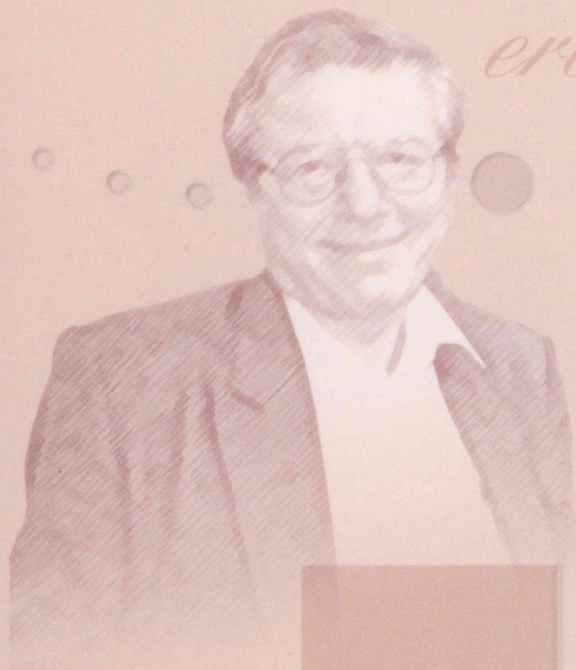


*Mozaikok
a hazai telematika
eredményeiből*



**Mozaikok
a hazai telematika
eredményeiből**

Gordos Géza 70. születésnapjára

A könyv kiadását támogatták:

Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület
Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács
ACTEL kft
Magyar Telecom
BME Pro Progressio Alapítvány

Szerkesztette: Talyigás Judit

Címlapot tervezte: Hódos Henriette
Magyar nyelvi lektor: Soós Mária
Műszaki szerkesztő:
Felelős Kiadó: Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület
Nyomta és kötötte: Fisherman Kft.
Felelős vezető: Fisher György
Terjedelem

ISBN

A könyv „A beszédtechnológia kora – Pillanatfelvétel közös szakmai életünkről - találkozó a 70 éves Gordos Gézával” c. konferencia alkalmából készült.

A konferencia Szervező Bizottsága:

Sipka Julia, Talyigás Judit, Havass Miklós, Magyar Gábor, Mojzes Imre

A konferencia felkért előadói

Lajtha György
Detrekői Ákos
Sallai Gyula
Pakucs János

Magyar Gábor
Prószéki Gábor
Laborczy Péter
Németh Géza - Olaszy Gábor

Böleskei Imre
Horváth Pál
Fodor István
Bakonyi Péter

Tartalomjegyzék

Talyigás Judit Bevezetés-

Beszédtechnológia

- Czap László Virtuális bemondó
- Gósy Mária A digitális beszédfeldolgozástól a Lombard hatásig
- Koutny Ilona, UAM, Poznań (PL) A magyar mondat szerkezet és a prozódia kapcsolata
- Németh Géza, Olasz Gábor, Bartalis Mátyás, Mihajlik Péter, Kiss Géza, Zainkó Csaba és Haraszi Csaba* Beszédkommunikáció az ember és a gép között (Nyilvános, telefonos, lakossági gyógyszer-információs tájékoztató rendszer)

Információs társadalom és más szakmák kérdései

- Dr. Farkas János: Az Információs Társadalom fogalmának újragondolása
- Z. Karvalics László: Telpak, Telstar, Carterfone. Az információs társadalom kialakulásának telekommunikációs metszete (1956- 1968)
- Detrekői Ákos: intelligens közlekedés
- Prószéki Gábor: A számítógépes nyelvészet hatása a nyelveírásra
- .Mojzes Imre: A nanotechnológia lehetséges társadalmi hatásai és kockázatai
- Boda Miklós: Gézának - Főnix madár a magyar felsőoktatásban
- Dibuz Sarolta: Géza és a távközlési protokollok **tesztelése**

Mi jut eszünkbe Gézáról?

- Bélády László: A szoftver határfoka: komolyabban kell ezt venni.
- Dömölki Bálint: Számítástechnika: a zárt számítóközpontoktól a környezet-intelligenciáig (és vissza?).
- Havass Miklós: Γηθηγη
- Magyar Gábor: Beszélő gépekről, filmek apropóján
- Vámos Tibor: Gordos Géza 70 éves
- Talyigás Judit: Gondolatok a digitalizálásról

Ugye Géza emlékszel?

- Pakucs János: Géza mint zsűri tag
- Bakonyi Péter: Barátságunk története
- Lajtha György: Gordos Géza és a PKI
- Székely Iván :Az előadó és a beszélgetőtárs
- Halász Edit: Szép ifjúság
- Henk Tamás: Géza a tanszéképítő
- Sallai Gyula: Foster - szintézistől az infokommunikációig
- Heckenast Gábor: A beszéd apotheosisa.
- Garag Tóth János, Kosztolányi Tamás: Miért tiszteljük Gordos Gézát
- Kent Chamberlin, Gyula Csopaki, Andrzej Rucinski, and Otis J. Sproul: “A Hungarian Rhapsody Played in New Hampshire”

Névmutató

Tárgymutató

Talyigás Judit

Bevezető

E kötet gondolata 2005 áprilisában született, amikor egy szokásos Tahi köri találkozón Géza késve érkezett. Késétt – s ez máskor is előfordult -, hiszen akinek annyi kötelezettsége van, az nem tudhat minden program-időpontot összehangolni, összehangoltatni. Jött, leült közénk, s mint máskor is, aktívan részt vett a beszélgetésben a szakmai kérdéseket taglalta, majd hozzászólt a bel- külpolitikát érintő eszmefuttatásokhoz. Hosszan elidőztünk az oktatás kérdésénél. Ez érthető. A jelenlévők szinte mind tanítanak vagy tanítottak valamilyen felsőfokú intézményben. Volt köztünk akkor ott, magas beosztású egyetemi vezető, professzorok s egyszerű óraadó tanár. Senkit nem zavart, hogy egyesek a felsőoktatási reform elkötelezett hívei, amíg mások kétkedésüknek adtak hangot. Felszabadultan beszélgettünk, s ahogy hisszük máskor is, éreztük, gazdagodtunk egymástól.

Aztán lassan ki-ki elindult haza. Még álldogálva a barátságos egyetemi szobában köszönés közben, fel-felidéztünk egy érvet s ellenérvet, aztán egyszer csak hármásban maradtunk: Géza, Mojzes Imre és én. Imre mint házigazda – akinek külön köszönöm e kötet szerkesztésében nyújtott segítségét -, felajánlotta ülünk le, ha nem sietünk. Ekkor Géza váratlanul – nem szokásunk egymás között -, szabadkozni kezdett a késése miatt.

Siettem volna, - kezdte, s kicsit zavarban volt. Ez sem jellemző ránk. Aztán kibökte: a születésnapomat ünnepelték, ma vagyok 68 éves, mindenképpen el akartam jönni ide, közétek de nehéz volt elszakadni.

Tudod Géza én, akkor ott elhatároztam, nem felejtjük el, hogy 2007-ben leszel 70 éves. Örömet szerezteél nekünk akkor ott, hogy velünk, a Tahi körrel is - el akartad tölteni azt az estét. Most mi is megpróbálunk e könyvvel örömet szerezni Neked.

Budapest, 2007. július

Virtuális bemondó

Czap László

Előszó. Mint sokan mások, tanáromként találkoztam Gézával (akkor GORDOS TANÁR ÚR). A Távközlő rendszerekből, amit tanított, a fantom áramkörök nem dobogtatták meg a szívem, de amiről „mellesleg” mesélt, az lenyűgözött. Szakmai életem legszebb emlékei a jó húsz éve kezdődött közös munkához kapcsolódnak. Nem volt könnyű Miskolcra – ahol élek, - a Budapesten dolgozó csapat kutatásaiban részt venni, de a 2-3 havonta tartott 1-2 órás megbeszélések olyan konstruktívak voltak, hogy újabb néhány hónapra el voltam látva feladattal. Önálló próbálkozásaimról is rendszeresen beszámoltam és mindig iránymutatást és bátorítást kaptam. Ezek az eredmények – mint az alábbi is – nélküle, de vele születtek.

Végül egy visszaemlékezés: Néhány éve azt mondta nekem Géza, hogy nem fogja megérni, hogy a magyar nyelvű beszédfelismerőben a nyelvi és az akusztikus motort összekapcsolják. Engedjétek meg, hogy ennek olyan értelmezést adjak, hogy a következő 30-40 évben áttörésre nem számíthatunk.

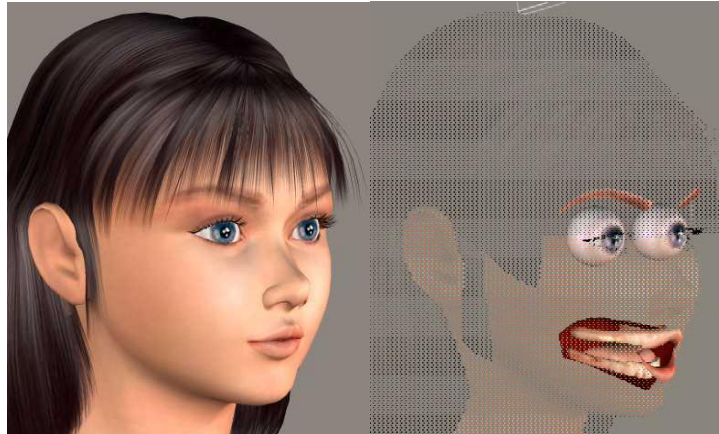
Kivonat. Magyar nyelvű, vizuális szövegfelolvasó fejlesztéséről számol be a cikk. Az animáció háromdimenziós fejmodell mozgásán alapul. Az artikuláció kialakításához felhasználtuk a fellelhető hangalbumok anyagát, a dinamikus vizsgálatnál saját vizuális beszéd-felismerési kutatási eredményekre támaszkodtunk. A koartikulációs hatások figyelembevételéhez a jellemzőket domináns, rugalmas és határozatlan osztályokba soroltuk, ezek alapján határoztuk meg a mozgásfázisok közötti interpolációt. A természetesség javítása érdekében többek között álvéletlen fejmozgásokat és pislogást programozunk. A szemöldök mozgatása fontos szerepet játszik a gesztus kialakításában. A fejmodell működtetése során megvalósítjuk alapérzelmek kifejezését is.

Bevezetés

Mindenki előtt ismert, hogy a beszéd érthetőségét javítja, ha látjuk a beszélő személy arcát, ezzel együtt az artikulációját. Ez a vizuális információ különösen sokat segít zajos környezetben és hallássérültek esetében. A gépi beszédkeltés jól kidolgozott rendszereinek természetes kiegészítője a mesterséges beszélő fej. Az arcanimáció megvalósítása a beszédartikuláció modellezésére mindössze két évtizeddel ezelőtt kezdődött. A mai szemmel kezdetleges eszközökkel végzett első próbálkozások a vizuális beszéd-szintézis úttörőmunkáját jelentették. A 3D modellezés fejlődése, a számítástechnikai eszközök kapacitásának robbanásszerű bővülése és a természetes artikuláció analízise életszerű, fotorealisztikus finomságú modellek kidolgozását tette lehetővé.

Az elmúlt évtizedben a terület dinamikusan fejlődött, egyre több alkalmazás jelenik meg. Az ember-gép kapcsolatban új távlatokat nyithat az audio-vizuális beszéd-szintézis és beszédfel-

ismerés. Dialógus és oktató rendszerekben az érthetőséget és az attraktivitást nagyban javítja a ¹beszédanimáció. Multimédiás alkalmazásokban, a virtuális bemondó vagy szereplő tágítja a művészi szabadság határait. Hallássérültek beszélni tanítását segítheti a helyesen artikuláló virtuális bemondó, amely átlátszó arcával a természetes beszélőnél jobban megmutatja a hangképzés részleteit.

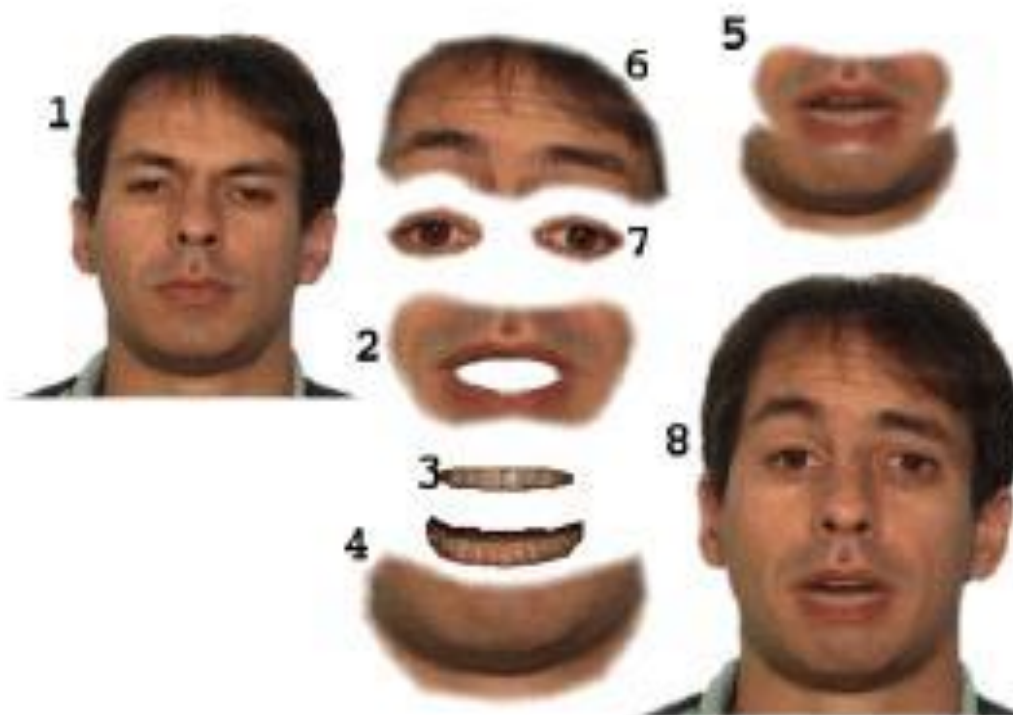


1. ábra. Fotorealisztikus és transzparens megjelenítés

Hangvezérelt beszélő fejek fejlesztésén dolgoznak hallássérültek segítésére távközlési alkalmazásokban. A fejlett magyar nyelvű akusztikus beszédszintézis mellett hiánypótló cézzattal kezdtünk vizuális beszédszintetizátor fejlesztéséhez.

2. A beszédanimáció

Az első működőképes vizuális beszédszintetizátorok kétdimenziós modell mozgásfázisainak előállítására épültek, kezdetben előre tárolt képek előhívásával. A kulcskeretek közötti fázisokat gyakran képmorfológiai módszerekkel állították elő. A kétdimenziós modell nem teszi lehetővé a természetes fejmozgások, a beszédet kísérő gesztusok és érzelmek kifejezését.

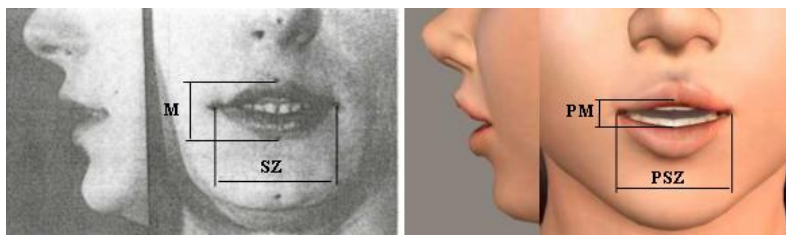


2. ábra. Kétdimenziós fejmodell elemei [1]

A testmodellezés fejlődése a háromdimenziós modellezésre terelte a kutatók figyelmét. A 3D modellek egyik típusa, az arcizmok megfeszítésével szimulálja az arckifejezéseket. Az ilyen modellek valóság-hű eredményt nyújtanak, de a kívánt arckifejezés előállítása rendkívül számításgépes és a valóságos izomtónusok nehezen mérhetők. Ma még ígéretesebb a pusztán felületi hatásokat utánzó, a bőrszövettel borított drótváz alakítására alapozott animáció. Ennek paramétereit, megfigyeléssel vagy képfeldolgozási módszerekkel a természetes beszélők képeiről leolvashatók. [2] Minden modell mozgásánál külön figyelmet kell fordítani a jellemzők összehangolt változtatására, mert könnyen természetellenes hatás alakulhat ki.

2. 1. A beszéd vizuális alapegysége

A beszéd legkisebb akusztikus egységének, a fonémának (hangzó) vizuális megfelelője, a *vizéma*. A vizémák készlete szűkebb a fonémákénál, hiszen néhány fonéma artikulációja vizuálisan megegyezik. Nem látható pl. a zöngésség, de a képzés helyében megegyező, időtartamban vagy intenzitásban eltérő hangok is azonos artikulációs mozgásokkal jelennek meg. A hangképző szervek jellemző helyzete magyar beszédhangokra megtalálható alapvető munkákban [4], [5], [6]. A 3. ábrán példát mutatunk be arra, hogy mennyire hasonló egy fényképen látható [5] és egy 3D-s beszélő fejen beállított ugyanazon hangra jellemző artikuláció. [6]



3. ábra. A beszélő fényképe és a 3D fejmodell

A magyar beszédhangok vizéma készletét a [4]-ben megadott mintaszavak artikulációs jellemzőiből alakítottuk ki. Az eredményt az 1. táblázat mutatja, a hangokat a magyar helyesírási betűképükkel jelöljük.

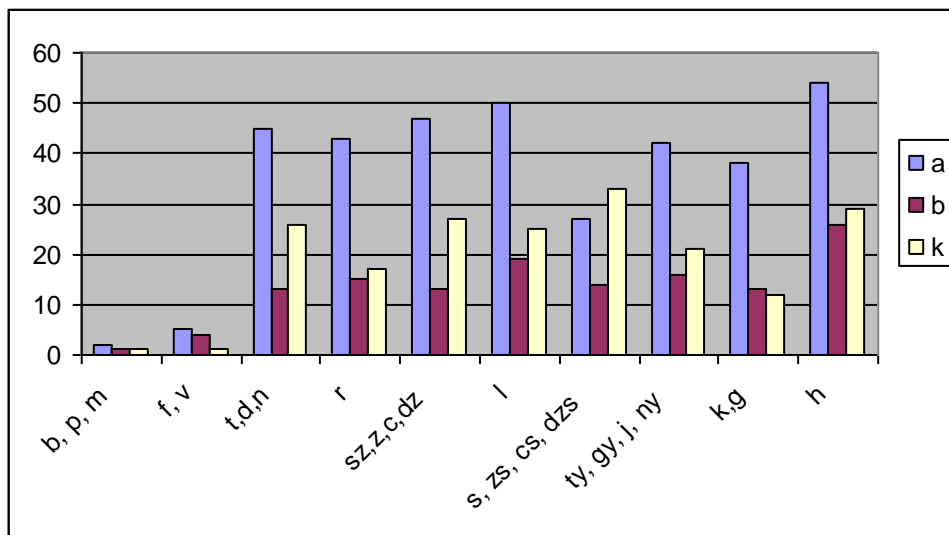
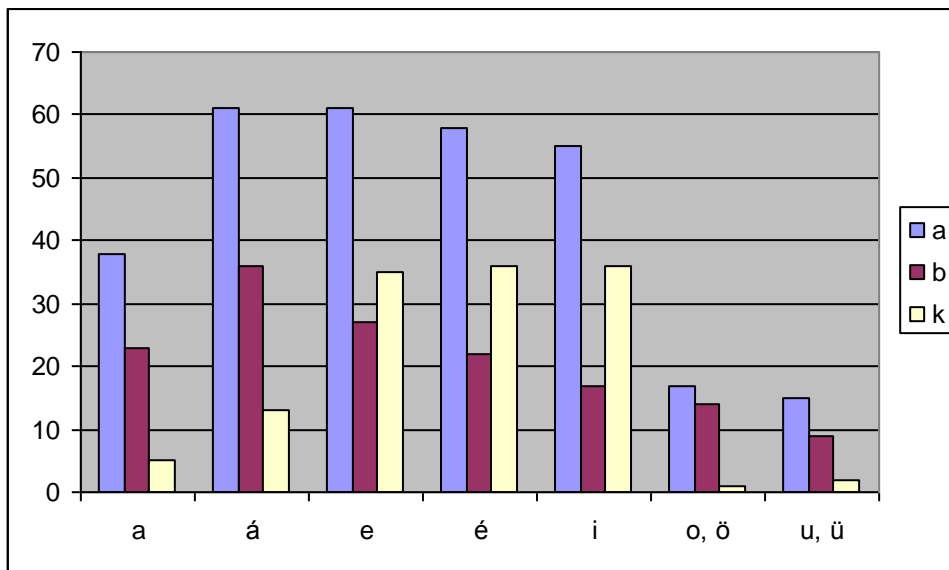
Magánhangzók	Mássalhangzók
É	b, p, m
É	f, v
I	t, d, n
ő, o	r
ü, u	sz, z, c, dz
Á	l
A	s, zs, cs, dzs
	ty, gy, j, ny
	k, g
	h

1. táblázat A magyar nyelv vizéma készlete

Néhány megjegyzés a vizémák osztályozásához:

- a csoportosítás elsősorban ajakforma alapján történt, a nem látható nyelvállás eltérő lehet (pl.: o-ő, u-ü)
- a nem jelzett hosszú magánhangzók a rövid párjuknál szűkebb szájnyílással vannak jelen
- az artikuláció előállításához ennél bővebb készlettel dolgozunk

A 4. ábra a vizémák ajakméreteit és intenzitási tényezőit ábrázolja.

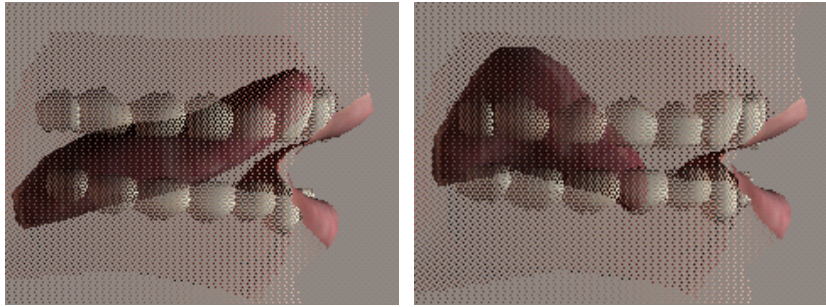


4. ábra. A vizémák ajakszélessége (*a*), ajaknyílása (*b*) és a szájnyílás átlagos világossága (intenzitás, *k*). A méretek pixelben, az intenzitás a fehér (255) világosságának arányában látható.

Az eddig megjelent beszédhangok atlasza [4], illetve magyar hangalbumok [5, 6] alapján meghatározhatók a vizémák legfontosabb paraméterei, ezekből alakul ki az a kulcskeret (keyframe) készlet, amely az artikuláció kiindulási alapja [7]. A legfontosabb jellemzők az ajkak és a nyelv működtetéséhez tartoznak. Az alapvető ajakjellemzők: nyitás (tág-szűk), szélesség (széles-keskeny), Az ajkak nyitása szoros összefüggésben van az állkapocs mozgásával (nyitott - zárt)

A száj szélessége tehát az ajaknyitással és az ajakkerekítéssel, illetve az ajakréssel, áll összefüggésben. Az állkapocs helyzete a nyitás mellett a fogak láthatóságával is összefügg. A nyelvállást (5. ábra) a nyelv függőleges helyzete (fent-lent), vízszintes mozgása (elöl-hátul),

hajlítása (domború-homorú), és a nyelvhegy formája (széles-keskeny, vékony-vastag) befolyásolják.



5. ábra. Jellemző nyelvállások: baloldalon az n-re, jobbra a k-g hangokra

A statikus jellemzők alapján beállíthatók a beszédhangok állandósult szakaszára jellemző artikulációs paraméterek, kulcskeretek.

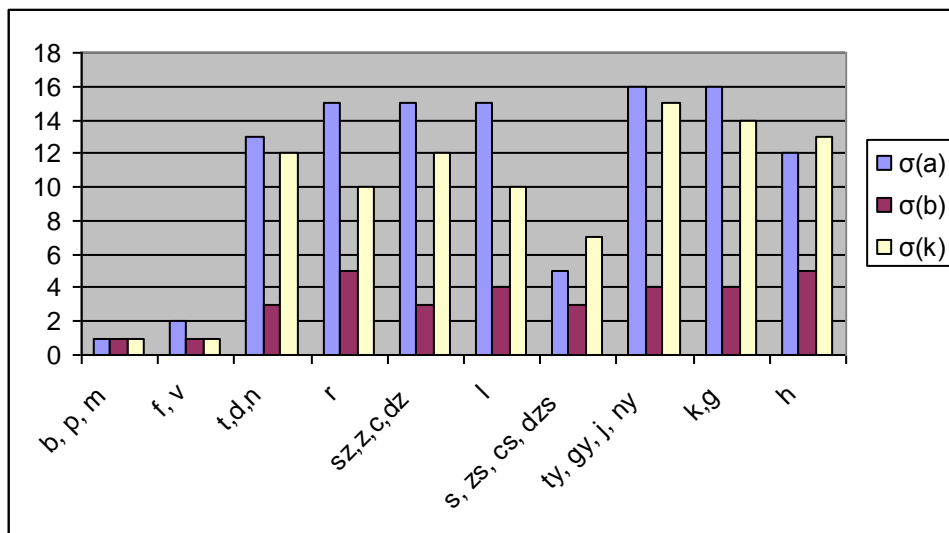
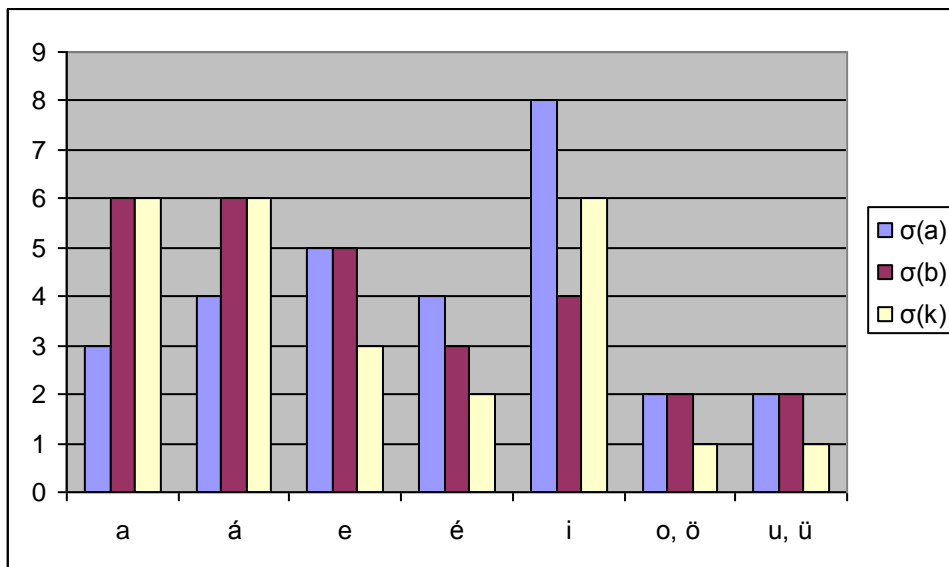
2. 2. Dinamikus működés

A folyamatos magyar beszéd dinamikus jellemzőinek átfogó leírása még várat magára. Az analízis során a hangalbumokban található pillanatképek korlátozottan használhatók, és csak a mintaszavakra vonatkoztathatók. A dinamikus analízis másik forrása a saját, vizuális beszédfelismerési kutatások során nyert eredményekből összeállított adatbázis [8]. Ebből származnak az ajkak nyitásának és szélességének időbeli változására vonatkozó adatok, valamint a nyelv és a fogak láthatóságát reprezentáló intenzitás faktor, a szájüregre vonatkozóan. Ezek a kulcskeretek közötti interpoláció megválasztásában nyújtanak segítséget.

A koartikulációs hatások figyelembe vételéhez túl kellett lépünk az úgynevezett „keyframe” modellen. A vizémák minden jellemzőjét (például ajak- és nyelvállások) osztályoztuk domináns jellegük alapján. Egyes paraméterek a környezettől függetlenül felveszik jellegzetes értékeiket, mások a környezetükbe simulnak. A vizuális beszédfelismerés adatainak szórása alapján a vizémák jellemzőit három kategóriába soroltuk:

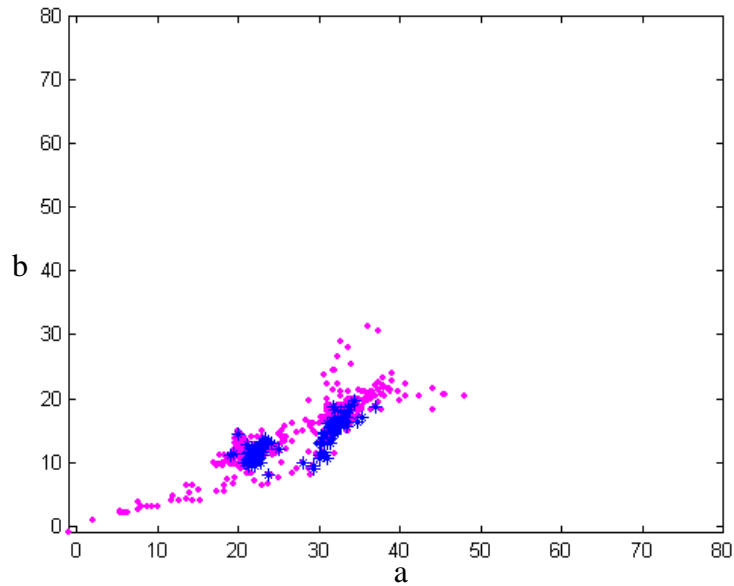
- *domináns* – nem enged koartikulációs hatásoknak
- *rugalmas* – a környezete befolyásolja az adott jellemzőt
- *határozatlan* – a környezete alakítja ki az adott jellemzőt

A 6. ábra a vizémák paramétereinek szórását mutatja.



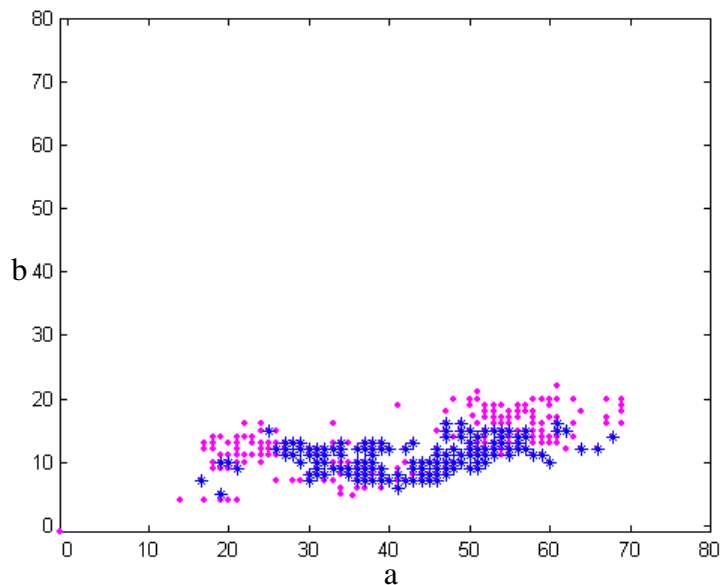
6. ábra. A vizémák jellemzőinek szórása.

A dominancia meghatározásához elsősorban a jellemzők szórását használtuk fel, de segítséget nyújt a látható jellemzők grafikus ábrázolása, az átmeneti és az állandósult szakaszok eloszlása is. A 7. ábrán eltérő színnel láthatók az *s* hang átmeneti és kvázistacionárius szakaszának ajakméretei. A szomszédos hangok által meghatározott kezdeti- és végállapotok között az ajakméretek egy szűkebb területet foglalnak el.



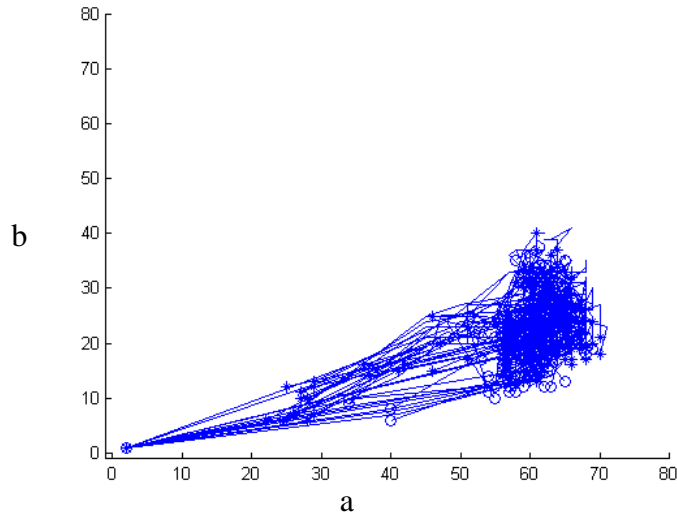
7. ábra. Az *s* hang átmeneti (.) és állandósult (*) szakaszának ajakszélessége (*a*) és ajaknyílása (*b*).

Az ajakméretek eloszlása a *j* hang átmeneti és állandósult tartományára a 8. ábrán látható. Az ajakszélesség tartománya lényegében megegyezik az átmeneti és az állandósult időszakban, tehát széles tartományban a környezetéhez igazodik, a határozatlan osztályba sorolható. Az ajaknyílás az állandósult szakaszban szűkebb tartományt fed le, az ajaknyílás tekintetében a *j* vizéma domináns jelleget mutat.



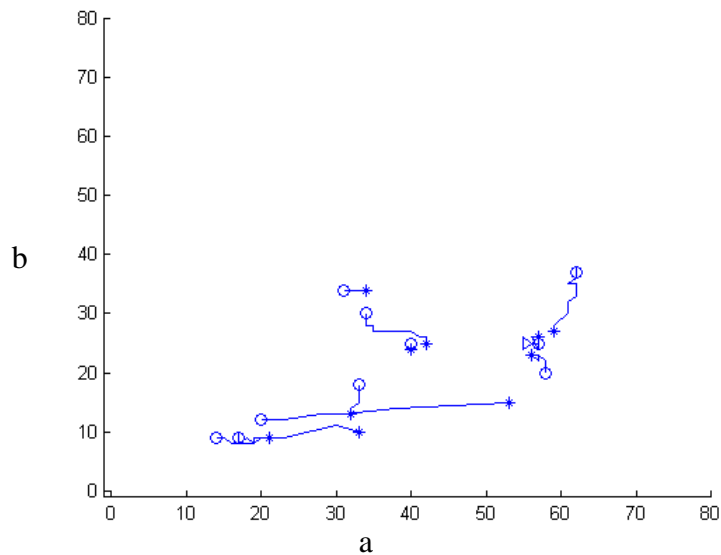
8. ábra. A *j* vizéma ajakméreteinek eloszlása (átmeneti (.) és állandósult (*) szakasz)

Az ajakméretek változásának trajektóriája is támpontot ad a dominancia osztály meghatározásához. A 9. ábra az *e* hang ajakméreteinek változását mutatja. A görbék egyenként nem követhetők, de láthatóan tetszőleges kezdeti- és végállapot mellett áthaladnak egy sűrűn behálózott területen. Jól látható a magánhangzók ajakméreteire jellemző domináns jelleg.



9. ábra. Az *e* vizéma ajakméreteinek változása.

A domináns változókkal ellentétben, a határozatlan jellemzők nem tartanak jól meghatározható értékekhez. A *h* hanghoz tartozó trajektória példáit látjuk a 10. ábrán. (A változások követhetősége végett csak néhány görbe szerepel.)



10. ábra. A *h* vizéma ajakméreteinek változása.

„*” jelzi a kezdőpontot, „o” a végpontot.

A 2. táblázat mutatja a vizémák ajakformára, a 3. táblázat a nyelv vízszintes helyzetére vonatkozó csoportosítását.

Domináns	magánhangzók, s, zs, cs, dzs
Határozatlan	k, g, r, h
Vegyes	p, b, m, l, j, n, ny, f, v, sz, z, c, dz., d, t, ty, gy (ajaknyílás domináns, szélesség határozatlan)

2. táblázat. Dominancia jellemzők az ajakformára nézve nyelv vízszintes helyzetére nézve

Domináns	t, d, n, r, l, ty, gy, j, ny, s, zs, cs, dzs, sz, z, c, dz
Rugalmas	magánhangzók
Határozatlan	p, b, m, f, v, k, g, h

3. táblázat Dominancia jellemzők a nyelv vízszintes helyzetére nézve

A dominancia beállításai a paraméterek interpolációját határozzák meg. A további módosítások – pl. hosszú magánhangzóknál állandósult szakasz beiktatása – finomítják az artikulációt.

3. A természetesség javítása

A beszélő természetes fejmozgását, mimikáját hírolvasó bemondók felvételein tanulmányoztuk. Ennek nyomán álvéletlen mozgásokat, például visszafogott bólogatást, a fej enyhe oldalra billentését és átlag körül szóródó pislogási periódust alkalmaztunk. A prozódia tükröződése a fejmozgásban, illetve az arc mimikában nehezen algoritmizálható, így pl. a mondathangsúly kifejezése nehézségekbe ütközik. Az intonáció azonban felhasználható a szemöldök mozgatásának vezérlésére. A mondathangsúlynál is emelhető a szemöldök. A szemmozgást a fejmozgás korrigálására használjuk, hogy a tekintet egy pontra szegeződjön, egyéb szemmozgatás kézi beavatkozást igényel. Dialógus rendszerekben a szerepváltást segíthetik a gesztusok, az értő figyelmet a szemöldök emelésével jelezhetjük, bólogatással is visszaigazolhatjuk figyelmes hallgatásunkat. Ezek a műveletek manuálisan állíthatók be.

3. 1. Érzelmek kifejezése

A beszéd multimodális jellegéhez hozzátartoznak a gesztusok is. A testbeszéddel árnyaljuk mondandónkat, megerősítjük vagy éppen cáfoljuk verbális üzenetünket. Arcanimációs rendszerünkben az arckifejezések érzelmi töltését próbáltuk meg algoritmizálni és programozni. Az Ekman [9] által meghatározott hét érzelem közül választhatunk: semleges, haragos, ellenszenves, szorongó, boldog, szomorú, meglepett. Erre láthatunk példát a 11. ábrán.



11. ábra. Ellenszenves és boldog arckifejezés

4. Összefoglalás és kitekintés

A cikk többéves kutató-fejlesztő munka eredményét ismerteti. A cél vizuális szövegfelolvasó rendszer kialakítása. A fejlesztés jelen fázisában az artikuláció dinamikus jellemzőinek további finomítását végezzük. A természetes vagy gépi beszédhez a szinkronizálás még nem teljesen automatikus, a következő feladatunk ennek megoldása. A fejlesztőrendszerünk a beszélő fej videó anyagát hosszadalmas számításokkal állítja elő, ami több órás feldolgozási időt is jelenthet. Jelenleg – annak ellenére, hogy rendszerünk szövegfelolvasásra is alkalmas – csak olyan alkalmazásokra gondolhatunk, ahol előzetesen rögzített üzeneteket jelenítünk meg. Reményeink szerint a real-time animáció a közeli jövőben szuperszámítógépek nélkül is

megvalósítható lesz és ezzel a tényleges virtuális bemondói, felolvasói alkalmazások is megvalósíthatók lesznek.

A vizuális beszédszintetizátor működésére példák találhatók az alábbi címen:

<http://mazosola.iit.uni-miskolc.hu/~czap/mintak>

Irodalomjegyzék

1. Cosatto E., Grafat H. P. (1998) 2D Photo-realistic Talking Head Computer Animation, Philadelphia, Pennsylvania, pp. 103-110.
2. Massaro, D.W.: Perceiving Talking Faces. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England (1998) 359-390
3. Bernstein, L.E., Auer, E.T.: Word Recognition in Speechreading. Speechreading by Humans and Machines. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany, 1996, 17-26
4. Molnár József: A magyar beszédhangok atlasza Tankönyvkiadó, Budapest, 1986
5. Bolla Kálmán: Magyar fonetikai atlasz. A szegmentális hangszerkezet elemei Nemzeti. Tankönyvkiadó., Budapest. 1995.
6. Bolla Kálmán: Magyar hangalbum : A magyar beszédhangok artikulációs és akusztikai sajátosságai MTA Nyelvtudományi . Intézet., Budapest. 1980.
7. Mátyás János.: Vizuális beszédszintézis. Diplomaterv Miskolci Egyetem 2003.
8. Czap, L.: Lip Representation by Image Ellipse. ICSLP 2000 Beijing, China, Proceedings Vol. IV. 93-96
9. Ekman, P., Friesen, W.: Facial Action Coding System Consulting Psychologists Press. Inc., 1978.

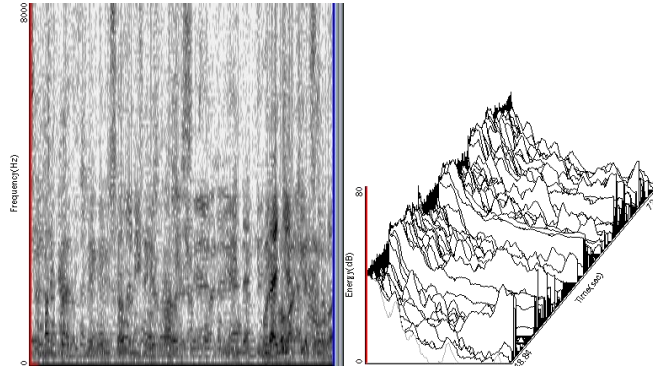
Rendhagyó bevezetés

Gordos Géza és Takács György 1983-ban publikálták a Digitális beszédfeldolgozás című könyvüket. Amikor először vettem kézbe, tiszteletteljes ijedelemmel tekintettem az oldalaira, amelyeken igen sok – a bölcsész számára nehezen vagy egyáltalán nem is értelmezhető – ábra, rajz és nagy mennyiségű matematikai és fizikai képlet sorakozott. Az első szomorú gondolatom az volt, hogy mennyi mindent nem tudok még a beszédről, mennyi még a tanulnivalóm, pedig akkor már lassan egy évtizede foglalkoztam fonetikai kérdésekkel. Aztán ahogy olvasni kezdtem, egy egészen új világban találtam magamat, amely ismerős is volt meg nem is, és ami ismerősnek tűnt benne, az is másnak látszott, mint korábban. Négy évvel később, Peter Ladefoged, az egyik legnagyobb fonetikus a tallinni világkongresszuson valami hasonlóról beszélt, amikor azt mondta el (többek között), hogy a fizikus vagy az audiológus mit tud a beszédről és az mennyiben ugyanaz vagy mennyiben más, mint az, amit a fonetikus tud róla. A Digitális beszédfeldolgozás című könyvet a mai napig nem tudtam „kiolvasni”, újra és újra a kezembe veszem, ha elakadok valahol.

Több mint 20 évvel később egy a beszédtechnológiát is érintő kérdésre próbáltam választ keresni. Vajon a folyamatos környezeti zaj mennyire befolyásolja az analóg spontán beszéd folyamatait. Ha a zajhatás következményeként jelentősen megváltozik a beszéd minősége, akkor az döntően módosíthatja a jelfeldolgozás stratégiáit, esetleges módszereit. A Lombard-hatásként is ismert jelenség – eredetileg és először 1911-ben – arra hívta fel a figyelmet, hogy a beszélő beszédképzése zaj hatására hangosabb lesz, vagyis az átlagos intenzitásszint megemelkedik. Hipotézisem szerint ez csak az egyik, bár talán a legszembetűnőbb következménye a beszédtervezési és beszédképzési változásoknak, azonban más beszédjellemzők is módosulnak zajos körülmények között. A válaszokat kísérletsorozat eredményei alapján fogalmaztam meg.

Kísérleti személyek, anyag, módszer

Kilenc fiatal, ép halló felnőtt nő és férfi (életkoruk 20 és 30 év közötti) vett részt a kísérletben. A feladatuk az volt, hogy a kísérletvezető által meghatározott (általános) témáról rövid ideig folyamatosan beszéljenek. Az instrukció szerint, bármi történjék is, a téma kifejtését folytatniuk kellett. Egy percig a felvételi körülmények csendesek voltak, ennek letelte után pedig a kísérletvezető elindította az ún. háttérzajt, amelynek átlagos intenzitása 45 dB volt. További egy percben a résztvevőknek ebben a háttérzajban kellett beszélniük. A kísérlet során úgy rögzítettük a résztvevők beszédét, hogy a háttérzajt lényegében kiiktattuk, ez tehát a beszédfelvételken nem jelent meg. Háttérzajként előzetesen rögzített 5 fős társalgást használtunk, azaz az ún. koktélparti-helyzetet valósítottuk meg (vö. 1. ábra).



1. ábra

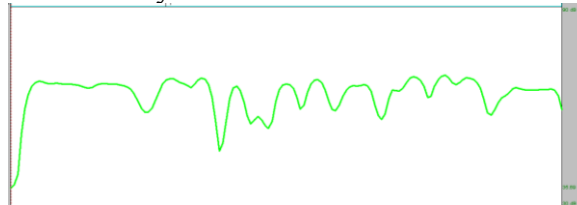
A háttérzajként használt társalgás egy részletének hangszínképe és energiaspektruma

A narratívákat rögzítettük, illetve digitalizáltuk, és akusztikai-fonetikai számos paramétert összevetően elemeztünk a Praat programmal. Vizsgáltuk az intenzitást, az alaphangmagasságviszonyokat, mindezek változását a csendes és a zajos környezetben, az artikulációs és a beszédtempó alakulását, a jel/szünet viszonyt, valamint a megakadásjelenségeket (utóbbira vö. Gósy 2005).

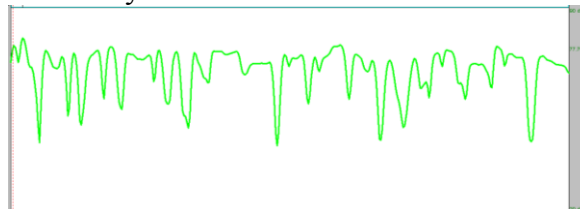
Eredmények

A szakirodalomban is nemegyszer említett intenzitásváltozást minden beszélőnél tapasztaltuk, azonban az egyes személyek között jellegzetesek a különbségek és eltérések az aktuális értékek (2. ábra). Az ábra regisztrátumai igazolják az adott beszédrészlet intenzitásgörbéjének alakulását csendben (a) és zajban (b). Az elemzett beszélőnél a zaj hatására átlagosan 12 dB-lel növekedett meg a beszéd intenzitása.

a) Csendes körülmények



b) Zajos körülmények



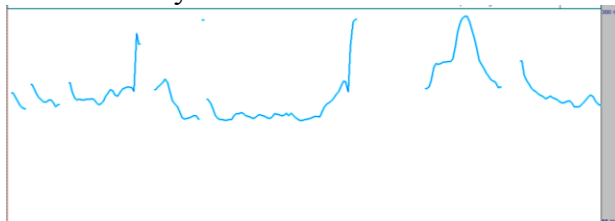
2. ábra

A beszéd intenzitásviszonyai csendes (a) és zajos (b) környezetben

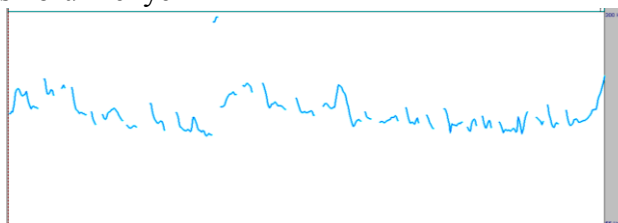
Az alaphangmagasság alakulása, az ún. beszéddallam is minden beszélőnél jellegzetesen megváltozott. Zajos környezetben lényegesen monotonabbá vált, dallamcsúcsok alig jelentek meg szemben a csendes környezetben létrehozott beszéddel (3. ábra). Csaknem minden beszélőnél tapasztalható volt, hogy zaj hatására az alaphangmagasság csökken, azaz a

hangképzés a zöngé szintjén mélyül. Jellemzőnek mondható az is, hogy az F0 váltakozása szűkebb frekvenciatartományban jelentkezett a zaj hatására. A 3. ábra regisztrátumain 55 Hz és 300 Hz között láthatók a dallamvonulatok csend (a) és zaj (b) esetében; az adott beszédrészletben csendes körülmények között az alaphangmagasság értékei 200 Hz és 280 Hz mozogtak, míg zaj hatására 170 Hz és 190 Hz között.

a) Csendes körülmények



b) Zajos körülmények

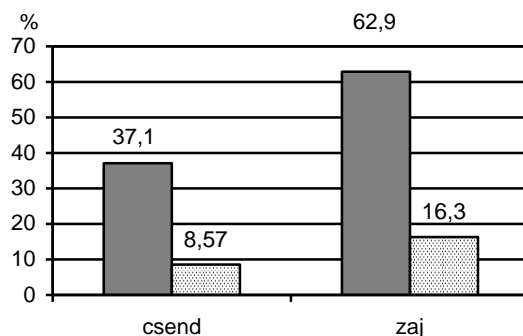


3. ábra

A beszéddallam változásai csendes (a) és zajos (b) környezetben

A szünetek hossza és mennyisége is zajos környezetben növekedett meg erőteljesen, befolyásolva ezáltal a beszédtempó értékeit. Az artikulációs tempó, azaz a beszédhangok, illetőleg hangsorozatok kiejtésére fordított idő növekedett a zaj hatására, míg a beszédtempó értékei csökkentek a szünetek gyakoribb megjelenése következtében. Az artikulációs tempók közötti átlagos eltérés 1,6 hang/s volt a zajtól függően, míg a beszédtempó esetében az átlagos eltérés 15 szónak adódott percenként.

Elemeztük a megakadásjelenségeket, a beszédtervezés bizonytalanságára utalókat és a hibákat. A bizonytalanságra utalók valamennyi típusa előfordult: ismétlések, hezitálások, nyújtások és töltelésszavak; a mennyiségük azonban jelentősen megnövekedett a zajos környezetben (4. ábra). Hasonló a helyzet a hiba-előfordulással is; itt azonban egyik beszédkörnyezetben sem fordult elő valamennyi lehetséges hibatípus. **Grammatikai hiba** vagy sorrendiségi hiba csak a zaj hatására jelentkezett a beszélőknél. A megakadásjelenségek előfordulási gyakorisága egyértelműen összefüggött a zaj megjelenésével; a kísérletben részt vevő beszélők csendben átlagosan 1,41 megakadást produkáltak másodpercenként, amíg zajban ennek több mint a kétszeresét, átlagosan 2,31 megakadást. Az egyének közötti különbségek azonban valamennyi beszédparaméter esetében, pontosabban azok mértékében jelentős eltérést mutattak.



4. ábra

A megakadásjelenségek két típusának, a bizonytalanságnak (szürke oszlopok) és a hibának (pöttyözött oszlopok) az előfordulása a kétféle beszédkörnyezetben

A beszéd szegmentális szintje a legtöbb beszélőnél módosult; jellegzetes a magánhangzók minőségének semlegessé válása, főként a hangsúlytalan helyzetekben. Ez azt jelenti, hogy az eredeti magánhangzó helyett a tökéletlen (részben elnagyolt, részben a felgyorsult) artikuláció következtében ö-szerű hangok tapasztalhatók. A szavak felismerését ez természetesen nem nehezíti minden esetben, mivel a szövegkörnyezet segíti a megértésben.

Következtetések

Az audiológia hallási adaptációnak nevezi azt a jelenséget, amikor az érzékenység csökken a megelőző hanginger következtében (Pauka 1982). Az adaptáció viszonylag rövid és kis intenzitású hangbehatás után is kimutatható. A Lombard-hatás az adaptációnak egy sajátos megnyilvánulása, amikor a beszédprodukciónak minőségét érinti a környezeti hanginger (zaj). Az újabb kísérletek alapján azonban a zajnak a beszédre gyakorolt hatását nem csupán az intenzitás megemelkedésében kell meghatároznunk. Multifaktoriális jelenségről van szó, amely a beszédtervezés valamennyi szintjét érinti; a hallási visszacsatolás alapján a beszédtervezési és beszédkivitelezési folyamatok működési diszharmóniájához vezet.

A mesterséges beszéd felismeréssel foglalkozó kutatások hangsúlyozottan foglalkoznak a Lombard hatással, hiszen a környezeti zajok megváltozott beszédakusztikai jelet eredményeznek, amelyek módosítják a beszéd felismerés kutatási irányait is (vö. pl. Castellanos et al. 1996).

Irodalom

- Castellanos, Antonio – Benedí, José-Miguel – Casacuberta, Francisco (1996). An analysis of general acoustic-phonetic features for Spanish speech produced with the Lombard effect. *Speech Communication* 20: 23–35
- Gordos Géza – Takács György (1983). *Digitális beszédfeldolgozás*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária (2005). *Pszicholingvisztika*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Lombard, Etienne (1911). Le signe de l'élévation de la voix. *Annales des Maladies de l'Oreille et du Larynx* 37: 101–119.
- Pauka Károly (1982). A beszéd megértése. In Bolla Kálmán (szerk.) *Fejezetek a magyar leíró hangtanból*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 175–233.

Koutny Ilona

UAM, Poznań (PL)

A magyar mondatszerkezet és a prozódia kapcsolata

1. Bevezetés

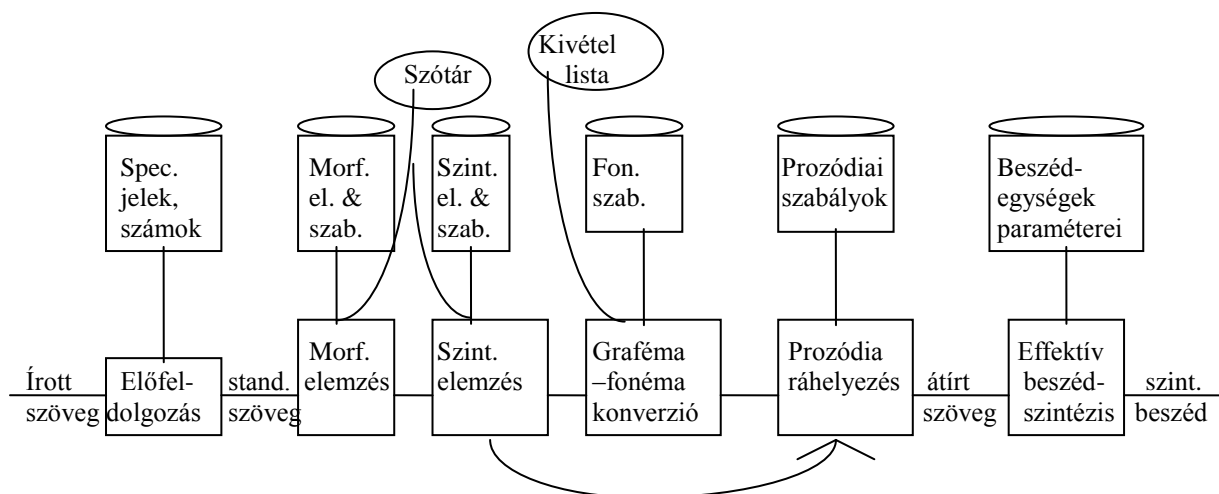
A természetes beszéd lényeges alkotórésze a prozódia, azaz a hangsúlyok, az intonáció és a tempó, hogy csak a legfontosabbakat említsük. A prozódia a mondanivalót rendszerint megerősíti, egyes részeit kiemeli, bizonyos esetekben egyértelműsíti (pl. kijelentést vagy eldöntendő kérdést a magyarban az intonációjuk különböztet meg a beszédben), de ellenkezőjére is fordíthatja, mint a gúnyos megjegyzésekben. Érzelmi hozzáállásunk (kétkedés, meglepetés, öröm, stb.) is a prozódiában kap hangot, például az izgatottság miatt felvisszük a hangunkat, vagy a félelemtől lelassul a beszédünk. Sokféleképpen lehet egy szöveget elmondani, ez a művészi interpretáció lényege.

A közvetlen emberi kommunikációban – akárcsak a prozódia – a beszédet árnyalja a metakommunikáció, néha még helyettesítheti is (fejbólintással igenelünk, hüvelykujjunkkal mutatjuk, hogy valami nagyon jó, vagy vállrántással fejezzük ki érdektelenségünket). Ez már a telefonbeszélgetésben is elsikkad, s a szokásos gépi kommunikációban sem jelenik meg, bár a robotkutatás arckifejezések megjelenítésével is foglalkozik. A szintetizált beszédet el kell látnunk megfelelő prozódiával, más szóval szupraszegmentális struktúrával, hogy hasonlítson a természetes beszédhez, s ezáltal könnyebben lehessen megérteni és elfogadni.

Az automatikus beszédszintézis (Text-to-Speech = TtS) feladata, tetszőleges írott szöveget, hangzó beszéddé alakítani. Az utóbbi évtizedben egyre nagyobb szerepet kap a szintézisben a prozódia (Hirschberg 1993, van Santen et al. 1997), de alapvetően a mondatok szerkezete áll csak rendelkezésre TtS esetén, hogy következtetéseket vonjunk le a prozódiájukra. Ez komoly korlátozást jelent, mert nem minden információ jelenik meg a szintaktikai szerkezetben, hisz pl. az érzelmek, közvetlenül a prozódiában jutnak kifejezésre. Céлом a szintaxis-fonológia interfész kidolgozása a magyarban, az érzelemmentes informatív szövegek prozódiájának javítása érdekében. A gyakorlati alkalmazásokban (hírfelolvasás, információadás stb.) rendszerint ez az igény. Az átlagos felolvasás szabályosabb, tagoltabb, kiegyensúlyozottabb, mint az élőbeszéd – ahogy ezt a kísérletek is bizonyítják (Fónagy-Magdics 1967).

A **nyelvfeldolgozás** végig jelen van a beszédszintézis folyamatában (l. ábra):

- az előfeldolgozásban a számok és speciális jelek kimondható szavakká alakításában,
- a graféma–fonéma átalakítás során a fonetikai-fonológiai tényezők játszanak alapvető szerepet a magyarban, de bizonyos esetekben a morfológiai szerkezetet kell segítségül hívni a megfelelő kiejtés eldöntéséhez (pl. a cs graféma szolgál a [tʃ] hang kiejtésére, de ha közben morfémahatár van, akkor külön kell ejteni [tsʃ], mint a táncsor szóban),
- a helyes prozódia kialakításában a szintaxis kap nagy szerepet.



1. ábra: Nyelvfeldolgozás a beszéd-szintézis folyamatában

A magyarban a morfológiai elemzés nélkülözhetetlen a szintaktikai elemzéshez, mert a mondat szintaktikai szereplőit a ragok, azaz morfológiai elemek alapján lehet csak azonosítani. Egy korlátozott szintaktikai elemző, melynek kidolgozásával már korábbi munkáimban foglalkoztam (pl. Koutny 1999), a morfológiai elemző (a Humor morfológia elemző bemutatása l. Prószéky 1996) kimenetét felhasználva, meghatározza a mondat funkcionális összetevőit (szintagmaszerkezetét).

A prozódiai modell vázlatos bemutatása után az egyszerű kijelentő mondatokon keresztül jellemzem a mondat szerkezet és a prozódia kapcsolatát. A mondat funkcionális elemeihez prozódiai mintát rendelek, és kísérletet teszek a topik-fókusz szerkezet megállapítására.

2. Prozódiai modell

2.1. Prozódia

A beszéd szupraszegmentális szerkezete tartalmaz mind a közleményre, mind a beszélőre jellemző elemeket, melyekből csak az elsővel foglalkozunk. Ide tartozik a hangsúly, mely nyomatótkot (a magyarban hangmagasság- és intenzitás-emelkedést, valamint időtartam-hosszabbodást) jelent. A jól ismert első szótagra eső hangsúlyt a mondat aktuális szerkezete felülírja, illetve bizonyos elemek (pl. névelők, kötőszók stb.) lexikálisan eleve hangsúlytalanok. A felülírás közetkeztében némely elem(ek) kiemelt hangsúlyt kaphat(nak), mások pedig elvesztik a hangsúlyukat. Az előbbi a mondathangsúly, melyet az új vagy legfontosabb információt hordozó fókusz visel. A hangsúlyt viselő és mind értelmileg, mind szerkezetileg hozzákapcsolódó hangsúlytalan elemek egy szintagmába tömörülnek, melyeket az intonáció is összefog.

Az intonáció hangmagasságkontúrként valósul meg. Definiálhatók kisebb egységek, ún. intonációs frázisok vagy dallamminták, amelyekben az intonáció jellemző módon változik: emelkedik, esik, lebeg vagy az első kettő kombinációja. Meg szoktak különböztetni lassú esést, azaz ereszkedést, valamint gyors emelkedést, azaz szökést. A szintézis számára meg kell határozni az intonációs minták készletét, és elemzéssel felbontani a mondatot olyan részekre, amelyekhez ezek hozzákapcsolhatók. A kimondott mondat, a megnyilatkozás lezárt és a modalitására jellemző intonációval rendelkezik, de belső szerkezete ezt modulálhatja.

Az időszerkezet is jellemzi a beszédet. A hangok időtartama változik a környezettől, a szó hosszától és mondatbeli helyétől függően. A tempó a beszéd sebességére vonatkozik. A szünetnek fontos szerepe van a beszéd tagolásában.

2.2. Prozódia és szintaxis kapcsolata

Nincs egyértelmű megfeleltetés a szintaxis és prozódia között. Mint a bevezetésben említettem, ugyanazt a szöveget lehetséges különböző intonációval és tempóval kiejteni az adott érzelmi állapottól és értelmi interpretációtól függően. Másrészt különböző típusú közlések valósulhatnak meg hasonló intonációval, mint a magyarban a kijelentés és a felszólítás ereszkedő hanglejtése (Elmegy. Menj el!). Ezért egyes kutatók (pl. Selkirk 1995) elvetik a szintaxis alapján történő prozódia meghatározást, mások viszont (pl. Steedman 1991, Monaghan 1993) megpróbálják kiaknázni a szintaxisban kódolt információt a prozódia kialakításához.

Az összefüggés mértékét nyelve is válogatja. Míg a kötött szórenddel rendelkező angolban a hangsúlyok közvetlenül a prozodiában jelennek meg, addig a magyar szintaxis érzékeny a kommunikációs szerkezetre, s a mondathangsúlyt viselő fókuszszintaktikailag kötött helye van, az ige előtt. Péter Mihály szerint (1991) az írott mondatnak van illukúciós rendeltetése, amely behatárolja egy mondat megvalósításának lehetőségeit.

Az automatikus beszédelőállításban nincs más fogódzó a prozódia kialakításához, mint a szintaktikai szerkezet, illetve tágabb értelemben a szöveg szerkezete. Így csak a szintaxisban kódolt prozódia, illetve az abból legegyszerűbben kikövetkeztethető, leggyakoribb megvalósítására vállalkozhatom. Ezen belül is az intonációval, a hangsúlyeloszlással és a szünetekkel foglalkozom (l. Koutny 1998). A szöveg időbeli viszonyainak és a hangerő kialakítása a gyakorlati megvalósítás területére tevődött át.

Abból a feltételezésből indultam ki, hogy a strukturálisan fontos elemek hordozzák a szupraszegmentális csúcsokat. A mondat szintaktikai szerkezetének és prozodiájának kapcsolatát vizsgálándó, több mint 100 különböző szerkezetű és típusú példamondatot állítottam össze, melyet egy gyakorlott férfi beszélő felolvasott. A munka első fázisában ezek elemzése alapján szabályokat állítottam fel.

A mondat szerkezetének a leírásában és az erre támaszkodó mondatelemzésben a függőségi nyelvtan keretein belül dolgoztam, de figyelembe vettem a már általánosan elfogadott É. Kiss-féle mondatszerkezeti modellt (1992):

T Q F V N,

ahol T: topik, Q: kvantor, F: fókusz, V: ige, N: a mondat többi eleme.

A fókusz hordozza a új, fontos információt, s így kitüntetett helye van a mondatban (az ige előtti pozíció), s a legerősebb hangsúly is rá esik. Egyúttal kiirtja az utána következő elemek hangsúlyát a tagmondat végéig (Kálmán – Nádasdy 1994). A topik a beszélőpartnernek számára már ismert információt rögzít, s mintegy bevezeti a mondat törzsrészét (komment), hangsúlyában nem kiemelkedő, de tagolt beszédben rendszerint szünet választja el tőle. Nagy hangsúlyt fektettem a topik–fókusz szerkezet meghatározására, mivel az fontos szerepet játszik a mondat kommunikációs és prozódiai szerkezetében is (Koutny 2002).

A fókusz automatikus meghatározását nehezíti, hogy pozíciója váltakozik az igemódosítóéval (M), amely abban hasonlóan viselkedik a fókuszhoz, hogy a rákövetkező igével egy fonetikai szót alkot, de a hangsúlyt nem írta ki a mondat további részében, illetve saját maga nem visel mondathangsúlyt. Az ige előtti pozíciót elfoglalhatja egy névelőtlen főnév, az ige alapvető vonzata (tévét néz, irodalommal foglalkozik, moziba megy, jól él, kedves/tanár volt), frazeológiai egység névszói része (pl. sikert arat, sorba áll,), továbbá összetett igealak főnévi igenévi része (énekelni fog/akar), illetve az igével egybeírt igekötő.

Ezek az elemek lehetnek fókuszpozícióban is, ha mondathangsúlyt kapnak (‘ jelöli a hangsúlyt), pl.:

‘Péter ‘este ‘levelet ír.

‘Péter ‘este ‘‘levelet ír (a házfeladata helyett).

A szűkített igei szintagma (pl. ige és utánvetett igekötő vagy igemódosító), ill. az előtte levő szintagma szerkezetéből (határozottsága, fókuszáló elem előfordulása, tagadás) lehet az esetek egy részében arra következtetni, hogy az igét megelőző szintagma fókusz.

Varga is feltár alapvető összefüggéseket a magyar mondszerkezet és prozódia között fonológiai jellegű leírásaiban (1994). Az automatikus beszéd-szintézis számára azonban rendszerint nem áll rendelkezésre az a szemantikai és pragmatikai tudás, amely ennek az következetes alkalmazását lehetővé tenné. Ezért szükség volt egy egyszerűbb, de mindig működő modell kidolgozására.

2.3. Háromszintű prozódiai modell

A munka második fázisában a példamondatok szintaktikai elemzését szimuláltam, s manuálisan prozódiai címkékkel láttam el őket. Általában a gyakoribb kiejtést vettem alapul, mivel automatikus beszéd-szintézis esetén nem áll rendelkezésünkre más információ, a szintaktikai szerkezetük alapján többféleképpen értelmezhető mondatok prozódiajának eldöntésére. Szabad füllel történő meghallgatás, illetve számítógépes elemzés segítségével (a BME-n kidolgozott fejlesztőrendszer segítségével, l. Olasz et al. 2000) javítottam a prozodiát. A felcímkézés során minden szó kapott hangsúlycímkét, bizonyos szintagmahatárokon szünetjel került a mondatba, s a funkcionális egységekhez intonációs minta lett kapcsolva.

A szerkezeti funkcionális egységek szólamokban valósulnak meg a beszédben, ezeket egy nyomaték fogja össze, a dallamenetük meghatározó, köztük lehet szünet, illetve dallamváltozás. Dallammintákat (TG: tone group, 2. ábra) definiáltunk, melyekben a hanglejtés jellemző módon viselkedik. Ezek különböző hangfekvésekben valósulhatnak meg (a konkrét megvalósítás frekvenciaértékei változtathatók egy kiindulási érték százalékában, l. például Koutny-Olaszy-Olaszi 2000), s ezekből építettük fel a mondat intonációját. Ezt a címkézést a prozódiai előrejelzőnek kell végeznie automatikusan. Az elemzések azt a feltevést támasztották alá, hogy a mondat szerkezete és prozódiaja között bizonyos összefüggések állnak fenn, továbbá a mondat intonációja felépíthető a szerkezete által meghatározott kisebb egységekből (a szakirodalomban is vannak erre utalások, l. Fónagy-Magdics 1967).

	1. Magas (H:high)	2. Közepes (M:medium)	3. Alacsony (L:low)	4. Nagyon al. (V:Very low)	5. Legal. (VV)
1. Eső (F:falling)	11	12	13	14	15
2. Ereszkedő (SF:slowly falling)	21	22	23	24	25
3. Szinttartó (L:level)	31	32	33	34	35
4. Emelkedő (SL:slowly rising)	41	42	43	44	45
5. Szökő (R:rising)	51	52	53	54	55
6. Emelkedő-eső (RF:rising-falling)	61	62	63	64	65
7. Eső-emelkedő (FR:falling-rising)	72	72	73	74	75

2. ábra: Dallamminták különböző fekvésekben

Az utolsó két dallammintában a töréspont az utolsó előtti szótagban van, ha legalább kétszótagos a szó, különben nincs törés. Az emelkedő-eső alapvető előfordulása az eldöntendő kérdések utolsó funkcionális egysége, míg az eső-emelkedő a tagmondatokat elválasztó vessző előtti szintagma, valamint egyes topik megvalósulásokban.

A felállított 3-szintű modellben (Koutny–Olaszy–Olaszi 2000) a mondat végleges prozódiaja három szint interferenciájaként jön létre, a mondat, a szintagma, és a szó szintű jelenségek egymásra helyezéséből. A mondat intonációja úgy alakul ki, hogy a modalitásának megfelelő globális intonációra ráültetjük a szerkezeti egységek (szintagmák) dallammintáját és a szóhangsúlyokat.

A mondatok modalitását a mondat szerkezetből állapítjuk meg, pragmatikai tényezők figyelembe vételére nincs mód. A központosítás a magyarban segít a nagyobb egységek különválasztásában. A vessző, pontosvessző, kettőspont is határformának számít, mely szünetet von maga után és befolyásolja az intonációs kontúr. A mondatvégi írásjelek, a használt igealakok, valamint az előforduló kérdő- és kötőszavak alapján megkülönböztethetők a szokásos mondatfajták: kijelentő mondat, kérdőszavas kérdő mondat, eldöntendő kérdés, választó kérdés, felszólító mondat, óhajtó és felkiáltó mondat.

A korlátozott mondatelemzés feltárja a mondat belső szerkezetét, a szintagmahatárok új dallam indulását jelezhetik és potenciális szünethelyeket (jelzés: / intonáció-változás lehetősége, // szünet). A mondat tipikus intonációja a szintagmákra tett dallammintákból tevődik össze. A hangsúlyok az előbb felépített intonációs kontúrra tevődnek rá.

A hangsúly 4 fokozatával dolgozunk, bár fonetikaialag több is lehet, de ez a négy már elegendő, hogy a szakaszhangsúlyokat és mondathangsúlyt kiemeljük, továbbá ennyit a mondatelemzés alapján meg tudunk különböztetni:

F: főhangsúly, fókuszhangsúly, **W:** szóhangsúly,
N: hangsúlytalanság, -: negatív hangsúly

A hangsúlytalanság lexikális kategória, névelők, névutók és kötőszók vannak ezzel ellátva. Ezeknek bizonyos esetekben történő hangsúlyozásától eltekintünk.

3. A kijelentő mondatok különböző prozódiai változatai

A kijelentő mondatok általánosan elfogadott globális intonációs kontúrja ereszkedő (pl. Kassai 1998), azonban további finomításra van szükség, különösen, ha hosszabb mondatok felolvasása a cél. Kommunikációs szempontból megkülönböztetünk semleges és nyomatékos mondatokat (ahol megjelenik a mondathangsúly), szerkezetük alapján pedig egyszerű és összetett mondatokat. A mondat törzsét (komment) minden esetben megelőzheti egy vagy több topik, mely intonációjában is előkészíti a mondat főrészét.

3.1. Semleges egyszerű mondat

A semleges egyszerű mondatban egy igei rész van, lehet egy igemódosító, de a többi összetevőből lehet több is. Nincs mondathangsúly, a szerkezeti egységekben a normál szóhangsúly [W] jelenik meg a szakasz első lexikális elemén, az M összeolvad az ígével:

‘T1 ‘T2 ... ‘Q1 ‘Q2 ... ‘M V ‘N1 ‘N2 ...

A mondat intonációs kontúrját a mondatalkotó szintagmákra ültetett dallammintákból rakjuk össze. Ezek sorozata topik nélkül:

ereszkedő, {szinttartó}, ereszkedő, eső.

A szinttartó rész csak a 3 szintagmánál hosszabb mondatban jelenik meg. Ennek a betétele azért szükséges, hogy ne menjen le nagyon mélyre a mondat intonációja. Az utolsó rész eső dallama jelzi a befejezettséget, így ez az elem mindig jelen van (a rövid – egy szintagmából álló – kijelentés dallama eső).

Amennyiben topikkal kezdődik a mondat, ennek az intonációja közepes hangfekvésben:

Ereszkedő, ha rövid ((névelő) + egy szó),
 Eső-emelkedő, ha hosszabb szintagma,
 {Ereszkedő}, eső-emelkedő, ha több szintagmából áll.

A topik után egy átlagos magasságról indul a kijelentés, akárcsak a topik nélküli esetben. A hosszabb topik után rövid szünet tagolja a mondatot, a rövidet egybemondjuk a rákövetkező résszel.

Az alábbi mondatban az elemzés három szintagmára bontotta a mondatot, melyekből az első a topik, erre eső-emelkedő dallamminta kerül. A törzsrész egy igei és egy főnévi szintagmából áll. A szintéziskísérletek azt mutatták, hogy ilyen esetben elegendő a szintagma első lexikális elemét ellátni hangsúllyal.

Topik	Komment
//FR[-]A [W]tervezett [N]tárgyalás [N]után	//SF[W]levelet [N]írok /F[-]a [W]külföldi [N]partnernek.

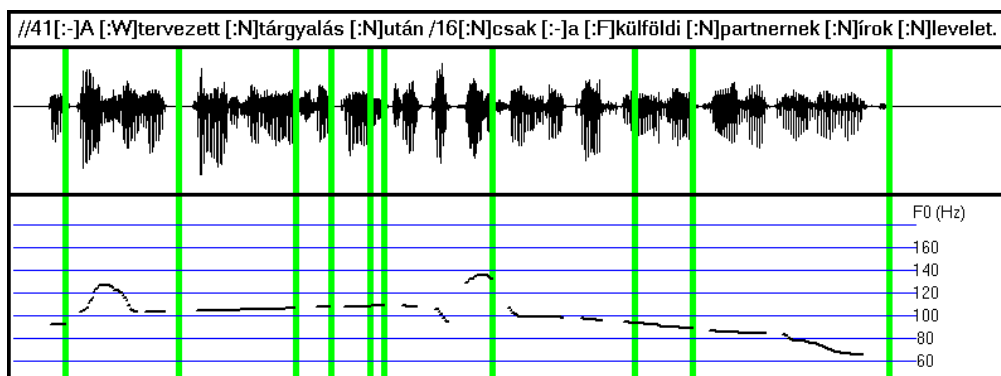
3.2. Nyomatékos egyszerű mondat

Ha fókusz van a mondatban, akkor a mondat törzsének első része (a fókusz az azt követő igével) eső dallammintát kap, az intonáció utána folytatódik, mint a semleges mondatban. A fókusz utáni hangsúlyok törlődnek az elmélet szerint (Kálmán – Nádasy 1994), de a gyakorlati megvalósításban ez monotonná teszi a szintetizált hosszabb mondatot. Ezért az N2 pozíciótól meg hagyjuk a szakaszhangsúlyt (’-vel jelöltük a mondathangsúlyt).

‘T1 ‘T2 ... ‘Q1 ‘Q2 ... ’F V N1 ‘N2 ...

A topik pedig közepes hangfekvésben hosszról függően emelkedő, illetve ha több elemből áll, akkor: {ereszkedő}emelkedő.

Topik	Fókusz	Komment
//R[-]A [W]tervezett [N]tárgyalás [N]után	/F[N]csak [-]a [F]külföldi [N]partnernek [N]írok [N]levelet.	



3. ábra: A tervezett tárgyalás után csak a külföldi partnernek írok levelet. mondat prozódiaja

Amennyiben a mondatban vesszővel elválasztott, ill. és, vagy kötőszóval összekapcsolt összetett szintagma van, akkor ezen elemek előtt a hangmagasság emelkedik, a kötőszó szinttartó, majd eső, ha az ige előtt áll, azaz az egyszerű nyomatékos mondat mintáját követi, illetve az ereszkedő mintába illeszkedik bele, ha az ige után van:

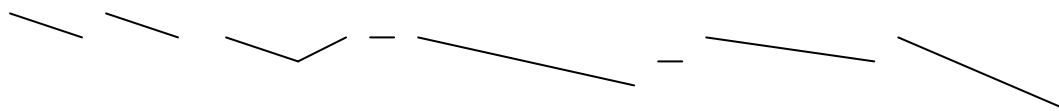
//SF[W]István /SF[W]bekapcsolja /R[-]a [W]számítógépet /L[-]és /F[-]a [W]nyomtatót.
//R[W]István /R[-]a [F]számítógépet /L[-]és /F[-]a [F]nyomtatót [N]kapcsolja [N]be
/F[N]először.

A 2. mondatban az ige előtti pozícióban a szintagma mindkét eleme F hangsúllyal rendelkezik és a topik emelkedővé válik.

Összetett mondatokban több mint egy állítmány (rendszerint igei csoport) található a mondatban, melyeket a szintaktikai elemző képes azonosítani. A tagmondatok hasonló szerkezetet mutatnak, mint az egyszerű mondatok, a szórend ugyanúgy viselkedik a topik–fókusz szerkezetet illetően. A kötőszók alapján tudunk bizonyos következtetéseket levonni a mondat típusára, melyek a mondat logikai szerkezetét mutatják, és kapcsolatban vannak a hangléjtésükkel. Részletes elemzésükre itt nincs mód kitérni. Alárendelő összetétel esetén az alárendelt tagmondatok intonációja többé-kevésbé belesimul a főmondat intonációs kontúrájába, ha azt követik. Mellérendelő összetétel esetén a tagmondatok hasonló sémát követnek, ha *és*, *vagy* kötőszóval, ill. puszta vesszővel vannak összekapcsolva.

Írott szövegben gyakoriak a hosszú összetett mondatok, melyekben mind alá-, mind mellérendelés előfordul. Ezeket az elemzés megkísérli feltárni, bizonyos tagmondatok elé szünet kerül, s az előbb tárgyalt elvek alapján helyezi el a prozódiai előrejelző a hangsúlyokat és a dallammintákat. Egy vázlatos példa szolgáljon erre:

//A kolléga /összeállította /a programokat, /amelyek a bemutatón fognak szerepelni, //és /mindent beállított, //hogyan /csak el kelljen indítani.



A dallammintakészlet beállítását még pontosítani lehet. A rendszer tesztelése érthetőség és természetesség szempontjából csak a szintaktikai és prozódiai modulok teljes megvalósítása után lehetséges.

Irodalomjegyzék

- É. Kiss Katalin (1992): Az egyszerű mondat szerkezete. In: Kiefer F. (szerk.): *Strukturális magyar nyelvtan. 1. kötet: Mondattan*. Bp: Akadémia 79-177.
- Fónagy, Iván – Magdics Klára (1967): *A magyar beszéd dallama*. Budapest: Akadémia
- (1) Hirschberg, Julia (1993): Pitch Accent in Context: Predicting Intonational Prominence from text. In: *Artificial Intelligence* 63. 305-340.
- Kálmán László – Nádasdy Ádám (1994): *A hangsúly* ‘Stress’. In: Kiefer F. (szerk.): *Strukturális magyar nyelvtan. 2. kötet: Fonológia*. Bp: Akadémia. 393-467.
- Kassai Ilona (1998): *Fonetika*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó
- Koutny Ilona (1998): Kísérlet magyar nyelvű megnyilatkozások prozódiai jellemzőinek automatikus meghatározására. In: Gósy M. (ed.): *Beszédkutatás '98*. Budapest: MTA Nyelvtudományi Intézet. 223-235.
- (1999): Parsing Hungarian Sentences in order to Determine their Prosodic Structures in a Multilingual TTS System. In: *Proceedings of Eurospeech '99*. Budapest. 2091-94.
- (2002): Topic–Focus Structure in Hungarian and its Automatic Identification. In: *Lingua Posnaniensis* XLIV, 65-78.

- — Olasz G. – Olasz Péter (2000): Prosody Prediction from Text in Hungarian and its Realization in TTS conversion. In: *International Journal of Speech Technology*, Vol. 3, No. 3/4, December 2000. 187-200.
- Monaghan, A.I.C. (1993): Parsing unrestricted text: a multiphase approach. In: *EUROSPEECH '93*. Berlin. 1817-20.
- Olasz Gábor – Németh G. – Olasz P. – Kiss G. – Zainkó Cs. – Gordos G. (2000): Profivox – A Hungarian Text-to-Speech System for Telecommunications Applications. In: *International Journal of Speech Technology*, Vol. 3, No. 3/4, December 2000. 201-215.
- Péter Mihály (1991): *A nyelvi érzelm kifejezés eszközei és módjai*. Budapest: Tankönyvkiadó
- Prószéky Gábor (1996): Humor. High-speed Unification Morphology. In: Proc. of *TELRI „Language Resources for Language Technology”*. 149-158.
- Selkirk, Elisabeth O. (1995): Sentence Prosody: Intonation, Stress and Phrasing. In: Goldsmith (ed.): *Handbook of Phonological Theory*. Blackwell. 550-569.
- Steedman, Mark (1991): Surface Structure, Intonation, and „Focus”. In: Klein, E. – Veltman, F. (eds): *Natural Language and Speech*. Symposium Proceeding. Springer Verlag
- (2) van Santen, Jan P.H. – Sproat, Richard W. – Olive, Joseph P. – Hirschberg, Julia (eds 1997): *Progress in Speech Synthesis*. New York: Springer-Verlag
- Varga László (1994): A hanglejtés. In: Kiefer F. (szerk.): *Strukturális magyar nyelvtan. 2. kötet: Fonológia*. Bp: Akadémia. 468-549.

Beszédkommunikáció az ember és a gép között

(Nyilvános, telefonos, lakossági gyógyszerinformációs tájékoztató rendszer)

*Németh Géza, Olasz Gábor, Bartalis Máttyás, Mihajlik Péter, Kiss Géza, Zainkó Csaba és Haraszti Csaba**

BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék (BME TMIT)

nemeth,olaszy,bartalis,mihajlik,kgeza,zainko@tmit.bme.hu

*Országos Gyógyszerészeti Intézet (OGYI)

haraszti@ogyi.hu

Bevezetés

Az ember régi vágya, hogy gépekkel élőszóban beszélgethessen. Ez a vágy megvalósulni látszik a 21. század első felében. A megoldáshoz a gépeket meg kell tanítani a beszéd megértésére és értelmezésére, valamint a beszéd előállítására. Ez nagyon bonyolult feladat, és egyelőre csak kötött témakörökre és kötött beszédkommunikációs formára folynak ilyen beszédtechnológiai kutatások, kísérletek. A legújabb magyarországi eredmények alapján működik az a nyilvános, telefonos információs rendszer, amelynek segítségével bárki hozzájuthat a Magyarországon kiadott gyógyszerek szöveges betegtájékoztatójának tartalmához telefonon keresztül. Ebben a cikkben ennek a rendszernek a fejlesztését, megvalósítását mutatjuk be. A rendszer neve: Gyógyszervonal. A fejlesztést a BME TMIT és az OGYI közösen végezte, a rendszert az OGYI-ban üzemeltetik. Telefonszáma: 06-1-88-69-490. Az információs vonal éjjel-nappal működik. A projektet a GVOP támogatásával valósítottuk meg (szerződés szám: 3.1.1-2004-05-0426). a 2004-2006-os időszakban.

1. Áttekintés

A beszédtechnológia alkalmazása az orvosi területeken elterjedőben van. Egyfajta alkalmazás lehet, amikor az orvos diktál, a gép pedig leírja a szöveget. Ilyen kísérleti rendszerekre vannak már példák leletezésnél [1], továbbá a beteg kezelésére vonatkozó utasítások írásban való rögzítésénél, amikor az orvos egy hordozható, vezeték nélküli készülékbe diktálja a kezelési lépéseket, a beszéd felismerő ezt szöveggé alakítja, majd jóváhagyás után továbbítja a központi rendszerbe, ahol ezt tárolják és további feldolgozásnak vetik alá. A beszéd felismerők ilyen használata az orvosi gyakorlatban kilép a kísérleti fázisból – annak ellenére, hogy a felismerési hatékonyságuk 80%-95% között mozog – és kereskedelmi termékként terjedőben van [2]. A teljes beszédkommunikációs láncot tartalmazó megoldásokról (beszéd felismerés és beszéd szintézis együttes alkalmazása) azonban csak elvétve ad hírt a szakirodalom. A beszédtechnológiai komplex nehézségeken túl, az orvosi területnél meg kell küzdeni azzal is, hogy megtanítsuk a gépeket a szakma-specifikus (írott vagy ejtett) kifejezésekre, gyógyszernevekre, latin szavakra, kifejezésekre [3], továbbá az ilyen szövegekben előforduló speciális rövidítésekre, mértékegységekre stb.

Ebben a tanulmányban egy olyan információs rendszerről adunk tájékoztatást, amelyben az ember beszélgethet a géppel (erősen kötött formában), és így élőszóban

adhatja meg a keresett gyógyszer nevét. Megjegyezzük, hogy a Gyógyszervonal elérhető még webes és wapos felületen is, azonban ezeknek nincs beszédtechnológiai vonatkozása, ezért jelen tanulmányban nem térünk ki rájuk.

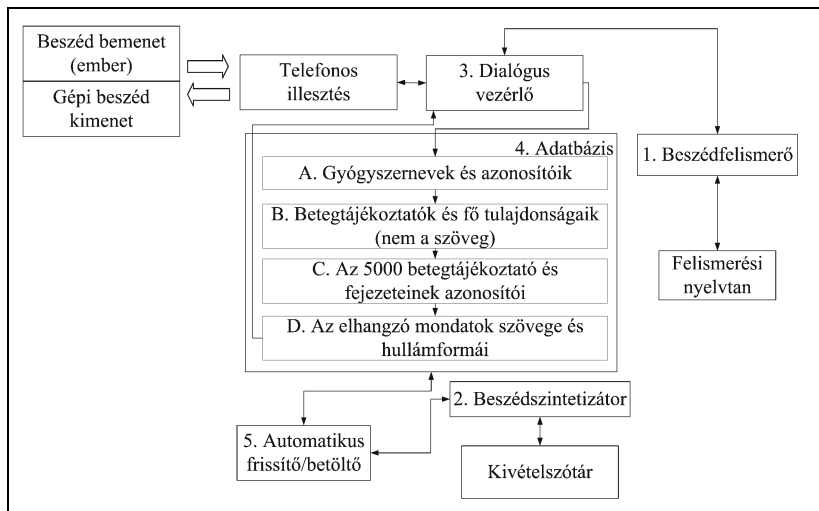
Magyarországon az OGYI koordinálja és végzi a gyógyszerek engedélyeztetését. Közel 5000 gyógyszer van forgalomban. Rendszeresen jelennek meg újak és avulnak el a régebbi készítmények. A gyógyszergyártók minden gyógyszerhez kiadnak egy betegtájékoztatót, amelynek szövege tartalmazza a gyógyszer szedésével kapcsolatos fő tudnivalókat. A Gyógyszervonal információs rendszer célkitűzése az volt, hogy biztosítsa az állampolgároknak a gyógyszerekkel kapcsolatos fő tudnivalókhöz a hozzáférést hely- és idő korlátozás nélkül, telefonon keresztül. A rendszer ezen felül segítheti az orvosokat, asszisztenseket, egészségügyi dolgozókat is a naprakész információ megszerzésében. Az információs rendszer használata annyira egyszerű, hogy az érdeklődőnek csak azt kell tudni, hogy hogyan ejtik a gyógyszer nevét (például: *szinkumár*), továbbá fegyelmezten kell a dialógust beszéddel lefolytatnia (a rendszer lehetőséget ad a nyomógombos vezérlésre is). Az információs szolgáltatás lelke a dialógus vezérlő, amelyik irányítja, kiválasztja, előhívja az információt.

Két beszédmodul biztosítja a beszédkommunikációt: a speciálisan tanított beszédfelismerő egység, továbbá az orvosi nyelvre is megtanított beszédszintetizátor.

Az előbbi a hívó fél szavait ismeri fel (ennek alapján keresi ki a rendszer a gyógyszerhez tartozó információt az adatbázisból), az utóbbi a kiválasztott betegtájékoztató szövegét olvassa be a telefonba. A rendszer fontos része az adatbázis, ahol a gyógyszerek nevét és a hozzájuk tartozó információt tároljuk.

2. A rendszer elemei

A Gyógyszervonal információs rendszere öt modulból áll: Beszédfelismerő, beszédszintetizátor, dialógus vezérlő, adatbázis és az automatikus frissítő (1. ábra).



1. ábra. A Gyógyszervonal információs rendszer blokkvázlata

2.1 Beszédfelismerő modul

A beszédfelismerő modulnak három fő feladata van: a telefonon bementett gyógyszernév 95% feletti pontosságú felismerése, az új gyógyszernevek egyszerű bevitelének biztosítása és a telefonáló parancsszavainak (amelyekkel a dialógust irányítja) nagy pontosságú felismerése.

A gyógyszernevek felismerendő kiejtéseinek generálása automatikusan történik specializált graféma-fonéma szabályok segítségével, de a rendszer üzemeltetője ezeket ellenőrizheti is és meg is változtathatja. Ezek a szabályok határozzák meg a gyógyszer nevének ortografikus formájából a fonemikus szintű kiejtési hangsorozatot.

A fonéma szintű akusztikus modellek az MTBA [4] és a TESZTEL [5] adatbázisok felhasználásával mintegy 20 óra beszédanyagra lettek betanítva. Szóhatárokön átívelő döntési fa állapotcsoportosítású trifón modelleket [8] használtunk, összesen mintegy 2000 HMM állapottal. A fonéma akusztikus modelleket 3 állapotú balról jobbra struktúrájú rejtett Markov-modellek reprezentálják max. 10 Gauss komponenssel állapotonként.

Az akusztikai lényegkiemelésre a szabványos, elosztott beszédfelismerő architektúrában alkalmazott (MFA front-end) megoldáson [6] alapuló előfeldolgozó [7] szolgált, melynek kimenetei Mel frekvenciás kepsztrális együtthetők voltak.

Az itt alkalmazott beszédfelismerő izolált szavas, mivel a felhasználónak csak szavakat kell bementenie (a keresett gyógyszer nevét, a dialógushoz használt parancsszavakat). Így sem kulcsszó-keresési módszerekre, sem folyamatos beszédfelismerésre nincs szükség és a rendszer számítási igényei alacsonyak maradnak. Az alkalmazott 5000 szavas szótár méret mellett, közel 32 csatornát tud párhuzamosan kiszolgálni a felismerő alrendszer egy 3GHz-es processzorral. Ez a hatékonyság jelentős részben a WFST-alapú off-line felismerési hálózat optimalizációnak köszönhető [9]. A felismerést a [10]-ben említett motor továbbfejlesztett változata végzi. A felismerő mintaillesztés alapján dönt, tehát a bementett szóhoz leghasonlóbb elemet fogja kiválasztani az adatbázisából (nem tudja, hogy ez egy gyógyszernek a neve vagy sem). Ezért az optimális működéséhez hozzá tartozik az is, hogy a felhasználó ténylegesen egy gyógyszer nevét mondja be a telefonba. A felismerő helyes működéséhez továbbá kívánatos, hogy a sípszó után kezdjünk beszélni és csak egyetlen szót mondjunk be, a gyógyszer fő nevét (a kiszerelet és egyéb adatot ne).

2.2 Beszédszintetizátor gyógyszer-tájékoztatók felolvasására

A Gyógyszervonal információs rendszer speciális beszédszintetizátorát a Profivox általános célú szövegfelolvasóból [11] fejlesztettük ki. A munka eredménye a Profivox-med rendszer, amely képes felolvasni gyógyszerneveket, gyógyszerészeti szakszövegeket, betegtájékoztatókat. Ezekben a szövegekben gyakran fordulnak elő latin kifejezések és kémiai anyagok nevei is. Az új szintetizátor másik specialitása, hogy feldolgozza a gyógyszerészeti szakszövegek speciális fogalmazási stílusát és ehhez igazodva alakítja ki a felolvasás hangsúlyozását, ritmusát, dallammenetét, egyszóval a prozódiaát. Fontos itt kiemelni, hogy a gyógyszergyártó cégek szakemberei speciális stílusban fogalmaznak és az elkészített betegtájékoztatókat emberi olvasásra alakítják ki, nem pedig gépi felolvasásra. Az OGYI ezeket a szövegeket ellenőrzi és engedélyezi kiadásra. A betegtájékoztatókban gyakoriak a betűhibák, a helyesírási hibák, ami nehezíti a korrekt gépi felolvasást. Az ilyen hibákon az emberi olvasási mechanizmus átugrik, a gép viszont betűről betűre olvassa a szöveget, így akár érthetetlen is lehet egy-egy szó. Véleményünk az, hogy a gyógyszergyártó cégeket rá kellene venni (ez a saját érdekük

is), hogy a betegtájékoztatók szövegének fogalmazásánál vegyék figyelembe a jövőben, hogy azokat géppel is fel fogják olvasni. Ez egyszerűbb mondatszerkezeteket kíván (nem körmondatokat) és korrekt helyesírást. Vegyünk erre egy példamondatot, aminek a nehézkes fogalmazását megpróbáltuk szóátrendezéssel megoldani.

Eredeti mondat: Fontos információk a tablettá egyes összetevőiről: Tejcukor (laktóz) tartalma (42,91 mg/tabletta) miatt a tablettá tejcukor érzékenység (laktózingtolerancia) esetén gyomor-bélrendszeri panaszokat okozhat.

A nyelvileg jobban felolvasható változat a következő lenne:

Fontos információk a tablettá egyes összetevőiről: Tejcukor tartalma **miatt (laktóz: 42,91 mg/tabletta)** a tablettá tejcukor érzékenység **esetén (laktózingtolerancia)** gyomor-bélrendszeri panaszokat okozhat.

A szórend megváltoztatásának helyeit a kiemelt részekkel érzékeltetjük. Az átrendezt mondatban a logikailag egymáshoz tartozó szövegrészeket nem szakítják meg a zárójeles kifejezések, ezért könnyebben felolvastatható és könnyebben megérthető.

Az információs rendszerben a beszédszintetizátor csak off-line működik, ezzel biztosítjuk a gyors működést. Ez azt jelenti, hogy a betegtájékoztatók szövegeinek minden mondatát előzetesen elkészítjük a beszédszintetizátorral (automatikus vezérléssel a rendszer feltöltésekor), és a hullámformát tároljuk az adatbázis (4) D moduljában. Ezek kerülnek lejátszásra. Új gyógyszer esetén a beszédszintetizátor automatikusan elvégzi a szöveg-beszéd konverziót és az adatbázis D egységét bővíti.

2.2.1 Gyógyszerészeti terminológia felolvasatása géppel

A Profivox-med szövegfelolvasó fejlesztése során feldolgoztuk a Magyarországon forgalomban lévő gyógyszerekhez mellékelt betegtájékoztatók szövegét. A cél az volt, hogy kiszűrjük a gyógyszerneveket, valamint a nem magyar szavakat, kifejezéseket, szóösszetételeket, rövidítéseket. Néhány példát adunk ezekből: N-hepa; hidroxipropilmetil-cellulóz; 40 µg PGE; 800 mOsm/l; kallikrein inactivator unit; HMG-CoA; non-Hodgkin lymphoma. Az ilyen elemekből listát készítettünk és kialakítottunk egy szabály alapú kiejtési modult ezekre az esetekre. A beszédszintetizátor a szöveg feldolgozása során a lista alapján megtalálja az ilyen kifejezéseket és azokat a kiejtési formájukra írja át. A kialakított szabályok főleg a gyógyszerneveket és a Latin szavak egy részét érintették, bizonyos betűkombinációk kiejtési formáját határoztuk meg. Az 1. táblázatban példát adunk néhány kiejtési szabályból.

1. táblázat. Példák szóvégi kiejtési szabályokra (a # jel a szó végét jelzi)

gyógyszernév (írott formában)	kiejtés (betűvel írva)	szó végi kiejtési szabály
ACCOLATE	akkolat	te# = t
ACICLOSAN	aciklozan	san# = z a n
ACTILYSE	aktiliz	yse# = i z
ALKA-SELTZER	alkaselcer	tzer# = c e r

A helyes kiejtés további kialakítását segíti a kivétel szótár. Amennyiben a szabállyal nem lehet meghatározni a kiejtést, a kivétel szótárhoz fordul a feldolgozó. Itt az egy sor = egy kiejtés formát alkalmaztuk, azaz minden szóra (szó kombinációra) megadtuk a kiejtési

hangsort. A kiejtési szótár nyitott szerkezetű, az üzemeltető által bővíthető. Ezzel biztosítjuk az új gyógyszernevek helyes kiejtését.

2.2.2 A betegtájékoztatók speciális stílusa

A betegtájékoztatókat alapvetően emberek számára írják a gyógyszergyártók. Eddig nem merült fel, hogy géppel is fel fogják olvastatni ezeket a dokumentumokat. A döntő különbség az emberi és gépi használat között az, hogy az emberek értelmezik is a betegtájékoztató szövegét, amikor olvassák, esetleg visszaugranak a szöveg korábbi részeire, majd úgy olvassák tovább. Ez a megértést segíti. A gép esetében ez nem így van, a gép nem érti a szöveget, csak betűket, szavakat lát. Mindezek ellenére, a gép által felolvasott mondatot első hallásra meg szeretné érteni a telefonáló. Ennek biztosítására olyan értelmezést segítő szabályokat kellett a gép számára kidolgozni, ami azt az érzetet kelti, mintha a gép is értelmezné a szöveget. Az ilyen megoldást segítik a szöveg tartalmához alkalmazkodó szünetezési, hangsúlyozási és dallamviteli szabályok.

Mint minden szakmának, a gyógyszeriparnak is megvan a saját szakmai stílusa (gyártótól függetlenül), amelyet alkalmaz a betegtájékoztatók megírásánál is. A gyógyszerészek bonyolult nyelvezettel, tömören fogalmaznak a betegtájékoztatóban, ugyanakkor gyakran hosszú, összetett mondatokat szerkesztenek felsorolásokkal, gyakori zárójeles betoldásokkal. A gépi felolvasás optimális megvalósítását nehezítik a gyakori latin kifejezések, speciális terminológiák is.

Legyen példa erre az alábbi négy mondat, amelyek érzékeltetik, hogy ember számára is komoly feladat az ilyen mondatok értelmes felolvasása.

Amennyiben a parenterális táplálás keretén belül az Aminosteril N-Hepa 8 % infúziót egyéb tápanyagokkal (szénhidrátokkal, zsíremulziókkal, elektrolitokkal, vitaminokkal, illetve nyomelemekkel) együtt szükséges alkalmazni, akkor az csak a sterilitás szabályait gondosan betartva, jól összekeverve, és mindenekelőtt a komponensek fiziko-kémiai összeférhetőségére (kompatibilitására) ügyelve történhet.

Segédanyagok: mannit, hidroxipropilmetilcellulóz 2910, nátrium-citrát, citromsav-mononitrát, dinátrium-edetát, tiloxapol, nátrium-hidroxid vagy koncentrált sósav a kémhatás beállítására, tisztított víz.

2 ampulla Alprostadint tartalmát (40 µg PGE [1]) 50-250 ml vivőanyagban feloldva, 2 óra alatt infundáljuk intravénásan.

Ritkán vérelváltozások, vérlemezkeszám-csökkenés (thrombocytopenia), májcirrhotikus betegekben az eosinophil sejtek számának megemelkedése (eosinophilia), és elszórtan granulocita-szám-csökkenése (agranulocytosis) is előfordultak.

A betegtájékoztatókban a felsorolásoknak is több fajtája fordul elő:

- a felsorolás szavakon valósul meg, az elválasztás vesszővel történik;
- a felsorolás szavakon és szófüzéreken vegyesen valósul meg, vesszővel elválasztva;
- a felsorolás elemei között nincs vessző, csak soremelés.

Az ilyen elemek felolvasási, ritmikai stratégiája más és más. A korrekt feldolgozáshoz az ilyen szövegrészeknél döntést kell hozni, hogy felsorolásról van-e szó, ha igen, akkor melyik fajtáról és milyen szöveg-hosszon. Ennek kezelésére külön szünetezési formákat

dolgoztunk ki az egyes felsorolásokhoz. Így érthetőbbé és élethűbbé válik a gépi felolvasás ezeknél a szövegrészeknél is.

A gyakori zárójeles hivatkozásokat, utalásokat is szelektálni kell. A korrekt felolvasásnál éreztetni kell a hangsúlyozással, a hanglejtéssel, az esetleges szünet tartással, hogy az adott szövegrész zárójelben van. Más a hanglejtése az önálló zárójeles kifejezésnek és más, amikor kapcsolódik az előtte, illetve utána jövő szövegrészhez.

A Profivox-med beszédszintetizátor kiegészítő prozódiai modulja jó hatásokkal kezeli a fent említett szövegszerkezeteket. A fejlesztés során laboratóriumi tesztek végeztünk a kiegészítő modul szabályainak kidolgozása során. Betegtájékoztatók szövegeit hallgattattuk meg két tesztelő személlyel és arra kértük őket, hogy jelöljék be a szövegben, ha értelmezési problémájuk van (nem értik a szöveg lényegét, elvesztették a fonalat). Ezeket az ítéleteket egy fonetikus rendszerezte és kidolgozott olyan prozódiai szabályokat, amelyekkel az értelmezési problémák megszüntethetők (szünet beiktatása, dallamváltogatás, tempó növelése-csökkentése stb.). A szabályokat beépítettük a rendszerbe és újra meghallgattattuk ugyanazokat a betegtájékoztatókat. A jelzett hibák száma csökkent. A fejlesztési szakasz végén 34 új szünetezési szabály és 12 általános prozódiai szabály került be a kiegészítő prozódiai modulba.

2.2.3 Szöveglőkészítés a feldolgozáshoz és a beszédszintézishez

A betegtájékoztatók szövegét illetően két szövegszintű előkészítő feldolgozást végeztünk. Mindkettő az optimális működést és a jó hatásfokú gépi felolvasást segíti. Az egyik a szöveg fejezetekre való bontása volt, a másik a szövegtárolás optimalizálását szolgálta.

o Fejezetekre bontás

A fejezetekre való bontást a szövegek jobb olvashatósága érdekében az OGYI már korábban javasolta a gyógyszergyártóknak. A javasolt hat fejezet a következő volt:

1. Milyen típusú a gyógyszer és milyen betegségek esetén alkalmazható?
2. Tudnivalók a gyógyszer szedése, alkalmazása előtt.
3. Hogyan kell szedni, alkalmazni?
4. Lehetséges mellékhatások.
5. A készítmény tárolása.
6. További információk.

A betegtájékoztatók jelentős része ilyen fejezetekre van osztva. A gép számára is biztosítani kellett a fejezetek elejének jelzését, felismerését. Ennek érdekében a fejezetek kezdetéhez jelzőkaraktereket helyeztünk el minden betegtájékoztató szövegében, ezek segítik a keresést. A dialógus vezérlő ezeket a fejezeteket ajánlja fel a hívó félnek, aki úgy választhat, hogy bemondja az előmondott fejezet címét, amit a beszéd felismerő azonosít. Egymás után több fejezetet is meg lehet hallgatni.

o A szövegtárolás optimalizálása

A betegtájékoztatók szövegének vizsgálata során sok egyforma mondatot találtunk. Ez adta az optimalizáláshoz a kiindulási gondolatot. Az ismétlődő mondatok kiiktatásával optimalizálhatjuk a keresés terét, valamint a szintetizált forma által elfoglalt memória területet. Tehát az egyforma mondatokból csak egyet tárolunk el az adatbázis D moduljában. Minden így kiválasztott mondatot azonosítóval látunk el. Ezzel a megoldással elértük, hogy csak egyetlen mondatról van a rendszerben és ennek a

mondатаi (összesen 220000 mondat) lefedik az összes betegtájékoztató szövegét (ezek mondatszámára mindösszesen 650000 lenne). A tömörítés tehát mintegy háromszoros. A betegtájékoztatók szövegét úgy alakítjuk át, hogy azokban nem az eredeti szöveg, hanem csak az oda tartozó mondatok azonosítói találhatók. A mondattár mondatainak előre elkészítjük a szintetizált változatát, tehát a mondattárral párhuzamosan egy mondathullámforma-tárat is képezünk. Mindkét társ az adatbázis D moduljában van. Egy adott betegtájékoztató szövegének felolvasásakor az abban szereplő mondattár-azonosítók alapján választjuk ki az éppen aktuális mondatot a mondathullámforma-tárból és azt játsszuk le.

2.3 Dialógus vezérlő

A dialógus vezérlő biztosítja az ember és a gép közötti kapcsolatot. A fő célkitűzés, hogy ez a kapcsolat egyszerű és természetes legyen, hasonlítson az emberi dialógushoz. Ezt nehéz megvalósítani az alkalmazott műszaki megoldások korlátjai miatt. Az optimálisra közelítő megoldásban arra törekedtünk, hogy a menürendszer egyszerű legyen (maximum három szintes).

Mi ugyanis a hívó fél célja? Az, hogy minél egyszerűbben és gyorsabban megtalálja a kért gyógyszerhez tárolt információt és azt meghallgathassa. A dialógust ehhez a célhoz alakítottuk ki. A párbeszéd menete a következő:

- A gép üdvözlí a hívót (ez a szakasz átugorható egy gomb megnyomásával), majd megkéri, hogy mondja be a keresett gyógyszer nevét a sípszó után.
- A beszédfelismerő megkeresi a bemondott szóhoz leginkább hasonló tárolt elemet az adatbázisban és gépi hangon visszaolvassa a talált elem nevét, ezzel megadva a lehetőséget a telefonálónak az ellenőrzésre.
- Ha a gép azt a gyógyszernevet mondja vissza, amit a telefonáló bemondott, akkor megvan a keresett gyógyszer, a dialógus tovább folytatódhat. Amennyiben nincs egyezés, a telefonáló visszaléphet egy lépcsőt (a bemondáshoz), és újból bemondhatja a gyógyszer nevét.
- A beszédfelismerő korrekt bemondás esetén 98%-os pontossággal a bemondott gyógyszer nevét találja meg.
- A következő lépésben a hallani kívánt fejezetet kell kiválasztani a fejezet címének a bemondásával. Ezután a gép elkezd mondani a fejezet szövegét.

Különböző gombokkal lehet szabályozni a felolvasást: sebesség, pillanat állj/tovább, mondat ismétlés, ugrás előre/hátra stb. Fontos szerep hárul a dialógus vezérlőre, ha ugyanazzal a névvel többféle kiserelésű gyógyszert talál a kereső az adatbázisban. Ilyenkor felsorolja a gépi hang a talált gyógyszereket és a telefonáló választja ki a kívánt gyógyszert a bemondott sorszám alapján. A 2. Táblázatban mutatunk példákat ilyen esetekből.

A bemondott gyógyszer fő neve	A talált gyógyszer fajtái
ASPIRIN	ASPIRIN 100 tableta ASPIRIN PLUS C gyors tableta ASPIRIN DIREKT rágó tableta ASPIRIN 500 tableta ASPIRIN MIGRAIN gyors tableta ASPIRIN PROTECT 100 mg bélben oldódó tableta ASPIRIN PROTECT 300 mg bélben oldódó tableta
ALGOPYRIN	ALGOPYRIN 1g/2ml injekció ALGOPYRIN 500 mg tableta ALGOPYRIN COMPLEX tableta

2. Táblázat. Példák olyan gyógyszerekre, amelyeknek a fő neve megegyezik, kiserelésük azonban más és más. Az Aspirin esetében 7 fajta, az Algopyrin esetében 3 fajta gyógyszerrel lehet szó

A dialógus vezérlő biztosítja továbbá, hogy a hívó fél bármikor segítséget kérhessen, ilyenkor a rendszer elmondja az adott szinthez tartozó legfontosabb információkat. Ilyen segítség a párbeszéd bármely lépésénél kérhető a kettőskereszt gombbal.

2.4 Adatbázis

Az adatbázis négyféle adatot tartalmaz (1. ábra).

- Az A részben tároljuk a gyógyszerek nevét és törzskönyvi számát;
- a B tár tartalmazza a betegtájékoztatók és a gyógyszerek egyéb adatait (például: a betegtájékoztató eredeti fájlneve (OGYI), a rendszerbeli fájlnev, rendszerbe kerülés időpontja, fejezetek száma stb.);
- a C tárban vannak elhelyezve a gyógyszer-tájékoztatók, a fejezetek és a mondatok azonosítói;
- a D részben tároljuk a mondattárat és a mondathullámforma-tárat az egyéni azonosítókkal (220000 mondat hullámformája).

Az A rész mintegy 5000 gyógyszerféleséget tartalmaz. A dialógus vezérlő itt végez keresést a beszédfelismerő döntése alapján. A kért gyógyszer kiválasztása tehát itt történik, innét mondja vissza a gép, hogy mit talált a bemondás alapján. Amennyiben a hívó fél jóváhagyja a talált gyógyszert (nem lép vissza új bemondáshoz), a B tárból kiválasztjuk a gyógyszer-tájékoztatót, majd a C részben pontosítjuk, hogy melyik mondatokat kell felolvasni a kért fejezethez. A D részből megkeressük a mondattárban a mondatot, majd a dialógus vezérlő a beszédkimenetre irányítja a mondathullámforma-tár adott mondatát, elkezdődik a gépi felolvasás.

2.5 Automatikus frissítő, feltöltő

Az ötös számú blokk végzi el az új gyógyszerek bevitelével kapcsolatos teendőket. Ez a rendszer naprakész állapotban tartásához ad segítséget. A frissítő egy Web alapú adminisztrációs felület, amelyhez a rendszer kezelője férhet hozzá. Az adatbázist rendszeresen frissíteni kell, ehhez nyújt segítséget ez a blokk. A frissítés automatikusan hajtódik végre egy vezérlő fájl segítségével, amelyet a rendszer operátora készít el minden két hétben. Ebben a fájlban benne vannak a régi és az új gyógyszerek adatait tartalmazó segédinformációk. A feltöltéskor a frissítő összehasonlítást végez az új fájl tartalma és az adatbázis között. Ha új gyógyszernevet talál a feltöltő fájlban, akkor azt beteszi az A modulba, a TTS (HIÁNYZIK A FELBONTÁSA!!!) pedig legyártja a kiejtési variációkat a gyógyszer nevére. Ez ad támpontot a beszédfelismerőnek is az új gyógyszer nevének felismeréséhez. Az új gyógyszerek kiejtését később az operátornak módja van ellenőrizni és javítani (ha kell).

Ha új betegtájékoztatót találunk a feltöltő fájl adatai alapján, akkor a frissítő elhelyezi az ehhez tartozó mondatokat a B és C tárbán, majd összehasonlítja a mondatait a mondattár korábbi mondataival. Ha olyan mondatot talál, amelyik nem szerepel ott, akkor azt hozzácsatolja a mondattárhoz, majd a TTS legyártja ennek a mondatnak a szintetizált formáját is (D tár).

A feltöltő fájl a következő információkat tartalmazza:

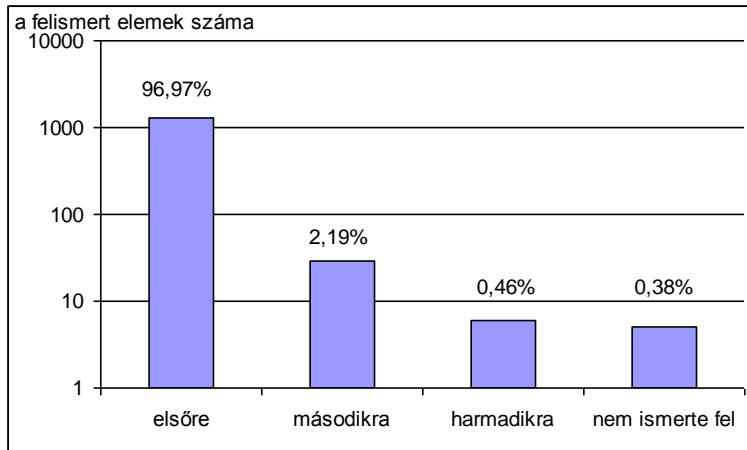
- a gyógyszer fő neve (Algopyrin)
- a gyógyszer teljes azonosítója (Algopyrin 500 mg tableta)
- a fő hatóanyag (Metamizole sodium)
- a gyógyszer engedélyszáma (OGYI-T-07845)
- a betegtájékoztató fájl azonosítója (bh_0000018954_20061024094848.doc)
- forgalomban van /nincs
- vényre/vény nélkül kapható

A rendszertől kérhetők információk a gyógyszertárakon kívül is forgalmazott (például benzinkutaknál kapható), nem vényköteles, de az OGYI által engedélyezett gyógyszerekkel kapcsolatban is.

3. A rendszer minőségének vizsgálata

A gyógyszer-információs rendszer tesztelése két fázisban zajlott: a gyógyszernevek beszédfelismerésének külön vizsgálatát végeztük el laboratóriumi körülmények között, továbbá a teljes rendszer vizsgálatára került sor kis létszámú tesztelővel, a kísérleti üzemelési fázisban (itt tesztelték a beszéd szintetizátort is). Mindkét teszt telefonon történt.

Teszt 1. A beszédfelismerőnek nagy számú gyógyszernevet kell nagy pontossággal felismernie. A tesztben 3 férfi és 3 nő vett részt (életkoruk 30-65 év). Mindösszesen 1321 gyógyszernév felismerési adatait rögzítették a tesztben. Feladatuk az volt, hogy a telefonba be kellett mondaniuk a számukra előírt gyógyszerneveket és figyelni kellett a rendszer válaszát. Ha elsőre megtörtént a felismerés (a gép visszamondta a bemondott szót), akkor tovább kellett lépni a következő gyógyszerre. Ha nem, akkor vissza kellett lépni, és még egyszer be kellett mondani, majd harmadszor is. Ha három bemondás után sem történt korrekt azonosítás, akkor úgy tekintettük, hogy a rendszer nem ismerte fel a bemondott gyógyszert. A teszt eredményeit a 2. ábrán mutatjuk be. 1281 esetben az első bemondásra korrekt felismerés történt, 29 esetben csak a második bemondásra ismerte fel a rendszer a gyógyszert, 6 esetben csak a harmadikra. Öt bemondást nem ismert fel a beszédfelismerő (nem a bemondott nevet mondta vissza egyik esetben sem).



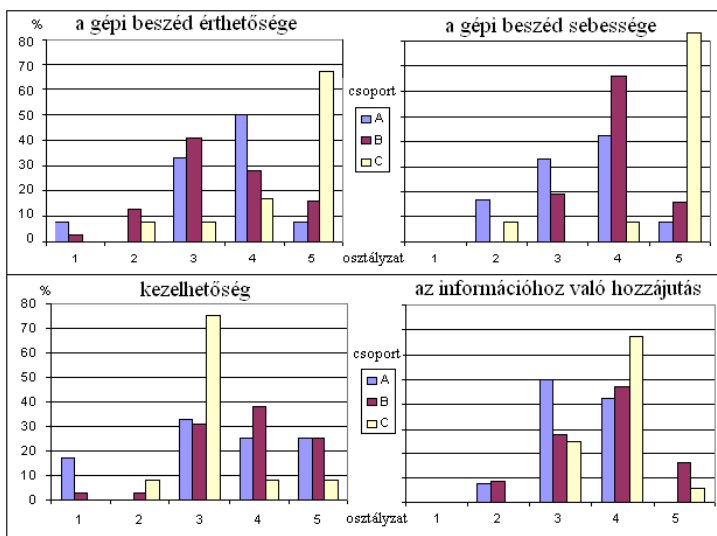
2. ábra

A felismerések eloszlása 1321 gyógyszernev bemondásánál. Vízszintes tengely: hányadik bemondásra ismerte fel a rendszer helyesen a gyógyszer nevét

Teszt 2. A teljes rendszer tesztelése során 4 kérdésre kellett a tesztelőknek válaszolni:

- a beszédszintetizátor érthetősége;
- a gépi beszéd sebessége;
- a kezelhetőség, mennyire felhasználó barát a rendszer;
- az információhoz való hozzájutás sebessége.

A válaszokat 5 fokozatú skálán kértük a tesztelőktől (5 kiváló, 4 jó, 3 megfelelő, 2 gyenge, 1 nem megfelelő). A tesztet 57 személy végezte el. A tesztelőket életkoruk szerint három csoportra osztottuk: A = 25 év alatti (15 személy), B = 25-60 év közötti (33 fő), C = 62 év feletti (12 személy). Minden tesztelő kapott egy listát (12 gyógyszer nevével) és feladatuk az volt, hogy hívják fel a rendszert és próbálják ki a megadott gyógyszerekkel. Minimum 2 fejezetet meg kellett hallgatniuk minden gyógyszerről. Tesztelés előtt nem adtunk semmiféle utasítást a rendszer használatával kapcsolatban. Az eredményeket a 3. ábrán adjuk meg, összesítve, amelyek világosan mutatják az ítéleti különbségeket a fiatal és az idős felhasználók között. Az A csoport rosszabb jegyet adott az érthetőségre, mint a C. A beszéd sebességére vonatkozó mérés szerint a C csoport jónak tartotta a sebességet, míg a fiatalok túl lassúnak ítélték. Ennek a különbségnek a kiküszöbölésére építettük be a rendszerbe a gyorsabb beszéd fokozatot, amit a felhasználó kérhet egy billentyű megnyomásával. A C csoport nagyon jónak értékelte a kezelhetőséget, míg az A csoport kevésbé. A negyedik kérdésre viszonylag kiegyenlített válaszokat adtak a csoportok, ami azt mutatja, hogy kortól függetlenül elégedettek voltak az információhoz való hozzájutás sebességével. Az összesített ítéletek a rendszer jellemzésére az osztályzatok szerint a következők: 1 = 2.25%; 2 = 6.25%; 3 = 30,75%; 4 = 39.25%; 5 = 21.5 %. A tesztelők többsége tehát általánosságban jónak találta a rendszert.



3. ábra.

A gyógyszerivonal rendszer tesztelési eredményei. A vízszintes tengely az osztályzati skálát mutatja, a függőleges pedig az adott válaszok számát százalékosan kifejezve

4. Összefoglalás

A gyógyszerivonal információs rendszer az első komplex, orvosi területhez kapcsolódó, nyilvános szolgáltatás Magyarországon. Ismereteink szerint egyben a világon is az első automatizált, beszéddel elérhető gyógyszer-tájékoztató információs rendszer a teljes lakosság számára. A rendszerrel kapcsolatos tapasztalatok azt mutatják, hogy az ilyen fejlesztések első lépésekén komplex alapkutatást is kell végezni a témával kapcsolatban. Ez több tudományterület összefogását igényli. Ebbe beletartoznak – jelen esetben – a gyógyszergyártó cégek is, akik a betegtájékoztatók szövegét megfogalmazzák. A lakossági, általános felhasználású beszédinformációs rendszerek tervezésénél figyelembe kell venni a különböző korcsoportok igényeit is.

A cikkben ismertetett rendszer 2006 decembere óta működik normál, vezetékes díjszabással. Telefonszáma: +36-1-88-69-490. Hívható éjjel-nappal.

Az információk webről is megkaphatók írásos formában: www.gyogyszervonal.hu.

Köszönetnyilvánítás

A gyógyszerinformációs rendszer kutatás-fejlesztését a GVOP projekt támogatta. Szerződés szám: 3.1.1-2004-05-0426.

Irodalom

- [1] Vicsi, K., Velkei, Sz., Szaszák, Gy., Borostyán, G., and Gordos G., "Speech Recognizer for Preparing Medical Reports", Infocommunication, col. LXI. : 14-21, 2006. Budapest, Hungary
- [2] Grasso, M.A. "The long term adoption of speech recognition in medical applications", Proceedings of the 16th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems: 257-262, 2003

- [3] Henton, C. "Bitter Pills to Swallow. ASR and TTS have Drug Problems" *Int. Journal of Speech Technology*. 8: 247-257, 2005.
- [4] <http://alpha.ttt.bme.hu/speech/hdbMTBA.php>
- [5] <http://alpha.ttt.bme.hu/speech/hdbtesztelen.php>
- [6] *ETSI standard doc.*, "Speech Processing, Transmission and Quality aspects (STQ); Distributed Speech Recognition", *ETSI ES 202 050 v1.1.2*.
- [7] Mihajlik, P., Tobler, Z., Tüske, Z., Gordos, G. " Evaluation and Optimization of Noise Robust Front-End Technologies for the Automatic Recognition of Hungarian Telephone Speech" in *In Proc. International Conference on Speech Communication and Technology*, Vol 1, 2677-2680, 2005 Lisbon, Portugal.
- [8] Young, S., Ollason, D., Valtchev, V., and Woodland P. *The HTK book (for HTK version 3.2.)*, 2002. March.
- [9] Mohri, M., Pereira, F. and Riley M. "Weighted Finite-State Transducers in Speech Recognition", *Computer Speech and Language*, 16(1):69-88, 2002.
- [10] Fegyó, T., Mihajlik, P., Szarvas, M., Tatai, P., Tatai, G., "VOXenter - Intelligent voice enabled call center for Hungarian", *In Proc. Eurospeech-2003*, 1905-1908.
- [11] Olaszy, G., Németh, G., Olaszi, P., Kiss, G., Zainkó, Cs., Gordos, G. "Profivox – a Hungarian TTS System for Telecommunications Applications", *Int. J. of Speech Techn.*, Vol 3-4. Kluwer, 201-215.

Dr. Farkas János
Az Információs Társadalom fogalmának újragondolása

Velem ellentétben Gordos Géza nemcsak beszél az Információs Társadalomról, de tevőlegesen hozzá is járul felfedezéseivel ennek kibontakozásához. Soroljuk fel, mi mindennel foglalkozott már: fázishasítók tervezése, szűrő nélküli torzításmérés, adatátvitel, távközlő rendszerek kivezérlés-elmélete, beszéd- és beszélőfelismerő és beszédszintézisrendszerek, az idővetemített távolság és átlag fogalmának megalkotása, zajgenerátor stb. 1994-től pedig az Információs Társadalom hazai tervezésével, stratégiai kérdéseivel is intenzíven foglalkozik. De talán nem lesz mégsem ünneprontó, ha születésnapja tiszteletére én néhány kérdőjelet illesztke az Információs Társadalom fogalmához. A megismerés úgy megy ugyanis előre, ha időről-időre felülvizsgáljuk korábbi ismereteinket és kicseréljük, megvitátjuk eszméinket.

A 2002-ben megjelent könyvemnek az a címe, hogy Információs társadalom vagy tudástársadalom? Nem véletlenül írtam a cím végére a kérdőjelet. Már akkor gyanús volt nekem, hogy valami baj van az „információs társadalom” elnevezéssel. Az azóta eltelt években ezt a problémát próbáltam meg végiggondolni. Arra jöttem rá, hogy a tudomány- és technikatörténet számos olyan helyzetet ismer, amikor a kutatás megakad valahol. Ilyenkor nincs más megoldás, mint vissza kell menni az alap kutatás korábbi fázisaihoz és onnét kell újra elindítani a gondolkodást és a vizsgálódást. Ez nem más, mint a zsákutcák kikerülésének a technikája. A Népszabadságban közölt (1) írásomban, amely 2006 nyarán jelent meg, néhány nagy technikai felfedezés kapcsán (televízió, rádió, lézer, tranzisztor) ezt a kikerülő, újragondoló mechanizmust már ismerttettem. Ennek lényege, hogy a korábban elvégzett kutatásokat újraértelmezzük és iránymódosítást hajtunk végre.

Nos, nézzük az „információs társadalom” ma már nagyon divatos fogalmát. Helyes-e ez az elnevezés? Szerintem nem. Az elmúlt évtizedek szakirodalmi erőltette ránk ezt a fogalmat. Úgy állítják be a szakírók, mintha az emberiség tudati fejlődése a teljes tudatlanságtól a legteljesebb informáltságig haladna. Azt érzékeltetik, mintha mostanában érnék el az „információs társadalom” szakaszába, ahol – az informatikai eszközök elszaporodása és jelentős hatékonysága miatt – az anyagi termelés és a társadalmi fejlődés fő erőforrása már nem a fizikai munka, hanem a szellemi munka valamint a technikai eszközökkel (mobiltelefon, Internet, email, számítógép) felgyorsított és bővített kommunikáció lenne. Ebben a történeti folyamatban a csúcspont tehát az „információs társadalom”. Az én álláspontom viszont az, hogy már az ősi, primitív társadalom is „információs” volt. Sőt ez volt valójában az „információs társadalom” és nem a mai. Ahogy Marx, Hegel fejére állított filozófiai rendszerét a talpára állította, úgy szeretném én is megfordítani a mára kialakult gondolkodást. Az „információs társadalom” szerintem nem a csúcspont (vagy végpont), hanem a kiindulópont az emberiség fejlődésében. Álláspontom kifejtéséhez azonban legalább három fogalmat kell pontosan meghatároznunk és értelmeznünk: ezek az „információ”, az „ismeret” és a „tudás” fogalmi. Szerintem ezek egy fejlődési sorban helyezkednek el, ahol az információ a legalacsonyabb, az ismeret a közepes, a tudás pedig a legmagasabb, legfejlettebb szellemi termék.

Ha nagyon akarjuk, az ókori társadalmakat is felfoghatjuk tudástársadalmakként. A régi Izraelt, a vallási törvényként működő, Tóra-tudás strukturálta. Az ókori Egyiptom társadalmában pedig vallási, csillagászati és mezőgazdasági tudások szervezték az életet. Ezek alapozták meg az uralkodók tekintélyét. Gutenberg a korábban kialakult íráshoz talált technikai rögzítési és sokszorosítási eszközt, amikor felfedezte a könyvnyomtatást. Előtte is, akkor is, azóta is mindenféle társadalmi csoport és társadalmi szerep függ a tudástól és közvetítésük is tudáson, – amelyet egyre újabb és hatékonyabb technikai eszközök

továbbítanak - keresztül történik. A „tudás” tehát az emberiség történetén végighúzódo fogalom.

Mivel a társadalom alapkategóriája a tudás, így a társadalom mindenfajta tárgyalása, csak a fogalom definiálása után végezhető el. A társadalom változásai (fejlődése) és törvényszerűségei, tehát csak a tudáshoz vezető dinamikus megismerési folyamat pontos leírásával és modell analógia alapján való társadalmi megfeleltetésével tehető meg.

Azonban a „tudás” az „információból” származik, tehát utóbbi megelőzi az előző fogalmat. Sőt, az „információ” előbb „ismeretté” válik, majd ennek alapján emelkedik a „tudás” szintjére.

A tudás fogalmát egy olyan társadalmi rendszermodellben kívánom értelmezni, amelyben a struktúra-változás és a működés egyenértékűségének törvénye érvényesül. Ebben a modellben a megismerés az információból indul ki, majd az ismereten át a tudáshoz vezet. A megismerés útja tehát dinamikus, visszacsatolásos körfolyamatnak bizonyul.

Ezért axiómának tekintem, hogy az anyag = energia = információ (ma már többnyire elfogadott) ekvivalencia triád alapján kimondható, hogy minden társadalom információs. E triád-tézis nemzetközileg is egyik első megfogalmazásójár Balogh István (2). Ez tehát nem lehet differencia specifikuma, így elnevezése egyetlen kitüntetett társadalmi formának sem. Vagyis az „információs”, vagy akár az „információ alapú” társadalom elnevezés semmitmondó.

Miért mondhatjuk azt, hogy minden társadalom információs? Az az igazság, hogy az információhoz, még társadalom sem szükséges, mivel az anyag/energia/információ ekvivalenciája axiómából következően az információ az anyag alaptulajdonsága. Tehát ha nincs ember a világmindenségben, információ akkor is van. Az atomi anyagrészek rezgése, a kozmikus csillag és bolygórendszerek mozgása, a növények és állatok létezésének ezernyi vonatkozása jeleket bocsát ki a környezetbe. Persze, ha még nem létezik ember, akkor ezek a jelek nem alakulnak át információvá. Csak az ember fogja fel információként az élettelen és élővilág megnyilvánuló tulajdonságait. Ez a felfogási folyamat teszi „ismeretté” az élettelen anyag, avagy az élővilág objektumai által kibocsátott jelet. A szél és az állatok hangja, a virágok, növények színe, a táplálékok íze és szaga, a kövek formája önmagukban csak jelek, de az emberben információvá válik. De a külvilágról kapott tulajdonságok nemcsak információvá, hanem ismeretté is átalakulnak, ha az oksági összefüggéseket kereső ember rendezzi az információkat.

Ismeretté tehát csak azok az információk válnak, amelyek referencia, vagy vonatkoztatási struktúrák által keletkeznek. A referenciát, a vonatkozási rendszert az ember jelenti. Szemléletesen mondhatjuk, hogy: „az ismeret az ember által feldolgozott és strukturált információ”.

Hagyományos fizikai analógiára hivatkozva, az információ talán a testek helyzeti, másképpen potenciális energiájának felelhet meg leginkább. Itt érhető tetten az élettelen és élő rendszerek különbsége. Az élettelen rendszerek helyzeti állapotukból önállóan nem képesek tovább strukturálódni, azaz önálló működésre képtelenek. Ez Newton alaptörvényének magyarázata, mely szerint: „Minden magára hagyott test, csak erő hatására képes megváltoztatni mozgásállapotát.”

Így jutunk el az élettelen rendszerektől az élő rendszerek újfajta sajátosságaihoz, amelyek megmagyarázzák az élő rendszerek nem-newtoni, önálló mozgását. Az információba rejtett potenciál felszabadítása, kiszabadítása az ember sajátos feladata.

Az élő rendszerek pedig a struktúrák további strukturálódása (működése) során multi-struktúrákká alakulnak. A multistruktúra olyan képződmény, amely az atomi világ (fizika, kémia), az élővilág (biológia, fiziológia) és az emberi világ (humán tudományok) szerkezetei nek egymásra rétegződéséből áll elő. Ennek során az információból ismeret szabadul fel. Az „ismeret” mozgásba hozott, dinamizált „információ”, amely a benne rejtett potenciált multi-struktúrává alakítja át. Az alacsonyabb és magasabb struktúrák tanulmányozását különböző szaktudományok végzik. A megismerés folyamata tehát a természettudományoktól a humán tudományokig terjed. Az átfogó szintek matrjoska babákra egymásba illő sorozatára hasonlít az életteltől az életig terjedő folyamata, ahol az ember tisztán mentális élete fogja át az összes többi. Ez utóbbi adja a sajátos emberi (társadalmi) létformát, amelyet az ember intellektuális szenvedélyei keltenek életre, kulturális örökségének táptalajából.

Az anyag/energia/információ bázisán felépített „társadalmi modell” (multistruktúra) a fejlődésnek már azt a szintjét képezi le, ahol az elemi jelek (információk) az ember által rendezett, majd megértett ismeretekké, azaz tudássá alakulnak át. Az általam felvázolt társadalmi modell alapjának a „strukturális energiát”, azaz a struktúrákban megtestesülő energiát tekintem. Az említett ekvivalencia triád alapján már láttuk, hogy az energia egyfelől azonos valamiféle (társadalmi) anyaggal, másfelől az információval. Az információ, jelekkel átadható és átvehető, „ismeretelem”. Az információs rendszer egyszerű elemi struktúrája tehát az ismeret, amely információkból és tapasztalatokból felépített, strukturált, rendezett tudás. A tudás pedig az ismeretek multi-struktúrája, amely azonban képes a visszacsatolási folyamatban, egy magasabb struktúra szinten, információvá válni.

A tudás nemcsak a szakmai ismeretekkel való rendelkezést, hanem valamiféle képességet is jelent. Szerzett ismeretek összessége. A tudás a megértett információ és ismeret, amely éppen a megértés révén vezethet el bennünket a cselekvő tudáshoz. (Az információ a rendszer, eleme az ismeret. Az ismeretrendszer multistrukturálódása pedig a „tudást” állítja elő.)

Igaz, de triviális állításnak nevezem tehát azt a gyakori kijelentést, hogy minden társadalomban információ áramlik. A lényeg abban foglalható össze, hogy a különböző „fejlettségű” társadalmakat éppen az ismeret-, illetve a tudás áramlása különbözteti meg egymástól. A fejlődés, a fejlettség így válik irányított fogalommal, amely strukturális alapokon nyugszik.

Egy rendszerben áramló információ, ismeret, tudás sebességét mindig a rendszer struktúrája határozza meg, éppen azért, hogy a már kialakult multi-struktúrával mennyire izomorf (mennyire illeszkedő) az éppen beépülni kívánó új struktúra. Ez jól definiálható és „mérhető” a tudás bővülése (kumulativitása) fogalmával, amely mind az egyénre, mind a társadalomra nézve igaz. Ha mód nyílik az egyéni kreativitás általánosítására, (azaz, ha az egyének tudása jelentősen gyarapszik), akkor joggal bevezethetővé válna a „kreatív társadalom” fogalma is. De ennek feltétele, hogy az információ előbb ismeretté, majd tudássá váljék, s felgyorsuljon ezek áramlása is.

Ha mindaz igaz, amit idáig hipotetikusán felvázoltam, akkor a mai kor szokatlan és forradalmian új jelenségei is újszerű értelmezést tesznek lehetővé. Az ipari társadalmat felváltó formációt ma gyakran Információs Társadalomnak nevezik, mondván, ez olyan társadalom, amelyet az információrobbanás jellemez. Javasolt modellünk szerint (amelyet

Dénes Tamás matematikus barátommal egy készülő könyvben most dolgozunk ki) a társadalom multistruktúrákból áll, amely strukturális memóriaként halmozódik fel.

Azt állítom, hogy amit ma előszeretettel információrobbanásnak és globalizációnak neveznek, valójában nem strukturális változások. A helyzetet az aranymosáshoz tudnám hasonlítani. Az információk megatonnáiból – erős munkával is - csak nagyon kevés tudásanyagot lehet kivonni. Vagy vegyünk egy másik példát: az Echeleon nevű nemzetközi elektronikus kémrendszer az információk hatalmas áramából választja ki a nemzetközi terrorizmusra utaló jelek részhalmozát.

Azt gondolom, hogy a modern (posztmodern) kor változásai nem az információs társadalomhoz vezetnek, mert az ismeretek történetileg kumulálódó rangsora nem felel meg annak a sorrendnek, amelyet ma széles körben hirdetnek és elfogadnak. A szakértők többsége szerint e sor elején (a preindusztriális társadalmakban) a tapasztalati alapú ismeretszerzés áll, amely korunkban információs robbanásba torkollik. Szerintem éppen fordítva van: minél egyszerűbb egy társadalom, annál inkább csak információk alapján működik. A társadalom fejlődésével együttjáró megismerés során viszont az információk „ismeretté” alakulnak át, amelyekből a mai modern/posztmodern korban alapvetően a „tudás” minősége bontakozik ki. Persze itt nem egyszerűen az egyének fejében képződő információ/ismeret/tudás hierarchikus sorra, hanem a társadalomban történő tömeges elterjedésének, bővülésének folyamatára gondolok. A „társadalmi tudat” megy át ezeken a fejlődési szakaszokon azon mechanizmusok révén, hogy egyre több ember fejében válik tudás az elemibb információkból és a kevésbé elemi ismeretekből.

Az „információ” és az „ismeret” (és főleg a „tudás”) ellentmondásos viszonyban állhatnak egymással. A mai állapotot gyakran nevezik „információrobbanásnak”, pedig ez semmiképpen sem jelent „ismeretrobbanást”, vagy „tudásrobbanást.” Az információ (amelyben sok redundancia is van) többszöröződik, de a tudás nem. Feltehetően az egyes emberek gondolkodása az evolúció során nem fejlődött, csak technikai eszközeink, az információt feldolgozó segédeszközeink javultak erőteljesen.

Ezekkel a gondolatokkal kívántam tisztelni Gordos Géza tudósi és emberi teljesítménye előtt, kívánva neki további tervei megvalósításához sok sikert és ehhez jó egészséget. Nevezük bármiként a mostani és az előttünk álló történelmi periódust, Gordos Tanár Úr jelentősen hozzájárul ennek kibontakozásához.

Irodalomjegyzék

1. Farkas János, „Serendipity. Utazás az ismeretlenbe” Népszabadság, 2006
2. Balogh István, A társadalmi információ– Gondolat, Budapest, 1979.

Z. Karvalics László:

Telpak, Telstar, Carterfone. Az információs társadalom kialakulásának telekommunikációs metszete (1956- 1968)

1. A telekommunikáció az információs társadalom kontextusában. Egy göröngyös fogalomtörténeti útról

Jean-Jacques Servan-Schreiber 1967-ben tette közzé nagy figyelmet kiváltó intellektuális botránykönyvét, „Az amerikai kihívást”, amely az információs társadalom egyik legkorábbi európai percepciójának tekinthető (még „poszt-indusztriális társadalomnak” nevezve azt). A francia újságíró (Servan-Schreiber, 1967) elsősorban a számítógép-ipart ill. a számítógépek felhasználását, a korszerű menedzsment-módszereket és az oktatás ill. a képzés szerepét emelte ki az amerikai versenyelőny okaként (Z. Karvalics, 2007a). Nem véletlen, hogy amikor néhány év múlva, 1976-ban a francia köztársasági elnök, Valéry Giscard d’Estaing megbízást ad a Simon Nora és Alain Minc, által vezetett szakértői bizottságnak, hogy gondolja újra Franciaország jövőjét, akkor a számítógépek ill. az alkalmazások világát javasolja kiindulópontnak.

A jelentését két év múlva közlétező bizottság (Nora-Minc, 1978) ennél többet végez. Részint azt a folyamatot állítja a középpontba, amelynek révén a számítógépek tömegesedésével megszülető új kultúra elterjed a társadalomban (ezt hívják a szerzők informatizálásnak – *l’informatisation*), másrészt felismerik, hogy a számítástechnika (informatika) jövője szorosan összefonódik a távközléssel (telekommunikáció), és a „közös minőség” leírására megalkotják a telematika (*telematique*) kifejezést. Ehhez kapcsolódva nem hagynak kétséget a döntéshozók számára, hogy elmaradott, fejletlen távközlési rendszerrel esély sincs a felzárkózásra. A francia telefonhálózat és ellátottság a hetvenes évek közepén siralmas képet mutatott az amerikaival való összehasonlításban¹, hiszen a lakossági igényekre érzéketlenül elsősorban kormányzati és üzleti célú infrastruktúrának tekintették, szigorú monopólium-környezetben.

A jelentéssel valóságos bomba robbant, messze ható következményekkel. Az ajánlásokat megfogadva Franciaországban grandiózus állami távközlés-fejlesztési projekt indult, technológiailag a legmagasabb színvonalon, politikailag tartós támogatást élvezve². Ennek eredményeként nemcsak a felzárkózásig jutottak, hanem a videotextet forradalmasító Minitel-rendszer révén az Internet detonációját messze megelőzve sikerült tömegesíteni az online hálózati kultúrát is³.

Evvel párhuzamosan kapott nagy lökést a telematika, mint a jelfeldolgozás és a jeltovábbítás szomszédvárait összekötő tudományos és technológiai paradigma. S noha a számítástudomány és a távközlés szakemberei valójában már az ötvenes évek közepétől

¹ 1970-ben az amerikai háztartások 87%-ának volt már telefonja, míg Franciaországban ez az arány 15%. Európa listavezetői, Svédország és Svájc ezidőtájt a 40-ot ostromolták, alulról. A francia politikai környezetre ld. (Fletcher, 2002).

² A második világháború után kialakult francia gyakorlatnak megfelelően a legátfogóbb, legnagyobb méretű stratégiai programok (*les grand projets*) kiemelt figyelemre tartottak számot, finansziális, jogi és politikai értelemben is.

³ Az már más kérdés, hogy aztán éppen a fejlett Minitel-rendszer miatt mekkora fáziskéséssel lépett át az Internet-korszakba Franciaország

dolgoztak együtt közös fejlesztéseken, a telematika mégis ekkor került be a szakmai szótárakba, s rögtön szervezni is kezdte a diskurzust, az egyetemi oktatástól a tudományos kutatáson át az üzleti kommunikációig⁴.

De nemcsak a mérnökök, hanem a társadalomtudomány is felfedezte magának a kifejezést: 1978-as „Behuzalozott társadalom” (The Wired Society) című könyvének új kiadását 1981-ben már Telematic Society néven jelentette meg James Martin (Martin, 1981), és az információs társadalom irodalom korábbi számítógép-túlsúlyát ellensúlyozandó néhány évig a távközlés oldalára billent a mérleg. Elterjedt a „telekommunikációs társadalom” (*telecommunication society*) terminus (s kicsit később elékerült még a „globális” jelző is). Az információs társadalom irodalom „klasszikusa”, Yoneji Masuda egyenesen az 1975-ben indult svédországi TERESE-projektet⁵ tekintette az információs társadalom egyik „modell-tapasztalatának” (Masuda, 1980).

A „telematika” kifejezés fénye lassan megkopott (helyét a diadalmas, de pontatlan⁶ info-kommunikáció vette át), de annyi szerepe még volt, hogy gyűjtőanyagot szolgáltatott az Európai Unió éledő információs társadalom politikájához. Horribile dictu: a politikai nyelvhasználatban a távközlés liberalizációja rövid időre egyenesen összecsiszolt az információs társadalommal, a kilencvenes évek elejét meghatározó német erőpolitikusnak, Martin Bangemann-nak köszönhetően. Hasonlóképpen, de egészen más megfontolásból helyezte a távközlési infrastruktúrára a hangsúlyt az Albert Gore által az egészen világon népszerűsített információs szuperstráda (*information superhighway*) fogalma⁷.

Ezt követően azonban egy évtized alatt még a távközlés hagyományos mutatói (ellátottság, háztartások lefedettsége, helyi, távolsági és nemzetközi hívások száma és ezek tarifái) is szinte eltűntek a friss információs társadalom statisztikákból és readiness-vizsgálatokból, hogy a helyükre a mobiltelefon penetrációs adatai, az Internet-hozzáférés, illetve ma már mindinkább a szélessávú vonalak és használóinak számai kerüljenek. A hagyományos telekommunikációs mutatók és témák népszerűsége úgy esett egy nagyságrendet, hogy eközben a divatos fejlesztési irányok és „architektúrák” lényegüket tekintve telematikai szuperrendszerek. Gondoljunk csak a mobil számítástechnikára (*mobile computing*), a beágyazott rendszerek újabb alakváltozatának tekinthető (*pervasive computing*, *ubiquitous computing* vagy *ambient intelligence*) megoldásokra vagyis a mindent körülölelő online kommunikációs és tranzakációs környezetekre, esetleg a szenzorhálózatokra (*sensory networks*). Emögött már az információs társadalom új, fejlettebb szakaszát és az annak technológiai felhajtóerejeként munkáló integrációs földmozgásokat láthatjuk kirajzolódni.

Mielőtt azonban információs társadalmi szempontból „leírnánk” a távközlést, érdemesnek látszik félszáz évet visszaugrani az időben. A következőkben azt igyekszem bemutatni, hogy milyen szerepet játszott az információs társadalom megszületésekor a távközlés mint „alrendszer”, s hogy az erről szerzett történeti tudásunk ismeretében vajon

⁴ És ennek a magyar recepciójában az egyik pionír kétségkívül Gordos Géza.

⁵ TERESE = Projects for Telecommunications and Regional Development. A svéd program egyenesen a távközlésfejlesztésre fűzte fel a vidék társadalomfejlesztésének kulcskérdéseit.

⁶ A kifejezés azt sejteti, mintha azonos értékű információs és kommunikációs tartományra volna osztható a médiatér. Valójában az információs jelenségsaládnak csak része a kommunikációs jelenségek világa, így a kifejezés eltérő minőségeket és absztrakciós szinteket présel össze. A telematika fogalma mentes volt e belső ellentmondástól.

⁷ A kilencvenes évek közepén a meginduló nemzeti információs társadalom gondolkodásban ezért találunk nagy számban távközlési szakembereket és mérnököket a stratégiai kezdeményezések résztvevői illetve a dokumentumok szerzői között. Magyarországon Gordos Géza mellett említsük meg Lajtha György, Horváth Pál, Sallai Gyula, Nagygyörgy Imre, Fodor István, Zombory László vagy Krupanics Sándor nevét.

kerül-e új megvilágításba valami, az eddig bemutatott fogalomtörténeti útból. Mindehhez – majdani történelemkönyvek számára – néhány kronológiai ajánlást is megfogalmazok.

Ezen összegzéshez az információs társadalom „szülőházájába”, az Amerikai Egyesült Államokba kell látogatnunk, a múlt század nagy átalakulásaitól terhes ötvenes és hatvanas éveibe.

2. A távközlés, mint indikátor. Az információs társadalom kialakulásának geográfiája és dinamikája

1961 elején az Egyesült Államoknak körülbelül 180 millió lakosa van, rájuk nagyjából 70 millió telefonvonal esik. Az év végére sikerül elérni az (ezer főre vetített) 40%-os ellátottságot, s ez ugyanakkor már a háztartások mintegy 80%-ának lefedését is jelenti.

Ha arra a kérdésre keressük a választ, hogy miért az Egyesült Államokban és miért a hatvanas évek legelején alakul ki az információs társadalom, akkor egy összetett gazdasági, társadalmi, kulturális és politikai tér számos jellemzőjét kell egyidejűleg megvizsgálni. Talán egyik adat sem mutatja azonban annyira látványosan az USA és a világ többi része („rest of the world”) közti különbséget, mint éppen a telefon-ellátottság. Miközben néhány fejlett országban az ellátottság a 30%-ot ostromolja⁸, a Föld lakosságát tekintve a hatvanas évek végére is alig jut el a 4-ről az 5%-ra ez a mutató. A második világháborút követően közel két évtizeden át igaz ez az állítás úgy, hogy az Egyesült Államokban van a világ összes telefonvonalának több, mint a fele⁹.

Ezen a hálózaton ráadásul elképesztő a forgalom: 1958-ban napi 242 millió helyi és közel 10,5 millió távolsági hívás áramlik át rajta – egy hívást egyetlen üzenet-egységnek véve 91,4 milliárd egyetlen évben, vagyis fejenként évente körülbelül félezer¹⁰ (Machlup, 1962). A lefedettség mintázata és az „áramlások” mennyiségi rajzolata azonban korántsem egyenletes. Az információs társadalom urbanizációs „termék”¹¹: az 50 ezer lakos feletti amerikai városok esetében a számok jóval magasabbak az országos mutatóknál, szinte kivétel nélkül 50% feletti. 1959-ben Washington DC az amerikai telefon ellátottsági átlag majdnem kétszeresét mutatja (71,4%)¹², s már a majd „Európanyi” keleti parti Megalopolis (a Boston-környéktől Nyugat-Virginiáig terjedő, erősen homogenizálódó térség) egésze is 50% felett áll. Ide koncentrálnak a telefonbeszélgetések, itt találjuk az üzenetforgalom legnagyobb sűrűségét (*density*). New York és Boston a bemenő hívások két nagy „hub”-ja, a telefonforgalom egyfajta elosztó központjai. Megalopolis első krónikása, a francia Jean Gottmann veszi észre, hogy a kommunikáció áramának nagy része az ún. „fehérgalléros hivatásokhoz” (a megerősödő információs szektorhoz) kapcsolódik, még akkor is, ha egyedül Manhattanben magasabb az üzleti vonalak száma a háztartásokénál. A forgalomelemzésből az

⁸ 1959-ben: Svédország (34%), Kanada (29,6%), Svájc (28,3%), Új-Zéland (27,5%) (Gottmann, 1961).

⁹ 1959 január 1.-én közel 67 millió installált telefonvonal van az USA-ban, ez a világ összes vonalának 53,4%-a. Ez 100 főre 38%-os ellátottságot jelent (miközben a világ: 4,3%-on áll). (Gottmann, 1961). 1963-ra a világ telefonvonalainak a száma majdnem eléri a 160 milliót, ennek több mint fele (81 millió) még mindig az Egyesült Államokban van (Webb, 2000).

¹⁰ Összehasonlításul: 1958-ban 33,6 milliárd postai küldeményt kézbesítenek, a telefonbeszélgetések és a postai küldemények 1945-ös 2/3 – 1/3 -os aránya 1961-re éri el a 3/4 - 1/4 -es arányt. Mindkét adatsort ld. Machlup, 1962: 276 ill. 287.o.

¹¹ Olyannyira az, hogy Jonscher (1981) számításai szerint 1980-ra az amerikai távközlési szektor mérete egymagában is meghaladta a teljes amerikai agrárgazdaságét.

¹² Összehasonlításul: A világon egyedül Stockholm (59%) és a „tiszteltbeli” amerikai Toronto (49%) tud hasonló százalékot produkálni, olyan világvárosok mint London vagy Párizs még a 40%-ot sem tudják ezidőtájt elérni. (Gottmann, 1961: 591)

is kiderül Gottmann számára, hogy a telefonhívások nemcsak a gazdasági és a kormányzati, de a társas (szociális) és családi kapcsolatokat is reprezentálják¹³.

A telekommunikáció mozgásban lévő jeltömege mögött valóban az eleven társadalom áll. A kölcsönös összekapcsoltság által lehetővé vált kommunikációs sűrűség-növekedésből számos áttételen keresztül jobb koordináció, magasabb gazdasági teljesítmény, erősödő demokrácia-állapot fakad: a technológia segítségével a társadalmi érintkezésből származó transzformációs erő nő meg. Phillips Cutright nevezetes tanulmánya (Cutright, 1963) kortársként igazolta, hogy a kommunikációs index (az interkonnektivitásnak a telefonellátottság alapján kiszámolt mértéke) szorosan együttmozog az oktatási index-szel és a gazdasági fejlődéssel (amit a végzettséggel illetve a nemzeti össztermékkel fejeznek ki), valamint a városiasodottság mértékével (urbanizációs index). A kommunikáció, nem utolsósorban, az ország politikai fejlettségének, a demokrácia-állapotának is talán a legjobb mérőeszköze¹⁴. Az, hogy mennyiben ok és mennyiben következmény a telekommunikáció fejlettsége, és hogyan „szálazhatóak” szét a rendkívül összetett kereszt-viszonyok, ahhoz még számos módszertanilag megalapozott kutatás eredményét kell bevárunk. Az azonban bátran állítható, hogy az információs társadalom „terjedésének” jó „segédmutatója” a távközlés fejlettsége.

Japán és Európa első „utolérői” (Svédország, Svájc és Luxemburg) a nemzeti össztermék vagy a lakosság végzettsége szempontjából már régóta összemérhetőek lettek volna az Egyesült Államokkal, de csak akkor zárkóztak fel végképp (a hetvenes évek elején ill. második felében), amikor elérték a kritikus telítettségi szinteket a távközlésben is¹⁵. A hatvanas évek elején, a feszült hidegháborús közegben, a Szputnyik-sokk árnyékában, a Szovjetunió és a „szovjet blokk” országainak imponáló tudományos és felsőoktatási (és néhol gazdasági) eredményeinek ismeretében tűnt volna a vészes leszakadásuk tételét a távközlési elmaradottság alapján megfogalmazni, de visszatekintve bizony ugyancsak helytálló megállapításnak tarthatjuk ezt¹⁶. (Nem véletlen, hogy az 1989-es rendszerváltásokat

¹³ Egy későbbi számvetésében, amelyben mellesleg először írja le az „information-based society” terminust, a francia szerző (Gottmann, 1977) még tovább megy: azt bizonyítja be, hogy az új telefonhasználati módok és mennyiségek részben okai is az urbanizációnak (különösen az 500 ezer feletti lakossal rendelkező „big cities” esetében), katalizátorai a városi terek átalakításának és ezen keresztül a térhez és időhöz kötődő intézményi struktúrák átalakításának. (Ezért is különös, hogy a telekonferenciát, mint a fizikai jelenléte kiváltó technikát nem tartja „realisztikusnak”).

¹⁴ Cutright után húsz évvel a nagy tekintélyű kommunikációkutató, Ithiel de Solla Pool mutatja ki, hogy mindig a szabadság erői indulnak növekedésnek, amikor a kommunikáció eszközvilága könnyen hozzáférhető, decentralizált és elosztott, és a központi ellenőrzés erősödik, amikor ez az eszközvilág monopolizált, koncentrált és ritkasága miatt nehezen hozzáférhető. (Pool, 1983:5) Újabb tíz év múlva, még a hálózati világ detonációja előtt, 1993-ban Christopher R. Kedzie vizsgálta meg a négy akkori vezető levelezőhálózatot (Internet, BITNET, FidoNet, UUCP). Arra a nagyon határozott eredményre jutott, hogy az interkonnektivitás és a demokrácia kapcsolata nem egyszerűen alapvető és lényegi, hanem a kölcsönös összekapcsolhatóság mértéke egyenesen a demokrácia-állapot legfontosabb korrelatív párja, fontosabb és pontosabb, mint bármely hagyományos szempont (iskolázottság, egy főre eső GDP, életkor-kilátások) (Kedzie, 1997) Magyarul minderről részletesebben: (Z. Karvalics, 2000).

¹⁵ Ennek nem mond ellent Ganley állítása, aki 1979-es Siemens-adatok alapján azt igazolta, hogy a GDP és a 100 lakosra jutó telefonok számának összevetése azt bizonyítja, hogy a „gazdago országoknak sűrű az ellátottsága” (Which came first: the money or the telephone? (Ganley, 1989: 108.o.). Ekkorra ugyanis lejajlottak már a korábban elmaradó „gazdag” országok távközlési fejlesztései.

¹⁶ Nyilvánvaló, hogy a távközlési ill. az információs mozzanat csak egy elem egy összetett rendszerben, de nem akármilyen: Shane (1994) elemzése szerint egyenesen az információs

követően az érintett országok néhány év alatt évtizedes lemaradásokat pótolnak be a távközlésfejlesztésben).

3. Élet egy monopólium árnyékában

Az Egyesült Államok annak ellenére tudta megteremteni és megtartani látványos világelsőségét, hogy a telekommunikációs piacot paradox módon, tartósan és többszörösen is gúzsba kötötte az ellentmondásos Bell-monopólium.

Az American Telephone and Telegraph Company (AT&T) és kiterjedt társ-vállalati hálózata (a Bell Systems) „természetes monopóliuma” birtokában behemótként nehezedett a távközlési üzletág teljes spektrumára. A távolsági beszélgetések piacát majdnem a század végéig szinte kizárólagosan birtokolta. A helyi hívások felett – a nagyszámú „független telefonvállalat” ellenére – tartósan 80-90 körüli túlsúlyt élvezett. Az operatív szolgáltatás területén, leányvállalata, a Western Electric, volt az amely a telefonkészülék-szegmensben, kizárta a riválisokat, ráadásul üzleti modellje (a végkészülékeket cégtulajdonban tartották, a felhasználók havidíjért bérelték azokat), erős extraprofitot biztosított.

A verseny hiánya azonban nem volt akadálya sem az ellátottság folyamatos növelésének, sem a jó minőségű szolgáltatásnak, sem a „belső” innovációnak. A tárcsázós készülékek helyét a hatvanas évek elejétől komótosan elkezdtek átvenni a nyomógombosak, majd elterjedt az üzenetrögzítő használata. 1956-tól lehetővé vált a távolsági hívások operátor nélküli, közvetlen bonyolítása, amelyet *Brooks* (1975: 249-250) a háború utáni periódusnak a szolgáltatást leginkább befolyásoló vívmányaként értékeli. 1959-ben elindult az átállás az elektronikus kapcsolásra, 1961-ben átadták az első digitális átviteli rendszert, amely rövid idő alatt a *Crossbar-korszakhoz*, a távközlési alapszolgáltatások majdnem teljes automatizálhatóságához vezetett, a kapcsolásokat végző operátori munkakörök végleges megszüntetésével. Ugyancsak 1961-ben kelt életre a *Centrex-rendszer*, amellyel a zárt vonalas, közvetlen hívású munkahelyi telefon-alhálózatok kezdtek megkönnyíteni a vállalati belső kommunikációt. A vezetékes telefonálás mai komfortvilágát teljessé tevő, az előfizetői állomáshoz vezeték nélkül csatlakozó és meghatározott körzetben mobilitást biztosító cordless készülékek 1967-ben debütáltak¹⁷. Néhányan felteszik a kérdést, hogy vajon a Bell társaság nem a kilencvenes évek elejének „információs szupersztrádáját” építette-e már a hatvanas évek elején is? Kétségtelen, hogy a Bell társaság 1961 januárjában *TELPAC* néven meghirdetett szolgáltatása, olyan elektronikus autópályák (*electronic highways*) építését ígérte, amelyeken a legkülönbözőbb kommunikációs tartalmak lesznek közvetíthetőek „multipont” eléréssel – ezt azonban inkább egy marketing-célú üzenetnek kell tekinteni, amely fizikailag valójában *TELPAC* kóddal megjelölt kapcsolóelemeket és *TELPAC*-ra keresztelt új tarifakombinációkat jelentett.

A monopólium szigora leginkább az alternatív átviteli megoldásokban és a készülék-ill. szolgáltatásfejlesztésben blokkolta a versenyt. Az intolerancia itt elképesztő szélsőségekké jutott¹⁸: A monopóliumát biztosító rendelkezéseknek arra a pontjára hivatkozva, hogy nem kerülhet „idegen” elem a rendszerébe, 1956-ban jogi úton „kivégezte” a jámbor, 1921 óta a piacon levő és első harminc évében körülbelül 100 ezer eladásig jutó *Hush-A-Phone*-t. Ez egy

kontrollmechanizmusok tarthatatlansága roppantotta meg a Szovjetunió stabilnak hitt gazdasági és politikai hatalmát.

¹⁷ Az AT&T olyan csúc-szervezetekre is képes volt, mint az 1964-es világkiállítás Bell standján bemutatott képtelefon (*Picturephone*), amely azonban nehézsége és drágasága miatt (valamint a hálózati hatás hiányában) csak sok évtized múlva lehetett valósággá – a maga korában hatalmas ráfizetést eredményezett.

¹⁸ A témáról szóló gazdag, kronologikus elemzést ld. Cantelon (1995)

akusztikus készülék-kiegészítő, amely a beszélgetés hangerejét csökkentette a környezet számára, tudatosan erősítve egyúttal a készüléket használó „privacy”-jét is. Ugyanúgy bántak el a világháború után katonai fejlesztésből a polgári alkalmazás felé törekvő *Jordaphone*-nal is: A nagyvállalat bíróságon támadta meg az egyszerű kihangosító-szerkezetet, ami egyidejűleg többek számára tette lehetővé a vonal túloldalán lévő beszélő hallgatását. S noha az 1949 és 1954 közt folyó pert végül az innovatív cégecske nyerte, ám ugyanúgy járt, ahogy két év múlva a Hush-A-Phone: nem élték túl a győzelmüket, mindkettő már az eljárásba belerokkant és tönkrement.

A „szabad szellemű és elkötelezett” texasi feltaláló, Tom Carter azonban már nem hagyta annyiban a dolgot. *Carterfone* néven 1959-ben különlegesen ígéretes eljárást fejlesztett ki, amellyel (akár mozgásban lévő teherautóról is) kétirányú rádiókapcsolattal lehetett volna közvetlen hívást kezdeményezni és fogadni úgy, hogy a másik végpont maga a nyilvános telefonhálózat. Hat évnyi sikertelen tárgyalás után Carter elszánta magát és antitröszt eljárást indított az AT&T ellen. 1968-ban, több forduló után megszületett az ítélet, amely a távközlés-történelemben a monopóliumot megtörő *Carterfone*-esetként vonult be¹⁹: az elv, amely szerint a „telefonhálózat nyitva áll bárki számára, hogy azon új szolgáltatást valósítson meg”, innovatív szereplők sora előtt emelte fel a sorompót. Példaként említem, az egyetemi és katonai mikrovilágából, a saját maga számára épített karából ez a lépés sodorja az ARPANet musztángjait a korlátlan távközlési lehetőségek tágas, füves pusztáira, hogy exponenciális növekedésnek indulva rövid idő alatt megteremtsék mindazt, amit ma Internetnek nevezünk²⁰ (hiszen előtte „természetesen” a modem-monopólium, a számítógépes adatátvitel is kizárólag AT&T vadászterület volt²¹).

A másik nagy úttorlaszt az illetékes szövetségi hatóság, az FCC (Federal Communications Commission) aktív közreműködésével a mikrohullámú hangátvitel elé emelte a Bell társaság.

A második világháború után azonnal a katonai hírközlésben remekül bevált mikrohullámú technika polgári alkalmazása felé fordult a figyelem, és szinte a harci események befejezésének másnapján elindultak a kísérleti rendszerek. Az egyik legdinamikusabb úttörő, a Raytheon mérnökei például kiszámolták, hogy egy, az ország egész területét lefedő, távolsági hívásokat is biztosító, fax-átvitelre alkalmas és a légiirányítást is támogató mikrohullámú hálózat olcsóbban volna megépíthető és fenntartható, mint a vénséges rézhuzal-világ. Túl sok pénz és túl sok érdek feküdt azonban a rézvezetékekben: az FCC megtiltotta más vállalatok számára, hogy kereskedelmi alkalmazást fejlesszenek. De nemcsak a telefonvonalak, a televíziós műsorfolyam városközi mikrohullámú átvitele is az AT&T kizárólagos „zsákmánya” maradt. Cantelon (1995) szerint mindez körülbelül negyed századdal vetette vissza a mikrohullámú távközlést.²² Óvatosan megkockáztatjuk azt a

¹⁹ A *Carterfone*-eset „billentette el” a dominót a joggyakorlatban - 1968 és 1973 között döntések sora nyirbálta meg a Bell-monopóliumot, hogy a folyamatot 1984-ben végülis a vállalatbirodalom szétdarabolása zárja le.

²⁰ (Chen, 1997) meg is nevezi az *IMP*-t (a router egy kezdetleges elődjét), amivel a védelmi tárca ill. az UCLA egyetemi fejlesztői alig egy évvel a *Carterfone*-döntés után „kilökték” az ARPANet-et az online térbe.

²¹ A távközlési óriás fejlesztési műhelyeiből 1958-ban jött ki az első két, kezdetben „*digital subset*”-nek nevezett készülék, amelyet gyorsan felváltott az 1960-as *Data-Phone* modell (amely félig duplex, aszinkron szolgáltatást biztosított). 1962-ben két szinkron modem készült, és még abban az évben megjelent a „*103 A*” jelű modem, amely már teljes duplex szolgáltatást biztosított 300 baud teljesítménnyel normál telefonvonalon.

²² Az AT&T maga 1947-ben kezdte meg a mikrohullámú rendszerek telepítését, New York és Boston közé, hét hegycsúcsra épített átjátszótornyokkal (2400-as beszélgetéskapacitásról indulva a fejlesztések nyomán 19,200 beszélgetésig jutva.) Az alacsonyabb építési és fenntartási költségek miatt

feltételezést is, hogy ezzel párhuzamosan a mobil telefonban rejlő technológiai és üzleti lehetőségek is sokáig „diszkontáltak” maradtak²³. Szinte bizonyos, hogy mindez komoly súllyal esett latba akkor, amikor Európa (a svédek és a finnek az Ericsson és a Nokia révén), illetve Japán (az NTT révén) tartós, mind a mai napig tartó lépéselőnybe került ebben a szegmensben.

Tegyük azonban hozzá, hogy a monopólium-ellenes rendelkezések az AT&T-is sújtották. Főleg szabadalmi okok miatt kellett megválnia (még 1926-ban) vezeték nélküli távközlési részlegétől, és így a rádiós (később televíziós) műsorszórás ezért különült üzletileg és technológiailag is hosszú időre el egymástól²⁴ (egészen addig, amíg – éppen a saját fejlesztésű – koaxiális kábelek alkalmasak nem lettek arra, hogy telefonbeszélgetést és/vagy televíziós csatorna-jeleket továbbítsanak rajta)²⁵.

az 1970-es évekre az AT&T hang-átvitelének 70, televíziós jelforgalmazásának 95 %-át állította át mikrohullámra, eközben utolsó pillanatig sikerült megakadályoznia, hogy más szereplők is színre lépjenek. Nagy port vert fel például az 1962-es eset, amelyben egy coloradoi cég (Radio Specialists Co., Denver) pont-pont mikrohullámú szolgáltatási licenc-kérelmét (más érv híján) avval utasította el az FCC, hogy nem sikerült a szolgáltatás szükségességéről meggyőzni a testületet.

²³ Amikor az FCC „befagyasztotta” a mikrohullámot, kicsit ennek ellentételezéseként is 1947-ben megnyitotta az UHF (ultrahigh frequency) sávot a „köz”számára, kétoldalú, walkie-talkie típusú kapcsolatokra. A CB-rádióként ismertté vált *Citizen's Band* előtt azonban igazából 1958-ban nyílt meg az út, amikor új frekvenciához (az úgynevezett D-osztályhoz) jutott. Az ezt követő 15 év alatt lassan gyarapodott a felhasználók száma, a technológia a kamionosok és a rendőrség „családján belül” maradt – 1974-re jutottak el az egymilliomodik tulajdonosig. Akkor azonban „megőrült” a piac: két és fél év alatt közel 25 millió új felhasználó csatlakozott a CB-rádiósok táborához – minden kilencedik amerikai élvezni szerette volna a kötöttségmentes kommunikációt. Ez mutatja igazából, mekkora lehetőséget szalasztott el az iparág: 1946-ban a Missouri St.Louis-ban az AT&T már bevezetett magán-előfizetők számára (kevés sikerrel) kereskedelmi mobiltelefon-szolgáltatást, 1947-ben már készen állt az elképzelés a celluláris hálózatok kiépítésére, az integrált áramkör 1958-as feltalálása óta adott volt a lehetőség az ésszerű méretre kicsinyíthető végkészülékek előállítására számára, az első celluláris szolgáltatást mégis csak 1969-ben vezették be, fizetős telefonokkal, a New Yorkot Washingtonnal összekötő Metroliner vonatokon, majd később, már a hetvenes évek elején Chicagóban elindult az első „földi” szolgáltatás is. Csakhogy ekkor már épp túlvagyunk a Carterfone eseten: hiába van a Bellnek is sok szabadalma, az FCC által 1974-ben megnyitott újabb frekvenciatartományok hátán a Motorola és a General Electric masírozik be a mobilpiacra, domináns szereplőként.

²⁴ Az ellátottság az 1951-es 9%-ról indulva szédületes elterjedési tempóval 1956-ra átlépte a 70%-ot, s 1961-re a közel 600 tv-állomás az amerikai háztartások közel 90%-át érte már el. A rádióhasználat visszaesett (átlagosan napi egy óra negyven percre), miközben az átlag amerikai napi 4 órányi műsort nézett (Balk, 2006). S mivel a televízió és a rádió inkább a kultúra-és a tartalomipar felől segíti értelmezni az információs társadalom kialakulását, és három nagy alaprendszer - a jel-előállítás és jel-indítás stúdiótechnikája, a jeltovábbítás és a végkészülékek - környékén a színes kép technológiájának kivételével különösebb izgalomra nem bukkanunk, a televíziós és rádiós műsorszórás kérdéseit ezúttal nem érintjük.

²⁵ A Bell koaxiális kábelei 1953-ban 161 városban élő 100 millió embert szolgált ki televíziós jellel, a az L-3-as rendszer bevezetésével kezdték a telefonhívások egy részét is a kábelre terelni – miközben a keleti és a nyugati partot mikrohullámmal kötötték össze (Brooks, 1975: 244). A kábeles műsorszórást azonban ne keverjük össze a közösségi kábeltelevíziós szolgáltatásokkal. Ahol a készülékek antennái nem voltak alkalmasak megfelelő minőségű jel-fogadásra, ott a közösségi antennával fogott jeleket továbbították kábelben vagy (nagyobb távolságra, az ötvenes évek közepétől) mikrohullámon. Az Egyesült Államok első CATV (Community Antenna Television) rendszerét 1948 júniusában indította John Walson, 1962-re mintegy 800 kis kábeltársaság szolgált ki körülbelül 850 ezer ügyfelet. A kábeltévék sokáig elenyésző piaci részesedéssel bírtak (az 1960-as 1,4 % , majd az 1965-ös 2,4% után 1973-ban jutottak 10 % fölé – igaz, olyan későbbi óriások erősödtek ezen a piacon meg, mint a Cox vagy a Westinghouse

Ennél még fájdalmasabb volt talán az óriáscég számára, hogy a második világháború után megpezdülő számítógép-üzlettől a szabályozás szigorúan távol tartotta. Azt az AT&T-t, tegyük hozzá, amely 1925-ben megalapította a 20.század talán leginnovatívabb (és legnagyobb méretű) kutatás-fejlesztési intézményét, a Bell Telephone Laboratories-t, amelyik a következő évtizedekben az egész elektronikai iparág kulcs-technológiáját, a tranzisztort adta a világnak (hogy a lézerről, a UNIX-ról vagy a C programnyelvről már ne is beszéljünk).

Fogas kérdés tehát, hogy mi az össz-mérlege a politikai alrendszer szabályozási tevékenységének²⁶ – hiszen a társadalom-és technikatörténet talán legizgalmasabb és legtermékenyebb negyedszázadáról kellene ítéletet mondanunk, amely minden ellentmondása ellenére a politikai, katonai, gazdasági és tudományos erőforrások páratlan hatékonyságú összekapcsolását hozta, és a döntő lépéseket megtette a 21. század vezető technológiáinak kifejlesztésében. E technológiák közül a három legfontosabbat még nem is érintettük. Befejezésül röviden nagyító alá tesszük a számítógépes hálózat, az űrtávközlés és a legkorszerűbb átviteli alatechnológiák korai történetét.

4. Jövőtechnológiák születése

4.1. A hálózati világ kezdetei

Vajon mi az a legkisebb méretű rendszer, amelyet már számítógépes hálózatnak lehet nevezni? Minden bizonnyal kettő, telefonvonalon összekapcsolt számítógép, ahol az összekapcsolással az oda-vissza közlekedő adatok kölcsönös újrafeldolgozása biztosítható.

Számítógép és valamilyen végberendezés telefonvonalon való összekötésére a negyvenes évek végétől vannak már példák (ekkor egy New Yorkban működő számítógép vezérelt egy New Hampshire-ben lévő írógépet, *teletypewriter*-t). A kétoldalú adat-átvitelnek a Bell 1958-as Data-Phone-ja révén volt már működő megoldása. 1960-ban sikeresek voltak a Bell kísérletei a tárolt programvezérlésű telefonkapcsolásokkal, ekkor indult el az online helyfoglalási rendszer, a SABRE, ahol a feldolgozást számítógépek végezték, csak az input érkezett máshonnan. Arra sem kellett azonban már sokáig várni, hogy a telefonvonalon keresztül két számítógép kommunikáljon és ko-processzáljon egymással.

1961-ben az IBM Németországban dolgozó kutatói hozták létre az első kapcsolatot a „*Tele-Processing*”-re keresztelt megoldással. Így megszületett a számítógépes hálózatok minimál rendszere, és a számítógépek (számítási kapacitásaik egyesítése, valamint a bennük tárolt adatok és utasítások cseréje révén megvalósuló) kölcsönös összekapcsolhatósága megnyitotta az utat a későbbi, egyre nagyobb számú gépet magába foglaló hálózatok felé²⁷.

A számítógépek interkonnectivitása érdekesen egészíti ki az emberek interkonnectivitását. A köztük lévő kapcsolat akkor látszik majd igazán, amikor a gépidők jobb kihasználásán és a számításteljesítmény megnövelésén kívül a hálózat jellé kódolt

²⁶ A vélemények szélsőségesen megoszlanak, a monopólium-ellenes automatizmusok és a „természetes monopóliumok” híveinek érv-párbajában a legszélsőségesebb álláspont (amit egykori Bell-munkatársak képviselnek) egyenesen bűnösnek és katasztrofálisnak tartja a Bell System elleni jogi lépés-sorozat (Kraus-Duering, 1988). Bizonyosak egyedül abban vagyunk, hogy a helyzet nem fekete-fehér, hanem egyszerre igaz sok, látszólag egymást kizáró állítás is.

²⁷ Ahhoz képest, hogy mennyire „korszakalkotó” eseményről van szó, a források egészen szűkszavúak, részleteket alig árulnak el, a minimálrendszer megszületése még az IBM saját tájékoztató anyagaiban is „eltűnik” a különböző hardverfejlesztési eredmények mögött. Az Internetes források szinte kivétel nélkül egy kronológiai oldalhoz nyúlnak vissza (History of telecommunications between 1960 and 1975 <http://www2.hs-esslingen.de/telehistory/1960-.html>), magyarul ld.: A telefónia története - 1937-1970, <http://www.telebox.hu/cikk.php?cikk=94>

kommunikációs és kulturális tartalmakat is szállítani kezd (nagyjából a hetvenes évek közepétől). Ez azonban nem akadályozta meg a kortársak legjobbjait, hogy az első pillanattól fogva ne hibrid rendszerekként gondoljanak az ember és számítógépe által alkotott „párosra”. Joseph Carl Robnett Licklider 1960-ban tette közzé híres tanulmányát az ember-számítógép szimbiózisról (Licklider, 1960), rá két évre már az online ember-számítógép kommunikáció kérdései foglalkoztatják (Licklider-Clark, 1962). Licklider 1962-es „Galaktikus Hálózat” vízióját az emberi interakciókon keresztül növekedő elosztott intelligenciáról tökéletesen ellenpontozza Paul Baran 1960 és 1962 között a RAND számára írt tanulmányosorozata az elosztott hálózatok architektúrájáról és forgalmi viszonyairól. Minden szinte egycsapásra áll elő, ami a hálózat minimál rendszerének továbbfejlesztéséhez kell: Leonard Kleinrock (1961) leírja a csomagkapcsolt eljárást, Ted Nelson pedig 1960 és 1963 között kidolgozza a hypertext koncepcióját. 1961 és 1962 során számos sikeres időosztásos megoldásig jutnak a kutatók. Amikor 1962 októberében J.C.R. Licklider elvállalja, hogy az amerikai védelmi minisztérium részeként működő Advanced Research Project Agency (ARPA) kebelén belül létrehozza és működteti az Information Processing Techniques Office (IPTO)-t, akkor a hálózat minimál rendszerének párjaként megszületik „projektszinten” is az (ARPANet-en át) a majdani Internethez vezető fejlesztési folyamat legfontosabb intézményi aktora²⁸.

A jövő történelemkönyveibe az 1961-es évszámot javasoljuk, ha a világháló születését kívánjuk egyetlen időponthoz rendelni²⁹.

4.2. Az űrtávközlés megindulása

A műholdas távközlés eseménytörténete (nevezhetjük bátran „felbocsátás-történetnek” is) és időrendje többé-kevésbé jól ismert³⁰, de a Föld-műhold-kommunikáció társadalom-és technikatörténeti jelentősége jellemzően mélyen alulértékelt. Az információs társadalom irodalmában egyedül John Naisbitt az, aki deklarálja, hogy azért kezdődött 1956-1957-ben az információs társadalom, mert a szellemi munkakörben foglalkoztatottak száma ekkor haladta meg először a fizikai munkakörben foglalkoztatottakét, és az új társadalom technológiai alapját jelentő műholdas távközlés elindulása is ehhez az évszámhoz köthető (Naisbitt, 1982). S noha Naisbitt mindkét esetben néhány évvel korábbra viszi vissza a fordulatot (a foglalkoztatottsági statisztikák a hatvanas évek elejére teszik a társadalmi váltást, és az első teljes értékű kommunikációs műhold is csak 1962-ben áll pályára), a lényeg mégis annak felismerése, hogy az űrtávközléssel forradalmian új szakasz kezdődött az emberiség kommunikációtörténetében. A lokális jeltovábbítási igényeket immár globális technológia képes szolgálni³¹. Nem véletlen, hogy Marshall McLuhan „világfalu”-metaforája³² és a

²⁸ Licklider, akit bátran nevezhetünk az Internet „ősatyjának”, az itt bemutatottakon kívül még számos egyéb módon is hozzájárult a hálózati kultúra életre „galvanizálásához” (többek között a nevéhez fűződik a talán legfontosabb egyetemi „think tank”, az MIT MAC létrehozása). Licklider szerepének kiváló, adatgazdag és részletes összefoglalását ld. (Waldrop, 2001), magyarul Komenczi (1999).

²⁹ Az effajta „korszakhatárok” gyakorta nem „természetesek”, hanem konvención alapulnak. Mint láttuk, 1960 és 1962 között rendkívül sok minden történik, de ha egyetlen évet kell megjelölni, a legtöbb „nagyon fontosnak” minősíthető esemény 1961-ben történik.

³⁰ Mégis, ahány kronológia, annyi felfogás arról, hogy mi fontos és mi nem, emiatt a teljes „mozaik” csak több forrásból rakható ki. Vagy itt van a TELSTAR-1 felbocsátásnak kérdése: az irodalomban erre nem kevesebb, mint négy különböző időpontot találtam.

³¹ A globális jelleg korabeli tudatosításaként 1964 augusztusában 19 ország írta alá, hogy az amerikai technológiára építve globális műholdas rendszert hoznak létre (INTELSAT, International Telecommunications Satellite Organization). 1989-re már száz felett járt a tagok száma.

³² McLuhan 1961 folyamán írta és fejezte be világhírrepet hozó nagy „médiafilozófiai” munkáját, ami a rákövetkező évben jelent meg (McLuhan, 1962). A teljesség kedvéért illik elmondani, hogy a „világfalu” kifejezést még korábban, már 1960-ban is népszerűsíti nyilvánosan, és könyvében is

műholdak „jelhullámaiba” csomagolt Föld képe egymást erősítő asszociációkkal kapcsolódott össze³³. Az sem véletlen, hogy a Bell-nél folyó fejlesztés kulcsfigurája, John Pierce számára sem csak egy átlagos kutatás-fejlesztési projektről volt szó, hanem egy régi, a tudomány-fantasztikus irodalom legjobbjaitól átvett vízió valóra váltásáról. (Nem is állt meg az oda-vissza jelfolyam tervezésénél, az egész Földet szinte maradéktalanul lefedő, 40 sarkköri és 15 egyenlítői műhoddal kialakított „topológiában” gondolkodott.) Esetlegesnek kell-e tekintenünk azt, hogy a Bell egy másik kutatója, Victor A. Vyssotsky 1961-ben már hatékony algoritmust tervez a globális adatáram elemzésére (*algorithm for global data flow analysis*)?

Azt a valójában még a leginkább elkötelezettek sem tudták felmérni, miként rakódnak újabb és újabb funkciók a rohamtempóban fejlődő műholdas kommunikációra. A telefonbeszélgetések és a televíziós műsorszórás mellé viszonylag hamar felzárkóztak a (katonai és polgári) navigációs alkalmazások, a meteorológiát és a klimatológiát forradalmasító saját kép-generálások, és egészen korán, már 1964-ben távgyógyászati célra vették igénybe a műholdas rádió kínálta lehetőségeket³⁴.

„Pandora szelencéje” kinyílt: az űrtávközlés megindulásának időpontjaként a jövő történelemkönyveiben (a hálózathoz hasonlóan) az 1961-es év elfogadását javasoljuk³⁵.

4.3. Transz-atlanti kábel és üvegszál – út a varratmentességhez

A távközlési alaptchnológiák szötteéséből már csak két fonál hiányzik. Az információs társadalom kifomálódását hozó évtized legelején, az ötvenes évek közepén épül meg a globális információáram (mai napig) legfontosabb két pólusa közt szakadatlanul robajló jeltömeget kezelni képes, kellőképp „széles” (és azóta is folyamatosan „szélesített”) „csatorna”. Az átalakulás legvégén, a hatvanas évek második felében pedig megszületik az az

erősen negatív konnotációval használja, a későbbi értelmezések tolták azt a pozitív jelentéstartomány felé. A könyv legerősebb üzenete az, hogy az emberiség belépett az elektronikus kommunikáció korszakába, ami újra fogja formálni a társas szerveződéseknek és a kognitív képességeknek a nyomtatott kultúra idején kifomálódott teljes rendszerét. McLuhan elektronikus kommunikáció alatt elsősorban a televízióra és nem a telefonhálózatra gondol, és majd csak későbbi könyveiben jeleníti meg erősebben a világ kölcsönös összekapcsoltságát (world connectivity), újraértelmezve azt a korábbi hasonlatát is, amellyel a kommunikációs eszközvilágot a fizikai kommunikációs képességek kiterjesztésének technikáiként tárgyalja. S minekutána a műholdas jelforgalmat évtizedeken át a televíziós közvetítések dominálták, s a „kiterjesztés” a bolygó határain túlra „sikeredett”, az űrtávközlés és McLuhan között még akkor is erősek a kapcsok, ha a kanadai társadalomkutató soha nem emelte témái közé közvetlenül magát a technológiát.

³³ A NASA műholdtörténeti áttekintését jegyző David J. Whalen tollán: Communications Satellites: Making the Global Village Possible <http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/satcomhistory.html>

³⁴ A Nebraskai Egyetem Kórháza, az Omahai Pszichiátriai Intézet és a Norfolk Kórház közti élő hang- és képkapcsolat elsősorban táv-konzíliumok tartását segítette.

³⁵ A „jegyzőkönyv” kedvéért: 1961-ben (az FCC január 18.-i jóváhagyását követően) szinte egyszerre indult el a *TELSTAR*, a *RELAY* és a *SYNCOM* program, amelyek 1962 és 1963 között állították pályára a legelső műholdakat. A közhiedelemmel ellentétben azonban nem a Bell 1962 júliusában felbocsátott *TELSTAR I-e* volt az első „élesben” működő kommunikációs műhold, hanem a Philco cég Palo Alto-i részlegében épített, 1960 októberében fellőtt, 19 ezer napelemet használó, 55.000 bit/s átviteli sebességű *Courier IB*, amelynek (1958-ban indult) katonai fejlesztésként nem kellett polgári engedélyre várnia. A 17 nap múltán meghibásodó műhold többek között Eisenhower elnök üzenetét továbbította a New Jersey teszthelyszínről egy Puerto Rico-i földi állomásra. Az Egyesült Államokban 1962-ben törvény (*Communications Satellite Act*) szabályozta a további fejlesztések üzleti és tulajdoni kulcskérdéseit. Ismét csak azt látjuk, hogy a leglényegesebb események 1960 és 1962 között történtek, közülük önkényesen jelöltük meg 1961-et.

innováció, amely a mai napig meghatározóan írja át, a távközlés mennyiségi, minőségi, hatékonysági és ár- dimenzióit.

A csatorna, a transzatlanti kábel, a sokkal alacsonyabb technológiai szinten megvalósult tenger alatti távíróvonal, Cyrus Field 1858-as és 1866-os kommunikáció-és ipartörténeti „hőskölteménye” mögött valószínűleg már mindörökre árnyékba szorul 1956 szeptember 26.-a, amikor – természetesen az AT&T-nek köszönhetően - befejeződik a transzatlanti telefonkábel lefektetése Új-Fundland és Skócia között. Egy évre rá már vígan telefonálgatnak rajta az Újvilág és az öreg kontinens készüléktulajdonosai. Nem viktoriánus nosztalgiaprojektről van azonban szó: ha láthatóvá tesszük azokat a „kötegeket”, amelyek a Föld nagy civilizációs csomópontjai közti információáram nagyságát reprezentálják, akkor az Egyesült Államok keleti és Európa nyugati partja közt találjuk a legszélesebb vagy legvastagabb rajzolatot, jelezvén az élénk lakossági, üzleti, tudományos és más kapcsolatok erejét és intenzitását. A távolság természetesen áthidalható vezeték nélküli technológiával is (elsősorban épp műholdasan), a sáv szélesség, a megbízhatóság³⁶ és az ár nélkülözhetlenné teszi a kábeles megoldást. Az úttörő TAT-1 több mint húsz évig szolgált, s mellé napjainkig több mint félszáz, egyre nagyobb „áteresztőképeségű” kábeltárs került – köztük 1988 óta a korábbiaknál összehasonlíthatatlanul nagyobb teljesítményre képes TAT-8, az első üvegszál kábel.

Az üvegszálak vonalak száma és hossza a hetvenes évek második felében indul látványos emelkedésnek, és a technológia a nyolcvanas években lép az exponenciális növekedés szakaszába, a hagyományos „réz-és koaxiális vezetékvilágot” felváltva és lassan kiszorítva. Csakhogy ez a legkorszerűbbnek tartott átviteli technológia is az információs társadalom kialakulásának jellegadó évtizedében gyökerezik – búcsúzóul erre vessünk még néhány pillantást.

A fény jel-átvivő képességével kapcsolatos korai kutatások a második világháború után Európában kaptak nagy lendületet. Német és dán eredmények után a fejlesztés epicentrumává az ötvenes évek közepére Nagy-Britannia vált, ahol Harold Horace Hopkins és Narinder S. Kapany jutnak a legmesszebbre. Eredményeikre felfigyel egy amerikai orvoskutató, a Michigani Egyetemen dolgozó Basil Hirschowitz, aki az üvegszál endoszkópiával néhány éven belül forradalmasítja a gyomorgyógyászatot - 1957-ben már betegeken teszteli ill. használja az eszközt, amelyet munkatársa, Larry Curtiss segítségével fejleszt ki. Az üvegszál endoszkópok kereskedelmi forgalmazását 1960-ban kezdi meg az American Cystoscope Manufacturers.

Ezzel egyidőben a CIA támogatását élvezzi az American Optical projektje, amelyik képüzenetek üvegszál titkosításával (elrejtésével) próbálkozik. A projekt „befullad”, de az abban résztvevő kutatók 1957-ben kilépnek a cégből, és rá egy évre megalapítják a világ első üvegszál vállalatát (*Mosaic Fabrications*). Ahhoz azonban, hogy létrejöjjön az első, telefonbeszélgetés átvitelére is alkalmas, már „modernnek” mondható üvegszál, egészen 1966-ig kell várni. Ekkor sikerül az Angliában dolgozó Charles K. Kao-nak áttörést elérnie, ettől kezdve gyorsulnak fel a fejlesztések³⁷ – ez az az év, amelyet az üvegszál távközlés születési évének tekinthetünk (Részletesen ld. Hecht, 1999).

³⁶ Az Egyesült Államok és a Szovjetunió között a kubai válság után felállított, a döntési központokat összekapcsoló „forró vonal” is a TAT-1-en, a legelsőként lefektetett kábelen futott, jelezvén, hogy mit tekintettek az időtájt legbiztonságosabb megoldásnak.

³⁷ Csak épp az USA-ban nem tudott próféta lenni: kifejezetten azért utazott 1966-ban vissza, hogy a Bell vezetőit meggyőzze arról, hogy itt az idő nagyot „ugrani”. Sikertelenül – utólagos adalékként a monopolhelyzet természetrajzához. Amikor a Bell évek múlva a világ után eredt, akkor már késő volt, a fejlesztések gyümölcsét más vállalatok élvezték, köztük fürge és bátor japánok.

5. Befejezés helyett

A telefon és a távközlés társadalmi és gazdasági hatásainak gazdag irodalmában³⁸ a legfontosabb felismerések és összefüggések *általánosak* (a távközléstörténet „egészére” igazak). Tanulmányunkkal egy ebből a szempontból önállóan nem vagy nagyon ritkán tanulmányozott korszak *speciális* kérdéseire igyekeztünk a figyelmet irányítani. Befejezésül azonban mindenképp meg kell jegyeznünk, hogy a távközlés alaprendszerei révén megvalósuló összekapcsoltság (amit az információs társadalom fontos hajtóerejeként tárgyaltunk) természetesen csak az egyik formája az interkonnektivitásnak. Arra a kérdésre, hogy a távközlés rendszerein túlmenően (illetve azoktól függetlenül) miként indultak rohamos gyarapodásnak ugyanebben az időben és ugyanott, az Egyesült Államokban az interkonnektivitás más csatornáit, e tanulmány máshol megjelenő folytatásában válaszolunk.

Hivatkozott irodalom:

- Balk, Alfred 2006: *The Rise of Radio. From Marconi through the Golden Age*
McFarland&Company, Jefferson, NC
- Brooks, John 1975: *Telephone. The first hundred years.* Harper and Row, New York, 1975
- Cantelon, Philip L.: *The Origins of Microwave Telephony – Waves of Change*
Technology and Culture, Vol. 36, NO.3. (July) pp. 560-582
- Chen, Jim (1997): *The Legal Process and Political Economy of Telecommunications Reform*
Columbia Law Review, Vol. 97, No. 4 (May), pp. 835-873
- Cutright, Phillips (1963): *National Political Development: Measurement and Analysis*
American Sociological Review Vol. 28. No.2. (April) pp. 253-264
- Fletcher, Amy L. 2002: *France enters the information age: a political history of Minitel*
History and Technology, 2002 Vol. 18 (2) pp. 103-117.
- Ganley, Oswald H.- Ganley, Gladys D. 1989 : *To inform or To Control? The New Communication Networks* (2nd ed) Ablex Publ.
- Gottmann, Jean 1961: *Megalopolis. The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States.*A Twentieth Century Fund New York
- Gottmann, Jean, 1977: *Megalopolis and Antipolis: The Telephone and the Structure of the City*
In: Pool, 1977: 303-317
- Hecht, Jeff (1999): *City of Light: The Story of Fiber Optics* Oxford University Press
- Jonscher, Charles, (1981): *The Economic Role of Telecommunications* In: Moss, Mitchell L:
Telecommunications and Productivity Addison-Wesley, 1981: 68 – 92.
- Kedzie, Christopher R. 1997: *The Third Waves* In: Kahin, Brian - Nesson, Charles: *Borders in Cyberspace: information policy and the global information infrastructure* Harvard University Press, 1997 106-128.o.
- Kleinrock, Leonard 1961: *Information Flow in Large Communication Nets*, May 31,
Massachusetts Institute of Technology
- Komenczi, Bertalan (1999): *J. C. R. Licklider, a katedrálisépítő* In: Z.Karvalics (szerk.): *Neumann Jánostól az Internetig* Napvilág Kiadó, 72-96. o.
- Kraus, Constantine Raymond – Duerig, Alfred W. (1988): *The Rape of Ma Bell: The Criminal Wrecking of the Best Telephone System in the World.* Lyle Stuart
- Licklider, J.C.R. (1960): "Man-Computer Symbiosis", *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, volume HFE-1, pages 4-11, March

³⁸ A társadalmi hatásokra ld. elsősorban Pool (1977), a gazdaságiakra Jonscher (1981).

- Licklider, J.C.R.- Clark, W. E. (1962): *On-Line Man-Computer Communication*, Massachusetts Institute of Technology, August
- Masuda, Yoneji (1980): *The Information Society as Post-Industrial Society*. Tokyo:IIS, Washington DC:The World Future Society. Magyarul: *Az információs társadalom* OMIKK, Bp, 1988
- McLuhan, Marshall 1962: *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man* University of Toronto Press
- Naisbitt, John (1982) *Megatrends* Warner Books Magyarul: *Megatrendek. Tíz új irányzat, amelyek átalakítják életünket*. Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, 1982
- Nora, Simon – Minc, Alain (1978): *L'Informatisation de la société. Rapport à M. le Président de la République*. La Documentation Française, Paris (Az angol nyelvű kiadást ld. *The Computerization of Society. A report to the President of France*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1980. Magyarul: *A számítógépesített társadalom*. Budapest, Statisztikai Kiadóvállalat, 1979
- Pool, Ithiel de Sola (ed.) 1977: *The Social Impact of the Telephone* MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- Pool, Ithiel de Sola, (1983): *Technologies of Freedom*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
- Scott, Shane (1994): *Dismantling Utopia: How Information Ended the Soviet Union* Ivan R. Dee, Elephant Paperback
- Servan-Schreiber, Jean-Jacques 1967: *Le défi Americain*. Editions Denoel (Az angol nyelvű kiadást ld. *American Challenge*, Atheneum, New York, 1968. A magyar kiadás a Kossuth Könyvkiadó számozott, impresszum nélküli „kalózkidásában” jelent meg, évszám nélkül.)
- Waldrop, M. Mitchell (2001): *The Dream Machine. J.C.R. Licklider and the Revolution That Made the Computing Personal*. Viking
- Webb & Associates (2000): *Telecommunications history timeline*
<http://www.webbconsult.com/hist-time.html>
- Z. Karvalics László (2007): *Az információs társadalom gondolat európai szálláscsinálója*. In memoriam Jean-Jacques Servan-Schreiber (1924-2006) *Információs Társadalom*, 2007/1. 124-136.o.
- Z. Karvalics, László (2000): *Hullámok tánca. Internet és demokrácia*. (Christopher R. Kedzie: *The Third Waves*) In: *Fogpiszkáló a hálózaton. Írások az Internetről* Prím Kiadó

Detrekői Ákos

AZ INTELLIGENS KÖZLEKEDÉSI RENDSZEREKRŐL

1. Bevezetés

Gordos Gézához több mint három évtizedes barátság fűz. Az 1970-es évek közepén Tőle hallottam először a mesterséges beszéd felismerésről. A Műegyetemen számos közös egyetempolitikai „kalandban” volt részünk. Az utóbbi három évben pedig együtt dolgozunk a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanácsban. Így azután, megtiszteltetésnek érzem, hogy egy rövid dolgozattal hozzájárulhatok Gordos Géza 70. születésnapjára készülő kötet összeállításához.

Érdekesen alakult ki a dolgozat témája. A Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács ülésén érzékeltem, hogy Gordos Géza fokozódó érdeklődést mutat a közlekedéssel összefüggő informatikai kérdések iránt. (Ez az érdeklődés érthető is, hiszen megbízták a Bay Zoltán Alapítvány Intelligens Közlekedési Technológiai Intézetének irányításával). A közlekedés helyhez kötődő tevékenység. Ennek révén kapcsolódik Gordos Géza jelenlegi tevékenysége eredeti szakterületemhez, a helymeghatározással foglalkozó geodéziához.

Érdeklődési körünk közeledéséhez hozzájárul az is, hogy munkahelyemen a BME Fotogrammetria és térinformatikai tanszékén másfél évtizede óta foglalkozunk az Intelligens Közlekedési Rendszerekkel. A tanszéken készült 1994-ben az Intelligent Transportation Systems (ITS), A Feasibility Study for Hungary tanulmány (szerzők: Detrekői, Á. Szabó, Gy., Timár, A., Varga, M.), amely az első – korát megelőző - hazai tanulmány volt a témában. Így azután érthető, miért választottam az Intelligens Közlekedés Rendszerek témáját írásom tárgyául.

2. Az Intelligens Közlekedési Rendszerekről

A továbbiakban Intelligens Közlekedési Rendszereknek az informatika és a telekommunikáció eszközeit felhasználó közlekedési rendszereket tekintem. Intelligens Közlekedési rendszereket mind a közúti, a vasúti, a vízi és a légi közlekedés feladatainak megoldására létrehozunk.

Az Intelligens Közlekedési Rendszereket szokás annak alapján csoportosítani, hogy tevékenységi körük:

- az egyes járművekre,
- a járművek bizonyos csoportjaira (ezeket gyakran flottának nevezik),
- a közlekedési folyamat egészére

terjed-e ki.

Az Intelligens Közlekedési Rendszerek megvalósításában a következő alkotóelemek játszanak szerepet:

- helymeghatározó (navigációs) elem,
- telekommunikációs elem,
- térinformatikai elem,

- irányító központ.

A konkrét rendszerek megvalósításakor nem szükséges a felsorolt elemek mindegyikének jelen lennie. (Például egy személygépkocsi navigálásához nem feltétlenül szükséges az irányító központ). A rendszerek bizonyos elemei átfedhetik egymást. (Például a telekommunikációs elemek szolgálhatják a navigációt). Annak alapján, hogy a rendszer mely elemeket tartalmazza a következő rendszer fajtákat különböztetjük meg:

- autonóm rendszer, (helymeghatározó elem, térképi elem),
- flottamenedzselő rendszer (helymeghatározó elem, telekommunikációs elem, irányító központ),
- tanácsadó rendszer (helymeghatározó elem, telekommunikációs elem, irányító központ),

Dolgozatomban a felsorolt elemek közül a helymeghatározó (navigációs) elemmel, a térinformatikai elemmel és a térinformatikai funkciókkal foglalkozom. Ezen kívül bemutatok néhány külföldi és hazai projektet.

Az Intelligens Közlekedési Rendszerekben a helymeghatározás (navigáció) különböző eljárásai kerülnek alkalmazásra. A helymeghatározás célja a járművek helyzetének (koordinátáinak) meghatározása valamilyen célszerűen felvett vonatkozási (koordináta) rendszerben.

A helymeghatározásra szolgáló eljárások egy részéhez csupán a járműben elhelyezett műszerek szükségesek. Másrészükhöz a járműben elhelyezett eszközök mellett a pálya (út, vasút, vízi út) mentén elhelyezett speciális műszerek telepítése is elengedhetetlen.

Az első csoportba sorolhatók: a mesterséges holdakon alapuló rendszerek, az inerciális rendszerek, a tachográfok, a rádiótelefonokon alapuló rendszerek. A második csoportba a Radio Frequency Identification (RFID) eljárás, illetve annak sajátos fajtája Dedicated Short Range Communicatin (DSRC) rendszer sorolható.

A helymeghatározás ma legismertebb módja a mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás (Global Navigation Satellite System, GNSS). A meglévő rendszerek közül a legerjedtebb az amerikai GPS rendszer, de használható az orosz GLONASS rendszer is. Jelenleg folyik egy európai (GALILEO) és egy kínai rendszer kiépítése. A GPS rendszert mind tehergépkocsik, mind személygépkocsik helyzetének meghatározására hazánkban is viszonylag széles körben alkalmazzák. A rendszer mozgó járművek esetén néhány méter pontosságot biztosít. A helymeghatározást szolgáló eszköz ára viszonylag mérsékelt és folyamatosan csökken. A konkrét megvalósításkor mind mobil, mind a járművekbe beépített vevőket felhasználnak.

Az inerciális rendszerek a mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás kiegészítő eszközei. Pontosságuk megfelel az említett rendszerek pontosságának. Áruk jelenleg igen magas. Magyarországon speciális feladatok megoldására (légi fényképezés, kátyúfelmérés) kifejlesztett rendszerekben alkalmazzák az inerciális rendszereket.

A rádiótelefonok (például GSM) szintén alkalmasak helymeghatározásra. Pontosságuk jelenleg még nem biztosítja a navigációs követelményeket, de várható ilyen célú felhasználásuk bővülése. Viszonylag új jelenség a mobil telefonok kiegészítése GPS vevővel.

A helymeghatározás új lehetőségeit nyújtják a gyorsan terjedő Radio Frequency Identification (RFID) eljáráson alapuló, illetve annak sajátos fajtáját jelentő Dedicated Short Range Communicatin (DSRC) rendszerek. Ezeknek a rendszereknek leggyakoribb alkalmazási területe az útdíjak automatikus megállapítása. A rendszerek működéséhez a járműben elhelyezett speciális eszköz, s az út mentén telepített vevőrendszer szükséges.

Érdekességgként említem, hogy a közeli országok közül Németországban az autópálya díjak megállapításához kifejlesztett rendszerben a helymeghatározás GPS felhasználásával történik. Az Ausztriában kifejlesztett rendszer DSRC alapú. Ugyancsak DSRC alapuló a svájci rendszer is, azonban ebbe ellenőrzésként GPS elemet is beépítettek. A svájci rendszert kiépítő cég készíti a cseh és a szlovák rendszereket is.

Az Intelligens Közlekedési Rendszerek térinformatikai eleme biztosítja a helyhez kötött geometriai és szakadatokat. Ezeknek az adatoknak egy lehetséges csoportosítása Ireland (1994) alapján a következő:

- geometriai adatok: helyzet és topológia,
- navigációt segítő adatok: útosztály, haladási irány, stb.,
- általános érdeklődésre számot tartó helyek: szállodák, éttermek, stb.,
- cél elérését szolgáló adatok: utcanevek, címek, stb.,
- geopolitikai adatok: ország, város, postai irányítószám, stb.,
- topográfiai adatok: folyók, vasutak, stb.,
- felhasználó specifikus adatok: például kamionterminál.

A szakadatok egy részének elnevezésére egyre gyakrabban használják a Point of Interest (POI) kifejezést. Érdekességgként említem, hogy a POI állomány bővítésében a Google Earth lehetővé teszi a felhasználók közreműködését.

A közlekedési rendszerek térinformatikai funkciói a következők:

- Címillesztés (Address Matching): ez a funkció alkalmas adott koordinátákhoz tartozó utca és házszám, illetve utcához és házszámhoz tartozó koordináták meghatározására.
- Térképillesztés (Map Matching): a funkció a helymeghatározó rendszer által meghatározott (koordinátákkal adott) adott pont helyzete és a digitális térképen található útvonal illesztésére szolgál:
- Legkedvezőbb útvonal meghatározása (Best-route calculation): ez a funkció a legrövidebb távolságú, leggyorsabb, stb. útvonal kiválasztását támogatja.
- Útvonal vezetés (Route Guidance): ha már az útvonala meghatározották, ez a funkció segíti a vezetőt a kiválasztott útvonal követésében. A funkció képi hatások mellett hanghatásokat is tartalmazhat.

A technológiai fejlődés következtében ma nagyon gyorsan terjed az útvonal vezetés. A felsorolt funkciók közül a legkedvezőbb útvonal meghatározását az Interneten - közlekedési rendszerek nélkül is - számosan igénybe veszik.

Az Intelligens Közlekedési Rendszerek térinformatikai elemei hazánkban részben állnak rendelkezésre. A mobil rendszerekhez több digitális térképet és egyéb a felsorolt adatokat tartalmazó adatbázist fejlesztettek (például iGo, EaroMap). Az elérhető rendszerekről jó áttekintést ad Szabó (2006) írásában. A beépített navigációs rendszerekhez szükséges adatokat világ szerte két cég a Navteq és a TeleAtlas készíti. Bizonyos információk szerint már elkészültek a magyarországi adatok, azonban egyelőre még nincsenek forgalomba adva.

3. Néhány külföldi és hazai projekt

Az Európai Unió az 1980-as évek végétől két nagy projektet támogatott. Ez a két program a DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety) és a PROMETEUS (Program for European Traffic with Unprecedented Safety). A két program következtében az EU akkori tagállamiban a közlekedési rendszerek térinformatikai elemet tartalmazó adatbázisok is létrejöttek.

Az Amerikai Egyesült Államokban az 1990-es évek elején kezdődött az IVHS (Intelligent Vehicle-Highway System) projekt. A jelenleg is folyó projekt elsődleges célja a járművek szükségtelen várakozási idejének csökkentése volt, mivel a szükségtelen várakozásból származó anyagi kár meghaladta az évi 30 milliárd dollárt, és gyorsan növekedett.

Az Intelligens Közlekedési Rendszerek sajátos fajtáit jelentik az útdíjak megállapítását és beszedését szolgáló rendszerek. Ilyen rendszereket a Föld számos országában létrehoztak.

Az Intelligens Közlekedési Rendszerek kiépítéséért sokat tettek a nagyvárosok. Példaként Atlanta, London, Stockholm rendszereit említjük.

Magyarországon az 1990-es évek elején az M0 autópálya-körgyűrű forgalomszabályozására hozták létre a MARABU rendszert. Az M3 autópályára az 1990-es évek végén készült el a MAESTRO rendszert.

Irodalomjegyzék

- Detrekői, Á., Szabó, Gy., Timár, A., Varga, M. (1994): Intelligent Transportation Systems (ITS), A feasibility Study for Hungary, kézirat.
- Detrekői, Á., Szabó, Gy. (2002): Térinformatika, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Garfinkel, S., Rosenberg, B.(2005): RFID, Applications, Security, and Privacy, Addison-Wesley, Upper Saddle River, NJ.
- Ireland, P. (1994) :Europe at the digital crossroads, part 2. GIS Europe, 1994 April.
- Szabó, Sz. (2006): Gépjármű-navigáció ma, Térinformatika, 2006/1.

Laborczi Péter

Ambiens intelligencia alkalmazások az Ipari Kommunikációs és Technológiai Intézetben

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány (BZAKA)
Ipari Kommunikációs Technológiai Intézet (IKTI)
laborczi@ikti.hu

Innovatív kutatási területek és fejlesztési irányok, – nemzetközi projektcsoport felállítása, – alkalmazott kutatóintézet alapítása és vezetése, – az ambiens intelligencia tudományának magyarországi megalapozása. Ez az a nem teljes lista, ami Gordos Géza professzor nevéhez fűződik. Ez csak az elmúlt három év, és csupán egy nézőpont. Professzor úr vezetésével új intézet, az Ipari Kommunikációs Technológiai Intézet (IKTI) alakult a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítványban. Az alábbi cikk az IKTI fő témájának, az ambiens intelligenciának egy szegmensével, az infokommunikációs hálózatokkal kapcsolatos kérdésekkel foglalkozik. Ez a cikk sem jöhetett volna létre Gordos Géza nélkül.

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 (Gordos, 2007).

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 legkülönfélébb baleset-megelőző, beteg-őrzést segítő rendszerek. Az ilyen rendszerek 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 (pl. az IEEE 802 keretében), de még sok nyitott 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 aktuátorokkal 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.

Járművek közti kommunikációs alkalmazások

Ha a járműveket a vezeték 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 úti céljuk felé levéve ezzel a járművezetőkről a pedálkezelés terhét. 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 közúti balesetek megelőzése, amelyre két fő irányvonal létezik: az egyik a járművek egyéni helyi megfigyelésin (pl. radar detekció) és reakcióján alapul, amíg 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 próbálják 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 cserélnek egymással információt a közlekedés aktuális állapotáról.

A hibrid rendszer ötvözi a fix és az elosztott rendszerek fő jellegzetességeit. Az elosztott rendszer tulajdonságait kihasználva szükségtelemmé válik, hogy az adatgyűjtő járművek a központot sűrűn értesítsék, így elkerülhető a fix rendszer kommunikációs hálózatának a leterhelése. Azokban az esetekben, amikor az elosztott rendszer valamilyen oknál fogva nem képes megfelelő információt szolgáltatni egy kritikus útszakaszról, a fix rendszer ezt észrevéve lehetőséget biztosít az ebben érintett járművek értesítésére. A hibrid megoldás, így egy igen hatékony, elosztott közúti forgalmi rendszer, 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 kihívással kell szembenézni. A hálózatot gyors, ugyanakkor bizonyos mértékig prediktálható topológia-változás, gyakori szakadás, valamint csekély redundancia jellemzi (Blum et al., 2004). A jelenleg rendelkezésre álló technológiát, az IEEE 802.11 protokollcsaládot leginkább hálózati 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- illetve elosztott irányítási funkciónak nevezi. Az ad-hoc megvalósítás esetében a hálózatban résztvevő egységek (csomópontok) képesek csomagokat

küldeni és fogadni, valamint képesek útválasztó funkciót is betölteni, amennyiben az adó és a vevő olyan messze van egymástól, hogy közvetlenül nem – hanem többugrásos („multi-hop”) módon – képesek kapcsolatba lépni egymással (Xu, 2001).

Az IEEE 802.11p szabvány keretei között, amely 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 a járművek és az útmentén elhelyezett bázisállomások közti adatcserét fogja támogatni. A 802.11p szabványosítása folyamatban van, megjelentetését 2008 júliusára tervezik.

Mindennapi életvitelt vagy munkát támogató alkalmazások

Másik példánk, a mindennapi életvitelt vagy munkát támogató alkalmazások esetében az otthonokban meglevő eszközök, tárgyak (pl. 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, élettani paramétereit, aktuális pozícióját, és figyelmeztet a gyógyszer beszedésére, vagy adott – előre meghatározott -, esetekben 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 (Laborzi 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 szolgáltatás minőségű (QoS) hálózatok kialakítását teszi lehetővé. A WPAN hálózatok területén fontos kutatási területek a többugrásos topológiák (scatternet) kialakításának a lehetősége, illetve a multimédia (pl. mozgókép) folyamok átvitelének a problematikája, mivel jelenleg a WiMedia hálózatok nem rendelkeznek scatternet kialakító algoritmusokkal (Török et al., 2006).

A két alkalmazás összehasonlítása

Mindkét AmI rendszer legfőbb közös jellemzője a vezeték nélküli ad-hoc kommunikációs képesség, viszont a kommunikációs protokollokat a célalkalmazástól függően különböző tulajdonságokkal kell felruházni, azaz különbözőképpen kell optimalizálni.

A járművek közti protokollok esetében ilyen tulajdonságok például a mobilitás-predikción alapuló gyors útvonalválasztás, csoportkommunikációs képesség, kontrollált információszórás, vagy a szolgáltatásminőségi (QoS) paraméterek biztosítása. A mindennapi életvitelt támogató alkalmazások esetében pedig nagy megbízhatóságú, 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 megvalósítható, amely műholdak támogatásával rendszeresen megadja a csomópont földrajzi koordinátáját – néhány méteres pontossággal. Probléma a fedett helyen történő helymeghatározás esetén lép fel, amelynek kidolgozása jelenleg is kutatás alatt áll. Itt alapvetően három irányzat létezik: az ultrahang, az infravörös és a rádió frekvencia (RF) alapú helymeghatározás.

Adatbiztonság

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 irodalomban különböző biztonságos útvonalválasztó protokollok ismertek, amelyek azonban csak kisebb mobilitással rendelkező hálózatokban használhatók (Papadimitratos et al., 2002). Ezen kívül biztonságos adattovábbító protokollokat is kidolgoztak, melyek közül legismertebb a biztonságos üzenet-továbbító (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 megvalósítható. Az adatok biztosítása érdekében „behatolás-felderítő” rendszereket is kidolgoztak, melyek azonosítják azokat az AmI csomópontokat, melyek rosszindulatúan üzeneteket generálnak, továbbítandó üzeneteket eldobnak, vagy megváltoztatnak (Zhang et al., 2000). Ezekben a rendszerekben a csomópontok lehallgatják a szomszédai adását, hogy megbizonyosodjanak arról, hogy megfelelően „viselkednek-e”. Ehhez a hallgatózó technikához többirányú antennára van szükség.

Kutatási területek

A továbbiakban áttekintjük azt a három fent említett, ambiens intelligenciát támogató kommunikációs hálózatokat érintő kutatási kihívást, hogy a hálózatot gyors topológiováltozás, gyakori szakadás, valamint csekély redundancia jellemzi.

1. A hálózat topológiájának gyors váltakozása

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 mobilitás modelleket használunk, az adatvesztés megelőzhető vagy csökkenthető. Például - ismerve egy jármű átlagos sebességét és mozgásirányát - megbecsülhetjük a jövőbeli helyét, és megfelelően előkészíthetjük a több-ugrásos útvonalakat.

Az AmI hálózatok alkalmazásainak működéséhez fontos az alkalmazásokban résztvevő 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 mobilitás modell például bizonyos időközönként az irány és sebesség teljesen véletlenszerű választásával inkább csak részecskemozgások modellezésére alkalmazható. Ennek egy finomított változata a véletlen szakaszpont mobilitás modell, mely egy 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 mozgás-predikciójára az egyik legalkalmasabb modell az elsőrendű autóregrszív mobilitás modell, amely a lineáris rendszereknek a vezetéknélküli 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.

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 (pl. Laborczi et al., 2006b), mint a hely-alapú 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 *csoporth-kommunikációs módszereknek* is hívunk.

3. Csekély redundancia

A hálózat redundanciája (túlméretezése) elengedhetetlen ahhoz, hogy a megfelelő sávszélességet és az adatbiztonságot biztosítani lehessen. Nagyobb sávszélesség-igény 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 útmentén elhelyezett bázisállomásokkal, illetve a jövőben hozzáférhető technológiákkal oldható meg.

Szimuláció

A fentiekből látszik, hogy az AmI hálózatok, különösen közúti környezetben még számos kutatási témát szolgáltatnak, mielőtt a gyakorlatban bevezethető, robosztus, megbízható rendszerek lennének. 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 megtervezhetők a használandó protokollok, elemezhető a biztonsági rendszerek fokozatos elterjedésének hatása, és jósolhatók a közúti forgalom megváltozásának jellemzői (Laborczi et al., 2006b).

Összefoglalás

Különböző ambiens intelligencia alkalmazások különböző követelményeket fogalmazzak meg az infokommunikációs hálózatokkal szemben. Járművek közti ad-hoc kommunikáció esetén a legfontosabb kihívások a magas mobilitás okozta gyors topológia-változásokból, a hálózat gyakori szakadásából, és a hálózat redundanciájának hiányából erednek. A mindennapi életvitelt támogató alkalmazások esetében nagy megbízhatóságú, robosztus, nagy adatátviteli sebességgel rendelkező kapcsolatokra van szükség. Az ambiens intelligencia alkalmazások követelményei kihatással vannak az infokommunikációs hálózatok fizikai, adatkapcsolati, hálózati és alkalmazási rétegeire is. Ez a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Ipari Kommunikációs Technológiai Intézetének egyik kutatási területe.

Referenciák

- (Gordos, 2007) Gordos, G., - Laborczi, P. (2007) "Ambiens intelligencia alkalmazások - követelmények az infokommunikációs hálózatokkal szemben", Magyar Tudomány, Vol. 168, No. 7, pp. 910-915.
- (Blum et al., 2004) Blum, J. J. – Eskandarian, A. – Hoffman, L. J. (2004): Challenges of Intervehicle Ad Hoc Networks. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 5, 4, 347-351.
- (Laborczi et al., 2006a) Laborczi, P. - 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, P. - 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 et al., 2002) Papadimitratos, P. – Haas, Z. 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 et al., 2006) 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 September 2006.
- (Xu, 2001). Xu, S. - Saadawi, T. (2001): Does the IEEE 802.11 MAC protocol work well in multihop wireless ad hoc networks? IEEE Communications Magazine, 3, 39, 130–137.
- Zhang, Y - Lee, W. (2000): Intrusion detection in wireless ad-hoc networks. Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, Boston, MA, August 2000.

Prószéky Gábor

A számítógépes nyelvészet hatása a nyelvleírásra

A nyelv számítógép számára történő leírása különbözik a hagyományos nyelvészeti közelítéstől. Így van ez a beszéd feldolgozásával, de a szöveggel is. Mivel - Gézával ellentétben - én nem a hangzó, hanem az írott nyelvvel foglalkozom, erre építem alábbi- reményeim szerint általánosítható - gondolataimat, melyekkel, talán autentikusabban köszönhetem az ünnepeltet, mintha az ő területére merészkednék.

Minden számítógép, amikor szöveggel találkozik, elsőként a szövegben jelen levő szavak gépi reprezentációját kell létrehoznia. A nyelvfeldolgozó programoknak tehát először a morfológiai vagy szóalaktani elemzéssel, azaz a szavak tövekre és toldalékokra való felbontásával kell foglalkozniuk. A számítógép számára is használható szóalaktan azonban az esetek többségében más kategóriákkal dolgozik, mint az elméleti nyelvészet szóalaktana. Azt is mondhatnánk, hogy olyan szempontok kerülnek előtérbe a számítógépes leírás készítésekor, melyek nem is jöhettek elő a „hagyományos” nyelvészeti leírásokban, hiszen azok minden esetben feltételezték az embert mint a leírás olvasóját, így bizonyos aprólékos magyarázatokat, értelmezéseket ki lehetett hagyni a megfogalmazásból. A számítógép – bármennyire terjed is a meglehetősen szerencsétlen „elektronikus agy” kifejezés – nem rendelkezik ugyanezekkel a képességekkel: a gép számára minden magyarázat megadandó, egészen a legapróbb részletekig. Hagyományos definícióink egy részével tehát nem megyünk semmire, hiszen ezek ismeretét nem feltételezhetjük a számítógéptől. Így egyetlen lehetőség marad a számítógépes nyelvészek számára: a gép számára is „érthető” definíciók alapjául szolgáló megfigyeléseiket mint atomi ismérveket írják le a gép számára. Ekkor derül ki azonban, hogy ezt igen nehéz megtenni a nyelvtankönyvek olyan – bizonytalanságot, pontatlanságot jelentő – kifejezéseinek használata nélkül, mint a „leggyakrabban”, a „túlnyomórészt”, a „szinte minden esetben” és társaik.

A legtöbb morfológiai rendszer úgy működik, hogy megkeresi a mondat szavait egy általában lexikonnak vagy szótárnak nevezett adatbázisban. Ez azonban csak akkor egyszerű feladat, ha maguk a szavak szótári alakjukban fordulnak elő a szövegekben. Az angol és más viszonylag nem sok toldalékot használó nyelvek gépi feldolgozásában mindig is nagy volt a kísértés az összes lehetséges szövegbeli szóalak egyenként való felsorolására a rendszer lexikonjában. Egyedi módszerek ugyan korábban is voltak a különböző nyelvek morfológiai elemzésére, de általános eljárást csak az ún. véges állapotú technológiáknak az utóbbi negyedszázadban évben való elterjedése hozott. A leghíresebb ilyen modell a finn Koskenniemi (Koskenniemi 1983) által kidolgozott kétszintes morfológia, mely egyrészt elméleti keretet és formalizmust ad a szavak toldalékolásának, képzésének és összetételének leírásához, másrészt e keretben a nyelvész leírása a számítógépes implementáció számára is (módosítás nélkül) adekvát eszköznek bizonyul. A formalizmus – a legtöbb morfológiai rendszerhez hasonlóan – tőlexikonból, toldaléklexikonokból és szabályokból áll. A nyelvi elemekhez reprezentáció-pár tartozik: a szótári reprezentációkból álló sorozatok adják az egyik, amíg a szóalakok szövegekben, azaz a felszínen megjelenő, ún. felszíni reprezentációiból állók, a másik szintet. A szabályok nem tesznek mást, mint egyértelműen összekapcsolják a két szintet. A rendszer gyakorlati jelentőségét az adja, hogy az – egyébként nyelvektől teljesen független – elméleti modell igen hatékonyan megvalósítható számítógépes programot definiál. A nyelvfüggetlenség mellett a kétszintes közelítés előnye még a kétirányúság, azaz az a tény, hogy elemzésre és generálásra egyaránt alkalmazható. Természetesen más – szóalakok morfológiai elemzésre és generálásra egyaránt használható – számítógépes morfológiai módszerek is kialakultak az

elmúlt évtizedekben, pl. a HUMOR rendszer (Prószéky–Kis 1999), melynek különböző változatai valósítják meg többek közt a magyar szóalakok kezelését a mai magyar szövegszerkesztő és kiadványszerkesztő programok helyesírási eszközeiben.

Ezek a morfológiai leírások statikusak, azaz nem tanulnak futási időben, bár tudjuk, hogy a tanulás minden kognitív folyamatnak rendkívül fontos része. Ismeretes, hogy a szinkron nyelvelírás nem foglalkozik időbeli változásokkal, ezért a modern nyelvészet követői az egyes nyelvi szerkezetek szinkron-elemzésébe minden olyan információt bele igyekeznek foglalni, amelyek egy adott nyelvi egység elemzésekor szóba jöhetnek. Számítógépes közelítésben hamar jelentkezik a gondolat, hogy a nyelvi elemzés menete miért is nem hasonlít a mesterségesintelligencia-kutatásban általánosan használatos ún. forgatókönyvekhez? A forgatókönyv ugyanis nem más, mint egy korábban megtanult olyan hierarchikusan szervezett ismerethalmaz, melynek az adott eset feldolgozásában lényeges szerepe van. Egy nem nyelvészeti példával illusztrálva: ha elmegyünk vásárolni, ismerjük a pénz fogalmát, a pénztárosnő szerepét, a pénztárhoz való odamenéshez viszont a „járás” fogalmát nem ezen a szinten kell definiálni – főleg nem az egyik lábunk a másik elé tételével –, hanem jóval korábban, hiszen a járás már egy korábban megtanult cselekvéssor, azaz a vásárlás forgatókönyvében alapfogalomnak tekinthető. Természetesen, amikor járnunk tanultunk, akkor fontos volt például az egyensúlyra figyelni, de a vásárlásnál ezt expliciten megemlítve nem jutnánk közelebb a vásárlási helyzet jobb megértéséhez. Amikor persze ez a forgatókönyv-fogalom kialakult, a pszichológusok már akkor is jól ismerték az egészséges feldolgozás fogalmát (Pléh & Lukács 2001), mely az elemzetlen, egyetlen monolitiként mozgatandó elemek kezelését reprezentálja az emberi információfeldolgozásban. A forgatókönyvnek megfelelő szerkezetleírás bevezetésével a nyelvfeldolgozás hatékonyabb modellhez juthat, hiszen sémákban tudjuk tárolni az előző elemzési lépésből megszerzett nyelvi tudást. Ha kíváncsiak vagyunk, természetesen a korábban megtanult ismeretanyagunk, azaz a „monolitiként” használt sémáknak az aktuális elemzés előtt kialakított belső szerkezetét is van mód megvizsgálnunk; analóg módon a vásárlásról szóló példa „járás” elemével. Természetesen ez nem kötelező, hiszen az adott feladattól függően akár elő is vehetjük a megoldást esetleg némiképp lassító, ám korábban megszerzett ismereteink pontosítására szolgáló produktív elemzőrendszerünket. Tehát azt állítjuk, hogy a tövek és toldalékok kombinációit nem feltétlenül kell valós időben elemeznünk, hanem elég valamely korábban megtanult mintát ráilleszteni az éppen feldolgozandó szóra. Ha azonban különleges okunk van rá – például szójátékok, viccek vagy éppen Juhász Ferenc gazdag szóalaktanú verseinek olvasása közben – akkor eltérhetünk ettől a megoldástól, és aktivizálhatjuk „hagyományos”, szabály-alapú morfológiánkat. Az így kialakított két rendszernek – a megtanult minta-alapúnak és a produktív szabály-alapúnak – az együttműködése ezáltal a hatékonyság és a pontosság optimumát hozza.

Az adott nyelvi szint (esetünkben: a morfológia) számítógépes leírása szempontjából minden releváns ténytet össze kell tehát gyűjteni, majd minden ilyen szempont alapján minden egyes elemet – most épp töveket és a toldalékokat – osztályozni kell. A számítógép persze gyakran találkozik számára ismeretlen szavakkal is, némiképp hasonlóan a gyerekekhez, akik most sajátítják el a nyelvet. Ha elfogadjuk, hogy a szótárak nem tartalmazhatnak minden szót, akkor valamiképpen nyitottnak kell lenniük. Ez a gondolat viszont az elméleti nyelvészetnek még a legújabb irányzataiban sem honosodott meg. Azt hamar észre lehet venni, hogy nem bármilyen, hanem csak bizonyos szófajú szavak kerülnek be ezekbe a nyitott szótárakba. Például a magyar nyelvben a főnevek osztálya nyitott, viszont – nyelvenként különböző módon – új ige gyakorlatilag csak úgy „készülhet”,

ha egy, akár ismeretlen főnévre alkalmazzuk az igen gyakori *-z/-az/-oz/-ez/-öz* (esetleg *-ol/-el-öl*) képzőt. Ettől lehet például: *számítógép+ez+ni* vagy *eger+ez+ni*. Természetesen a képzés eredményeképpen létrejött alakok meglehetősen különböző gyakorisággal szerepelnek a magyar nyelvű szövegekben, de előállításuk szabályosságához nem férhet kétség. Ugyanilyen elvek alapján képtelenek volnánk esetragot vagy új névmást bevezetni, ezen osztályok ugyanis zártak. Úgy tűnik, hogy létezik egy „minimálnyelvtan”, melyben minden olyan dolog szerepel, amit nem lehet nyitott osztállyal definiálni, vagyis: van egy nyitott része a nyelvi lexikonoknak. E szavak azonosítását, amennyiben még nem ismerjük őket, épp a biztosan ismert, azaz a zárt kategóriákba tartozók segítségével tesszük. Sokszor tehát egy-egy ismeretlen szó adott előfordulásából kell – legalább részlegesen – következtetni a szó kiinduló, szótári alakjára. A probléma jól illusztrálható a következő példával. Ha feltesszük, hogy nyelvtanulók vagyunk, és még nem ismerjük a *csónak* és a *lapát* szavakat, akkor az *Ajándék csónak ne nézd a lapát* „szósalátát”, pontosan ugyanúgy elemeznénk, mint az *Ajándék lónak ne nézd a fogát* mondatot: levágnánk a toldaléknak gondolt szórészeket és a maradékot (*csó* és *lap*) lehetséges töveknek gondolnánk.

A számítógépes leírás esetében – amint ezt már említettük – hagyományos, embereknek készített definícióinkkal nem megyünk sokra, hiszen ezek ismeretét nem feltételezhetjük a számítógéptől. Így egyetlen lehetőség marad számunkra: a definícióink alapjául szolgáló megfigyeléseket, mint atomi ismérveket kell leírni a gép számára. Ezek mögött a megfigyelések mögött sokszor általánosan érvényes elvek állnak, melyeket a számítógép számára történő leírás nélkül igen nehéz lett volna felfedezni. A szóalaktan esetében ilyen vizsgált elemek a szótövek és a toldalékok, melyeket a hagyományos nyelvészeti közelítések különféle osztályokba sorolnak, méghozzá úgy, hogy ezeknek az osztályoknak a közös ismérveit az oda besorolt morfémák mind viselik. A szótövek osztályozásának legismertebbje a szófaji osztályzás, mely többé-kevésbé a szavak mondatbeli viselkedésének összefoglalására szolgál. A magyar szófaji osztályzás például hagyományosan többféle szempont egymásnak sokszor ellentmondó rendszerét próbálja egyidejűleg fenntartani. Ebből következően egy adott szó szófajba sorolása sokszor meglehetősen bizonytalan. A szófajok értelemszerűen nem igazán határolódnak el egymástól, bárhogyan legyenek is létrehozva. Nyilvánvaló, hogy a főnevet a melléknévtől elsősorban jelentéstani okok választják el. A számítógép számára viszont ez nem megfogható; ezzel szemben a szintaktikai viselkedésből adódó olyan különbség, mint a fokozhatóság „kapóra jön”, hisz arról nyugodtan kijelenthetjük, hogy kimondottan melléknévi jegy. A szótárakban az egy-egy szó mellett megjelenő „ritkábban melléknév”, „általában főnév” típusú, előfordulási gyakoriságokon alapuló megjegyzések semmilyen többletinformációt nem adnak egy konkrét szerkezet helyes elemzéséhez. Az „aktuális szófajváltás” vagy a „szófaji átcsapás” fogalma a számítógépes leírás számára ugyancsak nem használható. Marad tehát az a leírás, mely mind a tipikus főnevekhez, mind a tipikus melléknemekhez képest kevesebb egyértelmű viselkedési ismérvet ad a szó lexikális jellemzésében. A melléknévség definíciója meglehetősen bizonytalan, érdemes olyan, a szófaj-meghatározó kérdéseknél primitívebb, atomi kérdést használnunk, mint pl. hogy „létezik-e középfoka?”. Az erre adandó válasz mindig egyértelmű, függetlenül attól, hogy egyébként pl. a *pici* szóról sokan azt tartják, hogy melléknév, a *róka* szóról pedig, hogy főnév. A névszó-világ tehát nem eleve meglévő főnevekből és melléknemekből, hanem bizonyos viselkedési formákat követő szavakból áll, melyek jelentéstartalma valóban sokszor párhuzamosan mozog bizonyos toldalékokkal való együttes előfordulásukkal. A jegyekre bontáson alapuló elvnek megvan az a hihetetlen előnye,

hogy nem kell állást foglalni egy olyan kérdésben, mely elsősorban a már ismert fogalmak különböző nyelvészeti iskolák által használt definíciói közt feszül.

Egy igazi gépi szóalaktan osztályainak létrehozásához érdemes a Papp Ferenc-féle névszói bázisból (Papp 1975) kiindulni, mely a többesszám és a tárgyeset magánhangzójából, valamint a harmadik személyű birtokos *j*-vel vagy *j* nélkül való megjelenéséből áll. A mi osztályozásunkban egy jegy csak arra vonatkozik, hogy például van-e magánhangzó a fenti két toldalék esetében, ám ha van, akkor annak minőségét két másik, független magánhangzóharmónia-jegy jelöli ki. Nincs magánhangzó pl. a *só+k* és *nő+k* esetében, de van a *zár+ak*, *fék+ek*, *kár+ok*, *kör+ök* esetében. Ez utóbbiaknál a képzés helye szerinti és az ajakkerekítés szerinti magánhangzó-harmónia kétszer két esete dönt a magánhangzó minőségéről. A bázis tehát a két magánhangzó-harmónia, a többesszám és a tárgyeset magánhangzója, valamint a harmadik személyű birtokos *j*-je összesen öt bináris ismérvvvel írható le; tehát 2^5 , azaz 32 lehetséges kombináció állhat belőlük elő. Ebből természetesen nem következik, hogy mindegyik ilyen lehetséges osztályban van is magyar szótó. Ám épp ez a mai magyar szóalaktan sajátja, hogy a lehetséges osztályok halmazából kiválasztja azokat, melyekbe a mai magyar névszók tartoznak. Ha találnánk a fenti jegyeknek olyan kombinációját, melyet korábban nem, nem volna szükségünk új elnevezésre, hanem azt mondhatjuk egy kicsit nagyképpű hasonlattal, hogy Mengyelejev táblázatos rendszeréhez hasonlóan az osztály helye itt is létezik, csak eddig esetleg nem találtunk olyan elemet, amely az osztály ismérveinek megfelelően viselkedett volna.

A fenti felismerésnek két következménye van: az egyik, hogy ebben a rendszerben nincs értelme rendhagyó vagy szabályos viselkedésről beszélni, hanem csak olyan osztályokról, melyekben kevesen vannak, és olyanokról, melyekben sokan. A másik következmény, ha jól gyűjtjük össze a leírás alapjául szolgáló ismérveket, akkor az osztályozást a nyelv minden egyes szóba jövő elemére nem előre meghatározott komplex szempontok, hanem egyszerre csak egyetlen jellemző alapján kell elvégezni, és ezt kell egyenként megismételni minden szempontra. A választ az így felteendő egyszerű bináris kérdésekre - a számítógép-, bármely anyanyelvi beszélő nyelvészeti ismeretek nélkül is jól meg tudja adni. Az, hogy végül hány osztály lesz, nem tudható előre, akkor derül ki, ahogy az összes kiválasztott szempont szerinti osztályozás véget ér. Valójában erre a számról nincs is szükségünk, hiszen nekünk csak az a fontos, hogy minden olyan releváns szempont szerepeljen az osztályozások között, mely az adott nyelvi szinten hatással lehet a leírni kívánt objektum – például a magyar névszói szóalakok – formájára.

Egy bizonyos: a nyelv által legalább egy elemmel kitöltött – tehát morfo-fonológiaiilag létező – osztályok száma, lényegesen kevesebb lesz a formálisan lehetséges kombinációk számánál, de várhatóan nagyobb lesz, mint a hagyományos - esetünkben a névszóragozási osztályozásokban szereplő -, osztályok száma. Ez utóbbiak egyébként úgy volnának előállíthatóak a fent ismertetett módszerrel készített osztályok halmazából, ha bizonyos szempontjainkat utólag irrelevánsnak ítélnénk, és az így maradt jellemzők alapján azonosan osztályozott elemeket egyetlen osztályba vonnánk össze. A speciális viselkedésű elemek a hagyományos nyelvészeti osztályozásokban (pl. Elekfi 1999) lábjegyzet-szerű információkkal ellátva árulkodnak arról, hogy ők tulajdonképpen mégsem férnek be teljesen az adott osztályozásba. Erre nyilván semmi szükség sincs, mert egy algoritmus nem tud lábjegyzetekben jelzett információ-

ók alapján egyedileg másként működni, vagy ha erre mégis szükség volna, akkor ez a leírás az osztályozó algoritmus részévé válna, azaz ekvivalens volna az általunk bevezetett osztályzással.

A most bemutatott közelítést a magyar morfológia számítógépes leírása sugallta, és kialakítására aligha kerül sor, ha nem a gép számára akartuk volna összefoglalni azokat a tényeket, melyeket nyelvünk szóalaktanáról valójában már a szakirodalom eddig is jól ismert. A számítógépes szóalaktan területén kialakított leírasmód – a fenti két megfigyelésen túl – azzal az általános tanulsággal is szolgál, hogy az osztályzásnak mindig csak az adott szinten kezelendő szempontjai a lényegesek. Hiába tudja az anyanyelvi beszélő, vagy különösképpen az osztályozással foglalkozó nyelvész, hogy bizonyos, más szinten kezelendő tényeknek is szóba kellene jönniük egy adott nyelvi elemmel kapcsolatban, ezeket mindaddig nem szabad érvényre juttatni, míg a kérdéses nyelvi szint szerinti feldolgozásra nem kerül sor.

Irodalomjegyzék

- (Koskenniemi 1983) Koskenniemi, Kimmo (1983) Two-level Morphology: A General Computational Model for Word-form Recognition and Production. Publication 11. University of Helsinki, Helsinki
- (Papp Ferenc 1975) A magyar főnév paradigmatisz rendszer. Akadémiai, Budapest
- (Pléh Csaba & Lukács Ágnes 2001) A magyar morfológia pszicholingvisztikája. Osiris, Budapest
- (Prószéky, Gábor & Balázs Kis 1999) A Unification-Based Approach to Morpho-Syntactic Parsing of Agglutinative and Other (Highly) Inflectional Languages. Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL), 261–268. College Park, Maryland, USA
- (Elekfi László 1994) Magyar ragozási szótár MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest

Mojzes Imre

A nanotechnológia lehetséges társadalmi hatásai és kockázatai

... három olyan elem, amelyeken kívül nem érthető meg konkrét valóságában az emberi állapot: a kockázat, a balsiker veszélye és a siker reménye.

Lucien Goldmann (1913-1970)

Mojzes Imre
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
mojzes@ett.bme.hu

1. Bevezetés

Az új technológiák alkalmazása előtt igen gondosan meg kell vizsgálni azok társadalmi hatásait. A műszaki jellemzők önmagukban nem határozzák meg egy technológia várható üzleti sikereit, ehhez szükséges feltétel, hogy azt a társadalom is befogadja azt [Mojzes, 2004].

Egy új technológia megalkotása során igen lényeges és gyakran a technológia megalkotásával összemérhető ráfordítást igénylő feladat, a technológia társadalmi hatásainak felmérése. A társadalmi hatások alatt értjük nemcsak a társadalom egyes tagjaira gyakorolt közvetlen hatást, hanem a társadalmi folyamatokra gyakorolt hatást is. Ez alól természetesen a nanotechnológia sem lehet kivétel. Az alábbiakban - a teljesség igénye nélkül - felsorolunk néhány olyan területet, ahol a nanotechnológia a belátható jövőben jelentős szerephez juthat:

- a korábbinál jobb hatékonyságú integrált áramkörök előállítása, szén nanocsövekből,
- nanostrukturájú katalitikus anyagok előállítása, vegyi folyamatok nagyobb hatékonyságú irányítására, beleértve az autók kipufogó gázainak tisztítását,
- könnyebb és nagyobb szilárdságú anyagok nagytömegű előállítása nagyobb hatékonyságú és fokozottabb biztonságú járművek előállítására,
- olyan gyógyszerek előállítása, amelyek programozott lebontásúak, amelyek célja a rákos sejtek elpusztítása és egyéb célzott hatások elérése,
- költséghatékony és megbízható szűrők előállítása a víz és a levegő tisztítására beleértve a tengervíz sótalanítását is,
- a napenergia hatékony előállítása,
- tüzelőanyag cellák előállítása, elsősorban járművekben, alkalmazható kivitelben,
- kompozit anyagok előállítása, speciális felhasználása ahol a polimereket nanorészecskékkel erősítjük meg,

- tervezett lebontású táp- és rovarölő anyagok,
- új meghajtóegységek elsősorban űrbeli alkalmazása,
- nanoméretű érzékelők előállítás,
- nano bevonatok, így öntapadó, hőelnyelő, hővisszaverő tulajdonságokkal.

E rövid felsorolásból is látható, hogy igen szerteágazó területeken várható a nanotechnológia hatása.

Itt is igazolódik, az a közelítés, hogy ellentétben a mikroelektronikával, ahol néhány típus-áramkört alkalmaztunk az élet nagyon sok területén, a nanotechnológia alkalmazása szintén sok területre terjed ki, de nem beszélhetünk elemi építőkövekről.

E szerteágazó alkalmazási lehetőségek igen sokrétű feladatokat definiálnak, az eltérő szakmai területek számára. Ez tehát azt jelenti, hogy a sokféle anyag és folyamat sokféle, esetenként egymástól erősen eltérő kockázati tényezőt hordozhat. Nézzünk ezek közül néhányat:

- A nanotechnológia elvét az oktatás minden szintjére be kell vezetni,
- A nanotechnológiában tevékenykedők oktatásának ki kell terjednie az etikai aspektusokra is, megteremtve az alapot arra, hogy a technológiából a lehető legtöbb társadalmi előnyt megkaphassuk,
- A társadalomtudományok és a közgazdaságtudomány területén tevékenykedőknek is rendelkezniük kell alapismeretekkel, a nanotechnológia területéről,
- Lényeges a magán és az üzleti szféra összefogása, segítendő a nanotechnológia eredményeinek alkalmazását.

2. Nanotechnológia kockázati tényezői általában

A nanotechnológiáról úgy beszélünk, mint egy következő lehetséges ipari forradalom feltételezett hajtóerejéről, ezért okulva a korábbi rossz tapasztalatokból, idejekorán kell foglalkoznunk a kockázatokkal is. Ezeknek a kockázati tényezőknek a meghatározását, elvégezhetjük úgy is, ha figyelembe vesszük a nanotechnológiával összevethető fejlődésű, jelentőségű biotechnológiai iparágakat, tekintetbe véve, hogy a nanotechnológia növekedése lényegesen meghaladja a biotechnológiáét. (Megemlítjük, hogy csak a nanotechnológiai szerszámpar növekedési üteme az USA-ban 30% felett lesz.)

A nanotechnológia fejlődési üteme a következő években három szakaszra osztható:

- A jelen időszak, a nanotechnológiai termékek elsősorban az autóiparban, gyógyszeriparban – beleértve a kozmetikumokat -, élelmiszerekben és az űrkutatási termékekben találhatóak.
- 2009 körül áttörés következhet be a nanotechnológiai innovációban. Az infokommunikációs és elektronikai alkalmazások dominálni fognak, ezek közül is megemlítjük a mikroprocesszorokat és a memória áramköröket.
- 2010-től a nanotechnológia általánossá válik a termékekben, domináns szerepet az egészségügyi és gyógyászati alkalmazásokban fog játszani, ahol a különböző nanotulajdonságú gyógyszerek és orvosi eszközök igazi diadalútjának leszünk tanúi.

A kockázatelemzésnek - a nanotechnológia esetén -, természetesen nemcsak a műszaki, hanem társadalmi hatásait is, meg kell vizsgálni. Szempontok a kockázati tényezőkhöz:

- A nanotechnológia kockázati tényezőit vizsgálva el kell különítenünk a nanotechnológiának, mint folyamatnak a kockázati tényezőit, a nanotechnológiai elemeket tartalmazó termékek kockázati tényezőitől is.
- A nanotechnológiai kockázat kezelésekor igen nagy nehézséget jelent, hogy a nanotechnológia sokkal szerteágazóbb terület, mint például a mikroelektronika, ahogy jeleztük már.
- Nanotechnológiai alkalmazások sok esetben szerves és szervetlen anyagrendszerek közös használatával jár, ami további kockázati tényezőket rejt magában.
- Az egészségügyi epidemiológiai vizsgálatok már korábban is kiterjedtek, olyan finom és ultrafinom részecskék és az élő szervezet kölcsönhatására, amelyek elsősorban a légzőrendszeren keresztül juthatnak be az emberi szervezetbe. Már a kezdeti nanotechnológiával kapcsolatos kutatások is megmutatták, hogy a nanotechnológiai termékek a legkülönbözőbb utakon juthatnak az emberi szervezetbe és károsíthatják a szöveteket.
- A nanotechnológiai elemek kis méreteik miatt nemcsak tulajdonságaikban különböznek az ugyanolyan összetételű többi anyagtól, hanem az emberi testre vonatkozó kölcsönhatásokban is. Ezért tehát lényeges leszögeznünk, hogy a tömbi anyagok kockázatelemzésével szerzett eredmények nem alkalmazhatóak a nanoméretű elemek kölcsönhatásának leírására. Ez az állítás a másik irányban is igaz.
- A nanotechnológia elterjedésével együtt jár, hogy folyamatosan növekszik azok köre, akik nanotechnológiai környezetben egyre hosszabb időt töltenek el. A nanotechnológiai termékek elterjedésével viszont egyre nő azoknak a száma, akik

mind hosszabb életszakaszuk során lesznek felhasználói vagy alkalmazói a nanotermékeknek.

A nanotechnológia fejlődését, a kockázati tényezők meghatározása szempontjából három szakaszra bonthatjuk:

- az egyes részecskék méreteinek egyre pontosabb ellenőrzése,
- a nanorészecskék jellemzőinek egyre pontosabb meghatározása,
- új és egyre mélyebb ismeretek megszerzése arról, hogy a nanostruktúra és az egyes tulajdonságok, hogyan függnék össze, illetve ezeket hogyan tudjuk befolyásolni.

A nanoanyagok tulajdonságai ugyanis – többek között -, azon alapszanak, hogy a nanoanyagok fajlagos térfogata sokkal nagyobb, mint egy ugyanolyan tömegű anyag fajlagos térfogata tömbi formában. Ez az anyagokat kémiaileg reakcióképesebbé teheti, egyes esetekben olyan anyagok, amelyek nem mutatnak vegyülési hajlandóságot tömbi méretekben reakcióképeséget mutathatnak nanoméretekben.

Általában elmondhatjuk, hogy a nanoanyagok kockázatának megítélésénél nem lehet kiindulni a makrorészecskékkel lefolytatott vizsgálatok eredményeiből, a nanorészecskéket más anyagnak kell tekinteni.

A nanotechnológia mérettartományában, a szemcséknél már az is lényeges, hogy az őket alkotó atomok milyen arányban helyezkednek el a szemcse felszínén, és mely részük van „elzárva” a külvilágtól, azaz például egy felületi reakcióban nem vesz részt. Ezt az arányt az alábbiakban bemutatjuk, hogy milyen az atomok megoszlása a felület és a térfogat között a különféle méretű részecskék esetében:

30 nm-es részecske esetében atomjainak	5%-a van a felületen
10 nm-es részecske esetében atomjainak	20%-a van a felületen
3 nm-es részecske esetében atomjainak	50%-a van a felületen

Másik tényezőként lényeges megemlíteni, hogy az anyagok 50 nanométer mérettartománya alatt a klasszikus fizika által leírt tulajdonságoktól és jelenségektől jelentősen eltérő sajátosságot mutathatnak. Az 50 nanométeres mérettartomány alatt a kvantummechanika és a kvantum jelenségek egyre dominálóbba válnak. Ezáltal a mérettartomány csökkentésével a tulajdonságokban jelentős változások következnek be. A tulajdonságok definiálását és befolyásolását megnehezíti, hogy ezek a kis részecskék gyakran nagyobb részecskékké állnak össze és ekkor már egészen más jellegzetességet mutathatnak.

3. A nanotechnológia kockázatai

A nanotechnológia kockázatainak elemzésénél abból kell kiindulni, hogy ez a nanotechnológia az anyagok és részfolyamatok sokkal nagyobb halmazát kezeli, mint például a mikroelektronikai technológia. Ezek közül néhányat példaként meg is neveznénk [Lauterwasser, 2006].:

- A nanotechnológia által előállított termékek üzleti kockázatai,
- a szellemi tulajdonvédelem kockázatai, amelyek szintén az anyagok és technológiákkal függenek össze,
- politikai kockázat, amely elsősorban abból ered, hogy az egyes országok és régiók szerepe átértékelődik,
- a miniatűr szenzorok megjelenése, mely veszélyt jelenthet a magánéletre és kockázatot bizonyos információk nyilvánosságra kerülésével,
- a nanorészecskék bekerülése a környezetbe eddig nem látott vegyi és biológiai kockázatot jelent,
- a nanorészecskék hatása az őket előállító és felhasználó személyekre,
- az emberi tulajdonságok javításának kockázata,
- a nanogépek önreprodukciójának korlátozása.

A nanotechnológia kifejezés túl általános ahhoz, hogy részleteiben is leírjuk az egyes kockázati tényezőket, hiszen egészen széles körből kell megválogatni azokat a folyamatokat, amelyek összességükben meghatározzák a nanotechnológia kockázatát.

További, a kockázatot befolyásoló tényező, hogy kezdetben a nanorészecskék feltehetően nem kerülnek közvetlen kapcsolatba a fogyasztókkal, mert egy terméknek csak egy bizonyos részében lesznek jelen. Ez a jelenlét kezdetben beágyazott anyagként létezik, és csak valamilyen váratlan esemény, például baleset hatására juthat ki a környezetbe.

A jelenleg ismert nanotechnológiai folyamatok sokban hasonlítanak a kémiai technológiai folyamatokra, így a kockázatelemzés során is ennek megfelelően kezelhetőek.

4. A nanotechnológia pozitív hatása az emberre és környezetére

A kockázati tényező korrekt meghatározása céljából lényeges megemlíteni a nanotechnológia pozitív hozadékát is. Erre példa, hogy e technológia hozzá segíthet a tiszta ivóvízellátás,

hatékonyabb energiakonverzió és energiátárolás megvalósításához is. Az átlátható és az átlagember számára érthető előnyök és kockázatok analízise hozzásegíthet ahhoz, hogy a társadalom befogadja ezt az új technológiát. Lényeges hangsúlyozni, hogy a kockázatokat képesek vagyunk ellenőrzésünk alatt tartani.

A nanotechnológia előnyös oldalainak bemutatására különösen az egészségügyi alkalmazások alkalmasak. Ezek közül néhány példa:

- Már eddigi ismereteink is megalapozzák, hogy a nanotechnológia módszerei jól használhatóak gyógyszerek célba juttatására. Az objektumok mérete miatt több olyan membránon is áthaladnak a nanorészecskék, amelyek a nagyobb részecskék számára akadályt jelentettek. Az adagolás is sokkal pontosabbá, időben egyenletesebbé tehető.
- Az egy-chipes laboratóriumok olcsó, eldobható eszközökké válhatnak, segítségével javul a betegek, különösen a krónikus betegek kezelése.
- Új jelenségek felhasználásával, több betegség gyógyítási folyamata javítható, például vas tartalmú részecskék váltakozó mágnes térrel lokális hőképzésre használhatók.
- Baktériumok egészen kis mennyiségű kimutatására is alkalmazható a nanotechnológia: így egyetlen darab *E. coli* baktérium is kimutatható egy adag beafstekben.

5. A nanotechnológia társadalmi hatásai

Egy új technológia megalkotása során igen lényeges és gyakran a technológia megalkotásával összemérhető ráfordítást igénylő feladat, a társadalmi hatásuk felmérése. Ez alatt értjük nemcsak a társadalom egyes tagjaira gyakorolt közvetlen hatást, hanem a társadalmi folyamatokra gyakorolt hatást is. Ez alól természetesen a nanotechnológia sem lehet kivétel. Mindenképpen célszerű lenne, elkerülni azt, hogy a társadalom a nanotechnológia ellen hangolódjék.

A kapcsoló áramkörökről, a gépekről és a molekulákból álló bio-érzékelőkről szóló nagy víziók a félelmek forrásai. Emiatt nem kell kétségbe esni, a döntés kereszteződésében két lehetőség kínálkozik. Ezen utak egyike, hogy a legtöbb reményt arra a fizikai elvre fekteti, hogy kihasználják az „önszerveződés”-t. Másik út, ami sokak számára járhatatlannak és lehetetlennek tűnik, az a „mechano-szintézis” támogatóinak kis csoportja.

Mindez tulajdonképpen, a látomásnak egy jó részét a félelemre vezeti vissza, mely gátolja, hogy a nanotechnológia ebbe az irányba fejlődjék. Eric Drexler megállapította, hogy átokfutó

csoportosulások, destruktív erők következtében egy szabad, vad pályára kerülnek az atomok vagy molekulák. Rövid időn belül e fontos ponton revideálta nézeteit. Maradt azonban más probléma is, még mindig megoldatlanul, mindez ideig a nanotechnikai szkeptikusok nem egy alkalommal felmerült kérdése, hogy milyen hosszú távú társadalmi változtatások tudják a nanotechnológia győzedelmes vonatát célba juttatni...

Neal Stefnson 1995-ben a Gyémánt kora című könyvében az amerikai sci-fi közösség véleményét írta meg. A nanotechnológia valóban olyan elképzelhetetlen terméket produkált, mely különleges pontosságot eredményezett. Ez a technikai forradalom azonban nemcsak egyszerűen termék, vagy előállítási folyamat. Ez egy modellje a csoportosult rendnek.

A hálózat, mint az Internet szimbóluma, áttörést jelentett a síkfelszínek hierarchikus szerkezetében. Stefnson úgy gondolta, hogy az atomok és molekulák kontrollja, egy XIX. századi új Viktoriánus osztályközösség szerveződéséhez hasonlítható, mely a mechanisztikus világgépet, a liberális világgépet megfelelően átalakította.

6. Mesterségesen előállított nanorészecskék

A természetben előforduló nanorészecskéken kívül (például az agyag) mesterségesen is előállíthatóak nanorészecskék. Ezek formájukat tekintve lehetnek porok, szuszpenziók vagy egy mátrix struktúrában szétszórta részecskék. Ezek a részecskék természetesen a létrejöttüket követően nagyobb részecskékké állhatnak össze.

Általánosan tekintve szinte tetszőleges anyagból állíthatunk elő nanorészecskéket. Gyakorlatban azonban csak néhány anyag kerül alkalmazásra, ezeket az 1. táblázat foglalja össze:

1. táblázat A nanotechnológiában alkalmazott anyagok

Anyagtípus	Alkalmazási példa
Fémoxidok	
Szilícium-dioxid (SiO ₂)	Adalék polimerekhez
Titán-dioxid (TiO ₂)	UV-A-védelem
Alumínium-dioxid (Al ₂ O ₃)	Napelemek
Vas-oxid (Fe ₃ O ₄ , Fe ₃ O ₃)	Gyógyászat
Cirkónium-dioxid (ZrO ₂)	Adalék karcálló bevonatokhoz
Fullerének	

C ₆₀	Mechanikai és kenési alkalmazások
Szén-nanocsövek	
Egyfalú szén-nanocsövek	Kompozitok, nanoelektronika
Többfalú szén-nanocsövek	Hideg emitter, kijelzők
	Akkumulátorok, tüzelőanyagcella
Vegyület-félvezetők	
CdTe	Elektronika és optika
GaAs	Fotonika
Szerves nanoanyagok	
	Gyógyszerek
Fémek	
Au	Katalízis
Ag	Optoelektronika, fertőtlenítés
Ni	Sebek kezelése

A nanorészecskék felhasználása szempontjából a kísérletek azt mutatják, hogy összetételük mellett meghatározó szerepet játszik a méretnagyság, a morfológia és egy adott felület borítottsága.

7. A nanorészecskék egészségügyi kockázata

Az egyre növekvő mértékű nanotechnológia termék előállítás maga után vonja, hogy egyre több nanotermék jelenik meg a környezetünkben. A fentieknek megfelelően ezek beépített részecskéként jelennek meg, így közvetlenül az emberi testbe kerülésük kevésbé valószínű. Az ún. szabad nanorészecskék különböző módon, belélegzéssel, az emésztőcsatornán és a bőrön keresztül is bejuthatnak a szervezetbe. Általában kevés kísérleti anyag áll rendelkezésünkre. Összességében megállapítható, hogy a nanorészecskék, ha mérgezőek, akkor mérgezőbbek, mint a nagyobb méretű részecskék. Itt elsősorban a tüdőn keresztül a szervezetbe kerülő részecskék jelentenek nagy kockázati tényezőt. A bőrön keresztüli felszívódásukkal kapcsolatban elsősorban a titán-dioxiddal kapcsolatban vannak kísérleti tapasztalatok. Ezek azt mutatják, hogy elsősorban más kockázati tényezők együttes jelenléte jelenthet veszélyt, így például az ekcéma, vagy az erős napsütés.

A szén nanorészecskékkel kapcsolatban valamivel több a tapasztalat. Ismertek a kísérleti evidenciák is, például fullerénekkal kapcsolatban. Ezek elsősorban azért fontosak, mivel ebből az anyagból már ma is több tonnányi mennyiséget állítanak elő évente.

Az egészségügyi kockázatok között meg kell említeni azt is, hogy életünk során folyamatosan körülvesznek bennünket a nanorészecskék. Így például egy közönséges szobai levegő cm^3 -ként 10-50 000 nanorészecskét tartalmazhat, az utcai levegő nanorészecske tartalma-elérheti a 100 ezer db/ cm^3 értéket.

A nanorészecskék szempontjából további lényeges kockázatot jelent, hogy nagy felületük miatt reakcióképességük, így például robbanásveszélyességük is lényegesen megnőhet. Ezek a veszélyek elsősorban akkor fognak megnövekedni, ha termelésük jelentős nagyságú lesz.

A kockázati tényezők elemzésében fontos szerepet fognak játszani az egészségbiztosítók.

A nanotechnológiában növekvő szerepet fognak játszani az immunológiai aspektusok. Így pl. a C_{60} és az élő szervezet kölcsönhatásának vizsgálata [Erlanger, 2004].

8. Összefoglalás

Röviden áttekintettük a nanotechnológia társadalmi hatásait és kockázatát. A kockázat két forrásból eredhet. Az egyik a nanotechnológia, mint technológiai folyamat, a másik kockázati tényező a nanotermekek alkalmazásához köthető. Ma még kevés közvetlen tapasztalat áll rendelkezésünkre. Nem eldöntött dolog, hogy egyes anyagokat fogyasztási cikként, vagy gyógyászati készítményként kell-e kezelni [Mojzes, 2007].

9. Irodalomjegyzék

- [Erlanger, 2004] Erlanger, B. F.: A Role for Immunology in Nanotechnology. In: Nanotechnology and the Environment: Applications and Implications. Ed. by: B. Karn et al. ACS Symposium Series 890, 2004.
- [Mojzes, 2004] Infokommunikációs technikák és az ember. Mojzes Imre (szerk.), Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004.
- [Mojzes, 2007] Mojzes I., Molnár L.M.: Nanotechnológia. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007.
- [Lauterwasser, 2006] Lauterwasser, Ch.(Ed.): Opportunities and risks of Nanotechnologies.

Boda Miklós

Gézának - Főnix madár a magyar felsőoktatásban

1991 decemberében véletlenül találkoztam Gordos Gézával az Egyesült Államokbeli Phoenixben, egy konferencián, nem sejtve, hogy ez a véletlen találkozás mennyire megváltoztatja sokunk életét. Kiderült, hogy Géza pont kutatási feladatokat keresett az egyetem számára, én pedig megoldásokat az új ATM kommunikációs technológiákhoz. Attól kezdve mindketten e cél megvalósítása érdekében dolgoztunk.

A BME addig, csak áttételesen tudott „éles” kutatásokat végezni a telekommunikáció területén, mivel a Közép-európai régiót akkoriban a monopolhelyzetben lévő szolgáltatók jelenléte és a telekommunikációs eszközöket előállító cégek hiánya jellemezte. Akkoriban a szélessávú átviteli technológiákról az egyetemen még gyakorlatilag csak hírből hallottak. Hamarosan egyértelművé vált számomra, hogy Gordos Géza nem csak egy jó kutató, de kutató-menedzser és mentor is egy személyben. Lehetőséget és segítséget biztosított az B-ISDN és ATM típusú hálózatok kutatásának elindításához, annak ellenére, hogy nem ezek voltak a kutatási területei. Ezen kezdeményezések eredménye lett a később kialakult HSN Laboratórium. A kutatások többsége komoly matematikai eszközöket igényelt, így csatlakoztak projektjeinkhez Györfy László professzor úr a BME-ről, és Frank András professzor úr az ELTE-ről. Géza érdeme, hogy mellettük Pap László professzor úr, mobil kommunikációt kutató csoportjával is sikerült kapcsolatot teremteni, és bevonni a kutatásokba.

Rektorhelyettesként, Géza nagy hangsúlyt fektetett a kutatási eredmények hasznosítására, egy hatékony kutatási policy kialakítására. Mindig jó érzéssel emlékszem vissza hosszú beszélgetéseinkre ezekről a témákról. Rábeszéltem a Traffic Lab megalapítására és az ő kérésére tettem meg javaslatomat, melynek nyomán később létrejöttek a Kooperációs Kutató Központok majd a Regionális Egyetemi Tudásközpontok.

2004-ben megkértem Gézát, hogy a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány keretében, a német Fraunhofer Intézettel közösen, alapítsa meg az Ambient Networking laboratóriumot, amit természetesen sikeresen létrehozott és azóta is eredményesen működik. Mivel Géza szerepe egyre inkább a kutatás-fejlesztés és innováció politika kialakításában való részvétel felé tolódik, szeretném neki ajánlani tíz évvel ezelőtti, a K+F és innovációról valamint, az oktatás és a termelés kapcsolatáról szóló cikkemet, mely úgy érzem, sajnos a mai napig nem vesztett az aktualitásából.

Budapest, 2007. június

Főnix madár a magyar felsőoktatásban

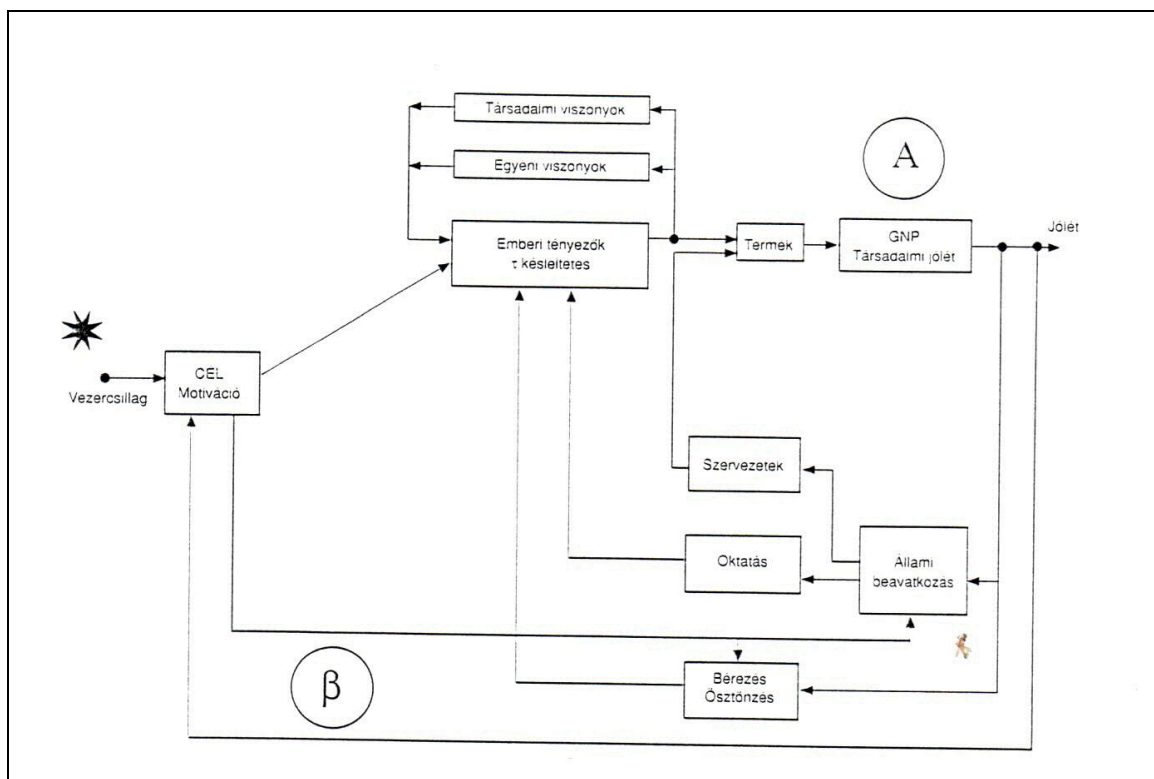
Talán véletlen, hogy a magyar kommunikációs kutatásokkal Phoenix városában kerültem kapcsolatba 1991 decemberében. Az azonban már nem lehet véletlen, hogy a jelenlegi magyarországi K+F helyzete óhatatlanul a Főnix madár legendáját juttatja eszembe.

Természetesen tudom, hogy ennek a hamvaiból újjászülető egyiptomi madárnak a létfeltételei kedvezőbbek voltak hazánknál, hiszen ő szinte mindent teljesen előről kezdhetett, amíg nekünk a már meg levő környezetet kell a megváltozott világhoz kapcsolva újjáélesztenünk.

A kutatás, fejlesztés, innováció és végső soron egy ország technikai versenypozíciója bonyolult rendszer, számtalan egymástól látszólag független problémával. Tudomásul kell azonban venni, hogy e részproblémák egyenként nem kezelhetők, a legjobb megoldást-

javaslat is kudarcra van ítélve, ha csak a középiskolai tanárok fizetésére vagy a tudományos minősítések rendszerének problémájára koncentrálnak.

Csak olyan közös megegyezéssel született átfogó koncepció segíthet, amely az egyes részterületeken ugyan nem nyújt részletes megoldást, de mint egy vezérszög, kijelöli a megfelelő irányt, és az egyéni érdekeken, a társadalom adaptációs mechanizmusain keresztül kialakítja a megoldás kereteit az egyes részterületeken. Fizikai analógiával élve: mint a kiöntött vasreszelék szemcséinek, a részleteknek maguktól kell a közös koncepció, a mágnes által kialakított erővonalak mentén elmozdulni. Az ilyen beavatkozás persze szükségképpen lassú, hiszen a társadalmi alkalmazkodáson keresztüli visszacsatoláson és inkrementális korrekciókon alapul: az egyes problémák elszigetelt kezelése esetén az egyéni alkalmazkodás, a konzervativizmus, a változásoktól való félelem kompenzálja és semlegesíti az aktuális beavatkozás hatását. A folyamatot az 1. sz. ábrán igyekszünk bemutatni.



1. sz. ábra A fejlesztés egységes koncepción alapuló folyamata.

A társadalmi jólét, ami a nemzeti jövedelem növekedése, a szociális biztonság és az emberek jó közérzete segítségével határozható meg, egy visszacsatolt hurok kimenetelével jellemezhető. Az előző bekezdésben említett cél, az emberi tényezőknél és a termékeken keresztül növeli a bruttó nemzeti terméket, az eredmény pedig a társadalmi jólét lesz. Ha a társadalom nem fogadja el a célt, nem jók a motivációk, akkor az emberi tényezők egy belső visszacsatoláson keresztül igyekeznek a saját céljaikat elérni, ezzel a felső erősítési ág „A” értékkel csökken, és így az egész hurok működése veszélybe kerül. A belső visszacsatolás az egyéni és a társadalmi viszonyokon keresztül egy kisebb hurokra vonatkozóan keresi az optimumot, növelve ezzel a késleltetést. A késleltetést csökkentve ennek fázisa megfordul, és a pozitív visszacsatolás csökken vagy negatívvá válik, vagyis ismét a kimenet mértékét

korlátozzuk. A különböző késleltetésekre ezért nagyon kell ügyelni. A továbbiakban is gondolatainkat vezérli a visszacsatolási modell.

Érdeklődéssel követtem az Élet és Irodalom című hetilapban 1997 február 20-án lezárult, fejlesztéssel, kutatással és innovációval foglalkozó sorozatot. Azok kedvéért, akiknek nem állt módjában követni a diskurzust, Nyíri Lajos sorozatot záró cikkéből szeretnék idézni:

„Az elmúlt évtizedek globális folyamatai azt mutatják, hogy az erő, az ügyesség és az intelligencia szerepe a vállalkozások globális piaci versenypozíciója szempontjából jelentősen megváltozott. A játékszabályok folyamatosan alakulnak, felértékelődött az alkalmazkodás., az adaptációs képesség, a tudásra épülő hozzáadott értéknövelés (...) Hibába hangoztatjuk állandóan, hogy a világ tudományosságában bizonyos mutatókat figyelembe véve milyen előkelő helyen szerepel Magyarország, ez a tény sem a világpiacon, sem a költségvetési vitában nem ér egy garast sem. A tudomány területén az elmúlt évtizedekben olyan nagymértékű koncentráció ment végbe, amely eredményeként öt ország (USA, Japán, Németország, Anglia és Franciaország) adja a világ teljes kutatás-fejlesztési ráfordításának a 85 százalékát (...) Kimutathatjuk az egy lakosra jutó Nobel-díjasok számát, legendát szőhetünk a speciális magyar kreativitásról, örömmel nyugtázhathatjuk, hogy diákjaink rendszeresen nyerik a nemzetközi diákolimpiákat, mindezek nemzeti büszkeségünket és önbizalmunkat növelik elsősorban (persze ez sem lebecsülendő), ugyanakkor nem nagyon mutatkoznak meg a társadalmi jólétnek és a gazdaság versenyképességének alakulásában, sőt alakításában sem. A modern tudományos rendszereknek alapvetően három fő funkciója van: a tudás létrehozása (a kutatás), a tudás átadása (oktatás, képzés) és a tudás széles körű elterjesztése...”

A fenti Nyíri-idézetből az alábbi három fontos dolgot szeretném kiragadni:

- felértékelődött az alkalmazkodás, az adaptációs képesség,
- a tudomány területén nagymértékű koncentráció ment végbe
- a tudomány területén elért sikereink nincsenek összhangban a magyarországi társadalmi jóléttel.

Az első gondolat magáért beszél, és úgy gondolhatnánk, hogy nem kíván további elemzést. Mégis fel kell tennünk magunknak a kérdést: valóban készek vagyunk-e további áldozatokat hozni a jövő érdekében akkor, amikor napi megélhetési gondokkal küzdünk, miközben már oly sokszor hitegettek minket a szebb jövőre hivatkozva. Ugyanis az alkalmazkodási és adaptációs képesség növelése és kialakítása nem jár áldozatok nélkül.

Mit jelent számunkra a tudomány nagymértékű koncentrációja? Semmi esetre sem azt, hogy mi kis ország vagyunk, tehát helyzetünk eleve reménytelen, hanem azt, hogy nekünk is koncentrálnunk és fókuszálnunk kell. Bizonyított tényként könyvelhetjük el, hogy a tudomány bármely területén fel tudunk mutatni Nobel-díjra esélyes fiatalokat. Ezzel szemben a természet- és műszaki tudományok többségéhez kapcsolódó tevékenységek világszínvonalú műveléséhez Magyarországon hiányoznak az anyagi feltételek és főleg a megfelelő infrastruktúra. A modern K+F sokszor nagy beruházásokat igényel, úgy szellemi, mint anyagi téren, és ma már ott tartunk, hogy a nagy világcégek, mint például az IBM vagy NTT sem képesek minden alapkutatási igényüket a vállalaton belül kielégíteni, hanem kénytelenek különböző egyetemekkel, intézetekkel szövetkezni.

Mi a helyzet az infrastruktúra területén? A kérdés összefügg az Információs Technológia (IT) ipar és hálózat magyarországi kiépülésével. Egy ilyen IT hálózat állhat különböző hálózatok szövevényéből, például a Matáv, Westel, Pannon és egyéb nagyvállalatok hálózataiból. A hálózatok gazdáinak szabadon kellene versenyezni a telekommunikáció, adatátvitel és a

mozgó képek átvitelének területén. Az ilyen hálózatot nagy és szabad piacként foghatjuk fel, ahol hatásosan lehetne különféle szolgáltatásokat kínálni, hirdetni, eladni és vásárolni. Röviden, e fizikai infrastruktúra kialakítása nem igényel társadalmi beruházásokat, hanem csak kedvező vállalkozói környezetet, amely megléte esetén önfinanszírozó lehet.

Az infrastruktúra igen fontos része a jól képzett lakosság is. Nyíri idézeténél tovább mennék, és a Nobel-díjasok száma helyett feltenném a kérdést: Nyugat-Európa-hoz viszonyítva, hogy állunk a mérnökök számát tekintve? Számszerűleg megálljuk a helyünket. Ha tovább élesítjük a képet és a jól képzett, szakszerű, igényes és színvonalas munkát végző munkások száma után érdeklődünk, a válasz már koránt sem ennyire egyértelmű. Megállapítható, hogy a nyugati országok igazi erőssége a jól képzett munkásság. Bár ez önmagában nem elég, mert ha nincs megfelelő motiváció, akkor egy jól képzett szakember is elnagyolt, gyors, felületes munkát végez. Feltétlenül szükséges ezért, hogy a lelkiismeretes munkára is hangsúlyt fektessünk.

Az oktatás reformjára is szükség van. Ezt persze nem lehet és nem is szabad egyik napról a másikra végrehajtani, hanem lassan, óvatosan, a hosszú távú igényeket figyelembe véve kell elkezdni. Lényeges, hogy a pedagógusok valamennyi oktatási szinten ne csak tanítsanak, hanem neveljenek is. Később pedig a körülmények ne hassanak a nevelés ellen. Ne lássanak a fiatalok olyan példákat, melyben a lelkiismeretlen munka, vagy a társadalomra káros tevékenység eredményezi a sikert.

Híve vagyok az úgynevezett „bottom up” és „top down” módszerek egyidejű alkalmazásának. Az elemi iskolánál kezdeném a tanítási feltételek felülvizsgálatával, beleértve az ott tanítók fizetését, tudásszintjét és tanításra való alkalmasságát. Minden évben feljebb és feljebb mennék egy hosszú távú 10-15 éves program keretében. A „top down” részt azzal kezdeném, hogy felülvizsgálnám a műszaki (tele/datacom) doktorandusz képzést. Úgy érzem magam, mint Andersen egyik meséjében az a kisfiú, aki felkiáltott: „a király meztelen”. Mindenki tudja, egy nemzetközi színvonalú PhD-t három év alatt megszerezni szinte lehetetlen. Az állam ennek ellenére ilyen célra csak három évre biztosít ösztöndíjat, az pedig egy újabb kérdés, mekkora ez az ösztöndíj, figyelembe véve, hogy a versenyszférában elhelyezkedett friss diplomások legrosszabb esetben is három-négyszeresét keresik a doktoranduszi ösztöndíjaknak.

Nem szeretnék ennek folytatásaként belebonyolódni az egyetemi tanári kar fizetési kérdéseibe, hiszen nyilvánvaló a helyzet tarthatatlansága, és a megoldást sem csupán az általános fizetésemelés hozná, hanem a hosszú távú célokat figyelembe vevő egyetemi oktatási és kutatási rendszer strukturális átalakítása. Az olyan fogalmakat, mint kreditrendszer, témavezetés, tanszéki kutatás és oktatás, minden esetben meg kell tölteni tartalommal. Az előadások blokkosításával kombinált igazi kreditrendszerrel elérhetnénk, hogy a diákoknak több idejük legyen a felkészülésre és idejüket is jobban be tudják osztani. Ez a tanároknak is lehetőséget adna **mind** a tanításra való felkészülésre, mind a kutatásra és nem aprózódna el az idejük.

A tanszékek munkatársai részére olyan anyagi ösztönzőket is ki lehet dolgozni, mely előnyben részesíti a jó témavezetést, az előkészített, jó és hasznos előadásokat. Ily módon fokozatosan és „automatikusan” lehetne a megfelelő honorárium-rendszert kialakítani anélkül, hogy valamilyen mesterséges értékelő rendszert használnánk. Nem volna nehéz az előadások vagy a témavezetés minőségét értékelni. Ezen kívül több egyetem és tanszék együtt alakíthatna célirányos „virtuális” intézeteket alkalmazott kutatásra, állami és ipari pénzzel finanszírozva, egy jól működő ipari tanács vezetésével. Hosszú távon el kell kerülni az alábbi

kijelentések „jogosságát”: X professzor: „1990-ben volt fő jövedelmem és mellékes jövedelmem, most a fő jövedelmem mellékes” vagy Y doktorandusz: „vannak témavezetők, akik több cikket írnak, mint olvasnak”. Rendszeresen felül kell vizsgálni a tananyagok korszerűségét, és bevezetni a modern és pedagógiailag jól felépített (rendszerint amerikai/angol) tankönyvek használatát (fordítás nélkül).

E hosszú kitérő után mi a válasz a fenti kérdésre: van-e lehetőség egy erős (tele)kommunikációs ipar újjáélesztésére Magyarországon?

A válasz igen, de nem minden területen, mert meg kell találni azokat a területeket, melyeken konkurálni tudunk, melyek részére nálunk is megvan a megfelelő infrastruktúra. Ilyen terület lehet például az egyre fontosabb forgalomvezérlés, hálózati teljesítmények elemzése stb., melyek elsősorban jó matematikai felkészültséget és nem nagy beruházásokat igényelnek. Nem véletlen, hogy az Ericsson pont e témákban kapcsolódott be a Műszaki Egyetem életébe, és ezzel lehetőséget adott az egyetem Nagysebességű Hálózatok Laboratórium diákjainak és oktatóinak a valós problémák kutatására vagy arra, hogy kipróbáljanak valamit az előbbi javaslatok közül. Az Ericsson egy percig sem titkolta azt a szándékot, hogy szeretné a legjobb doktorandusz diákokat a vállalathoz kötni. Természetesen egyúttal az Ericsson szolgáltatot tesz konkurensének vagy például a Matávnak is, hiszen nem biztos, hogy az „Ericsson diákjai” az Ericssont választják. Biztos vagyok azonban abban, hogy ennek ellenére a konkurens „nem nézik jó szemmel” és tétlenül, hogy az Ericsson megpróbálja lefoglalni a maga számára a Műszaki Egyetem távközlési szürkeállományának jobbik részért, ezért ők is hasonló kutatói és pártoló tevékenységbe kezdenek.

Mindezzel megteremtve a „felvevő piacot” a jól képzett kutatóknak, és kialakítva azt a kritikus tömeget, mely ahhoz szükséges, hogy egy ilyen iparág „önjáró” legyen, és például a Silicon Valley „Hálózati Teljesítmények Völgye” névvel rangot szerezzünk a világban. Remélhetőleg egyúttal elindítva egy „láncreakciót”, mely újabb, ehhez kapcsolódó határterületek fejlődését vonja maga után. Akkor majd legalább az IT-kommunikációs világban elért tudományos sikereink és a magyarországi élet között is összhang lesz, azaz újjáéled a magyar (tele)kommunikációs Főnix madár.

(Magyar Távközlés – VIII. évfolyam, 5. szám, 1997. május)

Dibuz Sarolta

Géza és a távközlési protokollok tesztelése

Ericsson Magyarország K+F Igazgatóság
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Ebben a cikkben egy kis történeti összefoglalót adok arról, hogy hogyan járult hozzá Gordos Géza a hazai távközlési protokoll tesztelés kutatásához, és egy közelítőleg el is magyarázom, hogy mit is jelent ez a technológia.

1997-ben alakult meg a Conformance Lab az Ericssonban és vele egyidőben a Protokoll Lab a BME-n a HSN Labon belül. Ez volt a következő lépés azután, hogy a Traffic Lab megalakult az Ericssonban. Ez a labor is Gordos Géza és Boda Miklós találkozására és a BME és az Ericsson együttműködése eredményeképpen jöhetett létre. Boda Miklóstól kaptam a feladatot, hogy építsem fel a Conformance Lab-ot az Ericssonban. Ez azt is lehetővé tette, hogy a HSN Labnak is adjak protokoll teszteléssel kapcsolatos kutatási feladatokat és megalakuljon a Protokoll Lab a HSN Labon belül. A Conformance Lab célja az volt, hogy az Ericssonban segítsük a konformancia tesztelés végrehajtását. Úgy tűnt, hogy szükségessé válik ennek a tevékenységnek a megerősítése az Ericssonban, hiszen az operátorok egyre kevésbé akarták maguk végezni a konformancia tesztelést, de a teszteredményeket meg akarták kapni a gyártótól. A Conformance Lab a Traffic Lab mintájára jött létre: néhány kutató az Ericssonban és egy csapat PhD diák az egyetemen a Protokoll Labban, azzal a nem titkolt szándékkal, hogy a doktoranduszokból lehessen az Ericsson laborját továbbővíteni.

Tarnay Katalin volt eleinte az egyetemi labor vezetője, majd Csopaki Gyula vette át az egyetemi labor vezetését. A Protokoll Lab a Henk Tamás által vezetett HSN Lab részeként jött. A protokoll tesztelés témán már ekkor több ügyes doktorandusz dolgozott, mint Csöndes Tibor és Gecse Roland majd később Krémer Péter, Mazen Malek. Utánam Tibor lett a Conformance Lab következő munkatársa majd 1998 elején Roland is csatlakozott az akkor újjá alakuló Ericsson Research-hez. Az Ericsson központi kutató szervezete úgy döntött, hogy a Traffic Labot és a Conformance Labot felveszi a kutatói hálózatába, ami nagy megtiszteltetésnek számított.

1. Bevezetés

Mit is jelent a protokoll tesztelés és miért fontos ez egy távközlési termékeket gyártó cégnek? Az infokommunikációs rendszerek, melyek behálózzák a világot, ezáltal biztosítják a beszéd, adat és kép átvitelét, mindezt távközlési protokollok segítségével teszik.

A jelzési kapcsolatok felépítését és információk átvitelét azaz a távközlési protokollokat nemzetközi ajánlások és szabványok definiálják, hiszen világméretű kommunikációs kapcsolatot csak így lehet biztosítani.

A protokollok fejlesztése során kiemelt jelentősége van a formális nyelvekkel történő specifikációnak, valamint a kifejlesztett és megvalósított távközlési és informatikai szoftverek és protokollok tesztelésének. Különböző gyártó cégek készíthetik a rendszer elemeit, ezáltal nagyon fontos biztosítani az elemek együttműködését, ezt szolgálja a protokollokat megvalósító rendszerek konformancia tesztelése. A konformancia tesztelés nemcsak a protokollokat megvalósító rendszerek minőségbiztosításának és kommunikációs képessége ellenőrzésének része, hanem egy általában hatékonyan automatizált módon végrehajtott teszt folyamat.

A kommunikációs protokollok és szoftverek fejlesztése során először el kell készíteni a követelményrendszer alapján a pontos specifikációt. A megvalósítás alapját képező specifikációt formális nyelvekkel írják le. Talán leggyakrabban használt specifikációs nyelv az SDL (Specification and Description Language), mely a kommunikáló kiterjesztett véges automaták (CEFSM - Communicating Extended Finite State Machine) matematikai modell alapján biztosítja a követelményrendszer pontos leírását. Az SDL nyelven történt leírásokból automatikus megvalósítás történhet, melyeket gondosan meg kell vizsgálni, hogy megfelelnek-e a rendszertervező által támasztott követelményeknek.

A kommunikációs protokollok és szoftverek komoly tesztelési folyamaton kell átessenek, mielőtt a felhasználóhoz jutnak. Tapasztalati tény, hogy a távközlési szoftverek fejlesztési költségeinek több mint 50%-át a tesztelés és hibajavítás költségei teszik ki.

Egy hiba kijavítása annál olcsóbb, minél hamarabb találják meg a hibát a tesztelési folyamatban. Így olyan tesztelési módszerre van szükség, amely segíti hogy a tesztelési folyamatban minél előbb tudjunk végezni szisztematikus és alapos tesztek. Az is fontos hogy ezek a tesztek automatikusan végrehajthatók legyenek lehetőséget adva a gyakori regressziós tesztként való végrehajtásra.

Távközlési 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 hozzá. A konformancia tesztelést szabványos interfészekon keresztül végzik, így a konformancia tesztsorozatok implementációtól függetlenek.

A konformancia tesztelést követően általában együttműködési tesztek is végeznek. Az együttműködési tesztek a több szállító termékeivel való együttműködést kívánják ellenőrizni. Az együttműködési tesztek különösen elterjedtek az internet protokollok világában, ahol kevésbé szigorúak a protokoll szabványok.

A számos tesztfeladat automatizálása nagy mértékben javítja a tesztelés hatékonyságát a projektekben. Távközlési rendszerek tesztelésének automatizálására széleskörűen használt nyelv a TTCN-3 (Testing and Test Control Notation), mely hatékonyan támogatja a tesztelési folyamatot.

2. TTCN-3 a tesztelés nyelve

A TTCN-3 nyelv szabványát 2000-ben adta ki az ETSI (European Telecommunications Standardization Institute). Előtte a táblázatokat használó TTCN-2 tesztjelölés rendszer volt használatban a gyakorlatban illetve számos TTCN-2-ben készült szabványos tesztsorozat állt rendelkezésre. Így a Conformance Labban részint bekapcsolódtunk az ETSI által végzett teszt szabványosításba ,azaz tesztsorozat szabványok készítésébe. Majd az első komoly ipari felhasználói lettünk az új nyelvnek, a TTCN-3-nak. Ekkortájt csatlakozott a Conformance Labhoz Szabó János Zoltán, Horváth Endre és Szabó József a Protokoll Labhoz Pap Zoltán és Kovács Gábor. Az egyetemen az automatikus

tesztgenerálás kutatására került a hangsúly. A HSN Lab és az ETIK keretében végzett kutatások elsősorban mutációs analízisre építve igyekeztek a megfelelő teszteseteket kiválasztani a specifikációból automatikusan generált tesztesetekből. Computer-aided Test Generation módszerei ekkor intenzív kutatás alatt álltak. A nemzetközi tudományos élet vérkeringésébe akkor kapcsolódtunk be igazán amikor 1999-ben Budapesten rendeztük meg az IWTC (International Workshop on Testing of Communicating Systems), azóta TestCom-ra keresztelt konferenciát.

Az Ericssonban dolgozó kutatócsoport tagjai közben számos a tesztelés körüli gyakorlati problémával találkoztak. A konformancia tesztelésnél fontosabbnak tűnt az Ericssonban a tesztelés hatékony végrehajtása és könnyű megismételhetőségének biztosítása regressziós tesztként. Ezenkívül mint az Ericsson Research részének a Conformance Labban a legfontosabb feladatunk lett az, hogy támogassuk az Ericsson Research-ben kifejlesztett új Internet-alapú protokollok megvalósításainak interoperabilitás azaz együttműködés tesztelését. Erre azért volt szükség, mert az IETF-ben (Internet Engineering Task Force) ahol az Internet protokollok szabványait készítette, a protokollok szoftveres megvalósításainak együttműködő képességét kellett ahhoz bemutatni, hogy a protokoll draftot szabványként elfogadják. Így több interoperabilitás teszt rendezvényen vettünk részt a világban az IPv6 –ra és a ROHC-ra írt tesztjeinkkel. Időközben elkészült elsősorban Szabó János Zoltán jóvoltából a TTCN3-nyelven írt tesztek végrehajtását támogató teszt rendszerünk prototípusa. Ezzel az eszközzel igyekeztünk a különböző teszttevékenységeket támogatni, amik az Ericssonban szükségesek voltak.

A TTCN-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 tesztsorozatokot 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 konformancia tesztek leírására alkalmas, hanem együttműködési és teljesítmény tesztek programozására is.

A TTCN-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. Ezen kívül 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.

3. A Titán és alkalmazása az Ericssonban

A TTCN-3 as prototípus közben egy sikeres terméké nőtté kimagát az Ericssonban és a Titán nevet kapta. Nem véletlenül, mert a világon a leggyorsabb TTCN-3 teszt végrehajtó eszköz. Ezt köszönheti az ötletes osztott rendszer architektúrájának. Ma már több ezren használják a Titánt az Ericssonban funkcionális és teljesítmény tesztelésben is. Új doktoranduszok is csatlakoztak az Ericssonhoz az egyetemről, akiknek fontos szerepe lett abban hogy Titánt sikeresen alkalmazzák különböző projektek az Ericssonban szerte a világon: Szabó Tibor, Bátor Gábor, Wu- Hen- Chang Antal Palugyai Sándor és Csorba Máté. Közben a Conformance Lab az Ericsson Test Competence Center-e lett, már nem kutatással foglalkozik, de annál sikeresebb teszt megoldás szolgáltatója a cégnek, a megoldásokat természetesen a Titánra alapozza.

A Titánt elsősorban funkcionális tesztelésre használják. Ilyenkor a rendszerben új funkcionális ellenőrizik. Általában nemcsak helyes adatokkal gerjesztik a rendszert, hanem azt is megnézik, hogy hibás bemenetekre vagy helyzetekre hogyan reagál, hogyan tűri ezeket.

Ha már ellenőriztük, hogy a rendszer tudja azokat a funkciókat, amiket a fejlesztés során meg kívántunk valósítani, azt is meg kell nézni, hogy a rendszer hogyan fog viselkedni

várhatóan a valóságos környezetében. Fogja-e bírni azokat a forgalmi terhelési viszonyokat, ami elvárható, milyen teljesítménnyel fogja végrehajtani a funkciókat.

Ez a teljesítmény tesztelés feladata, ahol a tesztelést végző eszközön kívül a tesztkonfiguráció gyakran tartalmaz háttér forgalmat generáló eszközt is, ezzel biztosítva azt, hogy különböző forgalmi helyzetekre el tudjuk végezni a mérést. A teljesítmény tesztelés szintén végezhető a Titánra épülő újonnan kifejlesztett Test Core Library segítségével.

A Conformance Lab és a Titán története nemcsak az egyetem és az Ericsson jó együttműködésére jó példa hanem arra is, hogy hogyan lehet kutatási eredményeket sikeresen alkalmazni ipari célokra.

Bélády László

A szoftver hatásfoka: komolyabban kell ezt venni.

Bélády László felhívja e problémára Gordos Géza, a sokat elért mérnök, kutató, tanító és adminisztrátor figyelmét.

(Évtizedekkel ezelőtt (azóta Sir) Tony Hoare a következő címmel irt egy rövid esszét: "The engineering of software: a startling contradiction.")

Közismert, hogy a számítógép hardver mérnöki produktum. Viszont – eltérően más gépektől – céljának megfelelően még nem használható. Használható csak akkor lesz, ha specifikus szoftverrel (programokkal) töltjük meg. E szoftver fejlesztése (programozás) pedig emberi gondolatoknak az adott hardver számára előírt kód formájába való leképezése (mapping).

Megkövetelt, hogy a program az ember szándékát helyesen kifejezze és így a számítógép a várt eredményeket produkálja. Gyakran a szándék nem a programozó hanem más emberek fejében születik, ezért több személy közti megbeszélés szükséges. De még egy ember esetében is a folyamat nem könnyű. Két alapvető probléma merül fel:

A. - A szándék helyes, hibátlan átvitele. A helyesség problémája volt immár fél évszázada az informatikai kutatás (program correctness) és az ipari törekvések (software quality) központjában, a matematikai logikától a menedzsment módszerekig terjedő spektrumban.

B. – A szándék számítógépen való minél gyorsabb végrehajtása avagy futása. Itt a hardver fixnek tekinthető, míg a program futási időtartama a hardver által végrehajtott elemi operációk számával arányos. Az operációk száma viszont a program fejlesztés stílusától függ.

(E kontextusban a hardvert hibátlannak tekintjük, ami nincs is messze a valóságtól.)

Mindkét esetben (A. és B.) a helyes kód több változatban is előállítható, és a változatok érthetőségében és futási sebességében köztük sokszor nagyságrendi különbségek is lehetnek.

Mivel újragyártás nem szükséges, programokat igen könnyű megváltoztatni. Ez egy előny, de egyben nagy hátrány is. Program változtatásokat egy új, módosított vagy hibás hardver, vagy más programokkal való kapcsolódás teheti szükségessé. A változtatások egyben hibaforrások is, mivel ezek többnyire az eredeti program szándékának teljes ismerete nélkül, lokálisan történnek, a hibák így propagálódhatnak.

Az eddigi gyakorlatban szoftver fejlesztés során gyakran csupán a helyesség (correctness) volt figyelembevétel, míg a program futási ideje elhanyagolt maradt. Ugyanakkor, mint láttuk, a legtöbb változtatás lokális és annak befolyása az egész program futási idejére nincs megvizsgálva.

A mérnök tudni akarja az általa tervezett produktum teljesítményét, hatásfokát. Jelen esetünkben ez azt jelentené, hogy a produktum megmért futási idejét egy elérhető optimummal, normával, hasonlítsuk össze. De ilyen norma itt ritkán található: különösen nagy szoftver esetében az ideális verzió legalábbis megközelítő előállítás a megméréndő produktum költségének többszeresébe kerülne. Ennek ellenére, néhány esetben, ez nagy és széles használt programokkal megtörtént, amiből kiderült, hogy a futási idő több mint felezhető, a hatásfok ennek megfelelő növekedésével.

Talán meglepő, hogy a világ elfogadja a széles körben alkalmazott szoftverek veszteséges használatát. Ennek azonban okai vannak. Elsősorban a többször változtatott szoftver mind bonyolultabbá válik, az eredeti fejlesztők már nem elérhetők, és a technikai leírások elvesztik érvényességüket. Jobb azt tehát nem megbolygatni, mert az alapos felújítás, ami segítene, igen költséges. Ugyanakkor az első számítógép megjelenése óta a kapható hardver mind gyorsabb lesz, és ez kompenzál a szoftver romló hatásfokáért.

A fentiekben egy interdiszciplináris problémát mutattunk be a következő tárgyakkal: hardver, szoftver és emberek közti kommunikáció. Újabban a releváns diszciplínák köre tovább tágult az energiagazdálkodási és környezetvédelmi szempontok rohamosan növekvő fontosságával. Ez nem meglepő, hiszen egy tipikus Data Center energia szükséglete megawatt-okban mérhető és megfelel egy kisebbfajta város fogyasztásának. Amerika data centereinek összfelhasználását pedig az országának közel 2%-ára becsülik.

Majd minden nagyvállalatnak van egy vagy több data center. Nem meglepő hát hogy energiaveszteségük csökkentésére máris óriási pénzüsszegek állnak rendelkezésre. A jelen törekvések központjában a hardver energiafogyasztása és a hűtés hatásfokának javítása áll. Ezekben a területeken komoly fejlődés van, de a konkurencia is nagy. Bár a hordozható készülékek szoftver fejlesztésében a hatásfok szigorúan figyelembe van véve, és eredményes kutatások is folynak, meglepő hogy nem folyik munka, még csak célzott kutatás sem, a data centerekben alkalmazott időt és energiát rabló szoftver okozta veszteségek csökkentésére.

Pedig masszív kísérleti kutatás e területen igen hatásos lenne.

Austin, Texas, 2007. július 07.

Dömölki Bálint

Számítástechnika: a zárt számítóközpontoktól a környezet-intelligenciáig (és vissza?).

Gordos Gézának ajánlva, aki sok évtizedes munkássága során jelentős eredményeket ért el több, az alábbiakban érintett területen is.

A számítástechnikai eszközök és használati módjuk fejlődésének történetét áttekinthetjük az alábbi gondolatmenet segítségével:

1. Mai számítástechnikai berendezéseink ősei olyan nagyméretű, elsősorban numerikus számítások elvégzésére használt számítógépek voltak, amelyeknek üzemeltetése különleges körülményeket (hűtés, energiaellátás stb.) igényelt. Ezek általában zárt számítóközpontokban helyezkedtek el és a felhasználók csak a számukra kijelölt időpontokban („gépido”) tudtak hozzáférni a géphez.
2. Ezen a helyzeten az első változást a tárolási és hírközlési technológiák fejlődésének eredményeképpen lehetségessé váló „remote job entry” jelentette, amikor a felhasználónak már nem személyesen kellett a számítógép elé járulnia, hanem a feladatát adatátviteli vonalon keresztül továbbíthatta az – esetleg földrajzilag távoli helyen lévő – számítóközpontba. Itt már a gépido-beosztás szigorú rendszere is enyhülhetett, mert a számítógépek működését vezérlő programok – a mai operációs rendszerek ősei – szét tudták választani a feladatok fogadásának folyamatát azoknak a gépen való végrehajtásától és az eredményeknek a felhasználó felé –, esetleg ismét adatátviteli vonalon való közlésétől.
3. Ezzel párhuzamosan jelentek meg az időosztásos (time sharing) rendszerek, amelyeknek vezérlő programja az egyes feladatok számára már önálló idő-szeleteket tudott kijelölni. Ennek eredményeképpen a felhasználók számára, - akik általában monitort és klaviatúrát tartalmazó terminálok előtt ültek a számítóközpont egy erre a célra szolgáló helyiségében (vagy adatátviteli vonalon csatlakozva valami távolabbi helyen) – ez azt a látszatot kelthette, mintha ők közvetlen kapcsolatban vezérelhetnék a számítógépet.
4. Közben az áramköri technológiák fejlődésének (integrált áramkörök, mikroprocesszorok stb.) eredményeképpen a számítógépek mérete is jelentősen csökkent és megjelentek az olyan kisebb helyigényű és egyszerűbben üzemeltethető berendezések („munkaállomások”), amelyek alkalmasak voltak arra, hogy az intézmény egy-egy részlegének feladatait a „központi” számítógéptől függetlenül elvégezzék. Ez utóbbinak a feladatai a nagy adatbázisok tárolására és az erősen számításigényes feladatok megoldására szorultak vissza, továbbra is adatátviteli kapcsolatot tartva a munkaállomásokkal, amelyek körül saját terminál-hálózat is kiépülhetett. Természetesen a munkaállomások kisebb intézmények számítástechnikai feladatait önállóan is el tudták látni.
5. Forradalmi változások következtek be a személyi számítógépeknek a nyolcvanas években való megjelenésével, amelyek a korábbi „nagy számítógépekkel” ill. munkaállomásokkal összemérhető (ill. azokat hamarosan jelentős mértékben meghaladó) számítástechnikai kapacitást helyeztek a felhasználó asztalára („desktop”), azaz bocsátottak közvetlenül, minden korlátozás nélkül a rendelkezésére. A személyi számítógépek teljesítmény paramétereinek rohamos növekedése lehetővé tette azt, hogy ezeket a gépeket egyáltalán nem csak „személyi” feladatok

megoldására használják, hanem ezek az intézmények számítástechnikai hálózatainak alapvető eszközeiként is szolgáltak.

6. A valóban „személyi” feladatok elvégzésére az asztali (desktop) számítógépek helyett egyre inkább tért hódítanak a mobilisabb eszközök (laptop, notebook), amelyek kis térfogatban, könnyen hordozható módon, egyre nagyobb számítástechnikai (és adatátviteli) kapacitásokat koncentrálnak.
7. A személyi számítógépeket kezdetben önállóan használták (ezt elősegítette az, hogy a nagy háttértár kapacitás sok alkalmazás ill. adat tárolását teszi lehetővé). Nagyon hamar rájöttek azonban arra, hogy az adatátviteli és hálózati technológiák rohamos fejlődése- és ennek következtében az Internet világméretű elterjedése - módot nyújt a számítástechnikai eszközök gyakorlatilag minden korlát nélkül való összekapcsolására („global connectivity”). Ennek következtében a (személyi) számítógépek izolált, hálózati kapcsolat nélküli használata ma már kezd ritkaság számba menni és a különböző alkalmazások is egyre inkább feltételezik az Internet elérés lehetőségét.
8. Ez viszont megnyitja a lehetőséget az információk megosztott módon való tárolására: a felhasználó birtokában lévő számítástechnikai eszközökön csak kevés dolgot tárolva és a többit – a gyakorlatilag korlátlan sebességűnek (sávszélességűnek) tekintett – adatátviteli vonalakon keresztül egy központi adattárból elérve, biztosítható a működés. Kiterjedhet azonban ez a jelenség az adatok mellett a programok tárolására is, lehetővé téve, hogy a felhasználó számára szükséges programok egy(re nagyobb) része központi szervereken fusson és azokat a felhasználó, mint szolgáltatásokat vegye igénybe (Software-as-a-Service).
9. Ilyen módon az informatika új „iparága”-ként megjelennek a hatalmas tároló- és feldolgozó kapacitást koncentrálnó adatközpontok („szerver farmok”), amelyek vagy egy-egy szolgáltató világméretű hálózatának bázisául szolgálnak (a földrajzilag különböző helyeken lévő központokat hatékony hálózatokkal összekötve) vagy közvetlenül a felhasználók számára nyújtanak különböző szolgáltatásokat. Ilyen esetekben az adatközpontban lévő eszközöket – amelyek gyakran személyi számítógép-szerű berendezések klasztereiből vannak felépítve - virtualizáció segítségével teszik alkalmassá a felhasználók különböző igényeinek kielégítésére.
10. A központi tárolási és feldolgozási lehetőségek kihasználására megjelennek a (korábbi személyi számítógépekhez képest) kisebb kapacitással rendelkező „személyi” számítástechnikai eszközök, amelyek lényegében „csak” egy hatékony Internet elérést biztosítanak és ezen keresztül teszik lehetővé a felhasználó számára a különböző alkalmazási szolgáltatások használatát. A kifejezetten ilyen célra gyártott „Internet Tablet” berendezések mellett hasonló feladatokat láthatnak el, más célokat szolgáló eszközök is, pl. a televíziós készülékekhez kapcsolódó set-top boxok, játékkonzolok stb. Itt a legfontosabbnak látszó jelenség azonban az egyre több funkcióval – és számítástechnikai kapacitással - rendelkező mobiltelefonok felhasználása ilyen célokra.
11. A fentiekben leírt eseménysorozat lényege a számítástechnikai kapacitásoknak egyre kisebb, olcsóbb berendezésekben való megjelenése. Megfigyelhető azonban egy komplementer irányú folyamat is: a különböző célokra (mérés, vezérlés stb.) használt elektronikus áramkörök „intelligensebbé” válnak, egyre több számítástechnikai és kommunikációs funkcióval rendelkeznek. Az ilyen eszközök (intelligens szenzorok, aktuátorok, „mote”-ok stb.) képesek arra, hogy egymással ill. a különböző számítástechnikai eszközökkel is interakcióba lépjenek megnyitva ezzel az alkalmazások új dimenzióit.

12. Ennek következtében a számítástechnikai (és kommunikációs) kapacitások megjelennek a környezetünk tárgyaiban is és így informatikai rendszereink közvetlenül, az ember közvetítése nélkül is kapcsolatba tudnak lépni a „világgal”. Ennek a jelenségnek a tömegessé válását szokták környezet-intelligenciának (ambient intelligence) nevezni.

Összefoglalva megállapítható, a számítástechnikai kapacitásoknak a világban való megoszlását vizsgálva kétirányú polarizációt figyelhetünk meg:

- egyrészt a fent említett központi adattárolási és szoftver szolgáltatási tendenciák következtében jelentősen megnő a nagyteljesítményű adatközpontok szerepe, amelyek teljesen zárt üzemmódban működnek és a felhasználókkal közvetlenül nem, csak szigorúan definiált alkalmazási felületeken, az általuk nyújtott szolgáltatásokon keresztül találkoznak;
- másrészt a számítástechnikai kapacitások jelentős része található a világban „szétszórva”, különböző – általában eredetileg nem is számítástechnikai célokat szolgáló eszközökbe beépítve.

A fentiekben vázolt gondolatmenet által leírt fejlődés következményeit, három speciális terület vonatkozásában tekintjük át vázlatosan:

A. Ember-gép kapcsolat

- A számítástechnikai eszközöknek a „külvilággal” való kapcsolatát kezdetben kizárólag a felhasználó emberrel való kommunikáció jellemezte, ami szigorúan – és a gép igényei szerint – meghatározott szabályok szerint ment végbe.
- Az eszközök (teljesítményének) fejlődésével egyre inkább teret kaptak a kommunikáció olyan formái, ahol a szabályokat már inkább az ember igényei határozzák meg: pl.: természetes nyelvek használata, beszéd felismerés és szintézis.
- Az ambiens intelligencia rendszereiben az eszközök már az egész környezettel kommunikálnak (szenzorok és aktuátorok), gyakran az ember közreműködése nélkül is (utóbbi természetesen továbbra is a természetes eszközök széleskörű használatával megy végbe).
- Ez szükségessé teszi a multimodális interfészek használatát, ahol az adott alkalmazást végző program számára közömbös az, hogy a külvilágtól (embertől vagy környezettől) kapott információt milyen formában (pl. írás, hang, mérési eredmény) kapta meg és az is, hogy a program által előállított eredmény milyen formában jut el a külvilágba.

B. Energia felhasználás

- A kezdeti idők nagyméretű számítógépeinek tervezésénél és elhelyezésénél fontos szempont volt a szükséges energia biztosítása ill. az annak felhasználása során keletkező hő elvezetése, gyakran a magához a számítógéphez hasonló méretű hűtőberendezések által.
- A munkaállomások, de különösen a személyi számítógépek korában az energiafelhasználás jelentősége látszólag csökkent: a leggyakrabban irodai (vagy lakóhelyi) környezetben elhelyezett gépek energia (és hőelvezetési) igénye nem

különbözik lényegesen a környezetükben lévő egyéb irodai vagy háztartási berendezések igényeitől.

- Változást jelent a mobil(abb) eszközök megjelenése, amelyeket rövidebb-hosszabb időn keresztül olyan körülmények között kívánunk használni, ahol elektromos energiaforrás nem áll rendelkezésre. Ezért a használt energiátárolók kiválasztása, hőelvezetésük ill. töltésük megoldása stb. a laptop és notebook kategóriájú gépek tervezésének fontos szempontjává ill. az ilyen berendezések közötti differenciálás egyik jelentős szempontjává vált.
- Még élesebben jelentkezik ez a probléma az olyan eszközöknél, amelyeket rendeltetésszerűen elektromos hálózat nélküli helyeken használnak (szenzorok, mobiltelefonok stb.), Itt nemcsak a hardver tervezésének egyik legfontosabb szempontja az energiaigény csökkentése, hanem az ilyen berendezéseken futó programokat is igyekeznek az energiafelhasználás szempontjából optimalizálni.
- Egy másik dimenzióban jelenik meg az energiafelhasználás kérdése a fent említett polarizáció „másik végén”: a 9. pontban tárgyalt nagy adatközpontok gazdaságos működtetésénél. A nagyobb szolgáltatók világméretű adatközpont hálózatainak esetében ez egy kisebb ország összes elektromos áramfelhasználásával is összemérhető lehet!. Ezért az adatközpontok földrajzi helyét ma már gyakran az elérhető energia-források mértéke és ára alapján határozzák meg, hűtési és egyéb környezetvédelmi szempontokat is figyelembe véve.

C. Szakember igény

- A fent említett polarizáció következtében igény jelenik meg olyan szakemberekre, akik korábban már kihaltak hitt kompetenciákkal rendelkeznek
- Egyrészt a 11-12. pontokban említett kisméretű eszközök hatékony tervezése és programozása olyan gépközeli ismereteket és készségeket igényel, amikre korábban a „nagy” számítástechnikában is szükség volt, de ott a teljesítmény paraméterek gyakorlatilag korlátlan növekedésével feleslegessé váltak.
- Másrészt a számítóközpontok üzemeltetésének „tudománya” ismét aktuálissá válik a 9. pont szerinti adatközpontok esetében.
- Az informatikus szakemberek képzésében (felsőoktatásban és szakmai továbbképzésben egyaránt) – a multi-diszciplináris szakemberek képzése mellett - oda kell figyelni az ilyen „hiányszakmák” iránti igények kielégítésére is.

A jelen írásban érintett témákról bővebb információk találhatóak a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács által indított Információs Társadalom Technológiai Távlatai (IT3) projekt tanulmányaiban, amelyek elolvashatók és letölthetők a www.nhit-it3.hu webcímről.

Budapest, 2007. június

Csak egy bökkenő van, ha így volt. Gordos professzor nem igazán tudhatja mi is az a duduk?! Itt a mese vége, fuss el véle, s jöjjön az, ami való!

A duduk

A duduk örmény eredetű, tradicionális nyelvsípos fafűvös hangszer. A Kaukázus magaslatain mintegy 2100 éve született hangszer évszázadok alatt fokozatosan átkerült a szomszédos hegyi országokba is, ám mindannyiszor némi változáson ment keresztül: speciális hangolást nyert, variálódott a lyukak száma, különböző fafajtákat használtak megfaragásához. Ma gyakran egységesen duduknak nevezzük az összes változatát, noha azoknak az egyes országokban külön-külön neve is van. Így դուդուկ vagy doudouk (irodalmi nyelven "barack kürt") Örményországban, duduk vagy dūdūk Törökországban, duduki Grúziában, balaban Iránban és Azerbajdzsánban, duduka vagy dudka Oroszországban és Ukrajnában, duduk Szerbiában, daduk Bulgáriában. (Hinni szeretném, hogy a magyar „duda” szó is innen ered inkább, mint a csúnya-labanc Dudelsack szóból.)

A duduk a „legörményebb” valamennyi örmény népi hangszer közül. Az összes többi hangszer eredete ugyanis visszakövethető, a Selyemút mentén fekvő arab országokig. Ám a duduk Örményországnak köszönheti létét, s őszinte szenvedéllyel képes kifejezni az örmény nép „lelkét”, érzelmeit. A duduk felidézi Örményország szenvedélyét, méltóságát és szenvedését. Aram Hacsaturján, a világhírű örmény zeneszerző, egyszer azt mondta, hogy a duduk az egyetlen hangszer, amely hangjától sírva fakad.

A duduk mindamelllett a világ egyik legősibb kettős-nádneyvű fűvös hangszere. Eredete visszavezet Nagy Tigran király uralkodásának idejére (ie. 95-55). A hangszer ábrázolása számos középkori kéziratban is feltűnik. Érzelmes és színes hangszíne, meleg hangja miatt, a duduk Örményország mindennapjainak részévé vált. Örményország zenei nemzeti szimbóluma, amelyet 2005-ben az UNESCO hivatalosan is a Világörökség részévé nyilvánított.

Az örményekről

Az ország és népe. Örményország (vagy örményül Hayastan) egy hegyóriások közé zárt ország. A Bibliában jelentős szerepet játszó, örökké hósapkás Ararat (4 094 m) mellett hatalmas vulkánok és durván hasogatott óriás hegyek koszorúzzák. Átlagos magassága 1 400 méter. Fő folyói az Araks és a Razdan (ki ne emlékezne a VEIKI, ill. a BME korai számítógépeire?). Nagy tava a Sze-Van. Az ország fővárosa Jere-van. Lakóinak zöme örmény. Vallásuk örmény-katolikus

Korai történelmük. A mondák szerint Noé szépunokája, (Jáfet fia Gomer fia Togarmah fia) Hayk alapított királyságot a Van tó vidékén, innen származik az ország neve: Hayk földje, vagyis Hayastan, s az ő utódai az örmények. A modern történettudat szerint azonban, az örmények elődei (egy proto Indo-europai törzs) az ie. VIII. században szeltek át az Eufráteszt, és törtek be Kis-Ázsiába. Itt vérségi keveredésbe kerültek a káldeus Ururat királyságot megdöntő asszirokkal, s a VI. századra homogén nemzetet alkottak. Ez az állam a Perzsa satrafák uralma alá került, majd Nagy Sándor hódította meg őket. Nagy Sándor halála után a szír Szeleukidák uralma alá kerültek. Amikor a Rómaiak legyőzték a Szeleukida uralkodót, ie. 189-ben, az örmények deklarálták függetlenségüket, egy nemzeti dinasztia (az Artashesidsek) uralma alatt. Nagy királyuk Tigrán hódító törekvései következtében azonban összeütközésbe kerültek a Rómaiakkal, akiktől végzetes vereséget szenvedtek, s akik bekebelezték őket a Birodalomba. Néro császár egy a parthus herceget, Tiridatest nevezte ki a tartomány királyának.

Az örmények az elsők között vették fel a kereszténységet, és Világosító Szent Gergely apostolkodása következtében már a IV. század elején államvallás lett a kereszténység akkor, amikor Nagy Konstantin még csak álmodhatott róla. Ma a legősibb keresztény államnak tartják.

A III. században a Szasszanída perzsák rohanták le Örményországot, s mészároltak le számos keresztényt. A mártírok vére gazdag termést hozott, mély nacionalizmust alakított ki az örményekben. Az örmény történelem következő évszázadai folyamán valóban számos néptől szenvedtek véres zaklatást. Így a perzsák, a bizánciak, a fehér hunok, a kazárok, arabok, szeldzsuk törökök mértek rájuk véres csapásokat. A mongol invázió a XI. században az örmények egy kisebb részét Ciliciába űzte, akiket később a törökök hajtottak uralmuk alá. Az otthon maradottak nagy részét Timur mészároltatta le. Ezt követően hosszú török uralom következett, amely ideje alatt számos megtorlásban volt részük, ami 1915-17 között népirtásba torkollott (Ekkor a tudatos vérengzésnek 1-1.5 millió örmény esett áldozatul). 1922-től a Szovjetunió olvasztotta magába őket, 1991 óta azonban függetlenek.

Az örmények – hasonlóan a magyarokhoz – sors szaggatta, büszke népként, a kereszténység sokat tépett keleti védőbástyájának vélik magukat, s mentalitásukban szerepet kap a fájdalmas, de büszke, férfias dac.

A hangszer

Az örmény duduk alapvető megjelenése, ahogyan már említettük, némileg változott az idők folyamán. Eredetileg, az ősi furulyák családjának többi tagjához hasonlóan csontból faragták. Idővel azután egyetlen, hosszabb nádszálból készítették, fűvókává alakítva egyik végét, és lyukakat készítve a nádszál hosszán, a különböző hangok képzésére. Ennek a formának azonban két nagy hiányossága volt. Egyrészt nehéz volt hangolni, másrészt, ha bármely része megsérült, márpedig a nád sérülékeny, az egész hangszer tönkrement. E problémát úgy oldották meg, hogy a hangszert két részből állították össze. Felülre egy kettős nádnyelvet helyeztek, amelyhez egy üreges fűvótestet csatlakoztattak, amit azonban ekkor már (érett) barackfából készítettek.

Más országok a fűvótestet más gyümölcsfából készítik, így például szilvát, vagy diót használnak Grúziában és Azerbajdzsánban. E miatt azonban a különböző országok dudukjainak hangzása eltér egymástól. Az örmény duduk hangja meleg, lágy tónusú, mely közelebb áll az emberi hanghoz, mint egy nádsíp hangjához. Más országok hangszerei erősen nazálisak. Meg kell említenünk, hogy a hang minőségének javítása érdekében a nádnyelv készítésének is raffinált technikája alakult ki.

Maga a hangszer tehát ma, egy (esetenként egyszerű vagy) kettős nádnyelvű fűvós hangszer, amelyet kézzel készítenek barackfából és meleg, lágy enyhén nazális hangszíne van, de alkalmas nagyon változatos melódiák eljátszására éppen úgy, mint hosszantartott monoton hang folyamatos megszólaltatására. A puhafa ideális anyag a hangszer testének kifaragásához, a nád pedig a helyi Arax folyó partján bőven terem.

A hangszer teste egy üreges cső, felül nyolc (néha kilenc) lyukkal, az ujjak számára, és egy lyukkal alul a hüvelykujj számára. Hasonlóan a mi furulyánkhoz.

Az örmény duduk három méretben készül: nevezetesen 28, 33, és 44 centiméter hosszúságban. A duduk hosszúságától is függ, hogy milyen típusú, hangulatú dallamokat tudnak rajta jól játszani. Így például, a 40 centiméter hosszú dudukot úgy tekintik, mint ami különösen alkalmas szerelmes dalok játszására, míg a rövidebb hangszerek inkább táncdallamok játszására jók. A hangszerkészítők ma is kísérleteznek különböző alakú és hosszúságú hangszerek előállításával. A hangszer hangterjedelme mindössze egyetlen oktáv, azonban tekintélyes tudást igényel rajta a játék, miután a dinamikát az ajkak, és az ujjak összehangolt mozgása idézi elő. Hangolása alapvetően nem temperált, diatonikus, ám kromatikus hangok is játszhatók rajta, a lyukak félig történő befogásával.

A kettős nádnyelv, amit az örmények ramish-nak vagy yegheg-nek is neveznek, két nádból áll, amelyeket kacsacsőr-szerűen állítanak egymással szembe. Örményországban e nyelvek, tipikusan 9-14 centiméter hosszúak, és egy puha flexibilis fagyűrűvel vannak összefogva. Ez alkalmas a hangszer hangolására azért, hogy szorosabban, vagy kevésbé szorosan szorítja

össze a nádat. Eltérően más kettős nádnyelvű hangszerektől a náda e hangszer esetében meglehetősen széles, ezzel segítve elő a hangszer egyedülállóan szomorú hangzását, ugyanakkor jelentős tüdő kapacitást igényelnek használójuktól.

A duduk zene

Az örmények vallomása szerint, nincs még egy olyan hangszer, amely képes az örmény ember érzelmeit, örömét és nemzeti történelmét olyan őszintén és kifejezően közvetíteni, mint a duduk. Misztikus zene. E kifejezőerő miatt, a duduk az örmény hétköznapiok részévé vált. Nem volt elképzelhető esküvő, temetés, nagyobb családi ünnep, vagy fesztivál a duduk hangja nélkül. Azonban a modernizáció a világ e területén is lassú változást hoz. Az utóbbi években a duduk-zene népszerűsége Örményországban csökken, és pedig elsősorban a vidéki településeken. A legtöbb duduk játékos ma már Jerevánban található. A családi ünnepek helyét pedig itt átvették a professzionális színházi, hangversenytermi előadások. A *duduk* lassan elveszti tradicionális nemzeti lelket felmutató karakterét, s lassan a „magas kultúra” hangszeres választékának egyik elemévé válik.

Amint említettük, a duduk alkalmas szívbemarkoló melódiák, és ritmusos táncok előadására egyaránt. Sokszor a tradicionális örmény dallamokat, táncokat játsszák rajtuk. De a repertoárjukban szerepelnek ősi népballadák, vagy akár beat-szerű feldolgozások is. Sok zeneszerző zenekari szerepet ró a hangszerre. Sok szakrális mű is készült hangjára.

A hangszer egyik nevezetes érdekessége az, hogy ugyan kiváló szólólistái is vannak, a duduk zenét többnyire egyszerre két zenész szólaltatja meg. Az egyik zenész adja a zenei környezetet, folytonos, monoton hangot tartva (*dam*), a szóló hangszer támaszául, a tonikán, míg a szólólista e monoton hang felett komplex dallamokat, improvizációkat játszik. A *dam* folyamatos ellenpont a dallamhoz, amely energiát kölcsönöz a melódiának, és amely világosan mutatja azt a helyzetet, ahová a melódia hosszas kalandozás után visszavágyik, visszatér, s megnyugszik. A *dam*-ot játszó zenész, a *damkas*, a tonikát, sajátos körkörös légzéstechnikával biztosítja. Ez az eljárás azt jelenti, hogy a zenész az orrán keresztül szívja be a levegőt, tárolja a felfújott pofazacskóiban, állandó nyomást tartva fent a fúvókán. Sokszor a mester és a tanítványa játszik párosban, úgy, hogy a tanítvány a *damkas* (nálunk azt mondanák, *szekundál*). Ennek a két hangszeren történő játéknak már a főniciaiaknál nyomára bukkanunk, ahol a kettős auloszt használták hasonló célra, ahonnan átkerült az ókori Görög-világba (különösen is Trójába), ahol e hangszer a Dionüszosz-kultusz hangszere volt. Valami hasonlót művel a magyar furuglyás is, amikor dűnnyög, azaz a szólám alá, saját torkán bocsájt ki szakadozott, ritmizált morgó-dűnnyögő hangot. Ennek a hangzásnak egy kibővített változatát adja a (bőr)duda, amely a szólamsíp mellett két burdonsípot is tartalmaz, amelyek az alaphangot és a kvintjét szólaltatják meg. A duda maga Kelet-Ázsiai eredetű, és a középkorban került Európába.



A dudukhoz nagyon gyakran társul a *dhol*, ami egy kétoldalú örmény dob.

A duduk híres művészei

A hangszernek kiváló művészei természetesen elsősorban Örményországból származnak. Pusztán felsoroljuk a legkiválóbbakat: Gevorg Dabaghyan, Djivan Gasparyan, Vatche Hovsepian, Levon Madoyan, Yeghish Manoukian, Margar Margarian, Vache Sharafyan. Közülük is a leghíresebb, kétségtelenül Djivan Gasparyan, aki már világsztárnak tekinthető játéka miatt, hangszer ismerete miatt, s zeneszerzői tevékenysége miatt is.

A duduk útja nyugatra tart

A duduk ősi hangszer, amely hangzása felkavaró, kifejezésteljes, misztikus. E tulajdonságai miatt a legutóbbi időkben a nagy amerikai történelmi filmeknek „sztárhangszere” lett, amely bevonult a TV klippek, CD-k világába is.

A nyugati popzenébe 1988-ban, „Krisztus utolsó megkísértése” c. ellentmondásos fogadtatású film kísérő zenéjeként ill. az abból Passion címmel összeállított CD-n keresztül vonult be, amelyben a duduk szólót Vatche Hovsepian virtuóz játéka biztosította.

Több más film mellett, nálunk is bemutatott, 2000-ben készült „Gladiátor” c. filmben tűnt fel újra nagy sikerrel, Djivan Gasparyan játékaival. Ugyancsak Gasparyan játszott dudukon „A Da Vinci Kód” c. filmben, de felhangzott a duduk hangja a „Nagy Sándor”-ban is. "

2005-ben Chris Bleth szólaltatta meg a hangszer, a „Narnia Krónikájában”.

A filmek, TV filmek, CD albumok mellett sikeresen használják a duduk hangját számos népszerű számítógépes játékban is.

2002-ben, az egykori Beatles-együttes egyik tagjának, George Harrisonnak emlékkoncertet rendeztek, amelyen fellépett az indiai zene legismertebb mestere, Ravi Shankar szitárművész is, zenekarával. Sankar koncertjük programjába komponált egy duduk szólót is, amelyet a venezuelai születésű Pedro Eustache zenész és filmzenész, játszott, aki szenvedélyes szerelmese e hangszernek.

Az Eurovízió legutóbbi (2007-es), Helsinkiben megrendezett dalversenyének döntőjén fellépett egy kiváló örmény énekes, Hayko, az „Anytime You Need” c. számával. Az énekest kísérő néhány szóló hangszer közül, az egyik természetesen a duduk volt.

Így válik a duduk, az örmények nemzeti hangszere a multikulturális, globális világ szeretett, exotikus hatású szereplőjévé.

Budapest, 2007. május

Magyar Gábor:

Beszélő gépekről, filmek apropóján

(Szokatlan tisztelgés a kíváncsi
tudós előtt, aki észreveszi az álmokat is.)

A művészetek régóta tárgyukba vonták a jövő technikai megoldásainak elképzelését. Vajon a feltalálók kísérleti elképzelései és eredményei ihletik meg a művészeket vagy megfordítva: érzékeny álmodozók víziói inspirálják a mérnököket nemvolt eszközök kifejlesztésére? Szükségszerűen lennie kell egy álomnak valamiről annak műszaki megvalósítása előtt?

Ne feledjük, a beszélő gép, a beszélő tárgy álma sokkal régebbi, mint ennek emberi megvalósítása. Az ókori görög-római civilizációt például elkápráztatta a deus ex machina.¹ A köznyelvben gyakran isteni beavatkozásnak értett latin kifejezés szó szerinti jelentése "isten a gépből". Számos ókori drámában a bonyodalmat egy tárgyból vagy tárgy segítségével váratlanul megjelenő isten oldotta meg. Színpadi megoldásban esetleg úgy, hogy egy kő-istenben rejtőző ember szólalt meg.

A gépekkel való beszélgetés igen gyakran tűnik fel a mai és a régebbi filmekben. E rövid írásban a sok-sok filmből néhány önkényesen kiragadott példa segítségével azt kutatjuk, hogy milyen módon emelték be az alkotók a beszéd-alapú ember-gép kapcsolatot az alkotásba. Elkerültük azokat a sci-fi-eket, amelyek az elképzelt technika öncélú megmutatásával kívánták elkápráztatni a nézőt, de amelyek (talán éppen ezért is) nem értek el maradandó hatást. Tudatosan viszonylag régi filmeket választottunk azért, hogy az utókor kellő rálátásával tudjuk, mi valósult meg a hajdan elképzelt technikákból.

A beszédkommunikáció előnye a filmben annak természetessége, könnyű érthetősége. A filmkészítő számára külön haszon, hogy nincs szükség speciális technikára, jelmezre vagy díszletre, hatás-elemekre, számítógépi trükkre, elegendő, hogy a színész eljátssza: társalog

a géppel. Olcsó és a néző számára könnyen érthető. A nézőt természetesen nem érdekli, hogy a gépi beszéd képessége nagy műszaki teljesítmény.

A beszédtechnológia filmbéli alkalmazásának ismert példája az „Az időgép” (The Time Machine) című alkotás. 1960-ban György Pál Marczincsák (az amerikai irodalomban: George Pál; vegyük észre, hogy gyakran ékezettel, 'á' betűvel találjuk nevét az angol-német-francia -stb. irodalomban is, bizonyára gondot fordított arra, hogy így ismerjék meg nevét) készített filmet H.G. Wells „The Time Machine” című művéből.² Pál híres alakja a filmtörténetnek. Wells, Világok háborújából is készített (1953-ban) egy sikeres filmet. Fiatalabb korában az animációs filmkészítés úttörőjeként vált ismertté (az 1940-es években majdnem minden évben Oscar-díjra jelölték).

Az Időgép című film, Wells 1895-ben publikált írása alapján készült. A történetben az emberiség kétféle lényből áll: az 'eloi' fajtából és a 'morlok'-ból.³ Utóbbi egy huszadik századi háború következményeképp létrejött mutáns. Az 'eloi' név talán az ókori görög 'eleutheroi' szóból származik, ami szabad embert vagy tétlen, henyélő embert jelentett.⁴ A történet idején (802701-ben) az eloik elkényeztetett életet élnek a Földfelszín luxusában, míg a morlokok a felszín alatt működtetik a gépeket, élelmet, ruhát, infrastruktúrát biztosítanak az eloiknak. Az eloik az évszázadok során degenerálódnak, miután minden problémát megoldanak, amihez erő, intelligencia és ügyesség szükséges. Gyenge lényekké válnak, már nem alkalmasak másra, csak arra, hogy a morlokok megegyék őket ... A film 1960-ban Oscar-díjat kapott (a képi hatáselemek kategóriában⁵).

A főszereplőnek több információra van szüksége az időutazásról, ezért könyvtárba megy, ahol beszélő gépi asszisztens segíti. Az alábbi képen ezt a jelenetet láthatjuk, a két főszereplő Weena és George az un. beszélő gyűrűket hallgatja.



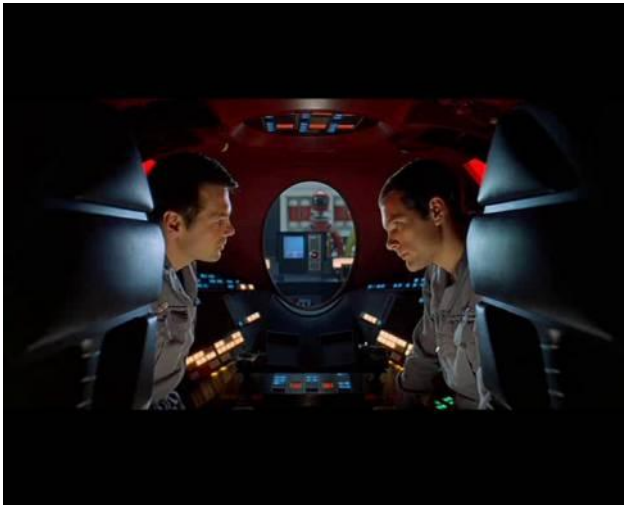
A beszéd-interfész a film 2002-es változatában⁶ is megmaradt, ezúttal már beszélő személyi segítő (Personal Digital Assistant, PDA) formában is. A könyvtárban mindenféle emberméretű képernyők láthatók, s a személyi segítőnek karaktere van. Az információ, amivel szolgál 2002-ben már hely és kontextusfüggő (a válasz attól is függ, hogy hol és mit kérdez az ember).



Az Egyesült Államokban a legnépszerűbb akusztikus ember-gép interfész minden bizonnyal a USS Enterprise űrhajó központi számítógépéhez kötődik (a Star Trek filmsorozatban⁷, ami alapján nagy példányszámban eladott számítógépes játékok is készültek, egy részük beszéd interfésszel). Az űrhajó számítógépének adott parancsokat minden esetben megelőzi a „számítógép?” kérdés, ezt követően a gép mindig ugyanazzal az akusztikus jellel nyugtázza, hogy kész az utasítás fogadására, s ugyancsak állandó hang jelzi az emberi parancsok vételét. Ugyanezt a protokollt alkalmazták az MIT Mesterséges Intelligencia Laboratóriumának kutatói is az egyetem „Intelligens Szoba” projektjében.⁸ S hogy tudjuk, nem véletlenül: éppen a filmben hallott hangokat használták.

A USS Enterprise űrhajó számítógépe multimodális navigációs berendezésként is látható a filmsorozatban. A mesterséges beszéddel elmondott előzetes leírások, tanácsok mellett a konkrét mozgás során hang-utasítások és felvillanó nyilak segítik a közlekedőt.

Nem hagyható ki e filmes kalandozásból Stanley Kubrick klasszikus "2001 Űrodüsszea"



című műve.⁹ A felfedező útra küldött űrhajó legénységének két tagja gyanúsak találja a HAL9000¹⁰ jelű számítógép szokásait. Bezárkóznak az űrhajón belül egy kis „mentőhajóba” a helyzet megvitatására. Azért keresik az akusztikus elszigeteltséget, azért „bújnak el”, hogy a HAL9000 ne hallgathassa ki őket. Nem jut eszükbe azonban, hogy a gép láthatja

az arcukat. Le is olvassa a szájmozgás alapján beszélgetésüket, ami azzal a következménnyel jár, hogy elkezd egyenként megölni az embereket – azért, hogy ne kapcsolják ki.

HAL nem egyszerűen képes volt beszélni. Hangja megértő és barátságos volt, érzelmet fejezett ki. Azt a hatást, hogy jellemet tulajdonított „neki” a néző, kizárólag a beszéd útján érte el a film készítője, látvány nem társult ehhez. HAL benne volt az embereket körülvevő űrhajó nagy gépezetében. Nem láthattunk robotot. Az 1960-as években az átlagos néző egyébként sem találkozott a valóságban számítógéppel. (A filmet 1968-ban mutatták be.) Aki mégis, az lyukkártya vagy lyukszalag segítségével kommunikálhatott a géppel.

Érdekesség, hogy Douglas Rain, aki a HAL9000 gép hangja volt a filmben, semmit sem tudott a film tartalmáról, amikor (egyetlen hétvégén) magnetofonra mondta HAL szerepét. A rendező eljárása azt eredményezte, hogy a filmben telt, kifejező hangon beszélt a gép, eltérően az addig szokásos monoton robothangtól. Kubrick a film ember szereplőit HAL-lal ellentétben monoton stílusban beszélgeti, rövid dialógusokban. HAL-t ezzel a film leginkább (vagy egyetlen ...) érző lényeként mutatja. A beszédstílusok ilyen rendezése ironikus felhangot adott annak a környezetnek, amelyben a legemberibb egy gép.

Kubrick nagy hatású példája után, a később készült filmekben is gyakori volt azonban a gépies beszédhang, gondoljuk például a nagy sikerű Csillagok háborújára vagy egykorvult hazai kedvencünkre, Mikrobira¹¹. (Kalandozunk el egy mondat erejéig a színpadra:

robothangon szól a Vígszínházban a Padlás című nagysikerű Presser-Dusán darabban is a számítógép.)

A filmeket ilyen szemmel nézni, arra talán alkalmas, hogy a jövő technológiájáról való gondolkodás lenyomataként tekintsünk rájuk. Akár jóindulatúnak és engedelmesnek, akár az ellenőrzés alól elszabadulónak látjuk is a gépet, a műalkotások többnyire egyre inkább emberformájúnak ábrázolják, külsejében és viselkedésében is.

A sci-fi-k kedvenc témái közül a legáltalánosabb a következő kettő: i) találkozás idegen civilizációval, ii) az intelligencia gépi formájának emberi megkonstruálása. Nem tudhatjuk, létezik-e másik intelligens civilizáció, s hogy találkozzunk-e? A második álom egyelőre részleges megvalósításán kíváncsi alkotók sora dolgozott és dolgozik, például azon, hogy a gépekkel emberi nyelven társaloghassunk.

A gépi beszéd megvalósítása nem teszi intelligensebbé a számítógépet. Nem ruházza fel határozott személyiségjegyekkel. Képességeit tekintve egyszerűen gép marad. Ám valahogy emberi jelleget ad annak. A beszéd be- és kimenet egy kicsi lépés csupán az önszervező mesterséges intelligencia felé vezető úton, de lélektanilag fontos a gépekhez való viszonyunkban. A szépen beszélő gép valahogy intelligensnek tűnik ...



Talking Robot at a recent Paris auto show also walked, shook hands, flickered its eyelids and puffed its cheeks. How it answered questions is a secret. Skeptics say a man nearby answered through a mike.

Budapest, 2007. május

JEGYZETEK

¹ *deus ex machina* a Magyar Színházművészeti Lexikonban: (latin) a görög tragédiából ismert, a francia klasszicista tragédiáig használt dramaturgiai megoldás, amikor a szerző a cselekményt külső hatalom (istenek, a sors), illetve a cselekményen kívül álló esemény váratlan megjelenítésével zárja le

² *A film eredeti címe:* The Time Machine (1960). Rendezte: George Pál. Forgatókönyv: David Duncan. Kép: Paul Vogel. Zene: Russell Garcia. Szereplők: Rod Taylor (George), Alan Young (David Filby és James Filby), Yvette Mimieux (Weena) és Sebastian Cabot (Dr. Philip Hillyer).

³ morlock

⁴ Meglehet Wells nem tudta, de a szó előfordul Márk evangéliumában (15:34), az arámi „én istenem” kifejezésként. (Károli Gáspárnál: „És kilencz óraker fennszóval kiálta Jézus mondván: Elói, Elói! Lamma Sabaktáni? a mi megmagyarázva annyi, mint: Én Istenem, én Istenem! miért hagyál el engemet?”)

⁵ Látványos 'time lapse photographic effect' -eket (a gyorsított felvétel készítésének egyik technikája) alkalmazott, a abban az időben igencsak nehéz filmtrükk volt, hogy egy ember öltözete megváltozott („átöltözött”), miközben a kirakaton át a belső térbe jutott.

⁶ *A film eredeti címe:* The Time Machine (2002) Rendezte: Gore Verbinski és Simon Wells. Forgatókönyv: John Logan. Kép: Donald McAlpine. Zene: Klaus Badelt. Szereplők: Guy Pearce, Mark Addy, Orlando Jones, Phyllida Law, Laura Kirk, Jeremy Irons.

⁷ *A film eredeti címe:* Star Trek (mozifilm: 1979). Rendezte: Robert Wise. Forgatókönyv: Gene Roddenberry (a TV sorozaté) Alan Dean Foster (forgatókönyv), Harold Livingston, Isaac Asimov (tudományos tanácsadó). Zene: Jerry Goldsmith. Szereplők: William Shatner (Captain James T. Kirk), Leonard Nimoy (Mr. Spock), DeForest Kelley (Dr. Leonard "Bones" McCoy), James Doohan (Cmdr. Montgomery "Scotty" Scott), George Takei (Lt. Cmdr. Hikaru Sulu). A Star Trek eredetileg TV sorozatként indult az NBC-nél 1966-ban.

⁸ Brooks, R. A. with contributions from M. Coen, D. Dang, J. DeBonet, J. Kramer, T. Lozano-Perez, J. Mellor, P. Pook, C. Stauffer, L. Stein, M. Torrance and M. Wessler, "The Intelligent Room Project", Proceedings of the Second International Cognitive Technology Conference (CT'97), Aizu, Japan, August 1997. Beszédinterfész problémákról benyomást kaphatunk a következő idézetből (ne feledjük, 1997-ből származik): „We now have speech systems continuously monitoring everything all the occupants say, looking for the keyword „Computer”. It takes that as the start of an utterance meant for it and tries to parse the following words into a query on a command. Sometimes it wakes up incorrectly, due to mishearing „Computer” or perhaps the occupants are just discussing computers! So we have the room make a very low but audible beep sound when it is switching into listening mode. If that is incorrect, one of the occupants can just say „Go to sleep!”, and another type of beep indicates that it has understood and has switched back to word spotting mode.”

⁹ *A film eredeti címe:* 2001: A Space Odyssey. Angol-amerikai film, 1968-ban mutatták be. Arthur C. Clarke Az őrszem (The Sentinel) című regénye nyomán készült. Forgatókönyv: Stanley Kubrick és Arthur C. Clarke Kép: Geoffrey Unsworth (John Alcott). Zene: Richard Strauss, Johann Strauss, Aram Iljics Hacsaturján, Ligeti György. Szereplők: Keir Dullea (David Bowman), Gary Lockwood (Frank Poole), William Sylvester (Dr. Heywood Floyd), Douglas Rain (Hal 9000 hangja), Leonard Rossiter (Szmiszlov), Margaret Tyzack (Elena), Robert Batty (Halvorsen), Sean Sullivan (Michaels). Gyártók: M-G-M.

¹⁰ A sajtóban sokat találgatták, hogy a HAL elnevezés vajon nem az 'IBM'-ből keletkezett-e úgy, hogy betűit az abc-ben egyfelé előre változtatták. Mind Clarke, mind Kubrick cáfolta ezt: a betűszó a Heuristic Algorithmic-ből (Heuristically programmed ALgorithmic computer) ered.

¹¹ A Mikrobi eredetileg rádiósorozat volt (41 rész készült). Az első adás 1969. 07. 21-én hangzott el, az utolsó 1972. április 10-én. A televíziós változathoz két sorozat készült: 1973-74-ben (8 rész) és 1975-ben (5 rész). Nemzetközi újdonság volt, hogy a rakéta mozgását számítógép rajzolta (a KFKI-ban). Mata János rendező így emlékszik: „A mikrobis robothangot és a recsegést Csákányi Laci maga dolgozta ki még a rádiójátékhoz... De a rajzfilmes Mikrobihoz egy másik hangot fejlesztett ki. Amikor meglátta a rajzfilmfigurát, azt mondta: ennek kicsit pléh hangja kell, hogy legyen. És megcsinálta. A sorozat hangeffektusai is feladták a leckét. Szerencsére Pongrácz (Zoltán) mester, az elektronikus zene hazai úttörője segített nekünk. Ő, és Bársony Péter - a hangmérnökünk - teremtették meg a Mikrobi sorozat különleges hangvilágát, olyan eszközökkel, mint a derékszög generátor, speciális lassító, gyorsító görgők – ez utóbbiakat Karcsi, az aranykezü műszerészünk esztergálta. Ma már nevenségesnek tűnnek, de akkor forradalmi újításnak számítottak.”

Vámos Tibor

Gordos Géza 70 éves

Egy hozzám közel álló tanítványa mondja, hogy Géza körül csupa rendes ember dolgozik. Ezt Géza a kiválasztás szempontjaival magyarázza. Háromféle ember van, eszerint. Az első, ha egy követ talál az útjában, arrébb rakja, más meg ne botoljék benne. A második kikerüli és továbbmegy. A harmadik úgy helyezi el, hogy az arra-járók bizonyosan belebukjanak. Géza ragaszkodik az első csoporthoz. Hosszú életem legtöbbet tudó tanúját titkárnő-jelöltként több mint negyven éve válogattam. Az akkor fiatal lány, ma többszörös nagymama, sok mindent tudott, sok mindent még nem, de döntés könnyen született: kórusban kedvenceként Mozartot énekelt, Gordos Gézával!

Ennyit az emberről, a többit a Mozartot értők és a követet az útból eltávolítók hosszú sorára bízhatom. A híradástechnikai elméleti és gyakorlati érdeklődésű, alkotó ember hamar találkozik a szűrők izgalmas alapproblémájával, hiszen a szűrő válogat a jó és rossz, a hasznos és haszontalan jelek között. A szűrő alakít és átalakít hűségesen és megbízhatóan, olyan jelalakokra, amik ezeket az összetett feltételrendszernek, mindenféle kommunikáció jóságának és hasznosságának megfelelő követelményeket teljesítik, méghozzá az adott, változó közlési (út!) viszonyok között.

Ez az út elég hamar vezet a legszebb feladathoz, a Vox Humana távközléséhez és ebben is a hang megértéséhez, átalakíthatóságához írásban, vagy más nyelven szóló közléshez. Mozartot is közvetíteni, érteni, élvezni, értelmezni kell, aki pedig nem Mozart, annak meg kell elégednie az emberi beszéd más, nem kisebb problémáinak igényes kezelésével.

Logikus út? Géza – Kempelen és Tarnóczy Tamás előkelő nyomdokain – az emberi beszéd legjobb hazai hír(adás)technikusa lett, különös súllyal a magyar beszéd megértésében.

A probléma különös, ezért is követel a világ rengeteg beszédfelismerő kutatója között saját státuszt. Más a hangsúlyunk, mint a többi, indoeurópai nyelvénél, más a nyelvtanunk, az agglutináló ragragasztó képzés a kezdő szóhangsúly mögött különös fontosságúvá teszi a mondatszerkezetben meghatározó szavégeket. Ezt a szerepet az indoeurópai nyelvek külön szavakkal, pre- és posztpozícióként szolgáltatják. Más a szórend, itt nálunk, a szórend sokszor értelmező jelentőségű. "Kicsi csirkefogó"-nak becézzük unokánkat, "csirkefogónak kicsi" a véleményünk a korrupt politikusról.

Érezhető, hogy mindehhez sokféle szakmai tudás, híradástechnikai, nyelvészeti, hangtani hozzáértés és értelmező műveltség kell. Ezért is lett Géza sikeres.

Végül: ezt a követ egyedül nehéz emelgetni, ezért kell a jó csapat, tanítványok, munkatársak, akiknek megadatik a közös eredményhez jutás közös erőfeszítésének lelkesedése, tudása, öröme.

Géza, folytatás!

2007. május

Talyigás Judit

Gondolatok a digitalizálásról

Kedves Géza! Virág helyett – mert hozzád ez jobban illik –, átnyújtom néhány gondolatom. Rád gondoltam és rólad a virágra olyan természetesen asszociáltam, hiszen Te vagy az, aki Tahí körös találkozóinkon a legváratlanabb pillanatokban húztál elő egy csokrot a hátad mögül,- mindig hangsúlyozva -, a többiek nevében is hoztad. Úgy gondolom, hogy te az új gondolatoknak – remélem találsz benne azt is -, meg tudsz annyira örülni, mint én, a váratlan s oly sok szeretettel elővarázsolt friss virágaidnak.

Alap feladatomban – ezért kapom a fizetésem - , hogy a kiadott hírek, fotók és grafikák jól strukturált adatbázisokba kerüljenek s ezekből a kollegáim és a más mediáknál dolgozók részére igényeikkel összhangban szolgáltatassuk a kívánt híreket és fotókat.. A feladat láthatóan egyszerű. Az informatikusokkal és a dokumentáláshoz, fotókhoz, történelemhez, adatbázisokhoz igencsak értő kollegáimmal szinte rutinszerűen ellátható. Az adatbázisban kódok, kulcsszavak alapján keresel, szűkítesz, más módon is megközelíted a problémát s a gép „öledbe hullajtja” a keresett dokumentumokat. S én mégis tele vagyok kérdőjelekkel. Székely Iván igen színes képet festett már évekkal ezelőtt is, arról a fekete lyukról, – micsoda kép zavar ! – amely a XX század vége és XXI század találkozásánál keletkezik, hiszen a technikai eszközök gyors fejlődése nem teszi lehetővé az otthon cd-re elmentett vagy kedvenc lap topunkon magunkkal hordozott családi képek későbbi elővarázsoltását. Mert eltűnhet a cd-ről az anyag tulajdonságai miatt lassan a kép, vagy nem lesz olyan gép, amely alkalmas lesz az”olvasására” s így nem tudjuk, tudják majd a nagyszülők vonásait elővarázsolni unokáink.

Nekem s gondolom sokaknak ott lapul a fiókjainkban a rég és a közelmúltunk, barna színezetű képeken a nagy és- dédpapák-mamák s már színesben a gyerekeink. Mind ez a hagyományos papíron, bármikor elővehetően. Igaz nem tudunk keresni köztük név, helyszín, időpont stb. szerint s a fiók előtt guggolva bosszankodom, hogy nem találom azt a képet ahol a lányom hosszú copffal s a fiam csibészesen mosolyog s az a másik sincs meg amelyen anyu nevet még fiatal lányként a világba S persze ha mindez adatbázisba lenne nem csak könnyen elvarázsoltathatnám őket de egy gombnyomással távoli tájon élő húgomnak is elküldhetném.

A nagy hírügynökségek munkatársai napi 400-500 vagy még több fotót készítenek. A múlt emlékeként, nemzeti kincsként közel 13 millió fotónegatívot őrzünk az MTI-ben. Ez Magyarország legnagyobb fotógyűjteménye. Néha izgatottan fedeznek fel a kollegák egy egy váratlan kincset Károlyi Mihály nem ismert képét vagy a 1946-ból apácákat ábrázoló fotót ahogy varrni tanítanak. Máskor a kép vidéki boltot idéz, a negyvenes évek végéről, ahol a fotós büszkén rögzíti, hogy milyen bőséges az árú kínálat, s talán nem is tűnt fel neki, de számunkra dokumentálta, a fiatal csinos asszonykák mind mezítláb vásárolnak.

Sorolhatnám még erényeinket, s valóban, ha látogatók jönnek, elhangzik mindig az a szám is több mint 600 ezer digitális formában tárolt fotónk van. Ezek adatbázisba rendezve sok szempont szerint kereshetők. Aztán azon már csak én tünődöm el, vagy beszélgetünk fotós kollegákkal: no de mi lesz azzal, amit nem mi digitalizáltunk fotónegatívról. Másképpen közelítve mi lesz azokkal a képekkel, amelyek csak digitális formában léteznek? Nem félek attól, hiszen itt egy professzionális szervezetről van szó, hogy idővel nem elővarázsoltatóak. De tudom, s ez a baj, hogy egy későbbi korban, sőt már - 2-5-10 év múlva is joggal fanyalog aki látja a képet, hiszen a kor követelményéhez képest rossz lesz a felbontás azaz a minősége a fotónak. S az igazi baj, hogy nem lesz negatív, amit elővehetnénk, hogy újra szkenneljük a képet egy jobb minőség reményében.

De ez nemzeti vagyon (!) itt tudnunk kéne, hogyan védhetjük ki ezt a problémát? Vajon van az új technikák bevezetésének megfelelő pillanata? A legkisebb veszteség elve ismert ezeken a területeken? S mit is jelent ez a fogalom? Legkisebb veszteség? Én az adatvagyon adattartalmára gondolok, abból kell a lehető legtöbbet a lehető legjobb minőségben megőrizni. De félok, hogy mások – s az ő helyzetükben joggal - a legkisebb pénzveszteségre, gondolnak azaz a költségek csökkentése határozz meg a hosszútávra kiható döntéseiket.

Tudjuk a történelem számomra ismeretlen okok miatt, „megtréfált” minket, s tártak fel régészek olyan kutakat, ahol lejjebb voltak találhatóak a mivesebb vázák, s feljebb a későbbi korokat idézve a durvább falú és mintázatú kancsók, mintha valami tudás, feledésbe veszett volna.

Talán valami hasonlót gondolnak majd jelenünket kutatva a jövő évszázadainak történészei, amikor a mai évekről nem találnak, s ha mégis akkor csak nehezen elővarázsolható, nagyon rossz minőségű információban szegény fotókat.

Végig gondoltuk, hogy az első időszak digitális fényképező gépei mennyi információ veszteséggel örökítik meg életünket a hagyományos analóg gépekhez képest?

Tudjuk az előnyöket, (1) kényelmes – nem kell filmet cserélni és előhívni, olcsó hiszen látszólag nincs előhívási és film vásárlási költség, nincs rizikó, hogy előhíváskor elrontjuk a képet. A kép továbbítás is egyszerűvé vált. S igazából egy fogalom húz vissza minket az analóg képekhez ma még: a minőség! A digitális fényképezőgépek gyártói és értékesítői a számítógépes fotó kezelő programok forgalmazói, az egyre nagyobb tárhelyet biztosító számítógép gyártók és internet szolgáltatók mind - mind közösen a digitális technika mellett érvelnek. Igazuk van – saját érdekük – a nagyobb bevétel s ők érthetően erre optimalizálnak. S a minőség? Mert a gyorsaság a költség csökkenés büvölete mellett megjelent az egyszerű kezelés s csak kattintgatunk, nem kell a hozzáértők okos szavára hallgatni.

Tudod Géza azon tűnődtem a beszéd leképezése bonyolult feladat, de észrevevesszük-e hogy a képek digitalizálása sem teljesen megoldott? S a szakemberek mellett ma már mindenki fotóz hiszen látszólag nincs költség. Keletkezik az információ hulladék, mert a képek nagy részét a kattintás öröme túl soha senki nem nézi meg. A szakemberek szerint (2) a legnagyobb gondot az jelenti, hogy az eltárolt fájlok több mint felét soha senki nem nyitja ki, miközben évente 60-kal nő ez az adatmennyiség.

Ma az EU és vele összhangban a többi ország jelentős forrásokat fordít a digitalizálás büvös tevékenységére. A közösen elérhető nagy adatbázisok, a közösen elérhető kulturális értékek gondolata valóban csábító, de itt van már az ideje?

Félok néhány év múlva újra kezdjük az egészet. Honnan tudható, hogy elértük az igazi technikai lehetőséget? Elérhető-e hogy a digitális formában készülő fotó adatvesztés nélkül – a valóság valós – teljes képét adja?

A cd-n tárolt információk eltűnésének veszélyéről számolt be a Német Zenei Archívum, (2) amely 1983 óta minden megjelent zenei cd-t eltett, s a most 373 000 darabbal rendelkeznek, amelynek közel 2%-nál érzékelhető az információ veszteség. Jelentésük szerint a folyamat megállíthatatlan. A megoldás – most így hisszük, ha a költségeket nem nézzük -, a merev lemezes tárolás de ez már most 250 terabájt!

Tudunk-e már olyan tárolási technikákat ahol a tömörítés adatvesztés mentes?

Vagy vállaljuk az egyre nagyobb „méretű” képek, értékes zenei anyagok, filmek egyre nagyobb tárolási költségét? Miközben az adatvesztés veszélye s a mérnökök, fizikusok

kreativitása és az üzlet emberek profit éhsége újabb és újabb technikai megoldások kipróbálására bevezetésére sarkal?

S a hozzá nem értők tisztességes jó szándékú kara felkarolja és szajkózza a lehetőséget a bűv szót: digitalizáljunk.

Nem gondolva arra, mind ez akkor ér valamit ha, az egész adathalmazt adatbázisban tároljuk és gyors, sok szempontú, no és természetesen egyszerű, kényelmes kereső rendszerrel látjuk el.

Azaz mind az az adat ami digitális formában rendelkezésre áll csak akkor válik hasznosítható tudássá amikor feldolgozzuk, amikor a zenei rekordok, a fotók vagy film részletek feldolgozottsága megvalósul. Másképpen fogalmazva a digitalizálás technikai oldala kitágul a történések, filmesztéták, zenetudósok ismereteivel. Nos ha ez megvalósul, akkor már nem félek a minőség problémájától annyira mert tudom, legalább az az ismeret, hogy ki hol és mikor látható a nem tökéletes képen megmarad. Persze fél siker, olyan mint amikor előkerül egy kétezzer éves váza töredék s megpróbáljuk az egészet elképzelni s ebben a korra, helyre jellemző jellegzetes állatfigura segít.

Géza a téged is izgató technikai változások hasznosulási lehetőségei az emberi tudás és az eredmények érdemi megőrzése, s miközben mind ezt elmesélem neked, szinte látom, ahogy úgy tűnik mintha aludnál, s mégis mikor befejezem az utolsó mondatom, Te már válaszolsz is, új izgalmas lehetőségekre utalsz. Kíváncsian várom e témában mit mondasz nekem?

Budapest 2007. május
Irodalom

- (1) Kruza Richárd, Film vagy digitális? 2007., www.sg.hu
- (2) Berta Sándor, Csillapíthatatlan az adatéhség, 2007. www.sg.hu

Pakucs János

Géza mint zsűri tag

Géza, hetven éves vagy!? Ezt senki nem hiszi el! Tizennyolc éve találkoztunk először Debrecenben, az Arany Bikában egy konferencia állófogadásán. Aki bemutatott (már a nevére sem emlékszem), azt mondta: Ti ketten sok mindent tudnátok közösen csinálni...

Igaza volt! Néhány évvel később a Te ötleted és kezdeményezésed alapján – akkor éppen rektorhelyettes voltál –, megszerveztük a Budapesti Műszaki Egyetem támogatói körét, a társadalmi szenátust (elsőként az országban), és azt a Pro Progressio Alapítványt, amely megfelelő keretet és legális lehetőséget biztosított a támogatások fogadására, az oktatóknak és a hallgatóknak ösztöndíj fizetésére. Csak annyit erről, hogy a támogatások értéke ma már meghaladja a 2 Mrd Ft-ot és az évi kb. 1000 ösztöndíj kifizetése is jelentős az Egyetem életében. Egyébként nem az az érdekes, hogy még a mai nap is együtt dolgozunk ebben az Alapítványban, hanem az, hogy most is ugyanilyen elkötelezetten segíted és szervezed ezt a munkát, mint 15 évvel ezelőtt.

Másik...!

Több mint tizenöt éve szervezem az Innovációs Szövetség keretén belül a műszaki és a természettudományi érdeklődésű fiatalok részére azt a mai napig egyedülálló tehetségkutató, tehetségkiválasztó, tehetséggondozó programot, ami az Országos Ifjúsági Tudományos és Innovációs Versenyként vált közismertté. Ebben a programban is a kezdettől részt vettél, segítettél, és önzetlen, évente hónapokig tartó mentorálás, opponálás, zsűrizés keretében a ma már egyetemi oktatók, tudósok útját egyengedted, és egyengeted a mai napig.

Nem fogom elfelejteni, amikor ez év május elején telefonon hívtál, és valami földöntúli lelkesedéssel mondtad, hogy megtaláltad az idei év legtehetségesebb fiatalját. Tamáskodva kérdeztem, hogy nem túlzás ilyet mondani még azelőtt, mielőtt a kb. 45 fiatal pályázatát megismertük volna?

Határozottan állítottad, hogy az idei győztes személyében már most biztos vagy! Amikor folytattad, hogy egy 14 éves, első gimnazista fiúról van szó, én tovább hitetlenkedtem, de Te meggyőződéssel állítottad, hogy csiszolatlan gyémántra leltél. A szakmai zsűrizés (tizenhatan

voltunk) Téged igazolt, ugyanis az általad javasolt 14 éves Buza Dániel valóban a független zsűri első díját nyerte el.

De mit is csinált ez a fiatal?

A „Mozgásminta felismerése számítógép segítségével” című pályamunka a díjátadáskor Sólyom László köztársasági elnök kíváncsiságát is felkeltette, aki az ünnepség után személyesen próbálta ki a programot, és hosszan társalgott a még ifjúnak is nehezen nevezhető serdülő fiattal.

A 14 éves Buza Dániel pedig lelkesen magyarázta:

„Amióta információt tárolnak, fontos dolog, hogy csak az jusson hozzá, akinek arra jogosultsága van, ezért olyan újfajta azonosítási lehetőséget, ún. mozgásminta-felismerést dolgoztam ki, mely garantálja, hogy csak az illetékesek férhessenek hozzá a „titokhoz”.

Napjainkban már nagyon elterjedt a jelszó alapú azonosítás, azonban a jelszavak ellophatók. Biztonsági szakemberek kidolgoztak más, újfajta azonosítási módszereket is. Ilyen például az íriszvizsgálat, a DNS-vizsgálat, az ujjlenyomat-vizsgálat, vagy a beszélő-felismerés. Ezek bár biztonságosabbak a hagyományos azonosítási módszereknél, kiépítésük és hétköznapi használatuk (például egy bankkártya kódjaként) viszonylag drága.

Az általam megalkotott új azonosítási lehetőség azonban jelentősen eltér az eddig ismertektől...”

A közbevetett kérdéseket követően lelkesen tovább magyarázta, hogy

„... a mozgásminta felismerésekor egy lerajzolt minta és a leírás jellemzői (például sebessége) alapján azonosítható az ember, mely történhet például egy touch pad segítségével. Ez viszonylag könnyen és olcsón kiépíthető módszer, mindössze egy laptopra van szükség. Ahhoz pedig, hogy a laptopon lévő adatainkat megvédhessük, elég egy program. A laptopok elterjedtsége miatt a touch pad-eket is – mint laptopok alkatrészét – nagy mennyiségben gyártják, emiatt a laptoptól független mozgásminta alapú azonosítás is viszonylag olcsó megoldás. Ennek alapján – mint mondta -, megvalósítottam a mozgásminta alapú azonosítást, és egy ezt megvalósító, prototípus jellegű programot fejlesztettem ki...”

„... A program – folytatta -, három fő eljárásból áll: felhasználó hozzáadó, törlő eljárások és tesztelő eljárás. A kidolgozott eljárások alkalmazhatók más vizsgálatokra, illetve feladatok elvégzésére. Az azonosításhoz hasonló feladat, az írásfelismerés is. Ez esetben a beolvasott

mozgásmintát a program összeveti a már tárolt mozgásmintákkal, melyeknél ismert, hogy az adott mozgásminta melyik betű írásakor keletkezett. A program az új mozgásmintákat betűkké alakítja, és a futtatása végén fájlba írja. De mivel az emberek nem mindig írnak ugyanúgy, a programban lehetőség van saját betűkészlet bevitelére, így ténylegesen egyénivé vált a program.”

Dani kiegészítette az eddig elmondottakat azzal, hogy a fentiekhez hasonlóan működhet egy „egzotikus” nyelv (japán, kínai, orosz, arab, héber, stb.) betűinek tanítását segítő program is. Ekkor a program kéri a felhasználót egy meghatározott betű beírására, és összehasonlítja azt egy olyan mintával, amit előre gyártottak. Így lehet gyakorolni a betűk helyes írását. A fentihez hasonló feladat egy kisgyerekeknek megtanítani, hogy hogyan kell szépen, helyesen leírni egy adott betűt. Ilyenkor is előre gyártott mintákkal hasonlítható össze a beírt jel...

„... A kidolgozott módszer különféle szociológiai vizsgálatokra is alkalmas. Meg lehet például vizsgálni, hogy mekkora különbség van egy idősebb és egy fiatalabb között. Az is érdekes lehet, hogy az írás alapján meghatározható-e, hogy valaki hol lakik (nagyváros, kisváros, falu)? A program megmutatja, hogy mekkora a különbség egy városban élő, ill. egy falusi ember írása között...”

„... Vannak régmúlt időkből megmaradt olyan dokumentumok, melyekben egy-egy betű elmosódott. Ezek felismerésében is segíthet a módszer, habár ekkor már nem egyetlen betű felismerésére érdemes törekedni, hanem például megmondani, hogy melyik három betűhöz hasonlít legjobban a betűből megmaradt rész...”

Dani csak mondta, mondta, és folytatta – Sólyom László pedig türelmesen és érdeklődve hallgatta – azokat a fantasztikus lehetőségeket, amelyek a fiú fejében megszülettek, és amelyeket Géza, a Te mentorálásod, segítséged hozott felszínre.

Büszke lettél volna, ha ott tudtál volna lenni, mert mindent, amit az első pillanatban igazi emberként, elhivatott tanárként, kiváló tudósként észrevettél, amire ráérezted, annak a megvalósulását és közreműködésed eredményét személyesen is láttad volna.

Köszönjük, Géza! Kívánom, hogy a következő években találjunk még néhány hasonló tehetséget!

Utóirat:

Arról, hogy Te, Géza, valamint a hazai zsűri tagjai valóban jól döntöttek-e akkor, amikor első díjban részesítették a pályamunkát, napjainkban (2007. szeptemberben) bizonyosodhatunk meg. Buza Dániel ugyanis – két másik társával – Magyarországot képviselve részt vesz az Európai Unió által 37 ország, 115 fiatal tudósjelölt részvételével rendezett “Fiatal Tudósok Versenyén”, Valenciában, ahol a legjobbak a dicsőségen kívül értékes pénz- és különdíjakat is nyerhetnek.

Budapest, 2007. július

Bakonyi Péter
Barátságunk története

Visszatekintés egy születésnap alkalmából

Gordos Gézával való barátságunk már több évtizedes. Szerény számításom szerint úgy harmincöt éve tart ez a szoros szakmai és baráti kapcsolat.

Egy születésnap, különösen a hetvenedik kínálja az alkalmat, hogy barátságunk történetére visszanézzek és kiemeljem azokat a momentumokat, amelyek a sok évtized ellenére mély nyomokat hagytak bennem.

Barátságunk természetesen szakmai kapcsolattal indult. Géza a távközlés én pedig a számítástechnika területén igyekeztünk eredményes szakmai tevékenységet folytatni és az első igazi találkozás az Információs Infrastruktúra Fejlesztési programhoz (IIF) köthető. Az IIF program keretében létrejött, egy országos elosztott számítógép-hálózati rendszer, amely az első korszerű hálózati megoldás volt a közép- és kelet-európai országokban és amely a kutatói és felsőoktatási közösséget szolgálta. Az IIF által működtetett hálózat megfelelt a fejlett európai országokban működő kutató hálózatok követelményeinek.

A hálózatot az MTA SZTAKI-ban fejlesztettük ki még a rendszerváltás előtt 1986 és 1988 között. Sokan nem hittek benne, hogy ezt a rendszert hazánkban saját kutatási háttérrel létre lehet hozni, de sikerült. Géza, az Alkalmazói Tanács társelnökéeként a kezdetektől komoly támogatója volt a projektnek és így az IIF program szolgáltatásainak elindítását a magyar kutató-hálózat fejlődését segítette. Ő honosította meg azt a koncepciót, hogy ez a hálózat Magyarországon mindig az élenjáró technológiára kell, hogy épüljön, ahogy Ő fogalmazta: a "leading edge" szerepét kell, hogy betöltse.

Barátságunk folyamatosan alakult ki, és a fontos szakmai kérdésekben mindig kicseréltük a véleményünket. Különösen az országos jelentőségű fejlesztési tervek esetén konzultáltunk és próbáltuk segíteni az épen aktuális kormányzatot, hogy előre mutató tervek, projektek szülessenek.

Azt a véleményt képviseltük: a műszaki haladás egy ország számára a húzóerőt jelenti és ezt politikamentesen kell érvényre juttatni.

Gézát széles látókörű nagy munkabírású szakemberként ismertem meg és számos más területen is szoros szakmai együttműködés alakult ki közöttünk.

Géza hosszú évekig volt a BME rektor helyettese és többször kért fel közreműködésre, mint szakmai tanácsadót. Ezt én mindig nagy örömmel teljesítettem. Néha órák hosszat konzultáltunk telefonon, vagy személyesen.

Szép emlékként jelenik meg számomra a következő történet. Vendég professzorként tanítottam az Egyesült Államokba 1987-ben. Kintlétem alatt világossá vált, hogy az Internet meghatározó szerepet fog játszani a jövőben. Ezért hazatértem után egy fakultatív tárgyat dolgoztam ki, amelyik az Internet szakmai kérdéseit mutatta volna be az egyetemi hallgatóknak. A tárgyra abban az időben nem volt fogadókészség az adott tanszékeken. Ezt elmeséltem Gézának, aki megnézte a tematikát, majd javasolta, hogy az általa tanított integrált távközlés tárgyban négy hetes időtartamban tanítsam. Tehát lemondott a saját tárgyában nyolc előadásról, mert felismerte, hogy egy fontos eddig nem oktatott terület a diákjainak a jövő szempontjából hasznos lehet. Szerencsére négy év elteltével a javasolt tárgy bekerült az oktatási tervbe és azt a mai napig is oktatják. Géza

nagysága mindig abban volt, hogy felismerte a jövő fejlődési trendjeit és azt a diákjainak is továbbadta.

A Tahi kör létrejött, amelyben szakmailag egy érdeklődési körben lévő, és baráti kapcsolatot ápoló informatikai és kommunikációs területen dolgozó szakemberek rendszeresen találkoznak, tovább mélyítette baráti kapcsolatunkat.

Az NHIT tagság pedig szintén azt jelenti, hogy rendszeresen általában kéthetenként találkozunk és mindig váltunk egymással külön is szót.

Nagy élmény volt számomra az az összejövetel, ahol Géza hetvenedik születésnapját ünnepeltük. Bár jórészt ismertem Géza szakmai és társadalmi tevékenységét, mégis jólesően meglepett az a széleskörű elismertség és megbecsülés, amelyet az informatikai és hírközlési szakma kifejezésre jutott.

Befejezésül csak azt kívánhatom, hogy barátságunk és az az aktivitás, amely Géza életvitelét jellemzi, maradjon töretlen még hosszú évekig.

2007. június 29

Lajtha György Gordos Géza és a PKI

Géza egy rendkívül jó fejű, könnyen tanuló fiatalember volt, és ezen képességei hamarosan feltűntek Kozma László Professzor úrnak, aki még Gézát hallgató korában behívta a csapatába és igyekezett őt jól használható mérnökké nevelni. Ugyanakkor azt is azonnal látta, hogy mindazon elméleti dolgokat, amelyek könyvekből megfejthetők a fiatal tanársegéd gyorsan megoldotta. A gyakorlati ismeretek megszerzése érdekében úgy látta, jó lenne, ha ez a fiatalember szorosabb kapcsolatba kerülne a valós élettél. Ennek érdekében gyakorlati feladatok megoldására a PKI-ba (Posta Kísérleti Intézet) küldte.

Elképzelései megfontolása érdekében engem, - aki a PKI-ban dolgoztam -, rövid beszélgetésre hívott, amelynek lényege az volt, foglalkoztassuk Gézát és adjunk neki gyakorlati feladatokat. Kozma Prof. szóhasználatával élve, „ez a sterilen nevelt gyerek szagoljon egy kis puskaport”. Abban az időben a PKI egyik jelentős feladata volt, hogy az ipari (KGST) és a postai-távközlési (OSzSz) együttműködésben képviselje a magyar érdekeket. A feladat meglehetősen nehéz volt, mert a hazai körülmények jelentősen eltértek a Szovjetunió igényeitől. Röviden fogalmazva a Szovjetunió amerikai technológiák átvételét erőltette, a kis területű európai országok pedig német mintára szerették volna fejleszteni távközlésüket. Ezt a kettősséget azonban a politika nem akarta elfogadni, mondván a szocialista tábor legyen egységes.

Ebben a helyzetben kellett egy olyan jól képzett műszaki szakember, aki tárgyalóképes, gyorsan kapcsol és meg tudja magyarázni, hogy különböző technológiák is képesek együttműködni. A nehéz műszaki, politikai viták sikere érdekében egy jó szövegű, harcias fiatal mérnököt kerestünk, aki idegen nyelveken is beszél, tehát a nemzetközi tárgyalásokon akár tolmács nélkül is jól fogja képviselni érdekeinket. Ez a cél és Kozma Prof kérése találkozott, és így Gordos Gézát félállásban alkalmaztuk, ahol legfőbb feladata volt megmagyarázni, hogy a politikai egység nem jelentheti gazdaságtalan megoldások bevezetését a kis európai országokban.

Fiatalsága ellenére Géza remekül helytállt ezekben a vitákban. Első lépésben szövetségeseinknek megszerezte a lengyel Tschikovszky-Dudziewicz kettőst, majd beszervezte az akcióba Sofronie Stefanescut, Románia képviselőjét, aki jól beszélt magyarul, mert a Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett diplomát. Ez a csapat kívülről kapott támogatást Birkholcz (postás) és Genzel (iparos) német párostól. Ez a csapat több évig együttműködött Gordos Gézával és a közép-európai igényeknek és a német technológiának kellő súlyt biztosított a KGST együttműködésben.

Géza nemcsak elméletileg küzdött a kisterületű KGST országok gazdaságos hálózattervezési irányelveiért, hanem az együttműködés gyakorlati megvalósítása érdekében is sokat tett. Mérésekben és elvi kérdésekben bevonta Sáfár Zoltán és Jutasi István ipari szakembereket, a mérések elvégzésében pedig Hús-Wéber Károly, Németh István és Markovics Árpád vettek részt. Ez utóbbi hármasnak a jelszava volt, hogy mérni tudni kell, ami azt jelentette, hogy mondjuk meg mit kell igazolni, vagy bebizonyítani és egy héten belül összeállítanak olyan mérést, ami céljainknak megfelelt. Gordos Géza felhasználva az eredményeket zajmérési és zajterhelési ajánlásokat dolgozott ki, melyek hosszú évekig az átvételi vizsgák alapját képezték.

Géza megtanulta a mérés technika különböző fogásait, ezt követően nemzetközi mérések irányításában is részt vett, például a Magas-Tátrában és több ország határán. Sikert a lengyel, cseh, szlovák, szovjet és magyar igényeknek megfelelő mérési ajánlásokat elkészíteni és azok használhatóságát a gyakorlatban bebizonyítani.

Géza ezzel új oldalról ismerhette meg a mérés technikát, a műszaki specifikációk készítését, és beletanult több intézmény közös méréseinek összehangolásába. Elegendő puskaport szagolt ezalatt a 3-4 hónap alatt és jól együttműködött technikusokkal, megtanulta hogyan kell szervezni több országon átmenő nemzetközi méréseket, és miként lehet beosztottjait izlésének megfelelő munkára bírni. Ezzel a kiváló elméleti szakemberből jól használható mérnök is lett.

Az idő múlásával azt tapasztaltuk, hogy egyre jobban hasznosítja mérnöki, szervezési ismereteit és már a fiatalokra bízta a mérések gyakorlati kivitelét.

Budapest, 2007. június

Székely Iván

Az előadó és a beszélgetőtárs

Gordos professzort viszonylag későn, a kilencvenes évek első felében ismertem meg személyesen, a Műegyetem oktatói klubjában, ahol a beszédfeldolgozásban elért eredményeiről tartott előadást, én pedig az egyetemi kollégákból és hallgatókból álló közönség soraiból hallgattam beszámolóját. Korábban csak minden értelemben véve jól csengő nevét ismertem, úgy is mint távközlési és informatikai szaktekintélyt és a BME egyik autoritását.

Valószínűleg már ő sem emlékszik rá, hogy e szaktekintélyét egy információkereskedelemmel és információpolitikával foglalkozó nemzetközi folyóirat, a Transnational Data Report című szaklap magyar változatának, a TDR Hungary-nak a tanácsadó tesületében is képviselte. Ezt a periodikát fennállásának három éve alatt én szerkeszthettem, és igen megtisztelőnek tartottam, hogy tanácsadói körébe sikerült megnyernem a BME akkori rektorhelyettesét, a Távközlési és Telematikai Tanszék vezetőjét és a MATÁV Rt. igazgatótanácsának elnökét – aki természetesen mind ő volt egy személyben.

A Műegyetemen én akkor egy még alakulófélben lévő tanszék munkatársa voltam, amely az „alkalmazott informatikák” kutatásának, oktatásának meghonosításaért küzdött. A Gordos-előadásra kollégáim hívták fel a figyelmemet, mint amelynek témája kapcsolódási pontot jelenthetett saját törekvéseinkhez. Bevallom, ez akkor nem jelentett többet számomra, minthogy ez a fontos ember valamilyen fontos dolgról tart előadást. Az előadás azonban revelációként hatott rám – és nem a témájával (ami persze szintén érdekes volt), hanem stílusával, élvezetes intellektuális élményével. Egy olyan előadót hallottam, aki képes volt a sokszor elmondott eredmények helyben születésének illúzióját kelteni, aki képes egyszerűen (de nem leegyszerűsítően) és lényegkiemelően beszélni, érzékeltetve ugyanakkor a mögötte lévő hatalmas mennyiségű kutatást és csapatmunkát is – egyszóval egy olyan egyéniséget, akinek a hatására középiskolás diákok tudhatnak pályát választani vagy változtatni.

*

Gézával jó néhány év szünet után a Tahi kör keretében találkoztam újra, egy olyan informális közösségben, amelyet a magyar információs társadalom születésénél bábáskodó, különböző szakmai háttérrel rendelkező kollégák alkotnak, akik időről időre találkoznak és kicserélik gondolataikat. Beszélgetéseink most már interaktívva és természetesen sokkal kötetlenebbé váltak, de hasonlóképpen élvezetesek és tartalmasak maradtak, mint annak idején a műegyetemi előadás. Itt is gyakran előfordult, hogy számomra nem ismert viszonyokról, eseményekről, emberekről folyt a szó, de Géza minden megszólalásánál azt éreztem, hogy az érthető, lényegkiemelő, ismereteket és határozott véleményt közvetítő.

Tanulságos hallgatni, ahogy ilyenkor választékosan fogalmazva, szinte mondat közben formálva, válogatva a legodaillóbb kifejezéseket közli mondandóját, amely látszólag nyomdakészen hagyja el saját humán beszédfeldolgozó apparátusát. E beszélgetéseknél, amelyekben sok mindenről szó esik, kulturális élményektől kezdve szakmai kérdéseken át egészen a globális problémákig, Géza nem reagál mindenre, de ha „szót kér”, akkor súlyosan nyilvánít véleményt az éppen vitatott kérdésben. Amikor a beszélgetés számára látszólag idegen területre kanyarodik, csakhamar kiderül, hogy ott is vannak tapasztalatai, szellemi kapcsolódási pontjai. Utazásai, külföldi élményei, amelyben elmúlt évtizedei nem

szűkölködtek, és amelyeket alkalomadtán nem dicsekvésből említ, mindig valami lényeges tanulságot hordoznak, nemcsak szakterületéről, hanem például az oktatásról vagy egy idegen ország néplélektanáról. Ezeket a tanulságokat és következtetéseket lehet vitatni, lehet Gézával inspiráló polémiákat folytatni, de figyelmen kívül hagyni aligha.

Egyszer egy Tah-i körös találkozón, amikor az „e-világi beszélgetések” c. könyv megszületését ünnepeltük, mellette ültem egy olyan kávéházban, ahol a gépzene és a vendégek zaja szinte megakadályozta a hosszú asztalnál ülők közös beszélgetését. Hogy éppen az indiai élményeiből leszűrt társadalomelméleti kérdésekről, vagy a magyarországi bortermő vidékekről, vagy a könyvterjesztés rejtjelmeiről beszélgettünk, már nem emlékszem, de a hangfüggöny mögött olyan érdeklődéssel és persze szokásos tájékozottságával társalgott, hogy velem hosszú időre elfeledtette az akusztikai korlátokat.

Hosszú Tah-i körös beszélgetések vége felé néha előfordul, hogy látszólag lankad a beszélgető kedve – de a figyelme nem; ebben Erdős Pálra, a néhány éve elhunyt matematikusra emlékeztet, akinél annak idején meglepve tapasztaltam, hogy időnként fizikailag kivonta magát a beszélgetésből, de mindig úgy kapcsolódott vissza, hogy kiderült, végig követte a beszélgetés fonalát.

*

Géza mostanában néhányszor ironikusan (de sohasem teátrálisan) arra figyelmeztette beszélgetőtársait, hogy jó lesz megfogadni tanácsait, mert már akadoznak motorjának alkatrészei... Remélem, ezt a figyelmeztetését nemcsak a hetvenedik születésnapján, hanem a nyolcvanadikon és azon túl is módomban lesz meghallgatni.

Budapest 2007. május

Halász Edit

Szép ifjúság emléke

Repkedtek a frutik és a stolwerkek a levegőben.

Igen Gordos Géza tartotta az Átviteleltechnika c. tárgy gyakorlatait. Remek ifjú tanár volt, s lám nem az maradt meg, amit tanított, hanem az, hogy a jó feleltért, bekiabálásért célba dobta a zsebéből kikotort cukorkát.

Nagy hangulat volt az óráján.

Talán Neki is része van abban, hogy azon a tanszéken kötöttem ki, ahol Ő akkor ifjú tanársegéd volt, a Kozma László professzor vezette Vezetékes Híradástechnika Tanszéken.

Szeme ragyogásával nem engem tüntetett ki a tanulókörből. Ezt máig nem tudom megbocsátani Gézának. Heten voltunk a szép nem képviselői a harminc fős tanuló körben. (Ma egy-egy hallgatónő ha van egy ilyen csoportban!) Géza „választottja” Korbai Éva volt. Okos, mérnöki vénájú szőke lány volt, és talán akkor már, menyasszonya S. Gyuszinak. A „választott” annyit jelentett, hogy kedvenc diák a tanuló körből – no persze a lányok közül. Nem tudom, melyik tulajdonságával vívta ki Géza figyelmét. A szőkeségével talán....

A diplomát megszerezve kollégák lettünk. Gézát továbbra is csodáltam lelkes szakmai buzgalmaért, a tudomány melletti ipari érdeklődésért, a nemzetközi szereplésért. (Itt a szakmai szereplésre gondolok, bár a KISZ Egyetemi Énekkarban is évekig tag volt, és utaztak, szerte a világban szólt a magyar dallam).

Géza sokáig nem hagyta „Bekötni a fejét”. Már azt hittük agglegény lesz. Nem mintha nem érdekelte volna Őt a szép nem. Á, dehog. Egyszer (véletlenül) leejtette naptár- noteszét a szobámban, és bele (kellett) lesnem. Minden napra más lány neve volt bejegyezve randira. Ejnye-ejnye. Hát a hűség!?!? Ahol ekkora a tolongás, ott nekem nincs helyem. Így aztán barátokká lettünk.

Azután múltak az évek. Géza rendíthetetlenül dolgozott éjt nappallá téve. Kis gyermekeim az Egyetem óvodájába jártak, és sokszor „munkájuk” végeztével bejöttek velem a Stoczek épületbe. Gyakran későn indultunk haza, már sötét volt, csak Géza földszinti szobájából szűrődött ki fény. Gyermekeim sokszor bekiabáltak: „Géza bácsi menjél haza aludni, már késő van!”. Emlékszel-e erre Géza?

Fiatal oktató korában Géza egy vidám vadásztársaságba keveredett. Ahogy az lenni szokott a vadászok kis kulaccsal járták a hegyet-völgyet. Kellet a szíverősítő. Valamelyikük kulacsa kiürült, és reménykedve kérdezte Gézát, hogy hörpintet-e az Ővéből. Nem tudhatta Géza, hogy a szívélyes válasza, az IGEN, az életébe kerülhet. A vadásznál természetesen fegyver volt. Beleivott Géza kulacsába, és rettenetes haragra gerjedt. Szerencse, hogy nem használta fegyverét. Ugyanis a mi drága, józan Gézánk kulacsában pálinka helyett KAKAÓ volt. Reggeli helyett ezt vitte magával.

Érdekes a régi idők emlékei jönnek most elő.
Budapest, 2007. június 13

Henk Tamás

Géza, a tanszéképítő

Gordos Gézával 1990 óta vagyok baráti-munkatársi kapcsolatban. Bár sokkal inkább érzem magam mérnöknek, mint irodalmárnak, örömmel teszek eleget annak a felkérésnek, hogy könyv formájában is örökítsük meg Géza előtti tisztelgést, 70-ik születésnapja alkalmából. Így aztán összegyűjtöttem egy tucat gondolatot, melyek milyen nyomokat hagytak bennem a közös munka élményei. Ezek az emlékek többnyire Gézáról, kettőnk kapcsolatáról és a Tanszékről szólnak.

To whom it may concern, avagy az első találkozás.

Egyetemi doktori értekezésemet 1977-ben adtam be a BME-re, adatátvitel témakörben. Akkoriban a TKI-ban (Távközlési Kutató intézet) dolgoztam mint fiatal kutató. Főnököm, Baranyi András tanácsára Gordos Gézához, a HEI (Híradástechnikai Elektronikai Intézet) Átvitel- és Rendszertechnika Osztályának vezetőjéhez nyújtottam be értekezésemet. Gézával akkor találkoztam személyesen először. Egyetemi tanulmányaim során ugyanis ágazati kapcsolódásom nem a HEI-hez, hanem a Mikrohullámú Híradástechnika Tanszékhez kötött. Mély benyomást tett rám, hogy Géza milyen rutinos könnyedséggel szervezte meg értekezésem egyetemi vitáját.

A vita végén András felvetette, hogy a küszöbön álló írországi ösztöndíjamhoz szükség lenne angol nyelvű igazolásra a sikeres egyetemi vitáról. Géza könnyedén megfogalmazta, és ezt a megszólítást írta rá: „To whom it may concern”. Elképedve néztem az igazolásra: mikor jutnék el jómagam olyan angol nyelvi szintre, hogy ilyen anglicizmust gondolkodás nélkül le tudjak firkantani?

Indirekt invitálás az egyetemre.

Géza 1989-ben meghívott a HTE (Híradástechnikai Egyesület) Távközlési Szakosztályának vezetőségébe. Ez biztosan kijár nekem, gondoltam, hiszen akkor már szakmai körökben ismert kutatóként és főosztályvezetőként dolgoztam a TKI-ban. Géza felterjesztésére hamarosan megkaptam a címzetes egyetemi docensi kinevezésemet is. Még ennek is természetes módon örültem, hiszen széleskörű szakmai kapcsolatokat tartottam, többek között a HEI-vel is. De amikor Géza közös szakmai látogatásra is meghívott a Bécsi Műszaki Egyetemre, akkor már kezdett derengeni, hogy Géza osztályán korosztályi lyuk keletkezett, amit esetleg én is kitölthetnék. Meg is kérdeztem Gézát, miközben Bécsbe vezette az autót, hogy lehet-e kutatni az Egyetemen? Bár Gézának akkor inkább oktatóra, mint kutatóra volt szüksége, hosszan bizonygatta, hogy az Egyetemen milyen jól lehet kutatni. Meg is kötöttük az alkut: TKI-s kollégáim legnagyobb meglepetésére utódot kerestem magam helyett a főosztály vezetésére, és 1990-ben elszegődtem Gézához a HEI-be tudományos főmunkatársként.

Oktatás az egyetemen.

Hiába tudtam, hogy mi az a kutatás, mit jelent osztályokat és projekteket irányítani, és hogyan kell főosztálynyi pénzzel bánni, oktatóként abszolút kezdő voltam. Géza akkor ezt jobban tudta rólam mint jómagam. Azt mondta Géza, hogy itt van a kiegészítő képzésben egy 10 fős tankör, tanítsam nekik az „Integrált távközlés” tantárgyat. Ezt a kis csoportot elvállalhatom a kutatás mellett, gondoltam. Elvégre korábban 17 évig dolgoztam távközlési témakörökben. Aztán elővettem egy jegyzetet, – elavult. Elővettem egy könyvet, – inkább kézikönyv, mint tankönyv. Ahova nyúltam, ott baj volt. Az lett a vége, hogy abban a félévben éjt nappallá téve csak az előadásaimra készültem.

Géza előadása.

Géza meghívott: látogassam a „Kommunikációs rendszerek” tantárgyának előadásait. Jó, ha megismerem e tantárgy részleteit, mondotta. De valójában, sokat tanulhattam, Géza közismerten szellemes előadás-technikájából. A félév első előadásában igyekezett felkelteni a hallgatók érdeklődését a tárgy iránt. Mint elmondta, nem várható el, hogy egy hallgató a tantárgy előadásain végig lelkesedjen. De ha egy hallgató időnként sem érez szakmai érdeklődést a tantárgy előadásai során, akkor gondolkozzék el azon, hogy jó szakmát választott-e.

Géza tanszéket alapít.

Géza 1991-ben megalapította a „Távközlési és Telematikai Tanszék”-t a HEI egyik jogutódjaként. Géza tudta, hogy mi szükséges egy jó tanszék működtetéséhez. Idézte is Montecuccolit: „Mi kell a háborúhoz? Pénz, pénz, pénz!” És akkor megtoldotta: Mi kell a jó egyetemi oktatáshoz? Pénz, pénz, pénz? Nem egészen, válaszolta meg saját kérdését, hanem: Pénz, elkötelezett oktató, és érdeklődő hallgató!

Korábban a HEI komoly KK bevételeket realizált a magyar ipar megrendeléseiből. De kb. 1991-re gyakorlatilag összeomlott a magyar távközlő ipar, ez a bevételi forrás gyakorlatilag elapadt. Géza mégis bizakodóan mondta: „...eddig inkább az ipart szolgáltuk, most a szolgáltatás következik”. Akkor ezt nem értettem. De Géza már tudta: a következő 6-7 év a magyar távbeszélő szolgáltatást nyújtó hálózat rekonstrukciójának jegyében telik majd el. Ezért felkérte Géher Károly professzort, hogy alakítson ki szakmai együttműködést a MATÁV alá rendelt PKI (Posta Kísérleti Intézet) és a Tanszék között. Géher Karcsi akkor Csopaki Gyulát és engem kért fel a tanszéki témavezetői teendők ellátására.

Ericsson érdeklődés.

Géza 1992-ben jelezte, hogy Boda Miklós (ELLEMTEL) körbenéz a Tanszéken. Hú, mondom, megint egy újabb látogató, aki csak viszi az időt, miközben én éppen a PKI együttműködésen dolgoznék. De ő egy komoly látogató! – replikázott Géza. Így hát nem tehettem mást, minthogy időt szorítottam Miklós látogatásának. A randevú előtt egy perccel érkeztem a bezárt szobámhoz, de Miklós már ott várt a folyosón. TKI-s főosztályvezető koromban megtanultam, ne arról kezdjek beszélni, hogy mit teszünk, hanem megkérdezzem a partnert, hogy mi érdekli. Miklós meg is mondta, hogy az ATM érdekli. Szobatársam, Faragó András éppen azzal foglalkozik az USA-ban egy fél évig vendégprofesszorként, válaszoltam büszkén. De Miklós jelezte, hogy nem

csak egy emberre gondol. OK, mondtam, akkor megtanuljuk az ATM-t. Így aztán elkezdődött a kutatási együttműködés az ELLEMTEL lundi intézetével, amely megalapozta a mai Ericsson együttműködést. Itt érett be Gézának az a bölcs húzása, hogy az ipari menedzsment tapasztalatokkal rendelkező de újdonsült egyetemi Henk Tamást beültette a mélyen akadémiai habitusú Faragó András szobájába. Az Ericssonnak ugyanis pontosan erre a kombinációra volt szüksége!

Indul az Ericsson együttműködés.

Boda Miklós nagy hangsúlyt fektetett arra, hogy alakuljanak ki személyes kapcsolataink az ELLEMTEL svéd kutatóival, és az Ericsson kapcsolódású NCSU (North Carolina State University, USA) professzoraival. Ez bizony sok utazással járt. Akkoriban nemigen kapkodtam az utazásokért, mert lányaim 2-4 évesek voltak, és korábban utaztam eleget TKI-s (Távközlési Kutató Intézet) munkakörömben. Mondtam is gyakran Gézának, hogy sietek haza gyerekeimet fürdetni. Géza nem tartotta jó ötletnek a húzódozást, és azt mondta: fel kellene virágoztatni az Ericsson kapcsolatot, „hogy legyen miben fürdetni a lányaimat”. Ezzel mentem haza a feleségemhez, és beláttuk, hogy nincs mit tenni, utazni kell. Gézának igaza lett: a GSM európai felfutása az 1990-es években egyedülálló háttérrel biztosított a HSN Lab (BME) és a Traffic Lab (Ericsson Magyarország) együttes felépítéséhez.

Befogadó típusú tanszéki modell.

Géza valóban tudatosan válogatta vezető szerepű munkatársainak egy részét az iparból, vagy általánosabban az egyetemen kívülről. Géza azt vallotta, hogy a műszaki felsőoktatásban integrálni kell az akadémiai tudást és az ipari tapasztalatot.

Tatai Péter korábban szintén a TKI-ban dolgozott osztályvezetőként, és néhány évvel előttem vált Géza munkatársává. Bár Péter átmozgását magam is támogattam akkor katalizátorként, az én egyetemi csatlakozásomra ez mégsem volt hatással. Péter nagyon szerette az alkotó egyetemi légkört, és szép pályát futott be a hazai ipari kapcsolatok kimunkálásában. Péter nemrégiben vonult nyugdíjba, és ez alkalomból így értékelte egyetemi tevékenységének lehetőségeit: „a Tanszéken azért alakult ki alkotásra alkalmas légkör, mert Géza ezt honosította meg”. Valóban, Géza mindig meg tudta különböztetni a lényegeset a lényegtelenről, a tartalmat a pusztá formaságtól, az alkotó légkört a „katonai fegyelemtől”.

Géza legkedvesebb és igencsak sikeres kutatási területe a gépi beszédfeldolgozás. Már az Egyetemre érkezésem előtt meghívta Németh Gézát a BEAG Elektroakusztikai Gyárból. De Géza tudta, hogy a magyar nyelvudomány kutatói szintű művelésére is szükség van. Olyan mély együttműködést alakított ki Olasz Gáborral, az MTA Nyelvudományi Intézet munkatársával, hogy Gábor végül félállású egyetemi tanár lett a Tanszéken. Tágabb értelemben itt kell megemlíteni Illényi András és Vicsi Klára csatlakozását is a Tanszékhez az MTA kutatóintézeti hálózatából.

Tóth László a Columbia University (USA) egyetemen tanított és kutatott, míg korábban a TKI munkatársa volt. Maricza István az ELTE-n matematikát tanított. Vida Rolland pedig a Université Pierre-et-Marie-Curie, Paris 6 egyetemen fejezte be

PhD tanulmányait. Mindhárman megkerestek engem azzal az ötlettel, hogy csatlakoznának a Tanszékhez. Gézával meghánytuk-vetettük a dolgot, és végül előbb-utóbb mindhárman a Tanszék munkatársai lettek. Laci ma egyetemi tanár, István kidolgozta a „Matematikai statisztika” és az „Adatbányászati alkalmazások” tantárgyakat és a Tanszék egyik legjobb pedagógusa lett, Rolland pedig kinevezés előtt álló egyetemi docens.

A teljesség igényét nélkülözve, nem folytatom tovább a befogadottak felsorolását. Másrészt, a Tanszék összességében ideális körülményeket teremtett végzős diplomások és doktoranduszok dinamikus beintegrálásához a Tanszék kötelékébe. A mai Tanszéken a vezető oktatók nagyobbik fele már „saját nevelésű” kolléga. Eközben a Tanszékről gyakorlatilag nem volt elvándorlás!

Egyidejű beosztások.

Volt idő, amikor Géza egyszerre szolgálta a tanszékvezetői, BME rektorhelyettesi, MATÁV elnöki, és HTE (Híradástechnikai Tudományos Egyesület) elnöki feladatköröket.

Géza a BME kutatási rektorhelyettese volt 1991-től 1997-ig. E tevékenységét is közelről megismertem, mert Géza felkért rektorhelyettesi összekötőnek. E minőségemben pályázati ügyekben és a Budapesti Egyetemi Szövetség Tanácsadó Testületében dolgoztam. Mély benyomást tett rám akkor, hogy a BME vezetésében is milyen sokrétű feladatkört látott el Géza.

Emlékezetes számomra, hogy Géza a HTE elnöki megválasztására nem tudott eljönni. Az egyik elnökjelölt személyesen ismertette elképzeléseit, Géza pedig videofelvételről tette ugyanezt. Bár így nem lehetett Gézához kérdéseket intézni, mégis Gézát választottuk meg HTE elnöknek.

A megalakult Tanszék tanszékvezető-helyettesi teendőinek ellátására Trón Tibort kérte fel Géza, igen jó érzéssel. Tibor magára vállalta a Tanszék mindennapi teendőinek megszervezését.

Az utódlás.

Géza pontosan tudta, hogy a Tanszék jövője középtávon jelentős mértékben a tanszékvezetői utódláson múlik. Géza – az olvasó számára nem meglepő módon – 2002-ben betöltötte a 65-ik évét. A szabályok szerint ekkor le kell mondani a komolyabb egyetemi vezető beosztásokról, így a tanszékvezetésről is. Géza évekkal előbb elkezdte visszahozni az egyetemre a nagyívű távközlési-szolgáltatói, kutató és menedzser karriert befutó Sallai Gyulát. Ezzel is a Tanszék kiemelkedően pozitív példáját mutatta annak, hogy a „befogadó típusú tanszék” habitus milyen pozitív szerepet játszhat egy tanszék életében. 2002-ben Géza erejének teljében volt, de szabály az szabály, átadta a Tanszék vezetését Gyulának. Akkor ismertük fel igazán Géza három nagy tanszéképítő erényét: megalapította a Tanszékot, vezetése alatt a Tanszék a BME egyik legnagyobb tanszékévé fejlődött, és jelentős vezetői tapasztalatokkal rendelkező professzornak adta át a Tanszék vezetését.

A szép beszéd művészete.

Géza igen szép, szinte irodalmi beszédekert tartott, ha az alkalom úgy kívánta.

Sajnos Trón Tibor 2000-ben ágynak dőlt, majd mindannyiunk nagy bánatára fiatalon eltávozott közülünk. Géza akkor megrendült, a temetésen is megrendülve beszélt, és életem során hallott egyik legszebb gyászbeszédert tartotta.

Géza bevezette azt a kedves szokást, hogy a tanszéki értekezleteken nyilvánosan felköszöntötte azokat a kollégákat, akik akkortájt ünnepelték 60. születésnapjukat. Erre az ünnepi eseményre aztán Sallai Gyula esetében is sor került. Géza irigylésre méltóan szép beszédert mondott ezúttal is. Mondtam is Gézának, hogy soha nem tudnék ilyen beszédert megtartani. Beszéde végén Géza bejelentette: „Ez volt az emóció, most jöjjön a ráció!” – és ezzel invitálta a Tanszék közösségét a szomszédos terembe, ahol a terített asztal várt minket.

Géza tartalmas beszédei.

Géza mestere a tartalmas beszédeknek. Ez a fentiekből is kitűnik. Még egy kis adalék e témakörhöz.

1998-ban Géza alapító elnökként létrehozta az ETIK-et (Egyetemközi Távközlési és Informatikai Központ). Géza az ETIK egyik tudományos ülészakán elnökölt, és üdvözlőbeszédert tartott. Méltatta az ETIK-ben megvalósuló ipari közösségek és egyetemi kutatócsoportok együttműködését. A méltatásban Géza Issac Newton-t idézte: "Ha messzebb láttam el, mint mások, az azért volt, mert óriások vállán állok!"

Más alkalommal a PanTel Kft támogatásával létrejött tanszéki laboratóriumot avatott fel Géza, számos meghívott jelenlétében. Géza Kossuth Lajosra, mint az önálló nemzeti ipar pártfogójára hivatkozott, aki már akkor is szorgalmazta az ipar (itt: szolgáltató ipar) és az akadémiai szféra együttműködését.

A fenti élmények Géza tanszéképítói tevékenysége köré csoportosulnak. Kicsit tárgyilagosabban lásd: <http://www.tmit.bme.hu/about/history!hun>. De Géza tanszéképítói tevékenysége csak egy a sok közül. Őszintén remélem, hogy Géza többi tevékenysége is kirajzolódik a többi szerző írása nyomán.

2007. május 28.

Sallai Gyula

Foster szintézistől az infokommunikációig

1965 őszén harmadéves villamosmérnök hallgató voltam. Azt hiszem, életem fordulópontját jelentette az egyik Lineáris Hálózatok gyakorlat. Fialat gyakorlatvezetőnk, Gordos Géza tanár úr számomra váratlanul arra kért, hogy a Foster - szintézist magyarázzam el a többieknek a táblánál. Ő tudta, miért kérte, én csak később sejtettem meg. A magyarázat valószínűleg jól sikerült, és mivel kifejezetten szerettem a „linhál” gondolatvilágát, logikáját, továbbra is aktív voltam a gyakorlatokon. Gordos tanár úr felhívta Géher professzor figyelmét rám, és egy alapos vizsga után meghívást kaptam a Vezetékes Híradástechnika Tanszék munkájába mint demonstrátor. Szerettem tanítani, és hogy ezt ilyen szinten tehetem, számomra egyfajta beteljesedés volt. Az ágazatválasztó tájékoztatót Gordos tanár úr tartotta, és amikor elmondta, hogy a tanszék által gondozott távközlési ágazatot választóknak nagy, országos rendszerek tervezése, fejlesztése lehet osztályrésze, sorsom megpecsételődött.

Végzésem után a tanszéken dolgoztam tanársegédként. Rövid idő után Gézával egy szobába kerültem, az ő rendszerelméleti és adatátviteli tárgyaiban segédkeztem. Jó iskola volt, rendszerszemléletet és nagyfokú önállóságot tanulhattam Tőle. Az egyiket, amikor itthon volt, a másikat, mikor vendégprofesszorként járta a világot, és úszni tanultam a mély vízben. A szakmán túl azonban ennél többet jelentett látni közvetlen közlőrl egy EMBERT, aki hatalmas munkabírással és szakmai elkötelezettséggel dolgozik a Műszaki Egyetemért. Akkor és azóta is mindig tapasztalom a szent tiszteletet, amellyel a felsőoktatás, különösen a Műegyetem sorsát, fejlődését érintő kérdésekhez nyúl. Nem véletlenül volt kezdeményezője megannyi, egyetemünk életét, sorsát meghatározó módon formáló új szervezeti megoldásnak, amelyeket külföldi tanulmányútjairól, vendégprofesszorságaiból, vállalatoknak nyújtott tanácsadások tapasztalatából merített. Ilyen az Egyetem társadalmi szenátusának létrehozása, amelyet később a felsőoktatási törvény kötelezővé tett, a külföldiek képzésének intézményes megoldása, a nemzetközi oktatási igazgatóság létrehozása, az ipar és egyetem kapcsolatának kiszélesítését célzó formációk megteremtése, két egyetem és az ipar közös kooperatív kutató központjának létesítése stb. Nem rajta múlt, hogy a kétlépcsős képzés bevezetésére csak most került sor, és legjelentősebb előnyei csak mérsékelten tudnak érvényesülni. vagy hogy a Műszaki Egyetem és a Közgazdaságtudományi Egyetem a kilencvenes években nem egyesült, és nem jött létre a mérnöki és üzleti tudományok természetes integrációja, hazai fellegrvára. Tanszékét, a Távközlési és Telematikai Tanszékét is erősítette elképzeléseivel, az ipari kapcsolatok kiépítésével, amit segített, hogy a távközlés hazai konjunktúráját éltük meg a kilencvenes években. A Műszaki Egyetemen talán elsőként ismerte fel a távközlés és az informatika összefonódásának várható bekövetkezését (ezt tükrözi a tanszék 1991-es újr alapításakor általa választott név), és szabad teret engedett kollegáinak a tanszék ilyen irányú fejlesztéséhez.

Géza a hetvenes években kezdett mind tudatosabban foglalkozni beszédkutatással, különösen beszédfeldolgozással, majd beszéd szintézissel, beszéd felismeréssel, később a kapcsolódó akusztikai és adatbázis kérdésekkel. Felismerte e terület nyelvfüggőségét, a magyar nyelv eltérő jellegének jelentőségét, ami a digitális technológia fejlődésével mind tudományosan, mind a termékek szintjén (dialogus alapú rendszerek, szöveg-beszéd átalakítók) rendkívül gyümölcsözőnek bizonyult. A beszédtechnológiák elméletében és gyakorlatában munkássága áttörést hozott, a beszédinformációs rendszerek mint diszciplína megteremtése nevéhez fűződik. Ebben a témakörben készítette akadémiai doktori értekezését és habilitációját, kutatói gondolkodásának központjában a „BESZÉD” van ma is. Figyelme,

szakmai érdeklődése, oktatói-kutatói tevékenysége azonban mindig jóval szélesebb volt, és nem véletlenül tekintik/tekintjük a TÁVKÖZLÉS professzorának. Ezt erősíti meg elnökösködése a Magyar Távközlési Vállalat (Matáv) Rt igazgató tanácsában, a Híradástechnikai Tudományos Egyesületben. Nekem ezt leginkább a híradástechnika tárgy tananyagának a távközlési mérnökséget megalapozó tartalma, annak fejlesztésére, alakítására szánt áldozatos munkája jelenti, amely kikristályosodott, kiérlelt didaktikai megoldásokat eredményezett, amelynek előadásait mind a mai napig szívvel-lélekkel, szeretettel tartja. Ezt igazolja az is, hogy a kilencvenes évek közepétől a Távközlési és Telematikai Tanszék kutatási, később oktatási tevékenységében is mind nagyobb teret kaptak a távközlő hálózatok, a számítógép hálózatok, és ezek integrációja. E folyamat része, hogy az utóbbi években a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány keretében a környezeti, ambiens intelligencia kialakulására/kialakítására építő kommunikációs hálózatok kutatásának hazai elindítását kezdeményezte nemzetközi együttműködésben és elismert sikerrel. Fantasztikus, hogy visszatérve egy-egy nemzetközi tudományos konferenciáról milyen fáradhatatlanul hirdeti a megismert újabb távközlési irányzatokat, alkalmazási lehetőségeket. Mégis, azt hiszem, a legjelentősebb, amit Géza a távközlés kutatásáért hazánkban tett, az a kilencvenes években az Ericsson magyarországi kutató-fejlesztő bázisának létrejöttében való szerepvállalása. A doktoranduszképzés tudatos és sikeres fejlesztése, a más tanszékek bevonásával létrehozott HSN (nagysebességű hálózatok) laboratórium jelentette azt a háttérrel, amely lehetővé tette, hogy Miklós Boda (született Boda Gyula Miklós) kezdeményezése és kutatásszervező munkája mára az Ericsson távközlési világcég – Svédországon kívül – egyik legjelentősebb kutatási és termékfejlesztési centrumának magyarországi kiépülését eredményezze.

Géza beszédkutatói programjába nem kapcsolódtam be, bár a hetvenes évek elején digitális jelfeldolgozással foglalkoztam. Akkor nem láttam a közeljövőben, a gyakorlati megvalósíthatóságot (különösen itthon), fontosabb volt számomra rendszertechnikai szemléletem és a komplex távközlő hálózatos problémák, modernizációs és optimalizációs kérdések iránti tudományos érdeklődésem kibontakozódása. 1975-ben csatlakoztam a Posta Kísérleti Intézethez Lajtha György hívására, és kezdtem a hálózatok számítógépes tervezésével, optimalizációjával komolyan foglalkozni. Akkor ez lényegében a hálózati infrastruktúrát, távbeszélő hálózatot jelentette, a kiaknázzható megtakarítások hatalmasak voltak; a hálózat digitalizálása pedig a célhálózat „megálmodásának” és az analóg-digitális átmenet rendszertechnikai tervezésének feladatát hozta. Nagyon nehezen hoztam meg döntésem, hogy munkahelyet váltok, de a vonzerő nagyobb volt az akkor még világosan nem látott, csak sejtett, országos hálózat modernizálását megalapozó kutatómunka felé. Bár munkahelyet váltottam, és később még kétszer (Magyar Távközlési Rt., Hírközlési Főfelügyelet), a tanszékre természetes módon jártam vissza, lettek közös munkáink, tárgyaink, részt vettem az oktatásban, elindult a tanszéken is a hálózatok tervezésével való foglalkozás (Jereb László révén), mind érdekesebbek lettek a Kísérleti Intézet hálózatokkal kapcsolatos eredményei.

A tanszéki munkatársak jelentős részével, így Gézával is szoros kapcsolatom volt az alatt az összességében 26 év alatt, amíg munkahelyem újra a Műszaki Egyetem lényegében ugyanazon profilú és összetételű (csak nevében változott) tanszéke lett. Az oktatási-kutatási kapcsolatok mellett emlékezetes marad közös életpályánk néhány eseménye, élménye.

Ismert volt, hogy nyaranta hosszabb kempinges túrákon veszek részt egy baráti körrel. Így jártam be Európát. Géza többször mondta, hogy szívesen csatlakozna. 1984-t írtunk, amikor fiatal feleségével, Györesszel csatlakozott egy egyhónapos sátras, konzerves, gázpalackos skandináviai utunkhoz. Budapestről indultunk busszal harmincan, Csehszlovákián, NDK-n keresztül utazva kompartunk Dániába, majd Svédországba, azután végigutaztunk Norvégián, tízszer kompolva a fjordokon jutottunk el az európai kontinens

legészakibb pontjáig, Nord Cap-ig. Innen visszafelé Finnország következett, le egészen Helsinkig, azután Turkúból Stockholmba hajóztunk, majd tovább busszal Svédországon át Malmöig és vissza NDK-n át haza. Embert próbáló már csak a naponkénti sátorbontás-sátorverés-főzés procedúrája is, mindez időre, fűszerezve sziklás hegyi kirándulásokkal, zivatarral és sátorszárítással, város- és skanzennézéssel, fényképezőgép vásárlással, és a fatemplomok, fjordok, rénszarvascsordák és világos éjszakák élményével. Györesz és Géza fáradhatatlanok, remek útitársak voltak, mindenben benne voltak, Géza szívesen énekelt és vetett fel újabb és újabb javaslatokat a program további gazdagítására.

Géza 1992 elején a részvénytársasággá alakított állami tulajdonú Matáv igazgató tanácsának elnöke lett, és maradt egészen 1993 végéig, a részvények 30,2%-ának privatizációjáig. A magyar távközlés átalakulásának legdrámaibb időszaka volt, hiszen nemcsak a részvénytársasági szervezeti forma kialakítása, a privatizáció előkészítése, az ajánlattevőkkel való tárgyalások estek erre az időszakra, amelyek önmagukban is katarzisszerű élményt jelentettek hazai tapasztalatok híján; hanem a távközlés liberalizációja, jogi szabályozásának teljes átalakulása, az új távközlési törvény kialakítása, elfogadása és hatályba lépése is ezekben az években történt. Géza mindezek sűrűjében aktív részese volt az eseményeknek. Körültekintése, alapossága, elvszerűsége, a dolgok mély megértése iránti eltökéltsége talán ezekben az időkben domborodott ki a leginkább. Ebben az időszakban a Matáv stratégiai ágazati igazgatója, majd szolgáltatási vezérigazgató-helyettese voltam, mindketten ismertük a Matáv gondjait, a menedzsment konfliktusait, érthető, hogy éjszakába nyúló egy-két órás telefonbeszélgetéseket folytattunk, elemeztük az eseményeket, értékeltük a megoldási lehetőségeket.

Géza által kezdeményezett távközlésmenedzsment mellékszakirány oktatásában részvételem a kilencvenes évek második felében intenzívebbé vált. Ekkor már a Hírközlési Főfelügyeletnél (HIF) dolgoztam, és mind mélyebben hittem a távközlés, informatika és média konvergenciájában, a távközlés infokommunikációvá szélesedésében, az infokommunikációs trendben. Emlékszem egy 1996 eleji beszélgetésünkre, Géza hitt a konvergenciában, a tanszék nevének megváltoztatásán gondolkodott, az infokommunikációt javasoltam, tetszett neki, de éreztem, hogy az elhatározáshoz általam nem ismert egyetemi belső erőviszonyokat is mérlegelnie kell. A tanszék neve akkor nem változott, de Géza ma már a híradástechnika tárgyat – persze aktualizált tartalommal – INFOKOMMUNIKÁCIÓ néven tartja, és a távközlési és telematikai szakirány neve infokommunikációs rendszerekre változott.

1996 őszén volt egy másik, mára igen jelentőssé vált telefonbeszélgetésünk. Géza hívott, a távközlésmenedzsment mellékszakirány fontosságát, felelősének hiányát említette. Javasolta, pályázzam meg e területre kiírandó részmunkaidős egyetemi tanári posztot, aztán majd meglátjuk. Jelezte Ő és a tanszék több munkatársa szívesen látna utódjának, hiszen 2002-ben már 65 éves lesz. Bár jól éreztem magam munkakörömben (akkor nemzetközi igazgató voltam, ott éltem a nemzetközi vérkeringés ütőerén), az egyetem, az más – gondoltam-, az ötlet tetszett, különösen, ha hívják az embert. Akadémiai doktorim volt, csak habilitálnom kellett, és 1997-ben a tanszék részmunkaidős egyetemi tanára lettem. Professzorságomat Gézának köszönhetem. A mellékszakirány megújult, infokommunikáció menedzsmentté szélesedett.

A következő években mind többit beszélgettünk Gézával, és a tanszéki folyamatok részese lettem. Géza invitált először, mégis kissé váratlanul 2001 tavaszán a végleges döntést a politika -hozta, amikor a HIF-es munkahelyem megszűnt, és 2001 júliusától örömmel lettem a tanszék teljes állású egyetemi tanára, 2002 júliusától pedig Géza utóda a tanszék élén. Azóta öt év telt el, azt hiszem, optimális munkapontomban vagyok. De a legfontosabb talán, hogy a

kollégák három éves első megbízásom után kivétel nélkül szavazták meg meghosszabbításomat.

2002 óta Gézával kapcsolatom még szorosabbá vált, ez érthető, hiszem titkárságunk közös, néhány méter választ csak el bennünket munkaközben, és problémáink, feladataink még jobban összefonódtak. 2007-ben már az én megtisztelő feladatommá vált Géza számára a professzor emeritus cím adományozásának kezdeményezése.

Tisztelt Olvasó! Nézze el nekem, hogy nem vidám közös élményekről írtam, de Gordos professzornak, Gézának oly sokat köszönhetek, szakmai életem sorsfordulói hozzá kötődnek, hogy ezek rögzítését, és ezzel annak megmutatását, ahogy Géza gondolkodása formálta mások, így az én életem is, mindennél fontosabbnak véltem.

Balatonkenese, 2007. május 27.

Heckenast Gábor

A beszéd apotheosisa.

Én nem voltam Gordos professzor hallgatója. Sajnálom, két okból is. Egyrészt szegényebb maradtam sok érdekes előadással, másrészt azért, mert ennek oka, hogy én jó pár évvel előbb kezdtem koptatni a Műegyetem padjait, mint ahogy a professzor úr előadásait tartotta.. Vagyis lényegesen öregebb vagyok nála, és ez bizony inkább sajnálatos, mint örvendetes, legalább is számomra. Azt pedig, hogy hetven éves korban még milyen fiatal az ember, arra csak nyolcvanévesen jövünk rá. Tehát az egyetemi tanulmányok alatt mi nem találkoztunk. Valamikor a hetvenes évek elején Tarnóczy Tamás szervezett Akusztikai Napokat Mátrafüreden. A sok érdekes előadás között volt egy, amire felkaptam a fejemet. Gordos Géza beszélt a beszéd analízisről és a beszéd szintézisről. Attól a pillanattól kezdve tudtam, hogy ennek a témának van egy hazai apostola, akiről és akitől még sokat fogunk hallani. Gordos Gézának és ennek a témának tiszteletére bátorodom leírni néhány gondolatomat.

..-

Hang és beszéd. Két tipikusan földhöz kötött fogalom. A világűrben ez a két jelenség csak a Földhöz hasonló, olyan égitesten fordulhat elő, amelynek van légköre, és van rajta élet. Valószínűleg elég ritkán teljesülő két feltétel A Teremtő Földünkön sok élőlényt ajándékozott meg hangképző és hangérzékelő szervekkel. Vajon az állatok által keltett hangokat nevezhetjük-e beszédnek? Tudnak-e ezek egymással, és velünk emberekkel kommunikálni? Természetesen igen, fejlettségüktől, intelligenciájuktól függő mértékben. Sok mindent ki tudnak fejezni hangjukkal, de ez a kifejezés főleg érzelmeikre korlátozódik: öröm, fájdalom, félelem, panasz, vágy. Érdekes, hogy érzelmeinket mi emberek is gyakran szavak nélkül fejezzük ki. És szavainkat is tudjuk hangsúllyal, hangszínnel érzelmileg árnyalni. Ugyanaz a szó lehet kemény, fenyegető, vagy lágy, dédelgető. Tehát tekinthetjük-e az állatok ilyenfajta kommunikációját beszédnek. Aligha. Mi kell akkor hát ahhoz, hogy a hangokból beszéd legyen?

A beszéd alapja a gondolat. Akinek nincsenek gondolatai, az beszélni sem tud. Akinek viszont vannak, az sokszor beszéd nélkül is tudja azokat közölni. A beszéd tehát a gondolatok közlésének egyik, legegyszerűbb és leggyakoribb módja, és egyedül az ember képessége. A beszéd ember létünk egyik, talán legfontosabb jellemzője. Descartes híres tézisé - "Gondolkodom, tehát vagyok"- nyugodtan kiegészíthetjük még egy mondattal: "Beszélek, tehát ember vagyok". A gondolat közlésének másik leggyakoribb módja az írás. Azonban beszéd nélkül írás sem lenne, hiszen írásunk, de még a képirás is a beszéden alapul. Ha pedig nem lenne beszéd, és nem lenne írás, akkor ugyan mi szükség lenne ránk, hírközlési és informatikai szakemberekre. Mit vinnénk át szövevényes vezetékes és vezeték nélküli hálózatainkon? A beszéd tehát nekünk nem csak érdeklődésünk, kutatásunk tárgya, hanem kenyéradó gazdánk is.

A beszéd tehát az agy működésének eredménye. Az agyba az érzékszerveken át óriási információ mennyiség áramlik be minden pillanatban a bennünket körülvevő világról, és saját testünk, szellemünk állapotáról. A beszéd révén minderről tájékozathatjuk embertársainkat. Az összes információt természetesen nagy mennyisége miatt nem tudjuk továbbadni, ezért az agy egyúttal egy szűrő szerepét is betölti, és csak az adott pillanatban legfontosabbnak tűnő információkat transzformálja beszéddé. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy agyunk adat tömörítést végez, méghozzá igen hatékonyan, mert a tömörítés célzottan történik. Amikor a riporter meccset közvetít, a tömörítés a játékra koncentrál, és nem a pálya részletes ismertetésére. De

ha arra kérdezzük rá, a koncentráció tárgya egy pillanat alatt megváltozik, és a játék helyébe a pálya kerül. De az, hogy az egyszerű idősztásos rendszerben is dolgozni, vagyis, több, különböző témákra koncentráló adathalmazt egy adott „időablakba” tömöríteni és időben egymás után, beszédben megjeleníteni.

Mindeddig az élőlények közötti beszéd volt a témánk. Napjainknak azonban egyre fontosabb problémáját képezi az ember-gép kapcsolat. Ez a kapcsolat olyan régi, mint maguk az egyszerű gépek. Az ember által működtetett gépeknél ez egyszerű testi kapcsolat volt. Az ember izomerejével mozgatta az eszközt, amely a kívánt hatást produkálta. Amikor hajtóerőnek állatok kezdtek használni, a kapcsolat összetettebbé vált. A parancsokat közvetítő eszközök (ostor, gyeplő, sarkantyú, stb.) mellett hangokkal, sőt beszéddel is irányították az állatot. A gépi erőforrások alkalmazásával eltűnik a beszéd és a hang, helyüket mechanikai eszközök (emelő, csavarorsók, pedálok, szelepek, stb.) veszik át, mintegy az ember kezének, lábának meghosszabbításaként. A villamos gépek színre lépésével pedig kezdetét veszi a kapcsolók, nyomógombok kora. A gépek szóban kiadott parancsokkal való irányításának eddig még a gondolata sem merülhetett fel. Csak az elektronika fejlődése, a számítógépek megjelenése hozta el azt a kort, amikor az ember-gép kapcsolat eszközeként a beszéd lehetősége is a reális célkitűzések közé kerülhetett. Ehhez meg kell teremteni a beszéd, a szavak gépi felismerésének eszközrendszerét, és a beszéd gépi úton való generálásának módszerét. Ide az út a beszéd analízis és szintézis kutatásán át vezet. Mindkét területen vannak már nagyon biztató, bizonyos területeken már a napi gyakorlatban alkalmazott eredmények. De az általános, széleskörű alkalmazástól még messze vagyunk.

Amikor az ember-gép kapcsolatról beszélünk, ne csak arra gondoljunk, hogy egy nagy erőgépet, egy járművet, vagy egy szerszámgépet szavakkal irányíthatunk. Sokkal közelebbi eredmények várhatók a személy számítógépekkel való szóbeli kommunikáció terén. Már ma is vannak olvasó programok, amelyek sok rosszul, vagy nem látó ember számára nyitják meg az utat az írott információkhoz. Minden szkennelhez tartozik egy „optikai karakter felismerő” program, az ún. OCR. Talán nem kell túl sokáig várnunk, hogy számítógépeink el legyenek látva egy ACR, tehát akusztikai karakter felismerő programmal is. És akkor nem kell majd a keybordon pötyögtetnünk a betűket, hanem beszéd gyorsasággal diktálhatunk a gépnek. Vagy globalizálódó világunk talán egyszer megoldja a fordító gépek problémáit is. Persze tudjuk, hogy ez igen bonyolult feladat, hiszen az ilyen gépnek nem csak a beszédet, hanem a nyelveket is ismernie kell. És ez még akkor is óriási kihívás, ha egyelőre megelégednénk az írásbeli fordítással. Nem is lehet ezt a feladatot a nyelvtudomány művelőinek bevonása nélkül megoldani. Gyönyörű találkozási pont ez egy tisztán technikainak tűnő tudományág, és egy közismerten humán diszciplína között. Vagy milyen hasznos lenne, ha gépeink halkán figyelmeztetnének valamilyen aktuális feladatunkra, vagy hangos szóval riasztanának veszély esetén.

--

Az utóbbi másfél-két évtized szinte már unalomig emlegetett szlogenje az információs társadalom. Sokan ebben a főszerepet kizárólag a hírközlő eszközöknek, az Internetnek osztják ki. E sorok írója meg van győződve arról, hogy az információs társadalomban is az információ fő hordozója a beszéd marad. Érdemes tehát nagyon mélyrehatóan foglalkozni vele. Ahogy Gordos Géza teszi.

Budapest, 2007. június

Garay Tóth János- Kosztolányi Tamás Miért tiszteljük Gordos Gézát

A Professzor urat már több mint 14 éve személyesen is ismerjük. Ő, mint a Budapesti Műszaki Egyetem egykori nemzetközi rektorhelyettese sokat segített az Egyetem és a NOVOFER Alapítvány közötti eredményes kapcsolat kiépítésében.

Abban az időben ismertük meg munkásságát, amikor intenzíven foglalkoztunk Gábor Dénes szellemi hagyatékának feltárásával. A számunkra egyik legfontosabb tevékenységünkhöz rengeteg ismeretet szerezhettünk általa, mert Ő, Gábor Dénes közvetlen munkatársaként majd egy évig kutathatott Londonban, az Imperial College-ban. Támogatásával lehetőséget kaptunk a Műegyetemen fellelhető Gábor Dénes relikviák és kordokumentumok megismerésére és azoknak a különböző kiadványainkban való felhasználhatóságára.

Nagy öröm volt számunkra is, amikor a NOVOFER Alapítvány kuratóriuma 1994-ben Gábor Dénes-díjjal ismerhette el sikeres és kiemelkedő, nemzetközileg is elismert kutatási, iparszervezési és egyetemi oktatási – innovációs – teljesítményét.

1997-ben alapító tagja lett a Göböljárason megalakult Gábor Dénes díjasok Klubjának, melynek elnöki tisztségét több mint 6 éven át töltötte be.

Aktív részese volt a többek között Szirákon, Gyöngyösön, Budapesten vagy Győrben tartott Klub összejöveteleknek. Kiváló szakmai előadásokat tartott, továbbá érdekesen beszélt az általa személyesen is ismert Gábor Dénes személyiségéről, munkásságáról, munkamódszeréről, a fiatal kutatókkal való kapcsolatáról.

Szakmai tanácsát kikérve a Gábor Dénes díjasok Klubjával és a Budapesti Műszaki Egyetemmel közösen lehetővé tettük, hogy a BME Informatikai épületének aulájában az informatikai miniszterrel 2005-ben közösen felavatott Gábor Dénes hologram szobrot bárki megtekinthesse. Ez volt az első nyilvánosan látogatható ilyen alkotás.

Büszkeséggel töltött el bennünket amikor megválasztották a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének elnökévé és igazgatója lett a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítványnak.

Ismerve Gordos Géza professzor úr aktivitását és kreativitását kívánjuk, hogy további sikeres munkájához jó egészség, optimista életszemlélet és személyes boldogság társuljon, a magyar tudományos élet érdekében még gazdag alkotó évek várjanak rá.

NOVOFER Alapítvány

“A Hungarian Rhapsody Played in New Hampshire”

Kent Chamberlin, Gyula Csopaki, Andrzej Rucinski, and Otis J. Sproul

kent.chamberlin@unh.edu, csopaki@tmit.bme.hu, andrzej.rucinski@unh.edu,
otis.sproul@unh.edu

Dedicated to two wonderful people without whom this story could not have been told: Carol French, UNH(University of New Hampshire) and Kiss Eszter, BME

Andante

A short history of UNH-BME cooperation

Otis' perspective: the catalyst

Hungary, a small, but dynamic country in the heart of Europe, has been virtually unknown to our students not so long ago. It has become however a cozy and very familiar home to many generations of UNH students. This is because of a growing presence of our *Alma Mater* in Budapest, a gorgeous Hungarian capital of more than 2 million people.

Budapest became special to us in 1990 when Dr. Otis Sproul, a former CEPS Dean with advice of Dr. Dennis Meadows, Director of the Institute for Policy and Social Science Research at UNH, has initiated an academic exchange with the Technical University of Budapest (BME), a renowned school established by Emperor Joseph II in 1782. Among its graduates, there was Denes Michaly, one of the inventors of television, also Eugen Wigner and Denes Gabor, Nobel Prize winners studied there.



Figure 1 Professor Gordos Geza, "From Theory to Prototype" workshop sponsored by Digital Equipment Corporation. Budanest. September

The Otis' decision was announced at an ECE Department meeting and I could hardly wait the meeting is over since I worried that somebody else may be already talking to the Dean. Nobody did. So, I was able to get a phone number in Hungary and I called at night. It was difficult since no cellular phone systems existed at that time and Hungary was using an obsolete Soviet style systems. However, somebody answered and responded immediately to our offer. It was professor Gordos Géza. The negotiations started. In the summer of 1990, Otis, Dr., and I have visited several Easter European universities including BME. It was clear that we should focus on BME.

Text from Géza Gordos [3] Géza's perspective: Géza Gordos, "The Role of Cooperation and International Relations in English Programs", *20 Years in Internationalization of Higher Education*, BUTE, Budapest 2003 "...In 1975 I returned home from a three-year visiting professorship in England. I was full of new experiences which I thought I would put to use here at home. I gave lectures in English to one group of students - the scope was fairly narrow as it was a kind of experiment. To put it mildly, the heads of the faculty were not enthusiastic and undertook a number of sabotage attempts, but these failed to obstruct the progress of the course. So for me it was in 1975 that teaching courses in English began. The experiment lasted for a few years, after which a new challenge arrived. Thanks to associate professors Dr. Ernő Kiss and Dr. Endre Tóth the university was able to launch the profitable UNIDO courses, on which we could teach - also in English - adults from developing countries. These courses were organized by the Institute of Continuing Engineering Education in close cooperation with the university. The next challenge came in 1979: with help from Hungary, a university was established in Nigeria which aimed to provide only Master's-level courses, and for this, suitably trained teachers were required. I was asked to arrange, under the auspices of the Institute of Continuing Engineering Education, appropriate courses for the 150 colleagues who were arriving from Nigeria. Later I was able to use the considerable experience I gained in connection with this work for the courses taught in English and in the development of the academic and examination regulations. In 1981, at the end of the three-year Master's course, BME conferred a degree written in English for the first time in its history. This necessitated obtaining the appropriate status, since the Institute of Continuing Engineering Education was not empowered to confer university degrees, and for this reason the examinations, degree projects and the state examination had to be organized in close cooperation with the university. This project proved a great commercial success both for the Institute and, of course, the university itself.

It was at this time that we had the idea of the university advertising "paying" courses taught in English to overseas students. This was quite a mouthful for the political system at the time to swallow, and we needed party central support. Fortunately we found there some open-minded people, notably Attila Horvath, and by working long and hard we finally managed to gain the approval of the ministry. The Decree 182/82 was born, permitting the introduction of paying courses for foreigners. The financial constraints were considerable, since the university was allowed to keep just 30 percent of the income; furthermore, this money was to be used primarily for study tours and spread that our courses were very basic and that degrees here could be bought. I had to go to Jordan to put matters right. I took course books and students' notes with me to show that our courses were far from basic. Then we invited the parents of the Jordanian students to come here and see for themselves that their children were in capable hands. This was a tremendous success, and as a result the parents themselves forbade the Jordanian Engineering Association from refusing to accept the high quality degrees which they had put a lot of money into obtaining. The Association backed down, and as a consequence the value of a Hungarian engineering degree increased throughout the Arab world - to such an extent that students started to drift over to us from our competitor, Cyprus. In 1987 fortune once again smiled on us. We always held a separate academic year-opening ceremony for the foreign students, and this was of course in English. It was attended by parents and families and was an interesting splash of color in the university's life. On that day in 1987 a delegation of vice-chancellors from eleven American colleges was visiting Hungary. The Americans, who were members of an organization called the CCID (Community Colleges for International Development), wandered into the ceremony by mistake, and their jaws dropped. Here was a Hungarian opening ceremony, held in English and impeccably organized - as if they were somewhere back in the United States. At that time the International Education Center, of which I had been asked to take charge, was already in existence. The secretary of the delegation invited myself and Prof.

Tamas Lajos, who at the time was the international deputy vice-chancellor, to go on a study visit to America. This enabled us to spend nearly two months visiting a number of American higher education institutions. On the basis of this experience we set up the first significant international agreement with the United States, and this made it possible for us to receive American students and for teachers and students from here to go to America. We organized two-to-three-week intensive courses for the American students, during which they could attend lectures on history, the arts and the history of science. Later, in 1993, we signed a new agreement with the University of New Hampshire. This enabled us to send our doctoral candidates for one year, whilst they sent us annually twenty or twenty-five students to study for half a year here. These courses were so successful that a number of American scholarship holders decided to come to this university to continue their studies, even if it meant paying tuition fees. Meanwhile I was appointed to the post of vice-chancellor with responsibility for connections with industry, which meant that I had less direct involvement with the fee-paying courses than before. But I do know that the later courses also required active - if not fanatical - people for their success. The program taught in Russian would not have come into being had it not been for Professor Artinger; the German came about thanks to Janos Ginzstler and the French to Tamas Matuscsak, Janos Marialigeti and Geza Bogнар. Teams are always essential, and there have always been (and always will be) teams in the Technical University which are committed to new, modern courses.



During the visit in Budapest we witness ongoing changes in Hungary. People were discovering the power of free press (Figure 2) and we were discovering the beauty of Budapest. We were lucky to observe a heart breaking ceremony of bringing the old bell where it belongs – on the top of the St. Stephen’s Cathedral Among many important contacts, we have met a great supporter of our program and a good friend of UNH, professor Arató Peter (Figure 4).

2. figure People were discovering the power of free press

The Exchange started with 6 UNH students studying in Hungary

in Fall 1991. The Program has matured grown quickly with a stable and continuous stream (typically around 20 Fall) of participants since 1991.

Figure 2 New press on the streets of Budapest, Summer 1990



and each

Andrzej Rucinski, "UNH, Let's Go Budapest!", *20 Years in Internationalization of Higher Education*, BUTE, Budapest 2003 [5]:

"...Shortly after the 1989 Eastern Europe, the College at the University of New

Figure 3 Professor Andrzej Rucinski

revolution in of Engineering Hampshire

(CEPS/UNH) started looking for cooperation with this region of Europe. The student exchange between our school which is successfully continuing, despite the Balkan and terrorist turmoil since 1991, has in fact three founding fathers: Dr. Dennis Meadows, Director of the Institute for Policy and Social Sciences at UNH, who proposed the idea; Dr. Otis Sproul, former CEPS Dean, and Dr. Geza Gordos, former BUTE ProRector and former Director of BUTE International Education Center. Drs. Sproul and Gordos made the idea of the BUTE-UNH student exchange a reality. The concept is simple, our students pay UNH tuition, UNH pays the cost of education to BUTE, and the difference is used to cover the maintenance cost and accommodate Hungarian students at UNH. And this is still working. The program is self-supported and the only help we received was a \$80,000 grant from the US Informational Agency, I applied for at the early stages of the exchange. I was involved simply because as a foreign student, I understood the merit of this project. Besides, as a Pole, I was interested because we have very friendly and close ties with the Hungarians.

After some preparations, a fishing expedition to several Eastern European universities has been conducted in 1990 and it has been agreed with our Hungarian partners that BUTE is a place to work with. We were lucky to see the return of bells to the Cathedral of St. Stephan, a big and symbolic event for Hungary. During this trip I had the pleasure of getting acquainted with many wonderful people including Dr. Peter Arató, now a very good friend of mine. I will never forget his huge office in the Building "R" , Room 210, with an ancient phone exchange Peter was operating with such determination. I will never forget a nice retired lady in his Department selling the best coffee in the world to the faculty and staff of the Peter's Department. Our relationship with Peter has been wonderful. We spent time together in different parts of the world, in Csakvar and Budapest, France, Corsica, and the United States. One of the most exciting projects we did together was a "virtual classroom" between UNH and BUTE with software developed by Dr. Barbara Rucinska prior to the Web era. Our best student we ever had was Dr. Tamas Visegrady, who has received a dual US-Hungarian Ph.D. Tamas is working for IBM Crypto Hardware Design in Poughkeepsie, New York.

Luckily, formal and financial procedures have been determined and we were identified six kamikaze, UNH students willing to take a risk and study in Hungary in the Fall of 1991. These courageous individuals were: Steven E. Bury, Armin C.

Current, Christopher J. Doran, Amy C. Freiermuth, Colleen A. O'Brien, and Amy H. Sulborski. We arrived in Budapest at the end of August 1991. Everything was complicated. In addition, Peter and I wanted to organize a workshop at that time. We did. The workshop was supported by Digital Equipment Corporation, a powerful world wide computer company which does not exist any more. Because of their generosity, we were able to invite several people from the States, including two UNH professors, Drs. Thomas Miller and John Pokoski. So, my life was difficult. I had to take care of the UNH students, UNH professors, conduct the workshop, make sure that the students were happy, beer and Hungarian cuisine was a great help, and there was no mutiny. Make sure that the courses were organized and in place. One of the challenges was to establish a

bank account. But the banking industry in Hungary was not existent at that time. I was penetrating the city trying to find a bank. I did not speak Hungarian. I was carrying several thousand dollars on me. I have found the bank.

As if it was not enough, I wanted to take the students abroad. They already became familiar with the city and a short trip to beautiful Szentendre was a wonderful adventure. Peter helped, as usually, and established a connection with the Technical University of Bratislava, Slovakia. So, we took a train and went there. The reception was great. Slovak students took care of us and the whole day was full of sightseeing, discussions, and celebrations. Next morning I went out to buy some groceries and fixed the breakfast for exhausted students. I have made a mistake buying green paprika. I have tried it and almost died. It was the hottest vegetable I have ever had in my life. I love spicy food but it was too much. I barely continued our trip to Vienna. Everybody landed in Budapest again safe and sound.

Today, the program is very mature and stable. It is run by two great ladies: Eszter Kiss, BUTE, and Carol French, UNH. These are two people who deserve the most of the credit for this outstanding program. They take care of the students and know how to solve any slightest problem quickly and efficiently. As a result the exchange has become a landmark for both universities. The exchange has changed the lives and perspectives of many students on both sides of the Atlantic. It has become a catalyst for other exchanges between UNH and Budapest. So, UNH's position in Hungary is quite strong and I hope that it will remain such for quite some time.

Moderato

Despite the biggest fear, wars in the Balkans, one after another, the exchange has grown steadily to the point when we were able to publish a paper : Andrzej Rucinski, Otis J. Sproul, Amy H. Sulborski, "A Pragmatic Student Exchange Program with Eastern Europe", *Proc. of the 1992 ASEE Annual Conference*, Toledo, Ohio, 1992 [4]. It describe the framework for the exchange, as follows:



"..Opportunities for United States science and engineering students to study abroad are relatively scarce and relatively expensive. Students in these disciplines are typically unable to participate in traditional academic exchange programs for several compelling reasons, not the least of which are barriers posed by language, by incompatible curricula and, where these factors have been overcome, by the high cost of participation. Likewise, opportunities for eastern European engineering and science students to study in the United States have been limited.

We describe a comprehensive and unique international science and engineering program, that:

Figure 3. Professor Arató Péter (BME) and professor Andrzej Rucinski (UNH): "Polak Wegier dwa bratanki...", August 1990

- is open to all students majoring in engineering and physical sciences from the University of New Hampshire (UNH), the Technical University of Budapest (TUB), and, eventually, others;
- is coherent with the programs of both institutions;
- provides opportunities for extended interaction for up to two years;
- integrates undergraduate research and education with international study; and
- allows participants to interact with industry and research centers in both countries while experiencing the research and design process.

The backbone of the described program is the existing Academic Exchange Program between the College of Engineering and Physical Sciences (CEPS), at UNH, and TUB. The program began last fall (1991) with six students, three male and three female, from New Hampshire studying at TUB for a semester. The first Hungarian students arrive at UNH next fall (1992).

UNH students participating in the program pay their full regular UNH tuition and spend one semester at TUB; the difference between UNH tuition and the lower tuition at TUB is applied to the costs of supporting TUB students at UNH. This and other subsidies by the two institutions make it possible to admit TUB students to study at UNH for a semester or a year. Thus far, the alliance is “self-sustaining”.

The program is open to the major engineering disciplines, chemistry, earth sciences, mathematics, physics, and computer sciences. For this reason the Technical University of Budapest was selected as the Hungarian partner since it is the only university in Hungary offering a suitable scope of programs... “

An important aspect of the exchange was its financial aspect which was addressed as “...As the University of New Hampshire (UNH) advances toward the twenty-first century, the realization of its commitment to education, research, and service to the people of New Hampshire and the nation will take place in an increasingly international environment. UNH shares with the National Association of State Universities and Land-Grant Colleges a belief that international education is central to the mission of land-grant institutions. The partnership of two major “state” universities, one American and one Hungarian, is based on a shared commitment to education and a mutual concern for the current condition of science and engineering education in the United States and Hungary.

In adapting to a new political system, the educational infrastructure in Eastern Europe will benefit from solid, long-lasting relationships with American universities. In return, eastern European countries offer the necessary infrastructure, long tradition, and quality of education associated with “old world” schools. Now, however, they also offer excess capacity. Traditionally, large components of foreign students attended Eastern European institutions with support from communist and third world governments. This support has dried up, and further, the number of foreign students from the Middle East has declined due to the outcome of the Persian Gulf War. Within the past year, the number of foreign students in the International Program in Engineering at the Technical University of Budapest (TUB) has decreased from 1,600 to 700.

Joint ventures in education between American and eastern European universities are limited by the high cost of transportation and old habits of thought. Thus, it is a western European presence that is far more visible in eastern Europe today. The vaunted TEMPUS (TransEuropean Mobility Program for University Studies) is but one example.

The objective of this program is to develop and implement a new international engineering and science curriculum with substantial components in research and design. We believe that the talent and energy already available at both institutions can meet this challenge, and make an impact on another faced by our educational system—motivating and supporting students in pursuit of careers in science and engineering.

The program stimulates classroom involvement of research-oriented faculty and introduces international and design experience components in an integrated manner. Students, not just faculty, of the Hungarian partner will master, in addition to technical and social knowledge of an American university, project management and communication skills. These are unique practical skills, not readily available in Eastern Europe.

We believe the Academic Exchange Program between CEPS and TUB described in this paper is the first permanent program between American and eastern European educational institutions to have articulated curricula in engineering and physical science. The likelihood that such a program should ever have been developed appears small, due to numerous obstacles. For example, the most important criteria from the point of view of UNH were that: an exchange program be available to students in all departments in CEPS; the program be geared toward a relatively small population of students from different disciplines; the courses taken by UNH students at the host institution be taught in English; and that UNH students not lose time toward graduation during the semester abroad.

It was determined the first-semester of the junior year is the best time for the semester abroad. UNH students arrive at least two weeks before the beginning of the host institution's fall semester to allow for acclimatization. During this period, UNH students take one course on language, culture, and/or geography. The course is designed to fulfill UNH general education requirements.



Figure 4. The first group of UNH in Budapest in September 1991 Steven E.' Bury, Armin C.Current, Christopher J. Doran, Amy C. Freiermuth, Colleen A. O'Brien, and Amy H. Sulborski

Provision has been made for housing up to 20 UNH students at TUB; providing meals; transportation; options for regional travel; student medical needs; money exchange; social

and cultural activities; religious expression; special dietary considerations such as low-calorie and kosher foods; phone, fax, telex and overnight mail; and, finally, opportunities for students to live, eat, and learn with students from the host institution.

CEPS has made substantial commitments to the program. The Committee on Foreign Study, appointed by the dean of CEPS to implement the partnership, included representatives from all college departments. The committee was charged with developing a semester abroad program at an eastern European university that would cost students no more tuition than they would normally pay at UNH. The University would then pay a negotiated tuition rate to the host institution. Students would pay for living expenses directly to the provider of room and board at the host city. It was anticipated that lower-than-normal costs in these areas would help offset the airfare, which is to be borne by the students.

After negotiations and visits, the collaboration between CEPS and TUB was implemented as Phase I. From the very beginning, an effort has been made to integrate research and education. The workshop “From Theory to Prototype” was organized with the mission of establishing close relationships between industries and academia in the United States and Hungary.

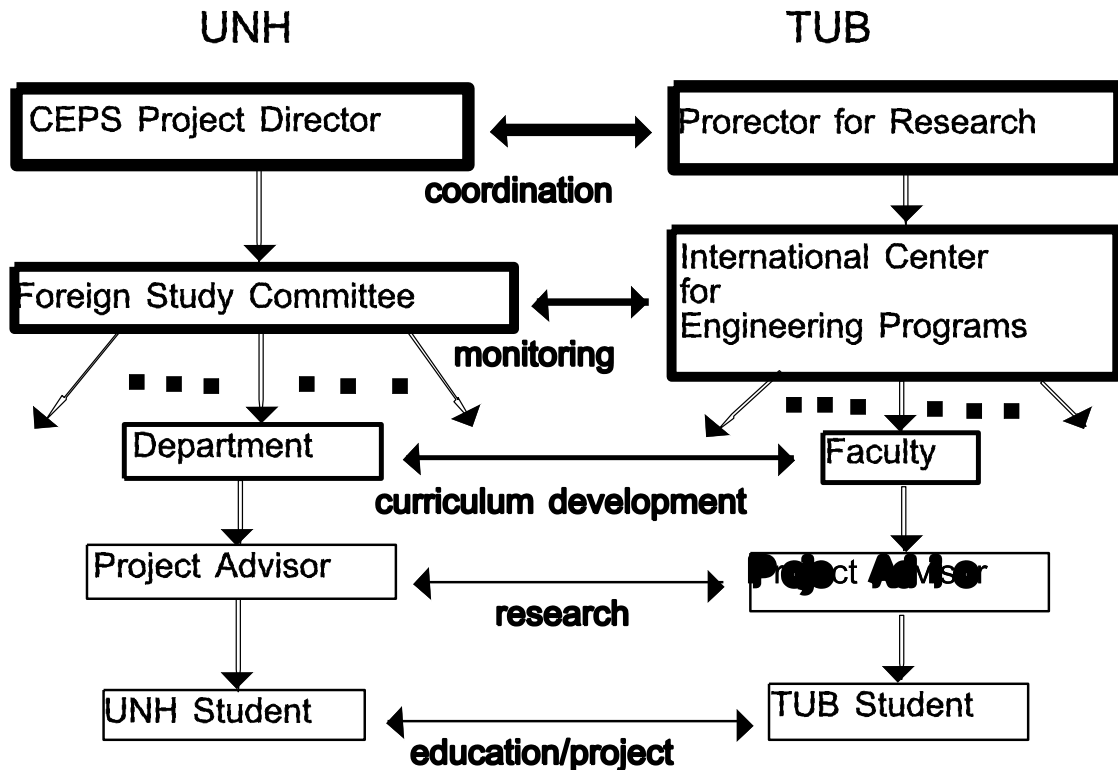


Figure 5 BME-UNH Program Management

The workshop in Budapest took place in September 1991 in conjunction with the CEPS/TUB Academic Exchange Program (Figure 1). The workshop was sponsored by Digital Equipment Corporation. During the workshop, a process of obtaining funds from

private external sources was begun. The first few scholarships for the exchange program will be available this year, with steady augmentation hoped for the future...”

It was recognized the potential of a workable arrangements between UNH and BME and many of the ideas discussed at the beginning of the 1990 were either implemented or are being planned. To capture the innovative spirit of our cooperation at that time, let us quote again from [3]:

“...A unique financial arrangement has been worked out between the two institutions to support the program. The support consists of University contributions and student tuition payments. Students at the University of New Hampshire pay their regular in-state or out-of-state tuition to UNH. The foreign student program at TUB has agreed to a student tuition payment less than that of UNH. The difference, by agreement of the two institutions, will be used to support living expenses and tuition charges at the in-state rate for TUB students at UNH. Support of faculty monitors at the start of each semester will be paid by the host institutions with transportation costs assumed by the home institution.

A student project will be required, or strongly urged, of American students in the program. It may originate with either an American company with offices and/or plants in Hungary, American institutions in Hungary, or with a TUB professor doing joint research with a UNH professor. The projects will be supervised, in part, by Hungarian fifth year students who are at UNH as part of the academic exchange program. These Hungarian students will serve as project mentors. Examples of the projects include the development of a wave/particle correlator implemented as a systolic system at UNH and optimized by the Hungarians and the analysis of the pollution in the Danube river basin using satellite images and visualization techniques.

The foreign study committee in each institution will organize seminars each year, usually at TUB but at UNH as circumstances may dictate. These seminars will be attended by 2-3 students from the foreign school, industrial representatives who are sponsoring student projects, student participants in the completed project for that year, faculty from each institution, and invited faculty from other academic institutions. Each seminar will be organized around different themes and, in part, will feature student reports on completed projects. Successful student project reports will be submitted for presentation at scientific conferences and for consideration for publication in scientific journals.

The CEPS Committee on Foreign Study at UNH and the TUB Executive Committee will formulate an international curriculum. The goal is to introduce the international and the design components in the curriculum while maintaining the quality of the institution's own program]. Comments will be sought from ABET (the Accreditation Board for Engineering and Technology) in the hope that the developed curriculum might become an acceptable model for other schools and colleges in the United States. New courses and course materials will be developed. Comparison studies in dual laboratories located in Budapest and New Hampshire will be conducted.

Phase III will start in August of 1993. During this time, the proposed program will mature, become an attractive alternative for students at UNH and beyond, and contacts will solidify between UNH and industry sponsors. Some of the measures to achieve this goal have already being initiated during the Fall 1991.

Scholarships for Hungarian students to study at UNH are sought from companies participating in the seminars to supplement the funding mechanisms described above. This concept will be presented to other American companies interested in economic expansion. Furnishing scholarships will be a cost-effective means for finding valuable employees in Eastern Europe.

In Phase III TUB will begin the process to obtain accreditation for its International Program in Engineering and Physical Sciences. Accreditation would be sought from appropriate European agencies, and from the Accreditation Board for Engineering and Technology depending upon ABET's stance on accreditation of foreign schools.

The program is coordinated jointly by the CEPS Project Director and the TUB ProRector as depicted in Figure 5. The CEPS Committee and the International Center for Engineering Programs at TUB are responsible for the implementation of the program. Their tasks include:

1. Supervising the student exchange program (primary task)
2. Developing the international curriculum in engineering and physical sciences (primary task)
3. Recruiting and selecting students
4. Contacting American companies in Hungary and in the U.S.
5. Stimulating research and interaction between TUB and UNH faculty members

The committee members from a specific department (UNH) and/or faculty (TUB) are responsible for developing and monitoring connections between American and Hungarian students. Each student has two scientific advisors, one Hungarian and one American. In addition, several organizations support the program in an form of the Advisory Group. It includes:

Center for International Perspectives, UNH
Digital Equipment Corporation Europe, Geneva
East - West Education Development Foundation, Boston
Erie Scientific Hungary Kfth, Budapest
Eastern and Central Environmental Regional Research Center, Budapest
Eastern Europe Environmental Data and Analysis Center, UNH and TUB (under development)
EDS
Industrial Associates Program, Department of Electrical & Computer Engineering, UNH
The Institute for Policy and Social Science Research, UNH

*The Institute for the Study of Earth, Oceans, and Space, UNH
The Office of International Trade, The State of New Hampshire...*”

Amy Sulborski provided a valuable first impression of a student studying at BME:

“.. The scope of experiences, both academic and personal, that a student receives on an exchange program are tremendously wide and varied. This exchange program with the Technical University of Budapest allowed me, Amy Sulborski, to continue my education uninterrupted, and has give me insights into the classical schooling systems of Europe and how they operate. Interaction with professors and students alike permitted me to observe not only their teaching and studying methods, but also to participate in them. Living in this unique eastern European country provided a view into the everyday life of a culture so different than our own that otherwise would not have been possible. It is an exciting time of both change and transition in many parts of Eastern Europe, and I have benefitted in many ways from the my semester in Hungary. For example, I discovered that there was an emphasis on theoretical aspects in different courses, sometimes very advanced, but fortunately I also discovered that the material was digestible. Being in Hungary, I sensed a history of civilization, starting from the Roman ruins in Aquincum up through recent dramatic transformations from Communism to democracy. This helped me to understand our own heritage better. In conclusion, I was delighted to have been a part of the Hungarian society and live their life for some time....”

By the year of 1997, the program has matured to the stage that the Exchange is self-supported, with additional funding provided in part by the US Informational Agency, and accommodates Hungarian students at UNH as well. On the one hand, the program exposes UNH students to a different culture and a different educational system, compatible however with the UNH curriculum in engineering and physical sciences. On the other hand, the program allow TUB students to learn about American educational system with an opportunity of working on exciting, highly visible, and technologically challenging projects such as small satellites e.g. CATSAT¹, X-33², and the Space Shuttle upgrade. Hungarian students who study at UNH have a very positive impact on those UNH students who do not participate in the TUB-UNH Academic Exchange but interact with them in classes and in laboratories. A good example is Tamas Visegrady, a Hungarian student currently at UNH. His abilities have recently been recognized by the UNH Graduate School which granted him a tuition waiver.

In 1995, a new exchange program between the Budapest University of Economics Sciences (BUES) and UNH has been established, coordinated by Dr. Dennis Meadows, with 15 UNH students in Hungary and one resident UNH faculty member in fall 1997. Last year a faculty resident was Dr. Sproul and this year Dr. Cathy Frierson, Director of the Center for International Education at UNH. As a result, students practically from all

¹ CATSAT was a UNH space science, research and educational project, funded by NASA, aimed at developing a small satellite design and build by students.

² X-33 was an experimental space vehicle which should lead to the replacement of the Space Shuttle. UNH involvement is supported by Lockheed Sanders.

UNH colleges, not just from CEPS, can study in Hungary. Surprisingly, there is another UNH exchange program under development with the Veterinarian School in Budapest. The scope and the magnitude of UNH presence in Budapest, with 33 students and two resident faculty in Budapest in 1997 is equivalent to the de facto establishment of the Budapest Campus of the University System of New Hampshire.

REFERENCES

[1] B.B.Burn, "The contribution of international educational exchange to the international education of Americans: projections for the Year 2000, Council on International Educational Exchange, August 1990.

[2] H.L.Wakeland, "A model international program for undergraduate engineers", Engineering Education, April 1989.

[3] J.R.Stodden, "Top ten jobs for global engineers", Special international careers section, Graduating Engineer, January 1991.

[4] A.Rucinski, ed., Proceedings of the Workshop From Theory to Prototype, Budapest, September 1991.

[5] D.Bouldin, ed. et al, NSF Report of the Workshop on Microelectronic Systems Education in the 1990's, October 1990.

Innovation: Barbara Dziurla Rucinska and Andrzej Rucinski, "Cyberspatial University", *IEEE Potentials*, Aug/Sept. 1996

"...As scholars, we have observed a change in students' priorities regarding what is considered indispensable in their effective functioning as students and feeling at home in college. As little as a couple of years ago, a fashionable question to ask was about the saturation level of available personal computers on campus. Students were also interested in having access to PCs in a dormitory and schools which required purchasing personal PCs received high marks as institutions advancing the educational frontiers. Today, the picture has changed. Having access to a physical location equipped with PCs (by the way, it was discovered that a student cluster is typically so infected with computer viruses that it resembles a tropical diseases hospital) or possessing a PC has become a secondary issue. The required infrastructure is assumed to be in place and students nowadays demand an access to the Internet first. For instance, engineering students at the University of New Hampshire (UNH), who consider participating in an academic exchange with the Technical University of Budapest solve this issue instantaneously. After arriving in Hungary they arrange the account as quickly as possible and reestablish their every day communication routine as if they were still in the United States (The Internet and PC infrastructure in a Hungarian institution is comparable with that available in this country). After coming back the cyber spiders add newly established Hungarian connections to their private webs.

Let us adopt a view of the Informational Technology as a concurrent evolution of two processes: the Internet and education. Furthermore, let us assume for simplicity that a **Cyberspatial University**³ goes through stages similar to our own lives: its infancy which is already in the past; its youth which we are experiencing at the end of the Twentieth Century; and not so distant adulthood. The rest of the paper concisely characterizes all of these distinct stages present in the life of a cyberspatial educational institution.

\

The original wide area network was not designed to be a global informational highway. Rather, it was created through an initiative of the Department of Defense in the late 1960 to provide a stable and fast method of electronic communication for military research centers and agencies. Another motivation for the creation of the network (named *ARPAnet* after government's Advanced Research Project Agency) was to help scientists and researchers share precious remote computing resources. Protocols like telnet and FTP to communicate between computer systems on the network were developed. Although interpersonal communication was not a primary reason for creating the network, it was not too long before electronic mail became a commonplace and the main source of traffic on the network. By the late 1970 the fairly exclusive ARPAnet club of people who had access to advanced computer systems and knew how to use them began to change. Computer networks other than ARPAnet started using its protocol called TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). A side effect of this approach was that any computer or network running the protocol could link up to the network. In early 1980, the military portion of ARPAnet had broken off and became MILNET, while the ARPAnet was being linked to a growing number of other networks. This conglomeration of networks became known as *the Internet*. This network was a natural extension of the UNIX operating system which enabled file transfers and remote login on yet another UNIX run machine (UUPC). Programming Internet was cumbersome and available application software scarce and unreliable. In addition, many countries around the world used to have, if any, a very low bandwidth gateway which resulted in an unbearably slow traffic.

However, the potential of using the Internet for educational purposes has been promptly recognized by the academic community. An example of an early, painstaking effort to experiment with the Internet was the **Virtual Classroom** exercise conducted in 1993 between the University of New Hampshire and the Technical University of Budapest. The objective was to develop a prototype software to support the concept of a virtual classroom, depicted concisely in Figure 3. The figure shows a Karnaugh map (or a Cartesian diagram) of the relationship between traditional and virtual organizations. It illustrates all paradigms generated by a combination of situations determined by two Boolean variables: X denotes either "players known in advance" or "players not known in advance"; and Y denotes either "geographically lumped" or "geographically dispersed". The lower left box in Figure 3 clearly positions and defines the virtual classroom.

³ A **Cyberspatial University** is defined as an academic institution which routinely uses the Internet as an active medium for education. The usage is not limited to communication and query over the Internet, neither is the university envisaged as a pioneer in distant learning using the Internet, just an average university or a typical college.

The virtual classroom experiment started with student familiarization of the supporting software, introduced later, followed by an instructional process. For prototyping purposes a lecture on *Total Quality Management (TQM)* was selected since it was assumed that volunteering Hungarian and American students who were electrical engineers had not been exposed to this topic before. The remaining educational process was no different from that experienced in a real classroom with the exception of a large distance and a prolonged lecture time required several days. The process started with a reading assignment and the instructional material transmitted over the Internet followed by a question and clarification stage, homework assignment, a second clarification stage, a group organization stage (mixed teams of Hungarian and American students working together), a task assignment stage which was completed by submitting the answer, and finally an evaluation stage. The experiment was evaluated by all participants, both faculty and students, which led not only to the discovery of technical limitations of the experiment but also to the identification of sociological roadblocks..

The software, called *VOICE (Virtual Organizations through Internetworked Collaborative Environments)* used in the experiment was developed in-house by two UNH graduate students, Werner E. Niebel and David Brusseau. Similar attempts available at that time such as BESTnet which was DECnet-based and developed by Digital Equipment Corporation, were found unacceptable since they did not support TCP/IP protocol. The VOICE software was based on a single server with a file management subsystem embedded into the security layer. It prevented concurrent updates to files, which represented single knowledge entities, through a series of locking mechanisms. Additional functions included communication and data management as well as a security scheme for files determined by a file's creator. VOICE had a set of four menus: *Query Menu* allowed a user to recognize the usage status of the system; *Mail Menu* distributed messages to other users including broadcasting; *File Menu* handled file transfer, viewing files, editing files, and privileged changes; *Administration Menu* allowed the Project Technical Support staff to change the system configuration and the users to change their passwords etc.

As an anecdote, let us bring a personal note. One of us during a seminar in Hungary discussing the VOICE experiment had a conversation with the audience which led to several possible and fully valid scenarios for virtual classrooms. Some of them do not require the presence of a professor, others do not require the presence of students, and in an extremal case there may be neither students nor professors present and the lecture can continue.

Today, a large segment of the world population is already fully engaged in the **Virtual Reality** with groups representing academia, governments, industry, non-profit organizations, and individuals. One can shop over the Internet, read a newspaper, view a weather forecast, establish a relationship, entertain oneself or somebody else. As Americans of Polish extraction, we start our day by reading a Polish newspaper “Zycie Warszawy” available on WEB at <http://vol.it/EDICOLA/ZYCIE/DATA/>. It has become possible due to the two major factors: technological advancements and an increased population in the cyberspace.

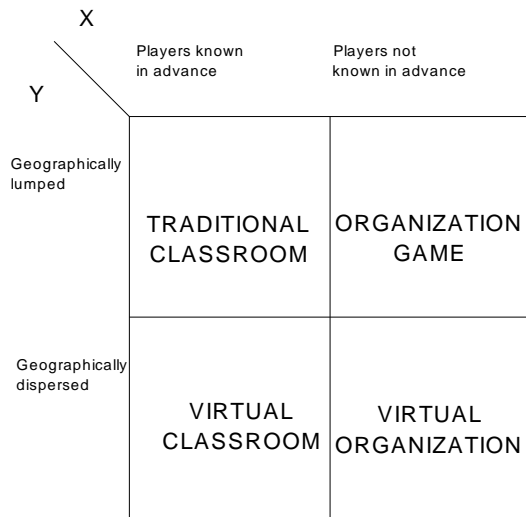


Figure 6 Definition of a Virtual Classroom

The technological advancements resulted in the next generation of Internet development tools which have become readily available, WYSIWYG (What You See is What You Get) based, comprehensive, signaling the end of the hard-to-use Internet era, and the beginning of a new era. This phenomenon leads to a domestication of the

Internet, not just for passive use, but for an active development which does not require special skills. For example, creating a home page by a student becomes a routine homework problem, if not done just for fun. The Internet has lost its mysterious UNIX origin, it became the World Wide Web (WWW) with its own “publishing style” standard HTML and with VTML on the horizon. Web browsers have become user friendly and very efficient. Internet oriented operating systems create a network of interrelated sites on demand leading to reconfigurable systems worldwide. This, in turn, changes the nature of computing - it evolves towards **Disposable Computing**. Disposable computing requires minimal hardware to be owned, just for interfacing to the Internet, communicating with the Internet, exchanging data with the Internet. Resources and processing can be located somewhere else. What a change for the software industry! Another symptom of a new era is integration and fuzziness in communication and information technology industries. Everybody seems capable of doing everything: Internet providers deliver TV programs, cable companies provide phone and video services, continuous mergers and alliances are being formed among completely different companies, etc.

The growth of the Internet is overwhelming and environmentally friendly. Since the birth of the Web in 1989, it had a doubling period of under 3 months in 1993 (623 Web sites at the end of 1993) , and in 1996 the doubling period of 5 months (90,000 Web sites in January 1996). An interesting fact is a shift in the percentage of commercial sites - from 4.6 % in December 1993 to an impressive 50.2 % in January 1996 which emphasizes the dark side of the Web: the security, moral values, and the rights protection issues in Cyberspace. A good example of the Internet accessibility is the first world wide newspaper created by multiple groups from around the World. The newspaper “A Day in

the Life of Cyberspace” was visited by millions of cyber readers on Thursday, February 8, 1996.

Education is not immune to these technological developments and a large constituency of Internet users does indeed create a large pool of candidates willing to enroll in cyberspatial colleges. Virtual classrooms have become common followed by cyberspatial colleges with structured programs in place and degree granting. For instance, Telecom/Telematique Incorporated (T/TI) is a fully developed cyberspatial college with all functions and services present in a traditional academic institution. T/TI offers educational services, called Distant Learning, in many countries and in many areas such as Project Management, Policy, Regulation and Sector Reform, Managing Telecom Enterprises, and Wireless and Mobile Communications. T/TI sends the courseware of videotaped lectures, syllabi, texts, exercises and case studies to local classrooms. Lectures are coordinated locally by a designated faculty member from T/TI which also includes facilitation of the email contacts with the faculty responsible for the courses. The Internet communication is supported by video conferencing on a regular basis.

There are already many other case studies available and the popularity of those new approaches to education have polarized the academic community. A large percentage of universities is either marginally involved in this new technology or not involved at all. Another group claims that “... there will be always a need for face-to-face interaction between professors and students. “. Yet another one is not so sure any more ...”

Allegro Vivace

Kent’s perspective: Dual degree + distant learning

Globally-Collaborative “Homeland” Security System Design

Henk Spaanenburg, Andrzej Rucinski, Kent Chamberlin, Thaddeus Kochanski, Lennart Long [6]

Abstract. This paper describes the rationale for a new course at UNH: “Microelectronics for the Global World/ Collaborative Engineering”. The course is a key component in a curriculum designed to prepare graduates to capitalize on the opportunities and to meet the challenges of a global market for security-technology-based products and services. The course addresses the issues of globalization from technical, economical, as well as professional perspectives.

I. Motivation

A novel curriculum is being developed at UNH to educate specialists in transatlantic "homeland" security rather than that which is exclusively European or US. In part because of the dependence of Europe and the US on global marine cargo transport and the vulnerability to its disruption, terrorism has a global reach. This vulnerability makes it mandatory to integrate the best practices and most advanced technology for cargo and port security and to fill existing educational gaps.

The focus of the curriculum is on an in-depth understanding of four dimensions of the technology: implementation, infrastructure, interoperability and security. This curriculum serves both the traditional graduate and undergraduate academic needs, as well as those in government and private sectors seeking access to the state-of-the-art through certificate courses.

II. Perceived Curriculum Deficiencies

UNH has recognized two deficiencies in the Homeland Security curriculum at most US academic institutions: 1) technology has been poorly represented in most programs, and 2) collaborative security studies covering successful policies and practices from other countries and cultures are glaringly absent. These aspects include crucial technological investments, such as, in non-lethal weapons, biometrics, system integration and management [2]. UNH is in a position to address these deficiencies as it boasts a number of engineering and technology centers, which can promote a scientific solution to homeland security capabilities gaps. In addition, UNH and its industry partners have a history of collaboration with European partners, sharing assets for practical approaches and solutions to common problems.

III. Globally-Collaborative Curriculum

The United States and Europe have cultural, economic, diplomatic, military, and academic bonds and traditions that form a logical basis for transatlantic cooperation to improve the safety and security of our respective nations. We have proposed [3] the establishment of a formal Transatlantic Security Initiative to promote the exchange of knowledge, research, technology, and experience related to the protection of critical infrastructure and key assets. The existing experience, capabilities, and expertise of the member institutions of the Transatlantic Security Initiative will enable this Initiative to quickly initiate work in the following areas:

- Identification of “best practices” and differences in critical infrastructure protection in E.U. and U.S.
- Curriculum development for topics related to homeland security and disaster preparedness
- Applied research projects that will demonstrate the feasibility of new technologies and systems for cargo and port security, and maritime domain awareness.
- Identification of disruptive innovative technologies
- Technology and knowledge technology transfer
- Education and training for government leaders at the federal, regional (state/province/county) and local level, as well as private sector leaders.
- Coordination of regional and international conferences

IV. FPGA/PSoC Focus Course

At UNH, we have chosen to center our curriculum on a course introducing easily reprogrammed and restructured Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) and programmable System-on-Chip (PSoC) devices. We also build the course around real-world expertise with active participation by industry. The course further extends the concepts of re-programmability and re-configurability to large-scale networks of nodes. Each node could incorporate sensors, actuators (including MEMS and possibly nano-

scale), wired and wireless communications devices and distributed processing, and storage.

The most unique aspect of the course involves collaborative engineering with globally distributed teams of students involved in developing projects. Some of these projects will involve participation from remote partners over the Internet. We also will be producing a series of remote-learning lectures.

The goal of the course is to prepare students to design and implement microelectronic systems using “best practices” of the global high technology industry today and to prepare them for the revolutionary world of reconfigurable [4], programmable Systems-on-Chip and sensor-processor-networks. As a result of the taught design elements, globally distributed engineering can be accomplished. The course is divided into three parts, collaborative design elements, the collaborative development process and the subsequent approach for integration and optimization. The course covers most of the following topics:

- Overview of Field Programmable Gate Arrays (FPGAs), Application-Specific Integrated Circuits (ASICs), System-on-Chip (SoC), Programmable SoC (PSoC), and Global Ambient Intelligence Networks (GAINs) constellations.
- “Rent-a-core” Intellectual Property (IP) testing, trust and design efficiency. Integration of IP modules and (security) sensor devices with existing SoC.
- Modular design in VHDL/SystemC and synthesis oriented implementation. Hardware and software co-design within the appropriate software/firmware components development environment.
- Top-level GUI-based systems design and simulations.
- In-situ and remote development, testing and optimization. Collaborative design techniques for globally distributed team management.
- Modeling and optimization techniques to offset differences in sophistication of the globally distributed developers and their respective tool environments.

Unique to the course is an emphasis on application development at high levels of abstraction. A point can be made that only optimization at high levels of abstraction will pay off in the long run. Heterogeneous processing systems, in general, contain a continuum of processing alternatives from general-purpose processors (GPP), to digital signal processors (DSP), to Field-Programmable Gate Arrays (FPGA) and Application-Specific Integrated Circuits (ASIC). Especially the FPGA domain has recently produced its own range of architectural alternatives along that processing continuum spectrum. In such heterogeneous computing environments, the constituting application functions and subsystems can be implemented at various points along their respective design-space tradeoff curves. In the SPADE (U. of Leiden, [5]) approach particular computational instances have been “transformed” by small perturbations in the design-space. These techniques support a system designer in exploring alternative instances of an application mapped onto an architecture template. A Carnegie Mellon University developed SPIRAL [6] program technique automatically generates high performance code that is tuned to a given platform. SPIRAL generates code for a broad set of DSP transforms including the discrete Fourier transform, other trigonometric transforms, filter transforms, and discrete wavelet transforms. These procedures facilitate globally distributed designs,

as well as the introduction of technology updates, since they allow the reestablishment of the proper computational operating point for the combination of the old and new technology. These optimization tools will therefore facilitate an effective globally distributed systems engineering environment.

V. Planned Assessment

The course is currently being taught at UNH. In addition, it will be evaluated as part of an IEEE-Boston-Section-sponsored seminar series.

References

- [1] Email: andrzej.rucinski@unh.edu
- [2] James Jay Carafano, "The Future of Antiterrorism Technologies", *Heritage Lectures*, June 6, 2005
- [3] B. Rucinska, A. Rucinski, G. Shwaery, "Developing a National Security Curriculum from a Transatlantic Perspective", *Proc. 2nd IEEE Int. Conf. on Technologies for Homeland Security and Safety (TEHOSS)*, Istanbul, Turkey, October 9-13, 2006
- [4] W. H. Mangione-Smith, B. Hutchings, D. Andrews, A. DeHon, C. Ebeling, R. Hartenstein, O. Mencer, J. Morris, K. Palem, V. K. Prasanna, H.A.E. Spaanenburg, "Seeking Solutions in Configurable Computing", *Computer*, December 1997
- [5] M. Püschel, J. Moura, J. Johnson, D. Padua, M. Veloso, B. Singer, J. Xiong, F. Franchetti, A. Gacic, Y. Voronenko, K. Chen, R. W. Johnson, and N. Rizzolo, "SPIRAL: Code Generation for DSP Transforms", *Proceedings of the IEEE Special Issue on Program Generation, Optimization, and Adaptation*, Vol. 93, No. 2, 2005, pp. 232-275
- [6] Stefanov, T., B. Kienhuis, E. Deprettere, "Algorithmic Transformation Techniques for Efficient Exploration of Alternative Application Instances", *Proceedings 10th International Symposium on Hardware/Software Codesign (CODES'02)*, Estes Park, Colorado, May 6-8, 2002

Guyla's perspective: Gyula Csopaki, "Future Prospects", *20 Years in Internationalisation of Higher Education*, BUTE, Budapest 2003

Importance of the exchange; Statistical data: ~300 students in Budapest

Closing remarks: See you in Budapest in 2008: MSE2007 + EWME2008EWME is chronologically synchronized with the bi-annual US International Conference on Microelectronic Systems Education (MSE): MSE is held in the US in odd years and EWME in Europe in the even years. These international events provide excellent opportunity for educators and industry to work together to ensure continued excellence in the field of microelectronics and Microsystems. The MSE 2007 conference will be held in San Diego, California on June 3-4, 2007 (co-location with the Design Automation Conference, DAC 2007). More information on MSE is at <http://linuxcad.ecn.purdue.edu/mseconference.org>

http://www.eet.bme.hu/new/index.php?option=com_content&task=view&id=130&Itemid=161 [7]!

References

- [1] Gyula Csopaki, “Future Prospects”, *20 Years in Internationalisation of Higher Education*, BUTE, Budapest 2003
- [2] Barbara Dziurla Rucinska and Andrzej Rucinski, “Cyberspatial University”, *IEEE Potentials*, Aug/Sept. 1996
- [3] Géza Gordos, “The Role of Cooperation and International Relations in English Programs”, *20 Years in Internationalisation of Higher Education*, BUTE, Budapest 2003
- [4] Andrzej Rucinski, Otis J. Sproul, Amy H. Sulborski, “A Pragmatic Student Exchange Program with Eastern Europe”, *Proc. of the 1992 ASEE Annual Conference*, Toledo, Ohio, 1992
- [5] Andrzej Rucinski, “UNH, Let’s Go Budapest!”, *20 Years in Internationalisation of Higher Education*, BUTE, Budapest 2003
- [6] Henk Spaanenburger, Andrzej Rucinski, Kent Chamberlin, Thaddeus Kochanski, and Lennart Long, “Globally-Collaborative “Homeland” Security System Design”, *Proc. of the 2007 Int. Microelectronics Systems Education Conference*, San Diego, CA, June 2007