071.

híradástechnika

VOLUME XLIX.

1998/7-8

E 870 FF
8 000000 614797

5

journal on
communications
computers
convergence
contents
companies

JOURNAL ON C^5

A PUBLICATION OF THE SCIENTIFIC SOCIETY FOR TELECOMMUNICATIONS, HUNGARY

SPONSORED BY

Főszerkesztő / Editor in chief
SIMONYI ERNŐ

Rovatvezetők / Senior editors
BARTOLITS ISTVÁN
KOSÁRSZKY ANDRÁS
TORMÁSI GYÖRGY
TÓTH LÁSZLÓ
ZSÓTÉR JENŐ

Munkatársak / Editorial assistants
GÁMÁNNÉ MORVAY KATALIN
HOLLÓ KATALIN
LESNYIK KATALIN

Szerkesztőbizottság / Editorial board
ZOMBORY LÁSZLÓ elnök / president
ANTALNÉ ZÁKONYI MAGDOLNA
BATTISTIG GYÖRGY
BERCELI TIBOR
BOTTKA SÁNDOR
CSAPODI CSABA
DROZDY GYŐZŐ
GORDOS GÉZA
GÖDÖR ÉVA
KAZI KÁROLY
PAP LÁSZLÓ
SALLAI GYULA
TÖLÖSI PÉTER

MATÁV
hif Communication Authority, Hungary
MOTOROLA
SIEMENS
ERICSSON
NOKIA
WESTEL RÁDIÓTELEFON KFT
PANNON GSM Az élvonal.
antenna hungária
TKI
BHG BUDAPEST

Szerkesztőség / Editorial office
HÍRADÁSTECHNIKA
Budapest, VI. Paulay E. u. 56. II.14/A.
Telefon:(361) 341-6421, (361) 325-9058
Fax: (361) 341-6421, (361) 325-9058

Előfizetés / Orders to
HÍRADÁSTECHNIKA/TYPOTEX
H-1024 Budapest, Retek u. 33-35.
Tel./Fax: (361) 316-3759

Előfizetési díj
Hazai közületi előfizetők részére
1 évre 9800,- Ft, egyes számok 1000,- Ft
Hazai egyéni előfizetők részére
1 évre 1600,- Ft, egyes számok 150,- Ft

Subscription rates for foreign subscribers
12 issues 100 USD, single copies 10 USD
Transfer should be made to the Hungarian Foreign Trade Bank
Budapest, 10300002-20321411-00003285

HÍRADÁSTECHNIKA megjelenik havonta magyar és angol nyelven.
Kiadja a TypoTEX Elektronikus Kiadó Kft. 1024 Budapest, Retek u. 33-35. Tel./Fax: 316-3759.
Felelős kiadó: Votisky Zsuzsa. Készült a Dabasi Jegyzetnyomdában.
JOURNAL ON C^5 is published monthly, in English and in Hungarian by TypoTEX Ltd.
H-1024 Budapest, Retek u. 33-35. Phone/Fax: (361) 316-3759. Publisher: Zsuzsa Votisky.
Type-setting by TypoTEX Ltd. Printed by Dabasi Jegyzetnyomda. HU ISSN 0018-2028

Nem vész el,

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

és át sem alakul.

Persze csak akkor, ha a General Parcel Hungary-re bízza!

Nemzetközi cégünk, a **General Parcel** már Magyarországon is vállalja csomagok szakszerű szállítását versenyképes áron, garantáltan másnapi kézbesítéssel. S hogy Önt bármikor tájékoztathassuk küldeménye pillanatnyi helyzetéről, létrehoztuk a legkorszerűbb, vonalkódalapú csomagkövető rendszerünket. Azon túl, hogy időgaranciával és értékbiztosítással szállítjuk küldeményeit, vállaljuk azok ellenértékének beszedését is.

A **General Parcel Hungary** szakszerű csomagkezelését csak a barátságos és rugalmas ügyintézése múlja felül.

General Parcel Hungary

✆ **289 2020** www.generalparcel.hu

Mindent lehet, csak kódjával.

A Kapsch Intézményi Hálózatnak köszönhetően az információ behálózza az irodát.

LOWE|GGK

A gyors és problémamentes információtovábbítás jelentősége napról napra növekszik. Amire Önnek szüksége van, az egy, a kommunikációt leegyszerűsítő és tökéletes adatátvitelt biztosító műszaki rendszer.
A megoldás neve: Kapsch Intézményi Hálózat. A számítógépek, telefonok, nyomtatók, faxok és beszédüzenetrögzítők mind-mind ehhez az egyedi igényekre kidolgozott belső kommunikációs rendszerhez csatlakoznak.
A beszéd- és adatátvitelen kívül képek, videofelvételek és multimédia programok továbbíthatók gyorsan és pontosan: helyben, regionálisan és globálisan egyaránt. A Kapsch Intézményi Hálózatok termékcsalád a digitális irodai rendszerektől és az ISDN-től a rádióhálózatokig és adatrendszerekig terjed. A felhasznált technológiánál természetesen csak egy lehet fontosabb: az Ön cége számára kifejlesztett, testreszabott szolgáltatás.
Ha szeretne többet megtudni a Kapsch Intézményi Hálózatokról, már most beszéljen a Kapsch-sal:
Kapsch Telecom Kft.,
1113 Budapest, Bocskai út 77-79,
tel: (1) 209-2110, fax: (1) 209-2111

KAPSCH
the communications company

HÍRADÁSTECHNIKA

Vol. XLIX. No. 7-8, July-August, 1998
HU ISSN 0018-2028

JOURNAL ON C^5

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

50 years

from the Telecommunications Scientific Society

CONTENTS 1

Simonyi E.: *Installáld a WIN 98-at (angolul)* 2
C^5 Scanning: The Near Future 3

Communications

Ladvánszky J.: *Kis nemlinearitású, széles sávú erősítők tervezésének néhány problémája* ... 7
Onódy P.: *Adaptív állapotváltozós szabályozó adaptív megfigyelővel* 11

Computers

Csöndes T. és Kotnyek B.: *Konformancia tesztsorozatok optimalizálása* 19
Sandi M.: *A prototípuskészítés módszertana* 29

Convergence

Heller K.: *A műsorelosztás és műsorszórás szabályai* 39
Garai L.: *A Híradástechnikai Tudományos Egyesület alapítása* 47

Contents & Distribution of Multimedia

A. Bak, R. Gál, T. Szabad: *Compressing still images using Wavelet transform* 50

Companies

SUN Microsystems Hungary Kft.: A Java platform 59
Kerekes L.: *Munka-mátrixanalízis példák a távközlésben* 66

Abstract: In this issue 7 papers are presented. C^5 Scanning is mirrowing some interesting claiming from the recent literature. Section **Communications** is represented by 2 contributions of scientific nature. Section **Computers** is comprised of 2 contributions on Conformance Test Optimisation and on the Methods of Prototype Developments. Section **Convergence** is formed by 2 contributions written on the EU regulations of converging media and telecom, and also on the origin of this 50 years old newspaper. Section **Contents** and distribution of multimedia is containing 1 contribution on still images processing using Wavelet transform. Section **Companies** is dealing with 2 contributions on the Sun's Java platform and also on the Matav experience how to analyse the productivity of telecommunications. In this issue 4 submitted papers of the 7 ones are scientifically evaluated by 4 senior reviewers. These papers were accepted by the reviewers as they are marked by the sign of $\mathcal{L}$.

INSTALLÁLD A WIN 98-AT (ANGOLUL)

A PC Magazine 1998 júliusi számában 7000 olvasóra támaszkodó, 1-10 közötti pontozásra épülő felmérés készült „Software Support Satisfaction" címmel. Az operációs rendszerek versenyében a legmegfelelőbb a Unix (8.8) lett, az Apple Macintosh (8.6) és az MS DOS (8.5) mögött. Ezt követte a Windows NT 4.0 (8.4) és az OS/2 Warp (8.1), majd az átlagos (8.2) értéknél jóval gyengébb minősítéssel a Windows 95 (8.0). Külön minősítették a software termékeket az ajánlhatóság szempontja alapján is. Az operációs rendszerek körében az ajánlhatóságot az NT 4.0 nyerte (8.5), a második lett az Apple (8.4) és a Unix (8.4) holtversenyben, a harmadik pedig a Windows 95 (8.3) az átlagos (7.7) minősítésnél nagyobb számmal. Szeretjük, nem szeretjük a Windows 95 piaci részesedése 70% körüli és még 2001-ben is 65% körül lesz. Minden előrejelzés szerint a Windows NT 5.0 rendszersoftware fogja a kivezető utat jelenteni az átlagos felhasználónak kb. 2000-ben.

Addig azonban valamit csinálni kell, mert ez a Windows 95 túl sebezhető. Az upgrade elemek összevisszasága, a nyelvezeti keveredések miatt gyakran alig lehet egy működő 95-ös rendszert életben tartani. Hovatovább a Windows 95 lassan szalonképtelenné teszi az egész számítástechnikai szakmát. A piaci forgalomban nem kapható, de az Internetről beszerezhető OSR2 Windows 95 változatok ugyanis nem pontosan definiáltak. Bármit is gondoltunk korábban (ebben a lapban, vagy a Byte júniusi számában: „If you think you have to upgrade to Windows 98, you should think again") valóban újra végig kell gondolni a Windows 98-ra való azonnali áttérést. Jelen sorok írója ezt megtette; installálta az angol Windows 98 upgrade-et. Tapasztalata mindenkinek ajánlható — idehaza.

A különböző (Norton, Nuts & Bolts stb.) utility csomagok egyértelműen jelzik, hogy a Windows 95 magyar nyelvű, ékezetes verzióinál „nyelvi nehézségek" keletkeznek a számítógép operációs rendszerében. (Ez alapvetően a meglévő file verziók javasolt meghagyásával kapcsolatos a gyakori újratelepítések során). Mármost a Windows 98 upgrade netto 20 eFt-ért, még csak angol nyelven kapható, így a „magyarító fejlesztésektől" a felhasználó meg van kímélve. Mellékesen valóban jogtisztává válik az alapsoftware, holografikus azonosítóval.

Ha a 98-as upgrade angol változatát a meglévő gyanús 95-ös magyar változatokra rátesszük, akkor eredményül egy angol nyelvű, tökéletesen stabilan működő Windows 98-as rendszert kapunk. Nem egészen 1 óra alatt a 95-ös vasorrú bába egy tökéletes 98-as hercegkisasszony képébe varázsolható, amely lényeges felhasználási szempontjai alapján csak néhány százalékban különbözik az elődjétől. Maga az upgrade ritka nagy élmény; minden előírásszerűen működik. Érdemben úgy kell tekinteni, hogy egy erősen feljavított 95-ös változatot kaptunk, mintegy 3000 bevallott javítás és az átdolgozott Internet Explorer 4.0 (IE4) csomag szerves beépítésével. Ráadásul a beépített, ill. a 3.-ik cégektől származó karbantartó és utility software rendszerek pontosan jelzik, hogy a számítógépünk szuper zavarérzékenysége is megszűnt. 20 ezer forint befizetése után a Windows 95 rémálom véget ér.

A magyar felhasználóknak szinte kötelező áttérniük a Windows 98-ra, mert a nyelvi illesztetlenségekből származó, demonstrálható hibák automatikusan megszűnnek; a rendszer számszerűsíthetően sokkal stabilabbá válik.

A Windows 98 számos újdonságot is tartalmaz, amelyeket azonban csak önmérséklettel szabad a napi gyakorlatba átvezetni. A Windows 98 ugyanis minden javítást, verziót és újítást integrált rendszerben megbízhatóan összefoglal. Újdonságok az Universal Serial Bus (USB) és az IEEE 1394 (FireWire) hardware támogatások, amelyek az újonnan fejlesztett hardware elemek interface kezeléséhez előbb-utóbb nélkülözhetetlenek lesznek. (Emiatt a Windows 95 amúgy is eleve lecserélésre ítéltetett.) Ma még fordított a helyzet. Számos (pl. ISDN és 3D) hardware kártyát és korábbi software (pl. grafikus és játék) alkalmazást a Windows 98 még nem képes biztonsággal, felülről kompatibilisen kezelni.

Külön megfontolást érdemel a FAT32 hard drive kezelési lehetőség. Ez a kibővített file hozzáférési módszer felelős tulajdonképpen a Windows 95 körüli egész zűrzavarért. A 2 GByte-nál nagyobb diszk méretek kezelhetőségét biztosító FAT32 használata kb. 20% hard-diszk megtakarítást tesz lehetővé, ami sok hű-hó a semmiért. Az alkalmazások betöltése azonban a FAT32 használatával legalább 50%-kal gyorsabb lesz, nagyobb biztonságérzettel. Új probléma viszont az, hogy a FAT32 konverzió a Windows 98-ban egyirányú (a FAT16 partíciókat át lehet tenni FAT32-re, de megfordítva már nem). A Windows 95 OSR2 változata ismeretesen nem tudja kezelni a FAT16-ról FAT32-re való konverziókat, ami majd még sok probléma forrása lehet. Minden esetre a Power Quest cég Partition Magic 3.0 programja átsegíthet mindenkit mindenen, mert oda-vissza tudja a FAT32-FAT16 konverziókat.

A Windows 98 már jól fel van fegyverezve karbantartói és registry kezelő elemekkel is. Ráadásul a Windows 95-ös (pl. Norton) utility támogatások változtatás nélkül használhatók. Az Internet Explorer 4.0 — immáron beépítve — stabilabban működik, mert a Dial-Up Networking és a TCP/IP stack rész átírásával a Windows 98-as környezet jobban tűri az IE4-et. (Amolyan verziószámon belüli „finom" összeillesztés történhetett.)

A Windows 98-ban számos multimédia feljavítás is található. Ezek közül a WebTV és a DVD, valamint az új DirectX5.1 és a Direct Show fejlesztések említhetők.

A PC Magazine 1998 augusztusi száma az alábbi szerint ítélkezik: „We recommend the Windows 98 upgrade only for people whose systems aren't as stable as they would like, or for those who want FAT32 or some of other new features — and who have the experience to deal with the occasional glitch in the upgrade process. Also, anyone looking to use USB devices should consider upgrading. For new systems, Windows 98 is likely to be a nice improvement — one that should allow for a more stable OS, faster performance in some cases, and better support for new hardware. Unless you're in an organisation that has standardized on Windows NT, putting Windows 98 on a new computer makes perfect sense".

A magyar nyelvi komplikációk miatt, és mert kezelése tökéletesen megegyezik a Windows 95-ével, idehaza mindenkinek ajánlatos, de inkább szükséges áttérnie az angol Windows 98-ra. 1-2 évig talán most már az alkalmazásokat is lehet majd futtatni, nemcsak ki-be kapcsolgatni a Windows 95 miatt már-már öntörvényűvé vált gépeket.

C^5 SCANNING

• ONWARD TO PERVASIVE COMPUTING: The PC is about to be dethroned

For all its many wonders, few would dispute that computing technology is still in its infancy. Despite the speed and power of today's PCs, they are tricky and capricious beasts. It is the silly boast of the industry that, if cars had advanced as quickly as the memory and processing power of computers in the past 25 years, they would travel at supersonic speed and cost just a few dollars. The analogy is better turned on its head. *Today's PC is like the car of the early 1920s-prone to frequent and inexplicable breakdowns and hugely demanding of both time and skill if it is to give of its best.* It is, indeed, hard to think of any consumer product that inspires such low expectations. *When a piece of software works as intended, it is time to open the champagne.* In the office the liberating effect of placing individually controlled computers on all desks is often undone by productivity-destroying crashes, confusing system upgrades and the chaos caused by no PC being the same as another.

The Economist, September 12th-18th 1998, p.16.

• THE FUTURE OF COMPUTING: After the PC, ... which has been king

Precisely when the PC appears to have reached its apogee, its days of greatness look numbered.

Nor is this just the wishful thinking of those companies eager to dance on the grave of the "Wintel" monopoly. IDC, a forecaster of computing trends, recently issued a report entitled: "The end of the PC-centric era". The high-tech consultancy Forrester Research has similarly declared the PC era to be "winding down". Even Bill Gates has expressed the fear that the PC might "suffer the death of a thousand cuts".

Users are not about to desert the PC altogether. But many will find that their computing needs are better met by specialised devices and appliances that take advantage of Internet standards, the Java programming language and lots of cheap processing power. These appliances will offer the reliability and ease of use that PCs have failed to provide. They will offer access to the Internet or connection to a firm's wide area network (WAN). Many will use broadband wireless to provide mobile connectivity. They will take a variety of forms: television set-top boxes, fixed-screen telephones, smart mobile phones, hand-held computers, personal digital assistants (PDAS) and network computers (NCS).

From almost nothing, IDCS predicts that the sale of such appliances will nearly match that of PCs in 2002 and thereafter greatly exceed them. From that point on, Forrester expects the PC to go into gentle, absolute decline. IBM, a likely beneficiary thanks to its expertise in computer networks and its big mainframe servers, calls the dawning new era "pervasive computing". That is to say, computing that can take place anywhere, any time.

The Economist, September 12th-18th 1998, p.68.

• COMPUTING WITH DNA: A New Field Emerges

The manipulation of DNA to solve mathematical problems is redefining what is meant by "computation". It is clear that molecular computers have many attractive properties. They provide extremely dense information storage. For example, *one gram of DNA, which when dry would occupy a volume of approximately one cubic centimeter, can store as much information as approximately one trillion CDs.* They provide enormous parallelism. Even in the tiny experiment carried out in one fiftieth of a teaspoon of solution, approximately 10^{14} DNA flight numbers were simultaneously concatenated in about one second. It is not clear whether the fastest supercomputer available today could accomplish such a task so quickly.

Molecular computers also have the potential for extraordinary energy efficiency. *In principle, one joule is sufficient for approximately* $2 * 10^{19}$ *ligation operations. This is remarkable considering that the second law of thermodynamics dictates a theoretical maximum of* $34 * 10^{19}$ *(irreversible) operations per joule (at room temperature).* Existing supercomputers are far less efficient, executing at most 10^9 operations per joule. Huge financial and intellectual investments over half a century have made electronic computers the marvels of our age – they will be hard to beat.

SCIENTIFIC AMERICAN, August 1998, p.41.

• RURAL RETREAT

Equal access to equal service at equal prices. That ideal has shaped U.S. telecommunications policy for more than 60 years, and it has driven the creation of a string of federal subsidies and loan programs aimed at addressing the stark difference between the cost of delivering service to rural and urban customers. *It's an ideal that's never been fully realised, but it's one that has helped the United States achieve one of the world's highest telephone penetration rates.*

tele.com, June 1998, p.59.

• CONVERGENCE COUNCIL

Failure to provide general access to advanced communications threatens more than the prosperity of individuals, Vice President Al Gore said during an interactive video-conference last month at a conference addressing technology's role in business development for urban and rural areas.

Inadequate access threatens the nation's economic security, he warned. "All students and workers must have access to high-quality education and training programs to ensure our competitiveness as a nation 21st century". Unfortunately, Gore stressed, guaranteeing widespread access won't be easy. "Change is a constant in this new technology-driven economy," he said, "which is putting new demands on communities and workers to keep pace".

tele.com, August 1998, p.12.

• BANDWIDTH BARONS

Five new carriers claim they can put an end to the U.S. capacity crunch: Frontier, IXC, Level 3, Qwest, and The Williams Companies. *These newcomers boast that simply lighting their spare dark fiber would give them more bandwidth than the Big 3's domestic backbones.* And those reserves are behind the deep discounts they're promoting half the price charged by incumbent carriers on some fat pipes.

Data Communications International, July 1998, p.44.

• THE LIGHT AT THE OF THE TUNNEL

As local service providers start to deploy DWDM, an era of all-optical transport is starting to come into focus.

It appears that all the Manhattan Project-like energies now being poured into all-optical networking will yield real DWDM products that match the complexities of metropolitan networking over the next 12 months. If Cisco's arguments hold sway, such products will prove essential, not optional, in that time frame. With IP traffic doubling every six months and IP – only competitors targeting incumbents' most lucrative corporate customer growth, *carriers must be in position not only to build capacity fast – unencumbered by Sonet costs or technical limitations – but also to launch new services like gigabit Ethernet intranets virtually overnight. WDM, which can be installed in a matter of several days, now looks to be an ideal solution to that dilemma.*

tele.com, June 1998, p.112.

• LAST ON LINE

Supplying basic communications services to the millions of Americans who still don't have them is more formidable than it seems. It is also more important. *Understanding information technology will be as critical in the next decade as having a high school diploma is today. Those without it will simply be left behind-socially and economically.*

The split between the information technology haves and have-nots is already under way, as the under-served in inner cities and rural America try desperately to keep pace with the rest of the nation.

tele.com, August 1998, p.51.

• TO HAVE AND HAVE NOT

Never is the power of information technology more evident than when it is withheld. *As today's information economy emerges, it is creating a "digital divide" between rich and poor.* For the well-off, information technology promises an even better, richer life. The wealthy, after all, have ready access to personal computers at work, faxes at home, Internet connections for the kids, laptops-all designed to make them work better and live smarter. But for millions of poor Americans, mostly in urban communities, *technology is actually putting greater distance between the rich and poor, the technology "haves" and "have-nots".* Without network access or computer training, the poor are presented with yet a barrier to improving their lot in life.

tele.com, August 1998, p.53.

• BATTLE OF BIG GATEWAYS TO THE WEB

Telecom Italia unveiled a partnership with Walt Disney in May that involves *content-sharing, promotions, interactive games and chat rooms. "Very clearly, the telcos are more deeply entrenched than in the U.S. in the sense that they made strong content plays earlier"*, says Yahoo. "They are our biggest competitors and biggest potential partners". Yahoo should know. It operates one of the nine portal sites that have come to dominate the U.S. Internet and market over the past two years. The other leaders are: Alta Vista, AOL, Excite, Infoseek, Lycos, Microsoft, Netscape, and Snap.

In the U.S., Internet ad revenue will total $ 1.3 billion this year, predicts Forrester Research, 67% of that, or about $ 870 million will flow to the Big Nine portal sites. In 2003, total revenue will climb to $ 10.5 billion, with 30%, or about $ 3.1 billion, going to portal sites, the firm forecasts: *Five big gateway operators will survive in the market – with AOL, Yahoo and Microsoft on top.*

CONVERGENCE/WSJE, Number 3. 1998, p.21.

• STORM WARNING

Like a raging tornado, business on the Internet has already swept through some industries, demolishing the old rules of the game and transforming the commercial landscape in which they function. *But also like a tornado, the Internet revolution has so far been highly selective, shaking up some companies and industries, but leaving others untouched.*

United Airlines, Lufthansa, Time Warner, Viacom, BT, AA, HP, GM, BellSouth and Kroger have taken the top positions in our latest Global Internet 100 Survey. It reveals that one in three of the Top 100 now offer electronic ordering and payment.

Information Strategy, June 1998, p.22.

• GIGABIT ETHERNET HITS THE TRACK

Enterprise LAN technology motors into the public network, giving ATM a ride for its money...

Move over ATM and Sonet: Gigabit Ethernet soon may invade a service provider network near you. Several service providers, most of them Internet providers, have begun evaluating gigabit Ethernet for use in the local – and metropolitan – area sections of their networks.

tele. com, August 1998, p.22.

• TCI's MARRIAGE OF CONVENIENCE

TCI's pending sale to AT&T may look like another bold move by TCI to foist convergence upon the heel-dragging telephone and cable industries. But it's much less and much more than that. The sale represents the cable industry's concession that they can't make the leap into the next generation of networks and services alone. It's not just a question of money, though with $ 11 billion in debt, TCI could certainly benefit from AT&T's far more positive balance sheet. *Cable companies like TCI are turning to the telecom market because they lack the expertise to build and operate the kinds of networks they need to grow.*

tele. com, August 1998, p.24.

• IF IT'S NOT ONE THING, IT'S ANOTHER

Before carriers can begin large-scale DSL rollouts, they need systems for provisioning and management...

When it comes to the new high-speed data services known as digital subscriber line (DSL), the false starts have been outnumbered only by the new hurdles. As the industry continues to work on already well-publicised challenges like overcoming the technology's distance limitations, dealing with troublesome old copper lines, and simplifying home installations, an even larger hurdle now looms: *There's no ready way to handle the network management, operations, and provisioning of large-scale DSL deployments.*

tele.com, August 1998, p.32.

• ONE NUMBER IS ALL YOU NEED

Fixed and mobile communications converge in Europe

Belgacom is closing the gap between fixed and mobile telephony in Belgium – and helping its customers more efficiently juggle their complex voice communications needs. Gone are the days of remembering multiple telephone numbers for each friend, family member and business colleague. Today, one number conveniently accesses the customers" fixed-line, GSM phone and voice mail service, automatically reaching them no matter where they are.

Belgacom, the former PTT, has just launched a technical pilot for its new service called Duet, which targets the 1 million Belgians that are currently GSM users.

Communicate, September 1998, p.34.

• THE SHAPE OF LIGHT

With the runaway success of wavelength-division multiplexing (WDM), network service providers have become accustomed to going faster than the speed of light. Now they must get used to the shape of things to come. The power of optical communications is overtaking mere improvements in speed or capacity. *Advances in WDM and related technologies now promise to overhaul the fundamental design of today's networks.* This is no optical illusion, though much of it is still only a glimmer on the horizon. *This is the gradual transformation of the network from all-electronic to all-optical. Cutting out the electronics will simplify today's complex network architectures.*

tele.com, August 1998, p.79.

• CONNECT THE DOTS

BT builds a high-bandwidth Pan-European network

In a simple, yet strong, strategy of connect the dots, *BT will link the networks of its European partners to build one of the highest capacity Pan-European networks to meet the ever-growing demand for high-speed data services.*

Using network design, equipment and installation from Northern Telecom, BT will unite its joint-venture partner networks – Albacom in Italy, BT Belgium, Cegetel is France, Sunrise is Switzerland, Telfort in Holland and Viag Interkom in Germany – in an effort to gain significant ground in the European data services market.

BT's Pan-European network is one of several high-capacity fiber optic networks that are being planned or installed in Europe, including World Com's Ulysses network, which began offering services in July. What some in the industry are calling a fiber buildout boom *in Europe is indicative of the world-wide trend in increasing data traffic.* "*This data wave is starting to hit Europe*", explains Dr. Barry Flanigan, a consultant with U.K.-based Ovum. "*So of the carriers are faced now with having to upgrade and future-proof their networks.*"

GLOBAL Telephony, September 1998, p.10.

• THE BIG SQUEEZE

Force-feeding data to the mobile world. What happens in the wired world is eventually replicated in the wireless world. And the next big thing in the wired world is data traffic...

Mobile data has two solid attractions for the network operator community. First, it increases traffic volumes – and not merely by the simple multiplication of numbers of calls. In a presentation prepared for the IBC GSM 1800 Summit held at the end of June in Rome, Fadi Pharaon, manager of product marketing for wireless data at Ericsson Radio Systems, suggested that *the average data call lasts three to six times longer than the average voice call.*

This, too, is the experience of operators such as Cellnet. "Customers are making more and more calls for data now that is has been made easier," says Short. "Specifically, it may not be a high percentage of customer numbers, but those customers that are using data are the heavy hitters". Pharaon also remarked that *a mobile subscriber with a data subscription tends to generate more voice traffic than one with only a voice subscription.*

The second advantage is that value-added service offerings, such as *the various forms of data, provide the potential for operators to differentiate themselves in the marketplace* and retain what, in more mature mobile markets, can be a highly fickle customer base.

"As competition reduces the basic cost of service to a minimum, and coverage is near ubiquitous for all operators, customers choose between operators on the basis of the value-added services they can provide", observed Logica's Duffey. "At this point, value-added services start to become so important that they force mobile operators to re-evaluate the core proposition that they are offering to customers".

GLOBAL Telephony, September 1998, p.30.

• E-COMMERCE PUMP UP ECONOMY

Forecast for E-commerce in 2002: $ 349 BILLION

Reduced cost of implementing E-commerce (as a share of sales): *5% TO 10%*. Net gain in economic output: *$ 10 billion to $ 20 billion.*

NET FACTs

/Business will exchange an estimated *$ 17 billion* in goods and services *this year* over the Net. By *2002*, that's expected to top *$ 327 billion*, says Forrester Research Inc.

/Networking giant *Cisco Systems* books *$ 11 million in orders per day* from resellers, or around *$ 4 billion per year*, on its Web site. The company figures that *saved $ 363 million* distribution, marketing costs last year.

/*General Electric* says that purchasing over the Internet will save $ 500 million over the next three years.

/Software lets*Texas Instruments fill 60,000 orders a month* for 45,000 kinds of devices, meeting deadlines 95% of time.

/59% of companies online say *cutting out* the *middleman* is a *benefit*, says a BUSINESS WEEK/Harris Poll.

/More than *80%* of companies say *security is the leading barrier* to expanding electronic links with customers.

/Offline sales of goods and services worth *$ 4.2 billion* were affected by online data in 1997, says Cyber Dialogue/Find SVP.

/Companies may invest *$ 23.6 billion by 2002* to upgrade their E-commerce systems, according to ActivMedia.

Business Week, June 22, 1998, Annual Report on IT

• ALWAYS ON/DYNAMIC ISDN: The New Access Pipe?

Always On/Dynamic ISDN could one of the hottest services to hit the Internet and remote access market.

With, always on/dynamic ISDN (AO/DI), regional Bell operating companies (RBOCs), Internet service providers (ISPs), and subscribers now have a reason *to look at ISDN as caviar*, and they will get it for a bargain in the process.

The real speed of ISDN is not just in the data throughput, it is in the lightening-fast call set-up time... The major components of AO/DI-X.25 network, ubiquitous ISDN, standards for bundling the B-channels of ISDN (AO/DI), and switches capable of supporting D-channel X.25 calls – are all ready today, whereas *xDSL ad 56k analogue modems still have inherent problems that will delay their widespread deployment for several years.*

Telecommunications, June 1998, p.66.

• ATM NET MANAGEMENT: Missing Pieces

Managing ATM means knowing what to look for. Too bad the right tools can be hard to find...

Speed, Capacity, Quality of Service. Mention those three things and it's a safe bet that ATM is the subject. What doesn't come up when the conversation turns to ATM is the missing ingredient: management. The problem is a simple one: *Many of today's management systems were developed for non-ATM networks. What's more, standards for ATM management are still relatively new and incomplete.* That's prompted vendors to add proprietary extensions to their management agents – so many extensions that managing a mixed-vendor net from one console is next to impossible. As for viewing ATM and non-ATM networks from the same management console, well, *that's more wish than reality.*

Data Communications International, May 1998, p.143.

• LIFE'S A GLITCH, AND THEN YOU DIE

Error messages are not at all funny when the equipment in question is being used in telemedicine. They can, quite literally, be a matter of life and death. Yet the interaction between healthcare and IT and network technology is with us to stay. As the relationship becomes more fundamental, so do the political, economic and ethical issues involved...

The term *'mission critical'* takes on a new meaning when describing circuits and related technology used for telemedicine. If the more futuristic scenarios are to be believed, at some point in the future, surgeons on one continent will be performing critical operations with patients on another. *In such situations, an electronic voice speaking the words "sorry, there is a fault" may be the last thing a patient hears...*

Public Network, July/August 1998, p.22.

• CONTENT TO BE A CARRIER?

Competition and new technologies in the telecommunications market are forcing European incumbent operators to find new ways of making money from their networks. No longer happy with just providing transmission, many operators are adding value by providing their own content.

Incumbent telecomms operators throughout Europe face a dilemma: how to stay competitive in a market where revenues from traditional business (carrying telephone calls) are increasingly being eroded? The convergence of telecomms with computers over the digital platform, combined with new fibre-optic infrastructure and competition have been bringing the cost of transmission down hugely recent years. In response to this relentless attack by this new breed of entrepreneurial company, the telcos are beginning to fight back. They have decided that if there is a shrinking pool of money to be made by the *carriage* of information – since there always seems to be someone who can do it for less – then perhaps they should get into the high-growth business of *content provision.* A simple example illustrates the issue. A telephone company charges a news organisation US$ 500 per month to pipe its information directly to an investment bank. But that news organisation charges the bank US$ 5,000 per month. *Without the telephone company, the news organisation could not offer its service, and yet the deal is split 90-10% in favour of the news service. And since the price* for that information could easily reach US$ 50,000, the *split could be 99-1%.*

Public Network, July/August 1998, p.33.

• THE DREAM OF GLOBAL SERVICE

With increasing liberalisation and technological break-through, the market for global telecomms services is booming. Frame relay, outsourcing, intranets - it seems that there is no limit to the type of service available, and no restriction on the type of company offering them. Yet are these services more fact than fiction, and can telecomms companies really please all of the people, all of the time, all over the world?

The market for global telecomms services can only expand over the next five years. Increasing competition in the industry will encourage customer demand for seamless global communications. Technological advances – both in the sophistication of network architecture and the type of services available – will enable ubiquitous access to communications networks. It is difficult to sidestep the marketing hype when choosing a global telecomms service provider. *While these projections may not all be fantasy, however, they are still far from reality – at least for the present.* This has not stopped global services from becoming one of the staple ambitions for many telcos, with a few already claiming that they can offer services on a *near-universal* basis.

Public Network, July/August 1998, p.44.

KIS NEMLINEARITÁSÚ, SZÉLES SÁVÚ ERŐSÍTŐK TERVEZÉSE

LADVÁNSZKY JÁNOS

TÁVKÖZLÉSI INNOVÁCIÓS RT.,
1142 BUDAPEST, UNGVÁR U. 64-66.
E-MAIL: LADVAN@TKI.HU

Összefüggést állapítunk meg a karakterisztika nemlinearitása és az erősítés-sávszélesség szorzat csökkenése között. A nemlineáris elemet hatványfüggvénnyel modellezzük. A teljesítmény-illesztés egyik feltételének teljesítéséhez a terhelés karakterisztikájának folytonossága, ehhez pedig a harmadfokú tag együtthatójának pozitív volta szükséges. Ha a harmadfokú tag együtthatója pozitív, akkor az erősítés-sávszélesség szorzat csökken. Exponenciális karakterisztika harmadfokú sorfejtéssel történő közelítése esetén ez a csökkenés 20%-os is lehet.

1. BEVEZETÉS

Elosztott paraméterű, MESFET erősítőn végzett méréseink során [4] a következőt tapasztaltuk: Az erősítés-sávszélesség szorzat kisebb volt a számítottnál, még számos, az elosztott paraméterű csatolóhálózatban fellépő diszkontinuitás precíz figyelembe vétele után is. Arra a feltételezésre jutottunk, hogy ezt esetleg az alkalmazott aktív eszközben fellépő nemlinearitások okozzák [4]. Ennek a dolgozatnak a célja az említett feltevés bizonyítása az áramkörelmélet módszereivel.

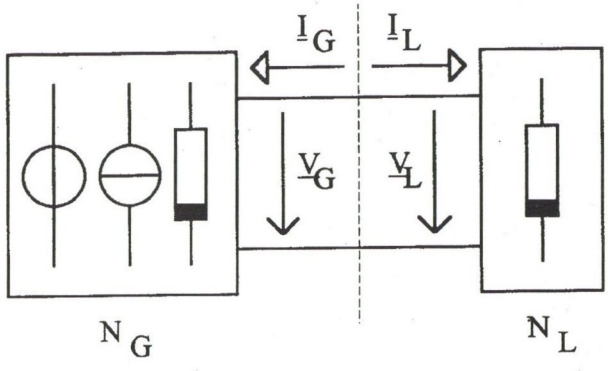
Megmutatjuk, hogy a nemlinearitásnak az erősítés-sávszélesség szorzat csökkentésében megnyilvánuló hatása már kis nemlinearitású egykapu teljesítményillesztése során is felmerül. Ezért a generátort Norton helyettesítő áramkörével modellezzük, melyben a nemlineáris elem karakterisztikáját hatványfüggvénnyel írjuk le. A 2. fejezetben megmutatjuk, hogy a karakterisztika folytonossága a Norton-ekvivalens létezésének szükséges feltétele. A 3. fejezetben ennek a feltételnek a következményeit vizsgáljuk meg harmadfokú karakterisztikával modellezett generátor esetén. A 4. fejezetben kaszkád kapcsolás teljesítményillesztését mutatjuk be. Az 5. fejezetben a harmadfokú, a megadott feltételeknek eleget tevő nemlinearitásnak az erősítés-sávszélesség szorzatra gyakorolt hatását vizsgáljuk. A dolgozat az elért eredmények összegzésével zárul.

2. A TELJESÍTMÉNY-ILLESZTETT TERHELÉS KARAKTERISZTIKÁJÁNAK FOLYTONOSSÁGA

Adott az 1. ábrán N_G-vel jelölt n-kapu, amely független forrásokat és nemlineáris ellenállásokat tartalmaz. Keressük annak az N_L nemlineáris, rezisztív n-kapunak a karakterisztikáját, amely maximális teljesítményt disszipál az N_G n-kaput alkotó független feszültség- és áramforrások tetszőleges feszültsége, illetve árama esetén.

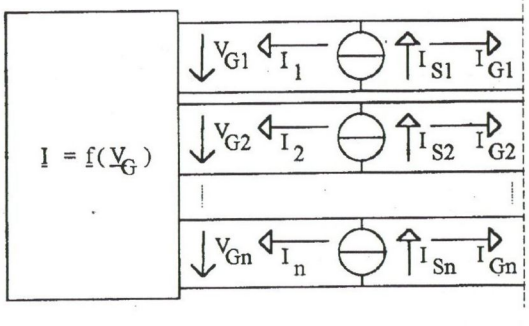
A megoldást a nemlineáris, rezisztív maximális teljesítmény tétel [2] kiterjesztése [3] adja meg:

1. tétel: Az A1-A5 feltételek akkor és csak akkor állnak fenn, ha az N_L hálózat a P1-P5 tulajdonságokkal rendelkezik.



1. ábra. Nemlineáris, rezisztív generátorok teljesítmény-illesztésének problémája

A1: A generátor a 2. ábrán látható módon modellezhető: $\underline{I} = \underline{f}(\underline{V}_G)$ karakterisztikájú nemlineáris, rezisztív sokkapuból és független áramforrásokból áll. Az aláhúzás oszlopmátrixot jelöl.



2. ábra. A generátor Norton helyettesítő áramköre

A2: A generátor-konduktancia $\underline{f}()$ karakterisztikája mindenütt folytonosan differenciálható.

A3: A $\underline{h}(\underline{V})$ függvény szigorúan monoton növekvő:

$$[\underline{h}(\underline{V}_1) - \underline{h}(\underline{V}_2)](\underline{V}_1 - \underline{V}_2) > 0 \qquad (1)$$

bármely $\underline{V}_1$ és $\underline{V}_2$ esetén, ahol

$$\underline{h}(\underline{V}_G) = \underline{f}(\underline{V}_G) + \mathbf{J}_f^T(\underline{V}_G)\underline{V}_G \qquad (2)$$

és $\mathbf{J}_f(\underline{V}_G)$ az $\underline{f}()$ függvény Jakobi mátrixának $\underline{V}_G$ helyen felvett értékét jelöli, T transzponálást jelöl.

A4: A $\underline{h}()$ függvény olyan, hogy bármely $\underline{h}$ értékhez tartozik legalább egy $\underline{V}$, melyre $\underline{h} = \underline{h}(\underline{V})$ (szürjekció [1]).

A5: A terhelés $\underline{I}_L = \underline{g}(\underline{V}_L)$ karakterisztikája

$$\underline{g}(\underline{V}_L) = \mathbf{J}_f^T(\underline{V}_L)\underline{V}_L \tag{3}$$

P1: Az áramforrások $\underline{I}_S$ áramának tetszőleges értéke mellett létezik legalább egy munkapont.

P2: Csak egy munkapont létezik.

P3: Ebben a munkapontban a generátor a lehetséges legnagyobb teljesítményt adja le.

P4: A $\underline{g}()$ karakterisztika folytonos.

P5: Ha a generátor és a terhelés összekapcsolását megszakítjuk, akkor a terhelés $\underline{I}_L$ árama és $\underline{V}_L$ feszültsége nem függ a generátor egyetlen P_k paraméterétől sem:

$$\frac{\partial \underline{I}_L}{\partial P_k} = \underline{0}, \quad \frac{\partial \underline{V}_L}{\partial P_k} = \underline{0}, \quad k = 1, 2, \ldots n_p \tag{4}$$

ahol n_p a paraméterek száma.

A bizonyítás vázlatát a 3. ábra mutatja.

Elégségesség		Szükségesség	
A1, A5, A4	→ P1	P5, P3	→ A1
A3, P1	→ P2	P1, P2, P3	→ A3
P1, A3, A5	→ P3	P1	→ A4
A2, A5	→ P4	P3, A1, P4	→ A5
A5	→ P5	P4, A5	→ A2

3. ábra. Az 1. tétel bizonyításának vázlata

További vizsgálatainkhoz a P4 tulajdonságot kiemeljük és számítógépes szimulációval tanulmányozzuk. A teljesítmény-maximálást az alábbi egyenlettel fejezzük ki, egykapu esetén:

$$I_S - h(V) = 0 \tag{5}$$

A P2 tulajdonsággal ellentétben most megengedjük, hogy az (5) egyenletnek több megoldása legyen. Feltételezve, hogy a megoldások száma véges, meg tudjuk találni azt a megoldást, amelyhez a terhelés legnagyobb teljesítménye tartozik. Alkalmazzuk ezt az algoritmust Wyatt és Chua példájára [2]:

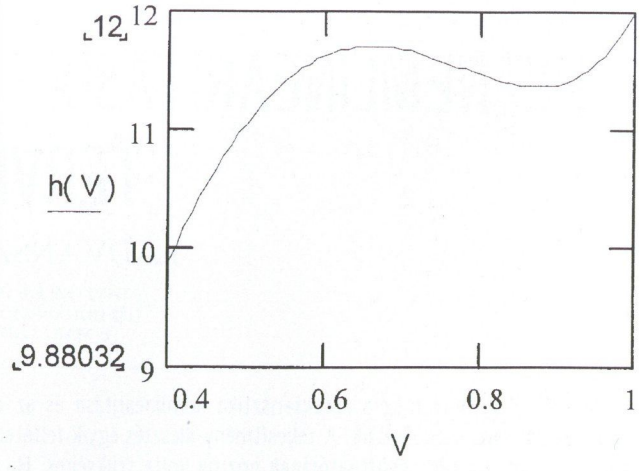
$$f(V_G) = 3V_G^5 - 9V_G^3 + 15V_G \tag{6}$$

Ebben az esetben a h(V) függvény nem monoton (4. ábra).

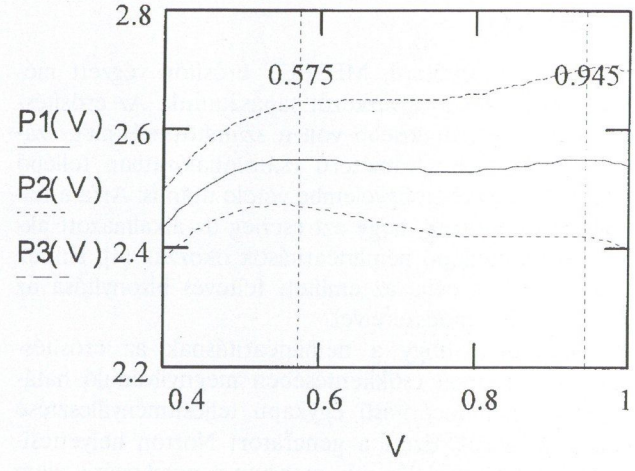
Ezért az (5) egyenletnek több megoldása is lehet, és a generátor teljesítménye több feszültségértéknél is szélsőértéket vehet fel.

Az 5. árán az $I_S = 11,4A$; $11,54A$; és $11,7A$ forrásáramokhoz tartozó görbéket tüntettük fel.

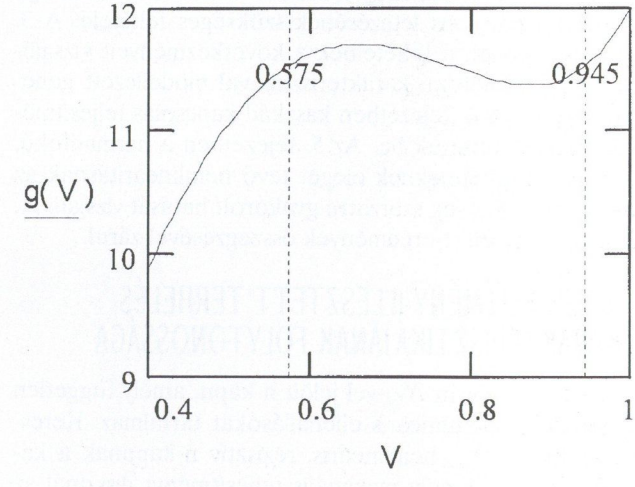
Az A3 feltétel megsértése azt eredményezte, hogy a maximális teljesítményű terhelés karakterisztikája nem folytonos (a 6. ábra bal oldali szaggatott vonaltól balra és a jobb oldali szaggatott vonaltól jobbra eső része).



4. ábra



5. ábra



6. ábra

A maximális teljesítményű terhelés ebben az esetben is létezik, mivel a terhelés karakterisztikája a fenti algoritmus alkalmazásával megszerkeszthető. A szerkesztés menete a következő. Adott forrásáramhoz meghatározzuk a teljesítmény feszültségfüggését, és megkeressük a teljesítmény maximumaihoz tartozó V_G értékeket. Kiválasztjuk ezek közül azt, amelyik a legnagyobb teljesítményhez tartozik és ugyanennyi a terhelés feszültsége is. A forrásáram

ismeretében a $g(V) = I_S - f(V)$ egyenletből kiszámítjuk a terhelés áramát. Ezzel ismerjük a terhelés karakterisztikájának egy pontját. Az eljárást a forrásáram több értékére megismételjük.

Arra következtethetnénk, hogy a maximális teljesítményű terhelés az A1-A5 feltételeknél általánosabb feltételek mellett is létezik. Azonban szakadásos karakterisztikájú vezetést nem tudunk megvalósítani, ezért a terhelés karakterisztikájának folytonossága (P4) és a $h()$ függvény szigorú monotonicitása (A3) a gyakorlattal összhangban lévő feltételek.

3. HARMADFOKÚ NEMLINEARITÁS TELJESÍTMÉNY-ILLESZTÉSE

Alkalmazzuk az 1. tételt egy, Norton ekvivalenssel modellezhető generátorra, melynek vezetése

$$f(v) = a_0 + a_1 v + a_2 v^2 + a_3 v^3 \tag{7}$$

A (3), (7) és (2) egyenletek alapján

$$g(v) = a_1 v + 2a_2 v^2 + 3a_3 v^3 \tag{8}$$

$$h(v) = a_0 + 2a_1 v + 3a_2 v^2 + 4a_3 v^3 \tag{9}$$

A $h(V)$ függvény szigorú monotonicitásának elégséges feltétele a következő:

$$a_3 > 0,\ 2a_1 - \frac{3}{4}\frac{a_2^2}{4a_3} > 0 \tag{10}$$

Legyen a generátor árama szinuszos:

$$i_S = I)s\cos(\omega t) \tag{11}$$

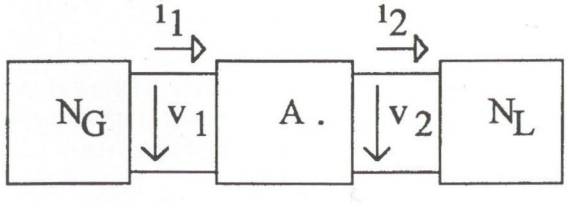
A feszültség első harmonikusát $V_1 \cos(\omega t)$ alakban keresve, az (5) és (11) egyenletek alapján

$$\frac{V_1}{I_s} = \frac{1}{2a_1 + 3a_3 V_1^2} \tag{12}$$

A (10) és (12) összefüggések alapján látható, hogy a hálózat áram-feszültség transzfer függvényének (amely itt az impedanciával esik egybe) az abszolút értékét a nemlinearitás megjelenése csökkenti. Exponenciális nemlinearitás harmadfokú sorfejtése esetén $a_1 = 1$, $a_3 = 1/6$, így $V_1 = 1$ volt esetén $V_1/I_s = 2/5$. Ez a lineáris generátorhoz tartozó 1/2-es értékhez képest 20%-os csökkenést jelent. A másodrendű nemlinearitás a transzfer függvény abszolút értékét nem befolyásolja.

Ebben az esetben az erősítés-sávszélesség szorzat végtelen. Ezért az erősítés-sávszélesség szorzat vizsgálatához az áramkört memóriás elemmel kell kibővíteni.

4. TELJESÍTMÉNY-MAXIMÁLÁS PERIODIKUS GERJESZTETT KASZKÁD KAPCSOLÁSOK ESETÉN



7. ábra. A vizsgált kaszkád kapcsolás

Kérdések:

- Mi annak a feltétele, hogy a 7. ábrán látható áramkörben a terhelésen maximális teljesítmény disszipálódjon?
- Alkalmazható-e az ábrán látható kapcsolásra az 1. tétel?

A feszültségeket és az áramokat periodikusnak tételezzük fel:

$$i_r = \sum_{q=0}^{m} I_{rq} \cos(m\omega t - \varphi_q) \tag{13}$$

$$v_r = \sum_{q=0}^{m} V_{rq} \cos(m\omega t - \varphi_q) \tag{14}$$

ahol $r = 1, 2$, és m a harmonikusok száma. Az átlagteljesítményeket vizsgáljuk

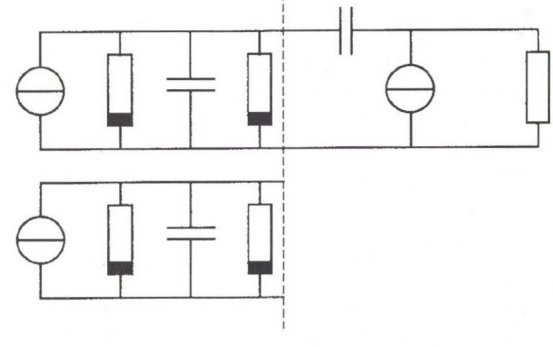
$$P_r = \frac{1}{T}\int_0^T i_r v) r dt \tag{15}$$

Ha P_S-sel jelöljük az erősítő aktív elemét tápláló egyenáramú generátor leadott teljesítményét, akkor

$$-P_1 + P_2 = P_S \tag{16}$$

Az aktív elem egyenáramú munkapontjának stabilizálásával elérjük, hogy P_S állandó legyen. Az adott referenciirányok mellett $P_r > 0$ és $P_2 > 0$. Az eddigiekből következik, hogy ha P_1 maximális, akkor P_2 is, és megfordítva, azaz a teljesítmény-maximálás a kaszkád kapcsolás bármelyik kapuján elvégezhető.

5. A NEMLINEARITÁS HATÁSA AZ ERŐSÍTÉS-SÁVSZÉLESSÉG SZORZATRA



8. ábra. Az erősítő modellje és a modellnek a számításunkban alkalmazott egyszerűsítése

Az eredményeket tranzisztoros erősítő 8. ábrán látható, egyszerűsített modelljére alkalmazzuk (az ábra alsó része). A vizsgált modellt leíró egyenlet a következő:

$$i_s = a_0 + 2a_1 v + 3a_2 v^2 + 4a_3 v^3 + C\frac{dv}{dt} \tag{17}$$

Első harmonikus közelítéssel élünk:

$$i_S = I_s \cos(\omega t - \varphi),\ v = V)1\cos(\omega t) \tag{18}$$

Rendezés után a következő egyenletet kapjuk:

$$I_S\sqrt{1 - \frac{\omega^2 C^2 V_1^2}{I_s^2}} = 2a_1 V_1 + 3a_3 V_1^3 \tag{19}$$

Sorfejtés alkalmazásával a feszültség-áram transzfer függvény alakja:

$$V_1]overI_s = \frac{1}{2a_1 + \frac{\omega^2 C^2 V_1}{2I_s} + 3a_3 V_1^2} \tag{20}$$

ahol

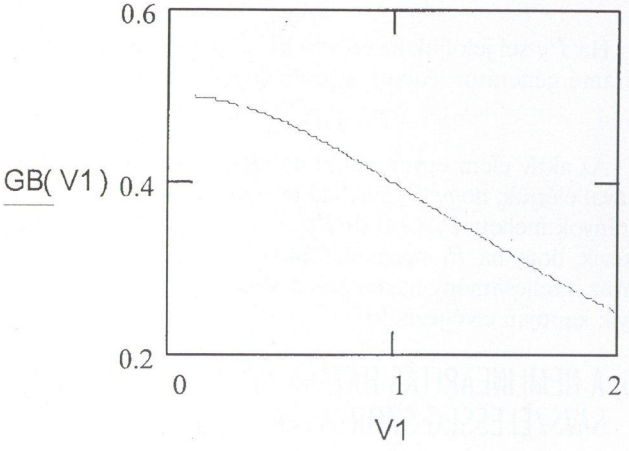
$$\frac{\omega^2 C^2 V_1^2}{I_s^2} << 1 \tag{21}$$

Az erősítés-sávszélesség szorzat a következő:

$$\int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{V_1}{I_s} d\omega = \frac{2I_s}{C^2 V_1} \frac{1}{a} \left[\mathrm{arctg} \left(\frac{\omega}{a} \right) \right]_{\omega_1}^{\omega)2} \tag{22}$$

$$a = \sqrt{\frac{2I_s}{C^2 V_1}(2a_1 + 3a_3 V_1^2)} \tag{23}$$

Az erősítés-sávszélesség szorzat (22) egyenlet szerinti kifejezésének megfelelő görbét a következő ábrán láthatjuk.



9. ábra. Az erősítés-sávszélesség szorzat feszültségfüggése $a_1 = 1$, $a_3 = 1/6$, $I_s = 1$, $(\omega_1 = 1$, $(\omega_2$, $C = 1$ esetén

Jól látható, hogy alacsony szintű gerjesztés mellett, amikor a nemlinearitások hatása még csak kis mértékben érvényesül, az erősítés-sávszélesség szorzat 1/2 értékhez tart. Elsőfokú közelítés alkalmazásával

$$\int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{V_1}{I_s} d\omega \approx \frac{\omega_2 - \omega_1}{2a_1 + 3a_3 V_1^2} \tag{24}$$

A (24) egyenletből azt olvashatjuk ki, hogy az erősítés-sávszélesség szorzat nagyságát a harmadfokú nemlinearitás korlátozza. Az előző fejezetben leírtak alapján $C = 0$ esetén az erősítés-sávszélesség szorzat végtelen, tehát az erősítés-sávszélesség szorzat felső korlátjának megjelenését a memóriás elem jelenléte okozza. A (12) és a (24) egyenletek összehasonlításából látjuk, hogy a vizsgált mennyiséget miért nevezzük erősítés-sávszélesség szorzatnak.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

A 3.-5. fejezetben leírtak alapján, mivel a mérésünk [4] és a számításunk eltérése az exponenciális nemlinearitás harmadfokú közelítésére kiszámított 20%-nál jóval kisebb, következtetni lehet arra, hogy az alkalmazott aktív eszköz csak igen kis mértékben tartalmaz harmadrendű nemlinearitást. Másodrendűt tartalmaz, mivel stabilizálatlan egyenáramú munkapont esetén megváltozik a munkapont a nagyfrekvenciás gerjesztés bekapcsolásakor. A (24) kifejezéssel becslést lehet adni az erősítés-sávszélesség szorzat csökkenésére.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A dolgozatot Dr. Baranyi Andrásra, tanítómesteremre és barátomra, a „Híradástechnika" c. folyóirat volt főszerkesztőjére emlékezve írtam, akivel együtt csaknem húsz évnyi kutatómunkát végeztünk a nemlineáris áramkörök témakörben. A kutatómunkához Tőle és másoktól kapott támogatásért is köszönetet mondok.

IRODALOM

[1] J. Dieudonné: "Foundations of the modern analysis", New York, London, Academic Press, 1969.

[2] J. L. Wyatt, L. O. Chua: "Nonlinear resistive maximum power theorem, with solar cell application", *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, pp. 824-828, November 1983.

[3] J. Ladvánszky: "On the extension of the nonlinear resistive maximum power theorem", *Proceedings of the ISCAS'86*, San José, California, USA, pp. 257-259, May 5-7, 1986.

[4] Baranyi A., Zólomy A., Ladvánszky J: „Elosztott paraméterű erősítő erősítés-sávszélesség szorzatának mérése", Megbeszélés. 1995.

[5] J. Ladvánszky: "Maximum power transfer in weakly non-linear circuits", *Proceedings of the ISCAS'88*, Espoo, Finland, pp. 2723-2726, June 7-9, 1988.

[6] J. Ladvánszky: "On the design of weakly non-linear broadband amplifiers", elfogadott poszter az NDES'98 szimpoziumon, Technical University of Budapest, 16-18 July, 1998.

ON THE DESIGN OF WEAKLY NON-LINEAR BROAD-BAND AMPLIFIERS

J. LADVÁNSZKY

INNOVATION COMPANY FOR TELECOM, TKI
H-1142 BUDAPEST, UNGVÁR U. 64-66.
E-MAIL: LADVAN@TKI.HU

We state that there is a relation between non-linearity of the characteristics and gain-bandwidth product of amplifiers. Nonlinear element is modelled by truncated power series. To meet the conditions of power matching, load characteristics has to be continuous, therefore coefficient of the third order term has to be positive. If coefficient of the third order term is positive, then gain-bandwidt product decreases. Utilising third order approximation of exponential characteristics, this decrease may be of 20%.

ADAPTÍV ÁLLAPOTVÁLTOZÓS SZABÁLYOZÓ ADAPTÍV MEGFIGYELŐVEL

ONÓDY PÉTER

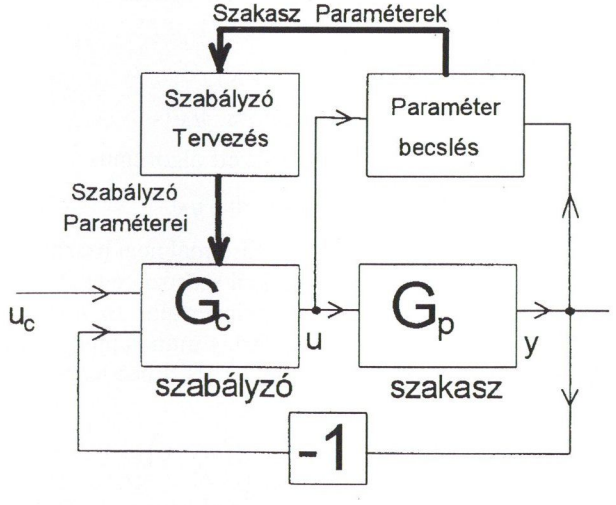
BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
ELMÉLETI VILLAMOSSÁGTAN TANSZÉK
1521 BUDAPEST

A cikkben megismerhetünk egy új redukált adaptív megfigyelőt egybemenetű egykimenetű rendszerekhez (SISO Single-Input Single-Output). Az adaptív megfigyelő, mivel nemcsak az állapotváltozókat becsli, hanem a szakasz paramétereit is, nemlineáris struktúrát eredményez, amely probléma két részre osztható. Az egyik az, hogy ha az adaptív megfigyelőt mint állapotváltozós rendszert tekintjük, akkor az állapotváltozói összeszorzódnak. A másik probléma az, hogy a paraméterbecslő eljárások miatt egy nemlineáris visszacsatolást is tartalmaz. Ezen problémák megoldására mutatunk be egy módszert SISO rendszerek esetére. A helyes működését egy adaptív állapotváltozós szabályozó szimulációs példáján keresztül is szemléltetem.

1. BEVEZETÉS

A mikroelektronika és a szabályozástechnika fejlődése következtében az adaptív szabályozás felhasználása napjainkban egyre nagyobb mértékben terjed az ipar számos területén. Ez a hagyományos szabályozókhoz képest nagyobb teljesítményű, bonyolultabb hardvert igényel, de ezen a DSP processzorok elterjedése és áruk rohamos csökkenése sokat javíthat.

Az egyik legismertebb típus a Self-tuning regulators (STR), melyben a belső szabályozókör egy általános lineáris szabályozóból és a szakaszból épül fel. A szabályozó paramétereit a külső kör határozza meg valamilyen tervezési eljárás segítségével, amely alapadatait egy rekurzív paraméterbecslő eljárás szolgáltatja. Ennek a módszernek az alapja egy feltételezés, a Certainty Equivalence Principle [1], miszerint a becsült paraméterekről feltehető, hogy megegyeznek a valóságosakkal – nem törődve a becslési eljárások bizonytalanságával –, és ezek alapján lehet tervezni a belső hurokban lévő szabályozót. Az ilyen szabályozási struktúrának lehet az egyik legfontosabb eleme az adaptív megfigyelő.



1. ábra. STR adaptív szabályozó blokkvázlata

Az adaptív szabályozási rendszer nemlineáris, ami az 1. ábra alapján könnyen belátható, többszörös visszacsatolásokat és nemlinearitást is tartalmaz. Ezért egy ilyen rendszer stabilitásának vizsgálata meglehetősen nehéz és csak speciális nagyon egyszerű paraméterbecslő eljárások esetén lehetséges, de ezen eljárások konvergenciája meglehetősen rossz.

1.1. Diszkrét állapotváltozós szabályozó problémái

Legyen a lineáris időinvariáns dinamikus rendszer folytonos és diszkrét állapotváltozós leírása, amely megfigyelhető és szabályozható egyben a következő alakúak:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B} & y &= \mathbf{c}^T\mathbf{x} \\ \mathbf{x}_{k+1} &= \mathbf{A}\mathbf{x}_k + \mathbf{b}u_k & y_k &= \mathbf{c}^T\mathbf{x}_k \end{aligned} \tag{1.1}$$

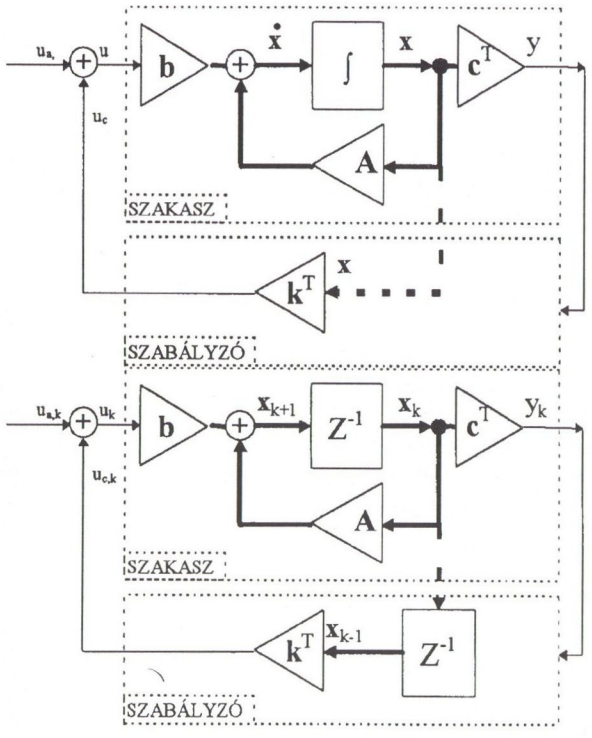
Ahol $\mathbf{x}$, $\mathbf{x}_k$ n-ed fokú állapotvektor u, u_k skalár input y, y_k skalár output az $\mathbf{A}$ állapotátmenet-mátrix $\mathbf{b}$,$\mathbf{c}$ vektor.

Amikor diszkrét állapotváltozós szabályozót akarunk készíteni egy igen fontos probléma merül fel, ami legtöbbször nem kap kellő hangsúlyt. A 2. ábrán láthatók a folytonos és diszkrét állapotváltozós szabályozó rendszer blokksémái. A Z^{-1}-gyel jelölt késleltetés a diszkrét szabályozóban és a szakaszban is megtalálható. A szabályozóban az $\mathbf{u}_{c,k}$ szabályozó jel kiszámolásához idő kell. Ez igen fontos, mert így a szabályozási kör nem ad olyan könnyen kezelhető képletet, mint amit a folytonos modell alapján kapunk.

$$\dot{\mathbf{x}}(\mathbf{A} - \mathbf{b}\mathbf{k}^T)\mathbf{x} + \mathbf{b}u_a \iff$$

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{x}_{k+1} + \mathbf{b}u_{a,k} - \mathbf{b}\mathbf{k}^T\mathbf{x}_{k-1} \tag{1.2}$$

Egy másik probléma, ami folytonos esetben is igaz, hogy az állapotváltozók a legtöbb esetben nem ismertek, nem mérhetők. Mint a későbbiekben látni fogjuk mindkét problémára a megfigyelő alkalmazása a megoldás, amivel előre megbecsülhetjük az állapotváltozók értékét.



2. ábra. Folytonos és diszkrét állapotváltozós szabályozó rendszer

1.2. Adaptív megfigyelő problémája

Az adaptív megfigyelő abban különbözik a normál megfigyelőktől, hogy nemcsak az állapotváltozókat becsli, hanem a szakasz paramétereit is, mely alapjában véve nemlineáris struktúrát eredményez.

$$\begin{cases} \hat{\mathbf{x}}_{k+1} = \mathbf{A}_k\hat{\mathbf{x}}_k + \mathbf{K}(y_k - \hat{y}_k) + \mathbf{B}_k\mathbf{u}_k \\ \hat{y}_k = \mathbf{C}\hat{\mathbf{x}}_k \\ \mathbf{A}_{k+1} = \mathbf{A}_k + f(y_k - \hat{y}_k) \\ \mathbf{B}_{k+1} = \mathbf{B}_k + f(y_k - \hat{y}_k) \end{cases} \tag{1.3}$$

Ahol $\mathbf{A}$ és $\mathbf{B}$ a szakasz becsült paraméterei, amit a kimeneti hiba $y_k - \hat{y}_k$ alapján szeretnénk változtatni, az $f(\cdot)$ a paraméterbecslést modellező bonyolult, idővariáns, egyes esetekben nem lineáris függvény (lásd (1.12)).

1. probléma: A $\hat{\mathbf{A}}_k$ elemeit felfoghatjuk úgy, hogy állapotváltozók, és így az (1.3)-ban az $\hat{\mathbf{A}}_k$ és az $\hat{\mathbf{x}}_k$ állapotváltozó szorzatba kerül.

2. probléma: Az $\mathbf{A}_k$ az $\hat{\mathbf{y}}_k$-n keresztül függ az $\hat{\mathbf{x}}_k$-től, amitől pedig az $\hat{\mathbf{y}}_k$ függ, így nemlineáris visszacsatoló hurok jön létre az $f(\cdot)$-en keresztül.

Egy ilyen rendszer stabilitásának vizsgálata csak speciális esetben lehetséges. Az irodalomban talált egyik megoldás a stabilitást úgy vizsgálja, hogy adott pontban linearizálja a megfigyelőt, és az így kapott lineáris rendszerről már egyszerűen eldönthető, hogy stabil vagy nem. Ezt kiterjesztett Kálmán-szűrőnek nevezik (Extended Kalman Filter) [2], [3]. Más megoldások Ljapunov-féle stabilitási kritérium felhasználásával próbálnak stabil megoldásokat találni [4]–[9].

A következőkben már csak az egybemenetű egykimenetű (SISO) rendszerekkel foglakozom.

1.3. Becsléselmélet

A paraméterbecslő eljárások az adaptív szabályozók legfontosabb elemei, ezzel biztosítható az alkalmazkodás tetszőleges szakaszhoz vagy a szakasz változásaihoz.

Least Squares (LS) paraméterbecslés

Ez az alapformula még Gausstól származik. Ő a bolygók mozgásának pontosabb megállapítására használta, de még máig is a becsléselmélet alapösszefüggése. Az általánosságtól eltekintve én most az ARMA folyamatok paramétereinek becslésére való használatát mutatom be [2]. Adott a következő ARMA folyamat differenciaegyenlettel.

$$\begin{aligned} y_k &= a_1 y_{k-1} + a_2 y_{k-2} + \cdots + a_n y_{k-n} + b_1 u \\ &- k - d_0 - 1 + b_2 u_{k-d_0-2} + \cdots + b_n u_{k-d_0-n} \end{aligned}$$

Ez vektoros formában egyszerűbben is felírható:

$$y_k = \varphi_k^T \theta_0 \tag{1.4}$$

ahol

$$\begin{aligned} \varphi_k^T &= [y_{k-1}\ y_{k-2}\ \cdots\ y_{k-n}\ u_{k-d_0-1}\ u_{k-d_0-2} \\ &\quad \cdots\ u_{k-d_0-n}] \\ \theta_0^T &= [a_1\ a_2\ \cdots\ a_n\ b_1\ b_2\ \cdots\ b_n] \end{aligned} \tag{1.5}$$

Legtöbbször a mérés zajjal terhelt, ami a következőképpen modellezhető:

$$y_k = \varphi_k^T \theta_0 + n_k \tag{1.6}$$

Az $n(k)$ zaj magában foglalja a mérésből és a nem modellezett jelenségből adódó zajnak tekinthető zavarokat stb.

A cél az, hogy a θ_k-t, a paraméterek becsült értékét úgy állapítsuk meg, hogy minimalizálja a következő kifejezést:

$$V_N = \sum_{k=0}^{N} (y_k - \varphi_k^T \theta_k)^2 \tag{1.7}$$

$$\theta_k^T = [\hat{a}_{1,k}\ \hat{a}_{2,k}\ \cdots\ \hat{a}_{n,k}\ \hat{b}_{1,k}\ \hat{b}_{2,k}\ \cdots\ \hat{b}_{n,k}] \tag{1.8}$$

Ezt felírhatjuk mátrixos formában:

$$\underline{\underline{V_N = (\mathbf{y}_N - \Phi_N^T\theta)^T(\mathbf{y}_N - \Phi_N^T\theta)}} \tag{1.9}$$

ahol

$$\begin{aligned} \Phi_N &= [\varphi_1 \vdots \cdots \vdots \varphi_N] \\ \mathbf{y}_N^T &= [y_1\ y_2\ cdots\ y_N] \end{aligned} \tag{1.10}$$

Minimalizálás után az LS-nek nevezett algoritmus:

$$\theta_N = (\Phi_N \Phi_N^T)^{-1} \Phi_N y_N \tag{1.11}$$

Ez a kifejezés real-time alkalmazásoknál nem használható, mert minden ciklusban össze kell szorozni egy $N \times n$ és egy $n \times N$ mátrixot és ezt meginvertálni. Ez azonban könnyen feloldható. Néhány átalakítás után kapjuk a gyakorlatban alkalmazható kifejezést, az RLS becslésnek nevezett módszert [18]:

$$\begin{aligned} \theta_k &= \theta_{k-1} + \mathbf{P}_k \varphi_k \{y_k - \varphi_k^T \theta_{k-1}\} \\ \mathbf{P}_k &= \mathbf{P}_{k-1} - \frac{\mathbf{P}_{k-1}\varphi_k\varphi_k^T\mathbf{P}_{k-1}}{1 + \varphi_k^T \mathbf{P}_{k-1}\varphi_k} \end{aligned} \tag{1.12}$$

LS, RLS becslés tulajdonságai

Az LS becslés zajos környezetben torzított, ami azt jelenti, hogy kis teljesítményű fehér zaj esetén is a becsült paraméterek jelentősen eltérnek a valóságos értékektől. Ez valamelyest csökkenthető pl. RIV (Recursive Instrumental Variable method) algoritmus segítségével.

Rekurzív becslő algoritmusok általános alakja

Az irodalomban igen sokféle algoritmus ismeretes a legkülönbözőbb elgondolásokból kiindulva (pl. Kálmán-szűrő mint paraméterbecslő, sztochasztikus approximáció, pszeudolineáris technika stb.). Alapvetően mégis egy általános struktúrával jellemezhetők [2]:

$$\theta_k = \theta_{k-1} + \lambda_k \mathbf{P}_k \eta_k \{y_k - \hat{y}_k\} \tag{1.13}$$

ahol λ_k; $\mathbf{P}_k$; η_k; $\hat{y}_k$ algoritmusfüggő.

1.4. Állapotváltozós szabályozók

Az állapotváltozós tervezés alapgondolata, hogy ha ismerjük (tudjuk mérni) a rendszer állapotváltozóit, akkor a rendszerről több információnk van, tehát biztos, hogy jobb szabályozót tudunk készíteni, mintha nem ismernénk [1].

Az állapotváltozók transzformálása

Azt szeretném megmutatni, hogy milyen hatással van a diff. egyenletrendszerre az, ha új állapotváltozókra térünk át a következő transzformációval [1]:

$$\mathbf{z} = \mathbf{T}\mathbf{x} \quad |\mathbf{T}| \neq 0 \qquad |\mathbf{A}| = \text{az } \mathbf{A} \text{ determinánsa} \tag{1.14}$$

Könnyen belátható, hogy az $\tilde{\mathbf{A}}$ sajátértékei nem változnak. Alkalmazva azt az ismert tételt, miszerint két mátrix szorzatának determinánsa a determinánsaik szorzata, azt kapjuk, hogy:

$$\begin{aligned} |\lambda\mathbf{E} - \tilde{\mathbf{A}}| &= |\lambda\mathbf{T}\mathbf{T}^{-1} - \mathbf{T}\mathbf{A}\mathbf{T}^{-1}| \\ &= |\mathbf{T}||\lambda\mathbf{E} - \mathbf{A}||\mathbf{T}^{-1}| = |\mathbf{E}||\lambda\mathbf{E} - \mathbf{A}| \end{aligned} \tag{1.15}$$

Kanonikus alakok

Mint ismeretes, egy n-ed rendű SISO rendszer jellemezhető $2n$ darab paraméterrel, ezért az állapotváltozós leírás $n^2 + 2n$ paramétere biztosan redundáns. Tehát kell lennie olyan transzformációnak, amely ezt a redundanciát megszünteti [1].

T: Megfigyelhetőség kanonikus alak

Ha egy rendszer megfigyelhető, akkor egy alkalmasan választott transzformációval a differenciálegyenlet a következő alakra hozható.

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_{k+1} &= \mathbf{T}\mathbf{A}\mathbf{T}^{-1}\mathbf{z}_k + \mathbf{T}\mathbf{b}u_k = \tilde{\mathbf{A}}\mathbf{z}_k + \tilde{\mathbf{b}}u_k \\ \mathbf{z}_{k+1} &= \left[\begin{array}{c|cccc} -a_1 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ -a_2 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & & \\ -a_{n-1} & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ \hline -a_0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{array}\right] \mathbf{z}_k + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \\ b_{n-1} \\ b_n \end{bmatrix} \\ y_k &= [1 \;\; 0 \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0]\mathbf{z}_k \end{aligned} \tag{1.16}$$

T: Vezérelhetőség kanonikus alak

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_{k+1} &= \left[\begin{array}{cccc|c} -a_1 & -a_2 & \cdots & -a_{n-1} & -a_n \\ \hline 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}\right] \mathbf{z}_k \\ &+ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u \\ y_k &= [h_1 \;\; h_2 \;\; h_3 \;\; \cdots \;\; h_n]\mathbf{z}_k \end{aligned} \tag{1.17}$$

Állapotváltozós pólusáthelyezés folytonos esetben

Ekkor a szabályozandó szakasz a következő differenciálegyenlettel írható le:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{b}u \qquad y = \mathbf{c}^T\mathbf{x} \tag{1.18}$$

Az alapjelet u_a-val jelölve a szabályozó egyenlet

$$u = -\mathbf{k}^T\mathbf{x} + u_a \tag{1.19}$$

Behelyettesítve ezt a (1.18)-ba, kapjuk a zárt kör egyenletét

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{b}(-\mathbf{k}^T\mathbf{x} + u_a) \\ \dot{\mathbf{x}} &= (\mathbf{A} - \mathbf{b}\mathbf{k}^T)x + \mathbf{b}u_a \end{aligned} \tag{1.20}$$

Ebből a pólusokat meghatározó karakterisztikus egyenlet:

$$D(\lambda) = |\lambda\mathbf{E} - (\mathbf{A} - \mathbf{b}^T\mathbf{k})| = 0 \tag{1.21}$$

Bizonyított, hogy $\mathbf{k}$ megválasztásával tetszőleges karakterisztikus egyenlet, póluskép megvalósítható (SISO rendszernél ez a kanonikus egyenletből (1.17) egyszerűen belátható) [11]. A feladat tehát az, hogy egy adott szakaszhoz találjunk olyan $\mathbf{k}$-t, hogy az eredő karakterisztikus egyenlet egy előre megadottal megegyező legyen.

Mintavételezett állapotváltozós szabályozó

Ebben a részben bemutatom, hogy milyen gondot okoz a folytonos esetről diszkrét esetre való áttérés. Ez fontos, mivel az eredő hálózat nem kauzális és így elvileg nem is használható.

Adott az előző szakaszban bemutatott szabályozó struktúra:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{b}u \\ u &= -\mathbf{k}^T\mathbf{x} \end{aligned} \tag{1.22}$$

amiről azt állítjuk, hogy akkor használható, ha a rendszer állapotváltozói ismertek (mérhetők). Most készítsük el a rendszer diszkrét modelljét.

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_{k+1} &= \mathbf{A}'\mathbf{x}_k + \mathbf{b}'u_k \\ u_k &= -\mathbf{k}'^T\mathbf{x}_k \end{aligned} \tag{1.23}$$

Behelyettesítve az u_k-t az állapotegyenletbe formailag ugyanazt a képletet kapjuk, mint folytonos esetben:

$$\mathbf{x}_{k+1} = (\mathbf{A}' - \mathbf{b}'\mathbf{k}^T)\mathbf{x}_k + \mathbf{b}'u_k \tag{1.24}$$

Problémát jelent a u_k létrehozása, mert az nem kauzális hálózatra vezet, ugyanis egyszerre kellene megmérni az állapotváltozókat, meghatározni u_k-t. Ennek egyik megoldása, hogy olyan nagy sebességgel mintavételezünk, hogy a folytonos esetet szinte pontosan modellezzük, tehát $\mathbf{x}_{k+1} \approx \mathbf{x}_k$ közelítéssel megjósoljuk az $\mathbf{x}_{k+1}$-et. Ezt, mint a következő fejezetben látni fogjuk, a megfigyelők felépítésüknél fogva megoldják. Ez az, amiért a diszkrét megvalósításokban a megfigyelők szerepe kiemelkedően fontos.

Az előzőekben megtudhattuk, hogyan lehet az állapotváltozók ismeretében a szabályozót megtervezni. A legtöbb esetben azonban az állapotváltozók nem mérhetők. Ha mégis használni szeretnénk ezen módszereket, akkor valamilyen módon rekonstruálni kell az állapotváltozók értékét.

Folytonos esetben a legegyszerűbbnek az tűnik, hogy a kimenő jelet differenciáljuk és ezen értékekből számoljuk az állapotváltozók értékeit. Ez nemcsak, hogy nem, megoldható (ideális differenciátor), hanem ha a kimenet egy kicsit is zajos, akkor azt a differenciátor kiemeli. Többszöri differenciálás után már csak a zajt kapjuk a tényleges értékek helyett. Diszkrét állapotváltozók még egyszerűbben különbségképzéssel meghatározhatók lennének a régi kimeneti értékekből, de a zaj ebben az esetben is kiemelődik.

A probléma megoldására a magyar *Kálmán Rudolf* dolgozta ki a róla elnevezett Kálmán szűrőt, amely végül is sokkal általánosabban használható, de én csak az állapotbecslésre vonatkozó alkalmazását emelném ki. Kálmán eredményeit *Luenberger*g fejlesztette tovább, redukálva a megfigyelő rendszámát.

Kálmán-szűrő

A megfigyelő (állapotbecslő) megvalósítására a legegyszerűbb megoldás az lenne, ha készítenénk egy a szakasszal megegyező modellt, amelynek állapotváltozóit ismerjük és ugyanazzal a gerjesztéssel gerjesztjük.

Tehát, ha a szakasz a (1.1) alakú, akkor a megfigyelőt is hasonló formában vegyük fel:

$$\hat{\mathbf{x}}_{k+1} = \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}_k + \mathbf{b}u_k \qquad (1.25)$$

Ez a módszer a kezdeti tranziensektől eltekintve elméletileg jól működik, mivel ha felírjuk a hiba differenciaegyenletét:

$$\mathbf{e}_k = \mathbf{x}_k - \hat{\mathbf{x}}_k \Longrightarrow \mathbf{e}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{e}_k, \qquad (1.26)$$

akkor ennek megoldása:

$$\mathbf{e}_k = \mathbf{A}^k\mathbf{e}_0 \qquad (1.27)$$

Ebből látszik, hogy a kezdeti értékekből adódó eltérés, $\mathbf{e}_0$ (ha $\mathbf{A}$ stabil) időállandóitól függően csökken.

A valóságban azonban sohasem biztosítható, hogy az együtthatók megegyezzenek. Ezért szükség van valamilyen visszacsatolásra, ami ezt az eltérést kompenzálni tudja.

$$\hat{\mathbf{x}}_{k+1} = \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}_k + \mathbf{k}_k(y_k - \hat{y}_k) + \mathbf{b}u_k \qquad (1.28)$$

A $\mathbf{k}_k$ erősítés vektor megválasztásával az előbb említett hibák tetszőleges mértékben csökkenthetők, de ennek határt szab a kimeneti értékek mérésének zaja. Minél gyorsabban és tökéletesebben követi a modell az eredeti szakasz állapotváltozóit, annál jobban követi az $\mathbf{y}$ mérési zaját is. Ebből következik, hogy $\mathbf{k}_k$-nak létezik optimális értéke. Ennek meghatározásához Kálmán ki is dolgozott egy módszert, de ez olyan adatokat igényel, amelyről általában nincs tudomásunk, vagy amelyek időben változnak, ezért gyakorlatban – főként adaptív esetben – használata nehézkes. Egyszerűbb esetben a $\mathbf{k}$-t induláskor úgy választják meg, hogy a kezdeti értékek eltérése gyorsan lecsengjen, majd az időállandókat megnövelik, hogy a a zajt csökkentsék.

Alakítsuk át a (1.28) egyenletet a következő alakra:

$$\hat{\mathbf{x}}_{k+1} = (\mathbf{A} - \mathbf{k}\mathbf{c}^T)\hat{\mathbf{x}}_k + \mathbf{k}\mathbf{c}^T\mathbf{x}_k + \mathbf{b}u_k \qquad (1.29)$$

minthogy

$$\mathbf{y}_k = \mathbf{C}\mathbf{x}_k \qquad \hat{\mathbf{y}}_k = \mathbf{C}\hat{\mathbf{x}}_k \qquad (1.30)$$

Az $(\mathbf{A} - \mathbf{k}\mathbf{c}^T)$ sajátértékei $\mathbf{k}$ megválasztásával tetszőlegesen változtathatók a megkívánt értékre, nagyon hasonlóan a szabályozó tervezésénél bemutatott módszerhez. A hiba következőképpen alakul: Az $(\mathbf{A} - \mathbf{k}\mathbf{c}^T)$ sajátértékei $\mathbf{k}$ megválasztásával tetszőlegesen változtathatók a megkívánt értékre, nagyon hasonlóan a szabályozó tervezésénél bemutatott módszerhez. A hiba következőképpen alakul:

$$\mathbf{e}_k = (\mathbf{A} - \mathbf{k}\mathbf{c}^T)^k\mathbf{e}_0 \ .$$

Redukált megfigyelő [10]

Tovább tanulmányozva a megfigyelő struktúráját, felismerhető, hogy redundanciával rendelkezik, mivel azokat az állapotváltozókat is becsli, melyek mérhetőek. Tehát feltételezhető, hogy egy jóval kisebb rendszámú megfigyelő is elegendő [11].

Vegyük fel a szakaszmodellt úgy, hogy a mért $\mathbf{y}$ értékek egy-egy állapotváltozónak feleljenek meg. (Ha a szakasz ténylegesen nem ilyen, akkor áttranszformálhatjuk ilyen alakra, ha megfigyelhető.) Most már partícionálhatjuk az állapotvektorokat mérhető és nem mérhető elemeire, és ennek megfelelően a diff. egyenletrendszer többi elemét is.

$$\begin{bmatrix} x_{a,k+1} \\ \cdots \\ \mathbf{x}_{b,k+1} \end{bmatrix} = \left[\begin{array}{c|c} a_a & \mathbf{A}_{ab} \\ \hline \mathbf{a}_b & \mathbf{A}_{bb} \end{array}\right] \begin{bmatrix} x_{a,k} \\ \cdots \\ \mathbf{x}_{b,k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_a \\ \cdots \\ \mathbf{b}_b \end{bmatrix} u_k \qquad (1.31)$$

$$y_k = [100\cdots0] \begin{bmatrix} x_{a,k+1} \\ \cdots \\ \mathbf{x}_{b,k+1} \end{bmatrix} = x_{a,k} \qquad (1.32)$$

A mérhető állapotváltozók egyenlete a következő módon írható:

$$x_{a,k+1} = a_a x_{a,k} + \mathbf{A}_{ab}\mathbf{x}_{b,k} + b_a u_k \qquad (1.33)$$

Ebben csak az $\mathbf{A}_{ab}\mathbf{x}_{b,k+1}$-t nem ismerjük, ezért ezt kifejezhetjük, mégpedig úgy, hogy alakja a kimeneti egyenlethez hasonló legyen:

$$\underbrace{x_{a,k+1} - a_a x_{a,k} - b_a u_k}_{\sim y_k} = \underbrace{\mathbf{A}_{ab}\mathbf{x}_{b,k}}_{\sim \mathbf{c}^T\mathbf{x}_k} \qquad (1.34)$$

Az $\mathbf{x}_b$-re vonatkozó egyenlet:

$$\underbrace{\mathbf{x}_{b,k+1}}_{\sim \mathbf{x}_{k+1}} = \underbrace{\mathbf{A}_{bb}\mathbf{x}_{b,k}}_{\sim \mathbf{A}\mathbf{x}_k} + \underbrace{(\mathbf{a}_b x_{a,k} + \mathbf{b}_b u_k)}_{\sim \mathbf{b}u_k} \qquad (1.35)$$

Ha a zárójelben lévő részt tekintjük gerjesztésnek, akkor ez az egyenletrendszer nagyon hasonlít az eredetire. Alkalmazzuk a teljes megfigyelőkre kapott képletet (1.28) a következő helyettesítéssel:

$$(1.28) \qquad \hat{\mathbf{x}}_{k+1} = (\mathbf{A} - \mathbf{k}\mathbf{c}^T)\hat{\mathbf{x}}_k + \mathbf{k}\mathbf{c}^T\mathbf{x}_k + \mathbf{b}u_k$$

$$
\begin{aligned}
\mathbf{x}_k &\to \mathbf{x}_{b,k} \\
\mathbf{A} &\to \mathbf{A}_{bb} \\
\mathbf{b}u_k &\to \mathbf{a}_b x_{a,k} + \mathbf{b}_b u_k \\
y_k &\to x_{a,k} - a_a \mathbf{x}_{a,k} - b_a u_k \\
\mathbf{c} &\to \mathbf{A}_{ab}
\end{aligned}
\tag{1.36}
$$

Ekkor a redukált megfigyelő:

$$
\begin{aligned}
\hat{\mathbf{x}}_{b,k+1} = &(\mathbf{A}_{bb} - \mathbf{k}\mathbf{A}_{ab})\hat{\mathbf{x}}_{b,k} + \mathbf{k}(x_{a,k+1} \\
&- a_a x_{a,k} - b_a u_k)\mathbf{a}_b x_{a,k} + \mathbf{b}_b u_k
\end{aligned}
\tag{1.37}
$$

2. REDUKÁLT ADAPTÍV MEGFIGYELŐ

Az adaptív megfigyelő bevezető részben említett egyes számú problémáját a következő tétel oldja fel:

1. Tétel

Ha a megfigyelhető SISO szakasz differenciaegyenlete megfigyelhetőségi kanonikus alakban adott:

$$
\begin{aligned}
\mathbf{x}_{k+1} &= \begin{bmatrix} & \vdots & \mathbf{E} \\ \mathbf{a} & \vdots & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}_k + \mathbf{b}u \\
y_k &= \mathbf{c}^T \mathbf{x}_k
\end{aligned}
\tag{2.1}
$$

$$
\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} \qquad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \qquad \mathbf{c}^T = [1 \;\; 0 \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0]
\tag{2.2}
$$

Akkor az ehhez tartozó redukált megfigyelő olyan, hogy állapotátmenet mátrixa független a szakasz paramétereitől. A $\mathbf{k}_x$ értékeket megfelelően megválasztva a megfigyelő stabil és a szakasz állapotváltozóit becsli.

$$
\begin{aligned}
\hat{\mathbf{x}}_{b,k+1} = &\begin{bmatrix} -k_1 & 1 & 0 & \cdots \\ -k_2 & 0 & 1 & \cdots \\ \vdots & \vdots & & \\ -k_{n-1} & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \hat{\mathbf{x}}_{b,k} \\
&+ \mathbf{k}(y_{k+1} - a_1 y_k - b_1 u_k) + \mathbf{a}_b y_k + \mathbf{b}_b u_k
\end{aligned}
\tag{2.3}
$$

Ahol az

$$
\mathbf{a}_b = \begin{bmatrix} a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} \qquad \mathbf{b}_b = \begin{bmatrix} b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}
\tag{2.4}
$$

Bizonyítás

Készítsük el ehhez az (1.37)-ben bemutatott módon a redukált megfigyelőt:

$$
\begin{aligned}
\hat{\mathbf{x}}_{b,k+1} = &(\mathbf{A}_{bb} - \mathbf{k}\mathbf{A}_{ab})\hat{\mathbf{x}}_{b,k} + \mathbf{k}(x_{a,k+1} - a_a x_{a,k} - b_a u_k) \\
&+ \mathbf{a}_b x_{a,k} + \mathbf{b}_b u_k
\end{aligned}
$$

ahol

$$
\begin{aligned}
&\mathbf{A}_{aa} = a_1; \qquad \mathbf{A}_{ab} = [1 \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0]; \\
&\mathbf{a}_b = \begin{bmatrix} a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} = \mathbf{A}_{bb} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \\ \vdots & & \cdots & \\ 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \\
&b_a = b_1 \qquad \mathbf{b}_b = \begin{bmatrix} b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \\
&\mathbf{x}_{a,k} = y_k \qquad \mathbf{k}^T = [k_1 \;\; k_2 \;\; \cdots \;\; k_{n-1}]
\end{aligned}
\tag{2.5}
$$

Ebből:

$$
\begin{aligned}
\hat{\mathbf{x}}_{b,k+1} = &\begin{bmatrix} -k_1 & 1 & 0 & \cdots \\ -k_2 & 0 & 1 & \cdots \\ \vdots & \vdots & & \\ -k_{n-1} & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \hat{\mathbf{x}}_{b,k} \\
&+ \mathbf{k}(y_{k+1} - a_1 y_k - b_1 u_k) + \mathbf{a}_b y_k + \mathbf{b}_b u_k
\end{aligned}
\tag{2.6}
$$

Az együtthatómátrix nem tartalmazza a szakaszparamétereket, így a stabilitására nincs hatással. A karakterisztikus egyenlet a következő:

$$
d(\lambda) = \left| \lambda \mathbf{E} - \begin{bmatrix} -k_1 & 1 & 0 & \cdots \\ -k_2 & 0 & 1 & \cdots \\ \vdots & \vdots & & \\ -k_{n-1} & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \right|
\tag{2.7}
$$

Ezért a megfigyelő stabilitása független a paraméterbecslő eljárástól.

Ahhoz, hogy a megfigyelő konvergáljon is, nézzük meg, minek kell teljesülnie.

A becslési hiba:

$$
\mathbf{e}_k = \mathbf{x}_{b,k} - \hat{\mathbf{x}}_{b,k}
\tag{2.8}
$$

A redukált szakaszmodell az (1.35) alapján

$$
\mathbf{x}_{b,k+1} = \mathbf{A}
\tag{2.9}
$$

mivel $\mathbf{x}_{a,k} = y_k$.

A valóságos rendszert modellezzük úgy, hogy adjunk az y_k-hoz zajt, és a paraméter-bizonytalanságot jelöljük egy additív jellel Δa, $\Delta \mathbf{a}$, Δb, $\Delta \mathbf{b}$. A redukált megfigyelő zajjal és paraméterbizonytalansággal (1.37) alapján:

$$
\begin{aligned}
\hat{\mathbf{x}}_{b,k+1} = &(\mathbf{A}_{bb} - \mathbf{k}\mathbf{A}_{ab})\hat{\mathbf{x}}_{b,k} \\
&+ \mathbf{k}((y_{k+1} + n_{k+1}) \\
&- (a_a + \Delta a)(y_k + n_k) - (b_a + \Delta b)u_k) \\
&+ (\mathbf{a}_b + \Delta \mathbf{a})(y_k + n_k) + (\mathbf{b}_b + \Delta \mathbf{b})u_k
\end{aligned}
\tag{2.10}
$$

ahol y_{k+1} (1.34)-ből

$$
y_{k+1} = x_{a,k+1} = a_a y_k + \mathbf{A}_{ab}\mathbf{x}_{b,k} + b_a u_k
\tag{2.11}
$$

Így

$$
\begin{aligned}
\mathbf{e}_{k+1} = &(\mathbf{A}_{bb} - \mathbf{k}\mathbf{A}_{ab})\mathbf{e}_{b,k} \\
&+ \mathbf{k}(\Delta a y_k + \Delta b u_k - n_{k+1} - n_k(a_a + \Delta a)) \\
&- \Delta \mathbf{a}_b y_k - (\mathbf{a}_b + \Delta \mathbf{a})n_k - \Delta \mathbf{b} u_k
\end{aligned}
\tag{2.12}
$$

Egyszerűsíthetünk, ha figyelembe vesszük, hogy a paraméterhiba kicsi:

$$\begin{aligned}\mathbf{e}_{k+1} &= (\mathbf{A}_{bb} - \mathbf{k}\mathbf{A}_{ab})\mathbf{e}_{b,k} \\ &+ \mathbf{k}(\Delta a y_k + \Delta b u_k - n_{k+1} - n_k n_a) \\ &- \Delta\mathbf{a}_b y_k - (\mathbf{a}_b n_k - \Delta\mathbf{b} u_k\end{aligned} \tag{2.13}$$

Ebből következik, hogy $\mathbf{e}_k$ akkor tart a nullához, ha $(\mathbf{A}_{bb} - \mathbf{k}\mathbf{A}_{ab})$ stabil és a

$$\Delta a \ll a, \quad \Delta b \ll b, \quad \Delta\mathbf{a} \ll \mathbf{a}, \quad \Delta\mathbf{b} \ll \mathbf{b} \tag{2.14}$$

teljesül.

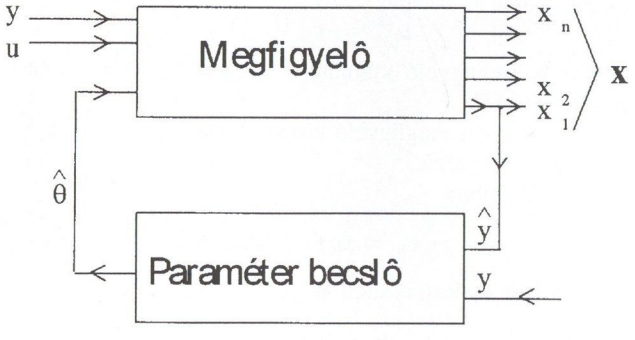
Ekkor a megfigyelő az állapotváltozókat becsli és a kezdeti hibák is csökkennek.

Az $\mathbf{a}_b n_k$ szorzat a $\mathbf{k}$ megválasztásával nem kontrollálható, ami a redukált megfigyelő fő hibája.

2.1. A 2. probléma megoldása

Az 1. Tételben bemutatott eljárás megszünteti az $\mathbf{x}$ állapotvektor A együttható-mátrixának θ-tól való függését. Az adaptív megfigyelő bevezető részében említett 2. probléma, miszerint egy nemlineáris visszacsatolás van a rendszerben, olyan bonyolult stabilitási problémákat okoz, amelyek csak speciális $f(\ )$ függvények esetén vizsgálhatók. Az eddigi legtöbb algoritmus ([3], [5], [7]–[9] stb.) a Ljapunov-féle stabilitási kritériumot használta ilyen függvények meghatározására.

Az (1.3) rendszer 2. problémáját szeretném egy ábrával is szemléltetni.



3. ábra. Adaptív megfigyelőblokk vázlata, zárt hurok szemléltetésére

Az ábrából egyszerűen látszik, hogy egy zárt hurok van a struktúrában, ami a stabilitási problémákat okozza. Ha sikerülne úgy megtervezni az adaptív megfigyelőt, hogy ezt a hurkot kiküszöböljük, akkor nem lennének stabilitási gondok.

Nézzük meg a 1. Tétel-ből adódó és a paraméterbecslő eljárással (1.13) összevont adaptív megfigyelőrendszer általános képletét.

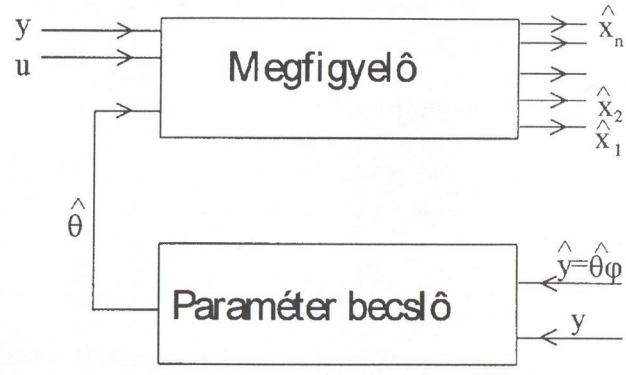
$$\begin{cases} \theta_k = \theta_{k+1} + \lambda_k \mathbf{P}\eta_k\{y_k - \hat{y}_k\} \\ \hat{\mathbf{x}}_{b,k+1} = \mathbf{K}\hat{\mathbf{x}}_{b,k} + \mathbf{k}(y_{k+1} - \hat{a}_1 y_k - \hat{b}_1 u_k) \\ \qquad + \hat{\mathbf{a}}_b y_k + \hat{\mathbf{b}}_b u_k \end{cases} \tag{2.15}$$

ahol

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} -k_1 & 1 & 0 & \cdots \\ -k_2 & 0 & 1 & \cdots \\ \vdots & \vdots & 7 & \\ -k_{n-1} & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \qquad \theta_k = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{a}} \\ \hat{\mathbf{b}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{a}_1 \\ \hat{\mathbf{a}}_b \\ \hat{b}_1 \\ \hat{\mathbf{b}}_b \end{bmatrix} \tag{2.16}$$

Ebben a rendszerben nem képződik visszacsatolás, mivel a y_k-t csak a paraméterbecslő eljárás becsüli, a megfigyelő nem.

A rendszer a következőképpen vázolható:



4. ábra. Adaptív megfigyelőblokk vázlata, zárt hurok felszakadásának szemléltetésére

A hurok felszakad, és mindkét blokk, a megfigyelő és paraméterbecslő, függetlenné válik egymástól, és így stabilitás szempontjából már teljesen külön tárgyalható.

A hurok felszakad, és mindkét blokk a megfigyelő és paraméterbecslő függetlenné válik egymástól, és így stabilitás szempontjából már teljesen külön tárgyalható.

Ahhoz, hogy a megfigyelő jósló tulajdonságát megtartsuk, $\hat{y}_{k+1}$-t valamilyen módon előre becsülni kell, de ez nem gond, mivel bármelyik paraméterbecslő eljárásban ez úgyis megtörténik.

A redukált adaptív megfigyelő általánosságban a következő képlettel foglalható össze:

$$\boxed{\begin{cases} \theta_k = \theta_{k+1} + \lambda_k \mathbf{P}\eta_k\{y_k - \hat{y}_k\} \\ \hat{y}_k = \theta_k^T \varphi_k \end{cases} \\ \hat{\mathbf{x}}_{b,k+1} = \mathbf{K}\hat{\mathbf{x}}_{b,k} + \mathbf{k}(\hat{y}_{k+1} - a_1 y_k - b_1 u_k) + \mathbf{a}_b y_k + \mathbf{b}_b u_k} \tag{2.17}$$

2.3. Egy szabályozási kör vizsgálata

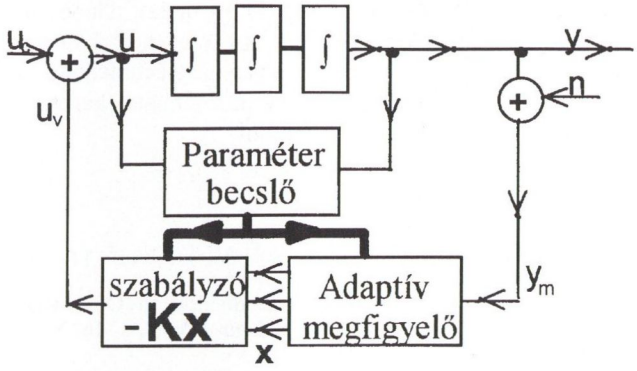
A megfigyelő helyes működésének tesztelésére egy szabályozási kört szimuláltam. A szakasznak egy SISO hármas integrátort választottam, mert az egyszerű módszerekkel nehezen stabilizálható. A szakasz paramétereit RLS algoritmus becsülte. A visszacsatolás K paraméterét a becsült paraméterekből valós időben (real time) számoltam Ackermann-formula [11] alapján. A teljes szabályozási rendszer az 5. ábrán látható.

Eredmények

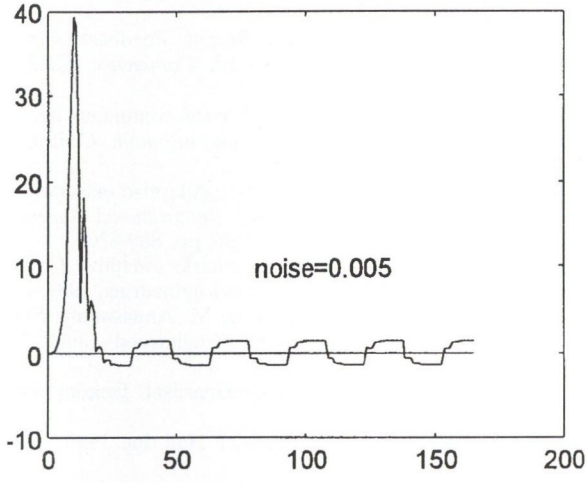
A 6. ábrán a teljes szabályozási körnek egy ± 1 amplitúdójú négyszögjelre adott válaszát láthatjuk. A kimeneti jelhez kevert zajt $\pm 0{,}5$ intervallumú egyenletes eloszlású fehér zaj volt különböző kostansokkal szorozva. Ezt a szorzó faktort jelzi az ábrákon a 'noise' felirat.

Látható, hogy amíg a paraméterbecslés nem áll be (amit a 7. ábra mutat), nagy amplitúdójú lengések keletkeznek, de a kezdeti tranziensek után a kimeneti jel követi az alapjelet. A szimulációt egyenletes eloszlású fehér zajjal ter-

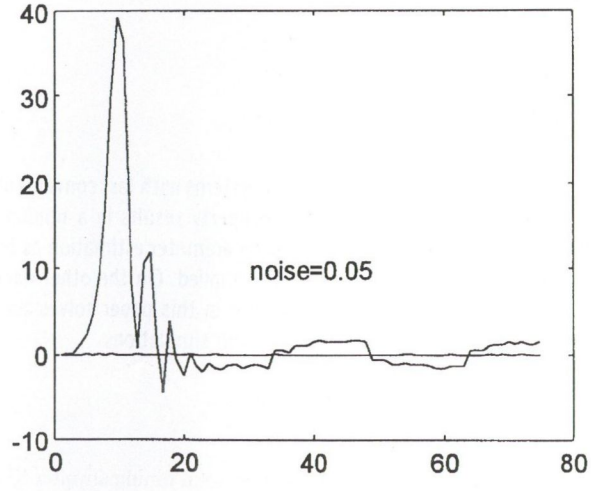
helve végeztem, mivel az a becslés jóságát nagymértékben befolyásolja.



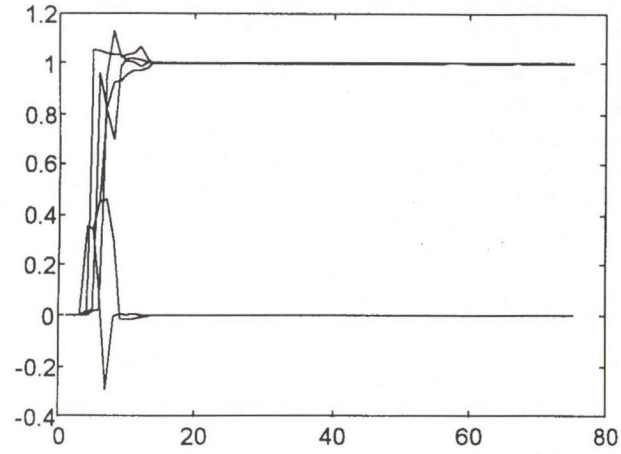
5. ábra. Példa egy teljes szabályozási rendszerre



6. ábra. Négyszögjelre adott válasz kis zaj esetén (kb. 50 dB jel/zaj viszony)

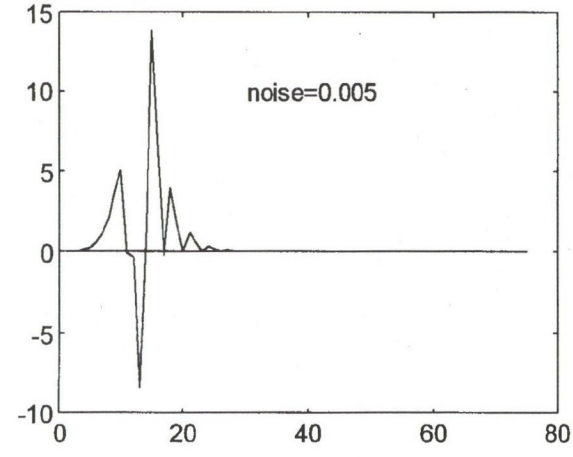


7. ábra. Négyszögjelre adott válasz 0,05 szorzó esetén (kb. 30 db jel/zaj viszony)

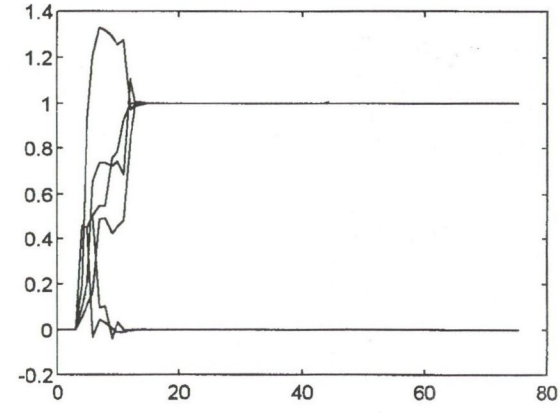


8. ábra. Paraméterbecslő konvergálása kis zaj esetén

A 9. ábra mutatja a rendszer nulla bemenő jelre adott válaszát. A 10. ábrán látható a már stabilizálódott rendszer kimenetének jele.



9. ábra. 0 bemenő jelre a kimeneten megjelenő jel



10. ábra. bemenő jel esetén a paraméterbecslő kimenete

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Mint az előzőekben láthattuk, mind a matematikai, mind a szimulációs eredmények alátámasztják az új redukált megfigyelő helyes stabil működését, azonban konkrét megvalósításoknál több probléma is felmerül. A szabályozó stabilitása tetszőleges becslőalgoritmus esetére még nem bizonyított, csak egy feltevésen alapul (Certainty Equivalence Principle [1]), de a gyakorlatban bevált. Valós szabályozóknál gondot okozhatnak a kezdeti tranziensek, melyek csökkentéséhez további vizsgálatok szükségesek. Stabil szakaszok estén gondot okozhat, hogy a nyugalmi állapotban a exponenciálisan felejtő becslő algoritmus nem kap elegendő adatot. A későbbiekben szabályozástechnikában jól ismert inverz inga stabilizálásának problémáján keresztül fogjuk ezen eredményeket kipróbálni.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] Karl J. Aström and Björn Wittenmark: „Computer Controlled Systems" Prentice Hall, Inc., Englewod Cliffs, N.J 07632.

[2] Lennart Ljung and Trosten Söderström: „Theory and Practice of Recursive Identification", The MIT Press, 1983.

[3] Lennart Ljung: „Asymptotic Behavior of the Extended Kalman Filter as a Parameter Estimator for Linear System" *IEEE Trans. on Auto. Control*, Vol. AC-24, No. 1, pp. 36-50, February 1979.

[4] Gerhard Kreisselmeier: „Adaptive Observer with Exponential Rate of Convergence" *IEEE Trans. on Auto. Control*, Vol. AC-22, no 1, pp. 2-8, February 1977.

[5] G. Lüders and K. S Narenda: „An Adaptive Observer and Identifier for a Linear System," *IEEE Trans. on Auto. Control*, Short Papers, pp. 496-499, October 1973.

[6] Georges Bastin and Michael R. Gevers: „Stable Adaptive Observer for Nonlinear Time-Varying System" *IEEE Trans. on Auto. Control*, Vol. 33 No. 7, pp. 650-658, July 1988.

[7] G. Lüders and K. S. Narenda: „A New Canonical Form an Adaptive Observer", *IEEE Trans. on Auto. Control*, Short Papers, pp. 117-119, April 1974.

[8] G. Lüders and K. S. Narenda: „Stable Adaptive Scheme for State Estimation and Identification of Linear Systems," *IEEE Trans. on Auto. Control*, Vol. AC-19, No. 6, pp. 841-847, December 1974.

[9] Robert L. Caroll and David P. Lindorff: „An Adaptive Observer for Single-Input Single-Output Linear System" *IEEE Trans. on Auto. Control*, Vol. AC-18, No. 5, pp. 428-434, October 1973.

[10] David G. Luenberger: „An Introduction to Observers", *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. AC-16, No. 6, pp. 596-602, December 1971.

[11] Charles Phillips and Nagle H. Troy: *Digital Control Systems Analysis and Design*, Prentice Hall, Inc. 1990.

[12] G. Walker, N. Salem, M. Varghese, A. Fuchs and R. Mukundan: „Instabilities in the Feedback Linearization of a Double Inverted Pendulum", *IEEE Conference CH3151-0/91/0000-0089*

[13] J. Wang: „Optimally Robust Output Feedback Control for SISO Nonlinear System," *IEEE Conference*, CH2642-7/89/0000-2376 $1.00, 2376-2381.

[14] Yoichi Uetake: „ Adaptive observer for continuous descriptor systems", *IEEE Transactions on Automatic Control* 39, No. 10, Oct 1994, pp. 2095-2100.

[15] A. A. Hassan and M. F. Sultan: „Adaptive observer for robots with persistent excitation", *International Journal of Systems Science* 27, No. 9, Sept. 1996, pp. 809-820.

[16] Karl J. Aström and Björn Wittenmark: Adaptive Control, Addison-Wesley Series in Electrical Engineering, 1989.

[17] Kumpati S. Narenda and Anuradha M. Annaswamy: Stable Adaptive System. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

[18] Rózsa, Pál: Lineáris algebra és alkalmazásai, Tankönyvkiadó, Budapest 1974.

[19] S. Sastry: Adaptive Control, Prentice Hall, Inc. 1990.

USING ADAPTIVE OBSERVER

P. ONÓDY

TECHNICAL UNIVERSITY OF BUDAPEST
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATICS
H-1521 BUDAPEST

This paper presents results about reduced adaptive observer for Single-Input Single-Output (SISO) discrete linear systems with fast convergence rate. Adaptive observers not only estimate the state variable but the plant parameters too. Therefore this property results in a nonlinear structure. The problems related to nonlinearity can be separated into two parts. Considering the observer and the parameter estimation as one system, where the estimated parameters are also state variables, the state variable of this overall system are multiplied. On the other hand, there is a nonlinear feedback in this structure due to the parameter estimation. The adaptive observer presented in this paper solves these problems and is able to handle any parameter estimation method. The proper operation is proved and checked with simulations.

Onódy Péter felsőfokú tanulmányait a Kandó Kálmán Főiskolán kezdte, majd a Budapesti Műszaki Egyetemre került. A diploma megszerzése után PhD tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Elméleti Villamosságtan Tanszékén folytatta. Itt szabályozástechnikával, becsléselmélettel, beszédtömörítéssel, DSP hardverek fejlesztésével foglalkozott.

KONFORMANCIA TESZTSOROZATOK OPTIMALIZÁLÁSA

CSÖNDES TIBOR

ERICSSON KFT, KONFORMANCIA LABORATÓRIUM
1037 BUDAPEST, LABORC U. 1.
TEL.: (06-1) 437-7632
E-MAIL: TIBOR.CSONDES@LTETH.ERICSSON.SE

KOTNYEK BALÁZS

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
OPERÁCIÓKUTATÁSI TANSZÉK
E-MAIL: KOTNYEKB@CS.ELTE.HU

A cikk a konformancia tesztelés egyik legfontosabb problémakörével foglalkozik, az optimális teszt készlet kiválasztásával. Az olvasó képet kaphat a konformancia tesztelés folyamatáról és az itt használatos leírásmódokról. Ezután az optimális tesztsorozat kiválasztására bemutatunk egy matematikailag megalapozott módszert, mely az egészértékű lineáris programozást használja fel, mint matematikai apparátust.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban a kommunikációs eszközök egyre növekvő bonyolultságával felmerülhet az a kérdés, hogyan tudunk megbizonyosodni arról, hogy különböző gyártók azonos protokollt megvalósító termékei képesek lesznek-e együttműködni egymással. A szabványosító szervezetek egyik célja a protokoll leírások készítésével, hogy ezek a termékek minél nagyobb biztonsággal képesek legyenek az együttműködésre. A protokoll leírások ismeretében felvetődik az a kérdés, hogyan tudjuk eldönteni egy adott megvalósításról, hogy az megfelel-e a szabványban megfogalmazott követelményeknek vagy sem. A konformancia tesztelés, magyarul megfelelőség vizsgálat (Conformance Testing – CT), célja pont ezen kérdés eldöntése, miszerint egy adott protokoll megvalósítás megfelel-e a szabványban megfogalmazott követelményeknek vagy sem.

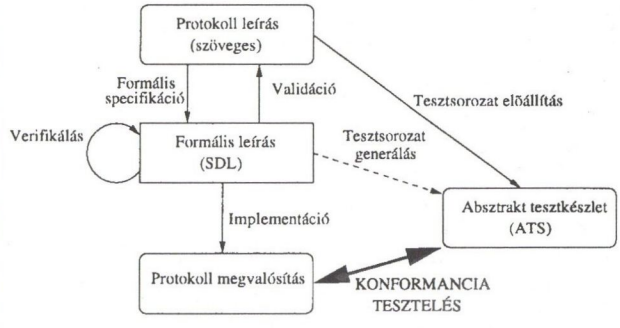
A konformancia tesztelés folyamata, a protokoll specifikációkhoz hasonlóan szabványosított [1]. A szabvány kitér a protokolltechnológiára, a szabványos tesztleíró módszerekre, a teszt dokumentumokra, valamint a konformancia tesztelés menetére, melyeket a következő fejezetben ismertetünk. A harmadik fejezet rövid áttekintést ad a jelenleg létező tesztkiválasztásról. Az optimalizációs modellt valamint az optimalizáció matematikai apparátusát a negyedik és ötödik fejezet tartalmazza. A hatodik fejezetben bemutatjuk az eredményeinket egy jól ismert ISDN protokoll tesztkészletén [3], végül a hetedik fejezetben röviden összefoglaljuk a tapasztalatainkat és eredményeinket.

2. A KONFORMANCIA TESZTELÉS

A konformancia tesztelésben használt szabványos tesztsorozatokat absztrakt tesztkészletnek (Abstract Test Suite – ATS) nevezzük. Különböző termékeket ugyanazzal a szabványos tesztkészlettel vizsgáljuk, hogy az eredmények összehasonlíthatóak és megismételhetőek legyenek. A konformancia tesztelés módszertanát az ISO 9646-os szabványcsoport illetve az ezzel megegyező ITU-T X.290-X.296-ig [1] terjedő ajánlások tartalmazzák.

2.1. Protokolltechnológia

A protokollok megvalósítása több lépcsőből álló bonyolult folyamat, melyben az egymást követő munkafázisok szoros kapcsolatban vannak egymással. Az 1. ábrán megfigyelhetjük a konformancia tesztelés szerepét a protokollok életciklusában [7].



1. ábra. Protokoll életciklus

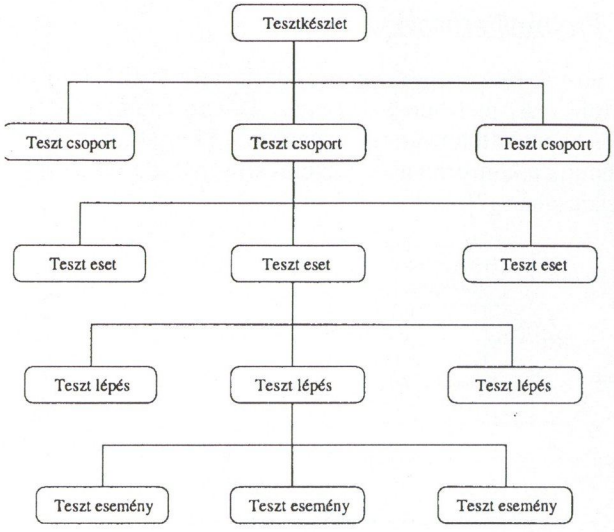
A protokoll leírást szöveges formában az ajánlások illetve szabványok tartalmazzák, ahol informális, szöveges módon leírják a protokollal szemben támasztott igényeket, megfogalmazzák a működést és a különböző paraméterek lehetséges értékeit. Ezt követi a protokoll formális leírása, ahol matematikailag megalapozott leíró nyelveket használnak. A legismertebb formális leíró nyelvek az SDL, Estelle és a LOTOS. Az SDL és az Estelle nyelvek a véges automata (Finite State Machine – FSM) modellekre épülnek, míg a LOTOS algebrai modellt használ. Az implementálás előtt validálni és verifikálni kell a protokoll formális leírását. A verifikálás ellenőrzi, hogy a szöveges leírásban megfogalmazott követelményeket tartalmazza-e a formális leírás. A validálás egy matematikai módszer, mely megbizonyosodik arról, hogy a protokoll logikailag helyesen és a felhasználói követelményeknek megfelelően működik-e.

Az absztrakt tesztkészletet a protokoll szöveges és formális nyelven leírt specifikációjából származtatják. Az absztrakt tesztkészletből a paraméterek beállítását követően végrehajtható tesztsorozat készül. Az egyes protokollokhoz tartozó szabványosított absztrakt tesztkészleteket TTCN (Tree and Tabular Combined Notation) tesztleíró nyelven adják meg a szabványosító szervezetek.

2.2. A tesztkészlet leírása TTCN-ben

A TTCN az ISO és az ITU-T által szabványosított absztrakt tesztkészleteket leíró nyelv, melyet az ISO 9646-3, valamint ITU-T X.292-es ajánlása tartalmazza [1]. A teszt-

készlet (Test Suite – TS) tesztcsoportokat (Test Group) tartalmaz, melyek a különféle funkcionális csoportok tesztjeit tartalmazzák. Ilyen csoportok lehetnek például a kapcsolatfelépítés, bontás vagy a kiegészítő szolgáltatásoknál az egyes szolgáltatási csoportok (hívás várakoztatás – CW, direkt beválasztás – DDI, konferenciabeszélgetés – CONF, stb.). A tesztcsoportokba rendezve találhatók a tesztesetek (Test Case – TC), amelyek a tulajdonképpeni tesztek. A tesztek tovább bomlanak tesztlépésekre (Test Step), melyek teszteseményekből (Test Event) állnak. Az absztrakt tesztkészlet felépítését a 2. ábra mutatja be.



2. ábra. Az absztrakt tesztkészlet felépítése

A teszteset mellett egy másik fontos fogalom, melyet az optimalizálásunk során használunk, a teszt cél (Test Purpose – TP). A teszt cél a teszt eset pontosan meghatározott célja, amely egy vagy több összefüggő megfelelőségi követelményt ír le. Minden teszt esetnek van teszt célja , és minden teszt célhoz tartoznia kell legalább egy teszt esetnek. A teszt célok gyűjteményét minden protokollhoz egy külön dokumentumban adják közre a szabványosítási intézmények.

A TTCN tesztleíró nyelv négy fő részből áll:
Bevezető áttekintés (Overview part),
Deklarációs rész (Declaration part),
Korlátok rész (Constraints part),
Dinamikus rész (Dynamic part).

A *bevezető áttekintés* rész tartalmazza a tesztelési módszert, a vizsgált protokoll ajánlás illetve szabvány hivatkozásait, valamint a teszt csoportok, teszt esetek és teszt lépések tartalomjegyzékhez hasonló felsorolását. A *deklarációs* rész táblázatai a tesztkészlet paramétereinek, adattípusainak és műveleteinek definícióit tartalmazza. Ezek lehetnek:

- változók, paraméterek, konstansok (Test Suite Variables, Parameters, Constants),
- időzítők,
- üzenettípusok, változó típusok,
- operátorok.

Az adattípusok definícióit és értékeit táblázatos és ASN.1 (Abstract Syntax Notation One) formában egyaránt megadhatjuk. Az ASN.1 alkalmas adatszerkezetek típusainak és értékeinek megadására. Az ASN.1-et az ITU-T X.208-as ajánlásában találhatjuk. A *korlátok* részben a deklarációs rész táblázataiban felsorolt változók kapnak értéket. A *dinamikus* viselkedést leíró rész a teszt esetek viselkedési fáit tartalmazza. A teszt esethez tartozó ítélet (Verdict) a tesztfán belül egy lehetséges lefutás végén keletkezik. Értéke lehet:

- Pass (sikeres),
- Fail (sikertelen),
- Inconclusive (következetlen).

2.3. A tesztelés dokumentumai

A konformancia tesztelés során többféle dokumentumra van szükség, melyek ugyancsak szabványosítva vannak [1]. A dokumentumok segítenek abban, hogy a tesztelés összehasonlítható és megismételhető legyen. Ezek a dokumentumok a következőek:

- PICS (Protocol Implementation Conformance Statement – Protokoll megvalósítás megfelelőség nyilatkozata),
- PIXIT (Protocol Implementation eXtra Information for Testing – Protokoll megvalósítás vizsgálatára vonatkozó extra információ),
- PCTR (Protocol Conformance Test Report – Protokoll megfelelőség teszt riport),
- SCTR (System Conformance Test Report – Rendszer megfelelőség teszt riport).

A *PICS* egy olyan dokumentum melyben a protokoll megvalósítója kijelenti, hogy a protokollon belül mely tulajdonságokat valósított meg és melyeket nem. A 3. ábrán a későbbi ISDN DSS1 példákban használt ETSI TBR4-es szabvány [3] egyik PICS táblája látható. A *PIXIT* a tesztelést segítő és a tesztkörnyezetet leíró információkat tartalmazza. Egy példa, ugyancsak a ETSI TBR4-ből [3] a 4. ábrán látható.

A tesztelés eredményeit (Pass, Fail, vagy Inconclusive) szabványos formában a *PCTR* tartalmazza. Amennyiben egynél több protokollt valósítottak meg egy rendszeren belül a különböző protokollok összefoglaló teszteredményei az *SCTR*-be kerülnek.

A továbbiakban az ATS-ek (Abstract Test Suite) optimális teszthalmaz kiválasztásával foglalkozunk, mely során elsőként az eddig meglévő módszereket foglaljuk össze.

Table A.11: Layer establishment and release procedures requirements table

No.	Reference	TBR Requirement	Status	Support (Y/N)
1	10.6.1.1	General	m	
1	10.6.1.2	Establishment procedures	m	
1	10.6.1.3	Procedure on expiry of timer T200	m	
1	10.6.2	Termination of multiple frame operation	m	
1	10.6.3.1	Identical transmitted and received commands	m	

3. ábra. TBR4 PICS tábla

Table E.5: Additional layer 2 information

Item	Reference	Description
E.5.1	10.5.2	If non-automatic STEI assignment is used: – State the TEI value(s) implemented: – Explain the operation neede to assign a TEI: (note)
E.5.2	10.6.1	Does the IUT, when in state 4 and no I-frames are to be sent, remain in state 4 for more than 6 s:
E.5.3	10.6.1	Explain how the transmission of a SABME frame can be involved by the user:
E.5.4	10.5.2	Exaplain how the transmission of an identity request frame can be involved by the user:

NOTE: Only to be completed if it is possible for an operator to assign a non-automatic TEI value to the TE.

4. ábra. TBR4 PIXIT tábla

3. TESZT KIVÁLASZTÁS A KONFORMANCIA TESZTELÉSBEN

Több megközelítés létezik ugyan a konformancia tesztelés menetének leegyszerűsítésére, de olyan módszer amely a tényleges gyakorlatban segítené a tesztlaboratóriumok munkáját és egyben elméletileg is megalapozott, nem létezik. Ennek tükrében olyan optimalizáló módszert kell találnunk, mely

- összhangban van a konformancia tesztelés módszertanával,
- alkalmazható valós protokollokra,
- amennyire lehet, automatikusan végrehajtható,
- különféle protokollok esetében alkalmazható,
- különféle szabványosító szervezetek eltérő típusú szabványaira is alkalmazható,
- szabványosított absztrakt teszt készletet és teszt célokat használ,
- elméletileg megalapozott.

A létező optimalizáló megoldások a teszt generálásra összpontosítanak. A céljuk röviden, hogy a protokoll specifikációból vagy a protokoll formális leírásából származtatják az ATS-t (1. ábra), melyet a generálás közben optimalizálnak. Ez a fajta optimalizálás az FSM modellre épül. Amennyiben a protokollnak adott a véges automatával leírt modellje, számos algoritmus közül választhatunk [8], [9], melyek optimális tesztsorozatot generálnak, így teszt kiválasztásra a későbbiekben elvileg már nincs szükség.

Egy másik módszer, mely nem a véges automata modellre alapoz, a teszttávolságon alapuló teszt kiválasztás módszere (Metric Based Test Selection – MBTS) [5], [6]. Ez tesztek egy adott halmazából kiválaszt egy részhalmazt, amelytől minden teszt egy előre adott távolságnál „közelebb" van.

A fenti módszerek fő problémája, hogy az ilyen optimalizálásokhoz szükséges a protokoll véges automatával megadott modellje vagy valamilyen formális leírása. Az FSM vagy más formális modell legtöbbször nem adott, így mi arra törekedtünk, hogy ne ezt a megoldást válasszuk, hanem a kész ATS-re és a TP-re támaszkodva optimalizáljunk.

A gyakorlatban is a tesztlaboratóriumok az elkészített tesztkészleteket veszik alapul, és a bennük szereplő teszt esetek közül megpróbálnak minél többet megvalósítani. Amennyiben a tesztelés ideje korlátozott, és az adott időn belül nincs remény a teljes tesztkészlet lefuttatására, a tesztlaboratórium kiválasztja azon teszteket, melyeket képes megvalósítani az időkorláton belül. Jelenleg ez a tesztkiválasztás a teszt laboratórium szakembereinek a tapasztalatán alapul.

Munkánk során arra törekedtünk, hogy matematikailag megalapozott elméleti hátteret biztosítsunk a kész tesztkészletekből történő tesztkiválasztásra. Ezt a fajta tesztkiválasztást a gyakorlat hozta felszínre, és lényeges a különbség a tesztsorozat generálás során alkalmazott módszerekhez képest, melyeket az irodalomból megismerhetünk [5], [6], [8], [9]. Mivel olyan módszer nem ismert, amely a kész ATS-ből szelektált volna, létre kellett hoznunk egy új matematikai modellt, melyet a következő fejezetben mutatunk be.

4. MODELL AZ OPTIMALIZÁLÁSHOZ

Az általunk készített modell alapja [10], [11] egy matematikailag megfogalmazott kapcsolat a teszt esetek és a teszt célok között. Ezt a matematikai kapcsolatot a célteszt incidencia mátrixszal modellezhetjük. A teszt célok a mátrix soraiban helyezkednek el, míg a teszt esetek az oszlopokban. Ilyen módon kapunk egy $k \times n$-es mátrixot, A-t, ahol $P_1, \ldots, P_k$ a célokat és $T_1, \ldots, T_n$ a teszteket jelölik, melyeket az ATS-ben definiáltak (5. ábra). A j-edik elem az i-edik sorban akkor és csak akkor 1 , ha a j-edik teszt valamiképpen ellenőrzi az i-edik célt, különben legyen ez az elem 0 . Mint később látni fogjuk, ez a különböző modellekben jelentheti azt is, hogy T_j feltétlenül szükséges ahhoz, hogy a teszt célt teljesen leellenőrizhessük, és azt is, hogy csak megerősítése az esetleges korábbi teszteknek. Azt mindenesetre kijelenthetjük, hogy ha (i, j)-edik pozícióban 0 áll, akkor T_j lefuttatása semmilyen teljes vagy részleges ellenőrzését nem jelenti P_i-nek.

Később még szükségünk lesz rá, ezért vezessük be a b_i számokat, melyek az i-edik sorban álló 1-esek számát jelölik, és legyen $b = (b_1, \ldots, b_k)^T$ az ezen számokból alkotott vektor.

$$
\begin{array}{c|c|c|c|c|}
 & T_1 & T_2 & \cdots & T_n \\
\hline
P_1 & 1 & 0 & \cdots & 1 \\
\hline
P_2 & 1 & 1 & \cdots & 0 \\
\hline
\vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
\hline
P_k & 0 & 1 & \cdots & 0 \\
\hline
\end{array}
= A
$$

5. ábra. Cél-teszt incidencia mátrix

Léteznek protokollok, melyek absztrakt teszt készlete egyértelmű kapcsolatot határoz meg a teszt esetek és a teszt célok között, vagyis minden célhoz egyetlen tesztet rendel, a fentebb leírt módon. Ezek incidencia mátrixa diagonális. Léteznek viszont olyan ATS-ek melyek incidencia mátrixa nem diagonális. Ilyenkor egynél több teszt eset lehet rendelve minden teszt célhoz. Cikkünkben a továbbiakban kizárólag ilyen protokollokkal és ezek optimális tesztkészlet kiválasztásával foglalkozunk. A diagonális esetre is léteznek megfelelő módszerek, de ezek leírása túlmutat a cikk keretein.

Jelöljük a teszt esetek egy halmazát τ-val, azaz $\tau \subset \{T_1, T_2, \ldots, T_n\}$. Legyen τ karakterisztikus vektora x. Ekkor x egy n dimenziós $0-1$ vektor, amelyre $x_i = 1$, ha $T_i \in \tau$ és $x_i = 0$, ha $T_i \notin \tau$. Nyilván x egyértelműen jellemzi τ-t, így a továbbiakban mindkét jelölést használni fogjuk. Tegyük fel, hogy a τ teszthalmazt futtatjuk le. Kíváncsiak vagyunk arra, hogy ez a teszthalmaz mennyire jó, azaz milyen mértékben teszteli le a protokollt. A teszthalmaz jóságát teszt lefedésnek (coverage) hívjuk. Mi tehát arra vagyunk kíváncsiak, hogy mekkora a τ lefedése, amit $cov(\tau)$-vel jelölünk [2]. (Természetesen használhatnánk a $cov(x)$ jelölést is). Mivel mi a protokoll tesztelését a teszt célok leellenőrzésével kívánjuk elérni, természetes dolog, hogy a $cov(\tau)$-t a teszt célokon keresztül számoljuk ki. Rendeljünk ezért hozzá egy $cov(P_i)$ értéket minden teszt célhoz. Ez az érték az adott teszt cél fontosságát jelöli, képletesen szólva azt, hogy mekkora részét fedi le a protokoll működésének, ezért a teszt cél lefedésének hívjuk. (Ez tehát nem ugyanaz, mint egy teszthalmaz lefedése). A teszt célok lefedését a cikk további részében egyenlőnek (egységnyinek) választjuk, minden teszt cél esetén ($cov(P_i) = 1$ minden i-re), vagyis nem emelünk ki egyetlen teszt célt sem, mindegyiket ugyanolyan fontosnak tekintjük. Fel lehet építeni olyan modellt is, ahol máshogy választjuk meg a $cov(P_i)$-ket.

Ha már ismerjük az egyes teszt célok lefedését, akkor el kell tudni döntenünk, hogy ebből mennyi valósul meg, ha nem az összes teszt esetet, hanem csak egy részét (τ-t) futtatjuk le. Jelöljük ezt az értéket $cov(P_i, \tau)$-vel az i-edik teszt cél esetében. Természetesen ha a P_i-hez rendelt összes tesztet lefuttatjuk, akkor a teljes $cov(P_i)$-t meg kell kapnunk, ha pedig egyet sem futtatunk le közülük, akkor $cov(P_i, \tau) = 0$. Legyen tehát minden i-re definiálva egy $f_i : \{0, 1, \ldots, b_i\} \rightarrow [0, cov(P_i)]$ növekvő függvény a következőképpen: $f_i(m) = cov(P_i, \tau)$, ahol m a τ-ben lévő, azaz lefuttatott, olyan teszt esetek számát jelöli, amelyek P_i-hez vannak rendelve (vagyis a megfelelő P_i sorában 1 áll). Ez az m egyenlő az $a_i x$ skalárszorzattal ($a_i x = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j$, ha $a_i = (a_{i1}, \ldots, a_{in})$), ahol a_i a cél-teszt incidencia mátrix i-edik sora. A fentebb említettek szerint $f_i(0) = 0$ és $f_i(b_i) = cov(P_i)$ minden $i = 1, 2, \ldots, k$-ra.

Az egyes modellek az f_i függvények megválasztásában különböznek egymástól. Most bemutatunk három különböző lehetséges választást.

1. *Lineáris modell:* A lefedés egyenesen arányos a lefuttatott tesztek számával, minél többet futtatunk le a P_i-hez rendelt tesztek közül, annál nagyobb teszt lefedést kapunk:

$$f_i(m) = \frac{m}{b_i} cov(P_i)$$

ahol $m = 0, \ldots, b_i$ és $i = 1, 2, \ldots, k$.

2. *„Mindent vagy semmit" modell:*

$$= f_i(1) = \ldots = f_i(b_i - 1) = 0$$

$$f_i(b_i) = cov(P_i)$$

Szavakba öntve a fenti kifejezés a következőt jelenti: csak akkor tekintjük ellenőrzöttnek az adott teszt célt, ha a hozzá tartozó valamennyi teszt esetet lefuttattuk.

3. *„Egy is elég" modell:*

$$f_i(0) = 0$$

$$f_i(1) = \ldots = f_i(b_i) = cov(P_i)$$

Azaz, ha már egyet is lefuttatunk a P_i-hez rendelt tesztek közül, akkor már megkapjuk a teljes lefedést.

A $cov(\tau)$-t ezek után az egyes teszt célokhoz rendelt lefedések összegeként definiáljuk:

$$cov(\tau) = \sum_{i=1}^{k} cov(P_i, \tau)$$

Meg kell még határozni, hogy egy teszthalmaz mennyibe „kerül" nekünk, vagyis mennyi erőforrást (idő, pénz, munka) igényel a lefuttatása. Ez legyen a τ halmaz költsége, $c(\tau)$ [2]. Definiáljuk ezt, mint a τ-ben lévő teszt esetek költségeinek az összegét. A T_i teszt költségét jelöljük $c(T_i)$-vel. Ezt úgy határozzuk meg, hogy a legfontosabb forrást, az időt jellemezze. (Később látni fogunk néhány lehetséges költségfüggvényt.) Tehát τ költsége:

$$c(\tau) = \sum (c(T_i) \mid T_i \in \tau) = \sum_{i=1}^{n} c(T_i) x_i = cx$$

ahol $c = (c(T_1), \ldots, c(T_n))$ a költségekből alkotott vektor.

5. AZ OPTIMALIZÁCIÓ

Két optimalizálási problémát írunk le. Mind a kettőben bizonyos korlátozó feltételek mellett keressük a lehető legjobb lefuttatandó teszthalmazt. Először felírjuk formálisan a feladatot, majd átalakítjuk matematikailag kezelhető alakra. Belátjuk, hogy megfelelő átalakításokkal a problémák lineáris feltételes egészértékű (sőt bináris) optimalizálási feladatra vezetnek. Az ilyen típusú feladatok megoldására számos különböző módszer, és számítógépes program létezik. Elméletileg felmerülhet az a probléma, hogy a megoldás nagyon hosszú ideig tart, de a tesztkészletek mérete, a teszt esetek és teszt célok száma általában nem olyan nagy, hogy ez a probléma előfordulhatna. Ha mégis, akkor megtehetjük, hogy részekre bontjuk a feladatot, és mondjuk teszt csoportonként optimalizáljuk.

Az első optimalizálási feladatban az a célunk, hogy kiválasszunk egy olyan teszthalmazt a tesztkészletből, melynek *minimális a költsége*, feltéve, hogy a lefedésre van egy alsó korlátunk, amit K-val fogunk jelölni. Ez a feladat a következőképpen írható le:

$$\min c(\tau)$$

$$\text{feltéve, hogy } cov(\tau) \geq K$$

$$\tau \subset \{T_1, T_2, \ldots, T_n$$

A karaketrisztikus vektorral és az f_i függvényekkel ugyanez felírva:

$$\min cx$$

$$\text{feltéve, hogy } \sum_{i=1}^{k} f_i(a_i x) \geq K$$

$$x \in \{0, 1\}^n \qquad (1)$$

Most nézzük meg, hogy néz ki ez a képlet az előzőekben bemutatott három modellre.

1. *Lineáris modell*

$$\sum_{i=1}^{k} f_i(a_i x) = \sum_{i=1}^{k} \frac{a_i x}{b_i} cov(P_i)$$

$$\left(\sum_{i=1}^{k} \frac{a_i cov(P_i)}{b_i} \right) x$$

Tehát az (1)-es probléma egy egyetlen feltételes egészértékű lineáris programozási feladatra vezet:

$$\begin{aligned} &\min cx \\ &\text{feltéve, hogy } \left(\sum_{i=1}^{k} \frac{a_i cov(P_i)}{b_i} \right) x \geq K \\ &x \in \{0,1\}^n \end{aligned} \tag{2}$$

2. *„Mindent vagy semmit„ modell*

Vezessünk be egy új változóvektort, $z = (z_1, \ldots, z_k)$-t, melyet a következőképpen definiálunk:

$$z_i = \begin{matrix} 1 & \text{ha } a_i x = b_i \\ 0 & \text{ha } a_i x < b_i \end{matrix}$$

Más szavakkal $z = \max\{Ax - b + e, 0\}$, ahol $e = (1, 1, \ldots, 1)$ és a maximalizálás komponensenként értendő. Ezt a vektort alkalmazva az (1) a következőképpen alakul, használva a $v = (cov(P_1), cov(P_2), \ldots, cov(P_k))$ jelölést.

$$\begin{aligned} &\min cx \\ &\text{feltéve, hogy } vz \geq K \\ &z = \max\{Ax - b + e, 0\} \\ &x \in \{0,1\}^n \end{aligned}$$

Könnyen belátható, hogy a fenti feladat ekvivalens a következővel:

$$\begin{aligned} &\min cx \\ &\text{feltéve, hogy } z_i \leq \frac{a_i}{b_i} x \qquad i = 1, \ldots, k \\ &z \geq Ax - b + e \\ &vz \geq K \\ &x \in \{0,1\}^n \\ &z \in \{0,1\}^k \end{aligned} \tag{3}$$

Ez egy egészértékű minimalizálás lineáris feltételekkel. A változók száma $n + k$, a feltételek száma $2k + 1$.

3. *„Egy is elég" modell*

Hasonlóan kezelhető, mint az előző modell. Legyen most z a következőképpen definiálva

$$z_i = \begin{matrix} 1 & \text{ha } a_i x = b_i \\ 0 & \text{ha } a_i x \geq 1 \end{matrix}$$

azaz $z = \min\{Ax, e\}$. A (3)-nak megfelelő alak ebben az esetben:

$$\begin{aligned} &\min cx \\ &\text{feltéve, hogy } z_i \leq \frac{a_i}{b_i} x \qquad i = 1, \ldots, k \\ &z \leq Ax \\ &vz \geq K \\ &x \in \{0,1\}^n \\ &z \in \{0,1\}^k \end{aligned} \tag{4}$$

Természetesen elképzelhető olyan eset is, amikor az egyes teszt célok más és más modellhez tartoznak (és akkor természetesen más és más f_i-t rendelünk hozzá), hiszen azokat a teszt célok lefedésére definiáltuk, és sehol sem követeltük meg, hogy a teszt célok mindegyike ugyanabba a modellbe tartozzon. Az ilyen "kevert" modellhez tartozó optimalizálási feladat leírása és megoldása nem okoz semmilyen további elméleti problémát, ezért most eltekintünk tőle.

A másik optimalizálási problémában egy *maximális lefedésű teszthalmazt* keresünk, feltéve, hogy adott egy felső korlát a költségre (L):

$$\begin{aligned} &\max cov(\tau) \\ &\text{feltéve, hogy } c(\tau) \leq L \\ &\tau \subset \{T_1, T_2, \ldots, T_n\} \end{aligned}$$

Ezt a problémát is az eddigiekhez hasonlóan át lehet írni lineáris feltételes egészértékű programozási feladattá karakterisztikus vektorral és az f_i függvényekkel:

$$\begin{aligned} &\max \sum_{i=1}^{k} f_i(a_i x) \\ &\text{feltéve, hogy } cx \leq L \\ &x \in \{0,1\}^n \end{aligned} \tag{5}$$

Most a levezetések mellőzése nélkül nézzük meg, hogy néz ki ez a képlet az előzőekben bemutatott három modellre.

1. *Lineáris modell*

$$\begin{aligned} &\max \left(\sum_{i=1}^{k} \frac{a_i cov(P_i)}{b_i} \right) x \\ &\text{feltéve, hogy } cx \leq L \\ &x \in \{0,1\}^n \end{aligned} \tag{6}$$

3. *„Mindent vagy semmit„ modell*

$$\begin{aligned} &\min cx \\ &\text{feltéve, hogy } z_i \leq \frac{a_i}{b_i} x \qquad i = 1, \ldots, k \\ &z \geq Ax - b + e \\ &cx \leq L \\ &x \in \{0,1\}^n \\ &z \in \{0,1\}^k \end{aligned} \tag{7}$$

3. *„Egy is elég" modell*

$$\begin{aligned} &\min cx \\ &\text{feltéve, hogy } z_i \geq \frac{a_i}{b_i} x \qquad i = 1, \ldots, k \\ &z \leq Ax - b + e \\ &cx \leq L \\ &x \in \{0,1\}^n \\ &z \in \{0,1\}^k \end{aligned} \tag{8}$$

6. AZ EREDMÉNYEK

Miután bemutattuk az optimalizálás matematikai hátterét most nézzünk egy konkrét minimalizálást az ISDN DSS1 második réteg protokoll tesztkészletére [3]. Ez a TBR4 szabvány 27 teszt célt (k=27), 52 teszt esetet (n=52), valamint a teszt esetek és célok közötti kapcsolatot tartalmazza. Minden teszt célhoz adottak azok a teszt esetek melyek szükségesek a teszt cél ellenőrzéséhez. Ennek a szabványnak a segítségével a cél-teszt incidencia mátrix könnyen elkészíthető.

Ahogy fentebb említettük, $cov(P_i) = 1$ minden i-re. Három különféle költségvektort definiáltunk:

1. Az első esetben $c_1(T_j) = 1$ minden $j = (1, \ldots, n)$-re. Ez a modell olyan esetekben használható, melyekben kizárólag a tesztek száma érdekel bennünket például, ha az összes teszt erőforrásigénye egyenlő, vagy nagyon hasonló.
2. A második költségvektor (c_2) értéke a tesztekben található időzítők értékétől függ. A c_2 vektor számításakor összeadtuk az időzítők értékét az adott teszt eset fájának különböző ágain végigfutva, majd a leghosszabb időt tekintettük a teszt költségének. Ez az idő felső korlát a j-edik teszt futásidejére. A c_2 konkrét értékei a következőek:

$$c_2 = (6, 3, 33, 3, 3, 8, 4, 5, 3, 9, 6, 35, 3, 13, 2, 4, 34, 6, 6, 2, 34, 5, 3, 5, 2, 5, 1, 8, 33, 7, 8, 3, 2, 1, 2, 35, 4, 2, 2, 3, 2, 4, 6, 2, 2, 2, 33, 33, 31, 6, 1, 2$$

3. A harmadik költségvektor (c_3) definíciója azon a feltételezésen alapul, hogy a teszt lefuttatási idejéből a legtöbbet az előkészületre szánt idő jelenti, valamint hiba esetén a hiba okának a felderítése. Ezért egy konstans értéket (100) adtunk hozzá minden $c_2(T_j)$-hez, így $c_3 = c_2 + 100$.

A fent leírt egészértékű lineáris programozási feladat megoldásához a CPLEX [4] programcsomagot használtuk.

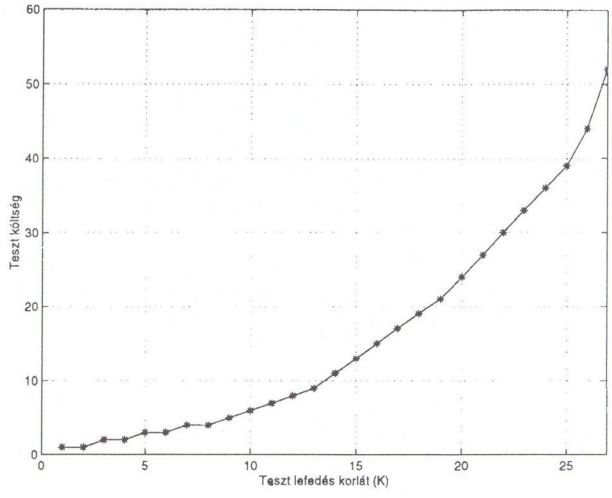
6.1. Minimális költség keresésének eredményei

Minimális költség keresésének eredményeinél minden grafikonon az optimális teszthalmaz összköltségét ábrázoltuk a K lefedési korlát függvényében, ahol a $K = 1, \ldots, 27$-ig terjed. Láthatjuk, hogy minden esetben, növelve a teszt lefedés alsó korlátját K-t, az optimálisan kiválasztott teszthalmaz költsége lineárisnál lassabban nő. Ez az jelenti, hogy ha például megelégszünk a teljes lefedés felével, akkor az optimalizációt alkalmazva olyan teszthalmazt nyerünk, amely kevesebb mint a felét használja a teljes tesztkészlet forrásigényének. Minél lassabban nő a lefedés, minél „öblösebb" a grafikon, annál jobb az optimalizáció hatékonysága.

Véletlenszerűen választva a lefuttatandó teszteket lineáris növekedést feltételezhetünk, tehát a mi módszerünket használva véletlenszerűnél jobb teszthalmazt kapunk. Ennél többet is állíthatunk: a módszer az adott korláthoz megadja a lehető legjobb teszthalmazt.

6.2. Lineáris modell

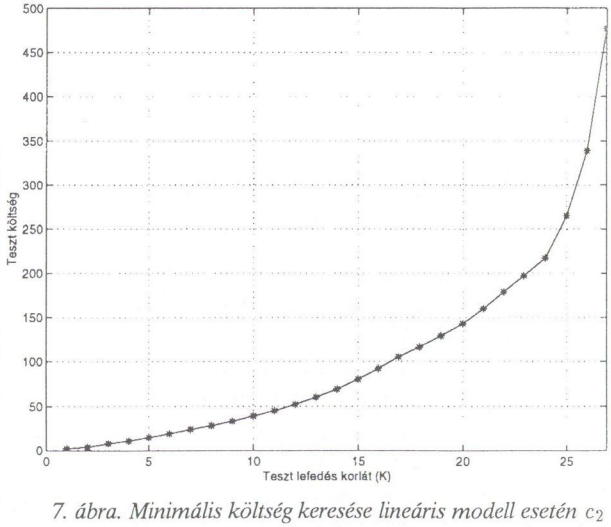
Elsőként a lineáris modell eredményeit mutatjuk be a három különböző költségvektor esetében.



6. ábra. Minimális költség keresése lineáris modell esetén c_1 költségvektorral

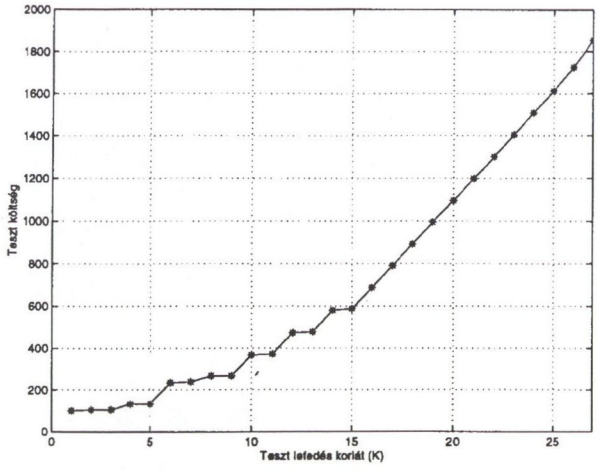
A 6. ábrán a c_1-es költségvektor esetén ábrázoltuk a minimális költséget. Az optimalizálás nélküli esethez képest, láthatóan jobb eredményt érhetünk el, ha az optimalizálási módszert használjuk.

A 7. ábrán a c_2-es költségvektorral súlyozott tesztek optimalizálási eredményét láthatjuk. Itt az optimalizált eredmény jobb mint az előző esetben. Ezt a súlyozás következményének tudhatjuk be. Megfigyelhetjük, hogy a $K = 24$-es pontnál van egy törése a görbének. Ez azzal magyarázható, hogy az optimalizáció következtében eddig a pontig sikerült a kívánt lefedést a kisebb költségű teszt esetekkel elérni, viszont innentől a nagyobb költségű tagok is szerepet játszanak.



7. ábra. Minimális költség keresése lineáris modell esetén c_2 költségvektorral

A harmadik költségvektor, c_3 esetében a grafikon a 8. ábrán látható. Mivel a c_3-as költségvektorban az előkészület ideje dominál, így romlik az optimalizáció hatékonysága, egyenesebb lesz a grafikon, de még így is jobb mint a véletlenszerű kiválasztás.

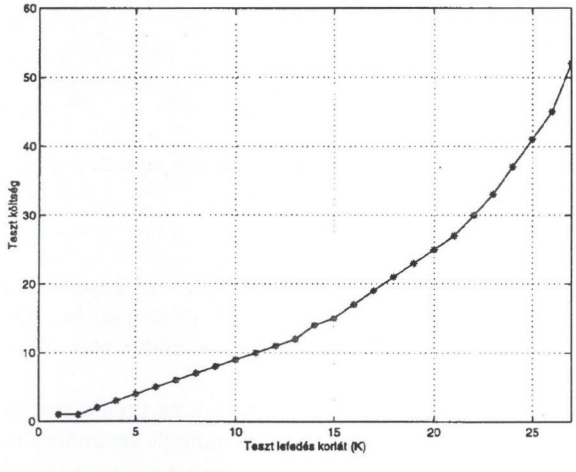


8. ábra. Minimális költség keresése lineáris modell esetén c_3 költségvektorral

„Mindent vagy semmit" modell

Ennél a modellnél is mind a három költségvektorra bemutatjuk az eredményeket grafikonon ábrázolva az előzőekben szereplő feltételek szerint.

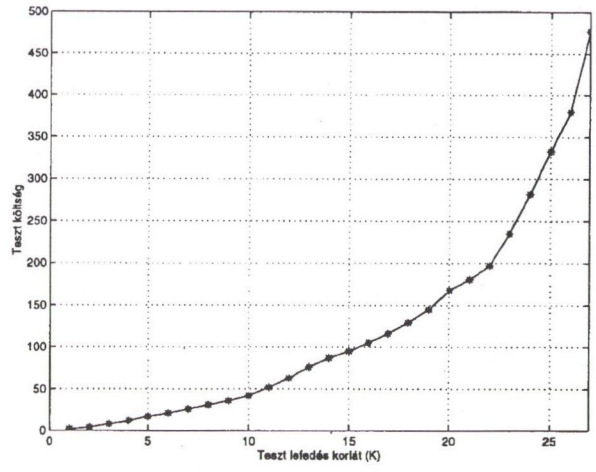
Súlyozatlan esetben (c_1 költségvektor) az eredmény a 9. ábrán látható. Az eredmény nagyon hasonlít a lineáris modell eredményére (6. ábra), ahol szintén a c_1 költségvektort használtuk, de talán egy kicsit szerényebb az optimalizálás hatása.



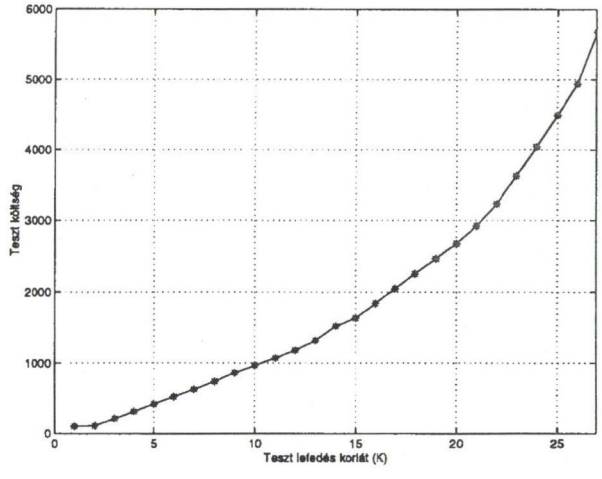
9. ábra. Minimális költség keresése „mindent vagy semmit" modell esetén c_1 költségvektorral

A súlyozott esetet (c_2 költségvektor) a 10. ábrán láthatjuk. Megfigyelhetjük a súlyozás pozitív hatását ebben az esetben is, mivel „öblösebb" lett a görbe, valamint ugyancsak látható a töréspont $K = 22$-nél.

Lényeges változás a c_3-as költségvektor használatakor figyelhető meg (11. ábra) az előző modell azonos esetéhez képest. Láthatjuk, hogy eltűnt a görbe egyenetlensége K kisebb értékeinél és megszűnt a nagyobb függvényértékeknél a linearitás. Ezekből adódik, hogy a „mindent vagy semmit" modellt feltételezve sokkal jobban használható az optimalizálás az előkészületi időt figyelembe vevő c_3-as költségvektorra.



10. ábra. Minimális költség keresése „mindent vagy semmit" modell esetén c_2 költségvektorral



11. ábra. Minimális költség keresése „mindent vagy semmit" modell esetén c_3 költségvektorral

„Egy is elég" modell

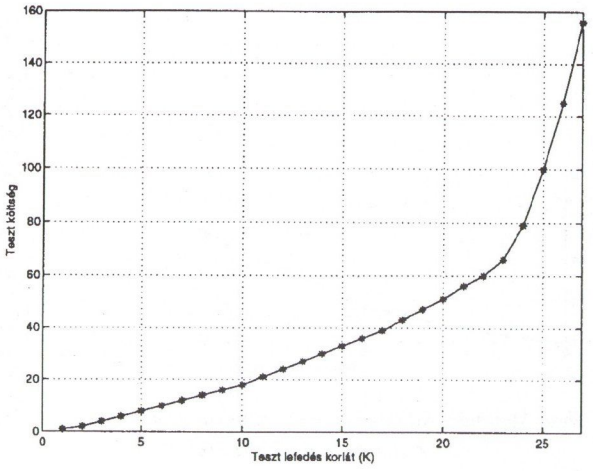
Az „egy is elég" modell feltételezése, miszerint egy teszt eset leellenőrzése, elég a teszt cél teljes leellenőrzéséhez, meglehetősen ritkán használatos. Léteznek ugyan ilyen ATS-ek, de ennek ellenére csak egy grafikont, a súlyozott eset (c_2 költségvektor) eredményét mutatjuk be.

A grafikon a 12. ábrán látható. Ebben az esetben is szép „öblös" a görbe, amiből azt láthatjuk, hogy az optimalizáció eredményeképpen sok költséget nyerünk viszonylag kis lefedés veszteség mellett.

6.2. Maximális lefedés keresésének eredményei

Maximális lefedés keresésének eredményeinél minden grafikonon a teszt lefedést ábrázoltuk az L összköltség felső korlát függvényében. Természetesen az L maximális értéke a három különböző költségvektor estén különbözik (52, 477 és 5677). Láthatjuk, hogy minden esetben, növelve az összköltség alsó korlátját L-t, a kiválasztott optimális teszthalmaz lefedése nem lineárisan nő, hanem annál gyorsabban, vagyis ebben az esetben is a módszerünket használva optimálisabb teszthalmazt érhetünk el, mint véletlenszerű tesztkiválasztás esetén, sőt a módszer itt is

a lehetséges legjobb teszthalmazt adja az adott korláton belül.

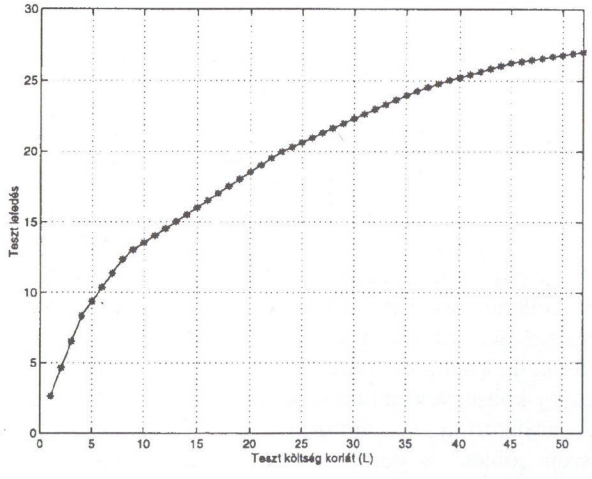


12. ábra. Minimális költség keresése „egy is elég" modell esetén c_2 költségvektorral

Lineáris modell

A lineáris modell esetében mind a három költségvektor eredményét bemutatjuk.

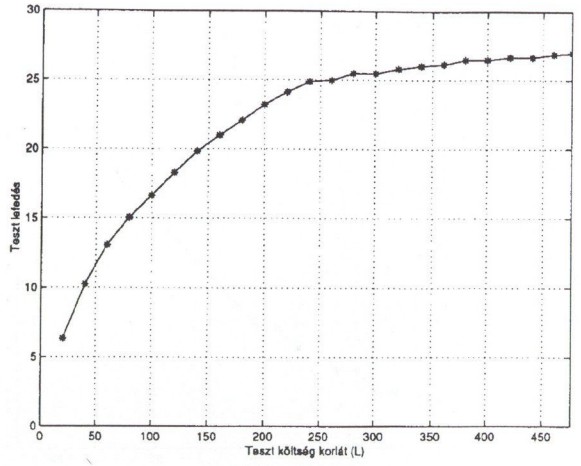
A c_1 költségvektor esetén az eredmény a 13. ábrán látható. Az eredmény azt mutatja, hogy már súlyozatlan esetben is lényegesen nagyobb lefedésű teszthalmazt tudunk kiválasztani, mint optimalizáció nélkül.



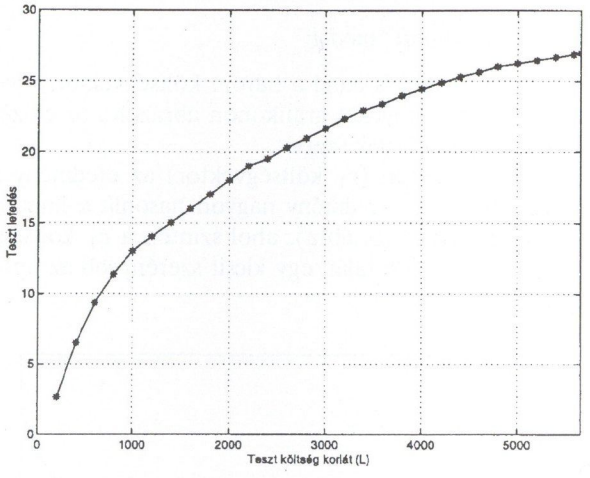
13. ábra. Maximális lefedés keresése lineáris modell esetén c_1 költségvektorral

A következő c_2-es költségvektor grafikonját a 14. ábra mutatja be. Itt már határozottan látszik a súlyozott költségvektor hatása az optimalizálásban, mivel például a 25-ös lefedés eléréséhez (ami a teljes lefedés 93 %-a) elegendő a maximálisan szükséges idő fele.

A harmadik költségvektor, c_3 esetében az eredmények a 15. ábrán láthatók. Ebben az esetben a tesztek súlyozása kiegyenlítődik, mivel minden érték 100-zal meg van növelve, de még így is érezhető a különböző költségek hatása az optimalizálás eredményében.



14. ábra. Maximális lefedés keresése lineáris modell esetén c_2 költségvektorral



15. ábra. Maximális lefedés keresése lineáris modell esetén c_3 költségvektorral

„Mindent vagy semmit" modell

A „mindent vagy semmit" modell eredményeiből csak a c_2 költséggel adódott grafikont mutatjuk be, mivel ez tartalmaz lényeges eltéréseket az eddig már tárgyalt esetekhez képest.

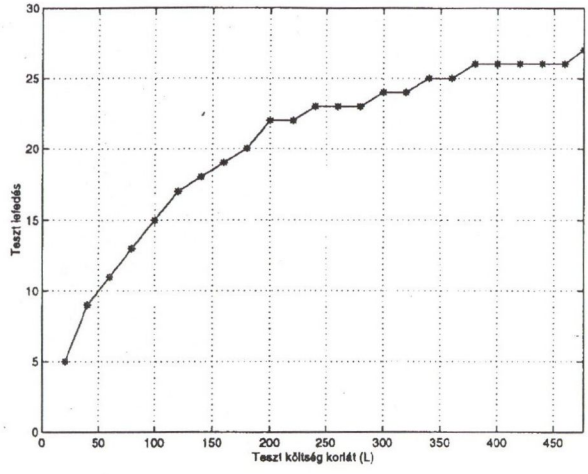
Ha a költségvektort c_2-re választjuk az eredményeink a 16. ábra szerint alakulnak. Ezt a modellt használva nem olyan látványos az optimalizálás hatása a súlyozás ellenére sem. Ez a tény az igen szigorú feltételünkből adódik, miszerint egy teszt cél teljes leellenőrzéséhez az összes olyan teszt esetre szükség van, ahol az incidencia mátrix teszt célhoz tartozó sorában egyesek állnak.

„Egy is elég" modell

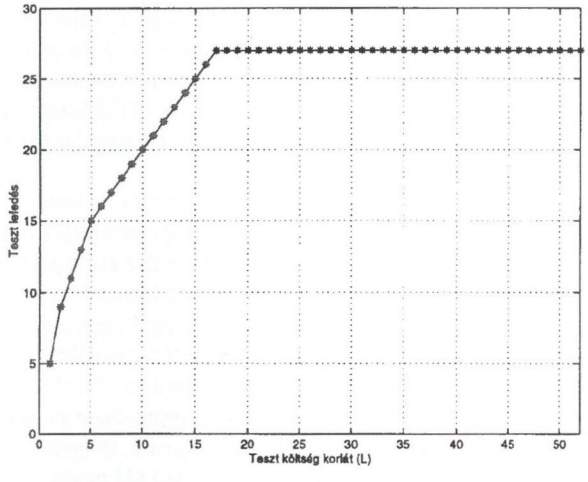
Ennél a modellnél is mind a három költséggel adódott grafikont bemutatjuk mivel azok némiképp eltérnek az előzőekben megszokottaktól.

A súlyozatlan esetben (c_1 költségvektor) az optimalizálás 17. ábrán látható. Érdekes megfigyelni, hogy $L = 5$ és $L = 17$ között egy lineáris szakasz található, majd telítésbe megy a görbe, amely jelentős eltérés az eddigi grafikonokhoz képest. Ennek a telítésnek az okát a modell feltételeiben kereshetjük, miszerint egyetlen egy teszt eset

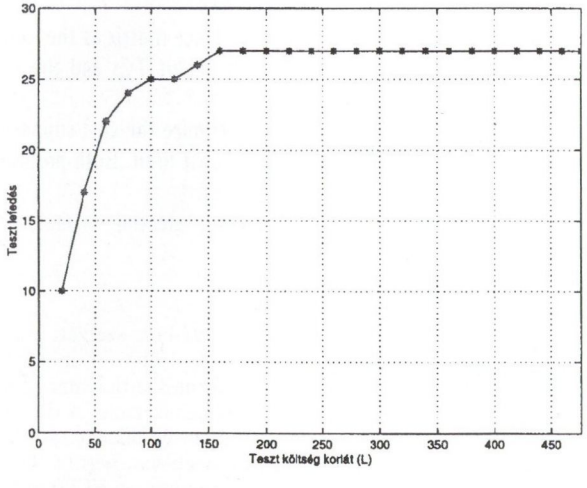
elég egy teszt cél leellenőrzéséhez, így drasztikusan lecsökken a teljes lefedés eléréséhez szükséges költség.



16. ábra. Maximális lefedés keresése „mindent vagy semmit" modell esetén c_2 költségvektorral



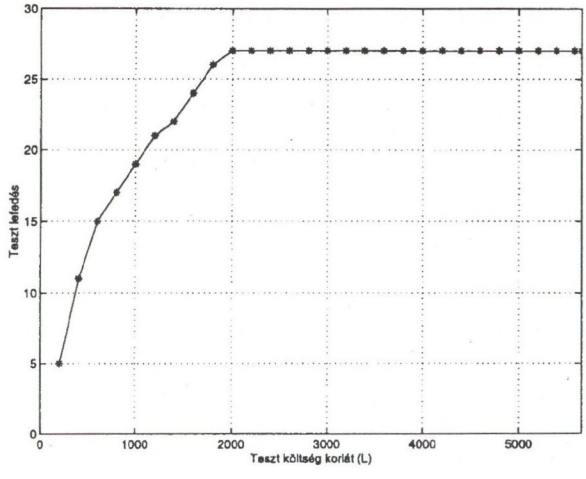
17. ábra. Maximális lefedés keresése „egy is elég" modell esetén c_1 költségvektorral



18. ábra. Maximális lefedés keresése „egy is elég" modell esetén c_2 költségvektorral

A súlyozott eset (c_2 költségvektor) optimalizálása a 18. ábrán lévő grafikonon található. Itt a súlyozás hatására tovább „sarkosodik" a görbe, ami javulást jelent az összköltség tekintetében, amennyiben nagy lefedettséget szeretnénk elérni. A telítést ezen a görbén is megfigyelhetjük.

A c_3 költségvektorral készített optimalizálás a 19. ábrán látható. Itt már csökken az optimalizálás jósága, mivel az itt használt költségvektor nem tesz olyan jelentős különbségeket a különböző teszt esetek között mint a c_2-es költségvektor, viszont a telítés miatt, ez az optimalizált eredmény is nagyon jónak mondható.



19. ábra. Maximális lefedés keresése „egy is elég" modell esetén c_3 költségvektorral

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Létrehoztunk egy matematikai modellt, mely a tesztkészletből optimális teszthalmazt képes kiválasztani. A problémát egy már létező matematikai apparátussal, az egészértékű programozás segítségével kezelni tudunk. A matematikai modellt tovább finomítottuk úgy, hogy a valóságban előforduló különböző eseteket is kezelje. Ezek az esetek a *lineáris modell*, *„mindent vagy semmit" modell* és az *„egy is elég" modell*. Egy teszthalmaz költségének és hasznosságának (lefedésének) matematikai alakba öntésével a gyakorlati tesztelés legfontosabb tényezőit tudtuk bevonni a modellbe.

A modell készítésénél szem előtt tartottuk, hogy a gyakorlatban könnyen és eredményesen alkalmazható legyen, mely valós protokollok tesztkészleteire is működik nem csak „játékprotokollokra". Egy ilyen valós protokollon [3] be is mutattuk a módszer eredményességét, melyet számos grafikonnal támasztottunk alá.

Továbbiakban azon ATS-ek optimalizálásával szeretnénk foglalkozni, melyek incidencia mátrixa diagonális. Ebben az esetben a célokat rész célokra kell bontanunk és így kell elvégezni az optimalizálást. A rész célokra bontás elvégezhető abban az esetben, ha a tesztelés dokumentumai között, az ATS mellett, a teszt célok gyűjteménye is rendelkezésre áll, némileg formalizálva. Ez a teszt cél gyűjtemény az ETSI által készített tesztkészletek esetében mindig hozzáférhető, így a további kutatást ezen ETSI tesztekre alapozva szeretnénk folytatni.

IRODALOM

[1] ITU-T X.290-X.296 OSI conformance testing methodology and framework for protocol recommendations for ITU-T applications, 1994-1995.

[2] ISO/IEC DIS 13245-1 Information technology – Framework: Formal methods in conformance testing, 1997.

[3] ETSI Draft prTBR4 Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to an ISDN using ISDN primary rate access, 1994.

[4] CPLEX, Version 3.0, 1989-1994, CPLEX Optimization, Inc.

[5] S. T. Vuong, Jadranka Alilovic-Curgus, „On Test Coverage Metrics for Communication Protocols", In Proc. 4th Int. Workshop on Protocol Testing System, 1991.

[6] S. T. Vuong, Jinsong Zhu, Jadranka Alilovic-Curgus, „Sensitivity analysis of the metric based test selection", IFIP TC6 10th Int. Workshop on Testing of Communication Systems, 1997.

[7] Tarnay Katalin, „Protokollok specifikálása és tesztelése", Híradástechnika, 1992. augusztus

[8] K. Tarnay, „Protocol Specification and Testing", Akadémiai Kiadó, 1991.

[9] A. Cavalli, R. Anido, „Verification and Testing", EUNICE Summer School on Protocol Engineering, Lisbon, Portugal, 1995.

[10] T. Csöndes, B. Kotnyek, „A Mathematical Programming Method in Test Selection", EUROMICRO'97 Proceedings of the 23rd Euromicro Conference, New Frontiers of Information Technology, IEEE Computer Society, 1997.

[11] T. Csöndes, S. Dibuz, B. Kotnyek, „Conformance Testing of Communication Protocols", Network Information Processing Systems, Proceedings of the IFIP TC6 International Symposium on Automation and Informatics'97, 1997.

OPTIMIZATION OF CONFORMANCE TEST SUITES

In this paper we address the problem of optimal test selection, which is one of the most important question in conformance testing (CT). We briefly introduce the procedure of conformance testing as well as its methodology. Then the problem of selection is described and a possible solution based on integer linear programming is proposed. The effectiveness of the method is shown by applying it to a real-life protocol.

The conformance testing is an important step in the lifecycle of a protocol. Its main aim is checking whether the protocol is conform to the standards or not. The procedure of CT is standardized. The testing is based on the abstract test suite (ATS) contained by the standard. Different implementations of a protocol are to be tested with the use of the same ATS so that the results can be comparable. The abstract test suite is derived from the informal and formal (e.g.: SDL, ESTELLE, LOTOS) specifications of the protocol and given in TTCN format (Tree and Tabular Combined Notation). TTCN used for precise specification of abstract test suites. TTCN combines a tree notation for dynamic behaviour description with a tabular representation.

There are documents (PICS – Protocol Implementation Conformance Statement, PIXIT – Protocol Implementation eXtra Information for Testing, PCTR – Protocol Conformance Test Report, SCTR – System Conformance Test Report) prepared for and during conformance testing which format is also standardized. These documents also ensure that the test results of conformance testing are comparable and repeatable.

The complete testing of a real-life protocol is a hard problem because of the time it would take. That is why the test laboratories need to select some tests they can execute within the time they have. The ATS itself is a selected test-suite but it is still too long to execute.

The existing approach of handling this problem is test generation. Such procedures goal in summary is to generate such ATSs from the protocol specification that are optimal, i.e. contain as few parallelism as it is possible so they can be wholly executed within the time limit. The theoretical background of this kind of optimization is the finite state machine (FSM). If an FSM model of the protocol is already given, there are several algorithms for generating good or better test suites (Transition Tour, Unique Input/Output method, Distinguishing Sequence, W-method) [8], [9]. We need this FSM model however real-life protocols are so complicated that it is not possible to create their usable FSM model.

Our approach, which we outlined in our earlier papers [10], [11], is based on the practice of optimal test selection. We suppose that we are given an ATS and we cannot generate any new test cases (TC). That is what test laboratories do, they use only those test cases which are provided by the standards. By now, the selection of TCs from ATS is based on the subjective decision of the test laboratory. Our aim is to create a theoretical background of such selection. We found that the mathematical optimization is a possible method.

We created a mathematically formulated model of Conformance Testing. This model contains the purpose-test incidence matrix as the model of the relation between the test purposes (TP) and test cases, the coverage function describing the utility of a set of TCs and the cost function, which corresponds to the resource (mainly the time) we need to execute the test.

We present three possible coverage function and two optimization problems. In the first problem we attempt to minimize the cost supposing a lower bound for the coverage, while in the second our aim is to find a test set with maximal coverage within a cost limit. Both problems can be formulated as linear integer programming problems and then existing algorithms may be applied to solve them.

Several numerical results is presented in the paper. They show the method to be effective compared to the random selecting. In fact, with this optimization method we can get the best possible test.

Csöndes Tibor 1996-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán, Villamosmérnöki Szakon. Diplomamunkáját ISDN interfészek teszteléséből készítette. Jelenleg a Távközlési és Telematikai Tanszék másodéves Ph. D. hallgatója. Egyetemi tanulmányai mellett az Ericsson Távközlési Kft. Kutatólaboratóriumának konformancia teszteléssel foglalkozó részlegében dolgozik. Fő kutatási területe a TTCN tesztleíró nyelv és konformancia tesztkészletek optimalizálása.

Kotnyek Balázs 1997-ben szerzett matematikus diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán. Diplomamunkájának címe: A diszkrét momentum-probléma, és alkalmazása távközlési hálózatok megbízhatóságára. Jelenleg elsőéves doktorandusz az ELTE Alkalmazott matematika, operációkutatás, statisztika doktori iskolájában. Kutatási területe az operációkutatás alkalmazása a távközlésben.

A PROTOTÍPUSKÉSZÍTÉS MÓDSZERTANA

SANDI MÁRIA

MATÁV INFORMATIKAI FŐOSZTÁLY, FEJLESZTÉSTECHNOLÓGIAI OSZTÁLY
1541 BUDAPEST

A cikk célja a prototípussal, prototípuskészítéssel kapcsolatos fogalmak és tennivalók tisztázása. Áttekintjük a hagyományos tervezési módszertanok struktúráját, a használatuk során felmerülő problémákat. Ezt követően a cikk a prototípus definícióját tárgyalja, valamint a prototípusok kategorizálását típusuk (teljes, részleges), funkciójuk (horizontális, vertikális) szerint, és a felhasználás módja (eldobandó, túlélő prototípus) szerint. Hangsúlyt kap a prototípuskészítés folyamatának tipizálása (feltáró prototípuskészítés, kísérleti prototípuskészítés, evolúciós prototípuskészítés), a kivitelezés módjainak (résztvevőleges megvalósítás, visszacsatolásos megvalósítás) fogalomkörét, valamint a prototípuskészítés folyamatának részletes leírása. Külön tárgyaljuk a prototípus alapú követelmény analízist, és külön a prototípus alapú fejlesztést, de meg kell jegyezni, hogy a prototípus alapú követelmény analízisnél a gyakorlati lépésekre vonatkozóak természetesen érvényesek a prototípus alapú fejlesztésekre is.

Mottó: Ha nem készítesz prototípust, a felhasználó a végtermékedet tekinti annak. (Sandi)

BEVEZETÉS

A „software engineering"-gel, a szervezési módszertanokkal foglalkozó anyagok nagyjából mind ugyanúgy kezdődnek, felsorolják a szoftverfejlesztés problémáit, a problémák szimptómáit. Rémtörténetek légiói keringenek a magas költségű sikertelen fejlesztésekről. Talán érdemes megnézni az egyik többször idézett példát, amely a legkifejezőbben, „mérhetően", összegszerűsítve illusztrálja problémáink nagyságát. Az Egyesült Államok kormányának elszámolási hivatala (US Government Accounting Office) kilenc szoftver-projekt vizsgálata alapján a következő költségadatokat publikálta 1979-ben:

- Kifizetett, de soha át nem adott rendszerek 3,2 M $
- Átadott, de soha nem használt rendszerek 2,0 M $
- Elvetett vagy újraszervezett rendszerek 1,3 M $
- Módosítás után használatba vett rendszerek 0,2 M $
- Átadás után használható rendszerek 0,1 M $

Jó lenne azt hinni, hogy ez csak a hetvenes évek problémája volt és a helyzet azóta gyökeresen megváltozott, de mindannyian tudjuk, hogy vannak még tennivalók ezen a téren. Ezen problémákat hivatott megoldani a „software engineering". Fordítás helyett egy definíciójával kell beérnünk: a tudományok és a matematika alkalmazása az ember számára hasznos termékek tervezésében és kivitelezésében (esetünkben a szoftverkészítésben). Ezen tudományok számtalan módszert szolgáltattak az elmúlt évtizedekben, amelyek a szoftverfejlesztés minőségének javítását szolgálják, mint pl. az SDM, SSADM, CASE módszerek, eszközök. Nem szándékozunk ismertetni a különféle módszertanokat, még csak áttekintést adni sem. Ezt megteszik a már ismert anyagok, pl. az „Áttekintés információs rendszerek fejlesztési módszereiről" (KFKI Számítástechnikai Rt.). Célunk a prototípus, mint fogalom és mint gyakorlati eszköz ismertetése.

A következőkben a prototípuskészítés helyét, szerepét vizsgáljuk meg a kisebb és nagyobb rendszerek fejlesztésének vonatkozásában.

1. HAGYOMÁNYOS MÓDSZERTANOK, SDM

A hagyományos rendszerszervezési módszerek, ARDOSZ, SDM (PANDATA), SDM (HOSKYNS) kidolgozása már hatalmas előrelépés volt az őskáoszhoz képest, mert kötött lépéseikkel, struktúrájukkal komoly támaszt szolgáltattak a rendszer elkészítéséhez. Példaképpen tekintsük át a PANDATA cég által kifejlesztett SDM (System Development Methodology) módszertant. Az SDM egy az 1980-as évek elején kidolgozott módszertan a számítógéppel támogatott rendszerek fejlesztéséhez. Magába foglalja a rendszer teljes életciklusát, a kiindulási koncepciótól a végső rendeltetésig. Az SDM valamennyi rendszerfejlesztési lépést tárgyalja, beleértve az egyes lépések véghezviteléhez szükséges tevékenységeket. Minden tevékenységhez tartozik egy tevékenységleírás, amely az illető tevékenység jellegét, ill. definícióját adja meg.

A projekt végrehajtása során – mérettől függően – több tevékenység egy személyhez, ill. nagyobb rendszerek esetén több személy egy tevékenységhez rendelhető.

Az SDM lépései

1. Definíciós tanulmány készítése

- A szakasz indítása.
- A probléma meghatározása és a tanulmány körének megállapítása.
- Adatgyűjtés a meglevő módszerekről és eljárásokról.
- A meglevő módszerek és eljárások elemzése.
- A rendszercélok és teljesítménykritériumok kidolgozása.
- Az erőforrások, a korlátok, a feltevések és a feloldandó döntési elemek meghatározása.
- A rendszerkimenetek, bemenetek és a fő funkciók elemzése.
- A rendszerrel szemben támasztott követelmények és a lehetséges megközelítések meghatározása.
- A rendszermegközelítés értékelése és kiválasztása.
- Az implementálási, konverziós és átvételi követelmények meghatározása.
- A javasolt rendszer általános tervének és költség/haszon elemzésének elkészítése.
- A definíciós tanulmány jelentésének elkészítése.

2. Előzetes tervezés

- A szakasz indítása.
- A rendszer kiterjesztési követelményeinek specifikálása.
- Az általános rendszerkörnyezet definiálása.

- Az alrendszerek leírása.
- Alrendszerek be-, ill. kimeneti és interfész követelményeinek kifejlesztése.
- Rendszer-, ill. alrendszer-folyamatábrák készítése.
- Folyamatleírások elkészítése.
- Rendszervédelmi követelmények előírása.
- Az ergonómiai problémák területeinek azonosítása.
- A logikai adatbázis-struktúra és az elérési módszerek definiálása.
- Adatátviteli követelmények előírása.
- A hardverkonfiguráció megadása.
- A rendszerszoftver megadása.
- A fejlesztési és az implementálási terv elkészítése.
- Az előzetes tervezés jelentésének elkészítése.

3. Részletes tervezés

- A szakasz indítása.
- Az emberi eljárások fejlesztése.
- Kézi űrlapok és számítógépes be-, ill. kimeneti interfészek tervezése.
- A fizikai adatbázis tervezése.
- A főbb alrendszervédelmi paraméterek tervezése.
- Az alrendszerekhez tartozó programok definiálása.
- Logikai folyamatábrák és táblázatok fejlesztése.
- Segédprogramok és közösen használt rutinok specifikálása és a közös eljárás könyvtárak kialakítása.
- Az alrendszer tesztelési tervének kidolgozása.
- A részletes tervezés jelentésének elkészítése.

4. Programok, emberi feladatok tervezése

- A szakasz indítása.
- A munkaköri leírások összeállítása személyzeti alrendszerek számára.
- A személyi és környezeti követelmények megállapítása.
- A részletes program-folyamatábrák kifejlesztése.
- A programok kódolása.
- A forrásnyelvi programok lefordítása.
- A program (modul) belövési adatainak előkészítése.
- A programok belövése.
- A programok és az emberi feladatok tervezésjelentésének elkészítése.

5. Tesztelés

- A szakasz indítása.
- A részletes tesztelési terv és az eljárások fejlesztése.
- A telephely előkészítése és a hardver, ill. egyéb berendezések installálása.
- A futtatási környezet meghatározása.
- A kiképzőtanfolyamok, munkasegédletek és az emberi eljárások tesztelése.
- A tesztadatbázis- és teszttranzakciós adatállományok felépítése.
- Az alrendszer, ill. a rendszer tesztelése.
- Az átvételi teszt lefolytatása.
- A teszteredmény-jelentés elkészítése.

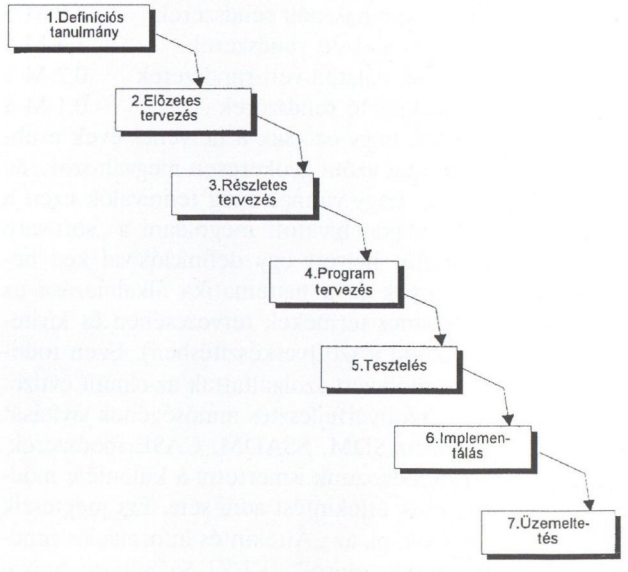
6. Adatkonverzió és implementálás

- A szakasz indítása.
- A konverzió és az implementálás vezértervének és ütemezésének megállapítása.
- Az üzemeltető személyzet kiképzése a hardver, a szoftver és az új rendszer ismereteire.
- Az új rendszer mutatóinak teljessé tétele.
- Adatkonverzió.
- A vezetőség figyelmének az új rendszerre való irányítása.
- Az új rendszer felhasználói személyzetének kijelölése és kiképzése.
- A követő team kiképzése a hardver, a szoftver és az új rendszer ismereteire.
- A rendszer átadása valamint a konverzió és az implementálás dokumentálása.

7. Üzemeltetés és rendszerkövetés

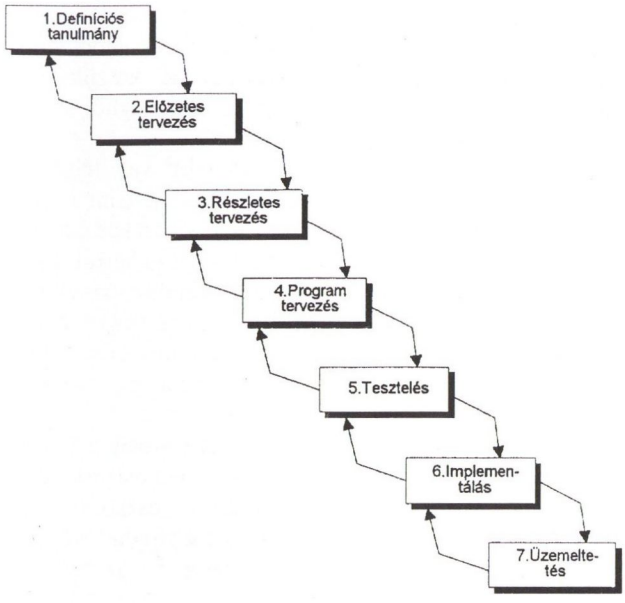
- A szakasz indítása.
- A kritikus mutatók kidolgozása és figyelése.
- A követés szervezési és programozási feladatainak ütemezése.
- A számítógép üzemeltetésének ütemezése.
- A futási hibák megelőzése és gondoskodás a futás indításáról.
- A katasztrófafelügyelet és a biztonsági tervek figyelemmel kísérése.
- A módosítási kérelmek feldolgozása és a módosítási dokumentáció szétosztása.
- További kiképzés nyújtása.
- A rendszer állapotának felülvizsgálata és az üzemeltetés és követés éves tervének elkészítése.

A későbbi ábrákból látható, hogy bár az egyes fázisokon belül vannak párhuzamos tevékenységek, és az összes szükséges tevékenység nagyon jól szervezett, de alapjában szekvenciális elrendezésű műveletek láncolata. Az egyes fázisok csak az ellenőrzési pontokon csatlakoznak. A fejlesztés megvalósításának folyamatát az 1. ábra mutatja.



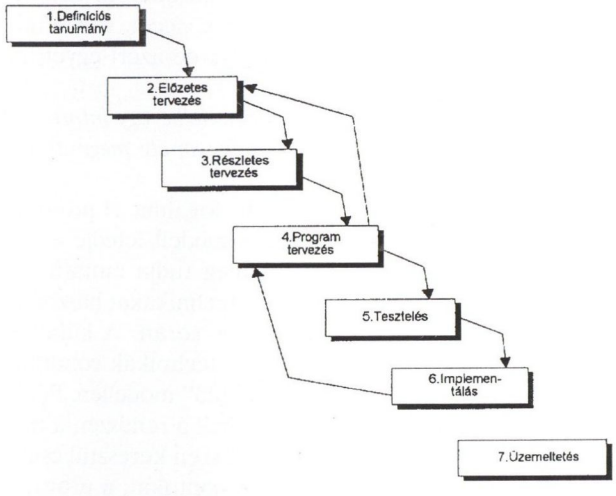
1. ábra

Általában elég hosszú idő telik el a helyzetfelméréstől a rendszer átadásáig. *Ez a módszer tökéletes végterméket eredményez, amennyiben a felhasználó igényeit tökéletesen mértük fel, és tökéletesen fogalmaztuk meg, még a definíciós tanulmány elkészítésének szintjén, és ha minden ellenőrzési ponton a tévedhetetlenséget nyújtottuk. Amennyiben a fejlesztő gárda erre nem volt képes, márpedig erre sohasem képes, nagy a valószínűsége, hogy az üzembe helyezés után a rendszert módosítani kell.*



2. ábra

Ekkor a 2. ábrán látható úton kontrolláltan visszajuthatunk munkánk kezdetéig és megismételhetjük a fejlesztés teljes periódusát, vagy megpróbálhatjuk a 3. ábrán látható ‚gyorsított módosítási eljárást', és fejlesztésünk garantáltan szétesik. Ezek a ciklikus visszalépések alapvetően demoralizálják a felhasználót.



3. ábra

Az SSADM (Sructured System Analysis & Design Method) fázisait a 4. ábrán láthatjuk.

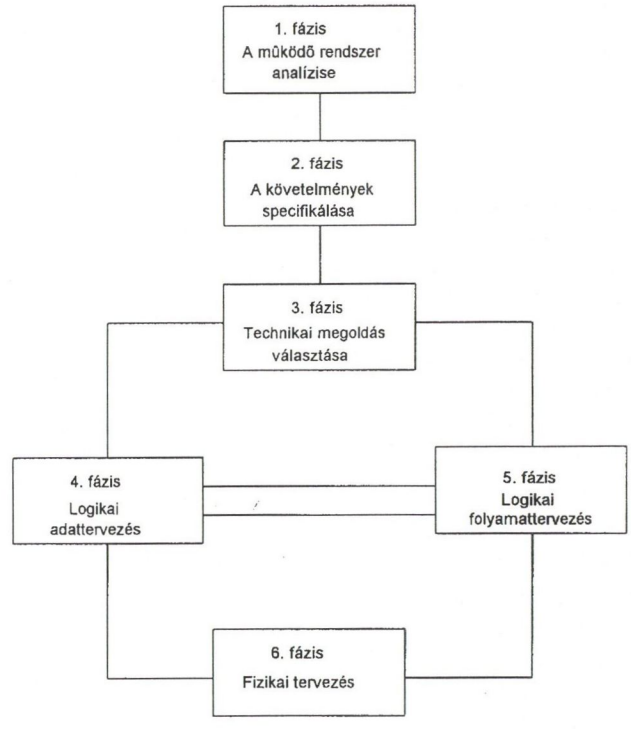
Foglaljuk össze a szekvenciális életciklusú fejlesztés előnyeit, hátrányait.

A szekvenciális életciklusú fejlesztés előnyei:

- A módszer egy tiszta keretet biztosít, amely meghatározza és behatárolja a szoftverfejlesztési folyamat legfontosabb tevékenységeit.
- A módszer alkalmazható, tekintet nélkül az alkalmazási területre, vagy a tervezett projekt méretére vagy komplexitására.
- A módszer felépítése a terméknek egy olyan strukturáltságát biztosítja, amely összhangban van a jelenlegi szoftverfejlesztési követelményekkel.
- A hangsúlyozottan a lépésenkénti finomítás elvén alapuló megközelítés lehetővé teszi a munka megosztását, ami előfeltétele a nagy rendszerek elkészítésének.

Hátrányai:

- A módszer arra a téves feltételezésre alapul, hogy egy fejlesztési folyamat végigvihető szekvenciálisan, és az iterációk a fázisok között csak kivételes esetben szükségesek.
- Az egyes fázisok éles elhatárolása megvalósíthatatlan elképzelés. A gyakorlatban az egyes fázisok tevékenységei átlapolódnak és a kapcsolatok az egyes fázisok között sokkal bonyolultabbak, semmint egy szekvenciális input/output modell kifejezhetné. A módszertan megkövetelné, hogy egy fázis csak akkor kezdődjön, ha az előző fázis befejeződött. A valóság azonban azt mutatja, hogy nagyon kevés esetben lehet egy komplett követelmény meghatározást, vagy egy hibamentes részletes tervet elkészíteni első nekifutásra. Gyakran csak a következő fázis biztosítja az aktuális fázis teljessé tételéhez szükséges információt.
- A szigorúan szekvenciális megközelítés azt eredményezi, hogy maga a szoftverrendszer csak a fejlesztés késői fázisaiban válik elérhetővé, így a módosítási igények is túl későn jelentkeznek ahhoz, hogy ne okozzanak gondot.



4. ábra

A szekvenciális életciklusú módszertanokban egy dolog közös. Láthatjuk, hogy a fejlesztés sikere alapvetően a rendszerrel szemben támasztott követelmények lehető legpontosabb felmérésén alapul.

A felhasználó és a fejlesztő kapcsolatának problémái

Mi is a probléma a követelmény analízis terén?

- Nagyon sokszor találjuk úgy, hogy a felhasználó „nem tudja, hogy mit akar". Ez a probléma abból adódik, hogy

a legtöbb felhasználó nem ismeri pontosan a számítógépes rendszer lehetőségeit és korlátait, (természetesen ez nem is várható el tőle) és nem is tudja ezeket érdemben figyelembe venni. A számítógépes rendszer általában megváltoztatja az eddigi feldolgozás menetét, általában nem lehet és nem is célszerű egy az egyben átvenni a manuális feldolgozást. A felhasználó úgy látja, hogy ő eddig a legtermészetesebb, leglogikusabb módon végezte feladatát, és ez a hozzáállás sokszor elfedi a lehetséges jobb megoldásokat, nehéz kicsalni a tényleges lehetőségeket.

- Nagyon gyakran merül fel kommunikációs probléma a rendszer szervezője és a felhasználó között, mivel képzettségük és gyakorlatuk különböző. Ez azt jelenti, hogy nincs egy közös absztrakció és módszer a rendszer strukturálásához és a fejlesztéséhez. Nagyon nehéz bármilyen, a számítástechnikusok által használt eszközzel prezentált leírást (legyen az hagyományos vagy modern, folyamatábra, adatfolyam diagram, egyedkapcsolat modell) a hétköznapi élettel összevetni, megállapítani hogy lefedi-e a teljes komplexitást stb. Márpedig a félreértések következményeit már érzékeltettük.

Ezeket a problémákat Jacob Nielsen pár szellemes szlogenbe foglalta, amit talán nem felesleges közzétenni. Nem idézve, csak összefoglalva:

- *A legjobb elképzelésed sem elég jó* (Your best guess is not good enough). Képtelenség egy optimális felhasználói felületet biztosítani a saját elgondolásainkra alapozva, mivel a felhasználónak korlátlan lehetősége van, hogy mást és másképpen akarjon. Lényegesen jobb lesz az eredmény, ha a tervezés a felhasználók és munkájuk megismerésén alapul. Caesar példáját hozza, aki nem arról volt híres, hogy ragyogó stratégiákat dolgozott ki, számtalanszor vitte problémás helyzetekbe légióit, amelyeket csak úgy tudtak megoldani, hogy a helyzetet felismerve megváltoztatta terveit. Megszívlelendő a következtetés: Ha Caesar meghódíthatta Galliát hibáinak beismerésével, talán mi is nyerhetünk némi piaci részesedést saját hibáink beismerésével.
- *A felhasználónak mindig igaza van* (The user is always right). Nem érdemes túlragozni; a felhasználónak kell használni a rendszert, és ha ez gondot okoz neki bármilyen szempontból, ez nem azt jelenti, hogy a felhasználó hülye, hanem azt, hogy nem a szintjének, igényeinek megfelelő rendszert terveztünk.
- *A felhasználónak nincs mindig igaza* (The user is not always right). A felhasználót köti az eddigi gyakorlata, ismerete, és nem biztos, hogy felismeri az általa még nem ismert szolgáltatás előnyeit. Tehát az sem megoldás, ha mindenben elfogadjuk az első megkérdezett leendő felhasználó véleményét.
- *A felhasználók nem tervezők* (Users are not designers). A teljesen egyedi megoldások magukban hordják a veszélyt, hogy senki más nem tudja használni őket, csak az, akire méreteztük. A felhasználó igényeit csak az ésszerűség határain belül érdemes kielégíteni, az elfogadott vagy szabványos megoldásokat meg kell tartani.
- *A tervezők nem felhasználók.*
- *A vezérigazgató nem felhasználó stb.*

Belátható, hogy van gyakorlati haszna annak, ha elképzeléseinket megpróbáljuk valamilyen módon láthatóvá, megfoghatóvá tenni, még a fejlesztés korai szakaszában. Ez vonatkozik mind a hagyományos tervezési módszerekkel, mind a modernebb eszközökkel (CASE) készülő nagy rendszerekre, mind az egyedi kívánságot kielégítő, kis volumenű fejlesztésekre.

Sajnálatos módon a legritkább esetben van lehetőségünk arra, hogy úgy kezdjük a specifikálást, mint egy nő a szabónál: azt a modellt kérem, ami a kirakatban van, csak a nyaknál zsabó helyett egy kis fodros gallérral. Ezért szükségünk van valamilyen eszközre, amellyel viszonylag gyorsan, viszonylag alacsony költséggel meg tudjuk állapítani, hogy a következő féléves, éves munkánk eredményes lesz-e, vagy az üzemszerű működés helyett az átdolgozással kezdhetjük.

Nézzük meg azt az eszközt, technikát, amely a fejlesztést sikeressé teheti, amely feladatmegfogalmazási, értelmezési problémáinkat megoldhatja, azt az eszközt, amely elképzeléseinket, terveinket láthatóvá, megfoghatóvá, és a felhasználó számára értelmezhetővé teszi. Ez az eszköz a prototípus, a prototípuskészítés.

2. A PROTOTÍPUS

Alig akad szakfolyóirat vagy szakkönyv napjainkban, amely ne foglalkozna a prototípuskészítéssel. Ennek ellenére használata a gyakorlatban igen lassan terjed. Ennek talán az az oka, hogy a fogalom elméleti tárgyalása és a gyakorlat nincs igazán kapcsolatban egymással. A prototípus fogalmát mindenki ismeri, nem akarom elmesélni a Trabant, mint papírmasé prototípus viccet, valószínűleg több tucat definíció van forgalomban, de azért egyet mi is adunk:

A prototípus egy olyan működő modellje egy információs rendszernek, vagy annak egy részének, amely megmutatja a rendszer specifikus vonatkozásait.

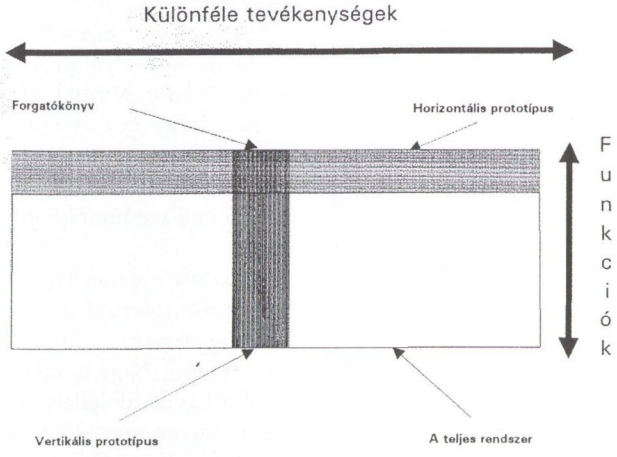
Ezen definíció lényege a „modell" fogalma. A prototípus készítésnél nem szempont, hogy a modell lefedje a teljes rendszert, elég, ha a koncepciót meg tudja mutatni. Különféle modellezési módszereket és technikákat használnak az információs rendszerek fejlesztése során. A különbség lényege a különféle prototípusok és technikák vonatkozásában az, hogy mit is értünk a „működő" modellen. Például egyik aspektus lehet az, hogy mit csinál a rendszer, a másik lehet az, hogy hogyan, milyen interfészen keresztül csinálja azt. Figyelembe véve ezeket a szempontokat, a prototípusokat először is két csoportba sorolhatjuk:

- *teljes prototípusok,*
- *nem teljes prototípusok.*

A teljes prototípus a klasszikus értelemben vett prototípus, amelyben a tervezett rendszer összes szignifikáns funkciója kidolgozottan jelen van. Tulajdonképpen a kivitelezés és a használat során szerzett tapasztalatokat használjuk fel a továbbiakban, és maga a prototípus a végső rendszer fejlesztésének alapjául szolgál.

A nem teljes, vagy részleges prototípusról többféle megközelítésben beszélhetünk. Az egyik megközelítés szerinti kategóriaképzés alapja pontosan az, hogy mit is várunk a prototípustól. Ha a rendszer komplexitásáról beszélünk, ez többféle módon érthető. Ez jelentheti a megoldandó problémák összetettségét, de jelentheti azt is, hogy egy-egy modul funkcionalitásában bonyolult, az elvégzendő műve-

letek halmaza bonyolult. Ezt legegyszerűbben az 5. ábrán látható módon illusztrálhatjuk.



5. ábra

Annak megfelelően, hogy a rendszert milyen vonatkozásban kívánjuk modellezni, a prototípus következő típusairól beszélhetünk:

- *Vertikális prototípus:* erről akkor beszélünk, ha a prototípus készítésénél nem vesszük figyelembe az elvégzendő tevékenységek teljes skáláját, hanem kiválasztjuk a legszignifikánsabb modulokat, azokat viszont teljes mélységükben kidolgozzuk. Például egy telefontudakozó esetében a modell csak a lekérdezésre vonatkozik, nem foglalkozik azzal, hogy az adatok hogyan kerülnek a rendszerbe, hogyan kell azokat karbantartani. Majdnem biztos, hogyha a felhasználónak ezen modul működése megfelel, kényelmes, és pontosan azt produkálja, amit elképzelt, és ezt ily módon úgymond még a fejlesztés megkezdése előtt látja, akkor a kifejlesztett rendszert szívesen fogadja és használatba veszi akkor is , ha az mégsem lett tökéletes. (Tökéletes rendszer nincs, vagy ha van, akkor annak az a hibája.)
- *Horizontális prototípus:* ebben az esetben felvázoljuk a rendszer összes modulját és azok kapcsolatát egymással. A felhasználó teljes egészében láthatja a rendszer szolgáltatásait, láthatja, hogy az egyes részek hogyan függnek össze, hogyan mutat az egész, viszont nem dolgozzuk ki a modulok működését. Tehát tulajdonképpen szimuláljuk a teljes felhasználói interfészt, csak nincs ténylegesen működő funkció alatta. Ez a formáció tökéletesen alkalmas arra, hogy megmutassuk a felhasználónak, hogy leendő rendszere hogyan fog működni, hogyan tud navigálni a rendszer részei között. Például egy rendelésnyilvántartásnál, ha a felhasználó látja a rendelésfelvitel képernyőjét, az azon szereplő adatokat, és utána azt az utat, ahogy az aktuális rendelésállományát megnézheti, és ez megfelel az elképzelésének, akkor erre már felépíthetjük a rendszerünket a nagyobb tévedések elkerülésével.
- *Forgatókönyv:* ebben a harmadik esetben sem modularitásában, sem mélységében nem adunk teljes modellt, mintegy csak felvázoljuk azt a felhasználói interfészt, amelyet addig specifikáltunk a megrendelővel. Ez egy nagyon gyorsan, könnyen, és nagyon olcsón kivitelezhető megoldás. Bár úgy tűnhet, hogy ebben az esetben nem sokat mutatunk a leendő rendszerből, de ezen módszer alkalmazásának is van nagyon sok gyakorlati haszna. Például egy forgatókönyv tökéletesen alkalmas arra, hogy felmérjük egy egyedi felhasználó igényeit, megmutassuk a számítógépes rendszer speciális lehetőségeit, egyeztessünk egy különösen bonyolult kivitelezésű képernyőt, egyeztessünk nem elég pontosan specifikált követelményeket, körülményeket.

A prototípust kategorizálhatjuk a *felhasználás módja szerint is*, ekkor kétféle típusról beszélünk:
eldobandó (throw-away) prototípus,
túlélő (reusable) prototípus.

*Eldobandó prototípus*ról akkor beszélünk, ha az elkészített prototípust nem használjuk fel a fejlesztendő rendszerünk elkészítésénél, azaz a prototípus csak mint működő modell szolgál.

*Túlélő*nek nevezzük a prototípust akkor, ha a prototípus szignifikáns részei megfelelnek szoftverfejlesztés minőségi követelményeinek, és ezek a részek beintegrálhatók a végleges rendszerbe.

3. PROTOTÍPUSKÉSZÍTÉS

A prototípuskészítés tárgyalását sem könnyű elkezdeni, mivel a szakirodalom messze nem következetes a prototípus és a prototípuskészítés fogalmának használatában. Ugyanez érvényes a prototípus-orientált fejlesztési megközelítéssel kapcsolatban is. Míg a különféle életciklus alapú módszertanok között csak apróbb eltérések vannak, a javasolt utak a prototípus-orientált rendszerfejlesztésre nagyon változóak.

A prototípuskészítés definícióját a prototípus definíciójából származtathatjuk; *a prototípuskészítés a prototípus előállításához szükséges tevékenységek összessége* – amiből egyenesen következik, hogy a prototípuskészítés fogalma alatt is legalább annyiféle dolgot értünk, mint a prototípus esetén. W. Bischofbergert idézve: Mint absztrakció, a prototípuskészítés nem több, mint egy alapötlet, azonban ha a gyakorlatban alkalmazzuk, nagyon sokféle megközelítéshez vezet.

A prototípuskészítés célja szerint a prototípuskészítés lehet:

- feltáró prototípuskészítés (exploratory prototyping),
- kísérleti prototípuskészítés (experimental prototyping),
- evolúciós prototípuskészítés (evolutionary prototyping).

A feltáró prototípuskészítés célja a lehető legteljesebb követelmény definíció elkészítése, amelyet az élethű modell alapján egyeztetni tudunk a későbbi felhasználóval. A feltáró prototípuskészítés lehetővé teszi a fejlesztő számára, hogy betekintsen az alkalmazási terület rejtelmeibe, hogy tisztázhassa a lehetőségeket az érintett szervezeti környezetben, hogy különféle megoldási módokat ajánlhasson, vitathasson meg.

A kívánt rendszer kezdeti koncepciójára alapozva elkészítjük a prototípust, amellyel aztán teszteljük a koncepciót, ily módon sikeresen definiálva, illetve újradefiniálva azt. A hangsúly nem a prototípus minőségén van, hanem azon, hogy gyorsan elkészüljön és könnyen módosítható legyen.

A kísérleti prototípuskészítés célja a rendszer architekturális komponenseinek rövid specifikálása. Feladatunk kísérleti úton ellenőrizni a rendszer-komponensek speci-

fikációinak illeszkedését, ellenőrizni a rendszer felépítését és a megoldási elképzeléseket a különálló rendszerkomponensekre.

A rendszer kezdeti dekompozíciós elképzeléséből kiindulva elkészítjük a prototípust, amely lehetővé teszi, hogy szimuláljuk a kölcsönhatást a tervezett rendszer alkotóelemei között. Ezen a modellen tudjuk vizsgálni a felhasználói interfészek megfelelőségét, a rendszer felépítésének rugalmasságát, a bővíthetőséget, továbbfejleszthetőséget. A prototípus megvalósításának minősége ebben az esetben is másodlagos.

A kísérleti prototípuskészítés a rendszer és alrendszer tervezést támogatja. Természetesen ez a kísérletezés jelleg nagymértékben jellemző a feltáró prototípus készítés esetében is.

Az evolúciós prototípuskészítésnél a cél egy teljesedő, bővülő rendszer fejlesztése, azaz egy sikeres fejlesztési stratégia a következő megközelítéssel: Elkészítünk egy prototípust azokra a kívánalmakra alapozva, amelyek induláskor a rendelkezésünkre állnak. Ez a modell lesz a készülő rendszer alapja, amelybe a szükséges iterációk során beintegráljuk az új felhasználói igényeket.

Ebben az esetben nincs igazán különbség a prototípus és a végtermék között, de a prototípus megjelölést mégis helytállónak kell tekintenünk, mivel az első változat általában korántsem tekinthető a megcélzott rendszernek. Ebben a megközelítésben elvárás, hogy a rendszer fokozatosan fejlődjön az iterációs lépések során. Ez azt jelenti, hogy a struktúra újratervezésének egyszerűnek és komolyabb gazdasági következmények nélkülinek kell lennie. Mi több, a gyakorlat azt mutatja, hogy a rendszer teljes újratervezése gyakran nem is kivitelezhető, még ha szükséges lenne, akkor sem, mert egy ilyen újratervezés nagyon költséges lehet. Az eredménye pedig egy fokozatos minőségromlás az egyre szűkebb határidők miatt.

Az evolúciós prototípuskészítésnél a prototípus nem szimulációs célokra készül, mint az előző két esetben. A prototípus soha nem tekinthető eldobandónak, a végső termékké kell, hogy fejlődjön.

A kísérleti prototípuskészítés célját tekintve nagyon hasonlít a feltáró prototípuskészítéshez. (Különbség köztük inkább csak abban van, hogy a klasszikus életciklus alapú fejlesztés melyik szakaszában használatosak. A feltáró prototípust a követelmény definíciós fázisban használjuk, míg a kísérleti prototípus készítés a fizikai tervezés fázisában segít). Mivel mindkét tevékenység alapvetően a felhasználó és a fejlesztő kommunikációját szolgálja, és kezelését, a rá vonatkozó általános szabályokat tekintve egyformán viselkednek, a kísérleti prototípuskészítést mintegy a feltáró prototípuskészítés alfajának tekintve, nem tárgyaljuk külön, beleolvad a feltáró prototípus fogalmába. A továbbiakban, jól elkülönítendő a prototípus alapú fejlesztéstől, a prototípus alapú követelmény analízis eszközének tekintjük.

Ily módon a számítástechnikai fejlesztések kapcsán a prototípus használatát tekintve két esetről beszélhetünk:

- *prototípus alapú követelményanalízis*: erről az esetről akkor beszélünk, ha a rendszerfejlesztés egy adott módszertant követ, pl. SDM, SSADM, a prototípust csak a követelmények specifikálására használjuk a hagyományos elemzés helyett;
- *prototípus alapú (iteratív) fejlesztés vagy evolúciós fejlesztés*: olyan rendszer készítése, amely egy prototípus fokozatos finomításával alakul át üzemelő rendszerré.

Ha az elkészítés módjáról beszélünk, az egy teljesen más aspektus. Az ésszerűség határain belül bármelyik prototípus készítésre vonatkozhat a következő kategorizálás. (Ezt úgy értem, hogy bár nem valószínű, hogy egy evolúciós fejlesztésnél a felhasználó végigcsinálja velünk a prototípus elkészítését, de nem is lehetetlen.) Ebből a szempontból, mármint a prototípus készítés menetének szempontjából a következő esetekről beszélhetünk:

- *résztvevőleges megvalósítás (participatory approach)*,
- *visszacsatolásos megvalósítás (feedback approach)*,
- *kizárólagos megvalósítás (exclusive approach)*.

A résztvevőleges megvalósítás azt jelenti, hogy a későbbi felhasználó és a fejlesztő szorosan együtt dolgozik. Ha a munkacsoport kicsi, akkor ez a módszer ragyogó eredményre vezet, ellenkező esetben időhúzó és konfliktus gerjesztő lehet.

A visszacsatolásos megvalósítás azt jelenti, hogy a fejlesztő elkészíti a prototípust valamilyen módon, bemutatja a későbbi felhasználónak, begyűjti az észrevételeket és kijavítja a prototípust. Néhány iteráció után elérnek egy olyan verzióhoz, amely már megfelelőnek minősül.

Ez a két megvalósítási módszer nagyon széles körben elterjedt, és jó eredményre vezet. Nagyon jól használhatók a felhasználói interfész egyeztetésére a követelmény analízis fázis idején.

A kizárólagos megvalósításnál a felhasználó kimarad a fejlesztési folyamatból. Ez a megközelítés arra a feltételezésre alapul, hogy a későbbi felhasználó nem kell, hogy bármit is mondjon a felhasználói interfésszel kapcsolatban, sőt, részvétele a fejlesztésben károsnak is tekinthető. A támogatói azzal védik ezt az álláspontot, hogy a felhasználók inkább a régebbi, de megszokottabb módszerhez vonzódnak, és hogy a prototípuskészítés végtelen iterációkba torkollhat, és hogy úgysem lehet kielégíteni az összes elképzelhető igényt.

Azt hiszem, ha a célunk egy igazán felhasználóbarát, könnyen megtanulható, kezelhető, ergonómiai szempontokat figyelembe vevő rendszer készítése, akkor valójában csak az első két módszert ajánlhatjuk, de az első kettő közül is a visszacsatolásos módszer az, ami mindig megbízhatóan működik, akár a követelmény definíciós fázisban, akár az evolúciós fejlesztésnél alkalmazzuk.

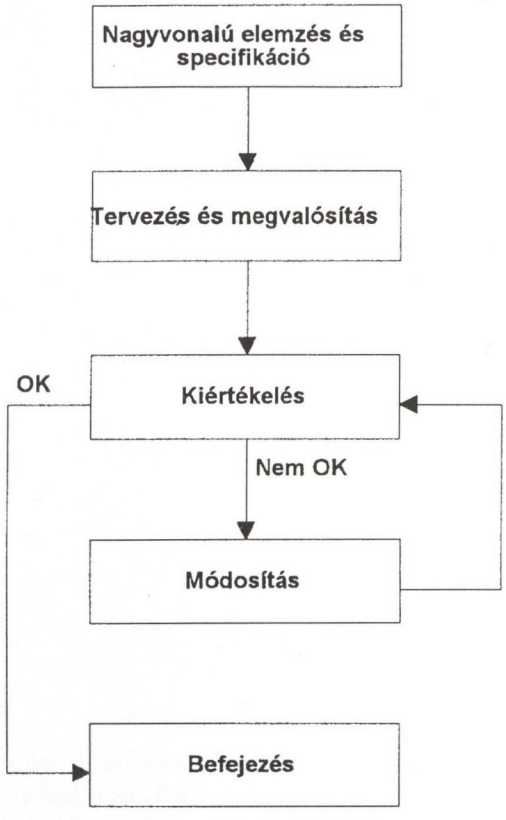
4. A PROTOTÍPUSKÉSZÍTÉS FOLYAMATA

A prototípuskészítés folyamatát öt fázisra bonthatjuk (6. ábra), ahol

- a Nagyvonalú elemzés és specifikáció fázisban analizáljuk a problémát és főbb vonalakban kialakítjuk az elképzeléseket;
- a Tervezés és megvalósítás fázisban elkészítjük a prototípust pl. valamilyen negyedik generációs eszköz segítségével;
- a Kiértékelés fázisban odaadjuk a prototípust a végfelhasználónak, és értékeltetjük vele. Amennyiben a prototípus nem felel meg az elképzeléseknek, vagy új ötletek születtek, akkor
- a Módosítás fázisban elvégezzük a szükséges változtatá-

sokat, és a prototípus visszakerül az előző fázisba. Ezt az értékelés – módosítás ciklust addig folytatjuk, amíg a modell a felhasználó megelégedésére nem szolgál.

- a Befejezés fázisban a követelményrendszert kiegészítjük az egyéb formai és minőségi követelményekkel.



6. ábra

5. PROTOTÍPUS ALAPÚ KÖVETELMÉNYANALÍZIS

Ebben az esetben bármilyen szekvenciális vonalvezetésű módszertant követhetünk, a prototípust csak a korai fázisban, a követelményrendszer specifikálására használjuk.

Ezeket a fázisokat nézzük meg kicsit részletesebben:

Projekt indítás

Cél: A projektindítás fázisa az első lépés, amit meg kell tenni, ha egy alkalmazói rendszert megrendelnek. A fő céljai ennek a fázisnak a következők:

- elérni a megoldandó probléma behatárolását, definiálását és felvázolni a lehetséges megoldást;
- ha elhatároztuk egy információs rendszer fejlesztését, strukturálni kell a projektet, stratégiát, módszertant, technikát és szoftvereszközöket kell választanunk.

Tevékenységek: Az interjúkészítés a probléma feltárásának a legfőbb eszköze a projektindítás fázisában. Ennek eredménye a létező szituáció leírása, mintegy leltár a problémával kapcsolatos tényekről. A probléma lehető legpontosabb megfogalmazása után meg kell határozni, hogy milyen változtatások szükségesek a probléma megoldásához. Ez a változás lehet az informatikai infrastruktúra bővítése egy informatikai rendszer kifejlesztésével, vagy a meglévő rendszer módosítása, vagy lehet az informatikai struktúra megváltoztatása. Ezen tevékenységek kivitelezésében számos technika támogat bennünket, mint például az ISAC tevékenység diagram, vagy az adatfolyam diagram a Yourdon módszert használva.

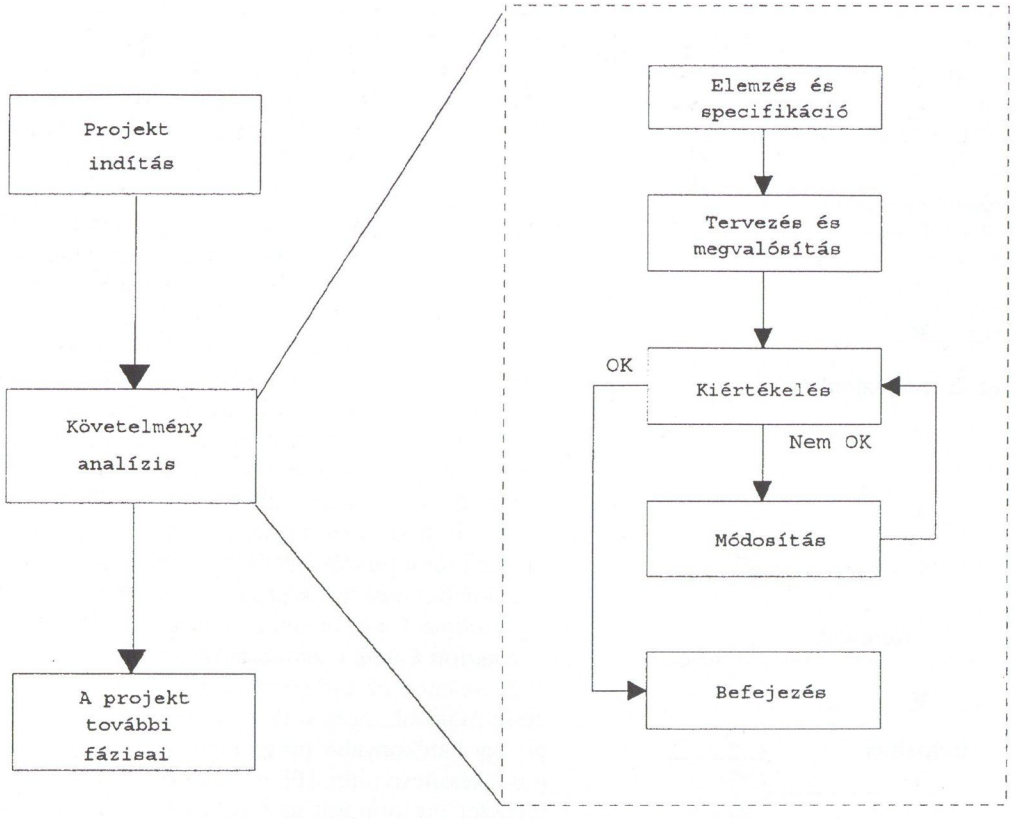
Ebben a fázisban kell dönteni, hogy a követelmény analízist hagyományos megközelítésben, vagy prototípuskészítéssel oldjuk-e meg. Ha a prototípuskészítést választjuk, itt kell eldönteni, hogy a prototípust megtartjuk-e, mint funkcionális alapot a működő rendszerhez, vagy eldobjuk a követelmény analízis fázis után. Ez a döntés komoly hatással van a későbbi költség/hatékonyság elemzésre, valamint a prototípuskészítés fázisa konklúzióinak levonása és a működő rendszer elkészülte között eltelt időre. Az, hogy a prototípus funkcionálhat-e a leendő rendszer alapjaként, a választott CASE eszköz minőségén múlik. Ha elérjük azt, hogy az ezzel az eszközzel készített prototípus megelégedésre működik, nem szükséges újra felépíteni a rendszert, pl. egy hatékonyabb programnyelvet használva a prototípus elkészítése után. (Pl. ha egy ORACLE-ben készítendő rendszer prototípusát az ORACLE CASE eszközével készítjük el, akkor ezt a modellt fel tudjuk használni, mint a fejlesztés alapját.)

Eredmény: A projekt indítás fázisának eredménye a projekt terv, amelynek tartalmaznia kell

- a jelenlegi helyzet leírását, a probléma leírását, a különféle megoldási lehetőségeket, valamint a választott megoldást;
- a project céljának definícióját;
- a fejlesztés során felhasználandó fejlesztési stratégiák, módszertanok, szoftvereszközök leírását, és az elveket, amelyek alapján ezeket az eszközöket választottuk;
- egy összefoglalót arról, hogy a fejlesztés későbbi fázisainak milyen eredményt kell szolgáltatniuk;
- a projekt szervezésének leírását;
- a projekt időütemezését, a várható költség és eredmény becslését.

6. NAGYVONALÚ ELEMZÉS ÉS SPECIFIKÁCIÓ

Cél: A nagyvonalú elemzés és specifikáció fázis célja egy stabil alapot teremteni a prototípus tervezéséhez és megvalósításához. A tervezés előtt meg kell érteni a megoldandó problémát. Nem engedhető meg, hogy az első prototípus túl messze essen a céltól, mert részben ezen az első „találkozáson" múlik a felhasználó további hozzáállása a fejlesztéshez.



7. ábra

Tevékenységek: Ez a fázis nagyon hasonlít a hagyományos követelmény analízishez, ugyanazokat a technikákat használja, legyen az egy absztrakt modell, vagy a köznyelv, ha a felhasználó nem érti az absztrakt modellezés nyelvét. Van viszont néhány fontos különbség is:

- A nagyvonalú elemzés egy feltételezett specifikációt eredményez, hisz a prototípust használjuk arra, hogy a végleges specifikációt kialakítsuk.
- Az elképzelések részletezése az adott helyzettől függ; a probléma bonyolultságától, az elemző és a felhasználó tudásszintjétől, a közös nyelvhasználatától. Ez alatt a fázis alatt folyamatosan mérlegelni kell, hogy az analízist érdemes-e folytatni, vagy egyszerűbb-e létrehozni a prototípus első változatát, és annak alapján próbálni mélyebb ismereteket szerezni az elvárásokról.
- A hangsúly ebben az esetben a szolgáltatásokra esik, amelyeket a rendszernek nyújtania kell, nem foglakozunk a megvalósítás olyan részleteivel, mint a válaszidők, megbízhatóság, mentések, visszaállítások stb. (Természetesen a követelmény-analízis fázis végén ezeket a kérdéseket is rendezni kell.).
- Ellentétben a hagyományos követelmény definíciós fázissal, itt nem szükséges elérkezni az információs rendszer komplett felületének specifikálásához (dialógus struktúra, képernyőtervek stb.), mivel a prototípuskészítés további fázisaiban pont ennek a kialakítása a célunk.

Első lépésként be kell határolni a szervezetnek azt a részét, amelyet a kifejlesztendő rendszermodellnek szolgálnia kell (az ISO terminológiában a környezet). Modellezni kell a szervezet érintett részeit, és az információcserét közöttük, meg kell határozni, mely tevékenységeket lehet formalizálni és automatizálni. Meg kell határozni az információ struktúra vagy egyedkapcsolat modellt, és a legfontosabb szabályokat, amelyek a rendszerre hatnak. Bár ebben a fázisban a tévedés megengedett, ne feledjük, hogy az itt kialakított adatbázismodell lesz a prototípus lelke.

Eredmény: A nagyvonalú analízis és specifikáció az információs rendszer egy közelítő követelmény definícióját eredményezi, amely tartalmazza:

- a tevékenységek és információfolyamok diagramját a szervezet azon részére, amelyet a kialakítandó információs rendszer támogatni kíván;
- az automatizálandó funkciók áttekintését, melyeket a rendszernek produkálnia kell;
- a lényeges egyedtípusok és a köztük levő kapcsolatok áttekintését, valamint az érintett területre vonatkozó legfontosabb szabályokat.

7. TERVEZÉS ÉS MEGVALÓSÍTÁS

Cél: A tervezési és megvalósítási fázis célkitűzése ésszerű időn belül előállítani az első, az induló prototípust. Ebben a fázisban a prototípuskészítő inkább arra koncentrál, hogy a funkcionális követelményeknek leginkább megfelelő modellt készítse el, semmint a felhasználói interfész optimalizálására, vagy ergonómiai szempontokra. Ezek a szempontok a prototípuskészítés utolsó fázisának (Befejezés) feladatai, ebben a fázisban a funkcionális kérdésekben kell konszenzusra jutni a felhasználóval. A tervezés és megvalósítás fázisában nem kell, vagy alig kell egyeztetni a felhasználóval, a tevékenység alapja az előző fázis. Egy prototípus általában túl komplex vagy túl részletes ahhoz,

A világ teljes távközlési szolgáltatására vonatkozó néhány jellemző gazdasági mutató

millió USD	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Árbevétel	377 200	404 600	447 100	470 200	511 500	601 500	620 196
– Telefon szolgáltatás árbevétele	329 300	348 100	367 400	373 300	391 100	441 800	421 196
– Mobil szolgáltatás árbevétele	14 100	19 100	26 700	35 900	49 400	82 500	118 000
– Egyéb árbevételek	33 800	37 400	53 000	61 000	71 000	77 200	80 000
Befektetés	114 600	123 500	131 300	134 900	139 300	151 500	166 386

A nemzetközi távbeszélő-ellátottság

Ezer darab	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Távbeszélő-fővonal száma	519 383	545 140	573 621	605 909	647 470	692 955	743 662	778 546
Mobil rádiótelefon előfizetők száma	11 194	16 180	23 210	34 182	55 352	88 339	141 790	182 366

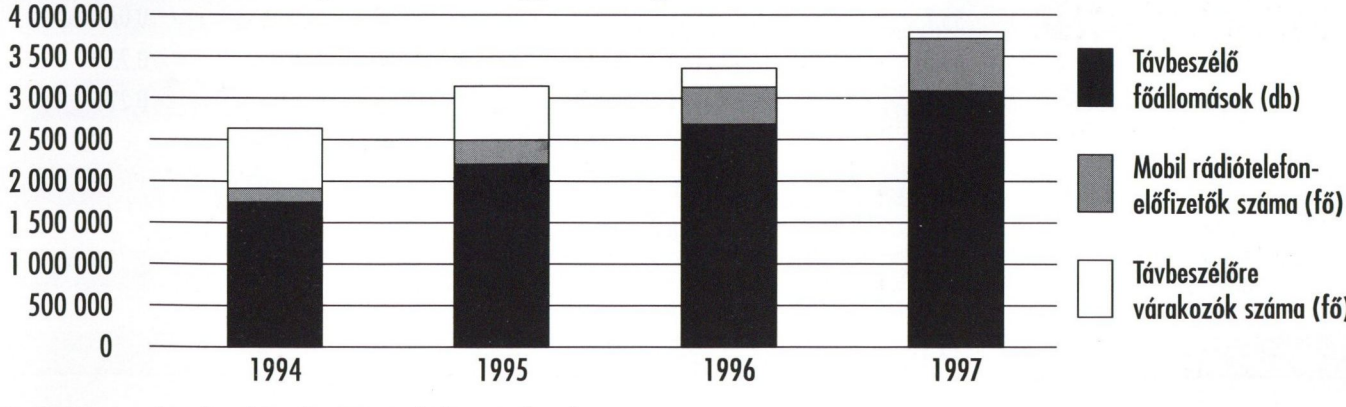
Távbeszélő-fővonalak száma világrészenként – 1997

Világrész	Népesség		GDP		Fővonalak száma	
	Millió fő	Népsűrűség (fő/km2)	GDP (milliárd USD)	1 főre (USD)	ezer darab	100 lakosra
Afrika	760,07	25	497,9	743	15 073,5	2,02
Amerika	788,22	20	10 020,9	12 896	238 732,6	30,56
Ázsia	3495,39	113	8 065,8	2 408	232 399,2	6,67
Európa	795,67	30	10 052,2	12 738	280 681,7	35,30
Magyarország	10,21	110	44,9	4415	3 182,2	31,15
Óceánia	29,07	3	460,8	16 451	11 658,9	40,02
Világ	5868,42	43	29 097,5	5 183	778 545,9	13,34

A mobil rádiótelefon-előfizetők száma világrészenként – 1997

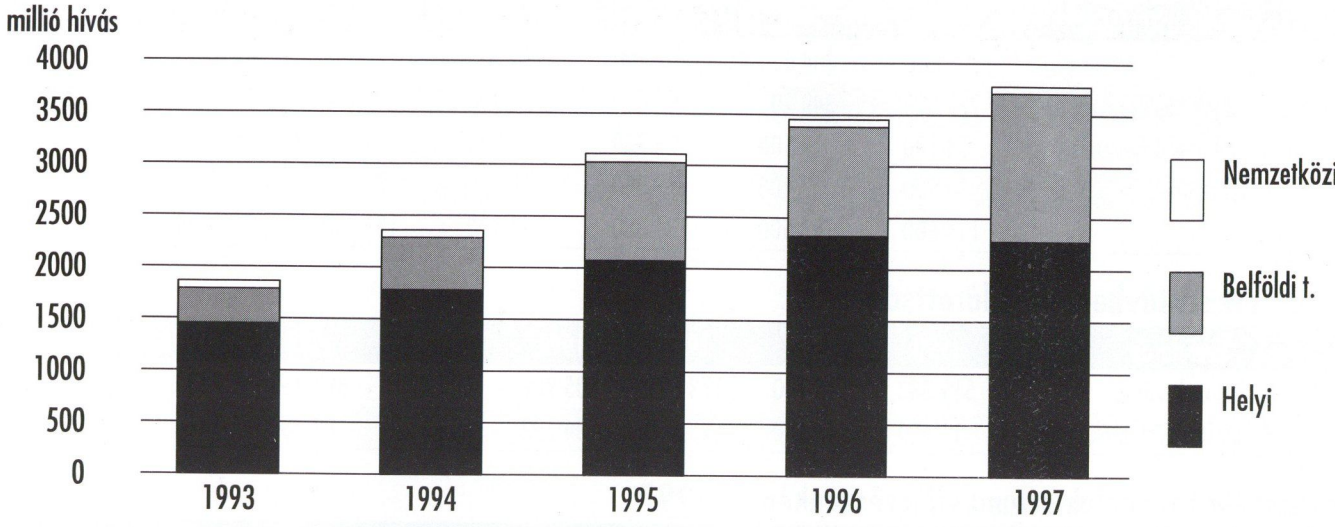
Világrész	Mobil rádiótelefon-előfizetők				
	Száma (ezer)		éves átlagos	100 lakosra jutó	Az összes telefon-
	1996	1997	növekedése	aránya	előfizető %-ban
Afrika	1 149,2	1 941,4	29,5	0,26	11,5
Amerika	54 078,6	54 976,0	0,8	7,05	18,8
Ázsia	46 324,3	68 081,5	21,2	1,96	22,9
Európa	35 914,0	51 728,1	20,0	6,51	15,6
Magyarország	473,1	706	48,6	6,88	18,1
Óceánia	4 324,1	5 638,7	14,2	19,36	32,6
Világ	141 790,2	182 366,3	13,4	3,12	19,1

A távbeszélő ellátottság alakulása Magyarországon



Az adatok forrása a Hirközlési Főfelügyelet 1997-es Távközlés-statisztikai évkönyve

A helyhez kötött hálózatokból kiinduló hívások megoszlása



Távbeszélő-szolgáltatás

Év	Távbeszélő-állomás (ezer)	Helyi beszélgetés (millió)	Belföldi távolsági beszélgetés (millió)	Kiinduló nemzetközi beszélgetés (millió)
1927	66,5	145,5	3,81	0,48
1928	73,7	151,0	4,11	0,57
1929	79,5	166,4	4,42	0,75
1930	84,4	165,6	4,04	0,76
1931	83,3	128,8	3,63	0,75
1932	81,5	129,6	2,92	0,68
1933	81,3	127,2	2,66	0,70
1934	90,0	133,5	4,25	0,51
1935	98,0	146,1	4,75	0,52
1936	104,6	159,8	4,91	0,51
1937	113,9	151,2	4,70	0,49
1938	126,0	180,9	6,27	0,50
1939	136,3	—	—	—
1940	152,9	—	—	—
1941	173,2	—	—	—
1942	186,6	—	—	—
1943	192,9	324,3	—	—
1944	—	—	—	—
1945	—	—	—	—
1946	55,7	81,6	4,37	0,07
1947	69,3	118,0	5,29	0,23
1948	76,6	154,6	6,73	0,22
1949	91,1	176,7	10,40	
1950	110,0	216,8	13,92	
1951	131,9	246,8	17,60	
1952	153,1	296,8	21,73	
1953	159,5	357,9	23,97	
1954	169,4	394,7	24,06	

Az adatok forrása a Hirközlési Főfelügyelet 1997-es Távközlés-statisztikai évkönyve

Távbeszélő-szolgáltatás (folytatás)

Év	Távbeszélő-állomás (ezer)	Helyi beszélgetés (millió)	Belföldi távolsági beszélgetés (millió)	Kiinduló nemzetközi beszélgetés (millió)
1955	183,4	416,9	25,23	
1956	192,3	438,3	24,94	
1957	205,8	418,5	24,73	
1958	221,0	447,2	26,00	
1959	232,7	476,0	28,51	
1960	243,4	507,5	30,53	0,16
1961	255,0	526,6	31,46	0,16
1962	265,7	539,9	32,18	0,18
1963	276,9	561,2	34,68	0,21
1964	291,4	570,9	35,24	0,25
1965	303,8	523,4	29,60	0,25
1966	319,2	538,2	31,30	0,28
1961	336,9	563,3	33,30	0,30
1968	360,0	583,6	34,20	0,31
1969	382,6	609,3	35,40	0,36
1970	399,1	602,5	35,93	0,40
1971	424,1	658,0	37,93	0,43
1972	451,2	723,1	41,57	0,49
1973	470,6	672,8	46,47	0,62
1974	493,6	710,6	51,17	0,65
1975	508,0	712,6	51,88	0,86
1976	516,6	712,9	62,35	1,42
1977	523,0	729,7	70,13	2,22
1978	533,3	953,0	77,62	3,11
1979	560,6	778,6	89,05	3,80
1980	617,2	828,6	82,33	4,56
1981	636,6	858,5	88,40	5,14
1982	655,3	885,4	99,70	4,73
1983	676,4	911,0	105,66	5,08
1984	705,4	924,9	117,61	5,99
1985	738,8	908,1	125,45	8,15
1986	770,2	959,8	136,30	9,26
1987	812,7	1021,2	152,38	11,08
1988	858,2	1057,1	168,46	12,13
1989	915,9	1038,1	185,85	17,79
1990	995,8	1097,0	197,00	33,21
1991	1129,1	1169,7	253,92	40,02
1992	1292,1	1298,1	288,53	51,32
1993	1497,6	1441,8	333,64	61,11
1994	1785,4	1576,0	425,00	73,15
1995	2157,2	2098,0	923,00	69,00
1996	2651,2	2340,0	1027,00	71,00
1997	3095,3	2329,0	1383,00	79,00

Megjegyzés: A távbeszélő-állomások száma 1927–1992 között a főállomások, 1993-tól a fővonalak számát tartalmazza.

A nemzetgazdasági mutatók alakulása (volumenindex) az előző év százalékában

Megnevezés	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Bruttó hazai termék (GDP)	96,5	88,1	96,9	99,4	102,9	101,5	101,3	104,4
Ipari termelés	92,4	82,2	93,3	103,0	106,0	104,0	103,5	108,6
Mezőgazdasági termelés	95,4	91,9	83,5	92,1	99,6	102,7	104,2	104,4
Szállítás, raktározás, posta, távközlés	92,7	88,6	95,7	94,6	101,4	112,4	101,6	103,4
Behozatal (import)	94,8	105,5	92,4[1]	120,2	114,5	96,1	105,5[2]	125,4
Kivitel (export)	95,9	95,1	101,0	86,9	116,6	108,4	104,6[2]	128,2
Termelői árindex	122,0	132,6	112,3	110,8	111,3	128,9	121,8	122,6
Fogyasztói árindex	128,9	135,0	123,0	122,5	118,8	128,2	123,6	118,4

1 Az 1992. évi volumenindex számításnál – a földgáz adatszolgáltatási és értékesítési problémái miatt – a KSH korrekciót alkalmzott.
2 Az ipari vámszabad területek adataival együttesen számított forgalom volumenének becsült növekedése exportban 13%, importban 11%, de a teljes forgalom részletezésére (relációk, termékcsoportok) megbízható bázisidőszaki adatok hiányában nem készült becslés.

Az időszaki átlagos devizaárfolyamok (forint)

Megnevezés	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
US dollár	63,2	74,8	79,5	92,4	105,1	125,7	152,6	199,5
ECU	80,5	92,7	102,1	107,5	124,8	162,6	191,2	218,6

A foglakoztatottság alakulása a nemzetgazdaságban, az év elején

Megnevezés	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Gazdaságilag aktív népesség (ezer fő)	5496	5404	5202	5015	4769	4565	4470	4465
ebből: a foglalkoztatottak	5321	5304	4796	4352	4136	4045	3974	3950
regisztált munkanélküliek	80	100	406	663	632	520	496	475
Munkanélküliségi ráta (%)	1,5	1,9	7,8	13,2	13,3	11,4	11,1	11,6

A távközlési gazdálkodó szervezeteknél foglalkoztatottak száma (fő)

Foglakoztatottak	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Foglalkoztatottak stat. létszáma	22 052	21 860	21 541	20 696	21 942	20 993	19 981	20 632
Teljes munkaidőben foglalkoztatottak	21 868	21 726	20 732	19 971	21 274	20 518	19 628	20 452

Országos célú távbeszélő-ellátottság település-kategóriánként – 1991–1997

Település-kategóriák	100 lakosra jutó fővonalak száma						
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
– 500 lakos	2,39	3,58	4,64	7,43	10,77	15,33	20,59
501– 1000 lakos	2,56	4,25	4,75	7,52	10,75	15,11	21,59
1001– 1500 lakos	2,79	3,93	5,46	7,62	10,44	15,26	21,47
1501– 3000 lakos	2,82	4,47	6,45	8,76	11,17	15,36	21,94
3001– 5000 lakos	4,10	5,09	7,07	9,86	13,37	18,10	23,70
5001–10 000 lakos	4,38	6,03	8,74	10,08	12,82	18,41	24,48
10 001–20 000 lakos	6,07	7,94	9,67	12,86	15,60	21,23	26,40
20 001–35 000 lakos	7,04	8,01	11,13	13,19	15,28	21,37	28,93
35 001–50 000 lakos	9,15	10,57	14,77	17,87	32,78	25,33	28,72
50 001– lakos	18,35	20,94	25,71	28,77	32,82	37,27	47,50
Összesen	9,95	11,85	14,87	17,55	21,11	25,54	31,15

Az adatok forrása a Hirközlési Főfelügyelet 1997-es Távközlés-statisztikai évkönyve, HIF ügyfélszolgálati iroda, 3900 Ft.

hogy a felhasználóval együtt ülve a képernyő előtt készítsük el, ahogy a sztereotip elképzelés diktálná. Ez persze nem jelenti azt, hogy bármilyen tisztázandó problémával kapcsolatban nem konzultálhatunk a felhasználóval.

Tevékenységek: A tervezés és megvalósítás fázisában a figyelmet az adatbázis kialakítására és megvalósítására, valamint a dialógus struktúrák és funkciók megtervezésére kell fordítani.

Kialakítandó egy optimális struktúrát, az adatkollekciónkat normalizálni kell. A normalizálási folyamatot általában a harmadik normálformáig érdemes folytatni, a további lépések nem igazán hoznak gyakorlati hasznot.

Tapasztalataink szerint az adatok normalizálása manuális feladat, melyhez a CASE-ek és alkalmazásgenerátorok jelentős segítséget nyújthatnak, de nem automatizálható. A normalizált adatmodellre már alapozhatjuk az adatbázis struktúráját, az adatbázis későbbi módosításai nem okoznak problémát. Ha egy relációs adatbáziskezelőt használunk, akkor az adatmodellünket egyszerűen táblákra transzformálhatjuk.

A nagyvonalú analízis során összegyűjtött szükséges funkciókat menükbe kell rendeznünk. A menü egy nélkülözhetetlen interaktív mechanizmus, amin keresztül még a tapasztalatlan felhasználó is képes használni a rendszert. Kialakításánál fontos szempont, hogy áttekinthető legyen. Itt, a kezdeti fázisban, ez alapvetően befolyásolja a felhasználó attitűdjét.

A szabványos menük mindig megkönnyítik a rendszer bevezetését.

A harmadik tevékenységcsoport a funkciók realizálása. A funkciókat alapvetően két csoportba oszthatjuk, az adatbázis karbantartására vonatkozó funkciók és a különféle riportok szolgáltatása az adatbázis tartalmáról. Az első kategóriába tartozó funkciókat megvalósíthatjuk képernyőgenerátorokkal, negyedik generációs eszközöket szolgáltató CASE eszközökkel. A legtöbb negyedik generációs eszköz támogatja az adatbázis struktúra alapján történő képernyőgenerálást. Ha a standard megoldásokat követjük, az kettős haszonnal is jár, a felhasználó gyorsabban barátkozik meg a rendszerrel, mi pedig könnyen, gyorsan elkészíthetjük a prototípust. A második típus esetében is rendelkezésünkre állnak ezek az eszközök, a legtöbb elvárt riport előállítható riportgenerátorokkal. Ebben a fázisban még nem érdemes módosítani a riportgenerátor által készített „default" listákat, még csak egyeztetni készülünk, hogy jó úton járunk-e.

Eredmény: Ennek a fázisnak az eredménye a prototípus, amely a rendszer ideiglenes tervét:

- az adatbázis tervét a normalizált adatmodellre alapozva,
- a menüstruktúra leírását,
- a funkciók leírását, beleértve a komplikáltabb funkciók struktúrájának leírását realizálja.

8. KIÉRTÉKELÉS

Cél: Az elsődleges cél ebben a fázisban, hogy megállapítsuk, a követelmény definíció elég alapos és részletes-e, alapozhatjuk-e rá az információs rendszer fejlesztésének folytatását. Ebben a fázisban derül ki, hogy a fejlesztők korrekt módon interpretálták-e a felhasználó kívánságait. A hibák gyorsan és olcsón korrigálhatók. A felhasználó megismerkedik a prototípussal, és kibővítheti a követelmény specifikációt a prototípus megismerésének alapján. A prototípus két eredményt is szolgáltat: összeáll a végleges követelmény definíció, és kiderül, hogy a fejlesztő és a felhasználó megfelelő mértékben megértette-e egymást. A kiértékelés fázis végződhet azzal az eredménnyel, hogy a modellt módosítani kell. Ebben az esetben ciklikusan ismétlődik a kiértékelés és módosítás fázis addig, amíg a követelmény definíció kielégítő nem lesz. Ez az iteratív megközelítés a prototípuskészítés lényege. Ez a gyakorlatban nem lehet több, mint öt iteráció. A felhasználóval is el kell fogadtatni a prototípuskészítés célját, mármint azt, hogy a cél a követelmény definíció mielőbbi véglegesítése, hogy az iterációk számának növekedése pénz és időveszteség, hogy a prototípuskészítés nem jogosítja fel elképzelései folyamatos módosítgatására.

Tevékenységek: A kiértékelési fázist négy lépésre bonthatjuk: előkészítés, a prototípus bemutatása, a prototípus használata és a vele kapcsolatos megjegyzések megvitatása. Természetesen ezek nem élesen elkülönülő lépések, akár még a kiértékelés és a módosítás fázisok is keveredhetnek.

A. Előkészítés. A prototípus bemutatása előtt nem csak az a dolgunk, hogy meggyőződjünk arról, hogy mi felkészültünk-e a bemutatóra, hogy minden az elképzelésünk szerint működik-e, de ütemeznünk kell a felhasználó tevékenységét is. Alapvető fontosságú, hogy időben értesüljön a prototípus érkezéséről, és hogy előre egyeztessük vele, mennyi időt igényel a kiértékelés, mennyi időn belül várjuk a kiértékelés eredményét. Így lehetőséget adunk a felhasználónak, hogy felkészüljön. Ez az ütemezés belekerülhet a dokumentációba azokkal a szempontokkal együtt, amelyekre a kiértékelésnél különösen figyelni kell. Ezek a szempontok függnek a már lejátszott iterációk számától is.

Az első kiértékelésnél a figyelem fókuszában a koncepcionális kérdések vannak. Ekkor a prototípus arra szolgál, hogy ellenőriztessük a felhasználóval, hogy az összes elvárt egyed és attribútum szerepel-e a modellben, mivel, mint már mondottuk, az adatbázist fontos a lehető legkorábban pontosan kialakítani. Megjegyzendő ennél a lépésnél, hogy a szakzsargon nem a felhasználó asztalára való; a felhasználót nem szabad „egyed", „attribútum" és hasonló kifejezésekkel traktálni. Egy kérdés megfogalmazható úgy is, hogy „Minden a képernyőn van, amit látni akart erről a témáról?". A következő iterációban a felhasználó ellenőrizheti, hogy minden funkciót átbeszéltek-e, és egy későbbi körben a felhasználó teljes figyelmét a saját kényelmének szentelheti, a felhasználói interfész kialakításának. A következő ábra azt mutatja, hogy például egy ötlépéses iterációnál melyik kiértékelési körben mire érdemes a figyelmet összpontosítani.

B. A prototípus bemutatása. A prototípus bemutatása tulajdonképpen annak a lejátszása, hogy a rendszer milyen funkciókat lát el, és hogy mi módon, milyen sorrendben látja el azokat. Nagyon fontos tehát, hogy a bemutató ne mutasson kevesebbet, mint amit a prototípus tud. Készüljünk fel, hogy mindent, amit a rendszer tud, megmutassunk, és ez egy jól meghatározott, logikus sorrendben történjen. Enélkül könnyen áldozatul eshetünk a felhasználónak , és ha a felhasználó kérdései diktálják a bemutató lefolyását, megtörténhet, hogy előbb mutatunk meg egy

riportot, mintsem felvittünk volna bármilyen adatot, aminek az eredménye nem túl látványos. Egy jól megtervezett, nagyobb baki nélkül levezetett bemutató nagymértékben elősegíti a rendszer áttekintését, megértését. Nem haszontalan egy előbemutatót tartani a kollégáknak, ez sok felhasználói kérdésnek elejét veheti.

Egy másik gyakorlati tanács, hogy a demonstrációt ne tervezzük egy órásnál hosszabbra. Ha a prototípus mérete vagy komplexitása miatt ez az idő nem elég, tartsuk a bemutatót részletekben.

Természetesen a bemutató alatt merülnek fel kérdések, problémák. Ne merüljünk el ezen problémák lehetséges megoldásainak megvitatásában, ez a negyedik lépés feladata lesz, szorítkozzunk csak az értelmezésükre, tisztázásukra, és jegyezzük fel őket.

C. A prototípus használata: Azután, hogy a felhasználó megkapta a prototípust, elég időt kell adni neki, hogy megismerkedjen a használatával. Ez alapvető fontosságú, hisz ha most elnagyolja a vizsgálatot, az értékelést, ez az egész fejlesztési folyamat eredményét tönkreteheti. (Mindannyian találkoztunk már idő hiányában átvett „megfelelő rendszerrel", amiről csak üzemelés közben derült ki, hogy nem „úgy" működik.) Ezért lényeges, amit az előző lépésben, mint teendőt hangsúlyoztunk, hogy a használatba adás időpontját és az időtartamot előre egyeztessük. Ez az időtartam természetesen változhat attól függően, hogy hányadik iterációban vagyunk, általában egyre rövidebb. (Megnézni, hogy egy megbeszélt módosítás átvezetése sikeres volt-e, kevesebb időt igényel, mint az átfogó ismerkedés.) Ne felejtsük el egyeztetni a felhasználóval az előző lépésben tárgyalt ellenőrzési szempontokat. Ha lehetséges, teszteljük a prototípust üzemi körülmények között.

D. Az észrevételek megvitatása: A kiértékelési fázis végső lépése a felmerült problémák megvitatása a felhasználóval. A problémákat, ötleteket, kérdéseket részletesen meg kell tárgyalni, és a szükséges változtatásokat írásban rögzíteni kell. Ezen a megbeszélésen kell eldönteni, hogy szükséges-e módosítani és újra értékelni a prototípust. Ha igen, egyeztetni kell, hogy az új prototípus mikorra lesz készen, mikor kerül sor az új demonstrációra.

Eredmény: A kiértékelési fázis végeredménye a szükséges módosítások listája. Két eset lehetséges:

- A módosítások listája olyan terjedelmű, vagy a módosítási kérelem olyan súlyú, amely a prototípus módosítását kívánja; ebben az esetben a módosítási fázis következik.
- Ha a szükséges változtatások már nem jelentősek, akkor a befejezés fázisa következik.

A dokumentációt az iterációs ciklusok alatt nem kell naprakészen tartani, a módosításokat mindig átvezetni. A legutolsó prototípus által reprezentált állapotot viszont rögzíteni kell; aktualizálni kell a követelménydefiníciót.

9. MÓDOSÍTÁS

Cél: Ebben a fázisban el kell végezni azokat a módosításokat, amelyekben az előző fázisban megállapodtunk.

Tevékenységek: Az első közelítésnél a prototípus még lényegesen változhat. Még változhat vagy bővülhet az adatbázismodell. Az, hogy a módosításokat milyen gyorsan tudjuk végrehajtani, nagymértékben függ a használt támogató eszköz minőségétől. Ha rendelkezik központi adatszótárral, amely tartalmazza a különböző részek relációit, az nagymértékben megkönnyíti a változtatást. A DBMS (Data Base Management System) flexibilitása, amellyel az adatbázist felépítettük, szintén alapvető fontosságú. Ha relációs adatbáziskezelőt használunk, a struktúramódosítás általában egyszerűen és könnyen elvégezhető. A következő iterációs körökben a módosítások eltolódnak a koncepcionális kérdésektől az egyszerűbb, formai kérdések felé.

Eredmény: A módosítási fázis eredménye a prototípus újabb változata, amelyen átvezettük az összes szükséges módosítást. Ezután egy újabb kiértékelés következhet.

10. BEFEJEZÉS

Cél: Az előző fázis már adott egy stabil definíciót a rendszer funkcionalitását tekintve. Ezt kiegészítjük a követelménydefiníciót azokkal a szükséges tényezőkkel, amelyekről eddig nem volt szó, és amelyek függetlenek a prototípuskészítéstől. Ilyen tényezők a megbízhatóság, a működés, az adatbiztonság stb. A befejezési fázis célkitűzése az ezekkel kapcsolatos követelmények definiálása.

Tevékenységek: Az informatikai rendszerek fejlesztésénél általában helyi (házi) szabványok írják elő, hogy a követelménydefiníciós tanulmánynak mit kell tartalmaznia. Ebben a fázisban meg kell néznünk, hogy mik azok a kérdések, amelyek a rendelkezésünkre álló specifikációból még hiányoznak. Általában ezek a következők:

- *Megbízhatóság.* A kockázatanalízisnek kell biztosítani annak az elemzését, hogy mi történik, ha adatokat vesztünk. A kockázatelemzésre alapozva itt kell meghatároznunk az adatintegritás biztosítására, a mentés gyakoriságára, visszaállításra vonatkozó követelményeket.
- *Működési viselkedés.* Elfogadható válaszidőket kell biztosítani. Erre vonatkozóan fel kell mérni a leendő felhasználók számát, akik egyidejűleg fogják használni a rendszert, az átlagos és a csúcsterhelést a hardverrendszeren, az input és output adatok mennyiségét, időbeli megjelenésük megoszlását és az előre látható növekedést.
- *Adatbiztonság.* El kell dönteni, milyen adatvédelmet kívánunk meg; pl. kell-e naplózni a módosításokat, kell-e figyelni a betörési kísérleteket. Meg kell határozni a felhasználói adathozzáférési jogokat is.
- *Hardver- és szoftverfeltételek.* Meg kell határoznunk a technikai feltételeket, amelyek a rendszer működéséhez szükségesek; ha még nem dőlt el, a gép típusát, memória- és háttérkapacitás-igényét, az operációs rendszert, az adatbáziskezelőt.

Ezekre a kérdésekre kellő figyelmet kell fordítani. A prototípuskészítők hajlamosak megfeledkezni ezekről a „részletekről", kivált abban az esetben, ha a prototípus a végleges rendszer alapjául szolgál és egy már meglévő környezetben működik. A gyanú elalszik, az adattömeg csak az éles üzemnél jelentkezik, és kész a baj.

Eredmény: a követelmények definíciós tanulmánya, a további fejlesztés ütemezése, a várható költségek elemzése. Ez a fejlesztő és a megrendelő megállapodásának tekinthetünk a fejlesztés további menetére vonatkozóan.

A cikk második, alkalmazásokkal foglalkozó részét később közöljük.

A MŰSORELOSZTÁS SZABÁLYAI, BELEÉRTVE A MŰSORSZÓRÁST, MINT TÁVKÖZLÉSI SZOLGÁLTATÁST

(AZ EURÓPAI KÖZÖSSÉG SZABÁLYOZÁSÁNAK BEMUTATÁSA)

HELLER KRISZTINA

MAGYAR TÁVKÖZLÉSI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG
1541 BUDAPEST, KRISZTINA KRT. 6-8.
T: +361 458 7330; F: +361 458 7335; E-MAIL: HKRISZTI@LN.MATAV.HU

Ez a cikk azt mutatja be röviden, hogy az európai szabályozás értelmében milyen szabályozásban részesülnek a műsorterjesztéssel* foglalkozó szervezetek, akár műholdon, akár földfelszíni vezeték nélküli úton, vagy kábelen történik a műsorok terjesztése. Mint ahogyan azt látni fogjuk, e szervezetek szabályozása összetett: tekintettel kell lenni a szerzői jogok, a távközlés, a médiumok, valamint a verseny (tulajdonosi koncentráció) szabályainak alkalmazására. E jogágak mindegyike önmagában is összetett. Bemutatásukra teljes egészükben nem kerül sor, csak annyira, hogy az összefüggések érzékelhetők legyenek. A médiumok tartalmára vonatkozó szabályok pedig csak utalásszerűen kerülnek elő.

A műsorterjesztés szabályai viszonylag erősen determináltak bizonyos nemzetközi egyezmények által. Ezek elsődleges joganyagot képeznek az aláírók – így Magyarország és az Európai Közösség tagországai – számára. Megvalósulásuk érdekében nemzeti jogszabályok születnek, ezt határozzák meg az Európai Közösség dokumentumai is.**

A cikk mellőzi a nemzetközi egyezmények és az Európa Tanács konvencióinak a bemutatását, és csak a közösségi dokumentumokat mutatja be. Nem végzi el a hatályos magyar joganyag harmonizáltságának elemzését sem. Mivel azonban a magyar szabályozás alapfogalmi szinten több tekintetben nem feleltethető meg teljes mértékben a közösségi szabályozásnak, esetenként elkerülhetetlen az utalás a különbségekre. A különbségeket igyekszünk a szóhasználattal is érzékeltetni. Itt kell megjegyezni azt is, hogy a magyar egységes szóhasználat még nem is alakult ki teljes mértékben.

BEVEZETÉS

A vezetékes műsorelosztás szabályozására vonatkozóan a hátteret adják:

- az Európa Tanács 2 konvenciója a „határok nélküli televíziózásról", amelyeket a Magyar Köztársaság is aláírt, és vállalta a nemzeti jogrendbe illesztésüket,
- a szerzői jogokra vonatkozó különböző nemzetközi egyezmények, valamint a WTO,
- az Európai Unió irányelvei, amelyek az előbbi Európa Tanács konvencióknak és nemzetközi egyezményeknek az európai megvalósítására adnak konkrét irányelveket,
- az Európai Uniónak más irányelvei, amelyek a kábel televíziózás távközlési kérdéseivel foglalkoznak.

* A műsorterjesztés fogalmát az 1996. évi I. ún. Média-törvény szerinti értelemben használjuk. Eszerint a műsorterjesztés a műsorszolgáltató által előállított műsorszolgáltatási jelek elektronikus úton (műsorszórással vagy műsorelosztás útján) egyidejűleg, változatlanul történő eljuttatása a felhasználó vevőkészülékéhez.

** Az 1952. évi genfi Egyetemes Szerzői Jogi Egyezmény, az irodalmi és művészeti művekre vonatkozó Berni Egyezmény 1971. évi Párizsban aláírt szövege, a szerzői jogokkal szomszédos jogokat illetően az 1961. évi Római Egyezmény, a hangfelvételek tekintetében az 1971. évi Genfi Egyezmény, az audiovizuális művek tekintetében az 1989. évi Genfi Szerződés, valamint az 1994. évi Általános Vám- és Kereskedelmi Egyezményen, az ún. WTO-n belül a Megállapodás a szellemi tulajdonjogok kereskedelmi vonatkozásairól, rövidítve TRIP, valamint az Európa Tanács különböző konvenciói.

A kábeltelevíziózás szabályainak fontosabb kérdései az európai szabályozás alapján az alábbiak:

A műsorelosztás kapcsolata a szerzői (műsorsugárzási, kábeles továbbsugárzási, bérbeadási) és a távközlési szolgáltatási jogokkal

A *„televíziós műsorsugárzás"* és a *„kábeles továbbsugárzáés* (cable re-transmission)" fogalmait a különböző irányelvek meghatározzák. A különbség lényege a kettő között az, hogy ha egy szervezetnek szerkesztési felelőssége van a műsor-sorok felett, és maga gondoskodik annak nyilvánosságra hozataláról, akkor az műsorsugárzási tevékenységet végez, és műsorsugárzási jogot kell szereznie, ami szerzői jog. Szükség van azonban bizonyos műsor-tartalmi követelmények betartására is, ez a médiumok szabályozásának világába tartozik.

A kábeles továbbsugárzási jog arra ad felhatalmazást, hogy a már nyilvánosságra hozott műsor-sorokat továbbítsák a nézők felé. Nevével ellentétben nemcsak a vezetékes társaságok rendelkezhetnek kábeles továbbadási joggal. A teljesség kedvéért meg kell említeni a műsorok *haszonbérbe és bérbeadási jogát* („leasing" és „rental" right), ami gyakorlatilag a filmalkotások forgalmazására vonatkozik, és lehívásos (on demand) helyzetekre alkalmazható. A kábeltársaságok a közönséghez közvetíthetnek nem országos műsorokat is, de más szabályok alapján. Bármely szervezet szerezhet haszonbérleti és bérbeadási jogot, mégpedig a beszedő társaságon keresztül, nem a média hatóságtól.

A kábeltelevíziós hálózat definíciója viszont csak az olyan vezetékekre vonatkozik, amelyek az audiovizuális

művek (ezek tehát nem műsorok, csak a szerzői jogvédelem alá eső egyik mű) jeleinek továbbítására alkalmasak. A kábeltelevíziós hálózatok szabályozása teljes mértékben a távközlés szabályozás körébe tartozik, és elsősorban a távközlési versenyvédelem célját szolgálja.

2. SZABÁLYOZÁSI CÉLOK

1. *A szerzői díjak beszedése és eljuttatása a szerzőkhöz*

A szerzői díjak beszedését az végzi, aki az előfizetőkhöz közel áll. A díjak kifizetésére az igény ott keletkezik, ahol a műsor-sorokat összeállítják. A díjak megállapításáért és a jogok érvényesüléséért az ún. beszedő társaság a felelős (ez Magyarországon az Artisjus). A szabályozás ezen általános elvek érvényesülésének konkrét szabályait rögzíti, ahol a kábeltársaságok és a műsorsugárzó társaságok szabályai természetesen különböznek, mégpedig a fenti jogok gyakorlásától függően.

2. *A műsorokért való tartalmi felelősség*

A műsorokért való felelősség a társadalmi célok érvényesülését célozza (hazai műsorok aránya, hirdetés, közszolgálatúság stb.), ez a média szabályozás világába tartozik. A szabályozás kifejezetten megemlíti, hogy az elektronikus adatbankokból való információk továbbítása (értsd például: video on demand) nem műsorszórási tevékenység, tehát a média szabályozás nem érinti.

3. *Az illetéktelen műsorvétel és információszerzés megakadályozása*

Az erre vonatkozó közösségi irányelvek gyakorlatilag a kódolást és dekódolást megvalósító feljogosító hozzáférési eszközökről szólnak (a tápfejekben és a vevőkészülékekben), akár műsort, akár más információ továbbításáról van szó. Egy irányelv tervezet az illetéktelen dekódolást és az abban való segédkezést tiltja, és a büntetőjog eszközeinek alkalmazását írja elő.

4. *Versenyvédelem*

A versenyvédelemnek két területe van: a műsorok versenye és a szolgáltatók versenye. A műsorok versenyének műszaki és kereskedelmi feltételei vannak annak érdekében, hogy a továbbítási láncban sehol ne lehessen a műsorok között diszkriminációt megvalósítani. A szolgáltatók versenyének védelme már a távközlés szabályozáshoz tartozik: az államoknak nem szabad tiltaniuk a kábeltelevízózás és a távközlés konvergenciáján alapuló semmiféle megoldást, és semmiféle összekapcsolást.

A távközlési és kábeltelevíziós tevékenység elkülönített számvitele eddig is elő volt írva. Egy kiadás előtt álló irányelv-módosítás viszont tiltani szándékozik azt, hogy a domináns távközlési szolgáltató kizárólagos vagy különleges jog alapján kábeltelevíziós hálózatot üzemeltessen – nem konvergens technológiával – anélkül, hogy azt kapcsolt vállalkozásba leválasztaná.

5. *Harmonizált műszaki feltételek az egységes európai piac érdekében*

A műsorok, egyéb szerzői művek és más információk szabad mozgásának műszaki feltételei vannak, ezek jellemzően a műsorrögzítést, a műsorjeleket és a vevőkészülékeket érintik. Erre vonatkozóan európai szabványok vannak, melyek több esetben kötelezőek.

3. AZ ALKALMAZOTT SZABÁLYOZÁSI CÉLOK

A műsorterjesztő szervezetekre vonatkozó *szabályozás céljai* nagyon összetettek, és a következőkben foglalhatók össze:

- a véleménynyilvánítás szabadságának, mint az Emberi Jogok Európai Egyezményében szereplő egyik alapvető emberi jognak az érvényesítése, ami magában foglalja a tájékozódás szabadságának követelményét is;
- a szerzői művek védelme annak érdekében, hogy az alkotók (szerzők) megfelelő díjazásban részesüljenek, ami az alkotókedv és alkotóképesség alapfeltétele;
- a szerzői művek, mint értéket képviselő árucikkek szabad forgalmának és belső piacának biztosítása a „közös piac" követelményeinek alapján;
- a közönség védelme a magánélet védelméhez fűződő jog alapján (lásd az Emberi Jogok Európai Egyezményét) és a közrend védelme a nemkívánatos (például a kisebbségeket sértő) tartalmak ellenében;
- a kulturális célok, azaz a társadalmilag kívánatos tartalmú műsorok (pl. nemzeti és európai kultúra) terjesztése.

Ezek a célok nem ritkán egymással szembenálló követelményeket támasztanak a szabályozással szemben, mégis együttesen kell érvényesülniük. Így például a szerzők kizárólagos jogainak védelmét úgy kell megvalósítani, hogy közben ne sérüljön az információk szabad áramlásához és a tájékozódás szabadságához fűződő jog, sőt, a nem kívánatos tartalmaktól való elzárkózás joga is fennmaradjon. Az egymásnak ellentmondó célok közötti társadalmi szintű kompromisszumokat a szabályozó alakítja ki.

A szabályozási célok megvalósítása a különböző *szabályozási ágakon keresztül* érvényesül, amelyek alapján a műsorterjesztéssel foglalkozó szervezetek különböző jogosultságokhoz juthatnak. E jogosultságok vonatkozhatnak

- a műsorsugárzásra,
- bizonyos szerzői jogok birtoklására és/vagy felhasználására,
- bizonyos távközlési szolgáltatások nyújtására,
- bizonyos távközlő eszközök és kapacitások alkalmazására és használatára, bizonyos tulajdonosi jogokra.

A különböző szabályozási ágak a szabályozási célok megvalósulásának jogi, kereskedelmi, műszaki és egyéb feltételeit határozzák meg. A célok és a szabályozási ágak közötti összefüggést az *1. táblázat* foglalja össze, a táblázatban feltüntettük a vonatkozó közösségi szabályozási dokumentum jelzőszámát is. A „+" jel jelentése az, hogy az adott oszlopban lévő szabályozási ág eszközöket tartalmaz az adott sorban szereplő szabályozási cél elérése érdekében.

E jogosultságok működését az EU különböző irányelvei határozzák meg. Látni fogjuk, hogy az egyes műsorterjesztéssel foglalkozó szervezetek – az értékláncban elfoglalt helyüktől függően – különféle jogosultságokkal rendelkezhetnek. A tanulmány először az egyes szabályozási ágaknak a műsorterjesztéssel foglalkozó szervezeteket érintő részét mutatja be, majd a (magyar jogszabályokban használatos értelemben vett) műsorszóró és műsorelosztó szervezetekre érvényesítendő közösségi szabályozást foglalja össze röviden. Nem térünk ki sem a frekvencia, sem pedig a médiumok tartalmának szabályozási kérdéseire.

1. táblázat. A szabályozási célok megvalósítása a műsorterjesztésre vonatkozóan az egyes szabályozási ágak területén

Szabályozási ág Szabályozási cél	Szerzői jog	Műsorsugárzás	Műsorjelek	Távközlési szolgáltatások	Távközlési eszközök	Tulajdonosi koncentráció	Egyéb
EK dokumentum	92/100 és 98/83 irányelv	89/552 irányelv és mód.	95/47 irányelv	90/387 és mód. 90/388 és mód.	97/C 314/07 irányelv tervezet	Európa Parlament határozat 4064/89 rendelet és mód.	különfélék
Véleménynyilvánítás, a tájékozódás szabadsága	+	+			+		
Szerzői jogok védelme	+	+			+		
Művek és szolgáltatások belső piacának előmozdítása	+	+	+	+	+	+	
A magánélet, a közrend védelme		+					+
Kulturális célok		+	+			+	

3. SZERZŐI JOGOK A MŰSORTERJESZTÉSBEN

3.1. Az alapdokumentumok

- 92/100/EEC tanácsi irányelv a bérbeadási, a haszonkölcsönbe adási és egyes, a szerzői jogokhoz kapcsolódó jogokról a szellemi tulajdon területén.
- 93/83/EEC tanácsi irányelv a műholdas műsorsugárzásra és a kábeles tovább-közvetítésre hatályos szerzői jogokra és a szerzői jogokhoz kapcsolódó jogokra vonatkozó bizonyos szabályokról.
- A határok nélküli műholdas műsorsugárzás keretében felmerülő szerzői és szomszédos jogokkal kapcsolatos kérdésekről szóló Európai Egyezmény, Európa Tanács, 1994. Strasbourg.

3.2. Fogalommeghatározások

Műsorsugárzási jog (broadcasting right, a Berni Egyezmény, illetőleg a WTO alapján): a sugárzó szervezeteknek az a joga, hogy megtiltsák a hozzájárulásuk nélküli következő cselekményeket: a sugárzott műsor rögzítését, a rögzítések többszörözését és továbbsugárzását, valamint televízió műsoraik közönséghez közvetítését.

Közönséghez közvetítés műhold útján (communication to the public by satellite, 93/83/EEC tanácsi irányelv): a műsorjeleknek műhold útján való közvetítése alatt értjük a nyilvános vételre szánt műsorhordozó jeleknek (a műhold felé és le a földfelszín irányában létesített) megszakításmentes közvetítőláncba történő első beadását a műsorsugárzó szervezet irányítása és felelőssége mellett. Amennyiben a műsorjelek kódoltak, a műhold útján történő közönséghez közvetítés ténye csak abban az esetben valósul meg, ha a műsorsugárzó szervezet — vagy egyetértésével egy más szervezet — a dekódolást is a nyilvánosság rendelkezésére bocsátja.

Műhold (satellite, 93/83/EEC tanácsi irányelv): távközlési célra használt bármely olyan műhold, amely a távközlési törvényben meghatározott frekvenciasávban működik, és a bárki (nagyközönség) által vehető jelek sugárzására, vagy zárt, pont-pont közötti távközlésre szolgál. Az utóbbi esetben viszont a jelek egyedi vételi körülményeinek hasonlóaknak kell lenniük az első esetben alkalmazottakhoz.

Megjegyzés: a műsorsugárzás tehát nem azonos a magyar jogrendben használatos „műsorszórás" illetőleg „műsorszolgáltatás" fogalmával. A *műsorszolgáltatásnál több* annyival, hogy magában foglalja a műsorjeleket továbbító közeg (műhold) és szervezet megválasztását, ahol a műsorszórási jeleket továbbító (távközlési szolgáltató) szervezet mintegy alvállalkozója a műsorsugárzó szervezetnek, és elsősorban számára nyújtja szolgáltatását. A műsorsugárzás *több a műsorszórásnál* annyival, hogy magában foglalja a műsorokért való tartalmi felelősséget.

Kábeles továbbsugárzási jog (cable retransmission right, 93/83/EEC tanácsi irányelv): a szerző jogok birtokosai, a kapcsolódó jogok birtokosai és a kábelüzemeltetők közötti egyedi vagy kollektív szerződéses egyezség, amelynek alapján egy másik államból származó műsorok kábeles továbbközvetítése megtörténhet az adott országban.

Kábeles továbbsugárzás (cable retransmission, 93/83/EEC tanácsi irányelv): egy másik Tagállamból származó, kábelen, műholdon vagy földfelszíni műsorszóró rendszeren keresztül érkező, nyilvános vételre szánt eredeti műsor — ideértve a nyilvános rádió- és televízió programokat is — változatlan tartalommal és terjedelemmel történő egyidejű és nyilvános vételre szánt újra-továbbítását jelenti kábeles vagy mikrohullámú rendszerrel, ideértve a műholdas rendszert is.

Megjegyzés: a kábeles továbbsugárzás tehát — nevével ellentétben — nemcsak a kábeles továbbsugárzást foglalja magában, hanem *technológia-függetlenül* mindenféle továbbsugárzást. A lényeges tulajdonsága az, hogy nem első beadás, hanem a közönséghez közvetítés cselekményét követő cselekmény, és ezért ebben a tekintetben a (szabad) vételhez fűződő jogokkal rendelkezik. Más tekintetben viszont még nem történt meg a műveknek a nézőkhöz — fogyasztókhoz — való eljuttatása. A kábeles továbbsugárzást a műsorok *kiskereskedelmének, forgalmazásának* kell felfognunk. Mindez például azt is jelenti hogy az AM mikro szolgáltatásra a kábeles továbbsugárzás szabályait kell alkalmazni. Fel kell még hívni a figyelmet az *egyidejűség* kritériumára, ami azt jelenti, hogy például a lehívásos (on-demand) multimédia szolgáltatások nem tartoznak ide. További lényeges eleme a definíciónak, hogy országos vagy országok közötti műsorok továbbsugárzásához kapcsolódik.

Bérleti jogok (WTO): a szerzőknek és jogutódaiknak az a joga a számítógépi programok és filmalkotások tekintetében, hogy engedélyezzék vagy megtiltsák a szerzői alkotásaik eredeti vagy másolati példányainak a nagyközönség részére való kereskedelmi bérbeadását.

Bérbeadás (a bérlet egyik fajtája, rental, 92/100/EEC tanácsi irányelv): ideiglenes használatra történő átengedés közvetlen vagy közvetett kereskedelmi előny elérése érdekében.

Haszonbérbeadás (a bérlet másik fajtája, lending, 92/100/EEC tanácsi irányelv): ideiglenes használatra történő átengedés közvetlen vagy közvetett gazdasági vagy kereskedelmi előny elérése érdekében a nagyközönség számára hozzáférhető létesítményben.

Megjegyzés: a bérleti jog a forgalmazáshoz kapcsolódó jogoknak azokat a fajtáit foglalja magában, amelyek elkerülik a műsorsugárzást. Tulajdonképpen akkor alkalmazandó, ha a művek olyan széleskörű másolásáról van szó, hogy az már a többszörözési jog sérelméhez vezethet. Ezek a jogok illenek majd a távközlésben, például a video-on-demand, az Interneten és a jövőbeni multimédia szolgáltatások keretében továbbított művekre.

Filmalkotás (film, 92/100/EEC tanácsi irányelv): filmfelvétel, audiovizuális mű, valamint mozgó képek hanggal vagy hang nélkül.

Beszedő társaság (collecting society, 93/83/EEC tanácsi irányelv): az a szervezet, amelynek kizárólagos vagy egyik fő feladata a szerzői jogok és az azokhoz kapcsolódó jogok kezelése és adminisztrációja.

3.3. A szerzői jogok a műsorterjesztéssel foglalkozó szervezeteknél

A szerzői jog *tárgya* minden olyan információs termék, amely jelentős gazdasági értékkel rendelkezik a ráfordított idő, erőfeszítések és alkotóerő következtében. Számos megjelenési formája van az irodalmi művektől a térképjelekig.

A szerzői jog *birtokosa (alanya)* annak előállítója, illetve aki ezt jogszerűen megszerzi. A mű előállítója személyiségi és vagyoni jogokkal rendelkezik. A személyiségi jogok általában elidegeníthetetlenek.

A *vagyoni jog* keretében a szerzőnek kizárólagos joga van arra, hogy megengedje vagy megtiltsa művének felhasználását, a felhasználási jog átengedése esetén pedig a szerzőt kielégítő és megfelelő ellenszolgáltatás illeti meg. Ahogyan a felhasználás történhet több lépcsőben (közvetlen értékesítés, kiskereskedelem, nagykereskedelem), úgy a felhasználási jogok is többfélés lehetnek. A hangsúly azon van, hogy a felhasználási láncolat teljes hosszában biztosítani kell a szerző számára egyrészt a rendelkezés jogát, másrészt pedig az ellenszolgáltatást. A rendelkezési jog kimerülhet: a szerző nem tilthatja meg olyan műpéldányok terjesztését, forgalmazását, amelyeket eladással vagy a tulajdonjog más módon történő átruházásával maga hozott forgalomba.

A művek felhasználási jogai, azaz a szerzői jogok mindig *szerződéses úton* kerülhetnek a felhasználó birtokába. A szerződés során a jogbirtokost általában egy beszedő társaság (definícióját ld. fentebb) képviseli, aki a szerzői jogok kezelését és adminisztrációját — mint a kormányzattól jogszabályban kapott közfeladatot — látja el, ideértve a jogdíjak meghatározását és a szerződések megkötését. A szerzőknek joguk van jogaik gyakorlására a beszedő társaság megkerülésével is, de csak azonos feltételek alkalmazása mellett (ezt a szabályt a verseny- és esélyegyenlőség követeli meg).

A műsorsugárzás és a távközlés környezetében jelentősége van az alábbi szerzői jogoknak:

- *műsorsugárzási jog* (definícióját l. fentebb),
- *kábeles továbbsugárzási jog* (definícióját l. fentebb),
- a műsorsugárzók *rögzítési és többszörözési joga* a saját műsorok tekintetében,
- a műsorsugárzók terjesztési joga a saját műsorok rögzítése tekintetében, az előadóművészek és gyártók *bérbeadási és haszonbérbeadási jogai* a filmfelvételek tekintetében.

Egy-egy szerzői mű tehát különféle szerzői feljogosítások láncolatán keresztül juthat el a felhasználóig, és a szerzői díjak is ugyanezen láncolat mentén jutnak el vissza a szerzőkhöz. Hasonlóképpen, egy-egy szervezetnek — a műhöz való hozzájárulásától függően — különféle szerzői jogai keletkezhetnek. A műsorsugárzásban és a távközlésben előforduló szerzői jogok rendszerét a *2. táblázat* foglalja össze, ahol a sorok tartalmazzák a szerzői művek típusait, az oszlopok pedig a felhasználási láncolatnak megfelelően tartalmazzák a különböző hasznosítási jogokat.

2. táblázat. A műsorsugárzásban és a távközlésben előforduló szerzői jogok rendszere

A szerzői jog tárgya: a mű	A mű előállítója (a szerző)	Közönséghez közvetítés (közvetlen értékesítés) joga	Forgalmazás joga	Végfelhasználó
Filmfelvétel, hangfelvétel	gyártó, előadó	a) műsorsugárzási jog	b) kábeles továbbsugárzási jog	a) tv-előfizető b) tv-előfizető
Filmfelvétel, hangfelvétel	gyártó, előadó		bérbeadási, haszonbérbe adási jog	multimédia szolgáltatás előfizetője
Műsor rögzítése, többszörözése	műsorsugárzó		terjesztési jog b) multimédia szolgáltatás előfizetője c) videotékából kölcsönző	a) tv-előfizető

3.4. A műsorsugárzási jog

A (műholdas) műsorsugárzási jog csak szerződés keretében szerezhető meg. A szerződést a beszedő társaság és a műsorsugárzó szervezet köti meg egymással, ahol a filmfelvételek előadóit az előállító képviseli a 92/100/EEC irányelv és egyéb szabályok előírásainak megfelelően, a beszedő társaság pedig a szerzői jogbirtokosok (szerzők, előállítók,

előadók stb.) képviseletében jár el. A nemzeti jogalkotástól függően egy adott mű kategóriáján belül kollektív szerződés is köthető, ami azt jelenti, hogy a szerződés tartalma kiterjedhet a beszedő társaság által nem képviselt jogbirtokosokra is, feltéve, hogy

- egyidejűleg földfelszíni műsorsugárzást is végez az adott műsorsugárzó, valamint hogy
- a nem képviselt jogbirtokosoknak módjuk van bármikor megtiltani a műsorsugárzási jog kiterjesztését.

A 93/83 sz. irányelv rendelkezik az aktuális és az irányelvben előírt közötti átmeneti szabályokról is. A 2000. január 1-jétől kezdődő időszaktól kezdve kell az új szabályokat teljes körűen alkalmazni.

3.5. A kábeles továbbsugárzási jog

A kábeles továbbsugárzási jog szintén csakis szerződés keretében szerezhető meg. A jogbirtokosokat csak a beszedő társaság képviselheti. Amennyiben valamely jogbirtokos nem engedte volna át jogait a beszedő társaságnak, a beszedő társaság ez esetben is kezeli jogait, azonos feltételek mellett. A jogbirtokosok akkor sem gyakorolhatják egyenként jogaikat, ha a műsorsugárzási jogot egyedileg engedték át. Mindennek azért kell így lennie, hogy sem a továbbsugárzó szervezetek között, sem pedig a jogbirtokosok között ne lehessen megkülönböztetéseket alkalmazni, és hogy a jogbirtokosok se élhessenek vissza kizárólagos rendelkezési jogaikkal. Ha műsorsugárzó lenne a jogbirtokos saját előállítású művek tekintetében, úgy ezek a szabályok nem érvényesek rá.

A kábeles továbbsugárzási jogot átengedő szerződés tehát egy bonyolult szerződés, mert a szerződés igen sok fél között köttetik meg, és szerződéskötési kötelezettség áll fenn. A működőképesség érdekében bármely félnek jogában áll – minden kétséget kizáróan pártatlan – közvetítőt (mediátort) alkalmaznia, akinek feladata a tárgyalások előmozdítása, de önálló javaslatot is tehet. A közvetítő javaslat elfogadottnak számít, ha senki nem emel kifogást ellene három hónapon belül.

A nemzeti polgári vagy államigazgatási jog keretében kell biztosítani azokat az eljárásokat, amelyek a tárgyalások jóhiszeműségét garantálják, de nem lehetséges a szerződés feltételeinek meghatározása mások által. Amennyiben valamely országban bíróságnak vagy közigazgatási szervnek lenne ehhez joga, e helyzetnek legkésőbb 2002. december 31.-ével meg kell szűnnie.

4. TELEVÍZIÓ MŰSOROK BELSŐ PIACA: TELEVÍZIÓZÁS HATÁROK NÉLKÜL

4.1. Alapdokumentumok

- 89/552/EEC tanácsi irányelv a tagállamok bizonyos törvényi, szabályozási vagy közigazgatási rendelkezéseinek összehangolásáról a televíziós műsorsugárzási tevékenység folytatását illetően.
- 97/36/EC Európa Parlamenti és tanácsi irányelv, amely a 89/552/EEC tanácsi irányelvet módosítja.
- A határok nélküli televíziózásról szóló Európai Egyezmény, Európa Tanács, 1989. Strasbourg.
- 95/47/EC Európa Parlamenti és tanácsi irányelv a televíziós műsortovábbítási jelek szabványainak használatáról.
- 97/C 314/07 sz. Európa Parlamenti és tanácsi irányelv tervezet a feljogosító hozzáférésen alapuló vagy abból álló szolgáltatások jogi védelméről.

4.2. Alapfogalmak

Televízió műsorsugárzás (television broadcasting, 89/552 tanácsi irányelv és módosításai): A közönség által vételre szánt televíziós műsorok első átvitele vezetéken vagy vezeték nélkül, ideértve a műholdat is kódolt, vagy kódolatlan formában. Magában foglalja a vállalkozók közötti műsorközvetítést, ha annak célja a közönséghez közvetítés. Nem foglalja magában azokat a hírközlési szolgáltatásokat, amelyek információkat vagy más üzeneteket közvetítenek egyedi igényre, mint például a távmásolás, az elektronikus adatbankok és a hasonló szolgáltatások.

Műsorsugárzó (szervezet) (broadcaster, 89/552/EEC tanácsi irányelv és módosításai, máshol broadcasting organisation): az a természetes vagy jogi személy, akinek szerkesztői felelőssége áll fenn a televíziós műsorsugárzás fogalomkörébe tartozóan televíziós programok sorozatainak összeállítása felett, és aki ezeknek a műsoroknak a kisugárzásáról gondoskodik saját eszközeivel, vagy harmadik fél igénybevételével.

Fejlett televíziós szolgáltatások (advanced television services, 95/47/EC irányelv): széles képernyőjű televíziós szolgáltatások, nagyfelbontású televíziós szolgáltatások, valamint a teljesen digitális átviteli rendszert alkalmazó televíziós szolgáltatások.

Az átviteli rendszer elemei (95/47/EC irányelv): műsorjelek kialakítása (audio jelek forráskódolása, video jelek forráskódolása, jelek multiplexelése), valamint az átviteli közeghez adaptálása (csatorna kódolás, moduláció és – a konkrét esettől függően – energia kibocsátása).

Feljogosító hozzáférés (conditional access, 97/C 314/07): bármely olyan műszaki rendelkezés vagy elrendezés, amely a szolgáltatás értelmezhető igénybe vételét és annak elszámoltatását előzetes feljogosítás feltételéhez köti.

4.3. A határok nélküli televíziózás lényege

E szabályozás által követett cél kettős: egyrészt a műsorok szabad mozgását és európai egységes közös piacát kívánja megteremteni, másrészt pedig a sugárzott műsorok tartalmára vonatkozó szabályokat (európai tartalmak, hirdetések stb.) fekteti le. Ez a tanulmány csak a közös piacra vonatkozó kérdésekkel foglalkozik, a tartalomszabályozás a médiumok szabályozásának világába tartozik.

A határok nélküli televíziózás lényege az, hogy ha a tagországok bármelyikében megtörténik a közönséghez közvetítés (fogalmat lásd a 3.2. pontban), akkor ezt a tényt egész Európára vonatkozóan (azaz az aláírók által átfogott országok tekintetében) megtörténtnek kell tekinteni. Ez különböző következményekkel jár.

Az egyik következmény az, hogy ha a televízió műsor több országban is vehető vagy több országon is átmegy, a műsorsugárzási illetőleg a közönséghez közvetítési jog csak az első esetben (az indító országban) keletkezik, és innen történik a szerzői jogok kezelése. Ilyen körülmények között persze azt is pontosan meg kell határozni, hogy melyik számít indító országnak azokban az esetekben, ha a műsor készítése és „fellövése a műholdra" nem ugyanabban az

országban történik. A helyzet tovább bonyolódik, ha egyik vagy másik esemény nem az egyezményt aláíró országok valamelyikének területén történik, erre vonatkozóan részletes szabályokat találunk.

A másik következmény az, hogy – mivel a média szabályozás is harmonizált – az indító ország felelőssége a tartalomra vonatkozó média szabályok betartatása még abban az esetben is, ha az más tagország közönségéhez lesz közvetítve. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy egy tagországnak bármilyen tartalmú műsort tudomásul kell vennie. A tagországok hozhatnak a médiumok tartalmára vonatkozóan nemzeti szabályokat is feltéve, hogy azok nem ellentétesek a közösségi szabályokkal. Ezek betartását megkövetelhetik, és kitilthatnak egy műsort akkor is a területükről, ha úgy ítélik meg, hogy a nemzeti vagy a közösségi szabályokat nem tartja be az adott műsorsugárzó. Ezeket az eseteket be kell jelenteni a Közösségnek, és egy eljárás keretében az indító országnak kell lefolytatnia a megfelelő eljárást.

Természetesen ezek a szabályok nem vonatkoznak a helyi, nem országos műsorokra és az ezeket sugárzó vagy továbbsugárzó szervezetekre.

A Bizottság (Commission) létrehozott az irányelvvel egy olyan bizottságot, amelynek feladata az országok közötti egyeztetések lefolytatása, előzetes konzultációk és véleménycsere a szabályozások előkészítését és alkalmazását illetően.

Az irányelv rendelkezéseit megvalósító nemzeti szabályozásoknak 1998. december 31.-ig kell életbe lépniük.

4.4. Műszaki szabályozás: a műsorátviteli jelek és eszközök szabványai

A szabályozás célja a fejlett televíziózás minél gyorsabb elterjesztése és a műsorok piacán a verseny építése. A szabályozási eszköz egyrészt az alkalmazandó szabványok meghatározása, a televíziós vevőkészüléktől kezdve a műsortovábbító rendszer elemeiig. A Közösségen belül a televíziós szolgáltatásoknak teljesíteniük kell az alábbi követelményeket, akár kábelen, akár műholdon vagy földfelszíni műsortovábbítással jutnak el a nézőkhöz:

- amennyiben széles képernyős formátumúak és 625 soros felbontásúak és nem teljesen digitálisak, a 19:9 D2-MAC átviteli rendszert kell alkalmazniuk, vagy olyan rendszert, amelyek a PAL vagy a SECAM rendszerrel teljesen kompatibilis;
- amennyiben nagyfelbontásúak, de nem teljesen digitálisak, a HD-MAC átviteli rendszert kell alkalmazniuk;
- amennyiben teljesen digitálisak, egy európai szabványosító szervezet által szabványosított átviteli rendszert kell alkalmazniuk.

A szabályozás elrendeli a feljogosító hozzáférés alkalmazását a digitális televíziós szolgáltatások sugárzása tekintetében, ami műszaki követelményeket támaszt a vevőkészülékekkel és a tápfejekkel szemben. A feljogosító hozzáférést biztosító eszköz hivatott egyrészt a szerzői jogok védelmére és érvényesítésére, másrészt pedig a sugárzó szervezetek versenyegyenlőségének biztosítására. A vevőkészüléknek képesnek kell lennie a feljogosító hozzáférés kezelésére. A rendszernek olyan tulajdonságokkal kell rendelkeznie, hogy a kábeltelevíziós üzemeltetők a tápfejeknél képesek legyenek a feljogosító hozzáférésű rendszerek teljes felelősség melletti irányítására.

Az ilyen tápfejeket üzemeltető társaságoknak minden műsorsugárzó szervezet számára azonos feltételek mellett kell biztosítaniuk a továbbsugárzást, és számvitelileg el kell különíteniük e tevékenységüket. A műsor sugárzó szervezeteknek nyilvánosságra kell hozniuk a nézők számára a tarifáikat, amelyek különbözhetnek az alkalmazott eszközök függvényében.

Egy újabb, a feljogosító hozzáférésre vonatkozó irányelv tervezet szerint a feljogosító hozzáférést megkerülő eszközök gyártása, forgalmazása és alkalmazása büntetőjogi szankciókat vonna maga után.

5. A TÁVKÖZLÉS SZABÁLYOZÁSÁNAK MEGJELENÉSE A MŰSORTERJESZTÉSBEN

5.1. Alapdokumentumok

- 90/387/EEC tanácsi irányelv a távközlési szolgáltatások belső piacának megteremtéséről a nyílt hálózati ellátás alkalmazásán keresztül.
- 97/51/EC Európa Parlamenti és tanácsi irányelv a 90/387/EEC és 92/44/EEC irányelvek módosítására, mely ezeket a távközlési verseny körülményeihez igazítja.
- 90/388/EEC bizottsági irányelv a távközlési szolgáltatások piacán bevezetendő versenyről.
- 95/51/EC bizottsági irányelv a 90/388/EEC irányelv módosítására, amely eltörli a kábeltelevíziós hálózatok használatára vonatkozó korlátozásokat a már liberalizált távközlési szolgáltatások nyújtására.
- 97/13/EC Európa Parlamenti és tanácsi irányelv az általános és egyedi engedélyezés közös kereteire a távközlési szolgáltatások területén.
- 98/C 71/03 tervezet a 90/388 irányelv módosítására annak érdekében, hogy a közös tulajdonban lévő távközlő hálózatok és a kábeltelevíziós hálózatok különálló jogi szervezetek legyenek (ezen irányelv tartalma még vita alatt áll, változhat).
- 4064/89 sz. tanácsi rendelet az összeolvadásokról.

5.2. Alapfogalmak

Távközlési szolgáltatás (telecommunications services, 97/51 tanácsi irányelv): az a szolgáltatás, amelynek nyújtása egészében, vagy részben jeleknek nyilvános távközlő hálózaton való átviteléből és irányításából áll, kivéve a nagyközönség számára végzett rádió- és televízióműsorsugárzást.

Megjegyzés: a kábeltelevíziózást csak a 97/51 sz. irányelv sorolta be a távközlési szolgáltatások közé, de a nagyközönség számára végzett műsorsugárzás nem számít távközlési szolgáltatásnak. A szolgáltatások nemzetközi osztályozási rendszerében viszont található a műsorjeleket továbbító szolgáltatás.

Kábeltelevíziós hálózat (95/51 tanácsi irányelv): minden olyan vezetékes infrastruktúra, amelyen a tagország rádió vagy televízió jeleknek az átvitelét vagy elosztását engedélyezte a közönség számára. E szabályok alkalmazása érintetlenül hagyja a nagyközönség számára szánt audiovizuális programok elosztását, és e programok tartalmára vonatkozó szabályozást.

5.3. *A műsorterjesztő szervezeteket érintő távközlés-szabályozás lényege*

A műsorterjesztő szervezetek által végzett tevékenység kielégíti a távközlési szolgáltatás fogalmát, és 1995-ben lett idesorolva. A távközlési szolgáltatások teljes liberalizációja megkívánja, hogy a kábeltelevíziós hálózatok létesítése és használata területén sem legyenek korlátozások. A hálózatok liberalizációjának egyik hajtó motorja az volt, hogy a távközlésben lezajló konvergencia következtében egyre anakronisztikusabbnak tűnt egy bizonyos hálózat típus kiszakítása a piacból.

A *verseny szabadságának* követelménye a kábeltelevíziós hálózatok esetében egyrészt azt jelenti, hogy nem szabad korlátozni e hálózatok használatát más távközlési szolgáltatások nyújtására. Ezt a követelményt valósítja meg a 95/51 sz. irányelv, amely megtiltja e hálózatoknak a bérelt vonalakkal és egymással való összekapcsolására vonatkozó korlátozások fenntartását is, ami erősíti a hordozószolgálatként történő felhasználási lehetőségeket. A verseny szabadságából adódóan nem tiltja semmi azt, hogy multimédia hálózaton audiovizuális művek továbbítása történjen meg. Természetesen ehhez a megfelelő szerzői jogok megszerzésére is szükség van.

A távközlési *szolgáltatások* tekintetében megállapítható, hogy a 97/13 irányelv értelmében ez általános engedély alapján nyújtható. Nincs helye tehát ellátási kötelezettség előírásának és az ezekhez kapcsolódó különleges vagy kizárólagos jogoknak sem. Emlékeztetünk azonban arra, hogy a műsorjelek továbbítására vonatkozó jogosultság a közösségi szabályozás alapján a szerzői jog megszerzésével, azaz a beszedő társasággal történő szerződéskötés alapján keletkezik, és arra is, hogy ezen az úton nem születhetnek kizárólagos vagy különleges jogok. Így a piacra lépési jogosultságot gyakorlatilag nem a távközlési hatóság adja, annak hatásköre a hálózatok műszaki feltételeire vonatkozó szabályok érvényesítésére vonatkozik.

A távközlési szolgáltatások piacán *a verseny tisztaságára* vonatkozóan is előkészület alatt áll a szabályozás. A 98/C71/03 irányelv tervezet értelmében a domináns szolgáltatói pozícióban lévő távközlési szolgáltatóknak tilos lenne kábeltelevíziós hálózatot kizárólagos jog alapján üzemeltetni azonos jogi szervezetben. Ne feledjük: ez a multimédia alapon működő hálózatokon nem érvényes. További értelmezést igényel, hogy a 4064/89 rendelet előírásai mennyiben alkalmazandók ezekre a szervezetekre. Ez a rendelet ugyanis az összeolvadásra vonatkozó versenyeljárásra utalja azokat az eseteket, amikor a tulajdonos szervezet(ek) a kapcsolt vállalkozásaik feletti tulajdonosi jogaik gyakorlása címén a napi üzleti műveletek felett is irányítást gyakorol(nak), ideértve a finanszírozást, az emberi és eszközbeli erőforrásokat is.

6. A MŰSORJELEKET TOVÁBBÍTÓ SZERVEZETEKRE VONATKOZÓ SZABÁLYOZÁS ÖSSZEFOGLALÁSA

A — közösségi fogalmak szerinti értelemben vett — műsorjeleket továbbító szervezeteket a magyar jogrendben műsorterjesztést végző szervezeteknek, ezen belül pedig műsorszóró, illetve műsorelosztó szervezeteknek hívjuk. Valószínű azonban, hogy a jogharmonizáció a médiatörvényben és a távközlési törvényben lévő fogalmak harmonizációját is meg fogja követelni.

A műsorjeleket továbbító szervezetek piacra lépési jogosultságukat a szerzői jogokkal rendelkező műsorsugárzó szervezettől kapják, annak mintegy alvállalkozójaként szerepelnek. A műsorjelek továbbítását különféle műholdak és földfelszíni szórást megvalósító szervek végezhetik, de megrendelésüket a sugárzó szervtől kapják (e szabályok megvalósítására türelmi idő van). Ebbeli működésükért a sugárzó szervek felelősek. A tv-nézők a sugárzó szervek előfizetői.

Az alkalmazott eszközökre és rendszerekre vonatkozóan kötelező műszaki előírások léteznek, ezek érvényesítéséért a nemzeti közigazgatás felelős. Megjegyezzük, hogy a feljogosító hozzáférés szabályozása — műszaki jelleg ellenére — nem képezi kifejezetten a távközlés szabályozás részét.

A *kábeltelevíziós hálózatot üzemeltető szervezetek* a legkülönfélébb alapon juthatnak jogosultságokhoz. Szerezhetnek kábeles továbbsugárzási jogot oly módon, hogy egyedi vagy kollektív szerződést kötnek a beszedő társaságon keresztül az érintett jogbirtokosokkal. A kábeles továbbsugárzási jog egyébként technológiától függetlenül szerezhető meg, a lényeg a közönséghez közvetítésre szánt műsorok eljuttatása a végfelhasználókhoz.

Szerezhetnek sugárzási jogot is a helyi, nem országos műsorokra, szintén a beszedő társaságon keresztül. Piacra lépésük a távközlési szolgáltatások tekintetében függvénye a szerzői jogok megszerzésének, amire noha szerződéskötési kötelezettség áll fenn, egyáltalán nem lesz egyszerű a sokféle szereplő érintettsége miatt. A szabályozás tartalmaz bizonyos tárgyalási szabályokat, de a külső fél általi döntés a szerződés tartalmát illetően már csak egy átmeneti türelmi ideig lesz lehetséges.

A kábeltelevíziós hálózatok üzemeltetői vállalkozhatnak más multimédia szolgáltatások nyújtására is, ami természetesen szintén együtt jár bizonyos szerzői jogok megszerzésével, de ezek inkább forgalmazásra/bérbeadásra, nem pedig közönséghez közvetítésre vonatkoznak.

A kábeltelevíziós hálózatok és rendszerek létesítésének műszaki feltételei is vannak, üzemeltetésének pedig versenyszabályozási és/vagy tulajdonosi feltételei is lehetnek a közeljövőben.

Az EU nem tekinti befejezettnek a kábeltelevíziós társaságokra érvényes szabályozást, és napirenden tartja a szabályozás finomítását a konvergencia és a verseny előrehaladásának függvényében.

REGULATION OF CABLE TELEVISION

K. HELLER

HUNGARIAN TELECOMMUNICATIONS COMPANY LTD.
HUNGARY, KRISZTINA KRT. 6-8. BUDAPEST, H-1541
T: +361 458 7330; F: +361 458 7335; E-MAIL: HKRISZTI@LN.MATAV.HU

In this article we use the notion "cable television" for all the activities run by cable TV companies. Regulation of cable TV companies will be the subject of so called Cable TV Law to be prepared as it is ordered by Hungarian Media Law. As a background, this article sums up various branches of regulation affecting cable TV companies today under EU regulation.

Cable TV networks might be one of the typical examples for convergence of content provision and telecommunications. Cable TV companies are regulated by a number of regulatory areas such as

- intellectual property rights,
- media regulation,
- telecommunication competition regulation,
- protection of personal rights,
- technical conditions of the preceeding regulatory objectives.

Intellectual property rights and related rights

Cable TV companies avail themselves with a number of intellectual property rights as distributors or creators of certain works such as TV programs and audiovisual works as well as data bases. Cable retransmission right is regulated by Directive No. 98/83 while leasing and lending right is subject of Directive No. 92/100. Protection of data bases is regulated by Directive 96/9. European directives are implementing international conventions and the WTO TRIP agreement.

Media

Requirements concerning content of television programs are regulated by Directive 89/552 which, in turn, is implementing the Convention "Television without frontiers". Cable TV companies might also be affected by those requirements.

Competition in telecommunication

Cable TV networks might be appropriate for various telecommunications purposes such as data transmission and Internet. Modifications of Directive 90/388 are creating competitive safeguards in order to promote competition and upgrade the networks.

Protection of minors and human dignity against illegal and harmful content on the Internet

As it is stated in Council Resolution of 1997 governments are invited to encourage and facilitate self regulating systems including standards, codes of conducts and representative bodies.

Technical conditions for accomplishment of regulatory objectives

Almost all of the aforementioned regulatory objectives have their technical conditions such as conditional access, transmission systems, rating and filterning systems etc. Those are regulated by the "mother" directives.

We see that at the moment cable TV compenies are subject to various regulations. As technological convergence is underway so is it with regulatory convergence.

Heller Krisztina a közgazdaságtudományok kandidátusa. 1973-ban kezdte pályáját a Magyar Postánál gazdasági elemzőként, később osztályvezetői, igazgatóhelyettesi, majd tanácsadói beosztásban dolgozott. 1990-ben a KHVM miniszter személyes tanácsadójaként az új távközlési törvényt előkészítő szakértői munkálatokat vezette. 1991-ben visszatért a MATÁV-hoz, ahol a vezérigazgatóhelyettes tanácsadójaként dolgozott. Dr. Heller Krisztina 1989 óta foglalkozik a távközlésszabályozási kérdéseivel, jelenleg a MATÁV Kormányzati és szabályozói ágazaton osztályvezető.

A HÍRADÁSTECHNIKAI EGYESÜLET ALAPÍTÁSA

GARAI LÁSZLÓ

A lap születésének 50.-ik évfordulójára az elmúlt fél évszázad szakmai eseményeit feldolgozó cikksorozat indult mindenki meghívásával. Ennek első része a HTE alakulásának körülményeit mutatja be.

1. A KÖRNYEZET ISMERTETÉSE

Az Egyesületet a Posta műszaki értelmisége alapította a fordulat évében, amikor az MKP elvette a Független Kisgazda Párttól a politikai vezetést. Szükséges tehát ismerni a Posta belső szerkezetét, mert e nélkül az Egyesület megalapításának körülményei nem lennének világosak.

A Postánál az I. Világháború után teljes kasztrendszer alakult ki a vezetésben. Ez a kasztrendszer az iskolai végzettségen alapult. Az egyes csoportok élén állt a mérnök és jogász csoport, amelyből később kikerültek a Posta vezetői, államtudományi és jogi doktorátusokkal és műegyetemi végzettségekkel. Természetesen mind a két fajta végzettség mellett körülbelül egy 10-15 éves postai gyakorlat is állt.

Ezek a csoportok annyira el voltak egymástól különítve, hogy már majdnem az indiai kasztrendszerhez hasonlítottak. Például a Mérnök-Jogász Egyesületnek külön üdülője és külön klubja volt. Ez ma a Postás Szakszervezetnek a helyisége a Benczúr utcában. Rendezvényeikről kizártak mindenkit, aki nem végzett el főiskolát, akármilyen postai alkalmazott volt is. Egy fokkal alacsonyabb rendű, de hasonlóan elkülönített csoport volt a postaforgalmi tisztviselők csoportja, amelybe azok az emberek tartoztak, akik középiskolai érettségivel rendelkeztek. A nagyobb postahivataloknak voltak ilyen vezetői, és a minisztériumban is akadt egy-két előadó, akik nagyobb tehetséggel rendelkezve el tudták végezni annak a munkának egy részét is. Ez a csoport szintén elkülönülve élt; rendelkezett balatoni üdülővel, klubházzal. Az alattuk lévő csoportba a négy polgárit végzett postai üzemi tisztviselők kerültek, akik a gyakorlati munka nagy részét végezték. Ezek között volt olyan munka, amelyik postahivatalban, volt olyan, amelyik műszaki területen folyt, például telefonközpont vagy rádióállomás kezelése stb. Azok a betanított munkások, akik fokozatosan egyenruhát és postaaltiszti beosztást kaptak, külön csoportban, hasonlóan elkülönítve szórakoztak, éltek kultúréletet, gondosan elválasztva a másik három kategóriától. A segédmunkásoknak, akiknek már nyugdíj sem járt, nem volt ilyen csoportja, sem ilyen egyesülete.

2. A POSTAI SZEMÉLYZETI RENDSZER FELBOMLÁSA

Azt a helyzetet, ami korábban volt a Postánál, a háború után már nem lehetett fenntartani. Ennek több oka is volt. Az egyik az volt, hogy olyan nagyszámú postatisztviselő és alkalmazott vonult el nyugatra, hogy ezek helyére, pótlásukra volt szükség. Ennél a pótlásnál már nem lehetett figyelembe venni a régi rangrendszert és az iskolai végzettségen alapuló beosztásokat, hanem fel kellett a rendszert lazítani, hogy az újjáépítési munkát ki-ki „képessége szerint" beosztva végezhesse el. Ennek a felbomlásnak a másik oka volt az, hogy a 45-ben kormányra kerülő Független Kisgazda Párt már demokratikus programot hajtott végre, és a kormányban kommunista párti emberek is voltak. Köztük a közlekedés- és postaügyi miniszter kifejezetten kommunista párti volt, akinek a vezetése alatt szóba sem jöhetett egy olyan személyzeti rendszer, mint amit az előzőkben ismertettünk. A postai rendszer felbomlása tehát szükségszerű volt. Viszont azok, akik rászánták munkaerejüket, hogy a következő négy évben helyrehozzák azokat a nagy károkat, amelyeket egyrészt a német hadsereg visszavonulása, másrészt az országon keresztülvonuló szovjet hadsereg okozott, előnyökben részesültek. Ilyen előnyök voltak például, hogy a forgalmi és üzemi tisztviselők mérnöki, jogászi pozíciókba jutottak, és tulajdonképpen az ezzel járó rangot és bért, illetve fizetést is megkapták. Az itt maradt fiatal mérnök és jogász csoport sem járt rosszul, mert az eltávozottak helyére lépve olyan munkahelyeket nyerhettek el, amelyek fiatalságuknál fogva más körülmények között szóba sem jöhettek volna. Néhány példát ezekre az előnyökre meg lehet említeni. Például a Posta vezérigazgatója egy olyan fiatal jogász lett, aki körülbelül nyolc évvel előbb lépett csak be a Postára, és még kb. negyven évig kellett volna várnia, mire vezérigazgató lehetett volna. Hasonló helyzetbe került a vezérigazgató személyi titkára, akinek szintén diplomás jogásznak kellett volna lennie. Ehelyett azonban ebbe a pozícióba egy üzemi tisztviselő lépett az ő négy polgáris végzettségével, és elnyerte azokat a címeket és fizetést, ami evvel járt. Volt üzemi tisztviselő, aki érettségijével egy vidéki postaigazgatóságnak lett a vezetője, ami a korábbi rendszer szerint számára teljesen lehetetlen lett volna. Ez a személy is főigazgatói rangot kapott, s a hozzá járó fizetést is, személyi gépkocsi használatot, meg egyebet.

E sorok írója is azok közé tartozott, akik számára előnyt jelentett, hogy az újjáépítésre szánta rá munkaerejét. Újonnan alakult ugyanis egy olyan intézmény, amely országos rádió műszaki ügyeket intézett, és a Posta Rádió Műszaki Igazgatóság nevet kapta. A szerző ennek az intézménynek lett a vezetője – kezdőként posta főmérnöki ranggal – és a beosztás szerint posta műszaki főigazgatói címet és fizetést kapott.

Meg kell említeni a Posta Vezérigazgatóságon azt a főosztályvezetőt, aki a rádióban a műszaki ügyeket intézte, és aki teljesen hasonló helyzetbe jutott, mint a szerző. Neki azonban olyan kritikus feladatokat kellett ellátnia, amelyek többször is életveszélyes helyzetbe hozták.

A kialakult új helyzet hátrányai jó ideig szinte nem is mutatkoztak. Azt lehet mondani, hogy négy év alatt a posta műszaknak a helyzetét körülbelül arra a szintre lehetett emelni, ami a II. Világháború előtt volt. Úgy, hogy

az ilyen módon megkevert képzettségű személyzet együtt mégiscsak létrehozta azt a helyzetet, ami célul volt kitűzve. A baj ebben a személyzeti változtatási rendszerben később bontakozott ki. Ez akkorra tehető, amikor közeledett az 1948-as év. Ekkor a Magyar Kommunista párt már mindent elkövetett annak érdekében, hogy a választáson győzelmet arasson, és abszolút hatalomhoz jusson. Ez a hatalomra jutási törekvés a fellazult postai személyzeti állapotot is kihasználta. Jóformán erőszakos úton megszervezte a posta tisztviselői karát párttagként, ami korábban elképzelhetetlen volt, mert az előző rendszerekben a posta személyzete nem politizált. Korábban a posta a mindenkori kormánynak volt a kezében, és annak az elképzeléseit teljesítette. Ez a fellazult rendszer azután tulajdonképpen már a 48-as év előtti szakaszban elfajult. Az történt ugyanis, hogy lassan köztudomásúvá vált hogy a Független Kisgazdapárt elveszti hatalmát és, hogy helyette a Kommunista Párt fogja megszerezni a hatalmat. Ez újra azzal a következménnyel járt, hogy a postai alkalmazottak elég nagy része nem vállalta tovább az itteni munkát, hanem ismét összecsomagoltak, és elmentek külföldre. Ezek közt volt például az említett fiatal vezérigazgató is.

A föllazulásra jellemző, hogy ezt a vezérigazgatót, aki végül is valamit már mégis értett a postai ügyekhez, egy olyan személy váltotta fel, aki nem tehetett arról, hogy ő egyáltalán nem ért a postához, hanem egyszerűen kinevezték vezérigazgatónak. Egy nagy gyárban volt művezető, és a korábbi besorolás szerint inkább a négy polgáris kategóriához tartozott. Természetesen az új vezérigazgató nagyobb részt olyan embereket csoportosított maga köré, akik értettek ugyan a munkához, de vele nagyjából azonos képzettségűek voltak. Így fokozatosan a korábbi merev kasztrendszer, és ennek az ilyen formában való megváltozása a belső átlagos szakértelmet is nagyon lerontotta. Az általános postai feladatoknál ez a romlás nem volt annyira feltűnő és észrevehető, mert az egymás után következő tennivalókat el tudták az emberek végezni.

Az olyan műszaki vonatkozású ügyekben azonban, mint amilyen annak idején a rádió, a telefon, a távíró, a nemzetközi rádióösszeköttetések és egyebek voltak, a hozzáértést az új személyzeti rendszer már nem tudta megfelelően átfogni. Ennek aztán az lett a következménye, hogy a négy év alatt felépült ugyan a régi műszaki hálózat, de szinte senki nem gondolt rá, hogy a következő négy évben már más technikára, új fejlődésre van szükség. Elfelejtődött az is, hogy ezt a fejlődést előzetes tanulmányokkal, vizsgálatokkal, próbákkal, kísérletezésekkel kell biztosítani. Ez a tevékenység bizony teljesen mellőzésre került.

3. A HÍRADÁSTECHNIKAI EGYESÜLET MEGALAPÍTÁSA

Az előzőekben ismertetett személyzeti helyzet következményeként – most már pártirányításra – a műszaki vezérigazgatói helyettesi posztot Gerő István mérnök töltötte be. Ő korábban a Standard gyárban, mint híradástechnikai gyártó telefonszakértő működött. Gerő István személyében az előbb említett vezérigazgatónak a műszaki helyettese mégis csak egy mérnök lett. Abban az időben a Párt részéről szokás volt, hogy körülnéztek külföldön, hogy a külső, kommunista párti szimpatizánsok és korábban magyar személyek települjenek vissza Magyarországra, és itt fejtsenek ki tevékenységet. A Postának egyik műszaki gondja a postai épületeknek az ügye volt. Ennek a feladatnak az ellátására magas szintű mérnök állt rendelkezésre, aki korábban ugyancsak eltávozott az országból. Gerő István valószínűleg utasításra, vagy ismeretsége alapján meghívta a Postához építészmérnöknek Benghardt Gusztávot. Keveset tudni róla, de az bizonyos, hogy édesapja Párizsban volt képzőművész. Ő ott nevelkedett, ott élt Párizsban, és úgy került hazahívásra a Posta Vezérigazgatóságra. Ez a két személy (Gerő és Benghardt) a miniszter feltétlen bizalmát bírta. Ezzel az előzőleg kialakult, egészségtelenné váló helyzet, hogy a Postának a vezető tisztviselői távol tartották magukat a Párttól, ezen a két személyen keresztül fokozatosan feloldódott. Mindazonáltal a munkánk folytatása, befejezése és a továbbiak kialakítása során párton kívüli postamérnök már nem működhetett. Ez a helyzet körülbelül 25-30 embert érintett. Az eltávolítások aránylag rövid idő alatt kerültek végrehajtásra.

Ezek után Gerő István és a mérnöki képzettségű postaalkalmazottak egy csoportja átlátta, hogy a műszaki fejlesztés érdekében valamit tenni kell. Gerő Istvánnak volt az ötlete, hogy mérnök-szakszervezetet kell létrehozni, amelyben képviselhető a szaktudás. Azután kiderült, hogy az általános politikai elképzelés a szakszervezetek szervezése vonatkozásában egészen más. Nem iskolai végzettség szerinti szakszervezeteket képzeltek el, hanem sokkal szélesebb szakmai köröket, mint például vasas, építő meg egyebek. Gerő Istvánnak ez az elképzelése tehát nem valósulhatott meg. Az egyesület alapításának ötlete onnan is eredhetett, hogy a posta mérnökei egy nagyon alapos négy hónapos mérnökképzésen vettek részt a posta szervezésében. Így egymást is és a postai feladatokat is jól ismerték. Felmerült, hogy alapítani kell egy egyesületet, amelyiknek az a célkitűzése, hogy a híradástechnika színvonalát emelje az országban. Ebbe az elképzelésbe aztán belefért az újjáépítő munka magas szintű befejezése. Elfogadható volt az is, hogy legalább egyesületi alapon, mint tudományos egyesület ki lehessen jelölni a fejlődés irányát. Erre már nagy szükség volt, mert következett például a telefonközpont elektronikus megoldása. Megjelent a távolban az egész televíziós program. Kihívások voltak a rádió műsorszórás rövidhullámú rendszerei, és a nemzetközi kapcsolatokban a mikrohullámú elképzelések is.

Ennek a programnak az előkészítése, fokozatos lebonyolítása, átvitele az iparba, az üzembe, mindenhova, ahol erre szükség van megoldandó volt. Ezt azzal a postás személyzettel, amely a négy év során kialakult, meg kellett oldani. Így került sor arra, hogy (a szerző részvételével) elhatározták: híradástechnikai egyesületet kell alakítani. Ennek az egyesületnek a megjelenési formája olyan volt, hogy előzetesen semmiféle engedély, vagy utasítás erre nem volt. Összeültek azok a postamérnökök, akiket Gerő István jól ismert, mint például Kodolányi Gyula, Benghardt Gusztáv, a szerző és mások. Egy közös megbeszélésen elhatározták, hogy megalakítják a Híradástechnikai Tudományos Egyesületet. Ezzel ez az egyesület olyan formát kapott, hogy a kormányhatóságok is tudomást szereztek róla, és az addigi Szabadkőműves Székházat átadták az Egyesület számára otthonul. Ez a hely a célra alkalmas is volt, és ott tartották az egyesületi alakuló üléseket.

Ha már nevek kerültek szóba, akkor azért fölsorolandók azok, akik a szerző emlékezete szerint az első ilyen értekezleteken ott voltak. Elsősorban Gerő István, azután Benghardt Gusztáv és Bognár Géza. (Az alakuló ülés 1947 őszén történt a Podmaniczky utcában. Az akkor jelenlevők közül említést érdemel Susánszky László, Mészáros Sándor, Filipp Miklós, Horváth Gyula, Kas Oszkár). Bognár Gézáról a későbbiek során kiderült, hogy ő, mint fiatal mérnök, tagja volt egy magyar kommunista párti csoportnak, és így az ő tagságát figyelembe vették. A miniszternek is sokkal nagyobb bizalma volt hozzá, mint azokhoz, akik nem voltak hajlandók négy évig belépni a pártba.

Valószínűleg Gerő István volt Standard és Orion gyári ismerősei vettek még részt az alapításban. Ott volt Novák István, aki telefonközpontos szakember volt; Borsos Károly, aki az országos kábelhálózatnak volt a hozzáértő mérnöke. Úgyszólván az első gyűlésen megjelent Valkó Iván Péter a feleségével, és magukkal hozták Barta Istvánt. Aztán kiderült, hogy a Valkó-család egy nagyon régi menedzser származású család, mert egy korábbi ősük pénzügyminiszter volt a Tisza-kormányban. Ő maga részvényese volt az Egyesült Izzónak, és el lehetett várni, hogy családja bekapcsolódása ebbe a híradástechnikai szervezkedésbe mindenképpen előnyös lesz. Barta István annak a vevőkészülék-gyártó szalagnak volt a mérnöke, amely az Egyesült Izzó területén, mint Orion gyár működött. Ez a szalag nem sokkal korábban szállított le egy húszezer darabos néprádió-szériát a Postának, és ezzel kapcsolatban, mint vevőkészülék szakértőt jól ismerték. Ő volt az, aki egyetértett azzal, hogy modern szuper készüléket kell gyártani néprádióként. Az így megalakult egyesületnek már szüksége volt adminisztrációra, levelezésre. A jelenlévők megállapodtak, hogy Valkó Iván Péter lesz az egyesület elnöke, és a felesége lesz az adminisztrátor, aki mellé még kapnak egy titkárságot is. Tagnyilvántartás is készült.

Az Egyesület legfőbb szerve, az elnökség is két részre tagozódott. A legfelső csoportba Gerő István, Benghardt Gusztáv és Bognár Géza tartozott, akik a legbizalmasabb egyesületi kérdésekben külön is folytattak tárgyalásokat. Az Egyesület egyes csoportjait szakma szerint határozták meg. Így sor került egy vevőtechnikai csoport megalakulására, melynek vezetését Barta István kapta meg. Hozzá a vevőkészülék-gyártás állt a legközelebb. Egy másik szervezet a rádió adóberendezések csoportja volt. Ennek vezetését a szerzőre bízták. A bizalom alapja az volt, hogy dr. Magyari Endrén kívül csak Susánszky László és a szerző voltak képesek adóberendezést tervezni és kivitelezni. Külön csoportja volt a távbeszélő központok és a hálózat ügyének Novák István és Borsos Károly vezetésével. A szervezési rendszer szerint ezek a csoportvezetők tagjai voltak az elnökségnek, de az előbb említett felsőbb csoport mégis különálló részt képezett.

4. AZ EGYESÜLET GYORS NÖVEKEDÉSE

Amikor a Híradástechnikai Egyesület megalakult, és az első szakmai gyűléseket tartották, meghívókat küldtek ki. Ennek alapján tudomást szerzett róla a szakmai világ, hogy egy ilyen egyesület létrejött. Második lépésben számos új jelentkezés történt, és ezek időben annyira közel állnak az Egyesület alapításához, hogy mintegy szoros második hullámot kell figyelembe venni. Ebben az időben vált tagjává az Egyesületnek Kass Oszkár, a Beloiannis Híradástechnikai Gyár főmérnöke, Sárközy Géza és felesége, és Szikszai Lajos, akik ugyanennek a gyárnak a nagyteljesítményű rádió műsorszóró adóit gyártották. Tagok lettek még Tomasek Zoltán és Makó Zoltán, a volt Magyar Philips Művek mérnök igazgatói, akik a néprádiógyártást és a rádiótávíró adóberendezés újjáépítését végezték, és ideiglenes adó csőregenerálást hoztak létre; valamint Susánszky László is, aki 1947-ben az első műsorszóró nagyadó létesítésében és az újjáépítésben jelentős munkát végzett.

Az Egyesület a kormánytól is feladatokat is kapott, mert szakmai területen annak kevés ismerete volt az emberek között. Időnként tehát szükség volt arra, hogy az Egyesület véleményt mondjon csoportokról, személyekről. Így került sor a műegyetemi tanárok kinevezésénél a tanácsadásra, és műszaki akadémikusok ajánlására is. Ezen tevékenységek lassanként ismertté váltak, és még közelebb hozták a műszaki világ személyeihez az Egyesület működését. El lehet mondani, hogy az újjáépítés terén már megjelölt feladatokhoz az Egyesület nagymértékben hozzájárult. Ezek teljesítéséhez, és ahhoz a körülményhez, hogy a magyar ipari termelés körülbelül harmadrésze a híradástechnikai iparból származott, és jelentős exportszállításokra is sor került, az Egyesületre nagy szükség volt.

Természetesen az Egyesületen kívül számos személynek, kutató intézetnek is szerepe volt a sikerek elérésében. A Híradástechnikai Egyesület féléves munkája után, miután léte köztudomásúvá vált, egymás után alakultak meg a hasonló műszaki tudományos egyesületek, és ez a mozgalom olyan mértékűvé vált, hogy felmerült egy összefogó szervezet kialakítása is. A Műszaki Tudományos Egyesületek Szövetsége tulajdonképpen a Híradástechnikai Egyesület megalapítása alapján indult meg, és vált nemzetközileg is jelentős szervezetté. A Műszaki Tudományos Egyesületek Szervezetének megalapításában Valkó Endre játszott jelentős szerepet; Filipp Miklós neve is említésre méltó. Ők hozták létre azt a központi szervezetet, amelynek tagjai már a műszaki tudományos egyesületek voltak.

Budapest, 1993. október 30.

Abstract: Next year this newspaper will be 50 years old. This invited article is to open a series of similar contributions to remember of the last half of century in our profession.

Garai László diplomáját a Budapesti Műegyetem gépészmérnöki szakán szerezte 1934-ben. 1935-től a Ganz Villamossági Gyárban dolgozik. 1936-1945-ig a Posta Székesfehérvári Rádiótávíró Állomásának vezetője. 1946-tól alapítója és vezetője a rádió műszaki igazgatóságának. Ez idő alatt irányítja a rádióberendezés-hálózat újjáépítését. 1947-től az Országos Tervhivatalban dolgozik. 1951-től a Magyar Adócsőgyár főmérnökeként megszervezi és vezeti a hazai rádiócsövek gyártását. Több fontos szakmai mű fordítását végezte. 1947 őszén részt vesz a Híradástechnikai Egyesület nyilvános alakuló értekezletén, ahol az adástechnikai szakosztály vezetésével bízzák meg. Tagja a Szenior Klubnak. Szakmai tevékenysége elismeréseként 1994-ben a BME gyémántoklevelét vehette át.

COMPRESSING STILL IMAGES USING WAVELET TRANSFORM

A. BAK, R. GÁL and T. SZABAD

DEPARTMENT OF ELECTROMAGNETIC THEORY
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATICS
TECHNICAL UNIVERSITY OF BUDAPEST
H-1111 BUDAPEST, EGRY J. U. 18.

In the last decade there has been an enormous increase in the exchange and storage of information. Together with this growth, there has also been a change in the type of information: visual information in the form of digital images has become increasingly important. This type of information especially gives rise to high transmission and storage costs. Therefore the development of reliable and fast compression techniques for several quality levels has become an important research topic. The compression technique we would like to introduce uses multiple resolution of the signal, and is based on the wavelet theory. First, we examine the continuous wavelet transform and then turn to the discrete wavelet transform (DWT). DWT is a promising technique without the blocking artefact, which appears by using methods that divides the image into blocks, such as the discrete cosine transform (DCT). In the next section we introduce the DWT based image coding scheme, which was implemented in our compressing software. Results on some test images are presented in the fifth section, followed by the comparison of the quality of images compressed with DWT and DCT based techniques.

1. INTRODUCTION TO WAVELETS

One of the most commonly used approaches for analyzing a signal $f(x)$ is to represent it as a weighted sum of simple building blocks, called *basis functions:*

$$f(x) = \sum_i c_i \psi_i(x)$$

The simplest such representation uses translates of the impulse function as its only bases, yielding a representation that reveals information only about the time domain behavior of the signal. Choosing the sinusoids as the basis functions yields a Fourier representation that reveals information only about the signal's frequency domain behavior.

For the purposes of signal compression, neither of the above representations is ideal. What we would like to have is a representation which contains information about both the time and frequency behavior of the signal. More specifically, we want to know the frequency content of the signal at a particular instant in time [6], [7], [8]. However, resolution in time (Δx) and resolution in frequency $(\Delta\omega)$ cannot both be made arbitrarily small at the same time because their product is lower bounded by the Heisenberg inequality [1], [6], [7]:

$$(\Delta x)(\Delta\omega) \geq 1/2.$$

This inequality means that we must trade off time resolution for frequency resolution, or vice versa. Thus, it is possible to get very good resolution in time if you are willing to settle for low resolution in frequency, and you can get very good resolution in frequency if you are willing to settle for low resolution in time.

The situation is really not all that bad from a compression standpoint. By their very nature, low frequency events are spread out (or non-local) in time and high frequency events are concentrated (or localized) in time. Thus, one way we can live within the confines of the Heisenberg inequality and yet still get useful time-frequency information about a signal is if we design our basis functions to act like cascaded octave bandpass filters, which repeatedly split the signal's bandwidth in half.

To gain insight into designing a set of basis functions that will satisfy both our desire for information and the Heisenberg inequality, let us compare the impulse function and the sinusoids. The impulse function cannot provide information about the frequency behavior of a signal because its support — the interval over which it is non-zero — is infinitesimally small. At the opposite extreme are the sinusoids, which cannot provide information about the time behavior of a signal because they have infinite support. What we seek is a compromise between these two extremes: a set of basis functions $\{\psi_i\}$, each with finite support of different width. The different support width allows us to trade off time and frequency resolution in different ways: for example a wide basis function can examine a large region of the signal and resolve low frequency details accurately, while a short basis function can examine a small region of the signal to resolve time details accurately.

To simplify things, let us constrain all of the basis functions in $\{\psi_i\}$ to be scaled and translated versions of the same prototype function ψ, known as the *mother wavelet*. The scaling is accomplished by multiplying x by some scale factor; if we choose the scale factor to be the power of 2, yielding $\psi(2^\nu x)$ where ν is some integer, we get the cascaded octave bandpass filter structure we desire. Because ψ has finite support, it will need to be translated along the time axis in order to cover the entire signal. This translation is accomplished by considering all the integral shifts of ψ,

$$\psi(2^\nu x - k), \qquad k \in Z.$$

Note that this really means that we are translating ψ in steps of size $2^{-\nu}k$ [1].

In the analysis of stationary continuous signals, the continuous-time Fourier transform (CTFT) is an important tool. The transform describes the signal with basis consisting of sines and cosines of different frequencies. The CTFT has several disadvantages when applied in practice. First, one needs all the time information to obtain

the transform at a single frequency. This means that the future behavior of the signal must be known. Further, in practice not all signals are stationary.

To overcome these drawbacks of the CTFT, the transform has been slightly modified yielding the short-time Fourier transform (STFT) [2], [7],

$$\mathrm{STFT}_f(\omega, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-iwx} w(x-b) dx,$$

which windows the continuous signal $f(x)$ before Fourier transforming. The window $w(x-b)$ is a localized function which is shifted over the time axis to compute the transform at several positions b. The transform has become time dependent (b-dependent) and thus forms a time-frequency description of the signal. One can also view the STFT as a transform with basis functions that are windowed complex exponentials. The drawback of the STFT is that the window is fixed, which means that the window cannot adapt to the characteristics of the signal at a certain point. Therefore, another type of transform has been designed which circumvents this problem.

2. THE CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM

The wavelet transform is time-frequency decomposition that partitions the time-frequency plane into non-uniform regions. The scaling property of the Fourier transform plays a significant role in wavelet theory. Let us assume a Fourier transform pair

$$\psi(t) \leftrightarrow \Psi(\omega).$$

Scaling the argument results in

$$\frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t}{a}\right) \leftrightarrow \sqrt{a}\Psi(a\omega) \tag{2.1}$$

where $a > 0$ is a continuous parameter. It is seen from equation (2.1) that a contraction in one domain implies a dilation in the other. As we shall see, this property leads to an octave-band tiling of the time-frequency plane.

The wavelet transform basis $\psi_{a,b}(t)$ is defined by the scale and shift parameters a and b where

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$$

and its Fourier transform is given by

$$\Psi_{a,b}(\omega) = \sqrt{a}\Psi(a\omega) e^{-jb\omega}.$$

The wavelet coefficients associated with the input $x(t)$ are obtained by the inner product

$$W_x(a,b) = \int_{-\infty}^{\infty} \Psi_{a,b}(t) x(t) dt = \langle \psi_{a,b}, x \rangle$$

$$a \in R^+, \quad b \in R.$$

Thus we see that the wavelet transform maps a function $x(t)$ into time-scale space (a,b). This transform can be inverted provided $\psi_{a,b}(t)$ satisfies the admissibility condition:

$$C = \int_0^{\infty} \frac{|\Psi(\omega)^2|}{\omega} d\omega < \infty.$$

Given this the inverse can be expressed as

$$x(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{W(a,b)\psi_{a,b}(t)}{a^2} da db$$

where

$$C = \int_0^{\infty} \frac{|\Psi(\omega)^2|}{\omega} d\omega.$$

This implies that $\Psi(0)$ must be zero; consequently $\psi_{a,b}(t)$ resembles a bandpass filter [3]. Note that the basis functions $\psi_{a,b}(t) \in L^2(R)$ are real and oscillating. They will either fade away towards infinity and minus infinity, or be zero outside a support interval. The argument b is the (time) location variable and a denotes the scale parameter. If the scale parameter is large, then the basis function becomes a stretched version of the prototype, corresponding to a low frequency resolution. Similarly, small values of the scale parameter a correspond to high frequencies. The windowing is contained in the basis functions and enables the narrowing and widening of the time-frequency window. Thus it is possible to adjust to the characteristics of the signal [2].

3. THE DISCRETE WAVELET TRANSFORM

The wavelet parameters a and b in $W_x(a,b)$ are continuous. Hence the transform is called the *continuous wavelet transform* (CWT). Since the coefficients are continuous, the CWT is not well suited to computer implementations.

Therefore a and b are often sampled as

$$a = a_0^m \qquad b = nb_0 a_0^m$$

Here the choice of b_0 is arbitrary since $\psi_{a,b}(t)$ can be adjusted to fix any value of b_0. For convenience, we choose $b_0 = 1$. We see from this choice that the location parameter depends on the scale parameter. If the scale parameter is large then also the size of the steps in the location increases. This is intuitively correct since a large scale implies that details are not so important.

So $\psi_{a,b}$ goes to

$$\psi_{m,n}(t) = a_0^{-m/2} \psi(a_0^{-m} t - nb_0)$$

where $m, n \in Z$. This is called the *discrete wavelet transform* (DWT).

Any $x(t) \in L^2(R)$ can be represented as

$$x(t) = \sum_m \sum_n d(m,n) \psi_{m,n}(t)$$

where the wavelet coefficients are the inner product

$$d(m,n) = \langle \psi_{m,n}(t), x(t) \rangle =$$

$$\frac{1}{a_0^{m/2}} \int x(t) \psi(a_0^{-m} t - nb_0) dt$$

if the wavelet family is complete [3].

The main result here is that we can use a paraunitary dyadic subband tree to compute the coefficients $d(m,n)$ in the wavelet expansion of a continuous-time function. The basis construction is as follows: suppose $x(t)$ can be

represented by a sum of orthonormal scaling functions at full resolution, i.e.,

$$x(t) = \sum_n c(0,n)\theta(t-n) = \sum c(0,n)\theta_{0,n}(t)$$

where the scaling coefficients are

$$c(0,n) = \langle x(t), \theta_{0,n}(t) \rangle .$$

This is the starting point for the wavelet decomposition. Now suppose that $c(0,n)$ is the input to the dyadic subband tree.

By the finite-resolution wavelet representation, $x(t)$ can be decomposed to a (coarse) lower resolution scaling expression, and a lower resolution wavelet expansion which carries the detail:

$$x(t) = \sum_n d(1,n)\psi_{1,n}(t) + \sum_n c(1,n)\theta_{1,n}(t).$$

The coarse approximation at the half-resolution can in turn be decomposed into yet a coarser approximation at the quarter-resolution and a detail component

$$x(t) = \sum_n d(1,n)\psi_{1,n}(t) + \sum_n d(2,n)\theta_{2,n}(t) + \sum_n c(2,n)\theta_{2,n}(t).$$

Continuing in this manner, we see that $x(t)$ can be represented as a lowpass approximation at the $1/L$-resolution plus a sum of L detail wavelet components at successively finer resolutions. This decomposition can be continued indefinitely. The coefficients $c(l,n)$ and $d(l,n)$ in this pyramid decomposition are the coarse and detail outputs at level l of the paraunitary dyadic subband tree, respectively, when $x(n) = c(0,n)$ is the input. Hence the terminology "Fast Wavelet Transform" was coined to suggest the computation of the coefficients by this dyadic subband tree [3].

4. IMAGE CODING SCHEMES

A wide variety of wavelet-based image compression schemes have been reported in the literature, ranging from simple entropy coding to more complex techniques such as vector quantization. All of these can be described in terms of the general framework depicted in Fig. 1. Compression is accomplished by applying a wavelet transform to decorrelate the image data, quantizing the resulting coefficients, and coding the quantized values. Image reconstruction is performed by inverting the compression operations [1].

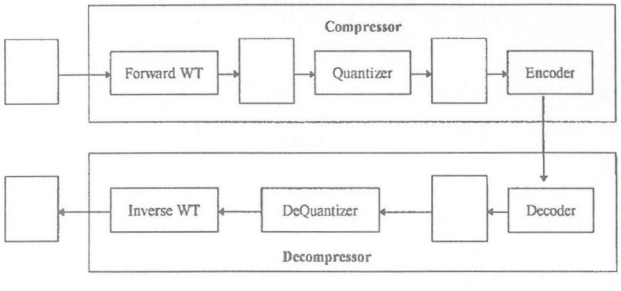


Fig. 1. Block diagram of wavelet-based image coders

The implementation of the DWT makes use of a separate row and column processing. This means that first the rows and then the columns are filtered (or vice versa, which is equivalent), yielding 4 subbands after a one-level splitting. One of the subbands in the decomposition contains the low-pass information in both the horizontal and the vertical direction. This subband is referred to as the low-pass subband, and all other subbands are called high-pass subbands.

The image coding scheme is shown in Fig. 2. It assumes that the gray-value image to be coded is already present in a digital format (normally 8 bit per pixel). The image is decomposed in the DWT block into several subbands, by iteratively splitting the low-pass subband. In general, the depth of the splitting ranges from 3 to 5.

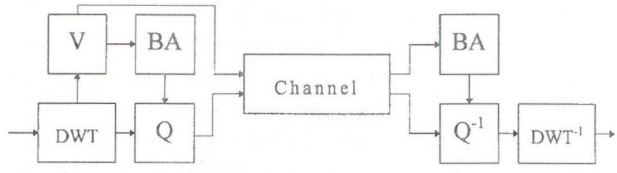


Fig. 2. Image coding scheme as used in our experiments

The division into subbands is assumed to correspond to important and less important information that is used by the human visual system (HVS). It means that some of the subbands have to be transmitted more accurately than others and the bit allocation algorithm is used to distribute the available bit rate to adapt to the HVS.

The subbands have to be transmitted over the channel with the bit rate specified by the bit allocation (BA). In order to achieve this rate, the subbands are quantized, which causes a loss in information. The transmitted data consists of the quantized subbands as well as the variances of the original subbands (calculated in the "V" block in the figure), which in our implementation is used to guide the bit allocation. The quantized subband coefficients are entropy coded.

At the decoder, the bit allocation is repeated with the variance information and therefore the subband coefficients can be reconstructed. Of course, the reconstruction is not perfect as the quantization causes a data reduction. The reconstructed subbands are transformed by the inverse DWT into a distorted version of the original signal.

5. RESULTS ON 512x512 IMAGES

The previously described method was implemented by us in a software and run on a set of $4\,512 \times 512$ images. The input parameter of our compressor is a *raw, grayscale* image (8bpp) with zero length header, and a *quality* measure the reciprocal of which determines the bin width of the quantizer and thus influences the *compression ratio*.

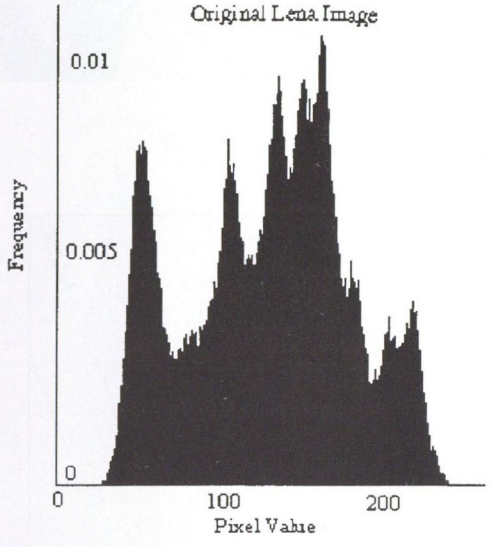
In order to make the "information packing" effect of the wavelet transform clearly visible Fig. 3 shows the histogram of a widely used demo image (Lena) and the histogram of its transformed pair. The histogram of the original raw image is directly calculated from the frequency of its pixel values. Then a *one-level* 2D forward wavelet transform is applied on the input image and the resulting histogram is calculated from one of the high-pass subband values. As described in the previous sections the high-

pass images are not transformed further since they contain only directionally sensitive detail information and hence information packing is already achieved. It is therefore clear that these are the images for which the histograms are interesting since they are ready for compression.

As illustrated in Fig. 4, the 2D filtering decomposes an image into an *average signal* (f_{LL}) and three detail signals which are directionally sensitive: f_{LH} emphasizes the horizontal image features, f_{HL} the vertical features, and the diagonal features.

Now we shall illustrate how these wavelet transformations modify the original image at certain transform levels. Figs. 5 through 11 illustrate the characteristics of signals $(f(x,y) f_L(x,y), f_H(x,y), f_{LL}(x,y), f_{LH}(x,y), f_{HL}(x,y), f_{HH}(x,y))$.

Remark: In order to obtain better visuality the high-pass images were tone-corrected.



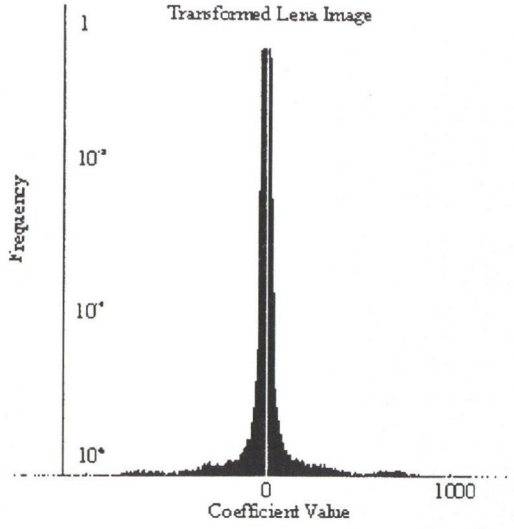


Fig. 3. Histograms

For further emphasis on directional sensitivity we have generated a transformed sequence of a rectangular shape. Horizontal, vertical, and diagonal image features can well be observed.

Remark: In order to achieve better visualization the high-pass images were edge-enhanced and tone-corrected, subsequently.

We have also generated more than 60 images on the basis of which *peak signal to noise ratio* (PSNR) values were calculated. In Table 1 below, compression ratios (CR) and peak signal to noise ratios (PSNR) are displayed for different compression qualities for our original image (Lena512.raw).

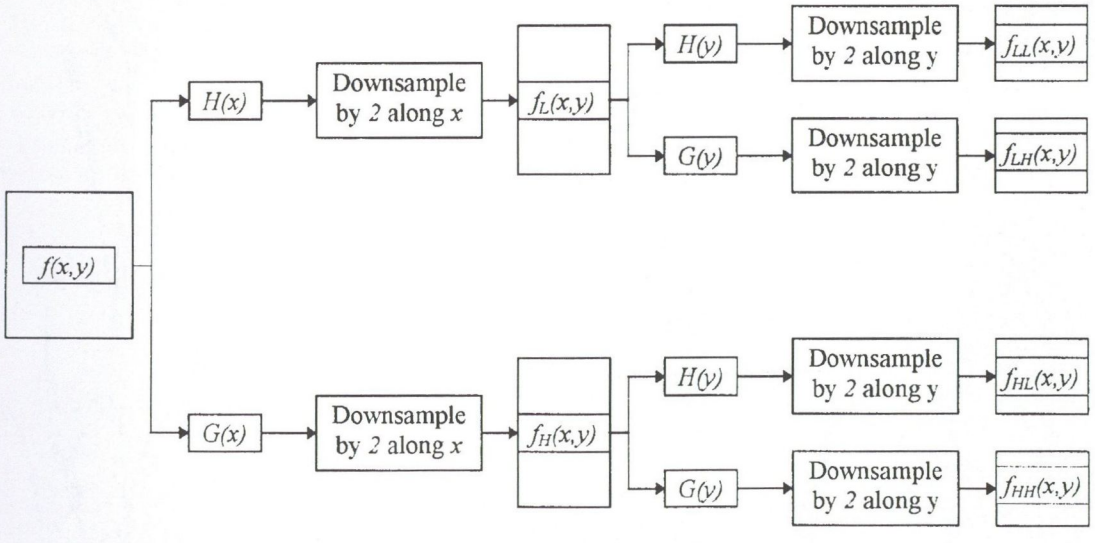


Fig. 4. Block diagram of the 2-D forward wavelet transform

Table 1. Compression ratios and peak signal to noise ratios

	barbara.raw		goldhill.raw		lena512.raw		BMW.raw	
Quality	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR	CR	PSNR
10000	2.2	36.36	2.3	41.78	2.9	43.21	3.3	44.05
5000	2.9	36.13	3.0	40.90	4.1	41.64	4.2	43.56
1000	7.4	33.66	8.9	34.47	14.1	36.32	9.2	38.27
500	12.2	31.28	17.2	31.57	24.0	33.56	13.7	34.36
200	26.2	27.32	44.7	28.33	50.5	30.29	26.3	29.15
190	27.5	27.05	47.2	28.16	52.5	30.19	27.5	28.90
180	28.9	26.77	50.1	27.97	55.3	29.89		
175	29.7	26.63	51.6	27.89	56.7	29.76		
173	30.0	26.53	52.2	27.80	57.3	29.75	30.1	28.44
170	30.5	26.46	52.9	27.78	58.0	29.72		
168	30.9	26.42	53.5	27.77	58.7	29.59		
165	31.4	26.33	54.6	27.69	59.5	29.55		
150	34.7	25.86	59.7	27.42	63.9	29.01		
100	54.9	24.05	90.5	26.26	87.5	27.46	48.4	26.06
80	72.0	23.32	11.4	25.50	104.0	26.97		
70	86.0	22.95	125.0	25.17	114.7	26.36		
60	104.5	22.52	140.0	24.80	126.7	25.85	72.3	24.15

Fig. 5. Original image

Fig. 6. a) $f_L(x, y)$; b) $f_H(x, y)$

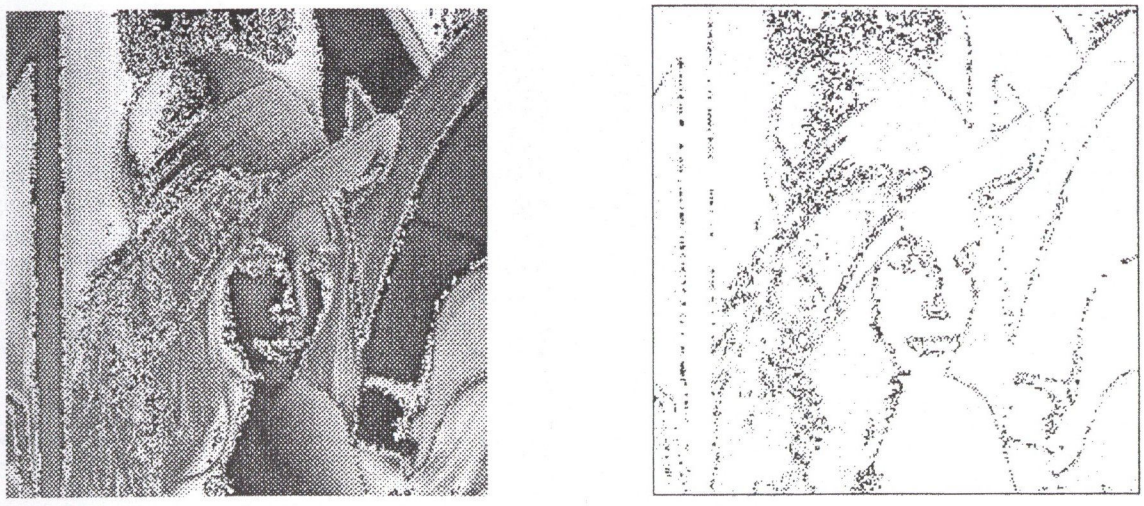


Fig. 7. a) $f_{LL}(x, y)$*; b)* $f_{LH}(x, y)$

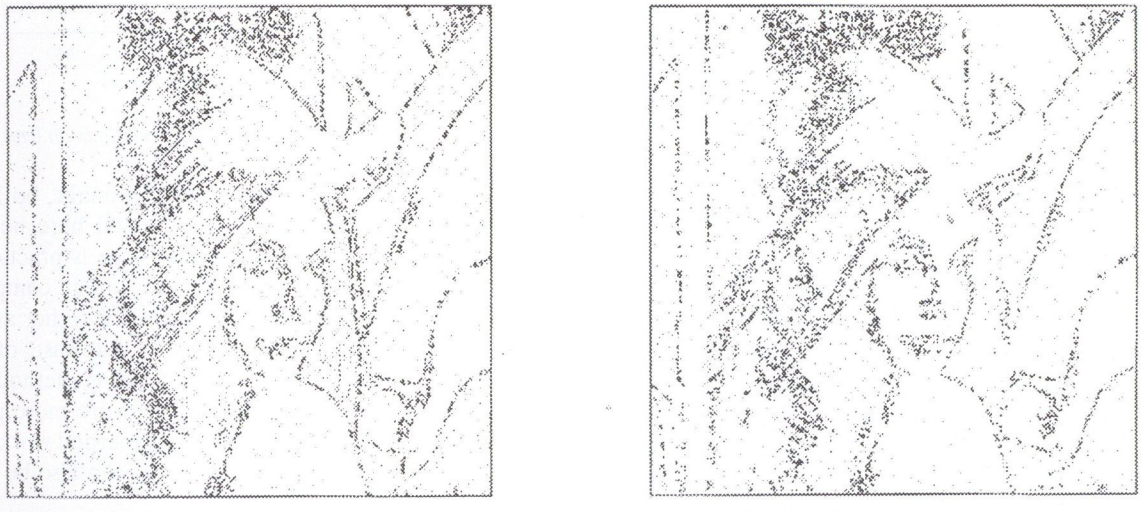


Fig. 8. a) $f_{HL}(x, y)$*; b)* $f_{HH}(x, y)$

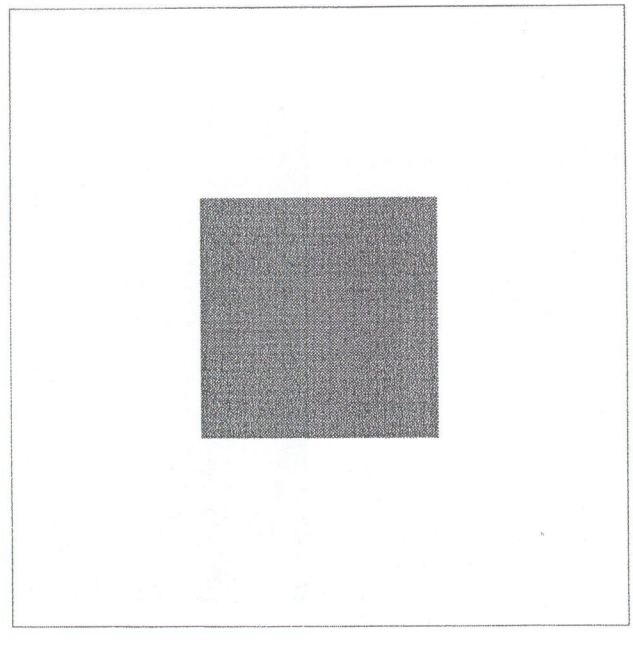


Fig. 9. Original image of rectangular shape

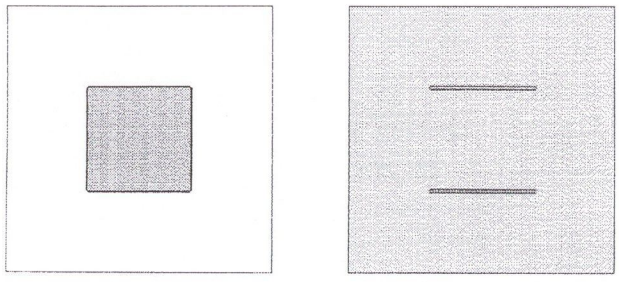


Fig. 10. a) $f_{LL}(x,y)$; b) $f_{LH}(x,y)$

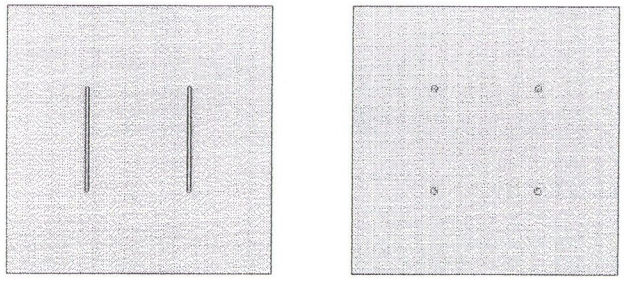


Fig. 11. a) $f_{HL}(x,y)$; b) $f_{HH}(x,y)$

We define the compression ratio as the number of bits in the original image/the number of bits in the compressed image. We confine our measurement to 8 bits per pixel (bpp) grayscale images, so the peak signal-to-noise ratio in decibels (dB) is computed as

$$\mathrm{PSNR} = 20 \log_{10} \frac{255}{\mathrm{RMSE}}$$

where RMSE is the root mean-squared error defined as

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{i=1}^{N} \sum_{f-1}^{M} [f(i,j) - \bar{f}(i,j)]^2}$$

and N and M are the width and height, respectively, of the images in pixels, f is the original image, and $\bar{f}$ is the reconstructed image. Note that the original and the reconstructed images must be the same size.

6. COMPARISON OF A WSQ AND A JPEG COMPRESSOR

A standard has been established for the compression of digital images. It was developed by the Joint Photographic Experts Group and the coding standard is accordingly called JPEG. JPEG is based on a division of the images into blocks of 88 pixels, after which each block is transformed with the discrete cosine transform (DCT), a transform developed in the seventies. The transform coefficients are quantized, where each frequency is weighted according to its importance to the human visual system (HVS).

However, the division into blocks causes a special type of error, which is known as the blocking artefact. Its effect is that images coded at low bit rates seem to be placed behind a rectangular raster. The blocking artefact consists of horizontal and vertical artificial edges in the image, which are perceptibly very annoying, because the HVS has a high degree of sensitivity to horizontal and vertical directions.

In this chapter we are going to present WSQ and DCT compressed images at the same compression ratios and point out to differences by means of PSNR diagrams. Here we used the PSNR values from the previous chapter for the WSQ method. The JPEG PSNR values were created by forcing the appropriate compression ratio with a programme called Display, and then transforming back the JPEG image to raw format to calculate the JPEG PSNR's. In Fig. 12 WSQ and JPEG compressed Lena images are compared using the same compression ratio at each marked location. The values are displayed in a PSNR versus Compression ratio diagram.

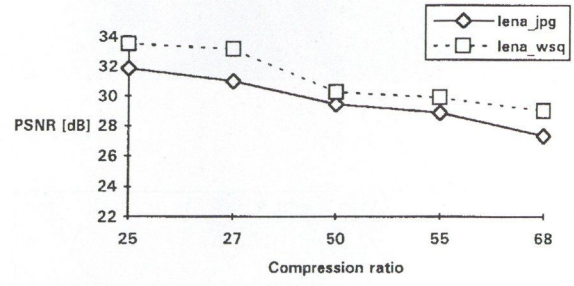


Fig. 12. Comparison of WSQ and JPEG methods on lena512.raw

For the sake of better perception an image, both JPEG and WSQ compressed, is also presented here below. It can clearly be seen that — though there is practically no difference between the two methods under compression ratios of about 30.0 — blocking artefact is rather annoying above compression ratios of 30.0 in the case of JPEG compressed images while with WSQ coding method has no blocking artefacts and the coding errors are more pleasing to the eye. The fact that WSQ coding method works better at higher compression ratios (> 30.0) can also be verified from the PSNR diagrams.

Fig. 13. JPEG compressed Lena image at compression ratio 24.0

Fig. 14. WSQ compressed Lena image at compression ratio 24.0

7. CONCLUSION

Image compression schemes on wavelets are rapidly gaining maturity, and experiments using three dimensional wavelet transforms to compress a $64 \times 64 \times 64$ colour video sequence indicate that visually lossless video compression is possible at compression rates near 1000:1. The US Federal Bureau of Investigation has adopted a new digital image compression standard for use on digitized gray-scale fingerprint images. This standard is based on adaptive uniform scalar quantization of a discrete wavelet decomposition and is referred to as the wavelet scalar quantization standard.

In the future, the variety of communication systems will be merged into one system that handles all types of information (multimedia). For this system, storage and transmission of the information will be standardized and designed to be, as much as possible, independent of the application area. For further research we intend to investigate the possibilities of applying the wavelet theory in the field of video communications.

REFERENCES

[1] Michael L. Hilton, Bjrn D. Jawerth, Ayan Sengupta: "Compressing Still and Moving Images with Wavelets", 1994.

[2] Herman J. Barnard: "Image and Video Coding Using a Wavelet Decomposition", 1994.

[3] Ali N. Akansu: "Subband and Wavelet Transforms", 1995.

[4] Jonathan N. Bradley and Christopher M. Brislawn: "The FBI's WSQ Standard", *SPIE Proceedings*, vol. 1961, Visual Info. Process. II, Orlando, FL, Apr. 1993.

[5] Hseuh-Ming Hang, John W. Woods: "Handbook of Visual Communications", 1995.

[6] Josef Vachal: "Time Frequency Methods for Signal Processing", 1992.

[7] S. H. Nawab, T. F. Quatieri: "Short-Time Fourier Transform", Prentice Hall, 1988.

[8] M. R. Portnoff: "Time-Frequency Representation of Digital Signals and Systems Based on Short — Time Fourier Analysis", *IEEE Trans. Acoust.*, Speech, Signal Processing, vol. ASSP-28, pp. 55–69, Feb. 1980.

ÁLLÓKÉPEK TÖMÖRÍTÉSE WAVELET TRANSZFORMÁCIÓVAL

Az elmúlt évtizedben rendkívül megnőtt az adatátvitel és -tárolás igénye a különböző számítógépes és egyéb digitális alkalmazások fejlődésével. Ezen fejlődés velejárója, hogy megváltozott az információ típusa, vagyis egyre nagyobb teret nyer a digitális, vizuális jellegű információ. Az ilyen jellegű adatoknak a nyers formában való átvitele, ill. tárolása rendkívül nagy költségű, ezért szükség van megbízható és hatékony tömörítési technikákra. A jelfeldolgozás témakörében sok ilyen algoritmus létezik, néhányat már szabványosítottak is. Mi egy olyan módszerrel foglalkozunk ezen tanulmányban, amely a wavelet transzformáción alapul. Ez a transzformáció – noha alapjait már több évtizede lefektette a multirezolúciós analízis – az elmúlt években hívta fel magára a figyelmet a képfeldolgozás területén, és nagyon ígéretesnek tűnik. Olyannyira, hogy az Egyesült Államokban az FBI új képtömörítési szabványt fogadott el az ujjlenyomat adatbázisának tárolására, amelynek alapja a wavelet-transzformált részsávok skalár kvantálása.

A cikkben fekete-fehér képek wavelet transzformáción alapuló tömörítésére koncentrálunk. Először kvalitatív, majd matematikai eszközökkel mutatjuk be a wavelet transzformációt a jelfeldolgozás szemszögéből. A digitális jelfeldolgozásban az információ mintánként áll rendelkezésre, ezért szükség van a transzformáció diszkrét változatára. A matematikai leírásban kitérünk a jel multirezolúciós leírására, amely már elvezet a transzformáció diádikus részsávú felbontást reprezentáló fastruktúrájához.

A következő fejezetben bemutatjuk azt a képkódolási sémát, amelyet az általunk írt képtömörítő szoftverben is alkalmaztunk. Az algoritmus a jel két dimenziós diszkrét wavelet transzformációja után a részsávok adaptív, uniform kvantálását végzi, melyet futamhossz- és Huffman-kódolás követ.

A fent említett szoftverrel a transzformáció különböző fázisaiban lévő részsávú képeket is kimentettük, így lehetővé válik a módszer sajátosságainak vizuális szemléltetése. Különböző tömörítési arányokkal tesztképeken mutattuk be a transzformáció hatását, összehasonlítva azt a diszkrét koszinusz transzformáción (DCT) alapuló JPEG technikával. Ezzel azt is érzékeltetni kívánjuk, hogy a wavelet transzformáció nem hordozza magában a DCT-nél jelentkező jól ismert blokkosodási effektust. A fellépő kódolási hiba megjelenési formája az emberi szem számára – amelynek kontrasztérzékenysége síkfrekvenciafüggő – természetesebb hatású.

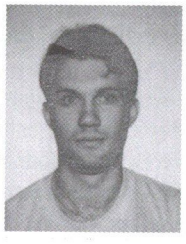
A wavelet transzformáció alkalmazása a videókódolás területén is nagy jelentőségű, hiszen ott még nagyobb tömörítési arányok elérése a cél. A módszerrel lehetővé válik videó adatfolyamok 1:1000 arányú tömörítése. További munkánk célja a transzformáció vizsgálata a videókódolásban.

Kvalitatív áttekintés

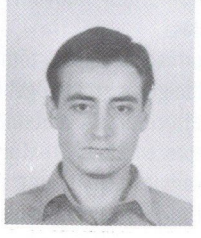
Ezen szakasz célja az, hogy egy kvalitatív áttekintést adjon a wavelet-ekről, és hogy még egyszer (ezúttal magyarul) rávilágítson azok hasznára a jelanalízisban. Egy jel analizálása során a leggyakrabban úgy járunk el, hogy a jelet ún. bázisfüggvények súlyozott összegére bontjuk.
Mivel a bázisfüggvények az adott transzformácinál rögzítettek, az együtthatk hordozzák az információt a jelről. A legegyszerűbb jelreprezentáci az lehet, hogy vesszük a dirac impulzus időbeli eltoltjait, mint bázisfüggvényeket. Az így kapott együtthatk a jelnek csak az időtartománybeli viselkedéséről szolgáltatnak információt. Ha a színuszos függvények bázisában írjuk fel a jelet (Fourier transzformáci), akkor csak a jel frekvenciatartománybeli viselkedése látszik. A feldolgozás szempontjábl egyik leírás sem ideális.
Olyan reprezentációt szeretnénk, amely mind az idő-, mind a frekvenciatartományban jól leírja a jelet. Ez pontosan azt jelenti, hogy ismerni szeretnénk a jel frekvencia-összetevőit adott időpillanatban. A Heisenberg egyenlőtlenség azonban rávilágít, hogy az idő- és frekvenciatartománybeli felbontás egyidejűleg nem tehető tetszőlegesen finommá.
A probléma mégsem teljesen megoldhatatlan, mert a valóságban a jelek olyanok, hogy az alacsony frekvenciás történések időben kiterjedtek, míg a nagy frekvenciás történések koncentráltak (lokálisak) az időben.
Ahhoz, hogy a fenti kívánalmaknak megfelelő bázisfüggvényeket találjunk, jó kiindulás lehet a dirac impulzus és a harmonikusok vizsgálata. A dirac impulzus nem tud információt adni a jel frekvenciatartománybeli viselkedéséről, hiszen tartója végtelenül kicsi. A másik véglet a szinuszos függvények esete, ahol a végtelen tartó miatt az időbeli történések leírása lehetetlen. Egy kompromisszum kell a két véglet között, vagyis olyan bázisfüggvények $\{\Psi_i\}$ kellenek, amelyeknek a tartója különböző hosszú, de véges. A különböző hosszú tartók miatt az idő- és frekvenciatartománybeli felbontás változtatható: pl. egy széles tartójú bázisfüggvény a jel hosszú szakaszát tudja vizsgálni, miközben pontosan leírja az alacsony frekvenciás részleteket. Egy rövid tartójú bázisfüggvény kis szeleteket lát a jelből és pontosan leírja az időbeli részleteket.
Tudjuk, hogy a Fourier transzformáció bázisfüggvényei különböző frekvenciájú szinusz és koszinusz függvények. A wavelet transzformáció esetében a bázist bonyolultabb függvények, ún. wavelet-ek (mother wavelet, analyzing wavelet) alkotják.
Mindkét transzformációra igaz, hogy bázisfüggvényeik a frekvencia tartományban lokalizáltak, vagyis jól támogatnak olyan matematikai leírásokat, mint pl. a jel teljesítményspektruma. A legszembetűnőbb különbség a két transzformáció között az, hogy a wavelet függvények az időtartományban is lokalizáltak, míg a szinuszok nyilvánvalóan nem. A wavelet transzformáció ezen két tulajdonsága (egyidejű frekvencia- és időbeli lokalizáltság) teszi azt vonzóvá olyan alkalmazások számára, mint jeltömörítés, zajcsökkentés, jeldetekció.
A rövid idejű vagy ablakozott Fourier transzformáció (STFT vagy WFT) már alkalmas arra, hogy egyidejűleg adjon információt a jelről mind az idő-, mind a frekvencia tartományban. Ekkor egy konstans szélességű ablakkal csonkoljuk a jelet egy adott időtartományra és azon belül analizáljuk. Mivel a WFT esetén minden frekvencián ugyanazt az ablakot használjuk, ezért az idő-frekvencia síkon mindenhol azonos felbontást kapunk. Ezzel szemben a wavelet transzformációnak az az előnye, hogy az ablak változik. Ha pl. detektálni akarunk egy éles ugrást a jelben, akkor egy időben rövid ablakot célszerű használni, míg részletes frekvenciaanalízishez egy hosszút. Ehhez olyan bázis kell, mely tartalmaz időben rövid (nagy frekvenciájú) és hosszú (alacsony frekvenciás) függvényeket. Az ilyen bázis nem egyenletesen particionálja az idő-frekvencia síkot. Rá kell azonban mutatni, hogy a wavelet transzformációnak nincs egy kitüntetett bázisa olyan értelemben, mint a Fourier transzformációnál a szinuszok. A wavelet transzformáció esetében végtelen sok bázis elképzelhető.
Megmutatjuk, hogy bármely négyzetesen integrálható $f(x)$ függvény felírható egy alacsony felbontású $f_m(x)$ és egy sor részletkiemelt függvény $e_j(x)$ összegeként:

$$f(x) = f_m(x) + \sum_{j=-\infty}^{m} e_j(x) = \sum_n c_{m,n}\Phi_{m,n}(x) + \sum_{j=-\infty}^{m}\sum_k d_{j,k}\Psi_{j,k}(x).$$

Az együtthatókat, mint szűrőegyütthatókat célszerű elképzelni. Ezen együtthatókat egy transzformációs mátrixba szervezzük, amellyel egy adott vektort (pl. jel mintáiból képzett vektort) transzformálunk. Az együtthatók mátrixba szervezése kétféle minta szerint történik. Az egyik elrendezéssel vett transzformáció aluláteresztő (átlagoló, simító) jellegű, a másikkal vett transzformáció felüláteresztő (részletkiemelő) jellegű eredményhez vezet.



Attila Bak was accepted to the Technical University of Budapest on the Faculty of Electrical Engineering and Informatics in 1994. In his third year he spent a semester at the Technical University of Karlsruhe in Germany. Now he is on his fourth year and specializing in information systems and communication systems. In the autumn semester of 1997 with Richárd Gál he won the first price on the Scientific Conference of University Students with the same topic in the signal processing section.



Richárd Gál was accepted to the Technical University of Budapest on the Faculty of Electrical Engineering and Informatics. Now he is on his fourth year and specializing in multimedia and communication systems. In the autumn semester of 1997 with Attila Bak he won the first price on the Scientific Conference of University Students with the same topic in the signal processing section.

Tamás Szabad was accepted to the Technical University of Budapest on the Faculty of Electrical Engineering and Informatics. In September 1997, he passed the intermediate level examination in French at the university. Now he is on his fourth year and specializing in multimedia and communication systems.

A JAVA PLATFORM

SUN MICROSYSTEMS MAGYARORSZÁG KFT.
1027 BUDAPEST, KAPÁS U. 11-15.

Nem lehet figyelmen kívül hagyni a Java technológia fejlődésével összefüggő potenciális stratégiai inflexiós pontot. A Web alkalmazások számára ideális, a kereszt-platform problémákat megoldó, a bárhol futtatható Java az elmúlt 2-3 évben standarddá, a (szoftver) cégek által favorizálttá vált. Rövidesen a Java ISO standardú nyelvként jelenik meg és végre megszűnnek a proprietary jellegű csatározások. A Java fejlesztők immáron biztosak lehetnek abban, hogy Java programjuk portabilis lesz és tetszőleges beágyazott (csökkentett erőforrású) környezetben biztosítja a felfelé való kompatibilitást. Számos egyedülálló tulajdonsága miatt a Java fejlődése ma már visszafordíthatatlan és a jelenlegi fő nehézségek – a sebességgel összefüggő problémák – az ezredfordulóra várhatóan megoldódnak. A bemutatásra kerülő Java sorozat megkísérli eloszlatni a témakör idegesítő zsargonjából adódó gyanakvó kételyeket.

1. BEVEZETÉS

Az új Java szoftverplatform rendkívül interaktív, dinamikus, biztonságos appletek és alkalmazások előállítására, futtatására alkalmas hálózatba kapcsolt számítógéprendszereken. Valójában az különbözteti meg a többitől, hogy más platformok fölött van, és a szoftvert bájtkódokra fordítja le, amelyek nem a fizikai géphez kötöttek, hanem gépi utasítások virtuális számítógéphez.

A Java nyelven írt programból a fordítás során bájtkódfájl áll elő, amely akármilyen operációs rendszeren képes futni, ha a Java platform telepítve van. Másképpen kifejezve: pontosan ugyanaz a fájl futhat bármely olyan operációs rendszeren, amelyen a Java platform fut. A gépfüggetlenség azért lehetséges, mert a Java platform magja a Java virtuális gép (Java Virtual Machine).

Bár a mindennek alapul szolgáló (underlying) platformhoz a Java virtuális gép egyedi alkalmazása tartozik, a virtuális gépnek csak egyetlen specifikációja van. Ezért a Java platform szabványos, egységes programozási felületet tud szolgáltatni appletekhez és alkalmazásokhoz bármely hardveren. Így ideális az internethez, ahol egy programnak képesnek kell lennie arra, hogy az egész világon bármely számítógépen fusson. A Java platformot arra tervezték, hogy egy egyszer megírt program bárhol futhasson (Write Once, Run Anywhere képesség).

A fejlesztők a Java nyelvet forrásprogramok írására használják Javával működő alkalmazásokhoz. A forrásprogramot a Java platformra fordítják le, nem az alapul szolgáló rendszerre. A Java nyelvű forrásprogram fordítása közbenső, átvihető formátumú bájtkódokra történik, amelyek bárhol futhatnak, ahol a Java platformot alkalmazzák.

Objektumorientált, többszálú, dinamikusan csatolt alkalmazásokat írhatnak a fejlesztők a Java nyelv használatával. A platformban beépített biztonsági rendszer, kivételes események kezelése és automatikus hulladékgyűjtés van. Just-in-time fordítóprogramok állnak rendelkezésre, hogy a végrehajtást meggyorsítsák azzal, hogy a Java bájtkódokat gépi nyelvre konvertálják. A Java nyelvből a fejlesztők natív eljárásokat is írhatnak és hívhatnak C, C++ vagy más nyelveken írt eljárásokat, amelyeket egy adott, alapul szolgáló operációs rendszerhez fordítanak le a gyorsaság növelése vagy speciális funkciók alkalmazása céljából.

A Java nyelv az ugródeszka a Java platformhoz; a Java nyelven írt, majd lefordított programok futnak rajta.

A Java platformnak két alapvető része van:

- Java virtuális gép (Java Virtual Machine),
- Java alkalmazás programozási felület (Java Application Programming Interface, Java API).

A két rész együtt szolgáltatja a végfelhasználó futási környezetét internet- és intranet-alkalmazásokhoz (részletesen lásd később).

2. JAVA BASE PLATFORM

Ez az a minimális Java platform, amelyen a fejlesztők Javával működő appleteket és alkalmazásokat futtathatnak. Hálózati számítógépekhez, asztali számítógépekhez és munkaállomásokhoz alkalmazható (a kisebb rendszerekhez használt platformot lásd később). Ugyanazt a Java virtuális gépet tartalmazza, amit korábban említettünk, de minimális API-készlettel, amely az alapvető appletek és alkalmazások futtatásához szükséges. Ezt Java Applet API-nak vagy Java Base API-nak nevezik. A fejlesztők, akik ennek a minimális készletnek az alkalmazásával írják programjaikat, biztosak lehetnek abban, hogy a program mindenhol futni fog, anélkül, hogy további osztálykönyvtárakra lenne szükség.

A Java platform egyes licenc birtokosai szerződést kötöttek arra, hogy a Java Base API benne legyen a Java platform általuk megvásárolt konkrét megvalósításában. További osztálykönyvtárak kifejlesztésével a Java Base Platform nőni fog, és ezek a bővítések megfelelő időben átkerülnek abba a Java Base Platformba, amely mindegyik licencvásárló operációs rendszerén jelen van.

A Standard Extension API-nak nevezett másik API-halmazt mostanában definiálja a JavaSoft, vezető iparvállalatokkal együttműködve az alapfunkciók bővítésében. Idővel a Standard Extension API egyes részhalmazai át fognak kerülni a Java Base Platformba.

3. BEÁGYAZOTT JAVA PLATFORM

Az Embedded Java Platformot (beágyazott Java platform) azokhoz a fogyasztói készülékekhez szánták, amelyeknek kevesebb erőforrásuk és több speciális funkciójuk van, mint egy hálózati számítógépnek. Ilyenek a set-top dobozok, nyomtatók, másolók és cellás telefonok. E készülékeknek speciális korlátaik lehetnek, például kevés a hely a memória számára, nincs kijelzőjük, vagy nincsenek hálózathoz csatlakoztatva.

Az ilyen platformhoz szánt API-t Java Embedded API-nak (Java beágyazott API) nevezik. Ez a legkisebb API, amivel egy beágyazott készülék rendelkezhet, és még működni tud. Minthogy a platform fejlesztés alatt áll, ez az API egyelőre nem érte el a véglegesítés szintjét, következésképpen még nem megfelelően definiált, de valószínűleg a java.lang és java.util csomagokból fog állni. A Javával működő alkalmazások, amelyeket egy adott készülékre írtak, hasonló, dedikált készülékek széles körén működhetnek.

4. A JAVA PLATFORM SPECIFIKUMAI

A Java Platform előnyöket nyújt a végfelhasználó, a fejlesztő és szoftverüzemeltető személyzet számára.

4.1. Előnyök a végfelhasználó számára

Jelenleg a Java platform a world wide web élő, interaktív tartalmát szolgáltatja just-in-time szoftvereléréssel. Az alkalmazások minden operációs rendszeren azonnal könnyen használhatók, a felhasználónak nem kell operációs rendszereket kiválasztania a bázisán. Kisebb, kevésbé költséges, dedikált rendszerek fognak rendelkezésre állni specializált alkalmazásokhoz.

4.2. Előnyök a fejlesztő számára

A Java nyelv kicsi, megtanulható rendszer, és egyre átfogóbb API-készlettel társul. Amit a fejlesztők egyszer megírtak, bárhol futhat, ami óriási piaci előnyt jelent más nyelvekkel szemben. Ezenkívül a Java fejlesztőkörnyezetek egyetlen bináris formátumra végzik el a fordítást minden operációs rendszeren. Ahelyett, hogy többféle platformon kellene fejleszteni ahhoz, hogy többféle platformhoz tudjanak szállítani, a fejlesztők most költséget megtakarítva egy platformon fejleszthetnek, hogy ugyanahhoz a platformhoz szállítsanak, amely mindenütt megtalálható. Ez az egyszer megírni, bárhol futtatni lehetőség elég ok arra, hogy egyes fejlesztők a Java nyelvhez forduljanak a C vagy C++ alternatívájaként, még egyedülálló, nem hálózatba kapcsolt alkalmazások esetén is.

Ráadásul alkalmazások készítése osztott, újra felhasználható objektumokból tovább csökkentheti a költségeket azáltal, hogy a fejlesztők csak arra koncentrálnak, hogy újat hozzanak létre.

Hálózaton keresztül terjeszthetik termékeiket, ahelyett, hogy a szoftverüzletek polcainak helyéért versenyeznének.

4.3. Előnyök az üzemeltetők számára

A verziók ellenőrzése és a bővítés egyszerűbb, mert a Javával működő alkalmazásokat központi tárban lehet tartani, és onnan lehet szolgáltatni különböző feladatokhoz. Több szállítótól származó, többféle platformot tartalmazó környezetben a sok platform helyett csak egyet kell kezelni. A mostanában megjelenő, alacsonyabb árú hálózati számítógépek csökkenthetik a karbantartási és beruházási kiadásokat. A hálózati számítógépekkel az adatok menedzselése központilag lehetséges, az adatfeldolgozás pedig helyileg végezhető el.

Nagy intranet-hálózatokat üzemeltető vállalatok, amelyeknek nem éri meg, hogy rendszerüket a legújabb, sok memóriát igénylő operációs rendszerre bővítsék, Javával működő alkalmazásokat futtathatnak valamennyi meglévő gépükön. Ha a cégek Javával működő alkalmazások által olvasható formátumban szolgáltatják adataikat, lehetővé válik, hogy ügyfeleik platformtól függetlenül érhessék el azokat, amelyekre szükségük van.

Ha az ügyfelek Java platformot alkalmaznak, a vállalatok kihasználhatják az internet interaktív lehetőségeit arra, hogy alkalmazottaik feladatait az ügyfél végezze el. Csökkenthetik a megrendelés kitöltésére fordított időt, mivel az ügyfelek maguk töltik ki a megrendelő űrlapokat a web oldalakon. Ez most könnyebben lehetséges, mint korábban, mert az ügyfél bármely operációs rendszeren dolgozhat.

5. APPLETEK ÉS ALKALMAZÁSOK

A fejlesztők két különböző fajta programot hozhatnak létre a Java platformon.

1. Az appletek olyan programok, amelyeknek böngészőre van szükségük a futáshoz. Az <applet> címke egy weboldalba van beágyazva, és megnevezi a futtatandó programot. Amikor a felhasználó vagy az interneten vagy a vállalati intraneten keresztül eléri ezt az oldalt, az applet automatikusan letöltődik a szerverről, és a kliensgépen fut. Minthogy az appletet le kell tölteni, kicsire és modulárisra tervezik, hogy el lehessen kerülni a hosszú letöltési időket.

2. Az alkalmazások olyan programok, amelyeknek nincs szükségük böngészőre a futáshoz nincs beépített letöltő mechanizmusuk. Amikor egy alkalmazást hívnak, az fut. Ily módon az alkalmazások ugyanolyan programok, mint a más nyelveken írt többi. Asztali számítógépekkel végzett hagyományos feladatokat hajthatnak végre, amilyeneket szövegszerkesztővel, táblázatkezelő programmal vagy grafikus alkalmazással végzünk. Az applethez hasonlóan az alkalmazásnak szüksége van a Java Platformra a futáshoz, de a platform külön program lehet, közvetlenül beágyazva az alapul szolgáló operációs rendszerbe vagy esetleg magába az alkalmazásba.

Az appletek és alkalmazások hívásának eszközei különbözőek, nagyrészt azonban ugyanúgy érik el a nyelv által nyújtott lehetőségek széles körét. Például mind az applet, mind az alkalmazás hozzáférhet a host adatbázisához, visszakeresheti a szükséges adatokat, helyi adatfeldolgozást végezhet, és az eredményeket tárolhatja a hoston.

Az applet futásához hálózat szükséges, az alkalmazásához viszont nem. Az alkalmazás szabadsága annyiban nagyobb, hogy korlátozás nélkül hozzáférhet a rendszer szolgáltatásaihoz. Az applettől eltérően normál módon elérheti a bármely merevlemezen lévő fájlokat olvasás vagy írás céljából. Mivel az applet potenciálisan letölthető egy megbízhatatlan web oldalról, nem olvashat vagy írhat egyetlen fájlrendszerről, ill. fájlrendszerre sem, kivéve azt a szervert, amelyikről származik. Ez a korlátozás enyhíthető, ha az appletek megjelölhetők digitális jellel, ami lehetővé teszi, hogy a végfelhasználó biztos legyen abban, hogy az változatlan formában lett letöltve megbízható forrásról. Ahol helyi fájltárolás szükséges, ott jelenleg alkalmazást kell használni.

6. HOL FOGJÁK ALKALMAZNI A JAVA PLATFORMOT?

A Java Platform nagy lendülettel nyomul előre, hogy minden rendszerben jelen legyen. A folyamat három fokozatban zajlik le a böngészőktől az asztali számítógépek, munkaállomások és hálózatok operációs rendszerébe s végül a beágyazott készülékekbe.

Az első, jelenlegi fokozatban a Java Base Platformot a legelterjedtebb internetböngésző, a Netscape Navigator, valamint az Internet Explorer is tartalmazza. Más böngészőkben ugyancsak alkalmazzák, vagy alkalmazni fogják, például a HotJavában.

A második fokozatban a Java Base Platformot hamarosan beépítik az asztali számítógépekhez, munkaállomásokhoz és hálózatokhoz készült összes operációs rendszerbe (lásd 1. táblázat). Ha a Microsoft Windows, Macintosh, OS/2 és Unix számítógépeken rendelkezésre fog állni, a Java Base Platform olyan széles bázison lesz telepítve, mint amilyet ezek a platformok együttesen alkotnak. Ennek a platformnak a megcélzásával a fejlesztők új, robbanásszerűen növekedő piacot tárnak fel web- és intranet-alkalmazásokhoz, anélkül, hogy konkrét hardver- vagy operációsrendszer-környezethez lennének kötve. A Java Platform lesz valamennyi hálózatra és webre alapozott számítástechnika platformja.

1. táblázat. A Java Base Platform licencét megvásárló cégek

Windows	
* Microsoft Corporation	Windows95, Windows NT
* International Business Machines	Windows 3.1
Macintosh	MacOS
* Apple Computer, Inc.	OS/2
* International Business Machines	OS/2
Unix	
* Hewlett-Packard Corp.	HP UX
* Hitachi Ltd.	Hitachi OS
* International Business Machines	AIX
* Silicon Graphics, Inc.	Irix
* SunSoft, Sun Microsystems Inc.	Solaris UnixWare
* The Santa Cruz Operation Inc.	Non-Stop Kemel (SCO)
* Tandem Computers	Hálózati OS
* Novell Inc.	NetWare 4.0
Nagyszámítógépes	OS MVS
* International Business Machines	

A platformot operációs rendszerekben alkalmazzák.

A harmadik fokozatban a JavaChip nyomtatottáramkörcsalád révén a platform rendelkezésre fog állni fogyasztói és ipari beágyazott készülékek széles körében, úgymint dedikált hálózati számítógépek, set-top dobozok, nyomtatók, másológépek és cellás telefonok.

7. A JAVACHIP CSALÁD

A JavaSoft a Sun Microelectronics-szal működik együtt a picoJava, microJava és UltraJava mikroprocesszor-család kifejlesztésében. Ezek közül az első, a picoJava, ténylegesen a szabványos specifikáció olyan mikroprocesszorok tervezéséhez, amelyek kezelik a Java virtuális gépet; ennek a konstrukciónak a licencét megvásárolhatják az áramkörgyártók. A konstrukció új architektúra, amely nem SPARC-ra alapozott a Java különleges igényeit veszi figyelembe, mint pl. többszálú működés, hulladékgyűjtés.

A microJava és UltraJava tényleges chipek, amelyeket a Sun Microelectronics fejleszt a picoJava konstrukciója alapján. A chipek a Java virtuális gépet és a Java Embedded API-t szilícium-áramkörökben valósítják meg, és az alkalmazásra jellemző I/O-, memória-, kommunikációs és vezérlőfunkciókban különböznek. A JavaOS a JavaChipen lévő RAM-ban fut. A JavaChip család lehetővé teszi, hogy a Java virtuális gép a leghatékonyabb, költségkímélő módon fusson, ezáltal nagy teljesítmény valósítható meg Javával működő dedikált készülékekben, mint pl. a hálózati számítógépek.

8. JAVA OS JELLEMZÉSE

A JavaOS operációs rendszer a Java Base Platformot alkalmazza Javával működő appletek és alkalmazások futtatásához. Ebben a minőségében a Java virtuális gépet, Java Embedded API-t és az alapul szolgáló funkciókat valósítja meg ablakok, a hálózat és fájlrendszer kezeléséhez.

Hálózati számítógépekhez, fogyasztói készülékekhez és olyan hálózati készülékekhez tervezték, amelyeket beágyazott alkalmazásokban használnak. Ez utóbbiakra példa a nyomtatók, másológépek és ipari vezérlők. Ezeknek a készülékeknek a bekapcsolása automatikus, telepítéskor nem igényelnek beállítást, nincs rendszeradminisztrációjuk, és hálózatban automatikusan bővíthetők.

A JavaOS-t a mikroprocesszorok széles köréhez dolgozzák ki, a JavaChip családhoz is. Amikor a JavaOS egy JavaChipen fut, a mikroprocesszornak szilíciumban megvalósított Java virtuális gépét használja.

9. A JAVA NYELV

A fejlesztők eszköze forrásprogramok írásához. A Java nyelven írt appletek és alkalmazások formája lefordítás után olyan, amely fut a Java Platformon.

Amikor a fejlesztők Java nyelven írnak forrásprogramot, ez a program hívni tudja a Java Base API-ban, Java Standard Extension API-ban definiált API-kat, vagy egy új API-t, ami magában a forráskódban van definiálva. A futás során az API-k mindhárom fajtájának azonos a pozíciója, és nincsenek megkülönböztetve a forrásuk alapján. A forrásnak a Java Compilerrel történő fordítása olyan bájtkódokat állít elő, amelyek végrehajtása a Java Platformon történik.

A professzionális programozási nyelvekhez viszonyítva a Java nyelv egyszerű, mégis rugalmas és hatékony. Objektumorientált (egyszeres örökléssel), a típusok állandóak, többszálú futásra képes, dinamikusan csatolt és automatikus hulladékgyűjtést hajt végre.

Szintaxisa C-re és C++-ra alapozott, így az ezeket használó programozók egyszerűen elsajátíthatják. A redundancia kevesebb, ami azt jelenti, hogy a fejlesztők könnyebben tudják olvasni a mások által írt programokat. Például a Java nyelvben nincs a felhasználó által definiált operátortúlterhelés, mint a C++-ban.

Képessé teszi a fejlesztőket arra, hogy három különféle programozást végezzenek egy nyelven. A Smalltalk szimbolikus programozási nyelvhez hasonlóan a Java objektumorientált, dinamikus szerkesztést és hierarchikus osztályokat alkalmaz egyszeres örökléssel. Numerikus progra-

mozáshoz a Java nyelvnek platform független adattípusai vannak, tömbhatár-ellenőrzést alkalmaz, és jól definiált IEEE aritmetikája van. Ezek a képességek jó alapot szolgáltatnak stabil numerikus algoritmusok írásához, amelyek ismételhető eredményeket adnak. Rendszerprogramozáshoz a kifejezések, utasítások és operátorok a Java nyelvben a legtöbb esetben ugyanazok, mint a C-ben.

A Java nyelv elősegíti a programozási hibák korai felismerését még a fejlesztés során, mielőtt a szoftver használatba kerülne. Ezt az adatok szigorú típus meghatározásával, automatikus hulladékgyűjtéssel, tömbkorlátok ellenőrzésével, automatikus típuskényszer hiányával és a mutató adattípus hiányával éri el. Ezek biztonságot nyújtanak az internet korában, amikor a fejlesztők nagyon gyorsan hoznak ki újabb szoftvereket.

A Java nyelvben beépített többszálú működés van, szigorú modell szabályozza, hogy a szálak szempontjából kritikus programot hogyan lehet szinkronizálni verseny és időzítési gondok elkerülése céljából. A multiprocesszálás elterjedésével és a processzorok árának csökkenésével a Java nyelv lehetővé teszi, hogy az egyidejű alkalmazások és szolgáltatások új generációja jöjjön létre.

A kivételes események kezelésének és a szálvezérlésnek a mechanizmusai a nyelvbe és annak típusrendszerébe vannak beépítve. Ezen felül a nyelv alosztályok dinamikus szerkesztését is tartalmazza. Az ezt végző eljárások felülírnak vagy felvesznek funkciókat futás közben. Más környezetekben ezek a jellemzők gyakran rejtett és bonyolult rendszerszolgáltatások voltak. Ezek az eszközök egyszerűvé válnak, és sok előnyt nyújtanak, ha a nyelvben vannak, s így átvihetők platformok között. A nyelv azt is meghatározza, hogy mi a bináris kompatibilitás. Ezt osztály (class) fájlformátum definiálásával valósítja meg, amely az utasításokat tartalmazza a Java virtuális gép számára bájtkódok formájában.

10. A JAVA PLATFORM FELÉPÍTÉSE

A Java Platformnak két része van: a Java virtuális gép (Java Virtual Machine) és a Java API. A Java virtuális gép puha számítógép, amelyet szoftverben vagy hardverben lehet megvalósítani; absztrakt gép, amit a létező processzorok fölötti megvalósításra terveztek. A csatolófelület és az adapterek lehetővé teszik, hogy könnyen lehessen új operációs rendszerekhez csatlakoztatni, ahelyett, hogy újra kelljen írni.

A Java API szabványos felületet alkot appletekhez és alkalmazásokhoz az alapul szolgáló operációs rendszertől függetlenül; nélkülözhetetlen keret alkalmazások fejlesztéséhez. Egyre több fontos területen specifikál felületeket, amelyeket a fejlesztők Javával működő alkalmazások készítéséhez használnak.

A Java Base API a legalapvetőbb nyelv-, segédprogram-, I/O-, hálózati, GUI- és applet szolgáltatásokat tartalmazza; azok az operációs rendszereket kidolgozó cégek, amelyek megvásárolták a Java licencét, szerződést kötöttek arra, hogy az általuk használt Java Platformban ezek benne legyenek.

A Java Standard Extension API kiterjeszti a Java képességeit a Java Base API-n túl. E kiterjesztések közül néhány végül át fog kerülni a Java Base API-ba. Egyéb, nem standard API-bővítéseket az applet, az alkalmazás vagy az alapul szolgáló operációs rendszer szolgáltathat. Amint új API-bővítések specifikációja megjelenik, az ipar számára rendelkezésre bocsátják értékelés és a vélemények közlése céljából, mielőtt véglegesítésük megtörténne.

A táblázaton a Java Base Platform a sötéten jelölt rész, az Adapternek feltüntetett blokkokat is hozzászámítva. A Java API tartalmazza mind a Java Base API-t, mind a Java Standard Extension API-t. Az osztályok ezen API-k alkalmazásai. A Java virtuális gép a platform magjában helyezkedik el. A csatolófelület (Porting Interface) a Java virtuális gép és az operációs rendszer (OS) vagy böngésző között található. Van egy platformfüggetlen (sötéten ábrázolva) és egy platformfüggő része, amit adapterként jelöltünk. Az OS és a JavaOS szolgáltatja az ablak-, fájlkezelési és hálózati funkciókat. Különböző gépeket lehet összekötni hálózaton keresztül, mint a táblázat mutatja.

A Java API keret nyitott és bővíthető. Az egyes felületek specifikációját ipari szakemberek fejlesztik minden szakmai területen. A kidolgozott specifikációkat nyilvánosságra hozzák, és az ipar rendelkezésére bocsátják értékelés céljából. Az API-specifikációk megvalósítását a JavaSofttól és másoktól lehet beszerezni az ipar minden területén. A mai gyorsan fejlődő környezetben a Java API-keret lehetővé teszi az újítások könnyű megvalósítását a Java Platform bővítése révén.

Az API-k szervezése csoportokban vagy készletekben történik. Mindegyik API-készlet egy vagy több csomagként (névintervallumok) valósítható meg. Minden csomag egy készletben csoportosít osztályokat és felületeket, amelyek egymással összefüggő mezőket, konstruktorokat és eljárásokat definiálnak.

10.1. A Java virtuális gép

Ez az alapul szolgáló operációs rendszer és hardver függetlenségének a kulcsa platform, amely elfedi az alapul szolgáló operációs rendszert a Javával működő appletek és alkalmazások előtt, így megkönnyíti a virtuális gép csatlakoztatását a böngészőhöz vagy másik operációs rendszerhez.

Ezenkívül a virtuális gép gépfüggetlen formátumot definiál bináris fájlokhoz, amelyeket osztály (class) fájlformátumnak neveznek. Ez a formátum utasításokat tartalmaz a virtuális számítógéphez bájtkódok formájában. Minden Java nyelven írt program bájtkód-reprezentációja szimbolikus abban az értelemben, hogy az eltolások (offsets) és indexek az eljárásokban nem állandók, hanem szimbolikusan vannak megadva karaktersorozat-névként. Az első alkalommal, amikor a program egy eljárást hív, azt név szerint keresi az osztály-fájlformátumban, és ekkor meghatározza az eltolás numerikus értékét, hogy a későbbi kereséskor gyorsabban lehessen elérni. Így új vagy felülíró eljárásokat lehet bevezetni később a futás során bárhol az osztálystruktúrában; a rá történő hivatkozás szimbolikusan történik, és megfelelően elérhető a kód változtatása nélkül.

A bájtkód a program magas szintű reprezentációja, hogy az optimalizálást és a gépi kód generálását (just-in-time fordítóprogrammal) ezen a szinten lehessen elvégezni. Ezenkívül a hulladékgyűjtés a virtuális gépen belül történhet, mert a változókat a Java Platform a címintervallumában lévő vermekben tartja.

10.2. Java Base API

A Java Platformon az API-k használatával a fejlesztők megvalósíthatják, hogy alkalmazásaik mindenhol fussanak. Jelenleg a Java Base API-t definiálták Java Applet API-nak, amit az alábbiakban ismertetünk. Idővel, a platform fejlődésével, ez a bázis nőni fog, amint egyes Standard Extension API-k átkerülnek a Java Base API-ba. A Java Base API-t Java Core API-nak is nevezik.

10.3. Java Applet API

Ez definiálja az alapvető építőelemeket a Javával működő appletek és alkalmazások létrehozásához. A Java csomagban lévő valamennyi osztályt tartalmazza: java.lang, java.util, java.io, java.net, java.awt és java.applet. (Figyeljük meg, hogy a Java Applet API a JavaSoft által szállított Java Development Kit 1.0.2 verziójának teljes API-készlete.)

10.4. Java Standard Extension API

Itt a bővítések szabványosak abban a vonatkozásban, hogy publikált, egységes, nyitott API-t képeznek, amelyeket bárki alkalmazhat. A definiálás után fel lehet ezeket venni, de a visszafelé érvényes kompatibilitás megőrzése érdekében nem változtathatók meg olyan módon, hogy hívásuk hibát okozzon. Idővel új bővítéseket vesznek fel, közülük néhány át fog kerülni a Java Base API-ba.

A költöztetés jelenlegi tervét a 2. táblázat mutatja.

3. táblázat. A költöztetés jelenlegi terve

Költöztetés	Marad
Java Base API-ba	Java Standard Extensionben
Java 2D	Java 3D
Audio	Video, MIDI
Java Media Framework	Java Share
Java Animation	Java Telephony
Java Enterprise	Java Server
Java Commerce	Java Management
Java Security	

Egy megvalósításnak el kell végeznie mindazt, ami végrehajtható azon a platformon, amelyen fut, a hardverkorlátokon belül. Például asztali számítógépek operációs rendszerei, amelyek hangszórót elérhetnek, hangot állítanak elő; ám olyan nagyszámítógépes vagy hálózati operációs rendszernek, amelynek nincs hangszórója, megengedett, hogy üres (no-op) utasításnak megfelelően vagy valamilyen más, jól meghatározott módon viselkedjen, mint, mondjuk, kivételes esemény jelzése.

10.5. Java Security API

Ez keretet ad a fejlesztők számára, hogy könnyen és biztonságosan építhessék be a biztonsági funkciókat titkosírás digitális aláírásokkal, titkosítás és azonosítás appletjeikbe és alkalmazásaikba.

A Java Security egy absztrakt réteget tartalmaz, amelyet az alkalmazások hívhatnak meg. Ez a réteg hívásokat küld a Java Security programcsomagokhoz, amelyek megvalósítják a tényleges titkosírást. Ezáltal lehetővé válik, hogy titkosírás-funkciókra specializálódott külön fejlesztők programcsomagokat írjanak a Java Securityhoz. A Java Security kulcsfontosságú területek rendszerkezelését is tartalmazza, mint például biztonságos adatbázisok, bizonylatoló eszközök és így tovább. Ez az architektúra lehetővé teszi a biztonsági rendszer cseréjét és bővítését. Ha erősebb algoritmus vagy gyorsabb megvalósítás szerezhető be, a modulokat ki lehet cserélni a platformon az alkalmazások szempontjából teljesen transzparens módon.

10.6. Java Media API

Multimédia osztályokat definiál, amelyek gazdag, interaktív hordozók széles választékát tudják kezelni a weben vagy azon kívül. Ilyen osztályok a hang, video, 2D, 3D, animáció, telefontechnika és együttműködés. Bővíthető adathordozó-keret (Media Framework) gondoskodik valamennyi idő szerint szervezett hordozó (hang, video, animáció, video-távkonferencia) közös vezérléséről és szinkronizálásáról, valamint szűrőkről és processzorokról.

A Java Media API számos különálló komponensből áll, mindegyik vagy egy speciális adathordozó-típussal (hang, video, 2D, 3D) vagy egy hordozóra vonatkozó tevékenységgel (animáció, együttműködés, telefónia) kapcsolatos. Ezek a felületek együttesen gondoskodnak arról, hogy a Java nyelven programozók különböző hordozótípusok széles választékát kezelhessék alkalmazásaikban és appletjeikben.

A Java Media API kiterjeszthető. A hordozóátvitel, gyűjtők és kódolási formátumok napjainkban nagy és állandóan változó kínálatát foglalja magában, és lehetővé teszi hordozókkal kapcsolatos új funkciók felvételét, amikor azok megjelennek.

A JavaSoft vezető iparvállalatok csoportjával Adobe, Apple, Intel, Macromedia, Netscape, SGI és Sun Microsystems dolgozott együtt a Java Media szabványainak kidolgozásában.

A Java Media API-k komponensei a következők:

- *Java 2D API:* Grafikus és képszerkesztő képességeket szolgáltat a Java Applet API-ban rendelkezésre állókon kívül. A 2D API lehetővé teszi kiváló minőségű, platformtól független grafika létrehozását, pl. vonalrajzolás, szöveg és kép kezelését egyetlen modellben, mely egységesen kezeli a színeket, a térbeli transzformációkat és a kompozíció elvégzését. Kiegészítő mechanizmust tartalmaz különböző megjelenítő eszközök (pl. képernyők és nyomtatók), képformátumok, képkódolások, színezett felületek és kompozítorok széles körének kezeléséhez.
- *Java Media Framework API:* Hagyományos, időben kritikus hordozókat kezel, mint például hang, video és MIDI. A keret közös modellt szolgáltat időzítéshez, szinkronizáláshoz és kompozíció elvégzéséhez, amely a hordozókomponensekhez alkalmazható együttműködésük elérése céljából. Arra tervezték, hogy adatsorozatokat kezeljen, legyenek azok élők vagy tároltak, tömörítettek vagy nyersek, vagy mintavételezettek hang- és videofolyamból.
- *Video API:* Mind folyó, mind tárolt videoforrásokat befogad. Adat-alapformátumokat és vezérlő felületeket definiál.
- *Audio API:* Mintavételezett és szintetizált hangjeleket kezel. 3D térbeli hanghatáshoz tartalmaz specifikációt, és mind folyó, mind tárolt hangforrásokat befogad.

- *MIDI:* API Időzített eseménysorozatokat kezel. Az adathordozó keretet (Media Framework) használja a többi tevékenységgel történő szinkronizáláshoz és egy mechanizmushoz, ami lehetővé teszi a bővítést új szintetizátorokkal és effektusokkal.
- *Java Animation API:* Szellemek (sprites) hagyományos 2D animációját kezeli. A sorrend vezérlését veremben tárolja. A 2D felületeket használja kompozíció elvégzéséhez s a Media Frameworköt szinkronizáláshoz, kompozícióhoz és időzítéshez.
- *Java Share API:* Az alapvető absztrakciót szolgáltatja élő, kétirányú, több résztvevős kommunikációhoz objektumok között többféle hálózaton és átviteli protokollon. Az API-val végezhető a szinkronizálás és szekció menedzselése, és lehetővé válik mind az együttműködésről tudó (collaboration-aware), mind az együttműködésről nem tudó (collaboration-unaware) appletek közös használata.
- *Java Telephony API:* A számítógépet és a telefóniát egységesíti. Telefonhívások vezérléséhez szolgáltat alapvető funkciókat: híváskezdeményezés vezérlése (egyszerű asztali telefon), harmadik fél hívásának vezérlése (telefonhívás-elosztó központ), távkonferencia, hívásátirányítás, hívó azonosítása és DTMF kódolás/dekódolás.
- *Java 3D API:* Nagy teljesítményű, interaktív 3D grafikát szolgáltat. Kezeli a VRML-t, és magas szintű specifikációt tartalmaz 3D objektumok viselkedéséhez (behavior) és vezérléséhez. Egyszerűsíti 3D alkalmazások programozását, és lehetővé teszi a megjelenítést szolgáló alacsonyabb szintű felületek elérését. A 3D API szorosan integrált hang-, video-, MIDI és animációs területekkel.

10.7. Java Enterprise API

Az Enterprise osztályok a Javával működő alkalmazásokat kötik össze a vállalat információs erőforrásaival. Jelenleg a kapcsolatoknak három csoportja létezik: JDBC (Java Database Connectivity Java adatbázis-kapcsolatok), Interface Definition Language (felületdefiniáló nyelv) és Remote Method Invocation (távoli eljáráshívás).

A JDBC szabványos SQL adatbázis-elérési felület. A Java programozóknak egységes felületet szolgáltat relációs adatbázisok széles köréhez, valamint közös alapot teremt, amelyen magasabb szintű eszközök és felületek hozhatók létre. A partnerek, Intersolv, Visigenic és egy tucat más cég, a közeli hónapokban JDBC meghajtókat fognak szállítani több DBMS-hez, köztük az Oracle-hoz, Sybasehez és az Informixhoz. Ezek az adatbázisokkal foglalkozó vállalatok és vezető eszközszállítók, pl. a Symantec és Borland, már jóváhagyták a JDBC API-t, és termékeket fejlesztenek a JDBC használatával.

A JDBC API osztályokat definiál szerkezetek reprezentálásához, mint például adatbázis-kapcsolatok, SQL utasítások, eredményhalmazok és adatbázis-feladatok. A JDBC lehetővé teszi, hogy Javával működő program SQL utasításokat adjon ki, és feldolgozza az eredményeket. A JDBC-vel összefüggésben a JavaSoft kihoz egy JDBC-ODBC hídmegvalósítást, amellyel több tucat meglévő Microsoft ODBC adatbázis-meghajtó JDBC meghajtóként működhet. A JDBC-ODBC híd a szerveren futhat a kliensoldal helyett a JDBC meghajtó használatával, amely elvégzi a fordítást DBMS-független hálózati protokollra.

Az Interface Definition Language (IDL) nyelvsemleges eszköz ahhoz, hogy felületet lehessen specifikálni egy objektum és a kliense között, amikor azok különböző platformokon vannak. Az IDL komponens szolgáltatja az eljárások, programcsomagok és egyéb eszközök kapcsolatait az IDL műveletekhez és eszközökhöz.

A Remote Method Invocation (RMI) lehetővé teszi, hogy a programozók Java objektumokat hozzanak létre, amelyeknek az eljárásait másik virtuális gépről lehet hívni. Az RMI hasonló az objektumot nem használó környezetben alkalmazott távoli eljáráshíváshoz (remote procedure call RPC).

10.8. Java Commerce API

Biztonságos vásárlást és pénzügyi kezelést valósít meg a weben. Az áruk és szolgáltatások kis- és nagykereskedelme 1994-ben világméretekben 4,6 milliárd dollárt tett ki, aminek 13%-át távolról bonyolították le katalógusokon, televízión, különböző nyilvános és magán kommunikációs hálózatokon keresztül. Amint ez a távkereskedelem az internetre helyeződik át, egyre fontosabbá válik egy olyan szabványos keret létrehozása, amelyen belül ezeket a tranzakciókat el lehet végezni. Ennek külön nyomatékot ad az a tény, hogy a résztvevők gyorsan növekvő számban versengenek a pozíciókért, hogy olyan eszközöket szolgáltassanak, mint az elektronikus fizetőeszköz, online bevásárlóutcák, aláírás digitális ellenőrzése és pénzügyi elemzés.

A Java Commerce API indító komponense a Java Wallet, ami kliensoldali keretet definiál és valósít meg hálózatra alapozott kereskedelem lebonyolításához. Úgy képzeljük el, mint egy üres pénztárcát, amelyben hitelkártyákat és készpénzt lehet tartani. Van benne egy üres ID (azonosító) kártya is, amit a személyi adatokkal kell kitölteni.

A Java Wallet a következőket szolgáltatja:

- személyi adatok tárolása;
- adatok a vásárlóról (név, cím, ahová a számlát kell küldeni, cím, ahová az árut kell küldeni);
- adatok a fizetőeszközökről (hitelkártya, terhelendő számla, elektronikus készpénz);
- adatok a vásárlási tranzakciók részleteiről (dátum és idő, tétel leírása, mennyiség, pénzösszeg).

Előjeles appletek két új típusának kezelése:

- Fizető kazetták, amelyek valamilyen fizetési protokollt valósítanak meg, mint például a Secure Electronic Transaction (SET biztonságos elektronikus tranzakció), amelyet a Visa és MasterCard elfogadott.
- Szolgáltatási kazetták, amelyek áfás szolgáltatásokat valósítanak meg, mint például költségvetés és pénzügyi elemzés.
- Bővíthetőség új fizető és szolgáltatási kazetták dinamikus telepítéséhez a hálózatról történő letöltés útján.
- Erős titkosírás-szolgáltatások, amelyek lehetővé teszik a fent ismertetett eszközök biztonságos környezetben történő megvalósítását.

10.9. Java Server API

A Java Server bővíthető keret, amely lehetővé teszi és megkönnyíti Javával működő internet- és intranetszerverek egész spektrumának fejlesztését. A keret-API szerveroldali

osztálykönyvtárakat tartalmaz a szerver adminisztrációjához, a hozzáférés vezérléséhez és a szerver erőforrásainak dinamikus kezeléséhez, és magában foglalja a Servlet API-t is.

A servletek platform független, Javával működő objektumok, az appletek szerveroldali párjai. Lehetnek a szerveren, vagy a hálózatról letölthetők arra biztonsági korlátozások mellett. Servletekre a példák az egyszerű HTTP servletektől (cgi-scriptek hatékony helyettesítője) egészen a JDBC/ODBC-t használó bonyolultabb servletekig terjednek, amelyek adatbázis-kapcsolatokat szolgáltatnak.

10.10. Java Management API

Olyan Java osztályok gyűjteménye, amelyek az építőelemekről gondoskodnak az átfogó menedzseléshez, oly módon, hogy számos felületet, osztályt, appletet és útmutatást szolgáltatnak, amelyek elősegítik átfogó menedzselési megoldások fejlesztését.

A Java Management API több különálló komponensből tevődik össze, mindegyik a teljes menedzselési kör egy vonatkozásával kapcsolatos. A használatával definiált objektumok együttesen átfogják az osztott hálózatot, a rendszert és a szolgáltatás-kezelő komponenseket.

A Java Management API-k komponensei a következők:

- *Admin View Module:* A Java Abstract Window Toolkit (AWT) kiterjesztése, amelyet speciálisan integrált menedzselési megoldások létrehozásához terveztek. Az Admin View Module osztályait használják olyan felhasználói modell megvalósításához, amely a webböngésző hipertext jellegű navigálására épül.
- *Base Object Interfaces:* Olyan objektumok építését szolgálják, amik osztott erőforrásokat és szolgáltatásokat reprezentálnak, amelyekből a vállalat számítástechnikai környezete felépül. Ezek a felületek lehetővé teszik, hogy a fejlesztők olyan absztrakciókat definiáljanak, amelyek osztott attribútumokat, eljárásokat és perzisztens attribútumokat tartalmaznak.
- *Managed Notification Interfaces:* Ezek szolgáltatják azt az alapot, amelyről összetettebb eseménykezelő szolgáltatásokat lehet könnyen felépíteni. A modell aszinkron jelzést ad a menedzselt objektumok vagy a menedzselési alkalmazások közötti eseményekről, felületeket szolgáltatva az alapvető eseményszervező szolgáltatáshoz.
- *Managed Container Interfaces:* Lehetővé teszik menedzselt objektumok összefogását csoportokba, így a menedzselési alkalmazások egy csoportban hajthatják végre a tevékenységüket, ahelyett, hogy ezt minden alkalommal külön végeznék. Ez lehetővé teszi a menedzselési alkalmazások skálázását magasabb értékekre, ami megengedi, hogy több eseményt egyben lehessen kezelni. A gyűjtő két típusú lehet: kiterjesztő (extensional), amelyet programeszközökkel szerkesztenek egyszerű felvétel- és eltávolítás-eljárásokkal, és célzatos (intentional), amely csak azokat a végrehajtandó lekérdezéseket (query) tárolja a Managed Data Interfaces használatával, amelyek a kéréseket generálják a gyűjtő számára.
- *Managed Data Interfaces:* A Base Object Interfaces kiterjesztéseinek hozzárendelő (mapping) attribútumait kezelik, amelyek a kapcsolatokat határozzák meg a relációs adatbázissal. Ezeket a felületeket a JDBC (Java Database Connectivity) megfelelő részhalmazán valósítják meg. A felületek számos, a kereskedelemben kapható relációs adatbázis-gépet (engine) tudnak kezelni.
- *Managed Protocol Interfaces:* A Base Object Interfaces kiterjesztéseinek elosztási és biztonsági képességeit valósítják meg. Ezek a felületek építik fel a Java Security API-kat és a Java Remote Method Invocationt (RMI).
- *SNMP Interfaces:* A Managed Protocol Interfaces-t terjesztik ki, lehetővé téve, hogy a Base Objects kiterjesztései tartalmazzák a létező SNMP agentektől kapott információt. A Managed Protocol Interfaces kiterjesztésével az SNMP információ a Java Management API minden felhasználója számára rendelkezésre áll.

A Java Management API User Interface Style Guide (Kézikönyv a Java Management API felhasználói felületek típusaihoz) útmutatásokat tartalmaz felületek fejlesztéséhez, amelyeken a számítástechnikai infrastruktúrát felépítő rendszer-, hálózati és szolgáltatási elemeket lehet konfigurálni, és hibaelhárítást végezni.

JAVA PROGRAMMING LANGUAGE

"**Datapro Summary:** Java is a language for developing secure, distributed, network-based end-user applications which Sun has focused on the Internet. The language is designed around the applet concept, as well as security mechanisms like network connection filtering. Applets appear in Java's characteristics as an object-oriented development language, an interpreted language, and as part of its security provisions.

Strengths: Provides a means to use client processing for high bandwidth elements of server applications such as World Wide Web pages. Generates byte code instructions that are architecture-neutral. Only the Virtual Machine byte code interpreter must be ported to individual platforms. Supports dynamic applets with protections against virus and other security threats.

Limitations: Though borrowing elements from C and C++, Java is a new language requiring a learning investment. As a World Wide Web development tool, Java introduced a complex language into a Web-page design environment, which has been dominated until now by nonprogrammers using HTML. Byte-code interpreters slow down application execution on slower platforms. Currently no business model for the wide use of applets, i.e., whether applets are destroyed after use or allowed to be saved on disk, payment strategies, etc. The success of the applet model on the Internet ultimately depends on wide availability of increased bandwidth.

Competition: Java is intended to download executable content on the Internet; no other languages directly compete."

Source: Datapro on CD-ROM, 1997. McGraw-Hill Companies, Inc.

MUNKA-MÁTRIXANALÍZIS PÉLDÁK A TÁVKÖZLÉSBEN

KEREKES LÁSZLÓ

MATÁV SZEGEDI SZOLGÁLTATÓ KÖZPONT
6721 SZEGED, TISZA L. KRT. 41.

A munkamátrix feldolgozására mutatunk be néhány jellemző példát. Bemutatjuk az egyszerű módon képezhető fajlagos mutatókat a mátrix síkok, tömbök, oszlopok, cellák felhasználásával. Az általunk bemutatott fajlagos mutatókon túl még sok más egyéb fajlagos mutató is képezhető. Nem részletezzük azokat a fajlagos mutatókat, amelyek egyszerűen egy analitika (illetve munkaszám) és egy nyilvántartási adat egyszerű hányadosaként képezhető. A bemutatásban a teljesség igénye nélkül olyan fajlagos mutatókat mutatunk be, amelyek a későbbiekben a távközlésben meghatározó mérőszámokká; összehasonlítások alapjaivá válhatnak. A példák az előző számban közölt összefoglaló cikk anyagára és formalizmusára épülnek.

1. MÁTRIXFELDOLGOZÁS, FAJLAGOS MUTATÓK

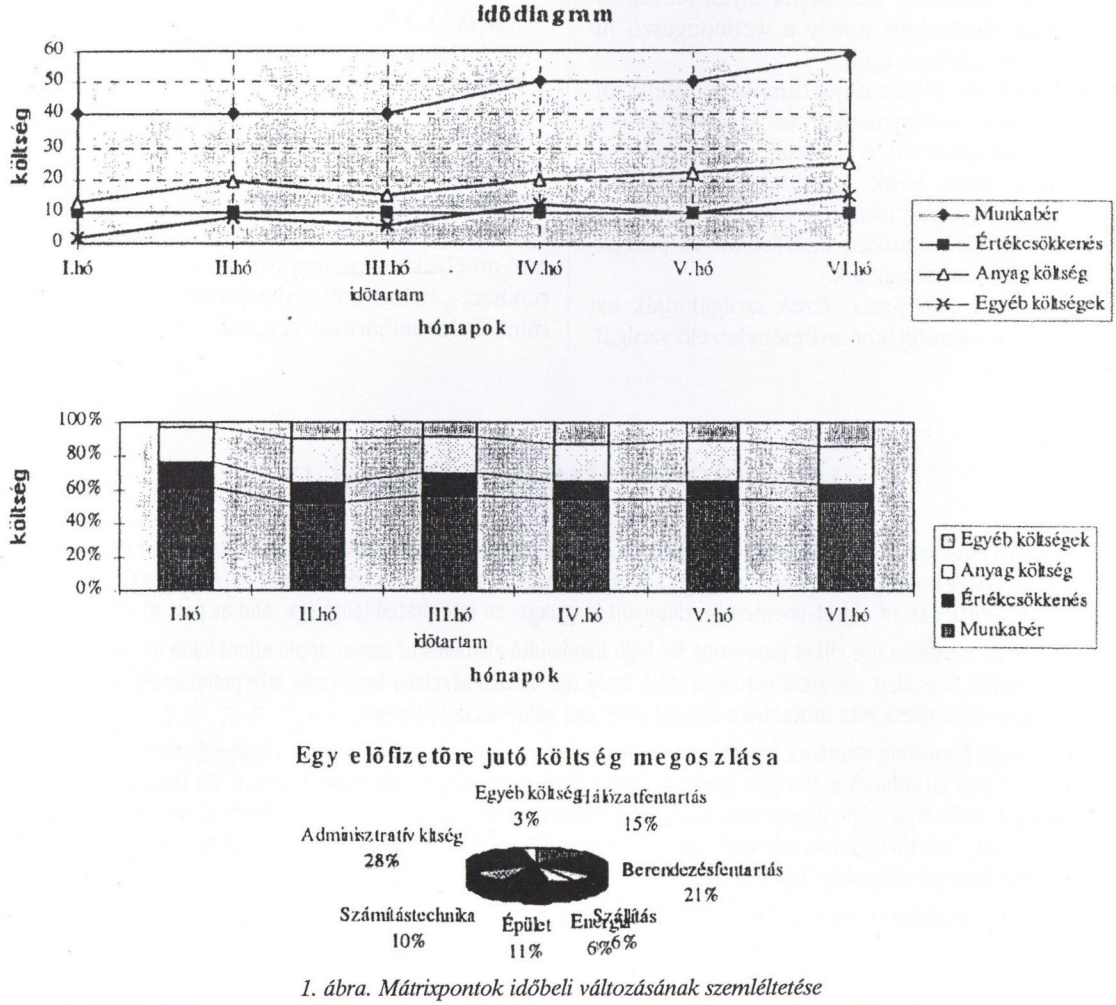
A mátrixanalízis segítségével összehasonlíthatókká, mérhetőkké válnak az egyes szervezeti egységek. Meghatározható, hogy adott technológiai háttérhez milyen hatékonyság tartozik. Ennek eredményeként elmaradhat a drága időigényes normázás, ugyanakkor a mutatók tükrözik a helyi sajátosságokat is (terület elhelyezkedése, szakértelem, műszerezettség stb.), amelyeket a normázás egyébként nem venne figyelembe.

Nemcsak az azonos szakterületek válnak összehasonlíthatókká, hanem a különbözőek is azáltal, hogy a különféle munkáknak megkeressük a közös jellemzőit. Ezek a közös munkaelemek.

Egy technológiai váltás, vagy az adott szakterületen bevezetendő új technika esetén a bázisadatok felhasználásával előre meghatározható a várható hatékonyság alakulása.

Az elemzés lépései

a) Vizsgálhatjuk egy, vagy több mátrixpont időbeli alakulását. Az időbeli alakulásból következtethetünk a folyamat jellegére. Megbecsülhetjük a várható érték további alakulását és ezt megfelelő döntésekkel befolyásolni tudjuk.



1. ábra. Mátrixpontok időbeli változásának szemléltetése

b) A mátrixelemekből új, nagyobb tömböket képezhetünk. Vizsgálhatjuk ezen tömbök értékét, vagy az értékek időbeli alakulását. A tömböket képezhetjük a síkok elemeiből, de képezhetjük a térmátrix különböző pontjainak összevonásával is.

c) A mátrixelemek és nyilvántartási elemek felhasználásával képezhetjük a szakterületek fajlagos mutatóit.

A legegyszerűbb és leggyakoribb analizálhatóság a munkaszám és analitika felépítéséből adódik. Tulajdonképpen mindkettő jellemző síkokat, területeket fed le, ezáltal a leggyakoribb analízist könnyen elvégezhetjük.

A munkaszám felhasználásával kialakítható elemző mátrixok

A „Mikor?" kód felhasználásával évenként, havonta, hetente naponta megvizsgálhatjuk az egyes szervezeti egységek munkáit analitikus bontásban, vagy összességében.

A „Ki?" kód felhasználásával az egyes szervezeti egységek munkáinak összehasonlítására van lehetőség analitikánként, és összességében.

A „Mit?" kód felhasználásával megvizsgálhatjuk, hogy konkrétan milyen munkavégzés volt területenként, összességében, és ez mibe került.

Az analitikából kialakítható elemző mátrixok

A „munka jellege" felhasználásával az azonos jellegű, de más-más szervezeti egységek által végzett munkákat hasonlíthatjuk össze.

A „technológiai csoport" felhasználásával vizsgálhatjuk az azonos technológiához tartozó különböző munkacsapatok által végzett munkákat, de vizsgálhatjuk az azonos technológiába tartozó, de eltérő jellegű munkákat is.

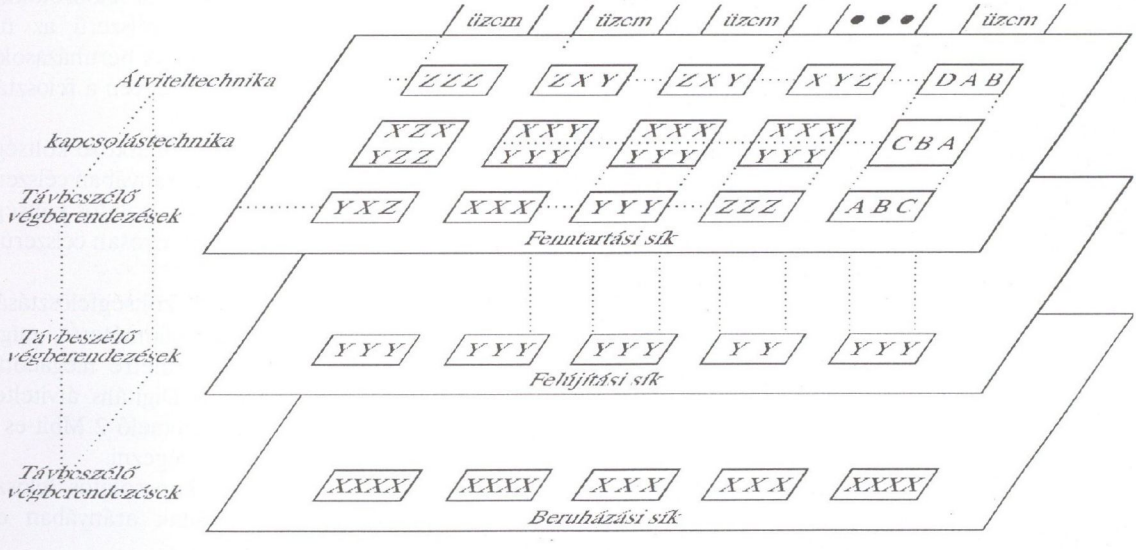
Példaként nézzük meg a fenntartási költségek mátrixanalízisét.

Minden egyes technológia csoportra, a munkaszámok figyelembevételével szervezeti egységenként, és időszakonként (pl. havonta, negyedévente, évente) képezhetjük a fenntartási költségeket. Ezáltal egy térmátrixot kapunk az alábbiak szerint.

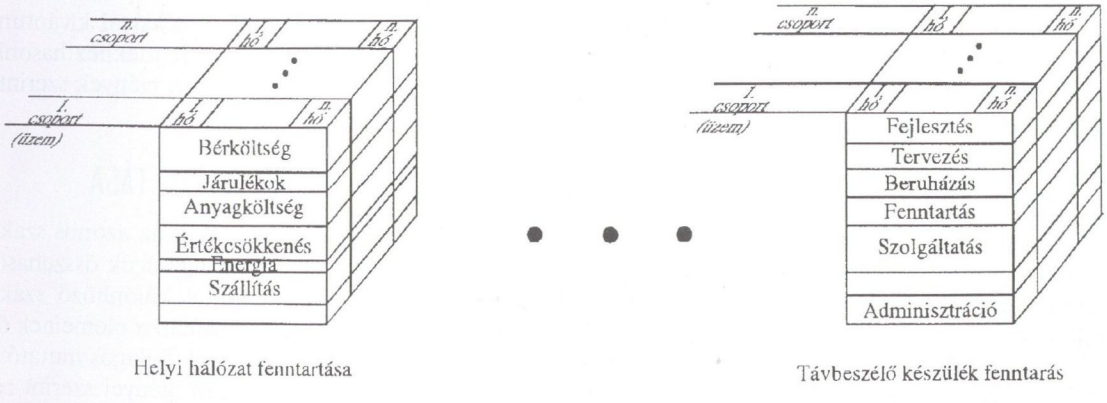
2. MÁTRIXSTRUKTÚRA

A teljes költségmátrix költségsíkokból épül fel. A síkok költségalapelemeket tartalmaznak (pl. munkabérsík, anyagköltség síkja, értékcsökkenés síkja, szállítási költség síkja stb.).

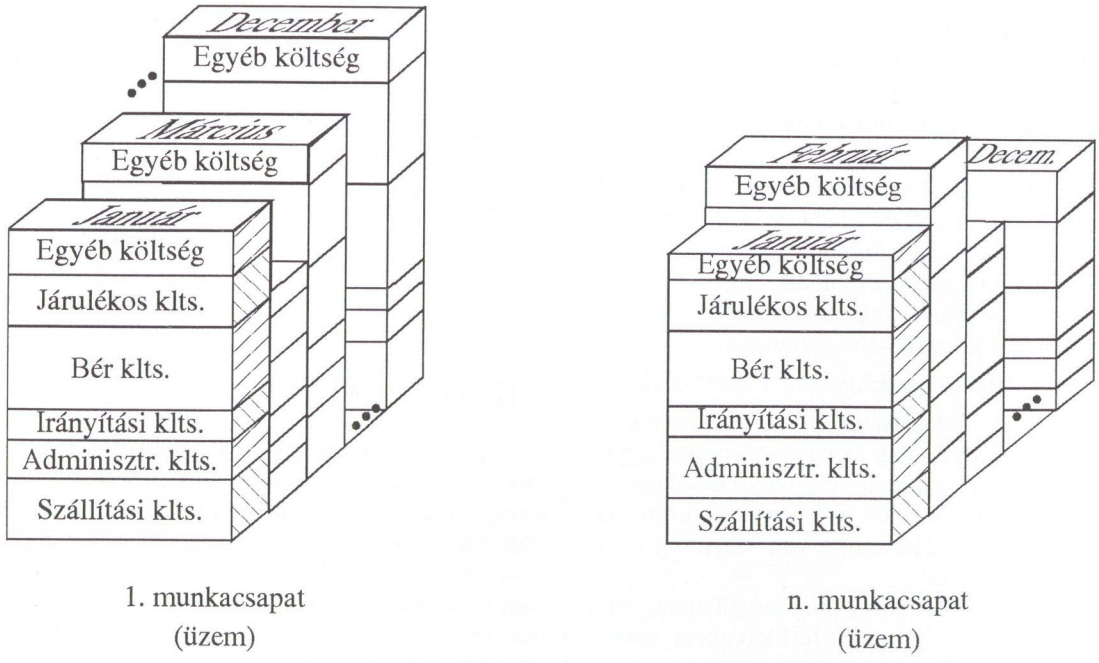
A síkok egyes elemei lehetnek konkrét számadatok, vagy ezek összege, különbsége, hányadosa százalékos megoszlása stb. A szemléletes bemutatás céljából a fenntartási sík elemeiből kördiagramot is képezhetünk. A síkok egy-egy oszlopa egy-egy szervezeti egység (csoport, vagy primerkörzet, vagy üzem stb.) elemeit tartalmazza analitikus költséghelyenkénti bontásban. Az oszlop síkjai tevékenységenként tartalmazzák az analitikus költségbontást.



2. ábra. Munkamátrix bemutatása



3. ábra. Oszlopmátrix felépítése



4. ábra. Szervezeti egységenkénti oszlopmátrix

A konkrét igények szerint a nagy mátrixból részmátrixot is képezhetünk.

A 3. ábrában (pl. a helyi hálózat) az analitikus költséghely egy elemének alakulását tüntettük fel. Az egyes tömbök különböző költségeket tartalmaznak. A tömbök mélységi tagozódása szervezeti egységek szerint történik.

A szervezi egységek pedig időrendi elemeket (heti, havi, negyedév stb.) tartalmaznak.

Az 4. ábrán ugyancsak oszlopmátrixot mutatunk be. Ez az oszlopmátrix ugyancsak egy analitikus költséghelyet tartalmaz, de itt a tömbök a munka jellegkód szerint vannak csoportosítva

A tömb szeletei egy-egy szervezeti egység elemeit tartalmazzák időrendi csoportosításban.

A munkamátrixból csak néhány jellegzetes csoportosítást ragadtunk ki, annak illusztrálására, hogy a munkamátrix feldolgozásával milyen sokoldalú elemzést, értékelést végezhetünk el.

A mátrixanalízis rugalmassága abban áll, hogy a felhasználó a mindenkori igényeinek megfelelően tetszőleges tér-, sík-, oszlop-, tömb- stb. mátrixot képezhet, ami egy adott időtartamot, területet, szervezeti egységet, vagy technológiai csoportot reprezentál.

A gazdasági élet változásai igénylik a rugalmas elemzéseket, sőt a visszamenőleges értékelésre is szükség lehet. A mátrixanalízisnél ennek sincs akadálya mert, ha az alapinformációt egyszer már egy munkamátrixba összegyűjtöttük akkor később ebből bármiféle feldolgozást elvégezhetünk.

3. KÖLTSÉGFELOSZTÁS

A gazdaságosság fejezetben említettük, hogy csak azokat az adatokat célszerű gyűjteni, amelyek folyamatosan változnak. Az állandó költségtényezőket reprezentatív felméréssel kell meghatározni, és fel kell osztani a szakterületekre. Vannak olyan költségek is, amelyeket egy közös analitikán célszerű gyűjteni és utána kell felosztani szakterületekre (pl. szállítási költség).

A felosztásnak az alapja sok minden lehet. Mi a szakterületre jellemző legreprezentatívabb tényezőre való felosztási módra teszünk néhány javaslatot.

a) A központokhoz tartozó, vagy az előfizetőkkel kapcsolatos üzemeltetési költségeket célszerű az üzemelő áramkörök száma szerint felosztani. A beruházásoknál, létesítéseknél az előfizetői kapacitás legyen a felosztás alapja.

b) A hálózatok üzemeltetésére vonatkozó költségfelosztást az üzemelő érpárkilométerek arányában célszerű elvégezni. A hálózatos beruházással kapcsolatos költségfelosztást az érpárkilométer kapacitás arányosan célszerű felosztani.

c) Átviteltechnika üzemeltetési költségfelosztását vivős áramköröknél üzemelő áramkör-kilométerre, míg fizikai áramköröknél a hálózatos szakterületre megadott szempont alapján célszerű elvégezni. Digitális átviteltechnika területén a költségfelosztást az üzemelő 2 Mbit-es csatornakilométerek alapján célszerű elvégezni.

d) Az elektromos energiával kapcsolatos felosztást az egyes szakterületek fogyasztásának arányában célszerű kialakítani.

e) Fűtésre, klímára a légköbméter arányos felosztást javasolunk.

A felosztás módjára néhány példával kívántunk reflektálni. A többi szakterületre is a fentiekhez hasonló alapelvek felhasználásával a mindenkori igények szerint célszerű a felosztást elvégezni.

4. FAJLAGOS MUTATÓK FELOSZTÁSA

A fajlagos mutatók elsősorban az azonos szakterületen dolgozó különböző szervezeti egységek összehasonlítására szolgálnak, de lehetőség van a különböző szakterületek összehasonlítására is. A munkamátrix elemeinek összevetésével már önmagában is igen sok fajlagos mutató képezhető. A felhasználó a mindenkori igényei szerint rendezheti össze az adatokat. A nyilvántartás adatainak (áramkör db,

központ kapacitás, előfizetők száma, berendezések szám, kapacitása stb.) a felhasználásával a mátrix elemeiből újabb fajlagos mutató mátrix képezhető (pl. egy előfizetőre jutó költség, egy előfizetőre jutó bevétel, egy előfizetőre jutó nyereség stb.).

Azokat a fajlagos mutatókat, amelyek a fenti módon a munkamátrix elemeiből egyszerűen képezhetők azokkal most nem foglalkozunk, hiszen ezeket a felhasználó a mindenkori igények figyelembevételével egyszerűen előállíthatja.

Csak azokra a mutatókra szeretnénk kitérni, amelyek valamilyen szempont szerint érdekesek lehetnek a számunkra.

Az alábbiakban bemutatott fajlagos mutatók két nagy csoportra oszthatók:

a) Általános fajlagos mutatók

Ebbe a csoportba tartoznak azok a fajlagos mutatók, amelyek minden szakterületre azonos módon képezhetők. Ezeken keresztül lehet a különböző szakterületeket mérni, összehasonlítani.

b) Szakterület-specifikus fajlagos mutatók

Ebbe a csoportba tartozó mutatók csak az adott szakterületre jellemzőek. A hasonló szakterületek speciális mutatói nyilván hasonlítanak egymáshoz. Ezáltal a hasonló, vagy azonos szakterületek válnak mérhetőkké, összehasonlíthatókká.

5. ÁLTALÁNOS FAJLAGOS MUTATÓK

5.1. Telítettségi tényező

Az azonos szakterületek összehasonlítása céljából elengedhetetlen az egyes hálózatok, berendezések stb. telítettségének ismerete. Egy ugyanolyan kapacitású, de kevés számú előfizetőt tartalmazó központ, vagy hálózat fajlagos költsége nem hasonlítható össze egy telített központ hálózat költségével közvetlenül.

Az összehasonlítást csak akkor végezhetjük el, ha a telítettséget is figyelembe vesszük.

A telítettségi tényező és a fajlagos költség között kollerációs függvény határozható meg. A telítettségi tényezőből következtetni lehet a hibás tervezésre is. (Pl. ha egy hálózat telítettsége nem nagy, de bekapcsolni nem lehet, akkor valahol felesleges érpárak vannak.)

Ennek ismeretében egy adott állapotú központról, vagy hálózatról meg tudjuk mondani azt, hogy, ha a telítettség adott értékűre megnövekszik, vagy csökken a fajlagos költség azon a területen hogyan fog alakulni. természetesen idővariáns elemeket is figyelembe kell venni. Az idővariáns tényezők hatását egyrészt a trendekből másrészt a várható gazdasági helyzet alakulásából előre meg lehet becsülni.

A telítettségi tényezőt az alábbi módon határozhatjuk meg:

$$\textbf{Telítettségi tényező} = \frac{\text{üzemelő hálózatelem kapacitása}}{\text{összes hálózatelem kapacitása}}$$

A hálózatelem alatt az adott szakterületre jellemző mutatókat értjük. Pl. helyi hálózatnál érpárkilométert, központnál előfizetői szám, átviteltechnikánál csatornakilométert stb.

A telítettségi tényező kapcsolatba hozható a minőségi mutatókkal is.

5.2. Kortényező

A hálózatok és berendezések költsége nagymértékben függ az életkoruktól.

Egyetlen berendezés kortényezőjét megkapjuk, ha a berendezés életkorát elosztjuk a várható élettartamával.

A berendezések és a hálózatok általában nem egyszerre, hanem lépcsőzetesen épülnek ki a teljes kapacitásra. A különböző életkorú hálózatelemek eredő kortényezőjének a meghatározását az alábbiak szerint végezzük el.

Hálózatelem alatt az azonos típusú berendezéseket, kábeleket, és egyéb eszközöket értjük, amelyek a távközlőhálózatot alkotják.

$$\textbf{Kortényező} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{a hálózatelem reprez. param.} * \frac{\text{a hálózatelem életkora}}{\text{a hálózatelem várható élettartama}}}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{a terület hálózatelemének összesített reprezentáns paramétere}}$$

A számlálót az alábbiak szerint határozzuk meg.

A konkrét szakterület azonos életkorú, ugyanakkor azonos típusú eszközeit, hálózatrészeit egy csoportba gyűjtjük. Meghatározzuk a csoportba tartozó i-edik eszköz (pl. a különböző központok) életkorát. Ezt elosztjuk az eszköz várható élettartamával. Ekkor egy relatív számot kapunk. Ezt a relatív számot megszorozzuk a berendezés, hálózat legjellemzőbb paraméterével (pl. az egyes központok kapacitásával). Ekkor az adott hálózatelem reprezentáns paraméterét súlyoztuk egy relatív életkorral. A súlyozást elvégezzük az adott szakterület minden eltérő életkorú — de azonos típusú — eszközcsoportjára, és a súlyozott értékeket i szerint összegezzük, ekkor a számlálót kapjuk.

A nevezőbe pedig összeadjuk az összes (n) hálózatelem legjellemzőbb paraméterét függetlenül az életkorától (pl. összegezzük az központok kapacitásait).

Végeredményül egy relatív számot az eredő kortényezőt kapjuk meg.

A kortényező és a fenntartási költség között szoros kapcsolat van. Minél nagyobb a kortényező annál inkább indokot a költségek növekedése mert a hálózatelem annál öregebb. Szemléltetésül lássunk néhány példát

kortényező=0: a hálózat, vagy berendezés új,

kortényező=0.5: a hálózat, vagy berendezés eredőben a várható élettartamának a felénél tart,

kortényező=1.0: a hálózat, vagy berendezés eredőben a várható élettartam végét érte el

kortényező nagyobb, mint 1: a hálózat, vagy berendezés eredőben a várható élettartamán túl van (túlkoros).

A kortényező és a minőségi mutatók alakulása között kollerációs függvény határozható meg. Ez a kollerációs függvény megmutatja, hogy az adott hálózatrész költsége az öregedés kapcsán hogyan alakul. Ebből eldönthető, hogy adott minősé-

gi mutatót adott életkorú eszköznél mekkora öltséggel tudunk fenntartani.

5.3. 1000 fővonalra jutó létszám

Az 1000 fővonalra jutó létszám megadja, hogy az adott szervezeti egység dolgozóinak létszáma hogyan aránylik a területhez tartozó fővonalak számához.

Ezt a fajlagos mutatót nemzetközi viszonylatban az egyes igazgatások (országok) összehasonlítására használják. Ez a mutató akkor hasznos igazán, ha nemcsak a vállalat egészére, hanem az adott szervezeti egységre, sőt a szervezeti egységen belül az egyes szakterületekre különkülön képezzük.

Ezáltal az eredő mutatót részmutatókra bontjuk. A részmutatókból már látjuk azt, hogy melyik szakterület a domináns és melyik az elhanyagolható. Ha a részvénytársaság, vagy az igazgatóság az eredő mutató bizonyos mértékű javulását tűzi ki célul akkor a részmutatók ismeretében könnyen el lehet dönteni azt, hogy az eredő teljesítéséhez milyen részmutatók javítása szükséges. Ezt az adott technológiai háttér figyelembevételével szervezéssel fejlesztéssel hogyan lehet elérni, úgy, hogy a minőség és a szolgáltatás színvonala ne romoljon. A szakterületek fajlagos mutatóiból a szakterület létszámstruktúrája egyszerűen meghatározható.

Ez a mutató felhasználható a kisebb szervezeti egységek összehasonlítására is.

$$\textbf{1000 fővonalra jutó létszám} = \frac{\text{a területen dolgozók száma}}{\text{a területen lévő fővonalak száma}} \times 1000$$

A mutató hierarchikus változásából pedig látható, hogy a végrehajtó szintre hogyan rakódik rá és milyen mértékű az irányítási az adminisztratív és a kiszolgáló és a támogató ágazatok részaránya.

5.4. Létszámhatékonyság

A létszámhatékonyság megadja, hogy egy dolgozó a szakterületére legjellemzőbb paraméterből (előfizető szám, központkapacitás, hálózatkapacitás stb.) mennyit tart fenn, vagy épít meg.

Ezen fajlagos mutató képezi az alapját a végrehajtásban dolgozók létszámhatékonyság vizsgálatának és a létszámgazdálkodásnak.

A fajlagos mutató segítségével összehasonlíthatjuk a különböző munkacsapatok, primer körzetek azonos szakterületéhez tartozó dolgozóinak hatékonyságát. (Pl. az egyik primerkörzetben egy dolgozó „x" mennyiségű, míg a másik primerkörzetben „y" mennyiségű távbeszélő-állomást tart fenn.) Meg lehet vizsgálni, hogy az eltérésnek mi az oka? (Jobbak a körülmények, nagyobb a szaktudás stb.)

$$\textbf{1 dolgozóra jutó ..... (paraméter)} = \frac{\text{..... (paraméter) össz. értéke a szakterületen}}{\text{az adott szakterületen dolgozók létszáma}}$$

A létszámhatékonyság bizonyos szempontból helyettesíti a normázást, mert az átlagos mutató az adott környezeti feltételek mellett nyújtott átlagos teljesítményt adja meg. Ezt a mutatót össze lehet kapcsolni a dogozói érdekeltségi rendszerrel, és a dolgozói ösztönzés alapjául szolgálhat.

A mutatót összekapcsolhatjuk a technológiai háttérrel és ekkor a technológiára vonatkozó átlagos hatékonyságok kapjuk meg.

A nevezőben a lévő dolgozói létszámot kétféleképpen határozhatjuk meg.

a) Minden dolgozót besorolunk arra a szakterületre, amelyen általában dolgozik. Vannak olyan dolgozók akik több szakterületen is dolgoznak. Ezeket az adott szakterületen törtlétszámként kell figyelembe venni. Ez a módszer a szakterületenkénti bér és létszámgazdálkodásnak teremti meg az alapját.

b) A ledolgozott órákat gyűjtjük szakterületenként és a teljes létszámot felosztjuk óraarányosan. Ekkor a szakterületenkénti effektív létszámot kapjuk.

5.5. Szakterületenkénti átlagkereset

Ez a fajlagos mutató megadja szervezeti egységenként az azonos szakterületben dolgozók átlagkeresetét dolgozónként.

Az előző mutató a) és b) pontjában besoroltuk a dolgozókat egy-egy szakterületbe. Ezt a besorolást felhasználva képezhetjük a szakterületenkénti átlagkeresetet az alábbiak szerint:

$$\textbf{1 dolgozóra jutó m.bér} = \frac{\text{azonos szakterületen dolg. m.bére}}{\text{adott szakterületen dolg. száma}}$$

A fajlagos mutató segítségével összehasonlíthatjuk az azonos szakterületen munkát végző dolgozók bérét egyénenként. A munka hatékonysága és a dolgozók bére egyszerűen összevethető, ha az egy dolgozóra jutó munkabért összevetjük a létszámhatékonysággal (előző fajlagos mutató). A két mutató együttes vizsgálatával megnézhetjük azt, hogy ahol többet dolgoznak a dolgozók valójában ott kapnak-e több bért. A két mutatónak szinkronba kell lenni egymással és az arányoknak is célszerű megegyezni.

A különböző szakterületen dolgozók bérét is összevethetjük ezen fajlagos mutató segítségével. Ebből láthatjuk, hogy a kvalifikáltabb, illetve a nehezebb körülmények között dolgozók kapnak-e több bért.

A mutató összefüggésbe hozható a szakképzettséggel is. Azon a szakterületen ahol magasabb szakképzettségű dolgozókra van szükség ott az egy dolgozóra jutó munkabér magasabb lehet mint ott, ahol a szakképzettség igénye alacsonyabb.

A mutatót összevethetjük a konkrét terület technológiai hátterével. Célszerű a technológiai hátteret, szakképzettséget, és a szakterületenkénti bért együtt vizsgálni.

A fenti alapelvek és fajlagos mutatók figyelembevételével egy munka és szakképzettség arányos bérezés, illetve dogozói érdekeltségi rendszert alakíthatunk ki.

5.6. Fajlagos költség

Az egyes szakterületek és szervezetek üzemeltetésének gazdaságosságát a fajlagos üzemeltetési költségek összevetésével elemezhetjük.

A mátrixanalízis segítségével a forrásadatok rendelkezésre állnak. A fajlagos költségeket úgy kell kialakítani, hogy az egyes szakterületek fajlagos költségei egymáshoz illeszkedjenek, és a szakterületek fajlagos költségeiből az üzletág fajlagos költségei meghatározhatók legyenek. Ugyanakkor a legmagasabb fajlagos költségből (pl. egy előfizetőre eső költségből) ezen költségek részelemei egyszerűen meghatározhatók legyenek. (Pl. hálózatos költséghányad, központos költséghányad, végberendezéses költséghányad stb.)

Vezessük be a P jelölést a „szakterület paraméterére". Ezt a P értéket használva jól használható fajlagos formulákat írhatunk fel az alábbiakban.

A fajlagos költségeket képezhetjük szakterületenként, illetve szervezeti egységenként. Ha figyelembe vesszük a különböző technológiai hátterű szervezeteket láthatjuk, hogy egy elavult technika mennyivel kerül többe, mint egy korszerű eszköz.

A fajlagos költséget összevethetjük a minőségi mutatókkal is. Az összevetésből látható, hogy adott minőségmutató változásnak milyen költségvonzata van. Ebből megtervezhető, hogy adott minőségjavítás várhatóan mennyibe fog kerülni.

$$\textbf{Fajlagos költség} = \frac{\text{a szakterületre elszámolt költség}}{\text{a szakterület legjellemzőbb paramétere}}$$

5.7. Fajlagos anyaghányad

A fajlagos költség igen fontos információ, de sokszor szükség lehet arra, hogy a fajlagos költségen belüli megoszlás milyen. (Mennyi az anyagköltség, mennyi a munkabér, mennyi a járulék stb.)

Az anyagfelhasználás hatékonyságára és mértékére ad eligazítást a fajlagos anyaghányad. Ezt az alábbi módon számolhatjuk ki:

Fajlagos anyaghányad = adott analitikára, vagy/és munkaszámra elszámolt anyag/P

A fajlagos anyaghányad a fajlagos költség részletezésének egyik elemét adja. A mutató által láthatóvá válik, hogy a fajlagos költségen belül milyen mértékű az anyagköltség. Ezen mutató időbeli alakulása az anyagfelhasználás mértékét tükrözi időszakonként.

5.8. Fajlagos munkabérhányad

A fajlagos költség második legjelentősebb eleme a fajlagos munkabérhányad. A fajlagos költség részletezésénél van erre a mutatóra szükség.

Megadja az adott szakterület legjellemzőbb paraméterére jutó munkabérhányadot.

Az adott szakterületen dolgozók bére két módszerrel határozható meg.

a) Analitikus költséghelyre történő bérszámfejtést végzünk. Minden dolgozó bérét, arra az analitikára számfejtjük amin dolgozik.

b) A dolgozók bérét számfejtjük a tényleges óraráfordításnak megfelelően és felosztjuk az analitikus effektív létszám arányában, és az azonos analitikához tartozó béreket összeadjuk.

A fajlagos munkabér jól használható a különböző gazdasági számításoknál, mert szerves részét képezi az egész mutatórendszernek. Az egyes szakterületek bérarány változása jól szemléltethető a mutatórendszer segítségével.

Adott paraméterre jutó m.bér = adott szakterületen dolg. munkabére/P

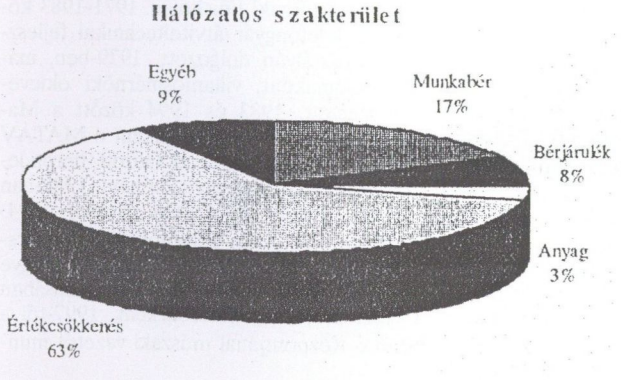
5.9. Fajlagos értékcsökkenés

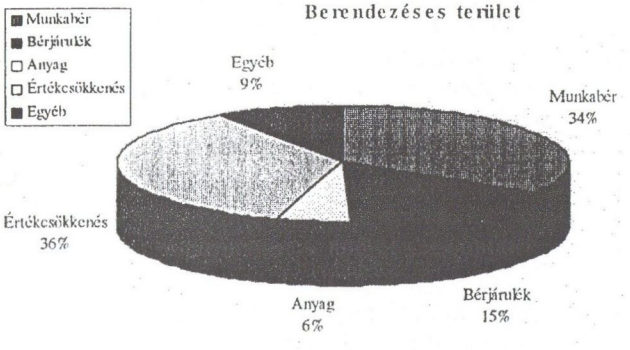
Az amortizációs költség nagyon jelentős mértékű a különböző költségtényezők között. A többi költséghez hasonlóan az amortizációs költségből is fajlagos költséget képezhetünk. Ez egyrészt a költség mértékét mutatja be, másrészt a vállalati amortizációs politika kialakításához ad alapinformációt. A fajlagos értékcsökkenés figyelembevételével ki lehet alakítani a piaci viszonyokhoz alkalmazkodó rugalmas amortizációs politikát.

Fajlagos értékcsökkenés = a szakterülethez tartozó eszközök értékcsökkenése/P

5.10. További fajlagos költségek

A munkamátrix felhasználásával számtalan sok fajlagos költség képezhető. A nagyobb energiaigényű szakterületeken hasznos lehet a fajlagos energiaköltség meghatározása.





5. ábra. Fajlagos költségek összefoglalása

Fajl. energiakts. = adott szakter. tart. energiafelh.kts./P

Azokon a szakterületeken, ahol a szállítási költség jelentős ott a fajlagos szállítási költséget célszerű képezni.

Fajl. szállítási kts. = adott szakterületre eső szállítási kts./P

6. SZAKTERÜLET-SPECIFIKUS FAJLAGOS MUTATÓK

Az előző fajlagos mutatókkal ellentétben ezen csoportba tartozó fajlagos mutatók nem használhatók minden szakterületre. Nem alkalmasak a különböző szakterületek összevetésére, hanem csak az adott szakterület jellemzésére használhatók (pl. átlagos központkapacitás, egy előfizetőre jutó helyközi és helyi vonalköltség aránya, típusmegoszlás az azonos technológia-csoportba tartozó, de különböző típusú berendezések között, egy megavatóra egyenáramú energia előállítási költsége stb.).

Vannak olyan szakterület-specifikus fajlagos mutatók is, amelyeket a különböző költségelemek meghatározásához közvetve szükségesek (pl. átlagos áramközi hossz hálózatos üzletágaknál, átlagos csatornahossz átviteltechnikánál stb.).

A fenti felsoroláson túl még igen sok szakterület-specifikus fajlagos mutatót lehet képezni. Ezeket most a kedves olvasóra bízzuk.

A fajlagos költségek közül a legjelentősebbeket mutattuk be. A mátrixanalízis nagy előnye, hogy tetszőleges újabb szakterület-specifikus fajlagos mutatók állíthatók elő, sőt később is bármikor visszatérhetünk a korábbi adatbázisra az újabb fajlagos mutatók előállítása céljából.

Példaként az alábbiakban bemutatjuk a hálózatos szakterületre képezhető fajlagos mutatókat, megadva a mutató képzéséhez felhasznált analitikus költséghelyeket (a Hxxx paramétereket korábban már definiáltuk). **Jelölje E az Előfizetők számát.** Ekkor az

Egy előfizetőre jutó hálózatüzemeltetési költség = Hxxx (H összes) analitikán elszámolt költség/E

A fenti hálózatos költség tovább bontható rész fajlagos költségekre. Pl.

Egy előfizetőre jutó helyi hálózatos költség = H110+H111+H112-es analitikán elszámolt költség/E

A helyi hálózatos költség tovább bontható földalatti és földfeletti részre.

Egy előfizetőre jutó földalatti hálózatos költség = H111-es analitikán elszámolt költség/E

Egy előfizetőre jutó földfeletti hálózatos költség = H112-es analitikán elszámolt költség/E

A körzet és a gerinchálózat költsége hasonlóan számolható a helyi hálózatéhoz. Az optikai hálózat költsége a fentiekhez hasonlóan számolható ki.

Egy előfizetőre jutó optikai hálózatos költség = H140+H141+H142-es analitika költsége/P

Ez tovább bontható földalatti és földfeletti részre, ha szükséges.

Az alépítmény költsége az elfoglalt csőhossz arányában felosztható távközlő-hálózatra és egyéb hálózatra, ha az alépítményben nemcsak távközlő-hálózat van. Az alépítmény távközlő-hálózatra jutó részéből meghatározható az egy előfizetőre jutó alépítményes költség.

A fenti fajlagos költségeket egy kördiagramba ábrázolva megkapjuk a vezetékes hálózat üzemeltetési költségeit, egy előfizetőre vonatkoztatva. A nevezőben szerepelhet üzemelő áramköri hossz, összes áramköri hossz, áramköri darabszám stb. attól függően. hogy a felhasználó, mihez akar vonatkoztatni.

Az analitikus költséghelyek alapján a többi szakterületre is elvégezhetők a költség elemzések a hálózatos szakterülethez hasonlóan. Így megkapjuk az üzemeltetéshez tervezéshez szükséges alapinformációkat.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR INFORMÁCIÓS 1883

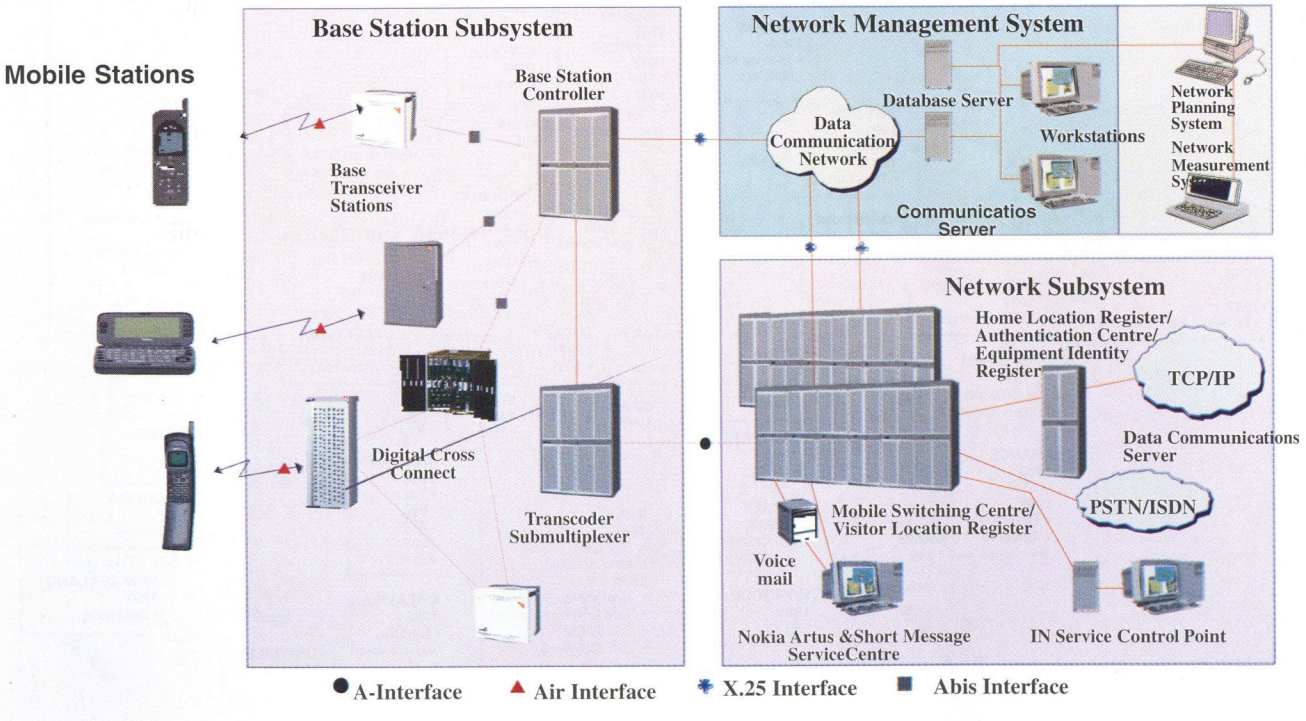
A fenti példában egy előfizetőre vonatkoztattuk a költségeket, de ezt megtehetjük a szakterület legreprezentánsabb paraméterére (áramköri hossz, épület négyzetméter, gépkocsik száma stb.). Elkészíthetjük ezen mutatók időbeli alakulását, és ezen mutatók egymáshoz viszonyított koleráció ját. Ezek a mutatók segítenek a döntések meghozatalában, és a döntések következményeinek elemzésekor.

A fentiekben nem törekedtünk a teljességre, csak ízelítőt kívántunk adni a munkamátrix létrehozásának módjáról és a mátrixanalízis kínálta lehetőségekről. A fentiek alapján mindenki elkészítheti a saját munkaszámrendszerét, analitikus rendszerét, és egyszerűen analizálhatja a munkáit. Felhívtuk a figyelmet ezek létrehozásának fő szempontjaira és buktatóira. Reméljük sikerült bemutatni a módszer hatékonyságát, előnyeit, és sok sikeres megvalósításban és örömben lesz része a kedves olvasónak.

Kerekes László 1971-ben szerzett üzemmérnöki oklevelet a Kandó Kálmán Híradásipari Műszaki Főiskolán. 1971-1983 között a Telefongyár átviteltechnikai fejlesztési főosztályán dolgozott. 1979-ben, másoddiplomaként, villamosmérnöki oklevelet szerzett. 1983 és 1994 között a Magyar Posta, majd jogutódjaként a MATÁV Szegedi Igazgatóságán dolgozott berendezésfenntartási csoportvezetőként. 1988-ban technikusi tankönyvet írt Digitális átviteltechnika címmel. 1994-95-ben a MATÁV üzemviteli projektjében dolgozott főmunkatársként Budapesten. 1995-96-ban a Déltáv Rt-nél Csongrád megye optikai hálózatának és átviteltechnikai hálózatának kidolgozásában és létrehozásában vett részt projekt menedzserként. 1997-től a MATÁV Szegedi Szolgáltató Központjánál műszaki vezetői munkakörben dolgozik.

Nokia GSM 1800

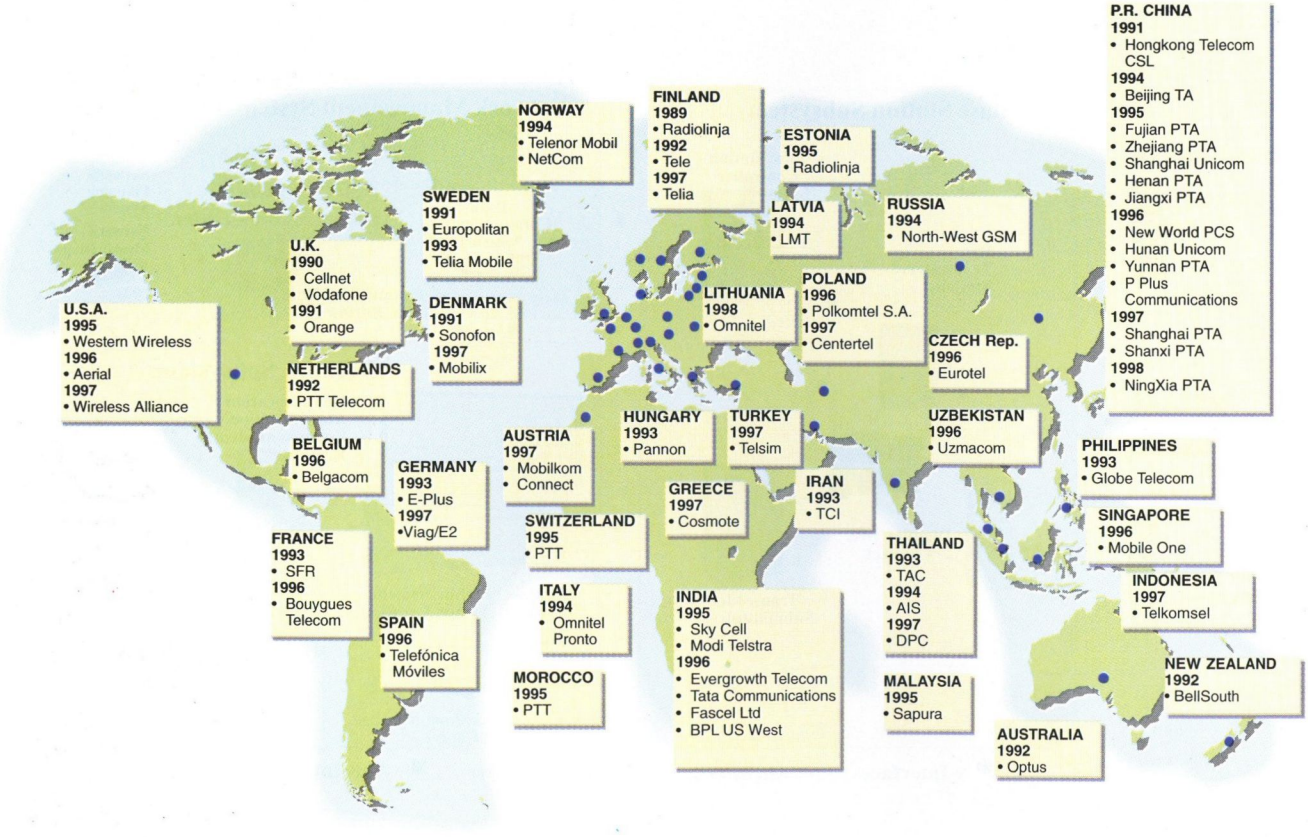
A Nokia teljes GSM 900/1800 rendszert kínál partnereinek. A nagy teljesítményű Nokia berendezések kimagasló kapacitást, költségkímélő lefedettséget, az üzemeltetés hatékonyságát és egyszerűségét, nagy megbízhatóságot, kiváló minőséget, és a végfelhasználói szolgáltatások differenciálására nagyszerű lehetőségeket biztosítanak. A Nokia GSM hálózat nyújtja a legrugalmasabb bővíthetőséget az iparágban, és képes kielégíteni a mobil szolgáltatások iránti tömeges igényt.



A Nokia GSM rendszer felépítése

Nokia GSM 1800

A Nokia a digitális mobil telefonrendszerek és készülékek egyik vezető szállítója és globális piacvezető a vezeték nélküli adatkommunikációban. A GSM technológiában a Nokia a világ egyik vezető gyártója, világelső a GSM 1800-as rendszerek és egyike az iparág két meghatározó cégének a GSM 900-as hálózatok piacán. A Nokia a világon ma nyilvános szolgáltatásként működő GSM 1800-as hálózatok közül 11-nek a szállítója.



INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR
ORSZÁGOS MŰSZAKI EGYETEM
1883

A Nokia GSM referenciái

TÁJÉKOZTATÓ A SZERZŐK RÉSZÉRE

A publikálandó cikket a főszerkesztőnek kell küldeni: Simonyi Ernő, 1061 Budapest, Paulay E. u. 56. II. 4/A; tel./fax: 341 6421, 325 9058, E-mail: sese@mail.matav.hu. Csak magyar vagy angol nyelvű kéziratokat fogadunk el.

A kéziratokat kettes sortávolsággal gépelt oldalakon kérjük beküldeni. Egy megjelent újságoldal kb. 6500 szövegkaraternek, kb. 2 gépelt oldalnak felel meg. A szerkesztői munka megkönnyítése érdekében köszönettel vesszük, ha a szöveg, ábrák, illetve táblázatok MS-WORD 2.0 vagy 6.0, TEX, illetve LATEX nyelvű fájljait is mellékelik.

A cikk címe után a szerző(k) neve és munkahelyi címe következzen. A cím lehetőleg tartalmazza a szerző telefonszámát, faxszámát és E-mail címét is. A szerző(k)nek mellékelniük kell egy rövid, 400-600 gépelt karakteres szakmai szöveges önéletrajzot, és egy jó minőségű fekete-fehér fényképet is. Az életrajz és a kézirat nyelve azonos legyen.

A kéziratot a cikk egy rövid összefoglalójának kell megelőznie. Örömmel vennénk magyar nyelvű összefoglaló angol fordításának, illetve angol nyelvű összefoglaló magyar fordításának csatolását.

A kézirat szöveges részének tartalmaznia kell a cikk szövegét a szükséges egyenletekkel és formulákkal együtt. A szöveges rész címrendűség szerint számozott fejezetekből és alfejezetekből épüljön fel. Az egyenleteket és formulákat a szövegben való hivatkozásokkal összhangban sorszámozni kell. A cikk szöveges részében meg kell jelölni az illusztrációk helyét. A cikk tartalmazhat sorszámozott lábjegyzetekre és szakirodalomra történő hivatkozásokat is.

A sorszámozott lábjegyzeteket külön lapon kérjük. A lábjegyzetek sorszámozása összhangban kell, hogy legyen a szövegben való hivatkozásokkal. Az irodalmi hivatkozásokat kérjük szögletes zárójelben [] feltüntetni mind a szövegben, mind pedig az irodalomjegyzékben.

Az ábrák (vagy egyéb illusztrációk) fekete-fehér, nyomdakész (camera-ready) eredetijét laponként kell mellékelni, egy lapon egy ábrát, az ábrához tartozó sorszámmal és ábraaláírással – összhangban a szövegben levő hivatkozással. Az ábrák megrajzolását vagy újra rajzolását nem tudjuk biztosítani. Köszönettel vesszük, ha az ábrákat tartalmazó, BMP, TIF, PCX, EPS, JPG vagy WMF típusú fájlokat is mellékelni tudják. Az ábrákon szereplő szövegrészek, egyenletek, formulák stb. nyelve egyezzen meg a cikkével, továbbá lényeges, hogy mérete és minősége lehetővé tegye a szükség szerinti kicsinyítést (min. 8,5 cm-ig).

INFORMATION FOR AUTHORS

Contributions should be submitted to the editor in chief: Ernő Simonyi, Paulay E. u. 56. II. 4/A, H-1061 Budapest, Hungary; voice/fax: (361) 341 6421, (361) 325 9058, e-mail: sese@mail.matav.hu. Contributions can be written either in Hungarian or in English. We are sorry, but we cannot accept manuscripts in other languages.

Contributions should be submitted in double spaced typed pages. One page in the journal consists of about 6500 text characters, i.e. approximately 2 typed pages. In order to help editorial work, MS-WORD 2.0 or 6.0, TEX, LATEX files containing the paper, tables and figures are particularly appreciated.

The title should be followed by the author's name (names) and affiliation (institution, address, phone and/or fax number, e-mail address). Each author should provide a short (400-600 characters) technical biography and a black-and-white photograph of good quality. The language of the biography and the paper should be the same.

Contributions should be preceded by an abstract, a short summary of the paper including the title. Hungarian translations of English abstracts, or English translations of Hungarian abstracts are welcome.

The text part of a contribution may contain the text together with the necessary equations or formulas. The part text should be subdivided into hierarchically numbered sections and subsections. Equations and formulas have to be numbered in the same way as they are referred to in the text. The location of the illustrations should be indicated in the manuscript. The text part may also refer to numbered footnotes and references.

Separate pages must contain the footnotes with the same numbering as used in the text. The reference section containing the numbered references must be at the end of the paper. Both, in the text and in the reference list the reference numbers should be in rectangular brackets [].

Black and white and camera ready originals of figures (or other illustrations) should be attached separately together with the numbered figure captions, one figure per one page. We cannot provide drafting or art service. Optionally, BMP, TIF, PCX, EPS, JPG or WMF files types about the figures or tables are appreciated. Text, equations, formulas etc. belonging to the figures or tables should be of the same language as the manuscript. It is important to attach sharp and good quality illustrations which make possible reducing to 8.5 cm, as a minimum size, if necessary.

MATÁV

Amit érdemes csinálni,
azt érdemes jól csinálni !

OSZTÁLYOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓ KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

Szeretne többet tudni:
a video- és hangtechnikáról,
a digitális jelzéstechnikáról,
az ATM-ről, az SDH-ról,
a mikrohullámú technikáról ?

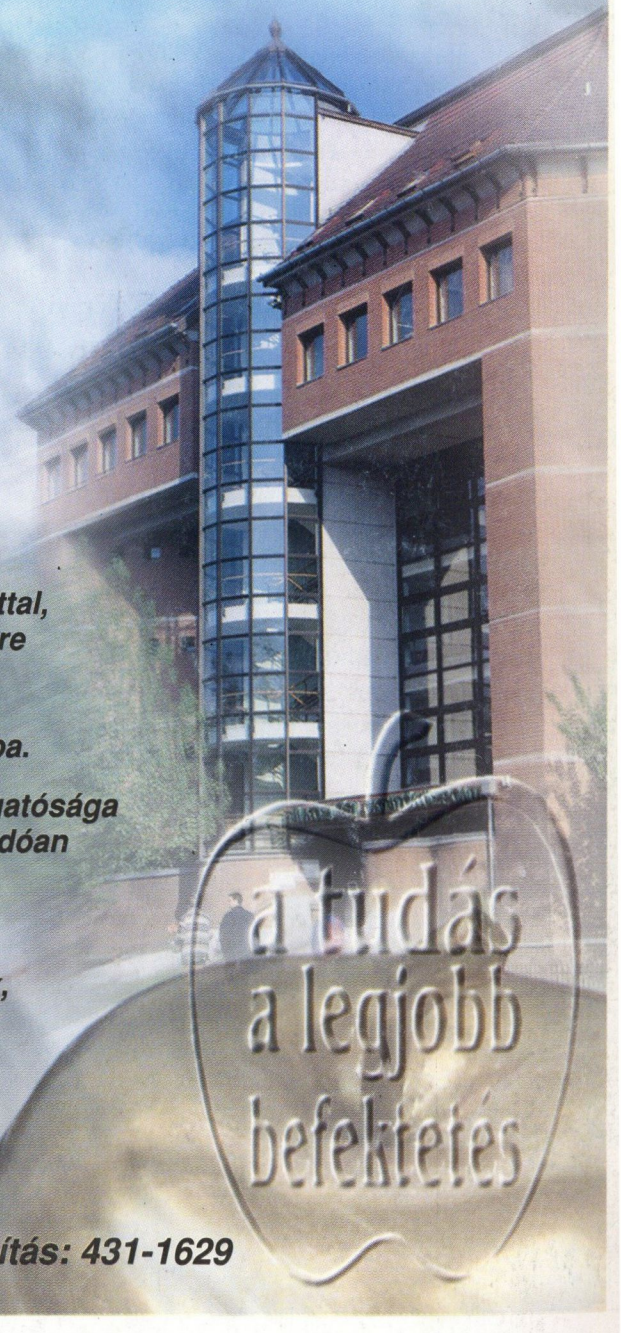
Forduljon hozzánk !

Oktatási Igazgatóság

A híradástechnikai ismeretek köre napjainkban rohamosan bővül. A MATÁV Oktatási Igazgatósága elébe megy a gyors technikai fejlődésnek, célja megalakulásától fogva a távközléssel, az elektronikával összefüggő, ahhoz szorosan kapcsolódó ismeretek fejlesztése. Üzleti filozófiájának része, hogy olyan képzést nyújtson, mely azonnal hasznosítható gyakorlati ismereteket ad.

A MATÁV szakemberei évek óta nagy gyakorlattal, a legújabb eredményekre építve vezetik be az érdeklődőket a híradástechnika világába.

A MATÁV Oktatási Igazgatósága piaci működéséből adódóan továbbra is megőrzi nyitottságát, megtartja sokszínűségét a különböző képzésfajták, képzési szintek és formák tekintetében, tág választási lehetőséget kínálva ügyfelei részére.



QUALITY ASSURED FIRM ISO 9001 SGS

Részletes felvilágosítás: 431-1629