

Helymeghatározás mobiltelefonnal és mobil hálózattal

TAKÁCS GYÖRGY

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai Kar
takacs.gyorgy@itk.ppke.hu

Kulcsszavak: helymeghatározási szolgáltatások, helyzetalapú szolgáltatások, mobil helymeghatározás

A helymeghatározáson alapuló szolgáltatások egyre terjednek. A mobil hálózatok is versenyképes megoldásokat kínálnak a mobil készülék helyének meghatározására. Ez a cikk összefoglalja és értékeli a mobil hálózatokban alkalmazható helymeghatározó módszereket, ismerteti a szabványosítás eredményeit, áttekinti a bevezetett helymeghatározási megoldások és szolgáltatások jellemzőit.

1. Bevezetés

A bekapcsolt mobiltelefon a hálózattal együttműködik, tehát a hálózat tudja, hogy hol van a készülék. Másként meg sem találná a mobiltelefont egy hívás. A mobiltelefonban is rendelkezésre áll a helyzetével kapcsolatban sok-sok információ. A helyzet ismeretét számos szolgálatásra fel lehetne használni. Mit nem adna például egy aggódó szülő, ha tudná, hol van a gyermeke! Egy segélyhívásnál a vezetékes telefonhoz hozzá lehet rendelni egy pontos földrajzi helyet (ez könnyen lehetséges akár egy telefonkönyv alapján), de a mobilhívásnál is létezik műszaki megoldás. Jogi viták folynak még arról, hogy kinek és milyen feltételekkel adhatja ki a mobilhálózat üzemeltetője a mobiltelefon helyzetadatait, azt, amely nélkül nem is tudná ellátni alapfeladatát. A mobiltelefon használónak alapvető személyes adata, hogy hol tartózkodik éppen, ezért normál esetben ehhez senki másnak semmi köze. A helymeghatározás tehát eredendően egy érdekes műszaki kérdés, amelynek azonban komoly szabályozási, szabványosítási, jogi vonatatai vannak.

Ebben a cikkben a műszaki megoldásokat foglaljuk össze, a további vonatkozásokra csak utalunk. Elsőként a helymeghatározás különböző lehetőségeit foglaljuk össze, majd a 3. szakaszban a mobiltelefonos helymeghatározás módszereit ismertetjük. Ezt követően a mobiltelefonos helymeghatározás hibáival, pontosságával foglalkozunk, az 5. szakaszban a szabványos rendszereket ismertetjük, végezetül pedig az alkalmazásokra adunk példákat.

2. A helymeghatározásról

A helymeghatározás témája különböző műszaki területeken bukkan elő. A szavakat és rövidítéseket is másként használják az egyes területek. Régóta érdekelt a helymeghatározásban a térinformatika, a térképészet, a haditechnika, a hajózás, a repülés és a közúti közlekedés is.

Vannak a helymeghatározó rendszerekben *fix pontok* (például az Északi Sarkcsillag, tájékozódásra alkalmas építmények, fák, háromszögelési pontok, tengerparti világítótoronyok, helymeghatározó műholdak, helymeghatározási céllal telepített rádióadók) és vannak *vándorló objektumok* (földmérő szakemberek, kirándulók, elleneséges harci járművek, polgári repülőgépek, hajók, szárazföldi járművek). A vándorló objektumok nincsenek feltétlenül mozgásban, a helymeghatározás pillanatában vagy maguk kíváncsiak pillanatnyi helyzetükre, vagy iránítóik szeretnék ezt tudni és felhasználni.

A mobiltelefonok (végberendezések) és az egész földre kiterjedő mobilhálózat rendszere egyáltalán nem a korábbi globális helymeghatározó rendszerek szerves fejlődésének egy fejlettebb állomása, nem is erre jött létre, alapvető tulajdonságaiban sem egyezik azokkal. A *fix(??) rész naponta sok ezer bázisállomással gyarapszik* világméretben, sőt át is rendezik azokat rendszeresen a forgalmi igények növekedése, a frekvencia-felhasználás korlátai miatt.

A *vándorló objektumok, mobiltelefonok száma ma kb. kettő milliárd* és felhasználóik átlagosan kevesebb, mint két esztendő alatt lecserélik őket egy szebbre és okosabbra. A mobiltelefonokban van rádióadó és -vevő is, pontos időtalon, a mérési adatok feldolgozására kellő számítástechnikai erőforrás, a megjelenítésre finom felbontású grafikus kijelző. Használóik nem jól képzett cserékészek vagy navigációs tiszték, hanem sokszor kisgyerekek, vagy iskolázatlan felnőttek, akiknek viszont a mobiltelefon sokoldalúan használható mindennapi eszközzé vált.

Ez a kétmilliárd mobiltelefon alkalmas arra, hogy az egyszerű felhasználóknak segítse az életét a helymeghatározó képességek okos felhasználásával.

Egy adott hely megadható hagyományosan a földrajzi hosszúság, szélesség és tengerszint feletti magasság *koordinátáival*. Ezt használják a térképészek, a tengerészek, a pilóták és manapság egyre terjedően a GPS vevővel felszerelt eszközök is (minden társaság a saját vonatkozási rendszeréhez ragaszkodik).

Helyinformáció címadatokkal: például Budapest, VIII. Práter u. 50/a. Alkalmos adatbázisokkal a helykoordináták, térképek és címadatok egyértelműen egymáshoz rendelhetők, a helykoordinátákkal jellemzett pont egy térképrészleten megjelölhető.

Helymeghatározási szolgáltatás (LoCation Service, LCS): megadja a felhasználónak vagy a hálózatüzemeltetőnek a mobiltelefon pillanatnyi helykoordinátáit vagy a tartózkodás címadatait a kívánt formában.

Helyzet alapú szolgáltatás (Location Based Service, LBS): a helyzetinformáció alapján kínál értéknövelt szolgáltatást a mobiltelefon használójának, például hogyan jutok el innen, ahol most vagyok a megadott címre, vagy hol van a legközelebbi büfé, ahol magyar ételt is kapni.

A mobiltelefon-hálózatok alapfogalmainak felhasználásával írjuk le a mobil helymeghatározó rendszereket.

A helyzet alapú szolgáltatások új és változatos színeket hoznak a mobilpiac eddig sem szűkös palettájára. Számos hagyományos piaci szereplő új teret kap ezzel. Új piaci lehetőséget kapnak az adatbázisokkal rendelkezők (térképadatok birtokosai, telefonkönyvek kiadói, kereskedelmi, vendéglátói, idegenforgalmi, meteorológiai, forgalmi adatok birtokosai). A helyinformációval megtoldva lényegesen használhatóbbá és értékesebbé válnak a kereső rendszerek (Google, Yahoo stb.) Többletértéket adnak, ezért több bevételhez juthatnak a mobilszolgáltatók. Új, értékesebb mobiltelefonokat adhatnak el a gyártók (Sony-Ericsson, Nokia). Kultúraltabban adhatják el termékeiket a kereskedők, vendéglátók. Végül, de nem utolsó sorban sokat nyerhet a kétmilliárd felhasználó is: kevesebbet kell utazniuk, míg meglik azt, amit keresnek, esélyt kapnak, hogy elkerüljék a dugókat, könnyebben megtalálhatják elvesztett gyermeküket és a mentők is pont abba a Kossuth Lajos utcába vonulnak ki, ahol a baleset tényleg bekövetkezett, pedig majdnem minden településen és kerületben akad ilyen nevű utca a Kárpát-medencében.

A helyzet alapú szolgáltatások újfajta szabványosítási igényt is jelentenek, hiszen számos, korábban függetlenül működő rendszer összehangolása vált szükségessé, méghozzá nemzetközi méretekben. Három szervezet is foglalkozik ezzel a területtel: a 3GPP (3RD Generation Partnership Project), az OMA (Open Mobile Alliance) és az IETF (Internet Engineering Task Force). A szabványszervezetek ma is folyamatosan dolgoznak azon, hogy egységes vagy legalább együttműködni képes megoldások terjedjenek el [4-8].

3. A mobiltelefonos helymeghatározás alapelvei

A mobil helymeghatározó rendszerek lehetnek végberendezés alapúak, hálózat alapúak és alapulhatnak a végberendezés és hálózat együttműködésén is.

A rádiós rendszereken alapuló helymeghatározásban alapkérdés, hogy fix elemek rádiójelét veszi a vándorló objektum és a fix résztől vett jeleket visszaküldi, vagy a vándorló objektum által kisugárzott jeleit veszi a fix rész

több alkalmas eleme. Előfordulhat még ezek kombinációja, de még az is, hogy ezekből kiindulva a helymeghatározás egészen más utakra tér.

3.1. Leszármaztatott autonóm helymeghatározás (DR – Dead Reckoning)

Tegyük fel, hogy a vándorló objektum (mobiltelefon) egy ismert helyről indul, amelyet például egy GPS módszerrel határozott meg. Az ismert kiinduló ponttól kezdve folyamatosan méri a mobiltelefon a pillanatnyi gyorsulásának nagyságát és irányát. A mozgás pillanatnyi gyorsulásából az eltelt idő alapján kiintegrálható az aktuális helyzet. Hasonlóan tovább az újabb és újabb helyzetek is meghatározhatók az idő múlásával. Ezt a módszert használták régen a hajósok sebességmérővel, iránytűvel és kronométerrel felszerelve a tengeri navigáció során. Az útvonalgörbét a mérési pontok között egyenes szakaszokkal közelítették. A mérési hibák halmozódnak ismétlődő továbbszámolásoknál.

A módszer óriási előnye, hogy a mobiltelefon akkor is tovább mérni és számolni képes helyzetét, ha elveszett a kapcsolata a GPS vagy mobil hálózattal (például egy vasbeton épület belsejében). Az újabb okostelefonok eleve rendelkeznek gyorsulásmérővel is, amely a mozgás nagyságát és irányát is érzékeli, pontos óra is van bennük, tehát ilyen elvű helymeghatározásra elvileg képesek.

3.2. Helymeghatározás bázisállomás-azonosítóik alapján (Cell-ID, Signal Signature)

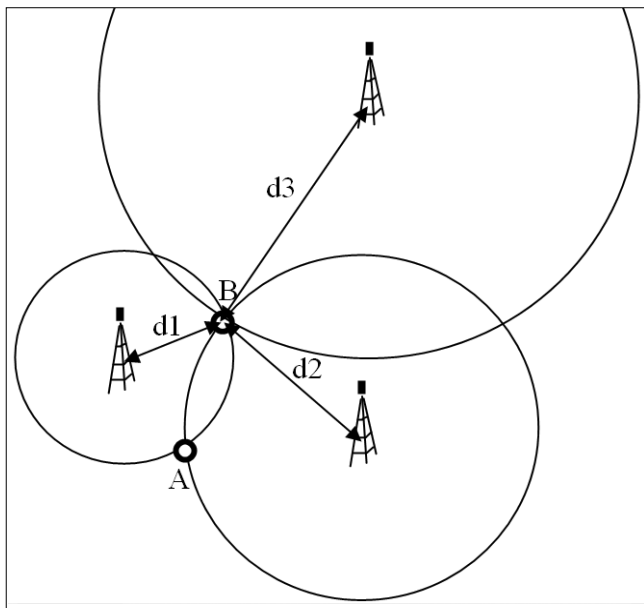
A bázisállomások azonosítóját (Cell-ID) az adó kisugározza, a mobiltelefon veszi és felhasználja működése során. A cellaazonosítóhoz a hálózatüzemeltető (figyelembe véve még az országkódot, a hálózat kódját és a terület LA kódját) hozzá tud rendelni egy olyan földrajzi koordinátát, amely az ellátott terület közepét jellemzi, ami persze nem szükségszerűen azonos a bázisállomás helyével. Ennél módszernél a helyváltoztatás során vett cellaazonosítók követésével tovább finomítható a helymeghatározás. Az adatsor alapján a mozgásirányt, mozgási sebességet is bele tudja kalkulálni a helymeghatározásba a rendszer és ezzel a cellaméretnél pontosabb becslés adható a pillanatnyi helyzetre. Nagyvárosokban és nagy forgalmú épületekben a cellaméret csak párszáz méter és a forgalomsűrűség növekedésével ez a méret szükségszerűen zsugorodik.

3.3. Helymeghatározás ívmetszéssel (Trilateration)

Ha meg tudjuk határozni két különböző bázisállomástól a tényleges távolságunkat, akkor helyzetünk két körív mentén adódik, amelyek rendszerint két pontban metszik egymást. Egy harmadik bázisállomástól távolságunkat meghatározva közülük már kiválasztható a valódi helyzetünket leíró pont (1. ábra).

3.3.1. Távolságmérés a vett jel szintje alapján

A távolságmérés alapulhat a jelerősség mérésén, mivel a vevő által vett rádiófrekvenciás jel szintje függ az adó és a vevő távolságától, az adó teljesítményétől, az adóantenna nyereségétől, iránykarakterisztikájától,



1. ábra
Helymeghatározás távolságmérés alapján ívmetszéssel

a vevőantenna nyereségétől és a terjedést befolyásoló tényezőktől. Városi környezetben az Okumura-Hata modellt használják a terjedési veszteség számítására. A képletben szereplő konstansok 200 MHz és 1500 MHz közötti tartományra érvényesek.

$$PL = 69,55 + 26,16 * \lg(f) - 13,82 * (h_t - h_r) - c(h_r) + (44,9 - 6,55 * \lg(h_t - h_r)) * \lg(d)$$

ahol:

- PL – terjedési veszteség dB-ben,
- f – frekvencia,
- d – adó és vevő közötti távolság,
- h_t – adóantenna magassága méterben,
- h_r – vevőantenna magassága méterben,
- c(h_r) – korrekciós tényező, melynek értéke nagyvárosban:

$$c(h_r) = 3,2 * (\lg(11,75 * h_r))^2 - 4,97,$$

városban:

$$c(h_r) = (1,1 * \lg(f) - 0,7) * h_r - (1,56 * \lg(f) - 1,8),$$

elővárosban:

$$c(h_r) = 2 * \left(\lg\left(\frac{f}{28}\right) \right)^2 + 5,4,$$

nyílt területen:

$$c(h_r) = 3,2 * (\lg(f))^2 - 18,33 * \lg(f) + 40,94.$$

Mivel az aktuális adóteljesítmény aktuális értékét a bázisállomás megfelelően kódolva kisugározza, az adóantenna helye és magassága a hálózatüzemeltető számára ismert, a vevőantenna magassága 1-1,5 m, a vételi szintet a mobil készülék megméri és a beépítettség-től függő korrekciós tényező is meghatározható (akár egy durvább helymeghatározás, például Cell-ID alapján). A fenti összefüggésben minden változó értéke ismert a távolság kivételével, így a mobiltelefon helyzete ívmetszéssel meghatározható a hálózat és a végberendezés együttműködésével.

3.3.2. Távolságmérés a vett jel késleltetése alapján (Time of Arrival, TOA).

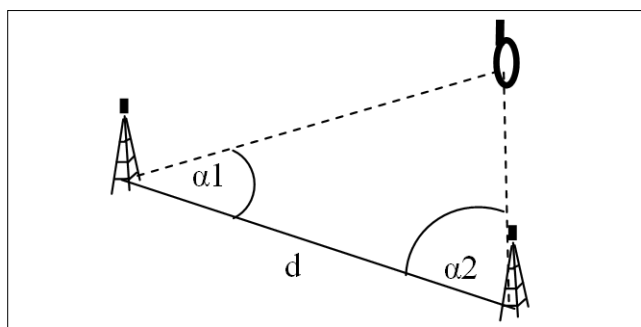
Szinkronizált adó és vevő esetén a vett jel késleltetése az adó és vevő távolságától függ (a terjedési sebesség ismert). A GPS rendszerben a szinkronizált adók a műholdakon vannak. A vevő órája eleve nem szinkronizált, ezért az ebből fakadó hibát egy ismert mérés-technikai fogással, a négy műhold alapján számolt egyenletekkel küszöbölik ki. A mobil rendszerekben semmilyen elvi akadály nincs annak, hogy egy bázisállomás utasítására a mobilkészülék felküldjön egy jelcsomagot, amelyet a bázisállomás vesz és a beérkezési idő alapján a távolság számolható. Több bázisállomástól mért távolságból a mobiltelefon helyzete ívmetszéssel meghatározható.

A harmadik generációs (3G) mobil rendszerekben alkalmazott terjedési idő mérésén és ívmetszésen alapuló helymeghatározó megoldások elterjedt nevei: AFLT – Advanced Forward Link Trilateration, valamint EFLT – Enhanced Forward Link Trilateration.

Abban a tekintetben, hogy a felmenő vagy a lemenő irányú terjedési ideje alkalmasabb a helymeghatározásra, számos műszaki, jogi és biztonságtechnikai megfontolás ad döntési alapot.

3.4. Helymeghatározás a háromszögelés elvével (Triangulation, AOA – Angle Of Arrival)

Ez a rádióállomások (például kalózkodók) bemérésének hagyományos módszere. Különböző helyeken (esetünkben különböző bázisállomásokon) megméri, hogy a keresett adó (esetünkben a mobilkészülék) jele milyen irányból érkezik. Elvileg két méréssel a helyzet meghatározható (2. ábra), a háromszög egy oldalának és két szögének ismerete alapján. Több méréssel a meghatározás hibája csökkenthető. Több, egymás melletti vevőantennát antennavektorként használva, az iránymérés az időkülönbségek alapján kifinomultan megoldható.

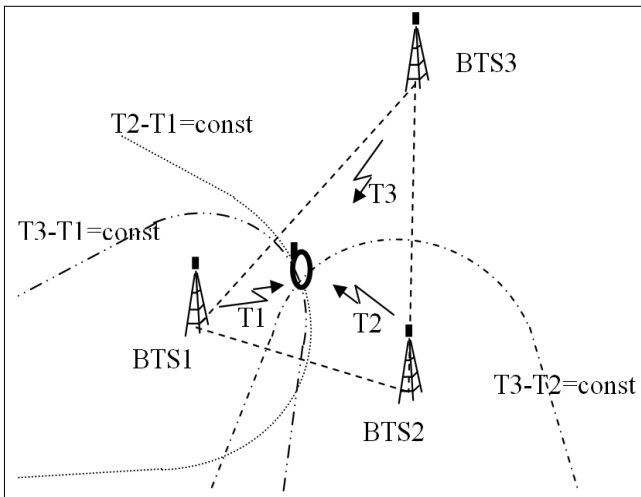


2. ábra
Helymeghatározás elve a vett rádiójel irányja alapján háromszögeléssel

3.5. Helymeghatározás elve az észlelt időkülönbség mérése alapján (OTD – Observed Time Difference)

Tegyük fel, hogy a bázisállomások órái szinkronizáltak működnek. A mobilkészülékhez egy egyszerre elküldött jelsorozat a távolságtól függő időkésséssel érkezik (a 3. ábrán T1, T2, T3). A mobiltelefon saját pontos,

de nem szinkronizált órája alapján ugyanazt a jelsorozatot generálva korrelációs módszerrel azt tudja kellő pontossággal mérni, hogy különböző bázisállomásokról egyszerre küldött kódsorozatot milyen időeltéréssel veszi (T_3-T_1 , T_3-T_2 , T_2-T_1). A bázisállomások helye a hálózatüzemeltető számára ismert. Azok a pontok, amelyeknek távolságkülönbsége egy bázisállomás-pártól állandó, egy hiperbola mentén helyezkednek el. A mobilkészülék helye tehát a hiperbolák metszéspontjában van (3. ábra).



3. ábra
Helymeghatározás elve a bázisállomásokról egyszerre küldött jelsorozat észlelt vételi időkülönbsége alapján

Az időkülönbségek meghatározhatók fordított irányú terjedés alapján is. A mobiltelefonból kisugárzott rádiójelet a különböző bázisállomások különböző időpontban veszik. A rendszer meg tudja határozni az időkülönbségeket és ebből a mobiltelefon helyzetét. Ez a megoldás a TOA módszer rokona, ezért elterjedt neve TDOA.

3.6. Helymeghatározás műholdas rendszerekkel

A műholdas helymeghatározó rendszerek között igen elterjedt a GPS és kibontakozóban van a Galileo. Ezek egyrészt elég ismertek, másrészt sokféle szintű és részletességű forrás áll rendelkezésre az érdeklődők számára [1,2]. Azért érdekes itt, mert számos újabb mobiltelefon eleve tartalmazza a GPS vevőt. A mobiltelefon ebben az esetben, mint egy hordozható számítástechnikai erőforrás kapcsolódhat a GPS vevőhöz, de a teljes hálózat képességei is bevonhatóak a GPS-alapú helymeghatározásba.

3.7. Mobil rendszerekkel segített GPS (A-GPS, Assisted GPS)

A mobilhálózattal segített GPS arra szolgál, hogy az eredeti rendszer több hiányosságát segítse kiküszöbölni. A hagyományos GPS rendszer egyik problémája ott jelentkezik, ahol a vételi viszonyok kedvezőtlenek (például nagyvárosok magas épületekkel

beépített szűk utcáiban vagy fák alatt, ahol gyengén és sok visszaverődéssel zavartan érkezik a jel). További probléma, hogy bekapcsolás után percekig eltarthat, míg a vevő összekapcsolódik a rendszerrel, különösen kedvezőtlen vételi viszonyok esetén.

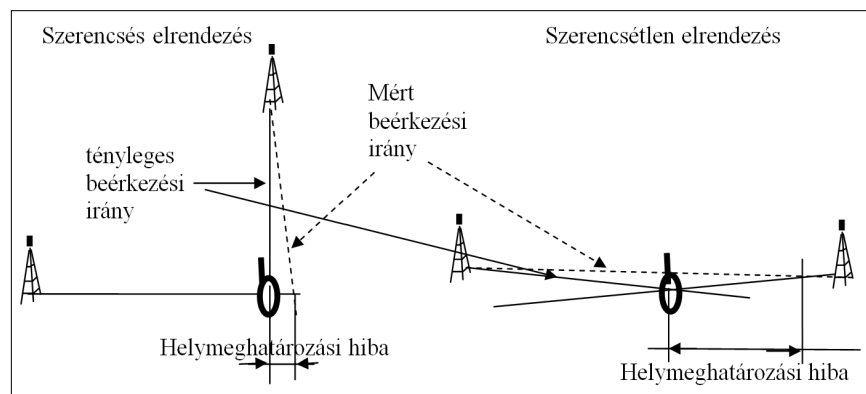
Az A-GPS rendszerben a mobilhálózat Assistance Server (AS) egysége többféle módon segíti a helymeghatározást.

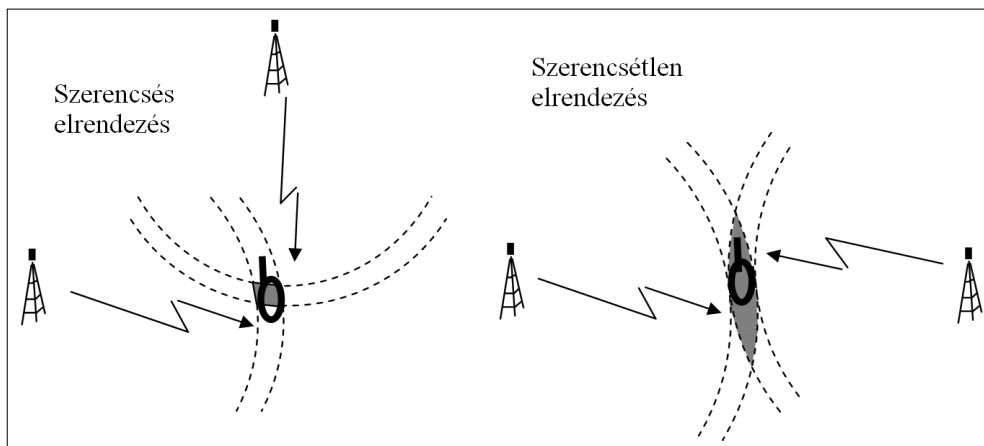
- A szerver jó közelítéssel tudja a telefon helyzetét a Cell-ID alapján.
- Az AS-nek vannak jó vételi helyen elhelyezett vevői, az ott vett adatokból pontosan tudja a GPS holdak aktuális pozícióját, ezt le tudja küldeni a mobiltelefonnak, amely ezek ismeretében könnyebben, gyorsan felkapcsolódhat.
- A pontosan bemért helyzetű mérővevői által vett jelek alapján hibakorrekcióhoz is tud adatokat szolgáltatni.
- A szerverben hatalmas számítási erőforrások állnak rendelkezésre, így pontosabban és gyorsabban elvégzi a helymeghatározáshoz és hibakorrekcióhoz szükséges számításokat, mint a mobiltelefon, s ezzel a telepét is kíméli. A kiszámolt pontos adatokat pedig leküldi a mobiltelefonnak.

4. Hibaforrások a mobiltelefonos helymeghatározásban

Geometriai eredetű hibaforrásokat szemléltet a 4. ábra a háromszögelésen alapuló és az 5. ábra az ívmetszésen alapuló helymeghatározás esetén. Vannak szerencsés és eleve nagy hibát eredményező elrendezések. Ahol ritkábban lakott területen nagyforgalmú egyenes út halad, ott a bázisállomásokat a főutak, autópályák közelében szokták elhelyezni. Célszerű ez az engedélyeztetés, az építés, az üzemeltetés és a forgalomkiszolgálás szempontjából is. A helybéli lakosok is kevésbé tiltakoznak ezek ellen, mint a települések központjában elhelyezett bázisállomások esetén. Ugyanakkor pont ez az elrendezés kedvezőtlen a helymeghatározás szempontjából.

4. ábra
A háromszögelés alapú helymeghatározás hibája különböző geometriai elrendezéseknél azonos szögmérési hiba esetén





5. ábra
Az ívmetszés alapú helymeghatározás hibája különböző geometriai elrendezéseknél, azonos távolságmérési hiba esetén. A szaggatott körívek a hibával meghatározott távolság várható minimális és maximális értékeit jelzik, a módszerrel meghatározott helyzet a szürke területre esik.

Helymeghatározási hibát eredményez az időmérés hibája is, ha a távolságmérés időmérésre vezetődik vissza. A rádióhullámok terjedési sebessége kb. 300.000 km/s. Ezért az 50 méteres helymeghatározási hibához az időmérés hibájának kb. 167 nanoszekundum értékénél kisebbnek kell lennie. A mobiltelefon órahibája ebbe a nagyságrendbe esik, de akár az OTD alapú időkülönbség-méréseknél, akár a TOA vagy TDOA alapú méréseknél csökkenthető az órahiba hatása, ha több adó-vevő párt vonunk be a helymeghatározásba. Ezért annak kiválasztása, hogy a felmenő irányú vagy a lefele irányú terjedés időmérésére alapozzuk a helymeghatározást, nem hibaszámolási, hanem inkább rendszertechnikai kérdés, és az is, hogy a mobiltelefonban, vagy a hálózatban összpontosítjuk-e az adatáramlás és feldolgozás irányítását. Ez utóbbi szempont a jogi és biztonsági kérdések szempontjából fontos.

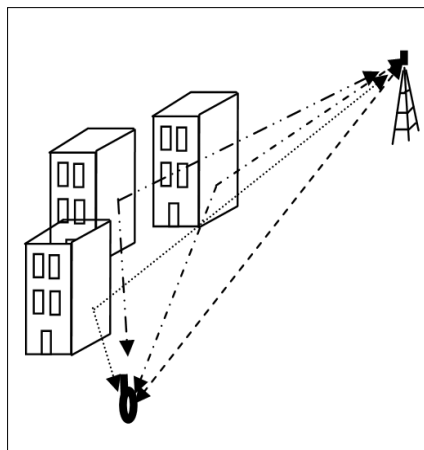
Helymeghatározási hibát eredményeznek a méréshez felhasznált frekvenciát használó távolabbi cellából érkező jelek és az egyéb zajok is. Ezekkel mindig számolni kell rádiós rendszerekben. Megvannak persze a korszerű megoldások még távolról érkező gyenge és zavart jelek alapján is pontosabb időmérésre, de ezért hosszabb mérési idővel és nagyobb processzor-igénybevétellel (egyben nagyobb telepfogyasztással) kell fizetnünk.

A rádiós összeköttetések mumusa, a fading, a helymeghatározásban is hibát, zavart okoz. Ez részben csökkenthető a nem kívánatos hullámok elnyomásával.

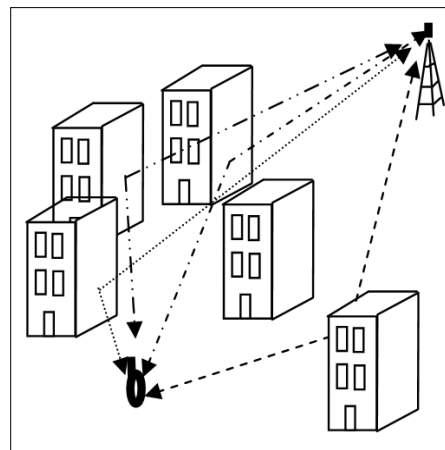
A többutas terjedés jelenti a legmakacsabb hibaforrást az esetek többségében mind a háromszögelésen, mind az ívmetszésen alapuló helymeghatározásnál, hiszen megzavarja a rádiójelnek mind az észlelt érkezési szögét, mind az észlelt terjedési idejét, mind pedig az észlelt jelszintjét a közvetlenül érkező rádióhullámhoz képest, amint azt a 6. ábra példája mutatja. Ebben az esetben elvileg szűrhetők a visszavert hullámok, de az igen összetett eljárás után is marad hiba. Jellemző eset nagyvárosban, hogy egyáltalán nem terjed közvetlen rádióhullám a mobiltelefon és a bázisállomás között, ennek példája látható a 7. ábrán. Ebben az esetben eleve és kiküszöbölhetetlenül hibával terhelt a hullámterjedésre alapozott helymeghatározás. A többutas terjedésből fakadó hibák ugyanúgy fellépnek a mobiltelefontól küldött és a bázisállomásra küldött hullámok esetén is.

A bemutatott alapelvek sokféle szempont szerint rendszerezhetőek. Az 1. táblázat annak figyelembe vételével rendszerez, hogy a mobiltelefon, a hálózat, vagy ezek együttműködése vállal-e lényeges szerepet a helymeghatározásban. A 2. táblázat összeveti az ismertetett módszereket aszerint, hogy milyen jellemzőt mér, milyen hálózat, milyen mobilkészülék kell a helymeghatározáshoz és mekkora a helymeghatározás szokásos hibája. Végül a 3. táblázat példákat sorol fel arra, hogy az USA területén az egyes hálózatüzemeltetők melyik hálózatban melyik műszaki megoldáson alapuló helymeghatározó technológiát vezették be [9].

6. ábra
A többutas terjedés megváltoztatja az eredő hullám észlelt érkezési szögét, terjedési idejét és jelszintjét a közvetlen hullámhoz képest



7. ábra
A közvetlen utas terjedést nem tartalmazó rádiós kapcsolat eleve hibával terhelt helymeghatározást eredményez valamennyi ismertetett módszerrel



| | Cell-ID | Cell-ID + TOA | EFLT | AFLT | AOA | TDOA | ODT | GPS | A-GPS |
|---------------------|---------|---------------|------|------|-----|------|-----|-----|-------|
| Hálózatalapú | | | | | • | | | | |
| Együttműködés-alapú | | | • | | | • | • | | • |
| Mobiltelefon-alapú | • | • | | • | | | | • | • |

1. táblázat

Az ismertett helymeghatározó megoldások rendszerezése annak alapján, hogy mely rendszerelemek vállalják a lényeges szerepet a helymeghatározásban

5. Szabványos helymeghatározó rendszerek, architektúrák

A 3GPP LCS koncepciójában specifikálja a szükséges hálózatelemeket, azok működését, az interfészeket, az üzeneteket [4-6]. Nem specifikálja viszont a helymeghatározásra alapuló szolgáltatásokat és alkalmazásokat, a segélyhívások azonban ebben kivételt képeznek. A 3GPP a kereskedelmi, a hálózat belső működéséhez szükséges, segélyhívási és a törvényes lehallgatáshoz kapcsolódó helymeghatározási szolgáltatásokat külön kategóriákban kezeli. A szolgáltatást kezdeményezheti a mobil előfizető vagy a hálózat.

A LCS szabványosításban kiemelt szerepet kapott a szigorúan személyes adatnak számító helyzetinfor-

máció kezelése. Alapvetően az előfizető szabja meg, hogy ki jogosult a helyzetinformációja megszerzésére és tudomására kell hozni azt is, ha helyzetét meghatározták.

A jogosultság felelőse a mobil szolgáltató, alapesetben a felhasználói alapadatok között nyilvántartott elemek (HLR) alapján végzi a vizsgálatot. Kivételt képeznek a segélyhívások és a törvényes lehallgatás esetei. Ha az előfizető elbarangolt más hálózatba, a helymeghatározási szolgáltatásnak akkor is működnie kell a szabványnak megfelelően.

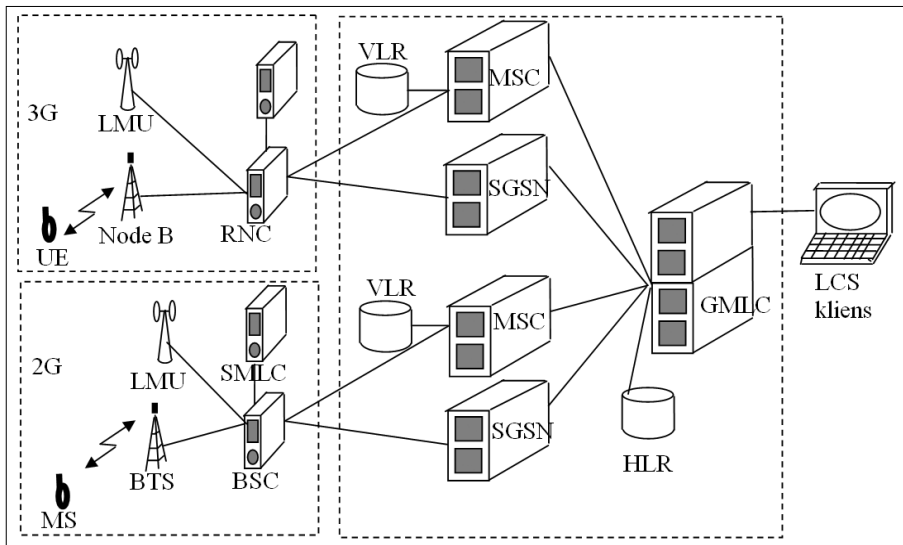
A helymeghatározás adatait frissítheti maga a mobiltelefon és szükség esetén jelentést küld a hálózatnak, kezdeményezheti a hálózat is és az adatokat üzenetváltással tudatja a mobiltelefonnal.

2. táblázat Az ismertett helymeghatározó eljárások rendszerezése

| | Mért jellemző | Hálózat | Mobiltelefon | Pontosság |
|-----------------------|---|---------|--------------|--------------------------------------|
| Cell-ID | A jelzőcsatorna vételével a Cell-ID kód | minden | minden | 100 m – 3 km a cellamérettől függően |
| Cell-ID + TOA | A jelzőcsatorna vételével a Cell-ID kód + időkéleltetés mérése | GSM | minden | 500 m |
| EFLT | Időkésleltetés mérése | 3G | minden | 250 – 300 m |
| AFLT | Időkésleltetés mérése | 3G | speciális | 50 – 200 m |
| AOA | Szögmérés a hálózattal | minden | minden | 50 – 200 m |
| TDOA | Hálózat méri az érkezési időkülönbségeket | minden | minden | 50 m |
| ODT | Mobiltelefon méri az érkezési időkülönbségeket | GSM | speciális | 50 – 200 m |
| GPS vagy A-GPS | Mobilkészülék veszi a műholdak jeleit, illetve esetleg a mobilhálózat segítő és hibacsökkentő többletinformációit | minden | speciális | 5 – 30 m |

3. táblázat
AZ USA területén
bevezetett
helymeghatározó
technológiák

| Hálózatüzemeltető | Hálózat | Technológia |
|----------------------|---------|-------------|
| T-Mobile | GSM | ODT |
| AT&T | GSM/3G | ODT |
| Sprint-Nextel | 3G | A-GPS, AFLT |
| Verzion | 3G | A-GPS, AFLT |
| QWEST | 3G | A-GPS, AFLT |
| Alltel | 3G | A-GPS, AFLT |



8. ábra
A 3GPP szerinti szabványos
LCS architektúra

A helymeghatározásra építhetők az előfizetők számára további hasznos mobil szolgáltatások és alkalmazások:

Hálózatelemek a 3GPP LCS koncepcióban:

- **GMLC (Gateway Mobile Location Center)** továbbítja és tárolja a helymeghatározási igényt és adatokat;
- **SMLC (Serving Mobile Location Center)** vezényli a méréseket, adatokat cserél a szükséges hálózatelemekkel, kiszámolja a koordinátákat, lehet egy különálló egység vagy integrálható a BSC, MSC egységekbe;
- **LMU (Location Measurement Unit)** a helymeghatározási módszertől függően szükséges stabilan telepített referencia mérőegység a hálózattal összekapcsolva.

A hálózatelemek kapcsolatát a 8. ábra mutatja a második és harmadik generációs hálózatok közös esetére.

A szolgáltatások (LBS) szintjén a felhasználói sík működési leírására szép példát ad az OMA MLS (Mobile Location Service) architektúra, amelyet a 9. ábra szemléltet [7,8,10].

6. Alkalmazások

A segélyhívások többsége már mobiltelefonról érkezik mind Amerikában, mint Európában. Az FCC szabályozta a segélyhívások kezelését a segélyszolgálatok jobb működése érdekében. Előírta a helymeghatározást mobil segélyhívásoknál olyan pontossággal, hogy a hívások kétharmad részénél ennek hibája kisebb legyen 125 méternél (E911). Az Európai Unió hasonlóan megfogalmazta követelményeit (E112) [3,11,12].

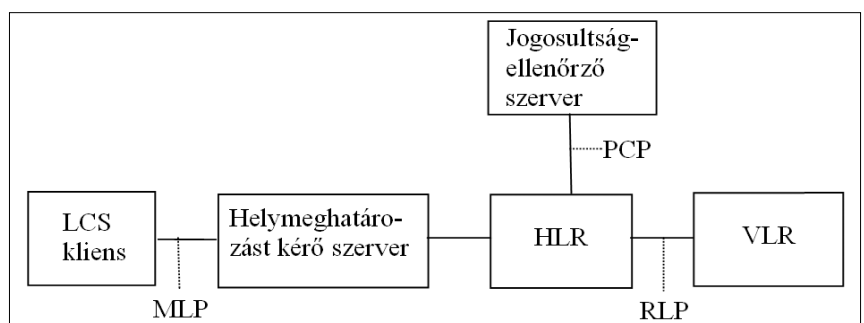
- A nálunk „sárga angyal” néven ismert autós segélyszolgálat is hatékonyabban működhet, ha országúton pontos helyinformációt tud megadni a bajba jutott autós.
- A mobiltelefonos helymeghatározásra alapozva követni lehet a gyerek, az autó, bármilyen vagyontárgy, vagy akár egy egész járműflotta helyzetét.
- A helymeghatározás lehetővé teszi a mobiltelefon alapú navigálást, útvonaltervezést.
- Alapozható rá a pontos használatnak megfelelő útdíj, parkolás díj megállapítása.
- Kiadható segítségével riasztás egy adott területen tartózkodók számára.
- Kiküldhető célzott reklám egy adott területen tartózkodóknak, ha előre engedélyezik a reklám fogadását. Összetalálkozhatunk barátainkkal, ha egymás közelébe kerülünk, bár nem látjuk egymást.

A hálózatüzemeltetőknek is számos érdekes alkalmazás kínálkozik. Bevezethető például mobil hálózatban is a távolságfüggő tarifa. Jobban kezelhető a túlterhelt cellák forgalma. Ha egymás közelében van két előfizető, akkor akár közvetlenül is összekapcsolódhatnak a hálózat felügyeletével és nem kötnek le drága erőforrásokat.

Példák bevezetett szolgáltatásokra, alkalmazásokra:

- A Sprint Navigation ugyanúgy elnavigálja az autósokat a mobiltelefonjukkal, mint egy GPS alapú eszköz. Grafikusan kirajzolja a vezetési útvonalat, vagy akár szó-

9. ábra
A helyzet alapú szolgáltatások folyamatait tartalmazó MLS architektúra. Az MLP (Mobile Location Protocol) szerint lép kapcsolatba az LCS kliens a helymeghatározást kérő szerverrel, az RLP (Roaming Location Protocol) lép működésbe, ha az előfizető elbarangolt más hálózatrészbe, és a PCP (Privacy Check Protocol) ellenőrzi a kérés jogosságát.



beli utasításokkal segít a vezetésben [16]. Ha elront valamit a vezető, újratervezi a javasolt útvonalat. Meghatározott mobiltelefon típusokkal működik.

- A Verizon Wireless olyan szolgáltatást is kínál, melynél a szülő akár a mobiltelefonjával, akár egy webes szolgáltatással akár mikor akárhonnan követheti, hogy gyermeke az engedélyezett területen belül tartózkodik-e, vagy riasztást tud adni, ha onnan távozik [17]. A szolgáltatás meghatározott területen működik és a szoftverre adott készüléktípusokra tölthető le.

- A DoCoMo új szolgáltatásokat vezetett be helyzetinformációkra alapozva i-area néven. A szolgáltatások rendelkezésre állnak az i-mode képességekkel rendelkező valamennyi mobiltelefonon [18]. Helymeghatározást, útvonaltervezést, navigálást kínálnak GPS mintára.

Magyarországon bevezetett szolgáltatások példái:

- A „Célravezető” a T-Mobile helyfüggő szolgáltatása, amelynek segítségével könnyedén, tartózkodási helyének megadása nélkül könnyen megtalálhatja például a legközelebbi benzinkút, bankautomata, étterem, patika vagy T-Mobile üzlet információit (címét, telefonszámát). A szolgáltatást a T-Mobile előfizetéses és Domino kártyás ügyfelei egyaránt használhatják, a keresett információkhoz SMS-ben és WAP-on keresztül is hozzájuthatnak [13]. A kategória találatainak lekérdezéséhez a 400-as hívószámra a „kulcsszó” (pl. benzinkutak) kell elküldeni. Az érvényes kulcsszavakról tájékoztatás kapható a 400-as hívószámra küldött „LISTA” szó alapján.

- A „Navigátor” a Pannon GSM szolgáltatása, amellyel a mobiltelefon gyorsan és egyszerűen teljes értékű mobil navigációs rendszerre alakítható át. A mobiltelefonra telepíthető útvonaltervező és navigációs szoftver segít a térképpen tájékozódni, megadott címre eltalálni, útvonalat tervezni [14].

- A „Flottakövetés” szintén a Pannon GSM szolgáltatása, amellyel aktuális információ kapható egy cég alkalmazottainak vagy gépjárműveinek belföldi tartózkodási helyéről [15].

7. Összefoglalás

A bemutatott működési elvek, szabványosítási folyamatok, megjelent különféle külföldi és hazai piaci alkalmazások tükrében jól látható, hogy a mobiltelefon rendszerek ténylegesen felhasználhatók helymeghatározásra is. Ezt is, mint mindent, lehet az ember javára vagy kárára felhasználni. Sokan dolgozunk azért, hogy minden rendes embernek tegye szebbé, értékesebbé, hasznosabbá mindennapjait a mobil helymeghatározásban rejlő óriási lehetőség kiaknázása.

A szerzőről

TAKÁCS GYÖRGY okleveles villamosmérnök, MBT, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai Karának egyetemi docense. Távközlési és mérés-technikai tárgyak oktatója, beszédtechnológiai és mobil alkalmazástechnikai kutatási témák vezetője. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem címzetes egyetemi docense. Korábban a Hírközlési Hatóság távközlési igazgatója, az Ericsson Magyarország munkatársa és a MATÁV kutatója, kutatási vezetője volt.

Irodalom

- [1] Pap László:
A technika új csodája: a globális helymeghatározás,
<http://www.mindentudas.hu/mindentudasegyetem/pap/20030623papaszlo.html>
- [2] Ádám–Bányai–Borza–Kenyeres–Krauter–Takács:
Műholdas helymeghatározás,
Műegyetemi Kiadó, Budapest 2004.
- [3] F. Gustafsson, F. Gunnarsson:
“Mobile positioning using wireless networks: possibilities and fundamental limitations based on available wireless network measurements,”
IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 22, No. 4, 2005, pp.41–53.
- [4] Functional stage 2 description of Location Services (LCS) in GERAN,
3GPP TS 43.059 V8.0.0 (2007-11).
- [5] Stage 2 functional specification of User Equipment (UE) positioning in UTRAN,
3GPP TS 25.305 V8.0.0 (2007-12).
- [6] Services and System Aspects;
Functional stage 2 description of Location Services (LCS), UserPlane Location Protocol Draft v.2.0,
24 May 2008.
- [7] Open Mobile Alliance
OMA-TS-ULP-V2_0-20080524-D
http://member.openmobilealliance.org/ftp/Public_documents/LOC/Permanent_documents/
- [8] Secure User Plane Location Architecture Draft v.2.0,
21 May 2008, Open Mobile Alliance
OMA-AD-SUPL-V2_0-20080521-D
- [9] Shu Wang, Jungwon Min, Byung K. Li:
Location Based Services for Mobiles:
Technologies and Standards IEEE ICC 2008 Beijing.
- [10] Yilin Zhao:
Standardization of Mobile Phones Positioning for 3G Systems,
IEEE Communications Magazine, July 2002, pp.108–116.
- [11] A.H. Sayed, A. Tarighat, N. Khajehnouri:
“Network-based wireless location: challenges faced in developing techniques for accurate wireless location information,”
IEEE Signal Processing Mag., Vol. 22, No. 4, 2005, pp.24–40.
- [12] Göran Swedberg:
Ericsson’s mobile location solution,
Ericsson Review, No. 4, 1999, pp.214–221.
- [13] <http://www.t-mobile.hu/egyeni/szolgáltatások/hasznos/celravezeto.shtml>
- [14] http://www.pannon.hu/uzleti/uzleti_megoldasok/helyfuggo_szolgáltatások/navigátor/
- [15] http://www.pannon.hu/uzleti/uzleti_megoldasok/helyfuggo_szolgáltatások/flottakövetes/
- [16] <http://navigation.sprint.com>
- [17] <http://products.vzw.com>
- [18] <http://www.nttdocomo.co.jp/english/service/gps/>