



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Υπηρεσίες Θέσης

Περίληψη



- Εισαγωγή
- Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης
- Κατηγορίες υπηρεσιών θέσης
- Μοντελοποίηση υπηρεσιών θέσης
- Αρχιτεκτονική LBS
- Μέθοδοι προσδιορισμού θέσης
 - Βασιζόμενες στο δίκτυο
 - Βασιζόμενες στο ΜΤ
- Μέθοδοι προσδιορισμού θέσης για το UMTS

Εισαγωγή



- *Υπηρεσίες Θέσης (Location Based Services, LBS)* παρέχονται στους χρήστες των δικτύων κινητών και προσωπικών επικοινωνιών και η πληροφορία θέσης του χρήστη χρησιμοποιείται για να προσθέσει αξία στις υπηρεσίες συνολικά.
- Η πληροφορία θέσης του χρήστη αποτελείται από χωρικές συντεταγμένες X-Y που παράγονται από τις διάφορες τεχνολογίες προσδιορισμού θέσης.
- Οι τεχνολογίες αυτές απαιτούν συχνά τροποποιήσεις είτε στα δίκτυα είτε στα κινητά τερματικά και σε μερικές περιπτώσεις και στα δύο.

Εισαγωγή



- Η πληροφορία θέσης μπορεί επίσης να εισάγεται από τον χρήστη (π.χ., οδική διεύθυνση) ή να παράγεται από το τερματικό του χρήστη (π.χ. γεωγραφικές συντεταγμένες από δέκτη GPS, κινητό τηλέφωνο, κλπ.).
- Κάθε χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες προσαρμοσμένες στις εκάστοτε συνθήκες και απαιτήσεις (πχ. σε κάποια ώρα έκτακτης ανάγκης)
- Οι υπηρεσίες θέσης εξαρτώνται κυρίως από την υποδομή προσδιορισμού της θέσης και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της θέσης των τερματικών.

Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης



- E-911 για τις ΗΠΑ
- ένα σημείο εξυπηρέτησης επείγουσών κλήσεων θα πρέπει να μπορεί να εντοπίσει ένα κινητό τερματικό
 - σε ακτίνα 50 m για το 67% των κλήσεων και σε ακτίνα 150 m για το 95% των κλήσεων, στα σύστημα προσδιορισμού θέσης που βασίζονται στα κινητά τερματικά
 - σε ακτίνα 100 m και 300 m, στα συστήματα που βασίζονται στο δίκτυο
- E-112 για την Ευρώπη

Κατηγορίες υπηρεσιών θέσης



<i>Κατηγορία</i>	<i>Περιγραφή</i>
Τοπικές πληροφορίες	Τι υπάρχει κοντά (τουριστικά μέρη, εστιατόρια, κινηματογράφοι), τοπικά νέα, τοπικός Χρυσός Οδηγός
Προσανατολισμός - Δρομολόγηση	Ενημέρωση παρούσας κίνησης, επιλογή συντομότερης διαδρομής, καθοδήγηση δρομολογίου, δημόσιες μεταφορές
Εμπόριο	Μηνύματα (SMS) βάσει αδείας, κουπόνια από κοντινά καταστήματα, ειδικές προσφορές
Ασφάλεια	Η θέση μου, η θέση της οικογένειάς μου, πού βρίσκεται το αυτοκίνητό μου
Διαχείριση πόρων	Διαχείριση προσωπικού, οχημάτων, κατανομή πόρων
Κοινωνικά, Παιχνίδια	Μοιράζομαι τη θέση μου με τους συναδέλφους/ φίλους μου, γνωριμία με άτομα που βρίσκονται κοντά μου, αλληλοδραστικά παιχνίδια
Έκτακτη Ανάγκη	Προσδιορισμός θέσης σε επείγουσα κλήση, όπως ορίζεται από τις Κοινοτικές Διατάξεις.
Χρέωση κλήσης	Χρέωση της κλήσης ανάλογα με την τοποθεσία (σπίτι, δουλειά, στον δρόμο)

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Η έννοια της θέσης

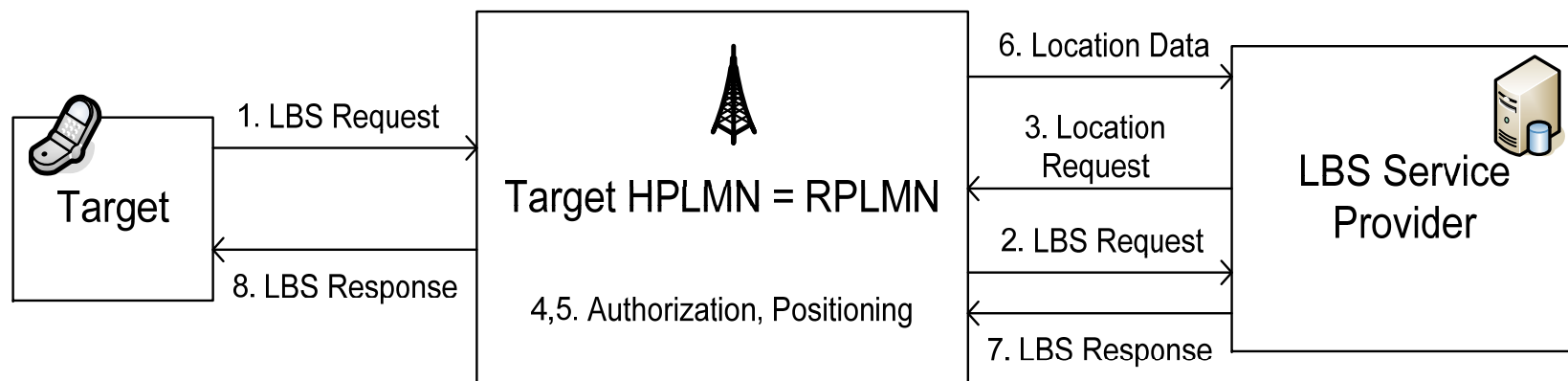


- Η θέση αυτή που παρέχεται στο χρήστη μπορεί να είναι **απόλυτη, σχετική ή συμβολική**
- **Απόλυτη θέση:** στίγμα που αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο και μοναδικό σημείο και εκφράζεται σε γεωγραφικό μήκος, πλάτος και ορισμένες φορές ύψος. Επιπλέον, διαθέτει και το χαρακτηριστικό της κατεύθυνσης
- **Σχετική θέση:** σχέση μεταξύ δύο τουλάχιστον σημείων.
- **Συμβολική θέση:** προσδίδει ανθρώπινη σημασία στην πληροφορία θέσης, όπως για παράδειγμα η διεύθυνση ενός κτιρίου

Μοντελοποίηση υπηρεσιών θέσης



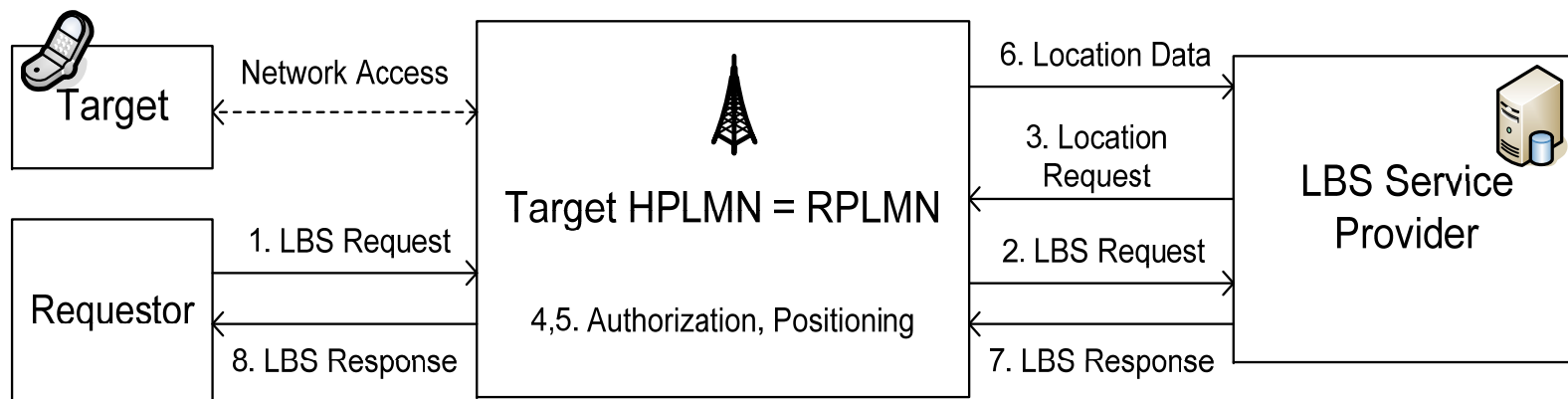
- **Υπηρεσίες Pull:** ο χρήστης του κινητού αιτείται την εξυπηρέτησή του από κατάλληλη υπηρεσία σχετική με τη θέση του, κινώντας την διαδικασία προσδιορισμού της θέσης του. Το αποτέλεσμα είναι η εκτίμηση της θέσης του, η οποία και διατίθεται στον πάροχο της υπηρεσίας.
 - Πλοήγηση, κλήση ταξί, χρυσός οδηγός



Μοντελοποίηση υπηρεσιών θέσης



- **Υπηρεσίες Push:** ο χρήστης του κινητού είναι προεγγεγραμμένος σε επιλεγμένες υπηρεσίες / εφαρμογές. Ο εξυπηρετητής της συγκεκριμένης εφαρμογής εκτελεί αναζήτηση στο σύστημα προσδιορισμού θέσης που εξυπηρετεί το συγκεκριμένο δίκτυο για χρήστες που πληρούν ορισμένα κριτήρια, γεωγραφικά και άλλα.
- Διαφημίσεις, ενημέρωση οδικής κίνησης



Εμπλεκόμενοι φορείς



- Εύκολο να προσφερθούν LBS, όταν ο πάροχος δικτύου είναι ταυτόχρονα και πάροχος LBS και προσφέρει τις υπηρεσίες αυτές μόνο στους δικούς του πελάτες
- Η φύση των LBS απαιτεί την διαλειτουργικότητα μεταξύ των παρόχων δικτύου τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο
 - Στην περίπτωση κοινωνικής LBS, π.χ., είναι πολύ πιθανό να μην είναι όλα τα μέλη της ομάδας πελάτες του ίδιου παρόχου
 - Ωστόσο, τα μέλη της ομάδας ενδιαφέρονται να είναι δυνατό να παρασχεθεί η υπηρεσία σε όλα τα μέλη της ομάδας, ανεξάρτητα του ποιος είναι ο πάροχος δικτύου του κάθε μέλους
 - Ομοίως, ένας πελάτης που κάνει περιαγωγή και βρίσκεται κάπου στο εξωτερικό για διακοπές θα μπορούσε να θέλει να χρησιμοποιήσει τις τοπικές LBS για να εξυπηρετηθεί

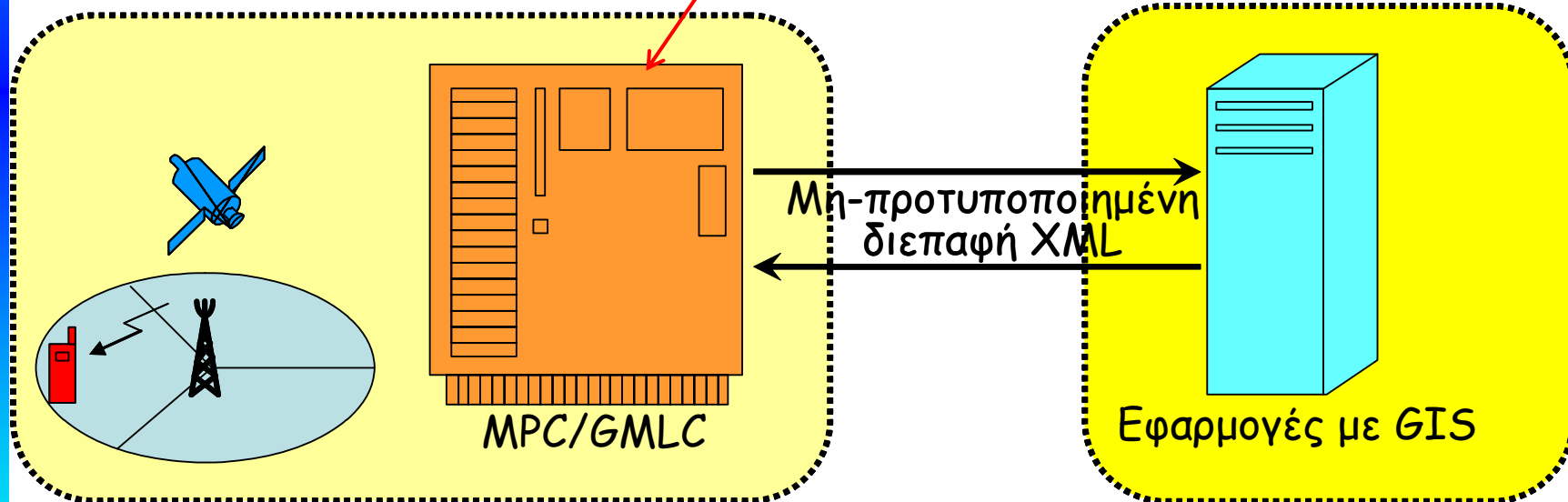
Πρώτη αρχιτεκτονική LBS



Υλοποίηση ενός δικτυακού κόμβου που θα ανήκει στο SS7 και θα είναι ικανός να αποσπά από το δίκτυο τις πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφική θέση των ΜΤ

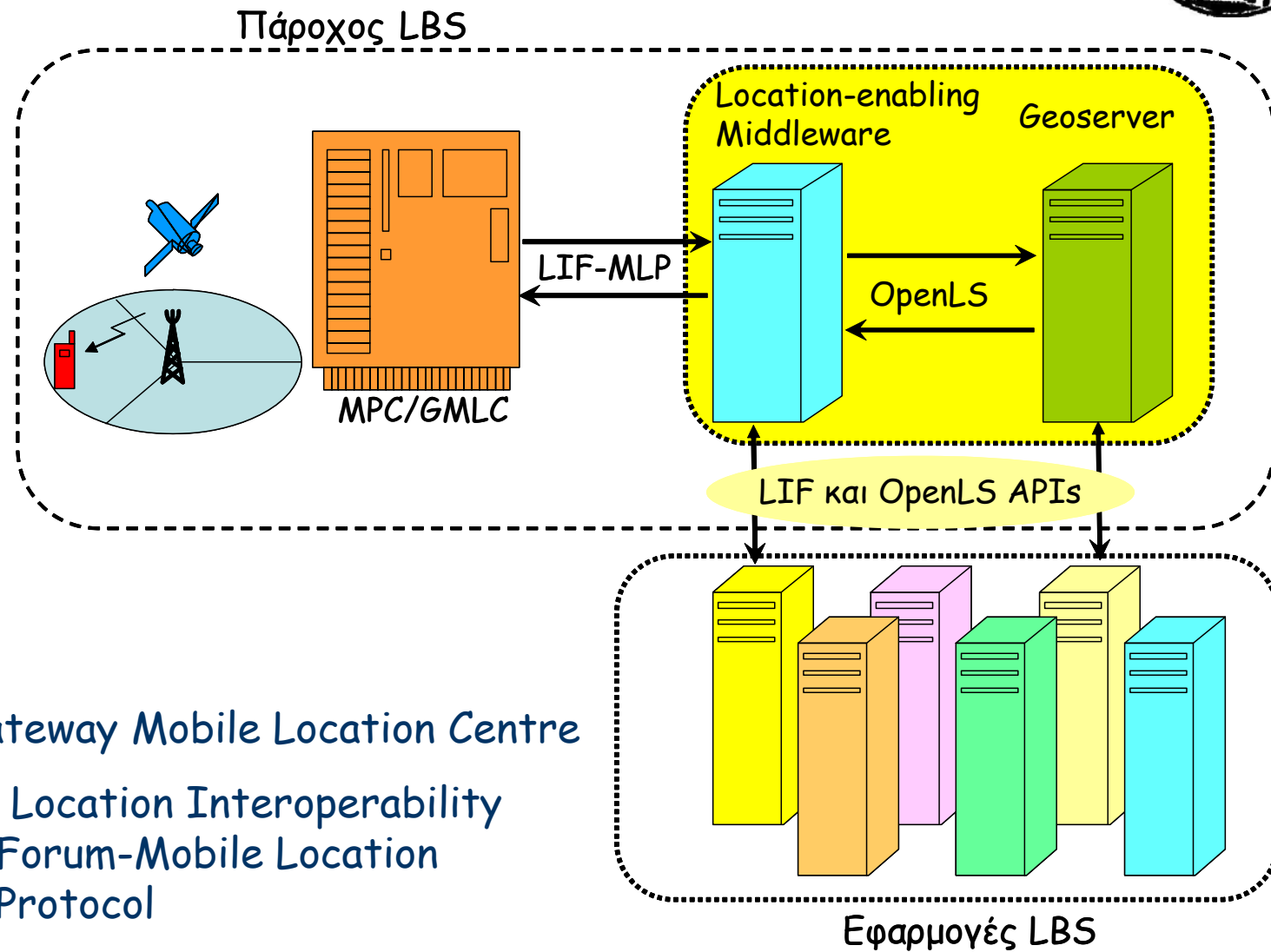
Πάροχος LBS

Εφαρμογές LBS



GMLC: Gateway Mobile Location Centre

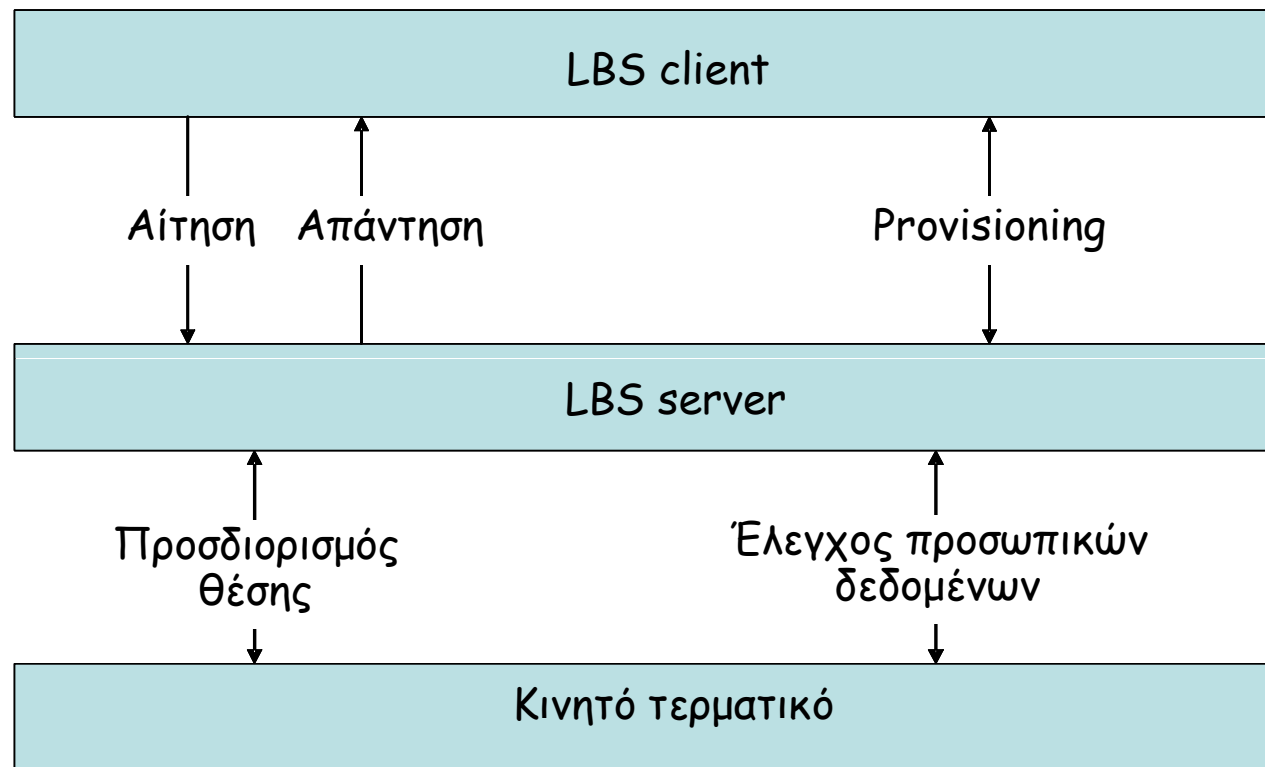
Δεύτερη αρχιτεκτονική LBS



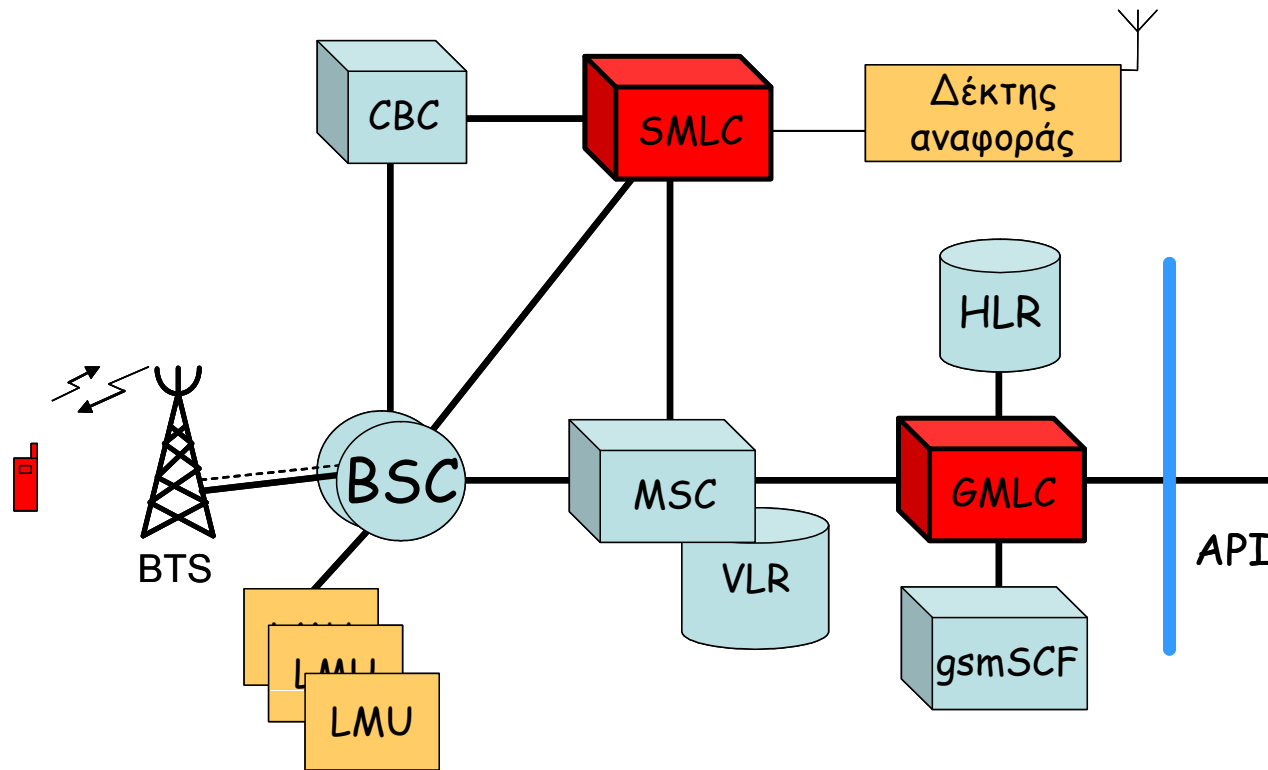
GMLC: Gateway Mobile Location Centre

LIF-MLP: Location Interoperability
Forum-Mobile Location
Protocol




Μοντέλο αναφοράς LBS



Πρότυπη αρχιτεκτονική LBS

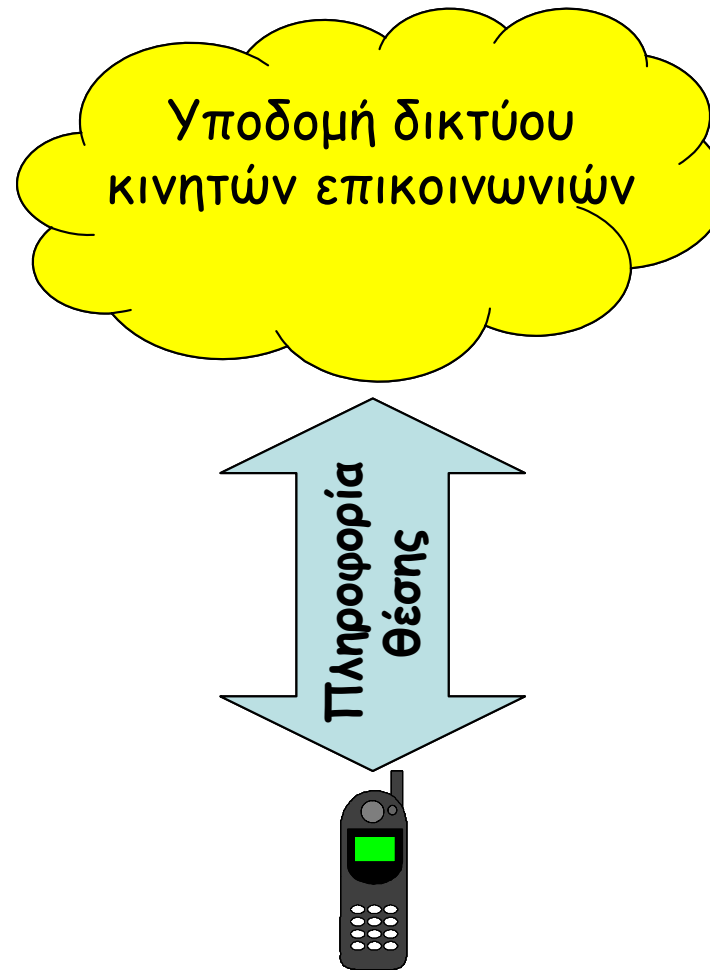


SMLC: Serving Mobile Location Centre
CBC: Cell Broadcasting Centre
LMU: Location Measurement Unit

- Προτυποποιημένη διεπαφή
-  Απαραίτητο στοιχείο LBS
-  Προαιρετικό στοιχείο LBS
-  Υπάρχουσα υποδομή

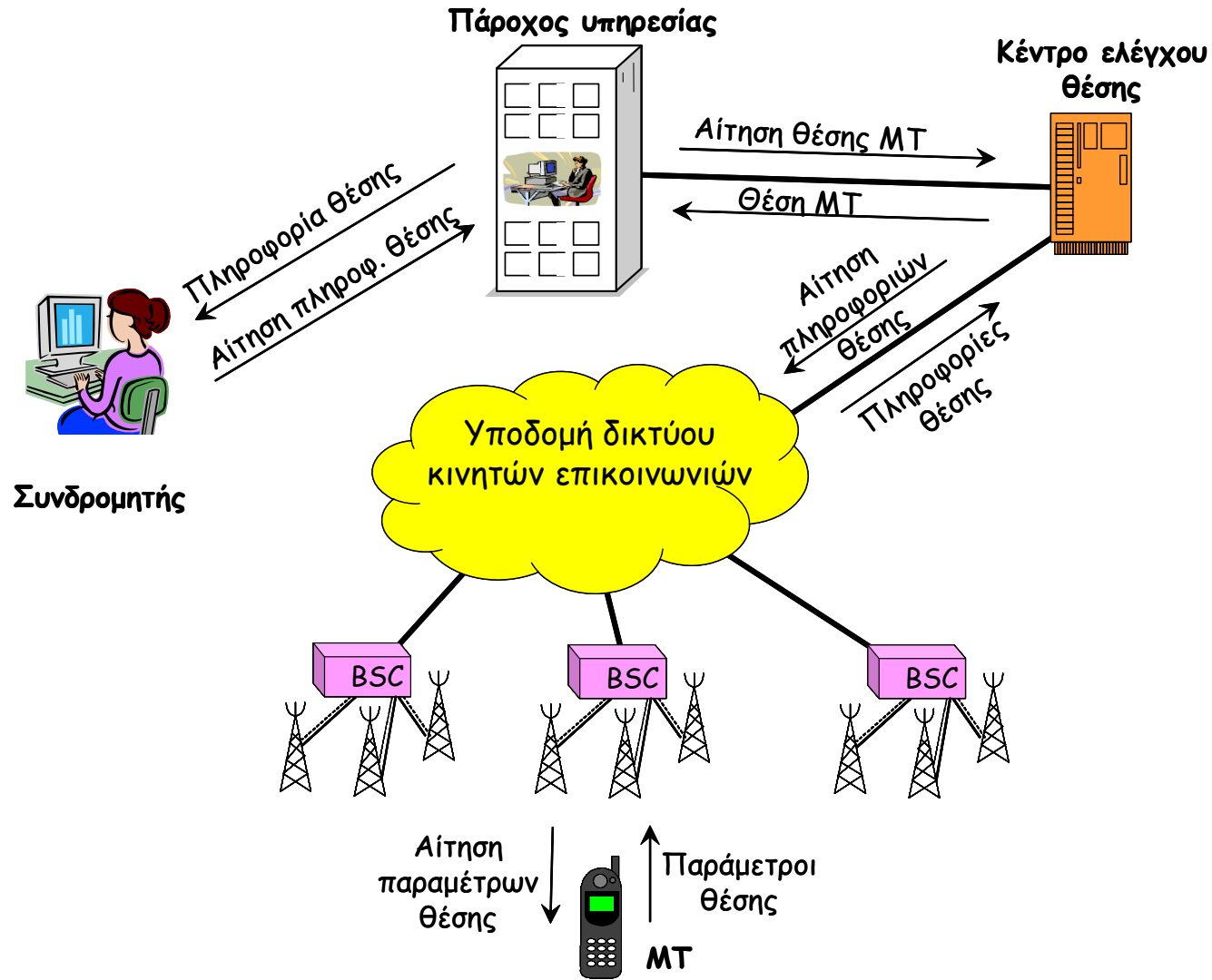
Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Λειτουργική αρχιτεκτονική συστήματος προσδιορισμού θέσης



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Παράδειγμα



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Μέθοδοι προσδιορισμού θέσης ΜΤ



➤ Βασιζόμενες στο δίκτυο (network-based)

- Οι απαραίτητες μετρήσεις γίνονται από τους σταθμούς βάσης και κάποιο υπεύθυνο κέντρο προσδιορισμού θέσης (*Location Centre*) υπολογίζει τη γεωγραφική θέση.

➤ Βασιζόμενες στο κινητό τερματικό (mobile-based)

- Το κινητό τερματικό εκτελεί τις απαραίτητες μετρήσεις και υπολογίζει μόνο του τη γεωγραφική του θέση.

➤ Υποβοηθούμενες από το κινητό τερματικό (mobile-assisted)

- Το κινητό τερματικό κάνει τις μετρήσεις και τις στέλνει στο *Location Centre*

Αξιολόγηση: κριτήρια

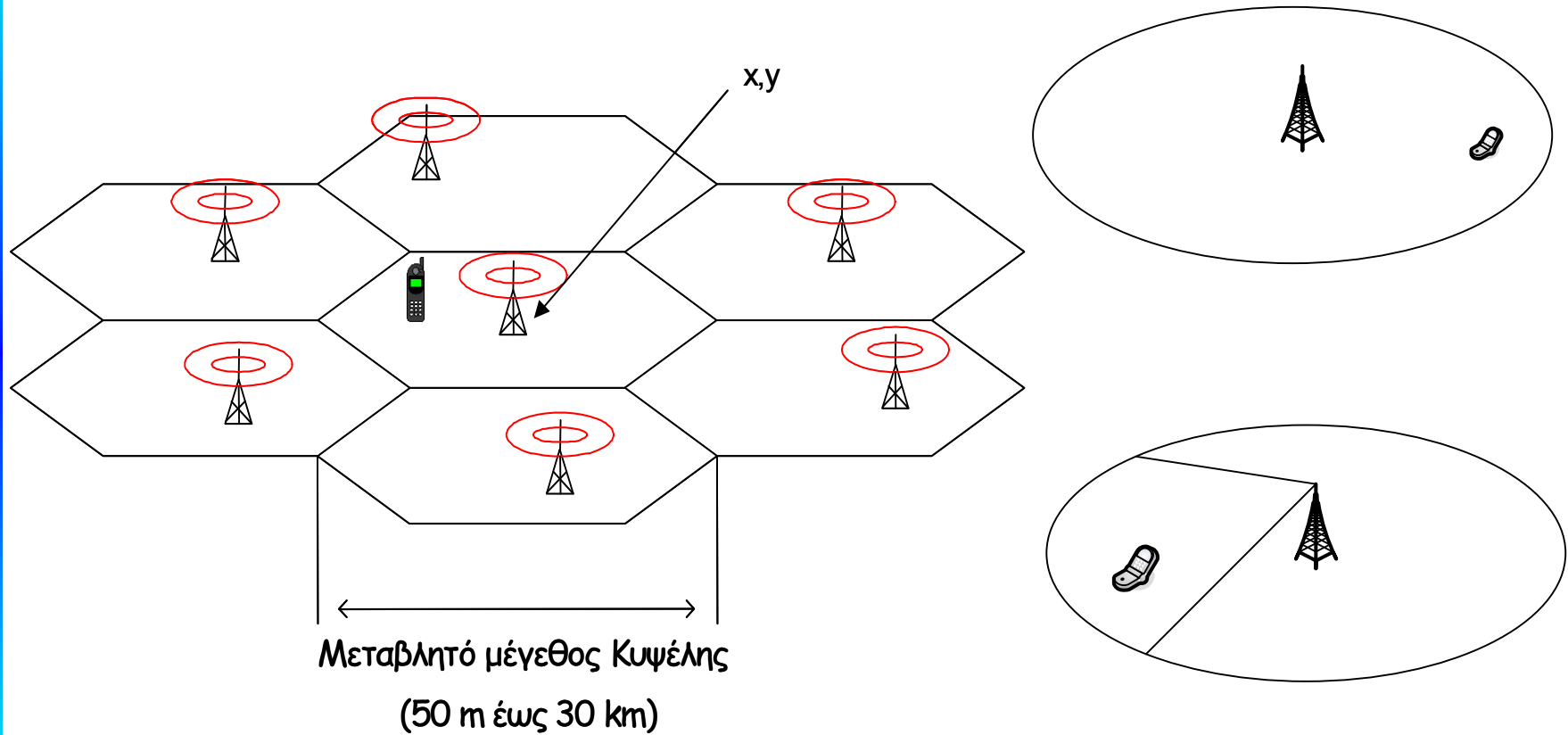


- Ακρίβεια προσδιορισμού θέσης
- Μεταβολή της ακρίβειας προσδιορισμού ανάλογα με το περιβάλλον διάδοσης
- Απαιτούμενες τροποποιήσεις στο δίκτυο (σε λογισμικό και υλικό)
- Απαιτούμενες τροποποιήσεις στο κινητό τερματικό (σε λογισμικό και υλικό)
- Απαιτούμενος χρόνος για την εξαγωγή αποτελεσμάτων

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Cell-Id



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Cell-Id

Πλεονεκτήματα

- Η πληροφορία της γεωγραφικής θέσης υπάρχει ήδη στο σύστημα.
- Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου απαιτεί ελάχιστες αλλαγές.
- Ο χρόνος για την εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι ελάχιστος.

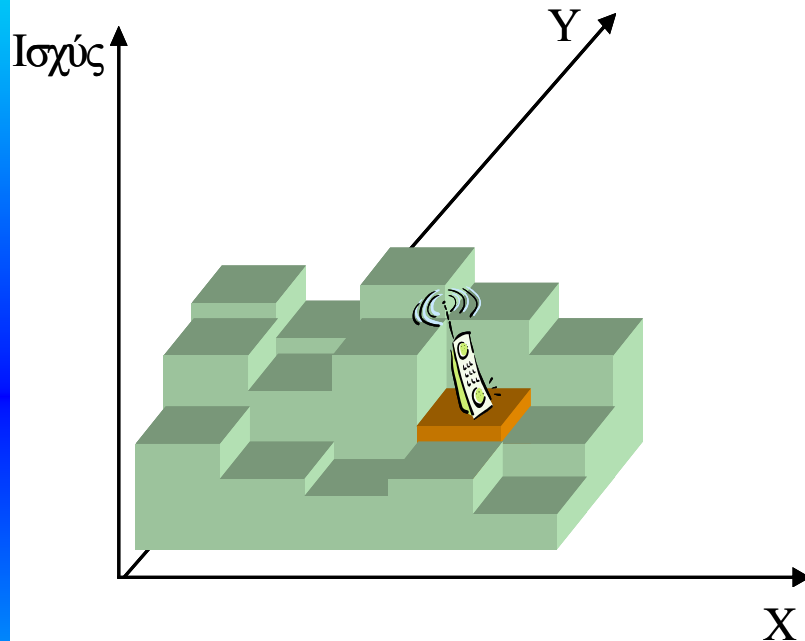
Μειονεκτήματα

- Η ακρίβεια της μεθόδου εξαρτάται άμεσα από την ακτίνα της κυψέλης (50m περίπου για εσωτερικούς χώρους έως 30km για αγροτικές περιοχές).
- Λόγω των φαινομένων διάδοσης, η κυψέλη που εξυπηρετεί το κινητό δεν είναι πάντα και η πιο κοντινή. Έτσι, η ακρίβεια δεν είναι τόσο καλή, όσο θα μπορούσε να εξαχθεί απλά από την πυκνότητα των σταθμών βάσης και τη γεωμετρία των κυψελών.

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Enhanced Cell-Id ή CGI++



- Συνδυασμός των:
 - Measurement Reports κάθε 480ms για την ίδια και για γειτονικές κυψέλες
 - Χαρτών ραδιοκάλυψης καταχωρημένων ως βάση δεδομένων κάλυψης
- Δυνατότητα εύρεσης της γεωγραφικής θέσης κάθε $\sim 0.5\text{sec}$

Με δεδομένη τη θέση των BTS και γνωρίζοντας τις στάθμες ισχύος που λαμβάνει το MT από τους υπόψη BTS, να υπολογιστεί η απόσταση του MT από τους BTS και κατ' επέκταση η θέση του MT

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



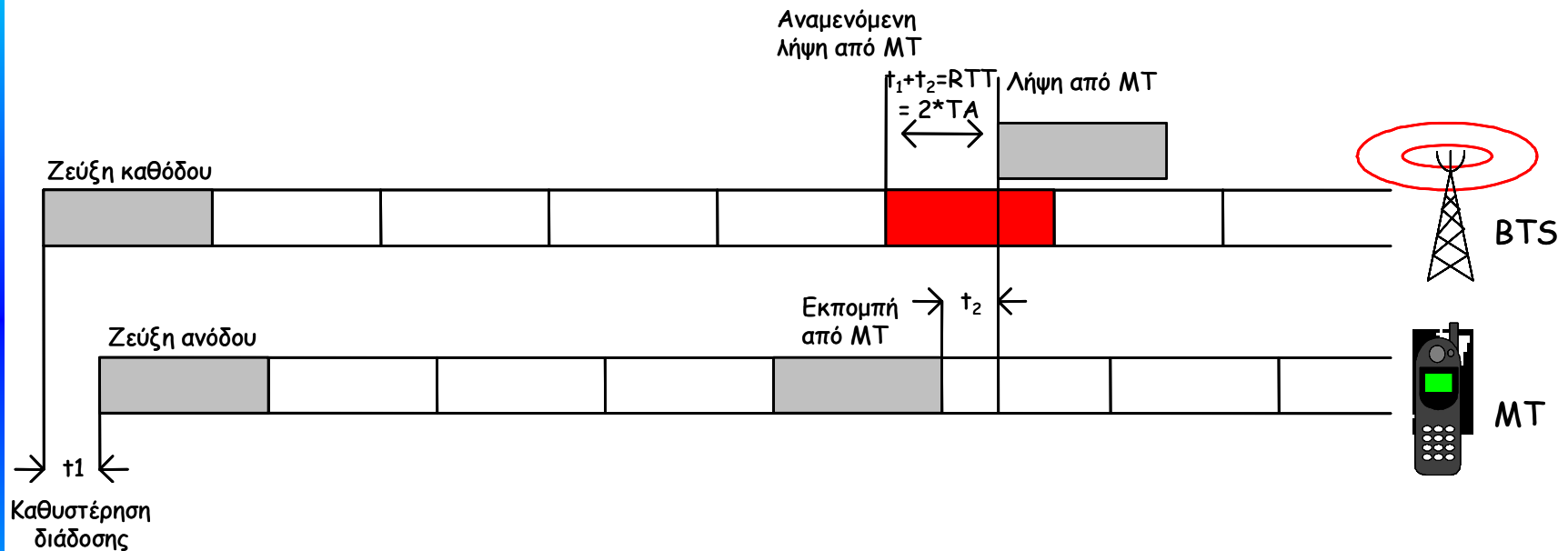
Προπορεία συγχρονισμού ή CGI+TA

- Timing advance είναι ο χρόνος που πρέπει το ΜΤ να επισπεύσει τη μετάδοσή του στην ζεύξη ανόδου προκειμένου η λήψη της μετάδοσης στον BTS να γίνει μέσα στα όρια της χρονοσχισμής και να μην υπάρχει επικάλυψη με την επόμενη χρονοσχισμή
- Ο BTS μπορεί να εκτιμήσει το RTT της απόστασης μεταξύ BTS και ΜΤ ελέγχοντας μια ακολουθία συγχρονισμού την οποία στέλνει το ΜΤ στον BTS στη ζεύξη ανόδου
- $\text{Timing advance} = \text{RTT}/2$

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



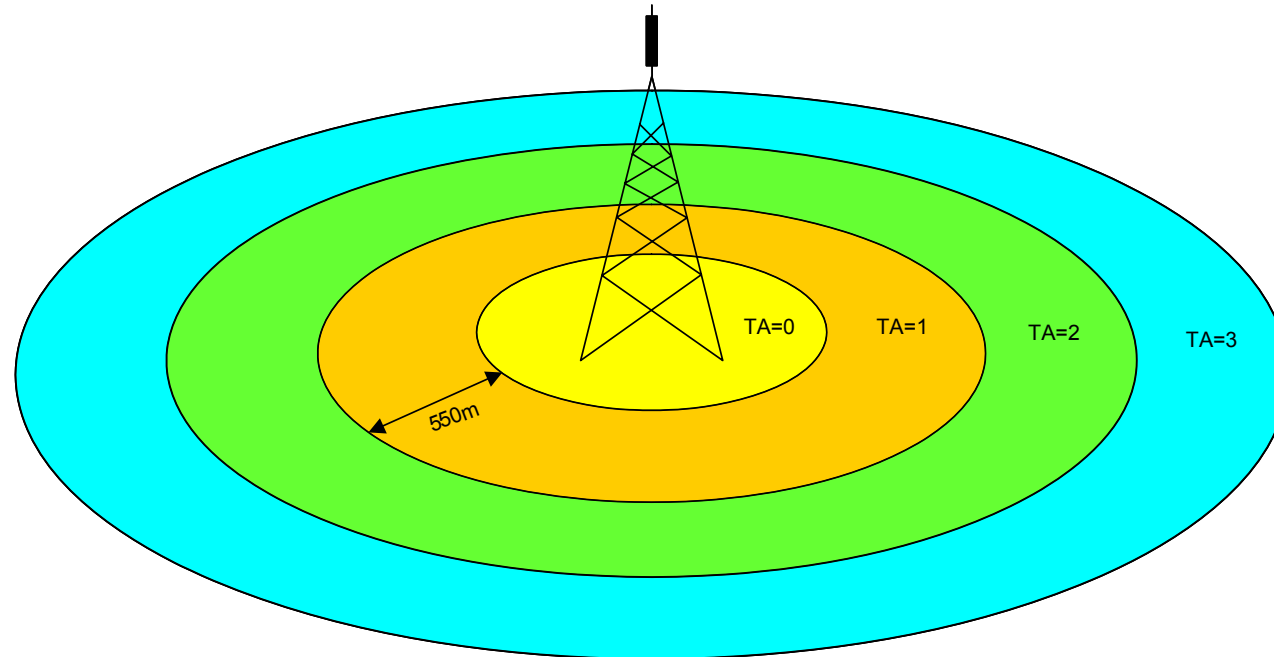
Προπορεία συγχρονισμού ή CGI+TA



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Προπορεία συγχρονισμού



$$c \cdot \frac{T_b}{2} = 3 \cdot 10^8 \frac{3,69 \cdot 10^{-6}}{2} = 554m \approx 550m$$

$$[550 \cdot (TA)]m \leq d < [550 \cdot (TA + 1)]m$$

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Προπορεία συγχρονισμού

Πλεονεκτήματα

- Οι υπολογισμοί που χρειάζονται για την υλοποίηση της μεθόδου είναι πολύ λίγοι.
- Απαιτούνται ελάχιστες αλλαγές στα ήδη λειτουργούντα συστήματα για την εφαρμογή της.
- Ο χρόνος για την εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι ελάχιστος.
- Η ακρίβεια είναι βελτιωμένη σε σχέση με εκείνη της μεθόδου Cell-Id και δεν επηρεάζεται τόσο πολύ από το μέγεθος της κυψέλης.

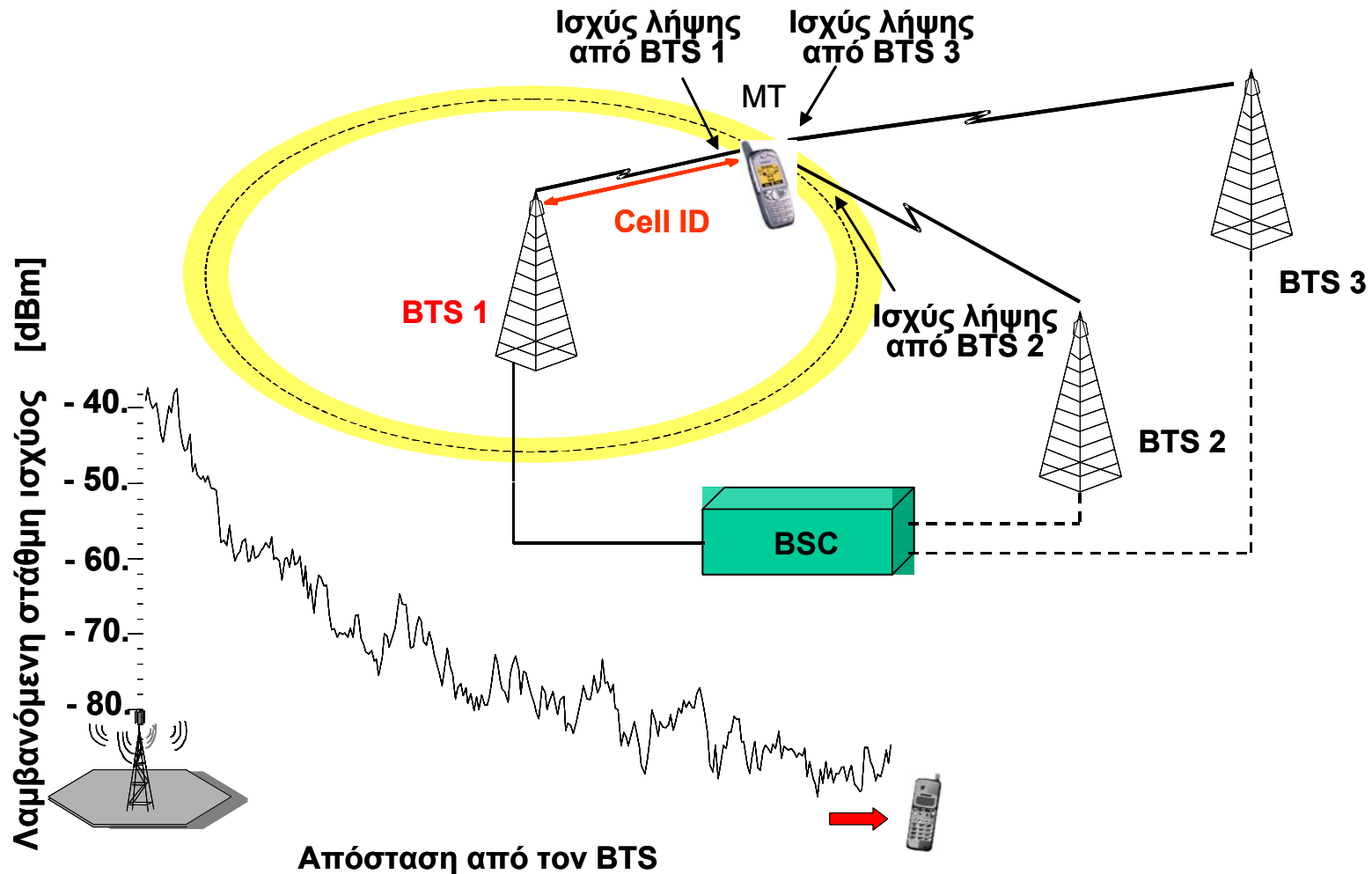
Μειονεκτήματα

- Η μέθοδος λειτουργεί σωστά μόνο σε συνθήκες διάδοσης οπτικής επαφής (LOS) και τα όποια σφάλματα στην ακρίβεια οφείλονται σε συνθήκες διάδοσης μη οπτικής επαφής (NLOS). Έτσι, μπορεί η πραγματική απόσταση να είναι τελικά μικρότερη από την ελάχιστη ακτίνα που υπολογίζει η μέθοδος.

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



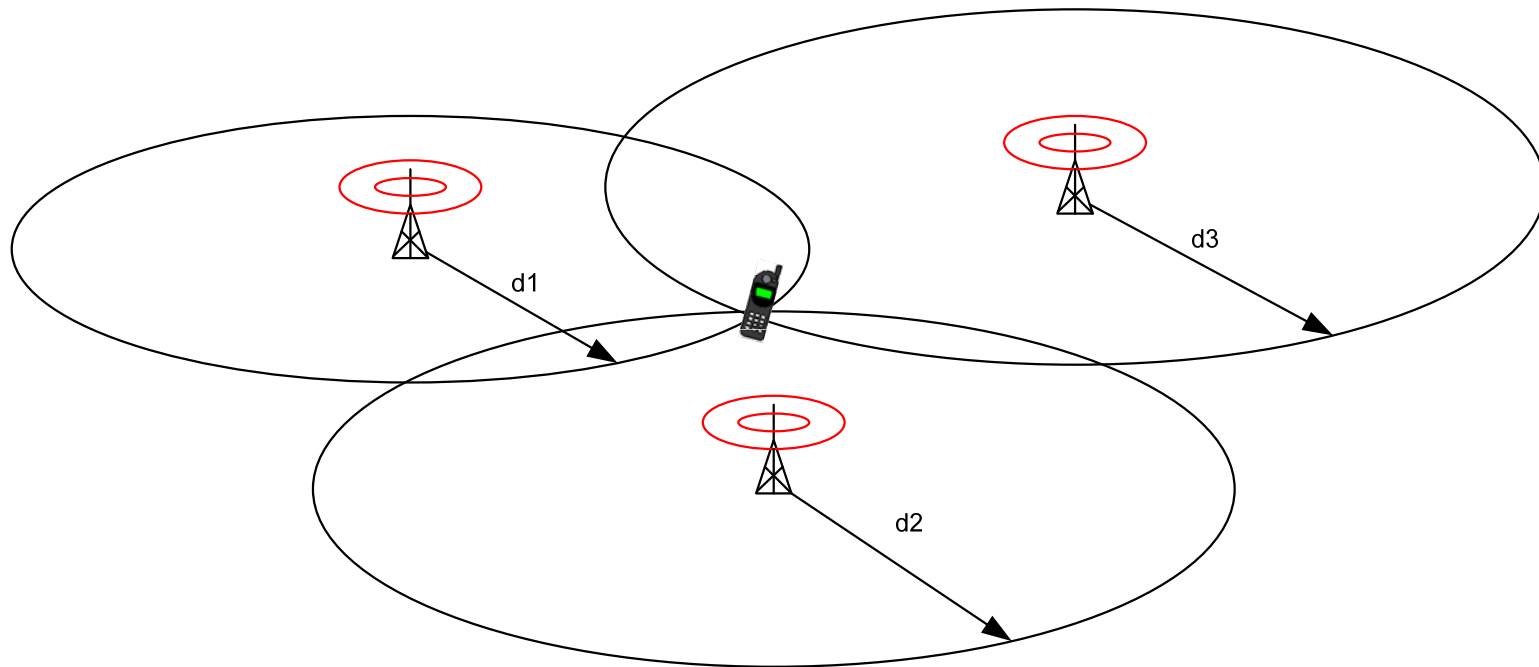
Στάθμη λήψης από γειτονικούς BTS



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Στάθμη λήψης από γειτονικούς BTS



Εκτιμώμενες αποστάσεις κινητού τερματικού από τους γειτονικούς σταθμούς βάσης d_1, d_2, d_3

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Στάθμη λήψης από γειτονικούς BTS

Πλεονεκτήματα

- Η απαιτούμενη πληροφορία είναι ήδη διαθέσιμη στα λειτουργούντα συστήματα.
- Απαιτούνται ελάχιστες αλλαγές στο δίκτυο για την εφαρμογή της μεθόδου.
- Ο χρόνος που απαιτείται για την εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι μικρός.
- Η ακρίβεια είναι σχετικά καλή.

Μειονεκτήματα

- Είναι δύσκολο να επιτευχθεί πολύ υψηλή ακρίβεια.
- Τα φαινόμενα της σκίασης και των πολλαπλών διαδρομών μειώνουν αισθητά την ακρίβεια, ειδικά σε κλειστούς χώρους, μέσα στο αυτοκίνητο κλπ.

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Χρόνος άφιξης- Time Of Arrival (TOA)

- Μετρώντας τον χρόνο άφιξης ενός γνωστού σήματος από το ΜΤ στον ΒΤS, η απόσταση μπορεί να υπολογιστεί με βάση τη σχέση:
- $d_i = c * t_i + c * t_{off,i}$ όπου:
 - d_i η υπολογιζόμενη απόσταση από τον ΒΤS_i
 - c η ταχύτητα διάδοσης του φωτός
 - t_i ο χρόνος άφιξης (διάδοσης) από τον ΒΤS_i
 - $t_{off,i}$ η διαφορά χρονισμού μεταξύ του ρολογιού του ΜΤ και του ρολογιού του ΒΤS_i

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Χρόνος άφιξης- Time Of Arrival (TOA)

- Επειδή η διαφορά $t_{off,i}$ είναι άγνωστη μεταβλητή, το σφάλμα που εισάγεται είναι απαράδεκτο και γι' αυτό η μέθοδος αυτή απαιτεί τον συγχρονισμό όλων των BTS του δικτύου
- Έτσι, η διαφορά χρονισμού θα είναι πλέον σταθερή ανεξαρτήτως BTS, εξαρτώμενη όμως από το ρολόι του ΜΤ
- Έτσι, λόγω της ύπαρξης σφαλμάτων (t_{off}) η εν λόγω μέθοδος έχει εγκαταλειφθεί

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Διαφορές χρόνων άφιξης- Time Difference Of Arrival (TDOA)

- Απαιτεί την ύπαρξη νέων οντοτήτων Location Measurement Unit (LMU) με γνωστές τις συντεταγμένες και τις διαφορές χρονισμού
- Είναι αναγκαία η επιβολή forced handovers για να λαμβάνονται μετρήσεις χρόνων άφιξης από διαφορετικούς BTS

$$TOA = t_p + t_T + t_L$$

t_p : ο χρόνος διάδοσης από το ΜΤ μέχρι την LMU

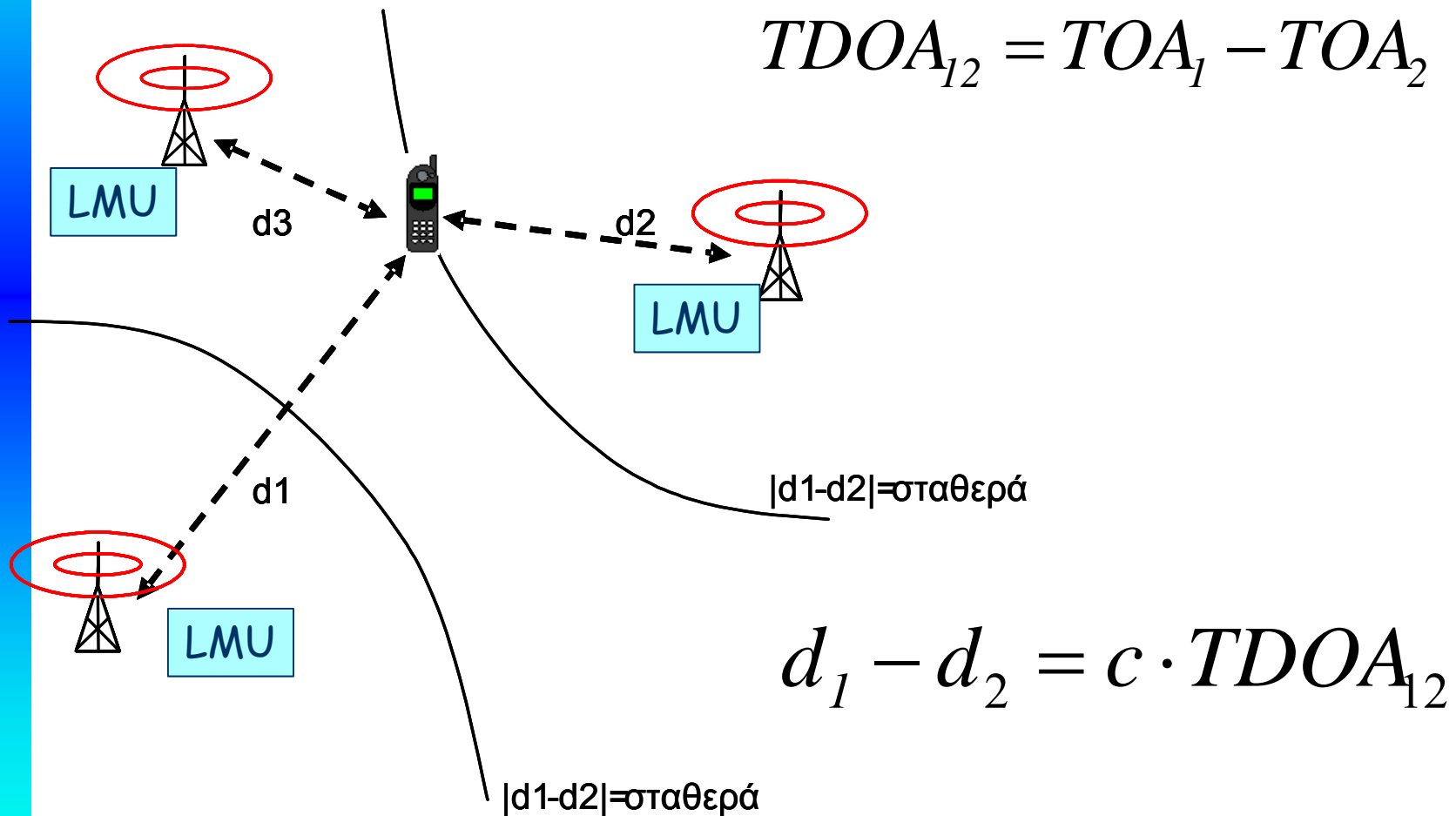
t_T : ο χρόνος μετάδοσης του σήματος στο ΜΤ

t_L : ο χρόνος αναφοράς στην LMU

Μέθοδοι βασισμένες στο δίκτυο



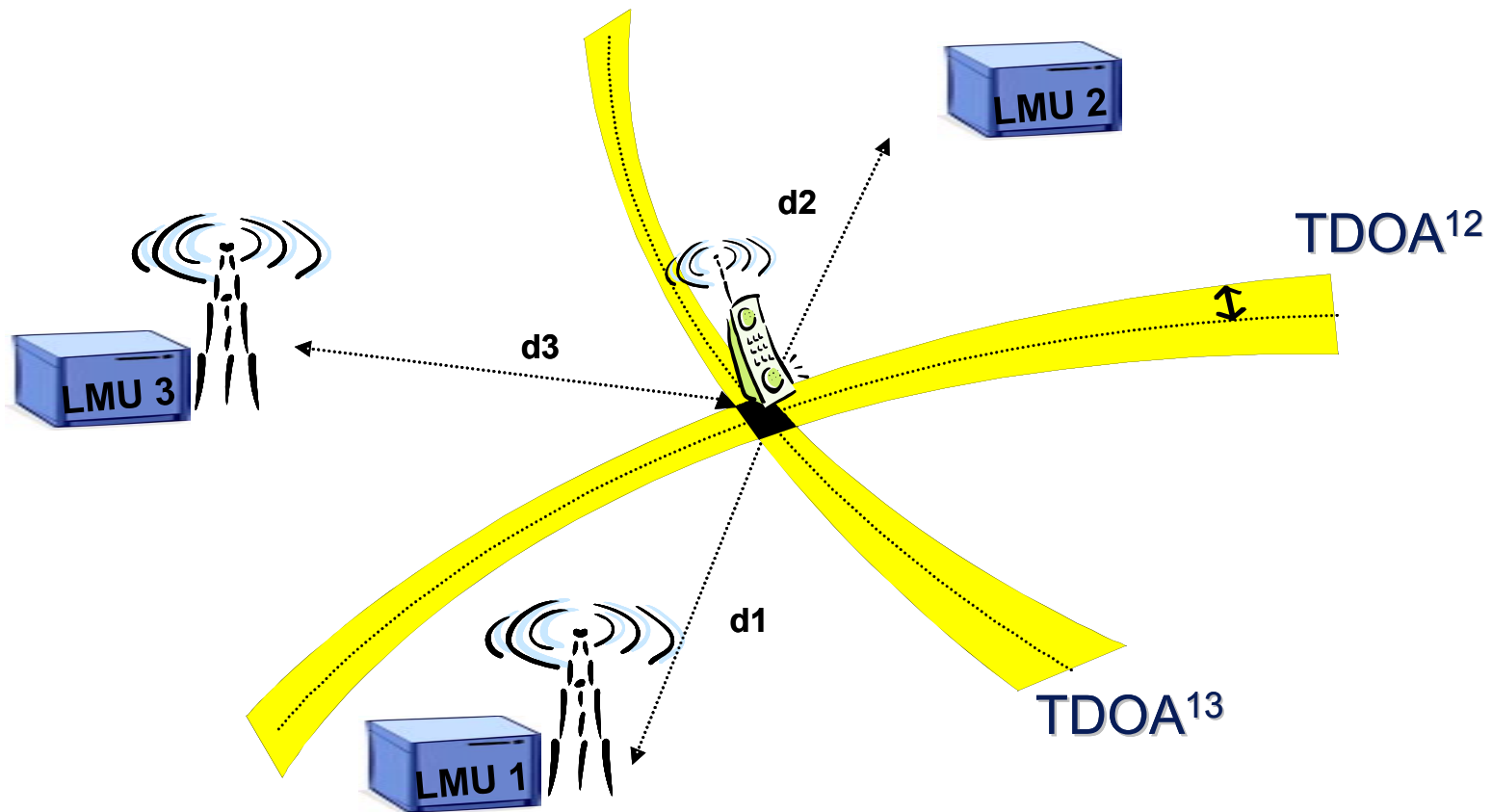
Time Difference Of Arrival (TOA)



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



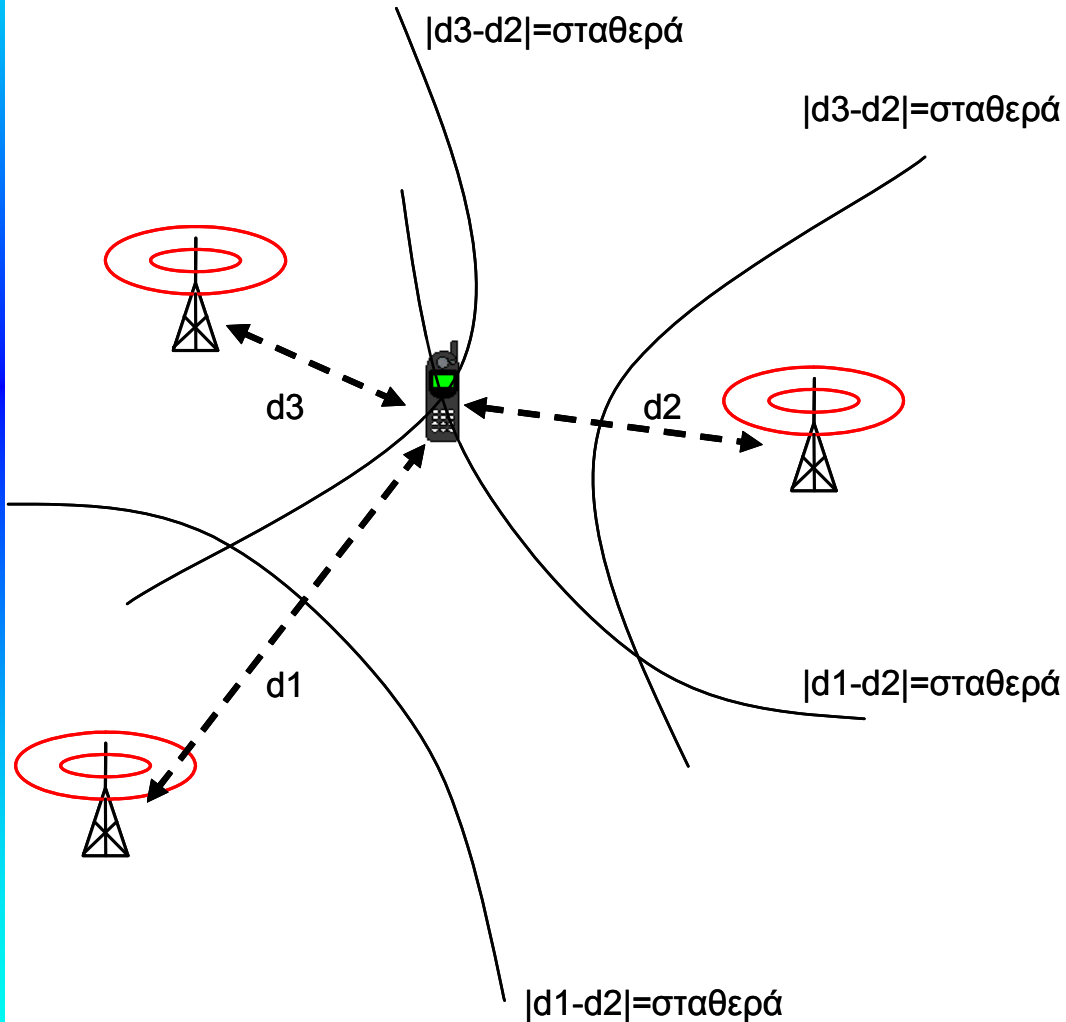
ΤΔΟΑ με σφάλματα



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



ΤΔΟΑ: δύο σημεία τομής υπερβολών



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



ΤΔΟΑ

Πλεονεκτήματα

- Πολύ καλή ακρίβεια σε σχέση με τις προηγούμενες μεθόδους.
- Ο χρόνος που απαιτείται για την εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι ανεκτός.

Μειονεκτήματα

- Απαιτεί την προσθήκη νέων μονάδων στο δίκτυο και την προσαρμογή του λογισμικού των κινητών τερματικών.
- Εισάγεται σφάλμα όταν υπάρχει διάδοση πολλαπλών διαδρομών και όταν δεν υπάρχει συνθήκη διάδοσης οπτικής επαφής για μερικούς σταθμούς βάσης.

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Εξελιγμένη μέθοδος διαφορών χρόνων άφιξης (Enhanced Observed Time Difference, E-OTD)

- Παραλλαγή της TDOA
- Διαφορά: το MT μετρά τις χρονικές διαφορές.
- Προϋπόθεση: συγχρονισμός μεταξύ των BTS.
- Πολύ μεγάλη ακρίβεια με ανεκτό χρόνο εξαγωγής των αποτελεσμάτων.
- Οι μετρήσεις OTD δεν επιβάλλουν διαπομπή.
- Απαιτεί την προσθήκη νέων μονάδων στο δίκτυο και την προσαρμογή του λογισμικού των κινητών τερματικών.
- Εισάγεται σφάλμα όταν υπάρχει διάδοση πολλαπλών διαδρομών και όταν δεν υπάρχει συνθήκη διάδοσης οπτικής επαφής για μερικούς σταθμούς βάσης.

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Εξελιγμένη μέθοδος διαφορών χρόνων άφιξης (Enhanced Observed Time Difference, E-OTD)

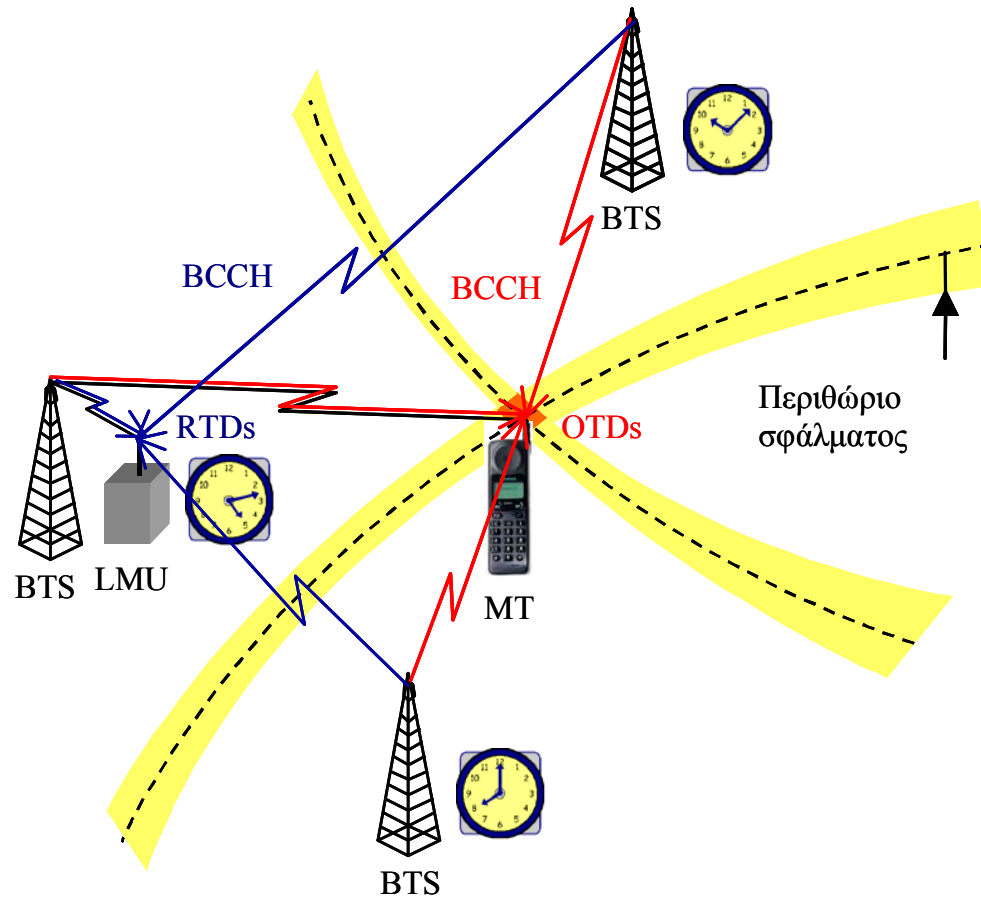
- **Observed Time Difference-OTD**: διαφορά μεταξύ των χρόνων άφιξης των σημάτων (ριπών) από δύο διαφορετικούς BTS
- **Real Time Difference-RTD**: σχετική διαφορά στον συγχρονισμό μεταξύ δύο BTS του δικτύου
- **Geometric Time Difference-GTD**: χρονική διαφορά μεταξύ της λήψης των σημάτων από δύο διαφορετικούς BTS, λόγω της γεωμετρικής τους θέσης

$$GTD = OTD - RTD$$

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Εξελιγμένη μέθοδος διαφορών χρόνων άφιξης (Enhanced Observed Time Difference, E-OTD)



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



E-OTD κυκλική

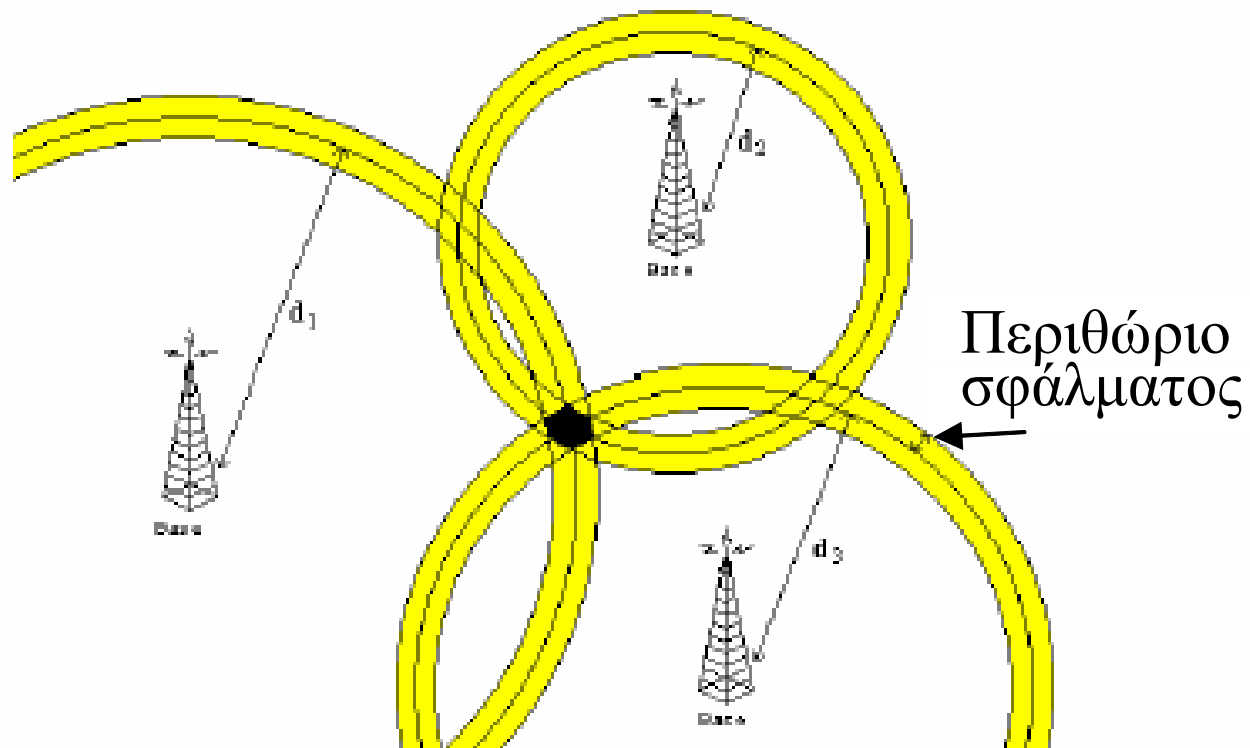
- Το ΜΤ και η LMU δεν μετρούν διαφορές άφιξης αλλά τις χρονικές στιγμές άφιξης των σημάτων χωριστά
- MOT: Observed Time at the MT
- LOT: Observed Time at the LMU
- DMB: γεωμετρική απόσταση μεταξύ ΜΤ και BTS
- DLB: γεωμετρική απόσταση μεταξύ LMU και BTS

$$DMB - DLB = c \times (MOT - LOT + \varepsilon)$$

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



Ε-ΟΤΔ κυκλική



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



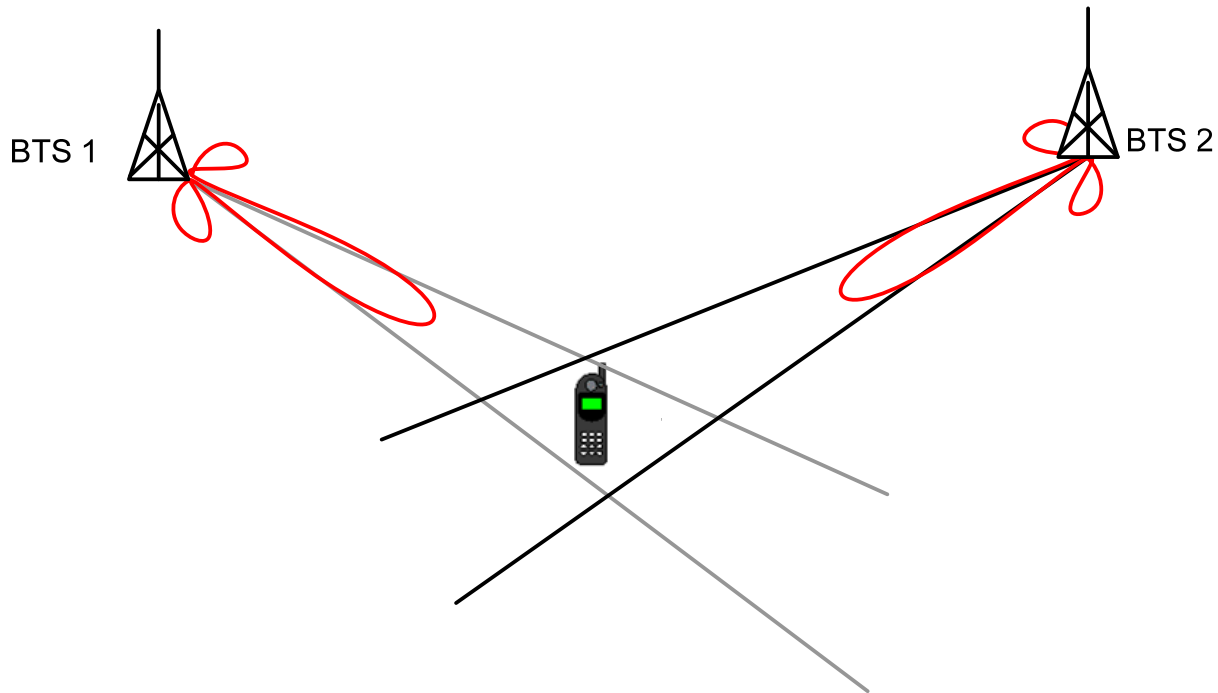
Γωνία άφιξης - Angle Of Arrival (AOA)

- Απαιτεί την ύπαρξη έξυπνων κεραιών (π.χ. συστήματα 3G)
- Η περιοχή στην οποία βρίσκεται το ΜΤ περικλείεται μέσα στον κλειστό χώρο που ορίζουν οι γωνίες μισής ισχύος των κύριων λοβών των δύο BTS
- Γωνία μισής ισχύος είναι η γωνία που σχηματίζουν οι διευθύνσεις εκατέρωθεν της διεύθυνσης μεγίστου για τις οποίες η ένταση ακτινοβολίας είναι η μισή της μέγιστης τιμής

Μέθοδοι βασισμένες στο δίκτυο



Γωνία άφιξης - Angle Of Arrival (AOA)



Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



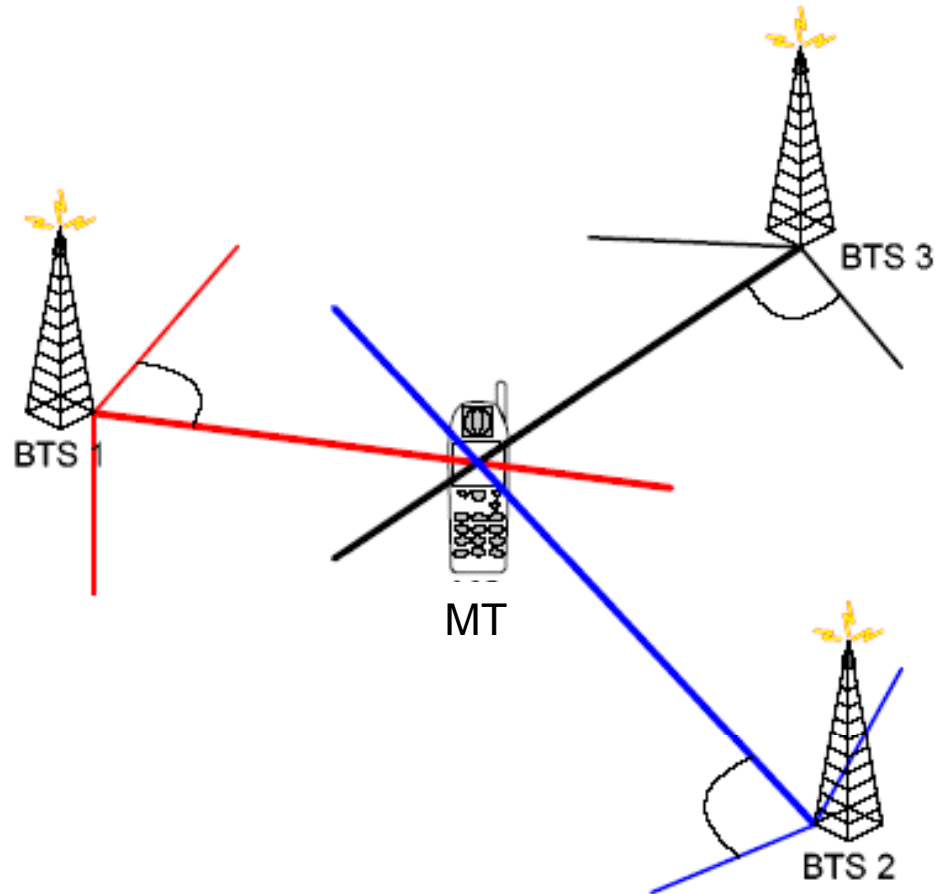
ΑΟΑ

- Η μέθοδος **ΑΟΑ** προσδιορίζει τη θέση του ΜΤ βασιζόμενη στην τριγωνοποίηση (triangulation)
- Η τριγωνοποίηση χρησιμοποιεί τα δύο σημεία (BTS) και τις γωνίες άφιξης του σήματος από τα δύο σταθερά σημεία στο τρίτο σημείο (ΜΤ). Το τρίτο σημείο μπορεί να προσδιορισθεί ως η τρίτη κορυφή ενός τριγώνου με γνωστές τη μια πλευρά και τις δύο γωνίες
- Η τεχνική αυτή απαιτεί την ύπαρξη τουλάχιστον δυο BTS και, αν υπάρχει η τεχνική δυνατότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και περισσότεροι BTS

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



ΑΟΑ



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Μέθοδοι βασιζόμενες στο δίκτυο



ΑΟΑ

Πλεονεκτήματα

- Ακρίβεια παραπλήσια των μεθόδων TDOA και E-OTD.
- Ο χρόνος που απαιτείται για την εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι ελάχιστος.
- Απαιτεί μόνο δύο σταθμούς βάσης για τον προσδιορισμό θέσης.
- Δεν χρειάζεται κάποια μετατροπή στα κινητά τερματικά.

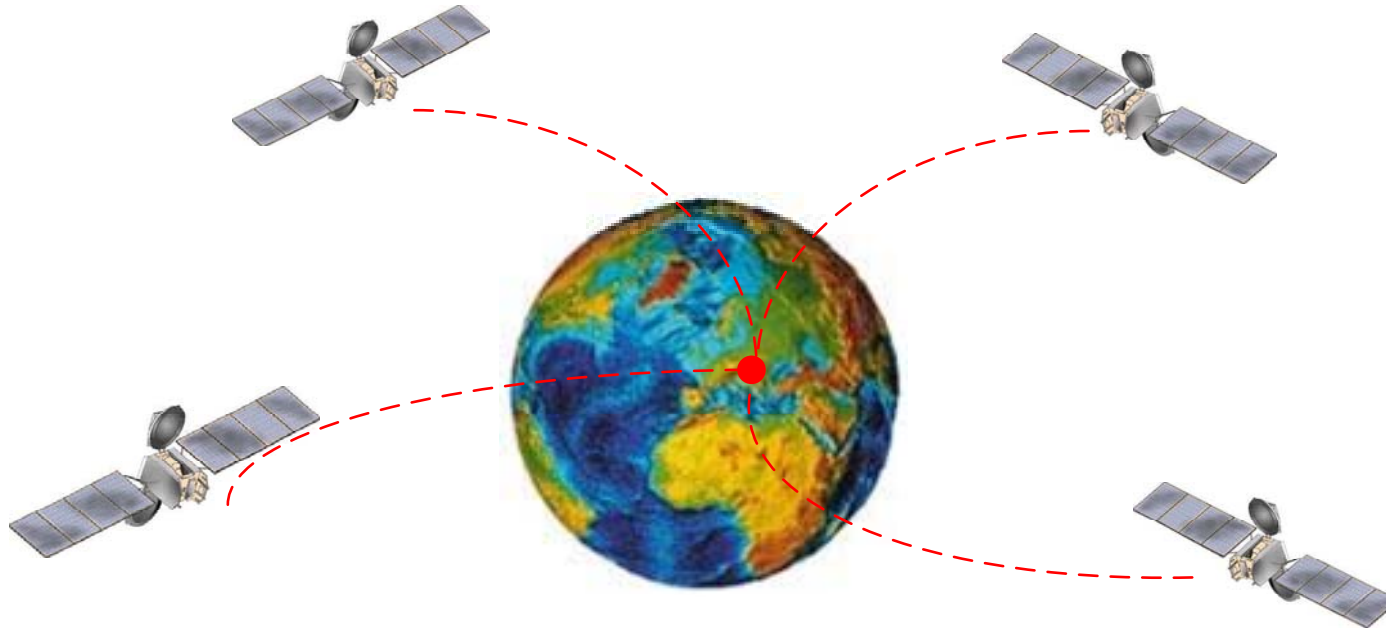
Μειονεκτήματα

- Απαιτείται η εισαγωγή πολύ ακριβών διατάξεων κεραιών λήψης στο δίκτυο.
- Δεν είναι εγγυημένη η σωστή λειτουργία σε συνθήκες NLOS.

Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



GPS



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



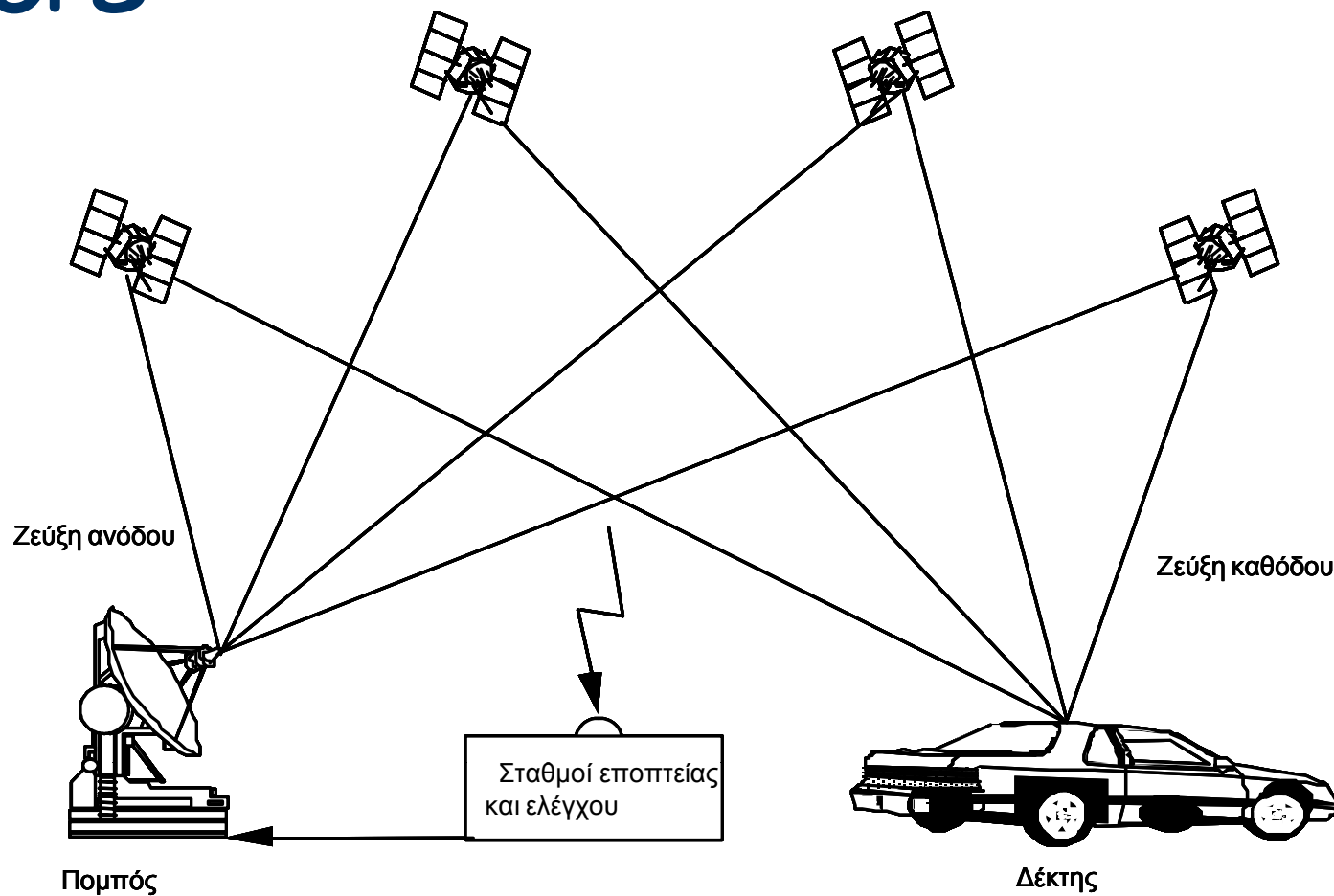
GPS

- Το σύστημα GPS χρησιμοποιεί 24 δορυφόρους σε 12-ωρες τροχιές, 20.200 km περίπου πάνω από την επιφάνεια της Γης σε έξι τροχιακά επίπεδα με τέσσερις δορυφόρους ανά επίπεδο
- Οι χρήστες μπορούν να βλέπουν 6 με 11 δορυφόρους από οποιοδήποτε σημείο της Γης (ο πιο πιθανός αριθμός είναι 8 δορυφόροι)
- Από τη στιγμή που δεν υπάρχει κανάλι επιστροφής από τους GPS δέκτες προς τους δορυφόρους, οποιοσδήποτε αριθμός χρηστών μπορεί να λάβει τη θέση του ταυτόχρονα
- Τα σήματα GPS είναι ανθεκτικά στις παρεμβολές και στα παράσιτα, μεταδίδονται όμως σε πολύ χαμηλή ισχύ

Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



GPS



Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



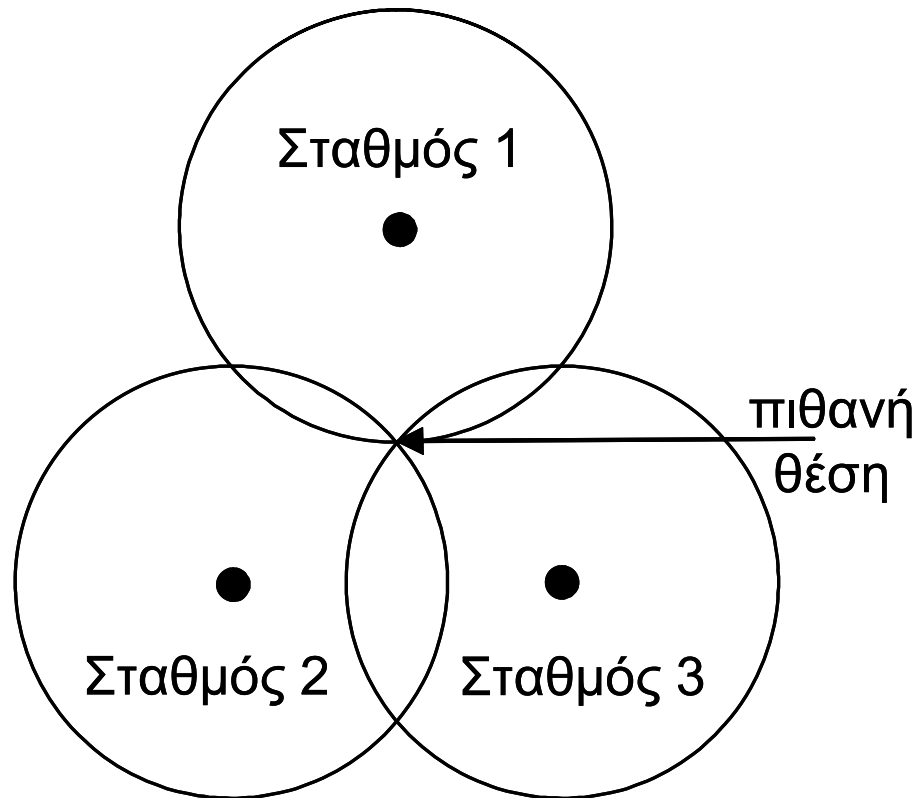
GPS

- Οι δορυφόροι του συστήματος GPS εκπέμπουν σήμα DSSS με ρυθμό 1.023 Mchip/sec, χρησιμοποιώντας τεχνικές CDMA.
- Το GPS βασίζεται στην αρχή TOA. Όταν 4 ή περισσότεροι δορυφόροι είναι σε οπτική επαφή με τον δέκτη, μπορεί να προσδιοριστούν οι γεωγραφικές συντεταγμένες του δέκτη.

Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



GPS: αρχή του ΤΟΑ



- Η γεωμετρική ακρίβεια είναι υψηλότερη μέσα στο τρίγωνο που σχηματίζεται από τα κέντρα των τριών κύκλων. Η ακρίβεια μειώνεται όταν απομακρυνόμαστε από το τρίγωνο.
- Η ίδια αρχή εφαρμόζεται και όταν ο κύκλος γίνεται σφαίρα, χρησιμοποιώντας μια τέταρτη μέτρηση.

Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



GPS

Τα ρολόγια του δέκτη και των δορυφόρων είναι ασυγχρόνιστα πριν από τη μέτρηση. Ο χρόνος εκπομπής του σήματος που υπολογίζεται από το GPS δεν είναι ο πραγματικός. Χρησιμοποιείται ένας τέταρτος δορυφόρος.

$$p_1 = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2} + c(dT_1 - dt)$$

$$p_2 = \sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2} + c(dT_2 - dt)$$

$$p_3 = \sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2} + c(dT_3 - dt)$$

$$p_4 = \sqrt{(x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2} + c(dT_4 - dt)$$

$(x_i, y_i, z_i), i=1,2,3,4$: οι γνωστές θέσεις των δορυφόρων

p_1, p_2, p_3, p_4 : οι μετρούμενες ψευδοακτίνες

dT_1, dT_2, dT_3, dT_4 : οι γνωστές τιμές των ρολογιών των δορυφόρων

dt : η άγνωστη χρονική διαφορά από τη τιμή του GPS..

Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



GPS

Πλεονεκτήματα

- Πάρα πολύ μεγάλη ακρίβεια (3-50m).
- Δεν απαιτείται καμιά μετατροπή στο δίκτυο.

Μειονεκτήματα

- Αναγκαία η ύπαρξη δέκτη GPS σε κάθε κινητό τερματικό, γεγονός που σημαίνει μεγαλύτερο κόστος τερματικού, αυξημένο βάρος και υψηλή κατανάλωση ισχύος.
- Λειτουργεί μόνο σε συνθήκες οπτικής επαφής, όχι σε κλειστούς / στεγασμένους χώρους.
- Παρουσιάζει μεγάλη καθυστέρηση, όταν επιχειρείται ο προσδιορισμός θέσης (1~2min).

Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



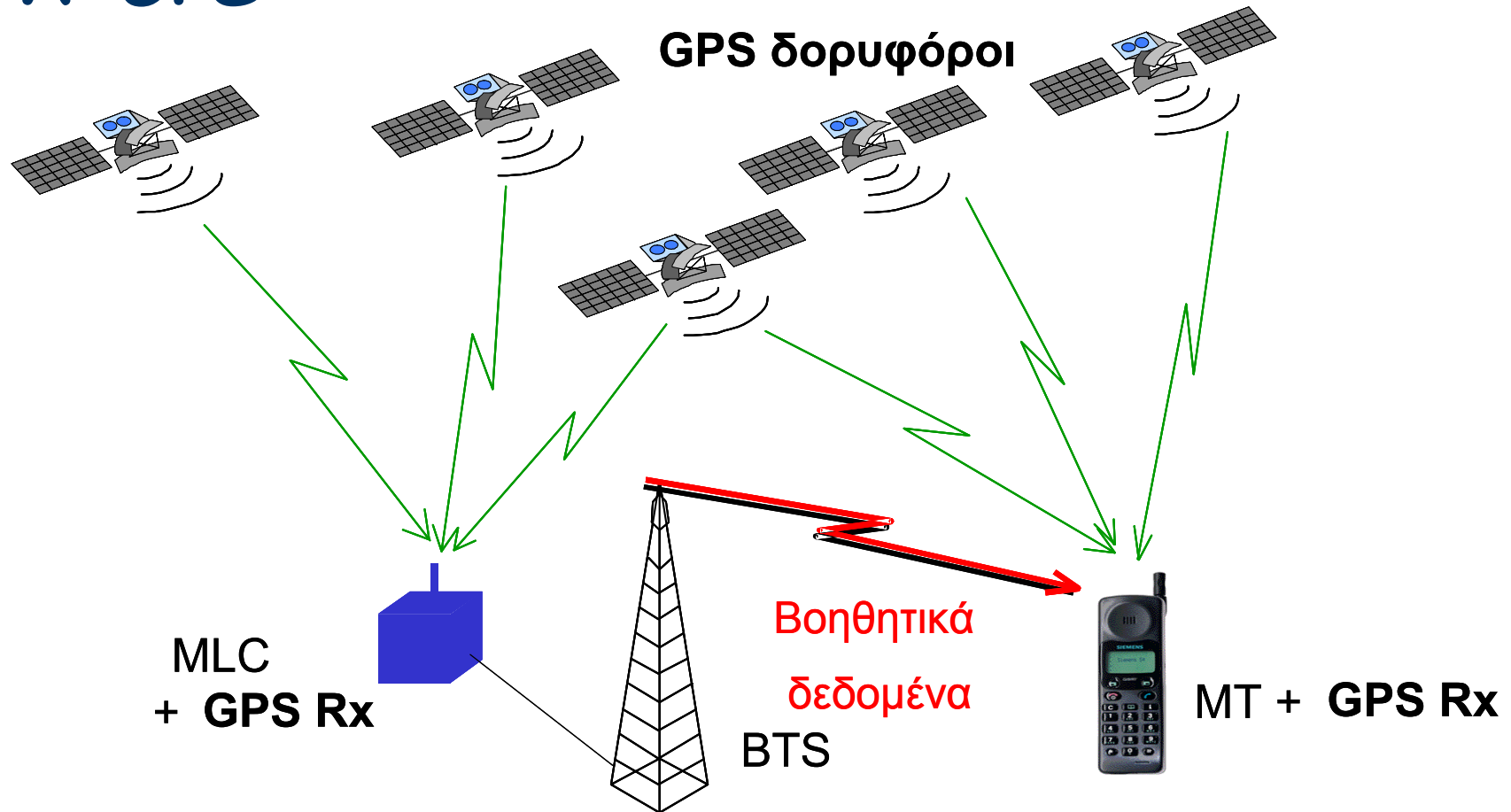
Assisted-GPS

- Τα κύρια μέρη της τεχνολογίας αυτής είναι:
 - το ΜΤ με έναν μερικό GPS δέκτη ενσωματωμένο σε αυτό,
 - ο A-GPS server με έναν δέκτη αναφοράς GPS που μπορεί να "βλέπει" τους ίδιους δορυφόρους με το ΜΤ
 - η υποδομή ασύρματου δικτύου που αποτελείται από σταθμούς βάσης και το κέντρο μεταγωγής κινητών επικοινωνιών (MSC)

Μέθοδοι βασιζόμενες στο ΜΤ



A-GPS



Μέθοδοι για το UMTS



- Μέθοδος αναγνώρισης ταυτότητας κυψέλης (Cell-Id)
- Εξελιγμένη μέθοδος αναγνώρισης ταυτότητας κυψέλης (Enhanced Cell-Id)
 - Με σκοπό την αύξηση της ακρίβειας χρησιμοποιείται και η έννοια του RTT (round trip time) από το Node B που σχετίζεται με την cell ID.
- Μέθοδος των μετρούμενων διαφορών των χρόνων άφιξης (Observed Time Difference Of Arrival, OTDOA)
 - Υποβοηθούμενη από την UE
 - Βασιζόμενη στην UE

Μέθοδοι για το UMTS



Observed Time Difference Of Arrival (OTDOA)

