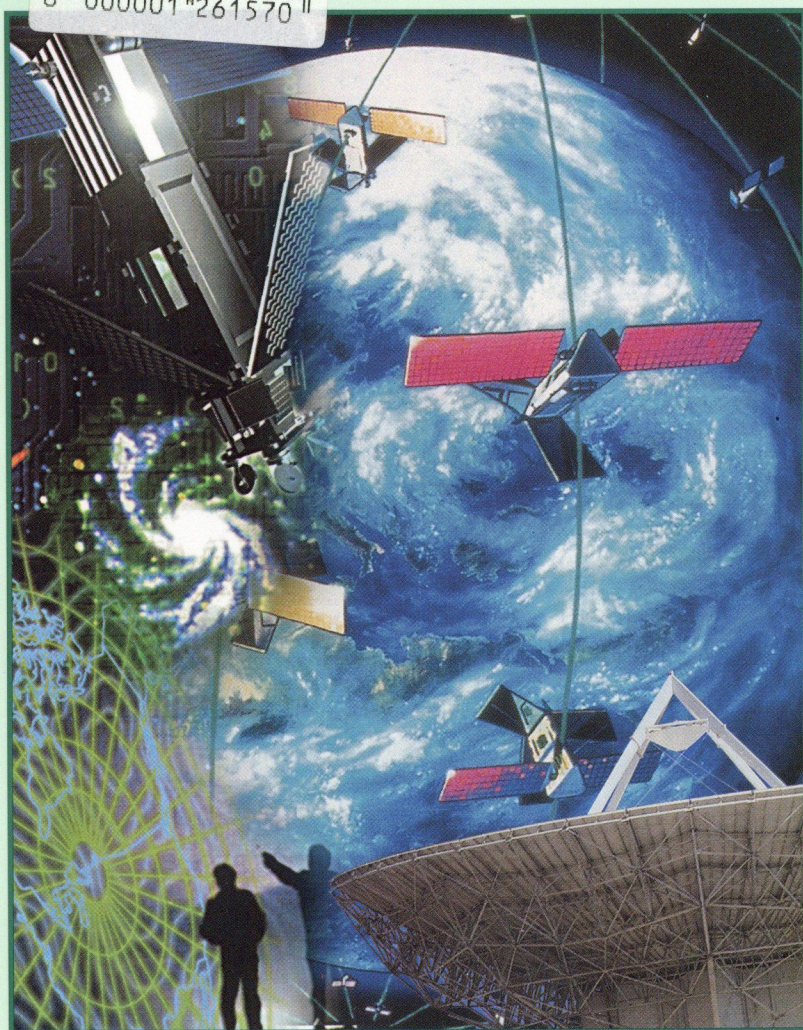
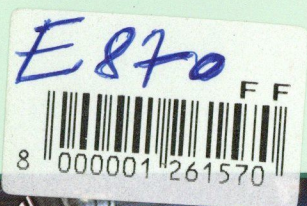


híradástechnika

VOLUME LVI.

2001/6

Augusztus



Műholdas módszerek

Mobilrendszerek

Fizika

**Jog, gazdaság,
történelem**

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület folyóirata

Tartalom



Dr. Lajtha György:

E havi számunk 1

MŰHOLDAS MÓDSZEREK

Takács Bence:

Műholdas helymeghatározás a korlátozott hozzáférés (SA) felfüggesztése után 3

Farkasvölgyi Andrea:

Multimédia-szolgáltatások geostacionárius műholdakon keresztül 9

Dénes Tamás:

ECHELON az e-társadalom információpajzsa? 14

MOBILRENDSZEREK

Kontra Gergely – Sugár Róbert – Szabó Szilárd – Tubák Péter – Dr. Imre Sándor:

Mobil ágensek alkalmazása a hálózatmenedzselési célokra 19

Schulcz Róbert – Szabó Sándor – Imre Sándor:

Handover-támogató eljárások vizsgálata mobil ATM-hálózatokban 25

Dr. Sárkány Tamás:

BLUETOOTH, vezeték nélküli átvitel mobilkészülékek között 37

FIZIKA

Kuczmán Miklós – Iványi Miklósné:

A ferromágneses anyagok viselkedését leíró skalár Preisach-hiszterézismodell
identifikációja genetikussal 41

Dr. Jeszenszky Sándor:

Villámregisztrálás rádióhullámokkal 48

JOG, GAZDASÁG, TÖRTÉNELEM

Bögel György:

Infokommunikációs ipar: Helyzet van! 52

Karvalics Z. László:

Az INFONIA Alapítvány programjának vázlata 56

Dósa György:

75 éves a magyar rádió műsorszórása 58

Angol nyelvű tartalom 61

Főszerkesztő

ZOMBORY LÁSZLÓ

Szerkesztőbizottság

Elnök: LAJTHA GYÖRGY

BARTOLITS ISTVÁN
BOTTKA SÁNDOR
CSAPODI CSABA
DIBUZ SAROLTA

DROZDY GYŐZŐ
GORDOS GÉZA
GÖDÖR ÉVA
HUSZTY GÁBOR

JAMBRIK MIHÁLY
KAZI KÁROLY
MARADI ISTVÁN
MEGYESI CSABA

PAP LÁSZLÓ
SALLAI GYULA
TARNAY KATALIN
TORMÁSI GYÖRGY

E havi számunk

Augusztus



Egy szakmai folyóirat szerkesztésekor érdemes az újságra vonatkozó alapelveket tisztázni. Ennek több lehetősége van. Az első ezek közül a továbbképzés és ismeretterjesztés. A távközlés és informatika területén erre feltétlenül szükség van, hiszen a szakma gyors fejlődését állandóan figyelemmel kell kísérni, és az olvasók többségének nincs ideje arra, hogy tanfolyamokon vegyen részt. Célunk tehát, hogy az új műszaki megoldásokról folyamatosan és precízen tájékoztassuk az olvasókat. Másképpen fogalmazva az újság legyen egy havonként házhoz menő posztgraduális képzés.

Ez az ars poética a szerzők és a szerkesztők számára kötelezővé teszi annak az irányelvnek az alkalmazását, amely minden felsőfokú oktatásnál bevált: csak elfogadott, a tapasztalat által igazolt eljárásokat szabad tanítani. Ezzel elérjük, hogy a mérnökök olyan eljárásokat ismerjenek meg, melyek alkalmazásával biztosan sikeresek lesznek a gyakorlatban.

Vannak viszont tehetséges, fantáziadús szezőink, akik új megoldásokat dolgoznak ki, és javasolják, hogy ezek leírását jelentessük meg az újságban. Az előbb említett elv szerint ezt nem lenne szabad, mert nem kiforrott, gyakorlatban kipróbált eljárás. Ennek ellenére úgy gondoljuk, hogy minden újság rangját emeli, ha benne jelenik meg egy új gondolat először. Ezért eddig is és ezután is helyet adunk egészen új gondolatoknak és eljárásoknak.

Természetesen szeretnénk egyensúlyt tartani a két elv között. Számos szerzőnk és olvasónk mestere, Simonyi professzor úr mondta, hogy egy tudományos állítás lehet szép, lehet igaz és lehet hasznos. Akkor érdemes foglalkozni vele, ha már kettőt teljesít a három feltételből. Az új gondolatok szépek és igazak. Azt viszont csak remélhetjük, hogy hasznosak is lehetnek. Ugyanakkor, ha vannak olyan cikkeink, melyek az új, de mégis bevált gyakorlatot tükrözik, azok igazak és hasznosak. A fogalmazás és az érthetőség teszi csak szépé őket.

Dr. Zombory László
főszerkesztő

Jelen számunkban az első csoportban műholdas technikákról olvashatnak. Ebből a cikkhármashból a helymeghatározás módszere számos újdonságot tartalmaz, és ha ezek realizálódnak, akkor nemcsak a geodéziában, hanem a távközlésben is számos új szolgáltatás bevezetését teszik majd lehetővé. Ebben a csoportban szerepel a másik érdekes téma, a műholdas szélessávú szolgáltatások megvalósításának egy lehetősége is.

A második blokk a mobiltechnológiával foglalkozik, melyben mindig probléma, hogy a mozgó járművek az új helyzetben is találjanak-e szabad áramköröket a kapcsolat folyamatos fenntartásához. Ha meg lehetne jósolni, hogy milyen sebességgel és milyen irányban halad tovább az a gépkocsi, amelyből beszélnek, akkor előre le lehetne foglalni az áramköröket. Jóslásra objektív módszereket még senki nem tudott felkínálni. Cikkünk ugyan nem ígér biztos eredményt, de remélhetjük, hogy megnövekszik a szabad áramkörök elérésének valószínűsége. A hálózat fenntartásában pedig a mobil ügynökök segíthetnek, melyekről szintén egy jövőbe mutató tanulmányt olvashatnak.

A harmadik blokkban az első cikk a mágneses hiszterézissel kapcsolatban szintén érdekes és új analógiákra épül. Első olvasatban talán meglepő, hogy az élő szervezetek génjeiről szerzett tapasztalatok segíthetnek a hiszterézis megértésében. A tapasztalat azt mutatta, hogy ez a szép magyarázat egyáltalán nem ütközik a mérési eredményekkel. A bemutatott ábrák igazolják, hogy ez a szép elmélet igaz is lehet.

Ezek mellett meglévő rendszerekből készült beszámolók, gazdaságpolitikai gondolatok és történelmi visszatekintés igyekszik az egyensúlyt megteremteni, és reméljük, hogy ami most csak szép és igaz, arról néhány hónap múlva már úgy számolhatunk be, hogy a szívos mérnöki munka eredményeképpen már hasznos is.

Dr. Lajtha György
a szerkesztőbizottság elnöke



TAKÁCS BENEC: AZ ÉGI GEODÉZIA FELÜLMÚLJA A TEODOLITOT

Műholdas helymeghatározás a korlátozott hozzáférés (SA) felfüggesztése után

TAKÁCS BENCE

doktorandusz

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)

Általános és Felsőgeodézia Tanszék

Clinton elnök döntésére európai idő szerint 2000. május 2-án felfüggesztették a GPS pontosságának mesterséges rontását. A hivatalos közlés szerint ezzel a valós idejű helymeghatározás pontossága tízszeresére nőtt, azaz a vízszintes helymeghatározás hibája mintegy tíz méterre csökkent. A gyakorlati tapasztalatok ennél kedvezőbbek: a hiba sok esetben nem több néhány méternél. A 90-es évek elején készített elemzés [1] szerint 1990 és 2000 között a GPS-felhasználók száma a polgári repülés területén az 1990. évi szám 140-szeresére nőtt; a polgári szárazföldi közlekedés területén 60-szoros, a polgári hajózás területén 62,5-szeres növekedés várható. Ugyanakkor a katonai felhasználók számának növekedése mindössze 12-szeres. Az SA felfüggesztése feltehetően tovább növelte a polgári felhasználók (egyben a GPS-vevők iránt érdeklődő turisták, hegymászók, rali-versenyzők, tengeri vitorlázók, sárkányrepülők stb.) számát. Ebben a tanulmányban különböző vevőkkel végzett kísérleti mérések alapján vizsgáljuk a SA nélküli abszolút helymeghatározás pontosságát.

A globális helymeghatározó rendszert (Global Positioning System, GPS) az Egyesült Államok védelmi minisztériuma irányításával fejlesztették ki 1973-tól kezdődően. A katonai célokat szolgáló műholdas naviációs rendszert az amerikai törvényhozás utasítására nyitották meg a polgári felhasználók számára. A Föld körül keringő műholdak rádiójelének segítségével a földfelszínen vagy annak közelében bárhol, bármikor, az időjárástól függetlenül, gyorsan és pontosan meghatározható a rádiójeleket vevő berendezés pillanatnyi térbeli helyzete és pillanatnyi sebessége.

Az ismert helyzetű, viszonyítási pontoknak tekinthető műholdak mozognak ugyan a helymeghatározás vonatkozási (koordináta-)rendszerében, de mozgásuk egyenlete ismert, így tetszőleges időpontban elfoglalt helyzetük kiszámítható.

A helymeghatározás alapja a műhold és a vevő közötti távolság megmérése. A térbeli helyzet meghatározásához három, nem egy síkba eső távolság megmérése elegendő. A gyakorlatban egy negyedik távolság ismeretére is szükség van, mert a helymeghatározás egyenletrendszerében a vevő helyének három ismeretlen koordinátája mellett egy negyedik ismeretlen is van: a vevő órahibájának nevezett mennyiség azt fejezi ki, hogy a vevő órája nem a GPS-időrendszerében jár.

A helymeghatározás az alábbi feladatok megoldását jelenti:

- Meg kell határozni a kellő számú műhold-vevő távolságot egy, a mérés pillanatának „kinevezett” időpontban.
- Meg kell határozni a kiválasztott műholdak helyzetét ugyanebben az időpontban.

- Meg kell határozni azt a pontot, amely a kiválasztott műholdak kiszámított helyétől a meghatározott távolságban van.

A távolság meghatározásához szükséges mérőjeleket a műholdak sugározzák, a szükséges további adatok a mérőjelek modulációi. Valamennyi műhold alapjele egy 10,23 MHz frekvenciájú rendkívül stabil szinuszzel, amelyből a műholdak két szinuszos vivőhullámot állítanak elő. Az L1 vivőjel hullámhossza kb. 19 cm, az L2 vivőjelé kb. 24 cm. Mindkét vivőjel többszörösen fázismodulált, egyrészt a műhold egyedi azonosító kódjával, másrészt az adatokkal. Minden műholdnak két bináris, ál-véletlen azonosító kódja van, közülük a C/A jelű kód nyílt, a P jelű kód védett (ez utóbbi kódot később tovább titkosították). Valamennyi vevőben megtalálható valamennyi műhold C/A kódja, a kétkódú vevőkben a P kód is megtalálható. A vevő a kódok segítségével választja ki a vételre kiszemelt műhold jelét a többi műhold jele közül, illetve a háttérzajból. Az L1 vivőjel mindkét kóddal modulált (a modulációk szétválaszthatók), az L2 vivőjel csak a P kóddal.

A távolság meghatározásának egyik módja a vevőbe érkező és a vevőben tárolt megfelelő kódok korrelációja, az ún. kód mérés. A kódok szerkezetéből adódóan a P kóddal a C/A kódnál egy nagyságrenddel pontosabban határozható meg a műhold-vevő távolság (elméletileg 0,3 m, illetve 3 m pontossággal).

A távolság meghatározásának másik módja a vivőfázis mérése, amelyhez a vivőjeleket vissza kell állítani a moduláció előtti állapotba. Ehhez ismerni kell a moduláló kódokat. Bizonyos méréstechnikai megoldásokkal ismeretlen kód mellett is lehetséges a visszaállítás, de ennek a pontosság vallja a kárát.

A vivőfázis mérése egy olyan pillanatban indul, amikor a műhold-vevő távolság a vivőhullám hosszának ismeretlen N egész számú többszöröse. Ettől a pillanattól kezdve a vevő a műhold jele és a saját referenciajele közötti Doppler-frekvenciakülönbség idő szerinti integrálásával folyamatosan követi a műhold-vevő távolság változását. A távolság változása tetszőleges időpontra ismert ugyan, de ismeretlen a távolság értéke a mérés kezdetén, vagyis a N hullámrész; az ebből adódó ún. ciklus-többszörös (ambiguity) a feldolgozás során oldható fel. A deciméteres nagyságrendű hullámhossznak köszönhetően a vivőfázis mérésével a műhold-vevő távolság megmért része kb. 2 mm pontossággal határozható meg, azaz a P kód mérésénél is két nagyságrenddel pontosabban.

A kód mérés és a fázismérés mellett azok kombinációja is használatos kódtávolságok simítása fázistávolságokkal elnevezéssel.

Valamennyi műhold mindkét frekvencián sugároz ún. navigációs üzeneteket. Közülük a legfontosabbak:

- az óraadatok és -korrekciók, amelyek segítségével a műhold órája által mutatott idő átszámítható a GPS időrendszerébe;
- a pályaadatok és -korrekciók, amelyek segítségével kiszámíthatók a műhold tetszőleges időpontban elfoglalt helyzetének koordinátái a GPS vonatkozási rendszerében.

A vonatkozási rendszer alapfelülete egy, a Föld alakját jól megközelítő forgási ellipszoid, amelynek alakját és méretét nemzetközi megállapodás rögzíti. A WGS-84 elnevezésű ellipszoid tengelyei által megvalósított térbeli derékszögű koordináta-rendszerben értelmezett koordináták zárt képletekkel átszámíthatók ellipszoidi hosszúsággá, szélességgé és ellipszoid feletti magassággá.

Helymeghatározás többféleképpen lehetséges:

- Egyetlen vevőt használva, az ún. abszolút helymeghatározás eredménye a vevőantenna vonatkozási pontja (fáziscentruma) három térbeli koordinátájának pillanatnyi értéke.
- Két vevőt használva, az ún. relatív helymeghatározás eredménye a két vonatkozási pont három-három koordinátájának pillanatnyi különbsége. Általában az egyik vevő egy ismert koordinátájú ún. referencia-ponton áll.
- Ha észleléskor a vevő(k) mozdulatlan(ok), akkor statikus, mozgó vevő esetében kinematikus helymeghatározásról beszélünk.
- A helymeghatározás valós idejű, ha az eredmények még a mérés helyszínén megszületnek; utófeldolgozással a több állásponton rögzített adatokat az észlelést követően együttesen dolgozzák fel.

A relatív helymeghatározás pontosabb az abszolútnál, mert a referenciaponton végzett mérésekből a szabályos hibák hatása megismerhető, így a meghatározandó ponton végzett mérést terhelő szabályos hibahatások csökkenthetők. A statikus helymeghatározás a nagyszámú fölös mérés miatt pontosabb a kinematikuskál. A mérésszám növelése a véletlen hibák hatását csökkenti.

A helymeghatározást számos hibahatás terhelheti (a felsorolás távolról sem teljes):

- A pálya- és az óraadatok hibája szabályos hiba.
- Az ionoszféra sebességmódosító hatása szintén szabályos hibahatás, amely kétfrekvenciás (mind az $L1$, mind az $L2$ vivőjelet feldolgozni képes) vevő használatával kiküszöbölhető, egyfrekvenciás vevő használatakor a navigációs üzenetekben közölt ionoszféra-modell segítségével csökkenthető.
- A troposzféra sebességmódosító hatása a vevő feldolgozó szoftverébe „épített” troposzféramodell használatával csökkenthető.
- Szabályos hibát okoz a visszaverődések miatti ún. többutas terjedés (multipath) okozta interferencia és a vevőantenna fáziscentrumának külpontossága.
- Véletlen hibát okoz a fáziscentrum vándorlása, a légkör háttérzaja és a vevő saját belső zaja. A véletlen hibák hatását az ún. műhold-geometria erősíti, az erősítés mértékét jelző mérőszám „pontosság-hígulás” (Dilution of Precision, DOP) néven ismert, és a vevő valamint a helymeghatározásra kiszemelt műholdak kölcsönös helyzetétől függ.
- Durva hibát okoz fázisméréskor a műhold takarása miatt a mérésből kimaradt ciklusszám; a feldolgozó szoftver általában képes az ilyen ciklusugrás (cycle slip) „kezelésére”.

A helymeghatározás célja szerint navigációs és geodéziai vevőket különböztetünk meg. Navigáció csak valós idejű helymeghatározás mellett lehetséges, a geodéziai helymeghatározásra a relatív statikus elrendezés a jellemző. Az említett cél a vevők felépítésében is megmutatik: a navigációs vevők jellemzője a gyors számítógép, a geodéziai vevőké a nagy kapacitású adattároló.

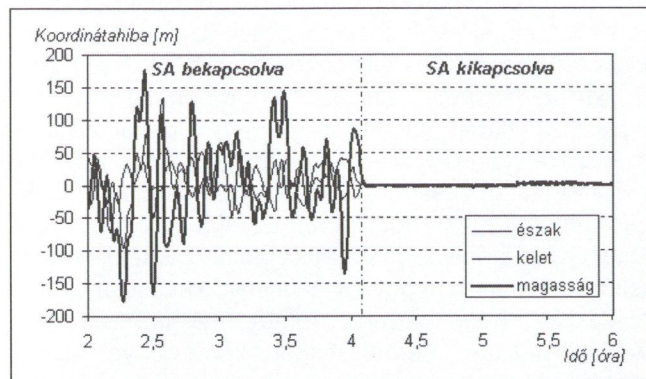
A rendszer üzemeltetése során derült ki, hogy még a nyílt C/A kód is veszélyesen pontos navigációt tesz lehetővé, ezért az üzemeltetők a pontosság mesterséges leontása mellett döntöttek. A korlátozott hozzáférés (Selective Availability, SA) néven elhíresült intézkedés a pontosság „degradálását” a fedélzeti atomóra frekvenciastabilitásának erőteljes (4-5 nagyságrendű) csökkentésével, nevezetesen a frekvencia mesterségesen előidézett ingadozásával (dithering) érte el. Az üzemeltető közlése szerint [3] a pontosság degradálása következményeként 95% valószínűségi szinten a vízszintes helymeghatározás hibája a 100 m-t, a magassági meghatározás hibája a 156 m-t nem haladja meg.

Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy a SA csak a valós idejű, abszolút helymeghatározás (és így a navigáció) pontosságát csökkenti. Mind az utófeldolgozás, mind a közel valós idejű relatív helymeghatározás (amelynek egyik módjáról, a differenciális helymeghatározásról a későbbiekben még szó lesz) eredménye mentes a korlátozott hozzáférés pontosságcsökkentő hatásától.

Az a korlátozott hozzáférést 1990 márciusában vezették be; érdekesség, hogy az Öböl-háború idején három hónapra felfüggesztették az alkalmazását.

Az üzemeltető több alkalommal is megerősítette, hogy az intézkedés átmeneti jellegű. Az Egyesült Államok elnöke 1996-ban úgy nyilatkozott, hogy a hozzáfé-

rés korlátozását 10 éven belül meg fogják szüntetni, majd 2000. május elsején bejelentette, hogy azonnali hatállyal felfüggesztik az SA alkalmazását [4]. Az intézkedés 2000. május 2-ikán 4:05 GMT időpontban lépett hatályba, és eredménye jól látható az 1. ábrán.



1. ábra A penci permanens állomás méréseiből számított abszolút pozíció hibája május 2-án hajnalban, a SA felfüggesztése idején

A döntés lehetséges okai:

- A gazdasági érdekek prioritása: feltételezések szerint az intézkedés a GPS-felhasználók számának az eddiginél is erőteljesebb növekedéséhez vezet elsősorban a navigációs alkalmazások területén.
- Térnyerés a konkurenciával szemben: a tervek szerint az EU 2008-ban helyezi üzembe Galileo elnevezésű műholdas helymeghatározó rendszerét, amely bizonyos többlétszolgáltatásokat ígér a működő GPS-rendszerhez képest.

A hozzáférés korlátozását együtt szokás említeni egy másik intézkedéssel, amely a GPS-jelek védelmét biztosítja dezinformációs célú felhasználás ellen. Az intézkedés az Anti-Spoofing (A-S) nevet viseli. Lényege, hogy a P kódot egy másik kód felhasználásával egy gyakorlatilag megfejtethetetlen (és így utánazhatatlan) Y kóddá alakítják át.

Az A-S végleges bevezetésére 1994 elején került sor; a jelvédelem az SA felfüggesztése után is érvényben maradt.

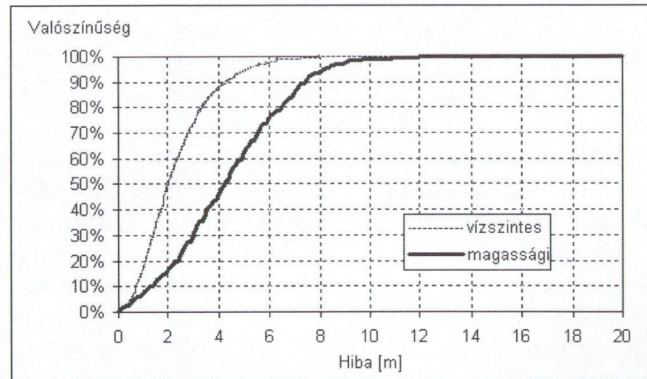
Megemlíthjük még, hogy „bekapcsolt” SA és A-S mellett egy hardvereszköz (Auxiliary Output Chip, AOC) lehetővé teszi a GPS-jelek teljes értékű felhasználását. Az áramkört – amelyhez csak a rendszer üzemeltetőjének engedélyével lehet hozzájutni – a vevő valamennyi csatornájába be kell építeni.

Említettük már, hogy az abszolút mérések pontossága „hivatalosan” 10 méter körüli, ugyanakkor a gyakorlati tapasztalatok sok esetben még ennél is kedvezőbbek. A pontosságot megvizsgáltuk mind statikus, mind pedig kinematikus alkalmazások esetében.

Statikus mérések pontosságának vizsgálata

A statikus mérések pontosságának vizsgálatára ismert ponton 24 órás méréseket végeztünk a vevő által számított koordináták rögzítésével. A „mért” koordinátákat az

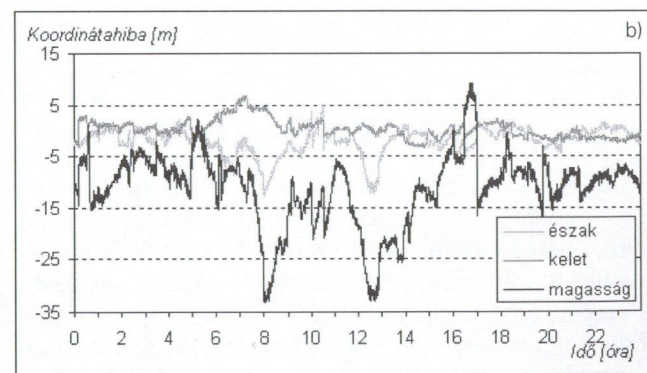
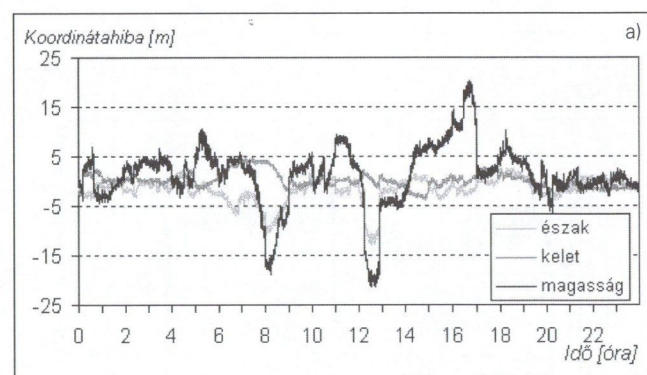
álláspont ismert és hibátlannak tekintett koordinátaival hasonlítottuk össze, az eltérések tehát valódi hibáknak tekinthetők. Az értékeléshez a vízszintes és a magassági hibák tapasztalati eloszlásfüggvényét (2. ábra) használtunk, a fontosabb eredmények az 1. táblázatban láthatók.



2. ábra Egy jellemző tapasztalati eloszlásfüggvény

Műszer	Vízszintes hiba [m]			Magassági hiba [m]		
	68,3% (1 σ)	95,4% (2 σ)	99,7% (3 σ)	68,3% (1 σ)	95,4% (2 σ)	99,7% (3 σ)
Trimble 4700	2,1	4,3	9,7	5,3	9,2	15,1
Trimble 4000 SSE	2,8	5,3	6,8	3,0	7,0	9,0
Trimble 4000 SST	3,8	6,7	9,3	6,0	11,0	16,0
Pathfinder CBS	2,7	4,4	7,7	3,1	7,4	10,0
Topcon Turbo-G1	2,6	4,7	8,4	10,9	15,1	20,0
Garmin eMap	2,7	5,2	7,8	4,2	7,2	10,8

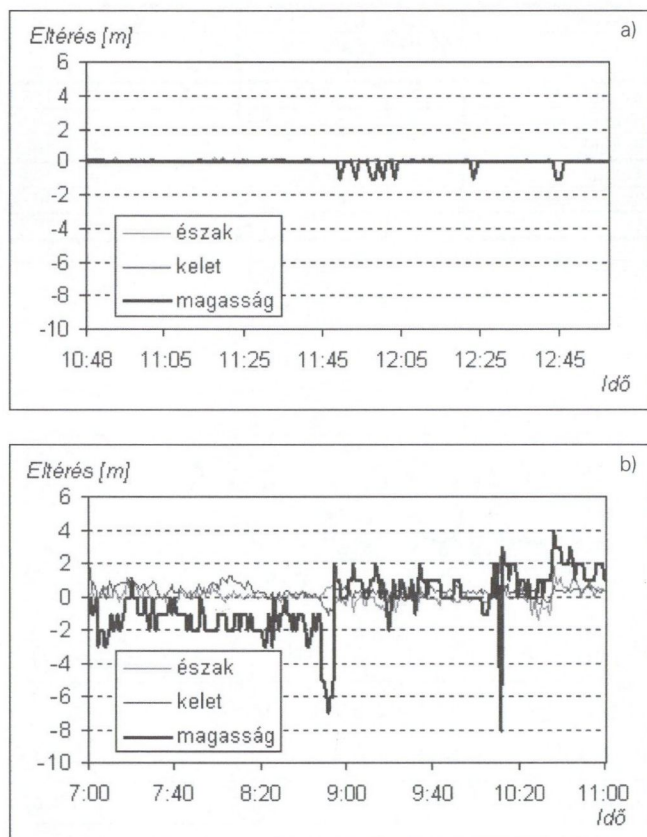
1. táblázat Különböző műszerekkel végzett abszolút mérések pontosságának vizsgálata



3. ábra Az abszolút helymeghatározás hibája a) a légkör modellezésével, b) a légkör modellezése nélkül

A táblázat első három sorában geodéziai vevők, a második három sorban ún. kézi navigációs vevők találhatók. Látható, hogy a 95 százalékos valószínűségi szinten a vízszintes helyzet hibája átlagosan 5 méter, a magasságé 9 méter. Figyelemre méltó, hogy a kézi és geodéziai vevők pontossága gyakorlatilag azonos. Az egyes vevők közötti különbségek elsősorban a magasságok meghatározási pontosságában mutatkoznak. Leginkább a Topcon Turbo-G1 vevő tér el a többitől. Egy későbbi vizsgálat során kiderült, hogy a Topcon Turbo-G1 vevő szoftverére nem veszi figyelembe a légkör jelkésleltető hatását, emiatt a magasságokat 5-10 m nagyságrendű, többé-kevésbé állandó szabályos hibahatás terheli (3. ábra).

Az egyes műszerek közötti különbségek bemutatására a következő kísérletet végeztük el. Először két azonos típusú vevőhöz (TRIMBLE SSE), majd két különböző vevőhöz (TRIMBLE SST, SSE) közös antennát csatlakoztattunk, és összehasonlítottuk a két műszer által számított koordinátákat, amelyeknek a közös antenna miatt egyformának kell lenniük.



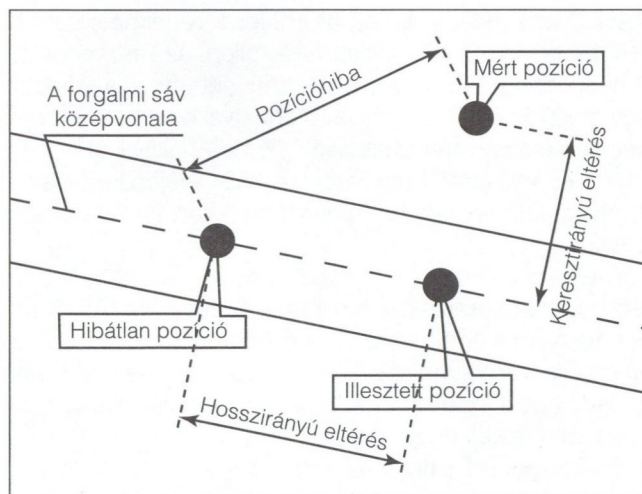
4. ábra Két vevő közös antennán: a) azonos típusú (TRIMBLE SSE) vevők, b) különböző típusú (TRIMBLE SSE és SST) vevők

Ha két vevőt közös antennához csatlakoztatunk, akkor mondhatjuk, hogy a két vevő ugyanazokat a jeleket veszi, ezért a két vevő által számított pozíciók eltéréseinek oka a számítási algoritmusban keresendő. A 4. ábra szerint azonos típusú vevők esetében eltérést gyakorlatilag nem kaptunk, míg különböző vevők esetében a magassági adatok több méteres eltéréseket mutatnak, míg a vízszintes koordináták eltérése egy méternél kisebb.

Kinematikus mérések pontosságának vizsgálata

A statikus mérések pontosságának vizsgálata viszonylag egyszerű: a méréseket ismert ponton végezzük, és a „mért” koordinátákat az ismert és hibátlanak tekintett koordinátákkal hasonlítjuk össze. Ugyanez kinematikus méréseknél sokkal bonyolultabb, hiszen egy mozgó jármű helyzetét „hibátlanul” meghatározni nem egyszerű feladat. Geodéziai GPS-vevőpárral kísérleti méréseket végeztünk egy mozgó gépjármű helyzetének meghatározására, ún. valódi kinematikus (true kinematic) észlelési módszerrel. Ezzel a módszerrel néhány cm-es pontosság érhető el, ha a műholdjelek vétele nem szakad meg, vagy ha a vevő kapcsolata a műholdakkal „menet közben” (on-the-fly) helyreállítható. (A kinematikus mérés átlagos körülményei között azonban a mérés gyakran megszakad, ehhez például elég egy felüljáró alatt átmenni.)

A pontosság vizsgálatának hatékony módszere, ha a mozgó vevő által meghatározott helyzetadatokat összehasonlítjuk az út ismert térbeli helyzetével. Ezt akkor tehetjük meg a legegyszerűbben, ha egy korábbi geodéziai munka során felmértük a burkolatszéleket, sávszéleket stb. Ebben az esetben kiszámíthatjuk a mért pont távolságát a mozgás elméleti pályájától (feltételezve, hogy a jármű a forgalmi sáv közepén halad), de természetesen ez az adat nem a mért pozíció hibája, hanem a keresztirányú eltérés, a navigációból jól ismert cross track error, hiszen nem tartalmazza a hiba mozgásirányú összetevőjének értékét (5. ábra).

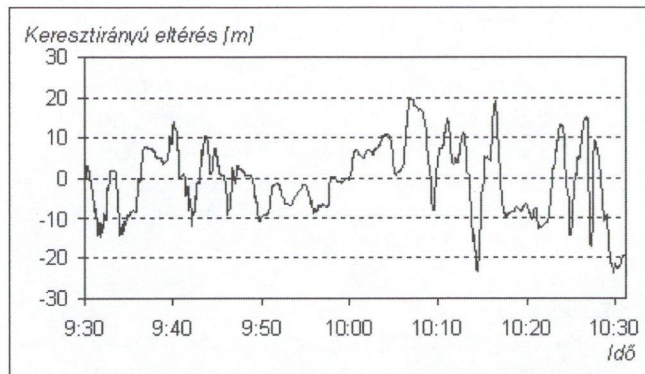


5. ábra Hossz-, és keresztirányú eltérés, illetve pozícióhiba

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a statikus mérések során meghatározott és nem átlagolt pontossági mérőszámok általában valamivel kedvezőbbek a kinematikus mérések pontossági mérőszámainál (6. ábra). Ennek magyarázata a következő lehet:

- Kinematikus mérések során a tereptárgyak elkerülhetetlen takarása miatt a pillanatnyi helymeghatározás műhold-konfigurációja gyakran változik.

- Feltehetően a vevő szoftverek – a korábbi helyzet-adatok alapján – előre jelzik a mozgáspályát, és az előrejelzett pozíciókat „frissítik” az aktuális mérések eredményeivel (Kalman-szűrés [5]). A vevők jellemzően 1-5 másodpercenként frissítik a helyzetadatokat, 80-100 km/óra haladási sebességnél az előrejelzett adatok előzetes középhibájának meghatározása már meglehetősen bizonytalan.

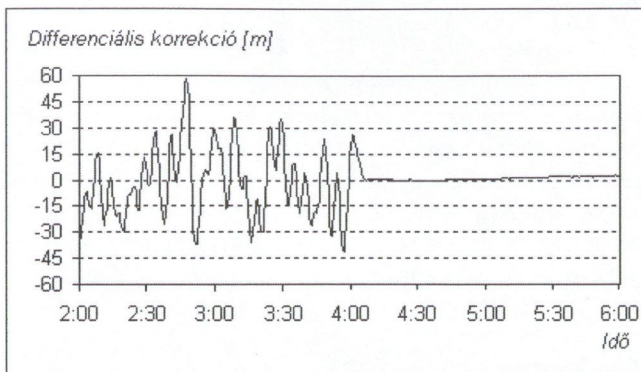


6. ábra Az M3 autópályán végzett kísérleti mérések során kapott keresztirányú eltérések

További fontos különbség a statikus és a kinematikus mérések között, hogy statikus esetben a koordináta hibák meglehetősen állandó értékek, kinematikus esetben ezek változása sokkal gyorsabb.

Differenciális GPS

A korlátozott hozzáférés hatása természetesen a SA működésének idején is kiküszöbölhető volt ún. differenciális korrekciók alkalmazásával. A módszer alap gondolata szerint, ha két műszerrel egyszerre mérjük ugyanazokat a műholdakat, akkor az eredmények különbségét a legtöbb szabályos hiba (köztük a SA hatása) sem terheli. Ez a gyakorlatban úgy valósítható meg, hogy az egyik (bázis)vevő ismert koordinátájú ponton észlel, így a műholdak ismert koordinátáiból a vevő-műhold távolságok kiszámíthatók, majd összehasonlítva azokat a mért vevő-műhold távolságokkal, megkapjuk az előbb említett differenciális korrekciókat. Ezekkel a korrekciókkal a mozgó vevő méréseit megjavítva méter pontosságu koordinátákat számíthatunk. A korrekciókat valamilyen kommunikációs csatornán el kell juttatni a bázisállomásról a mozgó vevőhöz. Az elérhető pontosság erősen függ a korrekciók ún. látenciájától. A látencia csak a valós idejű helymeghatározásra értelmezett fogalom, és a differenciális korrekciók „megszületésétől” a korrekciók felhasználásáig eltelt időt jelenti. Minél kisebb a korrekciók látenciája, annál pontosabb a helymeghatározás. A látencia (és általa a pontosság) ily módon közvetlen kapcsolatban áll a jelek átviteli sebességével is [2]. A jelenleg (2001. május) hazánkban is működő rendszerek közül ezek a korrekciók vagy RDS-szolgáltatásként, vagy megfelelő pályán a Földdel együtt keringő (geoszinkron) műholdak vételével érhetők el.



7. ábra A mért vevő-műhold távolságokat terhelő hibák vagy – elmentett előjellel – a differenciális korrekciók 2000. május 2-án hajnalban, Penc állomáson (9. számú műhold)

A SA működésének idején a differenciális korrekciók sugárzásának átviteli sebessége a korrekciók gyors változása (7. ábra) miatt a DGPS-technika kritikus pontja volt. Az 1. ábrán láttuk, hogy a SA felfüggesztésének legfontosabb következménye, hogy az abszolút helymeghatározás hibája 100 méterről néhány méterre csökkent. A DGPS-alkalmazások egy részére ezután már nincs szükség, hiszen az abszolút helymeghatározással is elérhető az 5-10 méteres pontosság. Ugyanakkor bizonyos alkalmazások (elsősorban a pontos és megbízható navigáció) esetén az abszolút helymeghatározás pontossága nem elegendő, ezért a differenciális korrekciók jelentősége továbbra is megmarad.

A SA felfüggesztésének másik igen fontos következménye, hogy a korrekciók változásának sebessége csekély, ezért a jelátviteli sebesség a továbbiakban már nem kritikus.

Összefoglalás

A statikus mérések tapasztalatai alapján a valós időben, egyetlen vevővel meghatározott vízszintes pozíciók hibája 95 százalékos valószínűségi szinten körülbelül 5 méterre tehető, ugyanez magassági értelemben mintegy 9 méter. A különböző geodéziai és a térinformatikai vagy kézi vevők között az abszolút helymeghatározás tekintetében gyakorlatilag nincs különbség. További tapasztalat, hogy bizonyos szabályos hibák hatását (ilyen a Topcon Turbo-G1 esetén a légkör jelkésleltető hatása) nem minden vevő esetében modellezzik.

A kinematikus mérések során azt tapasztaltuk, hogy a pontossági mérőszámok valamivel kedvezőtlenebbek, mint statikus esetben. A pontosságot az ún. keresztirányú eltérésekkel jellemeztük, ezek gyakran 10-15 méter körüli értékek. További különbség a statikus és a kinematikus mérések között, hogy statikus méréseknél a koordináta hibák értéke igen lassan változik, ugyanakkor kinematikus esetben a keresztirányú eltérések változása meglehetősen gyors is lehet. Ennek magyarázata valószínűleg a vevő szoftverében, illetve a helymeghatározáshoz fel-

használt műhold-geometria gyors (ugrásszerű) változásában keresendő.

A SA felfüggesztésének további fontos következménye, hogy az ún. differenciális korrekciók értéke meglehetősen stabil, vagyis a korrekciók sugárzásának átviteli sebessége ezután kevésbé kritikus. Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy a pontos (sub-méteres) és megbízható navigáció továbbra is igényli a differenciális korrekciók alkalmazását.

Kitekintés

1. Az elméleti szakemberek számára mindig is fontos kérdés volt, hogy a GPS-vevők által rögzített „nyers” mérési eredményekből hogyan számíthatók ki a koordináták, hogyan kell az egyes szabályos hibák (léggöri jelkésleltetés, a vevő és a műhold órahibája stb.) hatását modellezéssel csökkenteni. Minthogy a gyári feldolgozó szoftverekben alkalmazott megoldások többnyire nem publikusak, szükség lenne egy „nyílt” vevőszoftver kifejlesztésére.
2. A kinematikus mérések pontosságának további vizsgálatára érdemes lenne egy tesztpályát kiépíteni,

ahol a mozgó jármű helyzetét a GPS-től független mérésekkel lehetne és kellene ellenőrizni.

Irodalomjegyzék

2. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J.: Global Positioning System. Theory and Practice. Fourth, revised edition. Springer-Verlag, Wien, 1997.
2. Krauter A. (2001): Geodézia. Műegyetemi Kiadó, Budapest. Kézirat.
3. Langley, Richard B (1999): Dilution of Precision. GPS World, 1999.
4. Statement (2000) by the President regarding the United States' decision to stop degrading Global Positioning System accuracy, May, 1, 2000.
5. Takács B. (2000): Kalman-szűrő a korszerű műholdas helymeghatározásban. Magyar Távközlés, 2000

Takács Bence

1999-ben végzett a BME Építőmérnöki Karán, földmérő és térinformatikai mérnöki szakon. Azóta az Általános és Felsőgeodézia Tanszéken doktoranduszként a következő tématerületeken végzi kutatásait: GPS-mérések feldolgozása, Kalman-szűrés, mobil térképező rendszerek.

Hírek

A Cisco Systems a szélessávú szolgáltatásokat biztosító, dániai központú NetPointtal közösen kínál nagy sebességű internet-hozzáférési megoldásokat. A közös megoldás egyelőre Dánia, Svédország és Norvégia egyes hoteljeiben, konferenciaközpontjaiban és várótermeiben férhető hozzá. A NetPoint a fő hotelláncokkal – többek között a Radisson SAS-el, a Hiltonnal, az Accorral, a FIRST-tel és a Remmannel – együttműködve kínálja szolgáltatásait.



A Sun (tm) Grid Engine szoftver forráskódja szabadon elérhető a felhasználók és a fejlesztői közösség számára.

A Sun, a nyílt forráskódú fejlesztői közösség egyik tagja újabb félmillió kódsorral bővíti a nyílt forráskódú fejlesztés céljaira eddig felajánlott több mint 8 millió sornyi kódját. A Sun arra a felismerésre jutott, hogy nem szabad, hogy az operációs rendszer legfontosabb elemeit egyetlen cég uralja, és ígéretüket betartván valóban kiadják ezeket a nyílt forráskódként.

A Grid-technológia nem más, mint egy olyan elosztott erőforrás-felhasználási rendszer, amely egy hálózaton belül egy igen bonyolult számítási feladatot képes sok kis részre bontva a hálózatba kapcsolt kis kapacitású számítógépekkel elvégezni, tehát egyfajta horizontális méretnövelést tesz lehetővé, amelynek révén

- a) a mérnökök saját asztali gépükön kívül a hálózat szabad erőforrásait is hasznosíthatják;
- b) a mérnököknek elegendő a problémákra koncentrálniuk, nem kell törődniük a számítási feladatokkal;
- c) egyszerű a hozzáférés az erőforrásokban bővelkedő számítási környezetekhez, így kibővíthető a termékfejlesztés, a szimulációk és a tesztelés;
- d) lerövidíthető a piaci megjelenéshez szükséges idő;
- e) s végül alapjaiban változnak meg a műszaki számítástechnika gazdasági mutatói.

Multimédia-szolgáltatások geostacionárius műholdakon keresztül

FARKASVÖLGYI ANDREA

A teljesen műholdra alapozott, kétirányú interaktív rendszerek megjelenése küszöbön áll, jelenleg azonban az interaktivitás megvalósítására, visszirányként, általában telefonvonalat alkalmaznak, de a felhasználók szempontjából a vételi irány minden esetben a műholdas link. Gyorsasága és számos más fontos előnye mellett hátránya, hogy szükség van a más rendszerekben nem alkalmazott, többszintű címzési eljárásra.

Európában és ezzel együtt Magyarországon egyre nagyobb az érdeklődés az interaktív multimédia-szolgáltatások iránt.

A teljesen műholdra alapozott, kétirányú interaktív rendszerek megjelenése küszöbön áll. A szolgáltatások megindulásának feltétele, hogy a DVB-RCS (Digital Video Broadcast-Return Channel via Satellite) rendszer visszirányú összeköttetéseihez a szükséges frekvenciasávokat kijelöljék. Az interaktivitás megvalósítására, visszirányként, jelenleg általában telefonvonalat alkalmaznak. A DVB (Digital Video Broadcasting) MPEG-2 alapú műsorsugárzó rendszer, mely műholdas DVB-S (Satellite), földi DVB-T (terrestrial) és DVB-C (Cable) műsorszórásban is alkalmazható. A rendszer az átvitt csatornák (műsorok) kódolására is lehetőséget nyújt.

A műholdas multimédia-szolgáltatások három alapvető fajtáját különböztetjük meg:

- Package Delivery (fájltranszfer): A felhasználó által kért anyagok a tárolószerverről a felhasználó PC-jére töltődnek. A letöltés általában 2-6 Mbit/s, ez a nagy letöltési sávszélesség miatt lehetséges.
- Streaming: Audio-, videoanyag, hírek, napilapok folyamatos letöltése az előfizető számítógépére. Ezen szolgáltatás során a vevő gép általában nem jelzi a tárolószerver felé a csomagok megérkezését, és a letöltött tartalom a teljes anyag megérkezése előtt, letöltés közben megjeleníthető.
- Gyors internetszolgáltatás: Az internetes alkalmazásokhoz – amelyek közül a multimédia szempontjából kiemelkedik a World Wide Web – biztosít letöltési irányban nagy sávszélességet. A rendszer a műholdas műsorszórás és a földi internethálózat kombinációjából született [2].

Ezen multimédiás szolgáltatások során a felhasználó a tárolószerverrel és ez által az internethálózattal telefonvonalon tartja a kapcsolatot, míg a kért adatok minden esetben műholdon keresztül érkeznek a felhasználó gépére.

A műholdas internetelés magyarországi lehetőségei

Magyarország területéről számos műsorszóró műhold vehető, ezek közül itt csak a két nagy műhold-családdal foglalkozom, amelyek a legnagyobb kapacitással rendelkeznek az internetes és multimédiás szolgáltatáshoz: ezek az ASTRA és a HotBird. Mindkét műholdcsalád digitális televíziós platformon sugározza adásait.

- Az ASTRA cég által létrehozott digitális platform az AstraNet, mely Európában nagyon népszerű.
- Az EUTELSAT speciálisan digitális tartalmakat (többek között internetes tartalmat) sugárzó rendszere az EMP (Eutelsat Multimedia Platform).

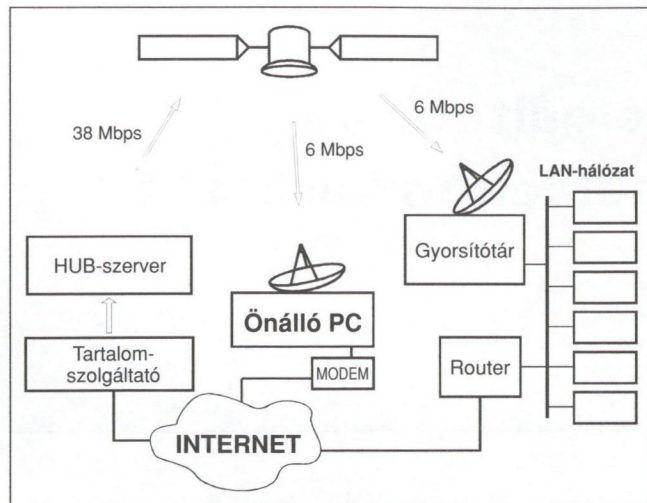
Az ASTRA-holdakon keresztül működik az EOL (Europa-OnLine) elnevezésű internetszolgáltatás is. Az EUTELSAT műholdcsaládnál a nemrég bevezetett OpenSky rendszerrel megvalósítható az internetelés.

Az ASTRA-holdakat üzemeltető SES (Société Européenne de Satellites) és az EUTELSAT szervezetek főbb tevékenységei:

- működtetik és ellenőrzik a műholdas rendszereket;
- elősegítik az műholdas internet-hozzáférést és a digitális platformok széleskörű szolgáltatásait;
- előfizetőket toboroznak;
- végfelhasználók számára hardvert, szoftvert biztosítanak. [1], [2]

Műholdas multimédia-szolgáltatások rendszere

A műholdakról sugárzott multimédia-szolgáltatásokat a kisfelhasználók mellett a nagyvállalatok is egyre inkább igénybe veszik. A felhasználók szempontjából a vételi



1. ábra Műholdas multimédia-szolgáltatások rendszere

irány minden esetben a műholdas link. A kommunikációhoz szükséges visszirány valamilyen földi hálózat, leggyakrabban telefonvonal. A visszirányú kapcsolat kifelhasználóknál rendszerint modem segítségével jön létre.

A digitális televíziós átviteltechnikára épülő multimédiás szolgáltatásnál a felhasználók számítógépeiben DVB/IP vevőkártyát kell elhelyezni, mely értelmezhetővé teszi a számítógép számára a műholdról érkezett adatcsomagokat, és generálni tudja a tárolószerverek felé a kéréseket. Nagyrendszereknél a vételi ponton rendszerint gyorsítótárakkal segítik elő az adatok fogadását. A jelfeladás sebessége műholdra kb. 40 Mbit/s. A DVB-S rendszerekben a feladásnál SCPC (Single Carrier Per Channel) eljárást és QPSK-modulációt alkalmaznak.

Az IP-adatcsomagokat speciális módon DVB/MPEG-2 frame-ekbe ágyazzák. Az MPEG (Moving Picture Expert Group) egy szabványcsoport, melyet digitális kép- és hanginformáció tömörítésére és átvitelére dolgoztak ki. Az MPEG-2 nagy tömörítést tesz lehetővé aránylag alacsony információvesztéssel. A digitális műholdas műsorszórásban az MPEG-2 tömörítési eljárás alkalmazását írja elő a DVB-S szabvány [4]. Ilyen tömörítési eljárás alkalmazásával stúdióminőségű kép és hang állítható elő, valamint lehetőséget ad különböző képformátumok átvitelére (4:3, 16:9). Megengedi a különböző adatsebességű adatfolyamok multiplexálását.

A sugárzott jel is megfelel a DVB-S szabványnak, melyben konvolúciós kódokat alkalmaznak 3/4-es kódolási viszonytal. Egy transzponder teljes kapacitása 38-40 Mbit/s, mely megfelel 4-6 MPEG-2 kódolású, szokásos minőségű televíziós műsor video- és audiojel-átvitelének. Az internettartalom átvitelére a rendszer a DVB által specifikált, a multiprotocol encapsulation-t alkalmazza, mely az adatátvitel speciális módja. Ez annyit jelent, hogy a TCP/IP protokoll datagrammait a DVB-hálózatnak megfelelő csomagokban viszik át. Hálózatba kapcsolt számítógépek a TCP/IP segítségével erőforrásait egymás között megoszthatják.

A TCP által feldolgozott datagrammokat kapja meg az IP (Internet Protokoll). Az IP egyetlen feladata, függetlenül a datagramm tartalmától, hogy megfelelő útvonalat keressen a csomag számára a célállomáshoz.

Az UDP-t (User Datagram Protocol) olyan alkalmazásnál használják, ahol nincs jelentősége a datagrammok sorrendjének.

Az adatfájlok letöltése

Az adatfájlok letöltése során a felhasználó egy kérést küld a tárolószerverhez, valamely földi telefonvonalon keresztül. A routerek úgy vannak konfigurálva, hogy a műholdas internet-előfizetők esetében az alkalmazott letöltési irány a válasz során a műholdas csatorna legyen. Egy internetes kapcsolatot a felhasználó vevő PC-je indítja az alkalmazási rétegnél (pl.: Browser-ből). A kérés egy IP-csomagba kerül, mely csomag fejléce tartalmazza a vevőkártya IP-címét (a 2. ábrán x.x.adr.sat) mint forráscímét, és célcímként a tartalomszerver IP-címét (x.x.adr.ser).

A felhasználó kérései mindig egy telefonmodemes kapcsolaton keresztül jutnak el a tárolószerverhez. Ezt a kapcsolatot a PPP (PPP: Point-to-Point Protocol) stack hozza létre, mely a telefonmodemes internetezést teszi lehetővé. A PPP stack becsomagolja az IP által létrehozott csomagot egy másik IP-csomagba, ám a csomag címezését megváltoztatja. A célállomás címét kímásolja az előző címből, de a forrás címét megváltoztatja a modem címére (x.x.adr.ter.).

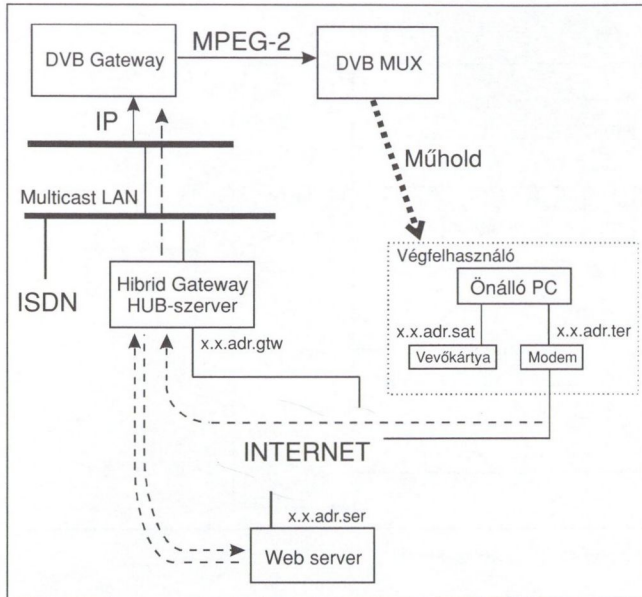
A végleges IP-cím így fest:

<földi IP fejléc><műholdas IP fejléc><üzenet>>

Letöltési útvonal

A tárolószerver levágja a csomag fejlécét, és egy inicializáló üzenetet küld a webszervernek a felhasználó által kért fájlok letöltésére. A webszerver veszi az üzenetet, a kért csomagot küldi a forráscímre, ami most a műholdas vevőkártya IP-címe, ám az útvonal mindig a tárolószerveren keresztül vezet. A visszirány első részén a felhasználó által kért csomag a tárolószerveren keresztül DVB-gatewaybe kerül. Itt a csomag IP-datagrammait DVB/MPEG packetekbe helyezik, majd műholdra sugározzák fel, innen jut el a felhasználóhoz.

A fájltranszfer során a fájlokat két lépésben töltik le. A felhasználó felcsatlakozik az internethálózatra, elküldi a kéréseit a tárolószervernek, ahol minden kifelhasználónak (a szolgáltatótól függő) pl. 700 MB-nyi tárhelye van. A kifelhasználó ezután kilép a rendszerből. A szerver összegyűjti a felhasználó kéréseit (letölti a tárhelyre). Az adatokat itt meghatározott ideig (az AstraNet esetében három napig) tárolják. A felhasználó valamivel később felcsatlakozik a hálózatra, és jelzi a szervernek, hogy kész a letöltésre. A szerver üzenetet küld vissza, melyben pontosan közli, mikor indul az adatok küldése. Az előre definiált időpontban nagy sebességgel (az AstraNet esetében 6Mbit/s-mal) letöltő-



2. ábra Adatcsomagok útja a műholdon sugárzott multimédiás rendszerben – a címzési mód feltüntetésével

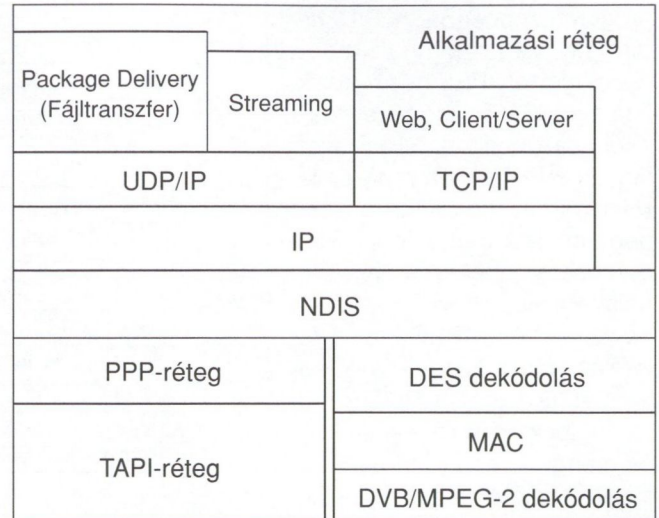
dik a felhasználó gépére az adatmennyiség. Abban az esetben, ha a lekért adatmennyiség egy része sérült, esetleg elveszett, a vevőnek lehetősége van újrakérni az elveszett csomagokat. Ezen szolgáltatás nagy előnye, hogy nagyméretű fájlok gyors és hatékony letöltését teszi lehetővé. A szolgáltatás IP-multicast címet használ és a csomagokat UDP-datagrammokban továbbítják.

A multimédiás szolgáltatások közkedvelt fajtája a streaming szolgáltatás. Visszirány nélkül is működhet, ekkor a csomagok megérkezését nem jelzi vissza a felhasználó. Jellemző példája ennek a felhasználó gépére meghatározott időnként (pl.: 3 percenként) leküldött friss híryanag küldése. De természetesen ide tartoznak az audio-, vagy videoanyagot szállító streamek.

Közkedvelt szolgáltatás a Gyors internet-hozzáférés (High Speed Internet), amelyen belül a multimédia szempontjából a webhálózaton a legjelentősebb az on-line szörfözés. Ekkor a mindenkori adatsebesség attól függ, hogy hányan használják a transzpondert egyszerre. Ha a bolyongás során csak weboldalt töltünk le, a műholdas link késleltetési ideje nem érzékelhető. Ha realtime módban kérünk MPEG-2-es (vagy más formátumú) videolejátszást valamely szerverről, akár a saját tárolószerverről, érezhetővé válhat a letöltési sebesség ingadozása. A kép gyakran „kifagyhat”, „kockásodhat”, majd hirtelen újra indul. Miután a vételi és adási hardver különböző (vevőkártya, modem), így a vételi és adási IP-cím is más. [3], [8]

A vevőkártya felépítése

Mindhárom szolgáltatás kezelésére alkalmas a DVB/IP vevőkártyája. A vevőkártya protokollstruktúrája a 3. ábrán látható.



3. ábra A PC-kártya protokollstruktúrája [8]

A felsőbb rétegek és a driverek (PC Card driver vagy modem) közötti kapcsolatot az NDIS (Network Driver Interface Specification) biztosítja. Látható, hogy mindhárom alkalmazás IP-alapú, ám amíg a fájltranszfer és a streaming szolgáltatás UDP-alapú, addig a web és a client/server szolgáltatás TCP-re épül.

A modemhez kapcsolódó a PPP-réteg lehetővé teszi, hogy egy számítógép internetes kapcsolatot létesítsen telefonvonalon keresztül. A TAPI (Telephony Application Programming Interface) jelenti a hardware szintet, és felhasználói jogokat biztosít. A vételi ponton a vevőkártyához tartozó fizikai réteg funkciói a következők: Az adatcsomag műholdról történő vétele és lekeverése, a vett jel DVB/MPEG-2-es dekódolása. Ezt követően az információ a MAC (Medium Access Control) közeg-hozzáférési réteg számára válik kezelhetővé. A DES (Data Encryption Standard [9]) dekódolás után a felsőbb rétegek számára kezelhető a vett adatcsomag.

Az IP-adatcsomagok DVB/MPEG beágyazása (Multiprotocol Encapsulation)

Az MPEG-2 kétféle bitfolyamot képes létrehozni. Az egyik az úgynevezett PS (Program Stream), mely közös időlappal dolgozik. Jellemzően olyan rendszerek-nél használják, ahol az átvitel során keletkezett hibák nem jelentősek. A másik a TS (Transport Stream), alkalmazási területe a műsorszórás, ahol jelentős problémát okoznak az átviteli hibák.

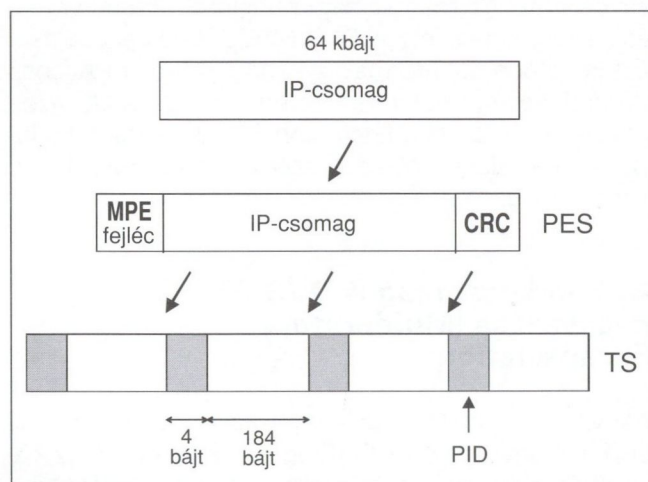
A DVB/MPEG-2 TS-bitfolyamot alkalmaz, mely alkalmazás során egy vagy több PES (Packetized Elementary Stream) csomagot kapcsol össze egy vagy több időlappal egyetlen önálló bitfolyammá. A TS-bitfolyam 188 bájt hosszúságú csomagokból áll. Minden csomag tartalmaz egy 4 bájtos fejrészt.

A TS-csomagok megkülönböztetésére szolgál a fejrészükből lévő, 13 bites PID (Program Identifier –

programazonosító). A PID határozza meg, hogy az adott csomag mely PES-hez tartozik. Ezért a PID segítségével tudja a vevő azonosítani a PES-eket. Figyeli a PID-et: ha megfelelő, továbbítja dekódolásra, ha nem, egyszerűen eldobja. Minden csatornának van előre definiált PID-je, melyet a vevőkártya ismer. Az MPEG-2 négyféle PID-et tud kezelni. VPID-video, APID-audio, PCRPID (Program Clock Reference) a kép- és hanginformáció szinkronizálására szolgál, valamint DATA-PID, melyet adatátvitel során alkalmaznak.

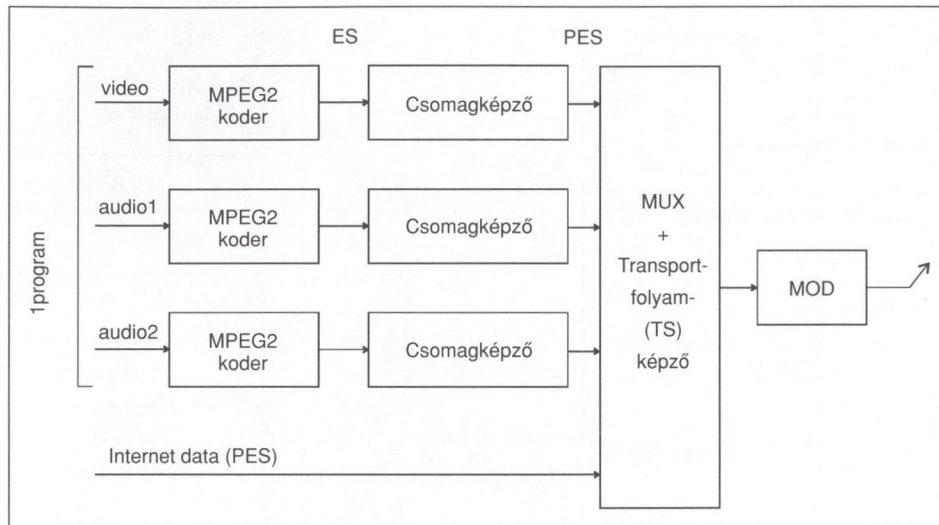
A DVB/MPEG-2-es rendszer számára kezelhetővé kell alakítanunk az internetprotokollok által létrehozott csomagokat. A megoldás, hogy az IP-adatcsomagokat felruházzuk olyan jellemzőkkel, melyek a DVB/MPEG-2 számára kezelhetők. Ezt a módszert beágyazásnak nevezik (vagy más néven: multiprotokol encapsulation). Az IP-adatcsomagok DVB/MPEG-2-be való beágyazását a 4. ábra mutatja.

Az IP-adatcsomagok maximális mérete 64 kbyte. Az IP-csomagból egy PES-t (Packetized Elementary Stream) generálnak. A PES maximális mérete 64 kbyte). Az IP-csomag MPE-fejléccet kap. Így az Ethernet-hálózatnak megfelelő csomag jön létre. A fejléc



4. ábra Az IP-datagramm beágyazása a DVB/MPEG-2-es keretbe [7]

tartalmazza a csomag hosszát, egy 6-byte-os MAC-címet, a flagmező, a csomag számát stb. A csomaghoz tartozó lábléc tartalmazza az adat védelmére szolgáló CRC-32-t. Az így létrehozott csomagok beíthatók a többi csatorna PES-csomagjai közé. A multiplexált bit-folyamot TS (Transport Stream) csomagokra tördelik. A TS-ek mérete 188 byte, ebből 4 byte fejléc és 184 byte adat. A video, audio- és adatbitfolyamok szintén PES-csomagokba, majd TS-ekbe kerülnek. A csomagképzés után az adatcsoma-



5. ábra DVB/MPEG-2 TS (Transport Stream) képzése [7]

got multiplexálják, modulálják, és így kerülnek ki-sugárzásra. [6], [7]

A beágyazáshoz szükséges rendszerelemek

A folyamathoz csak az analóg jelek (audio-, video-) digitalizálására (A/D átalakító l.: 5. ábra) és MPEG-2-es kódolására van szükség. Ha ilyen módon az ES (Elementary Stream) elemi bitfolyam előáll, egy PES-csomagképző darabolja a bitfolyamot. Ezután a PES-adatfolyamokból egy multiplexer segítségével a transzport-bitfolyamképző közös TS-bitfolyamot hoz létre.

A TS-folyam mindig CBR (kontans bitsebességű adatfolyam), míg a benne lévő programok lehetnek VBR-ek (változó bitsebességűek) is.

A TS-csomagok fejrészében található a PID (Program Identifier – programazonosító) 13 bitje. A PID által tudja a vevődekódoló meghatározni, hogy az aktuális TS melyik csatornához tartozik. Képes visszaállítani az eredeti (lehetőleg adatvesztés nélküli) PES (Packetized Elementary Stream) adatfolyamot, mely a megfelelő közeg (vevőkártya, MPEG demux.) számára már értelmezhető. [6], [7]

Összefoglalás

Jelenleg a műholdas multimédia-szolgáltatások kiemelkedően nagy érdeklődésre tartanak számot. A rendszer hátránya, hogy a vétel és az adás különböző hálózatokon keresztül valósul meg. Ebből következik a korábban tárgyalt, más rendszerekben nem alkalmazott, többszintű címzési eljárás. A rendszer bonyolultsága ellenére igen sok, közkedvelt, jó minőségű szolgáltatást nyújt. Remélhetően a közeljövőben fel-szabadul, a vissziránynak szánt Ka-sáv megoldja a problémákat. Hatalmas előnye a szolgáltatásnak, hogy a kiselhasználó gyorsan tud internetes elérés-

hez jutni, és ezzel együtt a teljes műholdas digitális műsorszórási technológia minden lehetőségét kihasználhatja.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Gschwindt Andrásnak, az Antenna Hungária Rt.-nek, valamint külön köszönet Sogrik Györgynek munkám során adott értékes tanácsaiért.

Irodalom

1. www.opensky.eutelsat.net/how-works/index.htm#
2. www.ses-astra.com/multimedia/services.htm

3. M. Grundström, H. Hakulinen, M. Kalervo: High Speed Internet Access Using DVB Channels, International Broadband Engineer (IBE), June/July/August 2000.
4. Stefler Sándor: A műholdas adatátvitel szabványai és alkalmazásai, Bp., 2001. május
5. www.erg.abdn.ac.uk/public_html/research/future-net/digital-video/dsm-cc.html
6. Horst D. Clausen, University of Salzburg: MPEG-2 as a Transport Network, 1998.
7. Dr. B. Collini-Nocker: Internet via Satellite, University of Salzburg, 1998.
8. Vu Tien Khang: IP multicast, ASTRA-NET Architecture, Developer Training Course, 1998.
9. Andrew S. Tanenbaum: Számítógép-hálózatok. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 2000

Hírek

A spanyolországi LMDS-hálózat kiépítése 2001 januárjában kezdődött, és azóta negyven próbaügyfelet kapcsoltak be. A Ericsson MINI-LINK™ BAS pont-multipont bázisállomások 155 Mbit/s kapacitásúak. Egy 5 km sugarú körben, különböző szektorokban bármely felhasználó előfizethet a 37 Mbit/s sebességig terjedő kapcsolatra. A MINI-LINK™ BAS (szélessávú elérési hálózat) olyan vezeték nélküli rendszer, amely egyesíti a rádiós technológiát az ATM- és IP-termékekkel.



IFIP (International Federation for Information Processing) konferencia Budapesten

2001. június 27. és 29. között Boda Miklós (Ericsson) és Henk Tamás (BME) elnöklétével Budapesten került megrendezésre az internet-távközlőhálózatokkal foglalkozó IX. nemzetközi konferencia. Az eseményen a világ 25 országából több mint 80-an vettek részt. A konferencia magas szakmai színvonalát a neves hazai és külföldi szakemberekből álló programbizottság garantálta. A szakmai program felügyeletét a BME docense, Molnár Sándor látta el. A konferencián elhangzott előadások a csomagkapcsolt hálózati forgalom mérés, a forgalommodellezés, a teljesítményvizsgálat, az ütemezés, a kapcsolástechnika, a megbízhatóság, az útvonalválasztás, illetve a hálózatmanagement témaköreit mutatták be. A szolgáltatásminőség (QoS) biztosítása – ami a különösen a limitált sávszélességű, vezeték nélküli hálózatokban fontos szempont – továbbra is az érdeklődés középpontjában állt. Magyarország képviseletében az Ericsson Magyarország, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, valamint a Szegedi Tudományegyetem és a GE Medicor Rt. szakemberei tartottak előadásokat. A konferenciát az IEEE Magyar szekciója és az Ericsson Magyarország szponzorálta.

ECHELON

az e-társadalom információpajzsa?

DÉNES TAMÁS

matematikus

„Úriember nem olvassa mások levelét.”

Henry L. Stimson

Henry L. Stimson az Amerikai Egyesült Államok külügyminisztere volt az 1920-as évek végén. Fenti, szállóigévé vált megjegyzése alapján 1929. október 31-én bezárta kapuit az USA rejtjelező szolgálata (a Black Chamber). A történelem azonban nem őt igazolta, így Stimson felfogása (mindannyiunk nagy sajnálatára) sem a múltban, sem a jelenben és nagy valószínűséggel a jövőben sem válik realitássá. Majd 1949-ben jelent meg Georg Arthur Orwell Ezerkilencszáznolcvannégy című regénye, melyben a 20. századot vetíti elénk:

„Az embernek annak tudatában kellett élnie, hogy lehallgattak minden hangot, amit kiadott, s a sötétséget leszámítva minden mozdulatát megfigyelték.” Orwell fantáziája nem lépett túl napjaink valóságán. Pontosan a 2000. év egyik világszenzációja volt, amikor nyilvánosságra került, hogy Földünket évtizedek óta olyan műholdak veszik körül, amelyek lehetővé teszik mindannyiunk lehallgatását. A műholdas lehallgatórendszer neve ECHELON (magyarul: harcvonal). Ennek a civil emberiség számára hatalmas, átláthatatlan és elképzelhetetlen rendszernek a történetéről, felépítéséről és főbb funkcióiról szól cikkünk.

A titkos UKUSA-megállapodás

Már a II. világháború középső szakaszának idején megszületett az Egyesült Királyság és az USA titkosszolgálati között a BRUSA COMINT (communications intelligence) egyezmény, melyet 1943. május 17-én ratifikáltak. Az Egyesült Királyság 1946–47-ben kibővítette a szövetséget Kanada, Ausztrália és Új-Zéland háború utáni hírszerző ügynökségeivel. Így jött létre az 1948-ban megkötött titkos UKUSA-megállapodás, illetve szövetség, amelynek tartalma és hatálya napjainkban is érvényes. Az UKUSA-szövetség fő koordinátora (összefogó szervezete) az USA Nemzetbiztonsági Szolgálata (NSA). A szövetség alapító szervezetei: az angol GCHQ (Government Communications Head Quarters), a kanadai CSE (Communications Security Establishment), az ausztrál DSD (Defense Security Directorate) és az új-zélandi GCSB (General Communications Security Bureau). A szerződés későbbi bővítése során kerültek az UKUSA-szövetségesek közé Németország, Japán, Norvégia, Dél-Korea és Törökország titkosszolgálatai.

A hidegháborús konfliktusok közepette sorra alakultak a katonai és hírszerző ügynökségek, amelyek alapfeladata az információszerzés volt a Kelet-Európa fölé húzott „vasfüggöny túloldaláról”. Néhány hírszerző szolgálat azonban a hidegháborús idők elmúltával kicsit „eltolta” tevékenységi fókuszát, nem veszítve el ezzel anyagi és emberi erőforrásait. A legnagyobb ilyen szervezet az NSA volt, amely a Szovjetunió és a kelet-európai szocializmus (amely eredetileg fő tevékenységi te-

rülete volt!) felbomlása dacára folyamatosan, sőt exponenciálisan növelte költségvetését, emberi és anyagi erőforrásait. Az NSA foglalkoztatja ma a világon a legtöbb matematikust, a legjobb rejtjelző és rejtjelfejtő szakembercsoportokat. Ezek feladata a hazai (USA) és idegen elektronikus kommunikációban megjelenő rejtjelek feltörése, továbbá az így megfejtett üzenetek több, mint 100 nyelven történő elemzése. Az NSA feladata ugyanakkor az is, hogy olyan rejtjelzést dolgozzon ki, amely biztonságosan védi az USA-kormány-szervek kommunikációját. Így érthető az NSA vezető szerepe az UKUSA-szövetségesek között.

Az UKUSA szövetséges szervezetei fejlesztették ki, és fokozatosan, a civil emberiség számára észrevétlenül hozták létre azt a hatalmas „figyelő”, lehallgató hálózatot, amely az egész Földet behálózza, sőt napjainkra már a kilyukadt ózonpajzs mellett, egy föld körüli „információs pajzsot” képez. A hidegháborúnak már régen vége, mégis egyre inkább fény derül arra, hogy még mindig létezik egy igazi, mindent behálózó, mégis láthatatlan „harcvonal”, az ECHELON lehallgatórendszer.

Az ECHELON-rendszer felépítése

Földi megfigyelő bázisok, hét tengeren működő kémhajók, tengeralttjárók és szigorúan titkos műholdak tucatjai „figyelik” 30 000 kilométerrel a fejünk felett az egész Föld, az egész emberiség globális kommuniká-

ciós hálózatának forgalmát. Az ECHELON-rendszer terve egyszerű és világos:

Lehallgatóállomások létesítése a Földön és a világűrben, amelyek lehallgatják az összes műholdas, mikrohullámú és mobilforgalmat, és továbbítják, mindezt a mérhetetlen mennyiségű információt az ECHELON számítógépes rendszerébe. Ez a rendszer a legkorszerűbb hang- és optikai karakterfelismerő (OCR) programokat tartalmazza, valamint olyan kódszavas, továbbá kifejezésszótáron alapuló (ennek neve ECHELON Dictionary) szövegfelismerő rendszert, amely kiválogatja a kívánt üzeneteket, és kódolt jelzés kíséretében rögzíti azokat további elemzés céljára. A lehallgatóállomásokon működő intelligens analízátorok a rögzített beszélgetést vagy dokumentumot összevetik a kulcsszó vagy kifejezéslistával, és ez alapján továbbítják (vagy nem) a megfelelő hírszerzőközpontba, ahol eldöntik, hogy szükséges-e a további lehallgatás. Mindez az UKUSA-szövetségesek, elsősorban az NSA fennhatósága alatt működik!

A tényadatok természetesen csak az elmúlt 20-25 évben a nyilvánosság és főleg a sajtó nyomására napvilágra került dokumentumokból származnak, hiszen maga az ECHELON-rendszer ma is a legnagyobb titokban, a titkosszolgálatok felügyelete alatt működik.

Az ECHELON-hálózat gerincét képező lehallgatóállomásokat az Intelsat és Inmarsat műholdakról irányítják, amelyek az országok és koninensek közötti óriási mennyiségű telefon-, fax- stb. forgalmat képesek kezelni. Eredetileg mindössze két földi állomás vette az

Intelsat-jeleket: a Morwenstow Angliában és a Yakima Washington államban. Napjainkban a lehallgatási kapacitás a területi és erőforrás-felosztás következtében a sokszorosára növekedett.

- A Morwenstow állomás közvetlenül szegezi „füleit” (az Intelsat segítségével) az Atlanti- és Indiai-óceánra, Európára, Afrikára és Ázsia nyugati részére.
- A Yakima állomás célterülete a Csendes-óceán északi féltekére eső része, különös tekintettel a Távol-Keletre.
- Az NSA egy másik részlege, a Sugar Grove (Nyugat-Virginia) lefedi a teljes észak- és dél-amerikai forgalmat.
- Az ausztráliai DSD-állomás Geraldtonban és az új-zélandi Waihopai GCSB-állomások célterülete Ázsia és Óceánia déli része.
- Egy újabb állomás Ascension szigetén (az Atlanti-óceánon Brazília és Angola között félúton) lefedi a déli félgömb kommunikációját.
- A nem Intelsat-műholdakhoz tartozó földi állomások: Menwith Hill (Anglia), Shoal Bay (Ausztrália), Leitrim (Kanada), Bad Aibling (Németország), Misawa (Japán). Az ezekhez tartozó műholdak főleg az orosz és a regionális kommunikációt figyelik.

Különös jelentősége van a számtalan rádiófrekvenciás lehallgatóállomásnak, mivel napjaink katonai és civil kommunikációjának jelentős része rádiófrekvencián történik. Az ECHELON-hálózat fontosabb rádiófrekvenciás lehallgatóállomásai:

Műhold	száma	Pálya	Gyártó	Funkció
Advanced KH-11	3	320 km	Lockheed Martin	13 centiméteres felbontású fotózás
LaCrosse Radar Imaging	2	320-640 km	Lockheed Martin	2,8-9,1 méteres felbontású fotózás
Orion/Vortex	3	35 000 km	TRW	telecom-lehallgatás
Trumpet	2	320-35 000 km	Boeing	mobiltelefon-lehallgatás
Parsae	3	960 km	TRW	óceánlehallgatás
Műholdas adatgyűjtő	2	320-35 000 km	Hughes	adatközlítés
Védelemtámogató program	4	35 000 km	TRW/Aerojet	rakétajelzés
Meteorológiai védelemtámogató progr.	2	800 km	Lockheed Martin	meteorológiai és nukleáris robbanás érzékelése

1. táblázat

Tangimoana (Új-Zéland), Bamaga (Ausztrália) és a közös NSA-GCHQ állomás az Indiai-óceán közepén levő Diego Garcia szigetén.

A napjainkban is üzemelő USA-kémműholdak funkcióját és főbb paramétereit mutatja az 1. táblázat.

Menwith Hill

Menwith Hill az angliai észak Yorkshire-ban, Harrogate közelében található. Ma ez a Föld legnagyobb kémházi- sa – közel 25 műholdvevő állomással, 1400 amerikai és 350 angol munkatárssal.

Az első műholdvevő állomást 1974-ben telepítették Menwith Hillre, alapvetően hírszerzési célokra. Később nyolc óriási antennacsoportot építettek, amelyekhez nyolc műholdas kommunikációfigyelő rendszer tartozott: STEEPLEBUSH I-II, RUNWAY, PUSHER, MOON-PENNY, KNOBSTICKS I-II, GT-6, SILKWORTH.

Később további rendszerek kerültek telepítésre (TROUTMAN, ULTRAPURE, TOTALISER, SILVERWEED, RUCKUS stb.), amelyek révén Menwith Hill már rendelkezett a teljes műholdas megfigyelőrendszerrel. Így képes közvetlenül a saját műholdjaira támaszkodva a földfelszíni és szatellit kommunikáció minden percét lehallgatni.

Az NSA és az UKUSA-szövetségesek tehát sikeresen megvalósították azt az „információs pajzsot” Földünk körül, amelyen pillanatnyilag (az ózonpajzzsal ellentétben) egyetlen pici lyukat sem lehet találni.

ECHELON Dictionaries

Az ECHELON-rendszer óriási erőforrásait arra használják fel, hogy megfejtsék, megszüri, felülvizsgálják és kategorizálják az üzeneteket, majd ezen előfeldolgozások után a megjelölt üzeneteket továbbítják a megfelelő UKUSA-ügynökségeknek további elemzés céljából. Az előfeldolgozott üzenetek tömege elektronikus úton kerül az óriási számítógépes rendszerbe (mint például a Menwith Hill-i SILKWORTH), ahol a legmodernebb hang- és optikai karakterfelismerők, valamint tartalomelemző rendszerek „veszik kezelésbe” a rendezetlen információhalmazt. Ezek a programok és számítógéprendszerek sok szempontból már a jövőbe vezetnek. A SILKWORTH szuperszámítógép-rendszer részeként működik például a MAGISTRAND alrendszer, amely vezérli a kulcsszókereső programokat, vagy a PATHFINDER, amely tartalom-elemzéssel válogatja szét az üzeneteket, és rendezi egy óriási szöveges adatbázisba, amelyből már a dokumentumok (üzenetek) kulcsszavak alapján könnyen hozzáférhetők. Szinte sci-fibe illő alrendszer a VOICECAST, amely hangfelismerő programok segítségével konvertálja a beszéltetéseket szöveges üzenetekké, és képes egyéni hangminták alapján a beszélőt azonosítani és az üzeneteket tárolni jövőbeli elemzés céljára.

Az ECHELON-rendszer napi 24 órában üzemel, a hét minden napján, óránként millió és millió üzenetet feldolgozva. Fontos azonban, hogy az elképzelhetetlen

mennyiségű információnak csak kis töredéke kerül tárolásra az elemzések után. Ez az óriási informatikai erő, melyet az ECHELON-rendszer képez, kiszűri azokat az üzeneteket, információkat a jeladatból, amelyek fontosak a hírszerző ügynökségek és megbízók számára. Hogy mi a fontos, az az éppen aktuális kulcsszólístól függ, amely minden lehallgatóállomás rendszerében megtalálható (ez az úgynevezett „szótár”). A szótár karbantartásával, aktualizálásával külön munkatársak foglalkoznak.

Minden üzenethez (szó, kifejezés, szövegrész), amely a szótárba kerül, egy 4 számjegyű azonosítót rendelnek, amivel azonosítható az üzenet forrása és tárgya (például: 5535= japán diplomácia, 8182= adatok a rejtjelző technikáról).

Minden tárolt adathoz hozzárendelik a dátumot, időt és az állomás kódját, valamint egy kódnevet, amely az ügynökséget azonosítja: ALPHA-ALPHA (GCHQ), ECHO-ECHO (DSD), INDIA-INDIA (GCSB), UNIFORM-UNIFORM (CSE), OSCAR-OSCAR (NSA).

Az így feldolgozott üzeneteket továbbítják az UKUSA információs idegközpontjába a PLATFORM számítógépes rendszerbe.

Minden nap áttekintések készülnek a napi tevékenységről különböző formákban:

- Jelentés, amely közvetlen, teljes fordítása a lehallgatott üzenetnek.
- Tömörített, amely az üzenetben található alapvető információkat emeli ki, és sorolja megadott kategóriákba. Ilyen kategóriaazonosítók például: MORAY (titkos), SPOKE (titkosabb, mint a MORAY), UMBRA (szigorúan titkos), GAMMA (orosz lehallgatás), DRUID (információtovábbítás nem UKUSA-partnerekhez).
- Összefoglaló, amely az előző két forma keveréke.

Az ECHELON felhasználása

Az eddigiekből is kiderült, hogy ma már az UKUSA-szövetség éltető, összetartó eleme az ECHELON-rendszer. Igaz ugyan, hogy az elmúlt negyven év alatt a hidegháborús idők eredeti rendeltetéséhez képest, az ECHELON alkalmazása többszöri csavart szenvedett. Így napjainkban már a terrorizmus és államellenes tevékenység elleni védelem, mint deklarált cél mellett, egészen új, a civil társadalmat és a politikát érintő felhasználás felé is eltért.

Az EU-állampolgárok széleskörű lehallgatása az ECHELON-rendszer segítségével már 1981 óta ismert volt bizonyos európai újságírók előtt. Az első komoly tanulmány azonban csak 1998 januárjában került nyilvánosságra, amelyet az Európa Parlament megbízásából független szakértők készítettek az USA kémhálózatának rutin telefon-, fax-, e-mail-lehallgatási tevékenységéről, melyet Földünk összes állampolgárára (beleértve az EU-t és Japánt is) alkalmaz. A tanulmány címe: A politikai kontroll technológiájának értékelése [7]. A tanulmány rámutatott az ECHELON-rendszer hasz-

nálátának sok kényes pontjára, amelyek az USA és az EU kapcsolatát és főleg állampolgáraikat igen érzékenyen érintik.

Az egyik legnagyobb vihart kavart esemény az 1990-es évek elején került napvilágra, amikor néhány GCHQ-hivatalnok kapcsolatba került a szabadságjogokért küzdő csoportokkal, és 1992-ben nyilatkozatot adtak a London Observernek, miszerint az ECHELON Dictionary-ben szerepelnek a következő kifejezések: Amnesty International, Greenpeace, Christian ministries.

A hírszerző ügynökségek és így az UKUSA-szövetség civil irányban eltorzult tevékenységének igazolására különös „megoldást” találtak, amelynek lényege, hogy újradefiniálták a nemzetbiztonság fogalmát, amelybe már beletartoztak a gazdasági, kereskedelmi és részvénytársaságok is. Sokszor a gazdasági kémkedés haszonélvezői azok a társaságok (cégek), amelyek segítették az ECHELON-rendszer fejlesztését, a hálózat megerősítését. Így kerülhetnek különös „készpénzes” kapcsolatba a hírszerzésen keresztül a hatalom mögött álló politikai pártok és a kormányhoz közel álló üzleti vállalkozások.

Az ECHELON-rendszer felhasználásának igazi problémája tehát kettős:

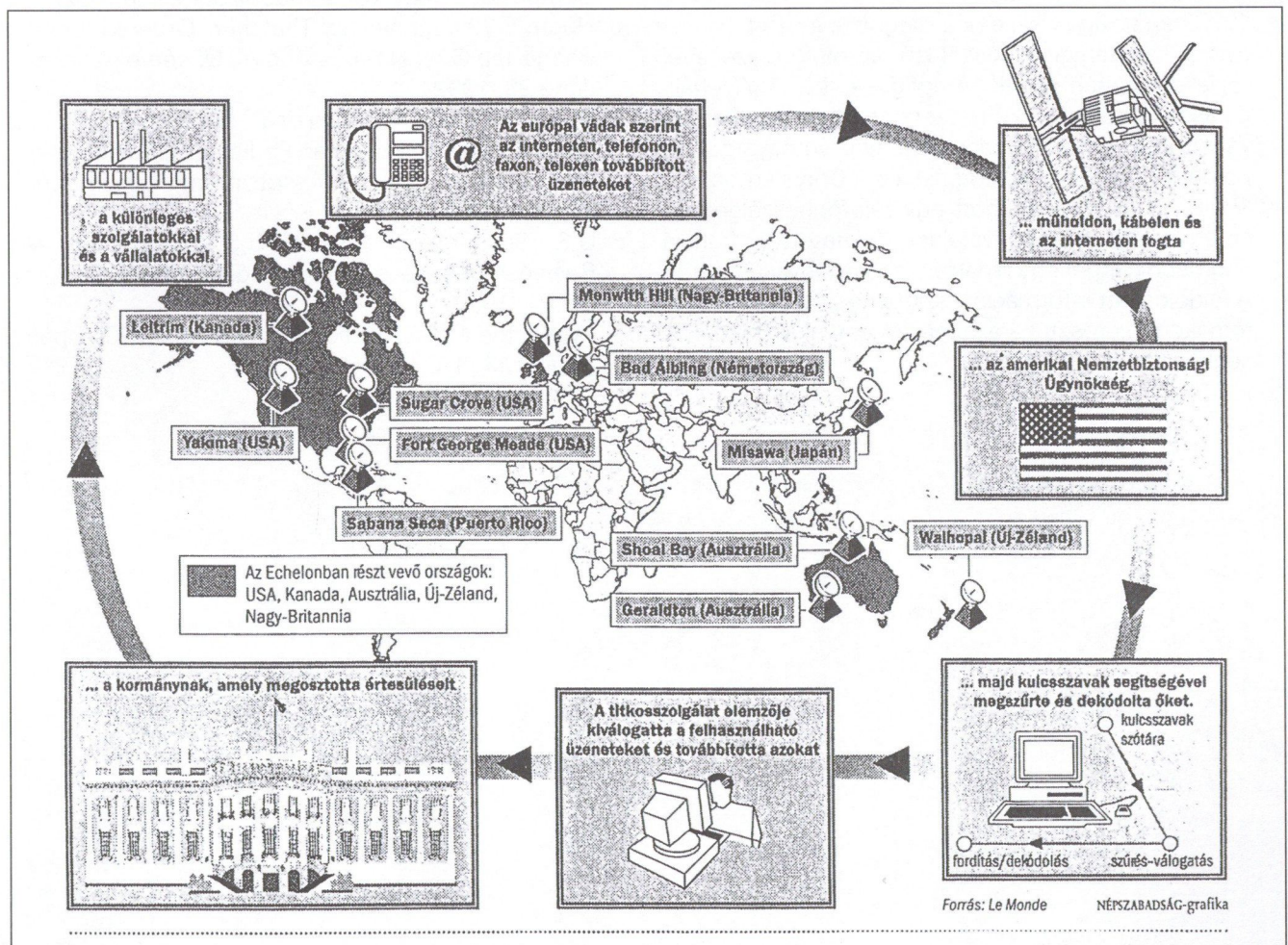
- egyfelől az ECHELON-rendszer eredeti katonai, nemzetbiztonsági rendeltetésének teljes kiszélesítése, az üzleti, sőt a civil szférára,

- másrésről ennek a globalizációs mértékkel mérve is elképzelhetetlenül nagy eszköz, és emberi kapacitásnak birtoklása néhány kiválasztott (UKUSA-szövetségesek) által, amely óriási információvagyon felhasználásáról végső fokon egyetlen „csúcsszerv”, az NSA szempontjai döntenek. Nem csoda tehát, hogy ekkora hatalom birtokában nem sikerül ellenállni a kísértésnek, hogy az információkat politikai és üzleti célokra is felhasználják azok, akiknek azt rendelkezésére bocsátják.

Végül néhány megtörtént esetet mutatunk be illusztrációként és gondolatébresztőként, a számtalan ismert eset közül.

- Mike Frost (korábban kanadai kém) beszámol arról, hogy a volt brit miniszterelnök asszony, Margaret Thatcher 1983 februárjában utasítást adott két miniszterének folyamatos lehallgatására, mivel megígírt megbízhatóságukba vetett bizalma. A megfigyelés az angol (GCHQ) és kanadai (CSE) lehallgatórendszer felhasználásával három hétig tartott, majd jelentés készült. Maga Mike Frost és szerzőtársa, Michel Graton 1995-ben megjelent cikkükben [3] így írnak erről:

„A Thatcher-epizód megmutatja, hogy a GCHQ, akárcsak az NSA, utat talált magának a törvények fölött, és nem tétováznak ezt felhasználni speciá-



Az ECHELON információs pajzsa

lis politikai helyzetekben, ha érdekeik úgy kívánják.”

Az „információs pajzs” által keltett bizonytalanság nem kíméli a magánembereket sem:

„Mrs Smith telefonon elmesélte barátnőjének, hogy kislánya bombát készített játszótársaival a játszótéren. Mrs Smith sosem gondolta volna, hogy a gyermekjáték nem telefontéma. A brit elhárítás számítógépe (összekötve egy telefonvonalakat ellenőrző műholddal) az ECHELON Dictionary alapján felfigyelt a bomba szóra. Beindult az automatikus gépezet, és a beszélgetést rögzítette, majd szöveges formára konvertálta és megjelenítette a GCHQ elemzőtisztjének képernyőjén. A tiszt, mivel nem volt biztos abban, hogy a hölgyek nem terrorcselekményt készítenek-e elő virágnyelven beszélgetve, felvette Mrs Smith nevét és telefonszámát a hírszerzés adatbázisába. Az asszony neve mellé ez a megjelölés került: lehetséges terrorista.”

Az ECHELON felhasználása „idegen cégek” titkainak kifürkészésére régen ismert volt, ám az 1990-es években ezt „művészi” fokra emelték (lásd pl. [5], [8]):

- 1990-ben az NSA elfogott egy üzenetet, amely a NEC Corp. 200 millió dolláros, műholdgyártásra vonatkozó, küszöbön álló szerződéséről szólt. Miután ez megfelelő kormányzati csatornák útján az amerikai gyártók tudomására jutott, a NEC és AT&T közötti szerződés meghiúsult.
- 1993-ban az amerikai elnök megbízta a CIA-t, az alacsony károsanyag-kibocsátású autók tervezésével foglalkozó japán cégek „megfigyelésével”. A lehallgatások eredményeként szerzett információkat továbbították a három nagy amerikai autógyárnak, a Fordnak, a General Motorsnak és a Chryslernek.
- 1994-ben az NSA elfogott egy telefonbeszélgetést, amelyet egy brazil hivatalnok folytatott a francia Thomson céggel egy radarrendszer megvásárlásáról. A feldolgozott információ – szintén a „megfelelő csatornákon” keresztül – azonnal az amerikai Raytheon céghez került.

Mindezek alapján felmerülhet mindenkiben néhány kérdés:

- Valóban teljesen kiszolgáltatottak vagyunk az ECHELON mindent behálózó „információs pajzsának”?
- Az „információs pajzs” megóvja vagy kiszolgáltatja a civil társadalmat?
- Az e-társadalom szükséges velejárója az ECHELON?
- Védekezhetünk-e, és ha igen, akkor hogyan, a totális információs kiszolgáltatottság ellen?
- Kell-e az átlagembernek is védekezni a lehallgatás ellen?

Irodalom

1. Desmond Ball, Jeffrey Richelson: The Ties That Bind: Intelligence Cooperation Between the UKUSA Countries, Allen&Unwin, Boston, 1985.
2. James Bamford: The Puzzle Palace: Inside the NSA, America's Most Secret Intelligence Organization, Penguin Books, New York, 1983.
3. Mike Frost, Michel Graton: Spyworld: How C.S.E. Spies on Canadians and the World, McClelland-Bantam, Toronto, 1995.
4. Morton Halperin, Jerry Berman, et. al.: The Lawless State Penguin Books, New York, 1976.
5. John Merrit: GCHQ Spies on Charities and Companies, Observer (London), June 18. 1992.
6. Hugh O'Shaughnessy: Thatcher Ordered Lornho Phone-Tap Over Harrods Affairs, Observer (London), June 28. 1992.
7. Steve Wright: An Appraisal of Technologies of Political Control, European Parliament: Scientific and Technologies Options Assessment, Luxembourg, January 1998.
8. U.S. Spy Agency Helped U.S. Companies Win Business Overseas, Nikkei English News, September 21. 1998.
9. Meet the Press, National Broadcasting Company, August 17. 1975.

Mobil ágensek alkalmazása a hálózatmenedzselési célokra

KONTRA GERGELY, SUGÁR RÓBERT, SZABÓ SZILÁRD, TUBÁK PÉTER, DR. IMRE SÁNDOR

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Híradástechnikai Tanszék,
Mobiltávközlési Laboratórium*

A mobil ágensek alkalmazása az informatika és a távközlés nehezen kezelhető területein sikerrel kecsegtet. A megszokott módszerek nem tudják ellátni a forgalomirányítás feladatát. Ennek oka, hogy napjainkban a hálózati forgalom figyelése, kiértékelése érdekében az irányításban részt vevő központok egymás között hatalmas adathalmazokat visznek át. Ez gyakran vezet „forgalmi dugókhoz”. Szükség van tehát olyan intelligens, elosztott adatszűrési módszerre, amely lecsökkenti a hálózat irányításához szükséges adatforgalmat.

Bevezetés

A mobil ágensek alkalmazása az informatika és a távközlés egyes nehezen kezelhető területein látványos sikerrel kecsegtet. Ilyen területek pl. a nagyméretű hálózatok menedzselése, az előfizetők számára költség-hatékony szolgáltatóválasztás stb. Cikkünkben ezek közül a hálózatmonitorozás problémakörével foglalkozunk.

A hálózati világ fejlődésével a gazdaságos forgalomirányítás problémái egyre inkább előtérbe kerülnek. A korábban megszokott módszerek a megváltozott körülmények mellett rugalmatlannak tűnnek, nem tudják kielégítően ellátni a forgalomirányítás feladatát.

Ennek oka főleg abban keresendő, hogy napjainkban a hálózati forgalom figyelése, kiértékelése és az ez alapján történő döntéseket meglehetősen központosított módon hozzák, ezért az irányításban részt vevő központok egymás között hatalmas adathalmazokat visznek át (SNMP-protokoll – Simple Network Management Protocol) az amúgy is leterhelt hálózaton. Ez a helyzet gyakran vezet „forgalmi dugókhoz”, információvesztéshez vagy akár a hálózat egyes részeinek kieséséhez. Bár születnek javaslatok és részmegoldások a feladatok elosztására, a kérdés egyelőre még megoldatlan: a hatalmas mennyiségű adat – az SNMP-táblák vagy azok részleteinek forgalma – nagyon leterheli a hálózatot.

További hátrányt jelent ezen megoldások adaptivitásának hiánya, így nehezen vagy egyáltalán nem alkalmazkodnak a megváltozott körülményekhez. Ugyanezen ok miatt nehézkes új elemeket kapcsolni a hálózatba (skálázhatósági problémák), a csomópontokat újakonfigurálni, valamint megoldatlan a szoftverfrissítés kérdése is. Hiba esetén ez a merev struktúra egyáltalán nem, vagy csak nagyon lassan alkalmazkodik a meghibásodott rendszerhez.

A gondokat tetézi, hogy az SNMP-adatok forgalma UDP-protokoll (User Datagram Protocol) felett zajlik, vagyis nincs garantálva, hogy a fogadó megkapja az üzeneteket. Ez érthető módon a rendszer megbízhatóságát erősen lecsökkenti. Egy ilyen rendszer hibatűrési szempontból sem tekinthető megfelelőnek.

Az előbb felsorolt nehézségek áthidalására az egyes gyártók termékspecifikus részeket helyeztek el az SNMP-protokoll által használt MIB-ben (Management Information Bases), emiatt kompatibilitási problémákkal is számolnunk kell. Továbbra is polling (körkérdező) technikát alkalmaznak. A központ egy-egy ilyen kérdésre mindenki válaszol, ami hatalmas mennyiségű – nagyrészt felesleges – adat továbbítását jelenti.

A jelenleg elterjedt megoldás lokális ágenseket használ a feladatra, melyek sajnos nem szűrik elég hatékonyan az SNMP-táblákat, nem csökkentik megfelelően a hálózati forgalmat. Ezek az ágensek nem tévesztendők össze a mobil ágensekkel, az itt említett ágensek feladata kizárólag az SNMP-lekérdezések végrehajtása, semminemű egyéb „intelligenciával” nem rendelkeznek!

A nem mobilágensalapú megoldások közül elsőként az IETF által javasolt RMON (Remote MONitoring) próbált megoldást kínálni a felvázolt problémákra. A módszer előremutató újdonsága a csomópontokban történő elosztott adatgyűjtés, mely adatokból a minden csomópontban megtalálható „monitoralkalmazás” lokálisan készít egy forgalmi aktivitást tükröző statisztikát [2].

Újabb keletű törekvés az MbD (Management by Delegation) elv kidolgozása. Ez a megoldás már egyértelműen a menedzsmentlogika elosztott alkalmazása felé mutat. Az eredeti elképzelés szerint a menedzsmentalgoritmusokat a csomóponti „ágensek” letöltötték, lefordították, majd ott helyben futtatták volna, ám a Java nyelv megjelenésével kínálkozó új lehetőségek feleslegessé tették ezt a bonyolult eljárást [3].

Szükség van tehát egy olyan intelligens, elosztott adatszűrési módszerre, amely a lehető legnagyobb mértékben lecsökkenti a hálózat irányításához szükséges adatforgalmat. A szűrés lehetőleg történjen lokálisan – a csomópontokban –, és ne igényeljen nagy átalakítást a már meglévő struktúrában. Mobil ágensek segítségével sokan ígéretes eredménnyel kecsegtető kísérleteket folytatnak, melyek megoldást jelenthetnek a fent vázolt problémákra.

A mobilügynök-technológia áttekintése

Mielőtt a mobil ügynökök hálózatmonitorozás terén való alkalmazásáról szólnánk röviden áttekintjük az ügynöktechnológia alapjait.

„A mobil ügynök (mobil agent, mobil ágens) egy szoftverobjektum:

- futtatói környezetben helyezkedik el;
- a következő tulajdonságokkal rendelkezik:
 - reaktív: érzékeli a környezet változását, és ennek megfelelően cselekszik,
 - autonóm: befolyásolja saját működését,
 - „célvezérelt”,
 - időben folyamatos futású;
- lehetséges további tulajdonságai:
 - kommunikatív: képes más ügynökökkel és objektumokkal kommunikálni,
 - mobil: egyik hosztról képes a másikra vándorolni,
 - „tanulékony”: képes a megszerzett tapasztalatokat adaptálni.”

Nézzünk egy életből vett példát az ügynökök bemutatására [1]! Tekintsünk például egy internetes keresőrendszert. A felhasználó megadja a feltételeit a keresőnek, majd az bizonyos „viselkedési” szabályok betartásával elvégzi munkáját, végül megkapjuk a keresés eredményét. Ezt a rendszert tekinthetjük akár ügynökrendszernek is, hiszen kétségtelenül önálló: mi csak azt mondtuk meg, hogy mit keressen, s kézhez kaptuk a végeredményt. A keresőknek (a tulajdonképpeni ügynököknek) tudniuk kell, hogyan teljesítsék feladatukat, miközben ügyelniük kell arra is, hogy betartsák azokat a „játékszabályokat”, amelyeket megkíván tőlük a környezet, amelyben tevékenykednek. Itt a keresőrendszert tekintjük ügynökrendszernek, a rendszer által „foglalkoztatott” keresők pedig maguk az ügynökök.

A keresőkhöz nagyon hasonló ügynökök jelentek meg az elektronikus kereskedelemben is. Ezeknek a B2B (business to business, azaz cégek közötti) modelleknek a lényege, hogy az üzletfelek az ügynök segítségével találják meg egymást (valamelyik fél megbízza az ügynököt, hogy keressen neki bizonyos tulajdonságokkal rendelkező üzletfelet), s valamelyik fél (amely nem biztos, hogy a megbízó) fizet ezért a szolgáltatásért.

Tulajdonságok

Egy ügynököt három szempont alapján osztályozhatunk:

• Mobilitás

Az ügynök azon képessége, hogy mennyire képes elszabadulni a gazdagéptől. A legalacsonyabb szinten a szerepek helyhez kötöttek; a klasszikus kliens–szerver architektúrát használva tartják a kapcsolatot a külvilággal. Ennél magasabb fokú mobilitással rendelkeznek a mobil szkriptek, melyek nem csak a létrehozási helyükön képesek futni. A mobilitás csúcsát az jelenti, amikor az ügynök képes a munkáját másik gépen folytatni. Ehhez természetesen az kell, hogy az ügynök képes legyen nem csupán kódját, de állapotterét is továbbítani.

• Interakció [degree of agency]

Az interakció az ügynök s környezete közti kapcsolattartás fokát és módját jellemzi. Az ügynökök csak olyan helyre juthatnak el, ahol létezik valamilyen környezet, amely felkészült ügynökök fogadására. Az ilyen kapcsolódási területet biztosító környezet az ügynökség. A legegyszerűbb ügynökök aszinkron módon mindentől függetlenül léteznek. A környezettel történő kapcsolattartás első lépcsője, amikor adatokkal és alkalmazásokkal teremt kapcsolatot az ügynök. Az interakció legmagasabb fokát akkor éri el az ügynök, ha képes más ügynökökkel kommunikálni.

• Intelligencia

Ez a tulajdonság az ügynök bonyolultságát jelzi. Egy egyszerűbb ügynök számára az ügynök létrehozója mondja meg, hogy miként működjön (egyszerű paraméterezés). Bonyolultabb ügynöknél más a helyzet, nem hagyhatunk mindent a megbízóra, az ügynöknek képesnek kell lennie felismerni az őt körülvevő környezetet, és meg kell tanulnia ahhoz alkalmazkodni. A környezetfelismerés alapvetően kétféle lehet: tudásalapú és szabályalapú.

Az előbbieken kiemeltünk néhány szempontot, de egy ügynök működését egyszerű elemekre lebontani szinte lehetetlen, hiszen egy ügynököt mindig nagymértékben meghatározza a környezete, a környezet változása, valamint a többi ügynök, amelyekkel együttműködhet, akár alkalmanként, akár állandó jelleggel. A valóságban az ügynökök „emberi” tulajdonságokkal felruházott egyszerű programok.

Alkalmazási területek

Az ügynökök legfőbb alkalmazási területei a hálózatmenedzsment, információgyűjtés, kereskedelem (e-kereskedelem, ügynökök, brókerek). Ezen alkalmazási területek közül még nem mindenhol valósul meg az ügynök mobilitása, annak ellenére, hogy a mobil ügynökök a stacionárius ügynökök alkalmazásával szemben számos előnnyel kecsegtetnek:

• Csökkenthető a hálózati forgalom

Nagy mennyiségű adatfeldolgozás esetén előnyösebb, ha nem a yers lekérdezések eredménye kerül a hálózatra, hanem az ügynök helyben dolgozza fel az adatbázist.

• Kiiktatható a hálózati késleltetés

Különösen hibajavítás során lehet fontos, hogy az ügynök folyamatosan és gyorsan vezérelhessen egy számítógépet. Ekkor a vezérlés hatékonysága nagyban

függ attól, hogy a vezérlő és a vezérlendő objektum milyen messze vannak egymástól. Ha a hibajavító ügynök megy a javítandó géphez, úgy hálózati forgalom generálása nélkül, a lehető leggyorsabban vezérelheti a gépet az ügynök.

- Robosztus és hibatűrő

Hiba esetén az ügynökök képesek elhagyni a meghibásodott rendszert és máshol folytatni futásukat.

Biztonsági kérdések

Természetesen az ügynökök használatának veszélyei is vannak. A legalapvetőbb probléma a biztonság kérdése. Az ügynök csak olyan gépen képes működni, amely rendelkezik valamilyen, ügynökök fogadására alkalmas ügynökséggel. A biztonsági kérdések természete kettős. Problémát jelenthet egyrészt, ha az ügynökség máshonnan származó, ismeretlen eredetű program számára is engedélyezi a helyi erőforrások használatát. Ha nem teszünk semmit a biztonság érdekében, akkor valószínűleg a vírusok gyors fejlődésével kell számolnunk. Másrésztől problémák forrása lehet, hogy egy gonosz ügynökség gyakorlatilag azt tesz az ágenssel, amit akar. Bár a kódot védeni lehet (integrity check alkalmazásával), de a gonosz ügynökség az adatokat továbbra is szabadon módosíthatja, aminek a során következő ügynökségek látják kárát.

A biztonság érdekében a következő intézkedéseket tehetjük:

- Csak bizonyos típusú műveleteket engedélyezünk.

Ez hatékony védelmet jelenthet, de sokszor éppen azt a koncepciót gátolja, hogy az ügynök hozzáférhessen ahhoz a géphez, melyen működni szeretne. A Java nyelvhez hasonló korlátozás egy bizonyos szintig működőképes lehet, s előnyére írható, hogy az újonnan bekapcsolódó gépeknek semmit sem kell tudniuk a külvilágról. A hozzáállás nagyjából így foglalható össze: „Azt teszel, amit akarsz, mert úgysem tehetsz kárt.” Ám egy önálló, döntésképes ügynök csak akkor lehet igazán hatékony, ha a környezetéhez szükség esetén nagyon alacsony szinten is hozzá tud férni. Gondoljunk például az említett hálózatmenedzsmentre! Itt alkalom adtán arra is szükség lehet, hogy a rendszer működését akadályozó számítógépet az ügynök akár le is állíthassa.

- Csak megbízható helyről származó ügynököket engedünk be.

Ez tűnik a használhatóbb megoldásnak, de sok új, megoldatlan problémát vet fel. Az előny, amit várunk, az, hogy az ügynökök a lehető leghatékonyabb módon dolgozzanak, amit úgy szeretnénk elérni, hogy az ügynök számára mindenfajta műveletet megengedünk. Ekkor valamiképpen ellenőrizni kell az ügynök eredetét, hiszen annak kezébe kerül a gazdagép sorsa.

A problémát éppen ez az ellenőrzés jelenti. Ezért csak olyan ügynököket engedünk be, amelynek megbízhatóságáról meggyőződünk. Ekkor egy ügynökség elindításakor rendelkezésre kell állnia az összes megbízható ügynökről olyan információnak, amely alapján az ügynökség meggyőződhet arról, hogy a bekérdezendő ügynök az, aminek mondja magát. (Erre a hamisít-

hatatlan azonosításra jelenlegi ismereteink szerint a nyílt kulcsú titkosítás alkalmas.) Ha szigorúan ezt a megoldást követjük, akkor a következő problémával fogunk szembesülni: A rendszer indításakor rögzítjük, hogy milyen ügynökök vándorolhatnak, ez pedig igen durva megkötés. A rendszert úgy tehetjük rugalmasabbá, hogy megengedjük a megbízható ügynöknek, hogy egy másik ügynököt hitelesítsen. Így már nem rögzített a működőképes ügynökök száma, és a rendszer indításakor is kevesebb információra van szükség: már egyetlen ügynök beengedésével is működőképes lehet a rendszer: ha ezt az ügynököt arra találták ki, hogy más ügynököket hitelesítsen. Ezzel már majdnem minden probléma megoldott, csupán egyetlenegy maradt: Az új ügynökség hogyan kapja meg az információt arról az egy ügynökről, amelyiket megbízhatónak fogad el.

Ügynöktechnológia alkalmazása hálózatmenedzselésben

Milyen előnyöket kínál a mobil ügynökök alkalmazása? Miért alkalmasak a mobil ügynökök a hálózatok problémáinak kezelésére? Melyek azok a problémák, amelyekre megoldást adnak, és milyen mértékű javulást várhatunk alkalmazásuktól? Mely esetekben érdemes használni ezt az új technológiát, és mikor kifizetődőbbek a hagyományos módszerek? Ezek a legfontosabb kérdések, melyekben tisztán kell látnunk, mielőtt a konkrét megvalósításhoz kezdenénk. Lássunk tehát az előrelépés főbb irányait [4]:

- A megoldás dinamikus, annak minden előnyével együtt. A menedzsmentalgoritmusok cseréje a statikus megoldásokhoz képest lényegesen egyszerűbb, hiszen nincs szükség az új algoritmus „szétküldésére”, elegendő az algoritmussal dolgozó ágenszt frissíteni a központban. Az ágens a frissítés megtörténtevel máris az új algoritmus szerint fog működni, hatása tehát azonnali.
- A technológia takarékos is abban az értelemben, hogy csak addig foglalja az ágens egy adott csomópont erőforrásait, amíg ott tartózkodik és aktív.
- Mivel a mobil ágens több (vagy akár minden) hosztot is végiglátogat, magasabb szintű ismeretekkel rendelkezik a hálózatról, mint a statikus ágens, amely csak a saját csomópontját látja. Ez lehetőséget ad egy második szintű, kiegészítő SNMP-szűrésre, mely a továbbított adatmennyiséget és a hosztok feldolgozási feladatait is jelentős mértékben csökkenti.
- A megoldás korlátozott egyéni intelligenciára épül. Egyik ágens sincs felruházva túl magas intelligenciával, közös tevékenységük és interakcióik révén azonban mégis dinamikusan alkalmazkodva képesek szinte tetszőleges hálózati struktúramenedzsment feladatainak az ellátására.
- Napjainkban az ad hoc hálózatok fejlesztése kiemelt figyelmet élvező kutatási téma, melyen világszerte sok kiváló szakember dolgozik. E hálózatok erőssé-

ge az abszolút tetszőleges topológiában, a dinamikus rekonfigurálhatóságban és az ezekből fakadó széles körű alkalmazhatóságban rejlik (pl.: mentési munkálatok, katasztrófaelhárítás, nehezen megközelíthető helyszínek bekapcsolása a hálózatba). Az ilyen típusú hálózatok menedzseléséhez kitűnő eszközt nyújt egy mobilágensalapú hálózatmenedzsment-rendszer, közös tulajdonságaik (dinamikus, hibatűrő, gazdaságos, elosztott működésű) miatt.

Ezen a területen szeretnénk előrelépni, egy általunk fejlesztett, mobil ágensek használatán alapuló, újszerű algoritmust alkalmazó, elosztott hálózatmonitorozási módszer kifejlesztésével.

Ehhez az alábbi két kulcsprobléma megoldására van szükség:

- a mobil ágensek mérete, ami miatt nehezen érhető el lényeges hálózati forgalomcsökkenés a hagyományos módszerekhez képest;
- a megfelelő SNMP-tábla szűrési metodika hiánya.

Az első probléma megoldását egy olyan kifinomult algoritmus jelentheti, mely gátat szab az ágensek túlzott méretnövekedésének. A vándorlási stratégia ügyes megválasztásával, valamint az ágens által hordozott adatmennyiségnek a feltétlenül szükséges minimumig csökkentésével segíthetünk az esetleg felmerülő nehézségen. Mind a stratégia, mind a feltétlenül szükséges minimum kérdésére több különböző megoldás is szóba jöhet, ezek összehasonlítását, jóságuk vizsgálatát végezzük egy általunk fejlesztett alkalmazás szimulációs körülmények közötti futtatásával.

A második kérdés inkább matematikai jellegű. Több különböző javaslatot is adtak már a probléma kezelésére, melyeket mi is alkalmazni kívánunk a feladat megoldása során. Amennyiben ezen módszerek használata nem vezetne eredményre, úgy elképzelhető, hogy a szimulációhoz való jobb illeszkedés érdekében módosítjuk a szűrési algoritmust. Az SNMP-struktúra nagyfokú merevsége miatt a terveinkben szerepel egy új architektúra használata, mely táblázatok nélkül, pusztán a terheltségi mutatók lokális értékei alapján képes meghozni egy optimumhoz közeli döntést.

Elképzeléseinkben egy olyan rendszer kialakítása szerepelt, mely lehetőség szerint egyszerre robusztus felépítésű, képes váratlan helyzetek megoldására, ugyanakkor nem kötődik egy adott hálózat topológiájához, vagyis általánosan is használható.

A fenti, ellentétes érdekek összeegyeztetése után a következő rendszerelemeket és algoritmust fejlesztettük ki:

A hálózatot kisebb tartományok egységének tekintjük. Kezdetben az egész hálózat egyetlen nagy tartomány, melynek felügyeletét egy darab mobil ágens látja el oly módon, hogy a csomópontokat körbejárva, szűrési algoritmusának segítségével információt (forgalmi adatokat) gyűjt, illetve a szükséges módosításokat eszközli a csomópontokban. A vándorlási algoritmus lényege, hogy az ágens túlterheltségét észlelve, a vele szomszédos ágensekkel kapcsolatba lépve megpróbálja (egy üzleti folyamat keretében) a túlterheltség

megszüntetéséhez szükséges mennyiségű csomópont felügyeletét átadni valamelyik szomszédjának.

Az ágens túlterhelt, ha a körülfordulási idő (az az idő, amire az ágensnek szüksége van a saját tartománya körbejárásához) meghalad egy bizonyos előre definiált értéket. Ha az ágens érzékeli a saját túlterheltségét, üzenetben értesíti szomszédait üzletelési szándékáról, amelyek saját terheltségi mutatóikat figyelembe véve egy valószínűségi függvény alapján döntenek arról, hogy fogadnak-e újabb csomópontokat a tartományukba, avagy sem. Ez a valószínűség annál nagyobb, minél kisebb a leendő partner terheltsége.

Kezdetben, illetve ha egyetlen üzletelési szándékot mutató szomszéd sincsen, ez a megoldás természetesen nem működik. Az ágens mégsem maradhat túlterhelt, hiszen feladatát így nem tudja ellátni. Ilyenkor az ágens kettéosztódhat (a tartományát is kettéosztja), ily módon felezve el a reál jutó terhet. Ha nincs üzletelni hajlandó szomszéd, és az ágens érzékeli a saját túlterheltségét, egy valószínűségi függvény alapján dönt arról, hogy osztódjék-e, avagy sem. Ez a valószínűség annál nagyobb, minél nagyobb a mért körülfordulási idő az optimális értéktől. Osztódás esetén a két ágens a két fél tartományban folytatja a tevékenységét. Ha valamely ágens érzékeli, hogy továbbra is túlterhelt, abban az esetben ismét üzletelést vagy osztódást kezdeményez, és ez így meg tovább az egyensúly beálltáig.

Ez a módszer rugalmasságánál fogva a változó topológiát is jól kezeli. Minden ágensben nyilván van tartva, hogy mely csomópontok tartoznak az általa felügyelt tartományba, valamint a csomópontok is „tisztában vannak” hovatartozásukkal, illetve előző meglátogatásuk idejét is őrzik. A vándorló ágensek a hálózatba újonnan bekapcsolt elemeket felismerik arról, hogy bennük nincs még bejegyezve „felügyelő ágens”, ezután saját tartományukhoz csatolják őket.

Előfordulhat természetesen ellentétes eset is, vagyis elemek ki is léphetnek a hálózatból. Ilyenkor, ha egy adott ágenshez tartozó tartományban a felügyelt csomópontok száma nagyon lecsökken, és nincsen egyetlen szomszédja sem, amely saját túlterheltsége miatt üzletelni kíván vele, akkor az ágens egy másik ágenssel egyesülést kezdeményezhet. Ilyenkor, szintén egy valószínűségi döntés után, a két ágens, valamint a két tartomány egyesül, és a továbbiakban egyetlen ágens látja el a közös tartomány felügyeletét. Az ágensek egyesülésükkor a hozzájuk tartozó csomópontok azonosítóit, valamint az összegyűjtött forgalmi adatokat összefésülik.

Egy robusztus rendszernek balesetekre is fel kell készülnie, hibatűrési szempontból is kielégítőnek kell lennie. A legrosszabb esetet feltételezve, ha egy olyan csomópont hibásodik meg, amelyben éppen a csomópont tartományát felügyelő ágens tartózkodik, akkor az ágens beragad vagy végleg elvész, a csomópont pedig elérhetetlenné válik a külvilág számára. Ilyenkor a tartomány felügyelet nélkül marad. Ez átmeneti állapot, mivel a felügyelet nélkül maradt tartománnyal szomszédos tar-

tományok felügyelő ágensei egy adott csomópont meglátogatásakor ellenőrzik, hogy a csomópont szomszédai mikor voltak utoljára meglátogatva. Amennyiben ez meghaladja az előre definiált értéket, a szomszédot az egyik ágens szabadnak nyilvánítja, és felveszi saját tartományába. Ezek után az újonnan felvett csomópont szomszédaira kerül a sor és így tovább, amíg minden, még elérhető csomópontot ismét felügyelik.

A megoldás további előnye, hogy az algoritmus könnyen, kényszerűsünetek közbeiktatása nélkül módosítható, cserélhető. Ehhez csak az ágenseket kell lecserélni oly módon, hogy ne sértsük meg a kompatibilitást. Ez biztosítható például azáltal, hogy az újabb verziójú ágenseket úgy alkotjuk meg, hogy felülről kompatibilisek legyenek az esetlegesen a hálózatban még előforduló régebbi példányokkal. Az ágensek frissítését végezheti egy központ, de akár az újabb verziójú ágens is frissíthet régebbi példányokat. Ehhez csak annyit kell tennie, hogy osztódik, majd átveszi a régi ágens állapotát és összegyűjtött adatait.

A tesztrendszer felépítése

Tesztrendszerünket az ObjectSpace cég Voyager nevű mobil ágens fejlesztőkörnyezetében készítettük el. Az algoritmusok kifejlesztése után hozzáfogtunk az implementációhoz, hogy a végeredményt valós körülmények között próbálhassuk ki, és a vizsgálati eredmények értékelése után, ha szükséges, módosíthassuk.

A rendszer a következő elemekből épül fel:

- Ügynökségek: Szerepük a kapcsolat biztosítása az ügynökök és a csomópontok között. Feladataik:
 - az ügynök és a csomópont kapcsolatának biztosítása,
 - biztonsági funkciók megvalósítása: a csomópont erőforrásaihoz ne férhessen hozzá illetéktelen személy vagy program.
- Lokális adatgyűjtő ágensek: Ezek az ágensek a hálózat minden csomópontjában megtalálhatók, azonban nem vándorolnak, statikusak. Feladataik:
 - a csomóponttal az ügynökségen keresztül kommunikálva a forgalmi adatok gyűjtése,
 - a csomópont hovatartozásának tárolása,

- a csomópontot felügyelő ágens utolsó látogatásának tárolása.

- Vándor ügynökök, „felügyelők”: Az ágensek azon típusai, melyek a hozzájuk tartozó tartományok felügyeletét végzik a fent ismertetett módon, vagyis:
 - a tartomány csomópontjainak monitorozása,
 - üzletelés lebonyolítása,
 - osztódás lebonyolítása,
 - felügyelet nélkül maradt csomópontok felkutatása.

Összefoglalás

A mobilágens-technológia megoldást kínál a nagyméretű távközlő, illetve informatikai hálózatok menedzseléséhez szükséges nagy mennyiségű információ és a beavatkozási késleltetés csökkentésére. Az intelligens mobil ügynökök képesek egyrészt az információ szűrésére, másrészt a gyors beavatkozásra, ezáltal jelentősen növelik a hálózatmenedzselés hatékonyságát. Cikkünkben a hálózatmenedzselési funkciók közül csak a monitorozást vizsgáltuk, ezért továbblépésként további menedzselési feladatokat (biztonság, konfigurálás stb) is szeretnénk megoldani mobil ügynökökre támaszkodva.

Irodalom

1. Dave Orchard: Intelligens ügynökök
2. Stallings W.: SNMP, SNMP v2, SNMPv3 and RMON 1 and 2, 3rd ed., Addison Wesley, 1999
3. Yemini Y., Goldszmit G., Yemini S.: "Network Management by Delegation", Proceedings of the 2nd International Symposium on Integrated Network Management, pp. 95–107, 1991
4. Damianos Gavalas, Dominic Greenwood, Mohammed Ghanbari, Mike O' Mahony: Advanced Network Monitoring Applications Based on Mobile/Intelligent Agent Technology, Computer Communications Journal, special issue on Mobile Agents for Telecommunication Applications, publication in January 2000.

Hírek

Az Index.hu és a Prím Média stratégiai szövetséget kötött az ingyenes levelezőrendszer szolgáltatás terén. Ennek alapján az Index megújuló elektronikus levelezőrendszerének háttérprogramja a Prímposta – a Prím Online ingyenes levelezőrendszere lett. Az Index ingyenes e-mail szolgáltatásában, az I-mailben a kényelmes kezelhetőséget, a spamszűrést, a nagyszámú domainnévkínálatot, a Morphologic támogatásával nyújtott többnyelvű helyesírás-ellenőrzést és az ékezetmentesítési funkciót kínálják. A Prímposta volt az első freemail rendszerek egyike, amely lehetővé tette a levelek WAP-os formátumú kezelését, a feketelistás szerverekről érkező levelek letiltását célzó spamszűrést. Az ingyenes levelezési rendszerek fenntartását a webfelületen megjelenített reklámok teszik lehetővé.



A The Dow Chemical Company úttörő megoldása megszünteti a földrajzi és kapcsolódási határokat, és a cég alkalmazottai és ügyfelei számára egységes, globális hang-, video- és adatátviteli hálózatot biztosít. Az egyedi kiépítésű, az EDS és a Cisco által közösen fejlesztett távközlési hálózat a Voice-over-IP (IP-alapú szolgáltatás) protokoll első globális alkalmazása. A közös fejlesztés során a három cég ritkán látható szinergiát és innovációt mutatott fel.

A hálózatfejlesztési tervek szerint az EDS tervezési, fejlesztési, implementációs és folyamatos hálózati tanácsadási szolgáltatásokat végez. A Cisco a DowNET VoIP-funkcióihoz szükséges hardvert és szoftvert biztosítja. A becslések szerint több mint 40 ezer VoIP-telefon – és a hozzájuk kapcsolódó technológiák, mint például az egységes üzenetkezelés – kerül telepítésre.



Ma a Short Message Service világszerte a leggyakrabban használt kommunikációs forma. Több mint 50 milliárd szöveges üzenetet küldtek ez év első negyedében, csak Németországban 5 milliárdot. Az SMS ez év nyaratól kezdve a fix hálózatban is elküldhető. Ettől fogva nem kell nélkülözniük az SMS-t azoknak sem, akiknek nincs mobilkészülékük. Az új Siemens-telefonok, mint például a Gigaset 4010 Comfort teszik ezt lehetővé. Ez a vezeték nélküli telefon rádióan kapcsolódik a bázisállomáshoz. Teljesen mindegy, hogy a kapcsolat másik végén egy mobilkészülék avagy egy vezetékes telefon várja-e az üzenetet. Ha a fogadó nem rendelkezik SMS fogadására képes készülékkel, akkor életbe lép egy másik új szolgáltatás, a „Szövegről beszédre”, ami felolvassa az üzenetet.



Hét UMTS/3G mobilrádió-hálózatot vizsgáltak Európában

A harmadik generációs (3G) mobilhálózat széles körű bevezetése elkezdődött: hét európai mobilszolgáltató vizsgálati sikerrel zárultak. Olaszországban, Németországban, Monacóban és Finnországban végrehajtották az első UMTS/3G hívásokat, továbbá stabil kapcsolatot értek el a már létező GSM- és fix hálózatok és az új UMTS-hálózat között. Továbbá Man szigetén lefolytatták az első videohívást két UMTS kézi alkalmazás között a Siemens-NEC páros által szállított UMTS-hálózaton.

Handover-támogató eljárások vizsgálata mobil ATM-hálózatokban

SCHULCZ RÓBERT, SZABÓ SÁNDOR, IMRE SÁNDOR

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)

Híradástechnikai Tanszék

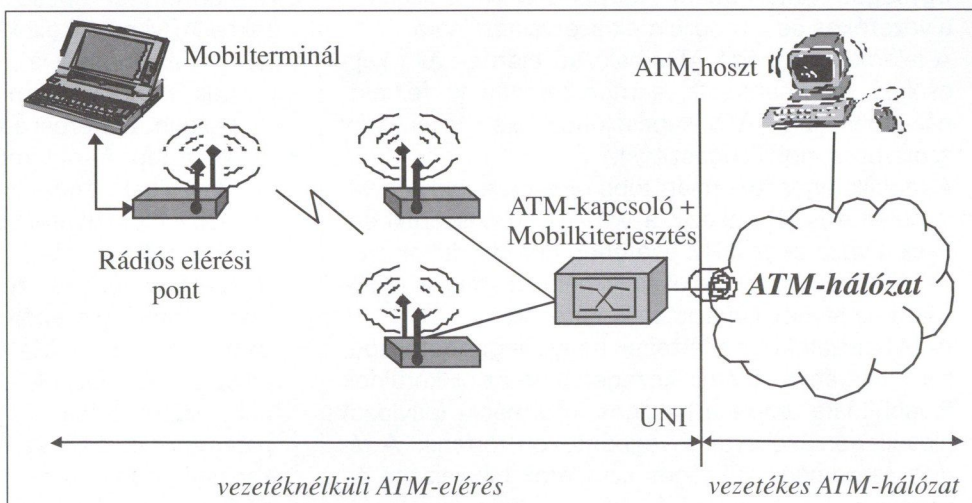
Cikkünk a wmATM-hálózatok mobilitási kérdéseivel foglalkozik. Először áttekintjük ezen hálózatok legfontosabb jellemzőit és az ebből adódó speciális követelményeket. Cikkünk gerincét a QoS-támogatáshoz elengedhetetlen, megfelelően gyors handovert biztosító eljárások áttekintése, illetve két új megoldásunk bemutatása képezi. Ennek során egy új helyzet-előrejelző algoritmust és egy új handover-támogató routing eljárást ismertetünk a hatékonyságukat alátámasztó szimulációs eredményekkel együtt. A két eljárás egymástól függetlenül is alkalmas a QoS-biztosítás hatékonyságának növelésére, egymás kiegészítéseként is alkalmazhatók.

A mobil-multimédia új elvárásokat támaszt a mobilhálózatokkal szemben. A vezeték nélküli hálózatok következő generációja csökkenő cellamérettel éri el a korlátos – és emiatt igen drága – frekvenciaspektrum jobb kihasználását, és teszi lehetővé a szélessávú szolgáltatásokat.

A rugalmas sáv szélesség kihasználásának, hatékony multiplexelésének, valamint a csomag- és áramkörkapcsolt technikák előnyei egyesítésének köszönhetően a vezeték nélküli mobil

ATM (Wireless Mobil Asynchronous Transfer Mode) ígéretes megoldás. A több felhasználót kiszolgáló és nagyobb sáv szélességet biztosító kis méretű cellák alkalmazása azonban gyakoribb hívásátadással jár. A hívásátadás – handover – az a folyamat, amikor egy hívást a mobilterminál mozgása miatt cellaváltáskor a folyamatosság és a QoS (Quality Of Service) paraméterek biztosítása mellett másik bázisállomáshoz kapcsol a hálózat.

Természetesen az internetprotokoll (Internet Protocol – IP) mobil kiterjesztése is hamar megszületett. A hatos verzió (IPv6) pedig már önmagában tartalmazza a mobilitás támogatásához szükséges részeket, de QoS-paramétereket nem tud garantálni. Éppen ezért csak nem valós idejű számítógépes adatátvitelre alkalmas. A jelenleg fejlesztés alatt álló WLAN-hálózatok sem lesznek alkalmasak arra, hogy minőséget garantáljanak. Egy új rendszerre lesz szükség, mely alkalmas erre a feladatra.



1. ábra A vezeték nélküli elérés és a vezetékes ATM-hálózat integrációja

A multimédiás alkalmazások térnyerését mutatja, hogy a korszerű laptopok hangszóróval, CD- vagy DVD-játszóval és MPEG-dekóderrel vannak felszerelve. A multimédia és a mobilitás konvergenciája szükségessé teszi a jelenlegi vezetékes szélessávú hálózatok mobilkiterjesztését.

A jelenlegi tendencia – vagyis a nagy sáv szélesség-igényű alkalmazások terjedése mobil eszközökön [6] – új igényeket támaszt, a wmATM-hálózatok képesek megfelelni ezeknek a kihívásoknak, mivel pontosan a nagy sáv szélesség-igényű alkalmazások kiszolgálására tervezték őket.

A jövőbeni szélessávú mobilhálózatok észrevétlenül átmenetet nyújtanak a vezetékes és vezeték nélküli hálózatok között, azonos protokollok és alkalmazások használatával az ATM kiforrott szélessávú hálózati technika. Kézenfekvő a mobil kiterjesztése. (1. ábra)

A vezeték nélküli ATM-hálózatok ötlete először 1992-ben merült fel [2]. Napjainkra elkészültek a működő

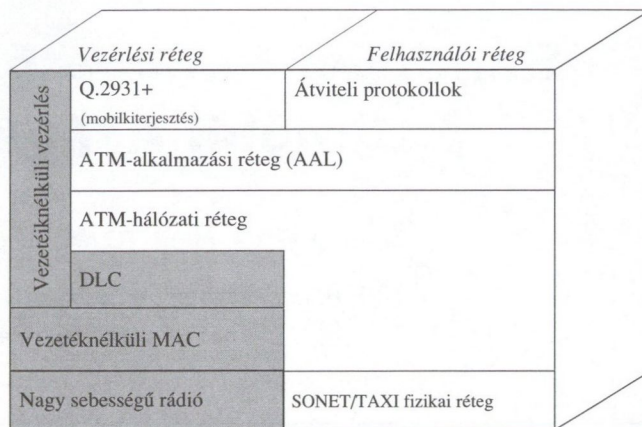
prototípusok, valamint várhatóak az első szabványok. A wmATM-rendszerek a következő előnyökkel rendelkeznek:

- Az ATM-ár/érték aránya nagyon kedvező kapcsoló-hálózatként nagy forgalom esetén.
- Az ATM-technológia széleskörű szállítási szolgáltatást nyújt, lehetővé teszi különböző adattípusok szállítását ugyanazon a hálózaton. Például a hang-összeköttetés celláit állandó bitsebességű kapcsolatként AAL1-es csomagok formájában lehet továbbítani, míg az IP-datagramokat AAL5-ös keretben.
- A kisméretű ATM-cellák használata a rádiós interfészen igen kedvező.
- Az ATM-kapcsolatoknál használt QoS-paraméterek biztosításával garantált minőségű szolgáltatást lehet nyújtani wmATM-hálózatokon is.
- A szabványos ATM-jelzések továbbra is használhatók, a mobilitás kezeléséhez szükséges jelzések kiegészítő jellegűek.
- Ugyanazok a terminálok használhatók mind a mobil, mind a vezetékes hálózathoz.
- Egységes címtartomány használható, nincs szükség a vezetékes és a mobilcímek szétválasztására.
- A jelenlegi működő ATM-hálózati elemek (pl.: kapcsolók) megmaradnak, a mobilhálózatban felhasználhatók (pl.: ATM-kapcsolóhoz elég csak egy szoftveres mobilkiegészítés).

A mobilkiterjesztés miatt több olyan megoldásra való probléma is jelentkezik a wmATM-rendszerekben, melyek a vezetékes ATM esetében nem fordultak elő:

- Az ATM-rendszer szélessávú hálózat, míg a rádiócsatorna átviteli kapacitása korlátozott.
- ATM-hálózatokban a jelzések nagy megbízhatóságú, kis hibaarányú átviteli közegen keresztül kerülnek továbbításra, ezért a hasznos információ (payload) hibaellenőrzése csak a végpontokon történik. A rádiós csatornán szükséges az adatok hibajelzése és védelme.
- Az ATM dedikált linken működik. A rádiós csatorna azonban közös hozzáférésű (üzenetszórásos) csatorna, ezért szükséges a közeghozzáférés szabályozása.
- A kapcsolatfelépítés előtt vagy alatt kell meghatározni a hívó és a hívott helyzetét (Location Management), továbbá a felek mozgása során a kapcsolat útvonalát meg kell változtatni.
- Cellaváltáskor törekedni kell az adatvesztés elkerülésére.
- Az ATM a kapcsolat teljes időtartamára garantálja az állandó értékű QoS-paramétereket, amit a rádiós interfészen is biztosítani kell; a rádiócsatorna minősége azonban időben változik.
- ATM-kapcsolatokat csak akkor fogad a hálózat, ha a szükséges erőforrások rendelkezésre állnak, így a kapcsolat QoS-paramétereit biztosítani lehet. A mobilitás azonban azt eredményezheti, hogy egy már engedélyezett kapcsolat QoS-paramétereit nem lehet fenntartani.

Összegzésképpen elmondható, hogy a legnagyobb problémát a cellaméret csökkenése jelenti, ugyanis az



2. ábra A wmATM-protokollarchitektúra

ezzel együtt járó megnövekedett számú hívásátadás kiszolgálására fel kell készíteni a rendszert.

A wmATM-rendszerekben a 2. ábrán látható protokollarchitektúrát használják.

A wmATM-protokoll architektúrája a vezetéknélküli és a mobilitással kapcsolatos funkciókat integrálja a vezetékes ATM-protokollokkal. A szürke háttérű rétegek váltak szükségessé a mobilkiterjesztés érdekében, feladatuk a mobilitás miatt felvetődő problémák (rádiós, közeghozzáférési stb.) megoldása:

- Fizikai réteg: A multimédiás alkalmazások széles körű kiszolgálásához szükséges nagy sebességű (10–25 Mbps) átvitel biztosítása.
- Vezetéknélküli MAC: A közeghozzáférési réteg feladata az üzenetszórásos rádiócsatornához való hozzáférési jog szabályozása. Például dinamikus időosztásos (TDD/TDMA) rendszerben a kereteken belül az egyes kapcsolatokhoz tartozó időrések számának változtatásával biztosítani lehet a QoS-paraméterek értékét ABR-, VBR- és CBR-osztályú kapcsolatok számára.
- DLC: Az adatkapcsolati réteg feladata a hibajelzés és hibajavítás. Ez fontos feladat.
- Vezetéknélküli vezérlés: A mobilterminál és a bázisállomás közötti adminisztráció (pl.: bekapcsolás, handover, teljesítményvezérlés), valamint a felhasználó helyzetének nyomon követése (Location Management).

A további rétegek a hagyományos ATM-rendszer részei, egyedüli különbség a jelzésrendszer kiegészítése a mobilitással kapcsolatos új funkciókkal (Q.2931+). Az egyes rétegek fizikai megvalósítása természetesen gyártónként különböző lehet.

Cikkünkben a szolgáltatásminőség mobil ATM-környezetben való biztosítására helyeztük a hangsúlyt, ezért a handover-támogató eljárások két csoportját vizsgáltuk, majd fejlesztettünk ki egy-egy eljárást. Ennek megfelelően cikkünk felépítése a következő: először egy rövid áttekintést adunk az irodalomban fellelhető helyzet-előrejelző eljárásokról, majd ezt követően az általunk kifejlesztett megoldást ismertetjük a hatékonyságát alátámasztó szimulációs eredményekkel egyetemben. A következő fejezet a handover-támoga-

tó routing eljárásokat tárgyalja, valamint bemutatjuk saját megoldásunkat és az alkalmazhatóságát bizonyító szimulációs eredményeket.

Helyzet-előrejelző eljárások

Azokat az eljárásokat, melyek megjósolják a felhasználók mozgását – és ezzel a bejárt cellákat –, összefoglaló néven LP (Location Prediction) eljárásoknak nevezzük.

A location management olyan eljárások összessége, melyek alapján egy mobilállomást (felhasználót) bármely pillanatban meg lehet találni, ha új hívása érkezik, vagy ha hívást kezdeményez, és ha aktív. Az első két esetben egy passzív stratégia tökéletesen megfelel a célnak, ám aktív kapcsolat esetén nem. Ekkor a rendszer folyamatosan frissít egy adatbázist, amelybe beírja a felhasználó aktuális helyét (Location Updating eljárás). Itt arra kell csak figyelni, hogy az adatbázis (adatbázisok) mindig az aktuális adatokat tartalmazza (tartalmazzák). Ennek az eljárásnak a hatékonyságát a frissítés gyakorisága szabja meg.

A hívás közben is elég lehet egy passzív frissítési stratégia, de a rendszer méretének növekedésével legelőször itt jöhetnek elő a nagy hálózatból adódó problémák, tehát dinamikus stratégiára van szükség. Ez egy LP-eljárást jelent. Ennek a hatékonyságát az határozza meg, hogy milyen pontosak a felhasználók mozgására alkalmazott modellek, és milyen az előrejelző algoritmus hatékonysága. A wmATM-hálózat intelligenciájának növelésével lehet ezen eljárásokat alkalmazni és segítségükkel jobb minőségű kapcsolatot biztosítani.

LP-modellek

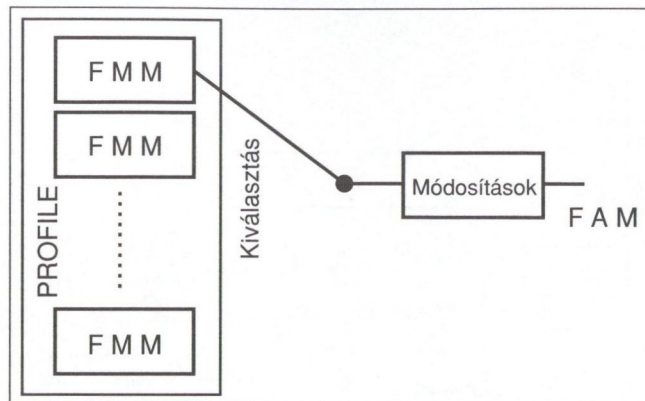
A [3]-ban leírt modellben mozgásmintákat próbáltak a valóságnak megfeleltetni. Egy másik esetben [4] a felhasználó mozgását több ilyen elemi mintából próbálták összerakni. De nem tudtak mit kezdeni a véletlen mozgásokkal, a véletlen faktor növekedésével hatékonyságuk erősen romlik. Egyéb modellek is megtalálhatók az irodalomban [5], [6], [7], [8], ezek azonban általában csak a legegyszerűbb fő közlekedési utak mellett elhelyezkedő cellákkal foglalkoznak (lineáris mozgás 2 fő irányban), tetszőleges elrendezés esetére nem adnak megoldást.

A [9]-ben alkalmazott felhasználói modell két részből áll:

1. Globális mozgásmodell (GMM): determinisztikus modell, a cellák közötti mozgást határozza meg.
2. Lokális mozgásmodell (LMM): sztochasztikus modell, a cellán belüli mozgást határozza meg.

GMM

A felhasználó profile-jában felhasználói mozgásmintákat (FMM) tárolnak, amelyek közül a legmegfelelőbbet kiválasztják, és ezen három különféle művelettípusból definiálnak módosításokat (beszúrás, törlés, csere). Így állítják elő a felhasználó aktuális mozgását (FAM) (3. ábra).

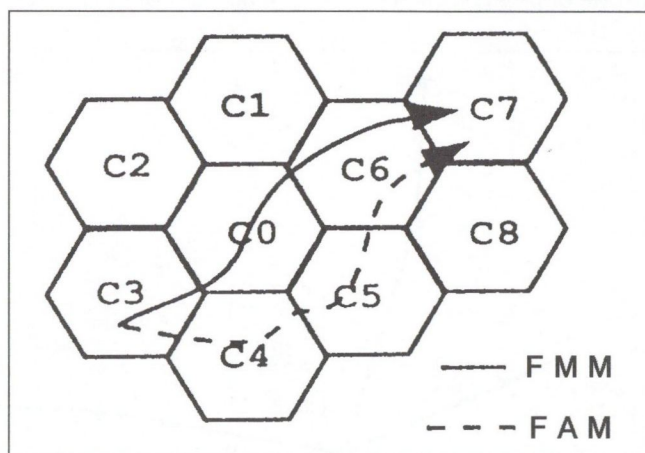


3. ábra FAM és FMM kapcsolata

Minden módosításhoz egy súlyozást rendelnek:

- Cella beszúrása: 1
- Cella törlése: 0, ha az előtte lévő már törölték
1 egyébként
- Cella változtatása: 1

Ezek alapján meghatározzák az FMM és FAM távolságát az elvégzett módosítások súlyozásának megfelelően, azaz a valós és a jósolt útvonal közötti eltérést. A 4. ábrán látható esetben a FAM-et úgy kaphatjuk meg, ha az FMM-ben C0-t változtatjuk C4-re, és beszúrunk egy cellát, C5-öt, tehát FMM és FAM távolsága 2.



4. ábra FMM és FAM távolsága

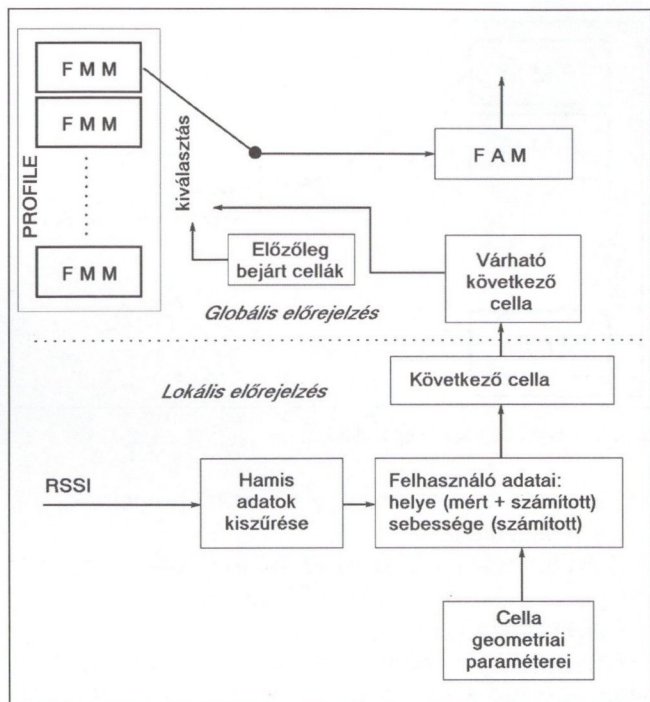
Lokális modell

A lokális modellben a cellán belüli mozgást modellezzik a felhasználó helyének, sebességének és a cella geometriai paramétereinek ismeretében.

A konstans haladási sebesség feltételezése helyett változó sebességű és irányú felhasználói mozgást alkalmaznak. Az $U(t)$ determinisztikus vezérléssel választanak véges számú sebességállapot közül, melyet egy $a(t)$ véletlen gyorsulással módosítanak, így közelítik a valóságos mozgást. A bázisállomás és a felhasználó közötti távolság meghatározása a vett jel erősségén alapul [10].

Hierarchikus útvonalmeghatározás

A hierarchikus útvonalmeghatározás kétszintű előrejelzést alkalmaz, mely egy lokális és egy globális elő-



5. ábra Hierarchikus előrejelző eljárás

rejelzésből áll. A lokális előrejelzés a következő cellát jósolja meg a cellastruktúra és a felhasználó által cellán belül bejárt út alapján. A globális előrejelzés a fel-

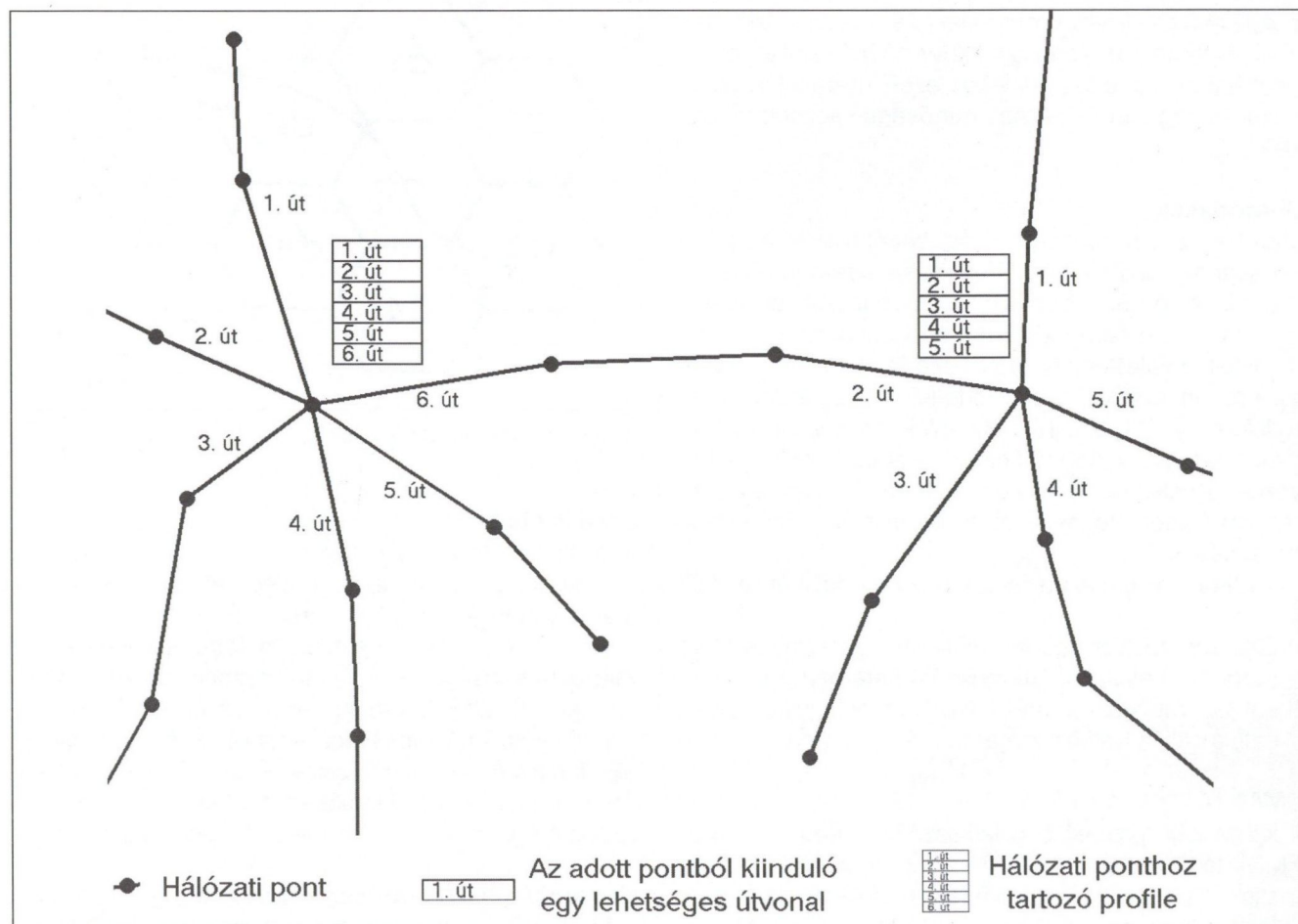
használó mozgását próbálja egy FMM-mel azonosítani. Mivel a lokális előrejelzés a felhasználó előző mozgását veszi figyelembe, nagy pontossággal jósl. Az előrejelzés működése a 5. ábrán látható.

Globális előrejelzés esetén az a feladatunk, hogy a felhasználó mozgása alapján (FAM) meghatározzuk a legjobban közelítő FMM-et. A FAM a bejárt cellákat és a lokális előrejelzés eredményeként kapott várható következő cellát jelenti. A FAM és a FMM egy-egy véges hosszúságú sor, és a FAM hossza nem haladja meg a leghosszabb FMM-et. Az az FMM, amelyik a legjobban hasonlít a FAM-re, lesz az előre jóslott útvonal.

A lokális előrejelzés két részből áll [9]:

1. a felhasználó helyének minél pontosabb meghatározása a rendelkezésünkre álló adatokból,
2. az előző mérések adatainak segítségével annak meghatározása, hogy a felhasználó melyik cellába fog belépni.

Az előzőekben ismertetett hierarchikus LP-eljárás tetszőleges környezetben működött, viszont túlságosan összetett modellt alkalmaz, ezért működése számításigényes. Az egyszintű eljárások egyszerűek, de valóságos szituációkban nem használhatók. Az új eljárás a kétszintű modellnél egyszerűbb, viszont tetszőleges cellaelrendezésre és forgalmi adatokra is alkalmazható.



6. ábra Hálózati pontok és profile-juk

LP-eljárásunk

Az általunk kifejlesztett LP-eljárásban a hálózat egyes pontjaihoz rendelünk útvonalakat tartalmazó táblázatokat, nem minden felhasználóhoz külön-külön. Hálózati pontnak tekinthető minden olyan kisebb földrajzi terület, ahol a mobilkészülék helye mindig egyértelműen meghatározható és elkülöníthető más ilyen pontoktól. Az itt található táblázatokat a továbbiakban profile-nak nevezzük, bennük az egyes pontokból kiinduló lehetséges (vagy tipikus) útvonalak találhatók. Amikor egy felhasználó jövőbeni helyét szeretnénk megjósolni, akkor azt a felhasználó aktuális földrajzi helyét és az adott időpont előtti mozgását figyelembe véve lehet megtenni a profile-ban tárolt lehetséges útvonalak alapján. A tárolt utak mindig egy következő (nagyobb) csomópontig tartanak, hosszúságuk változik. A hálózati pontokhoz rendelt profile-ok tartalmát a 6. ábra szemlélteti.

Profile létrehozása a hálózat pontjaiban

A modellben minden csomópont-hoz rendelünk egy profile-t, melyben útvonalmintákat tárolunk. Ezek az útvonalak a csomópontból kiindulva minden lehetséges irányba pontról pontra haladva egy jellemző irányba vezetnek. Minden új pontra meghatározunk egy hibahatárt (százalékban), amely nem más, mint annak a valószínűsége, hogy a felhasználó addig eljutott (az egyes valószínűségek szorzata az addigi útvonal mentén). Az útvonalat addig építjük, míg ez a valószínűség egy meghatározott értéknél kisebb.

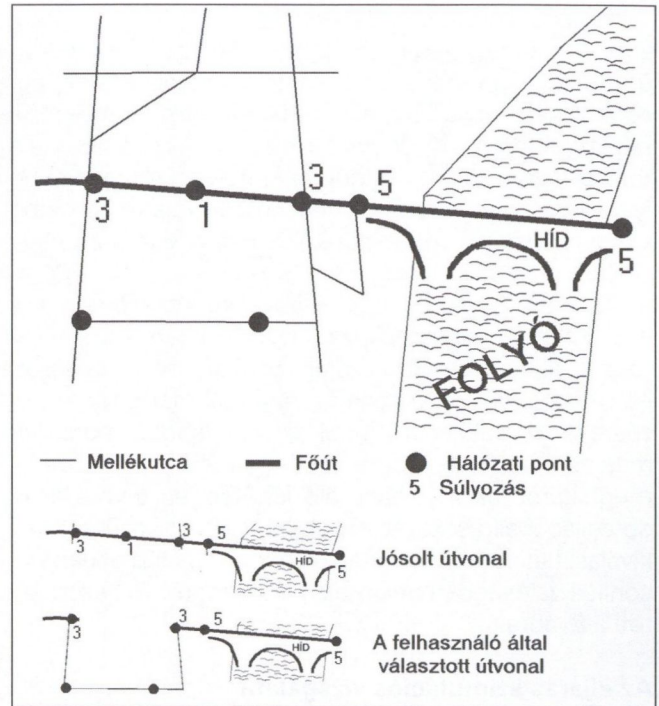
Minden útvonal pontjaihoz súlyozást jelentő számokat rendelünk. Ez a súlyozás négy paramétertől függ:

- Az adott pontba hány másik pontból lehet eljutni, azaz a bemenő utak számának viszonya a többi pont ugyanezen értékének átlagához képest.
- Az adott pontból hány másik pontba lehet eljutni, azaz a kimenő utak számának viszonya a többi pont ugyanezen értékének átlagához képest.
- A pont a felépített útvonalon hol helyezkedik el.
- A sorrendben előtte lévő pontból kiinduló él forgalma mekkora százalékát jelenti a teljesnek. Vagyis, hogy mennyire valószínű, hogy az előző pontból a felhasználó erre indul el.

Ha egy felhasználó mozog, akkor tároljuk a bejárt hálózati pontokat, és ha megfelelő mennyiségű adat áll rendelkezésre, akkor a kiindulópontban tárolt útvonalak közül azt választjuk ki, amelyik a legjobban hasonlít az aktuális útvonalához. Ez lesz a jóslott út.

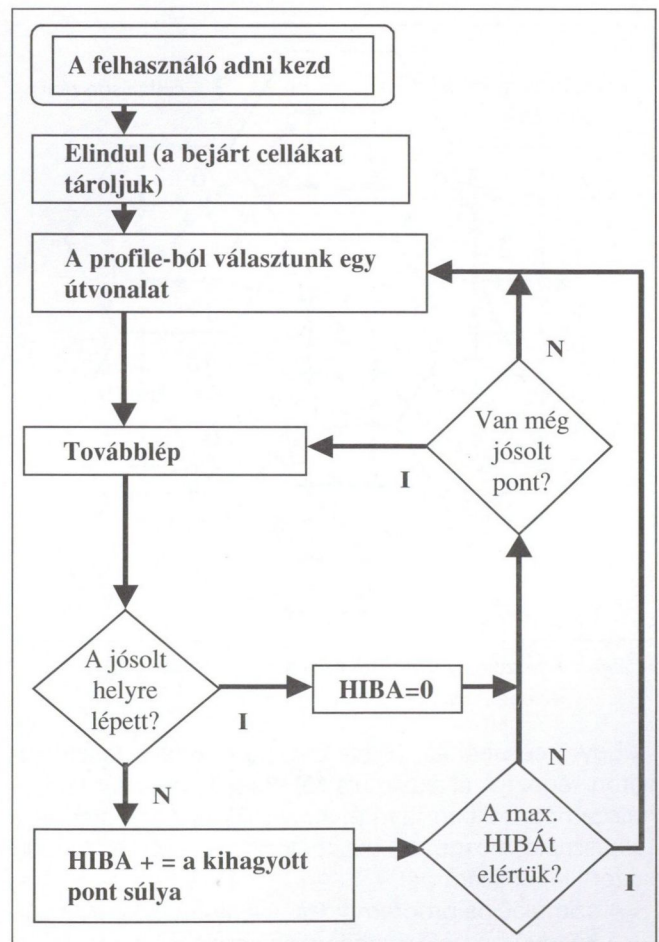
A jóslott és valós útvonal eltérései

A jóslás után történt helyváltoztatás folyamán vizsgáljuk, hogy mely hálózati pontokat érintett a felhasználó. A jóslott útvonalban szereplő, de a tényleges felhasználói mozgás során nem érintett pontok súlyait összegezzük. Ha ez az összeg egy bizonyos értéket elér, akkor a jóslat nem vált be, ekkor az aktuális pontban új jóslásra van szükség. Ez például akkor fordulhat elő, ha a felhasználó egy ideig követi a megjósolt útvonalat, de egy idő után ettől eltér. A modell figyelembe veszi azt is, hogy bizonyos pontokban könnyebben eltérhet a fel-



7. ábra Példa a hálózati pontok súlyozására

használó a jóslott úttól (kis súlyozású pontok), bizonyos pontok viszont elemi építőelemei az útvonalnak (nagy súlyozású pontok).



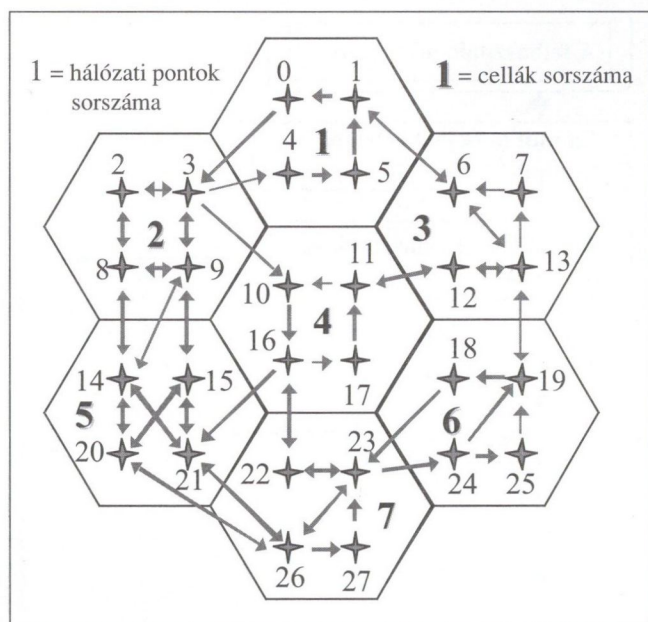
8. ábra Az algoritmus

Ez akkor fordul elő, ha több út is vezet két pont között, de van egy vagy több pont, amelyet minden úton érintünk. A pontok súlyozásának használatát a 7. ábrán vizsgálhatjuk. Ebben a példában több út is vezet a két végpont között, de mindkét útnak része a híd. Ha a felhasználó a rövidebb főútvonal helyett egy kevésbé forgalmas, de hosszabb mellékutcat választ, a hídon akkor is átmegy. Tehát indokolt a hídon levő pont nagy súlya.

Az algoritmusunk működése a következő: Amikor egy mobilállomás adni kezd (hívást kezdeményez vagy fogad), akkor figyelni kezdjük az általa bejárt cellákat, és ezt tároljuk. Ha elegendő minta áll már a rendelkezésre (x db), akkor a kiindulási cella (ahol a mobilállomás adni kezdett) profile-jából egy jóslás segítségével meghatározzuk a felhasználó lehetséges útvonalát (y db cellából álló sorozat). Több hasonló út közül azt kell kiválasztani, amelyiknek az első x pontja legjobban hasonlít a valóságban bejárt első x darabhoz. Ezt szemlélteti a 8. ábra.

Az eljárás szimulációs vizsgálata

A szimuláció célja az LP-eljárás paramétereinek változtatásának hatáselemzése volt. A programban alkalmazott struktúrák olyanok, hogy tetszőleges tesztkörnyezet implementálását lehetővé teszik. A könnyebb használat kedvéért a program a felhasználó kérésére az elvégzett feladatokról részletes információt ad.



9. ábra A tesztkörnyezet (autóutak csomópontokkal vagy belső helyiségek folyosókkal)

Egy 7 cellából és 28 hálózati pontból álló teszthálózaton végeztük el a szimulációt. Ez a 9. ábrán látható. A hálózati pontokban lévő útvonalak felépítése után egy felhasználó mozgott a teszthálózatban 100 és 10 000 közötti lépésszámmal.

A szimulációs programot C/C++ nyelven készítettük el, a könnyű hozzáférhetőség, az egyszerű megvalósíthatóság és a platformfüggetlenség érdekében.

A program felépítése lehetővé teszi, hogy a vizsgált környezet paramétereit könnyen és tág határok között módosíthatók legyenek, így a program használható más modellezendő környezet esetén is.

A szimuláció lépései:

- Útvonalak felépítése
- Egy felhasználó mozgatása
- Adatok értékelése, megjelenítése

Szimulációs eredmények

A lépésszám meghatározása

100 és 10 000 közötti lépésszámmal ugyanazon a hálózaton, utanként maximálisan 1 rontott pontot megengedve (ha a jóslott úttól egy pontban eltért a felhasználó, új jóslást végeztük) azt figyeltük, hogy milyen hatással van az eredményekre az, hogy induláskor nincsen előre jelzett út, sem elég információ ahhoz, hogy azonnal jósljunk számára útvonalat.

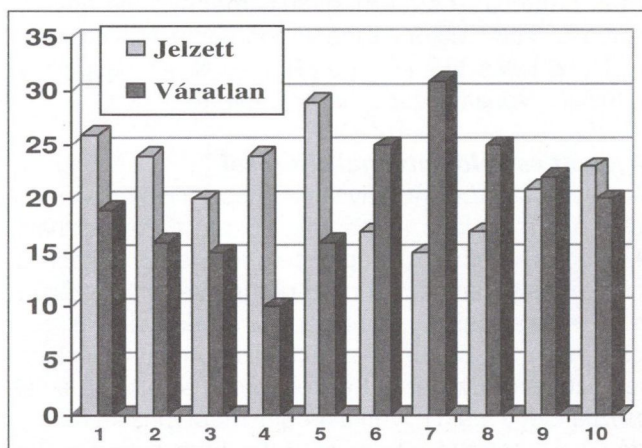
Az előre jelzett hálózati pontok és handoverek számának alakulása

A szimulációt a bemutatott 7 cellából és 28 pontból álló mintahálózaton végeztük el, minden alkalommal 1000 lépésszámmal. A vizsgálat során a változó paraméter mindig a maximálisan megengedett hiba volt, azaz a jóslott útvonal azon pontjain lévő súlyok összege, amelyeket a felhasználó a valóságban nem érint. Ez a hiba adja meg, hogy maximálisan mekkora eltérést engedünk meg a jóslott útvonaltól, mielőtt azt elvetnénk, és újat határoznánk meg. Az algoritmus pontosságát jellemzi a megfelelően és a hibásan jóslott pontok számának alakulása, de a rendszer terhelését a megfelelően előre jelzett handoverek csökkentik. A kettő összefügg egymással.

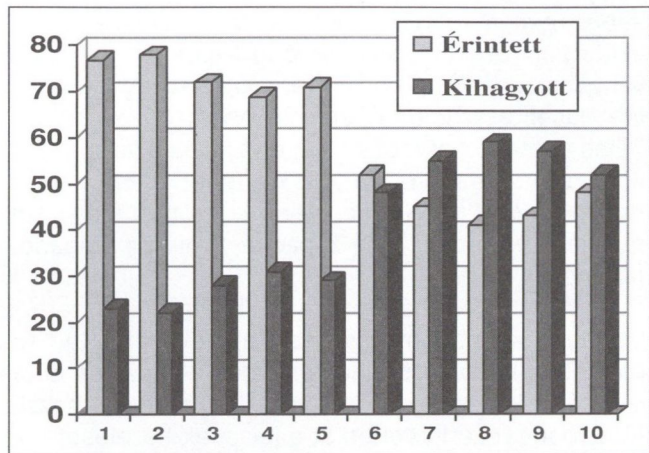
Az eredmények a 10. és 11. ábrán diagramba rendezve láthatók. A függőleges tengelyen a lépésszámmal viszonyítva százalékosan vannak feltüntetve az előre jelzett és váratlan handoverek, illetve a jóslott út felhasználó által érintett és kihagyott pontjai, a vízszintes tengelyen pedig a megengedett maximális hiba.

A jóslások számának alakulása

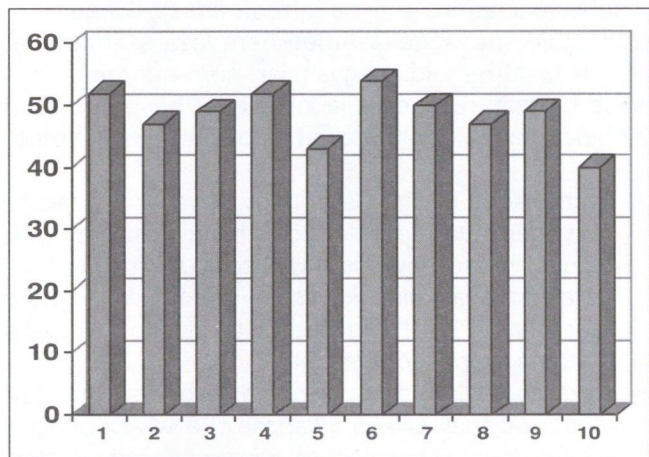
A hálózat terhelését az előrejelzések száma befolyásolja. A terhelés szerinti optimum ott található, ahol a legritkábban történik jóslás, azaz ahol ezek száma a legkisebb. Az eredményeket a 12. ábra mutatja. A füg-



10. ábra A jelzett és váratlan handoverek száma



11. ábra A jóslt és érintett, illetve a nem jóslt pontok száma



12. ábra Jóslások száma

gőleges tengelyen a 100 lépésszámra eső jóslt utak száma, a vízszintes tengelyen pedig a megengedett maximális hiba látható.

Az útvonalak felépítésekor minden, az adott útvonal következő pontjára meghatároztunk egy ún. hibahatárt (százalékban), amely nem más, mint annak a valószínűsége, hogy a felhasználó addig eljutott. Ez az egyes utak valószínűségeinek szorzata az addigi útvonal mentén. Az útvonal felépítése addig tart, míg ez a valószínűség kisebb, mint egy meghatározott érték. Ha ez az érték túl nagy, akkor az útvonalak túl rövidek, ha túl kicsi, túl hosszúak lesznek. Egyik esetben az előrejelzés nem biztosítja azt, hogy megfelelően ritkán kelljen előre jelezni, másik esetben pedig az átlagos úthossznál sokkal gyakrabban várható előrejelzés.

Az eredmények a várakozásnak megfelelően alakultak. Az algoritmus hatékonyságát leíró paraméterek és a hálózat terhelését adó jóslásszám figyelembevételével az 5, illetve 6 megengedett maximális hiba esetén található meg az optimum.

Handover-támogató routing eljárás

A handoverekkel járó problémákra megoldást nyújtana egy olyan módszer, mely lehetővé teszi útvonalak

felépítését rövid idő alatt, és működéséhez nem igényel központi hívásengedélyezőt. A hívásátadás lebonyolításához szükséges idővel együtt csökken az esetleges cellavesztés esélye, valamint rövidebb ideig szünetel a hívó és a hívott közötti kapcsolat. Használatával elérhetnénk, hogy – ha szükséges – akár minden egyes cellaváltás esetén új útvonalat építsünk fel a hívó és a hívott bázisállomás között. Az új útvonal felépítése biztosítaná, hogy a nagyobb sebességgel mozgó, gyakran cellát váltó felhasználók esetében se alakuljanak ki hurkok, valamint feleslegesen hosszú útvonalak.

Az algoritmus működésének alapelve

Az algoritmus működése két fő részből áll:

1. Minden egyes linken fenntart bizonyos szabad kapacitást. Ez úgy érhető el, hogy a link terhelésének (illetve maradék szabad kapacitásának) függvényében egyre nagyobb valószínűséggel kényszerít egy kapcsolatot az aktuális linkről egy hosszabb, az adott szakaszt elkerülő útvonalra. Új kapcsolat felépítésénél egyszerűen a két pont között a legrövidebb utat választja, melyen biztosan fel lehet építeni a kapcsolatot, hiszen van szabad kapacitás a linkeken. Így biztosítható, hogy minden esetben optimális útvonalon épüljön fel a kapcsolat.
2. Az egyes kapcsolatok hosszát periodikusan ellenőrzi, és ha az sokkal hosszabb mint a forrás és a cél között felépíthető legrövidebb útvonal, akkor új útvonalat keres a kapcsolat számára, és a régi útvonalat lebontja. (Az útvonalak meghosszabbodása az első pontban leírt új linkekre történő terelés miatt következhet be.)

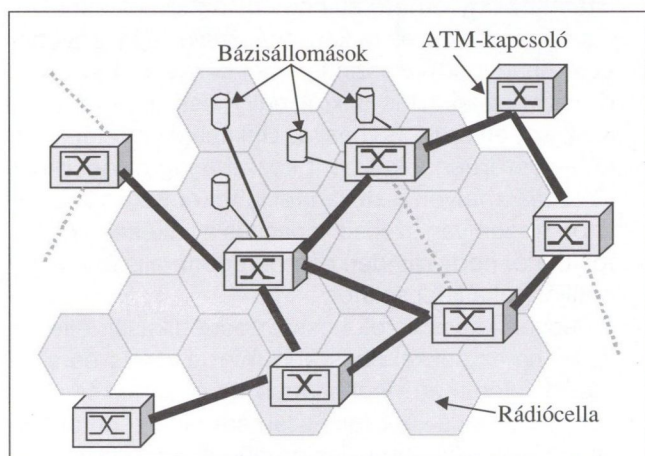
Az algoritmus előnyei:

- Egyenletesebb lesz a hálózat terhelése, a terheltebb részekről a forgalmat át lehet irányítani a nagyobb szabad kapacitással rendelkező szakaszokra. Például azokat a kapcsolatokat, amelyek nem érzékenyek a késleltetésre, viszont nagy adatforgalmat bonyolítanak, a forgalmas szakaszokról kisebb forgalmú linkekre lehet átirányítani, és ott nagyobb sávszélességet lehet biztosítani számukra.
- Egyszerű, legrövidebb utat kereső (OSPF – Open Shortest Path First) útvonalválasztási algoritmust lehet alkalmazni, mert bármely két pont között biztosan felépülhet a legrövidebb útvonal, nincs szükség minden szakaszon hívásengedélyezésre, hiszen a linkeken biztosan van szabad kapacitás. Ez ATM-hálózat esetén azt jelenti, hogy a GCAC (General Call Admission Control) algoritmus által szolgáltatott útvonal biztosan megfelel, nincs szükség minden kapcsolónál az ACAC (Actual Call Admission Control) elvégzésére. Az ACAC elmaradása jelentősen csökkenti az új útvonal felépítéséhez szükséges időt.

Handover esetén első lépésben meghosszabbítjuk az útvonalat. Utána három módon folytatódhat a cellaváltás:

1. A mobil cellába való belépése után egy bizonyos idő elteltével teljesen új útvonal épül fel.

2. Alkalmazható egy másik megoldás is, amikor új út felépítésére nem minden alkalommal, hanem csak bizonyos számú cellaváltást követően kerül sor. Ez a módszer azzal az előnnyel jár, hogy a handover még gyorsabban megtörténhet bizonyos késleltetésre érzékeny valós idejű és nagy sebességű kapcsolatok esetében, mivel nincs szükség a cellaváltáskor útvonalfelépítésre, hanem az később történik meg.
3. A harmadik módszer elve az, hogy figyeli az éppen aktuális bázisállomáshoz tartozó kapcsoló és a hívott fél kapcsolója közötti legrövidebb út (a két kapcsoló közötti legkevesebb kapcsolót érintő út) hosszát. Ha az aktuális útvonal sokkal hosszabb, mint a lehető legrövidebb út, akkor kerül sor az útvonal újbóli felépítésére.



13. ábra Mobil ATM-hálózat

A 13. ábrán egy tipikus mobil ATM-hálózat felépítése látható. A bázisállomások ATM-kapcsolókhoz vannak kötve és útvonalfelépítés esetén két kapcsoló között kell – a gerinchálózaton át – útvonalat létrehozni.

Ha egy szakasz kezd telítődni, akkor bizonyos hívásokat más útvonalra kényszerítünk. Ehhez két dolog szükséges: egyrészt dönteni kell arról, hogy sor kerüljön-e útvonalváltásra, másrészt ki kell választani egy – az adott linken áthaladó – kapcsolatot, amit más útra kényszerítünk.

Az adott szakasz teljes terhelése alapján a következő függvény adja meg azt a valószínűséget, ami alapján a kapcsoló dönt a más útvonalra terelésről:

$$p(x) = \frac{e^{\frac{x}{a}} - 1}{b}$$

Az egyes paraméterek értéke úgy határozható meg, hogy a függvény értékkészlete a $[0...1]$ intervallumba essen, és így a kapott függvényérték egy valószínűségi változóként fogható fel. A paraméterértékek megállapításánál figyelembe kell továbbá venni, hogy a szakasz erős terhelése esetén is bármely típusú kapcsolat QOS-paraméterében található sávszélességigényt biztosítani lehessen.

Bizonyos időközönként a kapcsoló generál egy véletlen számot a $[0...1]$ tartományban, és ha az ki-

sebb, mint a függvény értéke az adott pillanatban, akkor sor kerül az útvonal-módosításra. Ez az időköz változhat aszerint, hogy mennyire terhelt az adott link, kisebb terhelés esetén ritkábban, nagyobb terhelés esetén gyakrabban kell elvégezni a vizsgálatot. Jobb sávszélesség-kihasználást lehet ezzel a módszerrel elérni, mintha konstans küszöbértéket alkalmaznánk (mondjuk 10% kapacitást mindig szabadon tartanánk).

Az ATM PNNI (hálózaton belüli) jelzésrendszerhez kiegészítésül néhány új jelzést kell bevezetni. (Az irodalomban hasonló problémára más elképzelés is található: a közeghozzáférés-vezérlés, illetve a hozzáférési pont-vezérlő veheti át a jelzések kezelését, így elég kisebb módosításokat végezni a jelzésrendszeren. Mi azonban a jelzésrendszer módosítását véltük kisebb feladatnak, mert a jelzésrendszer kiegészítése mobil képességekkel még nem lezárt terület, valamint ez a megoldás egyáltalán nem érintené a felsőbb hálózati rétegeket (a jelzéseket bővebben lásd az előző fejezetben). Ezek az új üzenetek a következők:

- **Kapcsolatlefoglalás:** Célja, hogy ugyanazon szakasz két végén lévő kapcsolók közül mindig csak az egyik kezdjen hozzá egy adott kapcsolat átirányításához. Tartalmazza a küldő kapcsoló számát, valamint a kapcsolat VPI/VCÍ (virtuális út azonosító / virtuális csatorna azonosító) számait.
- **Linkállapot-lekérdezés:** Ezt az üzenetet minden szomszédjának elküldi a kapcsoló, a válasz pedig a szomszédos kapcsolók szakaszainak terheltségét tartalmazza. Célja az alternatív útvonalak közül a legkisebb terheltségű megtalálása. Tartalmazza a küldő ATM-kapcsoló számát, válaszul egy lista érkezik, amiben a fogadó kapcsoló minden linkjének a pillanatnyi terhelése található.
- **Átirányítás:** Célja, hogy a kapcsolatot az új útvonalra állítsa át, ehhez az új szakaszhoz tartozó kapcsoló és a régi szakasz másik végén lévő kapcsoló routing tábláit kell módosítani. Tartalmazza az új kapcsoló számát és a kapcsolat új VPI/VCÍ-számain.

Az adott linken áthaladó ATM-kapcsolatok közül hogyan válasszuk ki az „áldozatot”, azaz azt a hívást, amelyet új útvonalra kényszerít a kapcsoló? Ennek eldöntéséhez az ATM-kapcsolatok forgalmi jellemzőit csoportosító osztályokat használjuk:

Garantált szolgáltatások	Nem garantált szolgáltatások
CBR – állandó bitsebesség	UBR – definiálatlan bitsebesség
VBRrt – változó bitsebesség, valós idejű	ABR – rendelkezésre álló bitsebesség
VBRnrt – változó bitsebesség, nem valós idejű	ABT/IT – ATM-blokktranszfer
ABT/DT – ATM-blokktranszfer	

1. táblázat ATM-kapcsolattípusok

CLR	Cellavesztési arány	pl.: CLR 10 ⁻⁸
CTD	Cellatovábbítási késleltetés	pl.: CTD 100 ms
CDV	Cellakésleltetés-változás	pl.: CDV két pont között 10 ms
PCR	Maximális sebesség	pl.: PCR 170,2 cella/s
CDVT	Cellakésleltetés-változás érzékenysége	pl.: CDV egy pont 2 időrés
SCR	Megengedhető legkisebb sebesség	pl.: PCR=35000 cella/s, SCR=3500 cella/s
BT	Burst-tolerancia	pl.: 500 cella

2. táblázat ATM-kapcsolatok jellemző paraméterei

Az egyes osztályokat a 2. táblázatbeli azonosítók jellemzik.

A változó bitsebességű (VBR) kapcsolat paramétereiben megegyezik az állandó sebességűvel (CBR) kapcsolattal, de további két paraméterrel – SCR és BT – rendelkezik. A valós idejű és nem valós idejű változó bitsebességű kapcsolat (VBRnt illetve VBRrt) közötti különbség a cellakésleltetés ingadozás (CDV) paraméter hiánya a nem valós idejű kapcsolatnál. Az ABR-kapcsolattípus esetén megadják a CLR, PCR, CDV valamint a minimális sebesség paramétereit. Az ABT (ITU terminológia) jellemzője a maximális sebesség, cellakésleltetés-változás érzékenysége és opcionálisan az SCR-paraméter. Az UBR-kapcsolat nem rendelkezik jellemzőkkel.

A fenti két táblázat alapján az útvonal-változtatásra leginkább érzéketlenek a nem garantált csoport, valamint a nem valós idejű VBR, mert ennél a típusnál nincs CDV (cellakésleltetés-változás érzékenysége) definiálva. Tehát elsősorban ezek közül kell egyet kiválasztani.

Bizonyos esetekben, amikor egy új kapcsolatot építünk fel egy terhelten át, és a szomszédos szakaszok is terheltek, akkor előfordulhat, hogy ide-oda kapcsolgatunk a szomszédos linkek között. Ennek elkerülésére két megoldás kínálkozik:

1. Minden kapcsolathoz hozzárendelünk egy számot, ami az utolsó útvonalváltás idejét tartalmazza. Ez alapján, ha újabb útvonal-módosításra van szükség, a linken található legrégebben módosított kapcsolatot tereljük el, lényegében FIFO-működést valósítva meg.

2. A másik megoldás az, hogy feljegyezzük az utolsóként használt link azonosítóját (illetve magát a teljes útvonalat) és a következő módosításakor a kapcsolat nem kerülhet vissza erre a szakaszra. Így a hívás néhány lépésben kikerül a forgalmas részről, és a hálózatban hamarabb lesz egyenletes a forgalom eloszlása.

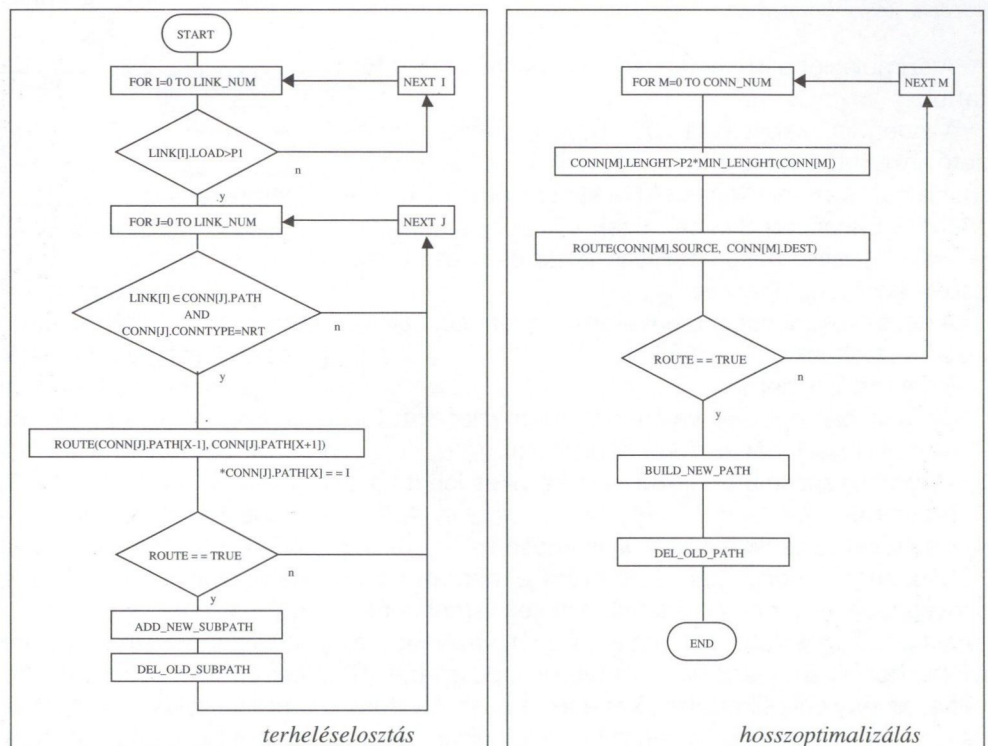
Problémát okozhat, ha egy kapcsolatot túl sokszor irányítottunk új útvonalra, és emiatt nagyon megnőtt az útvonalhossz. Továbbá, ha a mobil nem mozog, nincs handover, és így nem építi fel újra a kapcsolatot, akkor ez a kedvezőtlen eset tartósan fennmarad. Ezért a cél bázisállomás ATM-kapcsolója és a hívott fél ATM-kapcsolója közötti legrövidebb távolságot bizonyos időközönként (periodikusan) össze kell vetni a kapcsolat útvonala által érintett kapcsolók számával. Ha ez na-

gyobb a kapcsolók közti legrövidebb út p1-szeresénél ($p1 = \text{konstans paraméter}$), akkor a kapcsolat útvonalát újra felépítjük.

A routing eljárás nem igényel központi hívásengedélyezőt, valamint járulékos információkra sincs szüksége. Az ATM-kapcsolók szoftverének módosításával, valamint néhány új jelzés (Kapcsolatlefoglalás, Linkállapot-lekérdezés, Átírányítás) bevezetésével megoldható az eljárás használata. A működéséhez szükséges információkat a hívásfelépítéskor (SETUP üzeneten belül az ATM traffic descriptor – hívás forgalmi paramétereit, broadband capability – forgalmi osztályt azonosítja és Designated Transit List), illetve a saját linkjeinek figyélésével tudja megszerezni.

Szimulációs eredmények

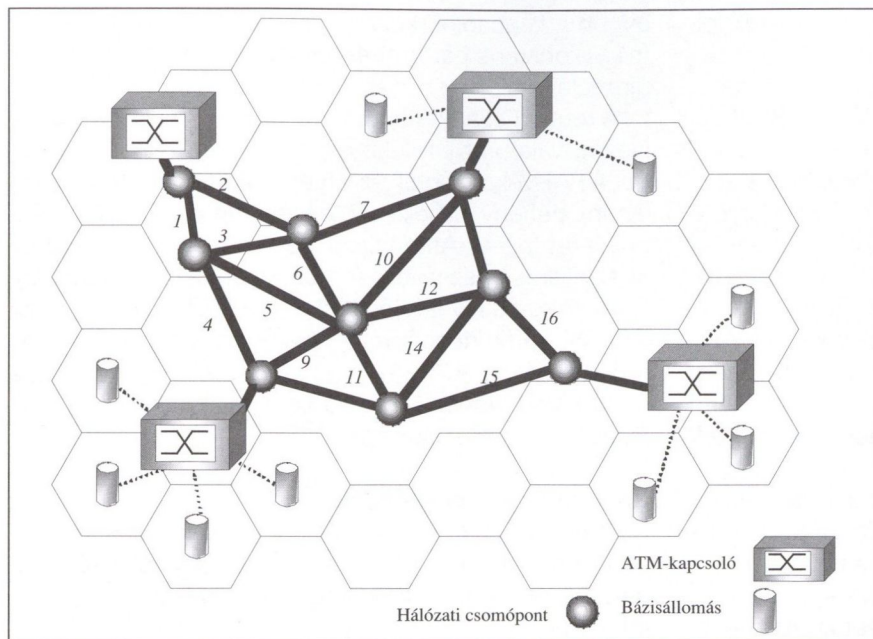
Az algoritmus teljesítőképességét számítógépes szimulációval vizsgáltuk, az algoritmust megvalósító programot C-nyelven írtuk. A program blokkvázlata a 14. ábrán látható.



14. ábra A szimulációs program folyamatábrája

A program egyenként megvizsgálja a linkeket, és ha egy link terhelése nagyobb a konstans $p1$ paraméternél, akkor a program elkerülő útvonalat keres az első, a linken áthaladó nem valós idejű (NRT – Non Real Time) kapcsolat számára. Az új útvonalat a ROUTE nevű eljárás adja meg, bemenő paramétereit a forrás és célkapcsoló, valamint a kapcsolat forgalmi típusa. Ha sikerült útvonalat találni, akkor a kapcsolat átkerül az új útszakaszra, és a régi szakasz pedig tehermentesül.

Az algoritmus útvonalhossz-optimalizáló része végighalad minden aktív kapcsolaton, és amelyik hosszabb, mint a lehetséges legrövidebb útvonal $P2$ -szerese, annak számára új útvonalat próbál felépíteni.



15. ábra Teszthálózat

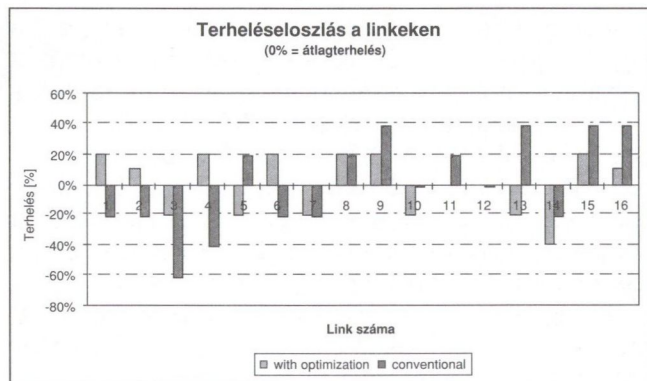
A szimulációt a 15. ábrán látható teszthálózaton futtattuk.

Minden link kapacitása 100 egység, kivéve a bevezető linkeket. A bevezető linkek kötik be a hálózatba a mobilitást kezelni képes ATM-kapcsolókat (MES – Mobility Enhanced Switch). Ezek a kapcsolók szolgálják ki a bázisállomásokat. Hívás tehát csak ezen kapcsolók között épülhet fel.

A teljesíthetőség méréséhez egyenletes eloszlással sorsoltunk eseményeket:

1. Nem történik semmi.
2. Új kapcsolat épül fel, véletlenszerűen választott forgalmi típussal, cél- és forrásállomással.
3. Az aktív kapcsolatok közül valamelyiket lebontja a program.
4. Handover történik egy másik állomáshoz.

Minden esemény után a program elmentette egy szöveges fájlba a hálózat adatait, a linkek terheltségét, az aktuális kapcsolatok számát és típusát, valamint számolta, hogy hány handover-, illetve új kapcsolatfelépítés-esemény volt sikertelen. Két esetet hasonlítottunk össze. Az optimalizálás nélküli a jelenlegi PNNI-működésnek felel meg, míg optimalizált esetben min-



16. ábra Hálózati terhelés az egyes linkeken

den esemény után lefuttattuk az algoritmust is.

Az egyes kapcsolatokat egységesen 20 egység kapacitással modelleztük (a programban összesen 12 különböző forgalmi osztály definiálására van lehetőség). Az egyes kapcsolattípusok között a maximálisan elviselhető késleltetés mértéke jelentette a különbséget.

A programot 200-szor futtattuk, az így kapott linkterhelési adatokat a 16. ábrán látható grafikon foglalja össze.

A várakozásoknak megfelelően az egyes linkek terhelése sokkal egyenletesebb lett optimalizált esetben, átlagtól való eltérésük alig haladja meg a 20%-ot.

A 3. táblázatban foglaltuk össze a szimuláció 200 futtatása után kapott számszerű eredményeket:

	Optimalizálás nélkül	Az új algoritmussal	Nyereség
Sikeres hívásfelépítés	78%	83%	+ 5%
Sikeres handover	66%	71%	+ 5%
Jelzési idő	11,5	10,3	- 1,2
Terhelés/kapcsolat	70,7	82,7	+ 12
Hálózatkihasználtság	63%	76,79%	+ 14%

3. táblázat Szimulációs eredmények

Jól látszik, hogy a sikeres hívásátadások és hívásfelépítések száma emelkedett. Ha ehhez hozzávesszük még azt a további nyereséget, hogy a jelzési idő is csökkent, látszik, hogy jelentős javulást értünk el. Ha a hívásfelépítés idejét 30 ms-nak számoljuk hálózati pontonként, akkor hagyományos esetben átlagosan $11,5 \times 30\text{ms} = 345\text{ ms}$ adódik. Az új algoritmussal – mivel nincs szükség minden kapcsolónál ACAC elvégzésére – ez az időmennyiség megtakarítható, csak a mindkét esetben szükséges GCAC algoritmus futásideje a késleltetés. (A táblázatban látható jelzési idő értéke úgy adódott, hogy a hívásfelépítéskor érintett kapcsolókat a program összeszámolta. Az optimalizálással kapott kisebb szám azt mutatja, hogy az optimalizálás hatására a kapcsolatok nagy része a legrövidebb útvonalon tudott felépülni. Nagyobb hálózat esetén várhatóan még számottevőbb lenne a különbség.)

Az algoritmus hátulütője, hogy a hosszabb utak nagyobb terhelést okoznak a hálózatban. Ezt a terhelés/kapcsolat mérőszám mutatja. Látszik, hogy optimalizálás nélkül, ha elosztjuk a hálózat terhelését (vagyis az egyes linkek terhelésének összegét) az aktív kapcsolatok számával, kisebb számot kapunk, mint optimalizált esetben. Ez azt jelenti, hogy egy kapcsolat nagyobb terhelést okoz, ha működik az optimalizálás. A több sikeresen felépített új hívás, illetve sikeres cellaváltás azonban ellensúlyozza ezt a tényt, több kiszolgált hívással érte el az algoritmus a nagyobb hálózatkihasználtságot.

Irodalom

1. Anthony Alles: ATM internetworking. Cisco Systems Inc., 1995.
2. Dipankar Raychaudhuri: Wireless ATM Networks: Technology Status and Future Directions. Proceedings of the IEEE, Vol.87 No.10 Október 1999.
3. S. Tabbane: An Alternative Strategy for Location Tracking, June 1995., IEEE J. Select. Areas Commun., vol 13.
4. G. Y. Liu and G. Q. Maguire, Jr.: A Predictive Mobility Management Algorithm for Wireless Mobile Computation and Communication, 1995., in Proc. IEEE Int. Confer. Universal Personal Communication.
5. M. D. Austin and G. L. Stuber: Direction Based Handoff Algorithms for Urban Microcells, 1994., in Proc. ICUPC, pp. 101–104
6. R. Viayan and J. M. Holtzman: A Modell for Analyzing Handoff Algorithms, Aug. 1993., IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 42.
7. M. D. Austin and G. L. Stuber: Velocity adaptive handoff algorithm for microcellular systems, Aug. 1994., IEEE Trans. Veh. Technol. vol. 43. pp. 549–561
8. D. Hong and S.S. Rappaport: Traffic Modell and Performance Analysis for Cellular Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures, Aug. 1993., IEEE Trans. Veh. Technol. vol. 42.
9. T. Liu and P. Bahl: Mobility Modelling, Location Tracking, and Trajectory Prediction in Wireless ATM Networks, Aug. 1998., IEEE J. on Select. Area in Comm., vol.16, pp. 922–935.
10. H. H. Xia: An Analitical Model for Predicting Path Loss in Urban and Suburban Environments, 1996., in Proc. PIRMC.
11. A. Acampora, M. Naghshineh: An architecture and methodology for Mobile-Executed Handoff in Cellular ATM networks. IEEE Journal on Sel. Areas in Comm., October 1994.
12. Horváth Gábor (szerkesztő): Neurális hálózatok és műszaki alkalmazásaik. Egyetemi tankönyv, Egyetemi Kiadó, Budapest, 1998.
13. K. F. Man, K.S. Tang and S. Kwong: Genetic Algorithms. Springer, 1999.

Hír

Az Ericsson új, vezeték nélküli M2M (gép-gép) kapcsolatot segítő GPRS-modulja a GM47 és a GM48 GPRS-technológián alapul. Ennek előnye, hogy nagy mennyiségű adat továbbítása és a folyamatos kapcsolattartás is lehetővé válik. Ez idáig az ilyen alkalmazások főleg SMS- és hangalapúak voltak. Az általános csomagkapcsolat szolgáltatás, azaz a GPRS megjelenése óriási üzleti lehetőségeket rejt magában. A GPRS főbb jellemzői: a folyamatos kapcsolattartás (always on), a továbbított adatmennyiség utáni számlázás, a nagy mennyiségű adat gyors, akár 115 kbps sebességet elérő továbbítására való képesség.

SCHULZ-SZABÓ-IMRE:
VAJON MERRE MEGY TOVÁBB AZ AUTÓ?



BLUETOOTH, vezeték nélküli átvitel mobilkészülékek között

DR. SÁRKÁNY TAMÁS

fizikus

A 10. században az Északi-tenger partján élő szerzetesek állandó rettegésben éltek a vikingek inváziójától félve, és naponta imádkozták: „Az északi emberek haragjától szabadíts meg, uram.” Jelenleg egy másfajta északi invázió fenyeget globális kiterjedéssel, de ezúttal üdvözölni fogják azok, akiket fenyeget.

A fenyegetés neve Bluetooth, egy legendás dán király neve. Harold Bluetooth a 10. században 40 éves uralkodása alatt egyesítette Dániát és Norvégiát. Róla nevezték el (és védjegyként is bevezették) az új digitális protokollt, amelynek alkalmazásával vezeték nélkül lehet kapcsolatot teremteni PC-k, mobil intelligens telefonok, személyhívók, notebook-készülékek és számos egyéb digitális eszköz között, amelyeknek számos feladat megoldásakor együtt kell működniük.

A Bluetooth-rendszert, amelyet eredetileg csupán mobiltelefonok és tartozékai közötti csatlakozás biztosítására szántak, az Ericsson fejlesztette ki 1994-ben. A Bluetooth több mint egyszerű vezeték nélküli technológia, inkább újfajta kommunikációs modellnek, vezeték nélküli architektúrának tekinthető. Ezzel a technológiával nemcsak PC-k és mobiltelefonok, hanem számos más készülék (laptop, mobiltelefon, PDA, háztartási készülék) is kapcsolatot létesíthet egymással. Ha a háztartási elektronikus berendezéseket Bluetooth-interfészsel egészítjük ki, akkor megvalósulhat az „intelligens lakás vagy iroda”.

A Bluetooth-technológia

A Bluetooth-rendszer transzparens, vezeték nélküli RF-összeköttetést biztosít digitális készülékek között. Hibajavító kódolást és titkosítást is alkalmazhat. A Bluetooth chip adó-vevőt tartalmaz, és utólag is beépíthető egy elektronikus vezérlésű eszközbe (mobiltelefon, PDA, PC vagy laptop).

A specifikáció arra irányul, hogy a hálózat virtuális kábel szerepét töltsse be. Ezzel az interfészsel például egy laptop egy mobiltelefonról hozzáférhet egy e-mailhez, vagy adatokat küldhet egy faxkészülékre. Várható, hogy a Bluetooth járulékos módja lesz az otthoni és irodai elektronikus vezérlésnek az Ethernet hálózat,

a vezeték nélküli LAN hálózat és az erősáramú hálózat felhasználásán túlmenően.

A rendszer a világszabvány szerinti ISM-frekvenciasávban (Industrial, Scientific and Medical Band, 2,4–2,8 GHz) létesít automatikusan rádiókapcsolatot, mihelyt a berendezések egymás hatótávolságába kerülnek. A master eszköz max. 7 slave eszközzel lehet kapcsolatban, ily módon piconet-hálózatot alkotva, pl. egy irodában, ahol tipikusan a hálózati szervergép lehet a master. Mindegyik munkaállomás, pl. printer vagy szkennel mint slave szerepelhet, és a rádiókapcsolat csak aktiválás után jön létre. Maga a piconet kommunikálhat egy másik piconettel, az így létrejövő hálózat a scatternet, amely legfeljebb 10 piconet-hálózatot kapcsolhat össze, és mind pont-pont, mind pont-többpont kommunikációt lehetővé tesz. A duplex adatátviteli sebesség 10 független piconet-struktúra esetében max. 6 Mbps. Az alapsávi technológia biztosíthat mind valós idejű összeköttetést beszédátvitelre, mind pedig késleltetett összeköttetést csomagkapcsolt adatátvitelre. Így hasonlóság áll fenn a piconet és a LAN, továbbá a scatternet és a WAN között. A Bluetooth-hálózat új elnevezése: PAN (Personal Area Network). A hasonlóságok ellenére a Bluetooth-technológia nem annyira a szokásos (pl. LAN) hálózatokat, mint inkább a berendezéseket összekötő kábeleket helyettesíti.

A Bluetooth-specifikáció kidolgozására 1998-ban konzorcium létesült az Ericsson, a 3Com, az Intel, az IBM, a Lucent, a Microsoft, a Motorola, a Nokia és a Toshiba képviselőinek részvételével. A cél egy digitális vezeték nélküli protokoll kifejlesztése volt a különféle digitális mobilkészülékek végfelhasználói összeköttetésének megoldására. A Bluetooth 1.0 jelű kereskedelmi specifikációt 1999 szeptemberében publikálták, ezt követte a továbbfejlesztett Bluetooth 1.1 szabvány kialakítása. A 2.0 változat megjelenése 2001 végén várható. (A részletes specifikáció a Bluetooth honlapján több

ezer oldalon található!) Az említett vállalatok az 1998-ban alakult speciális csoportban (SIG – Special Interest Group) fejlesztik a specifikációt a csoport 1200 tagjának közreműködésével. A Bluetooth-szabványt több irányban fejlesztik tovább, előtérben van az ad hoc hálózatok kialakítása. Szó van arról, hogy a Bluetooth II. változat másik frekvenciasávban nagyobb kimenőteliessítményt és nagyobb adatátviteli sebességet alkalmaz majd, és így zeneátvitelre is alkalmas lesz. A csoport kéthavonta SIGnal nevű hivatalos közleményt jelentet meg, amely a technológia fejlesztésével, piaci bevezetésével és alkalmazási kérdésekkel foglalkozik. A harmadik Bluetooth-kongresszus alkalmával, ez év júliusában Monte Carlóban arról számoltak be, hogy világszerte számos iparágban 1200 vállalat keresi az új technológia alkalmazási lehetőségeit.

Az elmúlt évben kb. 2000 vállalat fejlesztett Bluetooth-terméket, és várható, hogy 2001 végére több százmillió elektronikus eszköz fog Bluetooth-interfészsel rendelkezni. A Bluetooth főbb támogatói a távközlési és információtechnológiai szektorból kerülnek ki, így az első ilyen termékek is innen származnak. Az IT-szektorból főként PC-kártyákat láttak el Bluetooth-interfészsel, de a súlypont később a távközlési iparágra tolódott át. Várható, hogy az újabban megjelent GPRS mobilkészülékeket látják majd el Bluetooth kapcsolati felülettel. Az európai távközlési szolgáltatók közül sokan addig nem akarják alkalmazni a Bluetooth-interfészt, amíg a technológia nincs szabványosítva. Kivételt képeznek az északi operátorok (Sonera Finnországban, Telia Svédországban), amelyek elől járnak a kísérletekben.

A Bluetooth chip RF-kimenőszintje szabályozott, így a Bluetooth chipet tartalmazó mobiltelefon teljesítményfelvétele csak 3 százalékkal növekszik. Amikor az adó érzékeli, hogy a vevő csak néhány méterre van, módosítja a kimenőszintet a távolságnak megfelelően. Amikor a forgalom leáll, a kimenőszint lecsökken, és az adó a létrejött összeköttetést rövid impulzusokkal tartja fenn.

Rövid specifikáció	
Normál hatótáv	10 m
Normál adóteljesítmény	0 dBm (1 mW)
Opcionális adóteljesítmény	-30...+20 dBm
Vevőérzékenység	-70 dBm
Frekvenciasáv	2,4-2,8 GHz
Teljes adatátviteli sebesség	1 Mbps
Áramfelvétel (hold/park/készenlét)	kb. 50 µA
Áramfelvétel (max.)	300 µA
Átvitel	frekvenciaugratásos, 1600 hop/sec (szórt spektrum)

A Bluetooth-kommunikációban, pl. zsinór nélküli telefonok üzemében, interferenciát okozhatnak az ISM-sávban működő egyéb berendezések, pl. lakásokban világszerte több százmillió mikrohullámú sütő működik ebben a sávban, és időszakos zavarokat kelthet. Szóba került olyan kommunikációs protokoll alkalmazása, amely minimalizálhatja az ISM-sávban működő közeli berendezésektől származó interferencia hatását.

Piaci bevezetés

Becslések szerint a Bluetooth-kommunikációra képes termékek száma 2001-ben több mint 11 millió darabra nőhet, ami 2,5 milliárd dollár bevételt jelenthet. 2001 első negyedévében még csak PC-kártyákat és fejbeszélőket láttak el Bluetooth-rendszerrel, amelynek elterjedése gyorsul. A rendszer piaci sikerét a viszonylag alacsony ára is segíti: ha valaki 1000 dollárért vesz egy notebookot, akkor a Bluetooth-interfész járulékos, kb. 30 dolláros költsége már nem számottevő. Ez évben már megjelent a piacon egy fejbeszélőt és egy GSM mobiltelefont összekötő Bluetooth. A Nokia demonstrálta, hogy egy GSM cellás telefon „beszél” egy laptopoz és egy digitális fényképezőgéphez. Az új piac jövője biztató: előjelzések szerint 2003-ban több mint 200 millió, 2005-ben pedig több mint 672 millió Bluetooth-készülék lesz forgalomban.

Továbbfejlesztés

A következő generációs Bluetooth jellemzője a 0,50 mikronos technológiáról áttérés a 0,35 mikronos BiCMOS technológiára. Jelenleg a Bluetooth-modul passzív alkatrészeit integrált áramkörben kellene elhelyezni. Folyamatban van speciális IC kifejlesztése bipoláris RF-szakasszal és MOS alapsávi résszel. Minthogy a Bluetooth-termékek általában már rendelkeznek mikroprocesszorral (pl. mobiltelefon vagy notebook esetében), várható, hogy a protokollfunkciót a befogadó termék fogja biztosítani.

Újabban a gyártók utólag beépíthető Bluetooth-termékeket fejlesztenek: antenna, RF-rész az egyik oldalon és Bluetooth-adatkimenet/bemenet a másik oldalon, melyet utólag lehet a készülékhez csatlakoztatni. Például mobiltelefon esetében a Bluetooth chip a telep reszskébe kerülhet. A továbbfejlesztés legnagyobb problémája az együttműködés, minthogy a legtöbb gyártó a Bluetooth termékeit csak saját készülékekkel ellenőrzi. Ez azért fontos, mert a Bluetooth-rendszer nemcsak mobiltelefonok vagy számítógépek számára alkalmazható. Az a trend, hogy várhatóan minden fajtájú eszközzel kell az együttműködést biztosítani, pl. elektronikus játékok, hűtőgépek stb.

Irodalom

- 1. Bluetooth: a flash in the PAN? PNE, March 2001. p.21
- 2. Ernest Rejman: Bluetooth puts bite on mobile communications, Microwave Journal, July 2000. p.110

3. Charles R. Buffler, Per O. Risman: Compatibility issues between Bluetooth and high power systems in the ISM bands, *Microwave Journal*, July 2000. p.126

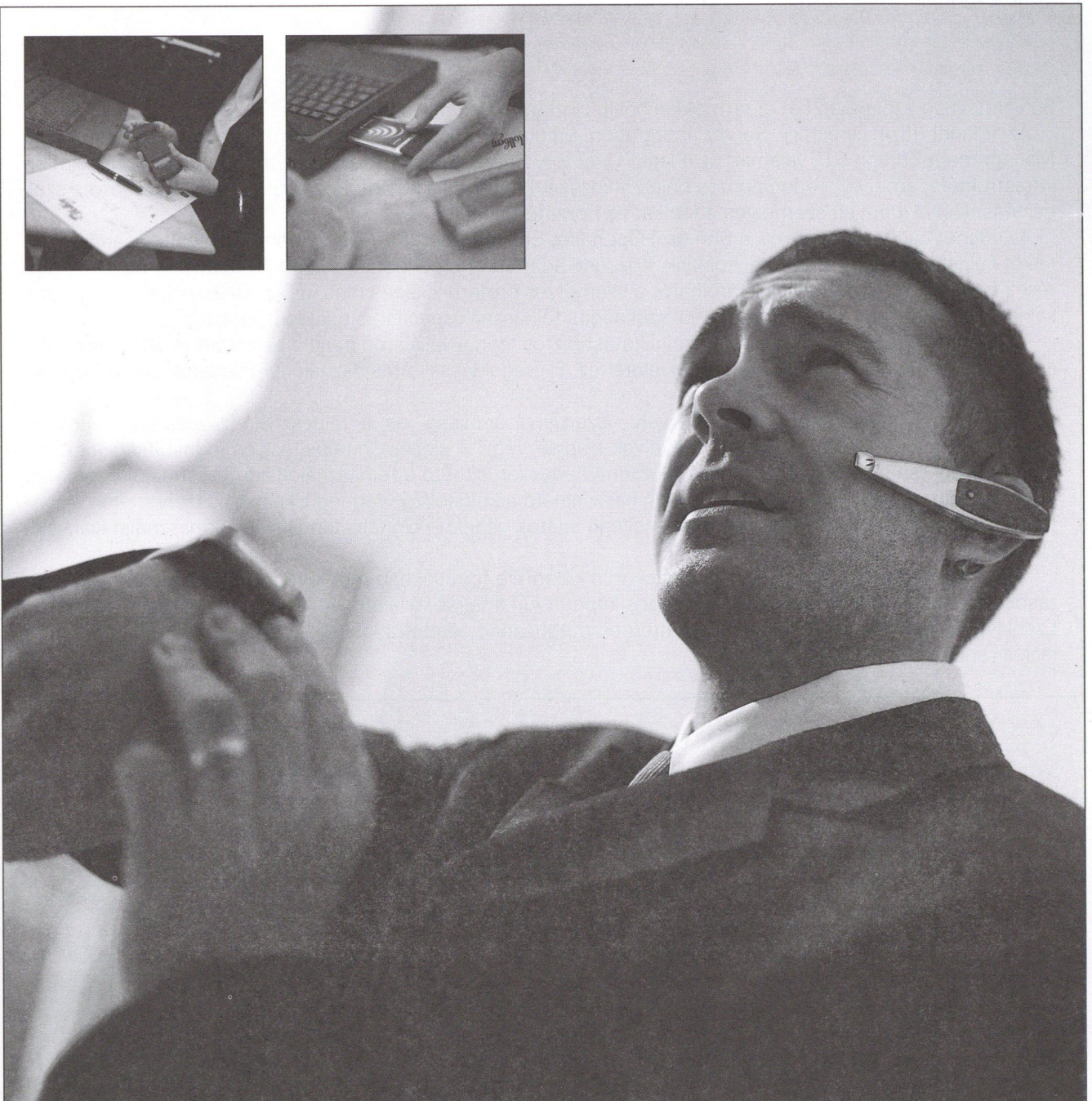
Dr. Sárkány Tamás

Felsőfokú tanulmányait a Pázmány Péter Tudományegyetem fizika-matematika szakán folytatta. Pályáját 1950-ben a Távközlési Kutató Intézet tudományos munkatársaként kezdte, ahol számos híradástechnikai elektronikus műszert fejlesztett, majd közreműködött az intézet mikrohullámú rádióberendezéseinek és műholdas sokcsatornás berendezéseinek fejlesztésében és műszaki dokumentációjának elkészítésében. Előadásokat tartott a Budapesti Műszaki Egyetemen és a nemzetközi konferenciákon,

továbbá közreműködött az intézet és vezető külföldi műszergyárak (Hewlett Packard, Wandel und Goltermann) közötti együttműködés kialakításában.

1991-től 1997-ig a Matáv SAT-NET Műholdas Üzemviteli Központjában az ottani földi állomás felhasználói dokumentációját szerkesztette. Több mint 20 évig a Magyar Szabványügyi Hivatal megbízásából az IEC (International Electrotechnical Commission) egyik nemzetközi munkacsoportjának ülésein számos nemzetközi szabványt dolgozott ki műholdas berendezések mérőmódszereire.

A műszaki tudományok kandidátusa, címzetes egyetemi docens, a Virág Pollák-díj és a Puskás Tivadar-díj birtokosa. Több mint 30 publikációja jelent meg hazai és nemzetközi folyóiratokban, egy USA-beli és 10 magyar szabadalmi okirata van, hét könyvet fordított angolra.



Hírek

A Cisco Systems létrehozott egy olyan megoldást, amellyel nagy sebességű, szélessávú kapcsolat biztosítható több épületből álló komplexumokban. A szállodák, épületfenntartók vagy felsőoktatási intézmények egy gyártótól szerezhetik be a szélessávú hozzáférés összes szükséges összetevőjét.

A Cisco Building Broadband Service Manager nagymértékben automatizált szolgáltatáskészítési platform, amellyel egyszerűen engedélyezhető a hozzáférés teljes termék vagy akár egyes látogatók számára. Felügyelhető szolgáltatások, személyre szabott portálok és hirdetések készíthetők, valamint webes felügyeletet, jelentéskészítést és konfigurálást tesz lehetővé. Egy szálloda például konferenciákhoz, megbeszélésekhez napi hálózati hozzáférést kínálhat különféle sáv szélesség/ár kategóriákkal és hang/videoszolgáltatásokkal. A kliensszerver alkalmazása többféle automatizált hitelesítési és számlázási módszert is kezel: lehetővé teszi például a hitelkártyával, RADIUS-szerverrel létesítményfelügyeleti rendszeren és hozzáférési kód alapján történő azonosítást.



Sun-Netscape szövetség két új termékkel bővíti címtárszolgáltatás-paltformját.

Az iPlanet (tm) Directory Server Integration Edition 5.0, és az iPlanet (tm) Directory Server Access Management Edition 5.0, valamint az iPlanet Directory Server 5.0 együttesével létrejött egy integrált címtár-infrastruktúra, amely egyetlen pontos bejelentkezéssel felügyeli a különféle webalapú alkalmazások és szolgáltatások által igényelt személyes adatokat és hozzáféréseket.

Az iPlanet új címtár termékei a Sun (tm) Open Net Environment (Sun ONE) webes szolgáltatásarchitektúra két kulcsfontosságú elemét biztosítják. Központi adattárként működnek a személyes adatok és a hozzáférések felügyeletéhez, amelyben tárolhatók a személyes preferenciák és más, a Sun ONE webes szolgáltatásainak biztosításához elengedhetetlenül szükséges felhasználóspecifikus tulajdonságok.

Az iPlanet célja, hogy meta-címtárszolgáltatást biztosítson a vállalaton belül elosztottan tárolt felhasználói adatok egyesítéséhez és együttes felügyeletéhez. E megoldással a felhasználói profiladatok szinkronizálhatók.

Az iPlanet Management átfogó irányelv-, személyazonosság- és a felhasználó-felügyeleti megoldás, amely központilag tárolt felügyeleti irányelvek alapján végzi a globális hitelesítést és jogosultságkiosztást. Egy hatósági tanúsítvánnyal (certificate authority) egyszerűsíthető a felhasználók adminisztrációja, valamint egyetlen felhasználói „személyazonosság” használható a különböző web- és alkalmazásszervereken. A biztonságosabb hitelesítési rend és a magánjellegű adatok védelme digitális tanúsítványok használatával valósítható meg.

A Meta-Directory egyesíti a címtáradatokat: a különféle forrásokban meglévő adatokat a webes alkalmazások számára is elérhetővé teszi, egységes képet nyújt a teljes vállalatra vonatkozó felhasználói adatokról. Ezenkívül biztosítja a szinkronizációt a háttérben meghúzódó adatforrásokkal – többek között a hálózati operációs rendszerek (NOS-ek) címtáraival.

A ferromágneses anyagok viselkedését leíró skalár Preisach-hiszterézismodell identifikációja genetikus algoritmussal

KUCZMANN MIKLÓS, IVÁNYI MIKLÓSNÉ

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)
Elméleti Villamosságtan Tanszék

A mágneses anyagok viselkedését matematikailag leíró hiszteréziskarakterisztika szimulációjára a legáltalánosabban elterjedt technika a klasszikus Preisach-modell. Weiss hipotézise szerint a ferromágneses anyagok adott irányítottságú, telítésig mágnesezett elemi térrészekből, ún. doménekből épülnek fel, amelyek téglalap alakú elemi hiszterézisoperátorokkal reprezentálhatóak. A Preisach-modell a mágneses anyag mágnesezettségét sok elemi, ideális hiszterézisoperátor együttes hatásaként tekinti, s az egyes hiszterézisoperátorok állapota például Gauss-típusú valószínűségi eloszlásfüggvény segítségével leírható. A Preisach-kernel kérdéses paramétereinek hangolásával a modell valamely valószínű mágneses anyagon mért hiszterézis karakterisztikához illeszthető. A genetikus algoritmusok olyan szélsőérték-kereső eljárások, amelyek egy lehetséges megoldási halmazon végzett operációk segítségével egyre jobb megoldásokat adnak. Sztochasztikus jellegükből fakadóan képesek a teljes keresési tér átvizsgálására és a globális optimum nagyon valószínű megtalálására. A cikk egy távolságdefiníció alapuló genetikus algoritmus felépítését tárgyalja, s a kidolgozott módszer alkalmazhatóságát a Preisach-modell identifikációján keresztül mutatja be. A szimulációs eredményeket mérési adatokkal vetjük össze.

Kulcsszavak: anizotrópia, genetikus algoritmusok, hiszteréziskarakterisztika, klasszikus Preisach-modell, mágneses anyagok.

A hiszteréziskarakterisztika szimulációja, azaz a mágneses anyagok mágnesezettségének vagy mágneses indukciójának ismerete a külső mágneses térerősség függvényében rendkívül fontos az egyre nagyobb teret hódító számítógéppel segített tervezés (CAD) és a különböző elektromágneses térszámítási programcsomagok alkalmazása során. A villamosenergia-átalakító rendszerekben alkalmazott transzformátorok, a villamos gépek, a villamos motorok stb. egyre nagyobb mennyiségben igénylik a mágneses anyagokat a minőségi követelmények rohamos növekedése mellett. Az egyes anyagok viselkedésének vizsgálatára bevált szimulációs eljárások léteznek a legkülönbözőbb, esetleg extrém feltételek kielégítése mellett is. A hiszteréziskarakterisztika modellezése ugyanakkor érdekes matematikai probléma, hiszen megfelelő általánosításai alkalmasak más szakterületeken megtalálható hiszterézisjelenségek modellezésére is, mint például a mechanikai kotyogások szimulációjában.

A mágneses anyagok hiszteréziskarakterisztikája a $H(t)$ mágneses térerősség és a mágneses anyag $M(t)$ mágnesezettsége között teremt kapcsolatot. Az $M(t)$ mágnesezettség adott t időpontbeli értéke nemcsak a $H(t)$ mágneses térerősség adott időpontbeli értékétől függ, hanem a mágneses anyag előéletétől is [1]. Ezen erősen nemlineáris és memóriával bíró rendszer modellezésére rendkívül nehéz megfelelő struktúrát találni.

A mágneses jelenségek vizsgálata során több modell is született már a hiszteréziskarakterisztika szimulálására, a mágneses anyagok viselkedésének reprodukálására, mint például a Preisach-modell, a Jiles-Atherton-

modell vagy a Stoner-Wohlfarth-modell stb [1, 2, 4, 8]. Minden modell rendelkezik bizonyos paraméterekkel, melyek hangolása elegendő pontosságú, a valóságot jól megközelítő szimulációs eljáráshoz vezet.

Genetikus algoritmusok

Optimalizálási és identifikációs problémák megoldására egyszerűségük miatt előszeretettel alkalmazzák a genetikus algoritmusokat [5]. A genetikus algoritmusok olyan robusztus szélsőérték-kereső eljárások, amelyek egy lehetséges megoldási halmazon (populáció) különböző genetikus operációk elvégzése után képesek a teljes megoldástér átvizsgálásával a globális optimum nagyon valószínű megtalálására, illetve annak behatárolására. Óriási előnyük, hogy nem igénylik az optimalizálandó célfüggvény gradiensének meghatározását. A populáció véletlenszerű inicializálása után az egyes egyedekhez alkalmassági függvény (fitness) rendelhető, majd a szelekció, keresztezés, mutáció és visszahelyettesítés operációk elvégzése után egy újabb populáció keletkezésével iteratívan egyre jobb megoldásokat adnak. A módszer hátránya, hogy bonyolult, nagy számításigényű objektív függvény esetén rendkívül hosszadalmas lehet. A genetikus algoritmusokat különösen több szuboptimális megoldást is tartalmazó kritériumfüggvények esetében célszerű alkalmazni. A módszer alapgondolata a biológiai evolúció természetes kiválasztóképessége, azaz mindig a legjobb tulajdonságú egyedek képesek túlélni az adott körülményeket és szaporodni.

Az evolúció a térben és időben egyenlőtlen, folyamatos és megfordíthatatlan folyamat, melynek során olyan szervezetek képződnek, melyek az előnytelen környezeti hatásokat ki tudják egyensúlyozni. Az egymáshoz hasonló élőlények egy-egy fajt alkotnak, melynek kisebb-nagyobb csoportjai populációkban tömörülnek. Az ideális populáció nagyszámú egyed tartalmaz, s az egyedek száma nemzedékről nemzedékre változatlan marad. Az egyes populációk közötti kapcsolat az egyedek vándorlásával (migráció) lehetséges. Az egyes egyedek vagy élőlények elhatárolódnak környezetüktől, ugyanakkor reagálnak a környezet hatásaira, továbbá anyagcserét folytatnak és szaporodnak. Egy populáción belül azon biológiai folyamatokat, melyek meghatározzák, hogy mely egyedek, vagy egyedcsoportok maradnak életben és képesek szaporodni, szelekciónak nevezik. A keresztezés (rekombináció) genetikai anyagok kicserélődését jelenti két szülő genotípusa között, melynek eredménye egy eltérő genotípusú utód. Az öröklési anyagokban nem genetikai rekombinációval végbemenő változás a mutáció. Az egyed érzékelhető külső és belső tulajdonságai az ún. fenotípus, míg a szervezet génjeiben tárolt genetikai információk összességét, melyek valójában meghatározzák a fenotípust, genotípusnak hívják. A szervezet bizonyos örökletes tulajdonságait a gének határozzák meg. Egy adott egyed esélyét az életben maradásra az alkalmassági érték (fitness) adja meg.

A genetikus algoritmusok alkalmazásakor ezen szabályok nagyon leegyszerűsített formáját lehet használni, azaz a lehetséges megoldások egy populációt alkotnak, melynek egyedei különbözőek. Az egyedek alkalmassági értékét egy függvény, a fitness-függvény definiálja. Az individuumok matematikailag megfogalmazható genetikus operációk segítségével megváltoztathatók. A generációs hurok iterációja során megtörténik a teljes populáció újrendeződése, reprodukciója.

A genetikus algoritmus felépítése

Valós objektumok modellezése, identifikációja során a feladat egy $f(\mathbf{x})$ többváltozós célfüggvény minimalizálása, azaz az $\mathbf{x}_{opt}$ globális optimum meghatározása:

$$\mathbf{x}_{opt} = \arg \min_{\mathbf{x}} f(\mathbf{x}),$$

ahol $\mathbf{x}$ egy N dimenziós, tipikusan valós számokat tartalmazó vektor ($x_i \in \mathbb{R}^1, i=1, \dots, N$) [5].

Az $x_1, \dots, x_N$ változók lehetséges kombinációi az egyedek, azaz a keresési tér egy-egy lehetséges megoldásai. Amennyiben az egyedek valós számok alakjukban fordulnak elő, fenotípusalakról, ha valamely kódolt alakjában (pl. Gray-kód, 2-es komplement kód), genotípusalakról beszélünk.

Az implementált genetikus algoritmus az aktuális generációra értelmezett távolság definícióján, átmérőjén és sugarán alapul. Az így konstruált algoritmus nagyobb sebességű konvergenciával bír, mint a klasszikus eljárások [6,7]. A módszer blokkvázlata az 1. ábrán látható.

Az algoritmus bemutatása előtt néhány jelölés bevezetése szükséges. Az aktuális generáció legnagyobb

alkalmassági értékkel jellemezhető egyedét jelölje a ξ , az ezen egyedről legnagyobb távolságra lévő individuumot pedig a Σ_f vektor. A populáció valamennyi egyedéről legnagyobb távolságra eső egyedeket jelölje Σ_1 és Σ_2 . A fent megadott egyedek távolsága definiálja az aktuális populáció D átmérőjét, $D=d_{\Sigma_1, \Sigma_2}$, valamint r sugarát, $r=d_{\xi, \Sigma_f}$. Valós populációt feltételezve, a távolság az η és a $\mathbf{v}$ egyedek között az Eukleidészi távolságnorma alapján számolható:

$$d_{\eta, \mathbf{v}} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (c_{\eta}^{(i)} - c_{\mathbf{v}}^{(i)})^2}, \quad (1)$$

ahol $c_{\eta}^{(i)}$ jelöli az i -edik változót, azaz az i -edik kromoszómát az η egyedben és N a változók számát. Genotípusalakban kódolt adatok esetén a Hamming-távolságot lehet alkalmazni. Az egyes generációk leírására definiáljunk egy vektort a következőképp:

$$\mathbf{G}(k) = [\xi \ \Sigma_f \ \Sigma_1 \ \Sigma_2]^T, \quad (2)$$

amely generációnként természetesen változhat.

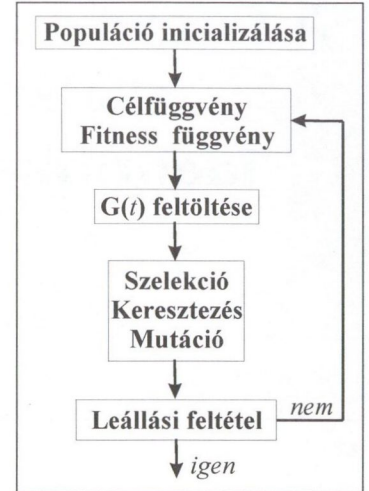
A fitness-függvény segítségével meg lehet határozni, hogy valamely egyed mennyire életképes az adott populációban. Ez egy $F(\mathbf{x}) = \Psi(f(\mathbf{x}))$ leképezés, amely definiálható például az

$$F(\mathbf{x}_i) = 1 - \frac{f(\mathbf{x}_i)}{\max_j (f(\mathbf{x}_j))} \quad (3)$$

egyszerű összefüggéssel, ahol $i, j=1, \dots, N_{ind}$ és N_{ind} jelöli az egyedek számát a populációban. Ebben az esetben a legéletképesebb egyed kapja a legnagyobb fitness-értéket, a legrosszabb egyed pedig zérus értékű lesz. Ez valójában az egyedek rangsorolása.

A genetikus operátorok sztochasztikus, véletlenszámgenerátorra alapozott műveletek. A szelekció művelete azt adja meg, hogy egy egyed hány utód létrehozásában vegyen részt. A szelekció elvégzése előtt a legjobb tulajdonságú ξ , illetve az ettől legtávolabb eső Σ_f egyedeket a szülők közé soroljuk, majd definiálunk egy, az aktuális populációra értelmezett szelekciós rátát a

$$p_{sz} = \frac{3}{2} - \frac{r}{D} \quad (4)$$



1. ábra Az implementált genetikus algoritmus blokkvázlata

távolság az η és a $\mathbf{v}$ egyedek között az Eukleidészi távolságnorma alapján számolható:

összefüggés alapján [6]. Ezután a szelekciós rátára alapozva kell kiválasztani a következő nemzedéket kialakító szülőegységeket. Az egyedeket fitness-értékük alapján csökkenő sorrendbe kell rendezni. Minden egyedhez rendeljünk egy $p \in [0,1]$ véletlen számot, s ha $p > p_{sz}$, akkor az adott individuum szülő lesz. Ezt a műveletet addig kell folytatni, míg a szülőegységek kívánt számát el nem érjük. Legegyszerűbb, ha a populáció méretét adott értéken tartjuk. Ha a populáció r sugara nagy, akkor a szülőegységek nagyon különbözőek lehetnek, tehát nagy esély van a teljes keresési tér átvizsgálására. Ellenkező esetben nagyon gyors konvergenciát kaphatunk, hogy elérjük a globális optimumot. Ez a rulettkerék szelekcióhoz hasonló eljárás.

A következő nemzedék egyedeit a keresztezés segítségével hozhatjuk létre. A ξ és a Σ_f , valamint a Σ_1 és Σ_2 egyedekből közbenső rekombinációval két-két új utódot hozunk létre. Az új nemzedéket a kiszelektált egyedek véletlenszerű összepárosítása után közbenső keresztezés útján töltjük fel egyedekkel. A közbenső rekombináció a

$$\eta_u = \alpha \eta_{sz} + (1 - \alpha) v_{sz}, \quad (5)$$

$$v_u = \alpha v_{sz} + (1 - \alpha) \eta_{sz}$$

összefüggéssel adható meg, ahol η_{sz} és v_{sz} jelöli a szülőegységeket, η_u és v_u pedig az így létrejövő utódokat. Az α paraméter minden változóra különböző értékű szám lehet például a $[0,1]$ intervallumban.

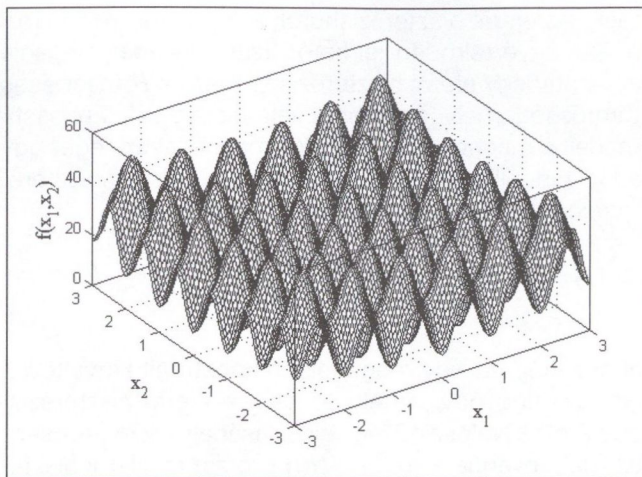
Genetikus algoritmusok esetében a mutáció egy nagyon kis valószínűséggel (tipikusan $[0,001, \dots, 0,01]$) bekövetkező változást jelent valamely egyed valamely változójában. A szelekció és a mutáció végrehajtása után kapjuk az új nemzedéket.

Amennyiben több populációt használunk szimultán, akkor multipopulációs genetikus algoritmusról beszélünk. Az egyes szubpopulációk egymástól elszigetelten futnak, de közöttük valamely valószínűséggel migráció is lehetséges, azaz a szubpopulációkból kiválasztott egyedek adott topológia (pl. gyűrűs, szomszédos, körlátozatlan) szerint benyomulnak egy vagy több másik szubpopulációba [5].

A generációs ciklus leállási feltétele lehet egy adott minimumérték elérése, de sok esetben célszerűbb lehet a maximális generációs szám eléréséig futtatni az eljárást, hiszen ha a módszer megakadna egy lokális optimumban, akkor az végtelen ciklust eredményezhet, ha a mutáció ki nem mozditja a generációt.

A genetikus algoritmusok hatékonyságának és konvergenciájának tesztelésére számos tesztfüggvény létezik. Például a Rastrigin-függvény, amely 2D esetben az

$$f_t(x_1, x_2) = 20 + (x_1^2 - 10 \cos(2\pi x_1)) + (x_2^2 - 10 \cos(2\pi x_2)) \quad (6)$$

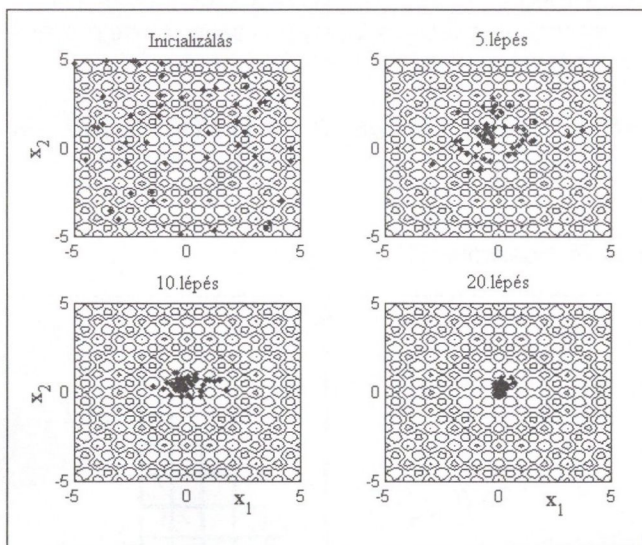


2. ábra A kétváltozós Rastrigin-függvény

formulával adható meg. A 2. ábrán felvázolt $f_t(x_1, x_2)$ függvénynek egyetlen globális optima (minima) $x_{opt} = [0,0]$, ugyanakkor nagyon sok lokális optima is létezik. A gyors konvergencia egy szintvonalas illusztrációsorozaton jól nyomon követhető (3. ábra). 50 egyed véletlenszerű inicializálása után már a 10. lépést követően beáll egy állandósult generáció.

A klasszikus Preisach-modell

Weiss feltételezése szerint a ferromágneses anyagok adott irányítottságú, telítésig mágnesezett elemi térrészekből, ún. doménekből épülnek fel, amelyek egymásra is hatással vannak [1]. Lemágnesezett állapotban az



3. ábra A populáció változása, a konvergencia illusztrációja

egyes domének elemi mágnesezettségei egymás hatását kölcsönösen kiegyenlítik, ezért az anyag mágnesesen semleges. Külső mágneses tér hatására a domének fokozatosan rendeződnek, s így az anyag $M(t)$ mágnesezettsége a hiszterézis karakterisztikának megfelelően változik.

A klasszikus Preisach-modell ezen hipotézisen alapszik. A mágneses domének a téglalap alakú elemi hiszterézisoperátorokkal, ún. hiszteronokkal reprezentálha-

tóak. Az elemi hiszterézishurok a h_a és h_b paraméterekkel egyértelműen leírható. Ezen két adat megadja azt, hogy egy elemi hiszterézisoperátor a H mágneses térerősség mely értékénél vált előjelet. A Preisach-modell a mágneses anyag $M(t)$ mágnesezettségét egy adott t időpillanatban tehát sok elemi, ideális hiszterézisoperátor együttes hatásaként tekinti, azaz

$$M(t)=\iint_{h_a\geq h_b}P(h_a,h_b)\cdot\chi(h_a,h_b)\cdot H(t)\,dh_a\,dh_b\,,\tag{7}$$

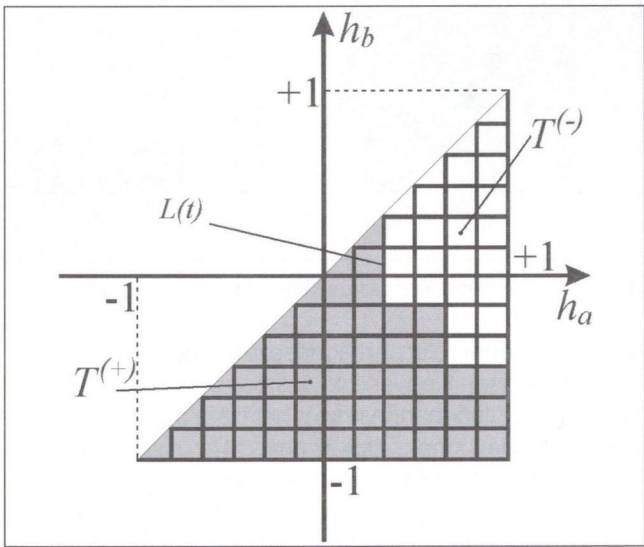
ahol a $P(h_a,h_b)$ egy megfelelően konstruált kétváltozós eloszlásfüggvény, amely az egyes elemi hiszterézisoperátorok valószínűségi eloszlásának modellezésére szolgál, továbbá a $\chi(h_a,h_b)\cdot H(t)$ szorzat az elemi hiszterézisoperátorok mágnesezettségét reprezentálja [1]. Számítógépes szimuláció során a diszkrétizált modellt használjuk, ahol

$$M(t)\approx\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^nP(h_{a,i},h_{b,j})\cdot\chi(h_{a,i},h_{b,j})\cdot H(t),\tag{8}$$

tehát a Preisach-modell kimenete szükségképpen diszkrét értékű, de felbontása n értékének megfelelő beállításával tetszőlegesen finom lehet. A Preisach-modell memóriájának szemléletes ábrázolása a matematikai általánosítások eredményeképp született meg. Ez az ún. Preisach-háromszög (4. ábra). A mágneses térerősség növekedésével az $L(t)$ lépcsős görbe balról jobbra, csökkenésével fentről lefelé mozog, így határozza meg az egyes $\chi(h_a,h_b)\cdot H(t)$ szorzatok előjelét, a (7) integrál értékét. A $\chi(h_a,h_b)\cdot H(t)$ szorzat értelmezésével az $M(t)$ mágnesezettség kifejezhető az

$$M(t)=\iint_{T^{(+)}(t)}P(h_a,h_b)\,dh_a\,dh_b-\iint_{T^{(-)}(t)}P(h_a,h_b)\,dh_a\,dh_b$$

összefüggéssel is [1].



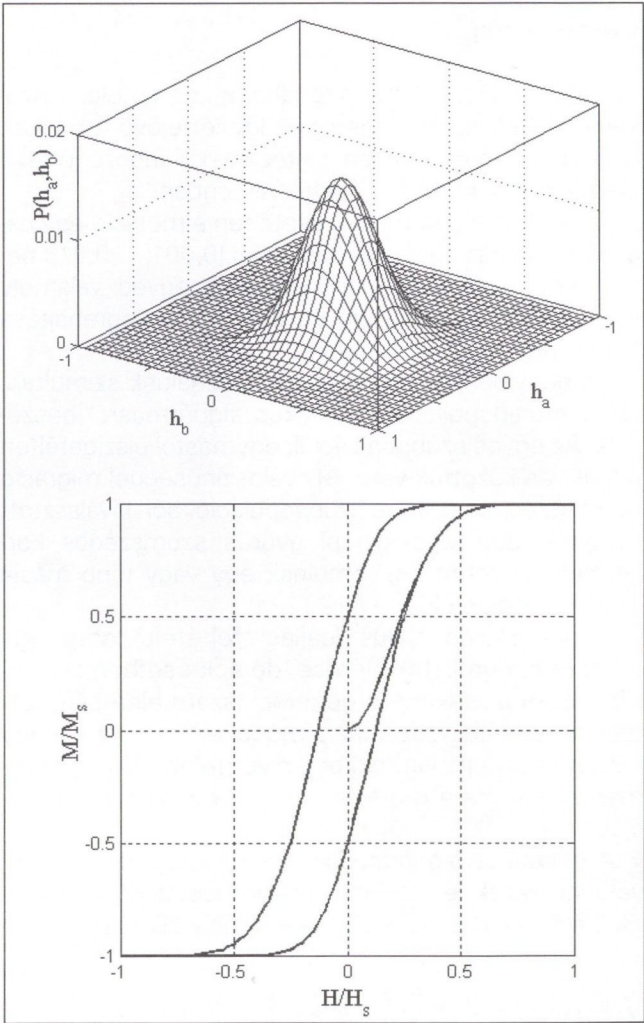
4. ábra A Preisach-háromszög és a lépcsős görbe

A $P(h_a,h_b)$ Preisach-kernel analitikus approximációjára egy kétváltozós Gauss-típusú eloszlásfüggvényt használunk, amely például a

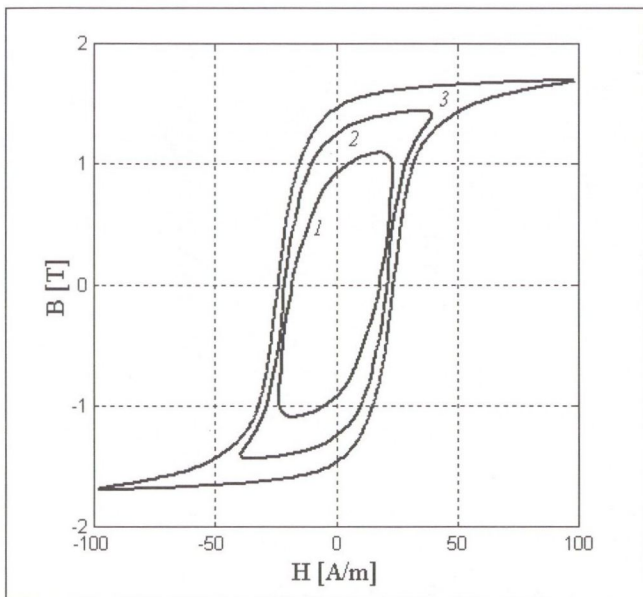
$$P(h_a,h_b)=\begin{cases}\exp\left[-\frac{(h_a-h_b-c)^2}{10^a}-\frac{(h_a+h_b-d)^2}{10^b}\right],\\ \exp\left[-\frac{(h_a-h_b-c)^2}{10^a}-\frac{(h_a+h_b+d)^2}{10^b}\right],\end{cases}$$

$$\begin{aligned}h_a+h_b\leq 0,\\ h_a+h_b>0\end{aligned}\tag{10}$$

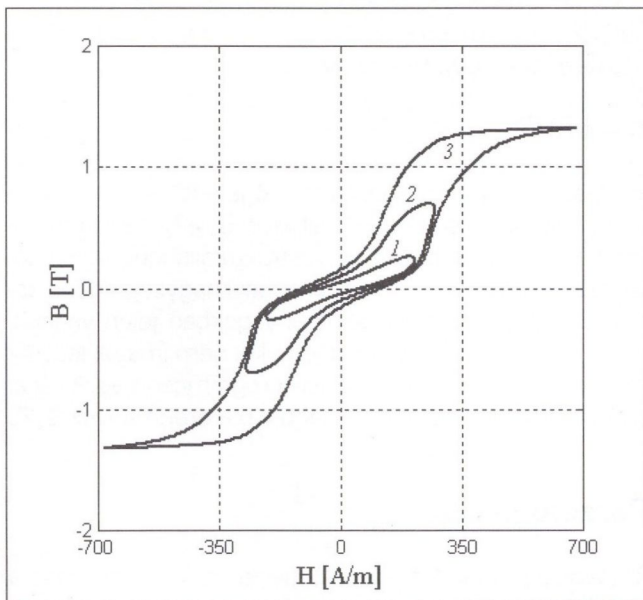
formulával fogalmazható meg, ahol $h_a\in[-1,1]$, $h_b\in[-1,1]$. Az a, b, c és d paraméterek segítségével az eredő hiszterézishurok mérete és formája hangolható, tehát egy valós mágneses anyagon mért hiszteréziskarakteristikához illeszthető [3, 4]. Példaképp az $a=-0,667$, $b=-0,762$, $c=0$ és $d=0$ paraméterek mellett a Gauss-eloszlásfüggvény és az általa generált normalizált fő hiszterézishurok a 5. ábrán látható.



5. ábra A Gauss-típusú eloszlásfüggvény és a normalizált fő hiszterézishurok



6. ábra A fő mágnesezési irányban mért hiszterézis karakterisztikák



7. ábra A mágneses keresztirányban mért hiszterézis karakterisztikák

A hiszterézis karakterisztika mérése

A Preisach-modell eloszlásfüggvényének identifikációját egy valós mágneses anyagon mért hiszterézis karakterisztikához történő illesztésével valósítottuk meg. A méréseket a Bécsi Műszaki Egyetem Mágneses Laboratóriumában végezték el. A Nippon Steel által gyártott 27ZDKH95 jelzésű 500 x 500 mm² alapterületű próbatest egy szemcseorientált mágnesesen anizotróp anyag, melynek vastagsága 0,27 mm. A méréshez szinuszos lefutású $f = 50$ Hz frekvenciájú gerjesztést használtak és egy hiszterézis hurkon belül 512 H/B pontot rögzítettek. Az anizotróp anyag hengerezési, fő mágnesezési irányában (6. ábra) és az erre merőleges mágneses keresztirányban (7. ábra) végeztek méréseket [2, 9].

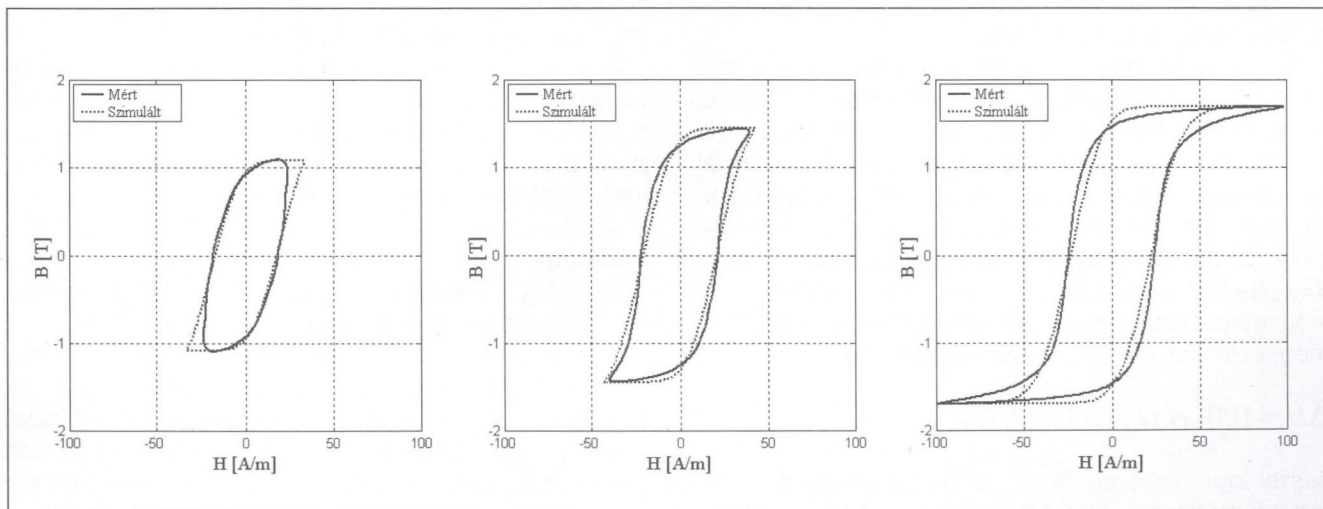
Paraméteridentifikáció genetikussal

A minimalizálandó f_C célfüggvényt a klasszikus Preisach-moddal szimulált és a mérésekből származó normalizált fő hiszterézis hurkok különbségével definiáljuk az

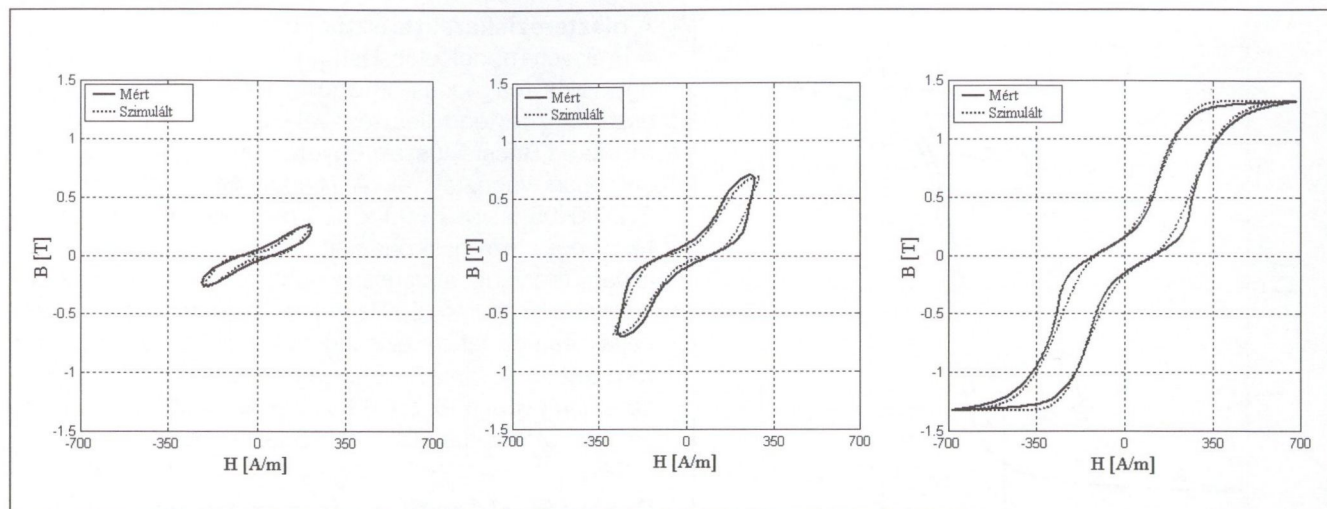
$$f_C = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (M_{Pr,i} - M_{Mért,i})^2} + f_B \quad (11)$$

összefüggésnek megfelelően, ahol n a felhasznált $H-M$ párok számát jelöli [7]. Az $f_B = f_B(\Delta H_c, \Delta M_r)$ büntetőfüggvény segítségével figyelembe vehetjük a szimulált és mért hiszterézis karakterisztikák két jellegzetes pontjának eltérését, a koercitív térorrősségnél és a remanens mágnesezettségnél.

A fő mágnesezési irányban mért hiszterézis karakterisztika szimulációjára használható Preisach-modell paramétereit $N_{ind}=100$ individuum inicializálásával valósítottuk meg. A populáció $N_{ind}=200$ egyed számát a mágneses keresztirányban mért karakterisztika szimulációjára alkalmazható Preisach-modell identifikációjához. A generációs ciklus leállási kritériuma a maximális generációs szám, amelynek értéke $N_{gen}=200$ az első és $N_{gen}=300$ a második esetben. Tapasztalatunk szerint az eljárás konvergenciája gyorsabb (a 150. lépés után), amikor a fő mágne-



8. ábra A fő mágnesezési irányban mért hiszterézis karakterisztika összehasonlítása a szimulációs eredményekkel



9. ábra A mágneses keresztirányban mért hiszterézis karakterisztika összehasonlítása a szimulációs eredményekkel

zési irányban mért hiszterézis karakterisztikához illesztjük a Preisach-modellt. A másik identifikáció esetében a b paraméterre különösen érzékeny a módszer, ezért van szükség nagyobb generációs számra. Ebben az esetben a stacionárius állapot a 220. lépés után áll be. A 8. és a 9. ábra mutatja a mért és a szimulált hiszterézis karakterisztikák összehasonlítását. A fő mágnesezési irányban mért hiszterézis karakterisztika szimulációját megvalósító Preisach-modell paraméterei a következők: $a = -0,84683$, $b = -0,54231$, $c = -0,42961$ és $d = -0,94599$, a mágneses keresztirány az $a = -0,20796$, $b = -1,07260$, $c = -0,61348$ és $d = -0,60119$ paraméterekkel modellezhető.

A mérési adatok és a szimulációs eredmények közötti különbségek analízisa céljából célszerű meghatározni a mért és a szimulált mágneses indukciók közötti eltérésből számolható

$$\Delta B = 100(B_{\text{Mért}} - B_{\text{Pr}})/B_s \quad (12)$$

szimulációs hibát, amely megadja a direkt karakterisztika predikciójának hibáját a felfelé, illetve a lefelé vezető ágakon. Ezen eltérés maximális értékét jellemzően a koercitív térorősségnél veszi fel (kb. 25%). Az összefüggésben szereplő B_s indukcióérték a 3-as számú fő hiszterézishurok telítési értéke.

Az inverz karakterisztika szerepe abban az esetben fontos, ha valamely térszámítási szoftverben mágneses anyag viselkedésének leírására használunk hiszterézis-modellt, és az elektromágneses teret leíró differenciálegyenletek megoldását az $\mathbf{A}$ vektorpotenciál segítségével fogalmazzuk meg. A vektorpotenciálból a mágneses indukciót a $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$ operátorral lehet számítani, továbbá $\mathbf{B} = \mu_0(\mathbf{H} + \mathbf{M})$, tehát a $\mathbf{H}$ mágneses térorősség és az $\mathbf{M}$ mágnesezettség az inverz karakterisztikával határozható meg. Ezen karakterisztika szimulációs hibája a

$$\Delta H = 100(H_{\text{Mért}} - H_{\text{Pr}})/H_s \quad (13)$$

összefüggéssel számolható, ahol H_s a telítési értékhez tartozó mágneses térorősség értékét jelöli. Az eltérés maximálisan kb. 20%, és a telítési értéknél éri el [7].

Az identifikált Preisach-modell által generált és a mérési eredményeknek megfelelő hiszterézis karakterisztikák összehasonlítására alkalmas még az egyes hurkok által közrefogott területek, azaz a hiszterézis-veszteségek kiszámítása, ami a

$$w = \oint H dB \quad (14)$$

integrál értékének meghatározását jelenti. A fő hiszterézishurkok vesztesége 10%-nál kisebb, ami azért fontos, mert a mágneses anyag mikrostrukturális inhomogenitásból származó veszteségek is ebbe a nagyságrendbe esnek. Ezen veszteségek valós anyagokban jelen vannak, ugyanakkor a Maxwell-egyenletekkel nem írhatók le, s ez elektromágneses térszámítási programcsomagok által számított térjellemzőkben kisebb hibát eredményez [2,7].

Összefoglalás

A távolságdefiníció alapuló genetikus algoritmust a klasszikus Preisach-modell mérési adatokhoz történő illesztésére használtuk fel. A mérési és szimulációs eredmények összehasonlítását több szempontból is elvégeztük, és a jó egyezést ábrákon illusztráltuk.

A bemutatott genetikus algoritmus rendkívül jó konvergenciatulajdonságai miatt más szakterületek optimalizációs feladatainak megoldására is előnyösen alkalmazható. A módszer egyes genetikus operátorai természetesen más formában is kódolhatók.

Irodalom

1. A. Iványi: Hysteresis Models in Electromagnetic Computation, Akadémia Kiadó, Budapest, 1997
2. A. Iványi: Magnetic Field Computation with R-functions, Akadémia Kiadó, Budapest, 1998
3. J. Füzi: Parameter Identification in Preisach Model to Fit Major Loop Data, in Applied Electromagnetics and Computational Technology, in Series of Studies in Applied Electromagnetics and Mechanism, vol.11, IOS Press, 1997, pp. 77–82.

4. J. Füzi, E. Helerea, A. Iványi: Experimental Construction of Preisach Models for Ferromagnetic Cores, PCIM/PQ, Nürnberg, 1998.
5. B. Lantos: Genetikussal algoritmusok, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Irányítás-technika és Informatika Tanszék, Budapest, 1995
6. H. Liang, J. Z. Cui: Application of Conception of Distance for the Genetic Algorithm, Computational Engineering Using Metaphors from Nature, ed.by B.H.V. Topping, Civil-Comp Press, Edinburgh, Scotland, 2000, pp. 99–103.
7. M. Kuczmann, A. Iványi: Genetic Algorithms for Parameter Identification in Hysteresis Models, IEEE International Workshop on Intelligent Signal Processing, Budapest, Hungary, May 24–25, 2001, pp.87–92.
8. Zs. Szabó, A. Iványi: Anizotróp anyagok hiszterézis-karakterisztikájának vektoriális szimulációja, Híradás-technika, Budapest, Hungary, Vol. 1, 1999/9, pp.15–38.
9. J. Füzi, E. Helerea, D. Oltenau, A. Iványi, H. Pfützner: Experimental Verification of a Preisach-Type Model of Magnetic Hysteresis, Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 13, Non-linear Electromagnetic Systems, 8th ISEM Conference Braunschweig, IOS Press, 1997, pp. 479–482.

Hírek

A Siemens augusztus 1-jei hatállyal megveszi a BKV tulajdonában lévő, annak üzemi távközlési feladatait ellátó Trafficom Kft. 99%-os üzletrészét. A megállapodás 30 éves kizárólagos adat- és telefonhálózat-szolgáltatásra is vonatkozik. Az új tulajdonos jelentős méretű hálózatfejlesztést hajt végre, és az infrastruktúra kiegészítésére a Trafficom használatába adja a fővárosi forgalomtechnikai alépítményrendszert. A Siemens a létrejövő infrastruktúra „sötétszálás” többletkapacitását bérleti konstrukcióban értékesítheti a távközlési szolgáltatók irányában.



A Cisco Systems és számos partnere azon igyekezik, hogy felgyorsítsák az Internet Protocol version 6 (IPv6) bővebb funkcionalitását kiaknázó hardvereszközök, szoftverek és megoldások fejlesztését. Az Internet Engineering Task Force (IETF) az IPv6 segítségével sokkal szélesebbre növeli a felhasználható IP-címek tartományát, javítja a mobilműködést és a végpontok közötti biztonságot. A Cisco iparági partnerei – az IBM, a Microsoft, a Hewlett-Packard, a Sun és a Motorola – az IPv6-ot hardver- és szoftverszerekben, operációs rendszerekben alkalmazzák annak érdekében, hogy az üzleti alkalmazások az IPv6-ra felkészített hálózatokon is működjenek, és kiszolgálják az egyre növekvő ügyfélbázist.

Az IPv6 a legvonzóbb a vezeték nélküli hálózatok felhasználói számára, a különféle országos kutatói hálózatokban, valamint katonai és kormányzati szervezeteknél. Számos mobil, „zöldmezős” és regionális internet-szolgáltató vizsgálja és minősíti már az IPv6-termékeket és -platformokat annak érdekében, hogy felkészüljenek a kereskedelmi működésre.

Villámregisztrálás rádióhullámokkal

DR. JESZENSZKY SÁNDOR

Magyar Elektrotechnikai Múzeum

Az elektromágneses hullámok gerjesztésének és terjedésének kísérletei az 1895-1905 évtizedben napjainkig ható eredményeket hoztak. A kísérletek korai fázisában (1898) már felismerték, hogy a villámlás is elektromágneses hullámokat gerjeszt, melyeket fel lehet használni a jelenség regisztrálására. A huszadik első öt évében a magyar kutatók számos eszközt kidolgoztak villámszámlálásra. Ezeket az eszközöket több földrészen használták.

A 19. század végének egyik szenzációja a rádióhullámok felfedezése volt. A Maxwell-egyenletek már 1873-ban valószínűsítették olyan elektromágneses hullámok létezését, amelyek hullámhossztartománya néhány milimétertől pár kilométerig terjedhet, de végső bizonyítékot 1887-ben Heinrich Hertz kísérletei szolgáltattak. Irányított rádióhullámokkal minden olyan alapvető kísérletet elvégzett, amelyekkel korábban a fény-, a hő- és az ibolyántúli sugarak hullámtermészetét igazolták. A fényhez hasonló természetű elektromos hullámok elméleti fizikai feltételezésből elektrotechnikai valósággá váltak.

Hertz a hullámokat Ruhmkorff-induktor szikrájával gerjesztette. Az már Feddersen forgó tükörrel széthúzott szikrafényképeiből ismert volt, hogy az egyetlen felvillanásnak látszó szikra a valóságban egymást követő kisülések ezreiből áll, a kapacitást és induktivitást tartalmazó kisütő áramkörben nagyfrekvenciás váltakozó áram folyik. William Thomson (Lord Kelvin) az LC-kör differenciálegyenletének megoldásával a frekvencia számítását is lehetővé tette. A rezgőkörök saját frekvenciájának számítására ma is a Thomson-képletet használjuk. Az viszont Hertz zseniális gondolata volt, hogy a nagyfrekvenciás rezgéseket két fémrúddal (azaz egy dipólantennával) kisugározza a térbe.

A kisugárzott hullámok érzékelésére olyan felhasított fémgyűrűt használt, amelynek szabad végei 1-2 tízed milliméterre voltak egymástól. Ha a gyűrűt rádióhullámok érték, a légrést apró szikrák ütötték át. Primitív „rádióvevő” volt, de egyértelműen bizonyította, hogy a keltett hullámok vezeték nélkül, szabadon terjednek a térben. Az áthidalat távolság csupán pár méter volt, éppen csak elegendő a kísérletekhez. Sikert a fémtükörrel visszaverni, szurokprizmával irányukból eltéríteni, párhuzamos huzalokkal polarizálni a hullámokat, és ami a jelenség hullámtermészetének legfontosabb bizonyítéka volt: interferenciát előidézni. Drótpá-

ron létrehozott állóhullámokkal megmérte a hullámhosszt és a frekvenciát is. Érdekes, hogy az induktor szikrájával igen nagy, akár GHz-es rezgésszámot is el tudott érni!

Parabolatükrökkel irányítva 20-30 méter távolságból is érzékelte a hullámokat, méghozzá akár falakon keresztül is. Fel is tették Hertznek a kérdést, nem lehetne-e a hullámokat hírközlésre felhasználni, de ő nem hitt ennek lehetőségében. A szikraközös hullámjelző nagyon érzéketlen volt, nagyobb távolság áthidalására hatalmas teljesítmény lett volna szükséges. A szikratávírás nem a teljesítmény korlátlan növelésével, hanem a vevő érzékenységének fokozásával vált lehetségessé. Az első használható érzékelő a fémporos koherer volt. Édouard Branly röviddel Hertz kísérletei után felfedezte, hogy a laza fémreszelék ellenállása az elektromágneses hullámok hatására jelentősen, néhány kiloohmról pár ohmra csökken. A koherert megkopogtatva ellenállása újra megnő, ismét alkalmassá válik a rádiójelek vételére.

Hughes, a szénszemcsés mikrofon feltalálója évekkel Hertz kísérletei előtt, 1880 körül véletlenül olyan jelenséget észlelt, ami tulajdonképpen a szikratávíró alapját képezi. Szénmikrofonos telefonhallgatójában sercegő hangot hallott, amikor többszáz méterre levő laboratóriumában egy szikrainduktor működött. Elektromos sugarakra (!) gondolt, cikket szándékozott írni a jelenségről, de a sugarak gondolata annyira hihetetlennek tűnt, hogy barátai lebeszéltek a publikálásáról.

Branly kísérleteit Oliver Lodge folytatta 1890-ben. Az áthidalható távolságot _ mérföldre (800 m) becsülte, de nem épített berendezést. A drótnélküli távíró hivatalos feltalálása még váratott magára, de a gondolat már nem volt idegen a tudomány világától. William Crookes 1892-ben közölt cikkében a Hertz-hullámokkal való távírást már reális lehetőségként ismertette. Még arra is kitért, hogy eltérő hullámhosszon egymástól

független összeköttetések hozhatók létre, s a hullámtartomány széles spektruma következtében akár egy-millió állomás is üzemelhet. Mindezt több mint 3 évvel Popov és Marconi kísérletei előtt írta le!

A szikrainduktorok néhány centiméteres szikrája nagyon kis teljesítmény kisugárzására volt képes, ezért nem meglepő, hogy az orosz Alekszandr Popov figyelme a természet hatalmas szikrakisülései, a villámok felé fordult. A hullámok felfogására antennát használt, az érzékelő koherer volt. A koherer megnövekedő árama egy távírórelé közvetítésével csengőt működtetett, amely egyrészt jelzést adott, másrészt rákoppantott a kohererre, s ezzel alkalmassá tette egy következő hullámsor észlelésére. Bár a koherer meglehetősen érzéketlen, jól kimutatta a látóhatáron túli, 50-100 km távolságban lecsapó villámokat, így a készüléket zivatar előjelzésére lehetett használni. Villámjelzőjét 1895-ben ismertette, de az orosz folyóiratban közölt cikk külföldön nem vált ismertté. Popov figyelme ezután a szikratávíratózás felé fordult. Vevőként a villámjelzőt használta. Egy előadás keretében bemutatta a berendezés működését, morzejelekkel Heinrich Hertz nevét továbbította. Ma ezt tekintik az első szikratávíratnak.

1895-ben az olasz Guglielmo Marconi is megkezdte szikratávíró-kísérleteit. Az angol posta támogatásával végzett fejlesztési munka eredményeként folyamatosan növelte az áthidalt távolságot, 1899-ben már üzembiztosan át tudták hidalni a La Manche csatornát, 1901-ben pedig átjutottak az első jelek Európából Amerikába. A szikratávírárs világszerte az érdeklődés középpontjába került, a villámjelzésről viszont néhány évre elfeledtek. Arra, hogy a villámok is keltenek elektromágneses hullámokat, a légköri zavarok hívták fel ismét a figyelmet. A villámok által keltett rövid impulzusokat azonban jól meg lehetett különböztetni a távírójelek hosszabb impulzussorozataitól, így minden szikratávíró-vevő egyúttal villámjelzőként is működött.

A meteorológiai célú villámjelzést és -regisztrálást az olasz Boggio-Lera professzor kezdeményezte. Kísérleteit 1898-ban kezdte, eredményeiről 1900 januárjában számolt be. Készülékeinek kapcsolása megegyezett a Popov-félével, de 3 különböző érzékenységu relét iktatott a koherer áramkörébe. Ezek segítségével próbált a villám távolságára következtetni, de a bizonytalan eredmény miatt a berendezés nem terjedt el. Közleménye viszont több magyar tudós érdeklődését felkeltette. Magyarország a 20. század első éveiben a villámregisztrálás élvonalába került.

Fényi Gyula, jezsuita fizikus tanár, a kalocsai Haynald obszervatórium igazgatója és asszisztense, Schreiber János, szintén jezsuita szerzetes alig néhány hónappal Boggio-Lera cikkének megjelenése után villámjelzőt készített. Hullámerzékelésre két lazán egymásra fektetett kötőtűt használtak. A kohererhatás a két tű érintkezési pontjában alakult ki. A jelző- és írószerkezet árama azonban a kis felületen rövidesen korróziót hozott létre, ezért Fényi áttért a szikratávírársban már klasszikusnak számító fémreszelékes koherer használatára. Felismerte, hogy a koherer táplálására túl sok a szoká-

sos galvánelemek 1,5 V körüli feszültsége, ezért eleinte több koherert kapcsolt sorba, majd kifejlesztett egy speciális, néhány tized V feszültségű elemet. A koherer áramát is csekély, 1 mA körüli értékre korlátozta. A gyenge áramot galvanométerrel érzékelte. Az áram növekedésekor a galvanométer tűje és egy rögzített érintkező között záródott a regisztráló áramköre. A koherer kedvező munkapont-beállítása következtében a készülék sokkal megbízhatóbbnak bizonyult, mint a Boggio-Lera-féle konstrukció.

A műszer sikere indokoltá tette az iparszerű gyártást, amire Hoser Victor, a precíz munkájáról ismert budapesti órásmester vállalkozott. Tabáni, Apród utcai műhelyéből messzi országokba is eljutottak a magyar villámregisztráló műszerek. 1902-ben Magyarországon már 7, külföldön 9 készülék működött, többek között Párizsban, Potsdamban, Bukarestben, sőt még Manilában is. A Fülöp-szigetekre a jezsuita rend révén jutott el a műszer. A rend misszionárius állomásai egyúttal meteorológiai megfigyeléseket is végeztek. A kalocsai jezsuiták a világ távoli részeibe is küldtek készülékeket. Hasonló módon került 1904-ben egy Hoser-gyártmányú villámjelző Dél-Afrikába, Johannesburgba. Itt különösen fontosnak tartották a zivatarok, és a villámveszély előrejelzését, tekintettel a közeli dinamitgyárakra. Az aranybányászat nagy mennyiségű robbanóanyagot igényelt, ezért megszervezték a hazai dinamitgyártást – magyar szakemberek közreműködésével. A készülék épségben megmaradt, a Dél-Afrikai Elektrotechnikai Egyesület által létesítendő elektrotechnikai múzeum feltéve őrzött darabja.

Villámjelzőt fejlesztett ki Palatin Gergely, a Pannonthalmi Apátság iskolájának fizikatanára is, éppen 100 évvel ezelőtt, 1901-ben. Rendkívül érzékeny koherert készített, csekély mennyiségű vassporral. A koherer két felmágnesezett acél kötőtűből állt, a tűk végei közötti légrésbe vasreszeléket szórt, amelyet a mágneses vonzás a fémrudakhoz tapasztott. Egy ébresztőórát alakított át regisztrálóvá. A nagymutató tengelyére papírkorongot erősített, amely így óránként egy fordulatot tett, a csavarorsóval és anyával mozgatót író toll spirálist rajzolt a korongra. A villámokat az író toll kilengései a spirálisra merőleges vonalak jelezték. Tudománytörténeti jelentőségű, hogy nemcsak a műszer, hanem több mint 80 regisztrátum is megmaradt. A korongokon Palatin feljegyzései olvashatók, például arról, hogy zivatarral egy időben jégeső is volt. A műszer 1902. szeptember 6-tól 7-re virradó éjjel 2919 villámot regisztrált!

Foglalkozott villámjelzőkkel a magyar csillagászat kiemelkedő személyisége, Konkoly-Thege Miklós, az Ógyallai Obszervatórium igazgatója is. A Boggio-Lera-készüléket tökéletesítette, főként az antennát módosította. Útmutatása alapján az Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézet (a mai Országos Meteorológiai Szolgálat) műhelyében 1902-ben 4 darab készüléket gyártottak. Az egyik fennmaradt az Intézet muzeális gyűjteményében. Hasonló műszer készült a helyi Gothard Obszervatóriumban (ma: az ELTE

Gothard Asztrofizikai Observatóriuma, Szombathely) is. Mivel az obszervatórium alapítója, Gothard Jenő nemcsak a tudományos munkában, hanem műszerek készítésében is együttműködött Konkoly-Thegével, nem meglepő, hogy a konstrukció lényegében azonos.

A villámjelzőkkel felvett regisztrátumokat összevették a meteorológiai megfigyelőhelyek adataival. A 20. század elején Magyarországon kb. 1300 megfigyelőhely volt! Néhány év után azonban csökkent az érdeklődés a villámjelzők iránt. Mivel a műszer sem a villámok nagyságáról, sem az irányról nem adott információt, zivatar-előjelzésre csak korlátozottan lehetett használni. A másik baj a készülék érzékenységéből adódott. A gyorsan terjedő erősáramú berendezések szikráit ugyanúgy érzékelt, mintha villám lenne. Ezért alkalmazása 1910 körül megszűnt. Azonban mint demonstrációs eszköz jó néhány évig megmaradt a középiskolai fizikaoktatásban. A híres magyar tanszergyártó Calderoni cég még az 1920-as években is árusította mint kísérleti szikratávíró-vevőt és villámjelzőt. A gyártmányismertetőben mint Károly-féle készülék szerepel. Károly Iréneusz József nagyváradai premontrei rendi fizikus 1900 körül végzett szikratávíró-kísérleteket. Az iskolai berendezések jellemzője, hogy nem regisztrálót kapcsoltak hozzá, hanem csengővel jelezték a hullámokat.

A villámszámlálás gondolata az 1950-es években került ismét előtérbe. Ekkor kezdett elterjedni a félvezetők alkalmazása. Ismeretes, hogy a félvezetők különösen érzékenyek a túlfeszültségre, néhány voltos, kis energiájú feszültséglökés már tönkretelheti őket. Egyre gyakoribbá váltak az úgynevezett szekunder villámkárok. Akár kilométernyi távolságban lecsapó villám is indukálhat a különböző vezetékekből létrejövő hurkokban olyan túlfeszültség-hullámokat, amelyek tönkretelhetik a tv- és videokészülékeket, számítógépeket, elektronikus vezérlésű berendezéseket. Ma már nem elég villámhárítóval védeni egy épületet, a szekunder hatások elleni védelmet is ki kell építeni. Ez jelentős költséggel jár, ezért ésszerű méretezés szükséges. A védelem tervezéséhez természetesen ismerni kell a veszély mértékét is, azaz az adott területen a villámveszély nagyságát. Ehhez nyújt segítséget a villámszámlálás és az abból számítható statisztikai valószínűség. A villámjelzés előzetes figyelmeztetést is adhat. Volt eset, hogy űrhajó indítását villámveszély miatt halasztották el.

A korszerű mérés már alkalmas a villám helyének és energiájának meghatározására. Az egyéb kisülésektől a villámot jól megkülönbözteti a kibocsátott hullám frekvenciája. Bár a villám által kibocsátott hullámok spektruma széles, jellemző a 10 kHz nagyságrend. Ez nem meglepő, hiszen az antenna maga a több kilométer hosszú villám, kézenfekvő, hogy hosszúhullámok jönnek létre. Az irány rádió navigációs eszközökkel, rádiógoniométerekkel határozható meg. Legalább három állomáson mért irányok metszéspontja megadja a zivatargóc helyét. Magyarországon 1965-ben indult meg a mérés, amelyben a helymeghatározás Siófok,

Potsdam, Minszk és Varsó adatai alapján történt. A rendszer működött is, jó hasznát vették a Balaton zivatár-előjelzésében, ha a telexen továbbított adatok időben megérkeztek. A működés végül is a távközlésen bukott meg, a túlterhelt telexvonalakon késve, aktualitásukat veszítve érkeztek az információk.

A legkorszerűbb eszközök a kis rezgésszámú hosszúhullámokat hurokantennákkal, a VHF-frekvenciát dipólantennákkal érzékelik. A helymeghatározás két módon történhet: irányméréssel és időkülönbség-méréssel. A hosszúhullámú tartományban két, egymásra merőleges hurokantennával, a nagyfrekvencián interferometriás módszerrel mérték meg az irányt. Az utóbbi egymáshoz közeli dipólantennák felfogott jeleinek fáziskülönbsége alapján határozza meg az irányt. Az időmérési eljárás azon alapul, hogy a hullámok fénysebességgel terjednek a kisüléstől a vevőállomások felé. A különböző helyen levő vevők ezért eltérő időpontban érzékelik a villámot. Két vevő időkülönbsége alapján felrajzolható egy hiperbola, amelynek egy pontján van a hullámok forrása. Három vevő időpontkülönbsége 3 hiperbolát ad meg, ezek egyetlen közös pontja, tehát a metszéspont a keresett hely. Az iránymérés minden állomáson egy egyenest jelöl ki, ezek metszéspontja is a villámkisülés helyére esik. A két módszerrel a mérési hiba csökkenthető, továbbá annál pontosabb a helymeghatározás, minél több mérőállomás adatai alapján történik.

Magyarországon 1998 óta működik az Országos Meteorológiai Szolgálat villámlokalizációs hálózata. A SAFIR (Système d'Alerte par Interférométrie Radio-électrique) rendszert a Francia Guyanában levő rakéta-indító állomás védelmére, a villámveszély jelzésére fejlesztették ki. A magyar SAFIR hálózatnak 5 állomása van: Budapesten, Sárváron, Véménden, Zsadányban és Varbócon. A vidéki állomások antennái Westel rádiótelefon-tornyokon vannak, a jeleket a Westel vonalain viszik át. A rendszer az ország teljes területén és az azt körülvevő 50–100 km-es sávban 1–2 km-es pontossággal érzékel minden villámot, megkülönböztetve a felhők közötti és a felhő – föld kisüléseket. A valós idejű számítógépes adatfeldolgozás lehetővé teszi a zivatargócok mozgásának nyomon követését és a mozgás várható alakulásának prognosztizálását.

A mai villámjelző rendszerek a hírközlés és a számítástechnika legkorszerűbb eszközeire épülnek, de figyelemre méltó, hogy a magyar tudósok már 100 évvel ezelőtt megtették a fejlesztés első lépéseit, s munkásságuk külföldön is elismerést váltott ki.

Dr. Jeszenszky Sándor

A Budapesti Műszaki Egyetemen, szerzett villamosmérnöki oklevelet 1958-ban.

1958–1991 a VILATI-ban (Villamos Automatika Intézet), tervező-fejlesztő mérnök, fejlesztési osztályvezető, fejlesztési főmérnök, műszaki igazgató.

1976-tól technikatörténeti kutatómunkát szakértői tevékenységet végzett az Országos Műszaki Múzeumban, a Magyar Elektrotechnikai Múzeumban és az Országos Pedagógiai Múzeum-

ban a múzeumok elektro- és röntgentechnikai gyűjteményeivel kapcsolatban.

1990-től BME-egyetemi doktor (teljesítményelektronika és villamos hajtások), a műszaki tudomány kandidátusa (röntgentechnika), az ELTE Általános Technika Tanszékének meghívott előadója (technikatörténet). 1990-től kutatásokat folytat a magyar erősáramú elektrotechnika történetének körében. Az eredményeket a nemzetközi tudományos fórumok meghívott előadójaként és különféle konferenciákon, szakfolyóiratokban ismerteti. Egyetemi és főiskolai oktatói tevékenység (ELTE, BME, Kandó Kálmán Műszaki Főiskola, Széchenyi Főiskola Győr).

1991-től a Magyar Elektrotechnikai Múzeum főmuzeológusa és az MTA Technikatörténeti Kutatásokat Koordináló Központjának főmunkatársa.

1993 óta az ELTE címzetes docense (technikatörténet).

1995-től a Magyar Elektrotechnikai Múzeum igazgatója

1999 óta a Magyar Elektrotechnikai Múzeum Kht. ügyvezető igazgatója.

1985 Kutatómunka a Deutsches Röntgen-Museumban (NSZK, Lennep). E munka képezte az alapját az 1988-89-ben készült kandidátusi értékezésnek.

Az MTA Tudomány- és Technikatörténeti Komplex Bizottságának titkára, a MTESZ Technikatörténeti Bizottságának, a Deutsches Röntgen-Museum Társaságának, a Magyar Elektrotechnikai Egyesületnek, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Fizikatörténeti Bizottságának tagja. A Magyar Elektrotechnikai Egyesület Technikatörténeti Bizottságának elnöke. A VDE (Német Elektrotechnikai Egyesület) Technikatörténeti Bizottságának állandó meghívottja.



Infokommunikációs ipar: Helyzet van!

BÓGEL GYÖRGY

a KFKI Rt. stratégiai tanácsadója, az IMC Graduate School of Business tanára

Az utca embere számára is érzékelhető, hogy az infokommunikációs iparban valahogy nem úgy mennek a dolgok, mint két-három évvel ezelőtt. Van, aki bosszankodva állapítja meg, hogy a Matáv részvényeinek árfolyama tegnap megint esett, ő maga tehát szegényebb lett valamivel. Mások azon mérgelődnek, hogy hiába várják a kábeltétvét, az árokásás valahogy lelassult, az ügyfélszolgálatok bizonytalan információkat adnak.

Depresszió (?)

A közvetlen személyes benyomásokkal nem feltétlenül kell megelégedni. Szerencsére itt a számítógép az asztalon, van internetes kapcsolatunk is, miért ne látogatnánk el a csúcstechnológiai ipar vezető tőzsdéjére, a Nasdaqra (www.nasdaq.com)? Kérjük le – mondjuk – a Sprint nevű távközlési cég árfolyami adatait, és máris az 1. ábrán látható kép jelenik meg: látványos fel-futás után nem kevésbé látványos visszaesés. Ha a tőzsdeindex alakulására vagyunk kíváncsiak, hasonló hullámvonalat kapunk.



1. ábra A Sprint árfolyamának alakulása [Forrás: www.nasdaq.com, 2001. július 5.]

Aki olvas újságot, azt is tudja, hogy a legfejlettebb országokban (mindenekelőtt az USA-ban és Japánban) recessziós tünetek mutatkoznak: a GDP növekedési üteme lelassult, emelkedik a munkanélküliség, esnek a tőzsdei árfolyamok. A jegybank szerepét betöltő amerikai FED az élénkítés érdekében folyamatosan csökkenti a kamatlábakat; amikor ezt teszi, akkor a gazdaság nekilendül egy kissé, a bizalmi indexek javulnak, de az optimizmus nem tart sokáig. Senki sem tudja pontosan, hogy a gazdasági ciklus már elérte a mélypontját, vagy még továbbra is lefelé vezet az út. A véle-

mények ellentmondásosak, és azt is valljuk be őszintén, hogy ehhez a helyzethez nem vagyunk hozzászokva, hiszen a kilencvenes évek a folyamatos fellendülés jegyében teltek el; úgy tűnt, hogy a fejlett gazdaság immunissá vált a válságokkal szemben. A növekedést az infokommunikációs szektor vezette, éppen az, ahol most súlyos gondok jelentkeznek.

Valószínűleg sokat fogunk még vitázni arról, hogy mi a jelenlegi általános depressziós tünetek oka, milyen szerepe volt, illetve van a visszaesésben az infokommunikációs szektornak, az internetes tőzsdei léggömb kipukkanásának, az amerikai kockázati tőkének és más tényezőknek. A továbbiakban átfogó elemzésre nem vállalkozunk, szeretnénk viszont rámutatni néhány olyan kockázati tényezőre és sajátosságra, amelyek részleges magyarázatul szolgálhatnak a tág értelemben vett távközlési iparág jelenlegi problémáira. Egy iparág nem vonhatja ki magát a gazdaság általános állapotának hatásai alól, lehetnek azonban olyan tulajdonságai is, amelyek sebezhetőbbé teszik. A válságtünetek egy része egyszerű gazdasági összefüggésekkel megmagyarázható; sokkal nehezebb viszont megmondani, hogy merre tovább, mit kell tenni, és mire számíthatunk.

Új gazdaság – régi gazdaság

Kezdjük talán néhány számszerű adattal. A The Wall Street Journal Europe rendszeresen figyeli egyes iparágak reprezentatív amerikai képviselőinek gazdasági eredményeit, a mintájában gyakorlatilag minden jelentős vállalat szerepel. A 2001. év első negyedének

Iparágak	2001. 1. negyedév	2000. 1. negyedév
VESZTESEK		
Kommunikációs technológia	-9.451	1.446
Szoftver	-5.534	1.871
Ipari és kommunikációs szolgáltatások	-5.320	1.595
Félvezetők	-108	5.206
Fix (vonalas) távközlés	2.978	7.880
NYERTESEK		
Gyógyszeripar	9.069	5.595
Nagy olajvállalatok	9.378	6.134
Másodlagos olajtermékek	4.587	1.624
Repülés / védelmi ipar	2.231	1.176
Üdítőitalok	1.746	362

1. táblázat Összesített negyedéves nyereségadatok, USA (millió dollár)

nyereségadatai az 1. táblázatban láthatók, együtt a megelőző év azonos időszakának számaival.

A táblázatban jól látszik, hogy a folyó év eleje nem az új gazdaság iparágaié volt: egyes csúcstechnológiai iparágak látványosan nagy veszteséget hoztak össze, szemben az előző időszak diadalmenetével.

Most pedig menjünk egy kicsit közelebb a képhez, és nézzünk meg egy konkrét céget, lehetőleg olyat, amely a vizsgálatunk szempontjából állatorvosi lónak tekinthető. Legyen ez a vállalat az Inktomi Corp. Ez a cég nagyjából 20 millió dollárt költött vállalati hálózati szoftverek fejlesztésére. A termékek elkészültek, most már csak el kellene őket adni. A szoftverek másolása, az ügyfelekhez való eljuttatása nem probléma, szinte semmiféle költséggel sem jár. Minden eladott példány bevétele tiszta nyereségnek számít. Hát van ennél jobb üzlet? „Termelési költségeink gyakorlatilag nincsenek – dicsekedett egy évvel ezelőtt a cég igazgatója egy újságírónak. - Még csak egy mágneslemezt sem kell átadnunk. Az állam mellett ez az egyetlen olyan üzlet, ahol szabad pénzt nyomtatni.” Az eladás



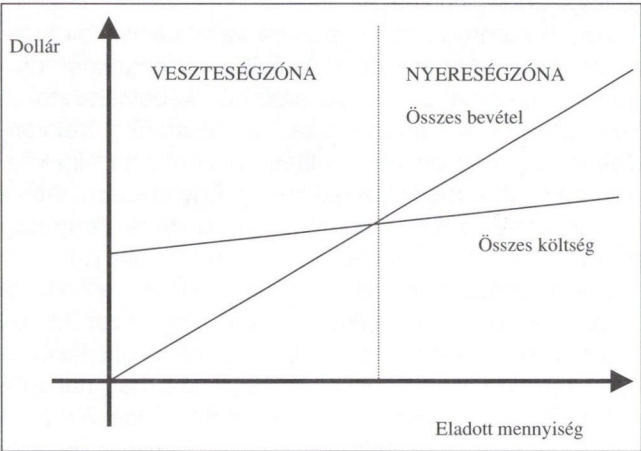
2. ábra Az Inktomi Corp. tőzsdei árfolyamának alakulása [Forrás: www.nasdaq.com, 2001. július 5.]

beindult, a befolyó pénzt újabb alkalmazások fejlesztésébe fektették. Pár hónap múlva azonban a vevők száma megcsappant, a siker receptje az ellenkezőjébe fordult. A következmények jól láthatók a tőzsdei árfolyam alakulásán (2. ábra).

Most próbáljuk meg kitalálni, milyen lehet egy ilyen vállalkozás gazdálkodása. A termék kifejlesztése drága mulatság, mint látjuk, sok millió dollárba kerül. Visszaút nincs, ha ebbe fektettük a pénzünket, akkor azt már nem lehet valami másra felhasználni, mint mondjuk egy telket vagy egy üres épületet. A fix kiadások tehát nagyok, a változó költségek viszont kicsik, hiszen a kész szoftverek másolása, továbbítása fillérekké kerül. Ha feltételezzük, hogy a terméknek rögzített ára van, a forgalom függvényében felvázolhatjuk a kiadások, a bevétel és a nyereség alakulását (3. ábra).

A mozi-modell

Amit kaptunk, azt nevezzük el mozi-modellnek. Egy szép multiplex mozi felépítése rengeteg pénzbe kerül, és a filmekért meg a személyzetért is sokat kell fizetni. A költségeink szempontjából viszont szinte tökélete-



3. ábra Gazdálkodási modell I.

sen mindegy, hogy hányan ülnek a teremben: a kiadási görbénk magasról indul, de utána alig emelkedik. Mi tehát a teendő? El kell adni annyi jegyet, hogy a kiadások megtérüljenek, kikerüljünk a veszteségzónából, és ez után már minden újabb néző gyakorlatilag tiszta nyereséget hoz.

A piackutatóink azt jelzik, hogy a közönség moziba vágyik, mozi viszont kevés van, gyérünk tehát, fogjunk bele az építkezésbe. Mások ugyanígy gondolkodnak, és ők is elkezdik felhúzni az épületeket. Mindenki igyekszik megelőzni a többieket, hogy idejében megnyerje a közönség kegyeit, magához szoktassa az embereket. Ez jó hír azoknak, akik vetítőgépeket és hangosító berendezéseket gyártanak. Ők is megnövelik

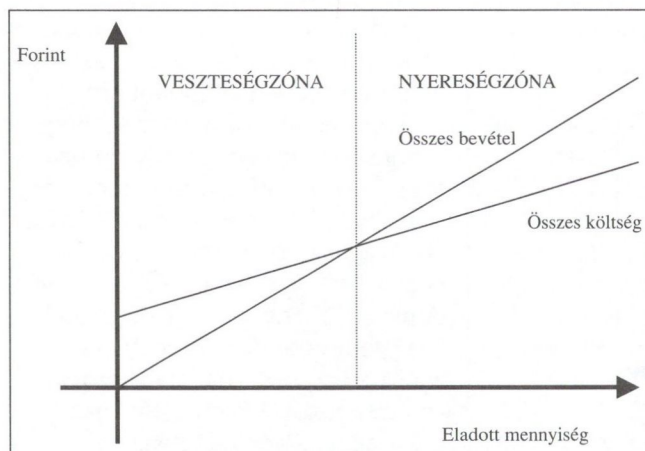
a gyártókapacitásaikat: a mozdony meghúzza az egész vonatot. Közben valószínűleg a telekárakat is sikerül felverni, hiszen az épületekhez hely kell. A mozi piac liberalizált, mindenki annyit épít, amennyit csak akar.

A soktermes szuper filmszínházak elkészülnek, és várják a vendégeket. Mivel nagyok voltak a befektetések, magasra emelik a jegyárakat. A moziba járók örülnek, hiszen van választási lehetőség, kényelmesekek a székek, és a kólának is van hely. Néző viszont csak korlátozott számban áll rendelkezésre, sokaknak túl drága a jegy, mások meg úgy vélik, hogy nincs elég izgalmas film. Az eredmény: a mozik többsége – de lehet, hogy mindegyik – beragad a 3. ábrán látható veszteségzónába.

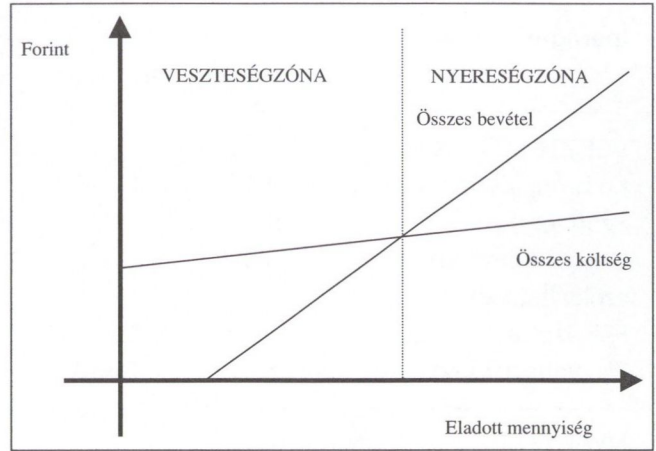
A mozi-modellben tehát ott a nagy lehetőség (ha van elég néző), de ott van a különleges kockázat is (mi lesz, ha nincs elég néző). A forgalom pozitív változásával a nyereség gyorsan növekedhet (mivel minimálisak a pótlólagos költségek), de ha a forgalom csökken, pillanatok alatt hatalmas veszteségek halmozódnak fel (mivel a kiadások csak jelentéktelen mértékben csökkennek). Szerencsésebbek azok a cégek, amelyeknél a kiadási és bevételi egyenesek hegyesebb szögben metszik egymást (4. ábra) - de ilyenek inkább a „régizásdában” találhatók.

Az infokommunikációs szektor vállalatainak jó részére a mozi-modell jellemző. A távközlési cégeknek drága berendezéseket kell vásárolniuk, kábelhálózatokat kell építeniük, hatalmas díjakat kell fizetniük a frekvenciákért; egy telefon lebonyolítása viszont csak alig kifejezhető pótlólagos költségekkel jár. Egy modern, integrált vállalati szoftvercsomag kifejlesztése rengeteg pénzbe kerül, a másolása viszont szinte ingyen van. Szerte a világban hatalmas szupermodern erődtírnéket építenek, telerakják őket a legkorszerűbb és legnagyobb számítógépekkel, amelyek kapacitását ki lehet bérelni: a fix kiadások óriásiak, és még nagyobbak lesznek, ha a beruházásokat hitelből fedezik.

Napjainkban az Intelnél a K+F kiadások a bevétel 18%-ának felelnek meg; ugyanez a szám a Ciscónál 23%, a fentebb emlegetett Inktominál 61%; a fejlesztési eredmények fantasztikusak, de a gazdálkodási modell a nagy fix kiadások miatt kockázattal terhelt.



4. ábra Gazdálkodási modell II.



5. ábra Gazdálkodási modell III.

Becslések szerint az Amazon.com-nak, a híres internetes áruháznak évi 50-100 millió dollárba kerül kereskedelmi honlapjának fenntartása; akinek van kedve hozzá, kiszámolhatja, hogy különböző árreakciók mellett mekkora forgalomra van szükség ahhoz, hogy ez a kiadás megtérüljön, és akkor nyereségről még nem is beszéltünk.

A Yahoo! bevételei egy negyedév alatt 42%-kal estek vissza, miközben a kiadásai alig csökkentek. A következmény: a 2000. év utolsó negyedévében 87 millió dollár volt a nyereség, 2001 első negyedévében pedig 33 millió volt a veszteség.

A távközlés liberalizálását és az internet térhódítását övező általános optimizmus, a folyamatos tőzsdéi boom egyeseket, különösen az új internetes vállalkozásokat (az úgynevezett „dotcom cégeket”) még veszelényesebb vizekre csábított. Mivel a mozi-modellből adódóan a kezdeti befektetések csak nagy forgalom mellett térülnek meg, sokan kiadták a jelszót: minél több ügyfelet kell szerezni, bármilyen áron. A növekedés érdekében egyesek még arra is vállalkoztak, hogy a terméküket egy darabig „bevetési célból” ingyen adják; az eredmény az 5. ábrán látható üzleti modell. Egyes internetes boltok az árukat olcsóbban kezdték kínálni, mint ahogy beszerezték őket: aki nem tudott kilépni ebből a körből, az végképp beszorult a veszteségzónába.

A számlát egyszer benyújtják, a tulajdonosok csak egy darabig tűrik a veszteségeket, a hitelek vissza kell fizetni, a tőkeforrások kiapadnak. Ha a mozik építése hirtelen leáll, a meglévők nem fejlesztenek tovább, akkor a gondok végighullámanak az egész filmszínház „háttérparon”.

Ugyanez a jelenség mostanában az infokommunikációs szektorban is jól megfigyelhető: ez a dominóeffektus okoz fejfájást például a Ciscóban. A kihasználatlan kapacitásokkal, ellaposodott forgalmi görbékkel, visszafizetendő adósságokkal, kifizetendő licenccégekkel küszködő távközlési cégek, a tömegesen tönkremenő internetes vállalkozások kevesebb hálózati berendezést vesznek, sőt megjelennek a piacon saját használt eszközeikkel. A Cisco a korábbi hosszú fennléléshez igazította a kapacitáit, most viszont kényte-

len leépíteni, eladatlan készleteket felszámolni, ami meg is látszik az árfolyamán: ha valaki egy évvel ezelőtt eladta a részvényeit hetvenért, akkor mostanában visszavásárolhatja húszért (6. ábra). Lehet, hogy ez nem is rossz befektetés, hiszen a termékeit és a vezetését tekintve a Cisco egyébként a világ egyik legcsodáltabb vállalata.

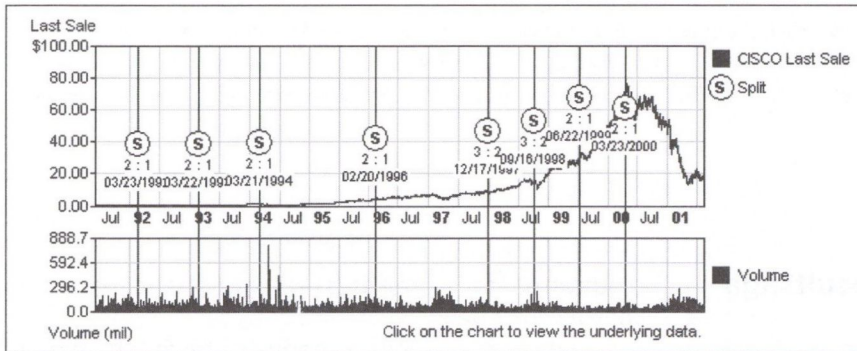
Mindenesetre a John Chambers által vezetett cég jól demonstrálja a mozi-modell veszélyességét: nemrégiben, főleg a távközlési piac gyengélkedése miatt 30%-kal csökkentek a bevételek, a nyereség viszont 95%-kal esett vissza. A magas fix kiadásokat könnyű volt megtéríteni abban az időszakban, amikor a piac évi 50%-kal növekedett, most azonban más a helyzet: a

Merre tovább?

„Helyzet van”, és ilyenkor felmerül a kérdés, hogy mit kellene tenni, és kell-e tenni valamit egyáltalán. A nézőpontok és következtetések sokfélék lehetnek.

Lehet úgy gondolkodni, hogy a probléma megoldását rábízhatjuk a piacgazdaság öngyógyító mechanizmusaira. Való igaz, hogy egy kicsit túl sok mozi épült, de ez jó a fogyasztónak, akinek van végre választási lehetősége. Mivel a kapacitások nagyobbak a kellenénél, árverseny fog beindulni, aminek következtében olcsóbbak lesznek a szolgáltatások, és mi éppen erre vártunk. Győzzön a jobbik: a gyengébb mozik bezárnak, a nép pedig átvándorol a többibe, ahol már lesz elegendő forgalom. A moziszakma pedig tegyen meg mindent azért is, hogy jó filmek szülessenek, legyen tartalom, amiért érdemes beülni a nézőtérre.

De lehet másképp is gondolkodni. Fel lehet hívni a figyelmet arra, hogy ha a mozi-modell terjed, akkor a különböző okokból (például egy tőzsdei lufi kipukkanása miatt) bekövetkező forgalomcsökkenések következtében a rendszer „beremeghet”, kis változások hirtelen nagy ingadozásokat okozhatnak, és ez veszélyes dolog. A helyzetre való tekintettel talán ismét



6. ábra A Cisco árfolyamának alakulása [Forrás: www.nasdaq.com, 2001. július 5.]

milliárdos K+F kiadások eddig előnyt jelentettek, manapság viszont óriási terhet.

A helyzet további érdekessége, hogy az infokommunikációs szektorban gyakran szélsőséges formában jelentkező mozi-modell egyes jelek szerint a hagyományos iparágakban is terjedőben van, és ezt részben éppen az információs iparnak köszönhetik. Az információtechnikai eszközök tökeintenzívebbé teszik az üzletet, növelik a fix kiadások arányát. A pénzügyi szektor, amely élen jár az elektronizálásban, a mozi-modell felé mozog: hatalmas pénzeket kell befektetni elektronikus rendszerekbe, amelyek aztán csekély változó költségekkel dolgoznak. A lehetséges következmények ismerősek: az online brókerségben csúcsnak számít Charles Schwab Corp. bevételei a 2001. év első negyedében 30%-kal estek vissza az előző év azonos időszakához képest, a kiadásai viszont csak ennek felével. Az eredmény: a nettó jövedelem 68%-kal csökkent.

át kellene gondolni, hogy mit bízunk a szabad piacra, és milyen szerepet szánunk az állami szabályozásnak.

Mert mit csinálunk majd az üresen kongó mozikkal?

A lehetséges következményekre vonatkozóan a piac is érdekes példákat szolgáltat. Az Európai Unióban nemrég még vagy négyezer játékos tolongott az internetszolgáltatói piacon. Aztán bekövetkezett a vérfürdő, és mára e szám nagyjából hetvenre apadt. A piac több mint felét néhány óriás birtokolja, amelyek közül jó pár a nemzeti telefontársaságokhoz tartozik. A francia piac 39%-a a Wana-doo, a német 52%-a a T-Online, a spanyol 68%-a a Terra Lycos kezében van. A piaci szereplők számának csökkenésével gyengül a hatékonysági kényszer, a szolgáltatásokra egyre többen panaszkodnak, és nem egy helyen az árakat is számottevően megemelték.

A mozi-modellben a nagy piaci részesedés a siker feltétele, a nagyság viszont arroganciához, korábbi időkre emlékeztető magatartásformák feléledéséhez vezethet – ezt pedig egyikünk sem kívánja.

Az INFONIA Alapítvány programjának vázlata

KARVALICS Z. LÁSZLÓ

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)

Az INFONIA Alapítvány szerint megérett az idő az információs társadalom irodalmát jellemző, régóta meglévő kiadói űr betöltésére. A feladatnak társadalomtudományi alpmunkák, az információs társadalmat kézközbe hozó, színvonalas népszerűsítő kiadványok és negyedéves társadalomelméleti közlöny megjelentetésével, a legjobb külföldi szerzők megnyerésével és a legkiválóbb hazai gondolkodók mozgósításával kíván megfelelni.

A program indoklása és létjogosultsága

Magyarországon a nyolcvanas évek elejétől jelent meg a könyvkiadásban és a közgondolkodásban az információs társadalom tematika, kezdetben a KSH, később az OMIKK jóvoltából. Ezt a „vonulatot” elsősorban a francia és japán tapasztalatok bemutatása, később Naisbitt, Gerken és Toffler „jóvoltából” a jövő-kutatás információs vonulata fémjelmezte. Különös módon éppen akkorra fulladt ki a kiadói lendület, amikor az információs társadalom az elméleti érdeklődés peremvidékéről a társadalmi gyakorlat középpontjába került. A magyar közgondolkodás, a kormányzati szereplők, a pedagógusok és a diákok – szakirodalmi és olvasmányélmények nélkül maradva – az információs forradalom sajtószennazációival szembesültek, nélkülözve a színvonalas, érthető és érdekfeszítő, elméletileg megalapozott irodalom vélemény- és gondolkodásformáló erejét.

Azok a könyvek (Negroponte, Grove, Gates, Dyson, Saphiro-Varian), amelyeket az info-ipar „gurui” írták, s amelyekben kiadók üzleti fantáziát láttak, nagy példányszámban, tetszetős kivitelben jelentek meg. A folyóiratok közül a Replika e-melléklete adott otthont a témának, színvonalasan igyekezett foglalkozni vele a Magyar Távközlés, kevesekhez jutott el viszont el az INCO és az Infit, a kérdéskör két online orgánuma. A vezető külföldi információs társadalom folyóiratok mindössze egy-két előfizetőt mondhatnak magukénak.

Ahhoz, hogy az információs társadalom alapirodalmával meg lehessen ismerkedni, azokat kutatói céllal elolvasni, kiadói céllal válogatni lehessen, feltétlenül szükség van könyv- és folyóiratgyűjteményi háttérre.

A nemzetközi irodalmat igényesen adaptáló magyar kéziratok megírásához szükség van jó szerzők

megnyerésére – felkéréssel, vagy tanulmány- és könyvpályázattal.

Ennek a programnak a megvalósítását határozta el az INFONIA Alapítvány, és dolgozta ki e pályázat kereteihez igazítva átfogó programját.

Könyv- és folyóiratgyűjteményi programrész

Az információs társadalom témakör – legkiválóbb bibliográfusainak (pl. Marien, Beniger, Webster) tanúsága szerint – ezidáig mintegy félszáz „klasszikus”, átfogó és körülbelül ezer, valamely résztmát monografikusan kifejtő könyvre és tanulmányválogatásra tehető.

Ennek az irodalomnak csak töredéke jelent meg magyarul, és elenyésző számban állnak rendelkezésre hazai közkönyvtárakban. Ennek elsődleges oka az, hogy a hazai könyvtárak beszerzési forrásainak kimerülése éppen egybeesett az információs társadalom téma szakirodalmának felfutásával és a külföldi könyveknek a forint árfolyamromlása következtében elszabaduló áraival. Hozzájárult mindehhez még az is, hogy az új téma szélsőségesen inter- és multidiszciplináris, ezért kívülesett a hagyományos gyűjtőkörön, és – kelő számú nyomtatékot jelentő tekintélyű kutatógárda híján – nem készítette a könyvtárakat beszerzési politikájuk megváltoztatására.

A 90-es évek végére a helyzetet tovább nehezítette, hogy számtalan, a tudományos és népszerűsítő társadalomelméleti irodalom horizontján messze túl lévő műszaki és gazdasági rendezvények és kiadványok kezdték címükben feltüntetni az „információs társadalom” utótagot, megnehezítve annak mérlegelését, hogy mely könyvek tartoznak a témakör első-

leges szakirodalmához. Az OMIKK mint műszaki orientációjú műhely minden úttörő szerepe és gyűjteménygyarapítási próbálkozása ellenére nem tudott lépést tartani a követelményekkel, a frissen létrejött kutatóközpont, az ITTK erőforrások híján nem vághatott komoly fejlesztésbe, így mostanra mind nyilvánvalóbbá vált, hogy egy nagy gyűjtemény nem létező vagy majdan megtűrt részlege helyett egy nagy lendületű, önálló, kizárólag erre a gyűjtőkkörre szakosodott intézményt kell létrehozni.

A kiadói programrész

A kiadói program megvalósításával önálló kiadói státust kívánunk megbízni, amely egy kiadói programvezetőből és egy vezető szerkesztőből áll.

A kiadó vezetői a kiadványprogram mögé az INFONIA Alapítvány kuratóriumát állítják kiadói testületként, az egyes sorozatokhoz pedig önálló szerkesztőbizottságokat kérnek fel.

A kiadványprogram valamennyi darabját igényes művészeti szerkesztői és könyvtervezői munkával kívánjuk előkészíteni. Olyan kiadói szerződéseket kötünk, amelyek rugalmas példányszám-gazdálkodást tesznek lehetővé. A színvonalas fordítók megszerzése és fordítások megszületése érdekében különféle ösztönző és minőségbiztosítási eljárásokat kívánunk alkalmazni.

Ösztöndíjprogram tanulmányok és könyvek megírására

Az információs társadalom legkiválóbb hazai szakértői közül sokan kénytelenek elméleti és alkotómunka helyett (illetve azt részben félretéve) a sajtó vagy az üzlet világában szert tenni a megélhetésüket biztosító jövedelemre. Egy jól megkonstruált ösztöndíjprogrammal ezek a szerzők megszólíthatók, és megfelelő feltételek biztosításával rávehetők arra, hogy elkészítsenek fontos kéziratokat. 3 kiemelt (6 hónapra szóló 600 ezer forintos) ösztöndíj biztosításával évi 1-2 kötet életre hívásában segíthet az ösztöndíjprogram. A felkéréseket az INFONIA Alapítvány kuratóriumával egyetértésben fogják a program gazdái útnak indítani.

Ugyanakkor legalább ilyen fontos, hogy a fiatal, pályakezdő szerzőket, kutatókat is az információs társadalom téma felé lehessen orientálni. Ennek érdekében egy-egy téma megírására hirdet pályázatot az alapítvány. A nyertes szerzők írásait az Információs Társadalom c. folyóirat és a kiírásban társul választott folyóiratpartnerek jelentetnék meg.

A lehetséges tanulmányok:

A „digitális szakadék” problémaköre a világban és Magyarországon

E-demokrácia kísérletek

Hogyan tegyük húzóágazattá a magyar e-gazdaságot?

A magyar tartalomvagyron és tartalomipar esélyei a digitális világban

Hír

A Cisco Systems továbbfejlesztette SAFE biztonsági rendszerét és két új, szoftvert használó útválasztót mutatott be. Az új útválasztókat, amelyek speciális biztonsági és útválasztási funkciókat nyújtanak a kis és közepes hálózatok, fiókirodák és a vállalati mobilmunkatársak számára, a szélessávú modemekkel rendelkező ügyfelek e-business alkalmazásainak üzemeltetéséhez optimalizálták.

A Cisco 806 Broadband Gateway Router biztonságos hozzáférést tesz lehetővé a kis irodák és a mobilmunkatársak számára. Állapotfigyelő (stateful) tűzfal és IPSec 3DES titkosítást használó VPN-ek kialakítását teszik lehetővé.

A Cisco 1710 Security Access Router speciális útválasztási és átfogó biztonsági funkciót kínál. Ilyen funkciók többek között a hardver által támogatott, a vezetékek sebességével megegyező IPSec 3DES titkosítás (T1/E1 sebességek!), maximum 100 egyidejű VPN-alagút használata, állapotfigyelő tűzfalak, behatolásfeldeírás, valamint QoS funkciók.

75 éves a magyar rádió műsorszórása (a második 25 év)

DÓSA GYÖRGY

okl. villamosmérnök, hírközlési és műsorszóró szakmérnök

Az ötvenes évek elején Európában több új rádióállomás épült a korábbiakhoz képest nagyobb teljesítményű adóberendezésekkel. A hosszú- és középhullámú műsorszórás intenzív és gyors fejlődését az alábbiak határozzák meg:

- a rádiózás népszerűsége, az igények növekedése,
- a vételtechnika fejlődése, a vevőkészülékek nagyobb választéka, a hordozható vevőkészülékek elterjedése,
- jó terjedési feltételek (felületi, ill. ionoszférikus),
- az adócső- és adógyártás fejlődése.

A középhullámú műsorszórás nagyarányú fejlődését az európai területen, a II. világháború utáni időben az alábbi adatok is bizonyítják:

Évek	Üzemelő adók száma (db)	Összteljesítmény (kW)
1935	310	5200
1950	600	16200

Az új frekvenciaelosztási terv, a koppenhágai frekvenciaterv 1950. március 15-én lépett életbe, mely alapján a magyar adók frekvenciái némileg módosultak:

a Kossuth adó frekvenciája 539 kHz-re,

a Petőfi adó frekvenciája 1187 kHz-re változott, ami jelentősen javította a Kossuth adó műsorvételi lehetőségét.

A Petőfi adóval az ország besugárzása azonban kedvezőtlen volt, különösen a dunántúli területen. Az országnak csak kb. 50%-ában volt biztosítható a megfelelő vételi lehetőség.

A Petőfi adó vételkörzetének kiterjesztésére, javítására a Magyar Posta és a Magyar Rádió közösen fejlesztési tervet dolgozott ki, mely szerint a szolnoki 135 kW-os adó üzembe állítása mellett a Balaton térségében egy 135 kW-os új rádióállomás, a nyugat-dunántúli régió javítására pedig Szombathely térségében egy 25 kW adó kiépítése szükséges, befelé irányított antennával. Kelet-Magyarország ellátottságának javítására Nyíregyháza mellett szintén egy új 25 kW-os adóállomás felépítése volt szükséges. Ezenkívül a régi közvetítő

adóállomásokon (Pécs és Miskolc) teljesítménymelésre volt szükség.

Ezzel a bővítéssel a Petőfi adó javításán kívüli a körzeti műsorok sugárzása is lehetővé vált. Elsőnek a Balatonszabadi Rádióállomás építése kezdődött meg 1951-ben. A 146 m magas toronyszerkezet a Lakihegyen felszabadult és feleslegessé vált 150 méter magas torony anyagának felhasználásával készült. A toronyszerkezet kisebb átalakításokkal mint több szinten kikötött önsugárzó antennatorony került felhasználásra. A torony áthelyezési tervét az UVATERV készítette, és a MÁVAG Hídosztálya valósította meg.

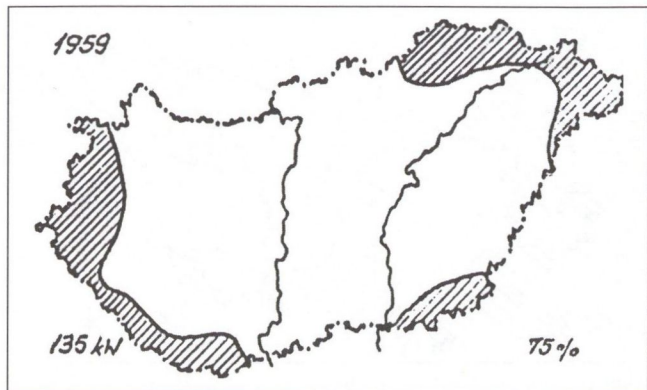
Az adóberendezést a BHG készítette. Lényegében megegyezett a lakihegyi és a szolnoki 135 kW-os adóberendezéssel, azonban a helyi viszonyok miatt bizonyos tekintetben módosították. Új megoldás volt például, hogy az adócsövek hűtésére szolgáló desztillált víz hőelvezetése egy hűtőtoronyban tárolt, szekunder víz párologtatásával valósult meg. A hűtőtorony eliszaposodása miatt azonban ehelyett később a léghűtéses megoldást kellett alkalmazni.

Fontos eltérés még a másik két adóval szemben, hogy ez az új adóberendezés teljesen hazai anyagokból és szerelvényekből készült.

A Balatonszabadi Rádióállomást 1953. október 24-én helyezték hivatalosan üzembe, és ekkor kezdte meg a Petőfi adó sugárzását 872 kHz-en. A Petőfi műsorsugárzásának javítása érdekében a Magyar Posta 1951-ben a BHG-től megrendelt 3 db korszerű, monoblock kialakítású, 7 kW-os középhullámú adóberendezést Pécs-Balatonszabadi, Miskolc állomások részére.

A Kossuth és a Petőfi főadók műsorát a sok idegen nyelvű adástól mentesíteni kellett, ezért a külföldre irányuló műsoradások feladatát a balatonszabadi 135 kW-os adóberendezés kapta meg, és kezdte el a sugárzást 1956 januárjában.

A Petőfi műsorsugárzásának részleges pótlását 1956. január 5-étől az új 7 kW-os léghűtéses adó oldotta meg, mely egy 56 m magas különleges kialakítású földelt antennával sugárzott, biztosítva a zivatar alatti sugárzás lehetőségét is. Az adó teljesítményét 1956-ban 15 kW-ra emelte a BHG a Magyar Adócsőgyár által kifejlesztett új tórium-wolfram katódú csövek alkalmazásával.



1. ábra

A pécsi adóállomáson az első új 7 kW-os BHG-adóberendezés 1954 márciusában kezdte meg üzemét, és az új tóriumos csövek alkalmazásával májusban teljesítményét 15 kW-ra emelték.

Miskolc adóállomáson a 7 kW-os adóberendezést 1956 áprilisában helyezték üzembe, majd teljesítményét az új csövekkel 15 kW-ra emelték.

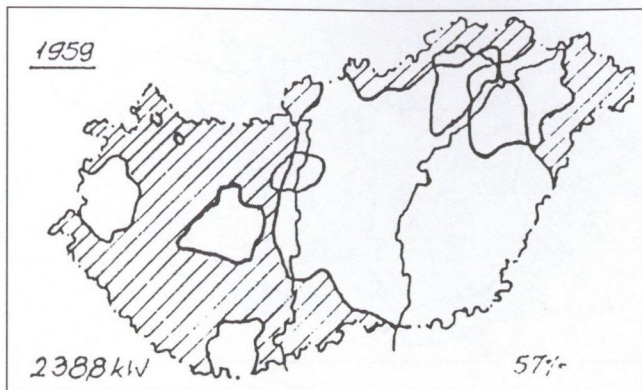
Új adóállomás épült Sóstón, amely a 25 kW-os új adóberendezésekkel és új, 134 m magas antennatoronnyal 1952 májusában 1250 kHz frekvencián megkezdte működését.

Szombathelyen teljesen új közvetítőállomást kellett kiépíteni, miután itt régebben nem volt rádióállomás. Az állomás építése 1950 elején kezdődött. A személyzet részére lakásokat is kellett építeni. A Magyar Posta irányított sugárzású antennarendszer alkalmazását írta elő (irányváltási lehetőséggel; kb. kelet-nyugati főirányítással). Az adóállomás 1952 júniusára készült el, és 1952. augusztus 20-án kezdte meg a rendszeres üzemét 1340 kHz frekvencián. A 2 db 60 m magas öntartó antennatoronnyal irányított sugárzást lehetett biztosítani. A 25 kW-os adóberendezés kialakításában azonos volt a nyíregyházi adóval. Az adóberendezés a Petőfi adó műsora mellett bizonyos időszakokban nyugati irányítással külföldre szóló adásokat is sugárzott.

Győr város és környékének ellátására 1952 júniusában a győri 1. sz. postahivatal épületébe került telepítésre a 0,4 kW-os adóberendezés, amely az épület tetőjén egy T antennával üzemelt 1349 kHz frekvencián egészen 1970 elejéig.

Az önálló helyi műsorok sugárzása a vidéki állomásokon az alábbi időpontokban kezdődött napi egy órában:

- A nyíregyházi adó 1952 decemberétől 1340 kHz-en sugározta az első megyei műsort a nyíregyházi stúdióból,
- 1953 januárjától a szombathelyi adó, a győri stúdió műsorát sugározza 18 órától,
- 1953 januárjától a pécsi adó az első nemzetiségi műsort sugározta magyar és szerb nyelven a pécsi stúdióból,
- 1953 áprilisában a miskolci adó a Borsod megyei stúdió műsorát kezdte sugározni,
- 1953 augusztusában a szolnoki stúdió műsorát Szolnok Rádióállomáson egy önálló 0,4 kW-os adóberendezéssel, T antennával sugározta 1349 kHz frekvencián (helyi és megyei műsorok).



2. ábra

Az ötvenes évek végén az ellátottságot az 1. és a 2. ábra szemlélteti.

Az URH-adások megindítása érdekében 1955 júliusában megkezdődött a Rádióműszaki Hivatalban egy 1 kW teljesítményű FM adó tervezése. A 250 W-os előfokozat 1956 szeptemberére készült el. Az 1 kW-os adó és antennarendszerének telepítése 1957 februárjában fejeződött be, és ekkor kezdődött meg a kísérleti sugárzás is.

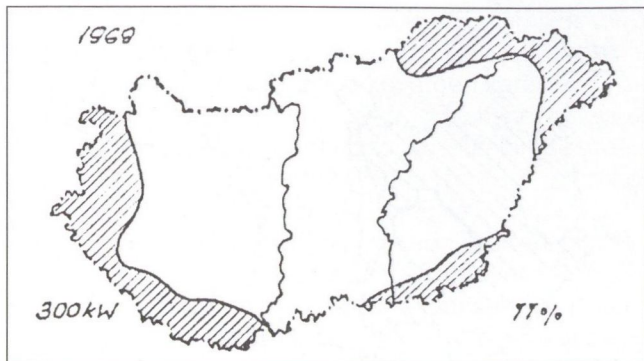
1960-tól Budapesten és Pécsen egy-egy 2 kW-os szovjet gyártmányú URH-adóberendezést, 1963 augusztusában Miskolcon a korábban Budapesten működő 1 kW-os adót helyezték üzembe.

Teljesítménynövelés

Az ötvenes évek végén Európában mind nagyobb egyedi teljesítményű (300 kW) középhullámú és hosszuhullámú adóberendezések kezdtek sugározni, ezzel megnövekedtek a vételi zavarok a magyar frekvenciákon is. Ennek következtében az országos ellátottság a Kossuth adónál kb. 64%-ra esett vissza, de a Petőfi adó ellátottsága is romlott.

1961-ben az országos térerősségmérések azt bizonyították, hogy elkerülhetetlen a középhullámú műsorsugárzásnak, mindenekelőtt a lakihegyi adóknak a korszerűsítése, teljesítménymemelése, azaz a rekonstrukciója. A Kossuth adó kb. 80%-os ellátottsága érdekében egy 300 kW-os adóberendezésre volt szükség. A Petőfi adó ellátásának javítására, különösen a Duna-Tisza közötti területet figyelembe véve, Lakihegyen egy új 20 kW-os adó és egy új irányított antennarendszer telepítését irányozták elő, Győr környezetében pedig egy új 5 kW-os középhullámú adó üzembe állítása javítaná az ellátottságot. A lakihegyi rekonstrukciós munkálatok 1962-ben kezdődtek meg.

Első lépésként Lakihegyen a Petőfi műsorát sugárzó adó került kiváltásra. Egy 5 kW-os korszerű hazai gyártmányú (Magyar Acélcsőgyár) Vateg adót telepítettek. 1965 januárjában ezt felváltotta a korszerű 20 kW-os Magyar Adócsőgyár gyártmányú adórendszer, 873 kHz frekvencián, 117 m-es antennával. Az 5 kW-os adó tartalék lett, majd később Mosonmagyaróvárra került. A 20 kW-os adórendszerhez, a rekonstrukció keretében, a PKI által tervezett, irányított antennarendszert építet-



3. ábra

tek. Ezen irányított antennarendszer Budapest környezetében és a Duna-Tisza közén a Petőfi adó jobb vételét biztosította 873 és 1340 kHz-en. Az 1968-ban üzembe helyezett sugárzó rendszer 2 db 86 m /4 magasságú öntartó tornyot tartalmazott, egymástól 170 m távolságra, fázisban egymástól különböző talpponti árammal táplálva. Így lehetett az irányított sugárzást biztosítani (piskóta alakú antennakarakterisztika).

Lakihegyre a Kossuth adó sugárzására 2 db 150 kW-os elgőzöltetetéses hűtésű parallel kapcsolású adóberendezés fejlesztési és gyártási munkálatait a Magyar Adócsőgyár kezdte meg, majd átszervezés következtében 1965-től az Elektromechanikai Vállalat (ÉMV) folytatta.

A 300 kW teljesítményre a régi tápvonal nem volt használható, új, korszerű tápvonalrendszer kiépítése vált szükségessé. A 314 m-es szivarantenna régi talpszigetelőit ki kellett cserélni és fel kellett újítani a kikötőköteleket is. A lakihegyi 2 x 150 kW-os parallel járatott adórendszert 1968. december 28-án helyezték üzembe, és ekkor kezdte meg 300 kW-tal a Kossuth adó sugárzását.

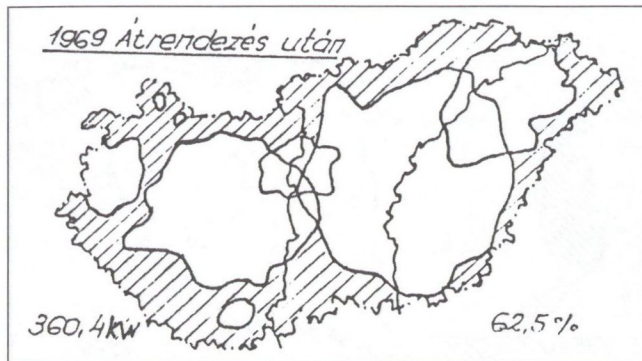
A hatvanas évek végén szükségessé vált, hogy a közvetítő állomások – miután tartalék adóberendezésekkel nem rendelkeztek – egységesen 5 kW-os tartalék adóberendezéseket kapjanak.

1969 elején a hazai középhullámú adóhálózaton frekvenciamódosítások és műsorrendváltások jöttek létre az alábbiak szerint:

Lakihegyen a 2 x 150 kW-os új adórendszer sugározta a Kossuth műsorát, a 135 kW-os adóberendezés pedig a 117 m-es antennatoronnyal 1340 kHz frekvencián átvette a külföldre szóló magyar és idegen nyelvű műsorokat. A balatonszabadi 135 kW-os nagyadó 1250 kHz frekvencián a Petőfi műsorát sugározta. Szolnok 1187 kHz frekvencián a 135 kW-os adóval ezután is a Petőfi műsorát sugározta.

A Kossuth adó vételi lehetőségét a végrehajtott rekonstrukció után a 3. ábra szemlélteti. A Petőfi adó ellátottságát az átrendezés után a 4. ábra mutatja.

Szólni kell a külföldre szóló rövidhullámú műsorsugárzás eredményeiről és a felmerült problémákról.



4. ábra

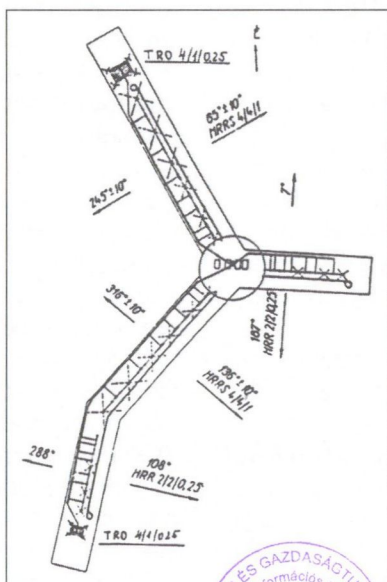
Az ötvenes évek végén sugárzási problémák jelentkeztek Diósdon, miután a 6 és 7 MHz-es körsugárzó antennák napfoltmaximumos időszakban kevésnek bizonyultak Európa és Észak-Afrika besugárzására. Ennek kiküszöbölésére épültek ki az új 9, 12 és 15 MHz-es körsugárzó antennák 1962 és 1967 között.

Észak-Amerika, Kanada és Dél-Amerika jobb ellátása érdekében 1964–65-ben két új síkantennarendszer épült ki 6 és 7 MHz-es sávra.

Tekintettel a gyorsan változó igényekre, szükségessé vált olyan antennarendszer, mely bármilyen irányba tud sugározni, és kilövelési szöge is változtatható. Ilyen célra a legalkalmasabbnak látszott egy forgatható és dönthető rövidhullámú log.per. antennarendszer. 1972-ben üzembe helyezték a svéd gyártmányú ALLGON forgatható és dönthető rövidhullámú log.per. antennarendszert, mely 6–30 MHz frekvenciatartományban üzemel, és billentési szöge $+280^\circ$ – -290° között távvezérléssel beállítható.

A hatvanas évek végén elengedhetetlenül szükségessé vált új, korszerű, nagy teljesítményű adóberendezésekkel és nagy nyereségű irányított antennákkal rendelkező új rövidhullámú adóállomás kiépítése is. Az új rövidhullámú adóállomás Jászberény mellett létesült 1974-ben, 2 db igen korszerű automata hango-lású, elgőzöltetetéses hűtésű 25 kW-os adóval, melyek 4–21 MHz frekvenciatartományban üzemeltek (üzemelnek ma is) minden rövidhullámú műsorszóró sávban. A kezelőfülkéből távkezeléssel működtethetők az adóberendezések és az antennák frekvencia- és irányváltása. A két adóberendezés a távvezérelt antennakombinátorral 28 db különböző irányítású, nagy nyereségű síkantennára és 2 db közelsugárzó antennára vált kapcsolhatóvá (Dél-Amerika – Kanada – Távol-Kelet – Észak-Afrika – Közel-Kelet – Európa, l.: 5. ábra).

Az 1974-75-ös időszak vételi tapasztalatai bebizonyították, hogy az új adó és antennarendszer üzembe állításával jelentősen megjavult külföldön a magyar rövidhullámú adások hallhatósága.



5. ábra



Contents



Dr. György Lajtha:

This month's issue 1

SATELLITE METHODS

Bence Takács:

Satellite-based positioning after the suspension of restricted access (SA) 3

Andrea Farkasvölgyi:

Multimedia services provided via geostationary satellites 9

Tamás Dénes:

ECHELON – the information shield of the e-society? 14

MOBILE SYSTEMS

Gergely Kontra, Róbert Sugár, Szilárd Szabó, Péter Tubák, Dr. Sándor Imre:

Mobile agents used for network management 19

Róbert Schulcz, Sándor Szabó, Sándor Imre:

Handover support procedures tested in mobile ATM networks 25

Dr. Tamás Sárkány:

BLUETOOTH wireless communication between mobile sets 37

PHYSICS

Miklós Kuczmán, Mrs. M. Iványi:

Genetic algorithm used for identifying the scalar Preisach hysteresis model describing the behaviour of ferro-magnetic materials 41

Dr. Sándor Jeszenszky:

Lightning registered through radio waves 48

LAW, ECONOMY, HISTORY

György Bőgel:

Info-communication industry: The time has come! 52

László Z. Karvalics:

Draft program of the INFONIA Foundation 56

György Dósa:

Hungarian Radio broadcasting started 75 years ago (the second 25 years) 58

Contents in English 61

Szerkesztőség

HTE Budapest V., Kossuth L. tér 6–8.

Tel.: 353 1027, Fax: 353 0451

e-mail: hte@mtesz.hu

Hirdetési árak:

1/1 (205 x 290 mm) 4C 120 000 Ft + áfa

Borító 3 (205 x 290 mm) 4C 180 000 Ft + áfa

Borító 4 (205 x 290 mm) 4C 240 000 Ft + áfa

Cikkek eljuttathatók az alábbi címre is

BME Mikrohullámú Híradástechnikai Tanszék

Budapest XI., Goldmann Gy. tér 3.

Tel: 463 1559, Fax: 463 3289

e-mail: zombory@mht.bme.hu

Előfizetés

HTE Budapest V., Kossuth L. tér 6–8.

Tel.: 353 1027, Fax: 353 0451

e-mail: hte@mtesz.hu

2001-ES ELŐFIZETÉSI DÍJAK

Hazai közületi előfizetők részére

1 évre bruttó 30 000 HUF

Hazai egyéni előfizetők részére

1 évre bruttó 6 000 HUF

Subscription rates for foreign subscribers

12 issues 150 USD, single copies 15 USD

www.hte.hu

Felelős kiadó: MÁTÉ MÁRIA

Design by: Kocsis és Szabó Kft.

Printed by: Regisztr Kft.

HU ISSN 0018-2028

SAMSUNG

SyncMaster



A SyncMaster monitorokkal olyan élményekben lesz részed, amelyet eddig csak a fantáziád produkált! A tökéletes kép- és hangminőséget a HIGHLIGHT ZONE és MouScreen funkciók, illetve multimédiás hangszórók segítik. A sík felületnek és a megnövelt fényerőnek köszönhetően olyan borotvaéles, valósághű képet kapsz – használd akár szórakozásra, vagy mindennapi felhasználásra –, amelyhez mindig ragaszkodni fogsz!



MouScreen



HBC-Focus™



SAMSUNG DIGITall
everyone's invited™