

Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)

dr. Paller Gábor

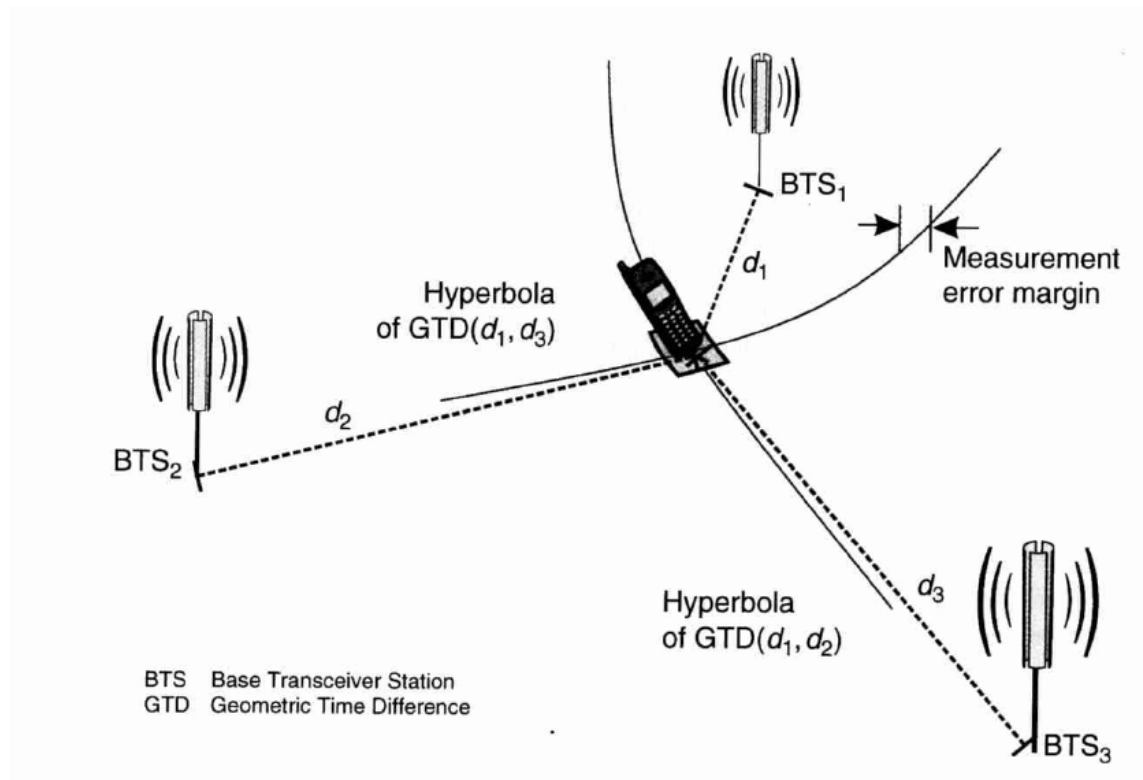
Készült Axel Küpper: Location-Based Services: Fundamentals and Operation
c. könyve alapján

E-OTD

- E-OTD: hiperbolikus háromszögelés a terminál által vett jel (downlink) alapján.
- A háromszögelés alapja a vett TDMA keretek vételi ideje.
- A körkörös háromszögeléshez a terminált szinkronizálni kellene a bázisállomásokhoz (hogy a terminál és minden egyes bázisállomás közötti távolság kiszámolható legyen).
- Hiperbolikus háromszögelés esetén a bázisállomásokat egymással kellene szinkronizálni (hogy tudni lehessen, mikor indították a bázisállomások a rádiójelet egymáshoz képest).
- GSM-ben egyik feltétel sem adott.
- Ezért egy új elemet, a Location Management Unit-ot (LMU) kell bevezetni, hogy az utólagos szinkronizációt elvégezhessük.
- Az LMU logikai elem, összeépíthető más elemekkel, pl. a bázisállomással.

E-OTD elv

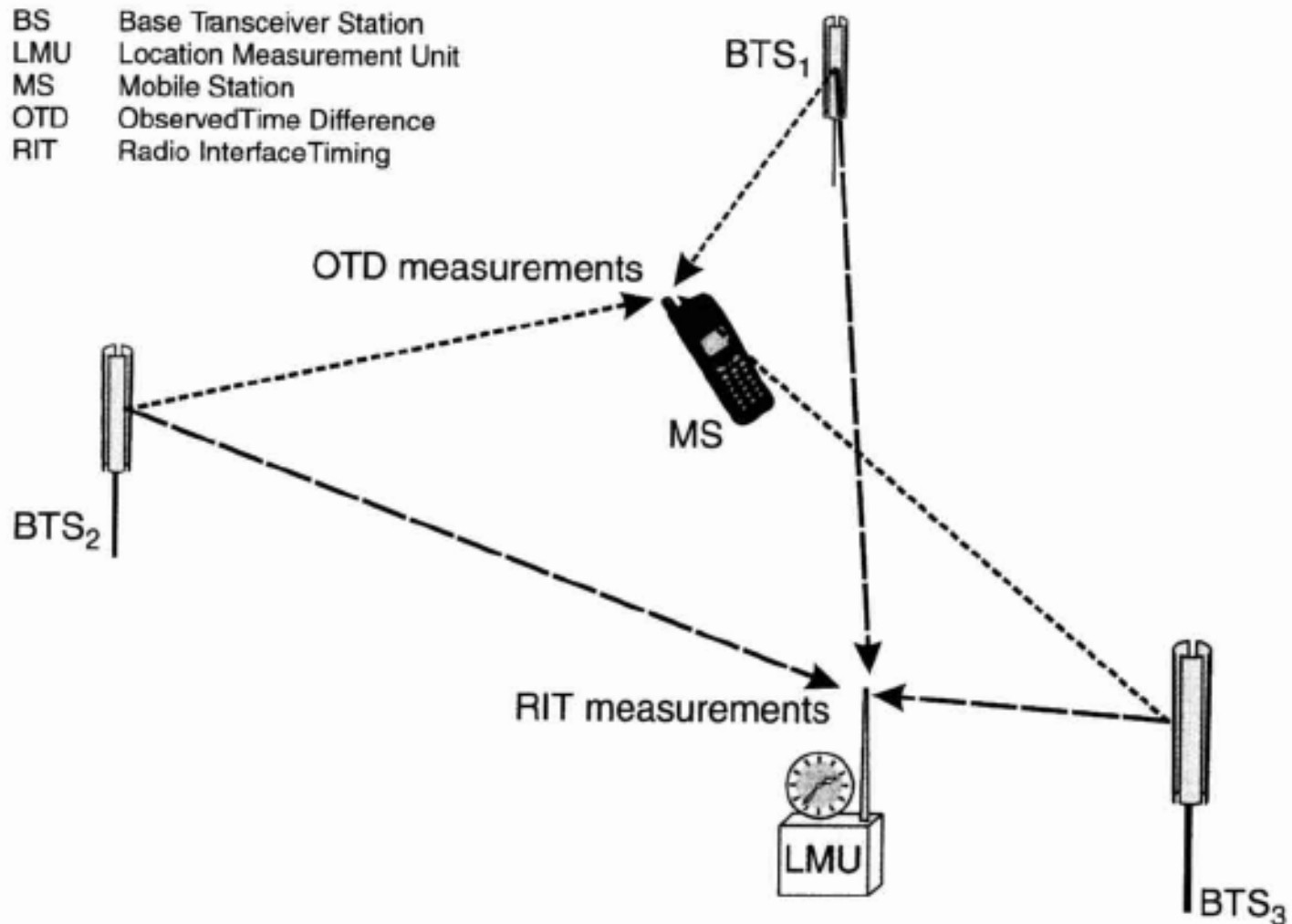
- Két pár bázisállomástól megmérjük a távolságkülönbséget.
- Ha r_1 a távolság a BTS1 bázisállomástól és r_2 a távolság a BTS2 bázisállomástól, akkor a keresett pontok azon a hiperbolán lesznek, amelynél a BTS2 és BTS1-től való távolság $r_2 - r_1$. Egy másik pár bázisállomással ugyanezt elvégezve a terminál helyzete meghatározható.



E-OTD mérések

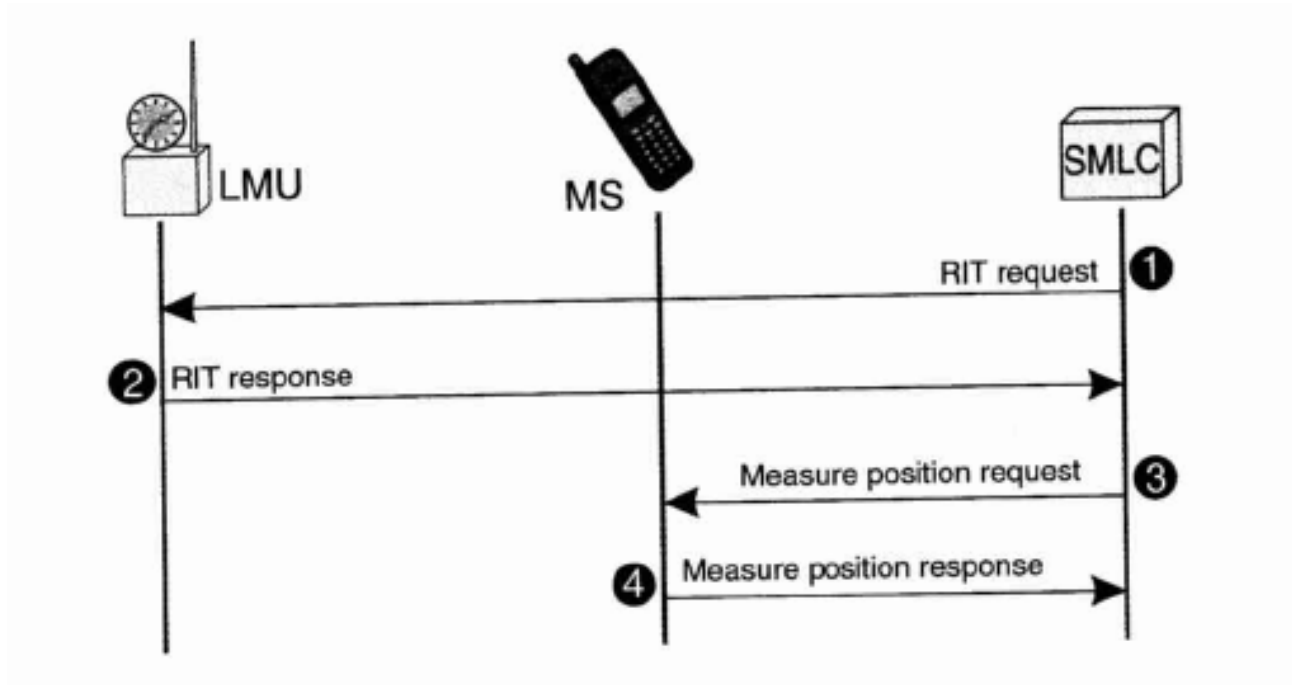
- A távolságokat ill. különbségeiket beérkezési idők mérésével lehet meghatározni.
- Amit keresünk, azok az $r_2 - r_1$ értékek, pontosabban a nekik megfelelő idők.
 - GTD (Geometric Time Difference) = $(r_2 - r_1) / c$ (c a fénysebesség)
- Sajnos a bázisállomások nincsenek szinkronizálva, így amit mérünk, az magában foglalja a jelkibocsátások közötti időkülönbséget is.
 - OTD (Observed Time Difference) = GTD + RTD
 - RTD (Real Time Difference)
 - Jelkibocsátások közötti időkülönbség.
 - RIT (Radio Interface Timing)
 - Az LMU által mért időmérések a bázisállomások által kibocsátott jelről.
 - Az RTD meghatározására valók.
 - A RIT mérések magukban foglalják a bázisállomások és az LMU közötti jel-futásidő (távolság, többutas terjedés) okozta hatásokat is, így azt is korrigálni kell.

E-OTD mérések (2)



RIT mérések

- A RIT mérések célja a bázisállomások közötti időkésleltetés (RTD) meghatározása
- Az LMU végzi az SMLC kérésére
- Párhuzamosan folyik az OTD mérésekkel, melyben a terminál vesz részt.

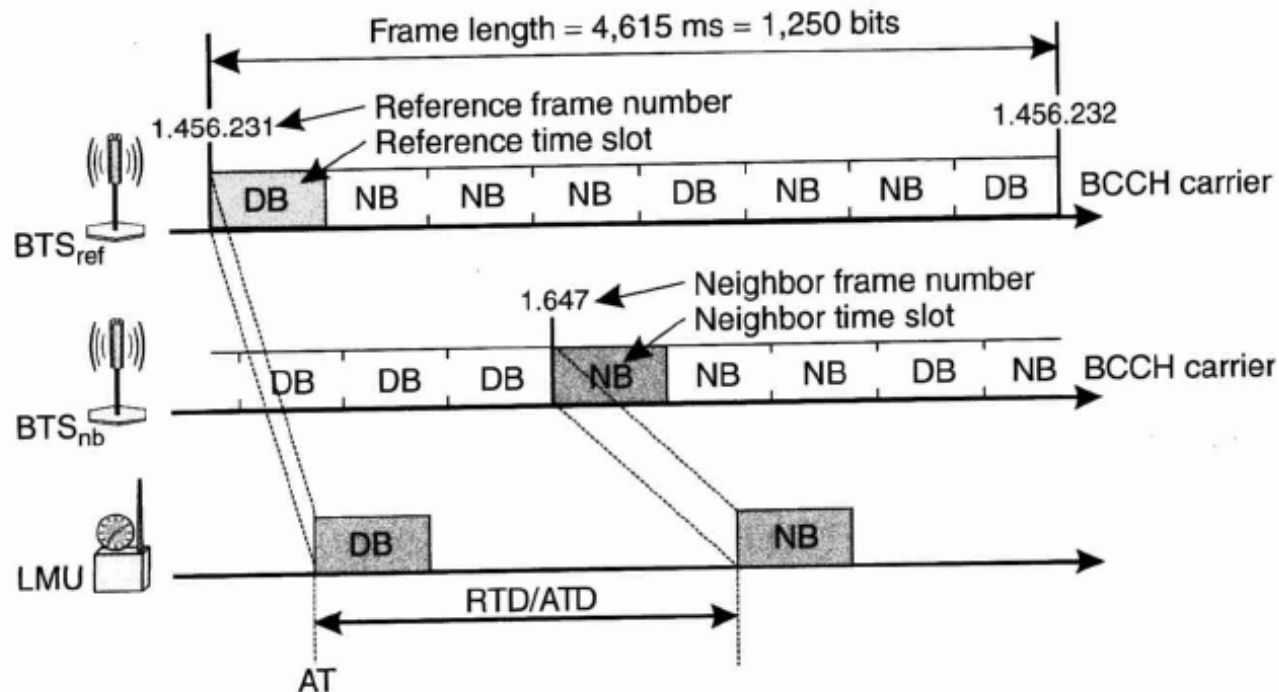


RIT mérések (2)

- A RIT mérések egy referenciabázisállomáshoz (Reference Cell, RC) és kettő vagy több szomszéd cellához (Neighbour Cell, NC) képest történnek.
- Az RTD méréseket párokban végzik (RC, NC_m, RTD érték a referenciacella és az m. szomszéd cella között)
- Az LMU a BCCH (Broadcast Control Channel) csatornát figyeli, amely mindig a cella első csatornája és folyamatosan ad. Ez az egyetlen csatorna, aminél a folyamatos adás garantált. Ha a bázisállomás nem tud mit adni, akkor kitöltő (dummy) adatsorozatot sugároz (NB: normal burst (adatot tartalmazó keret), DB: dummy burst (kitöltő adatot tartalmazó keret)).
- A BCCH elsődleges célja alapvető információk közlése a celláról, mint pl. a szomszédos cellák azonosítói és BCCH frekvenciái.
- Az LMU kiválaszt egy időszületet a TDMA keretből (egy TDMA keret: 8 időszület) és annak a beérkezési idejét figyeli.
- RTD = a szomszéd cella kiválasztott keretének beérkezési ideje – a referencia cella kiválasztott keretének beérkezési ideje.
- Az LMU 5 nanoszekundum pontossággal tudja mérni.

RIT mérések (3)

- Ábra: két szomszédos cella egy-egy időkerete és beérkezési idejük.
- BTS_{ref} kerete: keretszám a hiperkeretben: 1,456231. Az első szeletet figyeljük (éppen dummy) BTS_{nb} kerete: keretszám a hiperkeretben: 1,647. Itt is az első szeletet figyeljük.
- AT (Absolute Time) a referenciacella szeletének beérkezési ideje, ATD/RTD a két cella szelete közötti időkülönbség.



Drift

- Az RTD értékek érvényüket veszítik idővel, mivel a GSM szabvány nem követel meg nagyon pontos oszcillátorokat a bázisállomásokban.
- Az LMU-k ezért mérik a bázisállomások időcsúszását (drift).
- Az RTD értékeket következőképpen rendelik időhöz:
 - Az LMU tárolja a mért értékhez tartozó keret számát
 - Az LMU abszolút időt tárol. Ez csak akkor lehetséges, ha az LMU egy pontos (például GPS-alapú) órával rendelkezik. Ha az RTD mérések abszolút idő (AT, Absolute Time) alapúak, akkor ATD-nek (Absolute Time Difference) nevezzük.
- Az LMU-k periódusonként mérik az RTD/ATD változásokat. A periódus tipikus ideje 10 vagy 60 másodperc (v.ö.: egy TDMA keret kb. 4.6 msec)
- Minket a cella órájának megváltozása érdekel a referenciaórához (pl. GPS) képest.
- Tudjuk, hogy a cella órája csúszik a valósághoz képest és ezt megbecsüljük. (feltételezzük, hogy két mérési periódus között ugyanannyit fog csúszni).
- Ha a becslés nem jó, azt megmérjük.

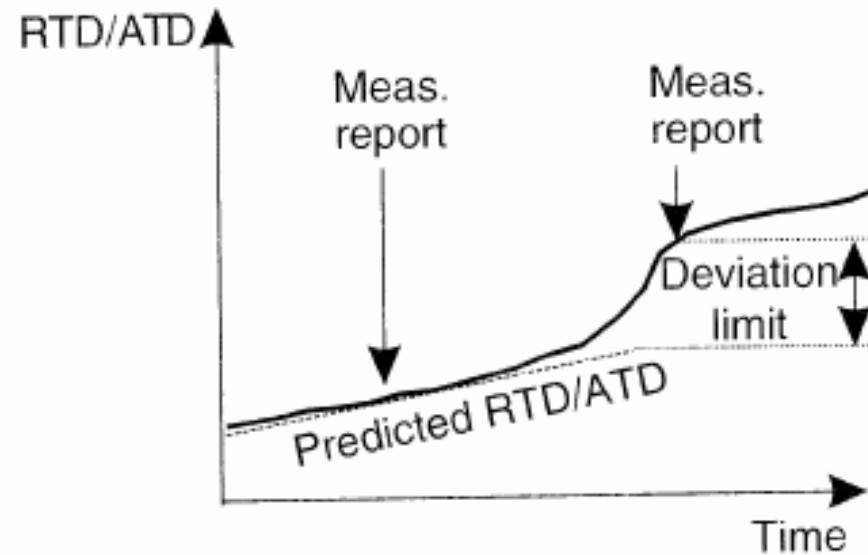
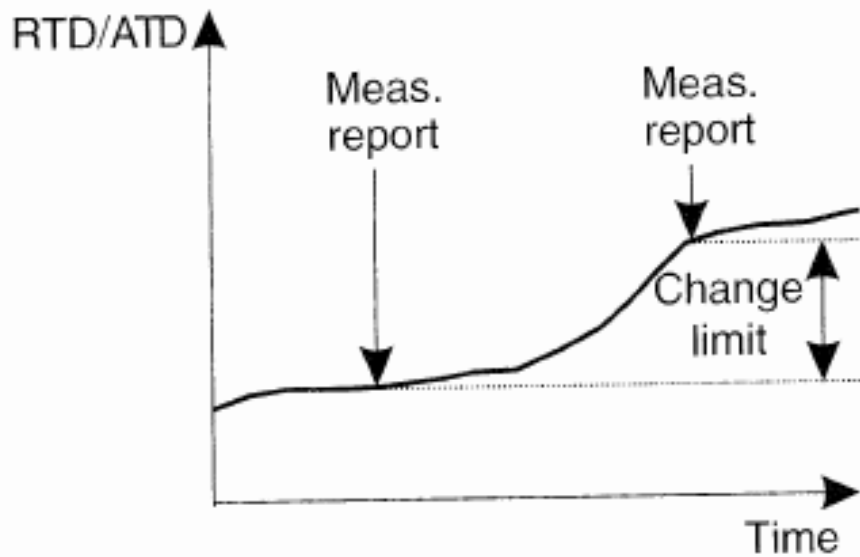
Drift (2)

- A drift az n . ciklusban mért keret-beérkezési idő és az eddigi becslés alapján várt beérkezési idő különbsége.
- A különbségnek az abszolút idő és a cella ideje között állandónak kellene lennie, de a drift módosítja.
- Két stratégia a drift kezelésére
 - Az LMU jelenti az SMLC felé, ha az ATD/RTD változása meghalad egy szintet (Change limit)
 - Az LMU jelenti a driftet (Az ATD/RTD változás első deriváltját) és csak akkor jelent, ha a drift segítségével becsült ATD/RTD-hez képest a valódi változás meghalad egy szintet (Deviation limit)

$$C_{n, n-1} = AT_n - AT_{n, estimated}$$

$$C_n = C_{n, n-1} + C_{n-1}$$

Change limit és deviation limit



SMLC-LMU kommunikáció, kérés

- SMLC->LMU kérés
 - Mérés típusa (ATD/RTD)
 - A válasz periodusa (Az LMU ezzel a frekvenciával küldi a méréseket az SMLC felé)
 - Change limit. Az LMU-nak jelentenie kell, ha a kérésben meghatározott Change Limit-et meghaladta az időeltérés.
 - Deviation Limit. Az LMU-nak jelentenie kell, ha a kérésben meghatározott Change Limit-et meghaladta az időeltérés.
 - Environment characterization. A mérési helyszínen található többutas terjedéssel kapcsolatban visz információkat.
 - A mérendő referencia és szomszéd cellák.

SMLC-LMU kommunikáció, válasz

- LMU->SMLC válasz
 - Referencia bázisállomás azonosítója
 - Referencia TDMA keret száma
 - Referencia időszel
 - Válasz típus. AT/ATD méréseket jelent-e az LMU.
 - Referencia AT. A referencia időszel beérkezési ideje.
 - Az AT változása.
 - A referencia cella vételi erőssége
 - A szomszéd cella azonosítója
 - A szomszéd cella TDMA keret száma
 - A szomszéd cella időszel
 - ATD/RTD érték
 - ATD/RTD elsőfokú derivált az utolsó mérés óta

OTD mérés

- Az SMLC vezényli a mérési folyamatot
 - Először begyűjti a RIT adatokat az LMU-któl
 - Aztán kiegészítő adatokat gyárt a terminál részére
 - Végül a kiegészítő adatokat elküldve utasítja a terminált az OTD mérésre
- A küldés mechanizmusa
 - Pont-pont. Csak a célterminálnak küldik az adatokat a mérési utasítással együtt
 - Broadcast. A kiegészítő adatokat a broadcast csatornán küldik szét, így az a cellában tartózkodó összes terminálnak rendelkezésre áll. A terminál maga dönti el, mikor használja ezeket fel.
- A terminál szerepe kétféle lehet
 - Terminál, mint támogató (terminal-assisted mode). Ekkor a terminál megkapja a támogató adatokat, elvégzi az OTD mérést, a nyers adatokat visszaküldi az SMLC-nek és az számítja ki a koordinátákat.
 - Terminál-alapú mérés (terminal-based mode). Ekkor a terminál megkapja a támogató adatokat és maga végzi el a pozíció kiszámítását. A kiszámított pozíciót visszaküldheti az SMLC-nek vagy kizárólag önmaga használja fel.

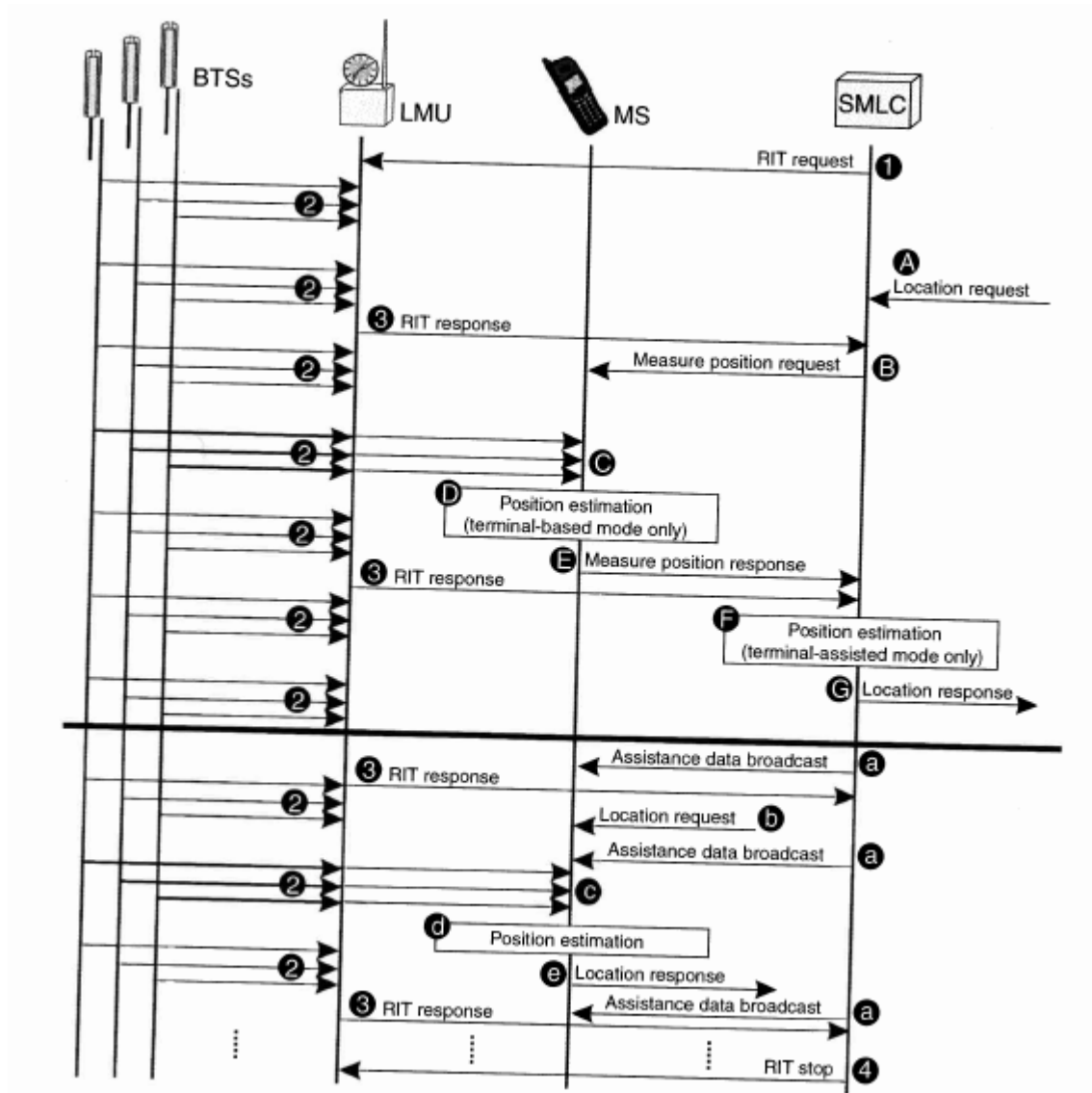
OTD mérés, kérés

- SMLC->terminál kérés
 - Mérés típusa: terminal-assisted vagy terminál-alapú
 - Válaszidő és pontosság: a terminál több mérést végez, minél tovább mérhet, annál jobb a pontosság
 - Environment characterization. A mérési helyszínen található többutas terjedéssel kapcsolatban visz információkat
 - Referencia bázisállomás azonosítója és pozíciója
 - Szomszéd bázisállomások azonosítója és pozíciója. A pozíció relatív a referencia bázisállomáshoz képest.
 - A referencia és a szomszéd cellák keretszáma közötti különbség
 - RTD az LMU-tól (durva és finom érték)
 - OTD becslés pl. a timing advance alapján (gyorsítja a mérést)

OTD mérés, válasz

- terminál->SMLC válasz
 - Referencia cella LA és cella-azonosító
 - A referencia cella utoljára mért keretének száma és időszel-et-száma
 - Az elvégzett mérések száma (a pontosság növelése végett több mérést is végez a terminál)
 - A mérésben részt vevő szomszéd cellák száma
 - A szomszéd cellák LA és cella-azonosítói
 - A referencia és a szomszéd cellák keretszámai közötti különbség (egy szám minden szomszédra)
 - A mért időszel-etek száma (egy minden szomszédhoz)
 - OTD minden szomszédhoz számolva
 - Becsült pozíció (csak terminál-alapú mérésnél)

E-OTD folyamat



E-OTD folyamat (2)

- SMLC-LMU kommunikáció
 - (1) SMLC RIT Request üzenettel elindítja a mérést az LMU-n
 - (2) Az LMU elkezd a mérést
 - (3) Időnként eredményeket küld az SMLC-nek
 - (4) Ha az SMLC újra akarja konfigurálni az LMU-t, RIT Stop üzenettel leállítja
- SMLC-terminál, pont-pont
 - SMLC Location Request üzenetet kap (egy magasabb szintű egységtől, ld. később), amely tartalmazza a terminál azonosítóját (TMSI) és hozzávetőleges helyzetét (cell ID). Ezekből határozzák meg a referencia és szomszéd bázisállomásokat
 - Az SMLC összeszedi a kisegítő adatokat (pl. RTD) és Measure Position Request üzenetet küld a terminálnak
 - A terminál elvégzi az OTD mérést
 - Visszaküldi a mért eredményt az SMLC-nek (Measure position response)
 - Az SMLC jelenti ezt a Location Response üzenetben

OTD folyamat (3)

- Broadcast
 - Az SMLC gyűjti a kiegészítő adatokat (pl. RTD)
 - Ezeket a broadcast csatornán sugározza folyamatosan (pl. Cell Broadcast Center segítségével)
 - A terminál közvetlenül kapja meg a mérésre az utasítást, pl. egy terminál alkalmazáson keresztül.
 - A broadcast csatornán érkező adatok segítségével elvégzi a mérést és az eredményt alkalmazás-specifikus módon juttatja vissza.
 - Csak terminál-alapú üzemmódban működik