

Papp Zoltán
pappz.szeged@gmail.com

A HELYZET-MEGHATÁROZÓ RENDSZEREK ZAVARÁSA

Absztrakt

Különböző tárgyak, vagy akár saját térbeli elhelyezkedésünk pontos ismerete az információs társadalom számos katonai, rendészeti, vagy akár gazdasági folyamatában tölt be fontos szerepet. A helyzet-meghatározó rendszerek jelentőségükből adódóan fokozottan ki vannak téve a különböző indíttatású támadók tevékenységének.

The exact knowledge of the geographical position of various objects or even ourselves has an important role in military, law enforcement or even economic processes of an information society. Due to their significance, positioning systems are highly exposed to the activities of attackers with various motives.

Kulcsszavak: *helyzet-meghatározás, kritikus információs infrastruktúra, információs terrorizmus, elektronikai zavarás ~ positioning, critical IT infrastructure, IT terrorism, electronic jamming*

1. BEVEZETŐ

Térbeli elhelyezkedésünk meghatározására – döntően katonai szempontok alapján – több eljárást is kidolgozásra került a hidegháború időszakában. A szembenállás elmúltával a katonai helyzet-meghatározó rendszerek által nyújtott szolgáltatások egyre szélesebb körű alkalmazást nyertek a polgári életbe is. Az elektronikai eszközök, miniatürizálódásával, képességeik fejlődésével ezek a szolgáltatások már a privát és a gazdasági szektor egyre több folyamatába integrálódtak, olykor meglepő helyen, funkcióban bukkannak fel [1]:

- Közlekedés - áruszállítás
- Kereskedelem
- Földmérés - térinformatika
- Környezetvédelem
- Időszinkronizálás
- Emberi élet védelme
- Katasztrófa-elhárítás
- Mezőgazdaság
- Távközlés
- Egyéb

A technológia katonai jellegű alkalmazási céljai egyértelműek, fő felhasználási módjai a saját vagy ellenséges csapatok elhelyezkedésének nyomon követése, illetve a fegyverirányítási rendszerek hatékonyságának növelése köré csoportosíthatóak. A polgári életben felhasználásuk lényegesen sokrétűbbnek tekinthető. A felhasználói kör szélesedésének egyik oka lehet az, hogy az elektronikai – főleg a kommunikációs – eszközök gyártói helyzet-meghatározásra alkalmas chipkészletekkel szerelik fel termékeiket, és speciális alkalmazások telepítésével egyfajta mesterséges igényt teremtve szolgáltatás iránt a vásárlók körében. A gazdasági szektor szereplői lényegesen tudatosabban, tervezettebben, racionális megfontolások alapján, gyakorlatilag a működés hatékonyságának és a szolgáltatás biztonságának növelése érdekében használják fel a helyzet-meghatározási technológiák által nyújtott lehetőségeket. Például hatékony és gazdaságos irányítás érdekében jöttek létre flotta-követési megoldások, ahol nyomon lehet követni a mozgásban lévő járműpark földrajzi elhelyezkedését, kihasználtságát és különböző optimalizációs eljárásokat alkalmazva dinamikusan be lehet avatkozni a munkafolyamatokba. A pontos földrajzi elhelyezkedés ismeretéből adódó előnyöket nem csak a privát és a gazdasági szektor tudja felhasználni, mivel léteznek olyan állami funkciók is, melyekben szintén fontos szerepet tölt be a helyzet-meghatározás.

A helyzet-meghatározás, illetve az ezen alapuló szolgáltatások nagyfokú elterjedésével az információs társadalom szereplői e téren is kiszolgáltatottá váltak egy információs infrastruktúra irányába. A helyzet-meghatározás lehetőségének átmeneti, vagy tartós zavara esetén a ráépülő szolgáltatások is kiesnek, melyek az interdependencia okán más szolgáltatásokat is érinteni fognak.

Jelentőségéből adódóan kézenfekvő, hogy a bizonyos helyzetekben (például háborúk, terrorcselekmények, bűncselekmények esetén) a helyzet-meghatározó rendszerek kiemelt célpontjai lehetnek támadóknak.

2. KIALAKULÁSUK

Az emberiség történelmében, bolygónk felfedezése során, a hosszú hajóutakon, a Nap és más csillagok égen történő elhelyezkedése alapján tájékozódtak a hajósok a tengeren. A navigációs eszközök fejlődésével a helymeghatározás egyre pontosabbá vált, azonban a rádiótechnika, majd a műholdak megjelenése hozta el a valódi forradalmat. Az első rádió-

navigációs rendszer kifejlesztésének ötlete már az első világháborút követően felvetődött, aminek segítségével a hajók navigátorai meghatározhatták a helyzetüket partközelségben. A LORAN (Long Range Aid to Navigation) elnevezésű rendszert az amerikai hadsereg a második világháború kezdetekor már rendszerbe állította. A LORAN hálózat elérhető volt a világ legtöbb helyéről, főleg Európából és Amerikából, azonban csak kétdimenziós rendszer volt, s ez által, nem volt alkalmas repülőgépek helyzet-meghatározására [2].

A műholdak első generációjának megjelenésekor megfigyelték, hogy a műholdról kibocsátott rádiójelek hullámhosszának változását elemezve meg lehet határozni a műhold helyzetét. A lehetőség felhasználása érdekében először az Egyesült Államok haditengerészetének kutatólaboratóriuma 1958-ban megkezdte saját navigációs rendszerének kifejlesztését. A tervezésnél követelményként fogalmazták meg, hogy a passzív módban működő navigációs vevőberendezések pontosságának 0,1 tengeri mérföldnél jobbnak kell lennie, illetve a rendszernek folyamatos üzeműnek kell lennie. A fejlesztés eredményeképpen 1964-re kiépítették a TRANSIT nevű rendszert, mely a haditengerészet hajóegységeinek, továbbá a ballisztikus rakéták navigációját segítette. A TRANSIT rendszer négy kis méretű műholdból állt, melyek Föld körüli poláris pályán ezer kilométeres magasságban keringtek. A felhasználó egységek a doppler-effektus segítségével – néhány óránként – percek alatt meg tudták határozni földrajzi helyzetüket. A TRANSIT rendszer – több modernizáción átesve – egészen 1996-ig használatban maradt, amikor is felváltották az új generációs navigációs műholdak [3].

Az idők folyamán több különböző típusú (kontinentális, globális) és célú helyzet-meghatározó rendszer került kifejlesztésre, azonban ezek közül alig néhánynak sikerült szélesebb felhasználói kört maga köré gyűjtenie, de ezek közül kiemelkedik az amerikai Navstar GPS rendszer, amellyel háromdimenziós helyzet-meghatározást végezhetünk földön, vízen vagy levegőben. Ez a technológia – számos más megoldáshoz hasonlóan – először katonai célokra lett kifejlesztve, de ma már jelen van a polgári élet szinte minden területén is. A kereskedelmi forgalomban elérhető vevőkészülékek pontossága jellemzően méteres nagyságrendű, de speciális vevőkészülékekkel és differenciális mérési módszerekkel pontossága – valós időben – akár milliméteres nagyságrendre is képes.

3. A GPS RENDSZER

A Rockwell International vállalat által kifejlesztett Navstar GPS (Navigation System with Timing and Ranging Global Positioning System) helyzet-meghatározó rendszer működésének elveit 1973-ban fektették le. Követelmény volt, hogy minden napszakban, időjárás körülmények és légköri viszonyok között működni kellett, függetlenül a földfelszíntől mért távolságtól és a mozgási sebességtől.

A helyzet-meghatározó rendszer huszonnégy műholdból épül fel, melyek a Föld felszínétől 20200 kilométeres magasságban keringenek. A műholdak keringési ideje 11 óra 58 perc, hat pályasíkon helyezkednek el, egymáshoz képest 60 fokkal elforgatva, pályasíkon-elhajlásuk az egyenlítőhöz képest 55 fokos. A műholdak elhelyezkedése olyan, hogy minden pillanatban a Föld bármely pontjáról bármely pillanatban legalább négynek látszódnia kell. A Navstar GPS rendszer működését a Colorado Springs-be telepített földi vezérlőrendszer irányítja, mely kiegészül négy monitorállomással (Hawaii, Kwajalein, Diego Garcia, Ascension Island) is. A földi vezérlőegység a következő feladatokat látja el:

- a műholdak működésének folyamatos figyelése, az egyes egységek állapotának ellenőrzése;
- a műholdak pályadatainak folyamatos mérése, a műholdon tárolt adatok frissítése;
- a műhold fedélzeti óráinak szinkronizálása, a pontos idő beállítása;

- a műholdon tárolt navigációs üzenettár frissítése, a helymeghatározáshoz szükséges korrekciós adatok (időjárás adatok, a légkör és az ionoszféra állapotjellemző) gyűjtése és továbbítása a műholdak felé.

A földi állomások sűrűségének növelésével növelhető a GPS rendszer pontossága.

A GPS műholdak két frekvencián sugározzák jeleiket, L1 (1575,42 MHz), illetve L2 (1227,6 MHz) csatornákon. Minden műhold szórt spektrumú jelet, úgynevezett pszeudo-véletlen zajt (pseudo-random noise: PRN) sugároz, és ez a jel pedig minden műholdnál különbözik. A PRN kódoknak két fajtája van:

C/A - kód (Coarse / Acquisition code - durva elérés kód), ami ezred másodpercenként 1023 jelet tartalmaz, azaz egy kódelem időtartama 1 μ s.

P(Y) - kód (Precision code - pontos kód), ami 10230 jelet tartalmaz. Egy kódelem időtartama csak 0,1 μ s.

A C/A kódot az L1 frekvencián adják, a P-kódot mindkét frekvencián. A P-kódot csak speciális katonai vevővel lehet dekódolni, ez kereskedelmi forgalomban nem hozzáférhető. Természetesen a pontossága lényegesen nagyobb, mint az általános, polgári célokra is használható C/A kódnak. 2000-ig az Egyesült Államok torzította a jelek vételét (SA - Selective Availability), így korlátozva a rendszer pontosságát, ezért a rendszert nem katonai jogosultsággal használók akár több száz métert is tévedhettek. A pontos jelet kizárólag a katonai jel vételével lehetett biztosítani, ehhez azonban a katonai vevőn túl az adott napi kódra is szükség volt. 2000-ben Bill Clinton elnök elrendelte az SA jel sugárzásának megszüntetését, de bármikor visszakapcsolható.

A GPS rendszer lényege a távolságmérés. A műholdaknak a vevőkészüléktől való távolsága egyszerűen a műholdak által kisugárzott jelek beérkezési idejéből számítható ki, ha pedig ismert néhány műholdtól való pontos távolság, valamint egy referenciapontként szolgáló műhold helye, akkor meghatározható a vevő pontos elhelyezkedése. Mivel a rádióhullámok fénysebességgel terjednek, így a nagy terjedési sebesség miatt nagyon pontos időmérésre van szükség. Ha a meghatározandó műhold zenitben van, akkor 0.06 másodperc alatt ér le a mérőjel róla, így a centiméteres mérési pontosság eléréséhez a vevő órájának 0.000000001 másodperc pontossággal kell mérnie.

4. KIEGÉSZÍTŐ FUNKCIÓK

A GPS technológiájához kapcsolódóan léteznek olyan kiegészítők, kényelmi funkciók is, melyek a rendszer alaprendeltetését, szolgáltatási portfólióját kibővítik. Egyik ilyen funkció a TMC (Traffic Message Channel) forgalmi információs vevő, mely FM csatornákon működik az RDS (Radio Data System) technológia alapján, és a valós idejű útvonaltervezés hasznos eleme. A TMC üzenetekben különféle hely-, esemény-, és idő kódok sugároznak, amelyek időben és térben leírják egy akadályt (például forgalmi dugót). Az üzenetekben jelzett akadály pozíciójának ismertében az útvonaltervezést végző készülék az útvonalat valós időben, dinamikusan és automatikusan áttervezi. A digitalizált és kódolt, valós idejű forgalmi adások egy rádióállomás RDS csatornáján kerülnek továbbításra, így a felhasználó továbbra is bármiféle zavarás nélkül képes hallgatni a rádióadókat. A TMC funkció passzív megoldásnak tekinthető, mivel pontossága a rádiócsatornát üzemeltető információihoz kapcsolódik. Magyarországon a TMC szolgáltatáshoz szükséges jelet a Magyar Rádió sugározza, a Főinform és az Útinform információi alapján (kiegészülve 5000 gépjárműbe szerelt eszközzel - FCD), Budapesten 800 csomópontot és eseményt figyelnek, országosan 2300-at.

Dinamikusabb útvonaltervezés valósítható meg, ha a felhasználók interaktívan részt vesznek a forgalmi helyzet felmérésében. Az FCD (Floating Car Data) rendszerben minden autó egy-egy anonim közlekedési szenzorként szolgál, melynek alapját egy fedélzeti helyzet-meghatározó berendezés és egy mobilkommunikációs eszköz képezi. A helyzet-meghatározó

berendezés kiszámítja a jármű pillanatnyi sebességét és helyét, majd bizonyos időközönként mobilkommunikációs eszközön keresztül elküldi az információkat a központba. Minél több jármű vesz részt ebben a FCD rendszerben, annál jobban látható az aktuális közlekedési helyzet. A szolgáltatásban részt vevő navigációs készülékek felhívják a központot, megadják tervezett útvonalukat, majd tájékoztatást kapnak a jelzett útvonal pillanatnyi közlekedési helyzetéről, és akadályok esetén áttervezik azt egy alternatív menetvonalra.

5. A HELYZET-MEGHATÁROZÁSSAL KAPCSOLATOS SZOLGÁLTATÁSOK TÁMADÁSA

Tekintettel arra, hogy a helyzet-meghatározást lehetővé tevő infrastruktúrák által nyújtott szolgáltatások mind katonai, mind pedig polgári felhasználási lehetőségei igen szélesek, ami közül néhány kiemelt fontosságú, így ezek megszűnése, hosszabb-rövidebb ideig tartó zavara jelentős hatással lehet a társadalom egyes funkcióira. A felhasználási lehetőségek között vannak olyanok, melyek esetében a szolgáltatás kiesése nem jelent kritikus fennakadást, azonban vannak olyan elemek, melyek esetében a kiesés azonnali zavart okoz, vagy okozhat. Geodéziai célú felhasználásakor a szolgáltatás kiesése nem okoz fennakadást, mivel például a földrészek mozgásának nyomon követése akár hónapokat is szünetelhet. Mezőgazdasági célú alkalmazások esetében az információs infrastruktúra üzemzavara azonban – az adott agrikultúra jellegétől függően – már csak napokban tolerálható. Vannak azonban olyan tevékenységek is, melyekben a helyzet-meghatározási szolgáltatások kimaradása azonnali fennakadást, zavart, gazdasági kárt, vagy akár veszélyt okoz. E körben kiemelhető közszolgáltatás a repülésirányítás, a katasztrófa-elhárítás támogatása, vagy épp a fegyverirányító rendszerek számára szükséges információk biztosítása. A gazdasági szektor vonatkozásában kiemelhetők a flottakövetési, vagyon- és személyvédelmi szolgáltatások, melyekre szinte azonnali hatással lehetnek az üzemzavarok, amik gazdasági károkat is okozhatnak.

Az érintett infrastruktúrák fontosságukból adódóan fokozottan ki vannak téve az ártó szándékú tevékenységeknek, melyek mögött különböző motivációk húzódnak meg. Mivel ezek az infrastruktúrák alapvetően katonai célok érdekében jöttek létre, így értelemszerűen háborús körülmények között az ellenség egyik kiemelt célpontjai.

A NavStar GPS helyzet-meghatározó rendszer esetében az infrastruktúrára az ellenséges fegyveres erők jelenthetik a legnagyobb veszélyt, mivel az ő birtokukban lehetnek meg azok az eszközök (rakéták, EMP), melyek képesek az űrbe telepített műholdakat, vagy a földi állomásokat elpusztítani. A fizikai pusztításhoz szükséges eszközrendszerek hiányában hatékony módszer a műholdak által sugárzott jelek zavarása, annak érdekében, hogy a vevőkészülékek ne legyenek képesek azt feldolgozni. Ez az eljárás mód szintén a hadseregek által alkalmazva érhet el maximális hatékonyságot (földrajzi terület nagysága, jelerősség), mivel az ő eszközparkjában léteznek a megfelelő elektronikai hadviselési rendszerek, azonban ezek a zavaróeszközök – kisebb hatékonysággal ugyan – kereskedelmi forgalomban is megvásárolható alkatrészekből is előállíthatóak, így a potenciális felhasználók köre igen széles lehet.

A helyzet-meghatározó rendszerek a bűnözés oldaláról is ki vannak téve az ártó szándékú tevékenységnek. Ez irányból az infrastruktúraelemek támadásának veszélye elhanyagolható, mivel ennek a körnek nincs a megfelelő eszközrendszere ahhoz, hogy a védett elemekre valódi fenyegetést jelentsenek, azonban a szolgáltatások minőségére képesek oly mértékű hatás gyakorolni, hogy céljaikat elérjék. A bűnözői körök a különböző vagyon- és személyvédelmi célú szolgáltatások (GPS-s gépjárművédelem, pénzszállítás, házi őrizetbe helyezett személyek nyomon követése, stb.) akadályozása kapcsán merülhetnek fel, mint támadók.

A helyzet-meghatározó rendszerek, illetve az általuk nyújtott szolgáltatások megbénítása nem csak az ellenséges hadviselő felek, vagy bűnözők célja lehet. Zavar- vagy pánikkeltés, gazdasági károkozás érdekében a terroristák célpontjaivá is válhat egy adott rendszer. A GPS infrastrukturális elemei az ő számukra is elérhetetlenek, azonban a szolgáltatás manipulációjával hatékonyan tudnak beavatkozni az információs társadalom életébe. A TMC vagy az FCD funkciók átírásával a közutakon közlekedési káoszt tudnak elérni, vagy a GPS jelek zavarásával, módosításával képesek veszélyeztetni a légi- és a vasúti közlekedést, vagy akár veszélyes anyagok szállítását is. Ez a fajta támadásmód pedig kifejezetten vonzó is lehet számukra, mivel – a számítógép-hálózatokon keresztül történő támadásokhoz hasonlóan – a felhasznált zavaróeszközök távolról, akár távirányítással és tömegesen is bevetethők, ami jelentősen csökkenti az általuk vállalt kockázatot.

Mivel a GPS által kisugárzott jelek rendkívül kis teljesítményűek (-130 dBmW), így már egy kis teljesítményű (10^{-12} W) interferencia forrás is elegendő a jelek értelmezhetetlenné tételéhez. A GPS műholdak nemzetközileg védett frekvenciákon sugározzák jeleiket, tehát tilos ugyanezen sávokban bármilyen más jelet sugározni, így az esetleges zavarást könnyű érzékelni. A GPS szolgáltatások használhatatlanságának több oka lehet [1].

Nem szándékos zavarás esetén a szolgáltatás minőségét természeti jelenségek, vagy nem szándékos emberi tevékenységek is zavarhatják:

az ionoszféra okozta interferencia:

Ionoszférikus jelkésltetés. A műholdak által sugárzott jelek teljes pályájuk mentén az elektromágneses sugárzás vákuumbeli terjedési sebességével haladnak. A műholdak pályamagassága miatt a jelek az útjuk nagy részét vákuumban teszik meg, de a vevőbe érkezésük előtt áthaladnak a földi légkörön, miközben sebességük nem elhanyagolható mértékben csökken [4].

Szcintilláció. A légkör lokális elektronsűrűségének változásából adódó gyors amplitúdó és fázisváltozások a jelben.

Rádióforrások okozta nem szándékos interferencia. Mivel a GPS jelek rendkívül kis teljesítményűek, így könnyű megzavarni egy ugyanabban a mikrohullámú sávban működő nagyobb teljesítményű rádióadóval (URH adók, szélessávú radar és kommunikációs berendezések, stb.).

Szándékos zavarás esetei:

Jamming: Megfelelő energiájú és megfelelő spektrális összetételű zavaró jelek kibocsátása interferenciát okoz, így a műholdak által kisugárzott jelek a vevőkészülékek számára értelmezhetetlenné válnak. A zavarjel típusa lehet keskeny- vagy szélessávú folyamatos adás, vagy pedig szórt spektrumú, a GPS jelhez hasonló. Egy 1 wattos zavaróadó folyamatos adásmódban 10 kilométeres hatótávon belül a vevőkészület leszakítja a műholdak jeléről, 70 kilométeren belül pedig megakadályozza azt, hogy felvegyen egy új műholdat. Szórt spektrumú adásmódban az 1 wattos zavaróadó 1000 kilométeres távolságig alkalmazható.

Spoofing: A vevőkészülék megtévesztése érdekében megfelelő energiájú, valódinak látszó C/A jelek kisugárzása, így a vevőkészülék a kívánt pozíció irányába eltéríthető.

Meaconing: A műholdak által kisugárzott jeleket rögzítik, majd bizonyos idővel késleltetve, megfelelő energiával újrásugározzák őket, így összezavarják a vevőkészüléket.

A nagyteljesítményű, professzionális, általában katonai GPS zavaró berendezések többféle zavarójel kibocsátására képesek, azonban ezek viszonylag könnyen bemérhetők és elpusztíthatók. Az alacsony teljesítményű, kisméretű zavaró készülékek (1. ábra) egyszerű

felépítésűek, kereskedelmi forgalomban is elérhető alkatrészekből megépíthetőek, ezért olcsók, ami elősegítheti nagyfokú elterjedésüket, és esetlegesen tömeges alkalmazásukat.



1. ábra. Kisméretű zavaróeszközök

Forrás: http://www.agt.bme.hu/tantargyak/gpselm/eloadas/HT_26apr.pdf;
<http://www.foxnews.com/scitech/2010/03/17/gps-jammers-easily-accessible-potentially-dangerous-risk/>;

Az alacsony teljesítményű, kisméretű zavaró berendezések elleni küzdelmet nehezíti, hogy a felhasználás jellegéből adódóan viszonylag rövid ideig üzemelnek (például egy jármű eltulajdonításánál néhány órát), ami sok esetben még a zavarás tényének megállapításához sem elegendő. A zavaróadó bemérése érdekében a mérőeszközöket pedig viszonylag közel kell telepíteni, amit a támadó észlelhet.

6. A GPS-ZAVARÁS EDDIGI ESETEI

Az Egyesült Államok fegyveres erői háborús konfliktusaiban fokozottan támaszkodtak a fejlett navigációs rendszerben rejlő lehetőségekre, ezért számítani lehetett arra, hogy a kibernetikus hadszíntéren előbb-utóbb megjelenjenek azok az eszközök, melyek a GPS nyújtotta előnyöket próbálják meg lerontani.

A második Öböl-háború ideje alatt az iraki hadseregben már meg is jelentek az első orosz fejlesztésű GPS-zavaró rendszerek, melyekkel korábban még nem találkoztak az amerikaiak. Az eszközök alkalmazása a háború kimenetelére nem volt jelentős hatással, azonban az orosz-amerikai politikai kapcsolatokat befolyásolta. Az orosz zavarórendszerek lelepleződése után az amerikaiak a következő GPS műhold-generációkat (Block-IIR-M) új, jobban titkosított, erősebb zavarvédelemmel, úgynevezett M kóddal látják el [5].

Az Egyesült Államokkal folyamatosan szembenálló Irán, hogy a technológia által nyújtott, számukra nem előnyös lehetőségeket adminisztratív intézkedésekkel igyekszik korlátozni, a szolgáltatások elérhetőségét bizonyos helyeken magánszemélyek és gazdasági társaságok számára kötelezően telepítendő zavaró-berendezésekkel akadályozza.

A távol-keleti térségben Észak-Korea – saját biztonságára hivatkozva, főleg az amerikai - dél-koreai hadgyakorlatok idején – rendszeresen zavarja a GPS műholdak jelét, ami Dél-Koreában, főleg a fővárosban, Szöulban okoz fennakadásokat. [6]

7. ÖSSZEGRÉS

A helyzet-meghatározó rendszerek által nyújtott szolgáltatásokra az információs társadalom számos funkciója épül, így kritikus információs infrastruktúrának tekinthető. Fontosságára való tekintettel számítani kell arra, hogy különböző motivációjú támadók különböző eszközökkel igyekeznek majd a rendszer működését befolyásolni. A veszélyt fokozhatja az, hogy a zavaróeszközök egyszerűségükből és alacsony költségükből adódóan széles körben elterjedhetnek (akár interneten is megrendelhetők), és tömeges alkalmazásuk nehezíti, vagy akár el is lehetetleníti az ellenük való harcot. A védekezés egyik módja lehet

az, hogy a helyzet-meghatározó eszközök zavarására, manipulálására alkalmas berendezések birtoklásának tilalmát törvénybe foglalják, ami azonban csak a zavarást kipróbálni szándékozók ellen nyújthat hatékony védelmet, mivel a szándékos, rosszindulatú támadókat ez nem fogja visszatartani. A manipulációk elleni védekezési mód lehet még az olyan intelligens vevőkészülékek tervezése, melyek a jelek – abszolút, relatív – erősségének változásaiból képesek érzékelni a manipulálási kísérletet.

A NavStar GPS hegemoniáját megtörni látszik, hogy az elkövetkezendő időszakban több műholdas navigációs rendszer (Glonass, Galileo, Beidou) is elérhetővé fog válhat a polgári felhasználás számára is, ami megfelelő – több típusú navigációs rendszer vételére alkalmas – vevőkészülékek esetén növeli a szolgáltatások biztonságát, mivel az egyik rendszer akadályoztatása esetén képes átállni egy másik navigációs rendszer vételére.

Felhasznált irodalom

- [1] Horváth Tamás: "GPS Jamming" a GPS jelek szándékos zavarása (BME Általános és Felsőgeodéziai Tanszék, Egyetemi jegyzet 2005.)
- [2] Loran-history.info website.
<http://www.loran-history.info/default.asp>; (letöltve: 2011. 12. 06.)
- [3] TRANSIT
http://en.wikipedia.org/wiki/Transit_%28satellite%29; (letöltve: 2011. 12. 08.)
- [4] Takács Bence: GPS-mérések abszolút feldolgozását terhelő hibahatások vizsgálata (Híradástechnika LIX Évfolyam 2004/5., p42, ISSN 0018-2028)
- [5] GPS.gov weboldal.
<http://www.gps.gov/systems/gps/space/#IIRM>; letöltve: (2011. 12. 06.)
- [6] Észak-Korea zavarja a GPS-t?
http://fn.hir24.hu/vilag/2011/03/06/eszak_korea_zavarja_gps; (letöltve: 2011. 12. 15.)