

Magyar Tudomány

INFOKOMMUNIKÁCIÓS HÁLÓZATOK

Vendégszerkesztő: Sallai Gyula

2007•7

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FOLYÓIRATA. ALAPÍTÁS ÉVE: 1840

168. ÉVFOLYAM – 2007/7. SZÁM

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Vezető szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA

Szerkesztőbizottság:

ÁDÁM GYÖRGY, BENCZE GYULA, CZELNAI RUDOLF, CSÁSZÁR ÁKOS, ENYEDI GYÖRGY,
KOVÁCS FERENC, KÖPECZI BÉLA, LUDASSY MÁRIA, NIEDERHAUSER EMIL,
SOLYOSI FRIGYES, SPÁT ANDRÁS, SZENTES TAMÁS, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:

CSAPÓ MÁRIA, GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, JÉKI LÁSZLÓ, MATSKÁSI ISTVÁN,
PERECZ LÁSZLÓ, SIPOS JÚLIA, SPERLÁGH SÁNDOR, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR

Lapterv, tipográfia:

MAKOVECZ BENJAMIN

Szerkesztőség:

1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: 3179-524

matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu

Kiadja az Akaprint Kft. • 1115 Bp., Bártfai u. 65.

Tel.: 2067-975 • akaprint@akaprint.axelero.net

Előfizethető a FOK-TA Bt. címén (1134 Budapest, Gidófalvy L. u. 21.);
a Posta hírlapüzleteiben, az MP Rt. Hírlapelőfizetési és Elektronikus
Posta Igazgatóságánál (HELP) 1846 Budapest, Pf. 863,
valamint a folyóirat kiadójánál: Akaprint Kft. 1115 Bp., Bártfai u. 65.

Előfizetési díj egy évre: 8064 Ft

Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők

Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Akaprint Kft. 26567

Felelős vezető: Freier László

Megjelent: 11,4 (A/5) ív terjedelemben

HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

Infokommunikációs hálózatok • Bemutatkozik az MTA Távközlési Rendszerek Bizottsága

Vendégszerkesztő: Sallai Gyula

Sallai Gyula: Bevezető	842
Sallai Gyula – Abos Imre: A távközlés, információ- és médiatechnológia konvergenciája	844
Cinkler Tibor – Vida Rolland: Hálózati technológiák fejlődése	852
Pap László – Imre Sándor: Az interferencia elnyomása mobil rádióhálózatokban	862
Dibuz Sarolta – Csopaki Gyula: Infokommunikációs protokollok	868
Szabó Róbert: Internet: siker(!), korlátok(!?) és jövő(?)	873
Jereb László – Sipos Attila: Hálózatok tervezése és analízise	880
Takács György: A vezetékes és mobil hálózatok konvergenciája	888
Nagy Lajos – Farkasvölgyi Andrea: Műholdas szolgáltatások	896
Sziklai Péter – Nagy Dániel – Ligeti Péter: Rádiófrekvenciás azonosítás és biztonság	904
Gordos Géza – Laborczy Péter: Ambiens intelligencia alkalmazások	910
Kóczy T. László – Botzheim János – Sallai Richárd – Csányi Kornél – Kuti Tamás: Meteorológiai adatok azonosítása hálózatfelügyeleti mérésekből	916
Magyar Gábor: Tartalomkezelés a médiakonvergenciában	923

Megemlékezés

Géher Károly (Gordos Géza – Sallai Gyula).....	930
--	-----

Kitekintés (Geffertné Halász Edit – Jéki László – Gimes Júlia)

Könyvszemle

Kenneth J. Turner – Ewan H. Magill – David J. Marples: Service Provision: Technologies for Next Generation Communications (Csopaki Gyula)	939
Norbert Niebert (szerk): Ambient Networks: Co-operative Mobile Networking for the Wireless World (Vidács Attila)	940
Sándor Imre – Ferenc Balázs: Quantum Computing and Communications – An Engineering Approach (Apagyai Barnabás)	941
Giovanni E. Corazza (szerk.): Digital Satellite Communications. Information Technology: Transmission, Processing and Storage (Frigyes István)	942
Mauricio G. C. Resende – Panos M. Pardalos (szerk.): Handbook of Optimization in Telecommunications (Frank András)	944
Buzás Ottó (szerk.): Az e-kommunikáció kultúrája (Adamis Gusztáv)	946

Konferenciaelőzetes

Ismertető

Bemutatkozás

Cságyoly Ferenc	961
Csépe Valéria	962
Korinek László	964
Palkovics László.....	966
Péceli Gábor	967

Infokommunikációs hálózatok

Bemutatkozik az MTA

Távközlési Rendszerek Bizottsága

ELŐSZÓ

Sallai Gyula

a műszaki tudomány doktora, az MTA TRB elnöke
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék – sallai@tmit.bme.hu

Az MTA Távközlési Rendszerek Bizottsága (TRB) bármelyfajta információ egy vagy több felhasználóhoz elektromos jel formájában történő eljuttatásának kérdéskörével foglalkozik. A témakör magába foglalja tehát a hang, kép, adat, szöveg, dokumentum, videó és ezek együttesének (multimédia) továbbítását, közlését, elérését vezetéken, kábelen, rádiós, optikai vagy más elektromágneses úton, beleértve a helyhez kötött és mobil földfelszíni és műholdas hálózatokat, a rádió és televízió műsorszóró és -elosztó hálózatokat, a jelek továbbítására is alkalmas energiaellátó kábelrendszereket, azokon nyújtott szolgáltatásokat, és ezek létesítéséhez és működéséhez szükséges hardver- és szoftvereszközöket.

A TRB figyelme, megőrizve tradicionális elnevezését, az eredendően beszédcélú távközlés (távbeszélőhálózatok és szolgáltatások) mellett kiterjed az adatközlésre (számítógép-hálózatok, internet stb.), műsorközlésre (rádió- és televízióhálózatok és szolgáltatások)

és ezek integrált megoldásaira, amelyeket együttesen információközlésnek, elterjedtebben infokommunikációnak, a jogszabályokban elektronikus hírközlésnek (angolul: *electronic communications*) nevezünk. Mára egyre inkább képesek vagyunk a különböző információfajták egyidejű, közös hálózatban történő továbbítására, a hajdan élesen elkülönült szakterületek egyre jobban összefonódnak, konvergálódnak, amelyhez az alapot az egybeforró információs és kommunikációs technológiák (ICT/IKT) képezik. Az ICT a társadalom mind több területére tör be, nyer ott alkalmazást, ezzel átalakítva, integrálva további területeket, illetve létrehozva újabbakat. Ilyenként említjük az elektronikus média területét, tágabban az információban rejlő tartalom feltárását, feldolgozását, kezelését.

A következő tizenkét cikkben az infokommunikációs hálózatokba, arra épülő szolgáltatásokba és alkalmazásokba, a fejlődés tendenciáiba, a jövő várható megoldásaiba

szeretnénk bepillantást nyújtani. Az első cikk a távközlésnek az információs és médiatechnológiákkal való összefonódását, a konvergencia folyamatát mutatja be annak piaci és szabályozási következményeivel. Ezt a hálózati technológiák mélyreható átalakulásának bemutatása követi. Cinkler Tibor és Vida Rolland cikkében a vezeték nélküli hozzáférési hálózatok és az optikai gerinchálózatok elterjedésének motivációit ismerhetjük meg. Pap László és Imre Sándor cikke az elmúlt tizenöt évben robbanásszerűen elterjedt mobil hálózatok működésének alapjait, mérnöki megfontolásait taglalja. Dibuz Sarolta és Csopaki Gyula cikke az infokommunikációs rendszerek működését, rendszerelemeik együttműködését, egymás közti kommunikációját szabályozó protokollokról, szoftvekről szól. Szabó Róbert cikke az internet-technológia mibenlétét, sikerének okait, már látható korlátait és azok feloldásának lehetőségeit mutatja be. Jereb László és Sipos Attila cikke az infokommunikációs hálózatok tervezésének problémakörét tekinti át, rámutatva az igények és technológiák változásai kezelésének, valamint a minőségi követelmények teljesítésének feladataira és megoldásaira.

A cikksorozat második fele korszerű hálózati szolgáltatások és alkalmazások bemutatását célozza. Takács György cikke a helyhez kötött, vezetékes és a mobil távközlés konvergenciáját, a szolgáltatások ésszerű integrációját, ennek felhasználói előnyeit ismerteti. Nagy Lajos és Farkasvölgyi Andrea a műholdas rendszerek által nyújtott navigációs, távközlési és műsorszórási szolgáltatásokról nyújt rendszerezett betekintést. Sziklai Péter és szerzőtársainak cikkéből a vonalkódokat várhatóan kiváltó rádiófrekvenciás termékazonosítást és annak alapvetően fontos

információbiztonsági kérdéseit ismerhetjük meg. Gordos Géza és Laborczy Péter cikke a szenzoros és az *ad hoc* (önszerveződő) módon létesülő hálózatok járművek közötti kommunikációban és mindennapi életvitelünkben lehetséges alkalmazásairól szól. Kóczy László és társszerzőinek cikkéből a mikrohullámú hálózatok felügyeleti mérési eredményeinek hasznosítását ismerhetjük meg az időjárási helyzet automatikus azonosítására. Végezetül Magyar Gábor cikke a média konvergenciájával, a médiatartalom-kezelés és az infokommunikáció összefonódásával foglalkozik.

A cikksorozat természetesen nem adhat teljes képet a TRB kompetenciájába tartozó széles témakörrel, bár az infokommunikációs technológiák, hálózatok és szolgáltatások kétségtelenül a TRB tudományos érdeklődésének gerincét képezik. A különszám a cikksorozat témaköréhez kapcsolódóan tartalmaz tudományos híreket, könyvszemléket, konferenciaelőzeteseket, ismertetőket, és megemlékezik a TRB 2006-ban elhunyt volt elnökéről, Géher Károly professzorrol.

A cikksorozat létrejöttéhez köszönöm a TRB tagjainak ösztönzését és javaslatait, a szerzők figyelmes munkáját, Imre Sándor TRB titkárnak és Györi Erzsébetnek a szerkesztésben, Gefferthné Halász Editnek a különszám kapcsolódó anyagainak összeállításában nyújtott segítségét, valamint a Magyar Telekom Távközlési és Telematikai Alapítványának a különszám megjelenéséhez nyújtott támogatását.

Kulcsszavak: *infokommunikáció, információs és kommunikációs technológia, távközlés, informatika, tartalomkezelés, infokommunikációs rendszerek, infokommunikációs hálózatok, infokommunikációs szolgáltatások, távközlési rendszerek bizottság*

A TÁVKÖZLÉS, INFORMÁCIÓ- ÉS MÉDIATECHNOLÓGIA KONVERGENCIÁJA

Sallai Gyula Abos Imre

az MTA doktora, egyetemi tanár
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
sallai@tmit.bme.hu

a műszaki tudomány kandidátusa, egyetemi docens
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
abos@tmit.bme.hu

A távközlés, informatika és elektronikus média világának legátfogóbb, legmeghatározóbb jelensége jelenleg és az elkövetkező években e három terület konvergenciája, amely nyilvánul mind technológiáik egységessé válásában, mind piacaik összeforrásában, mind szabályozásaik harmonizálására való törekvésekben. Ezt a jelenséget *infokommunikációs konvergenciának* nevezzük. A konvergenciajelenség szerepe döntő az információs társadalom megvalósításában, mert nem szűkül le a technológia szintjére, sőt még az említett három ágazat területére sem, hanem mind szélesebb köröket von hatása alá, társadalmi jelenséggé válik. E konvergenciafolyamatot a digitális technológia hatalmas léptékű fejlődése váltotta ki. Három évtized alatt az információ továbbításának, tárolásának és feldolgozásának fajlagos (egy információegységre eső) költségei több mint egy milliomod részére, illetve 30–40 ezred részére csökkentek. E három terület közös technológiai alapja alakult ki, amely a média vonatkozásában még sokkal kevésbé teljesedett ki, és sok lehetőséget tartogat.

A technológia azonban csak a lehetőséget adja, a konvergencia kibontakozásának eddigi mértékének létrejöttéhez az is kellett, hogy

a közös technológiai bázison, ezáltal eleve hatékonyabb működés mellett további üzleti előnyök jelenjenek meg. Ez pedig lényegét tekintve nem más, mint az értékteremtő folyamatok szinergikus egymásra hatása, az egyes területek funkcióinak, megoldásainak többletértéket hozó kombinálása, amely gyökeresen újfajta hálózati megoldásokban, termékekben, szolgáltatásokban jelenik meg.

Először áttekintjük az infokommunikációs konvergencia modelljét, a konvergencia formáit, szintjeit, majd az infokommunikációs konvergencia várható fejleményeit.

1. Az infokommunikációs konvergencia modellje

A távközlési, az informatikai és a médiaágazatok konvergenciája általánosan érzékelhető, mind több területet felölelő, átható folyamat. A folyamat jelentőségét aláhúzza, hogy e három ágazat technológiáit együttesen *információs társadalmi technológiáknak* (IST) nevezzük, kifejezve meghatározó szerepüket a társadalmi előrehaladásban.

A konvergáló ágazatok értékláncainak közeledését és egybeforrását három dimenzióban vizsgáljuk meg. Vizsgáljuk a hasonló ágazati funkciók közötti, ún. horizontális

irányú konvergenciát, és a különböző ágazati funkciók közötti, ún. vertikális konvergenciát, valamint a konvergencia mértékét, elmélyültségét, teljességét. A konvergencia fokozatainak három szintjét különítjük el, csoportosítva a technológiai, a piaci és a szabályozási hatásokat. Az infokommunikációs konvergencia eredményeként összeolvadó három ágazatot *infokommunikációs szektornak* nevezzük.

1.1. Konvergencia- és divergenciafolyamatok

A távközlés és az informatika konvergenciája évtizedekkel ezelőtt kezdődött, és mind intenzívebb formát ölt. A távközlésben a számítástechnika, informatika általános alkalmazást nyert, a számítógépek mind nagyobb hányada kapcsolódik össze hálózatokon keresztül. A konvergenciafolyamatba a tartalomipar, az elektronikus média is bekapcsolódott, hogy a távközlés és a számítógéphálózatok által nyújtott lehetőségek kiaknázódjanak, amelyet legjobban az internet terjedése fémjelez. A digitális technológia átalakítva, közel hozva a kommunikáció, az informatika és a tartalomkezelés sajátos technológiáit, lehetővé és gazdaságossá tette a korábban elkülönült kezelésmódok összekapcsolását és kombinálását, mindhárom terület elemeit ötvöző infokommunikációs alkalmazások és ezekre épülő vállalkozások létrejöttét. Ilyen infokommunikációs alkalmazások a különféle audiovizuális/multimédia szolgáltatások, internet-alkalmazások, elektronikus tartalomszolgáltatások és tulajdonképpen az ún. információs társadalmi szolgáltatások.

A távközlés, informatika és elektronikus média konvergenciája, azaz a három közeledő ágazat szinergikus szolgáltatásai, közös hálózatai és integrált eszközei, berendezései átalakítják, közelebb hozzák más ágazatok

technológiáját, áthatják a tudáskezelési és szervezési folyamatokat, további területeket is integráló információs társadalmi szolgáltatások és alkalmazások kialakítására sarkallnak.

1.2. Az infokommunikációs értéklánc-modell

Az infokommunikációs konvergencia termékei értelmezésünk szerint ötvözik a kommunikációs, a információs és a médiatechnológiák elemeit, jellemzően információk előállítását, kezelését, továbbítását és megjelenítést célzó funkciókat tartalmaznak. A funkciók egy értékteremtő folyamat, ún. értéklánc mentén rendezhetők. A különféle infokommunikációs alkalmazások esetén általános az értéklánc alábbi öt szakaszának elhatárolása (1. ábra):

- az információ előállítása, alkalmas digitális hordozón való rögzítése (telefonbeszélgetés, adatbázis, film, videó, elektronikus újság stb.),
- az információs tartalom szolgáltatása (tárolása, szerkesztése, csomagolása, hozzáférhetővé tétele, terméké formálása),
- hálózaton való átvitele a felhasználás körébe (gerinchálózatok),
- elosztása, felhasználókhöz való eljuttatása (hozzáférési hálózatok); végül
- „fogyasztása”, megjelenítése a felhasználónál (készülékek).

A távközlés (többségében beszédkommunikáció), az adatközlés (adatátvitel, számítógépek közti kommunikáció, internet) és a műsorterjesztés (műsorszórás és műsorelosztás) elkülönült területeinek saját értékteremtő folyamatai egymáshoz meglehetősen hasonlóak, a fentebb említett funkciók többé-kevésbé egyaránt megjelennek. Jellemzésükre egy háromelemű értéklánc-modell alkalmas, amelyben az ötszakaszos modell első

két-két szakasza összevontan szerepel. Ilyen módon a konvergenciajelenségek vizsgálatához a gyakorlatilag minden esetben jól azonosítható alábbi háromszakaszos értéklánc-modell alkalmazható:

- előállítás: szolgáltatások, elosztásra alkalmas termékek kialakítása;
- továbbítás: átvitel és elosztás hálózaton keresztül, kommunikációs szolgáltatás nyújtása;
- felhasználás: megjelenítés felhasználói készülékkel (végberendezés, terminál).

A berendezések előállításának, gyártásának, forgalmazásának konvergencia szempontjait az egyes szakaszokhoz rendeljük, azaz így beszélhetünk a termékek előállításának eszközeiről, hálózati berendezésekről és felhasználói végkészülékekről. E kiegészítő értelmezéssel együtt az egyes értéklánc-szakaszokat *fázisoknak*, vagy ha a fázisok eredményét kívánjuk hangsúlyozni, akkor az angol nyelv

vű irodalom után *síkoknak* nevezzük, és az alábbi rövid megnevezéseket alkalmazzuk:

- előállítási fázis, az előállított termékek/ szolgáltatások síkja,
- továbbítási fázis, a továbbító hálózatok síkja,
- felhasználási fázis, a felhasználói készülékek, terminálok síkja.

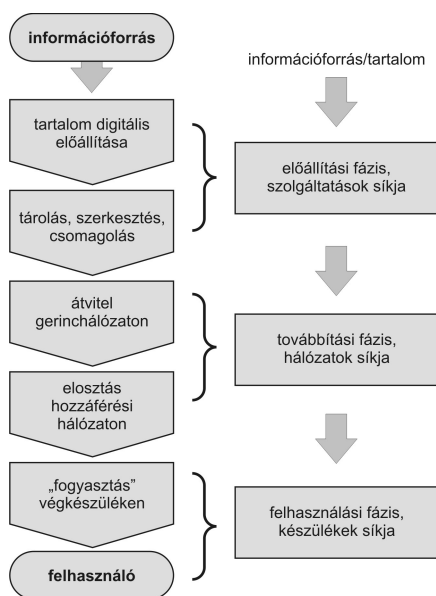
1.3. A konvergenciában érintett ágazatok

A távközlés, az adatközlés és a műsorterjesztés területeinek tradicionális fejlődése az információs tartalom jellegének és a célzott felhasználói kör különbözőségei folytán eltért, történetileg külön-külön alakították ki szolgáltatásaikat, hálózataikat és berendezéseiket, azaz magát az ágazatot (2. ábra). A háromfázisú értéklánc-modell azonban értelmezhető mindhárom ágazatban:

A.) Távközlés: Tradicionálisan a távbeszélő hálózatok és az azokon nyújtott szolgáltatások ágazata, az értékláncba beleértve információforrást, amely klasszikusan maga a telefonáló, és a felhasználói készüléket is. Sajátos technológiáját kommunikációs technológiának nevezhetjük.

- Termékek-szolgáltatások síkja: helyhez kötött és mobiltelefon-szolgáltatás, ennek keretében hangüzenet, SMS, adatátvitel.
- Hálózatok síkja: hagyományos telefonhálózatok, gerinchálózatok, hozzáférési hálózatok, különféle kapcsoló és átviteli technikák és berendezések.
- Készülékek (végberendezések) síkja: például vezetékes és mobiltelefon, telefax, modem.

B.) Adatközlés: Adatok, szövegek és egyéb információk elektronikus előállítása, tárolása, kezelése, továbbítása és feldolgozása, a számítógépek közötti kommunikáció különféle fajtái. Tradicionálisan az informati-



1. ábra • Az infokommunikációs értéklánc-modell

kához, illetve a számítógépes technológiákhoz kötődik.

- Termékek-szolgáltatások síkja: adatszolgáltatások, file transzfer, elektronikus levelezés, már nem tiszta példaként az internet-szolgáltatás, honlapmegjelenítés...
- Hálózatok síkja: számítógép-hálózatok, LAN, WAN, WLAN (Local-area network, WAN – Wide-area network, WLAN – Wireless LAN) hálózatok és ezek eszközei (például: router, szerver, puffer tároló).
- Készülékek (végberendezések) síkja: számítógépek (hardver, szoftver), különösen a személyi számítógép (PC).

C.) *Műsorterjesztés, médiaközlés*: Képek, mozgóképek, hang- és képi (audiovizuális, AV) műsorok előállítása, továbbítása és prezen-tálása. A tradicionálisan egyirányú átvitelt a kétirányúság váltja fel. Sajátos technológiája a médiatechnológia, a tartalomipar technológiái (tartalommenedzsment).

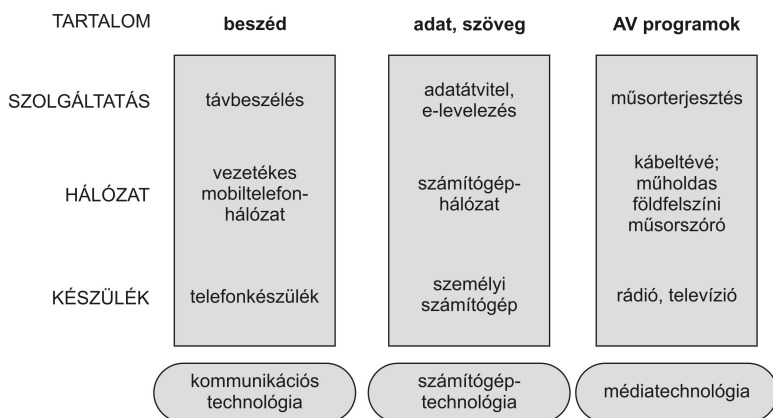
- Termékek-szolgáltatások síkja: képi vagy hangműsor, olvasható információ-tartalom, fénykép, térkép, audiovizuális CD, archívum és ezek előállításának eszközei, például stúdióberendezések.

» Hálózatok síkja: műsorszétoztó hálózatok, kábeltelevízió (KTV) hálózatok, műsorszóró hálózatok, szélessávú hozzáférési hálózatok, ezek sajátos eszközei, például: adóberendezések, műsorszóró műhold.

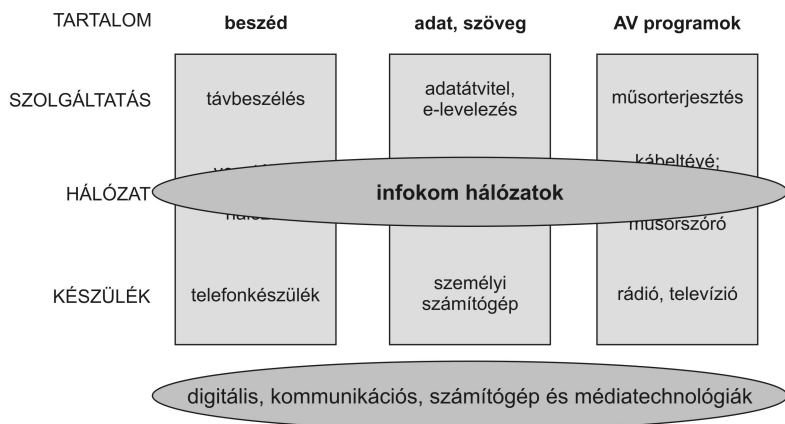
» Készülékek (végberendezések) síkja: képi, hang- és videoműsor lejátszására alkalmas készülékek.

A digitális technológia – a számítástechnika alaptéchnológiája – átalakította a kommunikációs technológiát, és fokozatosan betör a médiatechnológiába. A három elkülönült technológia mind hasonlatosabbá válik, és megkezdődik az elkülönült értékláncok közeledése, összefonódása (3. ábra).

Beszédkommunikációra alkalmassá vált a számítógép-hálózat, felhasználói készülék-ként használható a PC. A PC-re médiafolyamokat letöltve mint audiovizuális vevőkészülék is működhet. A SMS típusú adatátvitel a mobiltelefonokra lett kifejlesztve stb. A digitális technológia révén bármely információs tartalom egységesen megjeleníthető, ezáltal különféle hálózatokon egyaránt átvihető, így indokoltá válik a hálózatok integrált megvalósítása. Az infokommunikációs



2. ábra • Különféle tartalmak – elkülönült szolgáltatások, hálózatok, készülékek



3. ábra • Konvergáló szolgáltatások, hálózatok, készülékek

hálózat mint integrált hálózat működik, hang, adat, szöveg, audiovizuális programok, multimédia stb. átvitelére egyaránt képes módon.

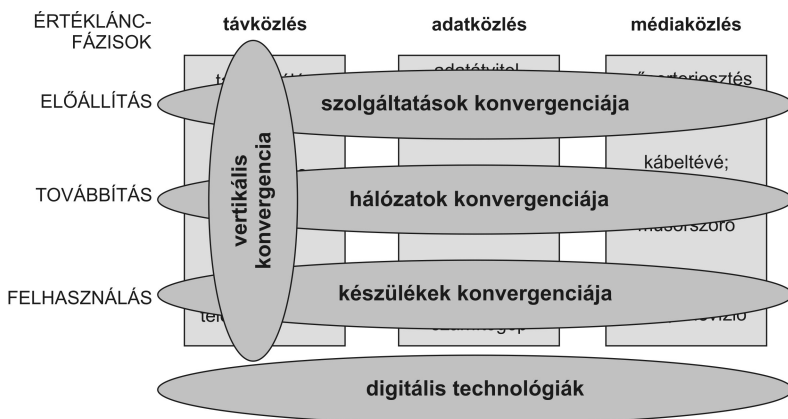
2. A konvergencia formái

A digitális technológia mint a három érintett ágazat egységes technológiája az értékláncok összefonódását eredményezi a 4. ábra szerint. Horizontális és vertikális konvergenciaformákat különböztethetünk meg, a horizontális konvergenciaformán belül három típust ér-

telmezünk. A konvergencia fogalmán belül értelmezzük az integrációt mint kiteljesedett konvergenciát.

2.1. Horizontális konvergencia

A konvergenciajelenséget horizontálisnak nevezzük, ha a különböző ágazatok értékláncának *azonos fázisai, illetve síkjai* közti közeledés, kapcsolódás, kiegészítés vagy helyettesítés formájában jelentkezik. A horizontális konvergencia egy-egy síkon két-két vagy három ágazat között is megvalósulhat. Az értéklánc azonos síkján megjelenő teljes egy-



4. ábra • Horizontális és vertikális konvergenciaformák

beforrást *horizontális integrációnak* nevezzük. A horizontális konvergenciának három aleseit aszerint különböztetjük meg, hogy mely fázishoz, illetve síkhoz kapcsolódik. Elnevezésüket, a konvergencia eredményét hangsúlyozandó, a síkok nevéből származtatjuk.

Szolgáltatások konvergenciája esetén egy konvergens szolgáltatásban különféle információs tartalmak jelennek meg (tipikusan ilyenek a multimédia-termékek).

Hálózatok konvergenciája az azonos technológiai alapokat, szolgáltatások együttes kiszolgáltatását lehetővé tevő kapacitásokat és hálózati funkciókat jelenti. A figyelem előterében a teljes konvergencia megvalósítását célozva a szélessávú internethálózatok állnak.

Készülékek konvergenciája a felhasználói készülékfunkciók egybeépülését jelenti (például PC-alapú digitális tévékészülék, a PDA-ba – Personal Digital Assistant – beépül a mobiltelefonálás funkciója, egy készüléken belül jelenik meg a GSM és WiFi [Wireless Fidelity – kis hatótávolságú vezeték nélküli hozzáférési technológia] kapcsolat).

2.2. Vertikális konvergencia

Vertikális konvergenciáról beszélünk, ha azonos vagy különböző ágazati értékláncok különböző fázisai, azaz különböző síkok kapcsolódnak össze. Ennek példája, amikor a számítógéphálózatot beszédátvitelre tesszük alkalmassá, vagy azon audiovizuális tartalmakat továbbítunk. A teljessé váló vertikális konvergenciát nevezzük vertikális integrációnak, ami két-két fázis között is megvalósulhat.

3. A konvergencia szintjei

A konvergenciafolyamat először jellemzően a technológiai szinten jelenik meg. Ha új technológiákat fejlesztenek ki, ezek szolgáltatások formájában megjelennek a piacon, és a szabályozás reagál a piaci jelenségekre. Ennek megfelelően a konvergencia jelenségei,



5. ábra • A konvergencia szintjei az egyes konvergenciaformáknál

hatásai – előrehaladását tükrözve – három szinten, technológiai, piaci és szabályozási szinten bontakoznak ki (5. ábra).

3.1. A konvergencia technológiai szintje

A konvergencia technológiai szintjét a konvergáló ágazatok együttes kiszolgáltatását, egymáshoz kapcsolódását, együttműködését biztosító *technológiák* megjelenése jelenti, beleértve a szolgáltatások, hálózatok, berendezések fejlesztését, szabványosítását és piaci termékké formálását is.

Az infokommunikációs konvergencia esetén a digitális technológia átalakítja a konvergáló területek saját technológiáját (kommunikációs, információs és médiatechnológiák), egységessé és mindhárom ágazatban alkalmazhatóvá teszi. A digitális felhasználói készülékekben az egyes funkciók különböző összeállításokban integrálódhatnak.

3.2. A konvergencia piaci szintje

A konvergencia piaci megjelenését a *termékpia-cok összekapcsolódása*, mint például különböző ágazatok egymást helyettesíteni tudó, ill. szinergikus termékeinek piaci megjelenése, az értékesítési technikák és csatornák ötvöződése, ennek alapján a vállalatok átrendeződése, egyesülése, *ágazati határok elmosódása* jelzi.

A hagyományos távközlő vállalatok a számítógéphálózati, informatikai funkciókat szervesen beépítik tevékenységükbe. A műsorszóró vállalatok gerinchálózati kapacitáso-

kat építenek ki, a műsorelosztók belépnek az internet- és beszédpiacra.

Az információs termékek előállításának konvergenciája mindhárom ágazatot, sőt a nem elektronikus médiát is aktivizálja. A felhasználói készülékek piaca is természetesen integrálódik, ennek számos példája ismert.

A konvergencia piaci megjelenésében jellemző a vertikális forma. Ezt mutatja nagyszámú példa: a távközlési hálózatüzemeltetők megjelenése tartalomszolgáltatóként, multimédia-szolgáltatóként, tartalom-előállítók és internet-szolgáltatók egyesülése stb.

3.3. A konvergencia szabályozási szintje

A konvergálódo területek szabályozása tradicionálisan markánsan különböző: a távközlés erősen technológiaszabályozott, a média területe tartalomszabályozott, az informatika szabályozása legkevésbé ágazatspecifikus, inkább versenyszabályozott ágazatnak tekinthető.

A konvergencia kibontakozásának elősegítése megköveteli az ágazati szabályozások harmonizálását, amelynek általános útját az ágazatspecifikus szabályozási megoldások visszaszorítása, a versenyszabályozás mind általánosabbá válása, a technológiaselemleges szabályozási megoldások alkalmazása, valamint az alkalmazott szabályozási elvek nemzetközi koordinációja jelenti.

Az új infokommunikációs alkalmazások (például: e-kereskedelem, e-kormányzat, általában a web-alapú alkalmazások) azonban újabb kérdéseket is felvetnek, mint például az információ biztonsága, a személyi adatok, szerzői jogok védelme.

4. Az infokommunikációs konvergencia várható fejleményei

Az infokommunikációs technológia fejlődése során néhány igen jellemző irányzat figyelhető meg: minden információ *digitálissá*

alakul, a felhasználói hozzáférés *szélessávú* lesz, a továbbítás *IP-alapúvá* (Internet Protocol) válik, az infokommunikáció beépül környezetünkbe, az általunk használt eszközökbe, ezáltal az „intelligencia” körülöttünk mindenütt jelen lesz (*Ambient Intelligence*).

A felhasználók fő kommunikációs igénye továbbra is az *élőbeszéd*, de a hagyományos vezetékes és mobiltelefon-szolgáltatás mellett egyre népszerűbbé válnak az interneten, KTV hálózaton, WiFi hozzáféréseken keresztüli megoldások is, amelyek jelentős része olcsóbb a hagyományos szolgáltatásoknál. A mobilkommunikáció a jövőben nem lesz azonos a mobiltelefonálással, fokozatosan kiterjed az adat- és médiakommunikációra is, amelyek ezáltal bárhol igénybe vehetők lesznek. A *fix-mobil konvergencia* (FMC) keretében a vezetékes és a mobilplatformokon elérhető szolgáltatások együttes igénybevétele a felhasználói készülékekben valósul meg. A szolgáltatások igénybevétele többféle platformon és hozzáféréseken komplexen is lehetővé válik, folyamatosan terjed a beszéd, internet és tartalom együttes nyújtása, a „*Triple Play*” (3-play), és ennek kiterjesztéseként a „*Multi Play*” (M-play). Az audiovizuális szolgáltatások, a médiakommunikáció integrációja új funkciók beépülését is igényli a hálózatba, mint például a tartalmak tömörítése, kódolása, digitális jogvédelem (DRM) stb. A szélessávú internet-hozzáférés elterjedése révén lehetővé válik az információs társadalom kibontakozása szempontjából igen fontos elektronikus közszolgáltatások széles körű használata.

Mindezek eredményeként egy új *szélessávú hálózati és szolgáltatási modell* alakul ki: az NGN (Next Generation Network – következő generációs hálózat), amelyben a szolgáltatások elkülönülnek a hálózatoktól, ezáltal hálózathozfüggetlenül létrehozhatók. A hálózati

tok síkján létrejön a *gerinchálózatok* integrációja a közös szolgáltatások egyesített átvitele céljából. Az IMS (IP based Multimedia Subsystem) segítségével gyakorlatilag bármilyen szolgáltatás igénybevétele lehetővé fog válni bármilyen hozzáférésen. Az egyes országokban kiépülő különféle NGN-hálózatok összekapcsolásával kialakuló világméretű szélessávú hálózaton vehetik igénybe majd a felhasználók a megújult hagyományos és a jövőbeli új szolgáltatásokat.

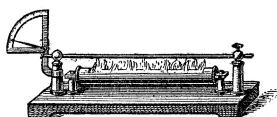
Az infokommunikációs konvergencia technológiai szintjének kibontakozását szorosán követi a piacok – itt nem tárgyalt – mind teljesebb integrációja és a szabályozás konvergenciafolyamatot ösztönző további harmonizálása.

Kulcsszavak: *távközlés, informatika, elektronikus média, infokommunikáció, konvergencia, adatközlés, műsorterjesztés, szolgáltatás, hálózat, felhasználói készülék, értéklánc*

IRODALOM

- Abos Imre (1996): *Multimedia – the Driving Force of the Development of Broadband Communication*. Proc. ICOMT '96: International Conference on Multimedia Technology and Digital Telecommunication Services, 28-30 October, 1996, Budapest
- Abos Imre (2001): *Examining the Core Transport Layer: What Roles Do IP, ATM, SDH and WDM Have in the Converged Next Generation Network*. Proc. Evolving Core Networks, 25-26 June 2001, Lisbon
- Abos Imre (2005): *Preparing the Access Network to Deliver Voip for Double Play Services and Ensuring a Smooth Upgrade to Offer Triple Play Services*. Proc. Evolving Next Generation Access Networks, 22-25 February 2005, Brussels
- Commission of European Communities (1997): *Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology Sectors, and Implications for Regulation*. Towards an Information Society Approach. Dec. 1997. COM(1997) 623.
- Henten, Anders – Samarajiva, R. – Melody, W. H. (2003): *Designing Next Generation Telecom Regulation: ICT Convergence or Multisector Utility?* Linne.

- net Report on the WDR Dialogue Theme, www.regulateonline.org
- International Telecommunication Union (1999): *Convergence and Regulation, Trends in Telecommunication Reform*. kötetek, Geneva
- Sallai Gyula (1999): *Role of the Communication Authority: Challenges: Technological Convergence and European Integration*. SMI Hungarian Telecoms'99., 1999. február 24., Budapest
- Sallai Gyula (2004): *Távközlés, informatika és média konvergenciája*. Tudományos konferencia *A médiakonvergencia előrehaladása és hatása a magyar médiaszabályozásra* címmel. Infokommunikációs Jogi Centrum, 2004. július 16., Győr,
- Sallai Gyula (2005): *Converging Information, Communication and Media Technologies*. 3rd Workshop of the Forum on Sustainable Technological Development in a Globalising World, December 8-10. 2005., Budapest
- Visser, John (2006): *Mobility and Fixed-Mobile Convergence*. ITU-T/ATIS Workshop on "Next Generation Technology and Standardization", 19-20 March 2006, Las Vegas



HÁLÓZATI TECHNOLOGIÁK FEJLŐDÉSE

Cinkler Tibor

PhD, egyetemi docens
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
cinkler@tmit.bme.hu

Vida Rolland

PhD, egyetemi docens
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
vida@tmit.bme.hu

Napjaink infokommunikációs hálózatait egyre inkább a sokszínűség, a heterogenitás jellemzi. A felhasználók adatátviteli szükségleteinek kiszolgálására ma már számos különböző technológia és átviteli közeg (például réz érpár, koaxiális kábel, fényvezető szál, szabad tér) áll rendelkezésre. Cikkünk első részében ennek megfelelően igyekszünk egy rövid áttekintést adni a hozzáférési és gerinc-hálózatokban használt hálózati technológiák fejlődési mérföldköveiről. Mindazonáltal egyre erőteljesebbé válik az a törekvés, hogy a hálózati struktúra heterogenitását a szolgáltatások szempontjából elrejtjük a felhasználók előtt. Ennek a feladatnak egyik feltétele a hálózatvezérlés egységesítése, melynek nehézségeit a cikk utolsó részében ismertetjük.

1. A hálózatok szerkezete

Az infokommunikációs hálózatok elektronikus tartalmak elérésére és elérhetővé tételére szolgálnak. Példaként említhetjük a különböző adatok (dokumentumok, levelek stb.) és multimédiatartalmak (beszéd, zene, mozgókép stb.) le- és feltöltését, illetve ezek interaktív cserélését. Habár úgy a hálózati technológiák (átviteli közegek, kommunikációs technikák), mint a felettük megvalósított szolgáltatások (specifikus erőforrásigények és minőségi követelmények szempontjából) alapvetően inhomogének (lásd 1. ábra), egy-

re erőteljesebbé válik az a törekvés, hogy bármilyen szolgáltatást képesek legyünk bármilyen hálózati környezetben biztosítani, a felhasználó számára transzparens módon.

Ehhez szükséges definiálni az alapvető hálózati funkciókat. Például nem elég két pont közt kialakítani egy „vezeték” vagy rádiós összeköttetést, melynek elég kicsi a csillapítása és egyéb zavaró tényezői, hogy át tudjuk vinni rajta a jelünket. A hálózat ennél több. Egymással nem közvetlenül összekötött (nem szomszédos) pontok közt is biztosítani kell a kommunikációt. El kell választani azonos jeleket melyek az adott csomópontban végződnek azoktól, amelyeket különböző irányokba továbbítunk. Tehát valamilyen útvonalválasztási, adategység-továbbítási, kapcsolási, erőforrás-foglalási funkciókra is szükség van.

Mielőtt e heterogén hálózatok egységes üzemeltetésének nehézségeit ismertetnénk, lássuk, hogyan is épül fel egy infokommunikációs hálózat. A hálózatokat elsősorban területi kiterjedésük alapján és az ezzel összefüggő funkcióik szerint szokták felosztani:

- A *hozzáférési hálózat* az a jellemzően rosszul kihasznált része a hálózatnak, mely a felhasználókat csatlakoztatja a közvetlen (internet, távbeszélő és műsorszórt) szolgáltatójukhoz. Régebben elsősorban távbeszélőhálózatoknál a hálózat ezen

részét előfizetői huroknak vagy vonalnak nevezték.

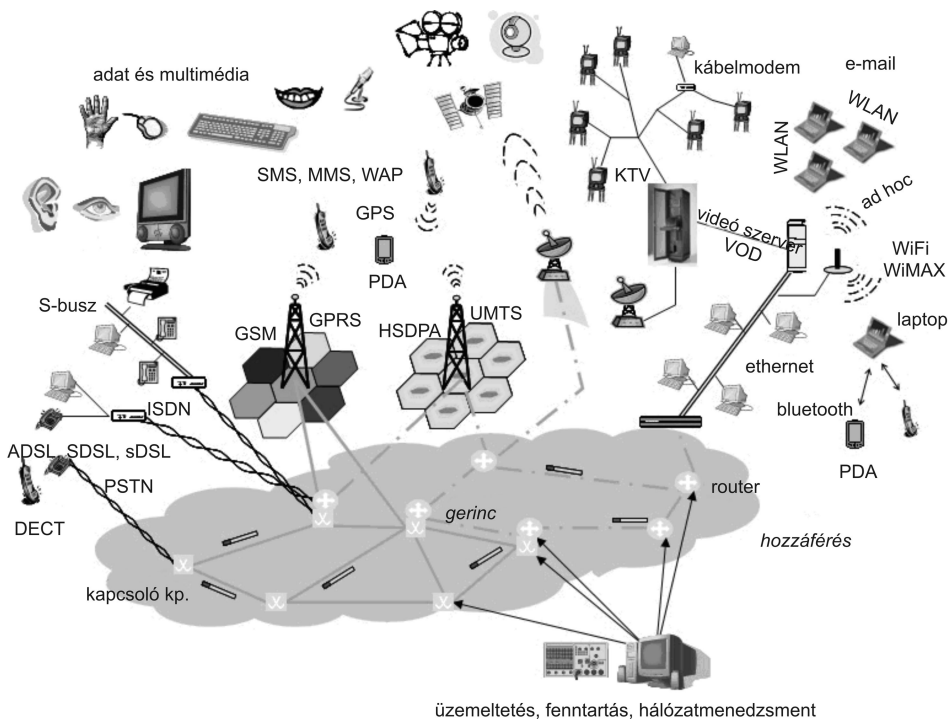
- A *nagyvárosi* vagy „metro”-hálózat a hálózat középső része, ahol a hozzáférési hálózatok forgalmát a jobb hálózatkihasználtság érdekében összefogják (aggregálják), rendszerezik, rendezik és kapcsolják. Ezáltal a forgalom egy részét a különböző hozzáférési szegmensek között, a többi pedig további metrohálózatok felé irányítják (a gerinchálózaton keresztül).
- A *gerinchálózat* biztosítja az egymástól gyakran igen távol eső metrohálózatok és az azokra csatlakoztatott felhasználók közti kommunikációt.

A fenti rendszerezésnek megfelelően cikkünkben előbb bemutatjuk a különböző hozzáférési és aggregációs technológiákat,

majd kitérünk a gerinchálózatok fejlődésének fontosabb lépéseire. Végül röviden ismertetjük a jelenlegi heterogén hálózati struktúra menedzselésének és vezérlésének nehézségeit, és egy, a szolgáltatások szempontjából technológiafüggetlen és homogenizált, konvergens hálózati architektúra kialakítására irányuló törekvéseket.

2. A hozzáférési hálózatok fejlődése

Évtizedekig a lakossági (otthoni) előfizetők előfizetői vonalukat csak távbeszélésre (telefonálásra) használták. Mindemellett a '90-es évek elejére tehető az internet robbanása; a kezdeti tudományos ARPANET hálózatot, mely nagyrészt egyetemi kutatóközpontok összekötését valósította meg, felváltotta az otthoni előfizetők tízmillióit kiszolgáló keres-



I. ábra • Heterogén hálózatok és szolgáltatások

kedelmi célú internet. Egyre több olyan szolgáltatás (kezdetben az e-mail, a web, majd az internetes (video)telefonía, a fájlcsere, és a „triple play” alkalmazások – hang, internet és TV-átvitel) jelent meg, mely vonzóvá tette a technológiát nemcsak a kutatók, hanem az átlagember számára is. Ráadásul az emberek nem elégedtek meg az internet munkahelyi használatával, saját otthonukban is szerettek volna hasonló szolgáltatásokat. Ezzel elkezdődött a hozzáférési technológiák versenye.

Egy hozzáférési hálózat kiépítésének legnagyobb költségét nem maguk a kábelek vagy a különböző intelligens eszközök (modemek, kapcsolók stb.) jelentik, hanem a befektetett munka (árkok ásása, falak fúrása, kábelek vezetése). Kézenfekvő ötlet tehát, hogy a már meglévő, az előfizetők otthonáig terjedő, különféle célokra kialakított hálózatokat próbáljuk meg felhasználni az internethez való hozzáférésre is, elkerülendő az új kábelek lefektetésével járó kiadásokat. Ilyen meglévő hálózatok például a telefon-, az elektromos, vagy a kábeltévé-hálózatok, de gázvezetékeken belül is próbálkoznak már szélessávú vezeték nélküli adatátvitellel.

A vezetékes hozzáférési telefonhálózatok két fontos építőeleme a „helyi hurok”, mely egy csavart réz érpáron keresztül a végfelhasználókat köti össze a legközelebbi helyi kapcsolóközponttal, és a törzshálózat, mely a kapcsolóközpontokat összekötő – jellemzően optikai – trónközből tevődik össze. Kezdetben a hálózat teljesen analóg volt, ma viszont fokozatos az áttérés a digitális átvitelre, főleg a törzshálózatban. A beszédátvitelre egy 4 kHz-es beszédcsatornát használunk, a telefonközpontban elhelyezett szűrő pedig csak az ebben a frekvenciasávban kapott adatokat engedi át. Ennek megfelelően a kezdeti „betárcsázós” (dial-up) internetszolgáltatáshoz is csak ezt a

korlátozott sávszélességet lehetett biztosítani. A szolgáltatáshoz szükség volt egy „modemre” (mozaikszó a „modulator” és „demodulator” kifejezésekből), mely a számítógép digitális adatait moduláció segítségével analóg jellé alakította, illetve a telefonvezetéken érkező analóg jelet vissz irányba demodulálta, és digitális tartalomként továbbította a PC felé. Az első modem az ’50-es években az amerikai légvédelem használta katonai adatok küldésére a telefonhálózaton keresztül. Az első kereskedelmi forgalomban kapható modem 300 bit/s (bit per secundum) sebességű átvitelre volt képes (1962), a modemek fejlődésével azonban a sebesség jelentősen megnövekedett, egészen 56,6 kbit/s-ig (1990).

Az újabb szolgáltatások egyre nagyobb sávszélességigényét azonban a *dial-up* kapcsolatok nem tudták kielégíteni, ezért a 90-es évek végén megjelennek a DSL (Digital Subscriber Line) megoldások. (Golden et al., 2004) A DSL szintén a hagyományos telefonvezetékeket használja, kétoldali szűrők segítségével azonban szét tudják választani a beszédcsávot és az ADSL forgalmat. Így lehetővé válik az előfizetői hurok teljes kapacitásának kihasználása, és megoldható a párhuzamos telefonálás és internetezés. A legnépszerűbb DSL megoldás ma az ADSL (Aszimmetrikus DSL), melyben az adatok letöltésére elkülönített sávszélesség jóval nagyobb a feltöltésekre szánt sávszélességnél. Gyakorlatilag ez a kezdeti ADSL szabványban (1999) lefele irányban max. 8 Mbit/s, felfelé max. 1 Mbit/s sebességet jelentett, 3 km-es hatótávolságon. Az ADSL2+ szabvány (2003) max. 16–24 Mbit/s-os lefelé irányuló sebességet tesz lehetővé, 1,5 km-es hatótávolságon, a VDSL (Very-high-data-rate DSL) szabvány (2004) pedig 52 Mbit/s lefele és 16 Mbit/s felfelé irányuló sebességet biztosít, mindezt azonban csak

néhány száz méteres távolságon. Éppen ezért a VDSL technológiát leginkább optikai hálózatok forgalmának épületeken belüli kiterjesztésére javasolják, mivel a szükséges számos hajlítás miatt a fényvezető szál ilyen környezetben előnytelen. Az aszimmetrikus jellegű webforgalomra optimalizált hozzáférési technológiák mellett azonban fokozatosan megjelentek a szimmetrikus megoldások is, melyek jobban alkalmazkodnak a videotelefónia vagy a fájlcsere alkalmazások (például Kazaa, BitTorrent) forgalmi jellegzetességeihez. A szimmetrikus SHDSL (Symmetric High-speed DSL) szabvány (2001) mindkét irányban 2,3 Mbit/s sebességet biztosít 3 km-es körzeten belül, a legújabb VDSL2 szabvány (2005) pedig akár 100 Mbit/s-os szimmetrikus sebesség biztosítására is képes, mindezt azonban csak pár száz méteres távolságon.

A DSL technológiák jelenlegi legnagyobb vetélytársa a vezetékes hozzáférés terén a kábeltévé-hálózatra épülő szélessávú internet szolgáltatás. A DSL-lel ellentétben, ahol minden felhasználónak elkülönített sáv szélességet tudunk biztosítani a saját csavart réz érpárján, a kábeles internet esetén a felhasználók közösen osztoznak egy koaxiális kábelben, amely azonban jóval nagyobb sáv szélességet biztosít. Míg a DSL-nél lényegében egyéni választás kérdése, hogy aszimmetrikus vagy szimmetrikus hozzáférést akarunk-e biztosítani, a kábeles internetezést technológiai megkötések (a tévécsatornák spektrumkiosztása, a le- és felirányú erősítők elhelyezése) teszik aszimmetrikussá. A kezdeti szabványok a DSL-hez hasonló sebességeket tettek lehetővé, a legújabb DOCSIS 3.0 szabvány (2006) viszont már 160 Mbit/s lefelé és 120 Mbit/s felfelé irányuló sebességet biztosít. Világviszonylatban jelenleg a szélessávú előfizetők kb. 60 %-a csatlakozik különböző DSL megoldáso-

kon keresztül, míg a kábeles internetezést az előfizetők kb. 30 %-a választja.

Jóval kisebb jelentőséggel bír az elektromos vezetékeken keresztül nyújtott BPL szolgáltatás (Broadband over Power Line). Az eredetileg csak a közép feszültségű vezetékeket használó technológiát, speciális modulációs és hatékony zajszűrő megoldások segítségével, ma már kiterjesztették az alacsony feszültségű vezetékekre is. A technológia előnye a szinte mindenütt jelen lévő elektromos hálózat kihasználása.

Az egyre nagyobb sáv szélességet igénylő új alkalmazások (például: nagy felbontású digitális televíziózás – HDTV) azonban csak nagyon korlátozottan biztosíthatók a már meglévő telefon-, elektromos vagy kábeltévé-hálózatokon. Felmerült tehát az igény a gerinchálózatban jelen lévő optikai kapcsolatok kiterjesztésére a hozzáférési részre is. Új épületek, új területek lefedésénél ez ráadásul nem is jelent pluszmunkákat, hiszen eleve optikai kábeleket lehet telepíteni. Az FTTH (Fiber to the Home) és a VDSL végződéssel kiterjesztett FTTC (Fiber to the Curb) megoldások egyelőre Délkelet-Ázsiában és különösen Japánban népszerűek, több mint hatmillió felhasználóval (2006. október). Az átviteli sebességet itt tulajdonképpen csak az optikai/elektromos átalakítók sebessége határozza meg, nem maga az átviteli közeg. A jelenlegi FTTH megoldások általában 100 Mbit/s szimmetrikus sáv szélességet biztosítanak, de üzleti előfizetőknek lehetséges 1 Gbit/s-os hozzáférés nyújtása is.

Manapság mindinkább elterjednek a vezeték nélküli kommunikációs eszközök (laptopok, PDA-k, intelligens mobiltelefonok), fontossá vált tehát az ezen eszközök kiszolgálását biztosító vezeték nélküli hozzáférési technológiák kidolgozása (Stallings, 2004).

Vezeték nélküli helyi hálózatok (Wireless Local Area Networks – WLAN) működésére több megoldást is javasoltak (például HiperLAN, HomeRF), de a versenyt egyértelműen az IEEE 802.11 szabvány nyerte. Ma már a szabvány és a szolgáltatás neve teljesen egybeesett, és egyenértékűen használják őket. Az eredeti 802.11 szabvány (1997) viszonylag kis átviteli sebességet (1 vagy 2 Mbit/s) biztosított, az újabb verziók azonban már lényegesen gyorsabb hozzáférést tettek lehetővé. A 2,4 GHz-es szabad frekvenciasávban működő 802.11b változat (1999) 11 Mbit/s-os sebességet biztosít a hozzáférési pont kb. száz méteres körzetében, míg az 5 GHz-es sávban működő 802.11a szabvány (1999) akár 54 Mbit/s-os sebesség elérését is lehetővé teszi, igaz, kisebb hatótávolságon. A 2001-ben szabványosított 802.11g változat a két elődje előnyeit próbálja ötvözni, szintén 54 Mbit/s-os maximális átviteli sebességet biztosítva a nagyobb hatótávolságot lehetővé tevő 2,4 GHz-es sávban. A WLAN-alapú hozzáférési hálózatok egyre jobban elterjednek a világ minden táján; jelenleg több mint 250 ezer nyilvános vezeték nélküli hozzáférést biztosító WLAN „hotspot” működik reptereken, szállodákban, éttermekben, mindemellett pedig lakások millióiban internetezhetnek a felhasználók különböző WLAN megoldások révén.

Míg az IEEE 802.11-et kifejezetten a felhasználók nomadikus mozgását (ugyanaz a felhasználó különböző időpontokban más és más területen lévő hozzáférési pontokhoz jelentkezik be) szem előtt tartva fejlesztették ki, a 802.16 szabványnál (WiMax) a vezeték nélküli fix hozzáférés („fixed-wireless”) biztosítása volt a cél, egy a WLAN-hoz képest jóval nagyobb területen. A 2003-ban elfogadott 802.16a szabvány ennek megfelelően elméletileg akár 70 Mbit/s-os sebességet is képes

biztosítani, egy 50 kilométeres körzetben. A gyakorlati megvalósítások azonban egyelőre jóval szerényebb eredményeket mutatnak (10 Mbit/s 2 km-es körzetben).

Az eredeti WiMax szabvány nem támogatja a mobilitást (a 2005-ben elfogadott 802.16e változat már igen), a WLAN pedig nagyon kis átmérőjű cellákat használ, melyek között elméletileg megoldható a cellaváltás,¹ gyakorlatilag azonban ezek a cellák csak ritkán fedik át egymást, és leginkább a forgalmas belvárosi helyekre koncentrálódnak. Természetessé vált azonban az igény egy olyan hozzáférési hálózatra is, mely globális lefedettséget biztosít, és melyen keresztül a mozgó felhasználók megszakítás nélkül tudnak az internethez csatlakozni vezeték nélküli eszközeiken. Erre a célra dolgozták ki a mobiltelefon-hálózatokra épülő különböző vezeték nélküli hozzáférési technológiákat. Míg a 2,5G-nek nevezett GPRS (General Packet Radio System) technológia viszonylag alacsony, tipikusan 30–80 Kbit/s-os átviteli sebességet biztosított, a hatékonyabb modulációt használó EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) rendszer már elméletileg 384 Kbit/s-os sebességet támogat. Ezek a sebességek azonban még távol állnak a WLAN vagy a vezetékes hozzáférési hálózatokon megszokott sebességektől. A harmadik generációs (3G) megoldásnak számító UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) technológiát már 2 Mbit/s-os sebesség biztosítására tervezték, azonban a szolgáltatók közötti spektrumkiosztást szabályozó hatalmas koncessziós költségek ellenére sem terjedt el eddig a várt mértékben. Ennek ellenére újabb és újabb megoldások jelennek meg: a 3,5G-nek nevezett HSDPA (High Speed Downlink Packet

¹ A cellaváltás kérdéskörével Pap László és Imre Sándor cikke foglalkozik.

Access, 14,4 Mbit/s lefele) és HSUPA (High Speed Uplink Packet Access, 5,76 Mbit/s felfele) technológia után már a 100 Mbit/s-os lefele és 50 Mbit/s-os felfele irányuló sebességet biztosító HSOPA (High Speed OFDM Packet Access) szabványon dolgoznak.

Mint a bevezetőben említettük, a hozzáférési hálózatok aggregálására és gerinchálózat-hoz való csatolására használják a nagyvárosi, metrohálózatokat. Bármilyen vezetékes vagy vezeték nélküli hozzáférési technológiát is használnánk az „utolsó mérföldön” (az előfizetők közvetlen bekötésére), a szolgáltatói aggregációs hálózatban levő, a felhasználók kapcsolatát végződött hálózati eszközöket az internethez való csatlakoztatás céljából általában optikai gyűrűk segítségével kötik össze. Ezen optikai kapcsolatokon a forgalom kezelése általában az Ethernet technológia segítségével történik, ezt takarja az egyre gyakrabban használt Metro-Ethernet kifejezés (Minoli et al., 2002). Az Ethernetet azonban nem csak az aggregációs hálózatokban lehet használni; a hagyományos csavart réz érpár vagy fényvezető szálak felett megvalósított Ethernet-alapú hozzáférés végfelhasználókig való kiterjesztése is napirenden van, az EFM (Ethernet in the First Mile) szabvány elterjedését azonban biztonsági megfontolások akadályozzák.

3. A gerinchálózatok fejlődése

Jelenleg valamennyi olyan infokommunikációs hálózat, ahol már több tíz kilométert szeretnénk áthidalni – vagy akár kisebb távot is, de nagy sávszélességgel –, fényvezető szál-átvitelen alapszik. Ez a technológia biztosítja a legkisebb jelcsillapítást, hatalmas a rendelkezésre álló sávszélesség, és az átvitel gyakorlatilag külső zavaró hatásoktól és áthallástól is mentes. Ezért ha metrohálózatról vagy gerinchálózatról beszélünk, szinte kizárólag fény-

vezető hálózatot értünk alatta, noha emellett még mikrohullámú (műholdas és földfelszíni), szabadtéri fényátvitel és koaxiális kábel-szakaszok is előfordulnak, de ritkábban.

A jelenleg használt fénykábelek tipikusan 40–1000 fényvezető szálát tartalmaznak, mindegyiken jellemzően 40–160 különböző hullámhosszon szállítják a jelet, hullámhosszanként 2,5, 10 vagy 40 Gbit/s bitsebességgel. Fényszálanként tehát akár 6,4 Tbit/s (10^{12} bit/s) sávszélességet is megvalósíthatunk, ami fénykábelenként akár 6,4 Pbit/s (10^{15} bit/s) is lehet. Ez a sebesség közel százezer (94 118) teljes kétoldalas DVD (3–4 órás DVD-minőségű film: 8,5 Gbyte adat) átvitelének felel meg másodpercenként!

Az első optikai hálózatok a szó szoros értelmében nem is hálózatok, csak *pont-pont szakaszok* voltak. A kezdeti fázisban telepített kábelek még kevés fényszálát tartalmaztak. A későbbiekben kapacitásuk költséghatékony növelésére, új kábel telepítése helyett *hullámhosszosztást* alkalmaztak, ami az átviteli közeg jobb (többszörös) kihasználtságát eredményezte. A hullámhosszosztás (WDM – Wavelength Division Multiplexing) ötlete arra az elvre épül, hogy egy fényszálon belül egy helyett annyi különböző hullámhosszú jeladó és -vevő által meghatározott párhuzamos csatornát alakítunk ki, ahányszor a korábbi szakasz-kapacitást növelni kívánjuk.

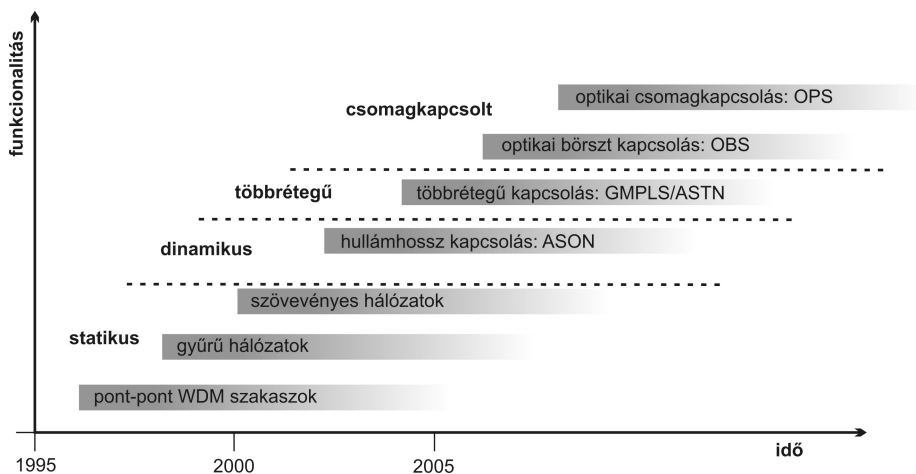
A következő lépés a gyűrű volt, majd a különböző módon összekötött gyűrűk, végül az általános szövevényes topológiájú hálózatok következtek. Ezek továbbra is *statikusak* voltak, azaz nem lehetett a távbeszélő- (telefon) hálózatokhoz hasonlóan igény szerint összeköttetéseket létrehozni és bontani. A gerinchálózatok további elemzéséhez említést kell tennünk az infokommunikációs hálózatok egy másik rendszerezési elvéről, nem a

térbeli elhelyezés és kiterjedés, hanem egy hálózat működtetéséhez szükséges funkciók alapján. E három sík: az *adat sík* (DP – Data [User] Plane), a *menedzsment sík* (MP – Management Plane) és a *vezérlő sík* (CP – Control Plane). Az „adat síkban” továbbítjuk a felhasználói hasznos adatokat a kívánt végpontok közt, a „menedzsment síkot” pedig a hálózat üzemeltetéséhez szükséges forgalom és funkciók képezik. Egy kezdeti statikus optikai gerinchálózat esetén a menedzsment sík tette lehetővé a bérelt vonal jellegű statikus összeköttetések kialakítását, bontását, a hálózat felügyeletét, fenntartását. Ez a menedzsment sík biztosította azt, hogy a hálózat üzemeltetője (jellemzően egy központból) követni tudja a hálózat pillanatnyi állapotát, és egyszerűbb változtatásokat, átszervezéseket is tudjon kezdeményezni anélkül, hogy oda kellett volna mennie minden egyes eszközhöz, és a helyszínen megoldani ezeket.

A hálózatok fejlődésével viszont nyilvánvalóvá vált, hogy nem elegendő a statikusan konfigurált, több évre bérelt összeköttetések lassú (jellemzően több hétig tartó) kialakítá-

sa; felmerült az igény egy *dinamikus* hálózatra, amelyben a felhasználó kezdeményezésére lehet másodpercek alatt teljes hullámhossz-utakat kialakítani és bontani. Ennek viszont magas az ára: a teljes hálózatot ki kell egészíteni egy *vezérlő síkkal*, mely jól definiált interfészeken keresztül jelzés-üzenetekkel valósítja meg a fent kitűzött célokat. Így érkeztünk el az ASON (Automatically Switched Optical Network) típusú hálózatokhoz.

Hamarosan felismerték azonban, hogy ezen ASON hálózatok a gyakorlatban nem fognak egyhamar elterjedni, hiszen a felhasználóknak rendkívül ritkán van szükségük egy teljes hullámhosszútra, melynek kapacitása jellemzően 2,5 vagy 10 Gbit/s. Ennél finomabb „szemcsézettséget” (granularitást) lehet elérni elektronikus időosztásos nyalábolással (TDM – Time Division Multiplexing), mindehhez viszont a hullámhosszkapcsoló eszközöket ki kell egészíteni digitális idő-kapcsolásra képes eszközökkel. Így a három előbb említett sík mellett megjelenik a hálózat függőleges tagolódása is. Így alakulnak ki a *többrétegű* hálózatok, azaz olyan architektúrák,



2. ábra • Az optikai hálózatok funkcionalitásának fejlődése

ahol már két, jellemzően különböző hálózati technikát használunk egymásra építve, azért hogy a felsőbb rétegek finom granularitást biztosítsanak (Cinkler, 2003). Erre az ASTN (Automatically Switched Transport Network: önműködően kapcsolt szállítóhálózat) és a GMPLS (Generalised MultiProtocol Label Switching: általánosított többprotokollos címkekapcsolás) architektúrákat hozhatjuk fel példának, ahol lehet fényszál, hullámsáv, hullámhossz, időosztásos keretek vagy csomagok szintjén végezni a kapcsolást (azaz a kommunikáló felek összekötését), és minden rétegek akár egymásra is épülhetnek.

A hagyományosnak tekinthető elektronikus kapcsolásnál előbb az ún. „áramkörkapcsolást” (dedikált csatorna létrehozása a két kommunikáló fél között) használták, majd áttértek a bonyolultabb, ám jobb erőforráskihasználtságot biztosító „csomagkapcsolásra” (az adategységek csomagokban való továbbítása egy közös csatornán). Ehhez hasonlóan az optikai hálózatok is elindultak az áramkörkapcsolástól a csomagkapcsolt hálózatokhoz vezető hosszú út mentén, melynek egy ígéretes állomása az *optikai bórszt kapcsolás* (OBS – Optical Burst Switching). Itt nem az egyes csomagokat kapcsoljuk egyenként, hanem egy-egy, a hálózat peremén felgyülemlett csomagcsoportot továbbítunk egyszerre. E megoldás különösen a kisebb kiterjedésű hálózatokban, elsősorban rövid ideig, kis válasszidővel nagy sávzsélességet igénylő (például GRID) alkalmazásokra előnyös.

Az *optikai csomagkapcsoláshoz* (OPS – Optical Packet Switching) vezető út azért hosszú, mert csomagkapcsolás nincs puffer nélkül, hiszen a puffer teszi hatékonná az erőforrás-kihasználást. Optikai puffer viszont jelenleg csak igen korlátozott formában áll rendelkezésre: elsősorban kapcsolt fényszál

késleltetővonalakat használnak ilyen célra, ahol a kívánt késleltetésnek megfelelő hosszúságú fényszál alkalmaznak. E megoldás a csillapítás és a fényszál nagy mérete miatt nem előnyös. Egy érdekes kutatási irány viszont az, hogy a fényt speciális fotonikus kristályokban vagy gőzökben „lelassítják” (Slow Light), lehetővé téve állítható késleltetés elérését viszonylag kis méretű eszközök segítségével. A másik akadály a tisztán optikai csomagkapcsolás előtt az, hogy az optikai (fotonikus) jelfeldolgozás még „gyerekcipőben jár”. A fejrészfelismerés, fejrészlecserelés már megoldott ugyan, de bonyolultabb műveleteket ellátó optikai hardver még nem áll rendelkezésre. Az optikai csomagkapcsolásnak egy optikai megvalósítás szempontjából egyszerűbb és ezáltal ígéretesebb iránya az optikai címkekapcsolás (Optical Label Switching), és annak egy válfaja – az optikai „felülcímkezés” (Optical Label Striping): a hálózat peremén adategységünket több címkével látjuk el, a hálózati csomópontok pedig egy-egy címkét értelmezve továbbítják a csomagot, miután eltávolították az értelmezett címkét.

4. Heterogén hálózatok üzemeltetése

Noha a szolgáltatóknak az az álmuk, hogy végponttól végpontig egy vezérlő síkkal, egy egynemű (homogén) hálózaton keresztül alakíthassák ki összeköttetéseiket vagy küldjék csomagjaikat, jelenleg a hálózatok mégis minden szempontból többneműek, heterogének. Egy hálózat felett számos különböző szolgáltatást valósítanak meg, melyek forgalmi és minőségi követelményei jelentősen eltérnek. A hálózatok több rétegből (függőleges tagolódás, hálózati technológia és ezáltal granularitás és funkcionalitás szerint) és több tartományból (vízszintes tagolódás, adminisztratív egységek [különböző szolgáltató] és fi-

zikai elhelyezkedés szerint) állnak. Mindemellett, számos szolgáltató és gyártó van jelen, melyek eszközei közt valamennyi hálózati protokollnak mindenféle körülmények közt zavartalanul kell működnie. Ezen heterogenitás ellenére manapság egyre nagyobb hangsúlyt helyeznek a hálózatok konvergenciájára, azaz a heterogén hálózatok minél homogénebbé tételére. A hálózati konvergencia egyik legjobb példája a vezetékes és vezeték nélküli hálózatok közeledése (FMC – Fixed-Mobile Convergence), ahol az a cél, hogy például haza- vagy munkahelyünkre érve a mobil végberendezésünk ugyanúgy működjön (viselkedjen) a vezetékes hálózatra csatlakozva, mint tette azt a vezeték nélküli hozzáférése, a gerinchálózatban is biztosítva az ehhez szükséges átjárást a különböző hozzáférési hálózatok között.

A heterogén hálózatok tervezése és üzemeltetése lényegesen bonyolultabb a hagyományos egyrétegű célhálózatokénál. A *hálózati erőforrás-menedzsment* (NRM – Network Resource Management) lényege, hogy az újonnan felmerülő igényeknek minél hatékonyabban eleget tegyünk az adott hálózaton belül a hálózati erőforrások újraoptimalizálásával és újrakonfigurálásával. Példa egy-egy bérelt vonal vagy virtuális magán- vagy átfedő hálózat (VPN/VON – Virtual Private/Overlay Network) kialakítása, konfigurálása.

Amennyiben finomabb időskálán figyeljük hálózatunkat, ahol a vezérlő sík révén a felhasználói jelzés által állandóan érkeznek új, és szűnnek meg meglévő összeköttetések, már *útvonalválasztásról* (routing) és a hozzá tartozó *forgalomterelésről* (TE – Traffic Engineering) beszélünk. A forgalomterelés legegyszerűbb definíciója az, hogy szemben az erőforrás-menedzsmenttel, ahol az erőforrásokat tettük oda, ahol a forgalomnak kellett, itt a

forgalmakat tereljük (tesszük) mindig oda, ahol van elegendő erőforrás (Vigoureux et al., 2005). Mindemellett igen fontos szempont egy hálózat üzemeltetésénél a rendelkezésre állás biztosítása. E tekintetben a gyakran emlegetett ún. „öttilences” kritérium azt jelenti, hogy éves átlagban az idő 99,999 %-ában a hálózat rendelkezésre áll, vagyis legfeljebb alig több mint öt percet lehet üzemén kívül. Ennek elérésére kifinomult „védelmi technikák” szükségesek, melyek gyorsan (jellemzően kevesebb mint 50 ms alatt) áthelyezik a forgalmat a sérült hálózati erőforrásokról tartalékokra (Vasseur et al., 2004; Grover, 2003).

Mindezen funkciók egyszerűsítése érdekében cél egy olyan egységes vezérlő sík kialakítása mely révén a hálózat különböző részei között, tetszőleges rétegben, tetszőleges granularitással hozhatunk létre összeköttetéseket. Erre jelenleg az IETF által javasolt GMPLS (Generalised MultiProtocol Label Switching) protokollcsalád tűnik a legígéretesebbnek (Bernstein et al., 2004).

5. Összefoglalás

Cikkünk legfőbb célja a különböző hozzáférési és gerinchálózati kommunikációs technológiák áttekintése volt. Egy ilyen technológiai elemzés során azonban nem kerülhetjük el a bemutatott hálózati architektúrák és a felettük megvalósítható szolgáltatások heterogenitásának kérdését. Miért is jelenthet ez problémát, és hogyan hat ez ki a hálózatok tervezésére és üzemeltetésére? Egyrészt a szolgáltatók mindig a legegyszerűbb és legolcsóbb megoldást szeretnék kiválasztani: alacsony tőkeárfordítás (CAPEX – Capital Expenditure) és alacsony üzemeltetési költség (OPEX – Operational Expenditure) mellett egy homogén hálózatot, a heterogén hálózatok funkcionalitásával. Másrészt a végfelhasználók is olcsó,

de jó minőségű, a hozzáférési technológiától független szolgáltatásokat szeretnének. Egyre nagyobb súlyt kapnak tehát az ezen igényeket

szem előtt tartó, a hálózatok és szolgáltatások konvergenciáját figyelembe vevő hálózattervezési és üzemeltetési megoldások.

Kulcsszavak: *infokommunikációs hálózat, vezetékes és vezeték nélküli hozzáférés, gerinchálózat-fejlődés*

IRODALOM

Bernstein, Greg – Rajagopalan, B. – Saha, D. (2004): *Optical Network Control: Architecture, Protocols and Standards*. Addison-Wesley

Cinkler Tibor (2003): Traffic- and λ -Grooming. IEEE Network Magazine. March/April .

Golden, Philip – Dedieu, H. – Jacobsen, K. (2004): *Fundamentals of DSL Technology*. Auerbach Publications. July

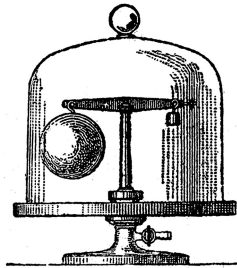
Grover, Wayne D. (2003): *Mesh-based Survivable Networks: Options for Optical, MPLS, SONET and ATM Networking*. Prentice Hall, Aug.

Minoli, Daniel et al. (2002): *Ethernet-based Metro Area Networks*. McGraw-Hill, Jan.

Stallings, William (2004): *Wireless Communications and Networks*. 2nd Ed., Prentice Hall, Nov.

Vasseur, Jean-Philippe – Pickavet, M. – Demeester, P. (2004): *Network Recovery, Protection and Restoration of Optical, SONET-SDH, IP and MPLS*. Elsevier, Sept.

Vigoureux, Martin et al. (2005): Multilayer Traffic Engineering for GMPLS-enabled Networks. IEEE Communications Magazine. July



AZ INTERFERENCIA ELNYOMÁSA MOBIL RÁDIÓHÁLÓZATOKBAN

Pap László

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár
BME Híradástechnikai Tanszék
pap@hit.bme.hu

Imre Sándor

az MTA doktora, egyetemi docens
BME Híradástechnikai Tanszék
imre@hit.bme.hu

Napjaink és a közeljövő közcélú mobil távközlő rendszereinek hatékonyságát alapvetően befolyásolja a felhasználók jeleinek keveredése, amit interferenciának nevez a szakirodalom. Cikkünkben áttekintjük azokat a megoldásokat, amelyek segítségével jelentősen csökkenthető az interferencia hatása, s ezáltal olcsóbb és jobb minőségű szolgáltatásokat kínáló rendszereket építhetünk.

1. Alapfogalmak

Ahhoz, hogy megértsük az interferenciacsökkentő módszerek lényegét, ismernünk kell a rádiós vétel alapelvét, illetve a rendszerek minősítésére szolgáló mennyiséget, a spektrális hatékonyságot.

A rádiós vétel alapelve

A vevőantennára a rádiócsatorna által módosított adójel kerül, mely számos hatás eredményeképpen jön létre. A vevő az anten-na jeléből megpróbálja helyreállítani az adójelben lévő eredeti modulációs tartalmat. Ez azonban csak akkor sikerülhet, ha az eredő vett jelben elegendően nagy a hasznos adójel szintje. Az „elegendő” itt azt jelenti, hogy minden vevőre definiálhatjuk: mekkora szintű jelle van szüksége a sikeres detektáláshoz, illetve a vett jelben található hasznos

adójel és egyéb zavaró jelek teljesítményaránya mekkora lehet.

Spektrális hatékonyság

Korántsem közömbös, hogy egy felhasználó információjának továbbításához a szolgáltatónak mekkora sávszélességre van szüksége, a frekvenciasáv használatáért ugyanis fizetni kell. Annak mérésére, hogy egy adott rendszer mennyire „takarékoskodik” a sávszélességgel, egy alkalmas mennyiséget vezettek be, ez az ún. spektrális hatékonyság.

Definíció szerint ez vezeték nélküli rendszerekben az egy cellában egységnyi frekvencián átvihető hasznos információ mennyisége. Mértéke a bit/s/Hz/cella. Egy adott rendszer *spektrális hatékonyságát* számos tényező együttesen határozza meg, például a választott modulációs technika (azaz, hogy miként alakítjuk át a digitális információt az anten-nán kisugárzandó elektromágneses jellé), az alkalmazott többszörös hozzáférés módja, illetve rádiócsatornába érkező, más felhasználóktól származó *interferáló jelek szintje*.

2. Az interferenciák típusai

A többszörös hozzáférési eljárások célja az, hogy az egy időben működő különböző felhasználók jeleit elválassza egymástól a rádió-

csatornában. Amennyiben ez nem sikerül tökéletesen, akkor a felhasználók jelei zavarni fogják egymást. A gyakorlatban alapvetően kétféle interferenciát különböztetünk meg.

2.1. Szomszéd csatornás interferencia

Az 1. ábrán látható rendszerben a jobb oldali *A* adóantennáról szeretnénk eljuttatni hasznos a jelünket a mobilkészülékbe. A hasznos jelhez a rádiócsatornában zaj és interferáló jel adódik, azaz példánkban a zaj mellett számolnunk kell három további felhasználó jelével is, akik közül a *B* és *C* jelű a saját adóban használttól eltérő frekvenciájú jeleket küld a rádiócsatornába. Feltételezzük tehát, hogy most a jeleket a frekvenciatartományban választjuk el egymástól, azaz frekvenciaosztásos többszörös hozzáférést alkalmazunk (FDMA, a mobilrendszerek egyik leggyakoribb megoldása). A felhasználók elvileg így nem zavarják egymást, a valóságban azonban a felhasználók jeleit a frekvenciatartományban sosem lehet tökéletesen elválasztani még ún. védősávok beiktatásával sem, ezért a *B* és *C* jelű adóból származó jelek teljesítményének egy kis hányada bejut az *A* adó jelének a frekvenciasávjába. Ezt a jelenséget hívjuk *szomszéd csatornás interferenciának*, mivel a zavart a szomszédos frekvenciasávokból érkező jelek okozzák.

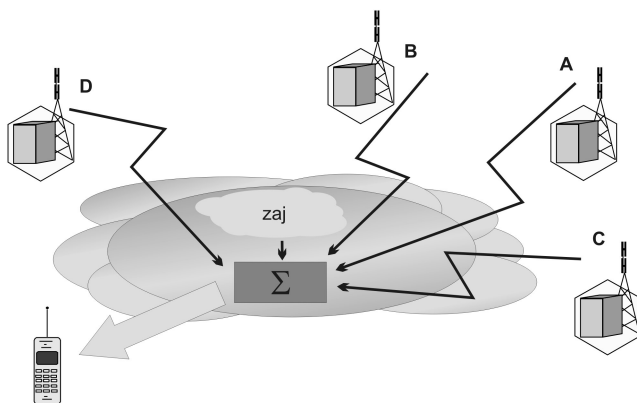
A szomszéd csatornás interferencia elleni védekezés egyik lehetséges módja az, hogy minden adó az antennán való kisugárzás előtt a saját jeléből a szomszédjai sávjába átnyúló komponenseket kiszűri. Mobilkörnyezetben ez sem ad tökéletes megoldást, mivel a Doppler-hatás miatt még ebben az esetben is létrejöhet frekvenciaeltolódás.

2.2. Azonos csatornás interferencia

Az 1. ábrán a vizsgált területen egy negyedik (*D* jelű) felhasználó is működik, de az ugyanazt a frekvenciasávot használja, mint az *A* jelű adó. Ennek eredményeképpen a vevőbe jelentős zavaró interferencia érkezik, hisz ez a jel közvetlenül összeütközik a hasznos jellel. Ezért is hívják ezt az *interferenciátípust azonos csatornás interferenciának*. Mivel az azonos frekvenciasávban érkező jel lényegesen nagyobb zavaró hatást gyakorol a hasznos jelre, mint a szomszéd csatornás interferencia, és jóval nehezebb is csökkenteni a hatását, ezért a következőkben az azonos csatornás interferencia elnyomásával foglalkozunk.

3. Az interferencia elnyomásának klasszikus módszerei

Mint azt az előző fejezetben láthattuk, az interferencia fő forrása az azonos csatornás in-



1. ábra • Az interferencia típusai

terferencia. A következőkben áttekintjük, miként lehet ennek hatását olyan szintre csökkenteni, amely mellett már működő rendszereket tudunk építeni.

Az azonos csatornás interferencia csökkentésére kétféle lehetőség kínálkozik: vevőbe jutó interferáló jelek szintjének csökkentése és az interferáló adók által kisugárzott jel teljesítményének csökkentése. A következő két alfejezetben mi is ezt a felosztást használjuk.

3.1. A vevőbe jutó interferáló jelek szintjének csökkentése

Cellás struktúra

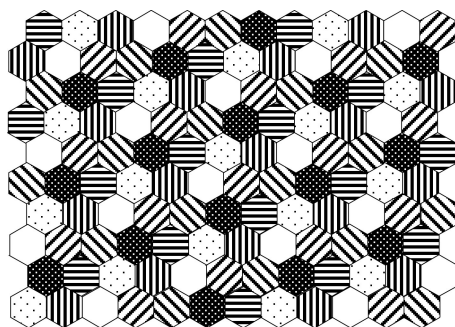
A mobil távközlő rendszerekben a szükséges terület rádiós ellátása általában az ún. cellás elvre épül, függetlenül attól, hogy földi vagy műholdas rendszerről beszélünk. Ez azt jelenti, hogy az ellátandó területen bázisállomások hálózatát építjük ki. Minden bázisállomás egy adott környezetet lát el rádiófrekvenciás jelekkel. Ezt a területet *cellának* nevezzük. Minden bázisállomás csak néhány részsávot használ a teljes B sávzélességből. A bázisállomásokat vezetékes vagy mikrohullámú kapcsolat köti össze a kapcsoló központokkal. A mobil a hívás kezdeményezésekor a legkedvezőbb összeköttetést biztosító bázisállomással lép kapcsolatba, mely a rendszer többi elemét is felhasználva biztosítja a hívott féllel való összekapcsolást. A mobil mozgása során természetesen előbb vagy utóbb annyira eltávolodik a bázisállomásától, hogy már egy másik bázisállomással kedvezőbb összeköttetést tud létesíteni. Ekkor a rendszer a mobilt átkapcsolja az új bázisállomásra. Ezt az átkapcsolási folyamatot hívja a szakirodalom hívásátadásnak, angolul *handovernek*.

A cellák alakja természetesen nagyon eltérhet egymástól a különböző domborzati és beépítettségi viszonyok miatt. Mivel ideális esetben egy bázisállomás kör alakú területet

fed le (melynek épp a közepében áll), célszerűbb lenne köröket használni a szemléltetéshez. Körökkel azonban nem lehet hézagmentesen lefedni a síkot, ezért a szakirodalomban bevett szokás a cellás mobilrendszerek méhsejt alakú cellákkal történő szemléltetése.

Miután cellákra osztottuk a lefedési területet, kijelölünk egy szomszédos cellákból álló csoportot, és ezen belül minden cellához más részsávokat rendelünk. Ezt a cellacsoportot a szaknyelv *klaszternek* nevezi. Ha ilyen klaszterekkel fedjük le a síkot, akkor garantálható, hogy az azonos részsávokat használó cellák fix távolságra lesznek egymástól, és ezáltal az azonos csatornás interferencia is adott szint alatt marad bármelyik cellában.

A 2. ábrán hételemű klaszterekkel fedtük le a területet. A klaszterben minden cellának más az árnyékolása a használt frekvenciasávnak megfelelően. Láthatjuk, hogy egy klaszteren belül minden cella más-más árnyékolású, ami arra utal, hogy a klaszter minden cellájában más részsávcsoporthoz használunk, és tipikus, hogy az egy klaszterhez tartozó cellák együttesen a teljes rendelkezésre álló frekvenciasávot felhasználják. A teljes síkot hételemű klaszterekkel lefedve látható, hogy bármely két azonos árnyékolású cella több mint négy cellasugárnyi távolságra van egymástól.



2. ábra • A klaszterek szemléltetése

A klaszterek alkalmazása határozott előnyökkel jár. Mivel minden klaszterben a teljes B frekvenciasávot felhasználhatjuk, ezért annyszorozásra nő a lehetséges egyidejű hívások száma, ahány klasztert alakítottunk ki. Vegyük észre, hogy mindehhez nincs szükség a felhasznált frekvenciasáv növelésére.

Ahhoz, hogy a sítot hézagmentesen lefedhessük klaszterekkel, nem lehet tetszőleges számú cellából alkotott klasztereket használni. A klaszterek K cellaszámára az alábbi igen egyszerű összefüggés érvényes, ahol i és j nulla vagy pozitív egész szám lehet: $K = i^2 + ij + j^2$. Ebből K néhány lehetséges értéke: 1, 3, 4, 7, 9, 12, 13, 16, 19, 21, ...

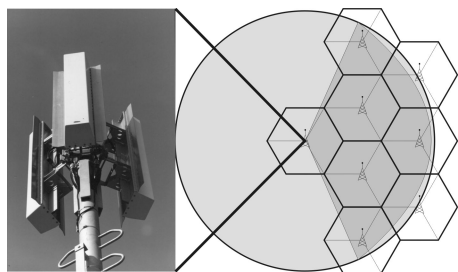
Szektorizálás, mikro- és pikocellák

Minden cella a számára kiosztott frekvenciarszávok számától függő felhasználót tud kiszolgálni, de ezek száma mindenképpen korlátozott. Ezért ha nagy felhasználósűrűségű területet szeretnénk lefedni, akkor növelni kell az adott területen a cellák számát.

Ebből a célból fejlesztették ki a bázisállomások számára a *szektorizált antennákat*. Ezek lényege, hogy ezek nem körsugárzók, azaz a jeleket csak egy térszeletből veszik és nem minden lehetséges irányból. Ezáltal csökken az antennára jutó interferencia, a cellák közelebb hozhatók egymáshoz. A 4. ábrán egy körsugárzó és egy három szektorra bontott szektorizált antennát láthatunk az általuk vett interferencia illusztrálásával. Összefoglalva: a szektorizálás csökkenti a bázisállomás antennájába jutó interferáló jelteljesítményt.

3.2. Az interferencia forrásának korlátozása

Az interferencia forrásának korlátozása egyszerűen azt jelenti, hogy a rendszerben működő rádióadók a lehetőségekhez mérten csökkentett teljesítménnyel adnak. Ez tipikusan három módon lehetséges.



3. ábra • A szektorizálás hatása az adásra és a vételre

Teljesítményszabályozás

Korábban láttuk, hogy a sikeres rádiós vételhez arra van szükség, hogy elegendő hasznos jelteljesítmény jusson a vevőbe (a zajhoz és az interferenciához viszonyítva). Ezért, például, a mobilterminál adóteljesítményét úgy kell megválasztani, hogy a bázisállomástól legtávolabb eső pontról (cellahatár) is elég jelteljesítmény jusson a bázisállomás vevőjébe. Ha az adóteljesítményt állandó értéken tartanánk, akkor a bázisállomáshoz közeledve fölöslegesen nagy adóteljesítményt használunk, ami többletinterferenciát okoz. Ezért célszerű a mobil teljesítményét a távolság függvényében szabályozni, mivel így folyamatosan biztosítani tudjuk, hogy elegendő hasznos jel jusson a vevőbe, miközben nem okozunk fölöslegesen interferenciát a többi mobilkészülék számára. Ezt a megoldást teljesítményszabályozásnak nevezzük.

Szakaszos adás

Ennél a megoldásnál azt használjuk ki, hogy a mobilterminálnak fölösleges jelet kisugároznia, ha a telefonbeszélgetés során átmenetileg szünetet tartunk. Jól ismert, hogy egy telefonbeszélgetés során az egyik fél átlagosan csupán az idő egyharmadában beszél, az idő kétharmadában a másik fél aktív, vagy éppen mindketten szünetet tartanak. A beszéd/nem beszéd intervallumok pontos arányát *beszédak-*

tívítási faktornak nevezzük, és azzal, hogy a szünetek alatt az adást megszakítjuk, hozzávetőlegesen egyharmadára csökkenthető a mobilterminál interferenciahatása.

Teljesítménykímélő üzemmód

Ezt a megoldást tipikusan vezeték nélküli lokális hálózatoknál alkalmazzák. Ha a mobilfelhasználó tudja, hogy adott ideig nem akar információt továbbítani, akkor a bázisállomással megegyezve erre az időre energiatakarékos üzemmódba vált, vagy kikapcsol. A bázisállomás tudja, hogy a mobil mikor van üzemkész, illetve kikapcsolt állapotban, ezért ha kikapcsolt állapotban a mobilkészüléknek továbbítandó információ érkezik hozzá, akkor kivárja, míg a mobil üzemkész állapotba kerül, és akkor küldi el neki az üzenetet.

Szektorizált antennák

A szektorizált antennák alkalmasak a kisugárzott interferencia csökkentésére is. Ezek lényege, hogy mivel jelkibocsátásuk csak egy térszetre terjed ki és nem minden lehetséges irányra, ezért interferenciaforrásként is csak bizonyos irányban fejtenek ki hatást. Ezáltal csökken az interferencia, a cellák közelebb hozhatók egymáshoz. A szektorizálás tehát csökkenti a bázisállomás antennája által kisugárzott interferáló jelteljesítményt is.

4. Korszerű interferenciaelnyomási módszerek

A technikai fejlődés során az interferencia elnyomásának újabb módszereit dolgozták ki. Ezek a módszerek lehetővé teszik azt, hogy hatékonyabb mobilkommunikációs rendszereket alakítsunk ki. Az új lehetőségek közül kettőt villantunk fel a továbbiakban.

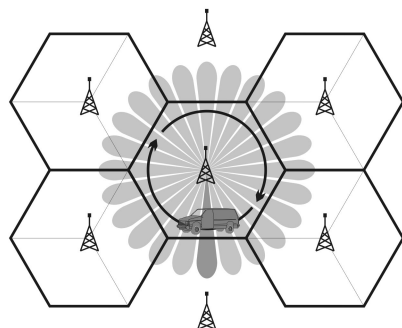
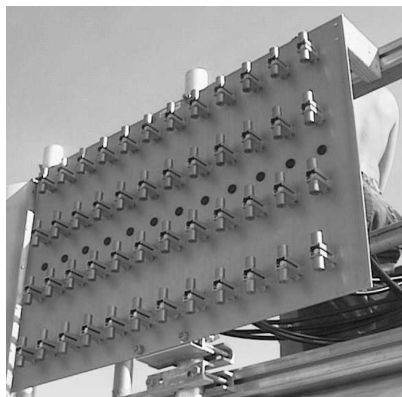
4.1. Adaptív antennák

Mint a korábbi fejezetekben már tárgyaltuk, a szektorizált antennák alkalmazása csökkenti az azonos csatornás interferenciát (a bázisállomásba érkezőt és a bázisállomás által ki-

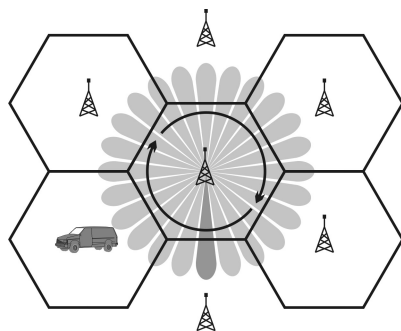
sugárzottat egyaránt), és ez által csökkenteni lehet az azonos frekvenciát használó cellák közötti távolságot. A szektorizálás előnyeit tovább lehet növelni az ún. *adaptív antennák* alkalmazásával. Ennek a módszernek két típusát mutatjuk be.

Kapcsolt nyalábú adaptív antennák

Általánosítsuk a szektorizálás módszerét úgy, hogy nem 3-4-6 szektort alakítunk ki, hanem sok keskeny szektort, ún. nyalábot hozunk létre a 4. ábrának megfelelően, és mindig arra a nyalábra kapcsolunk, amelyikben a mobilterminál tartózkodik. Ezzel a módszerrel nyilvánvalóan tovább csökkenthető az interferencia. Ezt a megoldást *kapcsolt nyalábú adaptív antennáknak* hívják (4. ábra). Az elképzelés egyetlen, de annál komolyabb hátrá-



4. ábra • Adaptív antennák – kapcsolt nyaláb



5. ábra • Adaptív antennák – forgatott nyaláb

nya, hogy az antennák működését össze kell hangolni, megfelelően gyors kapcsolást biztosítva a nyalábok között. Szerencsére ma már elegendően gyors számítástechnikai eszközök (jelfeldolgozó processzorok) állnak rendelkezésre, melyek képesek megbirkózni a feladattal.

Forgatott nyalábú adaptív antennák

A kapcsolt nyalábú antennák egy továbbfejlesztett változata a *forgatott nyalábú adaptív antennarendszer*. Itt a sok nyaláb létrehozása helyett elegendő egyetlen nyalábot kialakítani, és ezt úgy forgatni, hogy mindig kövesse

a mobilterminál mozgását. A 5. ábra ezt a módszert illusztrálja.

A nyaláb forgatásához nem szükséges annak tényleges mechanikai forgatása. Elegendő az 5. ábra bal oldalán látható antennatömböt kialakítani, majd az egyes antennaelemekről különböző késleltetésekkel levenni a jeleket, és összegezni őket. A késleltetési értékek és az összegzés súlyozásának dinamikus változtatásával elérhető az antenna nyalábjának (szaknyelven *karakterisztikájának*) nagyon precíz forgatása. Ezt a megoldást *forgatott nyalábú antennának* hívják. Nyilvánvaló: ha az antennanyalábot jelfeldolgozási módszerekkel forgatni lehet, akkor a nyaláb alakját is lehet formálni adaptívan úgy, hogy abból az irányból, ahonnan interferáló jelek érkeznek, elnyomja a vételt, a mobil irányában viszont nagy érzékenységet mutasson. E tökéletesített változatot nevezzük *adaptív antennának*.

Kulcsszavak: *interferencia, spektrális hatékonyság, szektorizálás, adaptív antennák*

IRODALOM

Engelhart, Achim – Teich, W. – Lindner, J. – Jeney G. – Imre S. – Pap L. (2002): *A Survey of Multiuser/Multisubchannel Detection Schemes Based on Recurrent Neural Networks*. Wireless Communications and Mobile Computing. Volume 2, Issue 3, May 2002, Wiley Publ., 269–284.

honlap1 <http://www.etsi.org>

honlap2 <http://www.3gpp.org>

Liu, Hui (2001): *Signal Processing Applications in CDMA*

Communications. Artech House Publishers

Ponnekanti, Seshaiyah (1999): *An Overview of Smart Antenna Technology for Heterogeneous Networks*, IEEE. IEEE Communications Surveys, Fourth Quarter, 1999, 2, 4.

Prasad, Ramjee – Mohr, W. – Konhauser, W. (2001): *Third Generation Mobil Communication Systems*. Artech House Publishers

Verdú, Sergio (2001): *Multiuser Detection*. Cambridge University Press, New York

INFOKOMMUNIKÁCIÓS PROTOKOLLOK

Dibuz Sarolta

a műsz. tud. kandidátusa, PhD, egyetemi docens
Ericsson Magyarország K+F Igazgatóság,
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
Sarolta.Dibuz@ericsson.com

Csopaki Gyula

a műsz. tud. kandidátusa, PhD, egyetemi docens
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
csopaki@tmit.bme.hu

Mind az üzleti világ, mind a magánélet szférájában kiemelt jelentősége van az információ átvitelének és feldolgozásának. Protokollokkal írjuk le azokat a szabályokat, amelyek szerint az infokommunikációs rendszerek elemei egymással kommunikálnak, információt cserélnek. A jelzési kapcsolatok felépítése és információk átvitele a nemzetközi ajánlások és szabványok által definiált protokollokkal történik, ezáltal biztosítható a világméretű és helyi kommunikáció. Az infokommunikációs rendszerekben számos protokollt valósítanak meg. Különböző gyártó cégek készíthetik az infokommunikációs rendszer elemeit, ezáltal nagyon fontos biztosítani az elemek együttműködését. A protokollok fejlesztése során ezért kiemelt jelentőségű a formális nyelvekkel történő specifikáció, valamint a kifejlesztett és megvalósított távközlési és informatikai szoftverek és protokollok tesztelése. Jelen cikkben áttekintjük a távközlési szoftverek tesztelésének és minőségbiztosításának folyamatát, foglalkozunk a tesztelés szervezési részével és a tesztelés automatizálásával.

1. Bevezetés

Az infokommunikációs rendszerek fontos részét képezik a kommunikációs protokollok.

A protokollok határozzák meg azokat a szabályokat, amelyek szerint a rendszer egyes elemei egymással kommunikálnak, információt cserélnek. Tehát a megfelelő protokollokat minden rendszerelemnek ismernie kell. Mivel általában a rendszerek különböző gyártók által készített elemekből épülnek fel, szabványosítják a protokollokat, biztosítva, hogy megértsek egymást a rendszerelemek. A protokollszabványok meghatározzák, milyen üzenetek váltásával folyjon a kommunikáció, és azt is, hogy milyen egy helyes üzenetváltás. A gyártók ezeket a protokollszabványokat valósítják meg a termékeikben. A megfelelő együttműködés természetesen csak akkor lehetséges, ha a protokollmegvalósítások helyesen működnek, tehát nagyon ellenőrizni, hogy megfelelnek-e a szabványoknak.

A következőkben ismertetjük a távközlésben használt protokollok és egyéb szoftverek fejlesztésének és tesztelésének menetét. A harmadik fejezet arról szól, hogy hogyan kell előkészíteni a tesztelést a szoftverfejlesztő projekteknél. A negyedik fejezet a tesztelés helyét és szerepét mutatja be a szoftverfejlesztés folyamatában. Az ötödik fejezetben a tesztautomatizálásról szólunk, ami nagymértékben javítja a tesztelés hatékonyságát. Végül a teszt-

telési folyamatban széleskörűen használt nyelvet, a TTCN-3-at (Testing and Test Control Notation), mely hatékonyan támogatja a tesztelési folyamatot, mutatjuk be röviden. A protokollmegvalósítások az esetek többségében nem automatikusan készülnek a specifikációból, ilyenkor még fontosabb a helyesség ellenőrzése.

2. A protokollok megvalósítása szoftverben

A kommunikációs protokollok fejlesztése során először elkészíteni a követelményrendszer alapján a pontos specifikációt. A megvalósítás alapját képező specifikációt formális nyelvekkel írják le. A manapság használatos specifikációs nyelv az SDL (Specification and Description Language), mely a kommunikáló kiterjesztett véges automata (CEFSM – Communicating Extended Finite State Machine) matematikai modell alapján biztosítja a követelményrendszer pontos leírását. Az SDL nyelvnek a felhasználók széles körében a GR grafikus folyamatábrászerű leírónyelve terjedt el. Az SDL GR-rel történő leírást programfejlesztő eszközök (tool) támogatják. Az SDL nyelven történt leírásokból a kommunikációs szoftverek automatikusan megvalósíthatók, melyeket gondosan meg kell vizsgálni, hogy megfelelnek-e a rendszertervező által támasztott követelményeknek, valamint a protokollt definiáló szabványoknak.

3. Kommunikációs protokollok és szoftverek tesztelése

A kommunikációs protokollok és szoftverek komoly tesztelési folyamaton kell áteszenek, mielőtt a felhasználóhoz jutnak. Tapasztalati tény, hogy a távközlési szoftverek fejlesztési költségeinek több mint 50 %-át a tesztelés költségei teszik ki. Egy hiba kijavítása annál olcsóbb, minél hamarabb találják meg a teszt-

elési folyamatban. Általános tapasztalat, hogy ha egy hibát a tesztelés során találnak meg, akkor tízszer annyi idő, illetve költség azt kijavítani, mintha maga a fejlesztő találná meg. Ehhez képest is tízszeres a költsége azon hibák kijavításának, amelyeket már egy eladott szoftvertermékben a felhasználó fedez fel. Ekkorra még több idő telik el a fejlesztés óta, és a teljes szoftverrendszerben, ami nagyon sok elemből állhat, nagyon nehéz megtalálni, hogy melyik elem okozta a hibát. Ekkor már nem azok foglalkoznak a szoftverrel, akik írták, hanem az üzembe helyezők és a szoftverkarbantartást végzők. A kódolási hibák javítását persze kódolók végzik, de a legtöbb esetben nem az, aki eredetileg írta a kódot.

Teszteléssel a termék minőségileg nem lesz magasabb színvonalú, csak a hibákat lehet megtalálni. Ezért nagyon fontos, hogy a rendszer megtervezésével párhuzamosan már a tesztelés folyamatát is megtervezzék. A tesztek tervezése során meghatározzák, hogy milyen eszközökkel és milyen módon fognak tesztelni. Ezenkívül összegyűjtik a teszteseteket, azaz meghatározzák, hogy milyen tesztműveleteket fognak elvégezni. A teszteset végrehajtásának első lépése a tesztkörnyezet felállítása. Ezután következik a tesztfeladatok végrehajtása, majd az eredmények kiértékelése.

Megkülönböztetünk statikus és dinamikus tesztelést. Statikus tesztelés valójában a kód vagy kód módosítás alapos áttekintését, ellenőrzését jelenti. Ezt mindig más kódoló végzi, mint aki a kódot írta. Dinamikus tesztelés során már működésbe hozzák a tesztelendő szoftvert. Input jelsorozatokkal gerjesztik a bemenetén a rendszert, és figyelik a választakat a kimeneten.

Beszélhetünk fehér doboz és fekete doboz tesztelésről. Fehér doboz tesztelés során kihasz-

náljuk azt, hogy látjuk a kódot, ismerjük annak felépítését, struktúráját. Fekete doboz tesztelés esetén csak a tesztelt szoftver külső viselkedése ismert. Ekkor szükséges a dinamikus tesztelés, mely során az interfészein keresztül gerjesztik a szoftvert és ellenőrzik, hogy a gerjesztés alapján várt helyes választ kapják-e.

4. A tesztelés helye a fejlesztésben és a különböző tesztípusok

A távközlésben használt szoftverek nagyon nagy méretűek. Fejlesztésük modulonként történik, később a modulokat összeépítik, és így áll elő az egyre nagyobb méretű kód. A tesztelést is érdemes fázisokra bontani, a szoftver fejlesztési folyamatának megfelelően. A különböző tesztfázisokat mutatja az 1. ábra.

Az első tesztfázis a fejlesztés során az elkészült modulok tesztelése, ezt nevezik modul vagy komponens tesztnek. Ennek során a kódoló olyan tesztet végez el, amellyel ellenőrzi az általa írt kódot, függetlenül a rendszer többi részétől. Ezek a tesztek elsősorban fehér doboz tesztek.

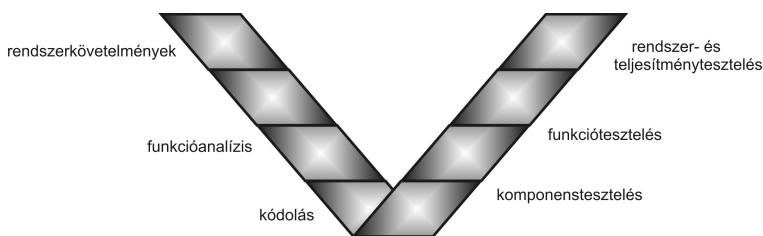
Amikor a modulokat integrálják, további tesztek következnek. Ilyenkor már a kódolótól független teszterek ellenőrzik, hogy a kód, illetve a több modulból összeállított rendszer a specifikációnak megfelelően működik-e, valamennyi új funkcionálisát ellenőrzik, tipikusan fekete doboz megközelítéssel. Először helyes adatokkal gerjesztik a rendszert,

majd azt is megnézik, hogy hogyan reagál hibás bemenetekre.

Ezután következik annak ellenőrzése, hogy a rendszer hogyan fog viselkedni várhatóan a valóságos környezetében. Fogja-e bírni azokat a forgalmi terhelési viszonyokat, ami elvárható, illetve milyen teljesítménnyel fogja végrehajtani a funkciókat? Ez a teljesítménytesztelés feladata, ahol a tesztelést végző eszközön kívül a tesztkonfiguráció gyakran tartalmaz háttérforgalmat generáló eszközt is, ezzel biztosítva azt, hogy különböző forgalmi helyzetekre el tudjuk végezni a mérést.

Kommunikációs szoftverek esetében mindig fontos a szabványos interfészek ellenőrzése, és az, hogy együtt tud-e működni a rendszerünk más gyártók hasonló célra fejlesztett szoftverével. Ezt a konformancia (ITU-T X.290 OSI) és az együttműködési (ETSI TS 102237) tesztek során érik el. A konformancia-tesztelés azt ellenőrzi, hogy a szoftver megvalósítása megfelel-e a specifikációnak (a követelményrendszernek). Konformancia tesztelés során a megvalósított szoftver belső működését nem ismerjük, ahhoz csak meghatározott interfészekon keresztül férhetünk. A konformancia-tesztelést szabványos interfészekon keresztül végzik, így a konformancia-tesztsorozatok implementációtól függetlenek.

A konformancia-tesztelés után általában együttműködési tesztet is végeznek. Az együttműködési tesztek a több szállító ter-



1. ábra • A szoftverfejlesztés és tesztelés kapcsolata

mékeivel való együttműködést kívánják ellenőrizni. Az együttműködési tesztek különösen elterjedtek az internetprotokollok világában, ahol kevésbé szigorúak a protokoll-szabványok.

A fejlesztés során sokszor újra és újra végre kell hajtani az egyes teszteket. Amikor új funkcionalitást valósítanak meg a szoftverben, vagy hibát javítanak, nem elég az új működést tesztelni, hogy az jól került-e megvalósításra, hanem azt is ellenőrizni kell, hogy nem rontottunk-e el valamit a rendszer régi működéséből. Ezt nevezik regressziótesztelésnek. A regressziótesztelés tulajdonképpen minden olyan esetben nagyon hasznos, ha már letesztelt, ellenőrzött szoftverhez újabb szoftverreszeket adunk.

5. A tesztelési folyamat automatizálása

A tesztelés automatizálása azt jelenti, hogy automatikusan hajtjuk végre a teszteket, és automatikusan értékelődik ki a tesztelés eredménye. Ehhez egy tesztelést végrehajtó eszközre, szoftverre van szükség, valamint arra, hogy meghatározzuk, előre definiáljuk, hogy hogyan tesztelünk, azaz elkészítsük a tesztsorozatot. Így pontosan átgondolt, alapos teszteket lehet létrehozni, amiket emberi beavatkozás nélkül sokszor, gyorsan végre lehet hajtani. Ezzel sok emberi munkát takarítunk meg, hiszen ugyanazokat a teszteket többször kell végrehajtani. Az egyre bonyolultabbá váló kommunikációs szoftverek tesztelésében már nem képzelhető el a megfelelő tesztek végrehajtása automatizálás nélkül. Gondoljunk például a teljesítménytesztelésre, ahol a jelentős terhelést nem is lehet automatizált teszteszközök nélkül létrehozni. A tesztautomatizálás fontos kelléke a tesztsorozatok leírására szolgáló programozási nyelv (például a TTCN-3).

6. A TTCN-3 nyelv

ATTCN-3 nyelv (ETSI ES 201873-1), (Szabó, 2001) elődjét elsősorban a konformancia tesztsorozatok szabványosítására dolgozták ki. Az elképzelés az volt, hogy a gyártók miután megvalósítják a protokollt leíró szabványt, a konformancia tesztsorozat végrehajtásával ellenőrzik a megvalósítás helyességét, és azt, hogy megfelel-e a szabványnak. A protokoll-megvalósítástól független tesztsorozatos szabványosítottak, amihez szükség volt egy szabványos tesztsorozat-leíró nyelvre. Ez volt a TTCN-2, az ISO szabványa. Azonban a széleskörű elterjedésnek gátat szabott a nyelv nehézkes (táblázatos) formátuma. Elsősorban ezért kezdődött el az ETSI-ben (European Telecommunication Standards Institute) egy új tesztleíró nyelv szabványosítása. A TTCN-3 nyelven leírt tesztek könnyen átláthatóak, és számos olyan konstrukciót építettek a nyelvbe, mely segíti a tesztelők dolgát. Így nemcsak a konformanciatesztek leírására alkalmas, hanem együttműködési és teljesítménytesztek programozására is.

ATTCN-3 nyelven könnyen, áttekinthetően adhatunk meg olyan teszteket, melyek a rendszer viselkedését vizsgálják. TTCN-3 nyelven könnyű egy tesztbe beépíteni üzenetek küldését, fogadását, alternatív események figyelését, valamint időzítők indítását, *timeout* (időzítő lejár) esemény kezelését. Ezenkívül lehetővé teszi, hogy a tesztekbe ítéleteket programozzanak be, tehát a teszt futása után rendelkezésre áll az ítélet arról, hogy a teszt sikeresen futott-e. Egyik legfontosabb jellemzője a nyelvnek, hogy olyan teszteket írhatunk benne, melyekben számos egymástól független tesztkomponens működik dinamikusan. Így szinte tetszőlegesen bonyolult tesztrendszer alakítható ki és programozható

a TTCN-3 nyelvvel. A nyelv moduláris felépítése segíti a már megírt tesztek újrahasznosítását regressziós tesztként, vagy olyan rendszerek tesztelésénél, ahol ugyanazt a protokollt vagy funkciót kell tesztelni.

7. Összefoglalás

A cikk röviden ismerteti az infokommunikációs protokollok és szoftverek feladatát és a megvalósítási folyamat lépései közül elsősorban a tesztelés fontosságát tárgyalja. Bemutatja a tesztelés helyét a szoftverfejlesztésben, továbbá azt, hogy miért fontos a tesztelésautomatizálását bevezetni a szoftverfejlesztő projektekben. Ez a tesztelésben alapvető szemléletváltással járó lépés elkerülhetetlen, amit nem kérdőjeleznek meg egyetlen szoftverfejlesztő projektben sem. Azt azonban, hogy mely

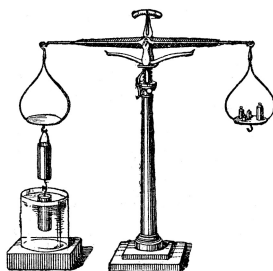
teszteket érdemes, illetve lehet automatizálni, és milyen módon, mindig az adott fejlesztési környezet és a szoftverrel szemben támasztott követelmények döntenek el. Mindazonáltal nagyméretű szoftvereket alapos tesztelés nélkül nem szabad működtetni, mivel nem kellő ellenőrzés esetén váratlan, nehezen elhárítható hibák fordulhatnak elő. A TTCN-3 nyelv jó lehetőséget ad mind a tesztek automatizálására, mind pedig arra, hogy bonyolult tesztrendszereket alakítsunk ki a segítségével.

Kulcsszavak: *kommunikációs protokoll, protokollspecifikáció, protokollmegvalósítás, konformanciatesztelés, SDL, TTCN, együttműködés-tesztelés, regressziótesztelés, teljesítménytesztelés, tesztautomatizálás*

IRODALOM

- ETSI TS 102237-1 v4.1.1 *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) Release 4: Interoperability Test Methods and Approaches.*
ETSI ES 201873-1 *The Testing and Testcontrol Notation*

- version 3; Part 1: *TTCN-3 Core Language.*
ITU-T X.290 *OSI Conformance Testing Methodology and Framework for Protocol Recommendations for ITU-T Applications; General Concepts.*
Szabó János Zoltán (2001): *ATTCN-3 tesztleíró nyelv.* Magyar Távközlés, február



INTERNET: SIKER(!), KORLÁTOK(!?) ÉS JÖVŐ?

Szabó Róbert

PhD, egyetemi docens
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
szabo@tmit.bme.hu

Az internet sikertörténete az 1960-as évekre vezethető vissza, amikor is lefektették azokat az alapelveket, amelyek azóta is meghatározzák a hálózatok hálózatát. A legújabb elvárások (például: mobilitás és dinamikusan formálódó hálózatok) azonban kikezdi azt a struktúrát, amely kvázi statikus környezetre lett teremtve. A jövő hálózatainak folyamatosan adaptálódniuk kell a környezethez, melyet csak a hálózatban elhelyezett további intelligenciával biztosíthatunk. Ebben a cikkben összefoglaljuk, hogy mik azok az alapelvek, amelyek a statikus internetet sikerre vitték, és bemutatunk egy lehetséges irányt a továbblépésre. A felvázolt módszer intelligens vezérlési funkciókkal és együttműködési interfészekkel ruházza fel a hálózatokat az adaptivitás biztosítására.

1. Bevezetés

A mobil hálózati technológiák napjainkban már beépültek mindennapi életünkbe. A már jól ismert első és második generációs mobiltechnológiák mellett – melyek elsősorban beszéd átvitelére fókuszáltak – egyre növekvő jelentőségre tesz szert a már napjainkban is széles körben elérhető kisebb kapacitású mobil adatkommunikációs technológia (GPRS és EDGE), valamint ennek következő gene-

rációs eleme, a harmadik generációs (3G) szélessávú cellás mobil- (UMTS) technológia. A mobiltechnológiára épülő távközlési iparág egyértelmű hitvallása szerint ezen sebességbe- li növekedés a jövőben is töretlenül fogja jellemezni a műszaki fejlődésüket, megközelítve a 100 Mbit/sec adatátviteli képességet is.

Ezzel párhuzamosan – néha kiegészítőjeként, néha pedig alternatívájaként a cellás mobilrendszereknek – szintén széles körben terjednek és rohamosan fejlődnek az IEEE 801.11 számítógép hálózati technológián alapuló vezeték nélküli helyi hálózatok (WLAN). Ezen technológiai heterogenitás – társulva a technológiáinként más és más adminisztrációval – új együttműködési megoldások után kiált. Az együttműködni akaró, technológiailag különböző hálózatot be kell állítani (felkonfigurálni), ami ezek különbözősége (heterogenitása) miatt mindig egyedi feladat. A hagyományos internetes *best-effort* – nem garantált, szabad erőforrások függvényében biztosított – szolgáltatásra jellemző adatkommunikációs hálózatok együttműködését természetesen az internetprotokoll (IP) biztosítja.

Eddig a felhasználók a konfigurációs feladatokkal vajmi keveset törődtek, azt a szolgáltató elvégezte. Viszont az újabb technoló-

giák elterjedésével a konfigurációs problémák a felhasználói oldalon is markánsabban jelentkeztek. A fogyasztók jelentős hányada a technológiai háttértől függetlenül egységes megoldást keres felmerülő kommunikációs problémáira. Mind kényelmi, mint gazdasági szempontokból is előnytelen számára, hogy különböző technológiai megoldások nem átjárhatók, hasonló célokra különböző berendezéseket (mobil eszközöket) kell vásároljon, fenntartson és használjon. Új szempont, hogy a bővülő technológiai eszköztárat kihasználva egyre több felhasználó építi ki saját, kisméretű hálózatát, amelyet szeretne a „mainstream” hálózatokkal (is) összekötni.

A mindenütt jelen lévő („ubiquitous”) és a mindent átható („pervasive”) számítástechnika – szenzor hálózatok és intelligens rendszerek – mind-mind kommunikációs igényre lépnek fel; nemcsak lokális, de globális értelemben is. A helytől független (nomaditás), a mozgó (mobil) és a vezeték nélküli internetelési technológiák biztosíthatják is ezt a felhasználók és a szolgáltatók számára. Csak hogy a kihívás egyre egyértelműbb: hogyan lehet az ilyen heterogén rendszerbe foglalt technológiákat és szolgáltatásokat menedzselni? Hogyan lesz ebből végponttól végpontig – előfizetőktől előfizetőig – igénybe vehető szolgáltatás? Hogyan tudnak a különböző adminisztrációhoz tartozó hálózatok együttműködni? Hogyan lehet mindezeket dinamikus, adaptívan és költséghatékonyan (minimális emberi beavatkozással) kivitelezni?

A cikk hátralévő része a következőképpen tagolt: a 2. fejezetben ismertetjük az internet azon meghatározó tulajdonságait, melyek mai sikerét és esetleges jövőbeli korlátait adják; a 3. fejezetben egy lehetséges fejlődési irányt, egy új internetes vezérlési síkot mutatunk be. A 4. fejezet összegzi a megállapításokat.

2. Az internet: siker és korlátok

Az internet, napjaink legsikeresebb és legdinamikusabban növekvő hálózata, sikereit az 1960-as, 1970-es évek tervezési döntéseire vezetheti vissza, aminek eredményeképpen *de facto* kialakult a mai struktúra, amely azóta is szinte változatlan formájában – és sikeresen – működik. Ez a struktúra azonban a bevezetőben is említett újabb és újabb kihívásoknak egyre nehezebben felel meg, ezért a legfrissebb kezdeményezések akár az alapelvek újragondolását is felvetik. Hogy megértsük, mik a korlátai a mai internetnek, érdemes röviden áttekinteni a sikerhez vezető eredeti koncepciót.

Az internet és a csomagkapcsolás elmélete – ellentétben az akkor már régóta használt telefonhálózatok áramkör-kapcsolási technikájával – először Leonard Kleinrock (MIT) 1961-es publikációjában (Kleinrock, 1961) jelent meg. Ekkor – a kezdetek kezdetén – több egymástól független csoport dolgozott számítógépek kommunikációját támogató újszerű hálózat létrehozásán. A számítógépek közötti kommunikáció jellegzetesen nem folyamatos, hanem ún. *löketek*en (burst) alapul. Egyszer van adat, amit át kell küldeni egyik ponttól a másikig, máskor pedig nincs kommunikációs igény; ezen periódusok pedig az alkalmazás függvényében váltakoznak. Gondoljunk bele az elektronikus levelek küldésébe és fogadásába, vagy a webböngészésbe. Szemléletes analógia egy könyv néhány oldalas levelek sorozataként való küldése a kiadótól a felhasználóhoz, aki csak akkor kéri le az új fejezeteket (vagy például a következő tíz oldalt), ha már az előzőeket elolvasta. Ez a kommunikáció időben fluktuáló, hol kell leveleket küldeni, hol pedig nem. A csomagkapcsolt internet esetén is a levelekhez hason-

lóan önálló, korlátozott méretű *csomagokban* – innen az elnevezés – küldjük át az adatot az egyik ponttól a másikig. A már említett áramkör-kapcsolásos telefonhálózat ezzel ellentétben olyan, mintha a kommunikáció kezdetén egy csövet húznánk ki az adó és a fogadó között, amin egymástól függetlenül (elkülönítve) áramolhatnak az adatok. Ezért nem kell őket sem csomagolni, sem pedig címmel ellátni, hanem mintha vizet öntenénk a csőbe, folyamatosan áramolhat az adat. Az áramkör-kapcsolásnál – a fenti könyves példánál maradván – amíg az ember olvas, addig a cső kihasználatlanul áll rendelkezésre, hiszen az új fejezetek vagy oldalak lekérése csak lapozáskor történik.

A kezdetekkor a tízes nagyságrendben összekötött számítógépek egy adminisztráció alá tartoztak – egyetemi és kutatói hálózat –; azok együttműködése az egységes hardver és szoftvertechnológiáknak köszönhetően megoldott volt. Az 1970-es évekre azonban a kezdeti sikereken felbuzdulva, újabb és újabb – a kezdeti hálózattól (ARPANET) független – hálózatokat hoztak létre. Ezek technológiailag (például mikrohullámú hálózatok és helyi hálózatok [LAN]) és szemléletileg (például kereskedelmi hálózatok) akár jelentősen különbözhettek az eredeti ARPANET-től; viszont ezen hálózatok együttműködése (is) kívánatos volt. 1974-ben Vinton Cerf és Robert Kahn (Cerf – Kahn, 1974) kidolgozták a hálózatok hálózatának az elvét, vagyis a hálózatok együttműködését (internetting), ami később a mai internet nevét is adta. Az alapelv egy *nyitott hálózati architektúrára* épült az alábbi szempontok szerint:

- *Minimalizmus és autonómia*: bármely hálózatnak képesnek kell lennie önmagában is működni és belső változtatás nélkül együttműködni más hálózatokkal.

- *Best-effort szolgáltatás*: az együttműködő hálózatok egy ún. tőlük telhető legjobb, de garanciák nélküli (best-effort) szolgáltatás nyújtanak, és semmi többet. Vagyis ha például megbízható adatátvitelre van szükségünk, akkor ha a hálózat belsejében egy csomag elveszik (hasonlóan, mint ahogy például egy postai levél is elveszhet), akkor azt a feladónak kell észlelnie, és újraküldenie (az analógiánál maradván a posta nem nyújt garanciát a feladott levelek kézbesítésére, de hacsak teheti, akkor kézbesíti a leveleket).
- *Állapotmentes útválasztók*: a hálózat belsejében lévő eszközök (fenti példánál maradván mint a postai elosztók) a rajtuk áthaladó forgalomra vonatkozólag nem tárolnak információt (hasonlóan a postai szolgáltatáshoz). Vagyis ha ugyanazon feladó és címzett között két levelet küldünk, akkor ezeket egymástól függetlenül kezelik a közbelső elemek. (Az áramkörkapcsolt telefonhálózatnál a kommunikáció előtt mintha egy „csövet” fektetnénk le: minden közbelső elembe bejegyezzük, hogy a két félhez milyen feldolgozó erőforrásokat rendelünk – vagyis a kapcsolatokra vonatkozó információt tároljuk.) Az útválasztók a csomagkapcsolt hálózatban a postai elosztóknak felelnek meg – csak persze sokkal, de sokkal több van belőlük –, minden elágazásnál eldöntik, hogy a célcím felé melyik irányban leghatékonyabb az adatcsomagot továbbítani.
- *Elosztott felügyelet*: nincs, és nem is lehet egyetlen szervezet sem, amelyik az egész internet felett rendelkezik, vagyis egyenrangú hálózatok együttműködését valósítjuk meg.

Ezen együttműködés megteremtéséhez el kellett rugaszkodni a fizikai hálózati jellem-

zőktől, hiszen minden hálózat más és más technológiailag. Egy olyan *logikai réteget* (virtualizációt) kellett létrehozni, amelyen az együttműködés a fizikai kötöttségektől megszabadítva, korlátlanul és egységesen lehetséges. Ez lett az „internetting” szint, a mai Internet Protocol (IP). A postai analógiában a címek is egy ilyen logikai absztrakciót takarnak, hiszen közvetlenül nem fizikai objektumot jelentenek. A beépített telket/épületeket/lakásokat tekinthetjük a fizikai objektumoknak, amelyek helyrajzi számát hiába ír-nánk rá a borítékra, az nem jutna el a cím-zetthez, hiszen, példának okáért, minden városban van 1-es helyrajzi számú objektum, és hogy ezekből melyiket is címeztük meg, az nem deríthető ki. Az IP protokoll a postai címzéshez hasonlóan egy olyan *logikai címet* (IP cím) rendel minden internetre kapcsolódó végponthoz, amely egyedi és független a fizikai hálózattól; továbbá biztosítja, hogy a hálózaton belül az ezen címekre feladott csomagok „best-effort” jelleggel a célhoz jussanak. Ezt a hálózati funkciót hívjuk út-választásnak, amiről korábban említettük, hogy állapotmentes (emlékezetmentes).

Az IP-t – gyakorlatilag ezen minimális funkciókra korlátozva – a kommunikációs struktúrának a legvékonyabb – legkevesebb funkcióval bíró – részeként szokták illusztrálni, mint egy homokóra legvékonyabb pontját. Ebben a „homokóra” architektúrában az IP alatt megjelenhet bármely fizikai adatátviteli technológia (Ethernet, WLAN, 3G stb.), és az IP fölött pedig tetszőleges alkalmazást futtat-hatunk (e-mail, Web, Voice-over IP stb.).

Az IP sikerének kulcsa továbbá, hogy a fentiek következményeképpen a hálózat belseje végtelenül egyszerű (buta) – hiszen csak továbbítja a csomagokat („leveleket”), de a csomagokba („levelekbe”) azt teszünk a

feladói oldalon, amit csak akarunk. Az egyetlen dolog, amiről gondoskodni kell, hogy a címzett értelmezni tudja a küldeményt. Ezáltal az internet felett az újabb és újabb alkalmazások létrehozásához és beindításához *kizárólag* a végpontokban kell módosításokat végezni, a hálózat transzparensen és bután szállítja ezen új alkalmazások adatait is, megkülönböztethetetlenül a korábbi alkalmazásoktól. Végiggondolható, hogy milyen egyszerű ebben a környezetben az innováció, az új alkalmazások fejlesztése és terjesztése, hisz még csak egyeztetni sem kell az infrastruktúrát a szolgáltatóval. Ez szöges ellentétben van a telefonhálózatos megközelítéssel, amire a buta végberendezés és intelligens hálózat a jellemző. Ennek eredményeképpen a hálózat alkalmazások specifikussága gátolja a technológiai és szolgáltatásszintű innovációt.

Az internet ezzel a szemlélettel és architektúrával napjaink kizárólagos és egyeduralkodó hálózatává nőtte ki magát. Ugyanakkor a legújabb kihívások már feszegetik a négy évtizedes struktúrában rejlő lehetőségek határait. Pár ilyen szempont, amely közelebb visz a témánkhoz:

- *Szolgáltatásminőség biztosítása:* az internet „best-effort” szolgáltatási jellege abból adódik, hogy a hálózat belsejében lévő elemek *megkülönböztetés nélkül* kezelik az egyes kapcsolatokhoz tartozó adatcsomagokat. Ha minden éppen futó kapcsolatra félretennének feldolgozókapacitást a belső elemek, akkor egy hálózat belsejében lévő eszközben akár többmilliónyi kapcsolatra vonatkozó információt kellene fenntartani. Ez nyilvánvalóan nem megoldható. Más részről ha a postai prioritásos (elsőbbségi) levélküldéshez hasonlóan szolgáltatási osztályokat vezetnénk be az interneten, akkor a beszéd- vagy

videodatainknak nem kellene a fájlletételekkel versengeniük; ez növelné a felhasználói elégedettséget. Csakhogy egy ilyen modellhez – amennyiben számszerűsíteni is akarjuk az elvárható kiszolgáltatást – sok-sok további bonyolult funkció tartozik, melyeken keresztül egymástól független és sokszor különbözőképpen működő hálózatoknak kellene valami egységes felhasználótól felhasználóig tartó szolgáltatást biztosítani. Gondoljunk bele, hogy ha elsőbbségi levelet küldünk más országba, akkor a különböző postai szolgáltatások eltérően értelmezhetik az elsőbbségi definícióját – például az egyiknél három nap az alap és egy az elsőbbségi, a másiknál ugyanez hét és három nap.

- *Mobilitás támogatása:* manapság a mobilitás mindennapjaink részévé válik. Az internet azonban az IP címezéssel nem tudja tökéletesen követni a mozgó állomásokat. Annak ellenére, hogy az IP cím a fizikai objektumtól független, logikailag mégis kötődik hozzá, egy másik hálózatban már nem érvényes – hiába ugyanazt a laptopot szeretnénk címezni vele. Analógiánk szerint, ha valaki elutazik otthonról, akkor nem viheti magával a lakcímét. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy az IP cím is egyszerre *azonosító és helymeghatározó* (lokátor) is. Ennek történeti okai vannak: az IP-t időben és térben állandó struktúrához tervezték, és a végpont – vagy akár egész hálózati részek (például vonaton mozgó hálózatok) – dinamizmusából adódó követelményeknek már nem (vagy nehezen) tud megfelelni.

Az IP-ben sem a szolgáltatások menedzseléséhez (például szolgáltatásminőség), sem pedig a dinamikus együttműködések támogatásához nincsenek funkciók. Ezt a többletet

a hálózatok *vezérlési síkjában* kell elhelyezni, amely a benne rejlő intelligencia révén képes az IP-t dinamikusan és adaptívan úgy *átkonfigurálni* (újrakonfigurálni), hogy az megállja a helyét az újabb és újabb kihívások között. Ha a hálózati komponenseket mint egy háromdimenziós kockát képzeljük el, akkor az adatcsomagok továbbítására a különböző rétegekben a *felhasználói síkot* használjuk, ahol a hasznos kommunikáció történik. Logikailag a *vezérlési sík* e mögött a felhasználói sík mögött helyezkedik el, és a felhasználói adatkommunikáció lehetőségét teremti meg. Például az útválasztó elemek egymással kommunikálnak, hogy terjesszék melyik irányban, milyen cílcímek érhetőek el, majd ebből kiszámolják a legrövidebb útvonalat, és a felhasználói síkban arra továbbítják az adatcsomagokat. De vezérlési funkcióként jelenik meg a címek hozzárendelése, a mobilitás támogatása, a különböző hozzáférések közötti választás, vagy a szolgáltatások minőségének biztosítása és a hálózatok dinamikus együttműködése. Ezen funkciókból azonban az IP csak az útválasztást támogatja!

3. Válasz a jövőre – egy új internetvezérlési sík

A hálózati réteg, mint említettük, az alapvető kommunikációs együttműködést biztosíthatja. A mai internet vezérlési síkja a minimális útvonalválasztásra és hibák jelentésére korlátozódik. Annak érdekében, hogy ez a felhasználói és szolgáltatói elvárásoknak eleget tegyen, *új vezérlési síkot* kell létrehozni, amelyen keresztül a mobilitás, a heterogenitás és az együttműködés már egységesen kezelhető. Az egyik ilyen kutatási irányvonal – az *ambients hálózatok* (Ambient Networks – AN) – egy új vezérlési sík létrehozását célozza meg, amely belső funkcióin keresztül támogatná a mobilitás- és hálózatválasztás kezelését; a

biztonságos kommunikációt és médiatartalom átvitelét; valamint *egységes külső interfészeket*¹ biztosítana a hálózatok dinamikus együttműködéséhez (Kovács – Simon, 2005). Ambiciózusabban: univerzális együttműködési interfészeken keresztül az egyes hálózatok vezérlési síkjai rekurzívan egymásba ágyazhatók lehetnének, mely által komplex együttműködéseket (elrendezéseket) támogathatnak egyazon alap- (primitív) konstrukciókkal építkezve. Mindezeket a vezérlési funkciókat megvalósító protokollokat és függvényeket fogja össze az a vezérlési tér, ami, a vízió szerint, minden hálózatban jelen lesz: az ún. *ambiens vezérlési tér* (Ambient Control Space – ACS) (AN, 2004).

Az ACS-t tulajdonképpen az eddig is használt és a jövőben megjelenő hálózati technológiák feletti logikai rétegeként (overlayként) értelmezhetjük. Funkciója azonban nemcsak az adott hálózathoz és technológiához kötődő transzport szolgáltatás biztosítása – mai vezérlési sík egyetlen funkció –, hanem a külső együttműködések koordinálása, amelynek láncolataként végponttól végpontig terjedő szolgáltatást nyújthatunk/használhatunk heterogén hálózatokon átívelve.

3.1. Új vezérlési sík

– az *ambiens* vezérlési tér

A fenti célok megvalósításához egy új vezérlési síkot kell tervezni. Ezen új vezérlési síknak a hálózatok dinamikus együttműködését kell támogatni a végpont–végpont szolgáltatások és szolgáltatásminőség biztosításához; az alkalmazások számára egy egységes tulajdonságokkal rendelkező, azonos módon kezelhető hálózatot kell mutatni – annak ellenére, hogy sok-sok független hálózat összessége –; és nem utolsósorban a heterogén fizikai kö-

zegeket (erőforrásokat) egységesen kell megjeleníteni, hogy az együttműködő hálózatok ezekhez transzparens módon férhessenek hozzá. Mindezen célokat csak a külvilág felé jól definiált referenciapontokon (interfészek) keresztül lehet elérni.

Az egymástól független hálózatok együttműködését az *ambiens hálózati interfész* (Ambient Network Interface – ANI) biztosítja (1. ábra). Az ANI egy szabványosításra váró interfész, amelyen keresztül a különböző adminisztrációhoz tartozó ACS-ek kommunikálhatnak egymással.

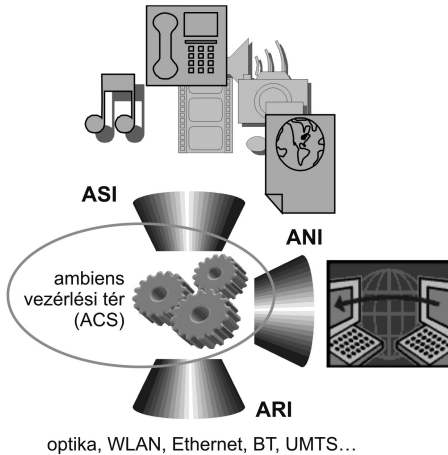
Az együttműködő hálózatok szolgáltatásaihoz az *ambiens szolgáltatási interfészen* (Ambient Service Interface – ASI) keresztül lehet hozzáférni (1. ábra). Ez az interfész biztosítja, hogy több hálózat együttműködése esetén is egy homogén szolgáltatás elérési pont látszódjon csak kifelé – a felhasználók felé –, melyen keresztül az együttműködő hálózatok az ANI interfészükön egyeztetve együttesen biztosítják a végpont–végpont szolgáltatásokat. Ilyen lehet például egy VoIP szolgáltatás kiépítése és fenntartása, bárhová vándoroljon is a felhasználó az együttműködő hálózatokban.

Végezetül, a heterogén fizikai technológiákat elrejtendő, a vezérlési tér egy absztrakt *ambiens erőforrás interfészen* (Ambient Resource Interface – ARI) keresztül fér hozzá azokhoz az erőforrásokhoz, amelyek felett a szolgáltatásai nyújtásához rendelkezik (lásd 1. ábra). Így a különböző hálózatok együttműködésénél az erőforrások ezen a logikai reprezentáción keresztül kerülhetnek menedzselésre (lefoglalásra), így biztosítva a transzparens együttműködést végponttól végpontig.

3.2. *Ambiens hálózatok és ambiens intelligencia*

Az *ambiens hálózati* (Ambient Networks projekt honlapja, 2004) kutatások az inter-

¹ Lásd jelen szám Dibuz Sarolta – Csopaki Gyula: *Infokommunikációs protokollok* című cikkét.



1. ábra • Ambiens vezérlési tér (ACS)
és az univerzális interfészek

netet érő új kihívások hálózati szintű megoldását javasolják, amely megfelelő környezetet (ambiens szolgáltatási interfész – ASI) tudna teremteni mindazoknak a jövőbeli alkalmazásoknak, amelyek a mindenütt jelen lévő, mindent körülölelő infokommunikációs infrastruktúrán a felhasználók életét hivatottak megkönnyíteni. Ilyen alkalmazásokkal találkozhatnak az olvasók a kezükben tartott számban a Gordos Géza – Laborczy Péter által jegyzett *Ambiens intelligencia alkalmazásai* c. cikkben.

Fontos megjegyeznünk, hogy ezen egymásra épülő kutatások párhuzamosan futnak, és a szolgáltatásai színvonala és a felhasználói elégedettség úgy növekszik, ahogy egyre több és több komponens épül a rendszerbe.

4. Összefoglalás

Az internetnek köszönhetjük az infokommunikációs forradalmat. Az internet sikerét azok az egyszerűsége és nyitottsága törekvő alapelvek adták, amiket a kezdetek kezdetén az 1960-as, 70-es években határoztak meg. A mobilitásból adódó dinamizmus és a felhasználói elvárások azonban olyan kihívást jelentenek ezen statikus környezetre kigondolt architektúrájának, melyhez intelligens hálózati támogató funkciók szükségesek. Ezen támogató funkciókat egy új hálózati vezérlési síkban lehet összefogni, melynek egy lehetséges vízióját vázolja fel az ambiens hálózati kutatás. A környezetünkben lévő intelligens rendszerek (*Ambiens Intelligencia*) ezen hálózati szolgáltatásokat kihasználva valósíthatják meg azt az észrevétlen és mindenütt egyformán működő szolgáltatást, amelyek megkönnyíthetik mindennapi életünket.

Köszönetünket fejezzük ki a BME Ambient Networks projekt további résztvevőinek: Benkő Borbála Katalinnak, Erdei Márknak, Katona Tamásnak, Kersch Péternek, Kis Zoltán Lajosnak, Németh László Harrinak, Simon Csabának, Wágner Ambrusnak, Wágner Katalinnak. A cikkben közölt eredmények háttérét a WWI Ambient Networks (Ambient Networks projekt honlapja, 2004) projektek adták, melyeket az Európai Unió 6. Kutatási Keretprogramja támogat(ott).

Kulcsszavak: *internet, IP, vezérlési sík, ambiens hálózatok, hálózatok együttműködése*

IRODALOM

- Ambient Networks projekt honlapja (2004): <http://www.ambient-networks.org>, 2004-2006
- Cerf, Vinton – Kahn, Robert (1974): *A Protocol for Packet Network Interconnection*. IEEE Transactions on Communications Technology, Vol. COM-22, Number 5 (May 1974) 627–641.
- Kleinrock, Leonard (1961): *Information Flow in Large Communication Networks*. RLE Quarterly. Progress Report, July 1961.
- Kovács Balázs - Simon Csaba (2005): Ambient hálózatok: áttekintés. Híradástechnika. Július, 39–44.

HÁLÓZATOK TERVEZÉSE ÉS ANALÍZISE

Jereb László

az MTA doktora, egyetemi tanár
NYME Informatikai és Gazdasági Intézet¹
BME Híradástechnikai Tanszék
jereb@hit.bme.hu

Sipos Attila

okleveles villamosmérnök,
hálózatfejlesztési igazgatóhelyettes
Magyar Telekom PKI Távközlésfejlesztési Intézet
sipos.attila@t-com.hu

1. Általános motivációk és célkitűzések

A kommunikációs hálózatok tervezése és teljesítőképességi analízise az elmúlt két évtized egyik meghatározó tudományos kérdésévé vált. Jelentőségének gyors növekedésében számos tényező játszott szerepet:

- Világszerte gyors ütemben nőtt a közeli vagy távoli pontokra eljuttatni kívánt információ mennyisége, ezen belül az adatkommunikáció. Az új szolgáltatások nemcsak mennyiségi változásokat hoztak, hanem a hálózatokban a korábbiaktól eltérő forgalmi tulajdonságokat is eredményeztek. A változások következtében már az egyedi forgalmak modellezése is a klasszikus eszközök továbbfejlesztését igényelte, a többféle forgalom jelenléte és a forgalom integrálása pedig – természetesen – tovább bonyolította a hálózatok forgalmi modellezését, méretezését és teljesítőképességi analízisét.
- A gyors igénynövekedés megkívánta olyan új kommunikációs hálózati technológiák kifejlesztését és alkalmazását, amelyek egyre hatékonyabban képesek az igényeket kiszolgálni, sőt képesek a további igények megjelenését is elősegíteni.

A hálózatok méretezésében az jelenti az újdonságot, hogy e technológiákat nem külön-külön, hanem együtt, komplex hálózati architektúrákban alkalmazzák.

- A sok és egyre fontosabb szolgáltatás következtében mind kiszolgáltatottabbá válnak a felhasználók a bekövetkező meghibásodások hatásával szemben, ezért kiemelkedő jelentőségű fejlesztési szemponttá vált a hibátűrés, egyaránt felvetve a hibátűrő hálózatok tervezésének, valamint a tervezett vagy létrehozott hálózatok megbízhatósági analízisének igényét.

A kommunikációs hálózatok gyors fejlődése Magyarországon is jelentős hatást gyakorolt az ország távközlési infrastruktúrájának fejlesztésére. A 80-as évek második felétől egymást követték a hálózatfejlesztési programok. A hálózatdigitalizálást, majd az optikai infrastruktúra megteremtését követően, a fejlesztésekben meghatározóak voltak az új technológiai megoldások (SDH, ATM, IP, WDM, Ethernet, NGN). A változások sebességét jól mutatja az 1. táblázat, amely a Budapest és Tatabánya közti kábelszakaszon illusztrálja a változások mennyiségét és minőségét (1986 és 2006 között az első 10 évben alig több mint kétszeres, a következő tízben kb. harmincszoros forgalomművekedés és a korábbi homogén beszédforgalom sokszínűvé vált).

¹ A cikk eredményeinek döntő része a szerző BME Híradástechnikai Tanszéken végzett munkáihoz köthető.

	1986	1996	2006
Átviteli kapacitás (Mbit/s)	analóg	420	15 150
Távbeszélő csat. egyenérték (db)	2700	5760	172 460
átviteli közeg	koax kábel	optikai kábel	optikai kábel
technológia	analóg sokcsat. rendszer	PDH	SDH, WDM
multiplexálás	FDM	TDM	DWDM
jellemző forgalom	beszéd	beszéd	IP, adat
csatorna alapegység	4 kHz-es beszédcsat.	2Mbit/s PCM csat.	1–10Gbit/s

1. táblázat • Átviteli rendszerek a Budapest–Tatabánya szakaszon

A fejlesztéseket támogató hazai számítógépes háttér megteremtésében fontos szerepet játszott a BME Híradástechnikai Tanszékének hálózattervezéssel foglalkozó csoportja és a Magyar Telekom PKI Távközlésfejlesztési Intézete. E munkákban alapvető cél volt olyan új tervezési és analízismódszerek és eljárások kidolgozása, amelyek

- képesek választ adni az új technológiák megjelenéséből, a szolgáltatások integrációjából és a komplex hálózati architektúrákból adódó kérdésekre,
- a feladatok megoldásában az ismert eredményeket nemzetközi együttműködésekben is továbbfejlesztik,
- számítógépes tervezési és analízis eszközök formájában megvalósíthatók, hatékonyan támogatva valóságos hálózatok tervezési és analízisfeladatainak megoldását.

Jelen cikk az említett három témakör (teljesítményelemzés, tervezés, megbízhatósági elemzés) közül az utóbbi kettőre koncentrált, és összefoglalja azokat az eredményeket, amelyek egyrészt egy általános modellre alapozottan függetlenné teszik a tervezési és megbízhatósági-teljesítmőképességi analízisfolyamatokat a konkrét hálózati technológiáktól és megoldásoktól, másrészt az általános hálózatmodellhez illesztett statisztikai mintavételezés révén a hálózatok megbízhatósági analízise alkalmazhatóvá válik nagyméretű,

nagyon sok elemet tartalmazó valós hálózatok esetén is.

2. Rétegelt modellre alapozott tervezési eljárás

A hálózattervezési háttértől azt várjuk el, hogy képes legyen támogatni

- összetett technológiai környezetben a hálózat leírását és az adott környezetben a hálózat méretezését, az alternatív technológiai megoldások és stratégiai fejlesztési változatok összehasonlítását,
- a létező hálózati erőforrások és azok aktuális felhasználtságának leírását, az erőforrások adta korlátok mellett a hálózat méretezését és a szükséges erőforrás-bővítések meghatározását (rövid távú tervezés),
- hosszabb távú fejlesztésekhez a várható igények figyelembevételével a célszerű fejlesztési prioritások meghatározását (középtávú és távlati tervezés), valamint
- többszolgáltatásos környezetben, több technológia egyidejű alkalmazásán alapuló hibátűrő hálózati megoldások mellett, sok hálózatelemből álló nagy hálózatmodellek esetén is a hálózatok teljesítőképességi jellemzőinek előállítását.

A gyors technológiaváltások következtében a célok egy olyan háttérrel érhetők el, amely minden tervezési eljárást technológiafüggetlenül specifikál, és csak a tervezési folyamat paramétereként kezeli az egyes technoló-

giák különbözőségeit, ezért a javasolt rétegelt modellre alapozott tervezési megközelítés három egymáshoz szorosan kapcsolódó gondolatkörre épül, mégpedig

- az általános, technológiafüggetlen rétegelt modellre,
- a rétegelt hálózatmodell alapján értelmezett tervezési alaplépésekre és
- a tervezési alaplépésekből felépülő tervezési folyamatokra.

2.1. Rétegelt hálózati modell

Egy adott transzport technológián belül a rétegek szerinti particionálás a szokásos megoldás. A rétegek funkcionális jelentéssel bírnak, és különböző logikai elemeket reprezentálnak. Az általunk kialakított módszer a rétegek szerinti hálózatléírás általánosítja úgy, hogy minden adott rétegbeli kapcsolat szakaszokra bomlik, és az adott rétegbeli szakaszokat egy náluk alacsonyabb hierarchiájú réteg realizálja úgy, ahogy azt az 1. ábra mutatja.

A rétegzett modell meghatározó elemei a következők:

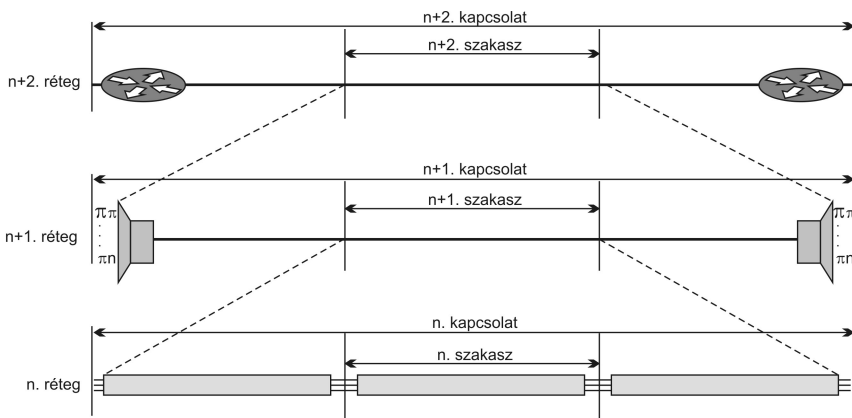
- A rétegek felülről lefelé a logikai szintű forgalmi igényektől a kábelcsatornákig (N. ... 1. réteg) rendezettek úgy, hogy a rétegek kliens–szerver kapcsolatban van-

nak egymással. Két – nem feltétlenül szomszédos – réteg esetén a logikai szinthez közelebb álló réteg a kliens, a fizikaihoz közelebbi pedig a szerver.

- Egy rétegben a csomópontpárok közötti kliensigények szakaszait a szerverréteg egy kapcsolata realizálja, majd a szerverréteg kapcsolatát mint klienst, az alatta elhelyezkedő szerverréteg valósítja meg. A szerverréteg kapcsolatai kliensigények átviteli vagy forgalmi multiplexálását végzik kötött vagy kötetlen pozíciókkal.
- Mivel az egyes rétegek kapcsolatai rögzített kapacitásúak, mód van a technológia-specifikus méretek és költségek megadására. A kapcsolatok közvetlenül megfeleltethetők létező vagy tervezett összeköttetéseknek, ami lehetővé teszi a rövid távú tervezés során az aktuális hálózati állapot közvetlen figyelembe vételét is.

2.1. Tervezési alaplépések

Az általános modell alapján az optimalizálási folyamat csak a modelltől függ, és nem függ a konkrét hálózattól, illetve az alkalmazott hálózati technológiáktól. Minden rétegben a következő alapvető tervezési-méretezési funkciók értelmezhetők:



1. ábra • A rétegelt modell illusztrációja három réteggel

a.) **topológiai tervezés:** a feladat egy adott, jellegzetesen az 1. (fizikai) réteg gráfjának megtervezése valamely kliens igényréteg vagy igényrétegek ismeretében,

b.) **elvezetéstervezés:** a feladat az n. rétegben értelmezett kliensigények elvezetési nyomvonalának meghatározása az általában több réteggel alatta lévő k. (gyakran az 1.) réteg gráfján,

c.) **szakaszpont-elhelyezés:** a feladat az adott n. rétegbeli kliensigények számára az egy vagy több réteggel az n. réteg alatt elhelyezkedő k. rétegbeli szakaszpontok lehetséges helyének meghatározása,

d.) **nyalábolás:**

- a feladat az n. rétegben értelmezett kliensigények elvezetési nyomvonalának meghatározása a jellegzetesen (n-1). rétegbeli szerverréteg gráfján, feltéve, hogy ismert az elvezetés az alacsonyabb k. (gyakran az 1.) réteg gráfján,
- az elvezetési nyomvonal ebben az esetben valójában az n. rétegbeli igény szakaszainak meghatározását jelenti, ami egyúttal nyalábolással előállítja – más n. rétegbeli, nyomvonalukban legalább részben közös igényekkel együtt – az (n-1). rétegbeli kapcsolatokat,

e.) **szakaszolás:**

- a feladat az n. rétegben értelmezett kliensigények elvezetési nyomvonalának meghatározása az alacsonyabb (sokszor [n-1].) rétegbeli szerverréteg gráfján az adott rétegre vonatkozó útvonalképzési vagy – választási szabályok figyelembe vételével,
- a funkció hasonlít a nyaláboláshoz, de itt az igény alacsonyabb rétegbeli nyomvonal nem ismert (legfeljebb a becsült költség játszik szerepet a választásban),
- a funkció alkalmazása gyakran forgalmi tervezési szakaszban történik, aminek

következtében az alacsonyabb rétegbeli rendszerekre bontás a forgalmi méretezési feladatokat is magába foglalja,

f.) **hozzárendelés:** a feladat az n. rétegben értelmezett kliensigény hozzárendelése a jellegzetesen (n-1). rétegbeli szerverréteg kapcsolatának meghatározott pozíciójához, ahol a hozzárendelés egyaránt jelentheti:

- egy multiplex rendszer adott pozíciójához való hozzárendelést,
- egy optikai szál optikai csatornájához való hozzárendelést hullámhossz konverzió alkalmazásával vagy anélkül,

g.) **berendezéstervezés:** a feladat egy adott n. rétegbeli kapcsolat hozzárendelése valamely létező csomóponti berendezés létező vagy új portjához (jellegzetes rövid távú tervezési feladat) vagy egy új berendezéshez és annak új portjához (jellegzetes középtávú tervezési feladat).

2.2. Tervezési folyamat

Az általános modell alapján egy-egy réteg tervezése során mód van arra, hogy matematikai eszközökkel állítsunk elő optimális eredményeket. A teljes többretegű hálózati kép méretezése során azonban a sokféle korlát együttes kezelése csak korlátozottan lehetséges, és helyette a rétegelt modellben értelmezett alapfunkciók alkalmazásával olyan tervezési folyamatokat értelmezhetünk, amelyek a rétegelt modellben természetes módon építhetők fel:

Bottom-Up tervezési folyamat:

- elvezetéstervezés,
- nyalábolástervezés és hozzárendelés rétegről rétegre,
- berendezéstervezés.

A folyamat előnye, hogy hibátűrő hálózati megoldásoknál (például többutas elvezetéseknel) az elvezetések fizikai diszjunktsága biztosítható, a kapcsolatok kitöltöttsége –

ezért a hálózat költsége – azonban gyakran nem optimális.

Top-Down tervezési folyamat:

- lehetséges szakaszpontok elhelyezése rétegenként,
- szakaszolás és hozzárendelés rétegről rétegre,
- berendezéstervezés.

A folyamat előnye, hogy a kapcsolatok kitöltöttsége jobban tartható, ám az elvezetések fizikai diszjunktsága az alsóbb rétegekben automatikusan nem biztosítható.

Iteratív tervezési folyamat:

- bottom-up vagy top-down tervezési folyamat elvégzése,
- előbbi esetben a gyenge kihasználtságú szerverkapcsolatok megszüntetése és a kliensigények más szerverkapcsolatokon való realizálása,
- utóbbi esetben a megbízhatósági követelményeknek eleget nem tevő kliensigények elvezetésének megszüntetése, és azok követelményeknek eleget tevő új megvalósítása,
- berendezéstervezés.

Az iterációs folyamat fontos eleme, hogy több réteg egyidejű kezelésével, de már csak a kliensigények egy részhalmazán történik az adott tervezési lépés.

3. Hálózatok megbízhatósági analízise

3.1. Hálózatmegbízhatósági analízis előzmények

A hálózatmegbízhatóság fogalma régóta foglalkoztatja a kutatókat. A jellemzőket tekintve alapvetően négy nagyobb csoportot különböztethetünk meg:

- Összefüggőségi jellemzők: A 80-as évek elejéig a hálózat megbízhatóságát a leíró gráf összefüggőségének mértékével jellemezték. Ugyanakkor az összefüggőségi jellemzők

alapvetően csak az infrastruktúra minősítésére alkalmasak, ezért nem teszik lehetővé a hálózat degradációjának minősítését.

- Maximális folyamaton alapuló kapacitásjellemzők: A 80-as évek elejétől olyan mérőszámokat értelmeztek, amelyek a hálózat megbízhatóságát az ideális állapothoz képesti várható relatív hálózati kapacitásként értelmezték. A módszer közvetlenül csak az adott kapacitásos gráf elvi képességeinek mérésére, s nem egy valóságos hálózat degradációjának minősítésére volt alkalmas.
- Többtermékes folyamajellemzők: A mérőszám ebben az esetben nem a lehetséges maximális folyamatot, hanem a hibaállapotokban az egyidejűleg ténylegesen realizált folyamatok ideális hálózathoz viszonyított arányát vagy eloszlását méri. E mérőszámok lehetővé teszik a rendelkezésre álló erőforrások degradációjának minősítését, korlát azonban, hogy amennyiben ezen erőforrások véletlen forgalmat szolgálnak ki, a forgalom kielégítésének mértéke (például: veszteség, késleltetés) közvetlenül nem értékelhető.
- Teljesítőképességi jellemzők: E széles értelmezésű teljesítménydegradáció lehetővé teszi a megbízhatóság fogalmának kiterjesztését forgalmi igényekre, illetve helyreállítási hibatűrő hálózatokra is. Előnye egyúttal, hogy a korábbi mérőszámok ezen értelmezés eseteiként kezelhetők.

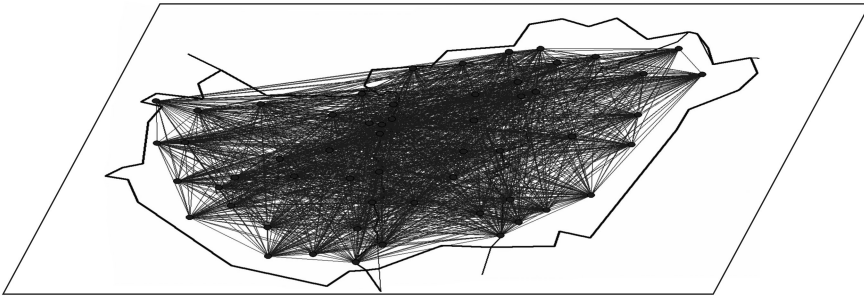
3.2. Rétegelt hálózatmodellre alapozott teljesítőképességi analízis

Mivel a mai komplex hálózati szolgáltatások megkövetelik a teljesítmény degradációjának jellemzését, a rétegelt hálózatmodellre alapozottan és ahhoz illeszkedően egy általános teljesítőképességi analízis folyamatot hoztunk létre. A folyamat főbb elemeit – egy leegyszerűsített háromszintű példán – a 2. ábra

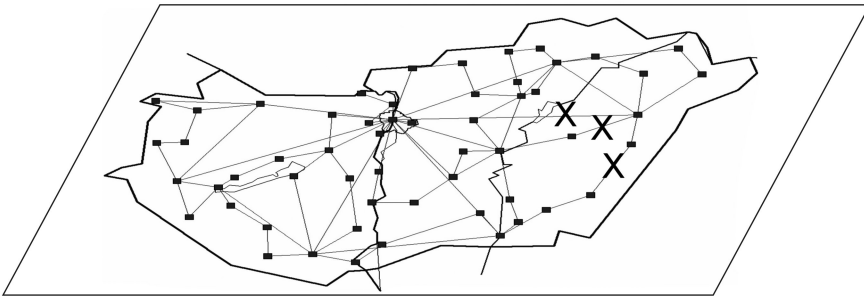
illusztrálja. E rétegtől hálózattalmodellre alapozott folyamatban a különböző elemek lehetséges meghibásodásai rétegről rétegre továbbterjednek a szerverrétegek felől a kliensrétegek felé azáltal, hogy

- a legelső rétegben bekövetkezett kábelhibák (meghibásodott szerverkapcsolatok) megvalósíthatatlanná teszik az általuk realizált kliens kapcsolatokat,

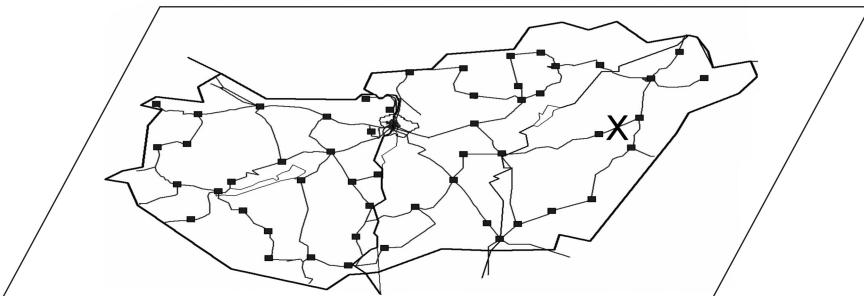
- az adott rétegben vagy annak klienseiben aktivizálódnak a rétegben kialakított hibatűrési biztosító funkciók, amelyek megakadályozzák vagy megengedik a hibahatás továbbterjedését,
- az ábrán a 2. (a valóságban sokszor egy sokadik réteg) aktuális állapotában meghatározásra kerülnek az ábrán a 3. (a valóságban sokszor több kapcsolati réteg) megfelelő



3. réteg (kapcsolati) • hibamentes kapcsolati réteg



2. réteg (IP link) • XXX hibahatás továbbterjedése



1. réteg (optikai kábel) • X hiba

2. ábra • A teljesítőképességi analízis háromrétegtől illusztrációja

teljesítményjellemzői. Az utóbbi lépésben meghatározó, hogy a legfelső réteg valamennyi – hibamentes állapotban létező – kapcsolata vizsgálatra kerül, és a bekövetkező meghibásodásoktól függetlenül megvalósítható kapcsolatok mennyisége jellemzi az alkalmazott hálózati technológiák hibatűrési hatékonyságát, azaz a hálózat teljesítőképességét.

A kialakított általános folyamat fontos jellemzője, hogy nyitott mind az alkalmazott hálózati technológiá(k)t, mind az alkalmazott hibatűrő megoldásokat, mind pedig a hálózat teljesítőképességét mérő jellemzőket tekintve. Gyakorlatilag, tetszés szerinti szimulációs vagy analízis eszköz csatlakoztatható hozzá, legfeljebb a rétegelt hálózatmodellben eredményként kapott meghibásodások utáni hálózati képet kell transzformálni az adott teljesítményelemző eszköz bemenetére.

3.3. Statisztikai mintavételezésre alapozott megbízhatósági analízis

A rétegelt hálózatmodellhez illeszkedő statisztikai mintavételezési eljárás kapcsolható a hálózatmegbízhatósági analízis folyamatba. A megoldás

- a hálózatok megbízhatósági jellemzőjét a teljes állapottérre érvényes teljesítményindex várható érték- vagy eloszlásbecslés előállításával származtatja,
- a rétegelt hálózatmodellre épülő analízis segítségével tervezett és megépített hálózatok vizsgálatát egyaránt lehetővé teszi, azaz közvetlenül is képes felhasználni a különböző hálózati berendezések megbízhatósági jellemzőit,
- a nagy állapottér kezelhetővé tétele érdekében mintavételezést használ,
- alapértelmezésben mintavételezési módszerként rétegezett mintavételezést (*stratified sampling*) használ,

- a rétegezett mintavételezés állapothalmaza- it (rétegeit) az egyhibás állapotok egyszerű csoportjaiból származtatja.

A megoldás technológiafüggetlen, és első három lépése az alkalmazott statisztikai mintavételezési módszertől sem függ. A megoldás nyitottságát jól mutatja, hogy a kidolgozott kerethez illeszthetően számos nagyon hatékony további módszer is alkalmazása került.

4. Eredmények alkalmazása

Az ismertetett általános modell és tervezési alaplépések lehetőséget adtak arra, hogy az elmúlt 15 éves időszakban bevezetésre került kommunikációs technológiákra (SDH, ATM, IP, WDM) alapozott hálózatok tervezését széles körben támogatni lehessen, mind a bevezetés, mind pedig az azt követő továbbfejlesztések során.

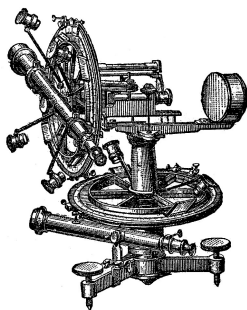
Az értelmezett általános megoldás eredményeként a több technológiai réteget magukba foglaló komplex architektúrális megoldások ugyanúgy kezelhetővé váltak, mint az egyetlen technológiai rétegben alkalmazott multiplexálási rétegek, miközben az általános modell módot adott a különféle egy- vagy többretegű hibatűrő megoldások leírására és tervezésére is. A rétegelt hálózatmodell és a valós hálózati információkkal fennálló összhang előnye, hogy a hálózatok megbízhatósági analízise során a tényleges hálózati szerkezet, a hálózati gráf és a berendezéskészlet határozza meg a jellemzőket, így mind a létező hálózat, mind pedig az azon végrehajtott fejlesztések értékelhetők.

A gyakorlati alkalmazások eredményei konkrét szoftverfejlesztésekben és hálózati tervekben jelentek meg. A tervezési folyamatot 1995/96 óta folyamatosan alkalmazzuk az XPLANET tervezőrendszerben; az alkalmazás háttérét és eredményeit számos szoftverdo-

kumentáció és tanulmány, valamint a Magyar Telekom hálózatában az XPLANET segítségével végrehajtott fejlesztések mutatják. A módszer első alkalmazását az SDH hálózatok távlati, majd rövid távú tervezése jelentette. A több technológia együttes alkalmazása jelent meg az SDH feletti ATM átfedő hálózat tervezésében. A tervezési megközelítés újabb technológiai megoldásokra való kiterjesztésében a WDM hálózatokra való alkalmazás

volt a meghatározó, amelynek keretében a hosszú, és a rövid távú tervezésben is megvalósultak a hullámhosszkiosztásra alkalmas hozzárendelési algoritmusok is. Az utóbbi pár évben a meghatározó felhasználási irányt az IP és WDM hálózatok együttes tervezése és megbízhatósági analízise jelentette.

Kulcsszavak: *hálózattervezés, méretezés, hálózatmegbízhatósági és teljesítőképességi analízis*



A VEZETÉKES ÉS MOBIL HÁLÓZATOK KONVERGENCIÁJA

Takács György

PhD, egyetemi docens

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai Kar

takacs.gyorgy@itk.ppke.hu

1. Technológiai és piaci fejlődési irányok találkozása

A vezetékes és mobil hálózatok konvergenciájának többféle útja lehetséges. Jelenleg egyetlen valószínű útról szólunk részletesebben. A távközlés és információtechnológia több, más-más indítatásból fakadó fejlődési úton halad. Nagy áttörésekre, megugró fejlődésre akkor lehet számítani, ha több fejlődési út összetalálkozik, s egymást kölcsönösen erősíti. 2006 végére elérkeztünk oda, hogy technológiai és piaci oldalról egyaránt megérett megoldások közös alkalmazásban jelenjenek meg. Ennek érdekében először tekintsünk át néhány fontos fejlődési utat.

a.) Elterjedt a mobiltelefon. Például Magyarországon elérte az élő előfizetések száma a lakosság számát az aktuális sajtóhírek szerint. Hivatalos statisztikai adat még nincs erre. Ezzel együtt elterjedtek a mobiltelefonnal együtt megszeretett telefonálási szokások, például nem telefonszámot tárcsázunk, hanem egy nevet keresünk ki egy listából, és egy gombnyomással már hívjuk is, figyelmeztetést kapunk, hogy kik kerestek, miközben nem fogadtuk a hívásokat. Hiába vagyunk otthon, pár méterre az ol-

csóbb vezetékes telefontól, mégis inkább hívunk a mobilról drágábban, mint keresgélve a sokjegyű és már elfelejtett telefonszámot. A mobilhívások kb. 40 %-a otthonról vagy az irodából indul.

b.) Rohamosan szaporodik a szélessávú internethozzáférés szinte a világon. A városi háztartások jelentős része vagy már rendelkezik ezzel, vagy lényeges műszaki akadály már nincs ennek. Az Európai Unió vezető testületei már korábban felismerték annak jelentőségét, hogy a földrész versenyképessége szempontjából ez valóban fontos, ezért szabályozási jogszabályokkal ezt a folyamatot még gyorsítani is kívánják.

c.) Tartalomáradata. Az elektronikus média írott, álló- és mozgóképekkel, adatokkal, hanggal bővített **információáradata** földfelszíni rádiós, műholdas és vezetékes úton és a hagyományos adathordozó eszközökkel is versengve „támadja” a fogyasztót. Igazi kérdéssé vált, hogy árusítóhelyről vagy kölcsönzőből szerezzük be a filmet, napilapot, színes hetilapot, könyvet, zenei felvételt, vagy töltsük-e le valamely hálózaton keresztül. Ez már nem is hozzáférési hálózat kérdése csupán, hanem a használati célszerűségé is: könnyen kezelhető hagyó-

mányos eszközökön is élvezni akarják ezeket a felhasználók, mint például tévékészüléken, hifi-berendezésen. Ezért a felvétel, lejátszó eszközöket (PC, MP3-lejátszó, videokamera stb.) mind csatlakoztatni kell egy célszerű lakáshálózathoz. **Az áradást fokozza**, hogy meglévő tartalmaikat a felhasználók szívesen megosztanák másokkal is, és a tartalomért nem kérnek ellenszolgáltatást.

d.) Otthoni rádiós hozzáférési eszközök (például: WiFi, Bluetooth). A WiFi képességű laptopok nyitották meg a sort azzal, hogy nincs minden a dolgozószoba asztali gépéhez, a telefoncsatlakozóhoz kötve. A felhasználók bárhol leülhetnek internetezni vagy elektronikus leveleket olvasni ugyanazon hordozható géppel: otthon, irodában, repülőtéren, vonaton, kávéházban.

e.) Kialakult a hálózatok és hozzáférési technológiák egyfajta versenye: ma már a vezetékes telefonhálózaton lehet internetezni és élő műsorokhoz hozzájutni, lehet a kábeltelevíziós hálózatokon keresztül telefonálni, internetezni, lehet az internetes kapcsolaton keresztül bizonyos korlátozásokkal „ingyen” telefonálni.

f.) Összekuszálódott, hogy miért mennyit fizetünk, és milyen más termékek árát is fizetjük egy-egy vásárláskor. Ma már a reklámapar eredményeként „ingyen” jutunk filmekhez, kereskedelmi televíziós csatornákhöz, rádió jellegű műsorokhoz, amelyeknél a műsorközlés tényleges költségei (és a teljes tevékenység nyeresége is) a reklámozott szépítőszerek, ételek, italok, fogyasztási cikkek, szolgáltatások, gyógyszerek árába épülnek be.

g.) A mobil szélessáv elvitathatatlan előnye, hogy bárhol, bármikor a teljes szolgáltatáskészlet előfizetőinek rendelkezésre áll, de

korlátai között emlegetik, hogy gazdaságosan nem nyújtható a felhasználók teljes közösségének, főként épületen belüli hozzáférések esetén. Ezért kell, hogy a mobil készülék alkalmasan válogatni tudjon a rendelkezésre álló rádiós hálózatok között.

h.) A *peer-to-peer* elv egyrészt azt jelenti, hogy a hálózatba kapcsolt erőforrások nem aláförendelt viszonyban vannak egymással, másrészt jelen szempontjaink szerint még fontosabb, hogy a hálózatok üzemeltetői újszerű elvek szerint számolnak el, azaz kölcsönösen vállalják egymás forgalmának átvételét, hálózati és szolgáltatási szinten, és egymásnak nem fizetnek. Internetszolgáltatók között ez egy bevált elszámolási mód. A *peer-to-peer* (p2p) elvet aknálták ki a fájlcsereelő rendszerek (Napster, Kazaa) és a Skype telefonprogram is. Érzékenyen érintette hagyományos telefontársaságok piaci helyzetét, hogy „teljesen ingyenes” internettelefonálást tettek lehetővé, sőt egy számlanyitás után rendkívül olcsó vonalas- és mobilvégződésű hívásokat kínálnak. A Skype szolgáltatás olyan népszerű lett, hogy mára már a hagyományos telefonálás hanyatlásának egyik okaként emlegetik. *Peer-to-peer* elszámolásra alapozva már megtámadták a még ki sem bontakozott IPTV rendszert is, amelynek igazi előnye a lineáris tv-folyam megszakithatósága (visszatekerés, válogatás, rögzítés).

i.) IMS (IP Multimedia Subsystem) Ez lényegében egy új szabványosított hálózati architektúra. Azért dolgozták ki (kezdetben csak mobiltelefon-hálózatok szempontjai szerint), hogy egységesen lehessen alkalmazásokat megvalósítani hálózattól, végberendezés típusától, előfizetési módtól függetlenül. Például ha egy virágüzlet vállalni akar mobiltelefonos rendelésvételt

és fizetési módot, akkor az IMS alapon nem kell külön egyeztetnie és szerződést kötnie minden mobilszolgáltatóval, nem kell törődnie a megrendelő készülékének típusával – a rendszer a tervezett csokrot, a mobiltelefon kijelzőjéhez illeszkedően mutatja be, és nem kell azzal sem időt és energiát pazarolni, hogy előre fizetett vagy utólag számlázott módon rendeződik a számla, ha a fedezet egyébként megvan.

2. A legígéretesebb megoldás

a Wireless Home Gateway (WHGW)

A fentiekben felsorolt fejlődési irányok leghaladóbb elemeit megpróbálhatjuk közös rendszerbe foglalni. Ez a közös valami álljon kapcsolatban a mobiltelefonnal, a szélessávú internethozzáféréssel, az otthoni hagyományos és új médiaeszközök mindegyikével (lehetőleg rádiós közzeggel, hogy ne váljék kábeldzsungellé a lakás), képes legyen érvényesíteni a felhasználók számára legkedvezőbb elszámolási elveket. Támogasson a legtagabb értelemben minden tartalom-hozzáférést. Ugyanakkor ne legyen túlságosan bonyolult létrehozni, üzemeltetni, fejleszteni, adjon garantált minőségű szolgáltatást; és ne jelent sen biztonsági kockázatot a felhasználóknak. A megoldás nem lehet vagy vezetékes, vagy mobilhálózat-alapú, hanem csak a kettő együtt. Kell továbbá egy kulcseszköz, amelynek neve még nem alakult ki, legkifejezőbb a Wireless Home Gateway (WHGW). Ebben egy dobozban testesül meg a szélessávú internethozzáférés végberendezése, az otthoni WiFi szabványú rádiós hálózat bázisállomása és az otthoni valamennyi médiaeszköz vezérlője. Elvárás vele kapcsolatban az, hogy bekapcsolás után ismerje fel környezetét, és önmagától állítsa be működését (Plug and Play). További gazdasági érdekesség, hogy a

WHGW a fogyasztó tulajdonában van (a beruházás nem a szolgáltatót terheli), de együttműködik a szolgáltató(k) hálózatával.

A WHGW mint eszköz az otthoni hálózat és a hálózatba kapcsolt más eszközök legyenek távolról menedzselhetők. Az otthoni eszközök a hozzájuk illeszkedő szolgáltatási platformhoz csatlakozzanak alkalmas szolgáltatási osztállyal vagy szolgáltatásminőséggel. Ismerje fel és hangolja össze az eszközök képességeit. Fogja össze az egyes eszközök képességeit, és ezáltal kínáljon jobb integrált otthoni környezetet.

Létre is jött hirtelen egy társaság (Home Gateway Kezdeményezés). A műszaki követelmények teljes készletének definiálását tűzték ki célul, számítva az ipari partnerek támogatására. Jött is azonnal mindenki, aki az érintett ágazatokban valamit számít. Jellemző, hogy közösen dolgoznak a témában a berendezésgyártók, hálózatüzemeltetők, szoftvercégek és a tartalomipar érintettjei.

A felhasználók további alapvető eszköze egy „kételtű” mobiltelefon. Ez azt jelenti, hogy GSM és WiFi hálózatokkal egyaránt tud kommunikálni, és nem a felhasználó utasítja alapvetően, hogy melyik üzemmódban működjön, hanem a készülék maga választja ki a kedvezőbbet. Ezenfelül legyen mód zökkenőmentes hívásátadásra is. A GSM telefonok elkényelmesítettek bennünket. Nem kell törődnünk mozgás közben, hogy mikor vált át egyik hálózati területegységről a másikra. Ha minden rendben van, ezt észre sem vesszük.

A felhasználók fő kommunikációs eszközként használhatják mobilkészülékeiket az alábbi közös előnyökkel, mint egyetlen hívószám, egyetlen telefonkönyv, egyetlen beszéd-üzenet-rögzítő, egyetlen számla, nagy sávszélesség, ami mind egyetlen, állandóan hordoz-

ható berendezésben rendelkezésre áll, még-hozzá előnyös áron. A felhasználók használhatják minden eddigi megszokott szolgáltatásukat az új adatszolgáltatásokkal, üzleti szolgáltatásokkal, oktatási szolgáltatásokkal, szórakoztató szolgáltatásokkal, műsoranyagok letöltésével.

A szolgáltatók egyetlen csomagban kínálhatnak vezetékes és mobilszolgáltatást úgy, hogy a mobilkészülék az előfizető egyetlen telefonja. A „vezetékes” hívás ebben az esetben pusztán azt jelenti, hogy, a WHGW eszköz után már nem GSM hálózaton keresztül továbbítódik az otthonról indított hívás, hanem tipikusan egy internethálózaton.

A „kételtű” mobiltelefonos hozzáférés különösen jól jön nagy, vasbeton falú irodaházakban is, ahol a GSM beltéri lefedettség amúgy is problémás lehet. Mind felhasználói, mind szolgáltatói oldalról jelentős költségek takaríthatók meg ezáltal.

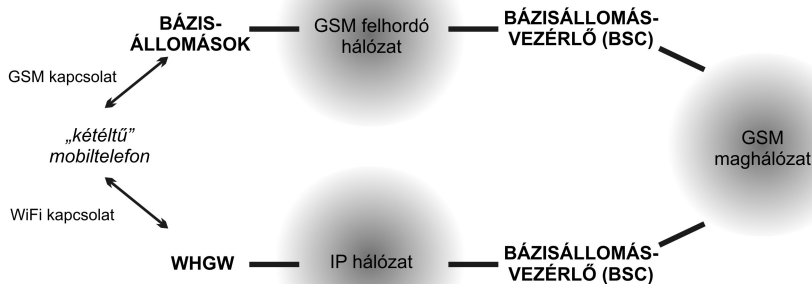
A szabványosító szervezetek a *kételtű hozzáférés* és a fix-mobil konvergencia (FMC) érdekében többféle megoldási javaslatot is kidolgoztak. Ezek az UMA (Unlicensed Mobile Access) és az IMS (IP Multimedia Subsystem) architektúrán alapuló rendszerek.

Az UMA olyan irányú megközelítés, hogy kételtű (dual mode) hozzáféréssel érjük el a GSM hálózat egyazon szolgáltatáscsomagját, míg az IMS olyan nyílt platform mindenféle szolgáltatás elérésére, amelybe minden hálózat belefoglalható. Az UMA mobilszolgáltatóknak kínál egyszeri gyors térnyerést, míg az IMS hosszan fenntartható új szolgáltatásokat ígér valamennyi szolgáltatónak.

2.1. UMA – Gateway-alapú hozzáférési konvergencia

Hagyományos GSM hálózatban a mobilkészülék és a bázisállomás (BSC) között van a rádiós kapcsolat. Itt a BSC egységen keresztül megy a kapcsolat (felhordó hálózat) a GSM maghálózathoz. Hívásátadáskor átmege a felhordó szakasz egyik bázisállomásról a másikra.

A kételtű hozzáférésnél a másik üzemmódban egy IP csatorna vagy virtuális magánhálózat (VPN) az UMA Network Controller (UNC) egységen keresztül jut el a GSM forgalom a GSM gerinchálózathoz az 1. ábra szerint. Az UNC eltávolítja az IP formátumú jelkereteket, és a GSM protokollok szerint továbbítja a forgalmat a GSM gerinchálózathoz. A gerinchálózat ugyanolyannak látja az



1. ábra • UMA alapú hozzáférés.

UNC egységeket, mint a hagyományos BSC egységeket. Így tehát amikor az aktív kételtű készülék átmegy a cellás és WiFi kapcsolatok között, akkor a GSM hálózat belsejéből nézve ez ugyanolyannak látszik, mind egy BSC–BSC hívásátadás.

Az UMA szoros kapcsolata a GSM hálózattal előnyökkel és hátrányokkal is jár. Előny, hogy egy UNC telepítése nem okoz lényeges strukturális változást a GSM hálózatban, ugyanolyan sima ügy, mintha a BSC egységek száma nőne egygel. Mivel a beszédforgalom marad GSM formátumban, a hálózatüzemeltetőnek nem kell az IP hálózat nem szabványos protokolljaihoz esetenként igazodnia.

A hátrányos oldalról nézve, az UMA csak a GSM hálózathoz kapcsolódik. A vezetékes hálózatüzemeltetőknek, VoIP szolgáltatóknak vagy éppen a mobil virtuális hálózatüzemeltetőknek ebből a forgalomból semmi sem jut. Az UMA nem képes kiaknázni az IP telefon megoldások rugalmasságát és költséghatékonyságát, mivel a beszédforgalom azonnal átmegy GSM formátumba. Ha ez az architektúra nagyon elterjed, akkor a mobilhálózat-üzemeltetőnek kezelhetetlenül sok UMA egységet kell telepítenie, és a GSM hálózat nagyon komplikálttá válik.

2.2. IMS – A szerver alapú szolgáltatás konvergencia

Az IMS alapú architektúra képes megvalósítani a konzisztens szolgáltatásnyújtást mindenféle hozzáférési hálózat és végberendezés tekintetében. A hálózatfüggetlenség elérése érdekében az IMS-alapú rendszer a szolgáltatási és vezérlési funkciókat három rétegbe szervezi. A transzportréteg felelős az alapvető hozzáféréstért és átvitelért, a hálózatok együttműködési képességeiért és a biztonságért. A vezérlési réteg kezeli a hívásirányítási funkció-

kat, előfizetői adatbázisokat stb. A szolgáltatási/alkalmazási réteg olyan feladatokért felelős, mint egy IP alközpont, valamint képes például egy beszédkapcsolatot átváltani az IP formátumból a vonalkapcsolt formátumba. Az egyes rétegek közötti kommunikáció olyan szabványokon alapszik, mint például a SIP (Session Initialization Protocol). Ennek a szabványokon alapuló réteges szerkezetnek eredménye az IMS rugalmassága, az új szolgáltatások és alkalmazások rugalmas bevezetése heterogén hálózatokba.

IMS esetén a kételtű hozzáférés és másfajta szolgáltatások vezérlése a szolgáltatási rétegből indul. A hívások folyamatosságáért felelős szerver (VCC) tartja fenn a végpontok közötti összeköttetést az egyes hálózatok eredeti protokolljai szerint a jelzeshálózattal, és a hívások ágait egy alkalmas hálózati csomóponton, a „horgonypontra” hozza össze. A feladat azért összetett, mert minden pillanatban pontos információkkal kell rendelkezni a szervernek minden végberendezés helyéről, állapotáról bármelyik híváságon keresztül. A vezérlési rétegben megvalósított hálózati funkciók szabványos protokollokkal tartanak kapcsolatot az aktív hívások vezérlésére a hálózati csomópontokkal és a végberendezésekkel.

Egy Media Gateway (MGW) mint „horgonypont” segítségével a VCC támogatja ugyanazt a kételtű hozzáférést, mint az UMA, ezenkívül sok más is.

Nézzük példaként a telefonhívást a kételtű mobiltelefon és egy hagyományos vezetékes telefon között a 2. ábra szerint. A hívás kezdeményezésekor a kételtű készülék a GSM hálózathoz csatlakozik. A VCC szerver jelzéseket vált a két hívási ággal, a cellás ág a kételtű telefonig és a vezetékes ágon a vezetékes telefonig. Az ágak találkoznak a hor-

gonyponpon, és ezzel létrejön végponttól végpontig az összeköttetés. Amint a kételtű telefon WiFi lefedettségű területekre ér, a VCC szerver jelzi ezt egy IP hívásnak a telefon és a horgonypont között. A szerver utasítja az MGW egységet, hogy kapcsolódjon az új ág a fennálló kapcsolathoz, és válassza le a GSM ágat. A beszélgetés megszakítás nélkül folytatódhat, mivel a rendszer átadja a kételtű készülék hívását a cellástól a WiFi hozzáférési módra.

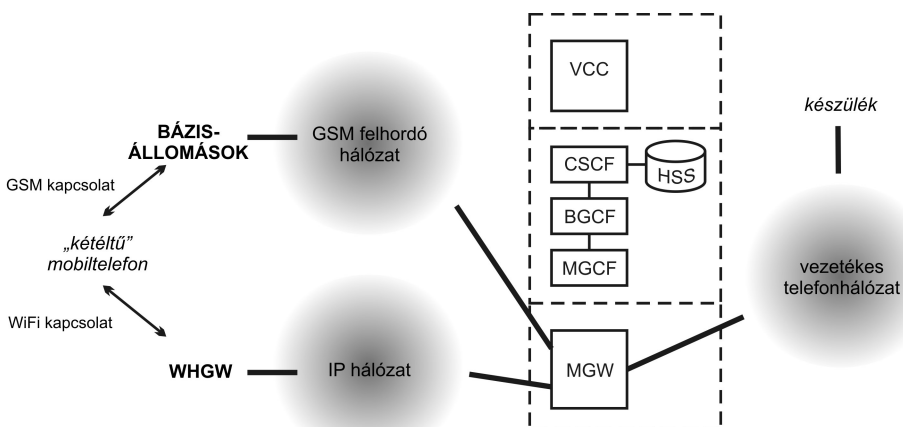
A hálózathoz tartozó nagyobb szolgáltatáskészlet támogatását teszi lehetővé az IMS támogatásával, mint az UMA által támogatott szolgáltatások.

A kételtű telefon, „éltei” közötti hívásátadásokon túlmenően a VCC át tud adni egy folyó hívást egészen más eszköznek is. Például egy felhasználó elkezd egy telefonbeszélgetést az asztali számítógépéről az irodájában, és ezt megszakítás nélkül át tudja adni a mobiltelefonjának, kimehet vele az autójához folyamatosan beszélgetve. A VCC át tudja adni a hívást a legkedvezőbb ágnak: a legolcsóbbnak, a legjobb minőségűnek stb. Mivel

a VCC a hívásirányítást jelzésrendszer segítségével vezérli, tehát a médiaforgalom nem is megy át a VCC szerveren, ezért az IMS eleve kiküszöböli a hálózatterhelési problémákat a vezérlési és szolgáltatási rétegben.

Az IMS a rétegzett felépítéséből fakadóan lehetővé teszi a felhasználóknak konzisztens szolgáltatások elérését bármilyen típusú végberendezésről akár vezetékesről, akár rádiósról, akár időosztásos átvitelnél, akár IP alapú átvitelnél. Továbbá teljesen szabadon lehet keverni és összeilleszteni különféle médiumokat, például beszédet, adatot, mozgóképet. Mivel el van választva a hálózati átviteli technológiáktól, az IMS elősegíti újdon-ságok gyors bevezetését, és ezzel megerem-ti az új konvergáló multimédia-szolgáltatá-sok alapjait.

Kétségtelen, hogy az IMS sokkal összetet-tebb, mint az UMA. Teljes formájában a szolgáltatónak új hálózatiirányítási rendszert kell bevezetnie. Még nem szükséges egysze-re mindenütt bevezetni az IMS architektúrát. Számos IMS alkalmazási platform jól együtt él korábban telepített VoIP rendszerekkel.



2. ábra • IMS alapú hozzáférés

3. *Néhány példa a rendszer használhatóságára*

A WHGW eszközön keresztül nemcsak elérhető a mobiltelefon, a médiaeszközök számára a médiatartalmak, hanem rugalmas és intelligens vezérlési, ellenőrzési feladatok is végrehajthatók. Például valaki elmegy síelni. Nagyon rossz az idő. Ráér. Ezért felhívja mobiltelefonjával a WHGW hálózatot, és utasítja a DVD felvevőt, hogy rögzítse az otthoni helyi tv-híradó műsorát. Később észébe jut, hogy mely zeneszámaint hallgatná szívesen, ezért lekéri mobiltelefonjára a kedvenc MP3 fájlokat. Az idő tovább romlik. Nem érdemes maradnia. Elindul haza három nappal korábban. Mivel 16 fokos hőmérsékletet programozott be a távollét idejére, ezért hívnia kell a WHGW eszközt, hogy hazaérkezéére álljon be az igazán komfortos 20 fok a lakásban.

Egy további alkalmazási példával megvilágítva: egy környezettudatos üzletember utazik munkába vonaton kora reggel. Útközben nézi a mobiltelefonján azt a filmet, amit otthon a nappaliban kezdett el a tv-n előző este, mégpedig pont onnan, ahol előző nap abbahagyta, mert elálmosodott, és lefeküdt. Eközben érkezik egy hívása. Eldöntheti, hogy megállítja a filmet és fogadja a hívást, vagy inkább tovább mozizik, és üzenetrögzítőre küldi a hívást.

A felhasználói szokások és a kedvelt elektronikai eszközök köre megváltozik. Megnőtt az étvágy a digitális tartalmak fogyasztása iránt, azaz a zenei felvételek, filmek, tévéprogramok, játékok megszerzésére. A legkedveltebb fogyasztói eszközzé a személyi számítógép vált, de egy új hullám a mobil, kézben tartható eszközöket hozza előtérbe mint hordozható médialejátszókat, azzal együtt, hogy a hordozható végpontig lenyúló online tartal-

omszerzési lehetőség még fokozza a fogyasztást. A fogyasztók élvezni akarják azt az élményt, hogy új tartalmat találhatnak és fogyaszthatnak bárhol, bármikor, de ugyanúgy igényük az otthoni kedvencekhez hozzáférés bárhol, bármikor.

Ez megváltoztatja az emberek viszonyát az internethez is. Alapvetően az internet lehet passzív vagy aktív tartalomhozzáférési csatorna. Mostanáig a legtöbb felhasználó tartalmat töltött le a passzív internetcsatornáról. Kulcsszavak alapján keresett, talált valamilyen tartalmat, letöltötte, és mindezt íróasztalnál ülve a személyi számítógépen tette. Újabban egyre több fogyasztó aktívan kiszolgált internetélményt akar személyes preferenciáin alapulva. Csatlakozik *online* közösségekhez, olyan jellegű tartalmakat keres, amely az életstílusához, érdeklődéséhez, kedvteléseivel közvetlenül kapcsolódik. Amikor a hálózathoz kapcsolódik, akkor elvárja, hogy a személyéhez illeszkedő gazdag multimédia-tartalom már várja és kínálja magát, még hozzá valamennyi erre alkalmas fix helyű vagy hordozható hozzáférési eszközön.

Többé már nem lehet elérni a fogyasztók teljes megelégedettségét otthon üléshez kötött és kereső-letöltő folyamattal megszerezhető tartalmakkal.

4. *Összegzés*

A fejlődési irányok szerencsésen összetalálkoznak. Kialakulnak a szabványos rendszerelemek. A hálózati kulcselemek a „kételtű” mobiltelefonok és a WHGW eszközök. A szolgáltatási lehetőségek megsokszorozódnak. A tarifák a felhasználók szempontjából kedvezően alakulhatnak.

Kulcsszavak: *konvergencia, IMS, lakáshálózat, mobiltelefon, WiFi, WHGW*

IRODALOM

honlap1 http://www.homegatewayinitiative.org/public/docs/HGI_white_paper.pdf

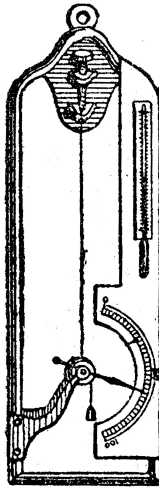
honlap2 http://www.homegatewayinitiative.org/public/HGI_V1.o.pdf

honlap3 http://broadband.motorola.com/ips/Fixed_Mobile_Convergence.html

honlap5 http://panasonic.co.jp/corp/news/official_data/data.dir/en030716-3/en030716-3.html

honlap4 http://www.sktelecom.com/eng/services/service_inside/digital_home/index.html

Steuer, Frank et al. (2005): *Seamless Mobility over Broadband Wireless Networks*. <http://www.eurasip.org/content/Eusipco/IST05/papers/534.pdf>



MŰHOLDAS SZOLGÁLTATÁSOK

Nagy Lajos

a műszaki tudomány kandidátusa, PhD, egyetemi docens
BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék
nagy@mht.bme.hu

Farkasvölgyi Andrea

PhD-hallgató, BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék
farkasvolgyi@mht.bme.hu

Cikkünkben jellegzetes példákat mutatunk be a jelenleg működő műholdas szolgáltatások közül. Részletesen tárgyaljuk a kutató (távérzékelő és kutató műholdak), navigációs (NAVSTAR/NASA, Galileo/ESA, Glonassz/USSR) és hírközlő műholdas rendszereket (mobil- és VSAT rendszerek, DVB-S rendszerek).

1. Bevezetés

A műholdas szolgáltatások a földi rendszereket kiegészítő, gyakran helyettesítő szolgáltatások, mely rendszereknél az átjátszó pont szerepét mindig egy Föld körüli pályán keringő műhold tölti be. A műholdon keresztüli szolgáltatásokat három nagy csoportba soroljuk. (1) Kutató műholdrendszerek, e hálózatok magukban foglalják a LEO (Low Earth Orbit, pályamagasság 200–2000 km) és GEO (Geostationary Earth Orbit, pályamagasság 36 ezer km) pályás távérzékelő és kutató műholdakat. (2) Navigációs rendszerek, melyek közül a legismertebb az eredetileg katonai NAVSTAR rendszer, mely mára széles körben használt helymeghatározó rendszerré vált. (3) Hírközlés: talán a legismertebb mű-

holdas szolgáltatások a műsorszóró műholdak rendszere (BSS, például: EUTELSAT és ASTRA holdak), valamint a fix (EUTELSAT, INTELSAT, VSAT) és mobil (műholdas telefonszolgáltatások, például: IRIDIUM, INMARSAT-BGAN) távközlési műholdak és műholdrendszerek (Gödör, 2005).

2. Kutatás

Távérzékelő és kutató műholdak

Napjaink fontos és nagy hangsúlyt kapott kérdése a Föld mint élő bolygó állapotának megóvása, illetve a változások (pusztulás és pusztítás) mértékének nyomon követése (például az esőerdők irtása), valamint a környezet továbbromlásának megakadályozása. A másik hasonlóan fontos feladat a természeti katasztrófák jelzése, monitorozása. Ehhez nyújtanak felbecsülhetetlen segítséget a kutató, a megfigyelő és meteorológiai műholdak által szolgáltatott adatok.

Mind a változások nyomon követésének, mind az előrejelzési módszerek tökéletesítésének alapvető feltétele a Föld mint komplex rendszer működésének megismerése, a globális rendszer megfigyelése és tanulmányozása.

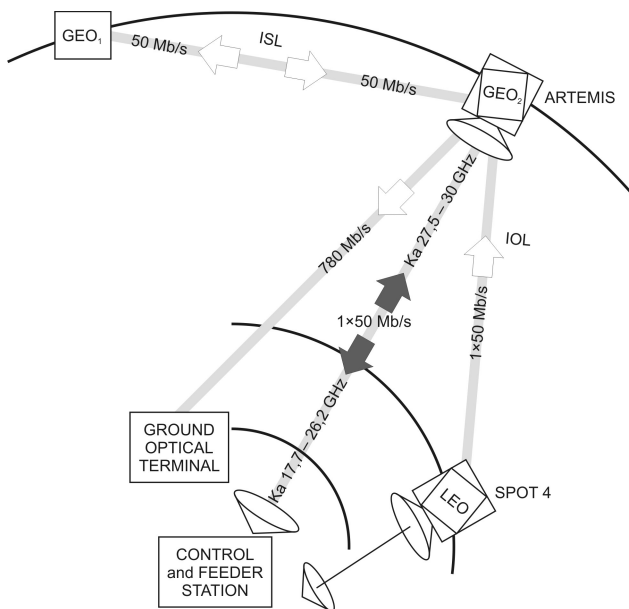
E célt szolgálják a Föld körül keringő, a Földet és környezetét megfigyelő kutató és megfigyelőholdak.

Óriási igény van a számos megfigyelőhold által szolgáltatott mérési adatok alapján hozott következtetésekre, előrejelzésekre. A mérési adatok alapján pontos képet kapunk a Föld felszínének (szárazföld, tenger, krioszféra), bioszféra, valamint a Földet körülvevő légkör (atmoszféra) pillanatnyi állapotáról, változásának tendenciájáról.

A mérési elvet tekintve passzív és aktív (lokációs elven alapuló) mérési és képalkotási módszereket alkalmaznak.

A megfigyelőholdak pályamagassága, kevés kivétellel, 700–1500 km (LEO) között fluktuál. A megfigyelőholdak napszinkron pályán keringenek (poláris, körpálya, inklináció $\sim 98^\circ$), ahol a napszinkron pálya hajlásszöge a Naphoz képest konstans. A holdak a

pálya alatt elforduló Föld relatív mozgása következtében folyamatosan pásztázzák a földfelszínt. A mérések 24 óráskak, folytonos üzeműek, következésképpen folytonosan nagy mennyiségű adatinformáció lesugárzására van szükség. Problémát jelent, hogy az alacsony pályás holdakat egy preferált földi pontról csak ritkán és rövid ideig lehet láthatni, jellemzően naponta 10–16 alkalommal körülbelül 10–15 percig. A folytonos adatcsere külső „átjátszóállomás” beiktatásával valósítható meg. Ez az átjátszóállomás nem más, mint egy e célra kifejlesztett és pályára állított GEO pályás műhold, az ARTEMIS. Különlegessége, hogy három különböző frekvenciasávban képes kommunikálni: S-sáv (2 GHz), Ka-sáv (20/30 GHz) és optikai sávban (860 nm). Számos mérőműhold használja adatcsere alkalmazáival az IOL-t (Inter Orbital Link), ami a LEO és GEO pályákat köti össze. Az



1. ábra • IOL és ISL (Inter Satellite Link) alkalmazása mérő műholdak adatcseréje során

	ENVISAT	SPOT-4	CryoSat
Misszió időtartama	2002 / 8 év	1998 / 10 év	2005 / 3,5 év
Pályamagasság	800 km	820 km	717 km
Pálya inklinációja	98,55°	98,8°	92°
Keringési idő	100,6 perc	101,5 perc	97 perc
Ismétlő ciklus ideje	35 nap	24 nap	30 nap
Kommunikációs csatorna	S / X / Ka	L / X sáv, 847 / 810 nm	S / X sáv
Misszió célja	Klíma, atmoszféra, meteorológia, vegetáció, óceán, hidro- lógia, jégsapka, mélyréteg- megfigyelés	Vegetáció, atmoszféra, klorofill koncentrációmérés	Sarkkör, jégsapka megfigyelés kutatás
Alkalmazott mérési módszerek	optika, SAR	optika	SAR, doppler, lézer

1. táblázat • Az ESA által üzemeltetett megfigyelőholdak jellemző adatai

adatok lejuttatása a földi vevőpontra két ugrással valósul meg. Első ütemben a mérőhold felsugározza az adatokat a GEO pályán keringő ARTEMIS holdra, a megfigyelőholdtól függően vagy RF, vagy optikai összeköttetésen. Második ütemben az ARTEMIS visszacsugározza az adatokat a földi vevőpontra. A rendszert az 1. ábra szemlélteti. (ESA, 2006)

Az 1. táblázatban a teljesség igénye nélkül, néhány ESA (European Space Agency) által épített, pályára állított és üzemeltetett megfigyelőhold jellemző adata található.

A meteorológiai megfigyelő műholdak nem kizárólag alacsony pályán keringenek. Számos időjárási műholdat telepítenek GEO pályára. Ilyen műholdcsalád a METEOSAT (EU, ESA), MTSAT (JPN), SICH (USSR, CIS), GOES (US). Jellemző adataik: pályamagasság ~36 000 km, inklináció ~ 0–4,5°, keringési idő ~24 h (honlap1), (honlap2).

3. Navigáció

Navigációs rendszerek

A legismertebb helymeghatározó rendszer, melyet a világ GPS (Global Position System) rendszerként azonosít, az Egyesült Államok védelmi minisztériuma által létesített NAVSTAR rendszer. A mai napig, bár mind orosz (GLONASSZ), mind európai (ESA, GALILEO) kísérletek vannak, az egyetlen teljes, az egész világon használható globális helyzetmeghatározó rendszer a NAVSTAR (Pap, 2003), (Ádám et al., 2004).

A helyzetmeghatározó rendszer is három szegmensből épül fel: űrszegmens, a földi állomások rendszere, földi vevőegységek.

Űrszegmens:

A NAVSTAR rendszer 24 műholdja (21 aktív, 3 tartalék) 20 200 km magasan (MEO, Medium Earth Orbit) hat pályán helyezkedik

el, melyek inklinációja 55° . A mérés alapját adó pontos időt a minden holdon üzemelő két nagystabilitású rubídium és szintén két cézium atom frekvencia etalon adja (pontoságuk $10^{-13} - 10^{-14}$).

Földi állomások rendszere:

A rendszer lelkét az öt vezérlő és követő állomás (Master Controll) adja. Mindegyikük az Egyenlítő mentén körben, egyenletesen helyezkedik el, kivétel nélkül katonai bázisok, melyek az Egyesült Államok tulajdonában vannak. E helyek adják a helymeghatározáshoz szükséges fix pontokat, feladatuk, hogy folytonosan ellátják a holdakat számolt és becsült pálya- és pozícióadatokkal, hibakorrekciós adatokkal, valamint folytonosan szinkronizálják a holdak órát. A műholdak ezen adatokat folyamatosan lesugározzák a vevőegységeknek.

Helymeghatározás:

Ha három referenciaponttól (például három műhold) ismerjük a vevő távolságát, akkor számítható a vevő pontos helye. A távolságmérés rendszerben alkalmazott módja a jelterjedési idő mérése. A műhold mint referenciapontból kisugárzott jelnek a vételi pontban számítható a futási ideje, és a megfelelően pontosan meghatározott jelterjedési sebességgel számítható a két pont távolsága.

A vevőegységeknek egyszerre legalább négy holdat kell látniuk. Ebből a legerősebb három hold jelét felhasználva határozzák meg az egység helyzetét. A mérés elve, hogy a korrekciós adatok alapján, rendre megállapítja az egység távolságát a három holdtól. A három pszeudótávolság három gömböt jelöl ki, e gömbök középpontjában a három műhold van, a gömbök (alsó) metszéspontjában pedig a vevőegység. A mérés eredménye egy igen nehezen értelmezhető adat, mely egy földközéppontú koordinátarendszerben

adódó x,y,z vektor. Ezt számítja át a vevőegység hosszúsági, szélességi és magassági koordinátákra.

Alkalmazások:

- Helymeghatározás (polgári, katonai, repülés, hajózás)
- Térképészet, geodéták
- Térinformatika (lokális utcahálózat, utcafront alatti vezetékhálózat)
- Földkéreg mozgásának vizsgálata (fix pontokhoz képest)
- Mezőgazdasági alkalmazások
- Pontosidő-szolgáltatás (például: tévétársaságok)
- Nagy pontosságú frekvenciaetalon

4. Hírközlés

4.1. Mobilszolgáltatások

(MSS – Mobile Satellite System)

A műholdas szolgáltatások második nagy szelete a mobiladat- és mobiltelefon-szolgáltatás. A gyakorlatilag az egész Földet lefedő GSM szolgáltatások korábban reális kérdésként merül fel a műholdon keresztül szolgáltatott telefon vagy akár internet szükségessége. Ám a mind szélesebb szolgáltatásokat nyújtó, egyre terjeszkedő rendszerek rácafolnak a várakozásokra. Az MSS rendszer előnye, hogy a rendszert igénybe véve a világon bárhol kezdeményezhetünk telefonbeszélgetést és fogadhatunk hívást (háborús vagy természeti katasztrófával sújtott övezetben a földfelszíni rádiós és vezetékes hírközlés összeomlása esetén is) (Pap, 2003; honlap3; honlap 4).

Alapvetően kétféle műholdas telefonszolgáltatást különböztetünk meg.

(1) Az alacsony pályás vagy *LEO* szolgáltatók közé tartoznak az *IRIDIUM* és *GLOBALSTAR* rendszerek. Általános jellemzőjük, hogy a bázisállomások szerepét betöltő

műholdak LEO (700–1500 km) pályán keringenek. LEO pályán kb. 40–80 közötti holdszám biztosítja a teljes lefedettséget. A földfelszín teljes lefedését biztosító holdszám csökken, ha a rendszert magasabb pályán üzemeltetik. Mindkét rendszer keskenysávú adatátvitelre alkalmas (tipikusan adat és hang), nem lehetséges az igény szerinti sávszélesség biztosítása (tipikusan 200 kHz-es csatornák állnak rendelkezésre, melyek nem egyeshetőek).

(2) A GEO pályás átjátszókkal rendelkező műholdas telefonszolgáltatók (INMARSAT, THURAYA) már szélesebb körű szolgáltatást nyújtanak. Az általános telefon és adatátvitel mellett, nagy sávszélességű internet-, illetve Data Streaming szolgáltatás is igénybe vehető, az új szolgáltatást nyújtó rendszer neve BGAN (Broadband Global Area Network).

Természetesen a LEO és a GEO holdakkal megvalósított rendszereknek is vannak előnyei és hátrányai.

Tekintsük először az alacsonypályás (LEO) rendszereket. Lényeges pozitívum, hogy bár a csatorna tartalmaz minimum egy műholdas összeköttetést, valamint tartalmazhat néhány ISL-et, mégsem nő meg zavaró mértékben a jel késleltetése. Műholdas összeköttetés miatt a késleltetés növekedés maximum ~ 6 –10 ms. A GLOBALSTAR és az IRIDIUM rendszer közötti különbség abban áll, hogy a GLOBALSTAR mindig szigorúan egyetlen műholdas összeköttetést épít be a csatornába, így a holdhoz legközelebbi földi vevőpontra sugározza a vett jelet, utána a földi (terrestrial) hálózaton jut el a jel a hívott félhez. Az IRIDIUM rendszer mindig a hívott félhez legközelebbi bázisra sugározza a jelet, odáig pedig az IRIDIUM holdak közötti ISL-eket használja, ez csökkenti a jelkésleltetést (ennek feltétele a fedélzeti jelfeldolgo-

zás). Hátrányuk, hogy gondoskodni kell a folytonos holdváltásról úgy, hogy közben az adatvesztés minimális legyen. A szolgáltató szempontjából megnézve a rendszert, 40–80 hold LEO pályára állítása hatalmas kockázattal jár, és hosszú időt vesz igénybe (egy fellövással maximum négy hold vihető fel).

Hasonló szempontok alapján a GEO pályás átjátszót alkalmazó rendszerek esetén a felszín maximális lefedéséhez elegendő három, egymással 120°-os szöget bezáró műhold. Természetesen a holdak pályára állítása drágább, hiszen ötvenszer távolabb vannak. A rendszer kiküszöbölhetetlen hátránya, hogy a sarkok (az északi szélességi körtől északra, valamint déli szélességi körtől délre) egyáltalán nem látszanak. Előnye, hogy nem kell kezelni a holdváltást, és igény szerinti sávszélesség biztosítható. A GEO holdon keresztül felépített telefonvonalnál már zavaró lehet a műholdas összeköttetés miatt beépülő plusz < 250 ms késleltetés. Mindkét GEO rendszer jellemzője, hogy amint a telefon bármilyen GSM rendszerrel fel tudja venni a kapcsolatot, attól kezdve azon kommunikál, és nem használja a műholdas összeköttetést. A 2. táblázat a négy mobilrendszer jellemző tulajdonságait foglalja össze.

4.2. VSAT (Very Small Aperture Terminal) rendszerek (FSS – Fix Satellite Service)

Az első kereskedelmi, globális műholdas telefon- és videojel-átvitelt 1964-ben az INTELSAT rendszer valósította meg. A rendszer az átvitt információt típusától és a forgalomtól függően a különböző típusú földi állomások rendszerével oldotta meg, mely igen széles választékot jelentett a hírközlés piacán (IBS – International Business Systems). Ezt a típusú összeköttetést VSAT rendszernek nevezik, mely az EUTELSAT és INTELSAT holda-

	IRIDIUM	GLOBALSTAR	INMARSAT/ BGAN GEO	THURAYA/ BGAN GEO
Pálya	LEO	LEO	GEO	GEO
Pályamagasság/ inklináció	780 km 86,4°	1412 km 52°	~36 000 km 2,75°	~36 000 km 3,1°
Műholdak száma	66 hold / 6 pálya	48 hold / 8 pálya	4 hold	2 hold
Alkalmazott nyalábtípus	Spot nyaláb (48/hold)	Global nyaláb	Global / Spot nyaláb (200/hold)	Spot nyaláb (300/hold)
Alkalmazott frekvenciasávok	L, Ka	L, Ku	L, Ku	L, Ku
Szolgáltatások	hang (2,4 kbps), adat / ISP (2,4 kbps)	hang (9,6 kbps), adat (9,6 kbps)	hang/VoIP (4 kbps), ISDN (64kbps), IP (492 kbps)	hang (9,6 kbps), adat (9,6 kbps), fax (9,6 kbps), IP (144 kbps),

2. táblázat • Mobiltelefon-szolgáltatást nyújtó műholdrendszerek jellemző adatai

kat használja. Ma már talán furcsán hangzik a név, miszerint nagyon kis földi antennájú terminál, ám az akkor használt hatalmas méretű földi terminálokhoz képest óriási fejlődés volt az akár 1,2–1,8 m átmérőjű paraboloid reflektorok alkalmazása. Az elmúlt negyedszázad alatt a rendszer íves pályát futtatt be, ám még ma is igen kedvelt kommunikációs rendszer. Két különböző felhasználási területen népszerű: egyrészt nagyvállalatok alkalmazzák a belső kommunikáció lebonyolítására; másrészt ritkán lakott területeken ilyen lakossági rendszerekkel helyettesítik a kábeltvét, rádió-, telefon- és internet-hálózatot (főleg az USA-ban).

Minden VSAT hálózat jellemzője, hogy zárt rendszert alkot, ami nagy kommunikációs adatbiztonságot tesz lehetővé (nagyvállalatok esetén ez elengedhetetlen).

A rendszer felépítése:

Minden VSAT rendszer két alapvető egységből áll: egyrészt a mindig GEO műholdon

lévő átjátszó(k)ból, másrészt a földi egységekből (VSAT terminálok, HUB), melyek függetlenül a felhasználástól mindig professzionális kivitelűek.

Ha a rendszer csak a műholdat és a VSAT terminálokat tartalmazza, *hálóstruktúráról* beszélünk. Akkor alkalmazzák, ha kisszámú terminál kommunikál egymással, ugyanis nagy a sávzélességigénye. Ennek oka, hogy rendszerfigyelő és vezérlőegység (HUB) hiánya miatt az ütközések elkerülése végett minden felhasználó között előre definiált frekvenciájú összeköttetésnek kell rendelkezésre állnia (hat terminál esetén ez 30 deklarált csatorna). Előnye, hogy nincs szükség a HUB üzemeltetésére; másrészt bármely felhasználó bármikor tud bármelyik másik terminállal kommunikálni (nincs sorban állás).

Csillagtopológia esetén az alternatívák száma nagyon nagy. A rendszer lelke egy nagykapacitású központi vezérlőegység, a HUB. Alapvető funkciója a teljes rendszer

felügyelete: az adatforgalom irányítása és figyelése; frekvencia és időrések kiosztása; hálózat- és rendszerállapot figyelése; VSAT terminálok, hálózati interfészek és műholdcsatornák törlése vagy hozzáadása; hálózatrészek tiltása vagy engedélyezése. Minden adat áthalad a HUB-on, ennek következtében az adó és a vevő között mindig két műholdas összeköttetés van. (Maral, 1995)

4.3. DVB-S szolgáltatások (BSS – Broadcast Satellite Service)

A VSAT rendszerekhez nagyon hasonlóak, de legtöbb esetben csak egyirányú kommunikációt tesznek lehetővé a különböző DVB-S (Digital Video Broadcast via Satellite) rendszerek. Ezek talán a legismertebb, nem telepítési engedélyhez kötött műholdas szolgáltatások. A szolgáltatás alapját a GEO műholdról lesugárzott és szabadon vehető *broadcast* adások adják. A vett jel kiindulópontja egy nagyteljesítményű, földi feladó állomás (HUB), ahová a különböző tévé- és rádiócsatornák érkeznek. A csatornákat modulálják, erősítik, multiplexálják és keverik, majd a nagyfrekvenciás jelet felsugározzák a műholdra. Manapság a műholdról vehető adások legnagyobb része digitális, ám még néhány évig biztosan foghatunk analóg tévé- és rádiócsatornákat is. A digitalizálás és a hatékony jeltömörítés hatására (MPEG2) egy tévécsatorna sáv szélességigénye a hatoda az azonos minőségű analóg adásénak. Ennek eredményeként egy transzponderen (például: $B_{RF}=36$ MHz) átvihető legalább hat tévé- és négy-öt rádiócsatorna.

A számos DVB-S szolgáltatás közül csupán kettőt említünk.

Egyre népszerűbbek a néhány éve indult HDTV (High Definition TV) szolgáltatások. A kifejezetten nagyfelbontású házimozirendszerek képernyői számára sugárzott adások általános jellemzője az egyetlen 36 MHz-es

transzpondert teljesen kitöltő digitális jel egyetlen magas minőségű csatornát foglal magában.

Talán említést érdemel még a nem professzionális GEO műholdon keresztül sugárzott „2-way Internet” szolgáltatás. A szolgáltatás előnye, hogy az eddigi műholdas internet szolgáltatásokkal ellentétben nem igényel földi visszirányt, mivel az internetkommunikációhoz elengedhetetlen visszirányú csatorna szintén műholdon keresztül valósul meg, de a vételi Ku sávól elválasztva Ka (uplink 26/30 GHz, downlink 18/19 GHz) sávon (Gödör, 2005; EBU-Tech 3312, 2006; Dennis, 2001).

A műholdas hírközlés és műsorszórás területén tanszékünkön (Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék) számos kutatási téma folyik. Megemlítjük, hogy tanszékünk, dr. Frigyes István egyetemi tanár vezetésével, magyar részről tagja a SatNex (Satellite Communications Network of Excellence) hálózatnak. A tanszéki kutatómunkák a digitális műholdas kommunikáció témaköréhez kapcsolódnak. Ezenfelül dr. Nagy Lajos egyetemi docens vezetésével kutatások folynak *satellite-to-indoor* rádiócsatorna-szimuláció témakörben (honlap), (Farkas – Nagy, 2000).

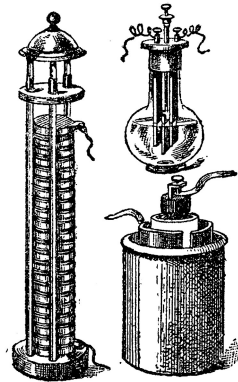
Köszönetünket fejezzük ki dr. Gödör Évának, a Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék adjunktusának, a dolgozat megírásához nyújtott segítségével és szakmai támogatásért.

Jelen anyag elkészítését a Mobil Innovációs Központ (MIK) támogatta.

Kulcsszavak: *ENVISAT, SPOT-4, CryoSat, IOL, ISL, NAVSTAR, GALILEO, IRIDIUM, GLOBALSTAR, INMARSAT/BGAN, Thuraya, DVB-S/HD, 2-way INTERNET, SatNex*

IRODALOM

- Almár Iván – Both E. – Horváth A. – Szabó Á. (1996): *Űrtan. SH Atlasz*. Springer Hungarica, Budapest
- Ádám József – Bányai L. – Borza T. (2004): *Műholdas helymeghatározás*. Műegyetem, Budapest
- Dennis, Roddy (2001): *Satellite Communications*. Third Edition. MacGraw Hill
- EBU-Tech 3312 (2006): *Digital Terrestrial HDTV Broadcasting in Europe*. Genua, February 2006
- ESA (2006): *The Changing Earth*. ESA SP-1304, July 2006
- Farkas Lóránt – Nagy Lajos (2000): *Satellite-to-Indoor Radio Wave Propagation Channel Simulation. First Results - The Polarization Characteristics of the Indoor Wave Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2000*. PIMRC 2000. The 11th IEEE International Symposium on Volume 2, 18-21 Sept. 2000. Page(s): 923-927.
- Gödör Éva (2005): *Jegyzetek a „Műholdas és Mobil Távközlés” tárgyhoz*. Szélessávú Hírközlés Tanszék, Bp.
- honlap1 http://directory.eoportal.org/pres_ARTEMISAdvancedRelayandTechnologyMissionSatellite.html
- honlap2 http://directory.eoportal.org/pres_SPOT4.html
- honlap3 <http://www.globalstarusa.com/en/>
- honlap4 <http://broadband.inmarsat.com/>
- honlap5 <http://www.satnexus.org>
- Maral, Gérard (1995): *VSAT Networks*. John Wiley & Sons, 4-80.
- Pap László (2003): *A technika új csodája: a globális helymeghatározás*. Mindentudás Egyeteme



RÁDIÓFREKVENCIÁS AZONOSÍTÁS ÉS BIZTONSÁG

Sziklai Péter

kandidátus, egyetemi docens
ELTE Számítógéptudományi Tanszék,
ELTECRYPT – sziklai@cs.elte.hu

Nagy Dániel

PhD,
ELTE Számítógéptudományi Tanszék,
ELTECRYPT – nagydani@epointssystem.org

Ligeti Péter

kutató, ELTE Számítógéptudományi Tanszék, ELTECRYPT
MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet
turul@cs.elte.hu

1. Bevezetés

Rádiófrekvenciás azonosítás (RFID) alatt legáltalánosabban olyan rádiófrekvenciás (RF) kommunikációt értünk, amelynek elsődleges célja a kommunikációban résztvevők legalább egyikének azonosítása (IDentifikálása), illetve bizonyos tulajdonságainak megállapítása. Tipikusan kisméretű, olcsó adóvevők (*bélyeg*, angol szóval *tag*) az azonosítás tárgyai.

A rádiófrekvenciás azonosítás első alkalmazása a Brit Királyi Légierő IFF (identification: friend or foe, azonosítás: barát vagy ellenség) adóvevője volt 1939-ben (s végig a második világháború folyamán), azaz egy tipikus biztonsági alkalmazás (Landt, 2001). Ahogy a kapcsolódó technológiák egyre olcsóbbak és elérhetőbbek lesznek, egyre több polgári alkalmazás jelenik meg a katonaiak mellett: beléptetés (itt embereket vagy járműveket azonosítunk), logisztika (itt árukat, csomagokat és járműveket akarunk azonosítani), fizetés (itt pedig fizetési ígéreteket) és egyebek. Mindezeknél szintén felmerülnek biztonsági szempontok, amelyeket kezelni kell.

A rádiófrekvenciás azonosításnál egy objektumhoz hely- és időkoordinátákat rendelünk. Nagy mennyiségű, ilyen jellegű információ tömeg valós idejű feldolgozása csak jól kiépített infokommunikációs hálózatok révén lehetséges.

Ebben a cikkben betekintést nyújtunk az RFID technológia biztonsági vonatkozásaiba, bemutatjuk a biztonsági tervezés feladatát és alapfogalmait. Magyarországon RFID biztonsággal kapcsolatos alkalmazott kutatással az ELTE TTK Számítógéptudományi Tanszéken működő ELTECRYPT kriptográfiai kutatócsoport foglalkozik, mely jelentős támogatást élvez az Egyetemi Távközlési és Informatikai Központtól, valamint a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivaltaltól.

2. Mi a biztonság?

A *biztonság* mindig valamilyen érdekelletét kontextusában merül fel, ún. *fenyegetésekkel* kapcsolatban. A fenyegetés lehetőség olyan (aktív) cselekedetre valamilyen ellenfél részéről, amely neki hasznot, a vizsgált rendszernek pedig kárt okoz. A megvalósult fenyegetést

támadásnak, végrehajtóját pedig *támadónak* nevezzük. A támadó szemszögéből a támadásnak van valamilyen (várható) költsége és (várható) haszna. A támadót biztonsági tervezéskor racionálisnak feltételezzük, azaz arra számítunk, hogy költségeit minimalizálni, hasznát pedig maximalizálni próbálja a rendelkezésre álló információ alapján. A racionális szereplők viselkedésével a közgazdaságtan és a játékelmélet tudománya foglalkozik, ezért ezek elengedhetetlenek eszközeink biztonsági problémájának vizsgálatakor.

A támadó költségei és nyereségei tipikusan nem azonos formában merülnek fel, és gyakran nem is egydimenziós mennyiségek, de a matematikai közgazdaságtan egyik alapösszefüggése, a *Debreu-lemma* (Debreu, 1954) értelmében általában találunk olyan függvényt, amely egyetlen valós számmal reprezentálja a támadó költségeit és nyereségét olyan módon, hogy az a nagyobb számot előnyben részesíti a kisebb számmal szemben, s negatív haszon esetén nem áll érdekében végrehajtani a támadást. A cikk további részében ezért minden költséget és hasznot összehasonlítható, pénzben kifejezhető valós értéként fogunk kezelni.

Biztonsági (más szóval védelmi) intézkedésnek nevezzük mindazt, ami a támadás költségeit növeli. Ezek két nagy csoportba oszthatók: a *proaktív biztonsági intézkedések* a támadás végrehajtásához szükséges erőforrások növelésével rónak költségeket a támadóra, a *reaktív biztonsági intézkedések* pedig a támadás végrehajtása miatt okoznak kárt a támadónak. Mint látni fogjuk, RFID technológiák mindkét fajta biztonsági intézkedés megvalósításához eredményesen alkalmazhatók. Egy biztonsági rendszer (biztonsági intézkedések összessége) akkor sikeres, ha megakadályozza, hogy a fenyegetésből támadás legyen.

3. A biztonsági matematika eszköztára

Biztonsági rendszerek tervezésekor általában az algebra, a bonyolultságelmélet, a számelmélet és a valószínűségszámítás eredményeit használhatjuk. Egy rendszer vagy annak egy részének biztonsága általában egy probléma vélt nehézségén, vagy valamely algebrai művelet megfordításának nehézségén múlik.

Egy rendszer biztonságának bizonyításának tipikus módszere, hogy belátjuk, hogy amennyiben a támadó képes sikeres támadást intézni a rendszer ellen, akkor képes megoldani egy nehéznek vélt matematikai problémát, például tetszőleges nagy összetett szám prímtényezőit meghatározni, vagy meg tud fordítani egy *egyirányú* függvényt. Az egyik legszélesebb körben használt kriptográfiai eljárás, az RSA rendszer biztonsága is számelméleti alapokon nyugszik, jelesül, ha fel tudunk törni RSA alapú rendszereket, akkor tetszőleges számnak meg tudjuk határozni az Euler-függvényét, ami hasonló nehézségű, mint megadni a prímtényezőös felbontását.

Az algebrai módszerek közül kiemelendő a diszkrét logaritmus probléma: adott egy *csoport* és annak egy *generátoreleme* úgy, hogy a csoportban gyorsan tudjunk hatványozni, viszont tetszőleges csoportelemről ne lehessen belátható időn belül eldönteni, hogy a generátorelemnek hányadik hatványa. A csoport többnyire egy véges test multiplikatív csoportja szokott lenni. Újabban egyre inkább elterjed az elliptikus görbéken alapuló kriptográfia, ahol a csoportunk egy *véges test* felett értelmezett görbe pontjain van értelmezve. Az ilyen rendszerek implementálása ugyan nem könnyű, és meglehetősen bonyolult matematikai apparátust használ, viszont sokkal kisebb kulcsméret mellett ugyanakkora biztonságot garantál, mint, mondjuk, az RSA.

4. Az RFID és a biztonság

A rádiófrekvenciás azonosító rendszereknek általában három fő építőkövük van: az adóvevők (*bélyegek*), a leolvasók, valamint ez utóbbiakkal összeköttetésben lévő feldolgozó szerverek. A bélyegek valójában kisméretű, antennával ellátott mikrocsipek, melyek az olvasótól érkező kérdésre küldenek valamilyen választ. Ezt az olvasó továbbítja a feldolgozó szervernek. A legtöbb esetben ez mindenféle titkosítás nélkül történik, ami alapvető biztonsági problémákat vethet fel. Az RFID bélyegek három csoportra oszthatók: passzív, szemiaktív és aktív, aszerint, hogy honnan kapják a működésükhöz szükséges energiát.

A *passzív bélyegek* a leolvasó rádiófrekvenciás sugárzásából veszik az energiát, azt szórják vissza megfelelő módon. Ezt a technikát először lehallgatáshoz használták a Szovjetunióban a II. világháborút követően a titkosszolgálatok (Landt, 2001). Fontos tulajdonságai a hosszú (gyakorlatilag korlátlan) üzemidő, alacsony költségek. A korszerű logisztikai és ellenség-barát felismerő rendszerek ilyen eszközöket használnak.

A *szemiaktív bélyegek* a feldolgozáshoz szükséges energiát más energiaforrásból veszik, de a kommunikáció itt is a leolvasó sugárzásának visszaszórásával történik. Az eredeti IFF adóvevő ilyen volt.

Az *aktív bélyegek* kizárólag információt merítenek a leolvasó jeléből, s energiaszükségletüket más forrásból fedezik. Ilyen eszközökkel jóval kisebb leolvasó-teljesítménnyel is megvalósítható a leolvasás. Az aktív bélyegek egyik típusa a „szoftverbélyegnek” nevezett megoldás, amikor adóvevővel felszerelt eszközbe (például mobiltelefonba) szoftver segítségével építenek azonosításra alkalmas üzemmódokat.

Lássunk néhányat az RFID alkalmazások közül. Talán a legfontosabb alkalmazás a bolti vonalkódok következő generációjának szánt Elektronikus Termék Kód (EPC), ami a közönséges vonalkódokkal ellentétben teljesen egyedi azonosítást tesz lehetővé. Ennek segítségével nyomon követhető egy konkrét termék útja a szállítási lánc teljes hosszán a gyártól a kasszáig. A gond ott kezdődik, hogy amennyiben nincsen semmilyen védelmi intézkedés (és manapság legtöbbször ez a helyzet), mindez folytatódik a pénztár elhagyása után is: egy leolvasó segítségével bárki megtudhatja, hogy éppen milyen EPC-vel felcímkézett áru van nálunk.

Itt elérteünk az RFID technológia elterjedésének egyik legkomolyabb akadályához, a biztonság kérdéséhez. A követhető csipek alkalmazása a mindennapi életben személyiségi jogi problémákat vet fel, ezért vásárlói oldalról egyelőre negatív visszajelzések tapasztalhatóak, az emberek többsége az RFID-ről George Orwell Nagy Testvére asszociál.

Az Európai Központi Bank tervei között szerepelt, hogy a nagycímletű euró bankjegyeket RFID címkékkel látja el, ami a feketepiaci pénzmozgások felderítéséhez nyújtana segítséget (Yoshida, 2001). Itt fontos kiemelni, hogy a rendszernek egyik feltétele, hogy csak bizonyos hatóságok képesek követni ezeket a pénzfolyamokat, magánszemélyek vagy bankok nem, ugyanakkor egy pénzintézet a pénz eredetiségét már le tudja ellenőrizni.

RFID ellen a következő támadásokat különböztetjük meg a támadás módja és célja szerint. Hogyan történnek a tipikus támadások? (RF):

1. *Passzív lehallgatás.* Arra jogosulatlan támadó érzékeny vevőkészülékkel belehallgat a kommunikációba, s ezzel olyan információhoz jut, amellyel a rendszernek kárt okozhat.

2. *Aktív üzenetbeiktatás.* Itt a támadó olyan üzeneteket sugároz, amelyek az azonosító (leolvasó) vagy az azonosított (bélyeg) működését megváltoztatják, s az a rendszer helyett (vagy mellett) a támadó céljainak megfelelően működik.

3. *Zavarás.* Itt a támadó egyszerűen oly módon akadályozza meg az azonosítórendszer működését, hogy zavaró jelet sugároz, amely elnyomja az RFID kommunikációt.

Mik általában a támadás céljai? (ID)

1. *Nemkívánatos azonosítás.* A támadó egyik célja lehet, hogy azonosítson olyan dolgokat, amelyeknek azonosítására nem jogosult. Például IFF rendszer esetében nem előnyös, ha az ellenség is azonosítani tudja repülőgépeinket. Hasonlóan, egy kereskedő nem biztos, hogy örül, ha a konkurencia leltározza a raktárát.

2. *Félrazonosítás.* A támadó gondoskodik róla, hogy a rendszer hibásan azonosítson dolgokat. Maradva az IFF példájánál, az ellenség szeretné, ha saját gépeit barátként, a mi gépeinket pedig ellenségként azonosítaná légvédelmünk. Földhőzragadtabb példaként egy RFID-alapú beléptetőrendszerrel védett épületbe akar bejutni a támadó, vagy el akar indítani egy RFID technológiával immobilizált gépkocsit annak indítókulcsa nélkül.

3. *Meghiúsított azonosítás.* Ebben az esetben a támadó meg akarja akadályozni az azonosítást. Általában ilyen támadással fennakadást lehet okozni a rendszerben, ami a rendszernek kárt, a támadónak pedig hasznot okoz.

5. *Az RFID tipikus biztonsági alkalmazásai*

1. *Jogosultság.* Ekkor az RFID-t arra használjuk, hogy eldöntsük valakiről, hogy jogosult-e bizonyos szolgáltatások igénybevételére.

Ennek speciális esete a fizetés, amikor a jogosultság pont az igénybevétel miatt megszűnhet. Másik speciális eset az eredetiség, amikor egy áru bizonyos márkanéven való eladhatóságát ellenőrizzük RFID azonosítással. Ezt lehet proaktívan és reaktívan is csinálni: megtagadjuk a jogosultságot a jogosulatlanoktól, vagy azonosítjuk a jogosulatlanokat későbbi büntetés céljából. Erősen ellentmondásos alkalmazás a határátlépés jogosultságának elbírálásához használt RFID útiokmány.

2. *Követés.* Ekkor az azonosított dolgok helyét akarjuk időben nyomon követni. Ez általában reaktív biztonsági intézkedések fogantatására ad lehetőséget. Egy meglepő példa a hamisítás elleni védekezés, amikor egy adott termék követésekor kiderülhet, hogy olyan helyen jelenik meg valami egy adott pillanatban, ahol az eredeti abban a pillanatban egyszerűen nem lehet (például mert ugyanakkor máshol van).

6. *RFID: biztonság korlátozott erőforrásokkal*

Joggal merül fel a kérdés, hogy amíg a mindennapi élet részét képező hálózatok (internet, GSM és újabban már a WLAN) tele vannak (többnyire) jól működő biztonsági protokollokkal, miért nincsen semmi a legtöbb RFID rendszerben? Az okok a bélyegek árában, méretében és külső energiafelvételében keresendők. A legolcsóbb és legelterjedtebb passzív bélyegek kisebbek egy gombostű fejénél, előállítási költségük 10 eurócent körül mozog, ezek következtében az eszközök roppant korlátozott erőforrásokkal rendelkeznek: tárolási kapacitásuk 32 és 128 bit közötti, számítási kapacitásuk is nagyon csekély, mindössze néhány ezer logikai kapu, melyek nagy része a bélyegek alapfunkcióit szolgálják. Egy szemléletes összehasonlítás: a 2001 óta szabványos

blokktitkosító, az AES (Advanced Encryption Standard) algoritmus 20 000–30 000 kaput használ. Másrészt az olvasótól kapott rádiójelel olyan rövid időre tölti fel őket energiával, hogy amúgy sem tudnák elvégezni a kívánt műveleteket.

Mindezekből látható, hogy a hagyományos kriptográfiai módszerek az RFID esetében általában nem alkalmazhatóak, a problémák kezelése másfajta szemléletet kíván.

Az alábbiakban ismertetünk néhány régebbi és teljesen friss ötletet, melyek bizonyos támadások ellen nyújtanak védelmet.

1. *Bélyegdeaktiválás.* Az egyik legelterjedtebb módszer, használat után „megölni” a bélyegget. A „halott bélyeg nem beszél többet” koncepciójánál a leolvasó küld egy *kill* parancsot, vagy a deaktiválás történhet fizikai úton is. Hasonlóval találkozhatunk például könyvesboltok kasszájánál, vagy nagyobb áruházakban a szeszes italoknál, ahol általában csak a bolti lopás megelőzésére használják a bélyegeket. A pénzbe ültetett RFID címkéket viszont nem feltétlenül előnyös megölni...
2. *Fanaday-kalitka.* Valójában nem más, mint egy fémből készült tároló alkalmazhatóság, ami blokkolja a rádiójeleket, ezzel lehetetlenné téve az illetéktelen leolvasókat. Mérete széles skálán mozoghat a szállítási láncban használt fémkonténerektől egészen a fémszállakkal bélelt pénztárcáig. Ugyanakkor bármely könyvtárházban egy hasonló elven működő táskába csúsztatva az *Állatfarm*-ot és az 1984-et, nyugodtan kísérelhetünk...
3. *Zajos bélyeg.* Ezen eljárás segítségével az olvasó és a bélyeg olcsón generálhat titkos kulcsokat (Castelluccia – Avoine, 2006). Itt az alapötlet az, hogy beiktatunk egy extra egységet, a zajos címkét, ami kicsit többet tud számolni, mint egy közönséges címke

(ezáltal drágább is lesz, de ebből sokkal kevesebb kell, mint bélyegből), feltesszük továbbá, hogy van egy közös titka a leolvasó egységgel. Ennek segítségével titkos kulcsokat készít a leolvasó és a bélyeg számára. Ezek után már csak az olvasó és a leolvasandó bélyeg kommunikál a frissen gyártott titkos kulcs segítségével. Ez az ötlet boltokban vagy raktárakban hasznos lehet, ipari kémkedés elkerülésére.

4. *Titkosítás jelmodulálással.* Ez az eljárás a rádiós csatorna sajátosságait használja (Yu et al., 2006). Itt a címke teljesen nyilvánosan sugározza ki az azonosítóját, de úgy, hogy lehallgatása nagyon költséges. Itt feltesszük, hogy a rendszer minden leolvasója és címkéje rendelkezik egy globális közös titokkal. Ezután egy közös nyilvános adatból (idő, számláló vagy kihívás) és a közös titokból meghatározza, mely időintervallumokban sugározzon impulzusokat a bélyeg. A teljes leolvasás 10 ms-ot vesz igénybe, az időintervallumok pedig mindössze 954 ps hosszúak, ezáltal a lehallgatás költsége nagyságrendekkel meghaladja a várható nyereséget. Ez a megoldás raktáraknál szintén hasznos lehet, gyenge pontja az egész rendszerre jellemző globális kulcs, ami ha nyilvánosságra kerül, az egész rendszer biztonságát aláássa.

7. Kihívások, feladatok

Amikor bármiféle RFID rendszert tervezünk, amelyben felmerülnek biztonsági szempontok, kulcskérdés a megfelelő kompromisszumok megkeresése, a különböző paraméterek optimalizálása az erőforráskorlátok figyelembevételével. Sikeres biztonsági rendszerek vizsgálatokor gyakran azt találjuk, hogy a támadások megakadályozásához nem szükséges azok lehetetlenné tétele; sok esetben elég, ha a támadó számára azok végrehajtása már

többségre kerül, mint amennyi haszna lehet belőle. Erre tipikus példa a GSM biztonsági rendszere, amelynek feltörése elméletileg és – kellő erőforrások megmozgatásával – gyakorlatilag is lehetséges, ám a valóságban szinte soha nem célpontja támadásoknak (ellentétben a GSM előtti mobilhálózatokkal). Az RFID technológiák tömeges elterjedésének még mindig a költségek a legnagyobb kerékkötői, így költséghatékony, ám gyakorlati szempontból mégis (lehetőleg bizonyítható-

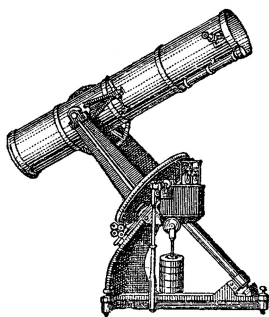
an) biztonságos megoldások kidolgozása nagyban hozzájárulhat a technológiához fűzött remények valóra váltásában. Az ELTECRYPT kutatócsoportban ezért különböző diszciplínák (kriptográfia, játékelmélet, elméleti villamosságtan stb.) eredményeit felhasználva igyekszünk megtalálni a kellően olcsó és hatékony megoldásokat.

Kulcsszavak: *informatikai biztonság, kriptográfia, matematika, rádiófrekvenciás azonosítás*

IRODALOM

- Carluccio, Dario – Lemke-Rust, K. – Paar, C. – Sadeghi, A.-R. (2006): *E-passport: The Global Traceability or How to Feel Like an UPS Package*. Workshop on RFID Security, Graz
- Castelluccia, Calude - Avoine, Gildas (2006): *Noisy Tags: A Pretty Good Key Exchange Protocol for RFID Tags*. International Conference on Smart Card Research and Advanced Applications - Cardis
- Debreu, Gerard (1954): *Representation of a Preference*

- Ordering by a Numerical Function*. Decision Process. 159–165.
- Landt, Jerry (2001): *Shrouds of Time: The history of RFID*. AIM, Inc. http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds_of_time.pdf
- Yoshida, Junko (2001): *Euro Bank Notes to Embed RFID Chips by 2005*, *EE Times*. <http://www.eetimes.com/story/OEG20011219S0016>
- Yu, Pengyuan - Schaumont, P. - Ha, D. (2006): *Securing RFID with Ultra-wideband Modulation*. Workshop on RFID Security, Graz



AMBIENS INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSOK

– követelmények az infokommunikációs hálózatokkal szemben –

Gordos Géza

az MTA doktora, egyetemi tanár
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány
Ipari Kommunikációs Technológiai Intézet
gordos@tmit.bme.hu

Laborczy Péter

PhD
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány
Ipari Kommunikációs Technológiai Intézet
laborczy@ikti.hu

Az *ambiens* intelligencia (AmI) több tudományág, többek között a távközlés, a számítástechnika és a szenzorika új interdiszciplináris paradigmája. A koncepció lényege, hogy a felhasználókat olyan környezetbe ágyazott, feltűnésmentes számítási és infokommunikációs technológiákkal vegyük körül, melyekben a hangsúly a személyi számítógépekről egyre inkább a felhasználóbarát, hatékony és elosztott szolgáltatások hálózata felé tolódik el. A rendszerben intelligenciával, érzékelőkkel és aktuátorokkal rendelkező „AmI” elemek (továbbiakban a távközlési terminológiából véve: csomópontok) egymással *ad hoc* (spontán) kommunikációs kapcsolatot létesítenek. Ha ezt a technológiát úgy alkalmazzák, hogy a csomópontokat egy mozgó és/vagy álló objektumokból összetevődő rendszer egyes objektumaira helyezik, a rendszer viselkedése optimalizálható. Az *ambiens* intelligencia tehát egy olyan koncepció, melyben az emberek igényeikhez igazodó, egymással kommunikáló, intelligens eszközökkel vannak körülvéve.

Egyre nagyobb igény mutatkozik olyan újszerű AmI alkalmazások iránt, melyeket a jelenleg már kiforrott vezeték nélküli infokommunikációs hálózatok nem képesek kiszolgálni. Ilyen jövőbeli alkalmazások például a járművek spontán kommunikációjára épülő információs vagy balesetmegelőző rendszerek, vagy az „intelligens otthonokban”, illetve „intelligens munkahelyeken” a jövőben felszerelésre kerülő legkülönbözőbb balesetmegelőző, betegőrzést segítő rendszerek. Az ilyen rendszerekben az *ad hoc* kommunikáció, a szenzorika, az ember-gép interfészek és a mindezeket összehangoló új szoftver témakör technológiáinak varratmentes együttműködése és összehangolt fejlesztése szükséges. Jelenleg a kommunikációs hálózatok két legkritikusabb tulajdonsága, egyrészt, az *ad hoc* jelleg 10–1000 méter távolságon belüli megbízható működőképességére, másrészt, az adatbiztonságára vonatkozó igény, melyek kidolgozása és szabványosítása elkezdődött (például az IEEE 802 keretében), de még sok kérdés vár megválaszolásra. E cikkben e két alkalmazás

fényében áttekintjük az ambiens intelligencia követelményeit az infokommunikációs hálózatokkal szemben, vagyis az *ad hoc* (spontán kialakuló), jellemzően szenzorokkal és aktuatorokkal is felszerelt hálózatokban felmerülő kérdéseket és lehetőségeket.

Az ambiens intelligencia területén felmerülő kérdéseket az említett két gyakorlati példán szemléltetjük. Egyrészt a járművek közti kommunikációs alkalmazásokkal, ahol az „AmI csomópontok” nagy sebességgel és mobilitással rendelkeznek, másrészt a mindennapi életvitelt vagy munkát támogató alkalmazásokkal (assisted living, assisted working), ahol a csomópontok sebessége kisebb, viszont nagy megbízhatóságú kapcsolatokra van szükség.

1. Járművek közti kommunikációs alkalmazások

Ha a járműveket a vezetékek nélküli kommunikáció képességével ruházzuk fel, és *ad hoc* módon lesznek képesek egymással információt cserélni, akkor új távlatok nyílnak a közlekedés biztonságának és minőségének javításában. Balesetekről, útfelújításokról, úthibákról értesíthetik egymást; az útkereszteződésekben, be nem látható kanyarokban, ködben egymás tudomására hozhatják jelenlétüket; illetve akár egymással együttműködve egy dugóban automatikusan gyorsítva vagy lassítva, „konvojszerűen” haladhatnak úticéljuk felé, levéve ezzel a járművezetőkről a pedálkezelés terhet. A jövőben várhatóan szinte minden autóban megtalálhatók lesznek az ilyen biztonsági vagy kényelmi funkciókat megvalósító megoldások, jelenleg azonban ezek a rendszerek még kutatási fázisban vannak.

Az intelligens közlekedési rendszerek alkalmazásainak egyik legfontosabb esete a *közüti*

balesetek megelőzése, melyre két fő irányvonal létezik: az egyik a járművek egyéni helyi megfigyelésin (például radardetekció) és reakcióján alapul, míg a másik módszer a járművek egyéni megfigyeléseit a többi járművel is megosztja. A második módszer a járművek közti kommunikációt feltételezi, és megfelelő körülmények között jobb hatásfokot ér el, mint az egyéni reakciókon alapuló módszer.

A *forgalmi torlódások* által keltett problémákat már számos fejlett országban megpróbálják speciális ITS (Intelligent Transportation Systems) rendszerek kiépítésével megoldani. Ezek általában központosított (fix) vagy elosztott (*ad hoc*) kommunikációs infrastruktúrákat használnak a forgalmi információk begyűjtésére, illetve terjesztésére. Központosított rendszerben minden felhasználó a központba küldi a begyűjtött adatait, és onnan kéri le, elosztott esetben pedig a járművek *ad hoc* módon cserélnék információt a közlekedés aktuális állapotáról.

A *hibrid rendszer* pedig ötvözi a fix és az elosztott rendszerek fő jellegzetességeit. Az elosztott rendszer tulajdonságait kihasználva szükségtelenné válik, hogy az adatgyűjtő járművek a központot sűrűn értesítsék, így elkerülhető a fix rendszer kommunikációs hálózatának a leterhelése. Ugyanakkor azokban az esetekben, amikor az elosztott rendszer valamilyen oknál fogva nem képes megfelelő információt szolgáltatni egy kritikus útszakasról, a fix rendszer ezt észrevéve lehetőséget biztosít az ebben érintett járművek értesítésére. Így egy igen hatékony, elosztott közúti forgalmi rendszert építhetünk fel, amely mentes a fent említett problémáktól.

A járművek közti kommunikáció esetén a legtöbb kutatási feladatot a hálózat *ad hoc* jellege adja. Ebben az esetben a kommunikációs hálózat tervezésénél három fontos kihí-

vással kell szembenézni. A hálózatot gyors, ugyanakkor bizonyos mértékig prediktálható topológiaváltozás, gyakori szakadás, valamint csekély redundancia jellemzi (Blum et al., 2004). A jelenleg rendelkezésre álló technológiát, az IEEE 802.11 protokollcsaládot leginkább házon belüli kommunikációra tervezték, ezért a rádió hatótávolsága 100–300 méter. Használható kiépített hálózatokhoz is, mint például egy iroda, de megvalósítható vele *ad hoc* hálózat is. A szabvány ezeket központi irányítási funkciónak, illetve elosztott irányítási funkciónak nevezi. Az *ad hoc* megvalósítás esetében a hálózatban részt vevő egységek (csomópontok) képesek csomagokat küldeni és fogadni, valamint képesek útválasztó funkciót is betölteni, amennyiben az adó és a vevő olyan messze vannak egymástól, hogy közvetlenül nem – hanem többugrásos („multi-hop”) módon – képesek kapcsolatba lépni egymással (Xu – Saadawi, 2001).

Az IEEE 802.11p szabvány keretei között, amelynek másik neve vezeték nélküli hozzáférés közúti környezetben (Wireless Access for the Vehicular Environment – WAVE), a 802.11-es családhoz olyan továbbfejlesztést dolgoztak ki, amely az intelligens közlekedési alkalmazások követelményeit elégíti ki. Ez többek között a nagy sebességgel mozgó járművek közti adatcserét, illetve e járművek és az út mentén elhelyezett bázisállomások közti adatcserét fogja támogatni. A 802.11p szabványosítása folyamatban van, megjelentetését 2008 júliusára tervezik.

2. Mindennapi életvitelt vagy munkát támogató alkalmazások

Másik példánk, a mindennapi életvitelt vagy munkát támogató alkalmazások esetében az otthonokban meglevő eszközök, tárgyak (például fűtés, légkondicionáló berendezés,

hűtőszekrény) intelligenssé tételére, távoli elérésére és vezérlésére, valamint emberek által szolgáltatott különböző paraméterek figyelésére, illetve ezek hálózatba kapcsolására van szükség. Ilyen rendszer például az idősek ápolását segítő alkalmazás, amely figyeli a felhasználó gyógyszereszedési szokásait, ételtani paramétereit, aktuális pozícióját, és figyelmeztet gyógyszer beszedésére, vagy adott esetben riasztást küldhet a központba.

A mindennapi életvitelt támogató AmI alkalmazások esetén más problémák merülnek fel, mint a járművek közti kommunikáció esetén. Itt a csomópontok mobilitása viszonylag csekély, viszont nagy megbízhatóságú, robusztus, nagy adatátviteli sebességgel rendelkező kapcsolatokra van szükség (Laborci et al., 2006a). A mindennapi életvitelt és az irodai alkalmazásokat támogató mobil *ad hoc* hálózatok legfontosabb csoportja a vezeték nélküli személyi hálózatok (Wireless Personal Area Network – WPAN). A legfontosabb WPAN szabványok a Bluetooth, a WiMedia, és a ZigBee, melyek mester–szolga hierarchiájú topológiát valósítanak meg. A WiMedia szabvány nagy sebességű és garantált szolgáltatásminőségű (QoS) hálózatok kialakítását teszi lehetővé. A WPAN hálózatok területén fontos kutatási területek a többugrásos topológiák (scatternet) kialakításának a lehetősége, illetve a multimédia (például mozgókép) folyamok átvitelének a problematikája, mivel jelenleg a WiMedia hálózatok nem rendelkeznek scatternet-kialakító algoritmusokkal (Török et al., 2006).

3. A két alkalmazás összehasonlítása

Mindkét AmI rendszer legfőbb közös jellemzője a vezeték nélküli *ad hoc* kommunikációs képesség, viszont a kommunikációs protokol-

lokat a célalkalmazástól függően különböző tulajdonságokkal kell felruházni, azaz különbözőképpen kell optimalizálni.

A járművek közti protokollok esetében ilyen tulajdonságok például a *mobilitáspredikción alapuló gyors útvonalválasztás, csoportkommunikációs képesség, kontrollált információszórás vagy a szolgáltatásminőségi (QoS) paraméterek biztosítása*. A mindennapi életvitelt támogató alkalmazások esetében *nagy megbízhatósági, robusztus, nagy adatátviteli sebességgel rendelkező* kapcsolatokra van szükség.

Másik közös fontos kérdés az AmI *csomópontok helyének pontos meghatározása*. A járművek közti kommunikáció esetén ez a Globális Helymeghatározó Rendszer (GPS) segítségével valósítható meg, amely műholdak segítségével rendszeresen megadja a csomópont földrajzi koordinátáját – néhány méteres pontossággal. Probléma a fedett helyen történő helymeghatározás esetén lép fel, melynek kidolgozása jelenleg is kutatás alatt áll. Itt alapvetően három irányzat létezik: az ultrahang, az infravörös és a rádiófrekvencia (RF) alapú helymeghatározás.

Ugyanakkor ezekben az alkalmazásokban különösen fontos az adatok *biztonságára* való törekvés. Mivel az *ad hoc* hálózatok nem rendelkeznek kötött infrastruktúrával, és esetleg megbízhatatlan csomópontokat is használnak az adat és vezérlő üzenetek továbbításához, az adatbiztonság különösen nehezen valósítható meg. Az irodalomban különböző biztonságos útvonalválasztó protokollok ismertek, melyek azonban csak kisebb mobilitással rendelkező hálózatokban használhatók (Papadimitratos – Haas, 2002). Ezenkívül biztonságos adattovábbító protokollokat is kidolgoztak, melyek közül legismertebb a biztonságos üzenettovábbító (Secure Message Transfer – SMT) protokoll, amely az

üzenetet részekre darabolja, és a részeket különböző útvonalakon továbbítja. Ha az üzenet összes része célba ér, az üzenet dekódolható. E módszer alkalmazásához azonban több diszjunkt útra van szükség a hálózatban, ami járművek között szintén nehezen valósítható meg. Az adatok biztosítása érdekében „behatolásfelderítő” rendszereket is kidolgoztak, melyek azonosítják azokat az AmI csomópontokat, amelyek rosszindulatúan üzeneteket generálnak, továbbítandó üzeneteket eldobnak vagy megváltoztatnak (Zhang – Lee, 2000). Ezekben a rendszerekben a csomópontok lehallgatják a szomszédaik adását, hogy megbizonyosodjanak arról, azok megfelelően „viselkednek-e”. Ehhez a hallgatózó technikához többirányú antennára van szükség.

4. Kutatási területek

A továbbiakban bemutatjuk a három említett, ambiens intelligenciát támogató kommunikációs hálózatokat érintő kutatási kihívást.

4.1. A hálózat topológiájának gyors változása

Annak ellenére, hogy a járművek mozgása nagyban be van határolva (csak utakon haladnak), a hálózat topológiája igen gyorsan változik, elsősorban a járművek magas relatív sebessége miatt. Viszont a csomópontok mozgásából a kapcsolatok stabilitása előre jelezhető. Ez segíti a hálózat „szakadásának”, illetve hálózatok fúziójának előrejelzését, és az arra való felkészülést. Ennek egyik eszköze, hogy ha speciális mobilitásmodelleket használunk, az adatvesztés megelőzhető vagy csökkenthető. Például – ismerve egy jármű átlagos sebességét és mozgásirányát – megbecsülhetjük a jövőbeli helyét, és megfelelően előkészíthetjük a többbugrásos útvonalakat.

Az AmI hálózatok alkalmazásainak működéséhez fontos az alkalmazásokban részt

vevő csomópontok mozgásainak megértése és modellezése. Ezáltal lehetővé válik a mozgások predikciója, mely lehetővé teszi erőforrás-takarékos kommunikációs megoldások kidolgozását és alkalmazását. A szakirodalomból ismert számos mozgásmodell között kevés olyan van, mely képes az AmI csomópontok jellegzetes mozgásait reprodukálni.

A jól ismert véletlen bolyongás mobilitásmodell például bizonyos időközönként az irány és sebesség teljesen véletlenszerű választásával inkább csak részecskemozgások modellezésére alkalmazható. Ennek finomított változata a véletlen szakaszpont mobilitásmodell, mely előre sorsolt sebességgel, irányt és távolságot teljesít, majd bizonyos ideig vár. Ez a megoldás közelebb áll valós mozgásokhoz. A legtöbb mozgásmodell csak bizonyos esetekre és hosszadalmas paraméter-hangolással alkalmazható. Az AmI csomópontok mozgáspredikciójára az egyik legalkalmasabb modell az elsőrendű autoregresszív mobilitásmodell, amely a lineáris rendszereknek a vezeték nélküli hálózatokban gyakran használt típusa, és amely iteráció segítségével reaktív módon optimális paraméterbecslést valósít meg. Előnye, hogy egy bizonyos tanulási fázis után képes bármilyen modell alapján mozgó entitások jövőbeni pozíciójára becslést adni.

4.2. A hálózat gyakori szakadása

A hálózat gyakran több részre szakad, amelynek következtében a hálózat egyes darabjai nem érik el egymást. A csomópontok közti kapcsolatok rossz minősége miatt a hálózat átmérője is csekély. A kommunikációs útvonalak kiépítése esetén azok sokszor előbb megszakadnak, mielőtt adattovábbításra alkalmasak lennének. Ezért útvonalak feltérképezésére és kiépítésére nincs lehetőség.

A járművek kommunikációja üzenetszórásos protokoll alapján történik, melyek fontos

tulajdonsága a médium elárasztásának minimalizálása. A jelenlegi protokollok számos megoldást kínálnak az üzenetek számának csökkentésére, viszont sok esetben a megvizsgált esetek túlegyszerűsítettek. Számos megoldást például csak olyan környezetben vizsgáltak, ahol azonos tulajdonságokkal rendelkező járművek haladtak egyenes útszakaszon, egymástól azonos távolságra.

Az újabb protokollok (Laborci et al., 2006b), mint a helyalapú útválasztás, a jelenlegi megoldások gyerekbetegségein túllépve olyan rendszer bevezetését javasolják, amelyek kihasználják a speciális alkalmazási területnek (közlekedés) köszönhetően segítségünkre lévő eszközök (GPS vevő, digitális térkép) adta lehetőségeket. Így lehetőség nyílik arra, hogy a járművek a környezetüknek megfelelően értelmezzék az adott szituációt, és a kontextustól függően optimális döntést hozzanak a protokoll következő lépésére vonatkozólag. Ha például a baleset közelében egy útkereszteződés található, akkor az üzenetet több irányba is terjeszteni kell. Ehhez szükség van arra, hogy a kommunikációban részt vevő járművek a környezetükről egy megfelelő képet tudjanak alkotni, és ez alapján a szükséges döntéseket meghozni. Ezért a GPS, a térkép és a jármű sebessége, gyorsulása, valamint a járművek egymáshoz viszonyított pozíciója alapján matematikai modellt (gráfot) alkotnak a környezetről. Az adatok alapján a matematikai modell képes az adott szituációnak megfelelő döntést hozni. A különböző alkalmazásokhoz kapcsolódó adatokat a járművek egymás között speciális protokollok segítségével terjesztik, melyeket *csoportkommunikációs módszereknek* is hívunk.

4.3. Csekély redundancia

A hálózat redundanciája (túlméretezése) elengedhetetlen ahhoz, hogy a megfelelő sávszé-

lességet és az adatbiztonságot biztosítani lehessen. Nagyobb sávszélességigény esetén a hálózatban több csomópont szükséges, ugyanakkor az adatok biztonságának szavatolásához több diszjunkt útvonalra van szükség a forrás és a nyelő között. Ez egy otthonban vagy irodában biztosítható, viszont közúti környezetben a már említett „mostoha” körülmények miatt csak az út mentén elhelyezett bázisállomásokkal, illetve a jövőben hozzáférhető technológiákkal oldható meg.

4.4. Szimuláció

A fentiekből látszik, hogy az AmI hálózatok, különösen közúti környezetben még számos kutatási témát szolgáltatnak, mielőtt a gyakorlatban bevezethető, robusztus, megbízható rendszerek lesznek. A járművek közti kommunikáció kutatásában – a gyakorlati tesztelés igen magas ára miatt – jól bevált és használt eszköz a számítógépes szimuláció. Ehhez szükség van egy, a csomópontok mozgását szimuláló eszközre, valamint az *ad hoc* hálózat diszkrét idejű szimulációjára. Ezek segítségével szimulálható mind a kommunikációs hálózat, mind a közúti hálózat forgalma,

valamint megtervezhető a használandó protokollok, elemezhető a biztonsági rendszerek fokozatos elterjedésének hatása, és jósolhatók a közúti forgalom megváltozásának jellemzői (Laborczi et al., 2006b).

5. Összefoglalás

Különböző ambiens intelligencia alkalmazások különböző követelményeket fogalmaznak meg az infokommunikációs hálózatokkal szemben. Járművek közti *ad hoc* kommunikáció esetén a legfontosabb kihívások a magas mobilitás okozta gyors topológiováltozásokból, a hálózat gyakori szakadásából és redundanciájának hiányából erednek. A mindennapi életvitelt támogató alkalmazások esetében nagy megbízhatóságú, robusztus, nagy adatátviteli sebességgel rendelkező kapcsolatokra van szükség. Az ambiens intelligencia alkalmazások követelményei kihatnak az infokommunikációs hálózatok fizikai, adatkapcsolati, hálózati és alkalmazási rétegeire is.

Kulcsszavak: *ambiens intelligencia, infokommunikáció, ad hoc hálózatok, útvonalválasztás,*

adatbiztonság, assisted living, assisted working IRODALOM

- Blum, Jeremy J. – Eskandarian, A. – Hoffman, L. J. (2004): Challenges of Intervehicle Ad Hoc Networks. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 5, 4, 347–351.
- Laborczi Péter – Török A. – Vajda L. – Gordos G. (2006a): *Scatternet Formation in High-Rate Wireless Personal Area Networks by Integer Linear Programming*. 12th International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium (NETWORKS 2006), New Delhi, India, 6-9 November 2006.
- Laborczi Péter – Török A. – Vajda L. – Kardos S. – Gordos G. (2006b): *Vehicle-to-Vehicle Traffic Information System with Cooperative Route Guidance*. 13th World Congress on Intelligent Transport Systems, London, United Kingdom, 8-12 October 2006.

- Papadimitratos, Panagiotis – Haas, Zygmunt J. (2002): *Secure Routing for Mobile Ad Hoc Networks*. SCS Communication Networks and Distributed Systems Modelling and Simulation Conf., San Antonio, TX, January 2002.
- Török A. – Vajda L. – Laborczi P. – Fülöp Z. – Vidács A. (2006): *Analysis of Scatternet Formation in High-rate Multi-hop WPANs*. 17th IEEE Int. Symp. on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), Helsinki, Finland, 11-14 Sept. 2006.
- Xu, Shugong – Saadawi, Tarek N. (2001): Does the IEEE 802.11 MAC Protocol Work Well in Multihop Wireless Ad Hoc Networks? IEEE Communications Magazine. 3, 39, 130–137.
- Zhang, Yongguang – Lee, Wenke (2000): Intrusion Detection in Wireless Ad-Hoc Networks. Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, Boston, MA, August 2000.

METEOROLÓGIAI ADATOK AZONOSÍTÁSA HÁLÓZATFELÜGYELETI MÉRÉSEKBŐL

Kóczy T. László

az MTA doktora, egyetemi tanár
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék,
SZE Távközlési Tanszék
koczy@tmit.bme.hu, koczy@sze.hu

Botzheim János

PhD-hallgató
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
botzheim@tmit.bme.hu

Sallai Richárd

végzős hallgató
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Csányi Kornél

PhD-hallgató
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Kuti Tamás

üzgvezető igazgató, Linecom Kft.
kuti.tamas@linecom.hu

Mobilszolgáltatást megvalósító mikrohullámú hálózatok esetében a vételi szintet befolyásolják az adó- és a vevőállomás közötti úgynevezett Fresnel-zónába bekerült akadályok. Ezek az akadályok lehetnek ideiglenesen vagy véglegesen az adott zónába került mesterséges vagy természeti tárgyak, vagy az éppen aktuális időjárás által meghatározott mennyiségű csapadék, illetve köd. A hálózatfelügyeleti rendszerbe célszerű olyan intelligens döntési alrendszer beépítése, amelyik a csillapítás mértékéből, illetve annak időfüggő viselkedéséből közvetlenül képes eldönteni, hogy mi okozhatta a csillapítást. A cikk egy sikeresen befejezett NKFP K+F projekt keretében megvalósult hálózatfelügyeleti rendszer intelligens modulját ismerteti. Bemutatja az intelligens döntéstámogató rendszert és az ezt alkotó *fuzzy* logika alapjait. A következők-

ben részletesebben bemutatja az időjárási helyzet automatikus identifikálására történő alkalmazást.

1. Bevezetés

A mobilkommunikációt megvalósító mikrohullámú hírközlő hálózat felügyelő rendszere az ország egész területéről rendelkezik információkkal a hálózat működésére és üzemálapotára vonatkozóan. Az egyes állomások vételi szintjét csökkentik az adó- és a vevőállomások közötti térben az átvitel minőségét meghatározó Fresnel-zónába belekerült akadályok. Ezek az akadályok gyakran mesterséges vagy természeti tárgyak, de ugyanilyen hatást vált ki az éppen uralkodó időjárás által meghatározott csapadék is, hiszen ez apró „tárgyak” (esőcseppek) sokaságát jelenti a Fresnel-zónában. A hálózatfelügyeleti rendszerbe in-

tegrált intelligens döntési alrendszer a csillapítás periodikusan lekérdezett mértékéből és annak időfüggő viselkedéséből közvetlenül képes olyan következtetés meghozatalára, amelyik a csillapítás okát felismerve a szükséges beavatkozásra ad javaslatot a hálózatfelügyeleti rendszer kezelői felületén. E tanulmányban csupán egyetlen kérdéstről szólunk, a hazánkra jellemző mérsékelt égövi kontinentális éghajlati zónában (nemzetközi szabványban rögzített módon) megjelenő különböző esőkategóriáknak a csillapítási értékek megfigyeléséből kikövetkeztetett intelligens felismerésére.

A tanulmány egy sikeresen befejezett NKFP K+F projekt (Kóczy–Veres, 2005) keretében megvalósult demonstrációs hálózatfelügyeleti rendszer egyik moduljával és a hozzá kapcsolódó funkciókkal foglalkozik. A felügyeleti rendszer által mért adási- és vételiszint értékekből kiszámítható csillapítási értékek időbeli változása alapján a rendszer GUI (grafikus felhasználói interfész) felületén megjeleníti az intelligens döntési alrendszer által létrehozott következtetést, olyan formában, hogy abból a kezelő áttekintést tud nyerni a megfigyelt hálózati területen jelentkező eső eloszlására, mennyiségére és mozgására.

A riasztások két eltérő jelenségcsoportra utalnak. Az első csoportba tartoznak a mikro-hullámú állomások berendezéseinek hirtelen bekövetkező vagy a hosszabb idejű üzem során fokozatosan jelentkező hardver meghibásodásai vagy funkcióromlásai. Ezeknél természetesen karbantartói beavatkozást javasol a rendszer. A második csoportba tartoznak a Fresnel-zónába került akadályok miatt bekövetkezett vételi szintcsökkenések. Ebben az esetben gyakran az adó és/vagy a vevő helyének a megváltoztatására is szükség lehet. Példa erre városban egy reklámtábla elhelyezése egy

háztetőn, vidéki környezetben pedig az adó és a vevő között elhelyezkedő erdősáv tavaszi kilombosodása. Ez utóbbit az adóteljesítmény éves ciklus szerinti automatikus utánállítással lehet kompenzálni. Az esőzésből adódó *fading* a különböző terepakadályok okozta csillapítástól az egy körzetben egyidejűleg irányfüggetlenül jelentkező vételiszint-csökkenés révén különíthető el.

A következőkben az intelligens döntés meghozatalára alkalmazott fuzzy alapú számítási intelligencia módszerről ejtünk néhány szót. A 3. fejezetben a mobilhálózat felügyeletében alkalmazott fuzzy rendszert mutatjuk be az időjárásmegfigyelési alkalmazással együtt.

2. A fuzzy rendszerek alapjai

Bizonyos jelenségek nem írhatóak le pontosan a matematikában és számítástechnikában ma általánosan elterjedt kétértékű logikával, ezért célszerű, hogy ne csak „igaz” és „hamis” logikai értékeket használjunk, hanem lehetőség legyen a kettő közötti átmeneti, részleges igazságértékek definiálására is például 0 és 1 között. Ez a gondolat vezette el a '60-as években Lotfi A. Zadeh-et a fuzzy logika megalkotásához (Zadeh, 1965). A hagyományos mesterséges intelligencia-megoldásokban általános a kétértékű logika használata, ám intelligensebb eszközöket nyerünk, ha az emberi logikához jobban közelítő fuzzy módon írjuk le a rendszerek viselkedését. A fuzzy logikai változók a 0 és az 1 között tetszőleges értéket vehetnek fel, a 0 jelöli a „teljesen hamis” állítást, az 1 pedig a „teljesen igazat”. Így például a 0,5 körüli érték jelképezi a „félig igazat”, és a 0,9 a „majdnem igazat”. Az arisztotelészi és Boole-i hagyományos kétértékű logikai műveletek a fuzzy logikára is kiterjeszthetők. A fuzzy logika segítségével

definiálhatunk fuzzy halmazokat, fuzzy szabályokat, és a szabályokból következtető rendszereket is felépíthetünk. Az alapfogalmakkal kapcsolatban a részletesebb leírás iránt érdeklődőknek a (Kóczy – Tikk, 2000) könyvet ajánljuk.

2.1. Fuzzy halmazok és műveletek

Az A fuzzy halmazt az úgynevezett tagsági függvénnyel adhatjuk meg. A tagsági függvény minden egyes x alaphalmazbeli értékhez egy $[0,1]$ egységintervallumból vett μ_A értéket rendel aszerint, hogy az adott x érték mekkora mértékben eleme (tagja) az A fuzzy halmaznak. E μ_A egyértelműen megadja a fuzzy halmazt, ha magát az X alaphalmazt ismerjük. A gyakorlati alkalmazások céljából a műszaki rendszerekben leginkább a háromszög-, a trapéz- és a Gauss-görbe (harang) alakú tagsági függvények terjedtek el.

Az 1. ábra példájában trapéz alakú fuzzy halmazokkal leírt csillapítási tartományokat láthatunk mindössze három kategóriát megkülönböztetve: *enyhe*, *közepes* és *nagy*.

A hagyományos halmazelméletben értelmezett három alapműveletet végtelen sokféleképpen lehet általánosítani a fuzzy halmazok elméletére. A legerterjedtebbek a klasszikusnak számító Zadeh-féle definíciók (Zadeh, 1965), amelyek a fuzzy halmazok metszetét a tagsági értékek minimumával, a fuzzy halmazok egyesítését pedig a tagsági értékek maxi-

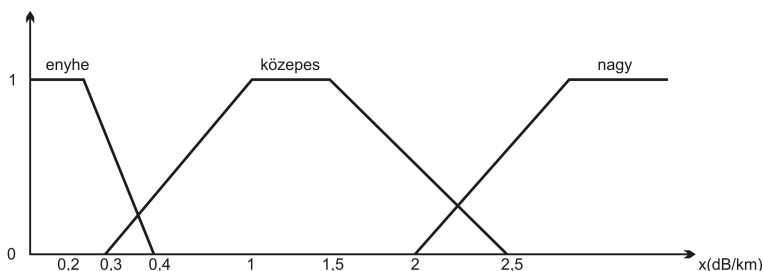
mumával számítják ki, vannak azonban algebrai műveletek segítségével megadható definíciók is. A komplementst általában az 1-re kiegészítő érték adja meg.

2.2. Fuzzy szabályok

A fuzzy halmazok segítségével természetes emberi nyelven könnyen tudunk szabályokat megfogalmazni. Egy távfelügyeleti rendszerben, például, mondhatunk egy olyan szabályt, hogy „Ha a vételisztint-csökkenés *enyhe*, és az eltelt idő *rövid*, akkor *gyenge* esőzés van”. Ha ezután definiáljuk az *enyhe*, *rövid* és *gyenge* tagsági függvényeket, akkor fuzzy szabályt kapunk. A szabály feltételrészéből (antecedensből), illetve következményrészéből (konzekvensből) áll. Több-bemenetű, egykimenetű fuzzy szabály általános, ún. Mamdani-féle, alakja (Mamdani, – Assilian, 1975): **Ha** $x_1 = A_1$ és ... és $x_n = A_n$ **akkor** $y = B$, ahol $x = (x_1, \dots, x_n)$ a bemeneti értékek vektora, és minden x_j az X_j komponenshalmaz eleme (például vételi szint, időtartam) és X az $X_1 \dots X_n$ együttes kezelésével létrejött n -dimenziós alaphalmaz, $A = (A_1, \dots, A_n)$ az antecedens halmazok vektora, A az X univerzum több dimenziós fuzzy részhalmaza, y az Y kimeneti változó alaphalmaz általános eleme, B a bemutatott szabály konzekvens halmaza.

2.3. Fuzzy következtető rendszer

A fuzzy halmazok elméletét felhasználhatjuk bonyolult, analitikus módon nem modellez-

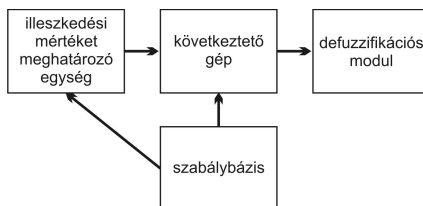


1. ábra • Csillapítás mértékének jellemzése fuzzy halmazokkal

hető rendszerek kezelhető leírására. Fuzzy szabályok segítségével az emberi gondolkodáshoz hasonlító funkciót ellátó következtető rendszereket hozhatunk létre. A fuzzy rendszerek elvi vázlata a 2. ábrán látható. Az illeszkedési mértéket meghatározó egység a megfigyelést hasonlítja össze a szabályok feltételrészeivel. Ennek alapján a következtető gép meghatározza a kimeneti fuzzy halmazt. Többféle következtetési módszer ismert, gyakorlati alkalmazásokban legelterjedtebb a Mamdani-módszer (Mamdani – Assilian, 1975), mely úgy működik, hogy a megfigyelésekhez meghatározzuk, hogy mennyire illeszkednek a szabályokra, és ezen értékek alapján meghatározzuk, hogy mely szabályok mennyire fontosak a végső következtetés kialakításában. Minden szabály kimenetét csak olyan mértékben vesszük figyelembe a megfigyelésre adott következtetés meghatározásánál, amennyi a szabály illeszkedési értéke. Az e mértékekkel módosított szabályok egyesítésével megkapjuk a megfigyelésünkre adott fuzzy következtetést, amelyből meghatározzuk azt a konkrét kimenetet, amely legjobban jellemzi a következtető gép által eredményezett fuzzy halmazt, azaz defuzzifikációt hajtunk végre, például a súlypont alapú (COG) módszerrel, melynek alkalmazása a gyakorlatban a legelterjedtebb.

2.4 Hierarchikus fuzzy rendszerek

Az 1990-es évek elejétől különböző területeken vezettek sikerre a korábban alkalmazott „hagyományos” fuzzy rendszerekhez képest több hierarchikus szintbe strukturált újfajta fuzzy modellek. Kiemelkedő ezek között Micsió Sugeno (Michio Sugeno) pilótánélküli helikopter kísérlete, mely azóta tényleges alkalmazásba is került (Sugeno et al., 1993). E rendszerek közös jellemzője, hogy a szükséges állapotváltozók száma viszonylag magas,



2. ábra • Fuzzy következtető rendszer vázlata

és a vizsgált rendszer viselkedése értelemszerűen strukturálható, valamely alapváltozók szerint lokális modellek összességére bomlik, és e lokális modellek külön-külön csökkentett számú változót alkalmaznak. Minden lokális modellhez egy *alszabálybázis* tartozik. A felső, ún. *metaszinten* először – a megfigyelés környezete vagy a rendszer előírt reakciója alapján – a megfelelő alszabálybázis kiválasztására kerül sor. Ezt a lépést az ún. *metaszabályok* határozzák meg, amelyek bizonyos, a lokális modelleket lényegében elkülönítő változók értéke alapján, vagy speciálisan a rendszer lokális működését szabályozó változók értéke alapján választják ki a megfelelő lokális modellt. A metaszabályok hasonló szerkezetűek a fuzzy szabályokhoz, de kimenetük konkrét szimbólum.

3. A fuzzy logika alkalmazása

A fuzzy logikát egy projekt keretében megvalósult hálózatfelügyeleti rendszer egy moduljaként alkalmaztuk (Kóczy – Veres, 2005). Olyan intelligens döntéstámogatási rendszert hoztunk létre, amelyet egy mobilhálózat felügyeletében alkalmazunk. A rendszer csapadékjellemzőket határoz meg adott területen, a felügyelt távközlési hálózatban rendelkezésre álló adási/vételi jelszintek alapján, a vételi jelszint csökkenését és az eltelt időt figyelve.

Az alkalmazás adatokat fogad a bázis-
lomásokról, amelyeket egy adatbázisban

tárol a hozzájuk tartozó időbélyeggel együtt. Periodikusan körlekérdezést végez, és az új adatok régiekkel való összevetéséből meghatározza a jelszintváltozást, valamint a hozzá tartozó időt, majd ezen információk alapján következtetést hoz létre. A következtetés egyik típusát az időjárással kapcsolatos döntések jelentik, a másik esetben valamilyen egyéb riasztás generálódik. Az időjárási viszonyok ismerete több, a távközlési felügyeleti rendszer működésében bekövetkező változásra is magyarázatot adhat. Ismert a csapadékmennyiség és a jelszintváltozás összefüggése.

3.1. A fuzzy szabályok meghatározása

A fuzzy szabályrendszer állomáspáronként két bemeneti változót használ: a vételi jelszintcsökkenést és az eltelt időt. A jelszintcsökkenést hat kategóriába soroljuk, nagyon enyhe (0–0,05 dB/km), enyhe (0,03–0,18 dB/km), mérsékelt (0,15–0,7 dB/km), számottevő (0,5–2,5 dB/km), nagy (1,8–5,5 dB/km) és nagyon nagy (3,3–18 dB/km). Az ezeket jellemző fuzzy halmazokat a 3. ábrán szemléltetjük. A fuzzy halmazok tartói részben átfednek, az egyes jelszintcsökkenési osztályok között nem éles a határ.

Az eltelt időt négy kategóriába osztjuk: rövid (0–1 óra), közepes (0,5–4 óra), hosszú (3 óra–4 nap), nagyon hosszú (3 nap–1 év). Az eltelt idő fuzzy halmazai a 4. ábrán láthatók.

A fuzzy rendszer kimenete a csapadékmennyiségeket tartalmazza. Ezeket a következő kategóriákba soroljuk: szitálás: 0–0,5 mm/óra, gyenge esőzés: 0,25–1,75 mm/óra, közepes esőzés: 1–7 mm/óra, erős esőzés: 4–28 mm/óra, záporosó: 16–54 mm/óra, felhőszakadás: 35–150 mm/óra, fuzzy halmazait a 5. ábrán mutatjuk be.

3.2. A fuzzy szabályok

Fentiek összefoglalására összesen 24 szabályt állítottunk fel, melyekre példák az alábbiak:

R_1 : Ha nagyon enyhe a csökkenés és az eltelt idő rövid, akkor szitálás

R_7 : Ha enyhe a csökkenés és az eltelt idő hosszú, akkor gyenge esőzés

R_{11} : Ha mérsékelt a csökkenés és az eltelt idő hosszú, akkor közepes esőzés

R_{17} : Ha nagy a csökkenés és az eltelt idő rövid, akkor záporosó

R_{20} : Ha nagy a csökkenés és az eltelt idő nagyon hosszú, akkor nagy riasztás

R_{21} : Ha nagyon nagy a csökkenés és az eltelt idő rövid, akkor felhőszakadás

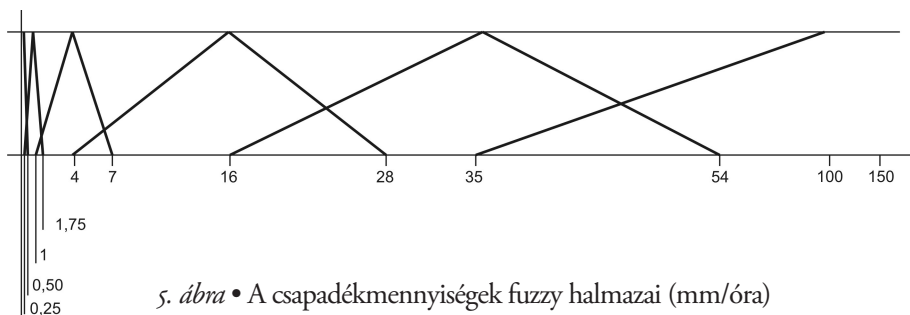
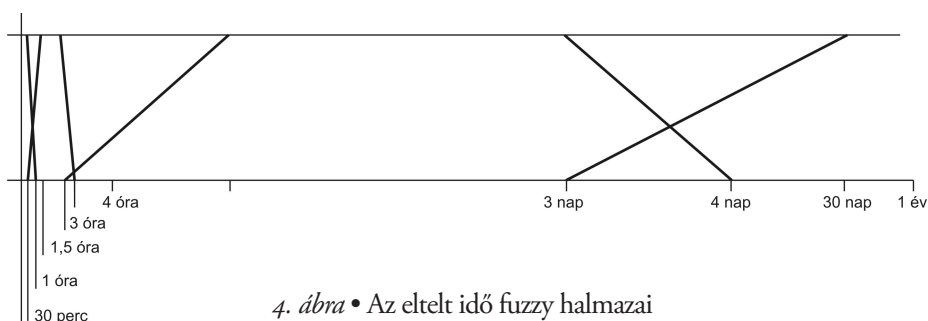
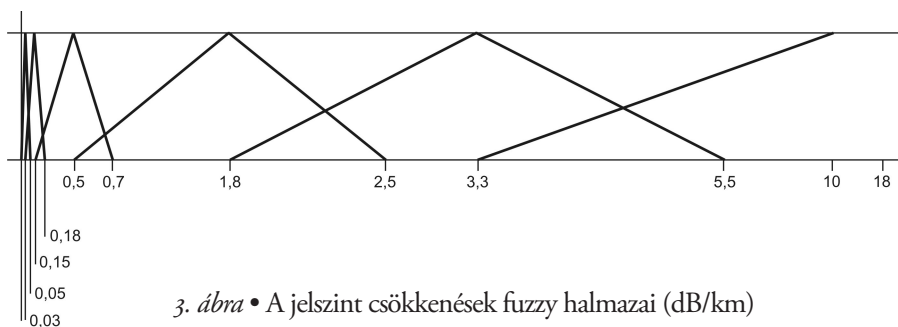
3.3. A következtetés

A következtetés során először a szabályok illeszkedési mértékét határozzuk meg az aktuális megfigyelés és a szabályok antecedenrsze alapján. A szabályok két csoportra oszthatók a kimeneteik szerint. Amennyiben az illeszkedés mértéke olyan szabály(ok) esetében a legnagyobb, amely(ek) riasztás(oka)t tartalmaz(nak), akkor a fuzzy rendszer a legnagyobb illeszkedési mértékű riasztásos szabály szerinti következtetést hoz. Amikor a csapadékra vonatkozó szabályok illeszkedési mértéke nagyobb, akkor e szabályok arányosan csökkentett fuzzy halmazainak unióján COG defuzzifikációt hajtunk végre, vagyis a Mamdani-féle következtetést alkalmazzuk.

A fuzzy rendszer által adott következtetést térképen is megjeleníthetjük. A felrajzolt négyzetek színei utalnak az esőzés mértékére. A színek és az esőzés összerendelését láthatjuk az 1. táblázatban.

SZÍN	CSAPADÉKTÍPUS	SZÍNKÓD
	szitálás	1
...	...	...
	felhőszakadás	6

1. táblázat • Csapadéktípusok és a hozzárendelt színek

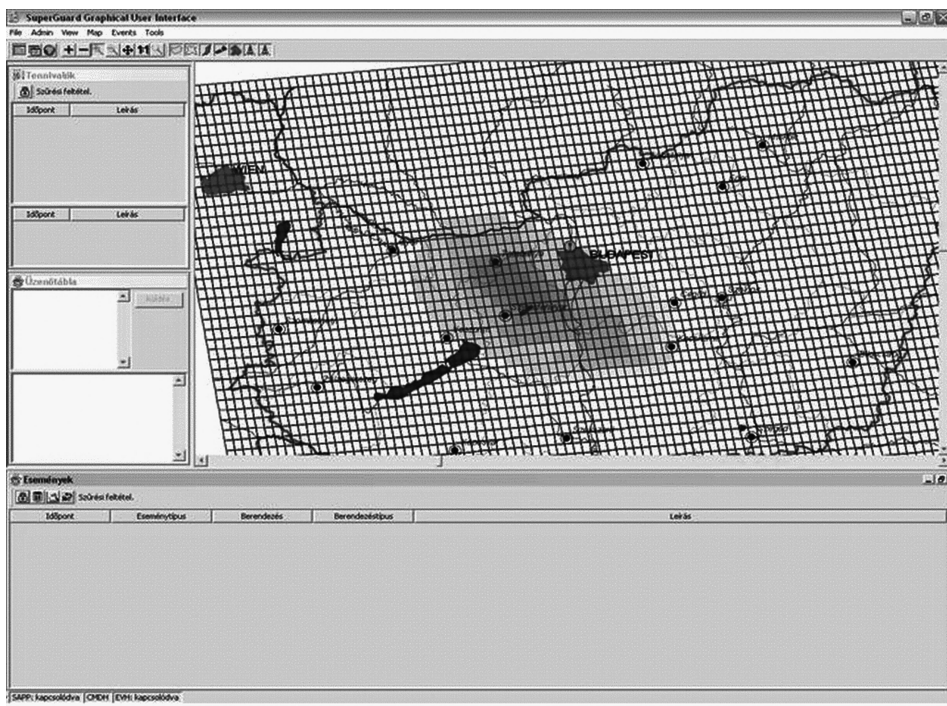


A hat csapadékkategórián kívül a riasztásokat is különböző árnyalatokkal jellemezzük. A 6. ábrán a rendszer működését szemléltetjük egy térképes kezelői felületi képpel, melyet szimulált csapadék segítségével állítottunk elő. Magyarország térképét raszterhálózattal fedtük le, így természetes, hierarchikus struktúrát adva a teljes rendszernek. Olyan területeken, ahol egy raszterelemen belül több állomás is található, átlagos viselkedést számítunk és jelentünk meg; ahol egy raszterelem eset-

leg üresen marad, interpolációval állítjuk elő a csapadék becsült értékét. A sötét- és világoszürke foltok szimulációs adatok alapján a feltételezett csapadékmennyiséget mutatják.

4. Összefoglalás

E cikkben áttekintettük a fuzzy rendszerek alapjait, kitérve a hierarchikus fuzzy rendszerekre is, és egy alkalmazási példát is bemutatunk időjárási helyzet intelligens felismerésére. E rendszerek jól használhatók döntéstá-



6. ábra • Csapadékfelhő, egyidejű budapesti hibajelzéssel

mogató eszközként olyan területeken, ahol az emberi tudás fuzzy szabályok formájában reprezentálható. További tervünk, hogy kiterjesszük az intelligens döntéstámogató rendszert valódi hierarchikus fuzzy szabálybázisokat használó rendszerré. Laboratóriumi körülmények között bemutattunk egy alkalmazást, amelyik egy országos kiterjedésű mikrohullámú hírközlő hálózat központi felügyeleti rendszerében ciklikusan frissü-

lő átviteli állapot-adatbázis alapján lehetővé teszi az időjárási eredetű riasztások automatikus elkülönítését az átviteltechnikai berendezések különböző típusú meghibásodásaitól, valamint a hírközlő hálózat teljes földrajzi kiterjedési területén eső/köd intenzitás-térkép folyamatos identifikálását.

Kulcsszavak: *mobilhálózatok, felügyeleti rendszerek, intelligens módszerek, fuzzy logika*

IRODALOM

- Kóczy T. László – Tikk Domonkos (2000): *Fuzzy rendszerek*. Typotex, Budapest
- Kóczy T. László – Veres L. (2005): *Üzemfelügyeleti rendszer mesterséges intelligenciával*. Projekt zárójelentés. NKFP-2/0015/2002. BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék, 2005. szeptember.
- Mamdani, Ebrahim H. – Assilian, Seto (1975): An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy

- Logic Controller. *International Journal of Man-Machine Studies*. 7, 1–13.
- Sugeno, Michio – Griffin, M. F. – Bastian, A. (1993): *Fuzzy Hierarchical Control of an Unmanned Helicopter*. 5th IFSA World Congress (IFSA'93), Seoul, 1262–1265.
- Zadeh, Lotfi A. (1965): Fuzzy Sets. *Information and Control*. 8, 3, 338–353.

TARTALOMKEZELÉS A MÉDIAKONVERGENCIÁBAN

Magyar Gábor

PhD, egyetemi docens
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
magyar@mail.bme.hu

1. Bevezetés

Az infokommunikációs hálózatok *online* hozzáférést biztosítanak a tartalomhoz. A tartalomkezelés dolga, hogy tároljuk, kezeljük, megtaláljuk azt, ami ebből bennünket érdekel. A tartalom továbbítása és kezelése napjainkban közös technológiai alapra kerül. Ez új lehetőségeket teremt, ami megszünteti a kétfajta tevékenység elkülönültségét.

A távközlés és az informatika technológiai konvergenciája ma már valóság, s kortársai vagyunk a médiatechnológia becsatlakozási folyamatának. Olyan digitális médiaformátumok váltak szabványossá, amelyek illeszkednek az infokommunikációs hálózatok műszaki jellemzőihez. Az átalakulásnak azonban csupán első felvonása, hogy a rádió-tévé műsorszórás egyeduralma megtört, és felzárkózik mellé az internet. A folyamat nem áll meg a tévéstudiók digitalizálásánál. Az új rádiós, tévés, internetes műszaki rendszerek nem egyszerűen kapcsolódnak a hálózathoz, nem egyszerűen kibocsátanak valamilyen médiatartalmat magukból, amit aztán a hálózat elszállít valahová. Sokkal mélyrehatóbb változásról van szó: a „tartalomgyárak” és a műsorszolgáltatók egy nagy elosztott rendszer részeivé válnak. Mindehhez a tartalomkezelési tech-

nológiáknak is be kell tagozódniuk a konvergenciába.

Az internet korában minden szervezet és az egyének is szembekerülnek azzal a szükséglettel, hogy adott feladat elvégzéséhez adatbázisból (például egy vállalati pénzügyi rendszerből), dokumentumokból (például egy iktatott jogi állásfoglalásból és régi elektronikus levelekből), valamint internetes forrásokból (például egy másik vállalat portálján feltehető árlistából) származó adatokat is fel kell használniuk. Az említett adatok már jó ideje elektronikusan keletkeznek (a régiek egy részét is ilyenre alakították), és informatikai eszközökkel rendezzük, tároljuk, továbbítjuk, keressük és használjuk fel őket. Az elkülönült vállalati, könyvtári és más adatkezelő rendszerek miatt az eltérő logikájú sokféleségből nehezen kinyert adatok csak az ember fejében állhatnak össze egységes tartalommal. A helyzet azonban megváltozik.

A felnövekvő generációk már nem veszik természetesnek, hogy különálló szövegszerkesztő, táblázatkezelő, naptári, kommunikációs és más alkalmazásokat használnak, legfeljebb állományszintű (export-import) adatkapcsolattal. Ehelyett egyetlen számítógépi környezetet igényelnek levelezéshez, azonnali üzenet-cseréhez („cseteléshez”), levelezéshez, tanulás-

hoz, szörföléshez, szórakozáshoz. Az egységes infokommunikációs környezet egyre átfogóbb, rövidesen ki fog terjedni a ma műsorszórás-tartalmaira is.

A felhasználási trend a mögöttes adat- és információkezelés megváltozásával függ össze, két értelemben is. Egyrészt, a multimédia-tartalom egységes szemléletet kíván és kínál: hétköznapi eset, hogy e-lelél, Word fájl, PPT prezentáció keverten tartalmaz szöveges, képi és hanglemezeket. Előnyös, ha a multimédia-tartalomhoz egységes modellezéssel és technológiákkal közelítünk. Másrészt sokféle és gazdag szerkezeti kapcsolatrendszer alakul ki az adatelemek között. A tartalom gépi kezelésének egyik legizgalmasabb problémája a *tartalom – forma – szerkezet* összefüggésének figyelembe vétele. A tisztán szöveges tartalom digitális ábrázolása, tárolása, előkeresése viszonylag egyszerű: az írás mint információ-kódolás alapegységeivel (a mi írásunk esetében karakterekkel) végzünk műveleteket. Ez esetben is lényegi információt hordoznak azonban a formai elemek (pl. egy cím elkülönítése, kulcskifejezések kiemelése aláhúzással vagy eltérő színnel) és a szerkezeti összefüggések (triviális mai példa a hiperlink, továbbá idézzük fel itt a lexikon szócikkeinek egymásra utalását is, de a nyelvtan, sőt a szöveg mondanivalójában kifejezett utalások is szerkezetet hordoznak). Bonyolultabb formai és szerkezeti viszonyokkal találkozunk a multimédiatartalom (pl. egy hírportál) esetében.

A médiakonvergencia természetének megértéséhez először át kell tekintenünk a tartalomkezelés alapfogalmait.

2. Adat, információ, tudás, tartalom

Az *adat* és az *információ* szavakat gyakran szinonimaként használják, pedig jelentésük eltérő. Adatnak a valóság nem értelmezett

tükörképét nevezzük. Az adat nyers (feldolgozatlan) tény, ami valakinek vagy valaminek a jellemzéséhez hozzásegít. A felhasználónak azonban végső soron nem adatokra, hanem információra van szüksége. Az információ értelmezett adat. Mai tudásunk szerint csakis az értelemmel bíró ember képes adatból információt értelmezni. A számítógépi reprezentációkba a szemantikai összefüggéseket a programozó ember viszi be. Az adat formális közlési módjait szintaktikai konvenciók írják le.

A *tudás* az ember által megfelelő környezetbe, kontextusba helyezett információ (adott információt hol, mikor, mi célból használunk fel). A tudás felépülése szubjektív, egy ember vagy egy csoport háttértudása, előítéletei és érzelmei is szerepet játszanak abban.

A *tartalom* szót sokféleképp használjuk a hétköznapiakban, például a művészetekben és a jogban. Műszaki meghatározáshoz az információból nem indulhatunk ki, mert a médiában, azaz a kommunikációs közegben adatok vannak jelen, és nem információk, hiszen a közegben (ma) nincs feldolgozás vagy értelmezés. Ezért a mi definíciónk így szól: a tartalom ember általi érzékelésre egyidejűleg felkínált adatok összessége. A tartalomnak van (megjelenítési és tárolási) formája, valamint belső struktúrája is.

Az *adatkezelés* a nyers adatok tárolásának, lekérdezésének és manipulálásának kérdéseivel (például: adatmodellezés, adatbázisok) foglalkozik. Az *információmenedzsment* feladatköre az információk előállítása, rendszerezése, értékelése és visszakeresése. Az információvá értelmezésben elengedhetetlen szerepe van az adatszerkezet leírásának és felhasználásának. Az adatbázis-kezelőkben erre adatmodellt használunk, ami adatkapcsolatok leírására szolgáló formalizált jelölésrendszerből és az adatokon végrehajtható műveletek-

ből áll. Az internet térhódításával egyre több olyan adathoz férünk hozzá, amelyekhez nem készült adatmodell, holott az adatok között szerkezeti információk keletkeznek (például hiperlinkekkel, metaadatokkal). Adatmodell nélkül azonban a hasznos információ fellelése pontatlan és esetleges.

Az adatbázisban az adatok tárolása által meghatározott szerkezet jól illeszkedik az adatok információtartalma által meghatározott struktúrához (az adatok értelméhez, azaz szemantikájához). Amennyiben ez az illeszkedés hiányos vagy szabálytalan, sőt időben változó, akkor félstrukturált adatkezelésről beszélünk. Egyszerű példa erre egy weboldalon elhelyezett táblázat. Az információ kinyeréséhez itt először azonosítani kell az információ szerkezetét is, azaz meg kell találni a táblázatot, és azonosítani az oszlopok/sorok jelentését, hiszen ezt a tárolás struktúrája nem rögzíti. Az ember számára ez egyszerű, ám a gépnek nem az. Klasszikus mérnöki értelemben itt nincs adatmodell, az adatokon végzett műveletek halmaza nincs egyértelműen meghatározva. E kvázi-adatmodellek leírására komoly tudományos apparátus épült ki annak érdekében, hogy az interneten továbbra is mérnöki szakértelem nélkül szaporodhasson a tartalom, ám ennek szervezése és felhasználása jobb legyen.

3. A tartalomkezelő rendszer

A *tartalomkezelés* a tartalommal foglalkozó emberi munkafolyamatok gépi támogatását jelenti, ezért magában foglalja az adatkezelést és az információmenedzsmentet is. A tartalom előállításának, keresésének, feltárásának, megjelenítésének, elemzésének, szerkesztésének, terjesztésének és archiválásának legalább egy részét megalósító műszaki alkotást *tartalomkezelő rendszernek* (CMS – Content Ma-

nagement System) nevezzük. A CMS kifejezést kezdetben az internetes portálokra használták, azaz a félstrukturált adatok világára. Csakhogy a ma trendje éppen az elkülönült rendszerek egységesítése, a felhasználó információs igényének „egyablakos kiszolgálása”. Olyan tartalomkezelő rendszerek jönnek létre, amelyekben strukturált, félstrukturált (és strukturálatlan) adatokat egyaránt kezelni leszünk képesek, mégpedig közös technológiával. A kifejezetten webes tartalmakat kezelő rendszer a WCMS (Web Content Management System), a vállalati tartalomkezelő az ECMS (Enterprise Content Management System). Elterjedt, kevésbé specifikus tartalmú rövidítés a DAM (Digital Asset Management – digitális vagyongkezelő) rendszer.

A tartalomkezelő rendszer három fő funkcionális részre osztható: *gyűjtő, tároló és publikációs* alrendszerekre.

A *gyűjtő alrendszer* feladata a tartalom (szöveg, kép, hang, mozgókép s ezek kombinációi) előállítása és/vagy bejuttatása a rendszerbe. Szerzői eszközök segítik a tartalom előállítását, más adatforrásból formai és szerkezeti ellenőrzésre képes interfészen keresztül vehető át adat. A gyűjtő alrendszer végezheti el a szükséges formátum- és szerkezetátalakításokat, csoportosításokat, válogatásokat is. Igen fontos feladata a tartalom komponensekbe (tartalomegységekbe) szervezése (például tévéműsor mozgóképfolyamának élet-szerű egységekre – filmek, hírek, reklámok stb. – darabolása). Ebben az alrendszerben a tartalmat leíró adatokkal láthatjuk el. A tartalom jellemzésére ma a legfőbb eszközünk: a *metaadat*. Metaadatként rögzítjük egy tartalomrész címét, alkotóját, keletkezésének időpontját, formátumát, elérhetőségét és sok minden mást. A metaadat egy másik adatot jellemez, „adat az adatról”. A metaadatok

önmaguk is adatok, róluk is lehetnek további metaadatok. A metaadatot az eredeti (még nem jellemzett) tartalomhoz csatoljuk valamilyen módon (például a digitális tartalom állományába kódoljuk, vagy mutatók, linkek teremtenek kapcsolatot a tartalom és a leíró adatok között). Metaadatot ír a könyvtáros, amikor katalogizálja az állományba vett könyvet. Metaadatot rögzít a digitális fényképezőgép, amikor a képhez elmenti a keletkezés időpontját, a kép felbontását, kódolási módját, a zoom állását stb. Metaadatot ír az ember, amikor a fényképezőgépből a számítógépbe másolt képhez szavakat csatol: „Ági 2000-ben”. A metaadatok származtatása ma nagyon élőmunka-igényes, ezért kutatásokat végzünk ennek automatizálására. A metaadatok leírására döntően jelölő nyelveket (például: HTML, XML) használunk.

A *tároló alrendszerben* történik a tartalomkomponensek (valamint metaadatok) hosszú távú tárolása és az erőforrások kezelése. Ide csatlakozik a CMS adminisztrálása, a belső munkafolyamatok ütemezése, vezérlése és követése. E munkafolyamatok műszakilag is igen bonyolultak lehetnek. A megőrzés ugyanis összetett feladat. A komponenseket oly módon kell (a hozzájuk – esetleg sokdimenziós relációkban – rendelt leíró adatokkal együtt) „eltenni”, hogy több szempontból (például: méret, hozzáférési idő, költség) optimalizálható legyen, arra is tekintettel, hogy a megőrzés értelme végső soron az, hogy a tartalom később hozzáférhető, fellelhető legyen. Ennek műszaki környezete a mai hálózatos, esetleg elosztott erőforrású világban önmagában is komplex. A tároló alrendszer műszaki alapja akár egy *peer-to-peer* állománycserélő hálózat is lehet. A hosszú távú megőrzésnek a digitális világban több problémája is lehet: a fizikai romlás, az elavulás (példá-

ul: régi formátumok lejátszása), a megbízhatóság és a biztonság. Elvi kérdés is felmerül: míg egy régi könyv esetében világos, hogy mi számít eredeti példánynak, egy digitális dokumentum esetében ez nem egyértelmű.

A *megjelenítő alrendszer* a tartalomkomponensekből publikációkat, a felhasználók számára szóló közléseket készít. Egyszerű esetben ez a tárolt komponensek kijátszása, gyakran azonban formátum átalakítása, átcsomagolása/átszerkesztése is szükséges. A publikáció különböző közlési csatornákra készülhet (például: nyomtatott könyv, újság, online portál, hírlevél, tévéműsor). A korszerű tartalomkezelő rendszerek többplatformos kijátszásra képesek. Egyazon CMS-ből lehetséges nyomtatott, sugárzott és online közlést is megvalósítani, ezen belül is többféle felhasználói készülékre (például: médiatartalmat tévére, PC-re, PDA-ra, mobiltelefonra).

A metaadatok, a belőlük épített struktúrák és főleg ezek egyezményessé válása (szabványosítása) ma a tartalomintegráció kulcsa. A kereskedelemben is kapható sokféle tartalomkezelő termékek legjobbjai gazdag metaadat-kezelést kínálnak. Említettük már, hogy a metaadatok többsége emberi közreműködéssel keletkezik. Virágzó módja ennek az online közösségek működése. A „blogterekben” a szerzők megadják az írásukra vonatkozó leíró adatokat, hiszen ez elősegíti láthatóságukat, közlésük értelmét szolgálja. A wiki közösségek (lásd Wikipedia) alkotói is megadnak metaadatokat és szerkezeti adatokat. E sajátos online közösségek működési közeget is CMS rendszerek valósítják meg.

4. A szemantikus adatok beépítése

A tartalomhoz rendelt metaadat lehet *leíró* (például: formátum, a keletkezés időpontja), vagy *szemantikus* (ami a dokumentum jelenté-

sére vonatkozik: például egy cikk kulcsszavai). Ha kellően sok ilyen metaadattal látjuk el az információs rendszerünkben elérhető tartalmakat, akkor olyan rutinfeladatokat is gépesíthetünk, amelyekhez az emberi intelligencia nélkülözhetetlen. Például sokkal pontosabban és gyorsabban kielégíthetjük információs igényünket. Azt is mondhatjuk, hogy a gazdagon összekapcsolt szemantikus adatok rendszere az emberi tudás egyfajta reprezentációja. Ez a tudásreprezentáció nyilvánvalóan szűkebb, mint az emberi tudás maga (hiszen kizárólag a már használatba vett metaadatokkal írja le a világ dolgait). E szemantikus veszteséggel szemben nagy előnye azonban, hogy nemcsak emberi, hanem gépi feldolgozásra is alkalmas.

Ezt a megközelítést egy közösség, egy vállalat tartalomkezelő rendszeréről az egész internetre kiterjesztve a szemantikus világháló elképzeléséhez jutunk. Ez egy réteges felépítésű tudáskezelési koncepció. Minden adatot, amit az interneten kezelni akarunk, egyedi azonosítóval kell ellátni. Ez az ún. URI (Unified Resource Identifier, például egy internetcím). Az adatszerkezet leírására XML nyelvet használunk. Utaltunk már arra, hogy egy adathalmaz értelmezéséhez az adatok közötti viszonyokat ismernünk kell. Ennek modellezésére a szemantikus hálóban elsősorban egy erőforrás-leíró keretrendszert (Resource Description Framework – RDF) alkalmazunk.¹ Az RDF egy absztrakt adatmodellezési technika, amely bármilyen típusú metaadat leírására alkalmas bármely (egyedi azonosítóval rendelkező) internetes erőforrásról. Az így rendszerezett adatok jelentésének gépi feldolgozhatóságához szükséges még a jelentéssel bíró fogalmak közötti össze-

függések precíz leírása is. A gépi feldolgozás számára rögzítjük a fogalmakat, a fogalmak közti kapcsolatokat és az adott témakör alapigazságait kifejező axiómákat. Ezzel ún. *ontológiát* készítünk, ami adott felhasználói csoport által egy adott témakörben közösen használt világkép formális specifikációja. A formális tudásleírás elemein akár gépi következtető, logikai algoritmusokat is végrehajthatunk. Ez a formálisan leírt tudást immár gépi úton gyarapítja. Ezt a bonyolult konstrukciót azért fejlesztjük, hogy előre feldolgozott információt nyújtson számunkra, minél kevesebb emberi munkával. A szemantikus háló a webet egy önleíró adatbázissá formálja.

Akár az emberi tartalomkezelésnél, itt is gondot kell fordítani a megbízhatóságra és a hitelességre. A feldolgozást végző szoftverügynökök számára ezért külön rétegekben kell kapaszkodókat nyújtani annak megítéléséhez, hogy mely adatok minősége bizonytalan, esetleg téves vagy félrevezető.

5. A médiakonvergencia hatása az infokommunikációra

A médiakonvergencia első fázisa már valóság: az új médiatartalom-kezelő rendszerek olyan médiafolyamokat (stream) és állományokat (file) állítanak elő, amelyek illeszkednek a – vezetékes és vezeték nélküli – infokommunikációs hálózatokhoz.² Ily módon lineáris műsorközvetítés és kívánságalapú (on-demand) tartalomszolgáltatás egyaránt biztosítható. Vannak szabványok metaadatelemekre és azok szerkezetét előíró sémák számára is. Ezek nélkül nem lehetséges sem az elektronikus műsorújság, sem az *on-demand* katalógus.

¹ Vannak más technikák is, például a tématerkép (Topic Map).

² Ilyen alapokon működik a digitális tv, a kábel-tv, az IPTV, a filmek és a zeneszámok letöltése, részben azok lemezen való terjesztése is.

Ez azonban csak a kezdet. A hálózat számára a médiatartalom nagy adatmennyiségével, sávszélességigényével és forgalmi jellemzőivel is új kihívást jelent. A tartalom egyre számosabb ponton keletkezik a tartalomgyáraktól a háztartásokig (a felhasználói tartalomig – user generated content, például: interneten közzétett saját készítésű filmek, mint születésnapi videó, művészkedés; mások tartalmához való „képi hozzászólás”, továbbszerkesztés stb.). A terjesztés a műsorszórástól az egyenrangú pontok (peer-to-peer) hálózatáig többféle modellben történhet.

A médiakonvergencia idején is természetesnek gondoljuk megkülönböztetni az *előállítás–továbbítás–felhasználás* munkafolyamat lépéseit. Lássunk egy korszerű példát! Egy videó állománycserélő tartalmait (videoklipeket) a felhasználó feltölti-letölti: a tartalom előállítása és felhasználása egyértelműen elhatárolható. Csakhogy: a klipek címkézésébe (gazdagabb információvá értelmezésébe, azaz: megtalálhatóbbá, jobban értékesíthetőbbé tételébe) a közönség is bekapcsolódhat (a saját videoklipjein kívül másokéba is!). Az eredmény: az előállítás és a felhasználás összekeveredik. Ugyanez tapasztalható az ún. közösségi portálokon (például iwiw) és a blogterekben is.

Úgy tűnik, hogy az előállítás–továbbítás–felhasználás lépéseiből csakis a továbbítás (a klasszikus *távközlési* funkció) marad élesen elkülönült. A médiatartalom terjesztő hálózatok azonban elosztott tartalomtároló és -kezelő hálózatokká fejlődnek. Ma még egyszerűbb centrális architektúrában gondolkodni,³ amikor azonban majd a végpontok száma nagyon nagy lesz, akkor egy centrális architektúra hatalmas „túlmeretezést” igényelne.

³ A centrális modellben egy központi tartalomforrás (médiaszerver) bocsátja a tartalmat a terjesztőhálózatba.

Miért? Egyrészt, az ún. *multicast*⁴ elosztás akkor lesz gazdaságos, ha a népszerű tartalmakat több példányban tárolva a fogyasztói berendezésekhez közelebből játsszuk ki, másrészt, a teljes forgalom nem elhanyagolható része lesz felhasználói tartalom. Ez az előzetesen nem méretezhető forgalom gazdaságosabban kezelhetőnek tűnik az erősen elosztott architektúrában. Jegyezzük itt meg: az elosztott architektúra egészen a fogyasztó *set-top-box*áig⁵ terjedhet, mert lesz abban tároló- és feldolgozókapacitás is. Miért ne lehetne része az a hálózatos erőforrás-kezelésnek? Kevésbé forgalmas órákban például bizonyos tartalmakat – a várhatóan legkurrensebb filmeket, a legfrissebb híreket, lehetőleg a felhasználó érdeklődési profiljának megfelelően kiválogatva a szolgáltató letöltheti a set-top-box tárolójába, így csökkentve a nagy forgalmú órák terhelését, ezzel a gerinchálózat csúscapacitását, tehát a szükséges beruházás nagyságát. A fenti gondolatmenetben a set-top-box helyére bármilyen (fix vagy mobil) előfizetői berendezést behelyettesíthetünk.

Ebben az architektúrában a tartalmat előállító, feldolgozó és használó rendszerek nem csupán fizikai, hálózati és alkalmazási szinten, hanem tartalom szinten is együtt fognak működni. A tartalomfelhasználó (a tévé szerkesztője vagy egy blogger) ugyanis ebben gondolkodik: műsorszámokban, dalokban, klipekben, dokumentumokban. A tartalomgyárak állandó kapcsolatban fognak állni más produkciós forrásokkal, továbbá az

⁴ Többesadás: amikor a forgalmi hálózat csomópontja a jelet a hálózat több kimeneti útjára továbbítja.

⁵ Szűk értelmezése: eszköz, adapter, amely az analóg műsorjelek vételére alkalmas tévékészülékeket alkalmassá teszi digitális műsorjelek vételére is. Tágabb értelemben: eszköz, amely a bármely eltérő formátumú, illetve kódolású műsorjeleket alkalmassá teszi tévékészülékben való felhasználásra.

archívumokkal. Együttműködésüket (a kívánt tartalmak megtalálását és a megfelelő formátumra alakítását) metakeresők, tematikus és más alapokon szerveződő szolgáltatók fogják segíteni.

Lehetséges ez? Bemutattuk, hogy a tartalomkezelés a tartalomelemek milyen sokréttű kapcsolatrendszerét hozza létre, beleértve még azok jelentéstani rétegét is. Vajon miért ne használnák ki az így létrejövő lehetőségeket nem csupán a médiatartalom feldolgozásában, de terjesztésében is. Mindez ma még talán kétkedő mosolyt csal a mérnökök arcára,

túl bonyolultnak, menedzselhetetlennek tűnik. A szerző szerint e vízióban a különösen érdekes kérdés az, hogy vajon valóban összefüggő és átjárható infrastruktúrájú infokommunikációs hálózat alakul-e ki? Ha igen, akkor egyáltalán nem irreális feltételeznünk, hogy az infrastruktúra nem pusztán a jelfolyamok továbbítására, hanem tárolására, átalakítására, sőt *tartalom szerinti* terjedésére (útválasztására és követésére) is kiterjedhet.

Kulcsszavak: *tartalomkezelés, adat, információ, tudás, média, szemantikus háló, wiki, blog*

IRODALOM

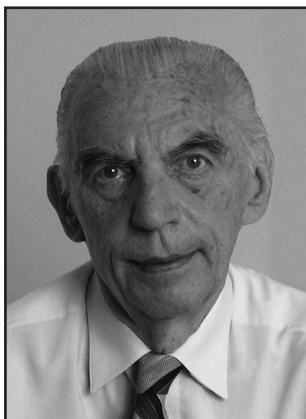
- Baeza-Yates, Ricardo - Riberio-Neto, Berthier (1999): *Modern Information Retrieval*. Addison-Wesley
- Bergeron, Bryan (2003): *Essentials of Knowledge Management*. John Wiley & Sons, Inc.
- Berners-Lee, Tim - Hendler, J. - Lassila, O. (2001): *The Semantic Web*. Scientific American. 17 May
- Boiko, Bob (2001): *Content Management Bible*. Hungry Minds, New York
- Fraser, Stephen (2002): *Building a Content Management System*. Apress, Springer Verlag, New York..
- Guarino, Nicola - Masolo, C. - Vetere, G. (1999): *OntoSeek. Content-Based Access to the Web*. IEEE Intelligent Systems. 14, 3, 70–80.
- Magyar Gábor – Szakadát István (2001): *Metadata System of National Audiovisual Archive in Hungary*. Invited Paper. 20th Conference of the Audio Engineering Society: Archiving: Restoration and New Methods of Recording. Budapest, 5–7 October 2001. CD-ROM: Mira Digital Publishing Inc.
- Magyar Gábor (2005): *Key Technical Problems of Long-term Digital Archiving of Documents*. Invited Paper. 3rd Conference of Documentation & Electronic Archiving, Dubai, 18–20. Sept. 2005.
- Magyar Gábor – Knapp Gábor (2004): *Building an Open Document Management System with Components for Trust*. In: Linger, Henry – Fisher Julie (eds.): *Constructing the Infrastructure for the Knowledge Economy*. Kluwer Academic–Plenum Publishers, New York, USA, 430–442.
- Magyar Gábor – Hutter O. – Mlinarits J. (2005): *e-Learning*. Műszaki, Budapest
- Magyar Gábor (2006): *A média konvergenciája*. Előadás a 6. HTE Kongresszuson (Áttörés az infokommunikációban) Balatonkenese, 2006. október 5.
- Sherman, Price (2001): *The Invisible Web (Uncovering Information Sources Search Engines Can't See)*. CyberAge Books,
- Sowa, John F. (2000): *Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations*. Brooks Cole Publishing Co.

Megemlékezés

A 2006/2007 tanév kezdetén szomorú szívvel búcsúztunk dr. Géher Károly professor emeritustól, a hazai és nemzetközi híradástechnikai tudományos-műszaki-felsőoktatási közelet egyik kimagasló, iskolateremtő személyiségétől. Hiányozni fognak szakszerű, az összes fontos körülményt figyelembe vevő szabatos tanácsai, tudást, bölcsességet és jóindulatot sugárzó szemei.

Az angolul és németül folyékonyan beszélő Géher Károly 1947-ben iratkozott be a Budapesti Műszaki Egyetemre, és 1952-ben szerzett villamosmérnöki oklevelet. Tudományos pályája gyorsan ívelt felfelé: 1962-ben a mikrohullámú rendszerek csoportfutási ideje témájú disszertációjával a műszaki tudományok kandidátusa, 1973-ban a lineáris hálózatok érzékenysége témában írt disszertációjával a tudományok doktora. A Magyar Tudományos Akadémia 1993-ban az Eötvös József-koszorú adományozásával örökös véleménynyilvánításra kérte fel a műszaki tudományok minden dolgában.

Mindezek a tudományos teljesítmények és elismerések elválaszthatatlanok Géher Károly kimagaslóan eredményes egyetemi oktatói tevékenységétől. Diplomájának megszerzése után Simonyi Károly tanszékén kezdte



GÉHER KÁROLY

1929 – 2006

oktatói pályafutását, majd 1957-ben utolsó munkahelyére, a BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszéke jogelődjére került, és a *Lineáris hálózatok* általa alkotott és klasszikussá tett tantárgyával új rendszerezési elvet, és ezáltal új pedagógiai módszert vezetett be. Ennek fontos része volt a *Hálózatelméleti Szeminárium* sorozat éveken át tartó, ipart és egyetemet egyaránt vonzó és befolyásoló szervezése. Mindezzel egy új világot teremtett, mégpe-

dig témájában legalább negyven évre, műgondjában és szerkesztésében – minden bizonnyal – örökre. Ez első iskolateremtése.

Mintegy két évtizedes kapcsolata az iparral, elsősorban a Távközlési Kutató Intézettel, segítette abban, hogy a gyakorlati alkalmazásokra is figyelmet fordítva művelje szakmai érdeklődésének tárgyát. Sokan – közülük azóta elismert tudósok – a rendszerezés atyámesztérét, s a kitűnő előadót tisztelik benne. 1991-ben elnyerte a Kiváló pedagógus kitüntetést, 1998-ban a Szent-Györgyi Albert-díjat.

Harmadmagával koncepcionálta, és 1959-ben elindította, majd harminc éven át sikeres vezető hozzájárulója volt a Microcoll magyar színhelyű konferenciasorozatnak. Ezzel került vissza Magyarország a II. világháború utáni híradástechnika világtérképére.

Később a világon elsőként ismerte fel a hálózatemélet új kihívását: a tolerancia analízist. A kérdéskörben kimunkált első eredményeit is belefoglalta három idegen nyelven is megjelent, nemzetközileg is „klasszikusnak” tartott könyvébe. Ez az ő második iskolateremtése.

Egy ilyen tudós mérnök híre nem marad meg az országhatárok között: az Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Fellow-ja, az URSI (Union Radio Science International) Magyar Nemzeti Bizottságának 1966 és 1988 között tagja, titkára, majd elnöke, és az URSI nemzetközi szervezetében más funkciók mellett a Signals and Systems szakmai szekciónak is elnöke volt.

1959 óta tagja volt a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesületnek (HTE). Kiemelkedő érdemeinek tanúságai: Pollák–Virág-díj (1961), Puskás Tivadar-díj (1967 és 1997), HTE Aranyérem (1989) és a HTE 50 éves jubileumi díj. Évekig az Etikai Bizottság elnöke, haláláig az Elnökség tagja volt.

A Magyar Tudományos Akadémia Távközlési Rendszerek Bizottságának 1984 és 1993 között emlékezetes elnöke volt, és azóta is folyamatosan a Bizottság tagjaként tevékenykedett. Megismerhettük határtalan szerénységét, tudománytisztelő-szerető gondolkodását, kiegyensúlyozott szakmai vélemény kialakítására való tudatos törekvését, bölcsességet, segítő szándékát.

Az 1992-es távközlési törvénnyel 1993-ban létrehozott Távközlési Mérnöki Minősítő Bizottságnak a teljes hazai tudományos szakmai közvélemény szerint 1999-es vissza-

vonulásáig példát mutató alapító elnöke. Ez volt harmadik iskolateremtése.

1998-ban a sokirányú és minden irányban kimagaslót alkotó tudós mérnököt a Széchenyi-díjjal tüntetik ki.

Élete folyamán világégések, forradalmak, rendszerváltások írták a történelmet. Ő mindezt a tudományos haladás szempontjából páratlanul pártatlan higgadtsággal követte. Nagyon sokan hálát érzünk azért, hogy tanácsaival, iránymutatásaival, szelíd intelmeivel és ösztönző észrevételeivel bátorította közeli és távoli munkatársait a tudományos előrehaladásra, melyhez mindenkinek minden segítséget megadott.

Eltemettünk egy kiemelkedő tudóst és tanárt, egy nagy formátumú, érzelmekben is velünk élő embert. Emléke nemcsak szívünkben, de gondolatainkban, cselekedeteinkben is örökké benne marad, a tőle tanultak kitörölhetetlenül életünk részévé váltak. Példát adott emberségből, jóindulatból, emelkedett higgadtságból, rendszerező képességből, oktatói rátermettségből, iskolateremtésből, csapatépítési tehetségből, diákjai és munkatársai előrehaladásának fáradhatatlan és diszkréttségével hatékony szorgalmazásából, új diszciplínát teremtő tehetségből, munkatársai egymást tisztelő, egymást segítő, vidám hangulatot keltő összefüggéseinek szervezéséből, és a mindezek mögött álló általa kinyilvánítani nem szándékol, de a környezete számára félreismerhetetlen házastársi szeretetből.

Gordos Géza
az MTA doktora

Sallai Gyula
az MTA doktora

Kitekintés

AZ INFORMÁCIÓS ÉS KOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLÓGIA SZEREPE AZ EURÓPAI UNIÓ MOST INDULÓ 7. KUTATÁSI KERETPROGRAMJÁBAN

Az EU több mint 9 milliárd eurót kíván befektetni az információs és kommunikációs technológiák (IKT, angol rövidítése: ICT) kutatásába. Ez kimagaslóan a legnagyobb réteget jelentő összeg a 2013-ig tartó európai 7. Kutatási Keretprogram költségvetésében, amellyel az EU világosan elismeri az információs és kommunikációs technológiák Európa gazdasági növekedésében és versenyképességében játszott kiemelkedő szerepét. Az új kutatási keretprogram, valamint az alap- és alkalmazott IKT kutatások jövőbeli stratégiai prioritásainak megvitatása céljából a kutatással foglalkozó közösség közel 3500 tagja találkozott a Helsinkiben megrendezett *Az információs társadalom technológiája 2006* konferencián és kiállításon.

Az IKT kutatások terén Európa fokozatosan felzárkózik – mondta Viviane Reding, az EU információs társadalomért és médiáért felelős biztosa. Beszédében így folytatta: *Az együttműködésen alapuló IKT kutatási projektek erőteljes támogatása révén a Bizottság biztosítja az európai IKT kutatásokhoz már fűdalmasan hiányzó ösztönzést. A 9 milliárd euróval arra sarkalljuk a tagállamokat, az iparágat és a tudományos élet képviselőit, hogy*

csatlakozzanak hozzánk a versenyképesebb Európáért folytatott küzdelemben. Ugyanakkor nem pusztán több, hanem mindenekelőtt célirányosabb kutatásra van szükségünk. A megfelelő célterületek meghatározása során nagymértékben támaszkodtunk a kilenc európai IKT-technológiai platform tanácsára. Az együttműködést még jobban elmélyítve forrásainkat egyes területeken közös technológiai kezdeményezések keretében egyesítjük.

Az IKT a hét évre szóló 7. Kutatási és Technológiafejlesztési Keretprogram (7. KP) legnagyobb kutatási területét jelenti. Az IKT-ra szánt támogatás a teljes közösségi kutatás-fejlesztési költségvetés 18 %-át teszi ki. Helsinkiben a kutatók megvitták az IKT kutatások 2007–2008-ra vonatkozó munkaprogramját, amellyel kezdetét vette a 7. KP, és útjára indul az IKT projektek új generációja, amely fokozza Európa kutatási teljesítményét, és segít abban, hogy az európai IKT ágazat a technológiai fejlődés és a fejlett IKT-k alkalmazásának élmezőnyében maradjon. A munkaprogram olyan kulcsfontosságú területekre koncentrál, amelyeken Európa versenyképes helyzetben van, és már megalapozta hírnevét: a kommunikációra, az elektronikára, a fotonikára, valamint a szoftverrendszerekre és -architektúrákra.

Az IKT területén végzett kutatások, fejlesztések eredményei a társadalom számára új lehetőségeket tárnak fel. Az eredmények alkalmazása széles körű, ideértve az egészségügyi ellátást, a közlekedési rendszereket, az energetikát, valamint az innovatív interaktív

szórakozási és tanulási rendszereket. Az információs és kommunikációs technológiában véghezvitt innováció segítheti az egészségügyben dolgozókat a betegségek megelőzésében, lehetővé teheti a kezelés személyre szabását, valamint támogatást nyújthat a lakosság előregedésével kapcsolatos problémák megoldásában.

A 7. Kutatási és Technológiafejlesztési Keretprogramon belüli IKT kutatási tevékenységek olyan stratégiai prioritásokat tartalmaznak, mint:

- a mindent átható, megbízható hálózati és szolgáltatási infrastruktúrák,
- a digitális könyvtárak és tartalmak,
- a fenntartható és személyre szabott egészségügyi ellátás,
- a mobilitással, környezetünk megóvásával és a hatékony energiagazdálkodással kapcsolatos IKT.

A 7. KP kiemelkedő jelentőséggel bír az immár teljes jogú EU-tag Magyarország számára. Fontos érdekünk fűződik ahhoz, hogy a hazai kutatóintézetek, felsőoktatási intézmények, vállalkozások és más érdekelt szervezetek minél eredményesebben vegyenek részt a keretprogram pályázatain.

Kutatás: 9 milliárd euró az európai IKT kutatás fellendítésére: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/06/1590&format=HTML&caged=0&language=HU&guiLanguage=en>

FP7 factsheets: http://cordis.europa.eu/fp7/dc/index.cfm?fuseaction=UserSite.CooperationDetailsCallPage&call_id=11

Gefférthné Halász Edit

RÁDIÓFREKVENCIÁS AZONOSÍTÁS

New Orleans egyik kórházában wi-fi alapú rádiófrekvenciás azonosító rendszert építettek ki. Mintegy ezer eszköz, például infúziós pumpa, toléscék és ágy pontos helyéről kapnak információt. A rendszerbe bevont eszközök helyét az idő 90 %-ában tíz méter pontossággal, az idő felében pedig öt méter pontossággal adja meg a rendszer. A rádiófrekvenciás azonosítás 2,4 gigahertz frekvencián működik.

A rádiófrekvenciás azonosító (angol rövidítésével RFID) rendszer alapja a tárgyhoz kapcsolt címke, azonosító. Ember, állat vagy tárgy egyaránt jelölhető vele. Az azonosító egy integrált áramkör, amely tárolja és feldolgozza az információt, válaszol a rádióhullámonkon érkező „kérdésre”. Az azonosítóhoz antenna csatlakozik, ez fogadja, illetve küldi a rádiójeleket. Az azonosító több méter távolságból automatikusan leolvasható, nem kell láthatónak lennie. Lényegében a vonalkód szerepét veszi át, azzal a többlettel, hogy a megjelölt tárgyat nem kell leolvasóhoz vinni.

A kórházi azonosító rendszert drótnélküli (wi-fi) hálózattal integrálták. A wi-fi (Wireless Fidelity) a vezeték nélküli mikrohullámú kommunikáció népszerű neve. Vezeték nélküli helyi hálózatot valósítanak meg például repülőtereken, éttermekben, szállodákban, tereken, itt a látogató saját számítógépével, kábeles összeköttetés nélkül kapcsolódhat az internetre. Zárt hálózatokban, például a kórházban, csak az arra felhatalmazottak kapcsolódhatnak a rendszerhez, csak felhatalmazással férhetnek hozzá a tárolt információkhoz.

A passzív RFID azonosítónak nincs saját energiaforrása, a bejövő jelből nyert energiát hasznosítva válaszol. Mérete igen kicsi lehet,

antenna nélkül $0,15 \times 0,15$ milliméter felületű, papírlapnál vékonyabb passzív azonosító is kapható, 128 bites azonosító számával válaszol a lekérdezésre. Az idén februárban megjelent legújabb eszköz mindössze $0,05 \times 0,05$ milliméter. A méretcsökkentésnek az antenna szab határt, a legjobb antenna is nyolcvan-szor nagyobb a chipnél.

Az aktív RFID azonosítónak saját belső áramforrása van, ilyeneket használnak a kórházban is. Áramforrásuknak köszönhetően nagyobb a kimenő teljesítményük, ezért zavaró környezetben (víz, fémek) is alkalmazhatóak. A jelek több száz méter távolságban foghatók, az elem élettartama elérheti a tíz évet. Érzékelőkhöz kapcsolva a mért értéket továbbítják, például hőmérsékletről, páratartalomról, sugárzásról, fényerősségről, rezgésekről, bizonyos gázok megjelenéséről küldhetnek információt.

RFID azonosítókat már több ország alkalmaz útlevelekben, Malajzia volt az első 1998-ban. A maláj e-útlevél az útlevélben látható adatokon kívül az országból való kilépés, belépés helyét és idejét is tárolja. Az ICAO nemzetközi repülésügyi szervezet szabványt dolgozott ki. 2006-tól az új brit és USA-útlevelek is tartalmaznak azonosító chipet.

Párizs, Lyon, Marseille, Porto, Lisszabon, Milánó, Torino, Brüsszel, Montreal és még egy sor város alkalmaz RFID azonosítót a helyi tömegközlekedésben. Sok helyütt nemcsak a közlekedésért, hanem más szolgáltatásokért is lehet vele fizetni, például Moszkvában is okos kártyával fizethetünk a metróra, New Yorkban kísérleteznek a bevezetésével. Nagyon elterjedtek az RFID azonosítók autópályadíjak beszedésére. Francia és spanyol sítályakon elég egy zsebben hordott RFID azonosító, nem kell felmutatni a bérletet a sílift igénybevételénél.

RFID azonosítót viselnek Kanadában a szarvasmarhák. Könyvek boltokban és könyvtárakban, épületekbe, zárt területekre belépő személyek, repülőtéri csomagok, gyógyszerek azonosítására is kiterjedhet a rádiófrekvenciás azonosítás. Konténerek azonosítására is előszeretettel alkalmazzák kikötőkben és szállítványozó cégeknél.

Az RFID rendszer legelterjedtebb alkalmazása a leltárkészlet nyilvántartása. Nem lesz többet eltérés a nyilvántartott és a tényleges készlet között. Egyszerűsödik az üzletmenet, csökkennek a munkaerőköltségek.

Emberekbe beültetett azonosítók még nem gyakoriak. Barcelonában és Rotterdamban night klubok VIP vendégei kaptak ilyen azonosítót, ezzel fizetik fogyasztásukat. Mexikóban a főügyész tizennyolc munkatársa kapott RFID azonosítót, csak ők léphettek be az irattár titkos információkat tartalmazó szobáiba. Biztonsági szakértők nem tartják jó megoldásnak az RFID használatát emberek azonosítására, ugyanis az azonosítóban tárolt információ megszerezhető. Információlopás elleni védelem beépítése a chip méretének megnövelésével járna.

Az RFID technológia terjedő alkalmazása aggodalomra is okot ad. Egy árucikk vásárlója például nem tud az azonosítóról, vagy nem tudja azt eltávolítani. („Mit szólna ahhoz, ha az alsóneműje információt adna az ön hollétéről? – kérdezte egy szenátornő Kaliforniában.) Az azonosító az egyén tudta nélkül távolról is leolvasható. Ha bankkártyával fizetnek a jelölt tárgyért, akkor a két információ összekapcsolható.

Bachelder, Beth: West Jefferson Medical Center Deploys Wi-Fi based RFID. <http://www.rfidjournal.com/article/view/3101/1/1/>
<http://en.wikipedia.org/wiki/RFID>

Jéki László

AZ IDEI A SZUPERJÁTÉKOK ÉVE

Az elektronika méretének és árának folyamatos csökkenésével párhuzamosan a fogyasztói elektronikai eszközökben egyre kifinomultabb technológiák jelennek meg. 2007-ben a következő változásokra számít Mark Elgan szakíró.

Az otthoni PC-kben az elmúlt öt évben megszokottá vált a wi-fi (Wireless Fidelity) vezeték nélküli kommunikációs technika használata. Most a többi eszköznél is várható a wi-fi elterjedése, elsősorban a médialejátszók, kamerák és a televíziók kapcsolódhatnak kényelmes és rugalmas módon. A Microsoft új Zune médialejátszója még *peer-to-peer* (p2p) módon működik, de más új készülékek a PC-hez hasonlóan közvetlenül kapcsolódhatnak az internethez. Egyelőre csak a digitális kamerák kisebbsége teszi lehetővé a wi-fi kapcsolódást. Ez a megoldás is elterjedőben van, az új készülékek többségének már lesz wi-fi képessége. A wi-fi révén a képeket azonnal át lehet tölteni egy közeli PC-re, vagy fel lehet tölteni az internetre, nincs szükség kábeles összekötésre, a kis médiakártyát sem kell kivenni a kamerából. Az áresésnek köszönhetően egyre több amatőr fotós vásárol korábban csak profik által használt kamerákat.

Három éve néhány japán cég „drótnélküli televíziót” hozott ki, ezek kis folyadékkristályos (LCD) képernyők voltak, a tartalmat a kábelhez csatlakozó állomásról vették át. A termékek nem arattak sikert. Idén a Samsung jelenik meg egy wi-fi megoldást is tartalmazó plazmatévével. Ez a készülék azonban másként drótnélküli, mint a korábbi modellek. A képernyő a PC-hez kapcsolódik wi-fi-vel, így módon YouTube videókat vagy

más, interneten vagy PC-n levő tartalmakat, például fényképeket lehet megnézni rajta.

Idén a kurzorpozicionáló golyó lesz az új mobil eszközök, mindenekelőtt az okos telefonok input eszköze. Már két ilyen telefon kapható. Ezzel zoomolható a telefon kamerája, ezzel lehet válogatni az ikonok, menüpontok között. A pozicionáló golyók elterjedhetnek az egész iparágban, mindenekelőtt a telefonokban, de megjelenésükre médialejátszóknak és másutt is számítani lehet.

Arcfelismerésre képes fogyasztási cikkek és szolgáltatások jelennek meg, például digitális kamerákban, online fotókeresőkben és biometrikus biztonsági eszközökben. Az új arcfelismerő kamerák valójában azt ismerik fel, hogy arcot és nem valami más tárgyat látnak – az arcot meg tudják különböztetni a többi látványelemtől. Az arcfelismerés gomb megnyomására a kamera az arcra fókuszál, és exponál. Fotóarchívumokban jelenleg kulcsszavak és címkék szerint keressük a képeket. Az arcfelismerés új megoldást kínál: egy arcképet bemutatva a szoftver megkeresi az ugyanerről az arcról az archívumban lévő többi képet. A Polar Rose böngésző a bűnüldöző szervek által használt arcfelismerő rendszerhez hasonlókat kínál. A technológia széleskörű elterjedésére akkor lehet majd számítani, ha a Google és a Flickr rendszerébe illeszti. Az arcfelismerés biztonsági elemként jelenik meg a PC-k és laptopok világában. A technológia már egy évtizede nagyjából kész, most használhatóbb változatot fejlesztettek ki. A Lenovo két új notebookja például kamerával, arcfelismerő szoftverrel akadályozza meg, hogy illetéktelenek hozzá férhessenek a géphez.

Tavaly a Dell laptopokba beépített Sony elemekről kiderült, hogy tüzet okozhatnak. Idén biztonságosabb, hőszigetelt, szikráknak

ellenálló elemek jelennek meg. Az amerikai elektromérnök szervezet, az IEEE szabvány bizottsága új szabványt dolgoz ki a lítium-ion elemekhez. Az ajánlások megjelenése az év végén várható, de az ipar már a hivatalos bevezetés előtt is alkalmazni fogja.

Tavaly minden korábbinál több nagyfelbontású (HD) plazma- és LCD tévét adtak el, de a média lemaradt a nagyfelbontású tartalmak szolgáltatásában. A tévéhálózatok, filmstúdiók és filmkölszönzők továbbra sem igyekeznek kielégíteni a fogyasztói igényeket. Jól fogynak majd viszont a nagy tévékhez illeszthető eszközök, például nagyfelbontású videokamerák, játékkonzolok. A nagy felbontás akkor terjed el, ha a tartalomszolgáltatók ráébrednek, hogy ettől függ az életben maradásuk. A HD rádió iránt egyáltalán nincs fogyasztói igény.

Több, elsősorban a Microsofttal szemben álló társaság (például Google, Sun) már évek óta ajánlja a browser-alapú számítástechnikát. Idén három tényező járulhat hozzá elterjedéséhez: egyre drágább az asztali gépek szoftverje, javul az online alkalmazások minősége és elterjedtek az okostelefonok. Ma már mindenféle tevékenység elvégezhető online, a világhálózathoz pedig mobiltelefonnal lehet csatlakozni.

<http://www.digitalartsonline.co.uk/news/index.cfm?NewsID=6855>

Jéki László

A LEGGYORSABB OPTIKAI INTEGRÁLT ÁRAMKÖR

Az IBM Watson Kutatóközpontjában a ma a kereskedelembe kapható eszközöknél

nyolcszor gyorsabb optikai integrált áramkört hoztak létre, az adó-vevő eszköz sebessége mindkét irányban 160 gigabit/s. Ezzel az eszközzel mindössze egyetlen másodpercre van szükség egy nagyfelbontású játékfilm letöltéséhez a ma szokásos fél órával vagy még hosszabb idővel szemben. Ilyen nagy sebességű távközlést még sohasem értek el egyetlen integrált áramkörrel. Az optikai adó-vevő integrált áramköröit a standard CMOS technológiával készítették, ma ezzel a módszerrel készül a chippek többsége. Az optikai elemeket indium-foszfidból és gallium-arszenidből gyártották, az egész integrált egység mérete mindössze 3,25 x 5,25 milliméter. 16 egymástól független lézerdíoda meghajtó áramkört tartalmaz, a 16 adó-vevő áramkört 4 x 4-es csoportokba szervezték. A rendszer 985 nanométeren működő optoelektronikai eszközökhöz illeszthető, az ilyen hullámhosszú optikai jelek behatolnak a chipbe, illetve képesek az integrált lencséken keresztül kilépni a chip hátoldalán.

A nagyfelbontású televíziók és a csaknem azonnali filmletöltés ilyen nagysebességű adó-vevő áramköröket igényel. Az IBM rövid távolságra, maximum néhány száz méterre történő átvitelre szánja az új eszközt. A 160 gigabit/s átviteli sebességhez száloptikai kommunikációs hálózatra van szükség. A chip jelenleg prototípus, kereskedelmi hasznosításának az előkészítésénél tartanak. A kutató-fejlesztő munkát részben az USA Védelmi Minisztériuma, az Advanced Research Project Agency finanszírozta.

Peach, Matthew: IBM Researches Demonstrate "World's Fastest" Optical Chipset. <http://optics.org/cws/Articles/ViewArticle.do?channel=research&articleId=27419>

Jéki László

GOOGLE, VAGY NEM GOOGLE

Év eleji adatok szerint legtöbbször a Google-lal keresnek az interneten. A felhasználók 47,5 százaléka alkalmazza ezt a programot, 28,1 százalékuk a Yahoo-val keres, míg 10,6 százalék a Microsoftban bíz. A többiek (13,8 százalék) kisebb cégek kereső algoritmusait választja. A három óriás tehát uralja a piacot, bár vannak szakemberek, akik szerint a Google uralma ugyanúgy véget érhet, mint ahogy az Alta Vista a 90-es évek végén.

Kérdés persze: mi kell ahhoz, hogy jobb keresőprogram(ok) szülessen(enek). Nagyobb számítási kapacitású gyorsabb gépek és olyan algoritmusok, amelyek speciális kérdésekre is képesek válaszolni. És jó lenne, ha a fejlesztésbe önkéntes felhasználók is bekapcsolódhatnak. Philipp Lenssen, a Google tevékenységét elemző Google Blogscoped alapító-szerkesztője szerint a nyelvi technológiák fejlődése döntő jelentőségű kérdés, mert ha hosszú, akár többsoros kérdéseket is megért egy ilyen rendszer, akkor ez fogja felváltani a kulcsszavakra épülő keresést. Ehhez azonban a mesterséges intelligenciák további fejlődésére van szükség – állítja a Google egyik alapítója, Larry Page, aki szerint a mesterséges intelligenciák térnyerése várható. A San Francisco-i Powerset munkatársai olyan algoritmusokat próbálnak kidolgozni, amelyek a természetes nyelv elemeire építenek, míg a wikipédiások új keresőjükre, az ennél egyszerűbben működő Search Wikiára esküsznek. Az egyik alapító, Limmy Wales nem hajlandó elárulni lényeges dolgokat keresőjükről, ám fontos elemként emlegeti, hogy a felhasználók ötleteit, kritikáit elemzik, és felhasználják fejlesztéseik során. De így van ez a YaCy és a Lucene esetében is, ezek azonban nyílt

forráskódú keresők, tehát mindig is számítottak a külső ötletekre.

Danny Sullivan, a *Search Engine Land* főszerkesztője azonban úgy véli, hogy a Powerset és a Search Wikia semmi valóban új dologgal nem állt elő, csak a régi ötleteket újítják fel az újabb technológiák felhasználásával, valamint a média nyújtotta lehetőségek jobb kiaknázásával. Sullivan szerint egyébként felesleges szidni a kulcsszavakon alapuló keresést, mert az esetek többségében az is elég. De hozzáteszi ezt is: „Már évek óta beszélnek a természetesnyelv-feldolgozásról, és biztos vagyok abban, hogy be fogják építeni a keresőmotorokba, ám komoly Google-vetélytársakról még így sem beszélhetünk.”

Lenssen pedig azt kérdezi: mi történik, ha valahol valóban megszületik egy hatékonyabb algoritmus? Azoknak a fejlesztőknek lesz-e, van-e megfelelő számítógépes kapacitásuk, gépparkjuk? Ha nincs, akkor vagy befektetnek, vagy arra kényszerülnek, hogy termékeiket eladják – feltehetően – a Google-nak – mondja a Google Blogscoped alapító-szerkesztője.

www.agent.ai, 2007. 03. 12.

Gimes Júlia

ÉLVEZHETŐ INTERNETES TELEVÍZIÓZÁS

A százmilliók által használt Kazaa fájlcsere hálózat és Skype online telefonhálózat kitalálói, Niklas Zennström és Janus Friis januárban bejelentették: megalkották a Joost televíziós szolgáltatást, amellyel sokkal élvezetesebb az internetes tévénézés, mint ha valaki ül a számítógép előtt, és az egérrel, valamint a billentyűvel próbál adásokat csiholni magának. A Joost az online fájlcsere technikát alkalmaz

za, a rendszerrel teljes képernyős, jó minőségű tévéműsorokat lehet szállítani a hálózaton. Mindehhez nem kell böngészni, csak kattintgatni, mint az igazi tévé előtt.

A használathoz először le kell tölteni egy ingyenes programot (www.joost.com), amely dekódolja az adások titkosított adatcsomagjait, így az adásokat csak megnézni lehet, le-tölteni és elmenteni nem. A Joost már több céggel szerződést kötött, például a *Big Brother* műsorokat gyártó Endemollal, valamint a Warner Music Group Zenekiadóval. A műsorokat ingyen meg lehet majd nézni, de természetesen az adásokban a reklámok is megjelennek. A rendszerben kereső és chat szolgáltatás is elérhető.

Gimes Júlia

HIÁNY LESZ MEGFELELŐEN KÉPZETT INFORMATIKAI VEZETŐKBEN

Az informatika alkalmazása ma már kulcsfontosságú a vállalatok életében, ezért az ezt irányító szakember, az informatikai vezető az egyik meghatározó szereplője a vállalati menedzsmentnek. Az amerikai Ritu Agarwal (University of Maryland) és a szintén amerikai Cynthia Beath (University of Texas, Austin) tanulmánya arra figyelmeztet, hogy az elkövetkező években hiány lesz megfelelően képzett informatikai vezetőkben, és ez hátráltatni fogja a fejlődést. A szerzők humán erőforrás, valamint informatikai szakemberekkel készített interjúkból arra a következtetésre jutottak, hogy az informatikai vezetők szerepe változóban van: egyre több üzleti tudásra és szakértelemre lesz szükségük, vezetői, szervezési, kapcsolatépítési és kapcsolatfenn-tartási képességeik egyre fontosabbak lesznek.

Mindez részben a technológiai fejlődéssel magyarázható, például hogy megjelentek a webes szolgáltatások, vagy az új üzleti stratégiát jelentő elektronikus üzleti modellek (e-business model). A tanulmány részletesen elemzi, hogy a cégeknek milyen eszközökkel érdemes „szerezniük”, illetve képezniük olyan informatikai vezetőket, akik megfelelnek a változó kihívásoknak.

Magyarországon is van már könyv a szakemberek támogatására: a *CIO – A Chief Information Officer kézikönyve*. CIO képzés azonban gyakorlatilag nincs, a szakemberek szerint mihamarabb szükség lenne rá.

www.cioinsight.com, 2007. 03.12.

<http://www.infopen.hu/cioforum/index.php?oldal=ciokonyv.htm>

Gimes Júlia

MOBILKOMMUNIKÁCIÓ 2007

Az Európai Unió Sevilleben működő kutatóközpontjában összefoglaló tanulmány született arról, hogy Európának hogyan kell felkészülnie a mobilkommunikáció új kihívásaira és a WRC'07 (International Telecommunications Union World Radio Conference) konferenciára. A 105 oldalas alkotás 7–13. oldala *Executive Summary* címen összefoglalja mindazokat az eredményeket és következtetéseket, amelyeket a szerzők Simon Forge, Colin Blackman és Erik Bohlin *The Demand for Future Mobile Communications Markets and Services in Europe* című tanulmányukban megállapítanak.

<http://fms.jrc.es/documents/FMS%20FINAL%20REPORT.pdf>

Gimes Júlia

Könyvszemle

*Kenneth J. Turner – Evan H. Magill –
David J. Marples:
Service Provision: Technologies for
Next Generation Communications*

Az új infokommunikációs szolgáltatások esetében nem a hálózat, hanem maga a felhasználó áll a középpontban. Ebben a szemléletben a felhasználó mint vásárló jelenik meg, fizet a számára hasznos szolgáltatásokért, így biztosítva a kommunikációs technológia hajtóerejét. A könyv az infokommunikációs szolgáltatások széles spektrumát mutatja be, ezáltal egyaránt hasznos távközlési szakemberek, stratégiák, konzultánsok, menedzserek, oktatók és egyetemi hallgatók számára is.

A könyv részletesen tárgyalja a hívásfeldolgozás teljes folyamatát. Elemzi a hozzáférési hálózati és gerinchálózati interfészeket, külön kiemelve az intelligens hálózatok hívásfeldolgozási folyamatát, valamint a programozható kapcsolóberendezések, az ún. softswitchek architektúráis kérdéskörét és képességeit. Elemzik a szerzők az intelligens hálózatok globális funkcionális, szolgáltatási, elosztott funkcionális és fizikai síkjait, bemutatva és értékelve a nyújtott szolgáltatásokat. Külön fejezet foglalkozik az internet által támogatott kommunikációs szolgáltatásokkal, elemezve a szolgáltatás minőségének biztosítását, valamint a szolgáltatás architektúra kérdéskörét, több szempontból is. A szolgáltatások között kitér az internetalapú beszédátvitel jelzési és minőségbiztosítási kérdéseire. Bemutatja az

intelligens hálózati szolgáltatásokat és az internetalapú, új hálózati és szolgáltatási architektúrákat, valamint szó esik még az új vezeték nélküli hálózati architektúrákról és szolgáltatásokról is.

A könyv elemzi a szolgáltatások architektúrája, létrehozása, fejlesztése és analízise témaköröket, tárgyalva ezek algoritmikus és gyakorlati kérdéseit is. Kitér a szolgáltatások minőségi és biztonsági kérdéseire, mindezekhez szorosan kapcsolódóan tárgyalja az ún. távközlési információs hálózati architektúra (Telecommunication Information Network Architecture) és a közös objektumkérelem-közvetítő architektúra (Common Object Request Broker Architecture) alkalmazhatóságát a szolgáltatásbiztosítás témakörben. Áttekintést olvashatunk a formális nyelvekről abból a szempontból, hogy a szolgáltatások létrehozása és érvényesítése során mely fázisokban mely formalizmusok és nyelvek alkalmazhatók. A szakirodalomban *feature interaction* kifejezéssel illetett témakör elemzése során a szerzők egyaránt tárgyalják a problémakört a kommunikációs közösség, a gyártók és a szolgáltatók szempontjából, figyelembe véve a technológiai változásokat és a szabályozási aspektusokat. Végül a szerzők jövőbeni szolgáltatásokat és az azokat támogató hálózati technológiákat tekintik át, figyelembe véve a szolgáltatások konvergenciáját, valamint az osztott szolgáltatásokat.

A könyv 313 oldalon tárgyalja a fenti témákat, ehhez részletes irodalomjegyzék, honlapjegyzék, fogalmi magyarázatjegyzék és rövi-

dítésjegyzék tartozik további 53 oldal terjedelemben. (Kenneth. J. Turner – Evan H. Magill – David J. Marples: *Service Provision: Technologies for Next Generation Communica-*

tions. John Wiley & Sons Ltd, 2004, ISBN 0-470-85066-3.)

Csopaki Gyula

a műszaki tudomány kandidátusa, BME

Norbert Niebert (szerk.): Ambient Networks: Co-operative Mobile Networking for the Wireless World

Mindig nagy örömömre szolgál, ha magyar társszerzőkkel elkészül egy újabb, a nemzetközi szakirodalom élvonalába sorolható könyv. Az egyik magyar szerző segítségével bepillantást nyerhettem ennek a frissen polcokra kerülő kiadványnak a korrektúrapéldányába, amely a mobilhálózatok egy teljesen új, jövőbeli világába kalauzolja az olvasót. A könyv az Európai Bizottság 6. Kutatás-fejlesztési Keretprogramban sikerrel záruló *Ambient Networks* integrált projektjének (www.ambient-networks.org) gyümölcse. A könyvben ismertetett megoldások mintegy százhusz kutató többévi munkájának eredményei, melyek méltán kerülnek most egy népesebb olvasótábor elé.

A mobilhálózatok technikai fejlődéséről (3G, 4G stb.) sok kiváló művet lehetett eddig is olvasni, és ennek a sorozatnak még koránt-sincs vége. Az *Ambiens hálózatok* kötet azonban egy olyan teljesen új, technológiafüggetlen hálózati architektúra vízióját vázolja fel, amelyben a hangsúly nem a fizikai hálózatok technológiai fejlődésén, hanem a különféle önálló hálózatok dinamikus együttműködésén van. Vagyis egy olyan hálózati vízió, ahol a jelenlegi és a jövőben elképzelhető összes infokommunikációs technológia spontán együttműködése megoldott. Ennek az új víziónak az alapja egy, a hálózat belsejében fellelhető vezérlési sík, mely képes az együttműködés technikai és üzleti részleteinek szabályo-

zására, lehetőleg a háttérben, teljesen észrevétlenül.

A könyv tizenkét fő fejezetből áll. A frapáns bevezető után a második fejezet az infokommunikációs konvergenciából adódó új kihívásokat tárgyalja az ambiens hálózati környezetnek megfelelően. A konvergenciát négy fő szempontból, a felhasználói szolgáltatások, az eszközök, a hálózatok, valamint az üzleti modellek szemszögéből tárgyalja. Javasolt megoldásként a könyvben alaposan körüljárt ambiens hálózati architektúrát ajánlja, amely a törekvések szerint képes lesz kezelni a heterogén hálózati komponenseket, a különböző szintű mobilitást, a hálózatok és szolgáltatások dinamikus együttműködését, miközben választ ad napjaink biztonsági kihívásaira is. A megoldás alappillére egy teljesen új, ún. ambiens vezérlési sík, mely kiegészíti a mai, a hálózatok gerincét adó, de lényegében hálózati intelligenciát nélkülöző protokollt, az IP-t (Internet Protokoll).

A harmadik fejezet még mindig az ambiens hálózati környezetnél maradva azt a piaci környezetet és annak szereplőit tárgyalja, ahol a fejlődésnek ma már gátat szab az 1960-as években kitalált internetarchitektúra. Érdekesség, hogy az időhorizonton körülbelül tíz évvel későbbre képzelik el a tiszta ambiens hálózati megvalósításokat, de a javasolt migrációs stratégiák megoldást nyújtanak a közbenso, átmeneti működéshez.

A negyedik fejezettől kezdődően a megvalósítás technikai részletei kerülnek górcső alá. A felütést az ambiens architektúra felvázolása adja. A központi elem az új ambiens vezérlé-

si sík, amely a megfelelő interfészeket biztosítja a referenciapontokon az együttműködő hálózatok között, elrejtve a szolgáltatási platformok heterogenitását, és egységes megjelenést biztosít az alkalmazások felé. Az ambiens hálózatok egymáshoz kapcsolódása kitüntetett jelentőséggel bír. Ennek az elképzelésnek a lényege, hogy két (vagy több) ambiens hálózat találkozásakor azok egyesülnek, és a külvilág felé egy új, egységes ambiens hálózatot alkotnak, amelynek a képessége az eredeti hálózatok valamely eredője lesz. Hasonlatosan élve olyan ez, mint amikor két vízcsepp találkozik és egybeolvad – kívülről nézve egységesek és szétválaszthatatlanok.

Az ötödik-tizenkettedik fejezetek az ambiens hálózatok egy-egy meghatározó funkcionális összetevőjét vagy működési módszerét mutatják be. Ilyenek a biztonsági javaslatok, a hálózatok dinamikus kompozíciója, a jelzési rendszer, a rádiós erőforrások menedzsentje és a mobilitás, a multimédiaátvitel, a kontextusfüggőség kezelése és az ambiens hálózatok menedzsentje.

Kiegészítésként megpróbálom elhelyezni a könyv címét is adó *ambiens hálózat* elnevezést a ma oly népszerű és felkapott elnevezések tengerében. Az *Ambiens hálózatok* mint

könyv az *ad hoc*, a mobil- és a fix hálózati megoldások hálózaton belüli vezérlési intelligenciájával foglalkozik. Ezzel ellentétben az *ambiens intelligencia* és a *mindeniütt jelen lévő hálózatok* a felhasználók közelében, az ún. végpontokon keresik a megoldásokat a környezetben lévő számítási intelligencia felhasználói hasznosítására. Ezt tekinthetjük úgy, hogy ezen utóbbi irányvonalak vertikálisan fogják össze a problémakört, a fizikai technológiától (például szenzorok) a hálózati kommunikáción és szolgáltatásokon keresztül az alkalmazásokig. Az ambiens hálózat ezzel szemben egy horizontális integrációt valósít meg, ahol a hálózati réteg a ráruházott extra képességeivel végfelhasználótól végfelhasználóig, összekapcsolt heterogén hálózatok láncolatán keresztül biztosítja a szolgáltatások elérhetőségét. A könyv ebből a szempontból unikum, mert tudomásom szerint ilyen új, horizontálisan integrált hálózati architektúrát még nem tárgyaltak korábban. (*Norbert Niebert (szerk.): Ambient Networks: Co-operative Mobile Networking for the Wireless World. John Wiley & Sons, Ltd., 2007, 286 p. ISBN: 978-0-470-51092-6*)

Vidács Attila
PhD, BME

Sándor Imre – Ferenc Balázs:
Quantum Computing and Communications – An Engineering Approach

Az informatika világában járatosak számára közismert Gordon Moore törvénye, miszerint számítógépeink sebessége hozzávetőleg másfél évente megduplázódik. Jóllehet az egyre terjedelmesebb programrendszerek készítői erősen építenek erre a tapasztalatra, a Moore-törvény érvényességének napjai meg vannak számlálva. Ennek oka az, hogy

processzoraink sebességnövekedését az egy-ségnyi felületre integrált egyre kisebb méretű, s így egyre több elemmel érjük el. A fejlődés fenntarthatósága érdekében a harmadik évezred második évtizedére tranzisztorainkat atomi szintre kellene csökkentenünk. Ebben a mérettartományban azonban már nincs is értelme tranzisztorról beszélni, hiszen az Ebers–Moll-egyenletek helyét átveszi a kvantummechanika. Ez az „új világ” számos megkötést és lehetőséget rejt magában, amelyek átírhatják (sőt helyenként már át is írták)

a távközlés és az informatika jól megszokott szabályait és módszereit.

Imre Sándor és Balázs Ferenc könyve a kvantuminformatika és -kommunikáció témakörébe vezet be bennünket. A példás gondossággal és pedagógiai érzékkel megírt mű logikailag három nagyobb egységre bontható. Az első a kvantuminformatika és -kommunikáció alapjait foglalja össze, egyszerű példák és algoritmusok segítségével szemléltetve azokat, továbbá a klasszikus világban alkalmazott eszközök kvantummegfelelőit mutatja be (például kvantummechanikai elven működő logikai kapuk). Ezt követi azon összetettebb kvantum algoritmusok tárgyalása (Grover, Shor), amelyek hatékonyabbnak bizonyultak az eddig ismert legjobb klasszikus megoldásoknál. Végül a harmadik rész a gyakorlatban történő alkalmazás kérdéskörét járja körül: megismerkedhetünk a klasszikus infokommunikációs problémák kvantumalapú megoldásaival (RSA feltörése, kulcsszétosztás, jeldetektálás stb.).

Mérnökszerzőkről van szó, akiknek nem titkolt célkitűzése volt, hogy eddig egyedülálló módon, mérnöki szemlélettel és a mérnöki gyakorlatban megszokott tárgyalásmóddal dolgozzák fel a témakör jelentősebb eredményeit. A könyv további értéke, hogy a szerzők az általuk kidolgozott megoldások ismertetésével felvillantják az infokommun-

kációs rendszerek számításigényes feladatai kvantumalapú hatékony megoldásának lehetőségét.

A könyv igényes tankönyv is egyben, azaz a megértéshez szükséges minden lényeges információt tartalmazza. A szerzők számos egyszerű feladatot (és megoldásaikat) is elhelyezték a könyvben, hogy segítsék az elméleti ismeretek gyakorlatba történő átültetését. A könyvfejezetek végén a szerzők röviden összefoglalják az adott témakör irodalmát, kiindulási támpontot adva a témakörben elmélyülésre a további kutatásra-fejlesztésre vágyó olvasónak. A könyv hasznos kiegészítője az alkalmazott matematika eszköztár függelékben elhelyezett összefoglalója, mely lehetővé teszi a szükséges elméleti háttér gyors felidézését.

Javasolom e könyvet mindazon mérnököknek és laikusoknak, akik érdeklődését felkeltette a „kvantumvilág” és szeretnének olvasmányos bevezetést kapni ebbe a napjainkban robbanásszerűen fejlődő új diszciplínába, valamint azoknak is, akik szeretnének a kvantumalapú algoritmusok mélyére látni. (*Sándor IMRE – Ferenc BALÁZS: Quantum Computing and Communications – An Engineering Approach. John Wiley and Sons Ltd, 2005. 283 p., ISBN 0-470-86902-X*)

Apagyi Barnabás
az MTA doktora, BME

*Giovanni E. Corazza (szerk.):
Digital Satellite Communications.
Information Technology:
Transmission, Processing and Storage*

A műholdas hírközlés – melyben elért egyes magyar eredményekről e szám egyik cikke is beszámol – bizonyos válságon esett át, hozzávetőleg a múlt évtized második felében. A

válság jele: több tervezett hálózat sikertelensége, valamint az Iridium nevű, részben kiépített hálózat látványos csődje volt. E válság átmenetinek bizonyult, illetve nem érintette a már működő (többnyire geostacionárius) hálózatokat. Így sem a hálózatok üzemeltetőit nem ejtette kétségbe, sem az Európai Bizottságot nem rendítette meg a műholdas témák támogatásában. Az FP-6 program, a

bizottság hosszú évek óta folyó, kutatást és fejlesztést támogató tevékenységének 6. Keretprogramja több műholdas kutatási témát támogat. Az ezek közé tartozó SATNEX „Network of Excellence” kétéves közös munkájának egyik igen látványos eredménye a Springer-kötet, amelynek egyik cikke az elért egyes magyar eredményekről számol be. A könyv szerkesztője, kezdeményezője és motorja is, Giovanni Corazza bolognai professzor.

A kötet témája kissé szűkebb, mint amit címe ígér: a műholdas hírközlés egészével nem foglalkozik, csak a *fizikai réteggel*. A *fizikai* réteghez az átviteli közeggel közvetlenül érintkező részek-rendszerek tartoznak, modulatorok, demodulatorok szinkronizálására szolgáló alrendszerek, oszcillátorok és mások. Ez nem egyedülálló a hasonló című könyveknel: a *communications* legtöbbször a fizikai réteggel foglalkozik, ettől eltérő témát a címben is említeni szoktak: „...hálózatok”; „...erőforrás-gazdálkodás”; stb. Terjedelme is mutatja azonban, hogy a tárgykörről elég részletesen foglalkozik. A tárgyalás részletessége a témával foglalkozó mérnököknek/kutatóknak, graduális diákoknak jól megfelel – azzal a megjegyzéssel, hogy nem kifejezett tankönyv (textbook). Egyrészt azért nem, mert nem tartalmaz megoldandó példákat, ami a tankönyvnek pedig *sine qua non*ja; másrészt azért nem, mert a tárgyalás egyenletességét célul sem tűzi ki: egy-egy téma bevezetéseként a szereplő háttéranyagot foglalkoztatni és tételek felsorolására korlátozza, majd szélesen kibontja a specifikumot.

Az elméleti bevezetéstől szolgáló első érdemi fejezet a valószínűségszámítás, az információelmélet, a döntés- és becslélmélet fogalmait és tételeit sorolja fel. A következő fejezet a Föld–műhold átviteli közeg tulajdonságait ismerteti, kiindulva a *fading* csatornamodel-

lekből, majd mérési eredmények és a modellek alapján a többutas és atmoszférikus műholdas csatornák különböző eseteit bemutatva. A hibajavító kódolást tárgyaló fejezeten tűnik talán legjobban szembe a könyv egyik alapvető, takarékos szerkesztési elve, nevezetesen: a sokféle megtalálható elemeken szinte csak átszalad (itt: például az algebrai kódoláson), és igen részletesen tárgyalja az újdonságokat, illetve azt, ami a felhasználásban újdonság (egyik példaként: az LDPC – Low Density Parity Checking – kódokat).

A modulációs módszerek közül – a klasszikus modulációk után – jelentős teret szentel a kódolt modulációknak, foglalkozva a „klasszikus” trellis-kódolt és az átfűzött bitű (bit interleaved) kódolt modulációval; a gaussi és fadinges csatornákon hatékony demodulációval. Következő fejezetben, szinkronizációs feladatok kapcsán, a paraméterbecslés alkalmazásait írja le; itt talál helyet a *túlélőnkénti feldolgozás* (PSP) ismertetésére. Elég hosszú fejezet foglalkozik a torzítások elhárításával; minthogy a műholdas átvitelben a nemlineáris torzítás szerepe különösen megnő – jó hatásfokú erősítőket kell az energiatakarékosság érdekében alkalmazni – a nemlineáris kiegyenlítés nagy szerepet kap, nem megelégedkezve a lineáris kiegyenlítésről sem.

A fadingelhárító eljárások közül főként a klasszikus módszereket tárgyalja – például részletesen leírva a polarizáció diverzitit. A leginkább innovatív MIMO (Multiple Input–Multiple Output) rendszerrel foglalkozik, amely a rádióhírközlésben olyan rendszert jelent, melyben több adóantenna kommunikál több vevőantennával; történetesen az ilyen rendszereknek egészen rendkívüli tulajdonságai vannak. Speciális műholdas vonatkozásaik még nem szerepelnek a kötetben, ezek elméletének, technikájának kutatása

csak napjainkban kezdődött. A software-rádió alapelv általános és speciálisan műholdas problémáit tárgyalja az utolsó előtti fejezet, kitérve a rekonfigurálás lehetőségének fedélzeti és földi-állomási alkalmazására. Az utolsó fejezet műholdas rendszereket és szolgáltatásokat ír le: a műholdas összeköttetések felépítését, fix, mobil-, multimédia összeköttetéseket, műholdat és a sztratoszférába telepített platformokat (HAP) vegyesen tartalmazó rendszereket, műhold-épület belső tere közötti összeköttetések speciális problémáit és másokat.

Amint e – kissé hosszúra nyúlt – felsorolásból látható, a fizikai réteg minden vonatkozását számba veszi. A kellő alappal rendelkező szakember vagy diák megtanulhatja a részleteket, illetve utánanézhethet egy-egy megtanult, elfelejtett részletnek. Nem hátrányként, de megemlítené azért, hogy ezek a „kellő alapok” elég magasak.

Sokszerzős műveknél gyakran probléma, hogy a stílus, a tárgyalási szempontok és a mélység nagyon szerteágazóak, a szerzők

tudásának, megközelítési módjának megfelelően. Noha e hibától ez a könyv sem tudott teljesen megszabadulni, a törekvés az egységesítésre elég hatékonynak bizonyult.

Nemcsak az összes szerző, de még a közreműködő intézmények felsorolása is túl sok helyet foglalna el. Megemlíthetjük azonban a könyv magyar társszerzőit: Bitó János, Frigyes István, Horváth Péter és Krejcarek Máté – mindannyian résztvevői a Satnex, illetve az ennek folytatásaként szereplő Satnex II programnak. (A program iránt érdeklődők számára: www.satnex.org)

A könyvet a kiadó (valamint ennek az ismertetésnek a szerzője) mérnököknek – különösen: fejlesztőknek, kutatóknak – valamint graduális és doktori képzésben részt vevő diákoknak ajánlja. (*Giovanni E. Corazza (szerk.): Digital Satellite Communications. Information Technology: Transmission, Processing and Storage. Springer, 2007, 584 p., ISBN-10: 0387256342, ISBN-13: 978-0387256344*)

Frigyes István
az MTA doktora, BME

Mauricio G. C. Resende – Panos M. Pardalos (szerk.): Handbook of Optimization in Telecommunications

A távközlés alapvető komponense annak a múlt században elindult átalakulásnak, amely az ipari társadalomból az információs korszakba vezet. A változások mögött az új, korszakalkotó megoldások felbukkanása, illetve ezek optimalizálásának egymásra épülő folyamata rejlik. Az első transzatlanti telefonösszeköttetést 1927-ben hozták létre. A rádiókapcsolaton alapuló szolgáltatás egyetlen hívást tett lehetővé egy időben, és egy háromperces beszélgetés 75 dollárba került. A közvetlen hívású hazai távolsági beszélgetést az USA-ban

1951-ben vezették be, nemzetközi viszonylatban pedig csak a hetvenes években. Az első optikai kábelen alapuló hálózatot 1977-ben helyezték üzembe. Mára a nemzetközi hívások díja annyira csökkent, hogy tömeges használatot tesz lehetővé. Forradalmi átalakulást hozott a vezetéktelen telefonálás. Az első ilyen nyilvános hálózatot az USA-ban 1983-ban hozták létre. Manapság több mint egymilliárd mobilkészülék van forgalomban a világon, Európában a mobil lefedettség lényegében 100 százalékos.

A szélessávú kapcsolat tizenöt évvel ezelőtt még ismeretlen volt. 2005-re az USA lakosságának a fele rendelkezett már szélessávú interneteléréssel. Ugyanakkor a világ népes-

ségének még mindig csupán 13 százalékhöz jut el az internet, míg Afrikában ez az arány alig 1,5 %, jelezve, hogy a megtett út nagysága ellenére a távközlés előtt óriási távlatok állnak. Egy másik jelentős változás, hogy szemben a kezdeti időszakkal, amikor távközlő hálózatok főként hangforgalmat bonyolítottak le, újabban egyre inkább az adatforgalom válik uralkodóvá.

A rohamos fejlődés tükrében nem meglepő, hogy a távközlési ipar ontja az optimalizálási problémákat, melyek megoldása a hálózatok tervezésében éppúgy nélkülözhetetlen, mint hatékony működtetésükben. Jelen kézikönyv több mint 1100 oldalon hat nagyobb fejezetre bomlik, összesen 37 áttekintő dolgozattal áll. Az egyes cikkek irodalomjegyzéke összefésülve elérhető a <http://www.springer.com/0-387-30662-5> címen. A főbb témakörök: távközlési hálózatok tervezése, útválasztási (routing) problémák, a hálózati védelem és helyreállítás kérdései, vezetékmentes kommunikáció, telepítési és hozzárendelési problémák, Internet Protocol, sztochasztikus módszerek. A megcélzott olvasóközönség a felsőbbéves diákoktól kutatókig terjed, beleértve a gyakorló mérnököket, matematikusokat, számítógéptudósokat, operációkutatókat és statisztikusokat.

Az I. rész (8 cikk) áttekinti a lineáris, nemlineáris és egészértékű programozás alapvető optimalizálási algoritmusait, beleértve a hálózati és többtermékes folyamatok, legrövidebb utak kérdéskörét. A II. rész (13 dolgozat) a hálózatok tervezési kérdéseire fókuszál. Megismertet speciális hálózati modellekkel, és áttekinti az elhelyezési, telepítési valamint a Steiner- és feszítőfákra vonatkozó problémákat. Szó esik a különféle árazási és egyensúlyi feladatok megoldásáról is. A III. rész öt munkája útválasztási témakörökkel foglalkozik,

beleértve a hullámhossz hozzárendelést vagy a *multicast* problémát, amelyben egy adatcsomagot egy időben több célállomásra kell eljuttatni. A IV. rész (4 cikk) a megbízhatóság, a helyreállítás, valamint a különféle adatátviteli technológiák, illetve szintek illesztésének témakörét járja körbe (grooming). Az V. rész négy munkája a vezetékmentes hálózatok olyan optimalizálási kérdéseiről ad áttekintést, mint a különféle itt használható gráfoptimalizációs algoritmusok (színezés, dominálás, klikkek) vagy a terhelés-kiegyensúlyozás problémája. Az utolsó, VI. rész négy cikkének címei: *A web keresőgépek optimalizálási kérdései; Optimalizálás az e-kereskedelemben; Kombinatorikus aukciók optimalizálási kérdései; Szuperhálózatok.*

A jelen könyv egyik fő érdeme, hogy széleskörű áttekintést nyújt a távközlésben leggyakrabban használt optimalizálási módszerek matematikai, informatikai és mérnöki vonatkozásairól. A munka jelentősen hozzá fog járulni a három terület együttműködésének további elmélyítéséhez.

Egy kézikönyv összeállításakor veszély lehet, ha a szerkesztők túl sok területet kívánnak lefedni, és emiatt az egyes cikkek csupán a felszín bemutatására vállalkozhatnak. Egy másik irányú veszély, amikor néhány szerző saját kutatási területének technikai részleteiben túlságosan is gazdag bemutatásával szolgál. A *Mauricio G. C. Resende és Panos M. Pardalos* által szerkesztett munka fontos érdeme, hogy megtalálta a jó egyensúlyt e két szélsőség között. (*Mauricio G. C. Resende – Panos M. Pardalos (eds.): Handbook of Optimization in Telecommunications. Springer, 2006., ISBN-10: 0-387-30662-5, e-ISBN: 0-387-40165-8*)

Frank András

az MTA doktora, ELTE

Buzás Ottó (szerk.):

Az e-kommunikáció kultúrája

Nagy vállalkozásba fogtak Buzás Ottó és szerzőtársai, amikor megjelentették az elektronikus kommunikációval foglalkozó művüket, mely átfogó képet nyújt e szerteágazó és a mai rohanó világunkban különlegesen gyorsan változó tématerületről. A könyv kilenc fő fejezetből áll.

Az első, bevezető fejezet az emberi kommunikáció történetét vázolja fel, bemutatja az információs társadalom kialakulásához vezető utat, annak nemcsak műszaki, hanem történelmi, kulturális aspektusait is.

A második fejezet a *Számítástechnikai kultúra* címet viseli. Ennek keretében megismerkedhetünk a mai, korszerű számítástechnika felé az évszázadok alatt tett lépésekkel, többek között a számolást segítő táblákkal, mechanikus számológépekkel, lyukkártyás adatfeldolgozó eszközökkel, illetve a matematikai logika kialakulásával, ezt követően pedig a digitális számítógépek négy generációjának történetével. Amellett, hogy a fejezet ezen része érdekes számítógép-történeti áttekintést nyújt, olvashatunk a számítógépek belső felépítéséről, az építőelemeinek fejlődéséről és működéséről is.

A harmadik fejezet segítségével bepillantást nyerhetünk az informatika történetébe. A „szokásos” történeti áttekintést követően megismerhetjük a legfontosabb programozási nyelveket, programozási módszereket és operációs rendszereket, a számítógéphálózatok és az internet kialakulását, működését, legfontosabb problémáit. Felvillannak az informatika gyakorlati alkalmazási területei (grafika, térinformatika, diagnosztika, hogy csak néhányat soroljunk fel), de ugyanakkor a számítógépes játékok kedvelői is sok érde-

kességet olvashatnak. A fejezetet – a kiadványszerkesztéshez kapcsolódóan – egy érdekes és ugyanakkor mélyreható nyomdászati összefoglaló zárja.

A negyedik fejezet a szórakoztató elektronikaé. Áttekintést kapunk a hangrögzítő és lejátszó készülékek fejlődéséről, a rádiózás és a rádióvevő-készülékek hőskoráról és a ma alkalmazott legkorszerűbb megoldásairól, az állókép- és mozgókép-rögzítés és -lejátszás történetének legfontosabb stációiról, illetve a mai korszerű készülékek, úgymint: digitális fényképezőgépek, videomagnók, DVD-lejátszók, LCD és plazmatévék működési elvéről. Információt szerezhetünk továbbá a kábeltvé és hifi-rendszerekről, valamint a jelátvitel legfontosabb fogalmairól, az átviteli lánc műszaki jellemzőiről, paramétereinek mérési elvéről.

Az ötödik fejezet, amely a majd ezer oldalas könyv jóval több mint egyharmadát adja, a vezetékes (helyhez kötött) elektronikus kommunikáció rejtelmibe vezeti be az olvasót. Megismerkedhetünk a rádiótávközléstől a távbeszélő- és ISDN hálózatokon át az internet fejlődési fázisaival, működésével, és azokkal a készülékekkel, amelyekkel a szolgáltatásokat igénybe vehetjük. E fejezet esetén még a legfontosabb címszavak felsorolása is meghaladná e könyvismertető lehetőségeit, így csak néhány kiragadott példa megemlítésére van mód: távközlési szervezetek, analóg és digitális hangátvitel, műholdas távközlés, azonosító-gazdálkodás, tárcsázási eljárások a világ különböző országaiban, szövegfelolvasó rendszerek működése, központok méretezése, telefonálási illemkódex, de még a bélyegek kedvelőinek is jut egy-két csemege.

A vezetékes után a hatodik fejezet természetesen a mobil e-kommunikációval foglalkozik. Bemutatja a kezdeteket, valamint a ma

használt világméretű mobil távközlő rendszert (GSM), az általános csomagkapcsolt rádiós szolgáltatást (GPRS) és az univerzális mobil távközlési rendszert (UMTS). Ugyanakkor ismerteti a mobilkészülékek legfontosabb tulajdonságait, szolgáltatásait, de kitér a díjazás, a díjcsomagok legfontosabb jellemzőire, a mobilszám-hordozásra és a mobilhálózatokban alkalmazott tárcsázási eljárások bemutatására is. A fejezet másik részében a „különleges” mobilkommunikációs megoldásokkal találkozunk, a műholdas tengeri távközléssel (INMARSAT) és helymeghatározással (GPS), a kistávolságú, kábelenélküli adatátvitellel (bluetooth), a földfelszíni nyalábolt rádiós (TETRA) hálózatokkal és a személyhívó rendszerekkel.

A hetedik fejezet két részből áll. Az első rész a távközlés-politikával foglalkozik, bemutatja a távközlési monopóliumok kialakulását, majd a monopolhelyzet megszüntetésére tett liberalizációs, illetve a túlzott állami beavatkozás csökkentésére tett deregulációs lépéseket világszerte és Magyarországon. A fejezet második részében a távközlési infrastruktúrájának a gazdasági fejlődésre gyakorolt hatásait követhetjük nyomon számtalan táblázat és grafikon segítségével.

Egy e-kommunikációs körkép nem lehet teljes a távközlés és az informatika magyarországi oktatási műhelyeinek a bemutatása nélkül. Erre vállalkozik a nyolcadik fejezet. Itt megtalálhatjuk mindazokat az intézményeket, amelyek Magyarországon középszintű, főiskolai vagy egyetemi szintű szakirányú képzést folytatnak.

A Buzás Ottó szerkesztette *Az e-kommunikáció kultúrája* nem szakkönyv. Nem szakkönyv abban az értelemben, hogy elolvasása

után nem fogunk tudni egy központot mérle-
tezni, egy programot megírni, vagy éppen
antenna jel–zaj viszonyt mérni. Ez a könyv
nem is e céllal íródott. A könyv íróinak célja
az volt, hogy átfogó képet adjanak a szélesen
vett elektronikus kommunikáció minden
területéről, hogy a könyv segítségével a témá-
ban kevésbé járatosak is megismerjék a kor-
szerű technológiákat, azok használatát és az
azokkal kapcsolatos legfontosabb fogalmakat.
Ez a könyv folytatja a Simonyi Károly pro-
fesszor *A fizika kultúrtörténete* című munká-
jával megteremtett hagyományokat, felvállal-
ja a népszerű *Mindentudás Egyeteme* sorozat-
hoz hasonlóan az ismeretterjesztés feladatát.
De a szakemberek számára is tartogat jó né-
hány érdekességet, sőt foglalkozik az e-kom-
municációnak a gazdaságra és a társadalom-
ra gyakorolt hatásaival is. A könyv ugyanak-
kor szórakoztató is, erről a számos, a témához
kapcsolódó karikatúra, humoreszk és novella-
részlet gondoskodik, ám emellett a többnyi-
re a fejezetek végén található kronológiai
jegyzék, fogalommagyarázat, a szövegben
előforduló rengeteg táblázat és grafikon, il-
letve a kötetet záró angol–magyar szakszótár
és rövidítésjegyzék miatt lexikonként is hasz-
nálható, sőt kommunikációs *ki kicsoda* kiad-
ványként is megállja a helyét.

A mű rendelkezik a jó krimik legfőbb
erényével: nem lehet letenni. Bízvást kijelent-
hetjük, hogy nem hiányozhat az e témával
foglalkozó szakemberek és az e téma iránt
érdeklődő laikusok könyvespolcáról sem.
(Buzás Ottó (szerk.): *Az e-kommunikáció kul-
túrája*. NestPress Nyomda, 2006, 976 p., ISBN
963 0666 0388 8)

Adamis Gusztáv
BME

Konferenciaelőzetes

GLOBAL WORDNET CONFERENCE (WORDNET VILÁGKONFERENCIA) 2008

A Global Wordnet Association (GWA, <http://www.globalwordnet.org>, Wordnet Világszervezet) felkérésére a Szegedi Tudományegyetem Informatikai Tanszékcsoportja rendezi meg 2008. január 22–25. között a negyedik Wordnet Világkonferenciát (GWC'08) Szegeden. A konferencia két évente kerül megrendezésre, 2002-ben Indiában, majd 2004-ben Csehországban és legutóbb 2006-ban Dél-Koreában tartották.

A számítógépes nyelvészetben a *wordnet*, elterjedt magyar nevén a *fogalomháló* vagy *nyelvi ontológia* a fogalmakra vonatkozó strukturált emberi tudás egyfajta gépi reprezentációja. A fogalomháló formálisan definiált fogalmak és relációk adatszerkezete, amelynek segítségével szemantikai következtetések végezhetők. A fogalomhálók alapegységei az egyes fogalmak szinonimáit egybegyűjtő szinonimahalmazok (angolul *synsets*), amelyeket különböző szemantikai relációk kötnek össze; közülük legfontosabbak az alá-fölérendeltséget kifejező hiponímia-hipernímia, illetve a rész-egész viszonyokat leíró meronímia relációk.

A világban létrehozott fogalomhálók közül kiemelkedik a Princeton WordNet és az EuroWordnet kezdeményezés. A Princeton Wordnet az angol nyelv lexikális mintázatait szervezi jól kezelhető fogalmi hálózatba. En-

nek továbbfejlesztése az Európai Közösség által támogatott EuroWordNet (1996–1999). A legfontosabb különbség a két rendszer között, hogy míg a Princeton WordNet kizárólag angol nyelvű, az EuroWordNet jelenleg nyolc nemzeti nyelven elérhető (angol, holland, spanyol, olasz, francia, német, cseh, észt). Az EuroWordNet kifejezett célja a többnyelvűség támogatása. Jelenleg körülbelül még húsz további nyelven folyik EuroWordNet-fejlesztés. A Wordnet Világszervezet (GWA) olyan kezdeményezés, amelynek célja a vonatkozó tudományos műhelyek együttműködésének megteremtése, az új fejlesztési irányok és alkalmazások kutatása.

A konferencia rendezésében fő szerepet tölt be a Princeton Wordnet projekt, az EuroWordnet projekt, a GWA és az ACL-SIG-LEX. A szegedi konferencia elnökei: Dr. Christiane Fellbaum a Princeton Egyetemről és Dr. Piek Vossen a GWA elnöke, a hollandiai Amszterdam Egyetemről. A konferencia programbizottságában helyet kapnak Európa tizenhárom országa, valamint az USA, Japán, India, Korea és Kína vezető kutatói. A konferenciákon általában harminc-negyven előadás hangzik el, és húsz-harminc posztert mutatnak be a fogalomhálók építésének és alkalmazásának kérdéseiről.

A konferencia fontosabb témakörei: *a fogalomhálók és a nyelvészet (a szemantikus relációk analízise, a szavak jelentéseinek elméleti definíciói); a fogalomháló architektúrája (nyelvfüggő és nyelvfüggetlen komponensek); a fogalomhálók fejlesztésének eszközei és módszerei, a fogalomháló mint a természetes nyelv-feldolgozás és gépi fordítás lexikális erőforrása, a fogalomhálók alkalmazásai (információvisszakeresés és információkinyerés, dokumentumkategorizálás, automatikus hiperhivatkozás-építés, nyelvtanítás); szabványosítás és elérhetőség.*

A konferenciát rendező Szegedi Tudományegyetem Informatikai Tanszékcsoportja 1999 óta vesz részt konzorciumi partnereivel számítógépes nyelvészeti fejlesztésekben, magyar nyelvi erőforrások építésében. Ezek közül is kiemelkedik a Szeged Korpusz és Treebank, illetve a magyar EuroWordnet projekt. A szegedi intézményből a programbizottság tagjai: Csirik János és Alexin Zoltán.

A konferencia honlapja: <http://www.inf.u-szeged.hu/gwc2008>

NETWORKS 2008

13. TÁVKÖZLŐ HÁLÓZATOK STRATÉGIÁJA ÉS TERVEZÉSE NEMZETKÖZI KONFERENCIA

A huszonhét éves múltra visszatekintő, kezdetben három-, később kétfévente megrendezett infokommunikációs hálózatok stratégiai és tervezési kérdéseivel foglalkozó nemzetközi konferencia (International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium, röviden: Networks) 1994-ben járt már Budapesten. Először 1980-ban Párizs, majd Brighton (Egyesült Királyság), Innisbrook, Florida (USA), Palma de Mallorca (Spanyolország), Kobe (Japán) volt a konferencia helyszíne. Budapest után már kétfévente rendezett konferenciák helyszínei: Sydney, Sorrento, Toronto, München, Bécs és 2006-ban Új-Delhi. 2008. szeptember 21–25 között a Networks visszatér Budapestre.

A kezdetben csak távközlő hálózatok tervezési, optimalizálási kérdéseivel foglalkozó

konferenciasorozat témaköre – a hálózatok szerepének felértékelődésével, a technológiák és alkalmazások sokaságának megjelenésével, összetettebbé és mindennapi életünk részévé válásával – az egybeforró távközlő és informatikai (számítógép) hálózatok és szolgáltatásaik stratégiai és tervezési kérdésköreire szélesedett ki. A Networks konferencia szinte valamennyi infokommunikáció hálózatos témakört lefed, amellyel e lapszámban az Olvasó találkozott. A Networks konferenciák többi hálózatos konferenciától megkülönböztető sajátossága a hálózatfejlesztők, üzemeltetők, szolgáltatók, illetve a szolgáltatások szempontjainak nagyobb hangsúlya. A konferenciák résztvevőinek megoszlása a szolgáltatók, gyártók és kutatók közt egyenletes, így a kutatók érdekes és fontos gyakorlat ihlette problémá-

kat ismerhetnek meg, míg az ipari résztvevők tájékozódhatnak az új irányzatokról, megoldást találhatnak problémáikra. A plenáris és szekcióüléseken elhangzó tudományos előadásokon kívül az egyes szakterületek neves képviselői kerekasztal-beszélgetések alkalmával is ismertetik véleményüket, vitáznak egymással és a hallgatósággal. Hosszabb ismeretterjesztő, oktató jellegű előadások is elhangoznak az új irányok átfogó bemutatását célozva. A kapcsolódó kiállításon számos hálózattervezéssel és optimalizálással kapcsolatos eszköz, szoftvertermékeket mutatnak be.

A 2008-as konferencia témái három fő irány köré csoportosulnak:

- A fix (vezetékes) és a mobil-, a távközlő és az informatikai hálózatok konvergálnak, fejlődésük olyan irányba tart, hogy tetszőleges szolgáltatást tetszőleges hálózati infrastruktúra segítségével szolgáltatathassunk. Még nincsenek kiforrott megoldások, a szolgáltatások jelenlegi és még nem ismert jövőbeni formái sokaságának nyújtására kell hatékony megoldásokat találni, és arra, hogy ez milyen modernizációs forgatókönyvek mentén érhető el leggazdaságosabban a jelenlegi hálózatokból kiindulva. A konferencia alcíme, mottója ezért is: *Konvergenca kibontakozásban* (Convergence in Progress).
- A tervezés és optimalizálás a hálózatok hatékonyabb kialakítását, üzemeltetését; jobb minőségét, biztonságát célozza. A feladatok pontos megfogalmazása és gyors megoldása a kulskérdés, amelyhez matematikai modellek és módszerek sokaságát (például: gráfelmélet, hálózati folyamatok, kombinatorikus optimalizálás, heurisztikus megoldások) hívjuk segítségül.
- Az infokommunikációs hálózatok és szolgáltatások technológiai és piaci szabályozása serkentheti, de korlátozhatja is a fejlődést,

a konvergenca előrehaladását. A gyors műszaki fejlődés és gazdasági változások közepette kulskérdés időtálló, harmonizált szabályozási elvek és eljárások kialakítása.

Néhány érdekes kérdés melyekre a konferencián elhangzó előadások keresik a választ:

- Hogyan egységesíthetők a vezetékes és mobil-, az adat- és távbeszélőhálózatok?
- Milyen a konvergenciának a gazdasági hatere, vetülete? Milyen üzleti modelleket feltételezzünk?
- Milyen új architektúrák, protokollok szükségesek a konvergenca végigviteléhez?
- Milyen szolgáltatások várhatók? Ezeknek milyenek a hálózattal szemben támasztott követelményeik?
- Milyen hálózatüzemeltetési és vezérlési kérdések merülnek fel?
- Milyen lesz a konvergens, új generációs hálózatok teljesítőképessége?
- A különböző szolgáltatások milyen forgalmat generálnak? Hogyan becsülhető, jelezhető előre a forgalom?
- Hogyan tervezzük meg a hálózatunkat, hogyan válasszunk útvonalat, hogyan terelgessük forgalmunkat az optimális teljesítőképesség érdekében?
- Hogyan őrizzük meg a szolgáltatások zavartalan működését a hálózat egyes elemeinek meghibásodása esetén; hogyan védjük bizalmas adatainkat illetéktelenektől?

A Networks 2008 konferenciát a BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszéke (www.tmit.bme.hu) és a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület (www.hte.hu) szervezik. A Nemzetközi Irányító és Tudományos Bizottság (IMSC) elnöke Sallai Gyula (sallai@tmit.bme.hu), a Programbizottság (TPC) elnöke Cinkler Tibor (cinkler@tmit.bme.hu). A Networks 2008 konferencia honlapja: www.networks2008.hu, www.networks2008.org

Ismertető

A MAGYAR TELEKOM KUTATÁS-FEJLESZTÉSI TEVÉKENYSÉGE

A Magyar Telekom NyRT. a távközlés teljes spektrumát kínálja az egyéni és vállalati ügyfeleknek. Tevékenységének részeként arra törekszik, hogy a távközlési és informatikai fejlődés legújabb vívmányait elérhetővé tegye partnerei legszélesebb körének. Ennek érdekében tudásintenzív innovációs tevékenységet folytat versenyképessége megőrzésére. A vállalat kutatás-fejlesztési (K+F) tevékenységének célja olyan műszaki eredmények elérése, melyek az újonnan kifejlesztett és bevezetett technológiák

révén korszerűsítik a társaság távközlő hálózatait, szolgáltatási platformjait. Ezáltal a Magyar Telekom képes a gyorsan változó piaci igényekhez alkalmazkodni, illetve új távközlési szolgáltatások bevezetésével új igényeket kelteni. Az innovációs tevékenységet a szolgáltatási skála bővítése, a szolgáltatás színvonalának folyamatos javítása, valamint az ügyfelek minél jobb kiszolgálása motiválja. A Magyar Telekom Csoporton belül a kutatás-fejlesztés a PKI Távközlésfejlesztési Intézet irányításával összehangoltan folyik.

A PKI kutatás-fejlesztési tevékenységének története a posta és távíró szolgáltatás múlt század végén bekövetkezett tervszerű megújí-

tásáig nyúlik vissza. A korszerűsítést Baross Gábor közmunka- és kereskedelemügyi miniszter kezdeményezte. Az ő rendeletére alakult meg 1891-ben a postai és távközlő hálózatokban használt anyagok vizsgálatára, a szolgáltatások gazdaságos megvalósításához szükséges és kutatás-fejlesztési célokat is megvalósító Posta Kísérleti Állomás, mely Euró-

pában a második volt a hasonló létesítmények közül. Az állomás, majd jogutódja, a Posta Kísérleti Intézet országos és nemzetközi hírnevet szerzett.

Sok kiemelkedő szaktudású mérnöke, például Tarján Rezső, Nemes Tihamér, Tomits Iván máig ható eredményeket értek el, s itt dolgozott húsz éven át dr. Békésy György fizikus, később Nobel-díjjal kitüntetett kutató is. Ezért az intézet a Magyar Telekom fejlesztő részlegeként mai nevében is megtartotta a PKI rövidítést. Jelenleg a budapesti Informatikai és Technológiai Innovációs Parkban működik a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és az ELTE Természettudományi Kara szomszédságában.

A távközlési és infokommunikációs technológiák fejlődésének hihetetlen mértékű felgyorsulása következtében és a Magyar



Telekom versenykörnyezetben való eredményes működésének biztosítása érdekében, a kutatás-fejlesztést illetően a PKI-ban a hangsúly áttevődött az alkalmazott K+F tevékenységre és a kísérleti fejlesztésre. Az elmúlt tíz évre visszatekintve a cég minden nagy jelentőségű hálózat- és termékfejlesztési projektjét proaktív K+F tevékenység előzte meg, mely hozzájárult az új technológiák és szolgáltatások megfelelő minőségben és gazdaságosan történő bevezetéséhez.

A hálózatfejlesztés területén a K+F tevékenység eredményeképpen olyan új tervezési, vizsgálati módszereket alakítanak ki, melyek közvetlen alkalmazása műszaki és gazdasági szempontból segíti optimalizálni a Magyar Telekom hálózatát. Ilyen például az IP gerinchálózat architektúrális átalakítása a szélessávú elérési lehetőségeknek köszönhetően megnövekedett internetforgalom miatt. A termékfejlesztés területén a K+F tevékenység támogatja a piaci termékek gyorsított bevezetését (ami a Magyar Telekom piaci pozíciójának erősödését, bizonyos területeken megtartását jelenti), illetve a K+F munka eredményeképpen meghatározott és kialakított új platformok lehetővé teszik új, versenyképes szolgáltatások bevezetését. A fentiek mellett a K+F tevékenység kiterjed olyan információk megszerzésére, amelyek alapját képezik a Magyar Telekom közép- és hosszú távú műszaki, stratégiai platformfejlesztéseinek.

A PKI fejlesztési kapcsolatai változatosak, a beszállítókkal és társszolgáltatókkal való üzleti együttműködésektől, a belföldi oktatási intézményekkel, tudományos és érdekvédelmi szervezetekkel való kapcsolatokon keresztül a nemzetközi K+F, illetve szabványosítási szervezetekben végzett közös munkáig terjednek. Az önállóan, gyártókkal, kutatóin-

tézetekkel vagy egyetemekkel közösen készített konzorciumi (EU, NKFP, GVOP) pályázatok révén az üzleti növekedést segítő K+F programokat valósítunk meg.

Kapcsolataik ápolására és eredményeik bemutatására hagyományosan két nagy rendezvényt szerveznek minden évben. A legfontosabb a PKI Napok, melyet a PKI alapító okirata aláírási időpontjának közelében, minden évben november 20–22. környékén rendeznek meg. A konferencián neves külföldi és hazai szakértők bevonásával egy-egy aktuális műszaki, illetve szolgáltatási kérdésre keresik a választ a vállalat számára szükséges tanulságok levonása érdekében. Természetesen minden szekcióban bemutatják saját eredményeiket is. A PKI Napok a hazai konferenciák egyik legrangosabb eseménye, melyen 300–350 szakember vesz részt a gyártó cégek, egyetemek, szabályozással foglalkozó szervezetek képviselőitében. Minden tavasszal szerveznek egy másik, gyakran csak szűkebb szakmai közérdeklődésre számot tartó témában egy kisebb konferenciát, 2003-ban és 2005-ben a WDM-ről, 2004-ben a nanotechnológiáról, 2006-ban a QoS-ről, 2007-ban az IPV6-ról rendeztek konferenciát.

A PKI munkatársai rendszeresen tartanak előadásokat különböző hazai és külföldi konferenciákon, számos szakcikket írnak hazai és külföldi folyóiratokba. Az intézet két saját, évente megjelenő kiadványában teszi közzé fejlesztési eredményeit, a *PKI Közlemények*-ben, illetve az éves K+F jelentésben.

A Magyar Telekom büszke arra, hogy a Magyar Tudományos Akadémiával közösen megalapítója a nagysikerű sorozatnak, a *Mindentudás Egyetemé*-nek.

A cégről további információ található a honlapján: <http://www.magyartelekom.hu/rolunk/innovacio/fooldal.vm> (X)

AZ ERICSSON KUTATÁS-FEJLESZTÉSI TEVÉKENYSÉGE

*Az üzleti siker
a tudományos kutatáson alapszik*

Az Ericsson világelső a mobil- és vezetékes-hálózat-üzemeltetők számára történő távközlési berendezések szállításában és a kapcsolódó szolgáltatások nyújtásában. 140 ország több mint ezer hálózatában használják az Ericsson berendezéseit, és az összes mobilhívás 40 százaléka Ericsson rendszereken keresztül épül fel. A cég a világ azon kevés vállalata közé tartozik, amely képes az összes fő mobilkommunikációs szabványhoz végponttól végpontig terjedő megoldást biztosítani.

A nagyszabású kutatás-fejlesztési (K+F) tevékenység alapvető fontosságú

az Ericsson versenyképessége és jövőbeni sikere szempontjából. Az Ericsson beruházásai jelentősek a K+F területén: árbevételének több mint 15 %-át fekteti kutatás-fejlesztésbe, valamint aktívan támogatja a nyílt távközlési szabványok megalkotását és a távközlési rendszerek kifejlesztését. A világ 17 országában a vállalat 17 ezer alkalmazottja dolgozik a kutatás-fejlesztésben. Ennek eredményeképpen az Ericsson nagy múltú innovációs tevékenységre tekinthet vissza, miközben úttörő szerepet tölt be a jövő technológiáinak fejlesztése terén a hatékonyabb és még jobb minőségű távközlés érdekében. A technológiai vezető szerep iránti folyamatos elkötele-

zettséget mutatja, hogy az Ericsson rendelkezik az iparág egyik legátfogóbb portfóliójával a szellemi tulajdont illetően: több mint húszezer szabadalom számos kulcsfontosságú távközlés-technológiai szabványban, mint például a GSM, illetve a harmadik generációs, ún. UMTS mobiltávközlési technológia vagy az IP alapú kommunikáció.

Az Ericsson Magyarország Kutatás-fejlesztési Igazgatósága az Ericsson egyik jelentős, professzionális szaktudással rendelkező és versenyképes kutatás-fejlesztési központja. Az itt folytatott kiemelkedő kutatómunka hoz-

zájárul az Ericsson műszaki vezető szerepéhez, és az új termékek fejlesztéséhez szükséges szakértelmet kiépítésé-

ERICSSON 
TAKING YOU FORWARD

nek is alapvető forrása. Az Ericsson csoport 1996 elején Budapesten hozta létre a távközlési hálózatok forgalmi viszonyainak és hálózati teljesítményének vizsgálatával foglalkozó kutatócsoportját, amely az 1991 óta működő szoftverfejlesztési részleggel együtt a globális Ericsson K+F hálózat tagjaként európai és hazai K+F projektekben vesz részt, ezzel is megszilárdítva mind az Ericsson, mind pedig a magyar K+F helyét a világban.

A nyolcszáz fős vállalat kutatási-fejlesztési részlege az Ericsson K+F világhálózatának tagjaként működik. Jelenleg négyszáz, zömében fiatal, tehetséges mérnöknek, kutatónak és szoftverfejlesztőnek ad munkát, perspek-

tívát és versenyképes jövedelmet. A vállalat a közeljövőben is növelni szándékozik a központ létszámát.

Az Ericsson Magyarország évente tízmilliárd forintot fordít innovációra. Fontos feladatának tekinti a tudomány nemzetközi kapcsolatainak erősítését, a hazai kutatás és felsőoktatás nemzetközi integrációját, a középiskolai és egyetemi képzés támogatását, a kutatási eredmények gazdasági hasznosulásának elősegítését. Az egyetemekkel kiépített jó kapcsolat, az oktatásban és képzésben való részvétel rövid idő alatt olyan tudásbázist segített meghonosítani, amelyre különben hosszú időre és jelentős hazai befektetésekre lett volna szükség. Az Ericsson támogatásával létrehozott és magas színvonalon működő szakmai műhelyek segítségével létrejött Magyarországon az a „kritikus tömeg”, amely lehetővé teszi a hazai kutatók számára a szakmai eszmecsereket.

Az Ericsson Magyarország korszerű és tudományosan is időszerű témákban folytat többoldalú együttműködést budapesti és vidéki felsőoktatási intézményekkel (például: BME, ELTE), melynek keretében mintegy száz PhD-diák dolgozik a telekommunikáció különböző területeivel kapcsolatos kutatási témákon.

Az Ericsson kutatási témái az egyetemi tantervek részévé váltak. Az Ericsson Magyarország K+F részlegének prominens vezetői rendszeresen tartanak egyetemi előadásokat, illetve az egyetemek tantestületeinek tagjai. Mindemellett számos szakmai szervezetben meghatározó szerepet töltenek be a hazai K+F világában. Kiemelkedő munkásságukat és szaktudásukat elismerések és díjak sora bizonyítja (többek között Széchenyi-díj, Kalmár László-díj, a Magyar Innovációs Szövetség különdíja). Az Ericsson Magyarország

oktatást, képzést, tudományos kutatást támogató tevékenységét 2001-ben Kármán Tódor-díjjal ismerték el. Ám a vállalat nemcsak szakmai, dolgozói kapcsolatokkal, hanem az oktatástámogatás terén is igyekszik a hazai természettudományos tevékenységet ösztönözni.

Az Ericsson Magyarországnál az elmúlt másfél évtized alatt kialakult világszínvonalú K+F kultúra és tudás olyan értéket képvisel, amelyet a munkatársak mindennapi tevékenységükkel – akár az oktatásban, akár máshol elhelyezkedve – terjesztenek az országban.

Az Ericsson Magyarország kutatással-fejlesztéssel foglalkozó igazgatósága a legfejlettebb, élvonalbeli kutatásokhoz és csúcstechnológiákhoz kapcsolódó tevékenységeket folytat a telekommunikáció – például: átvitelihálózat- és erőforrás-menedzselés, forgalom és hálózati teljesítmény, rendszer- és hálózati architektúra, rendszeralkalmazások, valamint a különböző szoftver- és hardver-megvalósítások, illetve hitelesítési technikák – területén.

Az igazgatóságon végzett kutatás-fejlesztési tevékenység eredményei beépülnek az Ericsson csoport termékeibe, rendszereibe. A magyarországi K+F tevékenység többek között az alábbiakra terjed ki:

- távközlési és adatkommunikációs hálózatok forgalmi viszonyainak, hálózati teljesítményének és új transzporttechnológiáinak elemzése;
- mobil hálózati architektúrák evolúciójának vizsgálata;
- kommunikációs protokollok és szoftverek tesztelése, beleértve az alkalmazott tesztelési nyelv fordítóprogramjának fejlesztését;
- telekommunikációs csomagkapcsolt hálózatok kialakítására szolgáló berendezé-

sek hardver- és szoftverelemeinek fejlesztése, különös tekintettel az IP protokoll alapú beszédszolgáltatásokra;

- telekommunikációs szerver-platform komponenseinek fejlesztése.

Az Ericsson kutatás-fejlesztési tevékenysége jelentős érték a hazai telekom infrastruktúra technológiájának ismerete és ezen ismeretek alkalmazása szempontjából. A K+F

egység több esetben hívta vissza hazánkba a külföldön hasznosuló magyar tudást, és ismertségénél és elismertségénél fogva éveken keresztül több kiváló külföldi szakembert is vonzott szervezeten és spontán Magyarországra.

További információ weboldalaikon található: www.ericsson.com/technology; www.ericsson.com/hu (X)

A NEMZETI HÍRKÖZLÉSI ÉS INFORMATIKAI TANÁCS TECHNOLÓGIAI JÖVŐKÉPE

Az 1996 óta működő Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács (NHIT) a kormány magas szintű tanácsadó testülete, amelynek fő feladata az állásfoglalás, véleményezés, illetve tanácsadás az informatika és a hírközlés jelentősebb kérdéseiben. Ennek elősegítésére a tanács önálló szakmai tevékenységet is végez az informatika és a hírközlés egyes fontosabb területein. 2005-ben ilyen célból indította el az *Információs Társadalom Technológiai Távlatai* (IT3) projektet, amelynek célja, hogy áttekintse az információs és kommunikációs technológiák előrelátható fejlődését az elkövetkező évtizedben.

Az információs társadalom magyarországi jövőjével kapcsolatban több helyen is folyik elemző-tervező tevékenység. Az NHIT célja az, hogy ezeket a tevékenységeket egy, az infokommunikációs technológiák előrelátható alakulásáról szóló *jövőkép* bemutatásával támogassa, különös tekintettel a Magyarországon, a 2010-es években várhatóan hatással lévő tényezőkre.

Egy ilyen jövőkép – amellet, hogy háttéranyagul szolgálhat az információs társadalom kérdéseivel foglalkozó döntéshozók számára – megkönnyítheti az infokommunikációs technológiákkal foglalkozó – vagy azok iránt érdeklődő – szakemberek *tájékozódását* a fejlődési tendenciákról, a közeli-távoli jövőben megjelenő termékekről és szolgáltatásokról, az informatika társadalmi-gazdasági szerepének változásairól stb.

A projekt keretében először az infokommunikációs technológiák, valamint alkalmazásaik világának *Általános áttekintése* készült el, amely a technológiai kínálatnak és a hasznosulási keresletnek összesen tizenkét *témakörén* belül határozott meg mintegy kilencven részterületet, és adott róluk nagyon rövid (egyenként kb. féloldalas), vázlatos, de a lényeges irányzatokat felmutató ismertetést. Bemutatásra kerültek a tizenkét témakör egymással való összefüggései is.

Ezután került kiválasztásra a technológiai változások szempontjából legjelentősebbnek

tartott mintegy harminc terület, amelyekről – egységes szerkezetben – részletes elemzés („mélyfúrás”) készült. A kiválasztás fő szempontja az volt, hogy ezekkel a területekkel kapcsolatosan fontos, nem triviális állításokat lehessen megfogalmazni a várható technológiai változásokról a jövő évtized magyarországi információs társadalmára vonatkozóan. A mélyfúrásokban elemzésre kerülő technológiai jelenségek között olyan különböző témák találhatók, mint például az újgenerációs hálózatok, a rugalmas ember-gép kapcsolatok, a tartalomelőállítás közösségi módszerei vagy az autonóm mobil robotok.

A mélyfúrások mellett „horizontális” *Alkalmazási víziók* is készülnek, amelyek

felvázolják, hogy egy-egy alkalmazási területen, a mélyfúrásokban tárgyalt technológiai jelenségek felhasználásával milyen jövőképek (ek) várható(ak). A 2006-ban elkészült *Intelligens otthon* után folyamatban van ilyen víziók kidolgozása a (kis)vállalati munkavégzésről, valamint a közigazgatás, egészségügy, illetve oktatás egy-egy területéről.

A projekt keretében végzett elemző munka eredményeit hét *Megatrend* foglalja össze, amelyek megpróbálják felvázolni azokat az átfogó technológiai változásokat, amelyek a jövő évtized hazai információs társadalmában meghatározóak lesznek. Ennek alapján egy olyan *jövőkép* körvonalazódik, amelyben:

- A számítógépek és adatátviteli vonalak *teljesítményei* olyan mértékben növekednek, hogy gyakorlatilag már nem jelennek korlátot a megoldandó feladatok méreteire vonatkozóan.



NHIT

Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács

- Teljessé válik az eszközök *összekapcsoltsága*; nem lesznek elszigetelten működő számítógépek.
- Az információfeldolgozás és adatátvitel lehetőségei megjelennek az embert körülvevő *környezet* tárgyaiban (például: háztartási berendezések, járművek, érzékelők stb.) is.
- Az informatikai rendszerek működése egyre több *intelligens* vonást mutat.
- A rendszerekben a *szolgáltatások* különböző fajtái kerülnek előtérbe, a felhasználók egyre inkább szolgáltatásokat és nem termékeket vásárolnak.
- Az infokommunikációs rendszerek fokozott mértékben támogatják az őket

használó *emberek együttműködésének* különböző formáit.

- Az infokommunikációs rendszerek működésének minden szempontból való *biztonságossága* egyre növekvő kihívást jelent.

A jövőkép kitér az egyes megatrendek megvalósulásával járó veszélyekre és azok kivédésére is.

Az előforduló fontosabb fogalmak meghatározását leíró *Fogalomtár*, valamint a felhasznált *Háttéranyagok jegyzéke* egészíti ki a *Tanulmányt*.

Az NHIT gondoskodik az elkészülő anyagok aktualizálásáról, további mélyfúrások és alkalmazási víziók kidolgozásáról, és a közönség tájékoztatásának folyamatossága érdekében kéthavi rendszerességgel kiadja az *IT3 Körkép*-et, amelynek minden száma mintegy huszonöt, a tanulmány szempontjából érde-

kes, figyelemre méltó aktuális *hírt* tartalmaz. Ezenkívül a *Körkép* minden számában található egy *vezércikk*, mely röviden bemutat egy-egy érdekesnek tartott jelenséget.

Az *IT3 Baráti Társaság* rendszeresen tartott teadélutánjain ismertetik a projekt elkészült anyagait.

Az Információs Társadalom Technológiai Távlatai projekt valamennyi anyaga letölthető az NHIT honlapjáról (www.nhit.hu). Folyamatban van egy *interaktív weblap* kidolgozása, amely megjeleníti a projekt valamennyi anyagát (témakörleírások, mélyfúrások,

alkalmazási víziók, megatrendek, Körkép hírek és vezércikkek, fogalmak stb.), ábrázolva az egyes elemek kapcsolatait és lehetővé téve a különböző szempontok szerinti kereshetőséget.

A Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács az IT3 projekttel olyan szolgáltatást kíván nyújtani a hazai informatikai közelet számára, ami hozzájárul a szakemberek tájékozottságának növeléséhez és ezen keresztül az infokommunikációs technológiák hatékony alkalmazásához a társadalom és gazdaság valamennyi területén. (X)

HÍRKÖZLÉSI ÉS INFORMATIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

A több mint ötven éve alapított Híradástechnikai Tudományos Egyesület (HTE) hagyományosan a híradástechnika, majd a távközlés és informatika konvergenciájának előterbe kerülésével mindinkább az infokommunikáció civil szakmai szervezete, amelyet 1998-ban, rövidítésének megtartása mellett nevének megváltoztatásával is kifejezett: Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület (a HTE angol neve: Scientific Association for Infocommunications).

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület története egészen a század elejéig nyúlik vissza. Az 1900-ban megalakult Magyar Elektrotechnikai Egyesületen (MEE) belül a húszas években jött létre a Gyengeáramú Szakosztály és a Rádiótechnikai Szakosztály. 1949-ben a két szakosztály a MEE-ből kiválva új egyesület létrehozását kezdeményezte. A HTE 1949. január 29-én került cégbejegyzésre Híradástechnikai, Finommechani-

kai és Optikai Tudományos Egyesület néven. Működését az 1948-ban megalakult Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége (MTESZ) tagegyesületeként kezdte meg. A HTE megalakításában komoly szerepet vállaltak a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) szintén akkor megalakult Villamosmérnöki Karának oktatói, a háború után újra éledező magyar híradástechnikai ipar képviselői és a Magyar Posta lelkes szakemberei. A HTE-ből a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület (MATE), valamint az Optikai, Akusztikai és Filmtechnikai Egyesület (OPAKFI) 1952-ben kivált, ekkor vette fel a Híradástechnikai Tudományos Egyesület nevet, melyet egészen 1998 végéig, jelenlegi nevének felvételéig megtartott.

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület alapszabálya szerint: „az információs társadalom kialakulása és fejlődése érdekében egymással szorosan együttmű-

ködő és összefonódó távközlés, műsorszórás, számítástechnika, informatika, elektronika, elektronikus média, tartalomkezelés és további rokon szakmák – együtt: az infokommunikáció – területén működő kutató, fejlesztő, gyártó, szolgáltató, üzemeltető, oktató, szabályozó, forgalmazó és alkalmazó műszaki, gazdasági és jogi szakemberek, valamint hazai és külföldi szervezetek önkéntes és autonóm közössége”.

Az egyesület küldetése szerint:

- segíti az információs és kommunikációs technológiák konvergenciáját, a szinergikus alkalmazások megjelenését és megvalósítását;
- bővíti tagjai szakmai felkészültségét a hazai és nemzetközi műszaki és tudományos eredményekről szóló tájékoztatással, valamint szakmai kapcsolatok létrehozásával;
- elősegíti az infokommunikációs terület tervezési, szolgáltatási, gyártási, szabályozási és vezetési tapasztalatainak és elképzeléseinek cseréjét, eredményeinek terítését;
- képviseli a szakterület társadalmi jelentőségét és érdekeit, segíti a szakmai alkotómunka társadalmi elismerését;
- összehangolja a csoportérdekekből és szakmai fejlesztésekből származó, gyakran eltérő szakmai véleményeket és feladatokat.

A HTE közhasznú szervezet, saját szaklapot ad ki. A *Híradástechnika* folyóirat már hatvankét éves múltat tekint vissza, évente tíz magyar és két angol nyelvű száma jelenik

meg. Lektorált szakmai cikkeivel, színvonalas publikációival kiemelkedő jelentőségű a hazai tudományos és szakmai közéletben. Az egyesület hírlevéllel és honlappal (www.hte.hu) is rendelkezik, rendszeresen szervez szakmai rendezvényeket, klubeseményeket, konferenciákat, évente kongresszust. Az egyesületben az ipari és szolgáltatói szféra, az akadémiai szféra (felsőoktatás, kutatás) és a szabályozás képviselői egyaránt jelen vannak, párbeszédet, rugalmas együttműködési és munkavégzési

formákat téve lehetővé. Az egyesület szervezeti egységei (szakosztályok, klubok, területi szervezetek) jórészt önszerveződéssel lefedik az infokommunikációs szakterület, ill. az ország nagy részét.

A szakosztályok által rendszeresen szervezett rendezvények és klubösszejövetelnek jó lehetőséget nyújtanak a szakmai tájékozódásra, az új irányzatok megismerésére, vélemények cseréjére és ütköztetésére, közös álláspontok kialakítására, kapcsolatok építésére és erősítésére. Aktív egyesületi élet folyik a távközlés, a számítástechnika, a médiatechnológiák, a dokumentumtechnológiák és a projektmenedzsment területén. Legjelentősebb rendszeres egyesületi rendezvények a *Távközlési és informatikai hálózatok konferencia*, a *Televízió- és hangtechnikai konferencia*, és a *Távközlési és informatikai projektmenedzsment fórum*.

A HTE RoadShow korszerű ismereteket nyújtó szakmai előadásaival Budapesten és vidéki városokban az egyetemista és főiskolás hallgatókat szólítja meg. A HTE minden évben meghirdeti diplomaterv- és szakdol-



gozat-pályázatát, ahol a fiatal végzős kollégák kiemelkedő munkáit díjazza. A HTE szenior tagok összefüvetelei ugyancsak népszerűek.

A HTE nemzetközi kapcsolatai közül kiemelkedik az IEEE-vel (Institute of Electrical and Electronics Engineers), valamint annak tagszervezetével, az IEEE Communications Society-vel meglévő együttműködés. Úgynevezett Sister Societyként ismerik el a HTE-t és ezzel a tagok az IEEE tagokkal azonos elbírálás alá esnek. Együttműködési megállapodásunk van az *IEEE Communications Magazine*-nal, ami a publikációk nemzetközi megjelenítésében nyújt fontos segítséget.

A HTE szakterületén nagyobb nemzetközi konferenciák megrendezését is vállalja, 2006-ban szervezte a *World Telecommunications Congress* (www.wtc2006.com), 2007-ben a BME-vel közösen rendezi az *IST Mobile and Wireless Communications Summit* (www.mobilesummit2007.org), a

2008-as év kiemelkedő rendezvénye lesz a – szintén BME-vel együtt rendezett – *International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium, a Networks 2008* (www.networks2008.org).

A HTE törekvése minden fontosnak ítélt szakmai területen, illetve minden régióban való megjelenés, igény szerint bővülő rendezvényein a tovább szélesedő infokommunikációs konvergencia és a hálózatba kapcsolt tudástársadalom gondolatának képviselője. Célja, hogy az állami és civil szervezetekkel együttműködve, hasznos szereplő legyen a magyar társadalom, a nemzetgazdaság és az infokommunikációs szektor fejlődését szolgáló feladatok megoldásában. (X)

Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület • 1055 Budapest, Kossuth tér 6-8.

Tel.: 353-1027; fax: 353-0451

www.hte.hu • E-mail: info@hte.hu

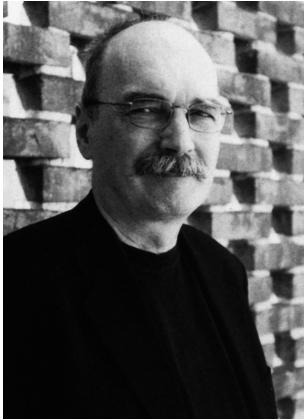
E lapszám megjelenését támogatta a Magyar Telekom és Távközlési és Telematikai Alapítványa, az Ericsson, a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács, a BME Távközlési és Médiainformaticai Tanszéke, valamint a BME Híradástechnikai Tanszéke.

Bemutatók

A Magyar Tudományos Akadémia idén is új levelező tagokat köszönt. Sorozatunkban hónapról hónapra bemutatjuk néhányukat. A Magyar Tudomány hét kérdéssel kereste meg mindegyiküket, azt kérve, hogy közülük néhányra válaszoljanak:

- 1. Mi volt az a döntő mozzanat, amely erre a pályára vitte?*
- 2. Volt-e mestere?*
- 3. Mi volt az az eredmény munkája során, amelynek igazán örül?*
- 4. Részt vesz-e nemzetközi kutatásokban?*
- 5. Van-e, és ha igen, milyen a legkedvesebb tanítványa?*
- 6. Magányos kutató vagy inkább csapatjátékos?*
- 7. Mi az a nyitott kérdés, amelyre választ szeretne kapni?*

Talán az is jellemző új tagjainkra, hogy éppen mit tartottak fontosnak elmondani magukról. Ebben a hónapban Cságoly Ferenc, Csépe Valéria, Korinek László, Palkovics László és Péceli Gábor válaszait olvashatják.



CSÁGOLY FERENC

1948-ban Nagykanizsán született, az építőtudományok doktora. A BMGE Középülettervezési Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára. Szakterülete az építészet. A BMGE Építésszéchnöki Kar DLA Doktori Iskola vezetöégi tagja. Tagja a BMGE Építésszéchnöki Kar Doktori és Habilitációs Bizottságának, a BMGE Mester-tetületének, a Budapesti Építész Kamarának, az Építész Mester Együletnek, a Magyar Építő-művészek Szövetségének.

Tizennégy éves voltam, amikor először házat „terveztem”, aztán ezt az elsőt még sok-sok követte a gimnáziumi évek alatt. Ezeknek a rajzoknak egy részét megőriztem, s nagy ritkán újra előveszem őket. Elfogulatlanok és ártatlanok. A gimnáziumban persze sok másféle hatás is ért, és az érettségi körül úgy gondoltam, hogy e sokféle szépséget – érdekességet a filmrendezői szakma képes együtt látni és átélni, tehát azzal kacérokodtam. Apám azonban – aki akkor jobban látott engem, mint én saját magamat – erőteljesen az építészet felé orientált. Jelentkeztem a Műegyetemre és felvettek. Valami isteni csoda révén még katonának sem kellett elmennem, mint ak-

koriban szinte minden, egyetemre felvett fiatalnak.

Az egyetem első félévei eléggé gyötrelmek voltak számomra, egyáltalán nem azt kaptam, amire vártam, abból viszont csőstül kaptam, amit nem vártam. Ha nagy nehezen is, de átevickéltem ezen az időszakon. Aztán az első tervezési tárgyak belépésével változott a helyzet. Szerencsém is volt, mert harmadéves koromban középülettervezés tárgyból Török Ferenc lett a korrektorom. Akkor, fiatal tanárként a hallgatók kedvence volt, ma Kosuth-díjas építészként a szakma egyik elismert mestere. Akkor, 1970 körül, egymással szemben ülve egy rajzasztal két oldalán, skiccpauzok és vázlatok fölé hajolva, rajzolva és beszélgetve, melyikünk gondolta volna, hogy egymás után fogunk következni a Középülettervezési Tanszék vezetőinek sorában. Török Ferenc azután, végig a diplomázásig, korrektorom, tanárom, mesterem maradt.

A diplomavédésen a bizottság egyik tagja Jurcsik Károly volt, aki korábban szintén oktatott pár esztendeig a tanszéken, aztán később tervező építészként olyan épületeket alkotott, mint az orgoványi művelődési ház, a keceli strand vagy a szekszárdi városközpont épületei, melyek mára modern építészetünk ikonikus alkotásai. Ismét szerencsém volt, Jurcsik meghívott a műtermébe. Aztán ő volt a mesterem a Mesteriskolán, ami akkoriban az egyetlen megtűrt posztgraduális képzésnek számított. Ott meg olyan építészeket ismerhettem meg, mint az iskola vezetője Szendrői Jenő vagy Farkasdy Zoltán (később ő is a Középülettervezési Tanszék vezetője lett), Jánnossy György, Plesz Antal és lehetne sorolni a mára legendássá vált neveket.

Mivel sokat kaptam, úgy gondoltam, adnom is kell. Hozzávetőlegesen huszonöt évig oktattam a Középülettervezési Tanszéken

külsősként, mígnem hat esztendeje, 2001 óta a tanszék vezetője vagyok. E hosszú idő alatt rengeteg hallgatót korrigáltam, többeket közülük folyamatosan sok szemeszteren át. Ma is nagyon sok tanítványom van, másodévesektől kezdve, a doktorandusz hallgatókon át a posztgraduális építésztervező képzésen résztvevőkig. Nincsen, nem lehet legkedvesebb tanítványom, kedvesek-kedvencek viszont nagyon sokan vannak. Ha egy tanár több félétlen keresztül együtt dolgozik egy hallgatóval, látszólag egy tervvel, valójában magával az emberrel foglalkozva, az óhatatlanul egymás megismerését, megértését jelenti. Életem egyik legnagyobb ajándékának tartom, hogy

a tanítás által sok-sok igen értékes embert ismerhettem és érthettem meg.

Az építészet csapatjáték. Nemcsak azért, mert egy komolyabb középület megtervezéséhez több tíz szakági tervező munkája is szükséges, hanem főleg azért, mert egy épület tervei annál jobbak, minél több szempont, egyéni érték tud bennük konfliktusmentesen ötvöződni. Tehát maga az építészeti tervezés is csapatmunka, annak ellenére, hogy az egyre inkább teret nyerő sztárkultusz nem ezt mutatja. Ebben hiszek. Ezáltal abban, hogy a közösségi értékek magasabb rendűek. Hogy az egész, több mint a rész vagy akár a részek összege. De ez már filozófia.



CSÉPE VALÉRIA

1951-ben, Várpalotán született, a pszichológia doktora. Az ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar Pszichológia Intézetének tanszékvezetője. Szakterülete a kísérleti pszichológia, a kognitív pszichofiziológia.

Mi volt az a döntő mozzanat az életében, amely erre a pályára vitte?

Visszagondolva szakmaválasztásom eredeti okaira, azt mondhatom, hogy csupán néhány érdekes könyvnek köszönhető, hogy pszichológiai tanulmányokba kezdtem. Harmadikos gimnazistaként a könyvtárban több pszicho-

lógiai könyvre leltem, és érdekesnek találtam, amit olvastam. Így jelentkeztem a pszichológia szakra, gimnáziumi osztálytársaim és tanáraink legnagyobb meglepetésére. Az egyetemen a pszichológia mellé a biológia szakot választottam, így azt hiszem, hogy a két tudományterület között megoszló érdeklődésem az első olyan döntő mozzanat, ami a mai pálya felé vitt. A diploma megszerzése után az MTA Pszichológiai Intézetének akkor megalakuló pszichofiziológiai osztályán meghirdetett gyakornoki állásra jelentkeztem. Sokan voltunk, az erre a szakmára sokkal inkább alkalmasnak tartott férfiak közül is többen jelentkeztek. Felvettek, és a mai napig is ebben az intézetben dolgozom, így hát azt gondolom, hogy a pécsi Grastyán-iskolából Budapestre költöző mesteremnek, Karmos Györgynek a választása az igazi döntő mozzanat abban, hogy idegtudományi módszerekkel kutató pszichológus lettem.

Volt-e mestere?

Igen, több is. Mindenkitől mást tanultam. Egyetemistaként Kardos Lajostól a struktu-

rált gondolkodást, szabatos fogalmazást és az emberi tartást, Barkóczi Ilonától pedig, akinél szakdolgozatomat írtam, a kreativitás felbecsülhetetlen értékét és a kutatás örömét. A szó legigazibb értelmében vett mesterem Karmos György. Mellette lettem kutató, szakmailag tőle kaptam a legtöbbet. Ő az, akinek az alapvető, máig biztos alapokat jelentő szakmai tudást és az állandó nemzetközi megmérettetés igényét köszönhetem.

Külföldi mesterem is több van. Közülük a legfontosabb Risto Näätänen. Tőle a szenzoros emlékezet és hallási összemérés agyi jelének (eltérési negativitás) kutatásában rendkívül sok szakmai segítséget és támogatást kaptam, mégpedig attól a pillanattól kezdve, hogy ezzel a jelenséggel foglalkozni kezdtem. Nemzetközi pályámat is sokáig egyengette, munkámat ma is napra készen követi.

Mi volt az az eredmény munkája során, amelynek igazán örül?

Ha csak egyetlenegy nevezhetnék meg, az az eltérési negativitás állatkísérletes modellje lenne. Az 1987-ben Karmos Györggyel és Molnár Márkkal együtt publikált angol nyelvű cikkünk az első szakirodalmi közlés volt erről, ez tette a nevemet is ismertté. Ehhez már csak az a ritkán ismétlődő öröm fűződik, hogy a szakma akkoriban legnevesebb folyóirata a kéziratot változtatás nélkül fogadta el. Igaz, hogy két bábája is volt, Risto Näätänen és E. N. Sokolov.

Részt vesz-e nemzetközi kutatásokban?

Kutatócsoportom jelenleg egyszerre két nagy kutatási együttműködésben vesz a részt, mindkettő az EU 6. Keretprogramjában támogatott munka. A legismertebb talán a NEURO-DYS, amelyben tizennégy másik laboratóriummal együtt a diszlexia genetikai, pszicho-

lógiai és agyi aktivitásjellemzői közötti összefüggéseket kutatjuk. Azt reméljük, hogy a projekt végére létrehozott, több ezer fős európai adatbázis, illetve a munkacsoportokban és a konzorcium egészében végzett kutatások egyedülállóak és egyben az EU-t a diszlexiakutatás vezető „nagyhatalmává” teszik.

Van-e, és ha igen, milyen a legkedvesebb tanítványa?

Van több is, bár azt mondják, *leg* csak egy lehet. Igen kedves szívemnek az a tanítványom, aki ma már nemzetközileg is ismert és elismert, jelenleg Cambridge-ben dolgozik. A számérzék és számfogalom alapjelenségeinek és fejlődésének agyi korrelátumait kutatja. Kedves tanítványom az ELTE PPK általam vezetett Kognitív Pszichológia Tanszékén dolgozó munkatársam. Tehetséges kutató, csodálatos oktató, a tanszék motorja, nagyszemélyes ember. Sokakat felsorolhatnék ifjabb tanítványaim közül is. A legkedvesebb tanítványom azonban az egykori „legkisebb fiú”. Kiemelkedően tehetséges, kreatív, szorgalmas, és kiváló emberi tulajdonságai vannak. Egy új téma, a szóhangsúly agyi korrelátumainak kutatása az ő révén vált csoportunk egyik vezető, nemzetközileg is jegyzett témájává.

Magányos kutató vagy inkább csapatjátékos?

Soha nem dolgoztam magányos kutatóként; sem itthon, sem külföldi tanulmányútjaimon, beleértve a hosszabb időszakot jelentő műnszteri, Humboldt-ösztöndíjas éveket is. A kognitív idegtudományi és neuropszichológiai kutatásokat nem lehet és nem is érdemes másként végezni, mint csapatban.

Kivel cserélt volna pályát?

Pályát senkivel, feltételeket sokakkal. Mindig arra vágytam, hogy hatékonyabb és kevésbé

szűkös intézményi környezet vegyen körül, olyan, amelyben egy korszerű laboratórium kialakítása nem erőn felüli munkát jelent, és amelyben a finanszírozás kiszámíthatósága miatt több energia marad a kutatásra.



KORINEK LÁSZLÓ

1946-ban Ácson született, a jogtudományok doktora. A PTE Állam- és Jogtudományi Kar Kriminológiai és Büntetés-végrehajtási Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára. Szakterülete az állam- és jogtudomány, a kriminológia. Az Állam- és Jogtudományi Bizottság és a Magyar Rendészettudományi Társaság elnöke. Al-elnöke a Magyar Kriminológiai Társaságnak. Tagja a Magyar Statisztikai Társaságnak és a Nemzetközi Büntetőjogász Társaságnak.

Mi volt az a döntő mozzanat az életében, amely erre a pályára vitte?

„Egyetlen” döntő mozzanatot nem tudnék kiemelni, de helyzetet, előzmények számomra szerencsés sorozatát talán igen. Első generációs értelmiségi vagyok, elődeim iparosemberek voltak. Tőlük – anélkül, hogy erre bárki is törekedett volna – magától értetődően vettem át a kötelességtudást, a fegyelmezett munka parancsát. Elmondok egy példát. Tíz-éves múltam, mikor 1956. november közepén

Mi az a kérdés, amire választ szeretne kapni?

Arra, hogy az agy és a kognitív funkciók érését, fejlődését a gének pontosan hogyan befolyásolják, határozzák meg.

egy este baljós tüzéségi tűz moraja hallatszott a falunktól délre. Ez érthető nyugtalansággal töltötte el az embereket, és bár anyánk is féltett bennünket, testvéremmel másnap ugyanúgy indított iskolába, mint bármikor. Ott aztán az iskolaudvaron kevesen lézengtünk, bátyám volt az egyetlen hetedik, én pedig az egyetlen ötödik osztályos. (Persze aztán hazaküldtek mindannyiunkat.)

Szóval a kitartás, az önkorlátozás, a megmaradás kötelességét valószínűleg gyerekkoromban vehettem át a keményen dolgozó szüleimtől, elődeimtől.

Ha volt döntő mozzanat, az talán az a körülmény, hogy a szülői házból hozott kötelességtudás szerencsésen kamatozott, mikor oktatói-kutatói pályára kerültem, ahol az előmenetelhez szisztematikusan be voltak építve a követelmények. Nyelvvizsgázni, publikálni kellett; kandidátusi, doktori fokozatot szerezni. Mindezt én sosem éreztem különösebb, gyűlölt akadálnak, hanem mindig ugyanazzal a magától értetődő természetességgel fogtam hozzá a következő feladatokhoz, amint asztalos apám, nagyapám vagy az uradalmi kertész dédapám tehették egykor.

Volt-e mestere?

Talán Szabó András akadémikust tekintem emberi, szakmai tekintetben példaképemnek. Sosem dolgoztunk közös munkahelyen. Először csak publikációiból ismertem meg szóki-mondó stílusát, egyenes állásfoglalásait. Amikor megismerkedtünk, megtudtam, hogy ez a nyíltság, a kemény tartás hányszor

sodorta bajba Szabó professzort. Mint erdélyi magyar értelmiségi menekülni kényszerült, a forradalom után börtönbe vetették, majd évtizedekig „ellenforradalmárként” mellőzött kutatói sorba. Önálló tanszéket, alkotmánybírói talárt vagy akadémiai tagságot csak a rendszerváltás után kaphatott.

A 80-as évek közepén közzétettem az amerikai–német–magyar összehasonlító rejtett bűnözési kutatásom eredményeit, és durva támadásban volt részem. Kritikusom azzal vádolt, hogy hamis adatokkal befekettitem a „Magyar Népköztársaság jó hírnevét”, és össze kívánt hívni egy tudósokból álló vésztörvényszéket, ahol az általa megfogalmazott vádakra kellett volna nyilvánosan válaszolnom. Szerencsére a rendőr ezredekéből álló „bírótság” nem állt kötélnek, de az engem felelőtlen károkozónak minősítő cikk megjelent. Húsz év távlatából visszatekintve látom, hogy 1987 nyarán Szabó Andrásnak igaza volt, mikor bátor kiállásra buzdított. Enélkül talán egy elszürkült, nyakát behúzó, fáradt, megkeseredett kutató lennék.

Mi volt az az eredmény munkája során, amelynek igazán örül?

Több is volt. Amikor elsőnek sikerült igazolnom a 80-as évek elején, hogy mint bárhol a világon, szocialista viszonyok közt is ugyanolyan szociálintropológiai összefüggések magyarázzák az áldozati magatartást, a feljelentések elmaradását, vagy hogy a magát magasabbrendűnek vélő rendőrség elsikkaszt ügyeket. Valami hasonlót éreztem, amikor a 90-es évek elején a bűnözési félelem összevőit sikerült azonosítani.

Részt vesz-e nemzetközi kutatásokban?

Igen, most éppen egy hét országra kiterjedő vizsgálatban azt kísérjük meg felvázolni,

hogy az egyetemisták szexuális áldozattá válnak, a halálbüntetésről való vélekedése vagy büntető igénye miként alakul.

Van-e, és ha igen, milyen a legkedvesebb tanítványa?

Több is, de ha bárkit kifejejtenék a felsorolásból, nagyot hibáznék. Ugyanakkor meg kívánom állapítani, hogy rengeteg tehetséges, szorgalmas fiatal követ bennünket.

Magányos kutató vagy inkább csapatjátékos?

A tanulmányok, monográfiák írásakor magányos kutató vagyok. Minden év januárját egy német kutatóintézet könyvtárában töltöm, ahol újra és újra feltöltöm tudományos akkumulátoraimat. Ugyanakkor, egy-egy kutatás koncepciójának kialakításakor vagy a záró tanulmány készítésekor intellektuális élmény a kollégákkal – néha egymás szavába vágva – közösen dolgozni.

Kivel cserélt volna pályát?

Gyakran érzek kielégületlenséget, mikor végiggondolom a tudományos teljesítménymet, és gondolkodok irigykedve egy tisztas építőmesterre vagy bármely iparosra, aki úgy ad ki egy munkát a kezéből, hogy mindenki láthatja a hozzáértést, a hasznosságot, a világ jobbításának aktuális pillanatát. Szóval a mérnöki tudományok művelőivel szívesen cserélnék, és irigylem azt a közvetlen sikerélményt, amikor például a mérnök végigpillant az általa tervezett, épített gyönyörű hídon.

Mi az a nyitott kérdés, amelyre választ szeretne kapni?

Most aktuálisan az foglalkoztat, hogy a rendészet, ami az általános modernizáció során alig változott, milyen módokon tud szemléletében, gondolkodásában korszerűsödni.



PALKOVICS LÁSZLÓ

1965-ben Zalaegerszegen született, a műszaki tudományok doktora. A BMGE Gépjárművek Tanszék egyetemi tanára, fejlesztési igazgatója. Szakterülete a gépészet (járművek). Alapító főtisztja a Magyar Gépjárműipari Szövetségnek. Elnökségi tagja az ORFK Országos Balesetmegelőzési Bizottságnak. Az ENSZ–EGB WP29/ GRRF albizottság járműstabilitási munkacsoportjának vezetője. Tagja a Gépszerkezettani Bizottságnak, az Útiügyi Világszövetség Nemzeti Bizottságának és a Kutatási és Technológiai Innovációs Tanácsnak.

Mi volt az a döntő mozzanat az életében, ami erre a pályára vitte?

Általában az ember ilyen nagyságrendű döntéseinél nem lehet egy mozzanatot kiemelni, többé-kevésbé tudatos folyamat eredménye. Esetemben is így volt: tudatosan akartam orvos lenni, viszont a döntő pillanatban mégis a Budapesti Műszaki Egyetemre adtam be a jelentkezésemet. Hogy miért? Komolytalannak hangzik, de egyszerű teljesítmény- és bizonyítási kényszer indokolhatta: a Közlekedésmérnöki Kar autós mérnöki szakán több pont kellett a sikeres felvételihez,

mint bármelyik orvosi egyetemen, és évente csupán harminc ilyen mérnököt képeztek. Alapvetően ez a mozzanat határozta meg a pályát. Azóta is kétségeim vannak, hogy nem lettem volna-e jobb orvos. Persze ezen már késő töprengeni, azt hiszem, a döntés annak idején nem volt túlságosan rossz, nem emlékszem olyan időszakra az egyetem kezdete óta, amikor a munkámat ne élveztem volna, és úgy gondoltam volna, hogy itt már nincs mit tenni.

Volt-e mestere?

A Mester értelmezését kell elsősorban definiálni: az a Mester, akit az ember annak tekint, ezt a státust nem lehet címek, tudás, fokozatok és rangok alapján automatikusan megkapni, és nem is ezek a döntőek. A meghatározó, hogy mit tanított nekem az, akit a Mesteremnek tekintek, és ettől kezdve a Mester definíciója gyakorlatilag bárkit megenged, amennyiben nekem fontos az ő *tanítása*. Ilyen módon sok mesterem volt, van: kezdve Csiszár Máriával, a gimnáziumi matematikatanárral, akitől a magasszintű matematikaoktatáson túl lendületet és elhivatottságot tanultam, doktori témavezetőm, Ilosvai professzor úr, akitől következetességet láttam, amit akkor nem értettem meg, most annál inkább, Bokor professzor úr, akinek a tudományos igényességét próbálom (nem mindig túl sikeresen) követni, Stépán professzor úr, aki a szakmai-tudományos elkötelezettség és következetesség példáját jelenti számomra, és sorrendben utolsóként (bár tulajdonképpen az eddig említett követendő tulajdonságok jelentős részét integrálva) elsősorban Michelberger professzor úr, akinek életútja, tevékenysége, bölcsessége, emberekhez való viszonya mindenképpen követendő példa számomra.

Magányos kutató vagy inkább csapatjátékos?

Mindenképpen csapatjátékos. Ez alapvetően abból fakad, hogy a mai mérnöki tudomány sokkal inkább összetett és komplex, mint mondjuk öt éve, és összehasonlíthatatlanul bonyolultabb, mint ötven éve. Az a technológiai szint, amit ma elértünk (akár egy mérnöki diszciplínán belül is) olyan sokrétű tudást igényel, ami egy ember fejében már nem állhat rendelkezésre. Ez indokolja azt is, hogy a mérnöki területen már nem születnek olyan korszakalkotóan forradalmi találmányok, mint mondjuk száz éve, inkább a szisztematikus tevékenységen alapuló, a technika modern eszközeit felhasználó megoldások a jellemzőek. Nem beszélve arról, hogy a modern

szerkezetek manapság csak a legritkább esetben tartalmaznak egy klasszikus értelemben vett műszaki diszciplínát, rendszerint több terület intenzív együttműködésére van szükség ezek eredményes kutatásához és fejlesztéséhez. Jó példa erre a mechatronika, ami a gépészeti, elektronikai és informatikai tudományok együttes alkalmazását jelenti, ami tudás nem szükségszerűen van meg egy ember fejében. Nem beszélve arról, hogy az együttműködés – amellet, hogy sokkal hatékonyabb – sokkal élvezetesebb is: több ember több ötlettel rendelkezik, több területen tudnak párhuzamosan dolgozni, és ezek eredményét egymással megosztani, következőképp ugyanazon idő alatt lényegesen szélesebb körű tudásra tehetünk szert.



PÉCELI GÁBOR

1950-ben Budapesten született, a műszaki tudományok doktora. A BMGE Műszaki Tudományok Osztályának egyetemi tanára. Szakteriilete a beágyazott információs rendszerek. Tagja az Automatizálási és Számtechnikai Bizottságnak, a Távközlési Rendszerek Bizottságának, az Informatikai Bizottságnak, a Magyar Mérnökakadémiának a HTE-nek, a MATE-nak, a Neumann János Számítástudományi Társaságnak és az IEEE-nek (fellow).

Mi volt az a döntő mozzanat az életében, amely erre a pályára vitte?

Azon kivételesen szerencsések közé tartozom, akik tizenhárom éves korukban sikeresen estek át a *detektoros rádió* meghatározó élményén, amitől érdeklődésem az akkor még divatos villamosmérnökség irányába terelődött. A mérnökség maga nálunk némileg családi hagyomány, mert édesapám és mindkét nagyapám különféle mérnökök voltak, de egyikük sem a villamos területen. Mindezek mellett persze „döntő mozzanatok” sorozata kellett, hogy az egyetemi tanulmányok végeztével a Műegyetemen maradván az egyetemi oktatói pálya mellett kössék ki. Még az általános iskolai évekhez kötődő barátság vitt a „műszeres” villamosmérnökség felé, a demonstrátorkodás az Elméleti Villamosságtan Tanszéken az oktatói munka irányába, végül a nagyon megtisztelő meghívás, az akkortájt jól menő hazai műszeripar meghatározó hátterintézményébe, a mai nevén Méréstechni-

ka és Információs Rendszerek Tanszékre, mely azóta is munkahelyem.

Volt-e mestere?

Többen voltak, és sok szempontból ma is vannak. Szakmai látásmódom fejlesztésében meghatározó szerepet játszott három kiváló mérnök: Bánsági László, Herpy Miklós és Gazsi Lajos, akik az elektronika területén vezettek be a műszaki problémamegoldás rejtelmeibe. A kutatási-fejlesztési projektek szakmai irányítása és a tanszékvezetés ügyeivel kapcsolatosan sokat köszönhetek Schnell László professzor úrnak, aki tanszékvezetőként számtalan formában és eszközzel segítette munkatársai, közöttük az én szakmai előmeneteletem. Az ő szakma iránti elkötelezettsége ma is példa mindannyiunk számára. Köszönettel tartozom Sztipánovits János professzornak is, aki korábban tanszéki munkatársként, 1983 óta pedig az Egyesült Államokból segítette, illetve segíti tanszékünk szakmai fejlődését. Az általa művelt szakterületen jelentős mértékben hozzájárult ahhoz, hogy az elmúlt húsz évben tanszékünk szakmai orientációja viszonylag gyorsan követte a nemzetközi trendeket, és jelentős nemzetközi tudományos együttműködések részesévé válhatott.

Magányos kutató vagy inkább csapatjátékos?

Nem gondolom, hogy a magányos kutató megjelölés illene rám. Szerintem magányos kutató nem igazán létezik, hiszen a kutatás – különösképpen a műszaki területen – tipikusan mások által feltett kérdések megválaszo-

lásának iteratív és interaktív folyamata. A kutatás a tanulás egy speciális formája, amelynek sajátos, sokszor „magányos” élménye a felfedezés, az összefüggésekre történő rácsodálkozás, de alig tudok elképzelni olyan esetet, amelynél ne lehetne tetten érni a „csapatot”, azokat, akik ötleteikkel és véleményükkel a felismerésre vezető gondolatainkat megfelelő mederbe terelik. Mindezek ellenére úgy érzem, hogy esetemben eléggé szétválaszthatóak a szerény mértékű egyéni hozzájárulások és azok a szakmai tevékenységek, amelyek tanszéki munkatársakkal szoros együttműködésben születtek. A sors különös játékának köszönhetően harmincnyolc évesen tanszékvezetői megbízást kaptam a kar akkor egyik legnagyobb tanszékére, amely hivatalosan is elsősorban „csapatjátékos” tett. 1988-at írtak akkor, a csapatnak pedig egy elsőosztályú mérnöktanszékből nemzetközileg is jegyzett, tudományos eredményeket nagy számban felmutatni képes gárdává kellett fejlődnie. Az, hogy ez mennyire sikerült, azt nyilván az utókor majd eldönti, mindenesetre a levelező taggá választásomat elsősorban egy eredmények felmutatására képes csapat csapatjátékában való részvétel elismeréseként élem meg.

A teljességhez hozzátartozik egy másik csapat is, a családom. Az otthon stabilitása lehetővé tette számomra a könnyebb és a nehezebb időkben egyaránt, hogy a szakmám és munkahelyem szolgálatát mindig azon a szinten műveljem, ahogyan annak szükségét éreztem. Ezt szívből köszönöm feleségemnek és öt gyermekünknek.

CONTENTS

Infocommunication Networks • Guest Editor: Gyula Sallai

Gyula Sallai: Introduction	842
Gyula Sallai – Imre Abos: Convergence of Telecommunications, Information and Media Technologies	844
Tibor Cinkler – Rolland Vida: The Evolution of Networking Technologies	852
László Pap – Sándor Imre: Interference Suppression in Mobile Networks	862
Sarolta Dibuz – Gyula Csopaki: Infocommunication Protocols	868
Róbert Szabó: Internet: Success! Barriers!? and Future?	873
László Jereb – Attila Sipos: Planning and Analysis of Networks	880
György Takács: Convergence of Fixed and Mobile Networks	888
Lajos Nagy – Andrea Farkasvölgyi: Satellite Services	896
Péter Sziklai – Dániel Nagy – Péter Ligeti: RFID and Security	904
Géza Gordos – Péter Laborczi: Requirements of Ambient Intelligence Applications against Infocommunication Networks	910
László Kóczy T. – János Botzheim – Richárd Sallai – Kornél Csányi – Tamás Kuti: Identification of Meteorological Data from Network Management Measurements ...	916
Gábor Magyar: Content Management in Media Convergence	923

Obituary

Károly Géher (<i>Géza Gordos – Gyula Sallai</i>)	930
--	-----

<i>Outlook (Mrs Gefferth, Edith Halász – László Jéki – Júlia Gimes)</i>	932
---	-----

<i>Book Review</i>	939
--------------------------	-----

<i>Conferences</i>	948
--------------------------	-----

<i>Information</i>	951
--------------------------	-----

The New Corresponding Members of the Hungarian Academy of Science – I.

Ferenc Cságoly	961
Valéria Csépe	962
László Korinek	964
László Palkovics	966
Gábor Péceli	967

Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért elsősorban olyan kéziratokat fogad el közlésre, amelyek a tudomány egészét érintő, vagy az egyes tudományterületek sajátos problémáit érthetően bemutató témákkal foglalkoznak. Közlünk téma-összefoglaló, magas szintű ismeretterjesztő, illetve egy-egy tudományterület új eredményeit bemutató tanulmányokat; a társadalmi élet tudományokkal kapcsolatos eseményeiről szóló beszámolókat, tudománypolitikai elemzéseket, szakmai szempontú könyvismertetéseket.

2. A kézirat terjedelme szöveges tanulmányok esetében általában nem haladhatja meg a 30 000 leütést (a szóközökkel együtt, ez kb. 8 oldalnak felel meg a MT füzetekben), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat, képeket is tartalmaz, a terjedelem 20–30 %-kal nagyobb lehet. Beszámolók, recenziók esetében a terjedelem ne haladja meg a 7–8 000 leütést. *A teljes kéziratot .rtf formátumban, mágneslemezen és 2 kinyomtatott példányban kell a szerkesztőségbe beküldeni.*

3. A közlemények címének angol nyelvű fordítását külön oldalon kell csatolni a közleményhez. Itt kérjük a magyar nyelvű kulcsszavakat (maximum 10) is. A tanulmány címe után a szerző(k) nevét és tudományos fokozatát, a munkahely(ek) pontos megnevezését és – ha közölni kívánja – e-mail-címét kell írni. A külön lapon kérjük azt a *levelezési és e-mail címet*, telefonszámot is, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

4. Szöveg közbeni kiemelésként *dőlt*, (esetleg *félkövér* – semibold) betű alkalmazható; ritkítás, VERZÁL betű és aláhúzás nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kell megadni.

5. A rajzok érkezhetnek papíron, lemezen vagy email útján. Kérjük azonban a szerzőket: tartsák szem előtt, hogy a folyóirat fekete-fehér; a vonalas, oszlopos, stb. grafikonoknál tehát ne használjanak színeket. Általában: a grafikonok, ábrák lehetőség szerint minél egyszerűbbek legyenek, és vegyék figyelembe a megjelenő oldalak

méreteit. A lemezen vagy emailben érkező ábrákat és illusztrációkat lehetőleg *.tif* vagy *.bmp* formátumban kérjük; értelemszerűen fekete-fehérben, minimálisan 150 dpi felbontással, és a továbbítás megkönnyítése érdekében a kép nagysága ne haladja meg a végleges (vagy annak szánt) méreteket. A közlemény szövegében tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

6. Az irodalmi hivatkozásokat mindig a közlemény végén, abc sorrendben adjuk meg, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve). Ha azonos szerző(k)től ugyanabban az évben több tanulmányra hivatkozik valaki, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Kérjük, *fordítsanak különös figyelmet a bibliográfiai adatoknak a szövegben, illetőleg az irodalomjegyzékben való egyeztetésére!* Miután a Magyar Tudomány nem szakfolyóirat, a közlemények csak a legfontosabb hivatkozásokat (max. 10–15) tartalmazzák.

7. Az irodalomjegyzéket abc sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

- Folyóiratcikkek esetében:

Alexander, E. O. and Borgia, G. (1976). Group Selection, Altruism and the Levels of Organization of Life. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **9**, 499–474

- Könyvek esetében:

Benedict, R. (1935). *Patterns of Culture*. Houghton Mifflin, Boston

- Tanulmánygyűjtemények esetén: von Bertalanffy, L. (1952). Theoretical Models in Biology and Psychology. In: Krech, D., Klein, G. S. (eds) *Theoretical Models and Personality Theory*. 155–170. Duke University Press, Durnham

8. Havi folyóirat lévén a *Magyar Tudomány* kefelevonatot nem küld, de az elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során végzett, apró változtatásokat a szerző egy adott napon a szerkesztőségben ellenőrizheti.