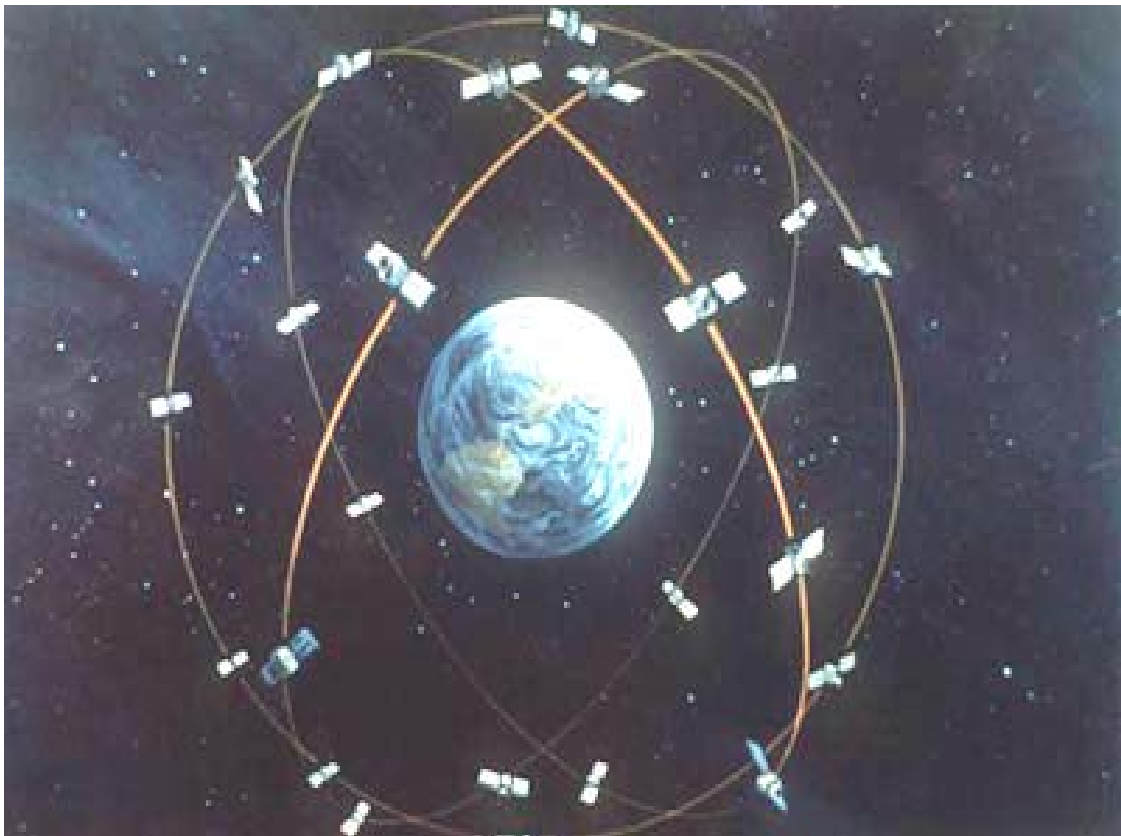


Τ.Ε.Ι ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ
ΘΕΣΕΩΣ ΣΕ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΤΗΣ ΓΕΝΕΑΣ



ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΕΩΣ ΣΕ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΤΗΣ ΓΕΝΕΑΣ

Σπουδάστρια:

ΠΑΠΑΚΥΡΙΑΚΟΥ ΔΕΣΠΩ

Υπεύθυνος Καθηγητής

ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	- 5 -
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 7 -
2. ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΡΙΤΗΣ ΓΕΝΕΑΣ	- 11 -
2.1. Ιστορική προοπτική	- 11 -
2.2. cdma2000	- 15 -
2.2.1. Πρότυπα διεπαφών αέρα	- 16 -
2.2.2. πρότυπα δικτύων	- 18 -
2.3. WCDMA	- 18 -
3. ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ	- 19 -
4. ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	- 21 -
4.1. Ο Ρόλος της ράδιο γεωμετρίας πηγών	- 21 -
4.2. Ο Ρόλος της αναλογίας σήματος προς θόρυβο	- 21 -
5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ	- 23 -
5.1. ταυτότητα-κυττάρου (Cell-ID)	- 25 -
5.2. ταυτότητα-κυττάρου με το TA ή RTT	- 26 -
5.3. E-OTD	- 27 -
5.4. Παρατηρημένη Χρονική Διαφορά Άφιξης (OTDOA)	- 28 -
5.5. The Global Positioning System (GPS)	- 30 -
(Σύστημα Παγκόσμιας Τοποθέτησης)	- 30 -
5.5.1. Περιορισμοί GPS –η μόνη λύση	- 33 -
5.6. Βοηθημένο GPS	- 33 -
5.7. Υβριδικές εκτιμήσεις σχεδίου	- 35 -
5.7.1. Αύξηση ευαισθησίας δεκτών GPS στα υβριδικά συστήματα	- 41 -
5.7.2. Αναπροσαρμογή θέσης χρησιμοποιώντας μόνο τις πληροφορίες υποδομής	- 42 -
6. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ	- 44 -
6.1. Μη-GPS μέθοδος για τον συγχρονισμό των BTSs	- 46 -
7. ΠΡΟΤΥΠΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΔΙΚΤΥΩΝ	- 50 -
7.1. Οντότητες δικτύων	- 51 -
7.1.1. Ισοτιμή βάση δεδομένων δρομολόγησης (CRDB)	- 52 -
7.1.2. Οντότητα μηνυμάτων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (ESME)	- 52 -
7.1.3. Οντότητα δικτύων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (ESNE)	- 53 -
7.1.4. Κινητό κέντρο θέσης (MPC)	- 53 -
7.1.5. Κινητό κέντρο μετατροπής (MSr:)	- 53 -
7.1.6. Οντότητα καθορισμού θέσης (PDE)	- 53 -

7.1.7. Δημόσια ασφάλεια που απαντά στο σημείο (PSAP)	- 54 -
7.2. Σχέσεις οντοτήτων δικτύων	- 54 -
8. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΘΕΣΗΣ	- 55 -
9. ΜΥΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	- 58 -
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 62 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 65 -

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΕΩΣ ΣΕ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΤΗΣ ΓΕΝΕΑΣ

Περίληψη

Οι ασύρματοι φορείς παροχής υπηρεσιών ενδιαφέρονται όλο και περισσότερο για την ανάπτυξη υπηρεσιών εντοπισμού θέσης για την εμπορική εφαρμογή των εξελισσόμενων συστημάτων επικοινωνιών Τρίτης Γενεάς (3G).

Η αρχική και κατευθυντήρια δύναμη πίσω από αυτό το ενδιαφέρον είναι ένας κανονισμός στις Ηνωμένες πολιτείες που διαδίδεται από την ομοσπονδιακή επιτροπή επικοινωνιών, που απαιτεί οι ασύρματοι φορείς να είναι ικανοί να μεταφέρουν τη θέση μίας ασύρματης συσκευής (ή κινητού σταθμού) κάνοντας μία κλήση έκτακτης ανάγκης στις έκτακτης ανάγκης στις αρχές μέχρι τον Οκτώβριο του 2001.

Ομοίως στην Ευρώπη, η αναθεώρηση επικοινωνιών του 1999 (σύνολο COM 1999/539) όρισε την ημερομηνία 1 Ιανουαρίου 2003 για τους μεταφορείς για να καταστήσουν τις πληροφορίες θέσης διαθέσιμες για τις αρχές έκτακτης ανάγκης .

Το πρόβλημα του εντοπισμού θέσεως των κυψελοειδών κινητών σταθμών, μπορεί να λυθεί χρησιμοποιώντας είτε τις μεθόδους που βασίζονται σε δίκτυα , είτε τις μεθόδους που βασίζονται σε τηλεφωνικές συσκευές .

Μια υβριδική μέθοδος εντοπισμού θέσης που συνδυάζει τις μετρήσεις από το σύστημα επικοινωνιών προς τα εμπρός ή / και τις αντίστροφες συνδέσεις με τις μετρήσεις από Global Positioning System (GPS) μπορεί να βελτιώσει τη διαθεσιμότητα υπηρεσιών θέσης.

Λαμβάνοντας υπόψη την δυνατότητα να καθοριστεί με ακρίβεια η θέση ενός χρήστη αυτό σημαίνει ότι οι εφαρμογές υπηρεσιών θέσης μπορούν και σίγουρα να παράσχουν προστιθέμενης αξίας χαρακτηριστικά , όπως η ναυσιπλοΐα, η διοίκηση στόλου, οι αναπροσαρμογές κυκλοφορίας πραγματικού χρόνου, η τιμολόγηση βάση θέσης, κ.λ.π.

Σε αυτό το έγγραφο εμείς παρουσιάζουμε διαφορετικές τεχνολογίες εντοπισμού θέσεως και απαριθμήστε μερικές από τις σημαντικές εφαρμογές, και αναθεωρούμε τη θέση των υπηρεσιών εντοπισμού θέσης στις 3G Οργανώσεις Ανάπτυξης Προτύπων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι τεχνολογίες εντοπισμού κινητών θέσεων ανοίγουν την πόρτα για τις νέες ασύρματες υπηρεσίες και εφαρμογές. Χωρίς καμία αμφιβολία, η καταλυτική εφαρμογή είναι εξουσιοδοτημένη από τις κυβερνητικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης εντοπισμού θέσης χρηστών.

Τον Ιανουάριο του 1968 ένας τριψήφιος αριθμός τηλεφώνου , 9-1-1 (ή '911') εισήχθηκε σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες για την χρήση ως 'ενιαίος αριθμός έκτακτης ανάγκης'. Με τη λήψη μίας κλήσης 911, επαγρυπνούνταν απ' τον καλούντα ιατρική, πυροσβεστική και αστυνομική βοήθεια, ανάλογα με το τι απαιτείτο.

Τον Μάρτιο του 1973, η υπηρεσία 911 ενισχύθηκε περαιτέρω (E911) για να παρέχει την αυτόματη εντόπιση θέσης και κλήση των πληροφοριών αριθμού τηλεφώνου στην Δημόσια Ασφάλεια απάντησης σημείου (PSAP). Αυτή η βελτίωση επιτρέπει στο PSAP να παρέχει τις υπηρεσίες έκτακτης ακόμα και αν το πρόσωπο που κάνει την κλήση είναι ανίκανο να δώσει πληροφορίες για την θέση του. Σε μία σειρά διαταγών από το 1996, η ομοσπονδιακή επιτροπή επικοινωνίας (FCC) έχει λάβει μέτρα για να βελτιώσει την ποιότητα και την αξιοπιστία των 911 υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης για ασύρματους τηλεφωνικούς χρήστες με την θέσπιση κανόνων που θα διέπουν την διαθεσιμότητα των βασικών υπηρεσιών 911 και την εφαρμογή του E911 για τις ασύρματες υπηρεσίες[1]. Οι χειριστές PSAP πρέπει να στηριχθούν στις πληροφορίες θέσης που δίνονται από τον επισκέπτη προτού να μπορέσουν να ανταποκριθούν στο αίτημα έκτακτης ανάγκης. Τα προβλήματα προκύπτουν επειδή η δρομολόγηση δεν είναι ακριβής και μπορεί να ξεπεράσει τις αρμοδιότητες του PSAP. Επιπλέον, τα εξυπηρετούντα κύτταρα καλύπτουν συχνά αρκετά διάφορα τετραγωνικά μίλια που κάνουν έτσι πολύ δυσκολότερο τον καθορισμό της ακριβούς θέσης του καλούντα που βρίσκεται σε κίνδυνο.

Δύο κομμάτια πληροφοριών έλειπαν από τα ασύρματα δίκτυα: ο Αυτόματος Προσδιορισμός Θέσης (ALI) και η Αυτόματη Αναγνώριση Αριθμού (ANI). Ο ALI χρησιμοποιείται για να καθορίσει τη γεωγραφική θέση του

καλούντος και ο ANI για να καλέσει τον χρήστη ξανά, εάν η αρχική κλήση αποσυνδεθεί. Οι ασύρματες υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης κλήσης (E911) θα βελτιωθούν σημαντικά καθώς οι νέοι κανόνες της FCC θα διέπουν την ανίχνευση προέλευσης ασύρματης κλήσης, θα τίθενται σε ισχύ.

Οι κανόνες της FCC σχετικά με το ασύρματο E911 αποτελούνται από δύο φάσεις: Κάτω από την φάση I, από τον Απρίλιο του 1998, οι ασύρματοι μεταφορείς έπρεπε να παρέχουν στο PSAP τον αριθμό τηλεφώνου του χρήστη που καλεί το 911 και την θέση της περιοχής κλήσης ή του σταθμού βάσεως που λαμβάνει μία κλήση 911.

Κάτω από την φάση II, οι ασύρματοι μεταφορείς ζητούνται να παρέχουν ALI ως τμήμα της φάσης II E911 η εφαρμογή που αρχίζει την 1η Οκτωβρίου 2001, όπως εκτίθεται λεπτομερώς πιο κάτω. Αρχικά, οι κανόνες της FCC πρόβλεψαν ότι θα επέκτειναν πιθανώς τις βασισμένες σε δίκτυα τεχνολογίες για να παρέχουν ALI.

Για αρκετά χρόνια στο παρελθόν, έχουν υπάρξει σημαντικές πρόοδοι στις τεχνολογίες εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιούν τα νέα αναβαθμισμένα τηλέφωνα.

Κατά συνέπεια, τον Σεπτέμβριο του 1999, η FCC αναθεώρησε τους κανόνες της για να επιτρέψει στους μεταφορείς να χρησιμοποιήσουν τις τεχνολογίες εντοπισμού θέσης τηλεφώνου, για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της φάσης II.

Επιπλέον η FCC καθιέρωσε χωριστά τις απαιτήσεις ακρίβειας και τα προγράμματα επέκτασης για τις τεχνολογίες που βασίζονται σε δίκτυα και σε τηλεφωνικές συσκευές. Τον Αύγουστο του 2000, η FCC διενέργησε δευτερεύουσες προσαρμογές στο πρόγραμμα επέκτασης για τις τεχνολογίες που βασίζονται σε τηλεφωνικές συσκευές [2]. Η τρέχουσα εξουσιοδότηση (που αναθεωρήθηκε τον Νοέμβριο του 1999) απαιτεί 67 τοις εκατό των καλούντων να είναι τοποθετημένοι με ένα μέγιστο λάθος είτε 50m είτε 100m εξαρτάται εάν η τεχνολογία προσδιορισμού θέσης είναι αντίστοιχα βασισμένη σε δίκτυα ή σε τηλεφωνικές συσκευές. Για 95 τοις εκατό των κλήσεων, αυτοί οι αριθμοί είναι 150m και 300m.

Η συνεχής εξέλιξη του διαδικτύου θα τροφοδοτήσει την απαίτηση για τις ασύρματες υπηρεσίες πολυμέσων πέρα από τις ικανότητες της Δεύτερης Γενεάς(2G) ασύρματων δικτύων. Αυτές οι επίκαιρες πρώτης και δεύτερης γενεάς διεπαφές είναι ανεπαρκείς για την ικανοποίηση των υψηλότερων ποσοστών στοιχείων που απαιτούνται για τέτοιες υπηρεσίες. Διάφοροι οργανισμοί προτύπων υπέβαλαν σε όλο τον κόσμο τις προτάσεις στη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) για την εκτίμηση τους, για τις Διεθνείς Κινητές Τηλεπικοινωνίες στο έτος 2000 (IMT-2000).

Στο τμήμα 2 θα περιγράψουμε τη διαδικασία ανάπτυξης για τα ασύρματα συστήματα τρίτης γενεάς (3G).

Στο τμήμα 3 εισάγουμε τους στόχους για τις αποδόσεις οποιασδήποτε τεχνολογίας εντοπισμού θέσης. Οι διαφορετικές προσεγγίσεις στην παροχή εντοπισμού θέσης περιλαμβάνουν επίγειες (σε δίκτυο ή /και συσκευή) – βασισμένες μεθόδους και μεθόδους Global Positioning System (GPS). Οι τομείς κάλυψης των επίγειων σημάτων και των σημάτων GPS συμπληρώνουν ο ένας τον άλλον. Για παράδειγμα, στις αγροτικές και προαστιακές περιοχές ο κινητός σταθμός (ΚΣ-mobile station) μπορεί να μην εντοπίσει περισσότερους από έναν σταθμούς βάσεων (ΣΒ- base station) λόγω των μεγάλων αποστάσεων μεταξύ τους, αλλά ένας δέκτης GPS μπορεί να αναγνωρίσει τέσσερις ή περισσότερους δορυφόρους λόγω της ανεμπόδιστης ορατότητας του ουρανού.

Αντιθέτως, στις πυκνές αστικές περιοχές και το εσωτερικό των κτιρίων, οι δέκτες GPS μπορεί να μην ανιχνεύσουν αρκετούς δορυφόρους για να λάβουν μια αποτύπωση θέσης, αλλά ένας ΚΣ μπορεί να αναγνωρίσει δύο ή και περισσότερους ΣΒ. Οι παραπάνω παρατηρήσεις προέτρεψαν τους μηχανικούς να αναπτύξουν τις υβριδικές προσεγγίσεις που συνδυάζουν και τις επίγειες και τις GPS μετρήσεις. Πράγματι, οι 3G οργανώσεις ανάπτυξης προτύπων, (SDOs) έχουν αναπτύξει τις υβριδικές λύσεις εντοπισμού θέσης που συνδυάζουν τις μετρήσεις από το δίκτυο, το τηλέφωνο και το GPS για να εκμεταλλευτούν τις συμπληρωματικές περιοχές κάλυψης όλων των λύσεων.

Αυτή η υβριδική τεχνολογία παρέχει οφέλη όπως η βελτιωμένη ευαισθησία, η υψηλή διαθεσιμότητα, η υψηλή ακρίβεια και το χαμηλότερο κόστος.

Δεδομένου ότι σχεδόν όλες οι 3G πρότυπο-βασισμένες ραδιοφωνικές τεχνικές εντοπισμού θέσεως μετρούν το χρόνο διάδοσης των ραδιοσημάτων και μεταφράζουν έπειτα αυτές τις χρονικές μετρήσεις σε αποστάσεις, σε χρονικό συγχρονισμό των πηγών σημάτων (ρολόγια) γίνεται ένα σημαντικό ζήτημα. Στο τμήμα 6 απευθυνόμαστε σε μερικές τεχνικές για τον συγχρονισμό διαφορετικών κόμβων στο ασύρματο δίκτυο που δεν στηρίζονται στο GPS .

Τέλος, η εισαγωγή των ασύρματων εφαρμογών εντοπισμού θέσης και υπηρεσιών, φέρνουν νέους και μεγαλύτερους κινδύνους εισβολής προσωπικού χώρου για τους ασύρματους χρήστες οι οποίοι πρέπει να αντιμετωπιστούν. Στο τμήμα 9, συζητάμε το ζήτημα του προσωπικού χώρου και τη σχέση του με τον εντοπισμό θέσης.

2. ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΡΙΤΗΣ ΓΕΝΕΑΣ

2.1.Ιστορική προοπτική

Η πρώτη γενεά (1G) αναλογικών κινητών τηλεφωνικών συστημάτων συμπεριέλαβε το Προηγμένο Κινητό Τηλεφωνικό Σύστημα (AMPS), το Σκανδιναβικό Κινητό τηλέφωνο (NMT), και το Συνολικό Σύστημα Πρόσβασης Επικοινωνιών (TACS). Το σύστημα AMPS έχει σημαντικές επεκτάσεις δικτύων στη Βόρεια Αμερική, στην περιοχή της Ασίας/ Ειρηνικού και στην Κεντρική Λατινική Αμερική.

Οι πρώτες επεκτάσεις των NMT και TACS έγιναν πρώτιστα στην Ευρώπη το NMT στην Σκανδιναβία και TACS στο Ηνωμένο Βασίλειο με άλλες σημαντικές λειτουργίες δικτύων στην περιοχή της Ασίας και του Ειρηνικού. Αυτά τα 1G αναλογικά συστήματα για την κινητή επικοινωνία είδαν δύο βασικές βελτιώσεις κατά τη διάρκεια του 1970 :την εφεύρεση του μικροεπεξεργαστή και την μετατροπή σε ψηφιακή του συνδέσμου ελέγχου μεταξύ του κινητού σταθμού και της περιοχής κυττάρων.

Τα 2G συστήματα ψηφιοποίησαν όχι μόνο το σήμα ελέγχου αλλά και το σήμα φωνής. Τα νέα συστήματα παρείχαν καλύτερη ποιότητα και υψηλότερη ικανότητα με χαμηλότερο κόστος στους καταναλωτές. Τα 2G συστήματα αποτελούνται από IS-95 ή cdmaOne, το παγκόσμιο σύστημα για την Κινητή Επικοινωνία (GPS), IS-136, ή ψηφιακό AMPS(DAMPS), και το Προσωπικό Ψηφιακό Κυψελοειδή (PDC). Τα IS-95 χρησιμοποιούν κωδικοποιημένο τμήμα πολλαπλής πρόσβασης (cdma) σαν διεπαφή αέρα, ενώ τα GSM, IS-136, και PDC χρησιμοποιούν πολλαπλή πρόσβαση χρονοδιαμοιρασμού. Όλα τα 2G πρότυπα επεκτείνονται παγκόσμια αλλά όχι ομοιόμορφα. Τα IS-136,IS-95 και GSM είναι σε λειτουργία στη Βόρεια Αμερική, με άλλες σημαντικές εγκαταστάσεις σε όλη την Κεντρική και Νότια Αμερική και της Ασίας και του Ειρηνικού. Το IS-95 είναι το κυρίαρχο 2G σύστημα στη Νότια Κορέα, το GSM, είναι το κυρίαρχο πρότυπο στην Ευρώπη ενώ το PDC είναι αυτήν την περίοδο μόνο σε λειτουργία στη Ιαπωνία.

Τα ασύρματα δίκτυα πρώτης και δεύτερης γενεάς έχουν αποδειχθεί ικανά να παρέχουν υπηρεσίες φωνής και στις χαμηλού ποσοστού υπηρεσίες στοιχείων. Εντούτοις, οι τρέχουσες διεπαφές τους στον αέρα είναι ανεπαρκείς για την ικανοποίηση των υψηλότερων ποσοστών στοιχείων που έχουν διευκρινιστεί από την ITU για IMT –2000. Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι προηγμένες 3G απαιτήσεις, τα δίκτυα GSM προγραμματίζουν να προσθέσουν αρχικά GPRS/EDGE τεχνολογία στα υπάρχοντα συστήματα και να χρησιμοποιήσουν τελικά μια νέα διεπαφή αέρα βασισμένη σε “ευρείας ζώνης” CDMA χρησιμοποιώντας ένα ποσοστό διάχυσης 3,84 MHz. Η πορεία μετανάστευσης των IS-136 δικτύων είναι λιγότερο σαφής, με την πιο διαφημισμένη πορεία σήμερα να είναι να ενωθεί η πορεία GSM με το να τα αναβαθμίσει πρώτα σε GPRS η/ και EDGE, και αργότερα να παρέχει υψηλότερα ποσοστά στοιχείων μέσω του WCDMA. Το Cdma2001x, που χρησιμοποιεί ένα ποσοστό διάχυσης 1,2288 του MHz, θα παράσχει την πορεία μετανάστευσης για τα υπάρχοντα IS-95 δίκτυα, με τη βελτίωση της υπάρχουσας διεπαφής αέρα. Με αυτήν τη μορφή, τα CDMA2000 και IS-95 συστήματα θα είναι σε θέση να συνυπάρξουν σε ένα κοινό κανάλι.

Όλα τα 3G συστήματα υπόσχονται αύξηση στην ικανότητα φωνής και γρηγορότερες υπηρεσίες επικοινωνίας, οι οποίες περιλαμβάνουν κύκλωμα μεταστρεφόμενο και στοιχεία πακέτων με άμεση καθαρή πρόσβαση στο διαδίκτυο και οποτεδήποτε και οπουδήποτε με άνευ ραφής παγκόσμια περιπλάνηση.

Τα κύρια χαρακτηριστικά IMT-2000 είναι:

- υψηλός βαθμός κοινής ιδιοκτησίας του σχεδίου παγκοσμίως
- συμβατότητα των υπηρεσιών μέσα σε IMT-2000 και με το σταθερό δίκτυο
- υψηλή ποιότητα
- μικρά τερματικά για παγκόσμια χρήση
- παγκόσμια ικανότητα περιπλάνησης

- ικανότητα για τις εφαρμογές πολυμέσων και ένα ευρύ φάσμα των υπηρεσιών (π.χ. τηλεοπτικός-σύστημα τηλεσυνεδριάσεων, υψηλή ταχύτητα Διαδικτύου, ομιλίας και υψηλή κατανομή δεδομένων).

Τα IMT-2000 παγκόσμια πρότυπα της ITU για 3G αναμένονται να κάνουν δυνατές τις καινοτόμες εφαρμογές και υπηρεσίες (π.χ. ψυχαγωγία πολυμέσων, πληροφοριακές και βασισμένες σε τοποθεσία υπηρεσίες, μεταξύ των άλλων).

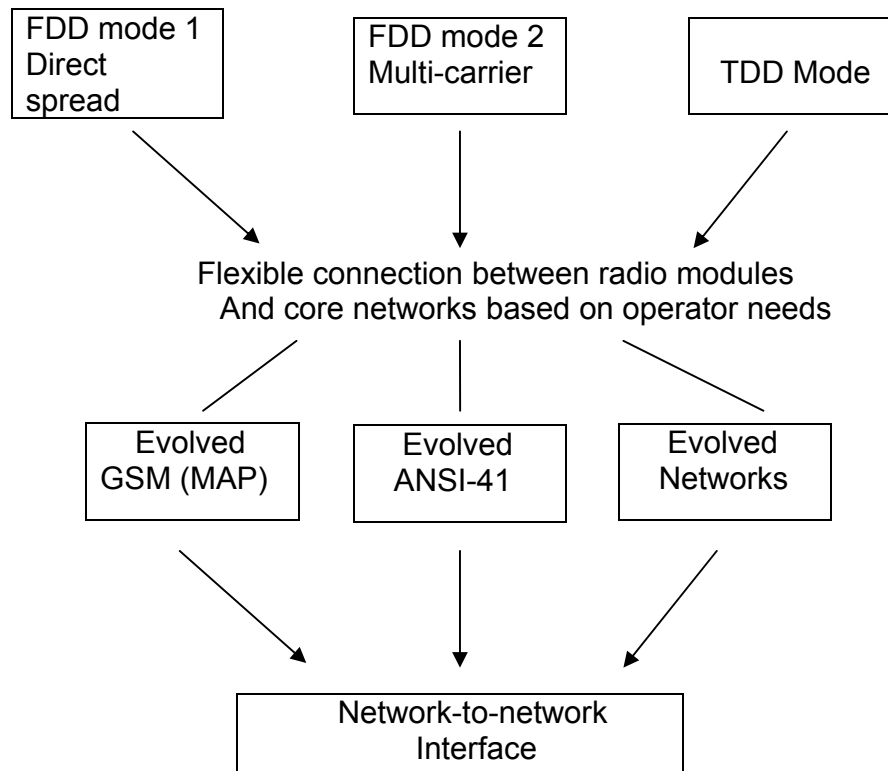
Το σημαντικότερο σώμα προτύπων στην Ιαπωνία, η Ένωση για την Ράδιο-Βιομηχανία και την Επιχείρηση (ARIB), ήταν μια σημαντική δύναμη πίσω από την ανάπτυξη ευρείας ζώνης CDMA (WCDMA). Στην Ευρώπη, το Ευρωπαϊκό Ίδρυμα Προτύπων Τηλεπικοινωνιών (ETSI) ανέπτυξε μια πολύ παρόμοια έκδοση του WCDMA. Τα ETSI και ARIB έχουν κατορθώσει να συγχωνεύσουν τις τεχνικές τους προτάσεις σε μια τυποποιημένη διεπαφή αέρα του WCDMA, με μερικές διαφορές μεταξύ των Ιαπωνικών και ευρωπαϊκών εκδοχών.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Ένωση Βιομηχανίας Τηλεπικοινωνιών (TIA) είχε προτείνει δύο πρότυπα διεπαφών αέρα για τα 3G, ένα βασισμένο σε CDMA και άλλο βασισμένο σε TDMA. Η τεχνική επιτροπή TR45.5, στην TIA, πρότεινε μια CDMA διεπαφή, βασισμένη στον αέρα ,που αναφέρεται ως cdma2000, η οποία διατηρεί την οπίσθια συμβατότητα με την ύπαρξη του IS-95 συστήματος. Η δεύτερη πρόταση προήλθε από την TR45.3 η οποία υιοθέτησε την πρόταση της Καθολικής Ασύρματης Κοινοπραξίας Επικοινωνιών(UWCC) για μια διεπαφή 3G η οποία κατασκευάζεται πάνω στα υπάρχοντα IS-136 δίκτυα. Η Νοτιοκορεάτικη Ένωση Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών (TTA) υποστήριξε δύο προτάσεις διεπαφών αέρα, μια παρόμοια με την WCDMA και άλλη με την cdma2000.

Η Ομάδα Εναρμόνισης Χειριστών (OHG) έχει συμφωνήσει με ένα εναρμονισμένο Global 3G(G3G) CDMA τεχνικό πλαίσιο, βασισμένο στην προγενέστερη συμφωνία της Ομάδας Επιχειρησιακού Υπερατλαντικού διαλόγου(TABD). Τα εναρμονισμένα G3G CDMA πρότυπα, αποτελούνται από τους ακόλουθους τρεις τρόπους:

- CDMA-Direct spread (DS) ή WCDMA/UMTS,
- CDMA-Time Division Duplex (TDD), ή TDCDMA,
- CDMA-Multicarrier (MC) ή cdma2000 (1X και 3X).

Στο τεχνικό πλαίσιο, συγκεκριμένες συστάσεις έχουν υποβληθεί σχετικά με το ποσοστό τσιπ, την πειραματική μέθοδο δομών και συγχρονισμού για αυτούς τους τρεις τρόπους να εξασφαλίσουν μια εναρμόνιση των δύο κύριων CDMA που βασίζονται σε IMT-2000 Radio Transmission Technology (RTT) προτάσεις: Wideband CDMA (WCDMA) και cdma2000. Τα ITU, SDOs και 3GPPs έχουν όλα συμφωνήσει να εφαρμοστεί η OHG συμφωνία και έχουν κάνει τις κατάλληλες ενέργειες έτσι ώστε να εφαρμοστεί η OHG σύσταση στο επιθυμητό χρονικό πλαίσιο. Συγκεκριμένα, οι γάντζοι και οι επεκτάσεις, όπως καθορίζεται στο G3G CDMA πλαίσιο, είναι το στάδιο να διευκρινιστούν λεπτομερώς έτσι ώστε οι τρεις ραδιοφωνικοί τρόποι πρόσβασης (MC, DS και TDD) να μπορέσουν να προσαρμοστούν στα δύο κεντρικά δίκτυα (ANSI-41 και GSM MAP). Το παγκόσμιο πρότυπο για τις 3G ασύρματες επικοινωνίες καθορίζεται τώρα γενικότερα σαν IMT-2000. Αυτό το πρότυπο παραμένει υπό έλεγχο από το ITU και καθορίζεται από ένα σύνολο αλληλοεξαρτώμενων ITU συστάσεων. Αλλά, προς το παρόν οδηγώντας την ανάπτυξη προτύπων είναι δύο Τρίτης Γενεάς Συνεργασιακές ομάδες, η 3GPP και η 3GPP2, οι οποίες επιδιώκουν να αναπτύξουν και να επεκτείνουν τρεις σχετικούς αλλά όχι ίδιους τρόπους του CDMA για το 3G όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Εάν ο εντοπισμός θέσης ήταν η μόνη ανησυχία, οι διαφορές μεταξύ των δύο αρχικών 3G προτύπων (WCDMA και cdma2000) είναι σχετικά δευτερεύουσες με μια σημαντική εξαίρεση. Ο WCDMA είναι ασύγχρονος, και ο cdma2000 είναι συγχρονισμένος. Αυτό έχει κάνει μία διαφορά στον τρόπο που οι τεχνικές εντοπισμού θέσης τους, έχουν εξελιχθεί από τις 2G αρχές. Παρόλο που αυτά τα συστήματα είναι παρόμοια δεδομένου ότι είναι και τα δύο μια μορφή άμεσης ακολουθίας CDMA, το κάθε ένα έχει μια διαφορετική ιστορία.



Σχήμα 1. εναρμόνιση IMT-2000

2.2. cdma2000

Τα σχετικά με τη θέση πρότυπα θέσης διαιρούνται σε πρότυπα διεπαφών αέρα εντοπισμού θέσης και πρότυπα δικτύων εντοπισμού θέσης. Τα πρότυπα δικτύων ισχύουν για όλες τις ασύρματες (π.χ. CDMA, TDMA, Analog) τεχνολογίες και επίσης για όλες τις τεχνολογίες εντοπισμού θέσης (π.χ. network-based, handset-based). Αφετέρου, τα πρότυπα διεπαφών αέρα είναι συγκεκριμένα ασύρματης τεχνολογίας και ισχύουν στις τεχνικές εντοπισμού θέσης που βασίζονται στο τηλέφωνο. Πρότυπα εντοπισμού θέσης, τα οποία έχουν σχέση με την cdma2000 οικογένεια προτύπων, θα συζητηθούν στις επόμενες παραγράφους. Τα WCDMA πρότυπα, ακολουθούν στο τμήμα 2.3.

2.2.1. Πρότυπα διεπαφών αέρα

Τα πρότυπα διεπαφών αέρα, περιγράφουν το μήνυμα και τις διαδικασίες που χρησιμοποιούν από τους κινητούς σταθμούς και το δίκτυο, συμπεριλαμβανομένου των BTSs. Το πρώτο CDMA πρότυπο εντοπισμού θέσης ήταν το TIA/EIA/IS-801, 'Position Determination Service Standard for Dual Mode Spread Spectrum Systems', αναπτυγμένο από το TR45.5 και δημοσιευμένο τον Οκτώβριο του 1999 από το TIA. Ο 'Dual mode' όρος υπόδειξε την πρόθεση για να συμπεριλάβει το Analog air-interface specifications για να χρησιμοποιηθεί στο Analog(AMPS) δίκτυο επικοινωνιών. Το αναλογικό πρότυπο εντοπισμού θέσης, εντούτοις, αναπτύχθηκε χωριστά. Για να εξασφαλίσει λειτουργία προσδιορισμού θέσης, ενόσω περιπλανείται, ένα κοινό αναλογικό πρότυπο εντοπισμού θέσης TIA/EIA/IS-817, το 'Position Determination Service Standard for analog Systems', αναπτύχθηκε από TR45.1 και δημοσιεύθηκε τον Ιούλιο του 2000 από το TIA. Το αναλογικό πρότυπο, ενσωματώθηκε μέσα στο IS-801 μόνο με αναφορές στο IS-817. Το IS-801 προορίστηκε επίσης να περιέχει σημείο - προς-σημείο καθώς επίσης και ραδιοφωνικές διαδικασίες εκπομπής. Εντούτοις λόγω των χρονικών πιέσεων οι μέθοδοι ραδιοφωνικής μετάδοσης δεν ενσωματώθηκαν.

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του IS-801 είναι:

1. Συμβατό και με τα δύο E911 και τις εμπορικές απαιτήσεις υπηρεσιών,
2. Υποστηρίζει και MS- βασισμένους και MS-βοηθημένους λειτουργικούς τρόπους,
3. Παρέχει ασύρματη βοήθεια για να βελτιώσει και το χρόνο αποκτήσεων και την ευαισθησία των δεκτών,
4. Υποστηρίζει την κινητή αυθεντικότητα και την μυστικότητα των χρηστών,
5. Χρησιμοποιούνται τα στοιχεία που εκρήγνυνται με τη μεταφορά μηνυμάτων, τα στοιχεία εντοπισμού θέσης μπορούν να πολλαπλασιαστούν με την κυκλοφορία φωνής,

6. Είτε κοινά κανάλια είτε αφιερωμένα κανάλια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, μια συνοδός εντοπισμού θέσης δεν απαιτεί την καθιέρωση μιας κλήσης φωνής ή στοιχείων,
7. Υποστηρίζει τις πολλαπλάσιες ταυτόχρονες συνόδους εντοπισμού θέσης MS.

Μια προσθήκη, IS-801-1, που περιείχε περιορισμό διαφόρων λαθών αποτυπώσεις και διευκρινίσεις, δημοσιεύτηκε τον Φεβρουάριο του 2001 από το TIA. Η πραγματική ανάπτυξη της προσθήκης πραγματοποιήθηκε με το Position location Ad Hoc of TSG-C στο 3GPP2. Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του αρχικού CDMA 2000 προτύπου δεν ολοκληρώθηκε λόγω της προς τα πίσω συμβατότητας, ο IS-801 είναι ακόμα εφαρμόσιμος σε CDMA 2000.

Το ακόλουθο είναι ένα απόσπασμα από το IS-801 που εξηγεί αυτή τη σχέση. Οι αναφορές σε αυτό είναι TIA/EIA-95-B. Αυτό το πρότυπο ισχύει εξίσου για TIA/EIA/IS-2000. Εκτός από όπου οι ρητές αναφορές γίνονται σε TIA/EIA/IS-2000, η αναφορά στο TIA/EIA-95-B μπορεί να μετατραπεί άμεσα σε TIA/EIA/IS-2000 χρήση. Εντούτοις μια αναπροσαρμογή για πλήρως υιοθέτηση του cdma2000 θα είναι απαραίτητη στη μορφή μιας νέας έκδοσης του IS-801. Η ανάπτυξη της έκδοσης-A σχεδιάζεται για να αρχίσει στο τέλος του 2001. Άλλη έκδοση-A με θέματα εργασίας περιέχει υποστήριξη για ραδιοφωνική μετάδοση και προαιρετική IP-βασισμένη μεταφορά μηνυμάτων.

Μια προσθήκη για IS-817, το αναλογικό πρότυπο εντοπισμού θέσης, δημοσιεύτηκε το 2001. Οι τυποποιημένες διαδικασίες δοκιμής εντοπισμού θέσης έχουν αναπτυχθεί από τους οργανισμούς προτύπων. Η συνιστώμενη ελάχιστη προδιαγραφή απόδοσης για IS-0801-1 δημοσιεύεται σαν C.S0036-0 και TIA-916.

Τα μελλοντικά θέματα εργασίας τυποποίησης δοκιμής περιλαμβάνουν:

- Προδιαγραφή δοκιμής διαλειτουργικότητας εντοπισμού θέσης,
- Προδιαγραφή δοκιμής συμμόρφωσης πρωτοκόλλου εντοπισμού θέσης.

2.2.2. πρότυπα δικτύων

Τα ακόλουθα πρότυπα δικτύων δημοσιεύονται ή αναπτύσσονται για το cdma2000:

- TIA/EIA J-STD-034, “Ενισχυμένες υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης”, που δημοσιεύτηκαν τον Οκτώβριο του 1997,
- TIA/EIA J-STD-036, “Ασύρματη ενισχυμένη υπηρεσία έκτακτης ανάγκης φάση II”, που δημοσιεύτηκε από το TIA τον Ιούλιο του 2000, Προσθήκη 1 που δημοσιεύτηκε τον Δεκέμβριο του 2000, και Προσθήκη 2 που δημοσιεύτηκε τον Ιούλιο του 2001
- PN-4747, “Αυξήσεις υπηρεσιών θέσης”, για να δημοσιευτεί σαν TIA/EIA/IS-881 από το TIA τον Αύγουστο του 2001.

Το PN-4747 διευθέτησε τις εμπορικές υπηρεσίες σχετικές πτυχές πέρα από το πεδίο του J-STD-036, όπως η ιδιοκτητικότητα χρηστών.

2.3.WCDMA

Ο WCDMA εξελιγμένος πρώτιστα μέσα από την GSM επικοινωνία, με σημαντική εισαγωγή από το NTT στην Ιαπωνία. Από την άποψη του εντοπισμού θέσης, το πρότυπο έχει αναπτυχθεί κατά μήκος της ακόλουθης πορείας. Μέσα στο 1996 το ETSI άρχισε τη δημιουργία του T1P1.5 LCS (Υπηρεσίες θέσης) SWG (Υπό-ομάδα εργασίας που είναι μέρος US-βασισμένος T1 Επιτροπή) στα LCS πρότυπα, επομένως καθορίζοντας τη λειτουργία των LCS σε ένα GSM δίκτυο, και για το U.S. market η διεπαφή με τις δημόσιες υπηρεσίες που απαντούν στα σημεία (PSAPs). Όπως συνέβη για IS-95, τα GSM LCS πρότυπα πρωτοβουλία προκλήθηκε αρχικά από την FCC 911 εξουσιοδότηση. Το ευρωπαϊκό ίδρυμα προτύπων τηλεπικοινωνιών (ETSI) οριστικοποίησε τα GSM πρότυπα για LCS, και στα IQ2000, T1P1.5 LCS SWG πήρε την ευθύνη για τα WCDMA στα 3GPP το οποίο έχει ολοκληρώσει τώρα το μεγαλύτερο μέρος LCS προτύπων που είναι εφαρμόσιμα σε WCDMA.

3. ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ

Το πιο κοινό μέτρο της απόδοσης εντοπισμού θέσης είναι η ακρίβεια. Οι απαιτήσεις της FCC όπως δηλώνεται στην έκθεση και τη διαταγή της FCC [1,2], έχουν θέσει τους συγκεκριμένους στόχους για την ακρίβεια του εντοπισμού θέσης. Η ακρίβεια είναι σχετικά εύκολο να μετρηθεί και έχει θεωρηθεί παραδοσιακά ενδεικτική της ποιότητας της λύσης. Είναι ουσιαστικά η βασική παράμετρος που διευκρινίζεται από την FCC. Αλλά η ακρίβεια είναι μόνο μία από διάφορες σημαντικές παραμέτρους απόδοσης. Η τεχνολογία εντοπισμού θέσης πρέπει επίσης να παραγάγει τις πληροφορίες θέσης αξιόπιστα γρήγορα, και με συνεπή απόδοση σε διαφορετικά δίκτυα και σε διαφορετικό γεωγραφικό χώρο. Στην πραγματικότητα, σημαντικότερη από οποιαδήποτε μεμονωμένη απαίτηση απόδοσης είναι η ευρύτερη απαίτηση όλα να επιτυγχάνονται ταυτόχρονα. Μόνο τότε η απόδοση θα είναι επαρκής για τις περισσότερες εφαρμογές εντοπισμού θέσης. Ένα ελάχιστο σύνολο στόχων απόδοσης που πρέπει να εξεταστεί κατά την ανάπτυξη των εναλλακτικών λύσεων για τις εμπορικές υπηρεσίες είναι:

- Διαθεσιμότητα ή φράξιμο υπηρεσιών: μέτρο των αποτυχιών προσδιορισμού θέσεων ή απαράδεκτης ανακρίβειας.
- Ακρίβεια: μέτρο του τομέα της αβεβαιότητας(π.χ. 125 μ RMS).
- Καθυστέρηση: μέτρο του ελάχιστου χρόνου που απαιτείται για να υπολογίσει μια αποτύπωση (καθυστέρηση) επίσης γνωστή όπως Time To First Fix (TTFF).
- Κάλυψη: μέτρο της περιοχής υπηρεσιών όπου η υπηρεσία θέσης παρέχεται
- Αξιοπιστία: μέτρο της διαθεσιμότητας του συστήματος
- Πολυπλοκότητα σηματοδότησης: μέτρο του μηχανισμού σηματοδότησης για να αναφερθεί μια θέση PSAP
- Διοίκηση: πολυπλοκότητα και δαπάνες που συνδέονται με τη λειτουργία

Στην ακρίβεια, την παραγωγή, τη συνέπεια και το χρόνο της πρώτης αποτύπωσης δίνεται υψηλή προτεραιότητα κατά τη σύγκριση των διαφορετικών τεχνολογιών εντοπισμού θέσης. Μια συνοπτική περιγραφή δίνεται παρακάτω:

- **Ακρίβεια:** πολλές υπηρεσίες θέσης απαιτούν την καλύτερη ακρίβεια και το χρόνο (10-100μ) από τις απαιτήσεις του 911, εάν πρόκειται να είναι χρήσιμες στον τελικό χρήστη. Αυτό είναι επειδή σήμερα υπάρχουν οι υπηρεσίες που εδρεύουν στις αυτόνομες συσκευές GPS ,οι οποίες παρέχουν την ακρίβεια 10 μετρητών αν και όχι στο εσωτερικό των κτιρίων. Πολλοί καταναλωτές έχουν φτάσει να αναμείνουν τέτοιο επίπεδο ακρίβειας.
- **Παραγωγή:** οποιοδήποτε σύστημα εντοπισμού θέσης πρέπει να παρέχει αποτελέσματα ακόμη και σε δύσκολες θέσεις. Η παραγωγή προσδιορισμού θέσης πρέπει να είναι τουλάχιστον 75 τοις εκατό ή 99 τοις εκατό, ανάλογα με την εφαρμογή. Τα αποτελέσματα μέσα σε κτίρια είναι ιδιαίτερα επιθυμητά.
- **Συνέπεια:** οι αποτυπώσεις θέσης πρέπει να είναι ομοιόμορφες στα διαφορετικά περιβάλλοντα και σε διαφορετικά δίκτυα. Η ασυμβίβαστη απόδοση δημιουργεί την αμφιβολία στο μυαλό των χρηστών και μπορεί επίσης να κάνει την ζητούμενη υπηρεσία εντοπισμού θέσης αδύνατο να παραδοθεί.
- **TTFF:** μόλις ζητηθεί μια λύση θέσης πρέπει να παραχθεί γρήγορα, μέσα σε 2 έως 20 δευτερόλεπτα εάν πρόκειται να είναι βιώσιμη. Αυτή η περίοδος πρέπει να περιλάβει τις καθυστερήσεις που προστίθενται από το δίκτυο, δεδομένου ότι ο τελικός χρήστης ενδιαφέρεται μόνο για τη συνολική καθυστέρηση. Σημειώστε ότι η εξουσιοδότηση της FCC 911 δεν περιλαμβάνει μια απαίτηση TTFF.

Αυτά τα μέτρα απόδοσης συσχετίζονται ιδιαίτερα μεταξύ τους, δεδομένου ότι οι τεχνικές για να βελτιωθεί η ακρίβεια, όπως ο υπολογισμός μέσου όρου, μπορούν να αυξήσουν τους χρόνους απόκρισης.

Μια τελική απόφαση σχετικά με ποια τεχνική να επιλέξει, είναι βασισμένη ακόμη και σε περισσότερους παράγοντες, όπως συζητείται στην παράγραφο 5.

4. ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η εντόπιση ενός MS που χρησιμοποιεί τις μετρήσεις δικτύων απαιτεί τα εξής: την μέτρηση μερικών πτυχών του λαμβανόμενου σήματος, είτε του χρόνου της άφιξης (toa) είτε της γωνία της άφιξης (aoa), και τη χρήση έπειτα ενός τριγωνομετρικού μηχανισμού από ένα ελάχιστο δύο πηγών. Ένα ισχυρό σήμα και μια σαφής γραμμή όρασης απαιτούνται για μια αποδεκτή απόδοση. Όλες οι επίγειες μετρήσεις που λαμβάνονται με τις μεθόδους aoa, toa, και TDOA πάσχουν από συνθήκες πολλαπλών διαδρομών και αδύνατους όρους σημάτων. Προκειμένου να μελετηθεί η απόδοση κάθε τεχνικής, κάποιος πρέπει να μελετήσει τα χαρακτηριστικά του ράδιο καναλιού και τον αντίκτυπο της γεωμετρίας πηγών.

4.1. Ο Ρόλος της ράδιο γεωμετρίας πηγών

Η γεωμετρία των ράδιο πηγών διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της ακρίβειας προσδιορισμού θέσης. Τρεις πηγές σχεδόν σε μια ευθεία γραμμή όσον αφορά τα MS, παραδείγματος χάριν, παράγουν μια φτωχή εκτίμηση της θέσης έναντι τριών πηγών που διαμορφώνουν τις τρεις πλευρές του ισόπλευρου τριγώνου του οποίου το κέντρο είναι το MS. Ο εξαρτώμενος παράγοντας γεωμετρίας καλείται γεωμετρική διάλυση της ακρίβειας (GDOP) [3 7]. Το GDOP είναι ένα μετρικό που χρησιμοποιείται για να καθορίσει τι αποτελεί μια καλή ράδιο γεωμετρία πηγών. Άλλη διάλυση των παραμέτρων ακρίβειας περιλαμβάνει το DOP θέσης (PDOP), το οριζόντιο DOP (HDOP), το κάθετο DOP (VDOP), και το χρονικό DOP (TDOP).

4.2. Ο Ρόλος της αναλογίας σήματος προς θόρυβο

Μια εκτίμηση της ακρίβειας άφιξης-χρόνου ελλείψει του πολλαπλών διαδρομών περιβάλλοντος λαμβάνεται από το Cramer -Rao Bound [8]. Το σφάλμα RMS στον υπολογισμό του χρόνου-άφιξης ενός ράδιο σήματος ορίζεται οριακά ανώτερο από την ακόλουθη έκφραση.

$$\sigma = \frac{T_{rms}}{\sqrt{SNR}} \quad (1)$$

όπου T_{rms} είναι αμοιβαίο εύρος ζώνης RMS του κυματοειδούς που χρησιμοποιείται για να μετρήσει το χρόνο της άφιξης και ορίζεται ως

$$T_{rms} = \frac{\int |F(\omega)|^2 d\omega}{\int \omega^2 |F(\omega)|^2 d\omega} \quad (2)$$

όπου το $F(\omega)$ είναι ο μετασχηματισμός κατά Φουριέ του διαβιβασθέντος κυματοειδούς. Όπως μπορεί να φανεί από την εξίσωση (1), τα σήματα με το υψηλότερο εύρος ζώνης εκθέτουν το μικρότερο χρονικό λάθος RMS για την ίδια σήματος προς θόρυβο αναλογία.

5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ

Σε αυτό το έγγραφο, η θέση σημαίνει ένα σημείο στη γη που μπορεί να περιγραφεί από τις συντεταγμένες, όπως το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος, ενώ η θέση στο παρόν έγγραφο σημαίνει μια περιοχή. Η θέση μπορεί να είναι η περιοχή που καλύπτεται από μια δεδομένη περιοχή ή έναν τομέα των κυττάρων, η περιοχή που εξυπηρετούνται από ένα Msc, μια περιοχή σελιδοποίησης ή θέσης, η περιοχή που εξυπηρετείται από μια ιδιαίτερη αντιπροσωπεία υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, ή η περιοχή που συνδέεται με μια ιδιαίτερη διεύθυνση οδών. Αυτός ο καθορισμός μπορεί να είναι σε διαφωνία με άλλο φόρουμ, αλλά είναι σύμφωνος με τη χρήση των όρων που χρησιμοποιούνται στα ασύρματα διοικητικά πρωτόκολλα κινητικότητας όπως ΤΙΑ/ΕΙΑ- 41 και ο προσδιορισμός θέσης ή ο εντοπισμός θέσης GSM είναι η διαδικασία τις συντεταγμένες ενός αντικειμένου στην επιφάνεια της γης. Το ασύρματο πρόβλημα εντοπισμού θέσης μπορεί να λυθεί χρησιμοποιώντας είτε τις επίγειες (βασισμένες σε δίκτυο ή σε μικροτηλέφωνο) λύσεις είτε το δορυφόρο (GPS)-βασισμένες λύσεις. Στις βασισμένες σε δίκτυο μεθόδους, οι μετρήσεις γίνονται κανονικά από τους υπάρχοντες δέκτες δικτύων (BTS) ή από ένα δίκτυο επικαλύψεων των ειδικών δεκτών σκοπού.

Οι βασισμένες στο δίκτυο λύσεις στηρίζονται στο σήμα που διαβιβάζεται από ένα MS και που παραλαμβάνεται σε BTSs ή αντίστροφα. Αυτό μπορεί να ολοκληρωθεί με δύο γενικές μεθόδους: τη γωνία της άφιξης (aoa) και το χρόνο των τεχνικών άφιξης (toa), όπως εξηγείται κατωτέρω.

Στην περίπτωση aoa, η θέση του κινητού υπολογίζεται βασισμένη στη διατομή των πολλαπλάσιων γραμμών συμπεριφοράς (LOB) που υπολογίζονται από τις σειρές κεραιών διόπτρευσης. Οι σειρές βρίσκονται σε κοντινό BTSs της ακριβούς γνωστής θέσης. Η ακρίβεια της εκτίμησης θέσης εξαρτάται από τη γωνιακή ανάλυση και τη θέση συσκευών αποστολής σημάτων σχετικά με το BTSs. Η καλύτερη εκτίμηση οδηγεί συνήθως όταν τα LOBs είναι κάθετα το ένα στο άλλο. Οι αναφορές [9-11] παρέχουν τις λεπτομέρειες σε αυτήν την

βασισμένη σε πρότυπα προσέγγιση, που μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να παρέχει τις επαρκείς αποτυπώσεις θέσης, και να έχουν το ελκυστικό χαρακτηριστικό γνώρισμα δεδομένου ότι δεν απαιτούν οποιαδήποτε αλλαγή στο MS. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα πρέπει να κυκλοφορήσει στο εμπόριο ενάντια στην ανάγκη για τις κατευθυντικές ακτίνες σε όλο το BTSs. Στην περίπτωση τοa, και μόνο να χρησιμοποιήσει τις μετρήσεις, η θέση του κινητού υπολογίζεται βασισμένη στο συγχρονισμό των σημάτων φθάνοντας σε πολλαπλάσιο του BTSs. Το κινητό θα βρεθεί στη διατομή διαφόρων hyperbolas, κάθε hyperbola που καθορίζεται από τη διαφορά στ χρόνο της άφιξης του ίδιου σήματος σε ένα ζευγάρι BTSs. Η ακρίβεια της εκτίμησης θέσης εξαρτάται από τον ακριβή συγχρονισμό και την δομή των σημάτων (εύρος ζώνης, κ.λπ.), και επίσης από το γεωμετρικό σχεδιάγραμμα. Η καλύτερη εκτίμηση προκύπτει όταν είναι το MS στο γεωμετρικό κέντρο της διαμόρφωσης BTSs'.

Οι βασισμένες σε δίκτυο λύσεις εντοπισμού θέσης είναι τρωτές στην πολλαπλών διαδρομών διάδοση, η οποία είναι χαρακτηριστική στα επίγεια συστήματα επικοινωνιών [25].Όχι μόνο μπορεί η εξάπλωση πολλαπλών διαδρομών να προκαλέσει μεγάλα λάθη στην κατ' εκτίμηση θέση των MS, αλλά μπορεί επίσης να δημιουργήσει τους όρους μείωσης σημάτων όπου η θέση των MS δεν μπορεί να βρεθεί.

Αυτό το έγγραφο εξετάζει μόνο τις βασισμένες σε πρότυπα τεχνολογίες εντοπισμού θέσης για τη 3G οικογένεια. Υπό αυτήν τη μορφή αγνοεί πολλές βιώσιμες τεχνικές όπως η aoa, ή τις τεχνικές αναγνώρισης σχεδίων. Οι μέθοδοι που δεν απαιτούν την ανάπτυξη προτύπων μπορούν να βρεθούν στις αναφορές [12-19]. Περιλαμβάνονται σε αυτό το τμήμα οι 2G, 2.5G και οι 3G μέθοδοι για να επεξηγήσουν πώς αυτές εξελίσσονται, αφού αυτή τη στιγμή, καμία μέθοδος δεν έχει επιλεγεί ως τελική, ή μόνη επιλογή. Ο κατάλογος περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- . **Cell-ID (and Cell-ID variants):** υποστήριξη προτύπων μέσα σε GSM, GPRS και WCDMA;
- . **E-OTD:** Enhanced Observed Time Difference, υποστήριξη προτύπων μόνο

μέσα σε GSM/GPRS;

. **OTDOA:** Observed Time Difference of Arrival, υποστήριξη προτύπων μόνο μέσα σε WCDMA;

. **A-GPS:** Wireless Assisted GPS, υποστήριξη προτύπων μέσα σε GSM, GPRS και WCDMA και cdma2000;

. **Hybrid:** Κάποιος συνδυασμός A-GPS και CellID, E-OTD ή OTDOA, υποστήριξη προτύπων μέσα GSM, GPRS, WCDMA και cdma2000.

Για τη συνέπεια, όταν περιγράφουμε αυτές τις τεχνικές, θα αναφερθούμε παρακάτω στα BTS και τα MS ως δύο στοιχεία αρχικών συστημάτων. Τα 3GPP, και BTS αναφέρονται ως ο κόμβος Β και τα MS αναφέρονται ως UE (εξοπλισμός χρηστών). Στη λογοτεχνία, το MS αναφέρεται επίσης ως ένα μικροτηλέφωνο, μονάδα συνδρομητών, ασύρματη συσκευή, τερματικό πρόσβασης και ασύρματο τερματικό.

5.1 ταυτότητα-κυτάρου (Cell-ID)

Η ταυτότητα-κυτάρου υποστηρίζεται στα δίκτυα GSM, GPRS και WCDMA. Είναι ο απλούστερος τρόπος να εντοπισθεί ένα MS, και καθορίζει τη θέση του χρήστη απλά με το να είναι μέσα στην περιοχή που καλύπτεται από το κύτταρο.

Η τεχνολογία απαιτεί το δίκτυο να προσδιορίσει το BTS με το οποίο το τηλέφωνο κυτάρων επικοινωνεί και την θέση εκείνου του BTS. Εάν αυτές οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες ο κεντρικός υπολογιστής (LS) εντόπισης ταυτότητας κυτάρων προσδιορίζει τη θέση MS ως θέση του BTS και περνά αυτές τις πληροφορίες στη υπηρεσία εφαρμογής εντοπισμού θέσης. Δεδομένου ότι τα MS μπορούν να είναι οπουδήποτε στην περιοχή που καθορίζει το κύτταρο, η ακρίβεια αυτής της μεθόδου εξαρτάται από το μέγεθος των κυττάρων, και είναι επομένως κακή σε πολλές περιπτώσεις δεδομένου ότι ένα χαρακτηριστικό κύτταρο GSM είναι οπουδήποτε μεταξύ 0,5 χλμ 20 χλμ σε διάμετρο. Η περαιτέρω μείωση της περιοχής κυττάρων με τη διευκρίνιση του τομέα των κυττάρων γίνεται χαρακτηριστικά για να βελτιώσει την ακρίβεια.

Ο προσδιορισμός θέσης είναι ακριβέστερος στις αστικές περιοχές με ένα πυκνό δίκτυο μικρότερων κυττάρων από ότι είναι στις αγροτικές περιοχές όπου υπάρχουν λιγότερα κύτταρα. Εάν τα κύτταρα χρησιμοποιούνται, το μέγεθος κυττάρων μπορεί να μειωθεί σημαντικά στη γκάμα μερικές εκατοντάδες μέτρα. Η ποικιλομορφία στο μέγεθος περιοχών κυττάρων, η πυκνότητα, και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά μέσα σε ένα δίκτυο καθιστούν την ακρίβεια αυτής της τεχνολογίας ασυνεπή και η ίδια η ταυτότητα-κυττάρου δεν μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις της FCC E911.

5.2.ταυτότητα-κυττάρου με το TA ή RTT

Η συμπερίληψη της τεχνικής χρονικής προόδου (TA) για τα δίκτυα GSM/A-GPRS ή το χρόνο ταξιδιού με επιστροφή (RTT) για τα δίκτυα WCDMA μπορεί να ενισχύσει την αναγνώριση κυττάρου. Η προσέγγιση TA εκμεταλλεύεται την υπάρχουσα χρήση πληροφοριών που κανονικά χρησιμοποιείται για να την αποφυγή συγκρούσεων των μεταδόσεων MS που φθάνουν σε ένα BTS. Και οι πληροφορίες χρονικών ρυθμίσεων χρήσης TA και RTT που στέλνονται από το BTS για να ρυθμίσουν μία σχετική μετάδοση-χρόνου των MS για να ευθυγραμμίσουν σωστά το χρόνο που το σήμα φθάνει στο BTS. Για λόγους εντοπισμού θέσης, το TA και το RTT παρέχουν μια εκτίμηση γκάμας μεταξύ των MS και του BTS. Σαν βοήθεια στην αναγνώριση κυττάρου, αυτές οι μετρήσεις χρησιμοποιούνται για να μειώσουν το λάθος εντοπισμού θέσης της βασικής τεχνικής αναγνώρισης κυττάρου. Δυστυχώς, αυτές οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες μόνο για την κλήση υπό εξέλιξη, έτσι τα MS πρέπει καθοριστούν από BTS σε BTS εάν η τεχνική επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί ως αυτόνομο σύστημα προσδιορισμού σειράς.

Ακόμη και με αυτές τις βελτιώσεις, αυτή η τεχνολογία παραμένει ασυνεπής και είναι η λιγότερη ακριβής από τις τεχνολογίες που συζητούνται εδώ. Είναι μια ανέξοδη προσέγγιση στην εφαρμογή μιας πολύ χονδροειδούς λύσης εντοπισμού θέσης. Γενικά η παραγωγή και το TTFF είναι πολύ καλές, αλλά η ακρίβεια είναι κακή και η συνέπεια στη λύση ποικίλλει δραματικά ανάλογα με την πυκνότητα

των περιοχών κυττάρων. Είναι ιδιαίτερα ασυνεπείς στις αγροτικές περιοχές όπου τα κύτταρα χωρίζονται σε μεγάλα διαστήματα. Υποστηρίζει την περιπλάνηση στα ίδια δίκτυα διεπαφών χωρίς σημαντικές τροποποιήσεις, είναι εύκολο να διατηρηθεί και δεν είναι σημαντικές οι δαπάνες για να την επέκταση του δικτύου. Δυστυχώς, παρά αυτά τα πλεονεκτήματα, η βασική απόδοση ακρίβειας είναι τόσο κακή που δεν θα υποστήριζε τις πολλές υπηρεσίες εντοπισμού θέσης σε μια πλειοψηφία τοποθεσιών, και δεν καλύπτει τις απαιτήσεις της FCC E911.

5.3. E-OTD

Η Ενισχυμένη Παρατηρηθείς Χρονική Διαφορά (E-OTD) είναι μια χρονική διαφορά της μεθόδου άφιξης βασισμένη στις μετρήσεις MS και σχεδιάζεται για τα δίκτυα GSM και GPRS. Για το GSM και GPRS, το MS ελέγχει τα ξεσπάσματα μετάδοσης από πολλαπλάσια γειτονικά BTSs και μετρά τις χρονικές διαφορές μεταξύ των αφίξεων των πλαισίων GSM από το BTSs. Αυτές οι παρατηρηθείσες χρονικές διαφορές είναι η ελλοχεύουσα μέτρηση της μεθόδου ραδιοεντόπισης E-OTD και χρησιμοποιούνται για να ορίσουν τη θέση του MS.

Η ακρίβεια της μεθόδου E-OTD είναι μία λειτουργία της ανάλυσης των μετρήσεων χρονικής διαφοράς, η γεωμετρία του γειτονικού BTSs, και το περιβάλλον των σημάτων. Τα MS πρέπει να μετρήσουν τις χρονικές διαφορές από τουλάχιστον τρία BTSs για να υποστηρίξουν τον δισδιάστατο (χωρίς ύψος) προσδιορισμό θέσης. Επειδή το t_{oa} είναι η βάση της μέτρησης θέσης, το E-OTD απαιτεί τη γνώση της αναφοράς συγχρονισμού BTS. Για το GSM και GPRS, αυτό λύνεται μέσω της προσθήκης των μονάδων μέτρησης θέσης (LMUs). Ο αριθμός του LMUs έχει υπολογιστεί για να κυμαίνεται από ένα LMU ανά τρεις έως πέντε περιοχές BTS [18].

Αυτός ο περιορισμός επέκτασης προέρχεται από την απαίτηση για καθένα από τα BTS στο δίκτυο να παρατηρούνται από τουλάχιστον ένα LMU. Το E-OTD απαιτεί επίσης τροποποιήσεις λογισμικού στο MS

Η τεχνολογία θέσης E-OTD μετρά τους χρόνους στους οποίους τα σήματα

από ένα BTS φθάνουν σε δύο χωριστές θέσεις: τα MS και το LMU. Η θέση των MS καθορίζεται με τη σύγκριση των χρονικών διαφορών μεταξύ δύο σετ μετρήσεων.

Οι λύσεις E-OTD προσφέρουν βελτιωμένη απόδοση σχετικά με την κύπελο αναγνώριση, και μπορούν να παρέχουν ακρίβεια στη γκάμα μέτρων από 50 μέχρι 150, αλλά απαιτούν τη χρήση LMUs για να το κάνουν αυτό. Η προσθήκη LMUs αυξάνει το κόστος και την πολυπλοκότητα του γενικού συστήματος. Και επειδή τα MS πρέπει να λάβουν τα σήματα από τουλάχιστον τρία BTSs (που επεκτείνονται για την επικοινωνία, όχι για λόγους ραδιοεντόπισης) και να χρησιμοποιήσουν τις επίγειες τοα μετρήσεις για να παραγάγουν μια εκτίμηση θέσης, αυτό αφήνει την τεχνολογία τρωτή στην υποβάθμιση ακρίβειας από τις αντανakλάσεις πολλαπλών διαδρομών και σημάτων. Για την περιπλάνηση, το E-OTD απαιτεί παγκόσμιες τροποποιήσεις δεδομένου ότι το "περιπλανημένο" δίκτυο πρέπει επίσης να έχει LMUs. Αυτό ισχύει ακόμα κι αν μόνο ένας συνδρομητής θέλει να περιπλανηθεί σε ένα δίκτυο. Δεδομένου ότι η Αμερικάνικη FCC έκρινε ότι όλες οι κλήσεις από τα κινητά τηλέφωνα στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης πρέπει να περιλαμβάνουν ιδιαίτερα εξακριβωμένες πληροφορίες για τη θέση του καλούντος, το EOTD έχει εμφανιστεί ως προτιμημένη επιλογή για τους μεταφορείς δικτύων GSM για να ικανοποιήσει τους κανονισμούς E911. Αναμένεται ότι το E-OTD θα γίνει η μέθοδος που θα χρησιμοποιείται από τους χειριστές GSM στις ΗΠΑ και ότι μια τροποποίηση αυτής της μεθόδου θα χρησιμοποιηθεί από το WCDMA.

5.4. Παρατηρημένη Χρονική Διαφορά Αφίξης (OTDOA)

Η OTDOA είναι μια προσέγγιση βασισμένη στην ΤΟΑ με σκοπό να λειτουργήσει στα δίκτυα WCDMA. Η OTDOA LCS υπολογίζει τη θέση μίας συσκευής μικροτηλεφώνου με την παραπομπή του συγχρονισμού των πειραματικών σημάτων κατιουσών συνδέσεων όπως παραλαμβάνονται από το ελάχιστο τρία BTSs. Παρόμοια με το E-OTD, το LMU χρησιμοποιείται για να βαθμολογήσει αυτές τις μετρήσεις κατιουσών συνδέσεων. Εξετάζοντας αυτές τις

ομοιότητες, η OTDOA μπορεί να αντιμετωπισθεί ως έκδοση WCDMA του E-OTD. Υπό αυτήν τη μορφή, έχει την ίδια αδυναμία τύπων με το E-OTD (απόλυτη ανάγκη κινήσεων χρονικής ακρίβειας για LMUs, καμία παραγωγή στις περιοχές χωρίς τουλάχιστον τρία ορατά BTSs, κακή ακρίβεια κατά μήκος των γραμμικών δικτύων, πολλαπλών διαδρομών υποβάθμιση, και συμβατότητα με μόνο ένα δίκτυο).

Επιπλέον, η OTDOA έχει ένα επιπλέον χαρακτηριστικό που οδηγεί σε απόδοση εγγενώς κατώτερη από αυτήν του E-OTD. Επειδή το δίκτυο WCDMA είναι βασισμένο σε CDMA, όλα τα BTS μοιράζονται την ίδια συχνότητα κατιουσών συνδέσεων, και η δυνατότητα των MS "να δουν" και να χρησιμοποιήσουν πολλαπλάσιες κατιούσες συνδέσεις χρήσης μειώνεται από τον αριθμό που μπορεί να φανεί σε ένα σύστημα GSM, όπου οι διαφορετικές συχνότητες αποδίδονται σε γειτονικό BTSs. Αυτό έχει σημαντικό αντίκτυπο ακρίβεια του OTDOA, αλλά το πιο σημαντικό, οι επιδράσεις οδηγούν στο ότι η γενική απόδοση του OTDOA είναι γενικά χειρότερη από το E-OTD. Μια μελέτη στη Γερμανία έδειξε ότι μια πυκνότητα BTS ισοδύναμη με την τρέχουσα επέκταση σταθμών βάσεων GSM υποστηρίζει ορατότητα BTS για το διαστάσιμο προσδιορισμό θέσης μεταξύ 22 και 36 τοις εκατό των θέσεων, μια στατιστική που θα πρότεινε OTDOA δεδομένου ότι μια αυτόνομη τεχνολογία προσδιορισμού θέσης δεν είναι βιώσιμη.

Αυτό έχει οδηγήσει σε τροποποιήσεις της OTDOA, δηλαδή, τα IPDL, το TA -TA-IPDL, και το OTDOA-PE [26]. Η βασική προϋπόθεση με IPDL (μη απασχόλησης κατιούσα σύνδεση περιόδου), είναι ότι BTSs θα θέσει εκτός λειτουργίας ψευδό-τυχαία την κατιούσα σύνδεσή τους για μια σύντομη χρονική περίοδο κατά την οποία θα είναι σε θέση "να δουν" τα MS τα σήματα γειτόνων BTS. Στο TA IPDL, αυτές οι περίοδοι απαλοιφής είναι συγχρονισμένες (μέσα σε 30 μς) μεταξύ των BTSs. Στο OTDOA-PE, τοποθετημένα στοιχεία προστίθενται που συγχρονίζονται με το κοντινότερο BTS και διαβιβάζουν έναν σύντομο παλμό. Δεδομένου ότι τα PEs είναι στις γνωστές θέσεις, αυτό επιτρέπει στα MS να χρησιμοποιήσουν αυτά τα σήματα ως εισαγωγές στη λύση OTDOA. Οι προσομοιώσεις προτείνουν ότι αυτές οι τεχνικές θα επιτρέψουν σε OTDOA να

καλύψουν τις απαιτήσεις της FCC E911, αλλά δεν υπάρχει καμία μεγάλης κλίμακας δοκιμή στον τομέα αυτό για να υποστηρίξει αυτό το επιχείρημα. Ένα άλλο αξιοσημείωτο σημείο της σημείωσης: δεδομένου ότι τα δίκτυα WCDMA επεκτείνονται, είναι δυνατό ότι πολλά θα συγχρονιστούν χρονικά ή θα σχεδιαστούν έτσι ώστε να μπορούν να συγχρονιστούν χρονικά σε μια μεταγενέστερη ημερομηνία με την προσθήκη του εξοπλισμού συγχρονισμού στα κατάλληλα στοιχεία δικτύων. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρησιμοποίηση των ειδικών δεκτών συγχρονισμού που βασίζονται στ GPS σε όλο το δίκτυο ή να γίνει κυριολεκτικά από LMU. Η παράγραφος 6 θα συζητήσει περαιτέρω μια πιθανή διαδικασία με την οποία να γίνεται αυτό.

5.5. The Global Positioning System (GPS) **(Σύστημα Παγκόσμιας Τοποθέτησης)**

Πολλές από τις προτάσεις για 3G προσδιορισμό θέσης χρησιμοποιούν τις λειτουργίες του GPS για λήψη που βρίσκονται στο MS Αυτό το τμήμα παρέχει μια επισκόπηση αυτού του παγκόσμιου συστήματος ναυσιπλοΐας, και παρέχει μια ενίσχυση στην κατανόηση για το πώς αυτός ο πόρος χρησιμοποιείται με 3G πρότυπα για ποικίλους τρόπους. Τα τμήματα που ακολουθούν περιγράφουν αυτές τις μεθόδους και παρέχουν λεπτομέρειες για μια ιδιαίτερη υβριδική μέθοδο.

Το διαστημικό τμήμα του GPS αποτελείται από έναν αστερισμό 24 δορυφόρων συν μια ή περισσότερες εφεδρείες σε τροχιά που περιβάλλουν τη γη κάθε 12 ώρες. Οι δορυφόροι είναι σε ένα ύψος 26000 χλμ. Κάθε δορυφόρος διαβιβάζει δύο σήματα: L1 (1575.42 MHz) και L2 (1227.60 MHz). Το σήμα L1 είναι διαμορφωμένο με δύο κώδικες PN: ο προστατευμένος (P) κώδικας και ο χονδροειδής κώδικας αποκτήσεων (C/A). Το L2 σήμα φέρνει μόνο τον κώδικα p. Κάθε δορυφόρος διαβιβάζει έναν μοναδικό κώδικα, που επιτρέπει στον δέκτη να αναγνωρίσει τα σήματα. Οι πολιτικοί δέκτες ναυσιπλοΐας χρησιμοποιούν μόνο το C/A στη συχνότητα L1.

Η ιδέα πίσω από το GPS είναι να χρησιμοποιηθούν οι δορυφόροι στο

διάστημα ως σημεία αναφοράς για τον καθορισμό της θέσης. Με το να μετρήσει ακριβή διαφορά σε τρεις δορυφόρους, ο δέκτης ρυθμίζει σε τρίγωνο τη θέση του οπουδήποτε στη γη. Ο δέκτης υπολογίζει τη διαφορά μετρώντας το χρόνο που απαιτείται για το σήμα για να ταξιδέψει από το δορυφόρο στο δέκτη και γνωρίζοντας την ταχύτητα του φωτός, μετατρέπει αυτόν τον χρόνο διάδοσης σε μια εκτίμηση γκάμας. Εντούτοις, το πρόβλημα στη μέτρηση του χρόνου ταξιδιού είναι το να ξέρει ακριβώς πότε το σήμα άφησε το δορυφόρο. Για να το κατορθώσουν αυτό, όλοι οι δορυφόροι και οι δέκτες είναι συγχρονισμένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παράγουν τον ίδιο κώδικα ακριβώς στον ίδιο χρόνο. Ως εκ τούτου, γνωρίζοντας τον χρόνο που το σήμα άφησε το δορυφόρο, και παρατηρώντας το χρόνο που λαμβάνει το σήμα βασισμένο στο εσωτερικό ρολόι του, ο δέκτης μπορεί να καθορίσει το χρόνο ταξιδιού του σήματος. Εάν ο δέκτης έχει ένα ακριβές ρολόι που συγχρονίζεται με τους δορυφόρους GPS τρεις μετρήσεις από τρεις δορυφόρους είναι επαρκής για να καθορίσουν τη θέση σε τρεις διαστάσεις. Κάθε ψευδό μέτρηση σειράς (PR) δίνει μια θέση στην επιφάνεια μιας σφαίρας που κεντροθετείται στον αντίστοιχο δορυφόρο. Οι δορυφόροι GPS τοποθετούνται σε μια πολύ ακριβή τροχιά σύμφωνα με το κύριο πρόγραμμα GPS. Οι δέκτες GPS έχουν ένα αποθηκευμένο "ημερολόγιο" που δείχνει όπου κάθε δορυφόρος είναι στον ουρανό σε μία δεδομένη στιγμή. Οι επίγειοι σταθμοί ελέγχουν συνεχώς τους δορυφόρους GPS για να παρατηρήσουν την παραλλαγή τους στην τροχιά. Μόλις μετρηθεί η δορυφορική θέση, οι πληροφορίες αναμεταδίδονται πίσω στο δορυφόρο και ο δορυφόρος τις μεταδίδει ραδιοφωνικά ως τμήμα του "ημεροδείκτη". Ο ημεροδείκτης είναι παρόμοιος με το ημερολόγιο αλλά είναι πολύ υψηλότερης ακρίβειας, και αντιπροσωπεύει μια μικρότερης περιόδου κατάλληλη σε καμπύλη πρόβλεψη. Ο ημεροδείκτης περιέχει επίσης τις δορυφορικές πληροφορίες διορθώσεων ρολογιών. Ο ημεροδείκτης είναι ραδιοφωνική μετάδοση από το δορυφόρο ως τμήμα του μηνύματος ναυσιπλοΐας. Για περισσότερες λεπτομέρειες για τον τρόπο με τον οποίο εργάζεται το GPS βλέπε την αναφορά [3]. Για εμπορικούς λόγους είναι πάρα πολύ ακριβό να υπάρξει ένα ακριβές ρολόι στο δέκτη GPS Στην πράξη οι δέκτες GPS μετρούν το χρόνο της διαφοράς άφιξης από τέσσερις δορυφόρους όσον αφορά το ρολόι του

και λύνουν έπειτα τη θέση χρηστών και την προκατάληψη ρολογιών όσον αφορά το χρόνο GPS . Αυτό περιλαμβάνει την επίλυση ενός συστήματος με τεσσάρων εξισώσεων με τέσσερις αγνώστους δεδομένων των μετρήσεων PR και των δορυφορικών θέσεων (δορυφορικά στοιχεία). Ένας άλλος τρόπος γι' αυτήν την διαδικασία, λόγω του λάθους του ρολογιού του δέκτη, είναι ότι οι τέσσερις σφαίρες δεν θα τέμνονται σε ένα μόνο σημείο. Ο δέκτης ρυθμίζει έπειτα το ρολόι του έτσι ώστε οι τέσσερις σφαίρες να τέμνονται σε ένα μόνο σημείο.

Ο χρόνος που απαιτείται από έναν συμβατικό δέκτη GPS για να λάβει μια αποτύπωση θέσης εξαρτάται από την κατάσταση του δέκτη GPS . Χαρακτηριστικά, υπάρχουν τρεις κοινές καταστάσεις.

. **Κατάσταση κρύας έναρξης:** Σε μία κατάσταση κρύας έναρξης ο δέκτης GPS δεν έχει κανένα ημερολόγιο GPS , ή δεν έχει καμία κατά προσέγγιση γνώση του τρέχοντος χρόνου και της θέσης. Το ημερολόγιο GPS δίνει έναν κατά προσέγγιση δορυφορικό ημεροδείκτη. Το στοιχείο ημερολογίων επιτρέπει στο χρήστη για να επιλέξει το καλύτερο σύνολο δορυφόρων ή για να καθορίσει απλά ποιοι δορυφόροι είναι κατά ορατοί. Παίρνει το δέκτη 12,5 λ. για να μεταφορτώσει το ημερολόγιο του ολόκληρου αστερισμού GPS . Χωρίς ένα ημερολόγιο, ο δέκτης GPS πρέπει να ψάξει και τους 24 δορυφόρους και πρέπει να διεξαγάγει την ευρύτερη αναζήτηση συχνότητας για να αποκτήσει τον πρώτο δορυφόρο. Το πλάτος του παραθύρου αναζήτησης καθορίζεται από δορυφορικό Doppler και την τοπική ρύθμιση ταλαντωτού δέκτη.

. **Κατάσταση θερμής έναρξης:** Σε αυτή την κατάσταση, θεωρείται ότι ο δέκτης έχει ένα ημερολόγιο GPS και μια κατά προσέγγιση εκτίμηση της θέσης και του χρόνου, τα οποία θα μειώσουν την αναζήτηση στην περιοχή συχνότητας (που χρησιμοποιεί την κατά προσέγγιση θέση και χρόνο, το δορυφορικό Doppler είναι υπολογίσιμο από το ημερολόγιο). Ο χρόνος που απαιτείται για να παραγάγει μια θέση καθορίζεται από το χρόνο που απαιτείται για να λάβει τη διόρθωση ρολογιών και τα στοιχεία ημεροδεικτών για κάθε δορυφόρο. Ο ημεροδείκτης εκπέμπεται δορυφορικά κάθε 30 s και ισχύει για περίπου 2 ώρες. Ως εκ τούτου, ένας δέκτης GPS που αρχίζει σε αυτή την κατάσταση θα είναι σε θέση να

καθορίσει μια θέση σε περίπου 30 s.

. **Κατάσταση καυτής έναρξης:** Σε αυτή την κατάσταση, ο δέκτης υποτίθεται ότι είχε τις διορθώσεις ημεροδεικτών και ρολογιών για όλους τους ορατούς δορυφόρους. Ο δέκτης πρέπει να κάνει δύο βήματα: να μετρήσει τα PRs σε όλους τους ανιχνευμένους δορυφόρους, και να υπολογίσει τη θέση χρησιμοποιώντας PRs και τα δορυφορικά στοιχεία. Είναι δυνατό να καθοριστεί μια αποτύπωση θέσης σε λιγότερο από 1s εάν ο αλγόριθμος αναζήτησης χρησιμοποιεί τις πληροφορίες από τον πρώτο επίκτητο δορυφόρο για να βαθμολογήσει το τοπικό λάθος συχνότητας ταλαντωτών του.

5.5.1. Περιορισμοί GPS –η μόνη λύση

Τα προβλήματα που συνδέονται με τις ασύρματες τεχνικές τηλεφωνικές θέσεις που στηρίζονται μόνο στο GPS παρατίθενται κατωτέρω:

- . ανάγκη να προστεθεί ένας πλήρης δέκτης GPS, ο MS
- . περιορισμένη ορατότητα στις πυκνές αστικές περιοχές
- . ο αβόητος χρόνος αποκτήσεων GPS είναι απαράδεκτος
- . το διαφορετικό σύστημα κεραιών που απαιτείται
- . κακή απόδοση στις σήραγγες, τους υπογείους και τις εσωτερικές θέσεις
- . πρόσθετη κατανάλωση ισχύος που θα έχει αντίκτυπο στο χρόνο συζήτησης και τον εφεδρικό χρόνο
- . προστιθέμενη υπολογιστική πολυπλοκότητα, ικανότητα αποθήκευσης στοιχείων που έχει αντίκτυπο στο μέγεθος, το βάρος και το κόστος.

5.6. Βοηθημένο GPS

Το βοηθημένο GPS (επίσης γνωστό ως ασύρματο βοηθημένο GPS ή WAG) λειτουργεί στα δίκτυα GSM, GPRS, WCDMA και cdma2000 και επιδιώκει να συνδυάσει την ακρίβεια θέσης του GPS με την ικανότητα επικοινωνιών του τηλεφώνου [20]. Το A-GPS χρησιμοποιεί ακόμα τους δορυφόρους GPS ως

σημεία αναφοράς στον προσδιορισμό θέσης, αλλά και προσθέτει βοηθητικές διαδικασίες που στοχεύουν στην απλούστευση της λειτουργίας και του σχεδίου MS.

Η ακριβής θέση (και χρόνος) μπορούν να προέλθουν άμεσα από τα δορυφορικά σήματα GPS χρησιμοποιώντας τους αυτόνομους δέκτες GPS, αλλά αυτό απαιτεί χαμηλά στοιχεία ποσοστού από τους δορυφόρους GPS και επίσης απαιτεί ότι τα δορυφορικά σήματα θα έχουν σχετικά υψηλή δύναμη σημάτων. Για να εξετάσει αυτούς τους περιορισμούς, ένας δέκτης A-GPS χρησιμοποιεί τα βοηθητικά στοιχεία από έναν κεντρικό υπολογιστή θέσης A-GPS που δίνει στο δέκτη A-GPS τις πληροφορίες που θα έπρεπε κανονικά να αποδιαμορφώσει, καθώς επίσης και άλλες πληροφορίες για να αυξήσει την ευαισθησία κατά τουλάχιστον 25 DB, και να μειώσει τους χρόνους έναρξης σε περίπου 5s (ανεξάρτητα από την λανθάνουσα κατάσταση των δικτύων). Αυτή η προσέγγιση αποβάλλει τους μακροχρόνιους χρόνους έναρξης και επιτρέπει στο δέκτη A-GPS να λειτουργήσει στα δύσκολα περιβάλλοντα σημάτων GPS, περιλαμβάνονται και το εσωτερικό κτιρίων. Η παραγωγή A-GPS μειώνεται μόνο στα περιβάλλοντα όπου τα δορυφορικά σήματα εμποδίζονται σοβαρά.

Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι βοηθημένης λειτουργίας, βασισμένης στο MS και βοηθούμενης από το MS. Στα βοηθούμενα από τον MS τρόπο, ο δέκτης A-GPS στα MS λαμβάνει ένα μικρό σύνολο βοηθητικών στοιχείων από το A-GPS LS, κατόπιν ανακτεί μόνο τις ψευδó σειρές από τα δορυφορικά σήματα (μετρήσεις απόστασης στους ορατούς δορυφόρους), στέλνει αυτές τις πληροφορίες πίσω στο A-GPS LS που υπολογίζει έπειτα τη θέση του MS. Στον βασισμένο στον MS τρόπο, ο υπολογισμός θέσης γίνεται στο MS, το οποίο απαιτεί ένα εκτεταμένο σύνολο στοιχείων βοήθειας.

Το A-GPS παρέχει πολύ καλύτερη ακρίβεια από τα CELL-ID, E-OTD, και OTDOA, και λειτουργεί στα σύγχρονα καθώς επίσης και στα ασύγχρονα δίκτυα χωρίς την ανάγκη για LMU (αν και οι πληροφορίες LMU μπορούν να χρησιμοποιηθούν εάν είναι διαθέσιμες). Μια εφαρμογή A-GPS ασκεί ελάχιστη επίδραση στην υποδομή και υποστηρίζει εύκολα την περιπλάνηση. Το A-GPS απαιτεί τις ανταλλαγές μηνυμάτων με ένα A-GPS LS στην υποδομή, αλλά

υπάρχει ευελιξία για το πώς αυτό αντιμετωπίζεται και τα μηνύματα είναι μικρά. Τα μέσα για να υποστηριχθούν τα απαραίτητα μηνύματα καθορίζονται από τα διάφορα πρότυπα θέσης.

Για να επιταχύνει τη δορυφορική απόκτηση στην περιοχή χρόνου / συχνότητας, ο δέκτης πρέπει να ξέρει το ημερολόγιο GPS , την κατά προσέγγιση θέση του, και τον κατά προσέγγιση χρόνο της ημέρας. Τέλος, για να υπολογίσει τη θέση, ο δέκτης πρέπει να συλλέξει τον ημεροδείκτη των ορατών δορυφόρων. Ένας δέκτης GPS λειτουργεί στο βοηθημένο τρόπο εάν ένα ή περισσότερα από τα ανωτέρω κομμάτια στέλνονται σε αυτόν χρησιμοποιώντας τη βασική σύνδεση επικοινωνίας.

5.7. Υβριδικές εκτιμήσεις σχεδίου

Τα βασισμένα στο A-GPS υβρίδια μπορούν να λειτουργήσουν σε όλα τα δίκτυα, αν και η συμβατότητα εξαρτάται από την άλλη τεχνολογία εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιείται με την τεχνολογία A-GPS . Η υβριδική τεχνολογία θέσης συνδυάζει το A-GPS με άλλο προσδιορισμό εντοπισμού θέσης με έναν τρόπο που επιτρέπει στις δυνάμεις του ενός να αντισταθμίσουν τις αδυναμίες του άλλου για να παρέχουν μια πιο αξιόπιστη και γερή λύση θέσης [21]. Επειδή το A-GPS είναι ανεξάρτητο διεπαφών αέρος , μπορεί να συνδυαστεί με οποιεσδήποτε από τις άλλες τεχνολογίες που συζητούνται για να ταιριάξουν καλύτερα την προσφορά σχεδίων και υπηρεσιών δικτύων, τα σχέδια rollout, και άλλους περιορισμούς του χειριστή. Οι υβριδικές λύσεις έχουν χαρακτηριστικά σχεδιαστεί για να ταιριάξουν καλύτερες διαθέσιμες πληροφορίες από το A-GPS ή τις επίγειες πηγές, είτε χωριστά είτε σε συνδυασμό, να παρέχουν τον ακριβή και αξιόπιστο προσδιορισμό θέσης ακόμη και όπου οι ανεξάρτητες λύσεις δικτύων και οι αβοήθητες λύσεις GPS αποτυγχάνουν.

Η απλούστερη εφαρμογή της Υβριδικής τεχνολογίας για τα δίκτυα GSM, GPRS, WCDMA και cdma2000 είναι να συνδυαστεί το A-GPS με την κυψελική αναγνώριση. Αυτό βελτιώνει την παραγωγή στις περιοχές όπου το A-GPS δεν μπορεί να παραγάγει τις πληροφορίες θέσης, αλλά παρέχει την ακρίβεια του A-

GPS σε όλες τις άλλες περιπτώσεις. Η κάλυψη A-GPS και η ακρίβεια είναι χαρακτηριστικά άριστες στις υπαίθριες θέσεις, και υποβιβάζονται μόνο βαθιά στα εσωτερικά κτιρίων ή στις πυκνές αστικές περιοχές όπου η κυψελική αναγνώριση μπορεί ακόμα να είναι σε θέση να παραγάγει μια θέση. Χαρακτηριστικά, αυτές είναι περιοχές όπου η πυκνότητα κυψελών και η κυψελική αναγνώριση θα είναι στο ακριβέστερο τέλος της σειράς ακρίβειάς της, εν τούτοις όχι τόσο ακριβής όσο το A-GPS. Ο συνδυασμός του A-GPS και της κυψελικής αναγνώρισης επίσης καθορίζει τα πλεονεκτήματα περιπλάνησης και για την κυψελική αναγνώριση και για AGPS.

Μια περιπλοκότερη υβριδική λύση είναι το A-GPS που συνδυάζεται με το E-OTD ή OTDOA. Αυτή η προσέγγιση απαιτεί μόνο τις επεκτάσεις σημείων του E-OTD ή της OTDOA. Το A-GPS θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε όλη την πλειοψηφία του δικτύου για να παρέχει τη βάση για τις περισσότερες πληροφορίες θέσης. Η υβριδική προσέγγιση βελτιώνει γενικά την παραγωγή και επιτρέπει στην τεχνολογία εντοπισμού θέσης να υποβιβάσει σωστά με έναν τρόπο που υποστηρίζει τις περισσότερες υπηρεσίες εντοπισμού θέσης στις περισσότερες τοποθεσίες.

Μια ακόμα περιπλοκότερη εφαρμογή της υβριδικής τεχνολογίας είναι όταν το A-GPS και οι επίγειες μετρήσεις χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα στη λύση ναυσιπλοΐας. Με άλλα λόγια, το A-GPS και οι επίγειες μετρήσεις χρησιμοποιούνται όπως συμπληρώματα αντί των εναλλακτικών λύσεων.

Η δυνατή ενσωμάτωση του GPS με ένα τηλέφωνο CDMA οδηγεί σε μια σημαντική μείωση της πολυπλοκότητας του MS στο υλικό, το υπολογιστικό φορτίο, και την κατανομή μνήμης, βελτιώνοντας τη γενική απόδοση πέρα από αυτήν ενός αυτόνομου δέκτη GPS. Στο τμήμα που ακολουθεί, περιγράφουμε λεπτομερώς μια ιδιαίτερη υβριδική λύση, που καλείται gpsOne, που επεκτείνεται στα δίκτυα cdma2000 στην Κορέα και την Ιαπωνία, και έχει δείξει απόδοση σύμφωνα με αυτήν που διευκρινίζεται από την εξουσιοδότηση της FCC.

Το 3G σύστημα cdma2000 λειτουργεί με χρόνο-σύγχρονο BTSs. Αυτό σημαίνει ότι ο πειραματικός συγχρονισμός στην μπροστινή σύνδεση κάθε τομέα σε όλο το BTS είναι συγχρονισμένος με το χρόνο συστημάτων GPS (που είναι ο

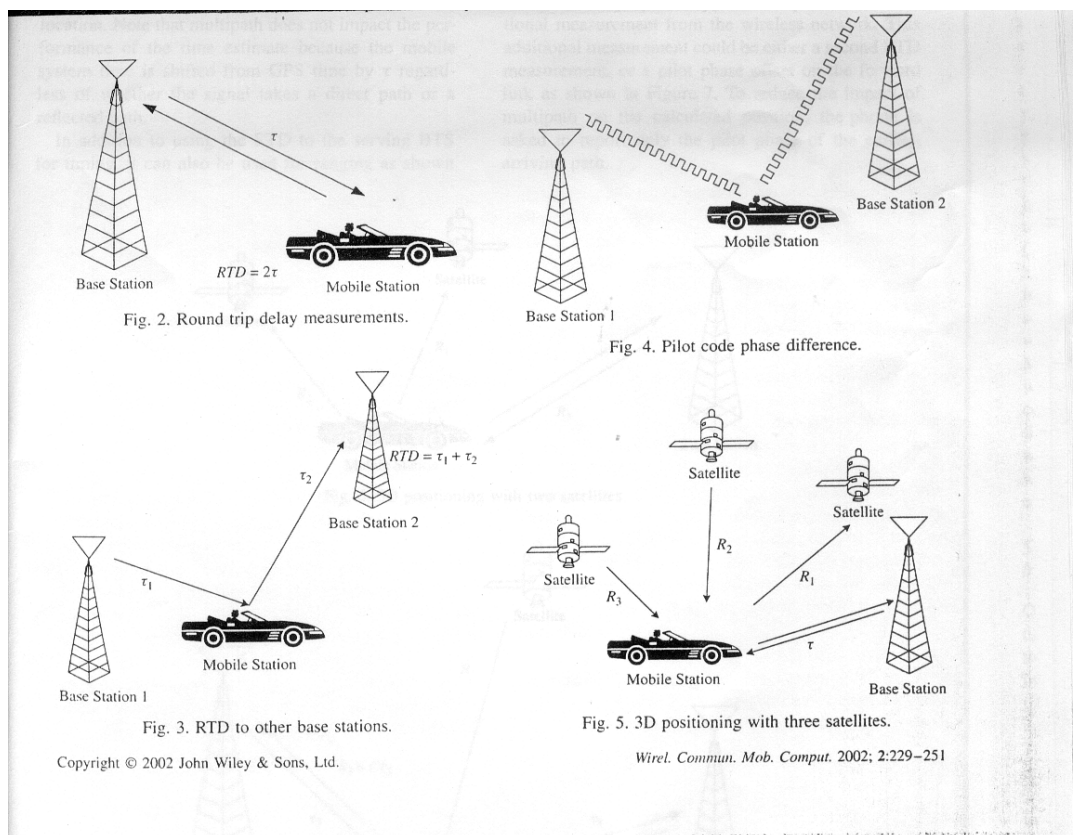
ίδιος απλά μια έκδοση όφσσετ UTC). Χρησιμοποιώντας τον χρόνο GPS ως αναφορά, αυτό έχει οδηγήσει σε όλα τα στοιχεία δικτύων του υβριδικού συστήματος gprsOne χρησιμοποιώντας μια κοινή χρονική αναφορά. Το MS δεν έχει ένα ακριβές ρολόι, και η χρονική αναφορά του ορίζεται ως ο χρόνος της άφιξης (όπως μετρήθηκε στο συνδεδετήρα κεραιών MS) της πιο πρώιμης άφιξης χρησιμοποιήσιμου πολλαπλών διαδρομών τμήματος που χρησιμοποιείται στην αποδιαμόρφωση. Η χρονική αναφορά MS επίσης χρησιμοποιείται ως χρόνος μετάδοσης των αντίστροφων καναλιών κυκλοφορίας και πρόσβασης σε IS- 95 συν το αντίστροφο πειραματικό κανάλι σε cdma2000.

Η υβριδική λύση θα έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- . Επιτρέπει τον υπολογισμό της θέσης MS όταν λιγότεροι, από τέσσερις δορυφόρους είναι ορατοί.
- . Παρέχει την καλύτερη διαθεσιμότητα, δεδομένου ότι συγχωνεύει και επεκτείνει τους τομείς κάλυψης των προσεγγίσεων που βασίζονται στην υποδομή και σε GPS.
- . Βελτιώνει την ευαισθησία δεκτών που επιτρέπει τη λειτουργία, του συστήματος στα αστικά φαράγγια και τα πολυώροφα κτίρια. Επιπλέον, αυτό μπορεί να οδηγήσει στο χαμηλότερο κόστος υποσυστημάτων κεραιών.
- . Εκμεταλλεύεται την τηλεφωνική γνώση χρόνου CDMA.
- . Επιτρέπει τη χρήση της εξυπηρετώντας θέσης BTS και την καθυστέρηση στρογγυλού ταξιδιού (E&TA) μεταξύ του BTS και του ασύρματου τηλεφώνου στον καθορισμό της θέσης των τελευταίων.
- . Επιτρέπει τη χρήση των κινητών μετρήσεων όπως η πειραματική δύναμη και η πειραματική φάση.
- . Δίνει τη διαφορική ικανότητα διορθώσεων.
- . Χρησιμοποιεί υπάρχοντες συσχετισμούς υλικού και τους ερευνητές λογισμικού που εφαρμόστηκαν ήδη στα MS CDMA
- . Χρησιμοποιεί ένα μικρό παράθυρο αναζήτησης για να μειώσει το χρόνο αναζήτησης στην περιοχή του κώδικα.

- . Στενεύει το παράθυρο αναζήτησης στην περιοχή συχνότητας δεδομένου ότι η ασύρματη μονάδα CDMA ακολουθεί συνεχώς τη συχνότητα BTS.
- . Μειώνει τον αντίκτυπο στον αγωγό μπαταριών επειδή το σήμα GPS μπορεί να αποκτηθεί πολύ γρήγορα (λόγω του μικρού διαστήματος αναζήτησης).
- . Εξαλείφει την ανάγκη για την πρόσθετη λειτουργία κεντρικών υπολογιστών δεδομένου ότι η λειτουργία PDE μπορεί να απαιτηθεί από τον ελεγκτή σταθμών βάσεων (BSC).
- . Επιτρέπει τη συνεχή έρευνα αφού αποκτηθεί η αρχική θέση χρησιμοποιώντας μια υβριδική τεχνική. Κατά τη διάρκεια της έρευνας μόνο μερικές και όχι συχνές μετρήσεις GPS απαιτούνται.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 2 το κινητό χρησιμοποιεί την λαμβανόμενη χρονική αναφορά από το BTS που χρησιμοποιεί ως χρονική αναφορά του. Δικαιολογώντας τις καθυστερήσεις του υλικού και λογισμικού, το MS διαβιβάζει το σήμα του έτσι ώστε να παραλαμβάνεται πίσω στην εξυπηρέτηση BTS καθυστερώντας συνολικά $2s$, υποθέτοντας την αμοιβαιότητα των μπροστινών και αντίστροφων συνδέσεων. Η συνολική καθυστέρηση μετριέται στο BTS με το συσχετισμό του λαμβανόμενου σήματος από τα MS με το παραπεμφθέν σήμα στο χρόνο T_{sys} . Η μετρημένη RTD αντιστοιχεί σε δύο φορές στην απόσταση μεταξύ της κινητής και RTD αναφοράς BTS. Σε άλλο BTSs μπορεί να μετρηθεί επίσης με τον ίδιο τρόπο, αλλά όπως φαίνεται στο σχήμα 3, αυτά τα RTDs δεν αντιστοιχούν δύο φορές στην απόσταση μεταξύ της κινητής και άλλης ανάκλησης BTSs. Θεωρείτε ότι τα άλλα BTSs μετρούν την RTD όσον αφορά το ρολόι τους, το οποίο δεν είναι η αναφορά που χρησιμοποιείται από το MS.



Το MS ψάχνει συνεχώς τους ενεργούς και γειτονικούς πιλότους. Στη διαδικασία μετρά τη διαφορά φάσης κώδικα PN (καθυστέρηση) μεταξύ κάθε πειραματικού και της αναφοράς (πιο πρόωρη άφιξη) πειραματικής. Σαφώς, αυτή η πειραματική διαφορά φάσης ψευδό-θορύβου (PN) είναι η ίδια με τη χρονική διαφορά της άφιξης (*TDOA*) των δύο πιλότων από τα δύο BTS όπως φαίνεται στο σχήμα 4.

Η προτεινόμενη υβριδική προσέγγιση συγχωνεύει το GPS και τις λύσεις δικτύων για να ανταποκριθεί όχι μόνο στην εξουσιοδότηση της FCC E911, αλλά και σε άλλες βασισμένες στην θέση απαιτήσεις υπηρεσιών. Το MS συλλέγει τις μετρήσεις από τον αστερισμό GPS και το σύστημα επικοινωνιών και στέλνει τις πληροφορίες πίσω σε μια οντότητα στο δίκτυο που συνενώνει τις μετρήσεις για να παραγάγει μια ακριβή τρισδιάστατη θέση. Μια τρισδιάστατη θέση γίνεται πιθανή από το συνυπολογισμό των μετρήσεων GPS στη διαδικασία. Αυτό δεν είναι δυνατό σε οποιοδήποτε σύστημα που χρησιμοποιεί μόνο τις επίγειες

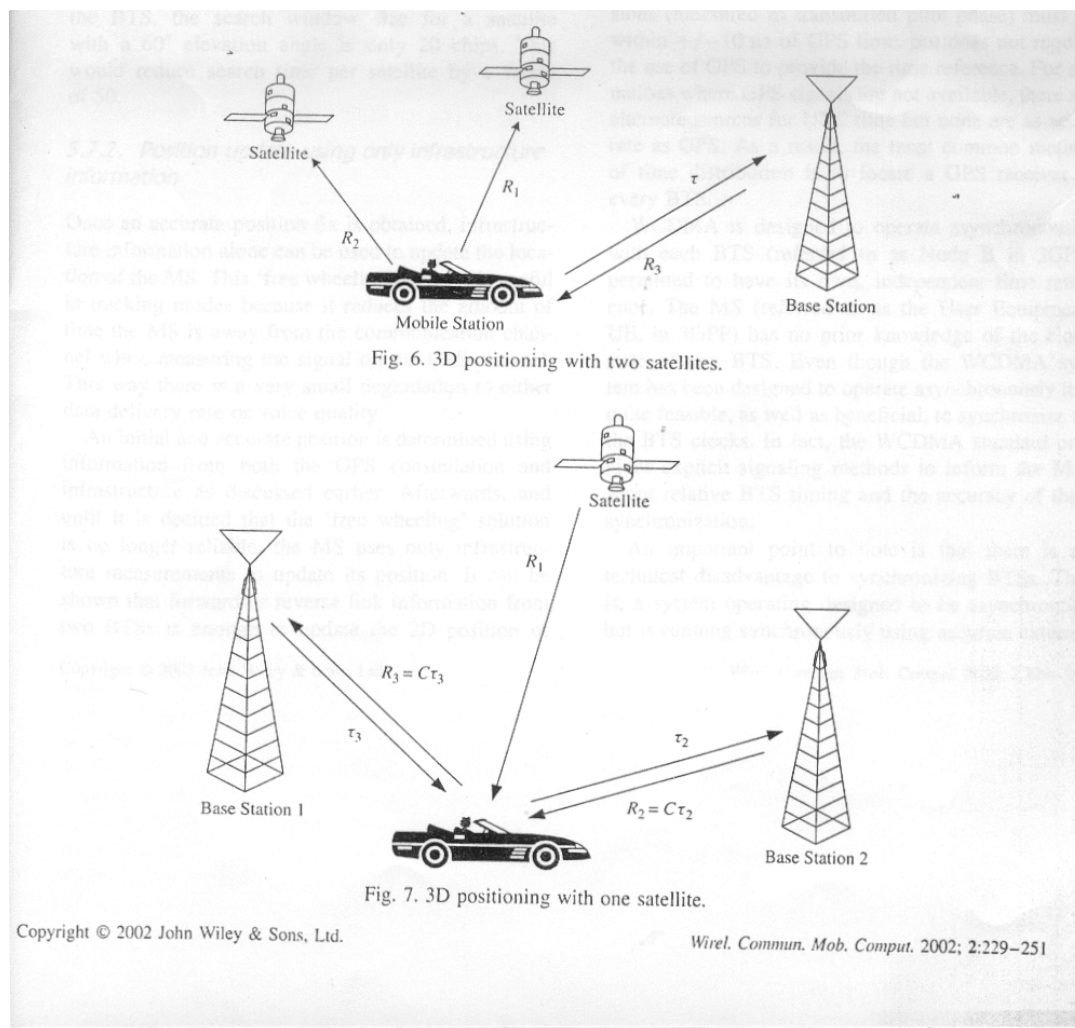
μετρήσεις.

Με την υβριδική προσέγγιση, ο τρισδιάστατος προσδιορισμός θέσης μπορεί να ολοκληρωθεί με έναν, δύο, ή τρεις δορυφόρους. Όπως φαίνεται στο σχήμα 5, δεδομένου ότι το MS λαμβάνει τα σήματα CDMA από τουλάχιστον ένα BTS, θα αποκτήσει το χρόνο συστημάτων. Η αίσθησή του χρόνου συστημάτων καθυστερεί την όσον αφορά τον αληθινό χρόνο συστημάτων στην εξυπηρέτηση BTS από την καθυστέρηση διάδοσης τ μεταξύ των MS και του BTS. Μόλις προσπαθήσει να έχει πρόσβαση το MS στο σύστημα ή είναι στο κανάλι κυκλοφορίας, η καθυστέρηση διάδοσης τ υπολογίζεται από το BTS να είναι $[RTD/2]$. Αυτή η εκτίμηση χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει τον κινητό χρόνο συστημάτων να αντιστοιχεί στο "αληθινό" χρόνο GPS. Μόλις συγχρονιστεί το ρολόι του MS με το χρόνο GPS, μόνο τρεις μετρήσεις από τρεις δορυφόρους απαιτούνται για να καθορίσουν μια τρισδιάστατη θέση. Σημειώστε ότι το πολλαπλών διαδρομών δεν έχει αντίκτυπο στην απόδοση της χρονικής εκτίμησης επειδή ο κινητός χρόνος συστημάτων μετατοπίζεται από το χρόνο GPS με τ ανεξάρτητα από εάν το σήμα παίρνει μια άμεση πορεία ή μια αντανακλώμενη πορεία.

Εκτός από τη χρησιμοποίηση της RTD στην εξυπηρέτηση BTS για το συγχρονισμό, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την γκάμα όπως φαίνεται στο σχήμα 6. Η απόσταση στην εξυπηρέτηση BTS δίνεται από $R3=C\tau$, όπου το C είναι η ταχύτητα του φωτός, αν και των πολλαπλών διαδρομών εδώ θα έχει αντίκτυπο στην ακρίβεια προσδιορισμού θέσης. Σημειώστε ότι κάτω από ορισμένα σενάρια γεωμετρίας, κάποιος μπορεί να λάβει δύο διφορούμενες λύσεις. Η ασάφεια μπορεί να επιλυθεί με τη χρησιμοποίηση είτε χωρισμού σε τομείς είτε να διαβιβάσει τις πληροφορίες συνδέσεων. Παραδείγματος χάριν, η πειραματική διαφορά φάσης PN ενός γειτονικού πιλότου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιλύσει την προκύπτουσα ασάφεια.

Ο τρισδιάστατος προσδιορισμός θέσης με έναν δορυφόρο είναι δυνατός. Σε αυτό το σενάριο, η προτεινόμενη προσέγγιση απαιτεί μια πρόσθετη μέτρηση από το ασύρματο δίκτυο. Αυτή η πρόσθετη μέτρηση θα μπορούσε να είναι είτε μια δεύτερη μέτρηση RTD, είτε μια πειραματική φάση που αντισταθμίστηκε στην

μπροστινή σύνδεση όπως φαίνεται στο σχήμα 7. Για να μειώσει τον αντίκτυπο πολλαπλών διαδρομών στην υπολογισμένη θέση, το τηλέφωνο καλείται να αναφέρει μόνο την πειραματική φάση της πιο πρόωρης πορείας άφιξης.



5.7.1. Αύξηση ευαισθησίας δεκτών GPS στα υβριδικά συστήματα

Η προδιαγραφή για το επίπεδο σημάτων GPS κάτω από τη καθαρή θέα του ουρανού είναι -130 dBm, αλλά η διείσδυση οικοδόμησης, η σκίαση, και οι απώλειες από το φύλλωμα μπορούν να υποβιβάσουν το σήμα σε περισσότερα από 20 DB.

Οι συμβατικοί δέκτες GPS ενσωματώνουν χαρακτηριστικά με συνοχή πάνω από 1 ms (μια περίοδος κώδικα ασβεστίου) και χωρίς συνοχή για 6 ms. Κατά συνέπεια, ένας συμβατικός δέκτης GPS μπορεί μόνο να αποκτήσει τα σήματα ανωτέρω περίπου των -136 dBm. Τα πιο αδύνατα σήματα απαιτούν περισσότερο κέρδος επεξεργασίας (πιο μακροχρόνια ενσωμάτωση) για την επιτυχή απόκτηση. Η γνώση του "αληθινού" χρόνου GPS στο κινητό και η κατά προσέγγιση σειρά στο δορυφόρο επιτρέπει στο τηλέφωνο να ενσωματώσει πάνω από 20 ms (μια περίοδος κομματιών ναυσιπλοΐας). Επιπλέον, εάν το δίκτυο προβλέπει την ακολουθία bit για μερικά μέρη του μηνύματος ναυσιπλοΐας, το σχέδιο πολικότητας bit μπορεί να σταλεί στα MS που βοηθούν με την ενσωμάτωση πέρα από τα πολλαπλάσια bit. Εκτός από την αύξηση ευαισθησίας, το να γνωρίζουμε τον αληθινό χρόνο GPS στο MS μειώνει το χρόνο που απαιτείται για να αποκτηθεί το σήμα GPS για έναν δεδομένο δορυφόρο μειώνοντας εντυπωσιακά το παράθυρο αναζήτησης. Για να κάνει αυτό, το BTS που εξυπηρετεί στέλνει τις πληροφορίες σχετικά με το κέντρο παραθύρων αναζήτησης και το μέγεθος παραθύρων αναζήτησης στο MS. Επομένως, το MS πρέπει μόνο να ψάξει ένα μικρό παράθυρο στη χρονική περιοχή παρά ολόκληρο το διάστημα κώδικα. Για ένα MS σε τέσσερα μίλια απόστασης από το BTS, το μέγεθος παραθύρων αναζήτησης για έναν δορυφόρο με μια γωνία ανύψωσης 60° είναι μόνο 20 τσιπ. Αυτό θα μείωνε το χρόνο αναζήτησης ανά δορυφόρο με έναν παράγοντα 50.

5.7.2. Αναπροσαρμογή θέσης χρησιμοποιώντας μόνο τις πληροφορίες υποδομής

Μόλις ληφθεί μια ακριβής αποτύπωση θέσης, οι πληροφορίες υποδομής μπορούν μόνο να χρησιμοποιηθούν για να ενημερώσουν τη θέση του MS MS. Αυτή η έννοια "ελεύθερης περιστροφής" είναι χρήσιμη στην ανίχνευση των τρόπων επειδή μειώνει το χρονικό διάστημα που το MS απέχει από το κανάλι επικοινωνίας μετρώντας το σήμα στο κανάλι GPS. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει

μια πολύ μικρή υποβάθμιση είτε στο ποσοστό παράδοσης στοιχείων είτε την ποιότητα φωνής.

Μια αρχική και ακριβής θέση καθορίζεται χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες και από τον αστερισμό GPS και από την υποδομή όπως συζητήθηκε νωρίτερα. Κατόπιν, και μέχρι να αποφασισθεί ότι η λύση "ελεύθερης περιστροφής" δεν είναι πλέον αξιόπιστη, το MS χρησιμοποιεί μετρήσεις υποδομής μόνο για να ενημερώσει τη θέση του. Μπορεί να αποδειχθεί ότι οι μπροστινές ή αντίστροφες πληροφορίες συνδέσεων από δύο BTS είναι αρκετές για να ενημερώσουν τη δισδιάστατη θέση του MS. Λόγω των έμφυτων προβλημάτων στα κανάλια, η αναπροσαρμογή θα υποβιβαστεί με τον χρόνο και τελικά μια φρέσκια λύση βασισμένη στον αστερισμό GPS θα απαιτηθεί.

6. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ

Όλες οι 2G και 3G λύσεις θέσης που καθορίζονται στα πρότυπα, εκτός από τη μόνο λύση αναγνώρισης κυψέλης, είναι βασισμένες στις τεχνικές τοa. Αυτές περιλαμβάνουν την αναγνώριση κυττάρου με TA ή RTT, E-OTD, OTDOA, αυτόνομο GPS, A-GPS, συν τις υβριδικές λύσεις που εξάγουν τα στοιχεία σειράς από τις συνδέσεις επικοινωνίας. Όλες μπορούν να βελτιωθούν εάν οι χρονικές BTS αναφορές λειτουργούν συγχρονισμένες χρονικά. Στο cdma2000 όλα τα ρολόγια BTS είναι συγχρονισμένα όσον αφορά ένα κοινό χρονικό διάστημα που επιλέγεται συγκεκριμένα για να είναι η χρονική γκάμα GPS. Το χρονικό διάστημα GPS επιλέχτηκε για IS-95 δεδομένου ότι είναι ανιχνεύσιμο στο παγκόσμιο τυποποιημένο χρονικό διάστημα (δηλ. το UTC, και είναι διαθέσιμο παγκοσμίως μέσω ποικίλων μεθόδων με κανένα κόστος για την υπηρεσία). Το χρονικό διάστημα GPS διαφέρει μόνο από το UTC στο ότι χρονικά άλματα ρύθμισης δευτερολέπτων δεν χρησιμοποιούνται από το GPS, το οποίο εξαλείφει ένα περιοδικό χρονικό άλμα στη χρονική αναφορά συστημάτων GPS (και cdma2000). Σήμερα, ο χρόνος GPS οδηγεί το χρόνο UTC από 13 s, ο οποίος είναι το σύνολο όλων των δευτερολέπτων άλματος που έχουν εμφανιστεί από τις 6 Ιανουαρίου 1980

Το cdma2000 διευκρινίζει ότι όλες οι Μεταδόσεις Σταθμών Βάσεων (που μετριοούνται όπως η διαβιβασθείς πειραματική φάση) πρέπει να είναι μέσα +/- σε 10 μs του χρόνου GPS, αλλά δεν απαιτεί τη χρήση του GPS για να παρέχει τη χρονική αναφορά. Για τις καταστάσεις όπου τα σήματα GPS δεν είναι διαθέσιμα, υπάρχουν εναλλακτικές πηγές για το χρόνο UTC αλλά καμιά δεν είναι τόσο ακριβής όσο το GPS. Κατά συνέπεια, η πιο κοινή μέθοδος χρονικής διανομής είναι να βρεθεί ένας δέκτης GPS για κάθε BTS.

Το WCDMA έχει σχεδιαστεί για να λειτουργήσει ασύγχρονα, με κάθε BTS (αναφερόμενο ως κόμβος β στο 3GPP) να επιτρέπεται να έχει την ανεξάρτητη χρονική αναφορά του. Το MS (καλούμενο ως ο Εξοπλισμός Χρηστών, UE στο 3GPP) δεν έχει καμία προγενέστερη γνώση της κατάστασης ρολογιών οποιουδήποτε BTS. Ακόμα κι αν το σύστημα WCDMA έχει σχεδιαστεί για να

Λειτουργήσει ασύγχρονα είναι αρκετά εφικτό, καθώς επίσης και ευεργετικό, να συγχρονιστούν όλα τα ρολόγια BTS. Στην πραγματικότητα, τα πρότυπα WCDMA παρέχουν τις ρητές μεθόδους σήματος για να ενημερώσουν τα MS για το σχετικό συγχρονισμό BTS και την ακρίβεια του συγχρονισμού τους.

Ένα σημαντικό σημείο για να υπογραμμίσουμε είναι ότι δεν υπάρχει κανένα τεχνικό μειονέκτημα στο συγχρονισμό των BTS. Δηλαδή μια λειτουργία συστημάτων σχεδιασμένη με σκοπό να είναι ασύγχρονη αλλά να τρέχει συγχρονισμένη χρησιμοποιώντας ακριβείς εξωτερικές πηγές συγχρονισμού δεν είναι ποτέ χειρότερη από το βασικό ασύγχρονο σύστημα, ακόμα κι αν οι εξωτερικές πηγές συγχρονισμού είναι μη διαθέσιμες για μια εκτεταμένη χρονική περίοδο. Οποιαδήποτε προσπάθεια να συγχρονιστεί το BTS μπορεί μόνο να βελτιώσει την απόδοση του.

Μερικά πλεονεκτήματα που κατέστησαν το χρονικό συγχρονισμό άξιο επιδίωξης για το IS-95 και τα οποία διατηρούνται τώρα για το cdma2000 είναι τα ακόλουθα:

- . Γρηγορότερη αρχική απόκτηση για τον κινητό, δεδομένου ότι μια κοινή πειραματική ακολουθία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλα τα BTSs από την χρονική μετατόπιση που ορίζεται στην πειραματική ακολουθία κάθε τομέα. Κατά συνέπεια, ένα MS ψάχνει μόνο τη μια ακολουθία που εξετάζει για όλους τους τομείς.
- . Γρηγορότερο Handoffs, δεδομένου ότι τα BTSs ξέρουν που χρονικά να ψάξουν για τις εισερχόμενες μεταδόσεις MS.
- . Μειωμένος wake-up MS χρόνος όταν είναι στον μη απασχολημένο τρόπο λειτουργίας, δεδομένου ότι οι σελίδες μπορούν να συγχρονιστούν. Αυτό μειώνει στη συνέχεια τη δύναμη μπαταριών και αυξάνει τον εφεδρικό χρόνο αναμονής. Αυξανόμενη αξιοπιστία των κοινών καναλιών, δεδομένου ότι αυτά μπορούν να χρησιμοποιήσουν το μαλακό handoff.
- . Περισσότερες επιλογές για τις ακριβείς υπηρεσίες που είναι βασισμένες στον εντοπισμό θέσης, δεδομένου ότι προσθέτει την ικανότητα των τεχνικών τοα.

Η ακρίβεια που απαιτείται από τα ρολόγια για τον εντοπισμό θέσης είναι πολύ στενότερη από την απαίτηση για την επικοινωνία (περίπου 50 NS ή καλύτερα αν απαιτείται). Υπάρχουν τρεις μέθοδοι που μπορούν να παρέχουν αυτήν την καλύτερη ακρίβεια:

- . το GPS συν την ισοστάθμιση BTS
- . Μονάδες μέτρησης θέσης (LMUs)
- . αυτό-συγχρονισμός που χρησιμοποιεί τις έμφυτες ιδιότητες του CDMA (που περιγράφονται έπειτα).

6.1. Μη-GPS μέθοδος για τον συγχρονισμό των BTSs

Οι IS-95 και cdma2000 βάσεις σταθμών είναι γενικά συγχρονισμένα χρησιμοποιώντας τους δέκτες GPS που βρίσκονται σε κάθε BTS, και αυτή η μέθοδος θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί για το συγχρονισμό WCDMA BTSs. Εναλλακτικά, και τα δύο δίκτυα θα μπορούσαν "αυτό-συγχρονιστούν" χρησιμοποιώντας τα σχέδια που προτάθηκαν στις αναφορές [22] και (23). Η μέθοδος είναι έμφυτη με τη λειτουργία CDMA, και περιγράφεται εν συντομία εδώ από την άποψη της λειτουργίας cdma2000. WCDMA θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει μια παρόμοια, αλλά όχι ολόιδια , μέθοδο δεδομένου ότι είναι βασισμένη στις μαλακές διαδικασίες handoff που χρησιμοποιούνται και από τα δύο συστήματα. Κατά τη διάρκεια του μαλακού handoff ένα MS συνδέεται ταυτόχρονα με πολλαπλάσιο BTSs, το οποίο (με την προσθήκη της ποικιλομορφίας) ενισχύει πολύ την αξιοπιστία κλήσης. Για να ενεργοποιηθεί το μαλακό handoff σε cdma2000, ένα MS στέλνει τις πληροφορίες για τις σχετικές πιλοτικές δυνάμεις και τους χρόνους άφιξης στο πιλοτικό Μήνυμα Μέτρησης Δύναμης (PSMM) [22]. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, το μαλακό handoff επιτρέπει εκείνες τις συνδέσεις που θα παράσχουν το "επαρκές" κέρδος ποικιλομορφίας. Δεδομένου ότι το MS υποβάλλει έκθεση σχετικά με όλους τους πιλότους επάνω από ένα μάλλον χαμηλό κατώτατο όριο, πολλές αναφερόμενες συνδέσεις θα παράσχουν λίγο κέρδος ποικιλομορφίας και δεν θα είναι χρήσιμες

στο μαλακό handoff. Αλλά οι σχετικές πειραματικές πληροφορίες συγχρονισμού από εκείνες τις συνδέσεις περιλαμβάνονται ακόμα στο μήνυμα και αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υπολογίσουν τις χρονικές διαφορές μεταξύ BTSs.

Όπως απαιτείται από το cdma2000, ένα MS θέτει πρώτο τον πιλότο άφιξης που χρησιμοποιείται για την αποδιαμόρφωση ως χρονική αναφορά και τις εκθέσεις σχετικά με όλους τους άλλους πιλότους όσον αφορά αυτήν την αναφορά. Και δεδομένου ότι το διαβιβασθέν σήμα των MS είναι όσον αφορά την πειραματική αναφορά, η αναφορά BTS μπορεί να υπολογίσει την απόσταση διάδοσης στον κινητό με τη σημείωση της χρονικής διαφοράς μεταξύ του χρόνου μετάδοσης του BTS και ο χρόνος που τα MS κάνουν το σήμα παραλαμβάνεται πίσω στο BTS. Αυτή η RTD μπορεί να συνδυαστεί με τις σχετικές καθυστερήσεις που αναφέρονται στο PSMM ως ενίσχυση στην απόκτηση τον νέο BTS. Το ενδιαφέρον σημείο είναι ότι μόλις καθιερωθεί μια κλήση, αυτή η ίδια διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογισθεί η διαφορά μεταξύ των δύο ρολογιών BTS.

Για να δείτε πώς αυτό μπορεί να ολοκληρωθεί, καθορίστε αρχικά το χρόνο για το σήμα που διαδοθεί στα MS από τα δύο BTSs ως T_1 και T_2 , αντίστοιχα. Στα MS, το σήμα από BTS2 φθάνει ένα χρόνο $\Delta \tau$ αργότερα φθάνει το σήμα από BTS1. Το κινητό αναφέρει $\Delta \tau$ σε ένα PSMM, με την αίσθηση ότι οι αργότερες αφίξεις έχουν ένα θετικό σημάδι. Υποθέστε προς στιγμή ότι δεν υπάρχει κανένα λάθος ρολογιών (δηλ. $T_e = 0$) σε BTS2 όσον αφορά το BTS1, και ότι η διαφορά μεταξύ των MS που διαβιβάζει και λαμβάνει το χρόνο είναι MSTO. Η αναφορά BTS που μετράει το RTD είναι $2 * T_1 + MSTO$ από το χρόνο επιστροφής διάδοσης είναι η ίδια σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις. Παρομοίως, όπως μετρήθηκε στο BTS2, το RTD2 (ο χρόνος για το σήμα να διαδοθεί στα MS από BTS1 συν το χρόνο για το σήμα να διαδοθεί από τα MS στα BTS2 συν την εσωτερική καθυστέρηση των MS) είναι ίσος με το $T_1 + T_2 + MSTO$. Αφού το $T_2 = T_1 + \Delta \tau$, BTS2 πρέπει να περιμένουμε την αντίστροφη σύνδεση κινητού $RTD2 = 2 * T_1 + \Delta \tau + MSTO = RTD1 + \Delta \tau + MSTO$. Εάν υπάρχει ένα χρονικό λάθος (T_e) στο BTS2, κατόπιν ο μετρημένος χρόνος ταξιδιού μετ' επιστροφής

RTD2 θα είναι διαφορετικός από τον αναμενόμενο RTD2. Λαμβάνοντας υπόψη τις μετρημένες καθυστερήσεις ταξιδιού μετ' επιστροφής, RTD1 και RTD2, συν το Δt , κανείς μπορεί εύκολα να υπολογίσει το χρονικό λάθος, T_e , BTS2 όπως:

$$T_e = (RTD1 - RTD2 + \Delta T)/2.$$

Αυτό είναι τώρα ένα άμεσο μέτρο της χρονικής διαφοράς μεταξύ του BTS1 και BTS2, που γίνεται σε κάθε μαλακό handoff. Σημειώστε ότι τότε δεν εξαρτάται από την αξία του MSTO. Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας, υπάρχουν πολλαπλάσια PSMMs που στέλνονται από κάθε MS στο μαλακό handoff. Και για κάθε MS στο μαλακό handoff, μπορούν να υπάρξουν πολλαπλάσια RTDs από κάθε BTS στο ενεργό σύνολο των MS. Αυτές οι αμοιβαίες πληροφορίες E&TA, όταν συνδυάζονται με τις μετρήσεις καθυστέρησης στα μηνύματα PSMM, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετρήσουν τη χρονική διαφορά μεταξύ οποιουδήποτε δύο BTSs στο ενεργό σύνολο. Και όπως καταδεικνύεται στις δοκιμές τομέων, η ακρίβεια της εκτίμησης είναι αρκετά καλή να υποστηρίξει τον εντοπισμό θέσης που χρησιμοποιεί τα σήματα CDMA. Η αναφορά [22] περιγράφει ένα πείραμα με ένα καταδειγμένο λάθος στο χρονικό λάθος 42 ns που λαμβάνεται από μια δοκιμή 40min.

Στην περίπτωση του WCDMA, ο χρονικός συγχρονισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας μια κοινή πηγή ρολογιών όπως το GPS ή χρησιμοποιώντας τα σχέδια αυτό-συγχρονισμού παρόμοια με το cdma2000. Σε WCDMA τα MSs γνωρίζουν ότι τα BTSs είναι συγχρονισμένα με ρολόι (μέσω των μηνυμάτων Ραδιοφωνικής Μετάδοσης Πληροφοριών Συστημάτων). Μέσα στο WCDMA, τα διαφορετικά επίπεδα συγχρονισμού είναι εφικτά. Η τρέχουσα 3GPP προδιαγραφή [24] υποστηρίζει το χρονικό συγχρονισμό σε μια ακρίβεια 2560 τσιπ (666 us), 256 τσιπ (66,6 us) και 40 τσιπ (10,4 us), η οποία, δυστυχώς, είναι ανεπαρκής για τον προσδιορισμό θέσης. Εντούτοις, υπάρχει επίσης ένας "τύπος μέτρησης του 2 'SFN-SFN' που έχει μία ευκρίνεια του 1/16 ενός τσιπ (WCDMA), η οποία είναι αρκετά ικανοποιητική για τον προσδιορισμό θέσης.

Αυτή η περιγραφή για τον αυτό-συγχρονισμό είναι ενδεικτική ότι ο ακριβής

χρονικός-συγχρονισμός μεταξύ WCDMA BTSs μπορεί να ολοκληρωθεί χρησιμοποιώντας τους υπάρχοντες μηχανισμούς που διευκρινίζονται από το 3GPP. Γενικά, ο συγχρονισμός BTS που χρησιμοποιεί τους δέκτες GPS είναι ο οικονομικά πιο αποδοτικός τρόπος να αποκομιστούν όλα τα οφέλη της σύγχρονης επέκτασης, αλλά άλλες μέθοδοι είναι βιώσιμες. Το LMU ή ο βασισμένος συγχρονισμός σε MS μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν η διαθεσιμότητα των δεκτών GPS στο BTS αμφισβητείται .

7. ΠΡΟΤΥΠΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Για το δίκτυο υπηρεσιών εντοπισμού θέσης, όπως σε οποιοδήποτε άλλο δίκτυο, είναι σημαντικό να καθοριστεί ένα πρότυπο αναφοράς (δηλ., δικτυακή αρχιτεκτονική) στην οποία ένα σύνολο λειτουργικών οντοτήτων και των διασυνδέσεων μεταξύ τους να προσδιορίζεται [13,15]. Ένα πρότυπο αναφοράς δικτύων καθορίζει ένα σύνολο οντοτήτων των δικτύων και διασύνδεει μεταξύ τους. Ένα σύνολο μηνυμάτων καθορίζεται επίσης για να μεταφέρει τις πληροφορίες και τα αιτήματα μεταξύ των οντοτήτων δικτύων. Οι πορείες επικοινωνίας ή τα σημεία αναφοράς μεταξύ των οντοτήτων δικτύων καθορίζονται επίσης για να δείξουν όπου οι πληροφορίες μπορούν να ανταλλαχθούν. Αυτά τα σημεία αναφοράς δικτύων επιτρέπουν στις συγκεκριμένες διεπαφές για να συζητηθούν και να καθοριστούν. Μόλις αναπτυχθεί το πρότυπο αναφοράς δικτύων, το επόμενο βήμα είναι να καθοριστούν οι πληροφορίες που πρέπει να μεταφέρουν από μια οντότητα δικτύων σε άλλη. Οι πληροφορίες που μπορούν να περάσουν συγχρόνως συγκεντρώνονται για να διαμορφώσουν μηνύματα. Το πρότυπο αναφοράς δικτύων έχει το μήνυμα που εμφανίζεται μεταξύ του ραδιοφώνου, ανάμεσα σε οντότητες δικτύων μεταξύ των ασύρματων οντοτήτων δικτύων και υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης και μεταξύ των MSs και των ασύρματων οντοτήτων δικτύων.

Κατά τη φάση 1, οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης απαιτούν τη διαβίβαση της θέσης BTS, της περιοχής κυψελών ή του τομέα που εξυπηρετούν έναν καλούντα υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης. Αυτές τις πληροφορίες μεταφέρονται, ως υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης που καθοδηγούν τα ψηφία (ESRD) κατά τη διάρκεια της οργάνωσης κλήσης ως καλούμενο αριθμό, και ως μέρος χρηστών του ISDN, (ISUP) της γενικής παραμέτρου ψηφίων, ή και τις δύο. Η θέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα δίκτυα υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης για δύο βασικούς λόγους: για να καθοδηγήσει την κλήση υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, (ESC) για τον κατάλληλο χειρισμό και για να βοηθήσει στην επίλυση της κατάστασης έκτακτης ανάγκης.

Οι πληροφορίες θέσης μπορούν να παραδοθούν στο δίκτυο υπηρεσιών

έκτακτης ανάγκης με δύο βασικούς τρόπους: με την κλήση ως τμήμα των πληροφοριών οργάνωσης κλήσης ή μέσω μιας χωριστής υπηρεσίας στοιχείων. Ο πρώτος τρόπος είναι γνωστός ως, Σχετική με την Κλήση Σηματοδότηση (CAS) δεδομένου ότι οι πληροφορίες θέσης παραδίδονται στη σηματοδότηση κλήσης. Ο τελευταίος είναι Μη-σχετική με την Κλήση Σηματοδότηση (NCAS) και τα μηνύματα που παραδίδονται από την υπηρεσία στοιχείων πρέπει να συσχετιστούν με την κλήση από τις παραμέτρους που μεταφέρονται στο μήνυμα. Με το CAS, το ασύρματο δίκτυο ωθεί τις πληροφορίες θέσης σε μια οντότητα δικτύων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (ESNE). Με το NCAS, μια οντότητα μηνυμάτων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (ESME) τραβά τις πληροφορίες θέσης από το ασύρματο δίκτυο.

Εάν η οργάνωση κλήσης στέλνεται σε μια ώθηση CAS ή χρησιμοποιείται για τη δρομολόγηση, κατόπιν η οργάνωση κλήσης μπορεί να καθυστερήσει ενώ οι πληροφορίες θέσης καθορίζονται ακόμη. Η μέγιστη χρονική περίοδος που μια κλήση θα κρατηθεί ενεργή είναι παροχικά ικανή σε ένα σύστημα ανά βάση. Το σχήμα 8 περιγράφει ένα λειτουργικό πρότυπο δικτύων ενός συστήματος για τον εντοπισμό θέσης ενός MS σε ένα ασύρματο δίκτυο.

7.1. Οντότητες δικτύων

Αυτό το τμήμα περιγράφει τη λειτουργία των οντοτήτων δικτύων του προτύπου αναφοράς δικτύων. Οι εγκαταστάσεις δρομολόγησης και μετάδοσης μηνυμάτων θεωρούνται έξω από το πρότυπο αναφοράς δικτύων, ακόμη και αν παρέχουν τις ουσιαστικές υπηρεσίες.

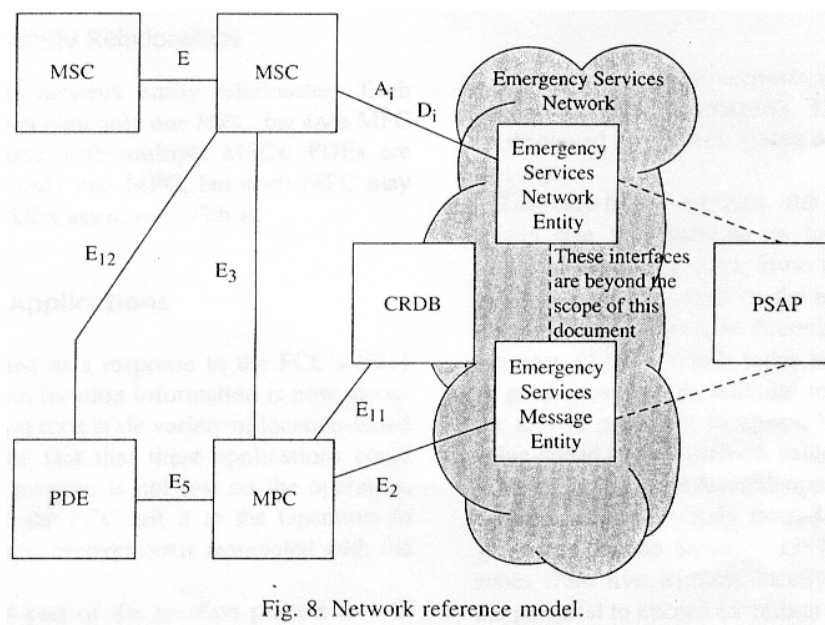


Fig. 8. Network reference model.

7.1.1. Ισοτίμη βάση δεδομένων δρομολόγησης (CRDB)

Το CRDB παρέχει μια μετάφραση μεταξύ μιας δεδομένης θέσης που εκφράζεται ως γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος και μιας σειράς ψηφίων που προσδιορίζουν μια ζώνη υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (ESZ).

7.1.2. Οντότητα μηνυμάτων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (ESME)

Το ESME καθοδηγεί και επεξεργάζεται τα εκτός ζώνης μηνύματα σχετικά με τις κλήσεις έκτακτης ανάγκης. Αυτό μπορεί να ενσωματωθεί σε επιλεκτικούς δρομολογητές (επίσης γνωστούς και σαν Καθοδήγησης Γεφυρώματος και Μεταφοράς διακόπτες) και τις μηχανές βάσεων δεδομένων πληροφοριών (AU) αυτόματου εντοπισμού θέσης. Η δομή του δικτύου Υπηρεσιών Έκτακτης Ανάγκης είναι πέρα από το πεδίο αυτού του εγγράφου.

7.1.3. Οντότητα δικτύων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης (ESNE)

Το ESNE καθοδηγεί και επεξεργάζεται τη μερίδα ζωνών φωνής της κλήσης έκτακτης ανάγκης. Αυτό αποτελείται από τους επιλεκτικούς δρομολογητές (επίσης γνωστούς όπως Καθοδήγησης Γεφυρώματος και Μεταφοράς διακόπτες).

7.1.4. Κινητό κέντρο θέσης (MPC)

Το MPC επιλέγει ένα PDE για να καθορίσει τη θέση ενός MS. Το MPC μπορεί να περιορίσει την πρόσβαση στις πληροφορίες θέσης (π.χ., να απαιτήσει ότι τα MS συμμετέχουν σε μια κλήση υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης ή μόνο να απελευθερώνει πληροφορίες θέσης στους εξουσιοδοτημένους κόμβους).

7.1.5. Κινητό κέντρο μετατροπής (MSr:)

Το Msc παρέχει τη ράδιο επαφή με τα MSs που κάνουν τις κλήσεις έκτακτης ανάγκης. Το Msc μπορεί να δώσει από το ράδιο έλεγχο σε ένα άλλο Msc, αλλά η κλήση έκτακτης ανάγκης παραμένει συνδεδεμένη με το Msc που καθιερώνει την πρώτη ράδιο επαφή.

7.1.6. Οντότητα καθορισμού θέσης (PDE)

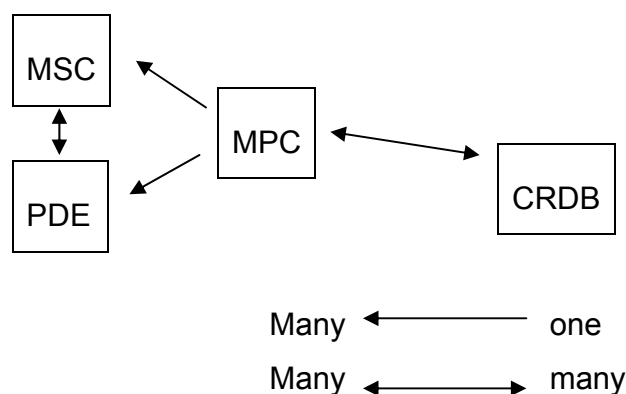
Ένα από τα βασικά στοιχεία ενός δικτύου υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης είναι το PDE. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική είναι αρκετά εύκαμπτη για να επιτρέψει τη λειτουργικότητα εντοπισμού θέσης να χτίζεται σε ποικίλες διαμορφώσεις χρησιμοποιώντας τις διαφορετικές ράδιο τεχνολογίες θέσης.

Το PDE καθορίζει τη θέση ενός ασύρματου τερματικού όταν αρχίζει το MS

μια κλήση ή ενώ, το MS συμμετέχει σε μια *κλήση*. Κάθε PDE υποστηρίζει μια ή περισσότερες τεχνολογίες που καθορίζουν την θέση. Πολλαπλάσια PDEs που χρησιμοποιούν την ίδια τεχνολογία μπορεί να εξυπηρετήσουν την περιοχή κάλυψης ενός MPC, και πολλαπλάσια PDEs που το κάθε ένα που χρησιμοποιεί μια διαφορετική τεχνολογία μπορεί να εξυπηρετήσει την ίδια περιοχή κάλυψης MPC.

7.1.7. Δημόσια ασφάλεια που απαντά στο σημείο (PSAP)

Ένα PSAP είναι το ολοκληρωτικό σημείο τέλους μιας κλήσης υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης αρμόδιας για την απάντηση στις κλήσεις υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης.



Σχήμα 9. Διάγραμμα σχέσεων οντοτήτων

7.2. Σχέσεις οντοτήτων δικτύων

Το σχήμα 9 απεικονίζει τη σχέση οντοτήτων δικτύων. Κάθε Msc συνδέεται με μόνο ένα MPC, αλλά κάθε MPC που μπορεί να συνδεθεί με τα πολλαπλάσια Msc PDEs συνδέεται με μόνο ένα MPC, αλλά και κάθε MPC μπορεί να συνδεθεί με πολλαπλάσια PDEs σε αυτό.

8. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΘΕΣΗΣ

Αν και ξεκίνησαν ως απάντηση στην εξουσιοδότηση της FCC E911, οι πληροφορίες εντοπισμού θέσης αναγνωρίζονται τώρα ως καταλύτης για μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών βασισμένων στον εντοπισμό θέσης. Το γεγονός ότι αυτές οι εφαρμογές θα μπορούσαν να είναι μια πηγή εισοδήματος είναι σημαντικό για τους χειριστές, ειδικά δεδομένου ότι η FCC το άφησε στους χειριστές για να καθορίσουν τους τρόπους να ανακτήσει τις δαπάνες που συνδέθηκαν με την υπηρεσία E911.

Το τεχνικό μέρος της διαδικασίας θέσης είναι καλά εν εξελίξει για το 3G και η αποκτηθείσα ακρίβεια θα υπερβεί πιθανώς τις απαιτήσεις που εκτίθενται από τη FCC. Εντούτοις, το γεγονός ότι η θέση ενός προσώπου μπορεί τώρα να εντοπισθεί σημαίνει ότι τα θέματα μυστικότητας και μάρκετινγκ πρέπει να αναμένονται.

Εκτός από το αυτόνομο GPS, οι πληροφορίες εντοπισμού θέσης για τα 3G συστήματα θα υπολογιστούν πιθανώς μέσα στο δίκτυο χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις από είτε τα MS είτε από το BTSs. Αυτό είναι απαραίτητο για να απλοποιήσει το σχέδιο των MS. Τα μη-ασύρματα αυτόνομα συστήματα χαρτογράφησης μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους αποθηκευμένους χάρτες και οι υπάρχουσες επιλογές περιλαμβάνουν τα CD-ROM για τα εντός-αυτοκινήτου συστήματα GPS ή μεταφορτώνονται στους PC χάρτες για τους φορητούς δέκτες GPS. Στα ασύρματα συστήματα, αυτοί οι χάρτες θα έπρεπε να αποθηκευτούν στους κεντρικούς υπολογιστές θέσης με μόνο απαραίτητη την περιοχή που μεταφορτώνονται στα MS όπως απαιτούνται. Αυτή τη στιγμή δεν υπάρχει καθολική λύση και υπάρχουν ποικίλοι προμηθευτές που προσφέρουν τους διαφορετικούς τρόπους για να ελαχιστοποιηθεί η συμμετοχή των MS.

Η υπηρεσία εντοπισμού θέσης για τα ασύρματα συστήματα είναι μια γρήγορα αναπτυσσόμενη βιομηχανία που θα ασκήσει επίδραση στον τρόπο που οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα τηλέφωνα, και στο σχέδιο το ίδιο του τηλεφώνου. Πολλές υπηρεσίες εντοπισμού θέσης δεν χρειάζονται οι χάρτες να επιδεικνύονται στο χρήστη, και μπορούν να είναι λιγότερο απαιτητικές από

εκείνες που επιδεικνύουν πραγματικά έναν χάρτη. Οι υπηρεσίες εντοπισμού θέσης που εμπίπτουν σε αυτήν την κατηγορία είναι εκείνες που δίνουν τις απαντήσεις στις ακόλουθες ερωτήσεις:

- . Πού είμαι;
- . Τι (οντότητα) είναι κοντά εδώ;
- . Πού είναι (η οντότητα) για την οποία ρώτησα;
- . Πώς φθάνω εκεί;

Σε απάντηση σε αυτά τα αιτήματα απλά μηνύματα κειμένων μπορούν να σταλούν από το δίκτυο. Αυτά μπορούν έπειτα είτε να επιδειχθούν στην οθόνη MS είτε να μετατραπούν στα μηνύματα φωνής.

Για τις υπηρεσίες που βασίζονται σε χάρτες, το μέγεθος ενδιαμέσου με τον χρήστη και της οθόνης θα αυξηθεί καθώς εξελίσσονται όλο και πιο πολλές απ' αυτές τις ενημερωτικές υπηρεσίες. Πόσο μακριά αυτές οι υπηρεσίες που βασίζονται σε χάρτες μπορούν να πάνε, εξαρτάται από την ακρίβεια της εκτίμησης θέσης. Οι χρήστες έχουν συνηθίσει στην ακρίβεια του GPS, η οποία φτάνει σήμερα περίπου τα 10 μέτρα για καλές θέσεις. Εκτός από την εξουσιοδότηση της FCC, οι φορείς παροχής υπηρεσιών αναγνωρίζουν την υπηρεσία εντοπισμού θέσης ως χαρακτηριστικό γνώρισμα προστιθέμενης αξίας. Πράγματι, οι υπηρεσίες εντοπισμού θέσης προστιθέμενης αξίας παρουσιάζουν μια μεγάλη ευκαιρία εισοδήματος για τους ασύρματους μεταφορείς. Μια μελέτη αγοράς από τη ομάδα Strategis, Ασύρματες Υπηρεσίες Θέσης, το 1997, πρόβαλε ότι τα εισοδήματα από πέντε ασύρματες εφαρμογές θέσης έχουν τη δυνατότητα να υπερβούν \$8 δισεκατομμύρια ετησίως σε μια ώριμη αγορά. Οι πιθανές εφαρμογές θέσης περιλαμβάνουν τα εξής:

- . **Ευαίσθητη τιμολόγηση θέσης:** Οι ασύρματοι μεταφορείς μπορούν να στοχεύσουν στους νέους τομείς αγοράς με τη διευκόλυνση της ακριβούς διαφοράς τιμών βασισμένης στη θέση επισκεπτών. Αυτό επιτρέπει στους ασύρματους μεταφορείς να ανταγωνιστούν με τους μεταφορείς γραμμών καλωδίων για την προσφορά των συγκρίσιμων ποσοστών όταν είναι στο σπίτι ο

επισκέπτης ή στο γραφείο.

. **Βασισμένες στη θέση υπηρεσίες πληροφοριών:** Έναντι μηνιαίας αμοιβής, ένας χρήστης μπορεί να καλέσει το κέντρο υπηρεσιών για να ρωτήσει οδηγίες για την οδήγηση ή να που παίρνει συμβουλές για τα εστιατόρια, τα ξενοδοχεία, τα πολυκαταστήματα, και τα βενζινάδικα. Το κέντρο υπηρεσιών μπορεί επίσης να ανταποκριθεί στα αιτήματα έκτακτης ανάγκης με το να ειδοποιήσει την αστυνομία /το προσωπικό της πυροσβεστικής ή να διατάξει ένα φορτηγό ρυμούλκησης στην περίπτωση που ένα όχημα χαλάσει στο δρόμο.

. **Προγραμματισμός δικτύου:** Οι στατιστικές από την ασύρματη λειτουργία δικτύων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προγραμματίσουν την επέκταση ενός υπάρχοντος δικτύου ή την επέκταση ενός εξ ολοκλήρου νέου δικτύου.

. **Δυναμικός έλεγχος δικτύων:** Οι συλλεχθείσες στατιστικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ρυθμίσουν δυναμικά τις παραμέτρους δικτύων για να προσαρμόσουν την αλλαγή φορτίων δικτύων λόγω της συμπεριφοράς των καλούντων.

. **Διαχείριση απάτης:** Η απάτη μπορεί να ασκήσει καταστρεπτική επίδραση στους ασύρματους μεταφορείς με τη μείωση των κερδών και την υπονόμευση της εμπιστοσύνης του πελάτη. Οι πληροφορίες εντοπισμού θέσης βοηθούν τους χειριστές να εξασφαλίσουν γρήγορη ανίχνευση και καταδίωξης και γρήγορη σύλληψη του ενόχου.

. **Διαχείριση στόλου και ανίχνευση περιουσιακών στοιχείων:** Η ανίχνευση περιουσιακών στοιχείων αντιπροσωπεύει μείωση του κόστους που είναι ίση με σχεδόν την αξία του στοιχείου. Δίνει στον ιδιοκτήτη στόλου τη δυνατότητα να εντοπίσει συνεχώς τα οχήματα επιχείρησης, για να επικοινωνήσει αμέσως με τον οδηγό, ή με το πάτημα ενός κουμπιού, να ενημερώσει το νομικό καθεστώς της μηχανής, το τραίνο δύναμης, τις κλειδαριές πόρτων, κ.λπ.

. **Αναπροσαρμογές κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο:** Οι λαμβανόμενες πληροφορίες μπορούν να σταλούν στα διαχειριστικά κέντρα κυκλοφορίας για να βοηθήσουν να μειώσουν τις κυκλοφοριακές συμφορές και την ταχύτητα ταξιδιού.

9. ΜΥΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η μυστικότητα είναι σημαντική στους μεταφορείς, τους προμηθευτές και τους καταναλωτές δεδομένου ότι προσθέτει την αξία της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης. Δεν υπάρχει κανένα ζήτημα κατά την εξέταση της μυστικότητας για μια κλήση 911. Καθένας που ζητά τη βοήθεια έκτακτης ανάγκης υποτίθεται ότι ενέκρινε την εντόπισή του κατά τη διαδικασία. Αλλά για άλλες υπηρεσίες δεν είναι τόσο σαφές, και υπάρχει μια μεγάλη ανησυχία ότι ο χρήστης μπορεί να επιθυμεί να μην βρεθεί κάτω από οποιεσδήποτε και όλες τις καταστάσεις. Το CTIA έχει μια αίτηση ενώπιον της FCC που επιδιώκει κανόνες για να προστατευθεί η προσωπική μυστικότητα για τα κινητά τηλέφωνα, αλλά δεν είναι όλα τα μέλη του CTIA συμφωνεί με το τι κάνουν αυτή τη στιγμή. Η άμεση εμπορική ένωση έχει πιέσει τη FCC να επιτρέψει στη βιομηχανία να ρυθμίσει την μυστικότητα, για να αφήσει την πόρτα ανοικτή για τις υπηρεσίες "ώθησης". Στις υπηρεσίες "ώθησης" ο χρήστης θα μπορούσε να έρθει σε επαφή ανάλογα με την θέση του, χωρίς προγενέστερη συγκατάθεσή του.

Οι ασύρματες πληροφορίες εντοπισμού θέσης παρουσιάζουν ιδιαίτερα ευαίσθητες ανησυχίες μυστικότητας. Η πίεση αυξάνεται για τη βιομηχανία και τις αρχές για να καθορίσουν τις οδηγίες που καθορίζουν τα αποδεκτά πρότυπα για την προστασία της μυστικότητας για τους χρήστες των ασύρματων συσκευών, οι οποίοι μπορούν να εντοπισθούν χρησιμοποιώντας την ασύρματη τεχνολογία θέσης. Είναι όλο και περισσότερο προφανές ότι τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τις πληροφορίες εντοπισμού θέσης θα εισχωρήσουν σύντομα στην καθημερινή ζωή. Το ζήτημα του καθορισμού της θέσης των κινητών τηλεφωνικών χρηστών όταν συνδέεται το τηλέφωνο με το δίκτυο και τη διανομή των πληροφοριών με τρίτους είναι εξαιρετικά ευαίσθητη. Δεν χρειάζεται να πούμε ότι αυτό ανατρέπει ένα πλήθος ανησυχιών για την μυστικότητα. Ακριβώς περίπου κάθε σώμα θέλει έναν χειριστή 911 για να ξέρει όπου είναι αλλά δεν θέλουν απαραίτητα κάποιος άλλος να ξέρει τα ίχνη τους.

Σε μερικές εφαρμογές, οι χρήστες θα πουν ότι είναι εάν η εγγύτητα ενός ορισμένου κώδικα ZIP (τοπικό) ή πόλης για να λάβουν τον καιρό, το εστιατόριο,

το ταξίδι και άλλες πληροφορίες συγκεκριμένες για εκείνη την θέση. Σε άλλα πρότυπα, οι πληροφορίες μπορούν να σταλούν αυτόματα χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνολογίες ανίχνευσης θέσης που αρχίζουν να ξεδιπλώνονται. Οι μεταφορείς πρέπει να προστατεύσουν τις πληροφορίες θέσης το να μην διαβιβάσουν αυτόματα αυτή στους ασύρματους διαφημιστές ή τους φορείς παροχής υπηρεσιών. Οι μεταφορείς δεν πρέπει επίσης να σκοπεύουν να στείλουν τις πληροφορίες αυτές εκτός αν οι χρήστες τις εγκρίνουν. Οι προμηθευτές πρέπει να αναπτύξουν τις πλατφόρμες που χρησιμοποιούν "το φίλτρο ιδιωτικότητας θέσης χρηστών." Αυτό το λογισμικό θα έλεγε σε κάθε μεταφορέα ποιοι χρήστες θέλουν τις αγγελίες ή τις υπηρεσίες θέσης, και όποιοι όχι σε μια ανά υπηρεσία ή ανά βάση προσπάθεια υπηρεσιών.

Γενικά, ο έλεγχος της ιδιωτικότητας πληροφοριών θέσης μοιράζεται από κάθε οντότητα που έχει πρόσβαση είτε στα στοιχεία θέσης (δηλ. η υπολογισμένη θέση χρηστών) είτε τα στοιχεία μέτρησης θέσης (δηλ. οι τιμές μέτρησης που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της θέσης χρηστών) εντούτοις, ο αρχικός έλεγχος της ιδιωτικότητας πληροφοριών θέσης διαμένει με την οντότητα που πραγματοποιεί τις μετρήσεις που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό θέσης.

Στην περίπτωση της βασισμένης σε δίκτυο στην μεθόδου προσδιορισμού θέσης, οι θεμελιώδεις μετρήσεις που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό θέσης γίνονται στο σταθμό βάσεων. Ο σταθμός βάσεων σημείωσης εδώ σημαίνει όλα τα στοιχεία του επίγειου δικτύου (συμπεριλαμβανομένου του BTS, του BSC, του Msc, του MPC, του PDE, κ.λπ.). Ως εκ τούτου, η ιδιωτικότητα πληροφοριών θέσης ελέγχεται απλώς από το σταθμό βάσεων.

Στην περίπτωση της μεθόδου προσδιορισμού θέσης που βασίζεται σε τηλεφωνικές συσκευές, οι θεμελιώδεις μετρήσεις που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό θέσης γίνονται στο MS . Ως εκ τούτου, η ιδιωτικότητα πληροφοριών θέσης ελέγχεται πρώτιστα από το MS Όταν το MS στέλνει τα στοιχεία θέσης ή τα στοιχεία μέτρησης θέσης στο BTS, κατόπιν το BTS έχει επίσης τον έλεγχο ιδιωτικότητας πληροφοριών θέσης.

Ο έλεγχος ιδιωτικότητας πληροφοριών θέσης από το BTS περιγράφεται σε PN- 4747 [12]. Τα PN- 4747 καθορίζουν την υπηρεσία περιορισμού

πληροφοριών θέσης (LIR), η οποία επιτρέπει στο συνδρομητή για να διαχειριστεί ένα σχεδιάγραμμα ιδιωτικότητας MS. Αυτό το σχεδιάγραμμα περιγράφει μια κατηγορία εφαρμογών που εξουσιοδοτούνται για να λάβουν τη θέση της έγκρισης MS μπορούν να είναι ην προσπάθεια ή σε μόνιμη βάση (οι μόνιμες εγκρίσεις υπόκεινται επίσης στην αλλαγή από το χρήστη). Τα πρότυπα σχετικά με τον έλεγχο ιδιωτικότητας πληροφοριών θέσης από το BTS, σε περίπτωση κλήσης έκτακτης ανάγκης, είναι J-STP-036 [13].

Ο χειρισμός του ελέγχου ιδιωτικότητας πληροφοριών θέσης από τα MS περιγράφεται στα διάφορα πρότυπα διεπαφών αέρα. Οι απαιτήσεις των IS-80 1-1 [14] είναι σχετικές με τη βασισμένη σε τηλεφωνική συσκευή στον μέθοδο προσδιορισμού θέσης, ακόμα κι αν οι δίκτυο-βασισμένες στον μέθοδο προσδιορισμού θέσης μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν ορισμένα μηνύματα που καθορίζονται από IS-801-1

Ο συνδρομητής MS στόχων θα είναι σε θέση να περιορίσει την πρόσβαση στις πληροφορίες θέσης (μόνιμα ή ανά βάση προσπάθειας). Η πρόσβαση πελατών LCS θα περιοριστεί εκτός αν ειδάλλως δηλωμένη στο σχεδιάγραμμα συνδρομής MS στόχων (δηλ. επιλέγω-μέσα). Το εγχώριο δίκτυο θα έχει την ικανότητα του καθορισμού των περιστάσεων προεπιλογής στις οποίες η θέση των MS στόχων επιτρέπεται να παρασχεθεί, όπως απαιτείται από τις διάφορες υπηρεσίες ή / και τις απαιτήσεις δικτύων. Εάν ένα MS στόχων υποστηρίξει LCS, ο χρήστης MS στόχων θα ειδοποιηθεί για κάθε αίτημα θέσης για το οποίο δεν υπάρχει κανένας περιορισμός στο σχεδιάγραμμα συνδρομής MS και επιτρέπεται για να το δεχτεί ή να απορρίψει. Η επεξεργασία προεπιλογής, ελλείψει μιας ένδειξης από το χρήστη MS, πρόκειται να γίνει.

Ο συνδρομητής MS στόχων μπορεί επίσης να προσυπογράψει στην ανακοίνωση για κάθε αίτημα θέσης που είναι περιορισμένο στο σχεδιάγραμμα συνδρομής MS και επιτρέπεται να δεχτεί ή να απορρίψει την αυτό-επεξεργασία προεπιλογής ελλείψει μιας ένδειξης από το χρήστη MS για απόρριψη. Όπου ένα MS στόχων δεν υποστηρίξει LCS, ένα αίτημα θέσης για το οποίο δεν υπάρχει κανένας περιορισμός στο σχεδιάγραμμα συνδρομής MS θα αμφισβητηθεί όπου απαιτείται από τις τοπικές ρυθμιστικές απαιτήσεις και επιτρέπεται ειδάλλως. Στην

τελευταία περίπτωση, ο κεντρικός υπολογιστής LCS μπορεί να διατηρήσει ένα αρχείο κάθε αιτήματος θέσης συμπεριλαμβανομένου του αποτελέσματος και την ταυτότητα του πελάτη LCS.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την άποψη πολλών παρατηρητών, οι ο πιο ανυπόμονα αναμενόμενες εφαρμογές στην ασύρματη βιομηχανία είναι κινητές υπηρεσίες εντοπισμού θέσης. Καμία αμφιβολία ότι η εξουσιοδότηση της Ομοσπονδιακής Επιτροπής ανακοινώσεων E911 είναι καταλύτης και οι ασύρματοι χειριστές περιμένουν έως ότου είναι ο E911 υποχωρητικός πριν προωθηθούν τις προστιθεμένης αξίας ικανότητες. Στο μέσο καταναλωτή, οι υπηρεσίες εντοπισμού θέσης μπορούν να είναι ακριβώς "ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα υψηλής τεχνολογίας" και θα μπορούσαν να γίνουν αντιληπτοί στα ίδια τηλέφωνα κυττάρων τρόπων και οι υπολογιστές αντιμετωπίστηκαν 10 έτη πριν. Εντούτοις, στους ασύρματους μεταφορείς, οι εφαρμογές θέσης έχουν γίνει όλο και περισσότερο σημαντικές δεδομένου ότι ψάχνουν τρόπους να αντιμετωπισθεί η εξουσιοδότηση της FCC και να προσφερθούν οι νέες υπηρεσίες που παράγουν εισόδημα στους πελάτες τους.

Οι υπηρεσίες εντοπισμού θέσης αναμένονται να διαδραματίσουν έναν σημαντικότερο ρόλο στα ασύρματα συστήματα τρίτης γενεάς. Οι βασικές αρχές για κινητά συστήματα CDMA είναι ίδιες με εκείνες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα δεύτερης γενεάς, αλλά το μεγαλύτερο εύρος ζώνης των σημάτων W-Cdma πρέπει να επιτρέψει μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ό,τι με το GSM. Επιπλέον, το χαρακτηριστικό γνώρισμα χρονικού συγχρονισμού cdma2000 το καθιστά πιο οικονομικό να επεκτείνει τις υπηρεσίες εντοπισμού θέσης που εδρεύουν στα συστήματα cdma2000.

Μια λύση δικτύων απαιτεί τους μεταφορείς να προσθέσουν τον εξοπλισμό στην υποδομή τους που καθορίζουν τη θέση επισκεπτών και είναι συμβατή με τα υπάρχοντα τηλέφωνα. Εάν οι μεταφορείς επιλέξουν την τεχνολογία, που είναι βασισμένη στο τηλέφωνο, θα απαιτούνται λιγότερες αλλαγές δικτύων. Αλλά, πρέπει να αρχίσουν τα νέα μικροτηλέφωνα που εντοπίζουν την θέση του συνδρομητή. Η FCC έχει εξουσιοδοτήσει ότι 95 τοις εκατό κάθε βάσης συνδρομητών πρέπει να έχει τα τηλέφωνα εντοπισμού θέσης μέχρι το τέλος 2005,

Για τους μεταφορείς που επεκτείνουν την τεχνολογία που βασίζεται στα τηλέφωνα, το GPS είναι η δημοφιλέστερη επιλογή, ενώ ένας συνδυασμός χρονικής διαφοράς άφιξης (TDOA) και τεχνολογίας γωνίας άφιξης (aoa) είναι η δημοφιλέστερη επιλογή για τους μεταφορείς που χρησιμοποιούν τα συστήματα που βασίζονται σε δίκτυα.

Το GPS και η ασύρματη τεχνολογία είχαν εντυπωσιακό αντίκτυπο στα συστήματα θέσης και ναυσιπλοΐας θέσης κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας. Η ολοκλήρωση του GPS με τις ασύρματες συσκευές έχει μειώσει σημαντικά το χρόνο στην πρώτη αποτύπωση και τη βελτιωμένη ακρίβεια. Η αυξανόμενη δύναμη επεξεργασίας και ο πολλαπλασιασμός των ασύρματων συσκευών έχουν καταστήσει τα συστήματα ναυσιπλοΐας υψηλής απόδοσης διαθέσιμα με πολύ χαμηλότερο κόστος.

Η υβριδική τεχνολογία προσδιορισμού θέσης συνδυάζει τις μετρήσεις από το ασύρματο δίκτυο και τον αστερισμό GPS. Αυτή η υβριδική προσέγγιση είναι καταλληλότερη για να υποστηρίξει τις ακριβέστερη και υψηλότερη διαθεσιμότητα των υπηρεσιών εντοπισμού θέσης. Θα βελτιώσει την ακρίβεια και τη διαθεσιμότητα στα σενάρια όπου η λύση μόνο ή η λύση που βασίζεται στο GPS μόνο θα έχει μειώσει την απόδοση, δεδομένου ότι αυτές οι δύο τεχνικές τείνουν να έχουν τη χειρότερη απόδοσή σε πολλές θέσεις.

Όλες οι τεχνικές εντοπισμού θέσης μπορούν να βελτιωθούν εάν οι χρονικές BTS αναφορές είναι συγχρονισμένες, και αυτό το άρθρο έχει περιγράψει μια μέθοδο μη-GPS που εισάγεται για να συγχρονίσει τους σταθμούς βάσεων. Στο ζήτημα της μυστικότητας, για τις υπηρεσίες θέσης, ο συνδρομητής MS στόχων μπορεί να είναι σε θέση να περιορίσει την πρόσβαση στις πληροφορίες θέσης που χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν ή να υποστηρίξουν τους ιδιαίτερους τύπους υπηρεσιών. Η πρόσβαση πελατών LCS θα περιοριστεί, εκτός αν δηλώνεται ειδικά, στο σχεδιάγραμμα συνδρομής MS στόχων. Για τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης (όπου απαιτείται από τις τοπικές ρυθμιστικές απαιτήσεις), ο στόχος MSs που κάνει μια κλήση έκτακτης ανάγκης μπορεί να τοποθετηθεί ανεξάρτητα από την αξία ιδιοτήτων μυστικότητας του συνδρομητή που συνδέεται με τα MS στόχων που κάνουν την κλήση.

Για τις νόμιμες υπηρεσίες παρεμπόδισης (όπου απαιτείται από τις τοπικές ρυθμιστικές απαιτήσεις), ο στόχος MSs μπορεί να τοποθετηθεί σε όλες τις περιστάσεις που απαιτούνται από τις τοπικές ρυθμιστικές απαιτήσεις. Διαπιστώνεται ότι σε αυτήν την κατάσταση ο χρήστης MS στόχων δεν θα ειδοποιηθεί για οποιαδήποτε προσπάθεια εντοπισμού θέσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. FCC Report and Order June 12, 1996. Docket No. 94-102.
2. FCC Wireless 911 Requirements Fact sheet. September 12, 2001
www.fcc.gov
3. Parkinson BW, Spilker JJ Jr (eds). Global Positioning System: Theory and Applications. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1996
4. Rappaport TS, Reed JH, Woerner BD. Position location using wireless communications on highways of the future. IEEE Communication Magazine 1996
5. TIA/EIA/PN-4747 IS-881: Location Services Enhancement
6. TIA/EIA/TSB 100-A: TR45 Wireless Network Reference Model, March 2001
7. 3GPP Location Services (LCS) Service description, stage 1(3g TS 22.071 version 3.1.0)
8. Soliman SS. Agashe P., Fernandez I, Vayanos A, Gaal P, Oljaca M. gpsOne : A hybrid position location system. IEEE Sixth international symposium on spread spectrum techniques and applications. September 2000, vol.1
9. www.gpsu.co.uk
10. www.garmin.com
11. www.colorado.edu