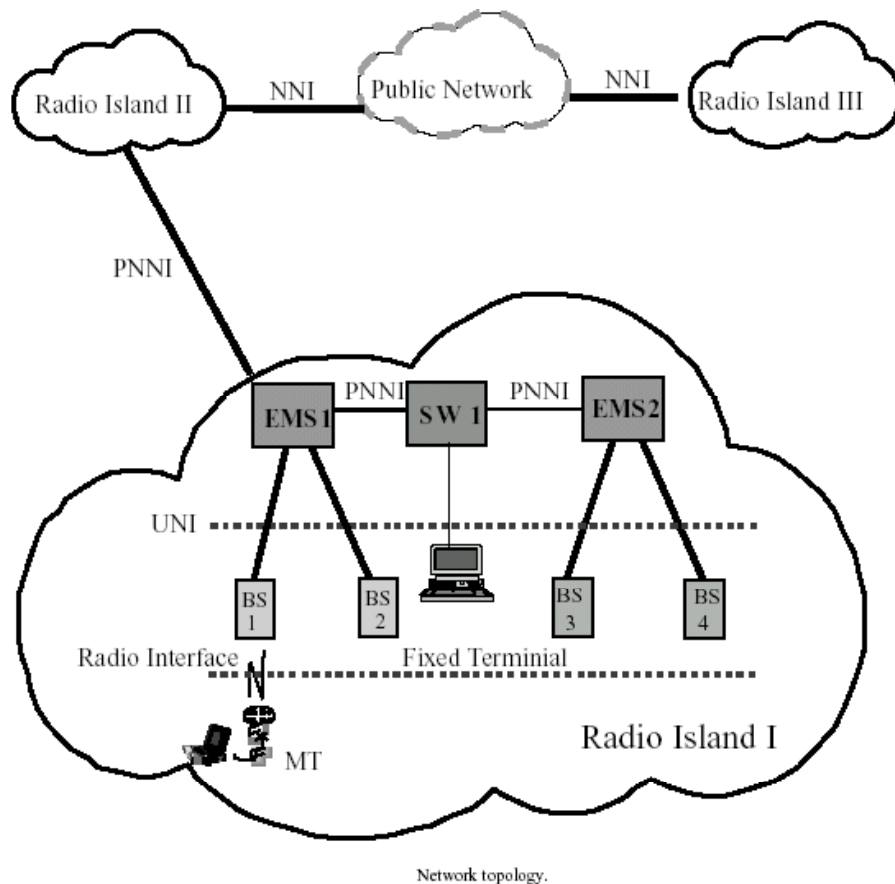
κόμβοι από το επόμενο υψηλότερο στρώμα. Το κατάλληλο πρόθεμα της διεύθυνσης ενός κόμβου PNNI διευκρινίζει το επίπεδό του στην ιεραρχία PNNI.

Οι διακόπτες του χαμηλότερου επιπέδου δηλώνουν τις διευθύνσεις με τις οποίες έχουν συνδετικότητα. Δεδομένου ότι σε ένα μεγάλο δίκτυο ένας διακόπτης δεν μπορεί να δηλώσει σε όλους τους κόμβους τη διεύθυνση προσβασιμότητας του, το PNNI χρησιμοποιεί την έννοια της περιληπτικής παρουσίασης της πληροφορίας διευθύνσεων.

Με άλλα λόγια, οι εφικτές διευθύνσεις διανέμονται υπό μορφή προθεμάτων. Αυτά τα προθέματα δείχνουν προσβασιμότητα για όλες τις διευθύνσεις του ίδιου προθέματος. Η ίδια τεχνική χρησιμοποιείται από τους λογικούς κόμβους των υψηλότερων στρωμάτων. Όποτε ένας κόμβος ανακαλύπτει ότι έχει μια νέα εφικτή διεύθυνση που δηλώνει, ελέγχει για να βρει εάν υπάρχει μια προ-διαμορφωμένη περιληπτική διεύθυνση που ταιριάζει με τη νέα διεύθυνση. Σε αυτήν την περίπτωση η εφικτή διεύθυνση καλείται *οικεία διεύθυνση (native address)* του διακόπτη, και μόνο το πρόθεμα θα δηλωθεί. Οι εφικτές διευθύνσεις που δεν ταιριάζουν με οποιαδήποτε συνοπτική διεύθυνση καλούνται *ξένες διευθύνσεις* του διακόπτη, και δηλώνονται.

Ένα βασικό σημείο του PNNI της δρομολόγησης των πληροφοριών είναι ότι όλοι οι κόμβοι μέσα σε μια ομότιμη ομάδα έχουν τους ίδιους πίνακες δρομολόγησης που περιέχουν λεπτομερείς πληροφορίες δρομολόγησης για τους κόμβους και της συνδέσεις αυτής της ομότιμης ομάδας. Για το υπόλοιπο του δικτύου, αυτοί οι κόμβοι έχουν μόνο μια γενική ιδέα.

Ένα άλλο ενδιαφέρον σημείο είναι ότι οι διακόπτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ίδια ροή δρομολόγησης πληροφορίας PNNI για να δηλώσουν προσβασιμότητα για όλα τα UNI τερματικά συστήματα. Εάν αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα χρησιμοποιηθεί για κινητά τελικά σημεία, τότε το PNNI μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση εντοπισμού θέσης.



Εικόνα 17

## Συμπεράσματα – Conclusions

Η διαχείριση της θέσης των κινητών χρηστών είναι ένα από τα προκλητικά προβλήματα στα κινητά συστήματα. Οι τεχνικές διαχείρισης εντοπισμού θέσης αποτελούνται από δύο κύριες δραστηριότητες: την αναζήτηση/ εντοπισμό του κινητού χρήστη και την ενημέρωση/ στη βάση για αναπροσαρμογή της θέσης του από τον κινητό χρήστη. Στην εργασία ταξινομούνται οι θεμελιώδεις τεχνικές που υπάρχουν πίσω από τις προτεινόμενες προσεγγίσεις δίνεται έμφαση στις δραστηριότητες, στις σχετικά παραμέτρους και τα χαρακτηριστικά που έχουν επιπτώσεις στην απόδοσή των τεχνικών και παρουσιάζονται κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

Η περιγραφή των τεχνικών εστιάζει στην ελαχιστοποίηση του κόστους αναζήτησης και εντοπισμού και τη ρύθμιση ανάλογα των διαδικασιών ενημέρωσης και αναπροσαρμογής. Παρατηρήθηκε ότι αυτές οι τεχνικές βελτιώνουν την απόδοση εντοπισμού αλλά εις βάρος του κόστους ενημέρωσης και η γενική απόδοση βελτιώνονται μόνο για τους χρήστες με υψηλό CMR.

Έπειτα, αναφέρονται οι τεχνικές που εστιάζουν στη μείωση του κόστους αναπροσαρμογής. Οι πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι, για τα PCS τρίτης γενιάς, η σηματοδότηση και η επεξεργασία των γενικών εξόδων των αναπροσαρμογών αναμένονται για να αυξηθούν παρά πολύ να οδηγήσουν στο φράξιμο των πόρων και την κακή απόδοση. Κατά συνέπεια, έμφαση πρέπει να δίνεται στις τεχνικές που ελαχιστοποιούν τη συχνότητα ενημέρωσης. Παρατηρήθηκε ότι οι τεχνικές που στέλνουν ακριβώς την ταυτότητα θέσης σε περίπτωση αναπροσαρμογής δεν είναι επαρκείς για τη βελτιστοποίηση της γενικής απόδοσης. Προκειμένου να επιτευχθούν η ταχύτητα και η ακρίβεια για την απάντηση των ερωτήσεων θέσης μειώνοντας τον αριθμό ενημερώσεων, το σύστημα πρέπει να λάβει περισσότερες πληροφορίες για την κινητικότητα χρηστών. Αυτό απαιτεί να αναπτυχθούν μηχανισμοί συλλογής πληροφοριών χρήσης των συστημάτων, οι διαδικασίες μάθησης και τα σχέδια πρόβλεψης που επιτρέπουν στο χρήστη για να στείλουν τις αναπροσαρμογές μόνο περιστασιακά και όχι σε κάθε κίνηση. Αυτό παρακινείται από την παρατήρηση ότι οι χρήστες ακολουθούν τα επαναλαμβανόμενα σχέδια που μπορούν να είναι προβλεπόμενα με λογικό κόστος. Ένας καλός αλγόριθμος πρόβλεψης θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τη μείωση του κόστους, με ανάπτυξη των τεχνικών που μειώνουν την αβεβαιότητα της θέσης ενός χρήστη. Προκειμένου να επιτευχθούν τα απαραίτητα οφέλη, τα σχέδια πρόβλεψης πρέπει να εξερευνηθούν περαιτέρω για να επιτύχουν την απλότητα για να μπορέσουν να ισχύουν στο ασύρματο περιβάλλον παράγοντας όμως ακριβή αποτελέσματα για να ελαχιστοποιήσουν τον αριθμό αποτυχημένων προσπαθειών σελιδοποίησης.

Σε όλη αυτή την προσπάθεια ανάπτυξης τεχνικών διαχείρισης συμβάλλουν αλγόριθμοι, πρωτόκολλα και αρχιτεκτονικές που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της ATM τεχνολογίας όπως ο PNNI.

Για το μέλλον θα ήταν ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί η έρευνα συνδυάζοντας τις τεχνικές πρόβλεψης με τους διάφορους σχεδιασμούς θέσης και να αξιολογηθεί η απόδοσή τους. Περαιτέρω, έχει παρατηρηθεί ότι οι περισσότερες από τις τεχνικές που χρησιμοποιήσαν την πρόβλεψη και την εκτίμηση είναι βασισμένες στην αρχιτεκτονική δύο επιπέδων παρά στο ιεραρχικό μοντέλο. Εντούτοις, με τα συστήματα τρίτης γενιάς κινητών, τα ιεραρχικά σχέδια είναι αυτά ουσιαστικά θα επιτύχουν την εξελιξιμότητα της επικοινωνίας. Επομένως, οι συγκεκριμένες οι τεχνικές πρέπει να επεκταθούν και να προσαρμοστούν στην ιεραρχική αρχιτεκτονική.

## Αναφορές, Βιβλιογραφία – References, Bibliography

- [1] Δημοσθένης Σούλης, Το Πανευρωπαϊκό σύστημα κινητής τηλεφωνίας G.S.M και η εφαρμογή του στην Ελλάδα, Αθήνα – Μάρτιος 1992
- [2] A.Elnahas, N. Adly, Location management techniques for mobile systems
- [3] G. Krishnamurthi, M. Azizoglu, A. Somani, Optimal Distributed Location Management in Mobile Networks
- [4] E. Pitoura, G. Samaras, Locating Objects in Mobile Computing, TR 98-20, Computer Science Department, University of Ioannina, Greece, 1998.
- [5] A. Bhattacharya, S. Das, LeZi-update: an information-theoretic approach to track mobile users in PCS networks, in: ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), Seattle, August 1999.
- [6] I. Akyildiz, J. Ho, Y.B. Lin, Movement-based location update and selective paging for PCS networks, IEEE/ACM Trans. Networking 4 (1996) 629±638.
- [7] I. Akyildiz, J. Ho, A mobile user location update and paging mechanism under delay constraints, ACM SIGCOMM'95, pp. 244±255.
- [8] N. Matsumaru, K. Naik, D. Wei, Comparing three location management strategies for tracking mobile systems, PDPTA'98, Las Vegas, 1998.
- [9] I.Akyildiz, J.McNair, J. Ho, H. Uzunalioglu, W. Wang, Mobility Management in Next Generation Wireless System
- [10] D. Lam, Y. Cui, D. Cox, J. Widom, A location management technique to support lifelong numbering in personal communications services, in: Proceedings of the Global Telecomm Conference (GlobeComm 97), vol. 2, November 1997, pp. 704±710.
- [11] J. Jannick, D. Lam, N. Shivakumar, J. Widom, D. Cox, Efficient and flexible location management techniques for wireless communication systems, in: Proceedings of the First ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, Mobicomm 96, 1996.
- [12] Hwa-Chuan Lin, SingLing Lee, Wei-Yan Lin, Dynamic location strategy for hot mobile subscribers in personal communications
- [13] C. Lee, S. Chang, Determination of the Registration Point for Location Update by Dynamic Programming in PCS
- [14] H. Safa, S. Pierre, J.Conan, A built-in memory model for reducing location update cost in mobile wireless networks
- [15] H. Safa, S. Pierre, J.Conan, Evaluating location management schemes for third generation mobile networks
- [16] A. Kaloxylos, E. Zervas, L. Merakos, Location management in Wireless ATM customer premises networks
- [17] K. Ratnam, I. Matta, S. Rangarajan, A Fully Distributed Location Management Scheme for Large PCS
- [18] Microsoft PowerPoint - wu4.ppt  
Είδος αρχείου: PDF/Adobe Acrobat  
[ing.ctit.utwente.nl/WU1/meetings/kick-off/wu4.pdf](http://ing.ctit.utwente.nl/WU1/meetings/kick-off/wu4.pdf) - Παρόμοιες σελίδες
- [19]  
Chapter 4: Location Management for Networks with Mobile Users  
Είδος αρχείου: Microsoft Powerpoint 97  
Chapter 4: Location Management for Networks with Mobile Users. BR Badrinath and Tomasz Imielinski. 1997/9/19. ??? 9/3/02. CS712 Mobile Computing.
- [20]  
Routing and Location Management in Mobile Ad-hoc Networks  
Είδος αρχείου: Microsoft Powerpoint 97  
[www.cs.umd.edu/~liaomay/412TA/recitation/memoryOne.ppt](http://www.cs.umd.edu/~liaomay/412TA/recitation/memoryOne.ppt)
- [21]  
Differential Services  
[comet.ctr.columbia.edu/distributed/lectures/lecture12/](http://comet.ctr.columbia.edu/distributed/lectures/lecture12/)

- [22]  
Routing and Location Management in Mobile Ad-hoc Networks  
Είδος αρχείου: Microsoft Powerpoint 97  
Routing and Location Management in Mobile Ad-hoc Networks. By. Sumesh J. Philip.  
(09/20/2001). Contents. Introduction. Routing Protocols: Table Driven (WRP, DSDV). ...  
[www.cs.buffalo.edu/~qiao/cse620/adhoc\\_loc.ppt](http://www.cs.buffalo.edu/~qiao/cse620/adhoc_loc.ppt)
- [23] Location management in mobile IP: Presentation ...  
[www.cs.umn.edu/research/mobile/seminar/SPRING02/spring2002.html](http://www.cs.umn.edu/research/mobile/seminar/SPRING02/spring2002.html)
- [24]  
Location Management in Mobile Networks (.ppt);  
[www.cs.buffalo.edu/~qiao/cse620/](http://www.cs.buffalo.edu/~qiao/cse620/) - 25k –
- [25]  
Mobile IP  
Είδος αρχείου: Microsoft Powerpoint 97 - Σε μορφή HTML  
[www.cse.fau.edu/~skoganti/AdhocNetworks/LocationManagement.ppt](http://www.cse.fau.edu/~skoganti/AdhocNetworks/LocationManagement.ppt)
- [26]  
Location Management:HLR ...  
[www.it.iitb.ac.in/it644/lectures/](http://www.it.iitb.ac.in/it644/lectures/)
- [27]  
[PPT] Mobility Management in Current and Future Communications Networks  
Είδος αρχείου: Microsoft Powerpoint 97  
[pds.cis.nctu.edu.tw/Train/TOC\\_06.ppt](http://pds.cis.nctu.edu.tw/Train/TOC_06.ppt)
- [28]  
Citeseer organization. A site with many articles regarding location management  
<http://citeseer.org>  
<http://citeseer.nj.nec.com>
- [29]  
ACM digital library: Electronic library with articles, sites etc  
<http://portal.acm.org/>
- [30] Link information Service Electronic library with articles, sites etc  
<http://link.springer.de/>
- [31] Science direct: Electronic library with articles, sites etc  
[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=HomePageURL&\\_method=homePage&\\_acct=C00006498&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=83476&md5=b92e953455ddcabb3dc5370877078daa](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=HomePageURL&_method=homePage&_acct=C00006498&_version=1&_urlVersion=0&_userid=83476&md5=b92e953455ddcabb3dc5370877078daa)
- [32] Computer Society IEEE : Electronic library with articles, sites etc  
<http://computer.org/publications/dlib/>
- [33] Emerald Fulltext : Electronic library with articles, sites etc  
<http://elvira.emerald-library.com/vl=10920427/cl=23/nw=1/rpsv/index.htm>