

híradástechnika

VOLUME LVIII.

2003/7

Július



Hálózatok konfigurálása és védelme

Eszközök és vizsgálatok

Információs társadalom

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület folyóirata

Tartalom

<i>A FEJLŐDÉS NORMÁLIS ÜTEME (JÚLIUS)</i>	1
HÁLÓZATOK KONFIGURÁLÁSA ÉS VÉDELME	
Gáspár Csaba, Makács Gábor, Cinkler Tibor WR-WDM hálózatok konfigurálása	2
Meskó Diána, Viola Gábor Útvonalválasztás MPLS hálózatokban takarékos tartalékolással	10
Megyer Balázs, Szombat Zoltán, Cinkler Tibor Optikai virtuális magánhálózatok (oVPN) kialakítása	19
ESZKÖZÖK ÉS VIZSGÁLATOK	
Várallyay Zoltán, Varga Gábor, Jakab László, Richter Péter Szélessávú Raman szálerősítők modern telekommunikációs rendszerekben	24
Jóna Gyula A TTCN-3 grafikus formája	30
Kuczmann Miklós, Iványi Miklósné A 3D FluxSet szenzor vizsgálata és kalibrációja	34
Muhi Dániel Flash memóriák	38
INFORMÁCIÓS TÁRSADALOM	
Dénes Tamás Az adathordozók „ujjlenyomata“	40
Visegrádi Ágota Elidegeníti vagy közelebb hozza az embereket a számítógép és az internet?	44
Nagy Beatrix Havaska A K+F helyzete és perspektívája	48
Könyveket ajánlunk Internet.hu	53
Behálózva	55



Címlap: A torlódás és az irányítás nem csak a távközlésben kritikus

Főszerkesztő

ZOMBORY LÁSZLÓ

Szerkesztőbizottság

Elnök: LAJTHA GYÖRGY

BARTOLITS ISTVÁN
BOTTKA SÁNDOR
CSAPODI CSABA
DIBUZ SAROLTA

DROZDY GYŐZŐ
GORDOS GÉZA
GÖDÖR ÉVA
HUSZTY GÁBOR

JAMBRİK MIHÁLY
KAZI KÁROLY
MARADI ISTVÁN
MEGYESI CSABA

PAP LÁSZLÓ
SALLAI GYULA
TARNAY KATALIN
TORMÁSI GYÖRGY

A fejlődés normális üteme

(JÚLIUS)



Az elmúlt két évben több előszó és gazdasági elemzés foglalkozott az újságban a recesszióval, a gazdasági válsággal és a szakma hanyatlásával. Visszatekintve erre az időszakra azonban azt látjuk, hogy például Magyarországon a mobil telefonok száma 7 millióra növekedett, a szélessávú átviteli utak létrehozása érdekében a gerinc-hálózat nagy részén hullámosztású multiplexezéssel megsokszorozódott a kapacitás. Az Internettel szembeni kezdeti ellenérzések is lassan csökkennek és gyorsul a használók számának növekedése. Ugyanezekkel a számokkal és folyamatokkal valószínűleg korábban messze-
menően elégedet lett volna mind az informatikai, mind a távközlési iparosok és szolgáltatók köre.

Felmerül a kérdés, hogy jogos-e a panaszkodás. Bizonyos fokig igen. Ugyanis az új technikák vonzóak voltak és a széles sávú kapcsolatok iránt kezdetben többen érdeklődtek, mint általában más újdonságok megjelenésekor. A fényvezető kábelek szinte ingyen kínálják a sáv-szélességet és az informatika a gyerekeknek játék, a középkorúaknak jól használható segédeszköz a munkájukhoz, az idősebbek pedig szórakozásnak, műveltségük bővítésének céljára használják. Az igények megnöttek és ezek kielégítésére az ipar és a szolgáltatás mind eszközben, mind létszámban jelentősen bővült. Sőt remek tere volt az informatika a szélhámosoknak is, akik csalfa pénzügyi manőverek segítségével, valódi szakmai teljesítmény nélkül, meggazdagodtak.

Az informatikát felhasználók körének gyors növekedése azonban a kezdeti nagy érdeklődés után beállt egy normális fejlődési folyamatba. Amíg nem jelenik meg a jövőben olyan újdonság, mint volt a mobiltechnika és a GSM, vagy a fényvezetők és a hullámhossz osztású rendszerek óriási kapacitáskínálata, valamint a Web-en elérhető újdonságok és szórakoztató böngészések lehetősége, addig csak a normális fejlődési ütem várható. Nem valószínű, hogy 1-1 új operációs rendszerért gyorsabb és

nagyobb kapacitású számítógépért a felhasználók kidobnák a régit és nagy anyagi áldozatokkal beszereznek az újat. A felhasználók többsége jelenleg még nem használja az eszközök által garantált lehetőségek határát, és nem is várható, hogy a közeljövőben szüksége lenne a maximumra. Nem biztos, hogy aki boldogan használja GSM készülékét az bármilyen anyagi áldozatot vállalna azért, hogy a tegnapi látott barátnője fényképét újra megnézze.

Az igények tehát csak az elavulás arányában és az új felhasználók számának természetes fejlődésével lehetnek arányosak. Vagyis a recesszió és a válság a piac döntő részének megszerzésére folytatott verseny túlzott beruházásainak és létszámfejlesztésének a következménye. A normális fejlődési görbe jelen esetben sem térhet el lényegesen a logisztikus jellegtől, mely az inflexiós pont után egy kevésbé meredek szakaszt követ, majd egy elhasználódással arányos lineáris fejlődés következik.

Reméljük, hogy hamarosan megjelenik valami olyan informatikai, vagy távközlési újdonság, mely az eddigieknél lényegesen vonzóbb a lakosság nagy része számára. A fiatalok ekkor ismét tülekedni fognak, hogy minél előbb hozzájussanak ezekhez az eszközökhöz, vagy szolgáltatásokhoz és a versenyben aki sokat akar elérni, megint felfuttatja cégét. De amint az autópárhuzamban is a 20-as évek végén a gazdasági válság egy stabil fejlődési tendenciába ment át, és jelenleg is az autót rendszeresen cserélik, biztonságosabb, nagyobb teljesítményű változatokra, és nem készülnek fel arra, hogy a 6 milliárd ember egyszerre akar majd hibrid autót vásárolni. Ezt fokozatosan bevezetett fejlesztési eredményekkel, előrelátható árpolitikával és mértéktartó reklámozással érik el.

Reméljük, hogy mindez tanulságot szolgál, és ha megjelenik a szagos televízió, vagy a beszéddel vezérelhető számítógép, akkor nem futunk bele egy újabb válságba.

Lajtha György

WR-WDM hálózatok konfigurálása

GÁSPÁR CSABA, MAKÁCS GÁBOR, CINKLER TIBOR

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME), Távközlési és Telematika Tanszék (TTT)

E-mail: gaspar@ttt.bme.hu, mg122@hszk.bme.hu, cinkler@ttt.bme.hu

Reviewed

A jövő szállító hálózata várhatóan az ITU-T által ajánlott ASTN, vagy az IETF által javasolt GMPLS architektúrának megfelelő több-
brétegű, optika (fény) alapú hálózat lesz. Ezek konfigurálása és védelme nehéz problémákat vet föl. A forgalomösszefogástól és a
megosztott védelemtől a szükséges erőforrások jelentős csökkenését várjuk. Ennek kapcsán vizsgáltuk a szükséges erőforrásokat a
különböző lehetséges esetekben.

1. Bevezetés

Optikai hálózatok felépítése

Az optikai hálózatok legfontosabb építőkövei a *leágaztatók* (OADM – Optical Add/Drop Multiplexer) és a *rendező*, melyeket *fénykábelek* kötnék össze [1]. A rendezők szolgálnak a jelek forrásául, és nyelőjéül, másrészt a jelek továbbításáért és átalakításáért felelősek. A rendezőket összekötő fénykábelek *fényszálakból* állnak. Egy fénykábél napjainkban jellemzően 100-nál is több fényszálát tartalmaz. A jel tisztán optikai úton terjed a vezetőkben. Egy fényvezetőszálon több jel is terjedhet különböző *hullámhosszakon*. Ez a *hullámhosszosztásos nyalábolás* (WDM – Wavelength Division Multiplexing) technika. Ebben az esetben természetesen különböző hullámhosszakon működő lézerekre van szükség. A DWDM (sűrű-WDM) kifejezést akkor használjuk, ha egy szálon sok (nyolcnál több) hullámhosszon van forgalom. A hullámhosszosztásos nyalábolási technika 360 egymástól teljesen független forgalom átvitelét is jelentheti szálanként (pl. Alcatel 6912 TeraLight Ultra fényszál). Azokat a technikákat, amikor a csomópontokban a jelet a hordozó hullámhossz alapján vezetjük el, összefoglalóan *hullámhosszirányításnak* (WR – Wavelength Routing) nevezzük [7]. *

Rendező

Egy egyszerűsített, csupán két fényszálát összekötő leágaztató elvi sémáját az 1. ábrán láthatjuk. Egy rendezőben a jel a következő módon haladhat tovább:

- Hullámhosszankénti demultiplexálás után a jel optikai úton halad tovább, majd újramultiplexálva másik fényvezetőn folytathatja az útját változatlan hullámhosszon. Kapcsolók (pl. MEMS típusú rendező esetén tükrök) segítségével választjuk ki, hogy melyik szálra továbbítjuk a jelet (lásd az ábra alsó két hullámhosszát).

- A demultiplexálás után a jelet tükrök segítségével egy porthoz irányítják, ahol azt elektromos jellé alakítják át. A port felelős a jel O/E (optikai-elektronikai) átalakításáért. Ekkor kerül a jel az elektromos rétegbe, ahol az elektro-

mos csomópontban végződhet, vagy az elektromos pont érintésével továbbhaladhat egy másik port felé, ahol ismét optikai jellé alakítva tetszőleges szál, tetszőleges hullámhosszán folytathatja az útját.

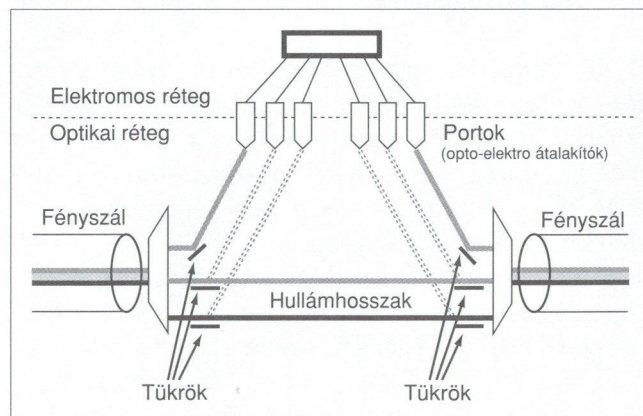
- Egy jel az elektromos ponton keresztül kerülhet be a hálózatba, ahol azt egy lézerdíoda segítségével tetszőleges fényvezető tetszőleges hullámhosszára irányíthatjuk.

A fent leírt rendezőt hívják *elektronikus magvú optikai rendezőnek* (EOXC – Electro-Optical Cross Connect). Fontos jellemzője az, hogy a jel csak az elektromos pont érintésével tud csak hullámhosszat váltani.

További lehetőséget nyújt az *optikai rendező* (OXC – Optical Cross Connect). Ez az optikai kapcsolótípus képes bármelyik bejövő szál bármely hullámhosszának adatait a csomópontból kiinduló tetszőleges fényvezető tetszőleges hullámhosszára továbbítani tisztán optikai úton. Ebben az esetben a forgalom számára lefoglalt út több hullámhosszt is tartalmazhat, de az elektromos réteget ekkor sem érinti.

Kapacitások lefoglalása

Általában a hálózat minden csomópontjának az összes többi csomópontot el kell érnie, de a felmerülő igények méretében akár nagyságrendi különbségek is lehet-



1. ábra Optikai rendező elvi sémája (OADM típusú)

* A szerk. megj.: Itt végig az a feltétel, hogy a kábelben csak egyetlen szál van.

nek. A hálózaton bérelt vonali szolgáltatást szeretnénk nyújtani. A szolgáltatás igénylője egy kapacitás értékkel fordul hozzánk, melyről úgy gondolja, hogy az ő forgalma nagy valószínűséggel bele fog férni ebbe a kapacitásba. Mi ennek a kapacitásnak a biztosítását vállaljuk.

Az összes kapacitásigényt egy kapacitásmátrix írja le. Ennek a mátrixnak annyi sora illetve oszlopa van, amennyi csomóponttal rendelkezik a hálózat. A mátrix $A[i][j]$ értékének a jelentése: az i . csomópontból a j . csomópontba tartó bérelt vonal nagysága. Jól látható, hogy a forgalom mátrix nem feltétlenül szimmetrikus. A hálózat tervezésekor minden csomópontban meghatározzuk, hogy az egyes fényvezetőszalak merre folytassák útjukat és melyik bérelt vonal melyik hullámhosszt használja. Célunk, hogy a hálózat az összes igényt ki tudja szolgálni. A hálózat egy adott pillanatbeli ilyen irányú beállítását *hálózati konfigurációnak* nevezzük. Amennyiben valamelyik vevőnek megváltozik az igénye, akkor ezzel a megváltozott kapacitásigénnyel újra be kell állítani a rendezőket.

Forgalomösszefogás (traffic grooming) esetén felsőbb rétegben jelentkező igényeket nyalábolva továbbítunk egy alsóbb rétegben [2]. Jelen esetben egy fényvezetőszalag egy hullámhosszán több különböző forgalmat is továbbítunk. Ezt optikai hálózatokban időosztásos nyalábolással (TDM - Time Division Multiplexing) oldhatjuk meg. Ekkor több jel felváltva, más-más időintervallumban használja ugyanazt a hullámhosszt. A rendező az ily módon nyalábolandó jeleket elektromos jelekké alakítja, elvégzi a nyalábolást vagy szétbontást, majd visszaalakítja azt optikai jellé. A technika a hullámhosszak jobb kihasználását eredményezi, mert ha egy kapacitásigény nem foglal le egy teljes hullámhossz adta lehetőséget, akkor ugyanazon hullámhosszon más kapacitásokat is le tudunk még foglalni. Azonban a transzparencia elvesztése mellett jelentős többletkésletteléssel is jár, mert az optikai jelet mindenképpen elektromossá kell alakítani.

A védelmi technikák a hálózatokat fizikai szinten leginkább a hardver meghibásodásából adódó zavarok ellen védik. Ezek a hibák gyakran a csomópontnak, vagy a kábelnek csak egy részét érintik. Elképzelhető, hogy csak egy fényszál sérül meg, vagy a rendezőnek csak az egyik portja. Viszont minden lehetséges hiba ellen védekeznünk kell, ez többféle eljárással történhet:

- **Helyreállításnál** a hiba fellépése után egy helyreállító lépésben újra lefoglaljuk azon kapacitásokat, melyek elvezetése lehetetlenné vált.
- **Védelem** esetén pedig a hibákhoz már előre rögzítjük a kivédés módját, és ehhez előre lefoglaljuk a szükséges erőforrásokat.

A helyreállítás a hiba beálltáig takarékos az erőforrásokkal, azonban a hiba megjelenése után újra kell konfigurálni a hálózat egy részét.

Védelem használatakor előre kiszámított útvonalra kapcsolunk át hiba esetén, ezért ez gyorsabb. A hátránya viszont, hogy üzemi állapotban az előre lefoglalt (és kihasználatlan) védelmi utak jelentősen rontják a hálózat kihasználtságát.

Védelem alkalmazásakor egy fontos kérdés, hogy hány hibát kezeljünk. A leggyakoribb eset, ha egy hiba jelenik meg a hálózatban, több hiba megjelenése már jóval ritkább. Minél több hiba kivédésére készítjük föl a hálózatot, annál több erőforrást kell lefoglalnunk a védelmi útvonalak számára. Ez már egyszeres hiba esetén is jelentős, kétszeres hibánál pedig már elfogadhatatlan a lefoglalandó erőforrás nagysága. Ezért többszörös hibák kezelésére a helyreállítás jelenti a megoldást. A két módszer ötvözése jelentheti a leghatékonyabb megoldást, mely például egyszeres hiba esetén védelmet használ, többszörös hiba esetén pedig helyreállítást.

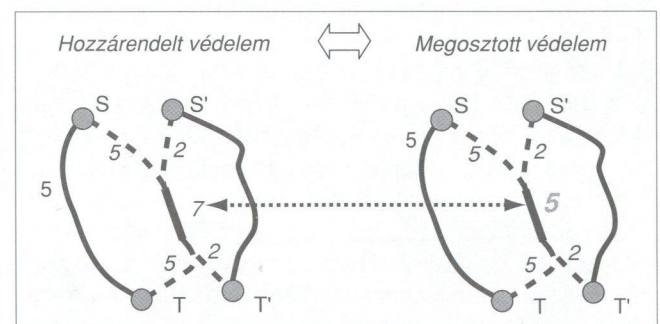
Gazdasági oldalról nézve a problémát, elmondhatjuk hogy a hálózat üzemeltetőjének túl sok kártérítést kellene fizetnie abban az esetben, ha nem százszázalékosan védene minden egyszeres hibát. Ez azért van így, mert egy kábel szakadása több 10 Tbit/s sáv szélesség kiesését jelentene. Egnél több hiba védelme viszont a hálózat üzemeltetőjének kerülne sokba, ezért erre az esetre gazdaságosabb vállalni a kártérítést. Ha például csak 99%-os mértékben védene, az egy százalékos kiesés még úgy is 10 Gbyte/s nagyságrendű lenne. Ezzel szemben az üzemeltetőnek nem olyan nagy plusz költség a teljes százszázalék biztosítása.

A továbbiakban két különböző védelmi módszert mutatunk be. A kétutas védelem jellemzője, hogy minden forgalmi igényhez két útvonalat rendel, egy üzemi, és egy védelmit (working and protection path). A nevékből is jól látható, hogy az elsőt hibamentes esetben folyik a forgalom, míg a másodikon hiba esetén. A forgalmi és védelmi utaknak ekkor diszjunktaknak kell lenniük.

A legegyszerűbb megoldást a *hozzárendelt védelem* (dedicated protection) alkalmazása jelenti. Ebben az esetben minden fényúthoz egy vele diszjunkt azonos kapacitású védelmi útvonalat rendelünk. Hiba esetén erre a védelmi útvonalra kapcsoljuk át a forgalmat. Kétségtelenül ez a leggyorsabb megoldás, azonban komoly árat kell fizetnünk ezért a gyorsaságért [3].

A *megosztott védelmi stratégiánál* (shared protection) [4] is egy védelmi útvonalat rendelünk a forgalmi útvonalhoz, de úgy próbáljuk csökkenteni a védelmi útvonalak által igényelt kapacitást, hogy azok bizonyos esetekben osztozhatnak közös erőforrásokon.

Erre látunk példát a 2. ábrán. A folytonos vonallal jelzett útvonal jelképezi a két forgalmi, a szaggatott pedig a két védelmi utat. Látható, hogy a két forgalmi út diszjunkt.



2. ábra A hozzárendelt és megosztott védelem összehasonlítása

Hozzárendelt védelem esetén a közösen használt szakaszon kettőjük kapacitásigényének az összegét kell lefoglalni. Megosztott védelem esetén elég csak öt egységet lefoglalni a védelmi út számára, szemben a hozzárendelt védelem esetére foglalandó héttel. Látszik, hogy mekkora megtakarítás érhető el a módszer használatával. Ez az eljárás azonban lassabb az előzőnél, mivel itt a közösen használt erőforrásokat a védelmi útvonal használata előtt kell konfigurálni. További probléma, hogy a konfiguráló algoritmusok bonyolultsága megnő.

2. A feladat

A hálózatról feltételezzük, hogy minden szálon ugyanannyi a hullámhosszak száma, és hogy a hálózat csomópontjai közötti kapacitásigényeket egy statikus és szimmetrikus kapacitásmátrix írja le [10]. Ezenkívül megengedjük az elektromos rétegbeli forgalomösszefogás alkalmazását és tiltását is.

Bemenő adat a vizsgálandó WR-DWDM hálózat topológiája, azaz csomópontjai és azokat összekötő szakaszok, továbbá a hálózatban használt hullámhosszak száma, a szimmetrikus kapacitásmátrix, és az egyes hálózati elemek használatának költsége.

Feladatunk a rendelkezésre álló adatok alapján egy megfelelően használható hálózati konfiguráció megtalálása, ami a kapacitásmátrixban megadott igényeket képes elvezetni.

Kimenetként megkapjuk a konfigurációt, beleértve azt is, hogy az egyes szakaszokon mely hullámhosszon haladnak a bérelt vonalak; és azokat a statisztikai adatokat, melyek az eredmények kiértékeléséhez szükségesek.

A feladat megoldásához a WR-DWDM hálózatok egy gráfelméleti modelljét kell megalkotnunk, mely minden hálózathoz egy gráfot, hálózati konfigurációhoz pedig egy folyamatot rendel egyértelműen. Ez a matematikai modell segítséget nyújt majd a feladat formalizálásában, illetve megoldásában egyaránt. Ezen gráf élein értelmezzük a költségfüggvényt, ahol az élköltségek egymáshoz viszonyított értéke számít. Különböző költségfüggvényekkel lehet például cél az O/E átalakítások számának a minimalizálása, vagy akár az útvonalak hosszának minimalizálása.

A feladat matematikai megfogalmazása

Számítási igény szempontjából a feladat több részfeladatra is NP-nehéz [5]. Egy NP-nehéz feladat tökéletes megoldása nem lehetetlen, csak gyakorlati méretű problémákra sajnos elfogadhatatlanul sok ideig tarthat. Léteznek konkrét implementációk, melyek egész értékű programozás segítségével megtalálják az optimális hálózati konfigurációt [6], például a CPLEX programcsomag segítségével. Ez a globális optimum azonban nem található meg polinom időben, így a program a mai PC-k sebessége mellett is körülbelül egy óra alatt oldja meg a csupán néhány (tíz alatti) csomópontból álló hálózat konfigurálását, na-

gyobb hálózatok esetén pedig már mérési adatok sem állnak rendelkezésünkre az elfogadhatatlan nagy futási idő miatt (ami akár több nap is lehet). Ez a módszer nagyon lassú, közelítő megoldásra van tehát szükségünk, ami polinom időben képes közel optimális megoldást adni. Célunk olyan heurisztikus közelítő megoldás létrehozása, mely a napjainkban elterjedt hálózatok mérete és hullámhossz-száma mellett is képes megfelelő eredményt adni.

3. A megoldás

Hullámhosszgráf

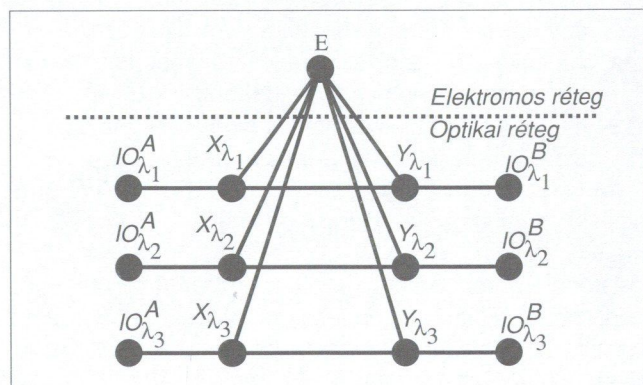
Első lépésként az optikai hálózathoz tartozó gráfot rajzoljuk fel [10]. A hálózat kezelhető gráfként, ha az optikai kábeleket élként, azok végén lévő berendezéseket csomópontokként kezeljük. Nevezzük ezt a gráfot a továbbiakban *hálózati topológiának*. Az új gráfot ebből a hálózati topológiából kapjuk oly módon, hogy az egyes elemeket különböző algráfokkal cseréljük le. Két elem helyettesítési képét kell tehát megadnunk: a szakaszét és a csomópontét.

Tudjuk, hogy egy adott fénykábelben hány szál, azokon belül hány hullámhossz található. Az adott fénykábelt a benne lévő hullámhosszak számával megegyező, párhuzamos éllel helyettesítjük, ahol az él kapacitását a hullámhosszak kapacitásával tesszük arányossá. Látható, hogy az egész kábelt egy nagy, mindent összeolvasztó fényvezetőként kezeljük. A konkrét megvalósításban minden szála azonos hullámhosszcsoport-számot használunk, és azok kapacitását egységes értékre állítottuk.

Csomópontmodell

A csomópontok helyettesítő képe már jóval bonyolultabb [7]. Ennek alakja függ a bejövő szálak számától, azok hullámhosszcsoportjainak számától, illetve a rendező típusától is. Munkánk során OXC és EXC rendezők használatára szorítkoztunk. Ennek egyik oka a probléma egyszerűsítése, másik hogy a hullámhosszirányítós technika használata a csak ilyen elemekből álló optikai hálózatoknál kritikus.

A helyettesítő algráf megértéséhez egy egyszerű példát mutatunk be. A 3. ábrán egy olyan csomópont helyet-



3. ábra A kapcsoló helyettesítő gráfja

tesítő képe látható, ami egy bemenő és egy kimenő fényszállal rendelkezik, szálanként három hullámhosszcsonnával. A könnyebb megérthetőség kedvéért kísérik figyelemmel egy hullámhosszcsonna fényjelének lehetséges útjait!

A jel keletkezésekor a kapcsoló elektromos rétegéből érkező impulzus hatására egy lézer segítségével adott hullámhosszú fényjel jön létre. Ezt a lehetőséget reprezentálja az $E \rightarrow X_{\lambda,1} \rightarrow IO_{\lambda,1}^A$ út. Itt az $E \rightarrow X_{\lambda,1}$ szakasz a jel generálásához kapcsolódik, míg az $X_{\lambda,1} \rightarrow IO_{\lambda,1}^A$ szakaszon a jelet a csatoló elemen keresztül a fényvezetőre helyezük. A jel elektromos jellé való átalakítása egy fénydióda segítségével történik.

A jel vételének például az $IO_{\lambda,3}^B \rightarrow Y_{\lambda,3} \rightarrow E$ út felel meg. EXC típusú rendező esetén a fenti műveletek egy csomóponton belüli kombinációjával lehetséges hullámhosszt váltani.

Forgalomösszefogás esetén kettő, vagy több fényjelet felvezetünk az elektromos rétegbe, ott időosztásos nyalábolás technikájával nyaláboljuk őket, majd a nyaláboló jeleket egyetlen hullámhosszcsonnára vezetjük. Ez csak akkor lehetséges, ha az összenyaláboló jelek együttes kapacitásigénye nem haladja meg a kimenő hullámhossz kapacitását. Természetesen a jelnek nem feltétlenül szükséges feljutnia az elektromos rétegbe, annak érintése nélkül azonos hullámhosszon folytathatja útját (például: $IO_{\lambda,2}^A \rightarrow X_{\lambda,2} \rightarrow Y_{\lambda,2} \rightarrow IO_{\lambda,2}^B$).

Végül arra kell felhívni a figyelmet, hogy az egyes párhuzamos éleknek a helyettesítések után rá kell kapcsolódnia a csomópontok helyén lévő algráfok megfelelő pontjaira. Az így kialakult összefüggő gráf (továbbiakban *hullámhosszgráf*) már nagyságrendekkel több pontot és élt tartalmaz, mint az eredeti hálózati topológia.

λ -úton itt egy olyan osztatlan folyamatot értünk, ami elektromos típusú csomópontból indul, elektromos típusúba is érkezik, miközben máshol ilyen, az elektromos réteget jelölő csomópontot nem érint. Mivel hullámhosszváltást csak az elektromos úton engedünk meg, ezért minden λ -úthoz rendelhető egy hullámhossz.

Javasolt megoldások

A heurisztika alapötlete, hogy védelem nélküli elvezetést kaphatunk, ha az egyes forgalmi igényeket külön-külön elvezetjük a hullámhosszgráfban. Ezt az elvezetést tehetjük soros, vagy párhuzamos módon.

Soros elvezetéskor az igényeket egymás után vezetjük el. A még el nem vezetett igények közül véletlenszerűen kisorsolunk egyet, majd a hullámhosszgráfban Dijkstra algoritmusát [8] futtatva meghatározzuk az útvonalat az igény forrásától egészen a nyelőig.

Párhuzamos elvezetés esetén az igényekhez tartozó útvonalakat együtt alakítjuk ki. Ebben a módszerben is kisorsolunk egyet a még el nem vezetett igények közül. A kisorsolt igényt elvezető utat most nem vezetjük el teljesen a nyelőtől a forrásig, hanem csak egyetlen él hosszan meghosszabbítjuk abba az irányba, amerre egy lefutott Dijkstra algoritmus a legjobb irányt mutatja. Csak akkor

tekintünk egy igényt elvezetettnek, ha az így folyamatosan növelt út össze nem köti a nyelőt és a forrást.

Mind a párhuzamos mind a soros módszer hatékonyságán sokat javít, ha néha egy-egy útvonalat részben vagy teljesen törölünk. Ez lassítja az algoritmust, de a viszszalépések segítenek a jobb megoldás megtalálásában.

A párhuzamos módszer jóval lassabban fut, mivel egyetlen Dijkstra algoritmus futása csak egyetlen éllel hosszabbítja meg az elvezetést, de jóval jobb eredményt is ad ez a megoldás.

A hozzárendelt védelem esete könnyen visszavezethető a védelem nélküli esetre: vezessünk el minden igényt kétszer ugyanúgy. Soros és párhuzamos esetben egyaránt arra kell ügyelni, hogy ha ugyanazon igényhez tartozó forgalmi vagy védelmi útvonalat vezetjük el, akkor azok mindvégig diszjunktak maradjanak. Ez úgy lehetséges, hogy a Dijkstra algoritmus második futása előtt időlegesen töröljük azon pontokat és éleket, amiket nem használhat az adott másodlagos útvonal.

Megosztott védelem alkalmazásakor először egy forgalmi útvonalat határozzuk meg Dijkstra algoritmusával. Ezt követően ideiglenesen átállítjuk a kapacitásértékeket az éleken úgy, hogy azok tartalmazzák az adott elvezetéssel megosztható kapacitásokat is. Ez a forgalmi útvonal ismeretében gyorsan számolható. Végezetül az így kialakuló új gráfban Dijkstra algoritmusával egy pontfüggetlen védelmi útvonalat keresünk. Fontos megjegyezni, hogy megosztott védelem használata mellett az újból felhasznált kapacitások költségét nagyon kicsi értékre állítjuk, ezzel is ösztönözve a megosztott erőforrások megjelenését.

4. Eredmények, tapasztalatok és következtetések

Vizsgálati körülmények

A konfigurációt végző program C++ környezetben készült, és Linux és Windows operációs rendszer alatt egyaránt futtatható. A futtatáshoz felhasznált számítógép egy Suse Linux 8.0 operációs rendszert futtató MSI K7Dual AMD Athlon 2000+MP számítógép volt 2 Gbyte memóriával.

A különböző algoritmusokat és beállításokat hat teszt-hálózaton futtattuk [10]. Ezek rendre 8, 16, 25, 61, 79 és 100 csomópontú hálózatok. A három nagy hálózaton az algoritmusok futási idejét és erőforrásigényét vizsgáltuk. A legtöbb futtatást a [9]-ben publikált 25 csomópontból álló európai referenciahálózaton végeztük. Lényeges kiemelni, hogy ezek a hálózatok a valós optikai gerinchálózatokhoz hasonló méretűek, és hasonló hullámhossz-számmal rendelkeznek.

A 25 csomópontból álló hálózatra 50 hullámhossz mellett, hozzárendelt védelem esetén egy perc körüli futási időt, és 80 Mbyte memóriahasználatot kaptunk. A forgalomösszefogás engedélyezése, illetve tiltása nem volt hatással a futási időre és a memória használatra. Megosztott védelem használata esetén azonban mindkettő megnőtt, melynek mértéke topológiafüggő. A 25 csomópontú háló-

zatra a futási idő másfélszeresére növekedett, míg a memória használat ötszörösére.

Egy gyakorlatban is használt hálózatra néhány perces nagyságrendbe eső futási időket és száz megabyte körüli memóriahasználatot kapunk, tehát egy mai PC teljesítményével is jól megoldható a feladat.

Forgalomösszefogás

A következő beállításokkal futtattuk a programot: európai teszthálózat, EXC rendezők, forgalomösszefogás engedélyezve és hozzárendelt védelem. A hullámhosszak számát változtattuk húsz és száz között, és a forgalmi igények nagyságát növelve vizsgáltuk a konfiguráció eredményeit.

Értelmezés az ábrákhoz:

Az ábrák jobb szélén lévő jelölések szorulnak még magyarázatra. Az egyes számok azt jelentik, hogy hány darab kapacitásigény „fér el” egy hullámhosszban, azaz mennyi kapacitásigényt tudunk összefogni. Ez a szám minél kisebb, annál nagyobbak az igények, annál kevesebbet tudunk egyetlen hullámhossznyi kapacitásában összefogni. Az 1-es jelentené a forgalomösszefogás nélküli esetet, de ezt nem ábráztuk később részletezett okok miatt.

A hullámhosszváltások számát

a 4. ábrán láthatjuk. Elsőként az látható az ábrán, hogy a hullámhosszak számának növelésével az értékek folyamatosan csökkennek. Minél több hullámhossz áll rendelkezésünkre, annál kevesebb hullámhosszváltásra van szükségünk.

Jól látható, hogy az összefogható forgalmak számának csökkentésével egyre magasabb hullámhossz-szám mellett kapunk csak eredményt. Ha 10 forgalmi igényt is képesek vagyunk összefogni, akkor 20 hullámhossz is elég az elvezetéshez, de ha már csak 3 forgalmat lehet összefogni, akkor 50 hullámhossz alatt nem kapunk teljes elvezetést (Teljesnek nevezünk egy elvezetést, ha a forgalmi útvonalak legalább 95 %-ához tud védelmi útvonalat rendelni a konfiguráció).

Rendkívül érdekes ha megfigyeljük azt, hogy ugyanazon hullámhossz-szám mellett az egyes görbék (4. ábra) hogyan helyezkednek el egymáshoz képest: 60 hullámhossz alatt azon konfigurációkban lesz kisebb az átlagos λ -útváltások száma, ahol több utat tudunk összefogni, de a 80 hullámhossz fölötti értékeknél ez a sorrend megcserélődik.

Azaz ha kellő hullámhossz-szám áll rendelkezésünkre, akkor jobb eredményt kapunk, ha kevesebb forgalmat

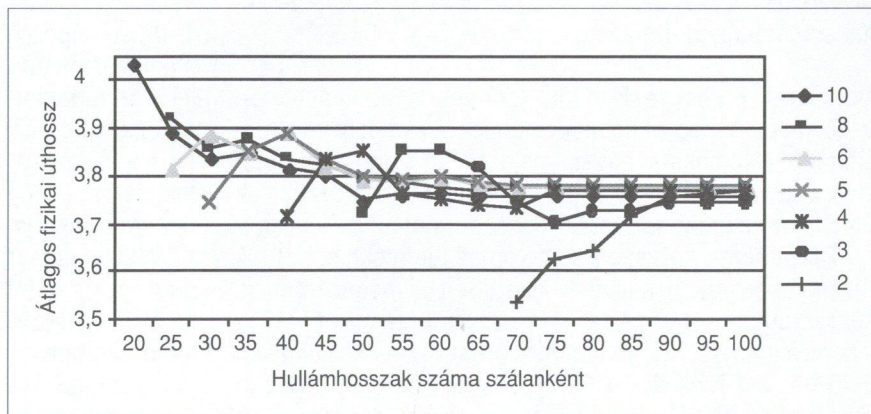
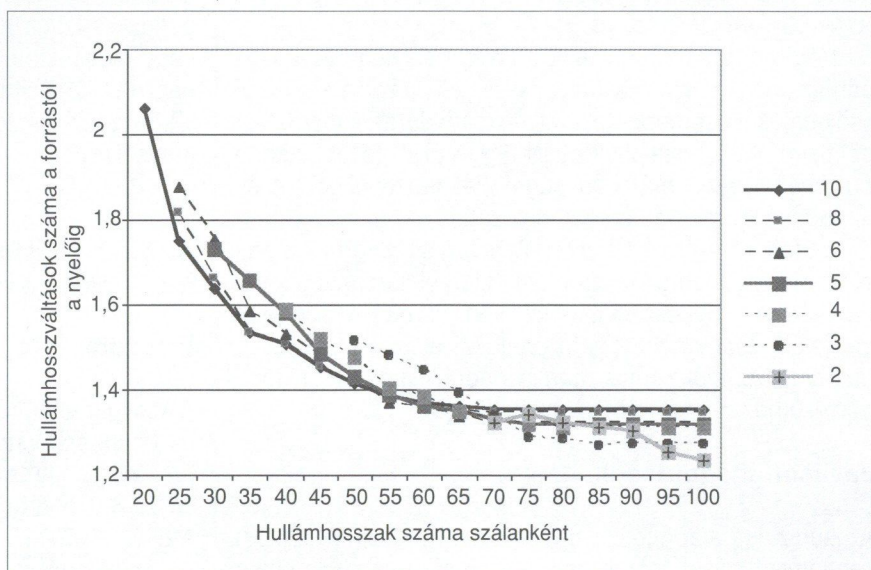
tudunk összefogni. Jól látható, hogy 70 hullámhossz környékén történik valami a hálózatban.

A 70 hullámhossz alatti viselkedés könnyebben magyarázható: ha nem tudunk elég utat összefogni, akkor egyes utaknak esetleg hosszabb kerülőutakon kell elérniük céljukat.

A magasabb hullámhosszon megfigyelhető jelenség magyarázata már nehezebb. Ezekben az esetekben már valószínűleg egyetlen útnak sem kell „kerülnie”, elég hullámhosszunk van ahhoz hogy összefoghassuk őket. Ebben az esetben azonban a több út összefogása bizonyos mértékig hátrányos. Ennek oka még további vizsgálatok alapját képezi, de feltételezhetően a használt költségfüggvény miatt kaptuk ezt az eredményt, melynek nagy szerepe van a kérdésben.

A fenti modell alapján azt várhatjuk, hogy akkor lesz a legkisebb a hullámhosszváltások száma, ha egyetlen forgalmat tudunk csak egy hullámhosszon elvezetni: valóban, a forgalomösszefogás nélküli esetben (szinte) tisztán optikai hálózat alakul ki, minden elvezetést egyetlen λ -úton vezetünk el. A probléma az, hogy ehhez jóval több hullámhossz szükséges, az adott hálózatra nézve ez az érték 150 hullámhossz (Az érték annyira magas, hogy nem is volt értelme ábrázolnunk az ábráinkon).

4. ábra Hullámhosszváltások száma a forgalmi útvonalra



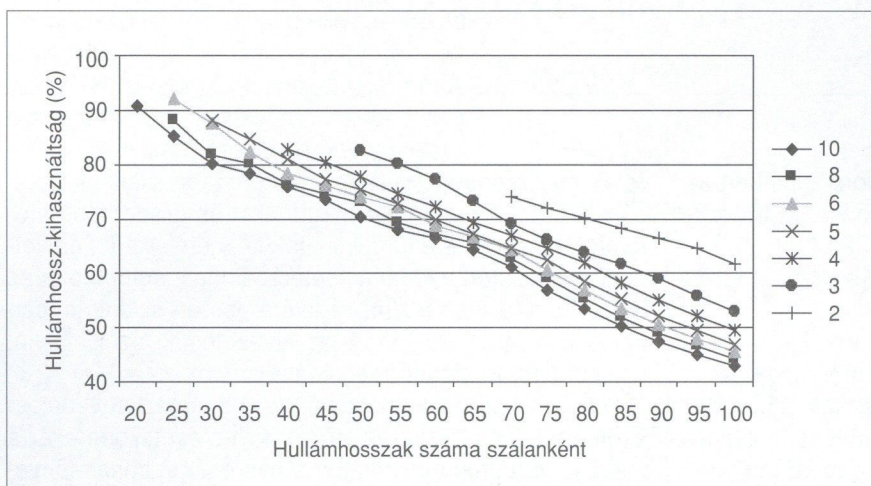
5. ábra Forgalmi utak átlagos fizikai úthossza

Hasonló karakterisztikát kapunk ha a védelmi útvonalakat tekintjük. Fontos különbség, hogy a λ -útváltások átlagos értéke minden esetben nagyobb, mint a forgalmi utaknál megfigyeltek, úgy viselkedik mint annak 0,2 értékkel való eltolta, ennek oka, hogy az optimalizálás a forgalmi útra történik.

A λ -útváltáshoz viszonyítva ugyancsak érdekes eredményeket kapunk, ha a forgalmi és védelmi útvonalak fizikai hosszát tekintjük az egyes hullámhosszakon (5. ábra). Fizikai hosszon a használt optikai fényszálak, számát értjük.

Forgalmi utakat tekintve jól látható, hogy a hullámhosszak számának csökkenésével az esetek nagy többségében egyre rövidebb forgalmi útvonalakat találunk. Rendkívül érdekes azonban, hogy ez a fenti szabály bizonyos esetekben nem érvényes. Ahogy egyre kevesebb forgalmat engedünk összefogni, annál különlegesebb görbéket kapunk, megfigyelhető egyfajta hullámzás az értékekben. A jelenséget *fizikai útlejtésnek* neveztük el.

6. ábra Hullámhosszak kihasználtsága



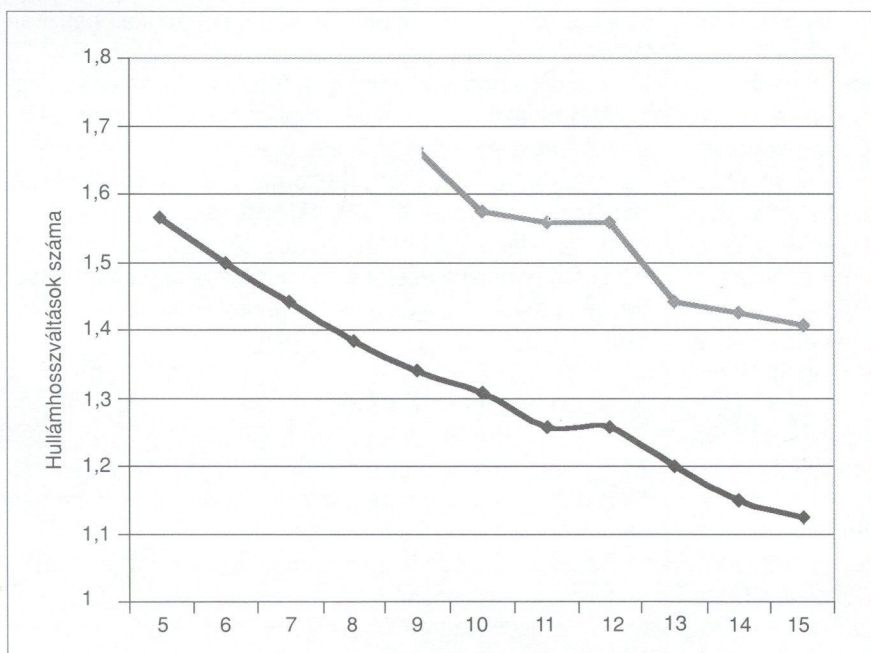
Hullámhosszak kihasználtsága

A 6. ábrán a hálózat hullámhosszainak kihasználtsága látható. Ez alatt azt értjük, hogy az optikai szakaszok hullámhosszainak hány százalékán fut bármiféle forgalom. Az ábrán az olvasható le, hogy a hullámhosszak számának növelésével, egyre kevesebb hullámhosszt használunk ki. Ugyanazon hullámhossz-szám mellett pedig a kevesebb forgalmat összefogó esetekben magasabb lesz a kihasználtság.

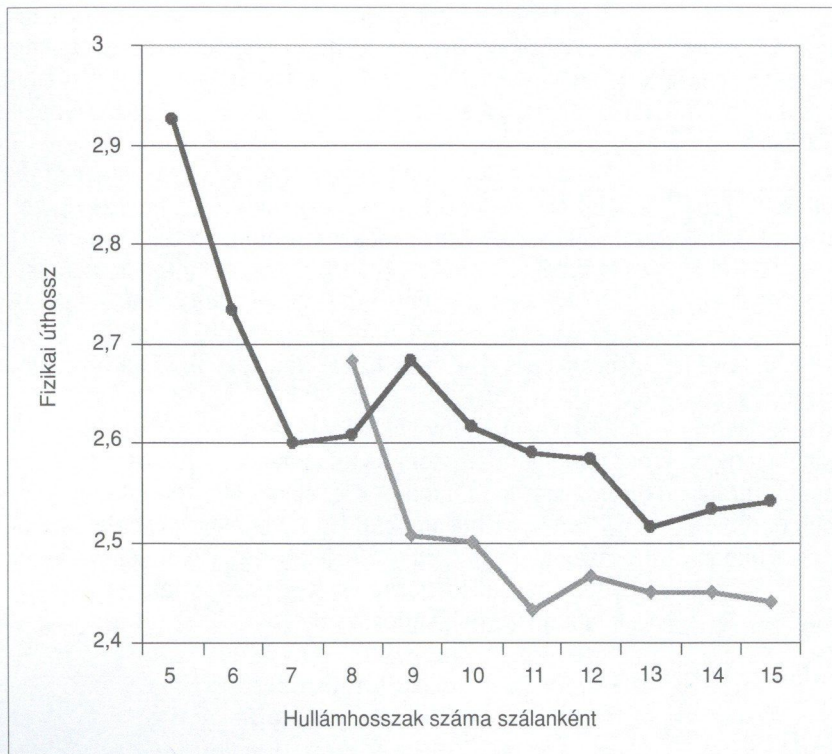
Az igazán érdekes az ábrán az, hogy ez a csökkenés milyen ütemű. Megfigyelhetjük, hogy alacsonyabb hullámhossz-szám mellett igaz az, hogy kétszer akkora hullámhossz-szám mellett nem lesz fele a kihasználtság, az új hullámhosszak egy részét kihasználjuk. Például 10-es görbe mentén 20 hullámhossz mellett 91% a kihasználtság, 40 hullámhossznál pedig 76%-os. Egy bizonyos idő után azonban már annyi hullámhossz áll a rendelkezésre, hogy az újak közül már szinte semennyit nem használ.

Azt a hullámhossz-számot, ami felett már újabb hullámhosszokat nem használ az elvezetés, *telítési pontnak* neveztük el. A 10-es görbére ez az érték 75 hullámhossz környékén található.

Érdekes megfigyelésünk, hogy a többi görbére is megállapítva ezt az



7. ábra λ -útváltások száma különböző védelmi technikákra



8. ábra Fizikai úthossz különböző védelmi technikák esetén

értéket azt vettük észre, hogy a telítési pont általában az a hullámhossz-szám lesz, amikor a kihasználtság 60% környékén mozog.

Védelmi technikák

Következő lényeges vizsgálati szempontunk, hogy mennyivel jobb a megosztott védelem a hozzárendelt védelemnél. A 7. ábrán a védelmi útvonalak átlagos λ -útváltását láthatjuk hozzárendelt védelem (világos vonal) illetve megosztott védelem (sötétebb vonal) esetén. A futási eredményt forgalomösszefogás mellett kaptuk a 16 pontos mintahálózatunkra.

Szembetűnő az, hogy mennyivel alacsonyabb hullámhossz-szám mellett képes a megosztott védelem teljes (95% feletti) védelmet biztosítani. A megosztott védelemnek ehhez mindössze 5 hullámhossz szükséges, míg hozzárendelt védelem 8 hullámhossz alatt nem képes védeni a forgalmi utak többségét. Másik érdekes különbség, hogy a megosztott védelem ebben a konkrét esetben 20%-kal kevesebb λ -útváltást igényel.

A 8. ábrán hasonló módon a védelmi útvonalak fizikai úthossza látható hozzárendelt (világos vonal) illetve megosztott (sötétebb vonal) védelemre.

Főleg az előző ábra után tűnhet meglepőnek, hogy mennyivel hosszabbak a megosztott védelmi útvonalak hozzárendelt társaiknál. Ennek oka a megosztott védelmi útvonalak költség-számításában keresendő. Ebben az esetben ugyanis olyan költség-paraméterrel futtattunk, hogy előnyben részesítettük a kapacitás újrahatszámítását. Ez azt jelenti, hogy érdekesebb az újrafelhasznált kapacitások mentén akár hosszabb úton is elérni a végpontot.

5. Összefoglalás

Az alábbiakban összegezzük azokat a tapasztalatokat, melyeket a futási eredmény vizsgálata során gyűjtöttünk össze.

Az első és egyik legfontosabb az, hogy világos képet kaptunk arról, hogy melyek azok az esetek, amikor érdemes forgalomösszefogást használni. Mint azt a 25 pontos európai referenciahálózatra is megmutattuk, még akkor is alig 70 hullámhosszra van szükségünk, ha a forgalmak akkorák, hogy egyszerre csak két forgalmat tudunk összefogni. Ezzel szemben a forgalomösszefogás nélküli esetben 150 hullámhossz alatt nem voltunk képesek megfelelően konfigurálni a hálózatot.

Ez azt a következtetést vonja maga után, hogy amíg lehetséges, használjunk forgalomösszefogást, kivéve akkor, ha amúgy is sok hullámhossz áll rendelkezésünkre. A megosztott védelem vizsgálata során rámutattunk arra, hogy a hozzárendelt védelem rendkívüli erőforrásigénye csökkenthető ezen az úton.

A hozzárendelt védelem esetén tapasztalt ökológiát [3], miszerint a védelmi utak két és félszer több erőforrást foglalnak le a forgalmi utaknál, nem sikerült átültetnünk megosztott védelem esetére. Ennek legfőbb oka az lehet, hogy a megosztott védelem esetén sokkal jobban hatással vannak egymásra az elvezetések, ezért sokkal inkább topológiafüggő megoldást kapunk.

Azt azért el tudjuk mondani, hogy megosztott védelem esetén a két és félszeres arányt egyes esetekben akár a felére is le tudtuk nyomni. Ezt a nyereséget annak fényében kell figyelnünk, hogy a megosztott védelem számításához jóval bonyolultabb, lassúbb eljárást kell használnunk.

A megosztott védelem és a forgalomösszefogás kapcsolatáról azt mondhatjuk, hogy mind forgalomösszefogásos, mind az azt nem engedő esetben komoly megtakarításokat tudunk elérni. A forgalomösszefogás nélküli esetben komoly (akár 40%-os) megtakarítást értünk el nagy (legalább 25 pontos) hálózatok esetén. Forgalomösszefogás nélküli esetre ezért mindenképpen a megosztott védelmet javasoljuk a hozzárendelt védelemmel szemben.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani az ETIK-nek, és a High Speed Network Laboratóriumnak a cikk elkészítésében nyújtott segítségért és támogatásért.

Tapolcai Jánosnak pedig köszönjük, hogy átsegített minket a nehézségeken.

A harmadik szerző OTKA D42211 és Bolyai János kutatási támogatásban részesül.

Irodalomjegyzék

- [1] Goeff Bennett,
The Layperson's Guide to Optical Networking,
Tutorial, DRCN 2001, Budapest, October 2001
- [2] Modiano, P.J. Lin,
Traffic Grooming in WDM Networks, IEEE
Communications Magazine, July 2001
- [3] Gáspár Csaba, Szentes Szabolcs,
Többrétegű WR-DWDM hálózatok konfigurálása
védelemmel, TDK dolgozat, 2001 BME-VIK
- [4] W. Grover, J. Doucette, M. Clouqueur,
D. Leung, D. Stamatelakis,
New Options and Insights for Survivable Transport
Networks, IEEE Communication Magazine, Jan. 2002
- [5] S. Even, A. Itai and A. Shamir,
On the complexity of timetable and multicommodity
flow problems, SIAM Journal of computing,
vol. 5, pp.691-703, 1976
- [6] T. Cinkler, ILP Formulation of Grooming over
Wavelength Routing with Protection,
ONDM 2001, Wiena, February 2001
- [7] Cinkler Tibor, Fülöp Levente, Hullámhosszirányítás
hullámhossznyalábolt hálózatokban,
Hiradástechika, LVI. évfolyam 2001/2
- [8] Rónyai Lajos, Ivanyos Gábor, Szabó Réka,
Algoritmelmélet, TypoTeX ,1998
- [9] COST~266:
<http://www.ure.cas.cz/dpt240/cost266/index.html>;
"COST 266 Reference Scenario":
[http://ibcn.atlantis.rug.ac.be/projects/COST266\IS
T_\lion/NRS/index.html](http://ibcn.atlantis.rug.ac.be/projects/COST266\IS
T_\lion/NRS/index.html), January 2002
- [10] Makács Gábor, Gáspár Csaba,
Forgalomösszefogás és megosztott védelem
többrétegű szállító hálózatokban,
TDK dolgozat, 2002 BME-VIK

Hírek

50 éves a Zsolnai Egyetem Villamosmérnöki Kara

A Zsolnai Egyetem története 1953. szeptember 1-én kezdődött, amikor Prágában a ČVUT (Cseh Műszaki Egyetem) Vasútmérnöki Karából megalakították az önálló Vasútmérnöki Egyetemet. 1959-ben az egyetemet Közlekedési Egyetemmé alakították, majd 1960-ban megindult átköltöztetése Zsolnára, ami 1962-ben fejeződött be. 1980-ban új nevet kapott ez az oktatási intézmény is, így lett Közlekedési és Távközlési Egyetem. 1992-ben Gépészmérnöki, Közlekedésmérnöki és Villamosmérnöki Kar alakult, és e három karon a korábbi hagyományok alapján folytatta munkáját. A Villamosmérnöki Karon 50 év alatt 6800-an szereztek mérnöki oklevelet, 11-en szereztek meg a „tudományok doktora” (DrSc) és 201-en a kandidátusi (PhD) fokozatot.

A kar aktívan részt vesz az EU oktatás-mobilitási projektekből, ilyenek például a TEMPUS, a SOCRATES vagy a LEONARDO. Az oktatók és a hallgatók közül számosan töltöttek hosszabb-rövidebb időt külföldi egyetemeken, így például Angliában, Olasz-, Francia-, Német és Svédországban, ahol előadásokat tartottak, vagy hallgattak. A kutatómunkák eredményeit a kar oktatói hazai és nemzetközi konferenciákon, valamint szakmai tudományos folyóiratokban publikálják.

Az 50 éves jubileum ünnepségén Ján Michalik egyetemi docens, a Kar jelenlegi dékánja az elkövetkező időszakra a következő célokat jelölte meg:

- az egyetemet reprezentáló elődök lelkiismeretes és színvonalas munkájának folytatása az oktatás és a tudomány területén egyaránt;
- Szlovákia betagozódása az európai struktúrákba, de ez nem jelentheti sem saját maguk feladását, sem a szélsőségek elfogadását;
- a bolognai deklaráció és a lisszaboni csúcs célkitűzéseinek teljesítéséhez az egyetem legjobban azzal járulhat hozzá, ha a maximumot nyújtja mind a kutatásban, mind a képzésben.

Az ünnepségeket szakmai előadások, díjátadások, baráti találkozók tették a különböző országokból érkező vendégek számára emlékezetessé.

További sikereket kívánunk az egyetemnek és az ott dolgozó oktatóknak!

Útvonalválasztás MPLS hálózatokban takarékos tartalékolással

MESKÓ DIÁNA, VIOLA GÁBOR

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME), Távközlési és Telematika Tanszék (TTT)
(mesko, viola)@tnt-atm.tnt.bme.hu

Reviewed

Ezen cikkben áttekintjük az általánosan alkalmazott útvonalválasztási és védelmi technikákat. Megfogalmazzuk és kidolgozunk egy útvonalválasztási módszert, amely többprotokollos címkekapcsolású (Multi Protocol Label Switching – MPLS [1]) hálózatokban keres az elvezetendő igények számára üzemi és védelmi útvonalat. Ismertetjük ezen algoritmus működését, majd összehasonlítjuk más, ugyanennek a problémának a megoldását célzó algoritmusokkal (α -s algoritmus [2], ill. útvonalválasztó algoritmus optimális megosztással [3]). Az algoritmus kialakítása során a gyakorlat alapján feltételeztük, hogy egy hálózatban, egy időben csak egy meghibásodás fordul elő és azt a hálózat üzemeltetője elhárítja a következő meghibásodás előtt – ezt a szemléletmódot a teljes munkánk során megtartottuk. Az olykor szűkös hálózati erőforrások miatt úgy választottunk útvonalat [4] az LSP-k számára, hogy azok minél kevesebb erőforrást – kapacitást, számítási időt, memóriát stb. – használjanak fel a rendelkezésükre állóból. Mind az üzemi, mind a védelmi útvonalak meghatározásakor arra törekedtünk, hogy az optimális megoldást minél jobban megközelítsük [5].

1. A munka előzményei, környezetének ismertetése

Feladatunk, hogy adott MPLS hálózatokba érkező igényeket kiszolgáljuk, mégpedig úgy, hogy számukra védelmet biztosítsunk. Ez azt jelenti, hogy az igényt csak abban az esetben vezetjük el, amennyiben találunk számára egy üzemi útvonalat, illetve ha meghibásodás esetén a helyreállításhoz szükséges védelmi útvonalak kapacitását tudjuk biztosítani.

1.1. Hálózatok védelme

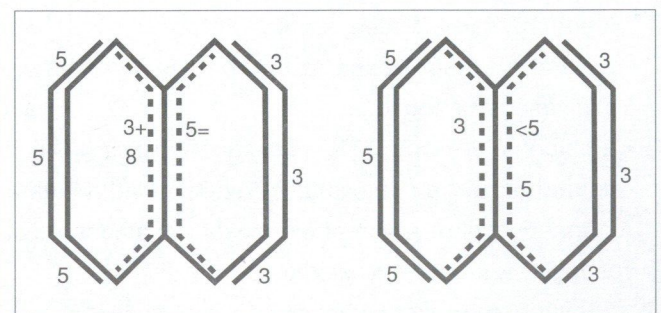
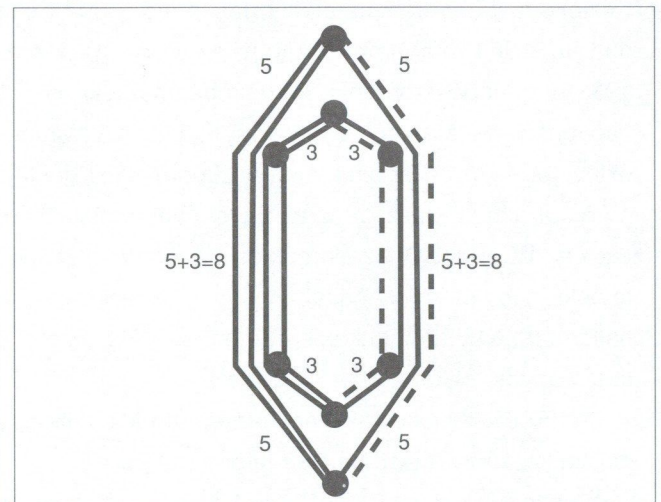
Gondolnunk kell a hálózat meghibásodásaira. A gyakorlat alapján feltételezhetjük, hogy egy hálózatban egy időben csak egy meghibásodás fordul elő és azt a hálózat üzemeltetője elhárítja a következő meghibásodás előtt – ezt a szemléletmódot a teljes munkánk során megtartottuk. A meghibásodások esetére védelmet biztosítunk. A védelmi technikákat két csoportba sorolhatjuk: védelem és helyreállítás.

• **Védelem esetén** a hálózatban az üzemi útvonalaknak előre konfigurált védelmi útvonalak állnak rendelkezésére. Előnye, hogy nagyon gyorsan át tudunk térni a meghibásodott üzemi útvonalról a védelmire, viszont sok erőforrást használ. A védelemnek két alapvető fajtája a hozzárendelt és a megosztott védelem.

- Hozzárendelt védelem esetén az üzemi és a védelmi útvonalaknak ugyanannyi kapacitást foglalunk le, így rengeteg erőforrásra van szükség.
- Emiatt szokták az úgynevezett takarékos vagy megosztott védelmet alkalmazni. Ennek alapötlete, hogy diszjunkt üzemi útvonalak védelme használhatja ugyanazt a szakaszt, mégpedig úgy, hogy nem a két kapacitás összegét foglaljuk le számukra, hanem ennél kevesebbet.

Példaként vegyünk egy hálózatot, melyben bemutathatjuk a két védelem közti alapvető különbséget. Ebben az egyik útvonal kapacitása 5, a másiké 3.

Amennyiben a két üzemi útvonalnak van közös szakasza és a védelmük is használ közös szakaszt, akkor azon a szakaszon mind a hozzárendelt, mind a megosztott védelem esetén a kapacitások összegét – ebben az esetben 8 egységnyi kapacitást – kell lefoglalnunk.



1–2. ábra
Hozzárendelt és megosztott védelem összehasonlítása I.-II.

A 2. ábra esetében a két üzemi útvonalnak nincsen közös szakasza, de a védelmük használ közös szakaszt. Ekkor a két védelem már jelentős eltérést mutat. Hozzárendelt védelem esetén a közös szakaszon a két üzemi útvonal kapacitásainak összegét foglaljuk le. Ez ebben az esetben is 8 egységnyi kapacitás lefoglalás a védelem számára. Ezzel szemben megosztott védelemnél a két üzemi útvonal kapacitásai közül elegendő csak a nagyobb kapacitásút, jelen esetben 5 egységnyit lefoglalni – gondoljunk arra, hogy egy időben csak egy meghibásodás fordulhat elő.

• **Helyreállítás esetén**, nem definiáljuk előre, hogy merre menjen a védelmi útvonal, hanem abban a pillanatban, amikor meghibásodás bekövetkezett, keresünk egy védelmi útvonalat, amelyik a meghibásodott hálózati elemet (csomópontot vagy szakaszt) nem használja. Ennek hátránya, hogy lassabb, viszont meghibásodás esetén dinamikusabban allokálja az erőforrásokat a védelem számára, valamint kevesebb erőforrást igényel.

Az általunk kidolgozott algoritmus a védelem és a helyreállítás között helyezkedik el. Mivel a védelemre szolgáló útvonalat az igény kiszolgálása előtt definiáljuk, azonban az egyes szakaszok meghibásodására külön-külön keresünk az optimálist minél inkább megközelítő védelmet.

1.2. Algoritmusok védelemre és helyreállításra

A következőkben néhány meglévő és javasolt algoritmus menetét írjuk le. Ezek alapja a Minimál Költségű Többtermékes Folyam [6] (MCMCF – Minimal Cost Multi-Commodity Flow) probléma, amely jelentése, hogy egy egyszeresen összekötött hálózatban többszörös termékeket próbálunk meg elvezetni úgy, hogy az összes folyam megfeleljen a kapacitás korlátoknak és minimális költségű legyen. A többtermékes folyamokat Egészértékű Lineáris Programmal [5, 7] (ILP – Integer LP) tudjuk megfogalmazni. Az ILP helyett gyakran csak Egészértékű Programozást (IP – Integer Programming) használnak. Az LP megfogalmazásokat különböző algoritmusok alkalmazzák a probléma stuktúrájának megfelelően. Az MCMCF számításigénye meghatározza az algoritmus futási idejét. Az ILP helyett lehetett volna heurisztikus közelítő algoritmusokat [8] is alkalmazni, melyek rövidebb futási idejűek és elég jól megközelítik az optimális megoldást. Munkánkban azonban ezt nem tárgyaljuk.

Először az α -s algoritmust fogalmazzuk meg ILP-vel. Bemutatjuk, hogy hogyan lehet az α -s algoritmussal Suurballe által '75-ben megfogalmazott algoritmust, α -s és a Dijkstra algoritmushoz hasonló algoritmusokat megvalósítani. Majd ILP segítségével leírjuk az útvonalválasztó algoritmust optimális megosztással. Ezután az általunk ajánlott algoritmust mutatjuk be, amely helyreállítási védelmet biztosít a hálózati hibák esetére. A helyreállítási védelem esetében az útvonalválasztás ugyan hosszabb időt vesz igénybe, de a nagy előnye a hozzárendelt és még a megosztott védelemmel szemben is az, hogy sokkal kevesebb erőforrásra van szükségünk ahhoz, hogy minden egyes hiba esetén védelmet biztosítsunk.

1.3. Az α -s algoritmus megfogalmazása [2] (1. referencia)

A probléma egy IP (5, 7] (Integer Programming) feladatként fogalmazható meg. A megfogalmazás itt is a minimális költségű többtermékes folyam (MCMCF [6]) problémára épül. A **különbség** az, hogy ennél az algoritmusnál minden igényhez két terméket definiálunk: egyet az üzemi útvonalnak, egy másikat a védelemnek. Van egy további megkötés minden igényre, amely biztosítja az útvonalak diszjunktágát. Emellett be kell vezetni egy változót (α -t). Ennek értéke határozza meg, hogy az üzemi útvonal hányszor legyen rövidebb a védelminél. IP-t kell használni LP helyett, hogy elkerüljük a folyam elágazását. Ennek a problémának a megoldására bármilyen a kereskedelmi forgalomban kapható csomagot használhatunk, mint pl. az lp_solve, vagy a CPLEX-t alkalmazva. Viszont ezek az IP megoldók csak abban az esetben hatékonyak, ha a probléma lineáris [5]! Ezért a célfüggvénynek és a korlátoknak – az előző esethez hasonlóan – a változók lineáris függvényeinek kell lennie.

Míg az előző esetben mindössze megkerestük a leg-rövidebb útvonalat a forrás és a nyelő (az adó és a vevő) között, addig itt nem csak egy legrövidebb útkeresésről van szó, ami majd az üzemi útvonal lesz, hanem e mellé keresnünk kell egy védelmi útvonalat is, amely védelem arra szolgál, hogy ha az üzemi útvonal megsérülne, el tudjuk vezetni az igényt a két csomópont között.

Ahhoz, hogy minden egyes termékre (forgalmi igényre) kialakítsuk az üzemi útvonallal egyidőben a védelmi útvonalat, a modellben két bináris folyammutató változóra lesz szükségünk, egy üzemire: $x_i^o \in \{0,1\}$, és egy védelmire: $y_i^o \in \{0,1\}$. A védelmire azért van szükségünk, hogy jelezzük az o termék folyamjainak a védelmét az l szakaszon.

L : az élek halmaza, amiben a szakaszokat H_{el} jelöljük

O : a felmerülő igények halmaza, melyben egy igényt o -val jelölünk

$x_i^o (y_i^o)$: o termék bináris folyammutató változója az üzemi (védelmi) útvonal l szakaszán

c^o : o termék esetén kapacitás igénye

C_i : az l szakasz kapacitása

$x_{ij}^o (y_{ij}^o)$: o igény esetén az i csomópontból j -be vezető üzemi (védelmi) útvonal éle

$x_{ki}^o (y_{ki}^o)$: o igény esetén az k csomópontból i -be vezető üzemi (védelmi) útvonal éle

Célfüggvény: minimalizáljuk $\sum_{i \in L} \sum_{o \in O} (x_i^o + y_i^o) c^o$ (1)

Korlátok:

$$\sum_{i=1}^N x_{ij}^o - \sum_{k=1}^N x_{ki}^o = \begin{cases} 0 & \text{ha } i \text{ nem forrása } o \text{ terméknek} \\ & \wedge i \text{ nem nyelője } o \text{ terméknek} \\ 1 & \text{ha } i \text{ forrása } o \text{ terméknek} \\ -1 & \text{ha } i \text{ nyelője } o \text{ terméknek} \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^N y_{ij}^o - \sum_{k=1}^N y_{ki}^o = \begin{cases} 0 & \text{ha } i \text{ nem forrása } o \text{ terméknek} \\ & \wedge i \text{ nem nyelője } o \text{ terméknek} \\ 1 & \text{ha } i \text{ forrása } o \text{ terméknek} \\ -1 & \text{ha } i \text{ nyelője } o \text{ terméknek} \end{cases}$$

minden i csomópontra, és o termékre (2)

$$x_i^p \in \{0,1\}, y_i^p \in \{0,1\}, \text{ minden } i \in L \text{ szakaszra}$$

$$\text{és } o \in O \text{ termékre} \quad (3)$$

$$x_i^p + y_i^p \leq 1 \text{ minden } i \in L \text{ szakaszra}$$

$$\text{és } o \in O \text{ termékre} \quad (4)$$

(1) Ez az egyenlet a célfüggvény. Az $x_i^p + y_i^p$ igény üzemi és védelmi útvonalát súlyozzuk a c^o kapacitás-igénnyel, és ennek az összes él esetére vett szummáját próbáljuk csökkenteni.

(2) Folyam-megmaradási törvény az üzemi, illetve a védelmi útvonalra.

(3) $x_i^p + y_i^p$ bináris folyammutató változók, melyek 0 értéket vesznek fel, ha az adott /szakaszt nem használja o igény üzemi illetve védelmi útvonala, és 1 értéket vesz fel, amennyiben használja az üzemi, illetve védelmi útvonal az /szakaszt.

(4) Ez az egyenlet azt mondja ki, hogy egyetlen o igény esetén sem lehetséges, hogy az üzemi és a védelmi útvonal ugyanazt az /szakaszt használja. Vagyis ez a megkötés biztosítja az élfüggetlenséget [9].

Ahhoz, hogy az üzemi és védelmi útvonalakat csomópont-diszjunktá tegyük, a következő korlátot kell alkalmaznunk a (4) helyett: $\sum_{j=1}^N (x_{ij}^o + y_{ij}^o) \leq 1$, kivéve ha a csomópontok i és j sem nem forrásai, sem nem nyelői o terméknek, minden i csomópontra, és $o \in O$ termékre.

Az (1)-es állítás helyett a következő állítást alkalmazva kapjuk az α -s algoritmus ILP megfogalmazását: minimalizáljuk $\sum_{i \in L} \sum_{o \in O} (\alpha \cdot x_i^o + y_i^o) c^o$. Az α -s algoritmus esetén a értékének növelésével megadhatjuk, hogy milyen súllyal legyen rövidebb az üzemi útvonal a védelmi útvonalhoz képest. Ezzel az ILP megfogalmazással három algoritmust is le lehet írni, melyek:

1. az $\alpha = 1$ esetén a Suurballe algoritmus. Ez az üzemi és a védelmi útvonalaknak azonos súlyt ad. A két útvonalnak diszjunktak kell lennie, melyet a (4)-es megkötés biztosít. Egyidejűleg keresi az üzemi és védelmi útvonalakat, melyeknek – ha talál ilyen párt – együttesen optimális megoldását (5) találja.
2. az $\alpha > 1$ esetén maga az α -s algoritmus. Ennél az esetenél α értékét növelve kikényszeríthetjük, hogy az üzemi útvonal rövidege fontosabb legyen a védelmi útvonalénál.
3. α értékét megfelelően nagyra állítva ($\alpha > 100$) eljutunk a Dijkstra által megfogalmazott kétszer futtatott Dijkstra algoritmushoz hasonló algoritmushoz. Ebben az esetben az a fontosabb, hogy a legrövidebb útvonalon elvezessük az igényt – ez lesz az üzemi útvonal –, majd egyidőben egyetlen meghibásodást feltételezve keresünk védelmi útvonalat.

1.4. Útvonalválasztó algoritmus optimális megosztással [3] (2. referencia)

Referencia algoritmusnak egy dinamikus útvonalválasztó algoritmust választottunk. Ennél az algoritmusnál megosztott védelem [10,11,12] esetén az új igény védelmi útvonala függ a hálózatban lévő, az új igény üzemi útvonalá-

val közös szakaszt használó valamennyi összeköttetéstől. Ez a függőség nagyon megnöveli a probléma komplexitását. Az üzemi útvonal kiválasztását a megosztott védelem útvonalával közösen optimalizálhatjuk egészértékű lineáris programozás segítségével. Ehhez az lp_solve programcsomagot alkalmaztuk. A probléma leírása ebben az esetben tartalmazhatja a hálózati korlátokat és az összeköttetések leíró korlátokat.

A probléma a következőképpen írható fel ILP-vel [5,7,12].

E : az élek halmaza, aminek egy eleme e
 x_e, y_e : bináris folyammutató változók az e szakaszon (üzemi és védelmi útvonalra)

z_e : segédváltozó megosztott védelem kapacitás igényének számításához

c_e : az e él használatának költsége, amely egyenlő annak az esetnek költségével, amikor a kapacitás lefoglalást minimalizáltuk.

$x_{ij} (y_{ij})$: az üzemi (védelmi) útvonal i csomópontból j -be vezető élei

$x_{ki} (y_{ki})$: az üzemi (védelmi) útvonal k csomópontból i -be vezető élei

sh_e^f : ha e az üzemi útvonal része, és f a védelmi útvonalé, és ha a védelmi útvonal f éle osztozni tud más védelmi útvonalakkal, akkor értéke 1; ha nem tud osztozni, akkor értéke 0. Ebben az esetben a teljes kapacitást le kell foglalni a védelem számára. Mivel minden folyamunk és kapacitás korlátunk egész értékű, így sh_e^f is egész értékű lesz. Ellenkező esetben sh_e^f értéke tört értékű lesz 0 és 1 között.

Célfüggvény:

$$\text{minimalizáljuk } \sum_{e \in E} (x_e + z_e) c_e \quad (1)$$

Korlátok:

$$\sum_{i=1}^N x_{ij}^o - \sum_{k=1}^N x_{ki}^o = \begin{cases} 0 & \text{ha } i \text{ nem forrása } o \text{ terméknek} \\ & \wedge i \text{ nem nyelője } o \text{ terméknek} \\ 1 & \text{ha } i \text{ forrása } o \text{ terméknek} \\ -1 & \text{ha } i \text{ nyelője } o \text{ terméknek} \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^N y_{ij}^o - \sum_{k=1}^N y_{ki}^o = \begin{cases} 0 & \text{ha } i \text{ nem forrása } o \text{ terméknek} \\ & \wedge i \text{ nem nyelője } o \text{ terméknek} \\ 1 & \text{ha } i \text{ forrása } o \text{ terméknek} \\ -1 & \text{ha } i \text{ nyelője } o \text{ terméknek} \end{cases}$$

minden i csomópontra, és o termékre (2)

$$x_e \in \{0,1\}, y_e \in \{0,1\}, z_e \geq 0$$

minden $e \in E$ szakaszra (3)

$$x_e + y_e \leq 1 \text{ minden } e \in E \text{ szakaszra} \quad (4)$$

$$x_e + y_f - z_f \leq 1 + sh_e^f \text{ minden } e \in E \text{ szakaszra} \quad (5)$$

(1) A célfüggvény.

(2) Folyam-megmaradási törvény minden útvonalpárra, minden $i \in V$ csomópontra.

(3) x_e és y_e bináris folyammutató változók, melyek 0 értéket vesznek fel, ha az adott e szakaszt nem használja az üzemi, illetve védelmi útvonal, és 1 értéket vesznek fel, amennyiben használja.

(4) Az útvonalpár élfüggetlenségét [9] biztosító korlát.

(5) Az egyenlet arra ad megkötést, hogy a védelmi útvonal csak akkor oszthat meg élt más védelmi útvonalakkal, ha a hozzájuk tartozó üzemi útvonalak függetlenek az x_e -vel jelölt útvonaltól.

A megosztott védelmet általában két lépésben valósítják meg. Első lépésként legrövidebb útkereső algoritmusmal [4,13,14] üzemi útvonal keresés, majd második lépésben védelmet keresünk úgy, hogy minimális kapacitás foglalás mellett a legrövidebb útvonalat választjuk.

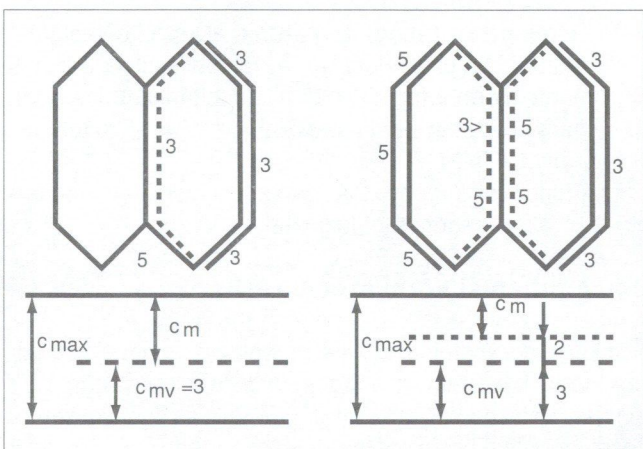
2. Az algoritmus megvalósítása, futtatás, eredmény

2.1. A javasolt algoritmus megosztott védelemre

A fejlesztés folyamán algoritmusunknak különböző változatait valósítottuk meg. Azonban a korábbi algoritmus változatok nem vettek figyelembe megosztott védelmet, így végül a következőkben leírt, (végleges) javasolt algoritmus mellett döntöttünk. A korábbi változatokról röviden: a védelmet azon az útvonalon vezették el, amerre a legrövidebb, és nem arra, amerre a leggazdaságosabban tudnánk összevonni a meglévő védelmi utakkal.

Adott egy hálózat, amelybe új igény érkezik. Az üzemi útvonalát a korábbi, javasolt algoritmusoknak megfelelően vezetjük el, vagyis a legrövidebb útvonalon. Ezután megvizsgáljuk, hogy ha meghibásodás lépne fel az új üzemi útvonal bármely szakaszán, akkor merre tudjuk elvezetni a védelmet. Mivel a teljes munkánk során éltünk azzal a feltételezéssel, hogy egy időben legfeljebb egy hiba lehet a hálózatban, ezért természetesen itt is ennek megfelelően folytatjuk a vizsgálódást, vagyis szakaszonként vizsgáljuk, hogy merre vezessük el az adott szakaszt használó üzemi útvonalak védelmét.

Az első két kidolgozott algoritmust javítandó, több ötlet is felmerült arra, hogy hogyan lehetne megosztott védelmet figyelembe venni. Mindenek előtt az a célunk, hogy a lehető legtöbb védelmet vezessük el úgy, hogy az ne kerüljön többletköltségbe. Ehhez azokat a szakaszokat kell igénybe vennünk, melyek védelmükön osztozni tudnak más szakaszmeghibásodás esetén használt védelmi útvonalak kapacitásával. Ezt szemléltetjük a 3. ábrán:



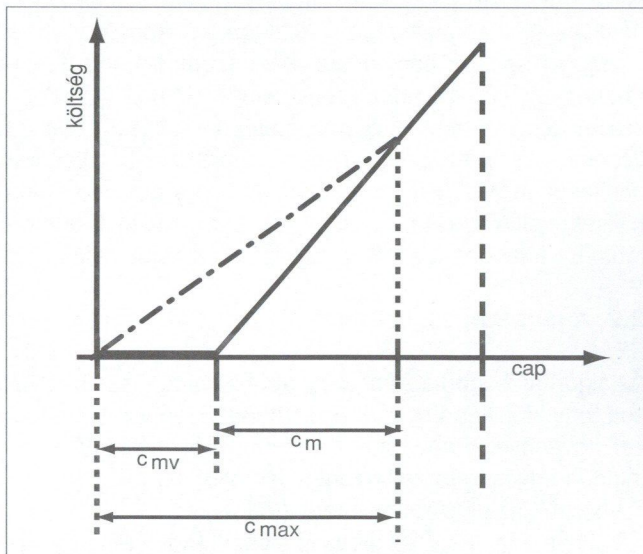
3. ábra Megosztható védelem erőforrás megtakarítása

Az ábra alsó felén mindkét esetben a hálózat középső szakaszának kapacitás-megosztását ábrázoltuk. A bal oldalon még nem vezettük el a második üzemi útvonalat, így a kapacitás csak két részre oszlik: megosztható védelemre (c_{mv}), illetve a maradék (szabad) kapacitásra (c_m).

Érkezik egy új igény. Ezt elvezetjük. A folytonos vonal jelzi az üzemi útvonalát. Majd keresünk számára védelmet. A védelmen osztozni tud a korábbi igény védelmi útvonalával, mivel egy időben csak egy szakasz hibásodhat meg. Ez azt jelenti, hogy egy időben csak az egyik védelmi útvonal használhatja a középső szakaszt, vagyis elegendő a nagyobb kapacitás igényű útvonallal számolnunk. Így a középső szakaszon a $c_{mv}=5$, és nem 8. Ami ebből költségként jelentkezik, az a c_m -ből foglalt 2 egységnyi kapacitás. Ezzel jelentős erőforrás megtakarítást lehet elérni, mind költség (hiszen csak 2 kapacitásért kell „fizetni”), mind kapacitás terén (c_{mv} nem 8, hanem csak 5).

Algoritmikusan több megoldás közül választhatunk:

1. Az adott szakasz (ahol van megosztható és maradék kapacitás is) élköltségét a következő (folytonos) függvénnyel számítjuk:



4. ábra A vizsgált szakasz költségfüggvénye, amennyiben c_{mv} és c_m kapacitással is rendelkezik

Azonban ez a függvény nem lineáris. A mi algoritmusainkban alkalmazott MCMCF [6] (minimálköltségű többtermékes folyam) azonban csak lineáris költségfüggvénnyel tud dolgozni, így arra kerestünk megoldást, hogy hogyan lehetne ezt a függvényt jól megközelíteni.

Feltételeztük, hogy a szakaszmeghibásodás esetén minden elvezetendő védelmet ugyanarra próbálunk meg elvezetni. Ezeknek a kapacitásösszege c_{max} . Egy egyenest fektetünk a 4. ábra pontvonalára szerint. Ezzel a költségfüggvénnyel futtatva az algoritmusokat, jobb eredményhez juthatunk.

2. Egy újabb megoldást jelentene az élek kétszerezése a hálózatban, megfelelő paraméterekkel. Mégpedig a párhuzamos élek közül az egyik él kapacitása c_m , költsége az adott él költségével egyenlő; a másik él kapacitása c_{mv} , költsége minimális, hiszen ha megosztott védelem kapaci-

tásában vezetjük el az új védelmet, akkor az nem jelent többletköltséget. Azonban ebben az esetben felmerül az osztatlanság kérdése. Az MPLS-hez [1] hasonló hálózatokban ehhez szükségünk lenne egy az osztatlanságot biztosító változóra. Ez azonban nagyban bonyolítaná az algoritmusokat, így azzal az egyszerűsítéssel élünk, hogy minden igényünk kapacitás szükséglete egységnyi.

Ezt a későbbiekben is ki fogjuk tudni használni, ha továbbfejlesztjük az algoritmusunkat MPLambdaS-re [16]. Így nem fordulhat elő olyan eset, hogy az igénynek csak egy része fér bele c_{mv} -be, a másik része pedig c_m -be. Tehát nem kell figyelni az osztatlanságot, mivel nem állhat elő olyan eset, amikor az igényt meg kellene osztani.

3. Az osztatlanságot hasonlóan kezeli az az eset, ami mellett végül is döntöttünk. A szakaszok paramétereit a következők szerint módosítjuk: amelyek szakaszon van megosztott védelem (c_{mv}), ott a védelem számára felhasználható kapacitást c_{mv} -re, költségét egy 0-nál nagyobb tetszőlegesen kis konstansra állítjuk be. Erre azért volt szükség, mert a 0 költségű élek esetén a többtermékes folyamat, ha 0 költségű köröket talált, hozzávette az útvonalhoz, így nem adott jó megoldást. Amelyik szakaszon nincs megosztott védelem, ott a védelem számára felhasználható kapacitás c_m és költsége a jó költség.

Megvizsgáljuk, hogy el tudjuk-e vezetni ebben a szűkített kapacitású hálózatban a védelmet. Ha nem, akkor az eredeti algoritmusunknak megfelelően próbáljuk meg elvezetni, vagyis az üzemi útvonalak számára lefoglalt kapacitásokon felül lévő szabad kapacitásban, az él eredeti költségével. Végülis emellett az algoritmus mellett döntötünk. Ez a módosítás ismét javulást eredményezett.

2.2. A javasolt algoritmus

Az algoritmus indulásként megkapja az aktuálisan beolvasott, egy időpillanatra eső, elvezetendő igényeket, és ezeket egyesével megvizsgálja (tehát a következő lépések minden egyes igényre ugyanígy ismétlődnek):

Vesszük az aktuális elvezetendő igényt;

• (1) ha van igény, az aktuális elvezetendő igénynek keresünk egy üzemi útvonalat Dijkstra algoritmussal;

1. ha nem találtunk üzemi útvonalat: a hálózatban már nem vezethető el az igény az adott pontpárok között, tehát ezt az igényt eldobjuk, és vesszük a következőt GOTO (1)

2. ha találtunk: ebben az esetben az igény üzemi útvonalának biztosan van szabad kapacitás a hálózatban, tehát ennek az igénynek az üzemi útvonala elvileg elvezethető. Mielőtt ezt megtennénk, még meg kell vizsgálni, hogy van-e elegendő szabad kapacitás védelem szempontjából.

– Ezek után meg kell vizsgálni, hogy tudunk-e úgy védelmi útvonalakat találni az igény üzemi útvonalának minden egyes szakaszára, hogy ha a hálózatban bármelyik él meghibásodna, akkor a mi új védelmünk nem akadályozza-e kapacitásával más védelmi és/ vagy üzemi útvonal működését, azaz megvizsgáljuk, hogy a védelem is "belefér"-e a hálózatba. Ez a vizsgálat úgy történik, hogy szimuláljuk a meghibásodást

a hálózat összes élére egyesével, majd az aktuális élen átmenő összes forgalmat megpróbáljuk újra elvezetni a maradék részgráfban, figyelve, hogy a hálózati élkapacitást ne lépjük túl. Az aktuális igényünket ekkorra már elviekben lefoglaltuk, tehát hozzárendeltük a hálózat azon éleihez, melyeket használ, azaz, ha az adott élen hiba lép fel, akkor az algoritmus az új igényünknek is keres védelmi útvonalat. Mivel egy élen több igény is haladhat, ezért azoknak egyszerre kell védelmi útvonalat találnunk a hálózatban. Ezt odjuk meg minimálköltségű többtermékes folyamat problémával (MCMCF [6]).

(2) tehát élenként végiglépkedünk a hálózatban, és szimuláljuk az adott él meghibásodását:

* **ha még nem vizsgáltuk meg az összes élt a hálózatban,** akkor a védelmeket először olyan útvonalon próbáljuk elvezetni, amin már volt a védelem számára lefoglalt kapacitás egy másik igény más szakasz meghibásodásának az esetére. Mivel egyszerre csak egy meghibásodást feltételezünk a hálózatban, így a két védelmi útvonalat egyszerre biztosan nem használjuk, tehát kapacitásaikat meg lehet osztani.

– ha sikerül találnunk ilyen feltétel mellett minden védelem számára útvonalat, akkor az adott elvezetendő igények adott élhibára elvezethetőek. Ezután vesszük a következő hálózati élt, és annak meghibásodására vizsgáljuk az adott problémát GOTO (2)

– ha nem sikerül találnunk az előbb említett hálózatban útvonalakat a védelmek számára, akkor olyan hálózatban próbálunk keresni, ahol a teljes szabad élkapacitásokkal rendelkezünk.

(a) ha ilyen hálózatban találunk a védelmek számára uta(ka)t, akkor továbbléphetünk a következő élmeghibásodás vizsgálatára GOTO (2)

(b) ha nem találunk uta(ka)t, akkor felléphet a hálózatban az az eset, hogy nem tudunk a védelmek számára kapacitást biztosítani. Ekkor, mivel az aktuális igény érkezése előtt még minden üzemi és védelmi út számára volt kapacitás, az aktuális igény érkezése után pedig már nem, így az aktuális igényt el kell dobni. Ebben az esetben vesszük a következő igényt GOTO (1)

* **ha minden élt megvizsgáltunk,** akkor újra végigmegegyünk a hálózat élein, és az aktuális útvonalaknak megfelelően lefoglaljuk az élkapacitásokat. Ha adott igényre ezeket beállítottuk, akkor jöhet a következő igény GOTO (1)

• ha nincs több igény, akkor az adott időpillanathoz tartozó összes igényt feldolgoztuk.

2.3. A futtatási környezet leírása

Munkánk során felhasználtuk a hálózat minden csomópontpárja között mért átlagos forgalom nagyságát. Ez alapján Poisson folyamattal generáltuk az igények érkezését, amelyek kapcsolási ideje exponenciális eloszlást mutat. Előre generáltunk forgalmi mintákat a hálózatok

hoz, majd a hálózat – amelyhez a forgalmat generáltuk – nevével és az igények számával tároltuk. A hálózat éleinek kapacitását úgy állítottuk be, hogy a hálózat képes legyen az igények döntő részét elvezetni.

A szimulációt futtató számítógép hardware adatai:

Dual AMD Athlon 2000+ CPU, 2GB RAM.

A futtató software környezet Suse Linux 8.0, kernelverzió: 2.4.18-64GB SMP.

A programkód C++ nyelven íródott.

A teszteléshez öt különböző hálózatot használtunk:

10, 16, 20, 22 és 30 csomópontosakat.

A hálózatokat a csomópontjaik száma alapján neveztük el (o10, o16, o20, o22, illetve o30).

A hálózatokat különböző élkapacitásokkal – azaz mennyi az éleken felhasználható kapacitás, különböző számú igényre, melyek a szimuláció során érkeznek – vizsgáltuk. Ezek a paraméterek az 1. táblázatban láthatók. Egyező csomópontszámú, különböző élkapacitású hálózatokat eltérő forgalmakra ("igény-számra") vizsgáltuk, valamint azonos élkapacitású, különböző csomópontszámú hálózatokat vizsgáltunk eltérő igényekre.

Ebben a táblázatban összegyűjtöttük a főbb paramétereket, melyek az eredményeket alapvetően befolyásolták. Ezek a következők: a hálózat típusa (vagyis, hogy hány csomópontos), hogy az adott hálózatba hány igény érkezik a tesztelés időintervalluma alatt, a hálózat szakaszainak kapacitását, valamint, hogy melyik algoritmust használtuk referenciaként az adott paraméterek mellett.

1. táblázat A teszthálózatok adatai

Csomópontok száma	Igények száma	Élkapacitások			Referencia algoritmus
10	208		100	120	alfa=100
22	557		100	120	alfa=100
30	800		100	120	alfa=100
16	500	80	100	120	opt. mego.
16	1500	80	100	120	opt. mego.
20	1500	80	100	120	opt. mego.
20	2500	80	100	120	opt. mego.

2.4. A program szerkezete

A program vázát a Távközlési és Telematikai Tanszéken korábbi években már elkészített programkód képezte. Az általunk javasolt algoritmus megvalósítása felfogható úgy, mintha külső modulként csatolnánk azt az eredeti program maghoz. Az általunk készített kódrészlet futása kapcsolókkal indítható.

A programváz biztosítja számunkra többek között a programmal meghívott paraméterek lekezelését, a hálózat fizikai beolvasását az input fájlból, majd annak feldolgozását. Ezek alapján kapunk egy logikai felépítésű hálózatot, amivel később dolgozunk. A programfejlesztés egész folyamata követte az OMT módszertant (Object Modelling Technique), vagyis az egyes modellezendő egységeket

önálló objektumoknak tekintettük. A NetworkPhysical objektum tartalmazta a hálózat fizikai felépítésére vonatkozó adatokat (pl. Node objektumban a csomópontok fizikai tárolása), a Network objektum segítségével pedig a logikai hálózat valósult meg. Ehhez nélkülözhetetlen számos más kapcsolódó objektum is (pl. Edge objektum).

Az általunk elkészített C++ forráskód két részből áll. Az egyik rész maga az algoritmus megvalósítása, a másik egy minimálköltségű többtermékes folyam problémát (MCMCF [6]) kezelő rész. Az első kódrész az igényeket kezelő objektumon (class DynamicAllocator) keresztül kapcsolódik a programvázhoz, az MCMCF problémát kezelő rész pedig szorosan az algoritmusunkhoz kapcsolódik, és minden alkalommal abból is hívjuk meg.

Input/Output fájlok és az általunk használt kapcsolók:

- A program futása során bemenő adatként szerepelnie kell két fájlnek. Az egyik, a hálózat felépítését írja le, a másik a forgalmi igényeket tartalmazza.
- A futás eredményét megadott kimeneti fájlba íratjuk. A kimeneti fájlok adatai további feldolgozás után nyerték el végleges, használható formájukat. Ehhez Excel táblázatkezelőt használtunk. Az ezzel készített táblázatok a dokumentáció végén találhatóak, azonban az ábrákat csak a 2002/2003. évi TDK-ra benyújtott dolgozatunk tartalmazza.

2.5. Eredmények kiértékelése

A futtatás numerikus végeredményeit két táblázatban foglaltuk össze. Ezen adatok csupán a szimuláció végén fennálló állapotot tükrözik. A szimuláció folyamatát bemutató – szintén numerikus adatokat tartalmazó – kimeneti fájlokat, a nagy adatmennyiség miatt nincs lehetőségünk bemutatni. Ezeket az eredményeket diagramokon tudjuk szemléletesebben ábrázolni, majd elemezni, de a megadott keretek között erre sincs lehetőség.

A 2. táblázatban feltüntettük a hálózat csomópontjainak számát, hogy a szimuláció ideje alatt hány igény érkezik a hálózatba (ezt inputként olvassuk be) és hogy az adott hálózatban az éleken milyen kapacitásokat veszünk figyelembe. Megadjuk, hogy a javasolt vagy a referencia algoritmus eredményeit látjuk. Ezekben az esetekben referencia algoritmusnak az α -s algoritmust választottuk, $\alpha=100$ -zal. Az eredmények közül három fontosnak tartott értéket gyűjtöttünk ki.

A táblázatból kiolvasható, hogy a helyreállítós védelemnél – kevés kivétellel – kevesebb igényt kell eldobnunk, mint a referencia algoritmusnál. Ez azt jelenti, hogy a javasolt algoritmus esetén jobb hatásfokkal üzemel a hálózat. Megtalálható még a táblázatban a hálózat kihasználtság. Ez alatt azt értjük, hogy a hálózat összes kapacitásából hány százalékot használunk. Két értéket fi-

Csomópontok száma	Igények száma	Élkapacitás	Melyik algoritmus	Hálózati kihasználtság	Üzemi út. kihasználtság	Eldobott igények	Összes igény
10	208	100	javasolt	0.728	0.4	43	208
			alfa=100	0.714	0.4	44	208
10	208	120	javasolt	0.684	0.369	36	208
			alfa=100	0.666	0.369	36	208
22	557	100	javasolt	0.82	0.582	92	557
			alfa=100	0.784	0.537	110	557
22	557	120	javasolt	0.733	0.496	37	557
			alfa=100	0.761	0.524	57	557
30	800	100	javasolt	0.815	0.62	216	800
			alfa=100	0.877	0.655	226	800
30	800	120	javasolt	0.783	0.58	131	800
			alfa=100	0.805	0.588	153	800

2. táblázat Numerikus eredmények I.

gyelünk: a teljes hálózat kihasználtságát és az üzemi útvonalnak a hálózati kihasználtságát. Ebből a szempontból a két algoritmus közel azonos értékeket ad. Az utolsó előtti oszlopban az eldobott igények száma van. Ez mindössze egyetlen esetben egyezik meg, a többi esetben a javasolt algoritmus ad jobb eredményt.

Ha feltételezzük, hogy minden csomópontból minden csomópontba fellép igény, akkor ez $n * (n-1)/2$ darab le-

hetséges összeköttetés létesítését jelenti. Ezt viszonyítottuk az igények számához. Megállapítottuk, hogy abban az esetben, ha ez az arány ~ 1 , akkor nem, vagy alig mutat különbséget a két algoritmus, míg ha ez az arányszám eléri legalább a ~ 4 -et, akkor a javasolt algoritmusnál jóval kevesebb a sikertelen összeköttetés-létesítési kísérlet. Ez alapján kijelenthetjük, hogy a javasolt algoritmust terhelt hálózatok esetén érdemes alkalmazni.

3. táblázat Numerikus eredmények II.

Csomópontok száma	Igények száma	Élkapacitás	Melyik algoritmus	Hálózat kihasználtság	Üzemi út. kihasználtság	Eldobott igények	Futtási idők
16	500	80	javasolt	0,657	0,384	92	0m37.477s
			opt. megoszt.	0,634	0,37	110	0m5.448s
16	500	100	javasolt	0,588	0,359	42	1m30.672s
			opt. megoszt.	0,551	0,337	52	0m5.969s
16	500	120	javasolt	0,53	0,29	15	0m59.807s
			opt. megoszt.	0,506	0,305	20	0m6.437s
16	1500	80	javasolt	0,49	0,263	332	2m0.549s
			opt. megoszt.	0,49	0,291	362	0m13.317s
16	1500	100	javasolt	0,462	0,259	154	3m11.428s
			opt. megoszt.	0,481	0,285	187	0m15.916s
16	1500	120	javasolt	0,41	0,216	65	6m18.340s
			opt. megoszt.	0,401	0,237	90	0m17.545s
20	1500	80	javasolt	0,489	0,192	511	20m51.302s
			opt. megoszt.	0,536	0,25	592	0m7.173s
20	1500	100	javasolt	0,458	0,179	369	1m12.119s
			opt. megoszt.	0,475	0,212	449	0m7.717s
20	1500	120	javasolt	0,409	0,166	265	1m41.156s
			opt. megoszt.	0,454	0,215	323	0m8.102s
20	2500	80	javasolt	0,645	0,312	751	1m20.062s
			opt. megoszt.	0,703	0,348	885	0m13.821s
20	2500	100	javasolt	0,516	0,237	493	2m5.826s
			opt. megoszt.	0,637	0,325	604	0m15.077s
20	2500	120	javasolt	0,434	0,197	295	3m27.417s
			opt. megoszt.	0,531	0,27	378	0m15.095s

A 3. táblázatban a további szimulációk korábbiakhoz hasonló eredményei mellett a futási idejüket is feltüntettük. Ezeknél a szimulációknál referencia algoritmusnak optimális megosztott védelmet (lásd 2.3. fejezet) választottunk. Szembetűnő, hogy a javasolt algoritmus futási ideje jóval hosszabb, mint a referencia algoritmusé. Viszont a sikertelen összekötés-létesítési kísérletek tekintetében a referencia algoritmus jelentősen alul maradt.

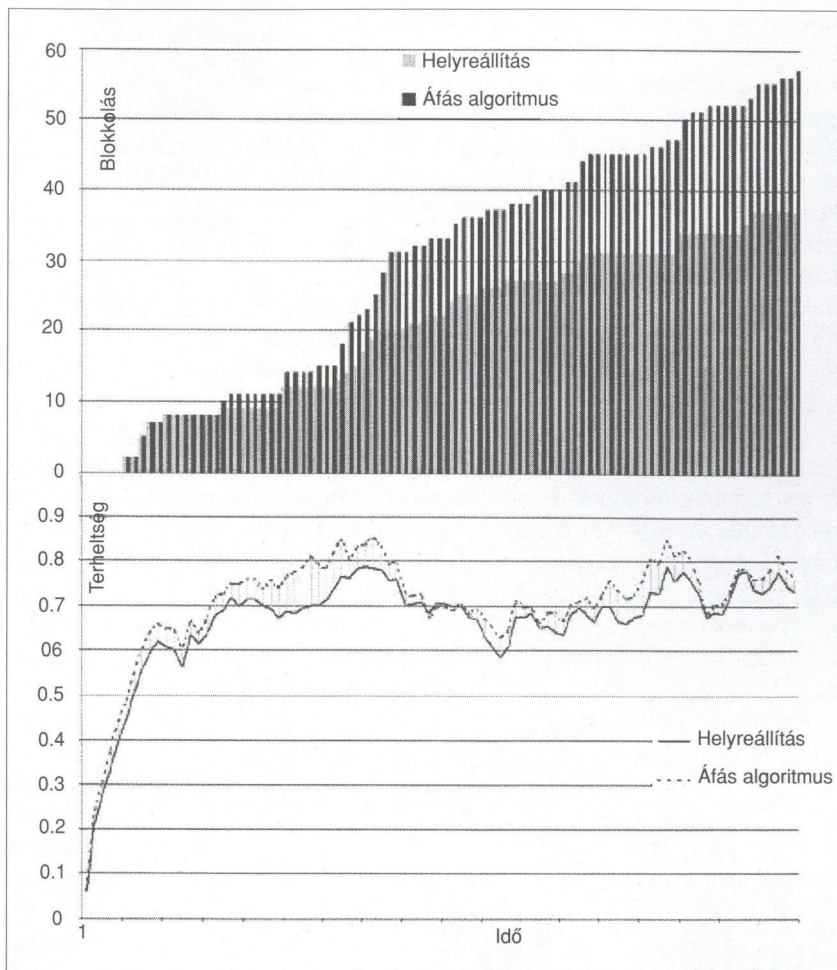
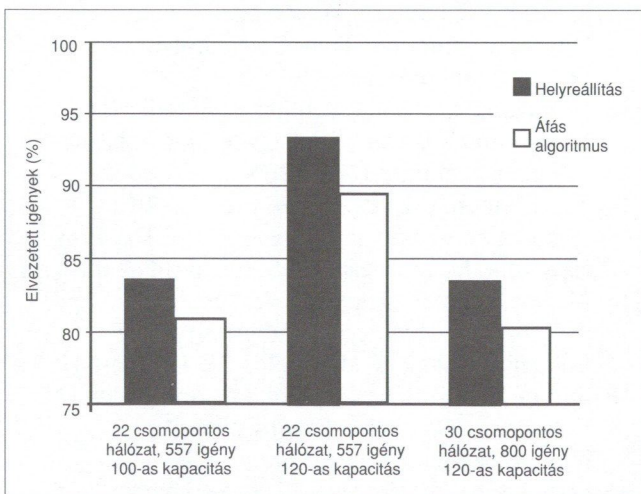
A két algoritmus hálózat kihasználtságát összehasonlítva a következő következtetéseket vontuk le: nagyobb hálózati terheltség és nagyobb hálózat kapacitás mellett végzett hosszabb idejű szimulációk esetén a javasolt algoritmus jobb hálózat kihasználtságot eredményez. A javasolt algoritmust az α -s algoritmussal összehasonlítva átlag ~3,2%-kal növelte meg az elvezetett forgalom mennyiségét.

A 5. ábrán oszlop-diagrammon ábrázoltuk a módszerek által adott eredmények különbségét. Jól látható, hogy mindegyik esetben a helyreállítás jobb eredménnyel futott le, mint az α -s algoritmus. A három oszlop-pár esetében az értékek rendre 3,23%, 3,59% és végül 2,75% javulást eredményez.

A következő, 6. ábrán adott hálózatban (jelen esetben 22 csomópontos, 120 egység élkapacitású hálózatban, 557 igényre szimulálva) ábrázoljuk a terhelés melletti blokkolás eloszlást.

Azért választottuk ezt a hálózati konfigurációt, mert itt volt elég nagy a különbség az eldobott igények számában. Ha megvizsgáljuk, hogy adott terhelések mellett hogyan viselkednek az algoritmusok, akkor meg tudjuk találni az általunk javasolt algoritmusnak a jóságát. Ezt aztán később átvetíthetjük más hálózati és terhelési állapotokra.

5. ábra Elvezetett forgalmak százalékos összehasonlítása



6. ábra Adott hálózat terheltség melletti blokkolás valószínűsége

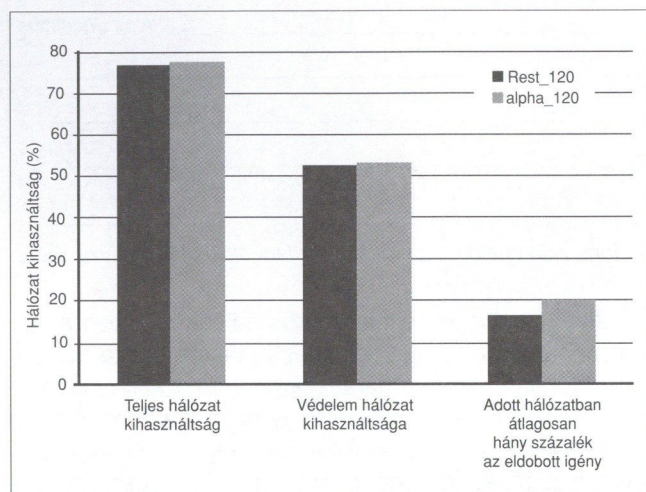
Mivel mind a két esetben üres hálózattal indult a szimuláció, ezért a kezdeti telítődés hatására szinte azonos időpontokban, azonos darabszámú igényt kell eldobni a hálózatból. Ennek a hirtelen nagy számú eldobásnak az eredményeként a hálózatokban kevés igénynek foglalunk le kapacitást, és időközben több igény is megszűnik (tartási ideje lejár), ezért a hálózati összkapacitás lényegesen csökken, ami jól követhető az ábrán. A következőkben a hálózat újra kezd telítődni, de most már csak fokozatosan.

Itt fedezhető fel különbség a két algoritmus között. A javasolt algoritmusunknak a felfutása csaknem minden egyes alkalommal sokkal "laposabb", "lankásabb", nincs olyan hirtelen kapacitás foglaltság növekedés, mint az alkalmazott referencia algoritmusnál. Ennek következtében, míg saját algoritmusunk összesen egy igényt dob el, addig az α -s hármát. Amikor mindkét algoritmus eléri a maximális hálózati terheltséget, akkor még nagyobb számban dobják el az igényeket. Itt is megfigyelhető, hogy a javasolt algoritmusunk lényegesen kevesebb igényt dob el, mint a referencia. Ez azért van, mert kisebb a hálózati kapacitásfoglalás, és így több szabad helyet tud gazdálkodni az algoritmus.

Ezt követően az eldobott igények száma nagyon hasonlóan alakul, mivel a két algoritmus kapacitáskihasználtsága jelentősen megközelíti egymást. Az előző nagymértékű igényeldobás miatt a hálózatokban *ismét* egyfajta

"üresedés" történik, majd *ismét* fokozatosan kezd "feltelni" a hálózat igényekkel. Ezután a korábbihoz hasonló, bár annál kisebb mértékű telítődés következik be, ami megint nagyobb igényvesztést eredményez. A folyamat valamelyest periódikusnak tekinthető. Ezek alapján az igényvesztést semmiképpen sem lehet lineárisnak tekinteni – nagymértékben függ a hálózati telítettségétől. A vizsgálódás alapján megállapítható az is, hogy a javasolt algoritmusunk alkalmazásakor jóval kevesebb az eldobott igény, mert gazdaságosabb az erőforrás foglалás.

A 7. ábrán egy 10 csomópontos, 120 egység élkapacitású hálózat eredményeit láthatjuk százalékos formában a teljes szimulációs időre. Ez idő alatt 208 igény érkezik a hálózatba. Az első két oszlop-páros a teljes hálózati kihasználtságot, illetve az üzemi útvonalnak a hálózati kihasználtságát mutatja. A két algoritmus ezen a területen hasonló eredményeket mutat. A javasolt algoritmus valamivel kevésbé használja ki a hálózatot, így – ahogy az várható is – kevesebb igény blokkolódik benne. Ezt az utolsó oszlop-pár mutatja.



7. ábra A javasolt és a referencia algoritmus összehasonlítása

A javasolt algoritmust a referenciaként használt két algoritmusmal összehasonlítva a 4. táblázatban látható alapvető összehasonlításokat tehetjük:

3. Következtetések

A javasolt algoritmus hatékonysága nő, ha az egyes igények és a hálózat szakasz kapacitás hányadosának arányát csökkentjük. Tovább növelhető a hatékonyság, ha a hálózat terheltségét növeljük, illetve javít az algoritmusunkon, amennyiben hosszabb időintervallumra végezzük a szimulációt.

Mivel algoritmusunk a meglévő védelmi útvonalakat minden új igény érkezése esetén újradefiniálhatja az adott kapacitásoknak megfelelően, ezért időben változó forgalmakra dinamikusan reagáló algoritmust dolgoztunk ki.

4. táblázat	Javasolt algoritmus	Referencia algoritmus
eldobott igény száma	kevesebb	több
hálózat kihasználtság üzemi útvonalak esetén	a mérések 80 százalékában kevesebb kapacitást foglal	több kapacitást foglal
hálózat kihasználtság védelem esetén	60 százalékban kevesebb kapacitást foglal	több kapacitást foglal
Futási idő	lassab	gyorsabb

Irodalomjegyzék

- [1] J. Guichard, I. Pepelnjak: "MPLS and VPN architectures", Cisco Press, 2001
- [2] P. Laborczi, J. Tapolcai, P. Ho, T. Cinkler, A. Recski, H.T. Mouftah: "Algorithms for Asymmetrically Weighted Pair of Disjoint Paths in Survivable Networks", DRCN, 2001
- [3] J. Tapolcai, T. Cinkler: "On-line Routing Algorithms With Shared Protection In Multi-Fiber WR- WDM Networks", OADM, 2002
- [4] M. Steenstrup: "Routing in Communications Networks", Prentice Hall, 1995, ISBN: 0-13-010752- 2
- [5] M.S. Bazaraa, J.J. Jarvis, H.D. Sherali: "Linear Programming and Network Flows", John Wiley & Sons, 1990, ISBN: 0-471-63681-9
- [6] T.C. Hu, "Multi-Commodity Network Flows", Operations Research 11, pp.344-360, 1963
- [7] R.K. Ahuja, T.L. Magnanti, J.B. Orlin, Network Flows: "Theory, Algorithms and Applications", Prentice Hall, 1993, ISBN 0-13-617549-x
- [8] G. Ausiello, P. Crescenzi, G. Gambosi, V. Kann, A. Marchetti-Spaccamela, M. Protasi: "Complexity and Approximation", Springer-Verlag, 1999, ISBN 3-540-65431-3
- [9] J.W. Suurballe, "Disjoint Paths in a Network", Networks Vol.4. pp.125-145, 1974
- [10] W. Grover, J. Doucette, M. Clouqueur, D. Leung, D. Stamatelakis: "New Options and Insights for Survivable Transport Networks", Communication Magazine, Jan. 2002
- [11] T. Cinkler, T. Henk, G. Gordos: "Stochastic Algorithms for Design of Thrifty Single-Failure-Protected Networks", DRCN 2000, Munich, 2000.
- [12] T. Cinkler, P. Laborczi, Á Horváth, "Protection through Thrifty Configuration", ITC 16, 16th International
- [13] S. Baase: "Computer Algorithms: Introduction to Design and Analysis", Addison-Wesley Publishing Company, January 1983, ISBN: 0-201-00327-9
- [14] T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest: "Introduction to Algorithms", Cambridge: MIT Press, New York: McGraw-Hill, 1996, ISBN: 0-262-03141-8
- [15] M. Goossens, F. Mittelbach, A. Samarin: "The LATEX Companion", Addison-Wesley Publishing Company, May 1994, ISBN: 0-201-54199-9
- [16] J. Strand, A.L. Chiu, "Impairments And Other Constraints On Optical Layer Routing", <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ipo-impairments-03.txt>, September 2002.

Optikai virtuális magánhálózatok (oVPN) kialakítása

MEGYER BALÁZS, SZOMBAT ZOLTÁN, CINKLER TIBOR

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Távközlési és Telematikai Tanszék
bmegyer@wigner.bme.hu, sz223@hszk.bme.hu, cinkler@ttt-atm.ttt.bme.hu

Reviewed

Adott egy DWDM hálózat, amely képes az optikai rétegben hullámhossz-irányítást végezni, valamint e felett adott egy elektromos réteg, ami támogatja az időosztásos nyalábolást (grooming). Ezen a hálózaton adott felhasználócsoportok (VPN-ek) igényeit fogjuk egymástól elkülönítve elvezetni úgy, hogy minél kevesebb erőforrást használjunk az optikai és az elektromos rétegben.

Bevezetés

A virtuális magánhálózat egy a nyilvános hálózaton keresztül létrehozott, jogosulatlanok számára hozzá nem férhető hálózat, mely kapcsolatokat teremt távoli felhasználók (pl. egy vállalat telephelyei, vagy alkalmazottai) között. A VPN-ekről egy áttekintő leírást nyújt az [1] cikk. Ez a megoldás olcsóbb, mint ha a vállalatnak magának kellene kiépíteni egy hálózatot a telephelyek között.

Megvalósítására több módszer létezik. A nyilvános hálózatnak általában az Internetet használják, a felhasználók pedig IP felett létrehozott titkosított csatornákon (IPsec tunnel) keresztül kommunikálnak. Ez a kódolás és a dekódolás miatt eléggé számításigényes megoldás, valamint a szolgáltatás minősége sem biztosítható (QoS, Quality of Service) az IP protokoll „best effort” működési elve miatt. Kialakítható virtuális magánhálózatot ennél megbízhatóbb módon is.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) esetében például már megvan a lehetőség QoS biztosítására a virtuális csatornákon (VCC) belül virtuális utak (VPC) létrehozásával. MPLS (Multi Protocol Label Switching, [2], [3]) alkalmazásával az útvonalválasztás egyszerűbb, és gyorsabb lesz, mint az IP esetében, mert itt a csomagokat egyszerűbb algoritmus alapján továbbítja a hálózat. További előnye, hogy a VPN-ek kialakítása és újrakonfigurálása egyszerűen megoldható, valamint tetszőleges protokollal együtt tud működni (többek között Frame Relay, ATM, stb.).

A növekvő sávszélesség-igény azonban szükségessé tette a közvetlenebb kapcsolatot az optikai réteggel. Ez jelenik meg a MP λ S (Multi-Protocol Lambda Switching) hálózatoknál. Itt a WDM hálózatokban használt optikai rendezők (OXC, Optical Cross-Connect) vezérlését olvasztották bele az MPLS vezérlésikba, így a kapcsolás közvetlenebb módon jön létre, tovább gyorsítva a működést. Az MPLS-nek ezt a kiterjesztését GMPLS-nek (Generalized MPLS) nevezzük [4]. Ennek segítségével könnyen alakíthatunk ki VPN-eket optikai hullámhossz-utakon keresztül. Ennek megvalósításáról szól [5] és [6]. Mivel az OXC-k tisztán optikai kapcsolást végeznek, a vezérléshez szükséges információ terjesztését vagy egy különálló IP hálózat látja el, vagy egy hullámhosszcsatornát jelölnek ki erre a célra.

Ezen a rendszeren már lehetőség van optikai virtuális magánhálózatok kialakítására. A hálózat optikai eszközei a szolgáltató tulajdonában maradnak. A felhasználónak csak az egyik vég-eszközre kell csatlakoznia, ezután pedig az adatforgalom a számára kijelölt csatornákon zajlik, elkülönítve más felhasználók forgalmától.

Mindezek mellett lehetőség van több hullámhossz-csatorna összefogására is (grooming), ez az optikai réteg feletti elektromos réteg feladata, amit időosztásos nyalábolást alkalmazva old meg.

A hálózat modellje

A hálózatot egy gráffal modelleztük, ezt hullámhossz-gráfnak hívjuk [7]. A modell kialakításakor célunk volt az, hogy tetszőleges WDM hálózat felépíthető legyen, függetlenül a csomópontokban elhelyezkedő eszközöktől.

A gráf kialakításának módszere Gáspár Csaba és Makács Gábor ugyanebben a számban megjelenő cikkében részletesen olvasható, ugyanitt láthatóak a hálózat csomópontjaiban elhelyezkedő különböző típusú eszközök modelljei.

Munkánk során négy fajta eszköz modelleztünk:

OADM (Optical Add-and-Drop Multiplexer): Ez az eszköz képes ki- vagy becsatolni egy hullámhosszcsatornát a fényvezető szálból. A forgalom továbbhaladhat optikai úton, vagy felkerülhet az elektromos rétegbe, ahonnan egy új adatfolyam léphet be a szálba.

OXC-EC (Optical Cross-Connect with Electrical Core): Ez az eszköz képes bármely bemenetén, bármely hullámhosszon érkező adatforgalmat továbbítani tetszőleges másik kimenetére. Ezt úgy oldja meg, hogy a bejövő optikai jelet detektálja, majd az elektromos rétegben elvégzi a térkapcsolást, és a megfelelő kimeneten ismét optikai jellé alakítja az adatfolyamot. Az elektromos rétegben történhet forgalom-kötegelés, amennyiben az eszköz támogatja ezt a lehetőséget.

OXC-OC (Optical Cross-Connect with All-Optical Core) Vagyis egy tisztán optikai rendezővel állunk szemben. A bejövő forgalom bármely másik fényvezető szálon távozik, de csak ugyanazon a hullámhosszon.

OXC-WL Conversion: Ez egy olyan optikai rendező, amely hullámhossz konverzióra képes.

A hullámhosszgráf minden egyes éléhez hozzárendelünk egy költség értéket, attól függően, hogy milyen útvonalakat szeretnénk előnyben részesíteni, illetve mennyire büntetjük a bonyolultabb továbbítási módszereket. A hálózati eszközök típustól függően a következő módszereket támogathatják:

Hullámhossz irányítás: Ez tisztán optikai jeltovábbítást jelent, mindenképpen a legolcsóbb megoldás.

Hullámhossz konverzió: Ez megvalósítható tisztán optikai úton, vagy opto-elektro-optikai átalakítással. Ez a megoldás drágább, mint az előző, de olcsóbb, mint a következő:

Kötegelés: Általában egy hálózatban több igény lép fel, mint ahány hullámhossz rendelkezésre áll. Ebben az esetben előnyös, ha egy fényút mentén több igényt kötegelünk. Ehhez időosztásos nyaláboló eszközre van szükség. Természetesen csak akkor érdemes kötegelést alkalmazni, ha egy hullámhosszcsatorna kapacitása legalább kétszerese egy sávzélesség-igénynek. Feltételnek szabtuk viszont azt, hogy különböző VPN-ek igényei nem kötegelődhetnek egy fényúton (ha két pont között a kapcsolat tisztán optikai úton jön létre, akkor ezt az utat fényútnak nevezzük).

A munkánk során a modellek egyszerűsítése végett feltettük, hogy az elektromos rétegbeli csomópontok képesek mind hullámhossz-konverzióra, mind kötegelésre. E nélkül a hálózatunk gráf-modell megfelelője sokkal bonyolultabb lenne.

A modell alkalmas hagyományos MPLS VPN-ek optimalizálására is, ilyenkor hullámhossz-számnak 1-et kell megadni, és a csomópontok helyére EXC típusú eszközt kell tenni. Ez esetben az igények minden pontban elágazhatnak, kötegelődhetnek, ennek csak a „hullámhosszcsatorna” kapacitása szab határt.

A probléma, és a megoldás keresése

A probléma tehát a következő: adott egy WDM hálózati topológia, a csomópontokban levő eszközök típusa, valamint a hálózat végpontjaiban a felhasználók, ezek egy-egy csoportját tekintjük egy-egy VPN-nek, adott a végpontok közti sávzélesség-igények nagysága, és ezek alapján a szolgáltatónak ki kell alakítania az igények elvezetését a hálózaton.

A globális optimum keresése egy NP-nehéz probléma, mivel visszavezethető a Steiner-fa keresés problémájára, amiről pedig tudjuk, hogy NP-nehéz, vagyis polinom időben nem oldható meg. A megoldás keresésére vannak különféle heurisztikák, amelyek gyorsabban szolgáltatnak megoldást, de nem feltétlenül az optimális megoldást adják. A problémát egészértékű lineáris programozással (ILP) oldottuk meg [8]. Ehhez az ILOG CPLEX 6.5 verziójú optimalizáló szoftvert használtuk, mivel úgy találtuk, hogy más szoftverek nagyobb problémáknál kevésbé hatékonyan működnek.

Létrehoztunk egy célfüggvényt, ami két tagból áll: egy optikai és egy elektromos költség tagból. Egy tetszőlegesen választható diszkrét értékű paraméterrel (*alfa*) tudjuk állítani, hogy melyik költség-részt milyen súllyal vegyük figyelembe. A programunk ezt a célfüggvényt fogja minimalizálni. Emellett meghatározunk bizonyos korlátokat, amik garantálják az igények rendes elvezetését.

Védelem kialakítása

Foglalkozunk kicsit a védelem kérdésével! A megbízhatóság érdekében mindenképpen szükség van védelemre. Két fajta védelmet különböztetünk meg: hozzárendelt és megosztott védelmet.

Hozzárendelt védelem esetén minden igényt külön védünk, külön foglalunk le számára védelmi útvonalat, míg megosztott védelem esetében a védelemre szánt erőforrásokat több igény között tudjuk megosztani. Ez utóbbi eset azért előnyös, mivel így a bonyolultabb – védelmi mechanizmusokat megvalósító – eszközök a szolgáltató tulajdonában vannak, és ezt bármely megrendelő tudja hasznosítani akár egyszerre is. A megosztott védelem esetével a probléma bonyolultsága miatt jelenleg még nem foglalkoztunk, ez a jövőbeli terveink közt szerepel.

Hozzárendelt védelem esetén ismét két típust különböztetünk meg: külső vagy belső védelmet. Belső védelem esetén a megrendelő gondoskodik védelemről, ezt a VPN-en belül oldja meg, míg külső védelem esetében a szolgáltató garantálja a védelmi útvonalakat. A pontosság kedvéért megjegyezzük, hogy megosztott védelmet csak külső védelem esetében lehet alkalmazni, hiszen belső védelemnél a szolgáltatónak nem feltétlenül kell tudnia róla, megrendelt fényvezető szálak közül melyik mire szolgál: üzemi vagy védelmi útnak használja a megrendelő.

Védelem kiépítésénél figyelembe vehetjük egy hálózati eszköz vagy egy fényvezető szál meghibásodását (node disjoint – link disjoint). Dolgozatunkban csak a második esetet vizsgáltuk, mivel a két eset megoldása nagyon hasonló, de ez utóbbi esetet már kisebb hálózaton is tudjuk modellezni.

A célfüggvényben bevezettünk egy új paramétert: *bétát*, amivel szabályozhatjuk, hogy a védelmi vagy az üzemi útra fektessünk nagyobb súlyt az optimalizálás során. Továbbá fel kell venni egy új korlátot, ami garantálja, hogy egy adott igénynél egy fizikai kábelben az üzemi és a védelmi útvonal egyike jelenhet csak meg.

Tekintsük most a külső védelem esetét! Két módszer lehetséges a védelem kiépítéséhez: az első lehetőség, hogy az igényeket egyenként védjük, azok végpontjai között, a második pedig az, hogy az igények kiépülése után az egyes fényutakat védjük. Mi az első módszert választottuk, mivel a másik módszer csak speciális esetekben nyújt egyszerűbb megoldást, például ha a hálózat nagy-részt tisztán optikai elemekből épül fel (a rövidebb fényutakat nehezebb védeni, vagy csak nagyobb kerülővel lehetséges), ezért esetünkben több erőforrást igényelt volna. Esetünkben két egymástól élfüggetlen hálózatot alakítottunk ki, az üzemi és a védelmi utak számára.

Dekompozíció – felbontás részfeladatokra

Második lépésben a globális megoldás keresése helyett különböző heurisztikákat vezettünk be. Első módszerünkben (VPN-enkénti elvezetés módszere) egyszerre vezetjük el egy VPN összes igényét, majd a következő VPN igényeit, és így tovább. A lineáris program ugyanaz maradt, mint a legelső módszernél. Ez az eljárás gyorsabb, mint az előzőek, de a kapott eredmény nem a globális optimum, hanem várhatóan annál rosszabb eredmény.

Következő lépésben az igényeket egyesével vezettük el a hálózatban (igényenkénti elvezetés). Ennél a módszernél a jobb eredmény érdekében bevetettünk pár trükköt: az igényeket a következő rendszer alapján állítottuk sorba:

Minden igényhez hozzárendeltünk egy fontossági értéket, amiben figyelembe vettük az igény sávszélességét (minél nagyobb, annál fontosabb az igény, annál előbb kerül sorra), valamint a végpontok távolságát a gráfon (minél rövidebb, annál hamarabb kerüljön sorra). Ez utóbbit szintén lineáris programozással kerestük meg.

Egy új igény elvezetésénél azt szeretnénk, hogy a létrejött útvonal a már eddig is használt hullámhossz-szakaszokat használná, ha az adott szakaszon kötegeléssel megvalósítható mindkét igény elvezetése. Így jobban kihasználjuk a meglévő erőforrásainkat. Ezt úgy oldottuk meg, hogy a nem használt hullámhossz-szakaszok költségét egy *delta* büntetőfaktorral szoroztuk meg.

Ezek az eljárások sokkal gyorsabbak, mint a globális, és a VPN-enkénti módszer, ám a kapott eredmények várhatóan rosszabbak lesznek mindkét előző módszernél.

Tovább próbálkozva a heurisztikákkal, megvizsgáltunk egy harmadik módszert. Itt az igények sorba rendezése úgy történt, hogy először sorba rendeztük az 1. VPN igényeit, majd ezeket elvezettük, de közben a *delta* paraméter alkalmazásával olcsóbbá tettük az egész hálózatban egy teljes hullámhosszat (vagyis a többit büntettük *delta*-szoros költséggel). Ennek hatására az egy VPN-hez tartozó igények próbálnak egy hullámhosszt használni az egész hálózatban.

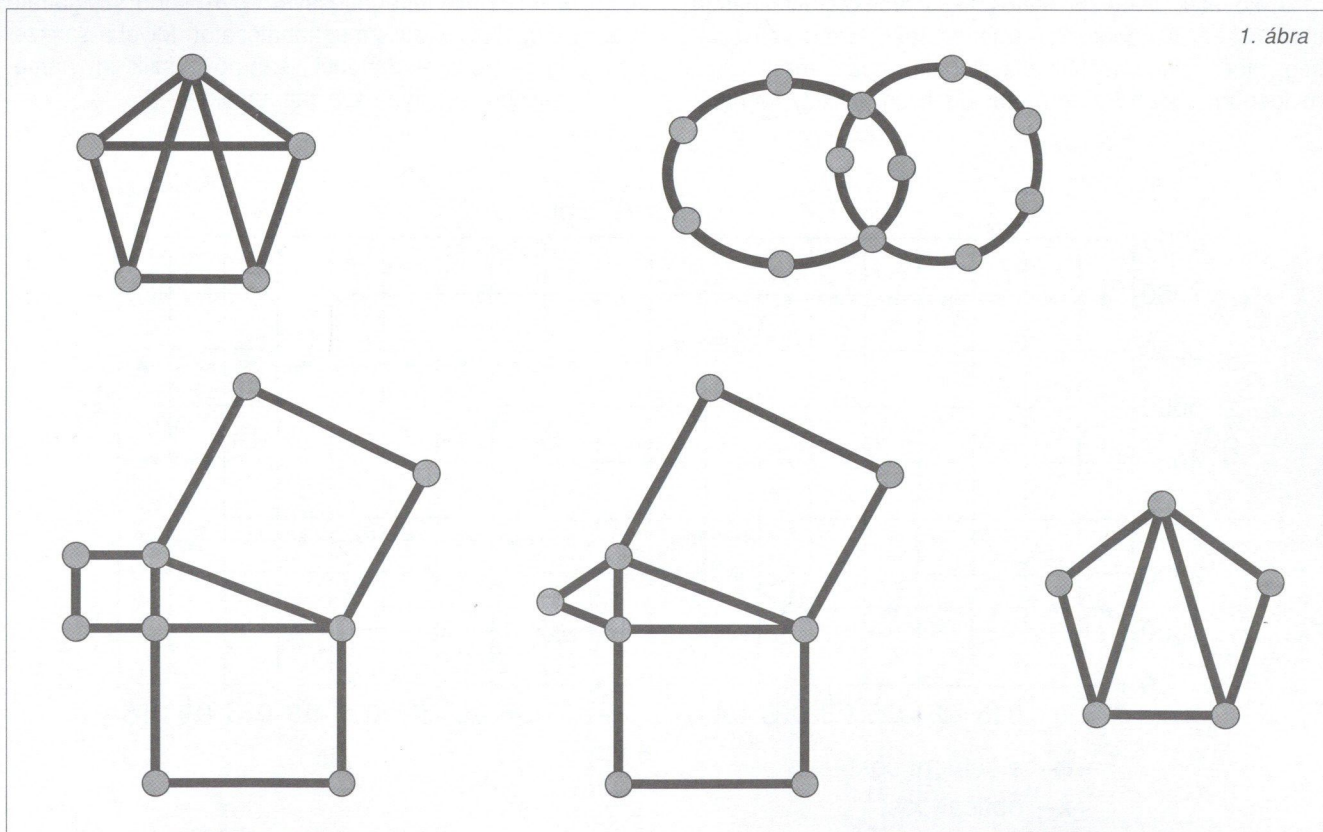
Ezután a 2. VPN igényeit rendeztük sorba, majd vezettük el őket. Itt meghagytuk olcsó hullámhossznak az első VPN által használt 1. hullámhosszat, és olcsóvá tettük a 2. hullámhosszat is. Így a 2. VPN igényei olcsón tudják használni azokat a szakaszokat, amiket az 1. VPN meghagyott az 1. hullámhossz-szakaszokból.

Eredmények ismertetése

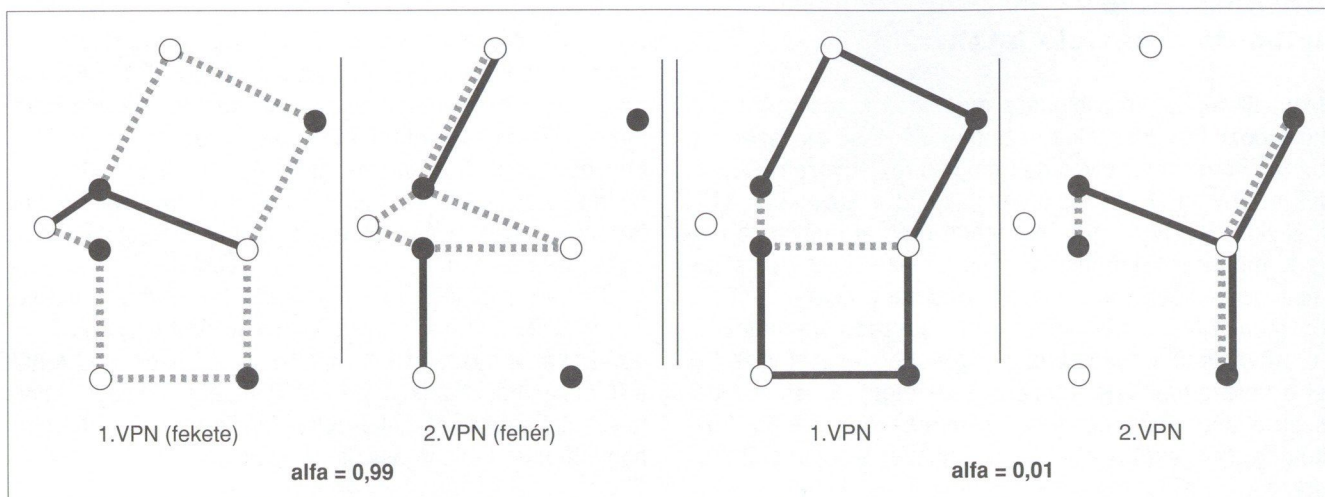
A program globális optimumot kereső része nagy hálózatokra nem fut le, mivel a megoldási idő a hálózat nagyságával exponenciálisan nő. Ezért kis hálózatokat vizsgáltunk, hogy össze tudjuk hasonlítani a globális eredményeket a heurisztikákkal.

Az 1. ábrán bemutatott hálózatokat vizsgáltuk.

Ezek közül a globális módszerrel csak az 5 és a 8 csomópontos hálózat optimalizációja futott le, ezért vizsgálatunkat ez utóbbin végezzük. Kialakítottunk két VPN-t a hálózaton, ezeket a csomópontok színével lehet azonosítani (fekete-fehér). A hálózaton két hullámhossz-szakaszt engedélyeztünk, ezeket az élek színével reprezentáltuk (fekete-szürke).



1. ábra



2. ábra

Vizsgáljuk meg az *alfa* paraméter hatását a végeredményre!

Azt találtuk, hogy míg kis *alfa* értékeknél a program próbál olyan utakat keresni, ami minél kevesebb hullámhossz-csatornát használ, és előszeretettel alkalmazza a „grooming”-ot, az igények kötegelését. Nagy *alfa* értékeknél viszont a program próbálja minimalizálni az elektromos rétegbe lépést, nem törődve azzal, hogy mennyire „pazarolja az optikát”, amint ez a 2. ábrán látható is.

Az *alfa* változtatásával nyomon követhetjük, hogy talál a program új megoldásokat, valamint ezen megoldások mennyire terhelik az optikai illetve az elektromos réteget (az optikai költség arányos a felhasznált hullámhossz-szakaszok számával) (3. ábra).

A következőkben a heurisztikus módszereket hasonlítjuk össze. A heurisztikus módszerekre azért van szükség, mert összehasonlítottuk a globális módszerrel, sokkal rövidebb idő alatt fut le (a globális program egy nap alatt

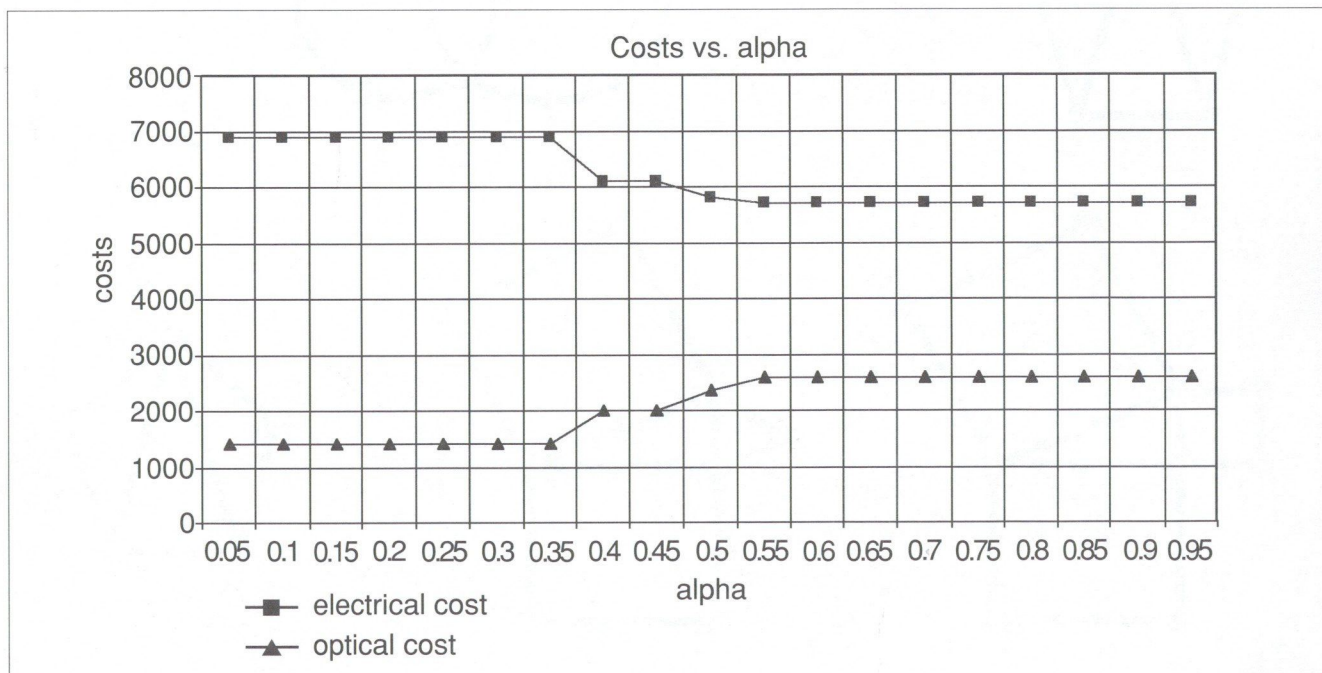
futott le egy 2 db 2 GHz-es processzorral rendelkező gépen, míg a heurisztikák 4-5 másodperc alatt). A 4. ábrán szemléltetjük a módszerek hatékonyságát, és időigényességét. Összehasonlítjuk, hogy ugyanolyan paraméterek mellett melyik módszer hány hullámhossz-szakasz felhasználásával, és mennyi idő alatt oldotta meg ugyanazt a feladatot

Azt tapasztaltuk, hogy a harmadik, heurisztikus módszer majdnem olyan jó eredményt ad, mint a globális módszer, viszont ugyanakkor nagyságrendekkel gyorsabb is.

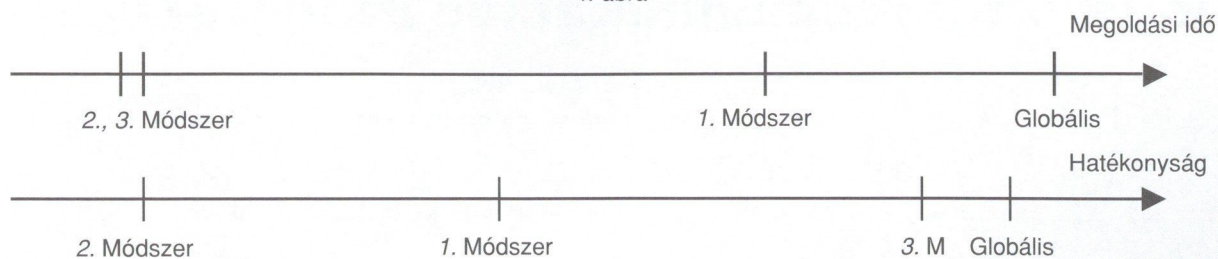
Összefoglalás

A WDM hálózatok elterjedésével egyre több szolgáltató hoz létre optikai virtuális magánhálózatot. Mivel a sávszélesség igény pedig exponenciálisan növekszik, így hamarosan szükség lesz ilyen szolgáltatásokra.

3. ábra



4. ábra



Jelen cikkünkben csak kis méretű hálózatokkal foglalkoztunk, ezeknél viszont egy globális optimumot tudunk találni, amihez viszonyítani tudjuk a heurisztikus algoritmusokat, és ezekkel már nagyobb hálózatoknál is megkereshetjük a legjobb megoldásokat.

Irodalomjegyzék

- [1] J. De Clerq, O. Paridaens: "Scalability Implications of Virtual Private Networks", IEEE Communication Magazine May 2002
- [2] B. Davie, Y. Rekhter: "MPLS – Technology and Applications", Academic Press, 2000
- [3] J. Guichard, I. Pepelnjak: "MPLS and VPN Architectures", Cisco Press, 2001
- [4] Gáspár Csaba, Laborczy Péter, Láposi Levente, Tapolcai János: Címkek az Interneten (MPLS, a többprotokollós címkekapcsolás technológiája), Híradástechnika 2002. február, 3-10. old.
- [5] Y. Qing, Y. Sivalingam, B. Li: Architecture and Analysis for Providing Virtual Private Networks (VPN) with QoS over Optical WDM Networks, SPIE Optical Networks Magazine, vol. 2, no. 2, Mar/Apr 2001, pp.57-65
- [6] B. Ramamurthy, A. Ramakrishnan: Design of Virtual Private Networks (VPNs) over Optical Wavelength Division Multiplexed (WDM) Networks, SPIE Optical Networks Magazine, vol. 3, no. 1, Jan/Feb 2002, pp.59-66
- [7] T. Cinkler: "ILP Formulation of Grooming over Wavelength Routing with Protection", IFIP ONDM 2001, 5th Conference on Optical Network Design and Modeling, Wiena, February 2001
- [8] Mokhtar S. Bazaraa, John J. Jarvis, Hanif D. Sherali: „Linear programming and network flows”, John Wiley & Sons, 1990

Hírek

Medgyessy Péter miniszterelnök a Tudomány- és Technológiapolitikai Tanácsadó Testület tagjává nevezte ki Boda Miklóst, az Ericsson Magyarország vezérigazgató-helyettesét, kutatás-fejlesztési igazgatót.

Gratulálunk!

A szakma nagyon örül ennek, ugyanis az elmúlt időszakban többször megtapasztaltuk előrelátását és figyelemmel kísérhettük sikeres fejlesztési elképzeléseit. Gondolatai alapján szorult háttérbe már 6-8 évvel ezelőtt a térosztású hálózatok fejlesztése mind az Ericsson Kutató Laboratóriumában, mind az egyetemeken. Ugyanakkor lendületet adott a mobil technológiák fejlesztésének és ezen belül is a csomagkapcsolt megoldásoknak. Biztosak vagyunk benne, hogy hasonló jó érzékkel és kiváló szaktudással viszi majd előre az egész ország távközlési K+F tevékenységét.

A Tudomány és Technológiapolitikai Tanácsadó Testület együtt tekinti át valamennyi szakterület problémáit. A testület elnöke Somlyódi László, tagjai: Boda Miklós, Bogsch Erik, Frenyó V. László, Keviczky László, Kondor Imre, Kondorosi Ádám, Lepsényi István, Mandl József, Tamás Pál és Varga György.

Gratulálunk kinevezésükhöz e nagy felelősségű testületbe és sok sikert kívánunk a TTTT valamennyi tagjának, kíváncsian várva munkájuk eredményét.

Szélessávú Raman szálerősítők modern telekommunikációs rendszerekben

VÁRALLYAY ZOLTÁN,

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Atomfizika Tanszék, vz423@hszk.bme.hu

VARGA GÁBOR, JAKAB LÁSZLÓ, RICHTER PÉTER

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizika Tanszék

A fényvezető szálakon átvihető adat mennyiségének növeléséhez többcsatornás rendszerek alkalmazása szükséges. Ez a sáv szélesség növekedésével jár, ezért olyan optikai erősítőket kell alkalmazni, amelyek erősítési tartománya széles és azon belül jó közelítéssel egyenletes is. A jól ismert erbiummal adalékolt szálerősítők (EDFA) mellett léteznek olyan egyéb elveken működő és bizonyos területeken jobb tulajdonságokkal rendelkező optikai erősítők is, amelyek képesek megfelelni a hullámhossz osztásos nyaláboláson (WDM) alapuló optikai rendszerek sáv szélesség követelményeinek. Ezek közül nagy figyelmet érdemelnek a Raman hatáson alapuló erősítők. Ezek működéséről, előnyeiről és hátrányairól, numerikus szimulációjukról, illetve az általunk készített szoftver, egy tervezési példán való bemutatásáról adunk áttekintést.

1. Bevezetés

A jelenséget, melyben egy elektromágneses tér az energiájának egy részét képes átadni egy tőle eltérő frekvenciájú elektromos térnek bármely molekuláris közegben, Venkata Raman indiai fizikus fedezte fel 1928-ban [1]. Ezért 1930-ban Nobel-díjat kapott.

Az indukált Raman szórás jelensége felhasználható arra, hogy dielektrikumban terjedő optikai jelet erősítsünk egy nála nagyobb frekvenciájú és nagyobb intenzitású elektromágneses tér segítségével.

Fényvezetőkben ilyen elven történő erősítés lehetőségével, és annak alkalmazásaival kapcsolatos vizsgálatok már az 1970-es években megkezdődtek [2,3,4]. Ezt követően az erbiummal adalékolt szálak (Erbium Doped Fiber – EDF) megjelenésekor, amelyek igen jó erősítési tulajdonságokkal és technológiai körülményekkel rendelkeztek (például a 980 nm hullámhosszúságú pumpáló lézerek már léteztek), a Raman erősítők vizsgálata háttérbe szorult. Főleg a megfelelő pumpáló fényforrás hiánya miatt, mind intenzitás mind a megfelelő hullámhossz szempontjából.

Az 1990-es évek közepén, amikor a nagy intenzitású pumpálólézerek megjelentek, főleg EDFA pumpáláshoz, és alkalmasak voltak kaszkád Raman erősítéshez is, a Raman-erősítők kutatása és alkalmazási lehetőségeinek keresése ismét előtérbe került. A folyamatot gyorsította az 1480 nm-es hullámhosszúságú, nagyteljesítményű (több mint 1W) lézer diódák kifejlesztése is [5]. A pumpálás ezen a hullámhosszon éppen az 1550 nm körüli (optikai hálózatoknál gyakran használatos) tartomány körül ad maximális erősítést.

Nagyobb forgalom eléréséhez, vagy az egy csatornán belüli bit folyam sebességét vagy a csatornák számát kell növelni. Mindkét eset a használt frekvencia sáv kiszélesítéséhez vezet. Ezért a korábban használt C-sávból (conventional band) több hullámhossz az S-sávba (short-wavelength band) illetve az L-sávba (long-wavelength band) fog esni (1. ábra). Az erbiummal adalékolt szálerősítők (EDFA), gyakorlatilag, nem képesek erősítésre az 1525 nm

alatti (s-band) tartományban, tekintve, hogy az Er^{3+} ion lézerátmenetei ennél hosszabb hullámhosszakra esnek. A Raman erősítők esetében az erősítési tartomány csak a pumpáló lézer hullámhosszától függ így ez lehetővé teszi, hogy több különböző hullámhosszú pumpáló lézer alkalmazásával (WDM pumpálás) szélessávú erősítőt építsünk akár az EDFA erősítési tartományon kívül is.

Fontossá válik tehát, a Raman erősítők tervezése és modellezése, hogy valódi optikai hálózatok esetén jóslolni lehessen a különböző csatornák erősítésének mértékét. A továbbiakban ezért áttekintjük az optikai erősítőket, a Raman hatás fizikai alapjait, a Raman erősítők tulajdonságait, valamint modellezésük elméleti és számítógépes hátterét. Majd kitérünk ezen modellek használatára WDM rendszerek tervezésénél.

2. Optikai erősítők

A legismertebb és leggyakrabban használt optikai erősítők az erbiummal adalékolt szálerősítők (Erbium Doped Fiber Amplifier – EDFA), a félvezető erősítő lézerek (Semiconductor Laser Amplifier – SLA) és a Raman szálerősítők (Fiber Raman Amplifier – FRA). Illetve az adalékolt szálakhoz kapcsolódóan, más ritka föld-fémekkel adalékolt szálerősítők is léteznek.

A továbbiakban átnézzük az optikai erősítők használatával kapcsolatos követelményeket WDM rendszerek esetén, az EDFA-t és a FRA-t külön tárgyaljuk és előnyös illetve hátrányos tulajdonságaikat össze is hasonlítjuk.

2.1. WDM rendszerek erősítése

WDM rendszerek tervezésénél az erősítők következő paramétereit kell tekintetbe vennünk:

- az erősítés zaja,
- az erősítés egyenletessége a frekvencia tartományban
- a nemlinearitás,
- és a diszperzió.

Az első paraméter figyelembevételénél megállapítjuk, hogy minden erősítőnek van zaj járuléka az adott rendszerhez, tehát rontja a jel-zaj viszonyt (Signal-to-Noise Ratio – SNR).

Ennek jellemzésére összehasonlítjuk a jel és zaj arányát az erősítő bemenetén és kimenetén:

$$F_n = \frac{(\text{SNR})_{\text{in}}}{(\text{SNR})_{\text{out}}} \quad (1)$$

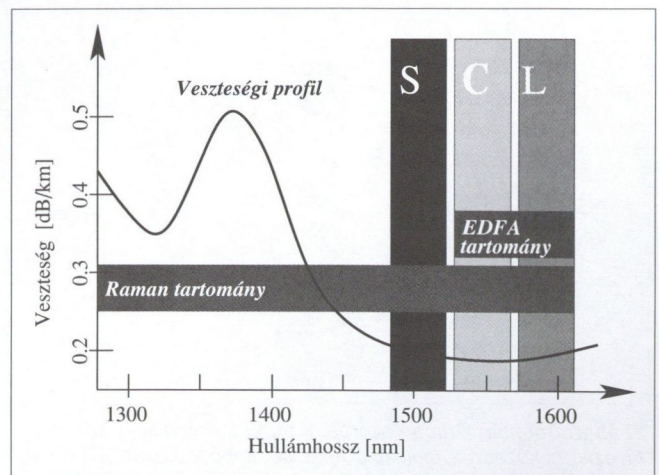
Ezen mennyiséget az erősítő zaj együtthatójának (Noise Figura – NF) hívjuk. Egy erősítő annál jobb, minél kisebb az NF értéke az összes használt frekvencia komponensre nézve.

A második paraméter megmutatja, hogy az erősítő mennyire egyenletes mértékben erősíti a különböző frekvenciájú csatornákat. A WDM rendszerek erősítésénél nem szabad megengedni, hogy bizonyos csatornáknak igen nagy erősítést biztosítunk, míg másoknak ehhez képest kis mértékűt. Ez könnyen adatvesztéshez vezethet, ha az adott csatorna intenzitása a detektálható alá csökken, amire egyenletes csatornáköz esetén megnő az esély az áthallás (cross-talk) miatt is. Egy erősítő annál jobb, minél egyenletesebb (simább) az erősítési profilja.

A harmadik és negyedik paraméter esetén azt kell figyelembe vennünk, hogy az erősítő nemlinearitása és a diszperziója lényegesen ne járuljon hozzá a rendszerben amúgy is tapasztalható nemlineáris és diszperziós jelenségekhez.

2.2. EDFA

Az erbiummal adalékolt szálak, akárcsak a félvezető lézerek, a populáció inverzió elvén működnek [6,7]. Ebben a működési mechanizmusban fontos, hogy az Er^{3+} ion csak meghatározott hullámhosszokon gerjeszthető. A leghat-



1. ábra Vázlatos ábra a veszteségi görbéről, a különböző frekvencia sávokról és az erősítők erősítési tartományairól

konyabban a 980 nm és az 1480 nm hullámhosszúságú félvezető lézerek képesek pumpálni a rendszert. Itt néhány száz milliwatt intenzitás elegendő ahhoz, hogy jó (30-40 db) erősítést kapjunk néhány száz méteres szálhosszon. Természetesen más hullámhosszúságú és típusú pumpáló lézerek is léteznek erre a feladatra, akár a látható tartományban is, de a hatékonyságuk rosszabb.

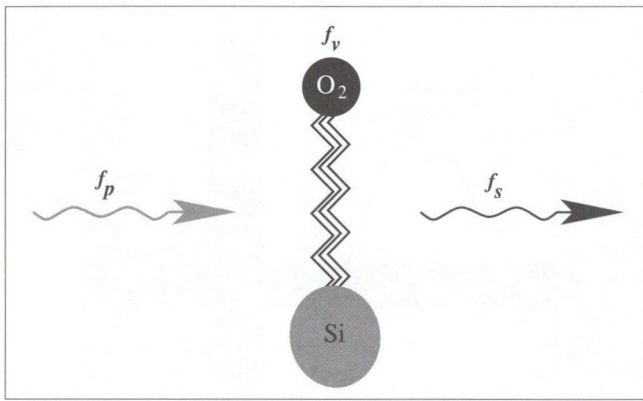
Az erbiummal adalékolt szálba, az erősítendő jel terjedési irányával megegyező és azzal ellentétes irányban is becsatolható a pumpáló jel. Az erősítés mértéke nagyjából ugyanaz mindkét esetben, de az erősített spontán emisszió (Amplified Spontaneous Emission – ASE) szempontjából, ami rontja a jel-zaj viszonyt, az ellentétes irányú pumpálás jobbnak ígérkezik. Előszeretettel alkalmazzák azt az elrendezést is, amikor mindkét irányból pumpálnak, mert így a populáció inverzió mértéke és a jel erősödésének mértéke is nagyjából homogén az erősítő hossza mentén.

	EDFA	FRA
Szál típus	Erbiummal adalékolt szál szükséges (megfontolt, pontos adalékolási technológia)	Ugyanaz a szál használatos az adatforgalomra és az erősítésre
Költségek	EDFA éppen ezért drágább	Olcsóbb mint az EDFA, csak pumpáló lézerekre van szükség
Zaj	Jel-zaj viszony rosszabb, mint a Raman erősítőnél	Jel-zaj viszony kedvezőbb
Pumpáló hullámhossz	980 nm vagy 1480 nm EDFA-ra	100 nm-rel kisebb, mint az erősítendő jel hullámhossza a maximális erősítésnél
Erősítési tartomány	Nem képes az 1525 nm-nél rövidebb hullámhosszokon erősíteni (S-sáv) (anyag paramétereiktől függ)	Meglehetősen széles tartományban alkalmazható megfelelő hullámhosszú pumpáló lézerek esetén
Erősítési tartomány szélessége	20 nm (erbium doppelás esetén)	48 nm és több pumpáló lézer használatával ez növelhető (lásd 1. ábra, illetve a [12] hivatkozást)
Erősítés mértéke	20 dB vagy annál valamivel több. Ion koncentrációtól és szálhossztól függ	2-12 dB a pumpáló intenzitás és a szálhossz függvénye
Szál hossz	Néhány métertől néhány száz méterig terjed	Az optikai szál típusától függően néhány kilométertől 100 km-ig

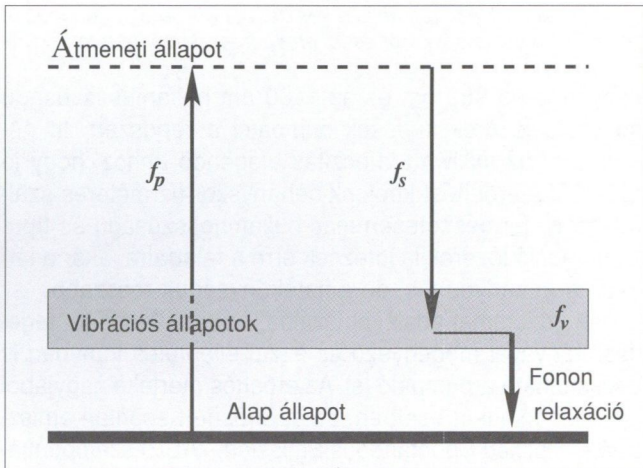
2.3. Raman szórás

A fizikában a szórásokat két nagy csoportra osztják, a rugalmas és a rugalmatlan szórásokra. A rugalmas szórások esetében a molekulákkal kölcsönható foton frekvenciája (vagy részecske energiája) változatlan marad. Tipikus példa erre a Rayleigh szórás (lásd például: [8]).

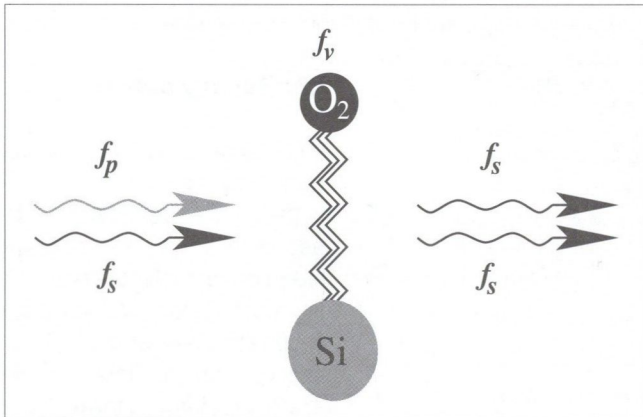
A Raman szórás ezzel ellentétben rugalmatlan szórás. A beeső elektromágneses tér a molekulákon való szóródás során energiájának egy részét elveszíti (Stokes-folyamat). Ez az energia különbség fotonrezgések (az adott molekula vibrációs állapot megváltozásának) formájában jelenik meg, és egy kisebb frek-



2. ábra Spontán Raman szórás. Kisebb frekvenciájú foton távozik, miközben a molekula rezgési állapotváltozást szenved



3. ábra A Raman szórás energia szint vázlatja. A gerjesztett molekula átmenetet szenved egy vibrációs állapotba, miközben egy kisebb frekvenciájú foton távozik



4. ábra Indukált Raman szórás

enciájú foton halad tovább (2. ábra). Ez a jelenség, fizikában használatos energia-sáv szerkezet jelöléssel, a 3. ábrának megfelelően szemléltethető. Itt a vibrációs állapotokat jelző sáv meglehetősen széles, tekintve, hogy amorf közeg esetén (amilyen a SiO₂ alapú fényvezető is) a vibrációs állapotok meglehetősen tág tartományt ölelnek fel.

Ez a jelenség lehetővé teszi, hogy egy egyszerű szilícium-dioxid szálat Raman erősítőként használjunk. Ehhez pedig nem kell más mint egy pumpáló forrás, amelynek a frekvenciája éppen annyival nagyobb az erősítendő jel

frekvenciájánál, mint amekkora energiát a fononok (molekuláris rezgések) elvisznek (4. ábra).

Meg kell említeni, hogy időközben az f_s frekvenciájú foton is Raman szórást szenvedhet és egy alacsonyabb frekvenciájú fotonként emittálódhat. A Raman szórás bekövetkezéne azonban van egy küszöb értéke, vagyis csak bizonyos intenzitások (foton sűrűségek) felett játszódik le. A gyakorlatban ez úgy néz ki, hogy néhány század, tized vagy legfeljebb egy-két mW intenzitású jeleket szeretnénk erősíteni, ahol ez az effektus nem jelentős. Meg kell jegyezni viszont, hogy DWDM rendszerekben sok csatorna esetén, az energia-sűrűség összességében véve lehet olyan nagy, hogy ez problémát okozzon.

2.4. Raman erősítők

A Raman erősítők esetén is bármely irányból pumpálható a szál, de itt, a fentebb említettek miatt, a pumpáló jel hullámhossza széles tartományban változhat az erősítendő jel hullámhosszának függvényében.

A Raman erősítés lényege, találni egy vagy több olyan pumpáló fényforrást, amely az erősítendő jeltől olyan távol van frekvenciában, hogy a jelnél közel maximális erősítést érjünk el. Ehhez ismernünk kell a Raman erősítés görbét az adott anyagra, amit, ezek alapján, a pumpáló fény és a jel közötti frekvencia különbséggel jellemzünk. Egy ilyen mért erősítési görbe látható az 5. ábrán, amely a Furukawa Electric által gyártott egymódusú SiO₂ és GeO₂ alapú optikai szálon mért Raman erősítést ábrázolja.

Az ábrán látszik, hogy minél távolabb megyünk – frekvenciában – a pumpáló lézertől (a nulla helytől), annál nagyobb az erősítés mértéke, egészen körülbelül 13.5 THz távolságig, ahol elérjük a maximumot, majd attól messzebb ismét csökken az erősítés.

Vegyük például azt az esetet, hogy a jelünk 193.4 THz frekvenciájú, ami 1550 nm-nek, tehát a C-sáv közepének felel meg. Ekkor egy olyan pumpáló nyalábot kell választanunk, amely ettől kb. 13.5 THz-el nagyobb frekvenciájú, tehát 206.9 THz, amely hullámhosszban 1490 nm.

Több csatornás és széles sávú rendszereknél ez a feladat bonyolultabb, hiszen a különböző frekvenciájú csatornák különböző mértékben erősödnek és csillapodnak, ennek következményeképpen több kilométeres terjedés után elég nagy intenzitás különbségek adódhatnak. Ezért ebben az esetben több pumpáló lézert kell alkalmazni, amelyek intenzitás és frekvencia szerinti kiválasztása numerikus optimalizációs feladat, amire később mutatunk példát.

2.5. Előnyök, hátrányok

Érdemes megjegyezni, hogy bár az EDFA lényegében nem erősít 1525 nm alatt, azonban léteznek olyan más ritka föld-fémekkel szennyezett szálerősítők, amelyek a C-sáv alatti tartományokban is alkalmazhatóak.

Ezen is látszik, hogy az EDFA tulajdonságai az anyag által behatároltak, míg, ahogy az az EDFA-FRA összehasonlító táblázatból is kiténik, a Raman erősítés hullámhossza csak a kiválasztott pumpáló fényforrás paramé-

tereinek a függvénye, amely igen nagy szabadságot enged. Természetesen a Raman erősítőknek is léteznek hátrányai:

- Több pumpáló lézert kell alkalmazni ahhoz (akár 8-12 darabot), hogy meglehetősen egyenletes legyen az erősítés mértéke körülbelül 100 nm széles tartományban [9,10].
- Nagy pumpáló intenzitás szükségeltetik ahhoz, hogy jelentős legyen az erősítés mértéke (több száz mW vagy 1-2 W).
- Bizonyos körülmények között áthallást okozhat az erősítendő jel és a pumpáló jel között, valamint a pumpáló nyalábok között is.

A második pontnál megjegyzendő, hogy a Raman erősítőket manapság inkább a veszteségek kompenzálására használják, amely több néhány száz mW-os pumpáló lézert már elérhető egy tíz kilométer hosszú szálban. Ezért gyakran előerősítőként, vagy más erősítőkkel kombinálva használják azokat.

Emellett, napjainkban, sikerül már 10 dB-nél is nagyobb erősítést is elérni Raman szálerősítőkkel néhány száz kilométer szálhosszon, amely a nagy intenzitású dióalézerek egyre szélesebb körben történő elterjedésével egyre inkább megnyitja a lehetőséget a FRA-k önálló használatára előtt.

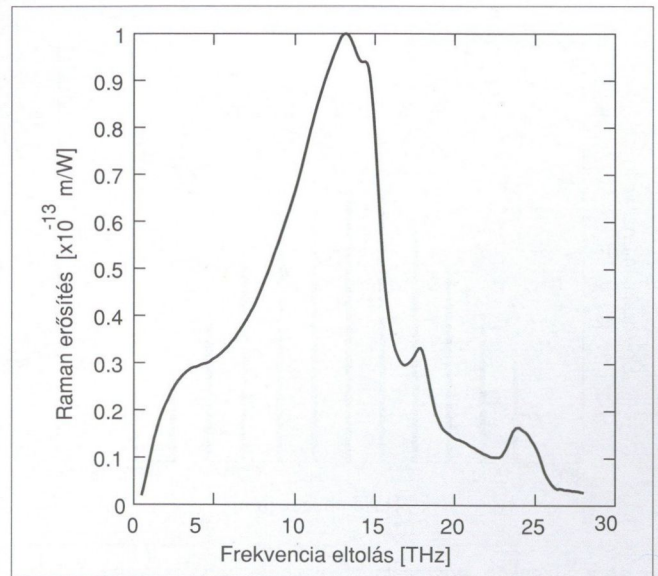
3. Számítógépes szimuláció

Fényterjedéssel kapcsolatos szimulációk során a terjedést leíró egyenleteket oldjuk meg, amelyeket gyakran, alakjuk miatt, Nemlineáris Schrödinger Egyenletnek (NLSE) neveznek. Ezek az egyenletek bizonyos közelítések használatával, amelyek jól működnek az egymódusú fényvezető szálakra, a Maxwell-egyenletekből származtathatók [11]. Ezeknek a terjedési egyenleteknek az egyik legegyszerűbb alakja a következőképpen írható:

$$\frac{\partial A}{\partial z} + \beta_1 \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{i\beta_2}{2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} + \frac{\alpha}{2} A = i\gamma |A|^2 A, \quad (2)$$

Ahol z az optikai tengellyel (szál szimmetria tengelyével) egybeeső hosszúság koordináta, t az idő, $A = A(z, t)$ pedig az elektromágneses tér burkoló függvénye, amit a levezetésnél alkalmazott közelítés alapján *lassan változó burkoló függvénynek* is neveznek. A β_1 mennyiség a hullám csoport sebességének inverze, β_2 csoport sebesség diszperzió, α a veszteségi hányados, amelynek értéke az 1. ábrán látható módon az 1550 nm körüli sávban a legkisebb egymódusú szilícium-dioxid, germánium-dioxid alapú szálakra (kb. 0.2 dB/km). γ a nemlineáris együttható, amelynek értéke a nemlineáris törésmutató, a fény frekvenciájának és a szál adott frekvenciánál vett effektív keresztmetszetének a függvénye (részleteket lásd: [11]). Ebben az esetben a jobb oldalon szereplő nemlineáris tagot önfázis modulációnak nevezik.

A Raman szórást egy nemlineáris jelenség és a harmadrendű nemlineáris szuszceptibilitás tenzorral kapcsolatos megfontolásokból származtatható. Ebben az eset-



5. ábra Raman erősítés a frekvencia eltolás függvényében (A mérési adat a FITEL Photonics Laboratory-tól származik)

ben a fenti egyenletben további nemlineáris tagok jelennek meg, illetve az (2) egyenlet tovább bonyolódik, ha több terjedő jelünk és több pumpáló lézertünk halad egy időben (kereszt-fázis modulációk) a szálban.

Az (2)-hez hasonló egyenletek a Split-Step Fourier (SSF) módszerrel vagy másnéven osztott operátoros módszerrel oldhatóak meg. Gyakran szokás ezeket még hullám terjedési módszereknek (Beam Propagation Method) nevezni, amelyeknek lényege, hogy formálisan a (2) egyenlet a következő alakra hozható:

$$\frac{\partial A}{\partial z} = (\hat{L} + \hat{N})A \quad (3)$$

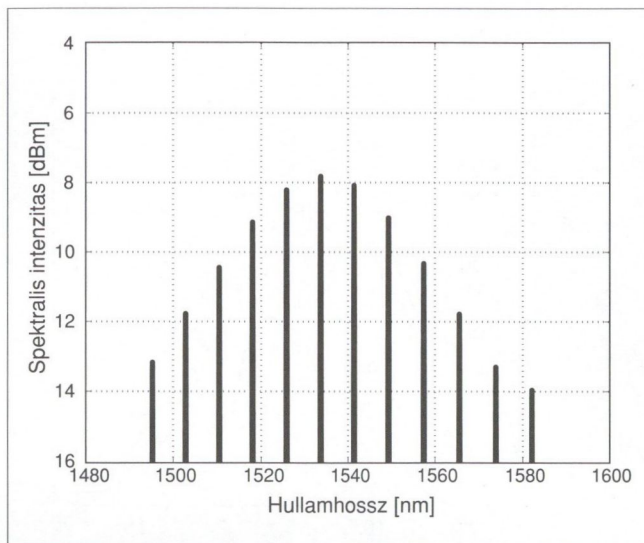
Ahol \hat{L} a lineáris tagokat tartalmazza (kiemelve A -t) és \hat{N} a nemlineárisakat. Ennek a megoldása

$$A(z + \Delta z, t) = \exp[(\hat{L} + \hat{N})\Delta z]A(z, t) \quad (4)$$

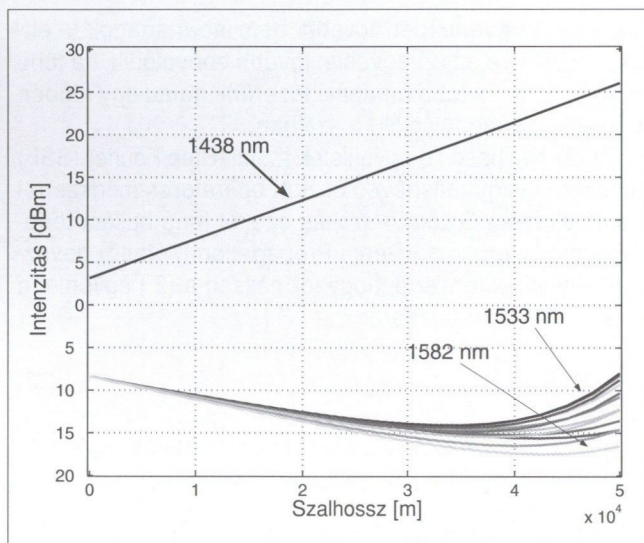
alakban adható, ahol Δz a numerikus megoldás során választott lépésköz. Azaz a probléma visszavezethető egy exponenciális operátor hatására a burkoló függvényre. A lineáris tagokat, az időderiváltak miatt, a Fourier-térben, a nemlineárisakat pedig a normál fizikai térben számoljuk, amelyek között a gyors Fourier-transzformáció teremti meg a kapcsolatot.

A Raman erősítést leíró csatolt egyenletek (lásd: [11], 8. fejezet) nem oldhatóak meg ilyen egyszerűen, ugyanis nem lehet olyan alakra hozni az egyenleteket, hogy operátorok hasáznak a burkoló-függvényre. Ennek kezelésére egy kevert módszert használtunk, ahol a lineáris tagokat a SSF módszerrel oldottuk meg.

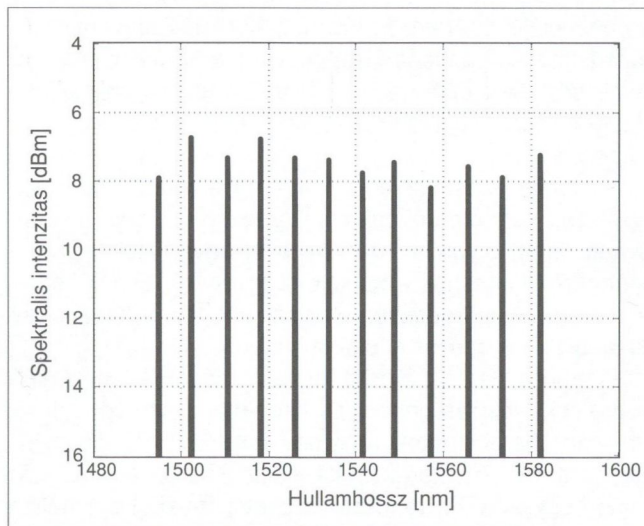
A fentiek alapján, a mért Raman erősítés és veszteségi profilok ismeretében olyan számolásokat végeztünk, amelyek lehetővé tették, hogy egy sok csatornás rendszer esetén pumpáló lézereket iktassunk a hálózatba. Ennek célja, hogy a WDM rendszerek szempontjából optimálisnak mondható elrendezést kapjunk. Így a szimuláció elérte célját, azaz további kísérletek nélkül megtervezhető egy WDM rendszer Raman erősítése.



6. ábra Tizenkét-, egymástól távol elhelyezkedő csatorna (1 THz) spektruma 50 km terjedés után, egyetlen 400 mW-os ellenkező irányú pumpálásnál



7. ábra Intenzitás változások a távolság függvényében



8. ábra Hét, különböző frekvenciájú, irányú és intenzitású pumpáló nyalábbal az erősítés jó közelítéssel egyenletessé tehető

4. Számítógépes tervezés

Legyen egy tizenkét csatornás WDM rendszerünk, amelyben a csatornák meglehetősen távol vannak egymástól (1 THz), és az így terjedő jel központi frekvenciája legyen 195 THz. Ez azt jelenti, hogy vannak 189.5, 190.5, ..., 199.5, 200.5 THz frekvenciájú csatornáink. Azért választottunk ilyen távoli frekvenciákat egymástól, hogy a Raman erősítéssel kapcsolatos jelenségek jól szemléltethetők legyenek.

Ha egyetlen pumpáló nyalábot választunk 208.5 THz-nél, akkor a különböző frekvenciájú Gauss alakú jelek sorozatából álló, nyalábolt (multiplexelt) elektromágneses tér spektruma, 50 km terjedés után a 6. ábrán látható eredményt adja. Az erősítendő csatornák mindegyike, a bemeneten -8.4 dBm (ez egy 1 mW-os Gauss-nyaláb spektrális intenzitása), a pumpálás pedig 400 mW-os (26 dBm) volt.

Ezen az ábrán jól látható, hogy az egyes csatornák erősítésének mértéke eltérő és nagyjából a Raman erősítés profilját követik a csatornák intenzitás csúcsai. (Jelen esetben nem a mért erősítési profil, hanem annak egy Lorentz-görbével való közelítését használtuk a számításokhoz.) Hozzá kell tenni, hogy az egyes csatornák csillapodási mértéke is különböző volt. Az egymódusú szilikát alapú szárra mért veszteségi profilt használtunk.

Hasonlóan, megmutathatjuk ezt a jelenséget akkor is, ha minden csatornának az intenzitás változásait ábrázoljuk a hosszúság függvényében. Ezt mutatja a 7. ábra, ahol a szál végén látható intenzitáskülönbségek igen nagyok. A szál végéről, ellentétes irányból, 26 dBm-ről induló görbe a pumpáló intenzitást, míg a szál elején egy pontból (0 dBm) induló görbesereg a különböző frekvenciájú csatornák intenzitását ábrázolják a hely függvényében.

A 6. és 7. ábrán látható nagy spektrális intenzitásbeli eltéréseket úgy lehet kiegyenlíteni, hogy több, különböző frekvenciájú pumpást használunk. A nehézség ebben az, hogy néhány pumpáló lézer, hullámhosszban éppen arra a tartományra fog esni, ahol igen nagy a veszteség, a szálban maradó OH-gyökök miatt (kb. 1350-1450 nm, lásd az 1. ábrát).

Ezért érdemes, nem csak a jel terjedésével ellentétes, vagy megegyező irányú pumpálásokat használni, hanem mindkettőt egyszerre. Ezzel már a terjedés elején megakadályozzuk a nagy mértékben csillapodó csatornák túl kis intenzitás értékekre csökkenését, amit a szál végén már nem lehetne kompenzálni.

Némi optimalizáció után a következő elrendezést találtuk a legmegfelelőbbnek: három darab az erősítendő jellel megegyező irányú, 100, 120 és 140 mW-os lézerek pumpáltak, rendre 1425, 1415 és 1405 nm-es hullámhosszakon. További négy darab, a terjedési irányval ellentétes irányú lézerre is szükség volt. Ezek 60, 65, 80 és 535 mW-osak voltak, 1490, 1460, 1420 és 1400 nm-es hullámhosszakkal.

A végeredmény a 8. ábrán látható, amely mutatja, hogy a spektrumban tapasztalt nagy intenzitáskülönbségek eltűntek. A legnagyobb eltérés a csatornák között alig 1 dB tehát az erősítés profilja, a modellezett 100 nm-es sávra, nagyjából konstans.

A kapott intenzitások, körülbelül azonosak a szál elején levő értékekkel, tehát a fent említett elrendezés a szál veszteségeinek kompenzálására alkalmas úgy, hogy az lényeges intenzitásbeli különbségeket nem okoz a csatornák között.

A modellezett tartományban, egy sűrű csatornaközzel rendelkező rendszer esetén (0.05-0.1 THz), körülbelül 120-240 különböző frekvencia fér el, amelynek szimulációja, az említett algoritmus alapján, ugyancsak kivitelezhető.

5. Összefoglalás

Áttekintettük a Raman hatás fizikai és elméleti hátterét és azt, hogyan lehet ezt a jelenséget fényvezetőkben terjedő jelek erősítésére használni.

Összehasonlítottuk a jól ismert erbium adalékolt szál-erősítőket a Raman szálerősítőkkal. Rávilágítottunk arra, hogyan használhatjuk ki előnyösen a Raman hatást a jövő telekommunikációs rendszereiben és miként nyújthat ebben segítséget a számítógépes szimuláció.

Irodalomjegyzék

- [1] C. V. Raman: A new radiation. Indian J. Phys., 2:387, 1928.
- [2] R. H. Stolen, E. P. Ippen, and A. R. Tynes: Raman oscillation in glass optical waveguide. Appl. Phys. Lett., 20(2):62-64, January 1972.
- [3] J. Stone: Cw raman fiber amplifier. Appl. Phys. Lett., 26(4):163-165, February 1975.
- [4] C. Lin, L. G. Cohen, R. H. Stolen, G. W. Tasker, and W. G. French: Near-infrared sources in the 1-1.3 m region by efficient stimulated raman emission in glass fibers. Opt. Commun., 20(3):426-428, March 1977.
- [5] S. G. Grubb, T. Strasser, W. Y. Cheung, W. A. Reed, V. Mizrahi, T. Erdogan, P. J. Lemaire, A. M. Vengsarkar, D. J. DiGiovanni, D. W. Peckham, and B. H. Rockney: Optical Amplifiers and Their Applications, 8:197, 1995.
- [6] C. R. Giles and E. Desurvire: Modeling erbium-doped fiber amplifiers. J. Lightwave Technol., 9(2):271-283, Feb. 1991.
- [7] A. Bononi and L. A. Rusch: Doped-fiber amplifier dynamics: A system perspective. J. Lightwave Technol., 16(5):945-956, may 1998.
- [8] B. E. A. Saleh and M. C. Teich: Fundamentals of Photonics. John Wiley and Sons, Inc., 1991.
- [9] Y. Emori and S. Namiki: Broadband raman amplifier for wdm. IEICE Trans. Electron, E84-C(5):593-597, May 2001.
- [10] Y. Emori and S. Namiki: Broadband raman amplifier for wdm. IEICE Trans. Commun., E84-B(5):1219-1223, May 2001.
- [11] G. P. Agrawal. Nonlinear Fiber Optics. Academic Press, Inc., San diego, London, 3rd edition, 2001.
- [12] IPF Technology. Tunable raman lasers. http://www.ipfibre.co.uk/Products/Raman_Laser/Tunable/tunable_frl.htm

Hírek

Az **Oracle Support Services** májusban elnyerte a legjobb támogatási szolgáltatást nyújtó szervezetnek kijáró Amercian Bussiness Award díjat, valamint az SSPA (Service and Support Professionals Association – a szervizelési és ügyfél-támogatási szakemberek egyesülete) „2003 WebStar Service Award” díját. Az Oracle ezen a területen nyújtott teljesítményét nem most ismerték el először. Az innovatív támogatásért már elnyerte a STAR (Software Technical Assistance Recognition – a szoftverekhez nyújtott technikai támogatás elismerése) díjat is.

Az **Ericsson Magyarország** és az **Emitel** szerződést írt alá Ethernet DSL hozzáférési (előfizetői) hálózat (EDA) telepítésére. Az Emitel hosszútávú stratégiájába jól illeszkedik az EDA koncepciója, amely gyökeresen szakít a hagyományos távközlési berendezések filozófiájával és nyit az IP integráció felé. Az EDA megoldás előnye, hogy skálázhatósága segítségével kis költséggel és helyigénnyel lehetővé teszi a ritkán lakott és kisebb településeken a multimédia és egyéb adatszolgáltatások elérését.

Münchenben található Németország második legnagyobb polgári repülőtere, amely 2002-ben 23,2 milliós utasforgalmat bonyolított le. A repülőtér a második terminál megnyitásával 2003. júniusáig 50 millió főre tervezi bővíteni szállítási kapacitását, és e bővítés részeként világszínvonalú szolgáltatásokkal és létesítményekkel kívánja növelni vonzerejét. A repülőtér 2001 októbere óta kínál vezeték nélküli hozzáférést a terminál épületében és a várócsarnokban. A Cisco technológiának köszönhetően a repülőtér üzemeltetője, a Flughafen München GmbH mostantól a világon elsőként teszi lehetővé, hogy internetes portálján a felhasználók egy menüből válasszák ki a számukra megfelelő szolgáltatót. A cél az, hogy – a hozzáférés és a számlázás egyszerűsítése érdekében – az utazók otthoni vagy munkahelyi szolgáltatójukat használhassák. Az új technológiától bevételeik növekedését és az ügyfelek kötődésének erősödését remélő szolgáltatók máris számos helyen tervezik a Münchenben debütáló többszolgáltatós megoldás bevezetését. Ennek végeredményeként a felhasználóknak utazás közben sem kell majd másik szolgáltatót igénybe venniük.

A TTCN-3 grafikus formája

JÓNA GYULA

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Távközlési és Telematikai Tanszék
jg206@hszk.bme.hu

Kommunikációs protokollok fejlesztését és alkalmazását segítő formalizmusok fejlődése az utóbbi időben nagymértékben fellendült. Ezt követi a TTCN fejlődése is. A 2003 tavaszán megjelent TTCN-3 specifikáció nagy előrelépést jelent a protokollfejlesztés egyik kritikus lépésének, az ellenőrzésnek a tekintetében. A számos új funkció és struktúra mellett a TTCN-3-ban megjelent egy új ábrázolási forma: a grafikus formátum. Ezen cikk célja a grafikus ábrázolási mód és az általunk létrehozott grafikus szerkesztőprogram bemutatása.

1. Bevezetés

A távközlési berendezésekben protokollok biztosítják azokat a szabályrendszereket, amelyek segítségével az elosztott rendszerek elemei egymással kommunikálhatnak. Minél előbb detektálunk egy hibát, a protokoll fejlesztése vagy implementálása során, annál kevesebb erőforrás lefoglalást követel meg a hiba kijavítása. Tesztek előállításának legelterjedtebb módja azok manuális készítése.

A tesztek manuális létrehozásának segítésére magas szintű programnyelvek, majd később egységes formális leírónyelvek születtek. A TTCN is egy ilyen formalizmus. Kezdetben a TTCN egyszerű tesztspecifikáló nyelvként született, végül egy komplex rendszerré fejlődött a TTCN-3 formájában.

Az új verzió is megtartotta a korábban alkalmazott alapnyelv koncepcióját (core language), de átdolgozott formában. Az új szabványban lehetséges a core language többféle rugalmas ábrázolása is. A korábbi táblázatos megjelenési formán kívül a szabvány egy új grafikus ábrázolási rendszert is definiál. A core language grafikus megjelenési módja a hivatott a manuális tesztkészítés folyamatát megkönnyíteni, az egyszerűbb szerkeszthetőség és a könnyebb átláthatóság segítségével. A TTCN magját alkotó core language és a grafikus megjelenési forma egymásnak kölcsönösen egyértelműen megfeleltethetők.

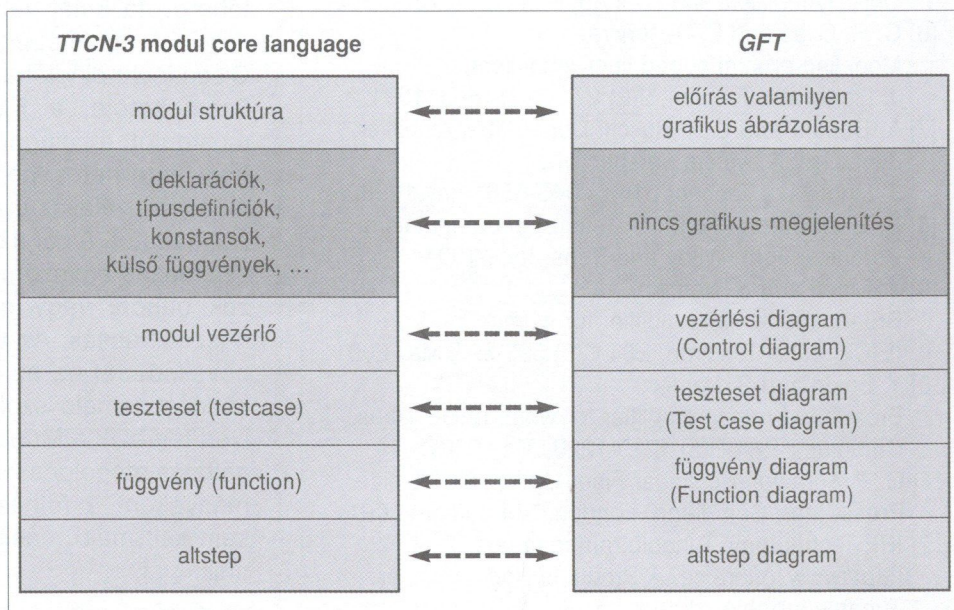
2. A TTCN-3 grafikus formátuma, GFT

A TTCN-3 grafikus formátumát az ETSI vizsgálati és specifikáció módszertanával foglalkozó bizottsága (ETSI Technical Committee Methods for Testing

and Specification) által létrehozott TTCN-3 szabvány harmadik része definiálja (TTCN-3: 3. Graphical presentation Format – GFT) [1]. A TTCN-3 grafikus megjelenítése csak a rendszer viselkedésének ábrázolását adja meg (1. táblázat).

A szabvány nem teszi lehetővé paraméter- és típusdefiníciók, deklarációk, jel, sablon, konstans és külső függvény deklarációk valamint adatok grafikus megjelenítését. A nem ábrázolható elemek a grafikus megjelenési formátumban is core language vagy a régebbi táblázatos formájukban vannak jelen. A TTCN-3 modul felépítésére sem határoz meg grafikus ábrázolást a szabvány, csak követelményeket ír elő az ábrázolásukkal kapcsolatban. A szabvány a következő elemek grafikus ábrázolását definiálja: TTCN-3 test case, function, altstep és modulvezérlés (control). A TTCN-3 elemeinek grafikus ábrázolására különböző típusú diagramok szolgálnak, és ez MSC alapokon nyugszik. A GFT-ben felhasználták az MSC grafikus jelölésmódját, és azt új szimbólumokkal egészítették ki.

1. táblázat Kapcsolat a TTCN-3 core language és a megfelelő GFT leírás között



A TTCN-3 modul elemeinek grafikus megjelenése egymáshoz nagyon hasonló. A diagramok közös jellemzője, hogy egy vagy több példány (instance) alkotja. Egy példány az MSC-hez hasonlóan egy fejrészből, valamint egy függőleges időtengelyből áll, amely a viselkedés leíró események időrendjét biztosítja. A diagramokat a megfelelő helyeken elhelyezett kulcsszavak (module, testcase, runs on, system, function, alt-step), valamint a példányok fejrészeiben található nevek (mtc, control, self) és típusok alapján különböztethetők meg.

Rendeltetésük szerint a control diagram a TTCN-3 modul vezérlő elemének grafikus ábrázolását tartalmazza. A test case diagram a teszt során végrehajtott eseménysorozatok grafikus ábrázolását teszi lehetővé. A function diagram függvények ábrázolására szolgál. Az altstep diagram az alapértelmezett viselkedés ábrázolására és az alternatív viselkedés leírására szolgál.

A core language által leírt tesztekben az adott műveletek, események időrendi sorrendje a kód alapján egyértelműen meghatározható, mert a kódolás és az emberi írás egydimenziós (egyetlen hosszú karaktersorozat) [2]. A grafikus megjelenés éppen ezt a korlátot töri át, kibővítve az ábrázolás lehetőségeit. Így lehetőség adódik bonyolultabb struktúrák, hierarchiák szemléletes és tömör ábrázolására, azonban az időrendi egyértelműség elvesz, külön gondot kell erre fordítani.

3. A szerkesztőprogram felépítése

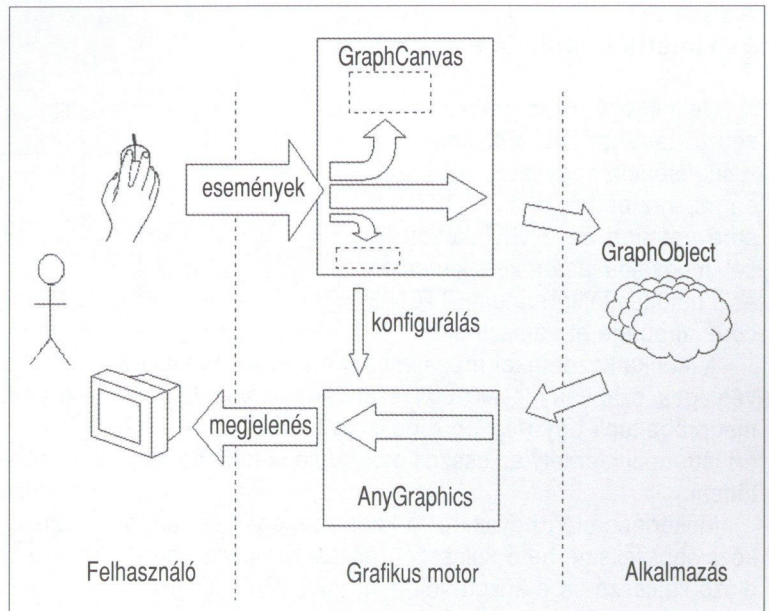
A grafikus szerkesztőprogram fő feladatai a következők: a TTCN-3 modul grafikus és nem grafikus elemeinek megjelenítése, az események kezelése, a TTCN-3 modul részeségeinek a nyilvántartása, valamint a grafikus megjelenés és a core notation közötti átjárhatóság biztosítása.

A grafikus rendszer

A program grafikus motorja képes objektum-orientált vektorgrafika megjelenítésére és interaktív kezelésére. Ehhez a Java nyelv vektorgrafikát is támogató, általunk kibővített grafikus kontextust alkalmaztuk. Ezzel egyszerűen készíthetők grafikus alkalmazások, csak a grafikus objektumokhoz tartozó néhány függvény megírása szükséges. A grafikus motor segítségével tetszőleges kicsinyítés-nagyítás, csoportos kijelölés, mozgatás, átméretezés funkciók egyaránt megvalósíthatók, így drag&drop megoldások is alkalmazhatók. A grafikus rendszer két fő komponensből áll: az egyik a grafikus objektumok kezeléséért és az események feldolgozásáért (*GraphCanvas*), míg a másik a grafikus megjelenítésért felelős (*AnyGraphics*).

A TTCN-3 modul komponenseinek kezelése

A grafikuson nem megjeleníthető részek string típusú változóban kerülnek tárolásra. Az összes grafikus elemek



1. ábra Az események kezelése és terjedése

kezelésével kapcsolatos funkció a *GraphCanvas* osztályban csoportosul, a funkciók többsége ebben az elemben valósul meg. A fő feladatai: adminisztráció, megjelenítés, interaktivitás. Mindezek mellett speciális szolgáltatásokat is nyújt: komponens létrehozás felügyelete.

Megjelenítés: A rajzvászon, miután előállította a saját grafikus kontextust, azt átadja a grafikus komponenseknek, hogy azok kirajzolják magukat. A konkrét megjelenést maguk a grafikus komponensek hozzák létre.

Interaktivitás: Az operációs rendszertől megkapja az egér és billentyű eseményt, majd meghatározza, hogy melyik komponenshez tartozik. Az eseményt az üzemmód és a belső állapotok alapján feldolgozza, vagy feldolgozásra továbbítja az érintett komponens felé.

A grafikus komponensek egységes kezeléséhez definiáltunk egy közös interfészt (*GraphObject*), amelyet minden grafikus elem megvalósít. Grafikus alkalmazás fejlesztésekor ezen interfész metódusait kell megírni. Ezek a metódusok valósítják meg az interaktív konstrukciót, interaktív manipulációt és a komponensek közötti kapcsolatokat.

A *GFT* egy időtengelyre fűzi fel a végrehajtott műveleteket, bekövetkezett eseményeket ábrázoló szimbólumokat. Ahhoz, hogy az időrend egyértelműen meghatározható legyen, a megadott szimbólumoknak megfelelően el kell különböznük egymástól.

A grafikus szimbólumok véges kiterjedésűek, így átfedés esetén nem lehet a grafikus felbontás fokozásával sorrendjüket egyértelműen eldönteni. Minden grafikus komponenshez hozzá van rendelve egy pont-koordináta, így logikailag egyetlen pontba lehet koncentrálni azokat. Ennek a pontnak a megválasztása függ a szimbólum jellegétől. A szerkesztőfelület ezeket a pontokat és a befoglaló téglalapokat felhasználva automatikusan elrendezi a grafikus komponenseket, hogy azok ne kerüljenek egymással átfedésbe.

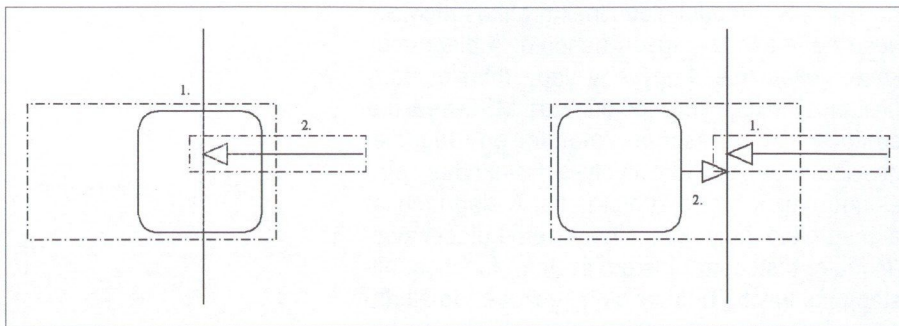
A betöltés és kimentés funkciója

Célunk egy olyan grafikus szerkesztő létrehozása volt, amelynek a segítségével egyszerű átjárhatóságot biztosíthatunk a TTCN-3 core notation és a GFT között. A cél megvalósításához a kimentés és a betöltés fájlformátuma TTCN-3 core language-et választottuk.

A munka kezdetekor még nem állt rendelkezésünkre a végleges szabvány csak, egy szabvány tervezet, ezért megpróbáltunk egy nagyon robusztus feldolgozó rendszert létrehozni, amely az összes előforduló verziót be tudja tölteni.

Működése elég egyszerű: a kódban megkeresi a legközelebbi felismerhető kulcsszót, és azt értelmezi, ha az előző kulcsszó és e között volt még valamilyen kifejezés, azt a megfelelő helyen megjeleníti, ezután keresi a következő kulcsszót. Ennek előnye, hogy a szabvány változása esetén is be lehet tölteni a fájlt, csak az új kulcsszó kifejtéséhez tartozó metódusrészletet kell megírni, míg a régiéket továbbra is felismeri.

Különösen fontos, hogy mentésnél a grafikus rendszer a sok szerkesztési szabály betartásával olyan grafikai elrendezést hoz létre, amelyhez érvényes TTCN kód tartozik. Szerkesztés közben egy félkész ábrát csak akkor lehet menteni, ha az ábrához egyértelműen hozzárendelhető a megfelelő kód. Ennek érdekében megpróbáltuk a szerkesztőt úgy kialakítani, hogy a kétértelmű helyzeteket automatikusan feloldja, így a felhasználó szerkesztés közben azonnal látja a változást. (Például teszt vége jel után nem helyezhető el több operáció).



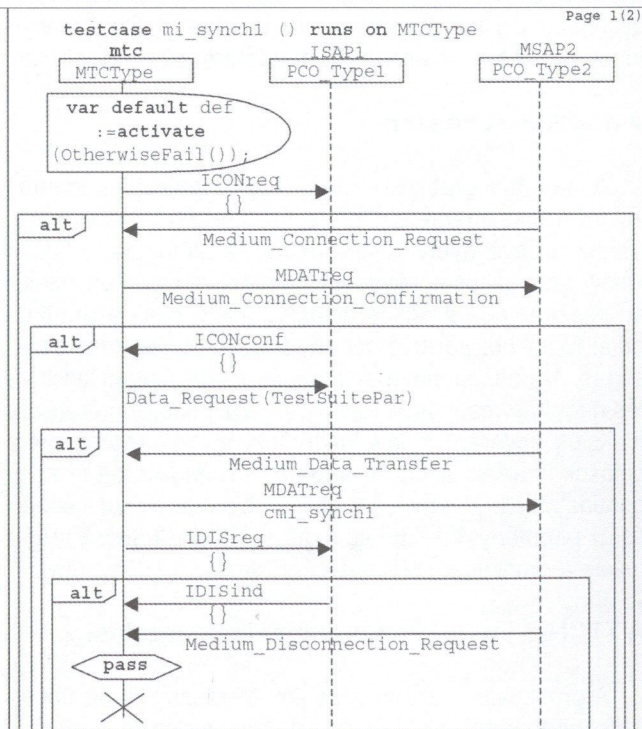
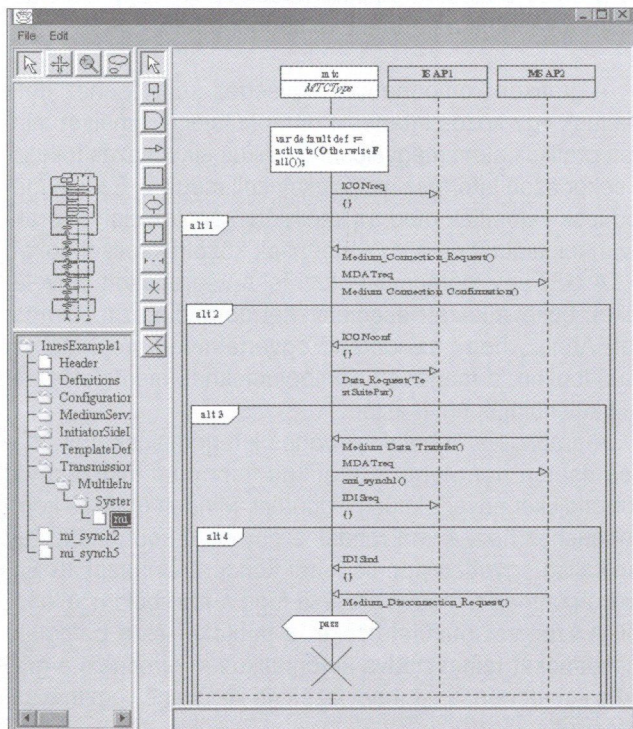
2. ábra Tipikus átfedések

A szerkesztőkörnyezet

A szerkesztőkörnyezet kialakításához több grafikus kezelőfelülettel rendelkező rajzoló- és szerkesztőprogramot tanulmányoztunk (pl. SDT), hogy kényelmesen használható kezelőfelületet hozhassunk létre.

A program két fő részre bontható: a szerkesztőfelületre és a kezelőszervekre. A szerkesztőfelület kiemelkedő funkciói az egyszerű mozgathatóság, nagyítás mértékének könnyű megváltoztatása, valamint a komponensek takarásban lévő fejrészét mindig láthatóvá tevő fejléc. A kezelőszervek között megtalálható a négy funkcióválasztó gomb (szerkesztés, mozgatás, méretezés és nagyítás). Az aktuális dokumentum függvényében dinamikusan változó gombsor található függőlegesen a szerkesztőfelület mellett az elhelyezhető grafikus objektumokkal. A bal szélén két kis panel található. Az alsó a TTCN-3 GFT-ben szereplő ajánlásnak megfelelő TTCN-3 modul elemeinek megjelenítésére szolgáló fa. A másik a szerkesztőfelület kicsinyített képét tartalmazó ún. zoom térkép, amely segítségével kiválasztható a szerkesztőfelületen megjeleníteni kívánt terület.

3. ábra Balra: a szerkesztőprogram képe, jobbra: a szabványban bemutatott azonos példa (INRES)



4. Összefoglalás

A különálló grafikus motor és a szerkesztőfelület párhuzamosan készültek. A projekt elején a motor kapott nagyobb hangsúlyt, később csak a felmerülő új igényeknek megfelelően kellett bővíteni. Ez gyakorlatilag elkészült. A szerkesztőfelület fejlesztése során törekedtünk arra, hogy először a bonyolultabb részeket dolgozzuk ki, és csak ezután haladjunk az egyszerűbb, finomabb részletek felé. Jelenleg sokfajta TTCN dokumentumot be lehet tölteni, módosítani lehet, és ki lehet menteni fájlba, de még további fejlesztés szükséges.

A GFT grafikus megjelenést biztosít a TTCN-3 bizonyos részeinek. Úgy tűnik azonban, hogy a tesztelési szakemberek nem azt várják elsősorban el a GFT-től, hogy a TTCN-t helyettesítse, hanem hogy kiegészítse azt. Amikor tesztelési szakemberek konzultáltunk, az érdekelte őket leginkább, hogy mivel nyújt többet a grafikus megjelenés a szövegesnél. Lehet-e látni benne olyan összefüggéseket, amelyeket a kódban nehéz nyomon követni. Ilyen diagramok nincsenek definiálva, de használatuk sincs megtiltva.

A jövőben tervezzük ilyen diagramok megjelenítését is. Ehhez sok ötletet meríthetők például az UML grafikus nyelvből, így egyrészt már kipróbált megoldásokat használhatunk, másrészt a grafikus elemek ismerősek lesznek a formális nyelveket használóknak.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni projektársaimnak, Ollé Kálmánnak és Szűcs Máténak és konzulenseimnek Kasza Tamásnak és Szabó Tibornak a TTCN-3 megismerésében, valamint a program kifejlesztésben való segítségükért és közreműködésükért.

Irodalomjegyzék

- [1] ETSI: „Methods for Testing and Specification (MTS); The Testing and Test Control Notation version 3; Part 3: TTCN-3 Graphical presentation Format (GFT)” 2003. 04.
- [2] Jóna Gyula, Ollé Kálmán, Szűcs Máté: „TTCNv3 grafikus szerkesztőfelület megvalósítása Java2-ben”, TDK 2002. 12.

Hírek

San Franciscóban június 10-12 között nyolcadik alkalommal került megrendezésre a **JavaOne** fejlesztői konferencia, amely a Java-fejlesztők, -partnerek és -felhasználók legnagyobb évenkénti összejövele. Az eseményen a **Sun Microsystems** többek között bejelentette, hogy új termékekkel és programokkal kívánja tízmillióra növelni a Java-technológia által érintett – jelenleg hárommillió – fejlesztői tábor. Újabb világcégek kapták meg a Java minősítést, valamint szó esett a márka új arculatáról is.

A *Project Rave* kódnevű egy új eszközt takar a vállalati Java-fejlesztéshez. A kipróbálás céljából már idén megjelenő Project Rave célja, hogy minimalizálja a többretegű, elosztott alkalmazások bonyolultságát és felgyorsítsa fejlesztésüket.

A *Scripting Java Specification Request (JSR) 223* hidat épít a parancsnyelvek (mint például a PHP) és a Java közé. Segítségével szabványos módon lesznek elérhetőek a Java alapú rendszerek a nem Java technológiára épülő webes alkalmazásokból.

A *Project Relator* névű egy várhatóan 2004 közepén megjelenő új Java2 platform, Mobile Edition (J2ME) tartalomfejlesztő eszközt takar, amellyel J2Me alapú tartalom készíthető médiában gazdag felhasználói felületekkel.

A Gartner elemzése szerint a Sun 24,2%-os részesedéssel vezeti a Linux-piacot a leszállított egységek, és 29,5%-os részesedéssel a bevételek terén. A Sun a UNIX piacon is megnövelte részesedését a leszállított egységek és bevételek terén az előző negyedévhez képest. Sun szerver a leszállított egységek 52%-a, ami bevételben 34%-át jelenti a teljes UNIX szerverpiacnak.

Technológiai és piacfejlesztési erőforrásait felhasználva a Sun Microsystems sokmilliárd dolláros fejlesztésbe kezdett a hálózati játékipiac terén. Bejelentették, hogy létrehoztak egy új, *Game Technologies Group* nevű csoportot is. A Sun célja, hogy kiterjessze a Java és Solaris technológiáit a sokmillió hálózatba kapcsolt asztali gép, konzol és mobil eszköz fejlesztőire és játékosaira.

A Sun törekvése, hogy a gyártók előre telepítsék a Java technológiát minden egyes asztali PC-re, és így létrejöhessen az iparág legnagyobb célplatformja az asztali és webes alkalmazások számára. A J2SE legfrissebb, 1.4.2 verziójú kiadása az ügyfelek kéréseinek megfelelően akár 30 százalékkal gyorsabban indul, frissült az OpenGL-támogatás a jobb képrajzolás érdekében, és közösségi programok készültek az asztali alkalmazások fejlesztőinek jobb támogatására is. Az új kiadás lehetővé teszi a natív OS-megjelenést is a Windows XP-hez és a Linuxhoz. A fejlesztők tehát egyetlen Java alkalmazást elkészítve azt az összes fő asztali rendszeren telepítheti, mintha eredetileg is az adott platformra készítették volna őket.

A 3D FluxSet szenzor vizsgálata és kalibrációja

KUCZMANN MIKLÓS, IVÁNYI MIKLÓSNÉ

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Elméleti Villamosságtan Tanszék
kuczman@evtsz1.evt.bme.hu

Az utóbbi években a különböző fizikai mennyiségeket elektromos jellé alakító szenzorok közül a mágneses elven működő szenzorok iránt jelentősen megnőtt az érdeklődés. Ezen szenzorok az olcsó előállítási költségek és a sorozatgyártás lehetősége mellett kielégítik az ipari környezetben előforduló és megszabott szigorú követelményeket is, úgy mint a széles működési hőmérséklet tartomány, a szigorú mechanikai igénybevétel, az esetleges radioaktív környezet, a jó zavarelnyomás, kis méret és energiaigény stb. A FluxSet szenzor az egyik legújabb mágneses elven működő nagy érzékenységgű szenzor, amely alkalmas egyenáram és váltakozó áram által gerjesztett mágneses terek mérésére. A szenzor kimenő jele a mért mágneses térerősség függvénye, ami lineáris és adott frekvenciatartományban frekvenciafüggetlen. A szenzor két alaptípusban, nagy érzékenységgű kis frekvenciás és nagy frekvenciájú terek mérésére alkalmas szenzorként került forgalomba. Mágneses Laboratóriumunkban a kisfrekvenciás mágneses terek mérésére alkalmas nagy érzékenységgű szenzort vizsgáltuk. Eljárást dolgoztunk ki a FluxSet szenzor kimenő jelének mérésére, DC és AC terek érzékelésére, amely a LabVIEW programcsomag interaktív felületére és a számítógép által vezérelt digitális jelgenerátorra támaszkodva alkalmas a mérési eredmények felvételére és elemzésére. A mérési eredmények feldolgozása szintén ugyanezen szoftver által támogatott függvényekkel történt. Cikkünkben bemutatjuk a szenzor linearitását, frekvenciafüggetlenségét és egy egyszerű, analitikus formában számolható elrendezésre elvégeztük a szenzor egy lehetséges kalibrációját.

Bevezetés

Mágneses Laboratóriumunkban a Központi Fizikai Kutató Intézetben kifejlesztett és szabadalmaztatott FluxSet szenzor DC és kisfrekvenciás (100Hz alatti) mágneses terek pontos mérésére alkalmas verzióját vizsgáltuk [1-6].

A FluxSet szenzor a mágneses tér mérését nagyon pontos időméréssé konvertálja. A szenzor két egymásra helyezett szolenoid tekercsből és egy nagy permeabilitású, lineáris, vékony ellipszis alakú vasmagból és a feldolgozó elektronikából áll. A vasmag alakja és speciális előállítási technikája több előzetes vizsgálat, szimuláció és optimalizáció útján nyerte el végleges formáját és összetételét.

A belső tekercs a mérőtekercs, míg a külső tekercs végzi a vasmag periódikus átmegnesezését. Az átmagnezéshez háromszögjelet alkalmaznak. A mérőtekercs jelét először impulzussorozattá konvertálja, majd a szenzor megfelelően tervezett elektronikája kimenő feszültséggé alakítja.

Külső tér nélkül a szimmetrikus karakterisztikának megfelelően az impulzusok egyenletes időközönként követik egymást, külső mágneses tér jelenlétében ez a szimmetria megszűnik, az impulzussorozat elmozdul. Az elektronika ezt az időbeli eltolódást érzékeli és alakítja át a mért térrel arányos feszültséggé. A mérőtekercs a hossz tengelyével párhuzamos mágneses teret mér.

A FluxSet szenzor egy a mérőfejet és a szükséges elektronikát is magába foglaló komplett analóg mérőegység. Laboratóriumunkban ennek egy három dimenziós formáját vizsgáltuk, amely három egymásra ortogonálisan elhelyezett mérőfejet tartalmaz, tehát alkalmas a mágneses térerősség vektor felvételére.

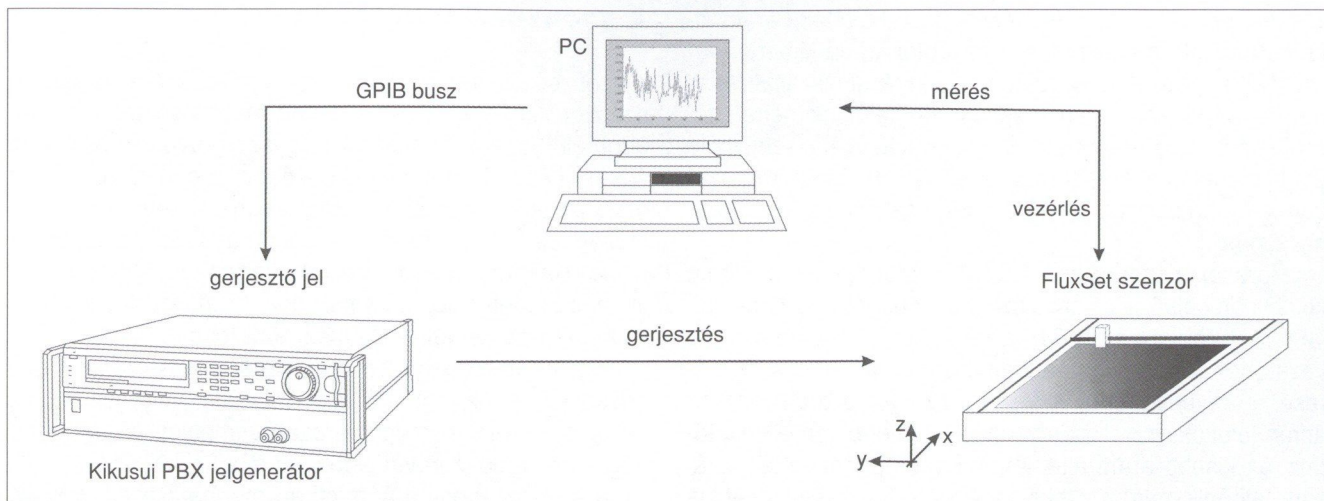
A mérési elrendezés

Első lépésben egy egyszerű, analitikus formában is megfogalmazható feladatot választottunk, amely alapja további vizsgálatainknak. A mérési elrendezés 5 egymással párhuzamos 1,5 mm átmérőjű vezetőt tartalmaz, melyek tetszőleges sorrendben összekapcsolhatók, továbbá alkalmas 1, 2, 3, 4 vagy 5 vezető által létrehozott mágneses tér mérésére.

Azt tapasztaltuk, hogy az elrendezés matematikailag felfogható egydimenziós térszámítási feladatként, azaz egy az x irányban végtelen hosszúságúnak tekinthető vezető terét, vagy több vezető terének szuperpozíciójaként előálló eredő teret kell meghatározni a $H=I/(2r\pi)$ összefüggésnek megfelelően, ahol I a vezetőben folyó áram, r pedig a vezető és a tér egy adott pontja közti távolság, ahol a H mágneses térerősséget számoljuk. A vezetőket egyenárammal és adott frekvenciájú és amplitúdójú váltakozó árammal lehet gerjeszteni. A mérési elrendezés az 1. ábrán látható.

A forrás egy teljesítménygenerátor, amely a számítógép által generált és a GPIB buszon keresztül a generátor memóriájába töltött jelalakot követi. A jelalak valamely matematikai formulával megadható függvény (pl. szinuszjel), amelynek egy periódusát a MATLAB programrendszer és annak függvényeivel kidolgozott jelgenerátor állítja elő.

Miután a jelalakot a generátor memóriájába töltjük, az folyamatosan generálja a kívánt jelet, s a mérés többi része ettől függetlenül történhet. A vezetők mágneses terét egy előre meghatározott tartományon, adott felbontásban a FluxSet szenzorral mérjük. A szenzor pozícióját biztosító elektronikát a LabView programrendszer vezérli egy 10



1. ábra A mérési elrendezés

kHz fekvencájú impulzussorozattal, melynek kitöltési tényezője határozza meg az aktuális pozíciót. Minden mérési pontban a szenzor kimenő feszültségét a számítógépbe épített NI-DAQ mintavételezési kártyán keresztül mérjük.

Egyenárammal létrehozott mágneses tér esetében adott idő alatt több mintát veszünk, s ennek átlagértékét ábrázoljuk. A váltakozó áram mágneses terének esetében a mért jelből kivonjuk a jel átlagértékét, s az így előálló jel effektív értékét számoljuk ki és ábrázoljuk. A mérési eredményeket későbbi felhasználás céljából lemezre menthetjük.

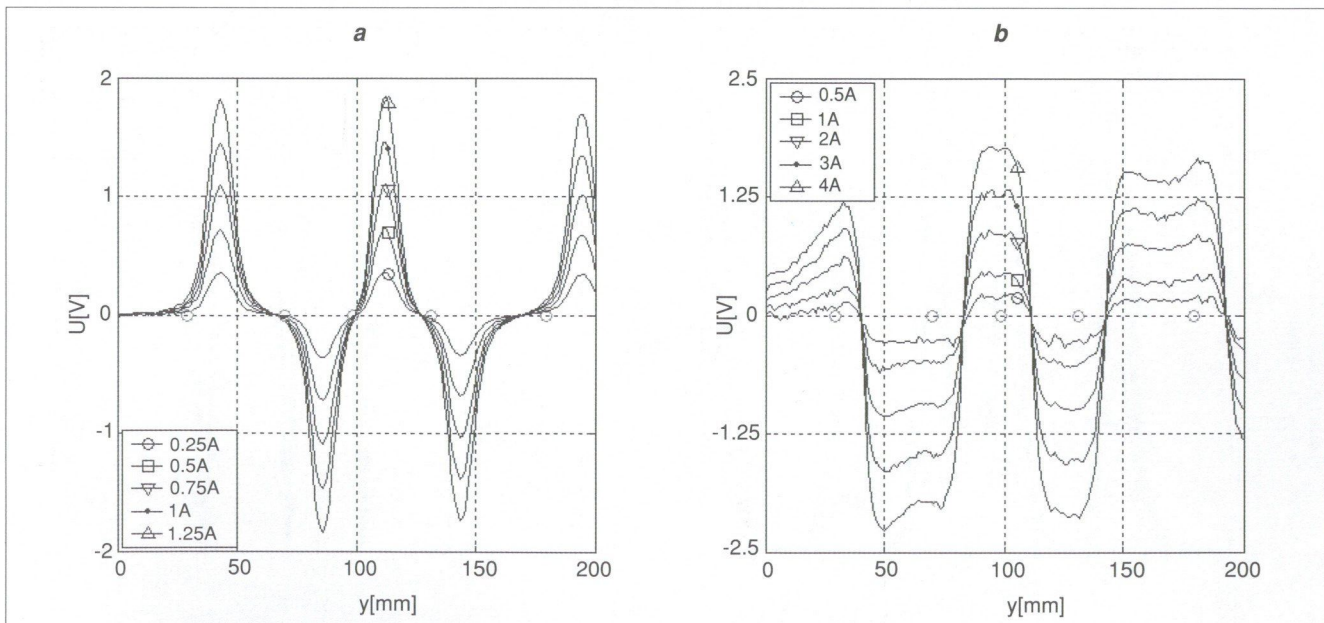
A szenzor egy kompenzáló bemenettel is rendelkezik, amely alkalmas a külső mágneses tér kompenzálására. Tapasztalataink szerint ez különösen egyenáram által keltett mágneses tér mérése esetén szükséges. Ekkor minden mérési pontban előre meg lehet határozni a kompenzáló feszültség értékét, amelyet ezután offszetként alkalmazhatunk, hogy mindig a szenzor karakterisztikájának

nullpontjában legyen a gerjesztés nélküli állapot, a szimmetrikus mérések elvégzése érdekében. Az offszet értéke pontról pontra változhat, a mérőpad léptető motorjai, a környező egyéb berendezések segítségével. A szoftverben jelenleg mindezt intervallum felezéssel oldottuk meg. Kis amplitúdójú váltakozó áram által keltett tér mérésekor, amely nem viszi telítésbe a szenzort mindez nem feltétlenül szükséges, hiszen a jel effektív értékét mérjük, miután az egyenáramú komponenst kivontuk a mért jelből. A szenzor kimeneti feszültsége a [0,...,5]V tartományban mozoghat, és 2,5V jelenti a szenzor 0 pontját. Ábráinkon ezt a 2,5V-ot mindenhol kivontuk a mért jelből.

A szenzor linearitásának és frekvenciafüggetlenségének vizsgálata

A szenzor kimeneti feszültsége a mért mágneses térerősség nagyságától lineárisan függ. A mérést több elrende-

2. ábra Öt vezető mágneses terének mérése az y (a) és a z (b) irányban



zésben vizsgáltuk, s referenciaként az 1A értékű áram által létrehozott mágneses térerősségtől függő kimeneti feszültséget választva kiszámoltuk más áramok által létrehozott mágneses térerősségnek megfelelő kimeneti feszültséget. Egyenáram és 10Hz frekvenciájú szinuszos gerjesztő jel által keltett mágneses tér mérése során az y irányú párhuzamos tekercs linearitási hibája kb. 0,5%-nál kisebb.

Méréseink szerint a z irányú szenzor linearitási hibája kb. 2%-on belüli. A z irányú szenzor kimeneti jele külső zajjal terhelt, ahogy az a 2/b. ábrán látható, 5 párhuzamos vezetőben folyó egyenáram által keltett mágneses tér mérése eredményeképp. A vezetőkben folyó áramokat az ábrán jelöltük, mivel az y tekercs közelebb van a vezetőhöz, az kisebb áram által létrehozott mágneses tér hatására telítődik, mint a z tekercs. A vezetők elhelyezését kis körök mutatják. Két egymás mellett fekvő vezetőben ellentétes irányú áram folyik (2. ábra).

A szenzor kimeneti feszültségét különböző frekvenciákon mérve azt tapasztaltuk, hogy a kimeneti feszültség értéke a gerjesztő tér frekvenciájától egy adott frekvenciatartományban ($f < 100\text{Hz}$) elhanyagolható mértékben függ.

A méréseket egyenáramon, 1Hz, 10Hz, 40Hz, 80Hz és 160Hz frekvenciájú szinuszos gerjesztő jelekre végeztük el és az egyenáramú méréshez viszonyítva az egyes frekvenciákon mért jelek eltérése az y tekercs esetében 5%-nál kisebb. A z irányú tekercs jele egyenáramon viszonylag nagy zajjal terhelt, ezért itt az 1Hz-es gerjesztéssel mért jelet vettük alapul. Az eltérés itt is kb. 5%-nál kisebb.

Az x irányú szenzor vizsgálata ebben az elrendezésben nem vizsgálható, mivel annak hossz tengelye párhuzamos a vezetők hossz tengelyével, és ebben az irányban nincs változás.

A szenzor kalibrációja

A szenzor kalibrációja során egy modellt kell kidolgozni a szenzor kimeneti feszültségének meghatározásához. Az adott elrendezés szimulációja egyszerűen elvégezhető az egyes vezetők mágneses terének meghatározásával, majd az egyes pontokban szuperponálni kell a részeredményeket. Feltételezésünk szerint a szenzor hossz tengelyének mentén meghatározott mágneses térerősségek lineáris kombinációjaként meg lehet határozni a szenzor kimenő feszültségét. A szenzor nem tekinthető pontszerű eszköznek, mivel egy szenzor mérőtekercse kb. 14 mm hosszúságú. Az optimalizálás feladata tehát az egyes súlyozó tényezők meghatározása, melyet a legkisebb négyzetek módszerével oldottunk meg.

A szenzor mentén M pontban meghatároztuk a mágneses térerősség értékét, és mindezt N szenzorpozícióban tettük meg ($N > M$), így egy túlhatározott egyenletrendszerhez jutunk,

$$\mathbf{A}\mathbf{w}=\mathbf{b}, \quad (1)$$

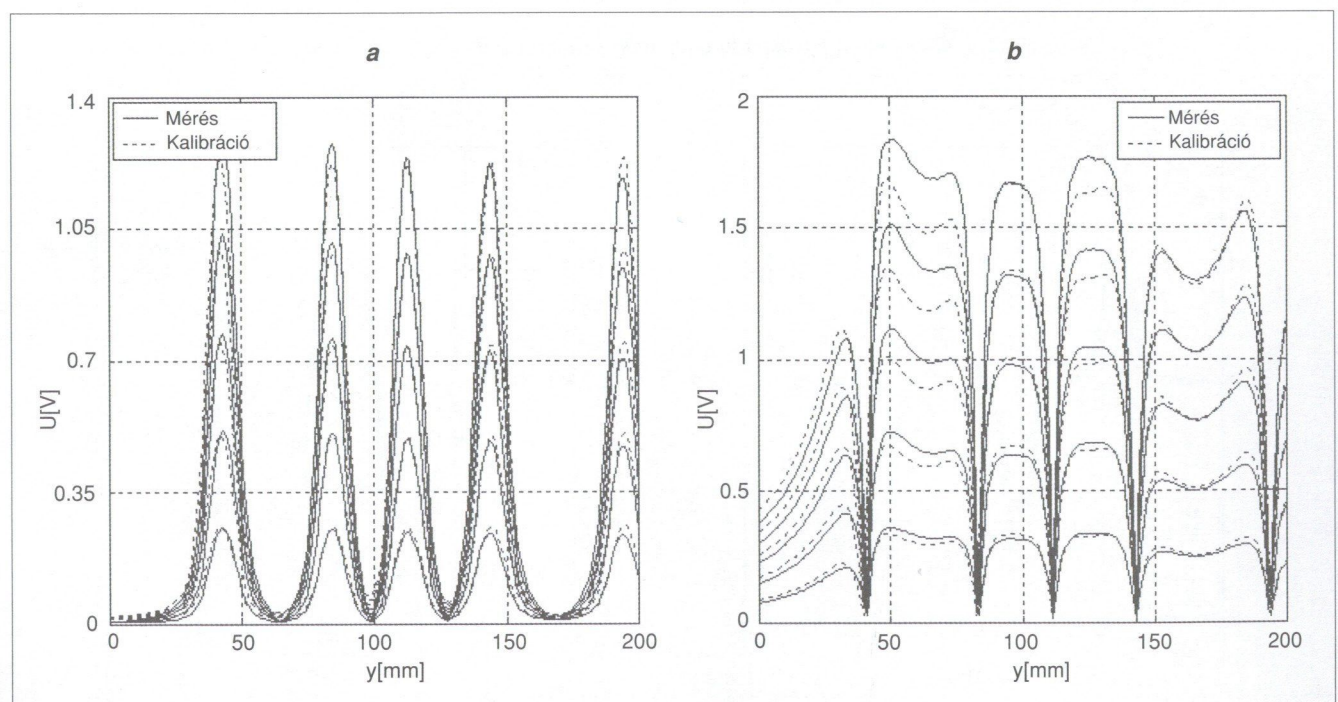
ahol \mathbf{A} egy $N \times M$ méretű mátrix, amely a meghatározott mágneses térerősség értékeket tartalmazza, \mathbf{b} egy N elemű oszlopvektor, a mért feszültség értékekkel, \mathbf{w} pedig a keresett súlyozó tényezőket tartalmazza [7,8]. Az egyenletrendszer megoldása során a

$$\mathbf{w}=(\mathbf{A}^T\mathbf{A})^{-1}(\mathbf{A}^T\mathbf{b}) \quad (2)$$

formulát alkalmazhatjuk.

Azt tapasztaltuk, hogy az y tekercs kalibrációja során a szenzor mentén $M=9$ pontban elegendő meghatározni a mágneses térerősségek értéket, s mindezt a $[0, \dots, 200]$ mm-es tartomány minden pontjában ($N=201$) célszerű megtenni. A súlyozó tényezők meghatározása után a 3/a. ábrán látható eredményhez jutunk.

3. ábra A kalibrációs eredmények összehasonlítása a mért adatokkal az y (a) és a z (b) irányban



A kalibrációt 1Hz frekvenciájú szinuszos jel mérésén keresztül végeztük el, öt vezető esetében. Az így kapott modell az ötnél kevesebb vezető által létrehozott mágneses tér számítására is alkalmas, tapasztalataink szerint a számított és mért feszültségek közti relatív hiba 10%-nál minden esetben kisebb. A z irányú tekercs esetében elegendő $M=3$ pontot venni. Az így kapott modell nem ad olyan jó eredményt, mint az y irányú szenzor modellje (3/b. ábra).

Ha túl kevés szenzorpontot veszünk figyelembe a modellalkotás során, akkor a szimulációs eredmények távol állnak a mért adatoktól, amennyiben viszont túl sok szenzorpontot használunk az optimalizálás során, akkor az egyenletrendszer megoldásaként kapott súlyozó tényezők oszcillálnak, mivel az $A^T A$ mátrix szingulárisává válik, így a modell sem biztos, hogy alkalmas a szimulációra. Meg kell tehát találni egy optimális M értéket.

A szenzor adatlapja közöl egy arányossági tényezőt a szenzor kimeneti feszültsége és a mérendő mágneses tér erősség között, melynek segítségével könnyen meghatározható a szenzor kimeneti jele.

Ezt a kalibrációt például egy kalibrált Helmholtz tekerccsel lehet elvégezni, amely homogén tér előállítására alkalmas. Inhomogén tér mérése során ez az arány nem alkalmazható, ezért van szükség például a fent bemutatott kalibrációs folyamatra. A szenzor nem tekinthető pontszerű mérőeszköznek, és inhomogén tér esetén a szenzor egyes pontjaiban nem lehet egyenlő a mágneses térerősség.

A bemutatott eljárás adott elrendezés mérése és szimulációja után alkalmas a szenzor egyszerű matematikai modelljének meghatározására és hasonló elrendezések esetében is alkalmazható.

Összefoglalás

Elvégeztük a 3D FluxSet szenzor linearitásának és frekvenciafüggetlenségének vizsgálatát, és bemutattuk a szenzor egy lehetséges kalibrációs folyamatát inhomogén mágneses tér mérésére.

Ezen mérések és vizsgálatok előtanulmányként szolgálnak további vizsgálatainknak. Célunk a ferromágneses anyagokban mechanikailag kialakított jól definiált repedések, furatok helyének lokalizálása, az általuk keltett mágneses térkép felvétele és az elrendezés szimulációja után a szenzor kalibrációja. Ez a feladat a fémes alkatrészek roncsolásmentes anyagvizsgáló módszerének alapja.

Tapasztalataink szerint a FluxSet szenzor alkalmas nagyon kicsi gerjesztések mágneses terének mérésére, azonban viszonylag kis mágneses térerősség hatására telítődik. Ezen oknál fogva három Hall szenzorból és a hozzá tervezett erősítőkből álló 3D mérőfej vizsgálata és alkalmazása a célunk. A Hall szenzor alkalmas nagyobb mágneses terek mérésére, ugyanakkor nem annyira érzékeny, mint a FluxSet szenzor. Célunk tehát a két eljárás elemzése és kombinált alkalmazása.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki Szöllősy Jánosnak, a Fluxset szenzor kifejlesztőjének és Dr. Pávó Józsefnek, az Elméleti Villamosságtan Tanszék docensének a mérések elvégzése során nyújtott konzultációkért.

Irodalomjegyzék

- [1] G. Vértesy, A. Gasparics, J. Szöllősy, High Sensitivity Magnetic Field Sensor, Preparation, Properties and Application of Thin Ferromagnetic Films, 2000, pp.29-34.
- [2] G. Vértesy, A. Gasparics, FluxSet Sensor Analysis, Journal of Electrical Engineering, vol. 53, no.10/S, 2002.
- [3] G. Vértesy, A. Gasparics, J. Szöllősy, High Sensitivity Magnetic Field Sensor, Sensors and Actuators, vol. 85, 2000, pp.202-208.
- [4] A. Gasparics, G. Vértesy, I. Sebestyén, D. Rodger, T. Takagi, Performance Analysis of the FluxSet Based ECT Probe on JSAEM Inconel 600 Benchmark Tube Specimens, in Electromagnetic Nondestructive Evaluation (V), IOS Press, 2001, pp.317-324.
- [5] <http://alag3.mfa.kfki.hu/ect/manodet/probes>
- [6] J. Pávó, Optimisation of the Shape of the Ferromagnetic Core of FluxSet Type Magnetic Field Sensors, Applied Computational Electromagnetics Society Journal, vol. 12, no. 2, 1997, pp.32-37.
- [7] J. Pávó, A. Gasparics, Numerical Calibration of FluxSet Probe for Quantitative Eddy Current Testing, COMPEL.
- [8] J. Pávó, O. Bíró, K. Hollaus, Calculation of the Field Map From the Measurement Data of the FluxSet Sensor, COMPEL.

Flash memóriák

MUHI DÁNIEL

Veszprémi Egyetem
dani@vekoll.saturnus.vein.hu

A flash memóriák jellegzetessége, hogy a tápfeszültség megszűnése után is megtartják a bennük tárolt információt, ráadásul energiaigényük is kicsi. E két tulajdonságuk miatt szinte minden mobil eszközben megtalálhatjuk őket. Nagyobb eszközökben való alkalmazásukat az gátolja, hogy az adatok beírása sokkal hosszabb ideig tart mint az olvasás. Az írási idő csökkentésére többfajta technológiát is kidolgoztak. Ezek közül kettőt ismertetünk, a ferroelektromos és a magneto-rezisztív RAM-okat (FRAM és MRAM). Mindkét memória-típus megtartja a flash memóriák tulajdonságait, miközben írási idejük megegyezik az olvasási idővel. FRAM-okat már 1992 óta gyárt a Ramtron International cég, elterjedésüket azonban egyelőre gátolja viszonylag magas áruk. MRAM-ok egyelőre nem forgalmaznak, de várhatóan 2004-ben megindul a gyártásuk.

FRAM

A flash memóriák legnagyobb kihívójának a ferroelektromos RAM-okat (FRAM) tekintik, melyek már a piacon is megjelentek. Ezen a téren a Ramtron International Co. volt az úttörő, mely 1992 óta gyártja a FRAM chipeket.

Az FRAM cella megjában egy ferroelektromos kristályos anyaggal töltött kondenzátor található. Ez a ferroelektromos anyag általában ólom-cirkónium-titán összetétel. Minden kristálycellát állandó elektromos mező vesz körül, mert az elektronok geometriai középpontja nem esik egybe a protonokéval, így elektromos dipólus keletkezik.

Számos anyagnak van dipólusos tulajdonsága, azonban a ferroelektromos anyagok azért különösen érdekesek, mert egy-egy részükben (a doménben) a dipólusok mind egy irányba mutatnak. Ezt az irányt elektromos mező segítségével könnyen meg lehet változtatni, és újabb külső elektromos hatásig az irány változatlan marad.

A kristálycellák alakja egy megnyújtott kockához hasonlít. A kocka sarkaiban egy-egy ólomatom van, lapjainak közepén pedig oxigénatomok helyezkednek el. A kocka belsejében egy cirkónium-, vagy egy titánatom található. Ez utóbbinak két stabil állapota lehet, attól függően, hogy a kocka felső, illetve alsó lapjának közelében tartózkodik-e.

Elektromos mező hatására a ferroelektromos anyag kristálycelláinak belsejében található atomok beállnak a mező irányába. A mező megszűnése után az atomok állapota változatlan marad. Egy kockában lévő atomok pozíciója egy bitet határoz meg, attól függően, hogy milyen irányba mutatnak.

Egy bit kiolvasása is elektromos mező segítségével történik. Ha az atomok a kocka aljának közelében vannak, és az elektromos mező a kocka felső részébe kényszeríti őket, a FRAM cella egy pillanatig áramot fog kibocsátani. Ezt az áramot a kristálycella belső atomjainak mozgása és a kondenzátor okozza. Az áram erőssége reprezentálja az 1 vagy a 0 értékeket. Ha az atomok eredetileg a kocka felső részében voltak, nem mozdulnak el az elektromos me-

ző hatására, ekkor csak a kisülő kondenzátor okoz áramkibocsátást, mely lényegesen kevesebb, mint az előző esetben.

Az FRAM cella olvasása során a tárolt adat elvész, hiszen kisül a kondenzátor. Ezért – a DRAM-hoz hasonlóan – egy bit kiolvasása után mindig vissza kell állítani a cella tartalmát.

Az FRAM valójában egyetlen dologban különbözik a DRAM-tól: a DRAM celláiban található kondenzátorok nem ferroelektromos anyagból készülnek, hanem általában szilícium-dioxidból. Ezért a bennük felhalmozott töltést szinte azonnal levezeti a szilícium, így a DRAM cellákat másodpercenként többször is frissíteni kell. Ezáltal nő az energiafogyasztásuk, és kikapcsolás után azonnal elvész a bennük tárolt információ.

Jelenleg a FRAM-ok kb. 50%-kal lassabbak a DRAM-oknál, de sebességük valószínűleg jelentősen nőni fog a következő években.

MRAM

Ez a technológia ismét csak egy atomi tulajdonságot használ ki, a ferromágnesességet. Egy ferromágneses anyag atomjai apró mágnesekként viselkednek, és külső mágneses mező hatására beállnak a mező irányába. Ha megszűnik a mező, az atomok iránya megmarad. Az atomok a ferroelektromos anyagokhoz hasonlóan olyan doménekbe rendeződnek, melyekben az atomi mágnesek mind egy irányba mutatnak, létrehozva ezzel egy nagyobb mágneset.

A ferromágneses anyagok ideálisak adattároló eszközök létrehozására. A számítástechnika kezdeteitől alkalmazták őket, a mai merevlemezek is ezekből készülnek. Legújabban pedig félvezető magneto-rezisztív RAM-ok (MRAM-ok) előállítására használják ezeket az anyagokat.

Az MRAM memóriacellák megvalósításának egyik módja a mágneses alagút illesztés. Egy ilyen illesztés két ferromágneses rétegből áll, melyeket egy vékony szigetelő választ el egymástól. Ha a szigetelő néhány nanométernél

vastagabb, megakadályozza az elektronok mozgását. De az alagút illesztésekben ez a szigetelő vékonyabb, mint 2 nanométer, így néhány elektron átjut rajta az egyik ferromágneses rétegből a másikba.

A mágneses rétegek egyikében a domének iránya rögzített, míg a másikban külső mágneses mező hatására az irány megfordulhat. Ez az irány kétféle lehet, és ez kódol egy bitnyi adatot.

Az olvasás úgy történik, hogy az illesztést a környezé-
tével összekötő tranzisztort bekapcsoljuk, és megmérjük az illesztés ellenállását. Ha a két réteg mágnesezettsége

egyirányú, az ellenállás kicsi, ellenkező esetben nagyobb. Az ellenállást mindig egy referenciacellához képest mérik.

Az íráshoz két vezetékre van szükség. Egyikük a mágneses illesztés fölött (bit line), a másik alatta (digit line) fut. Ha a kettőben egyszerre folyik áram, a keletkező mágneses mező elég erős lesz ahhoz, hogy megfordítsa a szabad réteg doméjeinek irányát.

Hivatkozások

- [1] Széll Zoltán: Félvezetős memóriák.
Elektronet, 2000/8, 76.

Hírek

Az Axeleró Internet és a Cisco Systems Magyarország a pécsi Széchenyi István Gimnázium és Szakközépiskolában átadta a **Cisco Hálózati Akadémia (CNA)** keretén belül közösen létrehozott hálózati labort. A hálózati informatikai szakemberhiány csökkentését célzó CNA programnak köszönhetően országszerte 400 hálózati szakember fog végezni az idei évben. A CNA Program újabb helyszínének kiválasztásakor az iskola profilját, felkészültségét, valamint a helyi képzési és munkaerőpiaci igényeket vették figyelembe. A képzésre az oktatási intézmény minden tanulója jelentkezhet, a szintenként négy-négy szemeszter a résztvevők számára ingyenes. A következő tanévtől kezdve évente 20-30 hálózati szakember fog végezni az intézmény ezen szakmai képzése keretében.

A Cisco Systems az elmúlt öt évben több mint 200 millió forintot fordított a Cisco Hálózati Akadémia programra. A Magyarországon 1999-ben elindított CNA egy szigorúan non-profit szakképzési program. A képzésben jelenleg összesen 60 hazai közép- és felsőfokú oktatási intézmény 1780 diákja vesz részt, 155 oktató irányításával. A program keretében eddig 160 hazai diák szerzett diplomát, az idei tanév végén, 2003. júliusában pedig további 200 fő fejezi be tanulmányait. A Hálózati Akadémia alapvető küldetése az IT hálózati szakemberhiány csökkentése, amelynek mértéke az Európai Unióban jelenleg 31%, Magyarországon pedig mintegy 33%. A program keretében a diákok az iskolai képzés részeként juthatnak piacképes, hivatalosan akkreditált szakképesítést nyújtó diplomához.

A Program 2001-ben bekerült az Országos Képzési Jegyzékbe (OKJ), így a végzett diákok az „informatikai hálózati rendszertelepítő” képesítést megszerezve azonnal használható diplomát kapnak kézhez. Az oktatás háromszintű rendszerben folyik, az első szint egy nemzetközileg elfogadott és szabványnak tekinthető CCNA (Cisco Certified Networking Associate) minősítést ad, amelynek az alapját a folyamatosan bővített, magyar nyelvű e-Learning alapú tananyag képezi. A második szint a CCNP (Cisco Certified Networking Professional) fokozat, amelynek hazai oktatása hamarosan megkezdődik a Budapesti Műszaki Főiskolán. Végül a CCIE (Cisco Certified Internetworking Expert) a harmadik fokozat, amely az informatikai hálózatok terén jelenleg megszerezhető legmagasabb szintű oklevél az iparágban. Ez a sikeres akkreditációs folyamat Magyarországon az első ilyen jellegű oktatási együttműködés a köz- és a magánszféra között.

Az Oktatási Minisztérium és a Cisco Systems Inc. között a non-profit Cisco Hálózati Akadémia Programmal kapcsolatosan született Együttműködési Megállapodás az alábbi főbb pontokat tartalmazza:

- Az Oktatási Minisztérium és a Cisco Systems 2001 óta működik együtt – hivatalos megállapodás formájában is – a program kapcsán. Ezt az együttműködést a jövőben inkább fél folytatni kívánja.
- A megállapodás értelmében megindulhatott és a Budapesti Műszaki Főiskolán már folyik a program 5-8. szemesztereinek oktatása, amely immár felsőfokú hálózati képesítést ad a résztvevő diákoknak.
- A Program tananyaga – tükrözve az iparág gyors fejlődését – folyamatosan frissítésre kerül. Az Oktatási Minisztérium felvállalta – az immár 2001. óta a hazai szakképzési rendszer (OKJ) részét képező – 1-4. szemeszterek frissítéseinek magyarázatát.

Nem elektronikus adathordozók „ujjlenyomata”

(Dokumentumok biztonsága ma és holnap)

DÉNES TAMÁS, matematikus, független szakértő
tdenest@freemail.hu

Jelen dolgozat tárgya a nyomdai úton előállított dokumentumok (bankjegyek, értékpapírok, igazolványok és egyéb bizalmas szerződések, iratok), illetve digitális adathordozók (mágneses kép és hanghordozó szalagok, CD lemezek) biztonsága, különös tekintettel a hagyományos, a jelen és a jövő biztonsági filozófiájának összevetésére. Bár első olvasásra meghökkentő, hogy ennyire különböző adathordozók biztonsági kérdései hogy kerülnek egyszerre megtárgyalásra, remélem, hogy e cikk igazolja majd, hogy nem csupán a problémák, hanem a megoldási lehetőségek is hasonlóak.

Hagyományos, papír alapú dokumentumok biztonsága

A dokumentumok biztonságán az egyértelmű azonosíthatóságot értjük, azaz bármely hamis dokumentum megkülönböztethetőségét a valóditól.

Az információs társadalom küszöbén átlépve, talán nem haszontalan ha megvizsgáljuk azokat a tapasztalatokat, amelyek segítségével úgy léphetünk át e küszöbön, hogy nem botlunk el benne. Az 1. ábra összefoglalja azokat a szempontokat, amelyek mentén felvázolhatjuk a dokumentumok védelmének főbb irányait.

Az 1. ábra oszlopai egyfajta történelmi trendet mutatnak, hiszen az írásbeliség megjelenése évszázadokon ke-

resztül csak egyedi dokumentumok (levelek, oklevelek, igazoló okiratok stb.) előállítását tette lehetővé. Nem véletlen, hogy e hosszú történelmi periódus alatt igen hatékony, de személyhez kötött módszerei alakultak ki a dokumentumok védelmének (kézírás, aláírás, pecsét stb.)

Ebben az időben a dokumentumok egyedi volta miatt nem vált el a dokumentum tartalmának és hordozójának védelme, mivel bármelyik sérülése egyértelműen igazolta a dokumentum hamis voltát. Ekkor még a kézbesítés személyhez kötött volta is a dokumentumok biztonságát (bizalmas jellegét) szolgálta.

A nyomtatás megjelenésével kezdett növekedni a védett (bizalmas) dokumentumok kibocsátása, és napjainkra, főleg a bankjegyek, értékpapírok elterjedésével töme-

Papír alapú dokumentumok hagyományos védelme		
1. ábra	Egyedi dokumentum	Tömeges (védett) dokumentum
	<ul style="list-style-type: none"> - magán és hivatalos levelek - igazoló okiratok - titkos dokumentumok - oklevelek - igazolványok 	<ul style="list-style-type: none"> - bankjegyek - értékpapírok (pl.: részvények) - csekkek
Adathordozó védelme	- előnyomott (fejléces) papír	
		<ul style="list-style-type: none"> - fémszál - mikronyomat - dombornyomat
	- speciális minőségi papír	- speciális minőségi papír
	- vízjel	- vízjel
Dokumentum tartalmának védelme	<ul style="list-style-type: none"> - kézi aláírás (kézírás) - pecsét - iktatószám - dátum - tinta - igazolványoknál fénykép 	<ul style="list-style-type: none"> - precíziós nyomdatechnika - speciális festék (csak UV fénynél látható) - azonosító szám (sorszám)

2. ábra	Dokumentumok védelme napjainkban	
	<p align="center">Egyedi dokumentum</p> <ul style="list-style-type: none"> - magán és hivatalos levelek - igazoló okiratok - titkos dokumentumok - oklevelek - igazolványok (plasztik kártyák) 	<p align="center">Tömeges (védett) dokumentum</p> <ul style="list-style-type: none"> - bankjegyek - értékpapírok (pl.: részvények) - csekkek - bank és hitelkártyák
<p align="center">Adathordozó védelme</p>	<ul style="list-style-type: none"> - előnyomott (fejléces) papír 	<ul style="list-style-type: none"> - fémszál - mikronyomat - dombornyomat
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>speciális minőségi papír</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>speciális minőségi papír</i>
	<ul style="list-style-type: none"> - vízjel - hologram - lézer gravírozás 	<ul style="list-style-type: none"> - vízjel - hologram - lézer gravírozás
<p align="center">Dokumentum tartalmának védelme</p>	<ul style="list-style-type: none"> - kézi aláírás (kézírás) - pecsét - tintával - dombornyomással - iktatószám - dátum - tinta - igazolványoknál fénykép - elektronikus aláírás - digitális aláírás - időpecsét ? 	<ul style="list-style-type: none"> - precíziós nyomdatechnika - speciális festék (UV fénynél látható) - speciális festék (magnetizált pl.USD) - digitális aláírás (időpecsét ?) - elektronikus aláírás - digitális fénykép

ges méreteket öltött. Ez a tömegesedés új (tömegesen alkalmazható) dokumentum-védelmi technikát követelt meg. *Ekkor vált szét az adathordozó és a rajta levő tartalom védelme.*

Az 1. ábra szerint, bár az adathordozó (papír) védelme óriási technikai fejlődést produkált, addig a dokumentum tartalmát szinte ugyanazokkal az eszközökkel védjük a mai napig. Az így kialakult biztonsági filozófia tehát alapvetően a dokumentum hordozójának nyomdatechnikai védelmére épült: *Legyenek az azonos típusú dokumentumok (pl. azonos címetű bankjegyek) teljesen egyformák, mert így ami eltérő az a feltűnő, az a hamisítvány.*

Az adathordozók nyomdatechnikai védelme napjaink dokumentumvédelmének is a fő iránya (mikronyomat, hologram, lézergravírozás stb.), csak ma már bizonyos dokumentum típusoknál a papír egyeduralmát átveszik a korszerűbb műanyag kártyák. A kibővült dokumentumskála biztonsági problémái azonban nem változtak. Csupán a súlypont áthelyeződéséről van szó, mivel *minél magasabb szintű technikát alkalmazunk az adathordozók védelmére, annál nehezebbé tesszük (nem lehetetlenné!) a hamisításukat, de egyúttal a hitelességük ellenőrzését is!*

Manapság egy bankjegy, egy értékpapír, vagy akár egy igazolvány hitelességének biztos eldöntéséhez komoly műszerezettségre és szakértelemre van szükség. És akkor még nem is vizsgáltuk a dokumentum tartalmi hitelességét.

A számítástechnika rohamos térhódításával, a dokumentumok elektronikus előállításának elterjedésével az egyedi dokumentumok előállítása egyre személytelenebbé vált, így már nem volt megkerülhető a dokumentumok tartalmi hitelesítésének kérdése. Ennek a problémakörnek a megoldására született a *digitális aláírás*.

A digitális aláírás tulajdonképpen a hagyományos kézi aláírásnál is többre képes: egyszerre azonosítja az aláíró és a dokumentum tartalmát. Sőt ugyanez a technika képes az egyedi dokumentum azonosítók egy szintén klasszikus elemét, a dátumot is beépíteni a digitális aláírásba, ez az úgynevezett *időpecsét*.

A napjainkban jórészt elektronikusan előállított dokumentumok biztonsági (védelmi) helyzetét foglalja össze a 2. ábra, (mely sok tekintetben az 1. ábra kiegészítésének is tekinthető).

Mint az az ábrából is jól kivehető, a dokumentumok modern biztonságtechnikája szinte mindent megvalósított a klasszikus biztonsági eszköztárból, csak az új biztonsági filozófia maradt még napjainkban is érintetlen. Ez azt jelenti, hogy a dokumentum tartalmának azonosítása még mindig független a dokumentum adathordozójától. A tömegesen előállított dokumentumok esetében tehát csak bonyolult számítástechnikai módszerekkel ellenőrizhető a teljes hitelesség. Ez pedig a hétköznapi helyzetekben (pl. bankjegyek, igazolványok stb. ellenőrzése) nem megvalósítható.

Lényeges tehát egy újabb, koherens dokumentum-biztonsági filozófia megfogalmazása, amely ötvözi a bevált régi tapasztalatokat az új technikai lehetőségekkel. Ez így hangzik: *Legyen minden egyes dokumentum hordozóját és tartalmát tekintve is egyedi (különböző), így minden darabról önmagában eldönthető, hogy valódi-e vagy hamis. Azaz most nem a különbözőség, hanem éppen az azonosság az, ami feltűnő.* A hamisítványt tehát éppen egy másik példánnyal való azonossága jellemzi.

Ennek a biztonsági filozófiának a megvalósításához az szükséges, hogy az adathordozót és annak tartalmát egyértelműen egymáshoz tudjuk rendelni, mint ahogy egy konkrét személyhez egyértelműen tartozik az ujjlenyomata. Ez a hasonlat adta a digitális ujjlenyomat elnevezést a dokumentumhitelesítés egy új technikájának. Fontos kihangsúlyozni, hogy nincs semmilyen tartalmi rokonság a digitális ujjlenyomat és az elektronikusan rögzített és bizonyos dokumentumokra (személyazonosítási célból felvitt) emberi ujjlenyomattal.

Dokumentumok, digitális adathordozók azonosíthatósága kriptológiai úton (digitális ujjlenyomat)

A jelenlegi számítógépes biztonsági problémák közül az egyik legégetőbb az, hogy el lehessen dönteni egy dokumentumról, hogy az eredeti, vagy hamisított. A nyomdatechnikai módszerek (vízjel, fémszál, különleges papír, hologram stb.) mindegyike az eredetit igyekszik megkülönböztetni a hamistól. A digitális ujjlenyomat az egyedi azonosítást teszi lehetővé, vagyis képes egy dokumentumot nemcsak a hamistól, hanem egy másik eredetitől is megkülönböztetni.

A probléma eredete az USA és a Szovjetunió közötti fegyver-ellenőrzési szerződések megkötése idején merült fel, nevezetesen oly módon, hogy a számbavett rakétákat egy eltávolíthatatlan matricával kellett megjelölni, hogy azok bármikor egyedileg azonosíthatók legyenek. Ugyanakkor a jogellenesen másolt szoftverek digitális hang- és képanyag felismerése is oly módon lehetséges hatásosan, hogy a hamisítás könnyű felismerhetősége érdekében az adathordozót egyedi azonosítóval látják el [6].

Általában a nyomdatechnikában bármilyen biztonsági papírt olyan ismertető jelekkel állítanak elő, amelyek az egyedi azonosítást nem teszik lehetővé. Azt a biztonsági gyakorlatot, amivel az előzőekben leírt biztonsági fenyegetettségek megszüntethetők, digitális ujjlenyomatra nevezük. J. Simmons több mint két évtizedig vezette az Egyesült Államok nukleáris fegyvereinek elektronikáját gyártó legnagyobb cég, a Sandia National Laboratoriesban folyó kutatásokat a digitális ujjlenyomatok előállítására vonatkozóan [9, 12].

A Sandia laboratóriumának a digitális ujjlenyomatok terén nyert több évtizedes kutatási és fejlesztési eredményeinek alapvető alkalmazási területe a fegyverzet-ellenőrzés és a felügyelet nélküli szeizmográfok kifejlesztése volt. Ezek a szovjet, illetve amerikai területeken a föld alatti atomrobbantások mérési eredményeinek meghamisítha-

atlan észlelésére szolgáltak, de más területeken is igyekeztek felhasználni.

Ilyen terület például a pénzhamisítás megakadályozása, amely például az 1999-ben kiadott, új százdolláros bankjegyekben valósult meg. A Sandia által javasolt megoldás a következő: a bankjegyek papír anyagának gyártása közben, tehát még pépes formában, árnyékolt üvegszalakat különböző hosszúságban a pépbe kevernek, ezek természetesen megszáradásuk után rögzítődnek, és véletlenszerű irányultságot mutatnak. Ez után egy érzékelővel el lehet érni, hogy a sorban lévő, és adott sorral egyező végponttal rendelkező üvegszalak, mivel azok megfelelő burokkal vannak ellátva, a fényt csak saját végpontjukig vezetik. Mivel az üvegszalak hossza véletlenszerű, ezért egy vonali megvilágításból egy véletlenszerű pontthalmaz adódik. Az eredményként létrejövő pontthalmazt megfelelő technikával kódolva el lehet érni, hogy az adott bankjegyre jellemző kód, vagy kódsorozat jöjjön létre.

Ez a kódolási eljárás a hibajavító kódokat is magában foglalja. Ezeket a kódokat digitális aláírással, esetleg más adatokkal, például sorszámval, kiadási időponttal kiegészítve a kibocsátó bank hitelesíti. Ilyen módon az aláírt sorozat és a bankjegyben lévő, véletlenszerűen elszórt üvegszalak kölcsönösen megfeleltethetők egymásnak.

Ha az üvegszalak száma és hosszúságuk megfelelő (ami nem egyszerű és mély matematikai megfontolásokat igényel), akkor a bankjegyeken lévő kódok egyértelműen meghatározzák a bankjegyet. Egy ilyen eljárás, – szemben a különböző nyomdatechnikai megoldásokkal, amelyek nem egyediek –, az egyediségből adódóan számos előnnyel rendelkeznek. A papír anyagában lévő jellemzők pedig másolhatatlanná teszik a bankjegyeket.

A digitális ujjlenyomat tehát a digitális aláírás egy olyan speciális esete, amikor az aláírásra kerülő üzenet egy része, vagy egésze, a hordozó anyag fizikai jellemzőiből adódik. Ha minden egyes bankjegy egyedileg megkülönböztethető, ez döntően különbözik a hamisítás-védelem nyomdaipari megoldásaitól, ezek ugyanis az egyedi megkülönböztetést nem teszik lehetővé, hanem az eljárás során a védelmi elemek az összes bankjegyen, azonos módon szerepelnek.

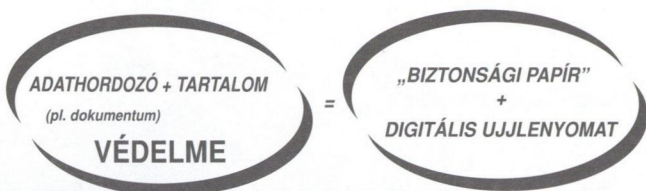
A digitális ujjlenyomat nem teszi lehetetlenné a másolást, azonban az eredeti és a hamis bankjegy egymástól megkülönböztethetővé válik, mert az egyedi sajátosságok (a bankjegy anyagába bevitt jelző elemek) elhelyezkedése nem másolható.

A pénzhamisítás megakadályozására egy ugyancsak a digitális ujjlenyomatokra visszavezethető módszer került kidolgozásra és felhasználásra a 90-es években Németországban a nemzeti bankjegyek védelmére.

A német márka digitális ujjlenyomata úgy készül, hogy a papír gyártási folyamata során a pépbe foszforoszkaló szóratarabkákat kevernek. Az így létrejött papír tartalmazza ezeknek a fényvisszaverő szóratarabkáknak egy véletlen elrendezését. Ezt a véletlen elrendezést kell kódolni, hibajavító kódokkal ellátni, vagyis az egyedi azonosításra rendelkezésre álló, a papír anyagából eltávolíthatatlan és megismételhetetlen fényvisszaverő morzsalékokat kell egy

megfelelően biztonságos digitális aláírás segítségével a bankjegyen lévő kóddal kifejezni. Ez a kód egyértelművé teszi a bankjegy egyedi sajátosságát, és a bankjegyen lévő, a kibocsátó által rányomtatott számsorozat közötti összefüggést.

Ha kozenkvens lennék, most itt következne a 3. ábra, azzal a címmel, hogy „A jövő dokumentumvédelme”. Erre azonban nem kerül sor, mert ez az ábra egyetlen sorból áll, melynek tartalma az alábbi összefüggés:



Hogy a téma és a digitális ujjlenyomatra épülő új dokumentum-védelmi módszerek bevezetése mennyire aktuális, arra nap mint nap kapjuk a figyelmeztető jeleket. A sajtó természetesen a hamisítási esetek töredékéről értesül és a tudomására jutott eseteknek csak töredékét teszi közzé. Ennyi is elég azonban ahhoz, hogy megtudjuk, évente sok milliárdnyi az a kár, amely bankjegy, értékpapír, audio és video szalag, vagy CD lemez hamisításából keletkezik. Anyagiakban pedig már nem is mérhető az a kár, amely az új, tömegesen terjedő plasztik lapocskák (bankkártya, igazolvány és egyéb azonosító kártyák stb) által hordozott információkhoz való illetéktelen hozzáféréstől (a kártyák hamisításából) keletkezik (keletkezhet!).

Irodalomjegyzék

- [1] Dénes József, Vasvári György:
A távközlés biztonsága.
Magyar Távközlés 1994. november, 10-1.
- [2] Dénes Tamás: Rejtjeljejtés
Magyar Távközlés, 2000. április
- [3] Dénes Tamás: e-aláírás vagy d-aláírás
Különbségek és hasonlóságok
CEO Magazin, III.évf. 2002/3.
- [4] Dénes Tamás: TitokTan Trilógia, 1. rész
Kódtörő ABC (Kriptográfia Mindenkinek)
Bagolyvár Könyvkiadó, Budapest, 2002.
(bővített-új kiadás)
- [5] J. Löfvenberg: Random Codes for Digital Fingerprinting.
Linköping Studies in Science and Technology.
Thesis No 749, Linköping, 1999.
- [6] A. Pfitzmann (ed.): Information Hiding
Proceeding of Third International Workshop, 1999.
- [7] Rónyai Lajos: Három halk visszhang,
Természet Világa, 2000. II. különszám
- [8] G. J. Simmons (ed): Contemporary Cryptology.
IEEE Press, New York, 1991
- [9] G. J. Simmons: Identification of data, devices,
documents and individuals.
Proc 25th Annual IEEE Carnahan Conf.
On Security Technology 1991,
IEEE, New York, pp.197-218.

Hírek

Észtországban 1997-ben még senki sem hajtott végre banki tranzakciókat az Interneten keresztül. Mára 700 ezren használják a szolgáltatásokat, ami rendkívül nagy arány, hiszen az 1,4 milliós ország lakosságának a feléről van szó. Az ország számos pontján rengeteg bankfiókot zártak be, miután átpártoltak azok online változatához. Szinte valamennyi vállalkozás, az egyszemélyestől a közművekig a kibertérben lép interakcióra bankjával. Az online banking azonban csak egy példa a hihetetlen technológiai fejlődésre, amelyen átesett az az ország, amelyben az emberek 1991-ben – amikor véget ért a szovjet uralom – még telefonkészülékkel sem rendelkeztek.

Angliában az önkormányzatok már kezdik érzékelni az e-kormányzat előnyeit és hosszú távú hatásait, azonban a képviselők és a hivatalnokok szakértelmének hiányosságai visszavetik a fejlődés lehetséges ütemét – derül ki a miniszterelnök-helyettes hivatala által elvégzett felmérésből.

Az e-kormányzás révén javult a hivatali információkhoz és szolgáltatásokhoz való hozzájutás lehetősége, az elektronikus önkormányzat mellett kedvező hatást gyakorol a helyi szolgáltatások minőségére, valamint a távmunkások alkalmazására is. Az is kiderül azonban, hogy nem százszázalékos az elégedettség: sokan kételkednek abban, hogy az e-kormányzás révén valóban alacsonyabbak lesznek-e a kiadások, csökken-e a munkatársak információszolgáltatásra fordított munkaideje. Számos válaszadó szerint az elektronikus kormányzat semmilyen változást nem hoz ilyen téren, minden ötödik szerint a hivatali költségek éppen hogy emelkedtek.

A hazai mobilfelhasználók számára egy éve érhető el a multimédia messaging service (MMS) szolgáltatás, amely lehetővé teszi a mobil eszközök közötti jelentős mennyiségű adat – elsősorban képek – küldését. A piacon számos MMS funkcióval rendelkező készülék létezik, ám használatuktól még sokan idegenkednek. Ennek fő oka, hogy a képek készítése és küldése bonyolult. Ezt egyszerűsítendő a **SonyEricsson** kifejlesztette QuickShare koncepciót, amelyek bárki egyszerűen, készíthet és küldhet fotót. A QuickShare egyben egy olyan filozófia, amely számos képkezelési és más egyéb funkciók egyesítésével, elő fogja segíteni a mobil médiaszolgáltatások elterjedését.

Elidegeníti vagy közelebb hozza az embereket a számítógép és az internet?

VISEGRÁDI ÁGOTA

Ph.D hallgató, visagi@freemail.hu

A címben szereplő kérdésről megoszlanak a vélemények, de a negatívumokkal szemben túlsúlyban vannak azok az érvek, amelyek amellett szólnak, hogy a számítógép és az internet közelebb hozza az embereket egymáshoz.

Az újonnan kialakuló társadalmi csoportokat nem lehet látni, csak a számítógép képernyőjén jelentkeznek. A kibernetika világának ezek a közösségei ugyanolyan valóságosak és ugyanúgy vibrálnak, mint azok, amelyek a föld bármely országában találhatóak.

Valódi emberek vannak a monitorok mögött, akik olyan összetartó és hatékony, virtuális közösségeket hoznak létre, amelyeket a közös érdeklődés és cél határoz meg, amelyekben elsődlegesen az számít, hogy ki mit mond, hogyan gondolkodik és érez, nem pedig az, hogyan néz ki, vagy hány éves. Vannak egyértelmű pozitívumai az internetes közösségeknek.

Az internet jótékonyan hathat az emberi kapcsolatokra. Az embereknek mostanában egyre kevesebb idejük van arra, hogy eltöltsenek néhány órát a barátaikkal, ismerőseikkel, vagy részt vegyenek a kisközösségek életében. A számítógép és az internet lehetővé teszi, hogy a hálózaton bárki feliratkozson egy levelező rovatba vagy belépjen egy csevegőszobába. Ez a közösségek és különösen a kisközösségek átalakulását hozza magával.

Sok társadalmi és szociális problémát is áthidalhatnak a virtuális közösségek. Az ünnepekkor nagyon nagy teher a magány, megnő az öngyilkosságok száma. A virtuális közösségek talán enyhítik az egyedüllétet, és segíteni tudnak ezeken a problémákon. Világunkban, ahol rengeteg a gép, találunk egy olyan informatikai eszközt, mint a „háló” amely nem szétválasztja az embereket, hanem összehozza. Ez egyértelműen jó.

A hálózat a kommunikáció új formáit teszi lehetővé. A nem hierarchikus hálózat interaktívabb, nagyobb részvételre ösztönző, egyenlőségre törekvőbb, és sokkal decentralizáltabb. A rádió és televízió a résztvevők számára csak küldi az információkat és azok azt tétlenül befogadják. Az internet esetében a hálózat használói nemcsak befogadói, hanem aktív előállítói is lehetnek az információnak.

Ezek új fórumai az egyenlőség megteremtésének és ideális eszközei a szervezeti hierarchia lebontásának. Minden egyes felhasználónak esélye van arra, hogy meghallgassák. A decentralizálás nélkülözhetetlen feltétel a hálózat gyors növekedéséhez, és elősegíti a széleskörű részvételt. Ezen jellegzetességek miatt a hálózatokban hatalmas lehetőségek vannak arra, hogy gazdagítsák a kollektív kulturális, politikai és szociális életünket, és terjesszék a demokratikus értékeket mindenfelé.

Az internet nemcsak a globális érintkezésre jó, hanem a kis etnikumok kultúrájának is rendkívül intenzív hordozója lehet. Az elmúlt két-három évszázad a nagy nemzeti kultúrák felemelkedésének korszaka volt. A most kezdődött folyamatok azonban éppen ellenkező irányúak, mert egyszerre segítik a globalizálódást és lokalizálódást. Félő azonban, hogy a hálózat használói a személyes kommunikáció helyett a virtuális érintkezést választják, ezért az is lehet, hogy sokan közülük elidegenednek társaságuktól.

Vannak negatív hatásai is az internetes közösségeknek. Levelezésnél, csevegésnél az esetek többségében nem tudjuk, ki van a túldalalon. Valós levelezéskor sem mindig ismerjük személyesen a levél küldőjét. De ez nem is mindig fontos, azonban az anonimitással vissza lehet élni.

Veszélyforrást jelent, hogy akik túl sok időt töltenek el a virtuális világban, elveszthetik valóságérzetüket. A virtuális világban ki lehet élni olyan vágyakat, amelyek a valós életben rejtve maradnak, ugyanakkor az ember valódi énjének részei. Nem biztos, hogy ez az „illúzióvilág” csak káros következménnyel jár. Nincs baj, amíg ezek az illúziók egészségesek, nem lépnek túl egy bizonyos határt.

Az interneten levelezők, csevegők bármilyen szerepet felvehetnek, és akkor egy idő után elveszíthetik valódi identitásukat. Érdekes megfigyelni, hogy milyen neveken jelentkeznek az emberek a neten. A legtöbb esetben olyanokon, amelyek jellemzőek rájuk, vagy rejtett tulajdonságaikra.

Tény, hogy ebből a szempontból okozhat problémákat a virtuális közösség. Ezen veszélyt csökkenti, hogy meglehetősen kevesen vannak ugyanis azok, akik otthon korlátlan internet hozzáféréssel rendelkeznek.

A virtuális világ egy jól elkülöníthető társadalmi jelenség, felismerhető résztvevőkkel, szabályokkal, értékekkel, közös történelemmel. A közösséghez való viszony átalakul, az internet használata időlegesen a személyiséget is átforgalmazza. Pszichológusok tanulmányaikban rámutatnak a számítógép és az internet használatának pozitív illetve negatív hatásaira a személyiség kialakulásában, erre azonban most nem térünk ki.

A számítógép és az internet elterjedését az esetleges negatív hatásai ellenére sem lehet megállítani. Nem marad más választásunk, mint megtalálni benne a pontokat, amelyek egyedileg meghatározva elfogadhatóak. Nem megoldás, ha valaki elutasítja az új eszközöket.

Minden kornak megvoltak a jellemző újításai, de a számítógép és az internet terjedése sokkal gyorsabb és látványosabb, mint néhány évtizeddel ezelőtt a gépkocsié, vagy a telefoné volt.

A gyors ütemű fejlődés magában hordoz különleges veszélyeket. Ezzel együtt a számítógép-használat és az internet népszerűsége terjed. Megismertetésére és mindenkihez való eljuttatására tudatos kormánystratégiák készülnek.

Egy humánusabb és tisztességesebb világ építése

Ion Iliescu Románia elnökének hozzászólása

A számítástechnika és távközlés terén még további gyökeres átalakulás várható. Valószínű, hogy az elkövetkező néhány évtizedben az internet és a kapcsolatos technológiák tovább módosítják életünket nemcsak a gazdasági fejlődés és emberi kapcsolatok szempontjából, hanem a politikai világban is. Ebben a kormányoknak jelentős szerepe lesz, mivel ők mind az ipari-pénzügyi szektor, mind a szolgáltatások természetes és kikerülhetetlen partnerei.

Korai az a feltételezés, hogy az internet megteremti az új gazdaságot, viszont az új gazdaság kiemelkedése csak hangsúlyozza a korábbi, nem helyettesíti azt. „Létre akarjuk hozni az elme kultúráját a „cyberspace”-ben, legyen humánusabb és tisztességesebb.” Szükség van az új kultúrára, ami képes hasznosabban használni az óriási emberi tőkét, ami még nincs tökéletesen kiaknázva az ipari országokban sem, de különösen nem a fejlődő országokban.

Nekünk egy humánusabb és igazságosabb világot kell építenünk. A humánusabb egyben demokratikusabbat is jelent, ahol az állampolgári jogokat és szabadságot tiszteletben tartják. Az információs társadalom egyedülálló lehetőséget biztosít Románia számára is, hogy történelmi szempontból tekintve rövid időszakon belül csökkentse a széles fejlődési szakadékot, ami még elválasztja a fejlettebb ipari országoktól. A fejlődési szakadékok kérdése világméretű problémává vált, ami világméretű válaszokat igényel. Nem fogadhatjuk el, a jómód csak néhány szigetét a szegénység tengerében. Még mindig jelentős a szakadék azok között, akik hozzáférnek a tudáshoz, az információhoz és a megfelelő oktatáshoz, és akiknek nincsenek meg ezek a lehetőségek. Ennek fényében az információs társadalomnak világméretű lépésekben fel kellene gyorsítani a fenntartható fejlődés folyamatát, segíteni kellene a gazdag és a szegény országok közötti szakadék csökkentését.

2004-re terveink szerint további 500 000 számítógéppel szereljük fel a romániai iskolákat, arra törekszünk, hogy egy erős szoftver ipart, mint a fenntartható gazdasági növekedés egyik jövődjét motorját fejlesszük ki. Azért, hogy az új technológiákat és az internet által ajánlott lehetőségeket jobban hasznosítsuk, célul tűztük ki az erős oktatási platform létrehozását, mint a tanulási folyamat kötelező eszközét. Tervezzük egy Virtuális Nemzeti Könyvtár létrehozását is.

Lehetséges veszélyei ellenére a folyamat megállíthatatlan, részévé válik a tanuláshoz, munkához és szabadidő eltöltésnek egyaránt. Legjobb, ha megismerik és megtanulják kezelni hatásait.

A Nemzetközi Távközlési Unió (ITU) kezdeményezésére megtartották a Nemzetközi Információs Társadalom Csúcserkeztetést előkészítő tárgyalásokat. Most két felhívást ismertettünk az európai és afrikai nézetek példaként.

A bukaresti Pán-Európai Konferencia az elsődleges érdekek és a fő kapcsolatok területeire koncentrált. Megfogalmaztuk a modern társadalom szükségleteit, melyek elősegítik a jó kormányzás eljövételét, a javuló életszínvonalat, támogatják a kulturális különbözőségeket és a nyelvi pluralizmus megővését, fokozzák az egyéni kreativitást és az egyenlő lehetőségeket.

Újra kell definiálni az együttműködést, a fő szereplők: a kormány, a parlament, a minisztériumok, közszolgáltatások, magánvállalatok, civil közösségek és a tömegkommunikáció között. Az információs társadalom egyik döntő összetevője a társadalmi dimenzió. Megkívánja a kiemelkedően teljesítő és széles körben hozzáférhető nyilvános és oktatási szolgáltatásokat, a politikai, üzleti és kulturális elit és a társadalmi szolidaritási rendszerek számára.

Az említett célok megtalálhatók a „Nemzeti stratégia az Új gazdaság és az Információs Társadalom Fejlődésére” című anyagban. A stratégia célja, hogy Románia bejusson az Európai Unióba.

Most olyan témák következnek, melyeket még nem vitattak meg részletesen, de mégis közvetlenül összefüggésben áll az információs társadalom építésének következményeivel.

Az első, a társadalmak bizalma a technológiában és az ebből eredő sebezhetőség. Az információs társadalomnak növelni kell a technológia iránti bizalmát. Ezért logikus és törvényes, hogy egy legális keretet építsünk ki végrehajtási mechanizmussal együtt, hogy megvédjük magunkat azokkal szemben, akik azért keresik a magasan fejlett technológiában rejlő lehetőségeket, hogy támadást intézzenek az új társadalmi szerkezet támasztékául szolgáló értékek ellen. Az információs hálózatok biztonsága kritikus ponttá válhat a közeljövőben.

A második, az hogy meg kell őriznünk a helyi kultúrák változatosságát és életerejét. A kulturális változatosság leromlásának következményei éppen olyan pusztító lenne a közös jövőnkre, mint a biológiai változatosság elvesztése. Az információs társadalomnak a tudományon, a civil felelősségen, a demokrácián, a fejlődésen és a békén kell alapulnia.

A kor, amiben élünk, nemcsak az információhoz való szélesebb hozzáférés kora, hanem a gazdasági fejlődés igényei és a törvényes társadalmi szükségletek közötti egyensúly keresésének kora is. A világhoz és az ember-társainkhoz fűződő kapcsolataink átszervezésének a kora.

Szakadék vagy távoli világok*Abdoulaye Wade, Szenegál elnökének előadása*

A most fénysebességgel terjedő információ áramlás döbbenetes hatása következtében bolygónk hirtelen átalakult egy óriás faluvá, amiben a távolságot már nem kilométerben, hanem átviteli kapacitásban mérik. A kormányoknak és a vállalatoknak meg kellett változtatni a munkamódszerüket, a folyamatban lévő korszerűsítést stratégiájuk szerves részévé téve, miközben a hagyományos gazdaság létrehozott egy utódot, az elektronikus gazdaságot. Az információs és távközlési technológiák jelenléte alkalmas arra, hogy a Dél országai kormányzati stratégiájukon belül a fejlesztés legfontosabb eszközeinek szintjére emeljék.

Jól példázza ezt a távgyógyítási kísérletek hatása egy szenegáli faluban. Az ország legtávolabbi és legel-szigeteltebb területeinek egyikén élő állapotos falusi asszonyok a férjük társaságában, egy kis bőröndben lévő berendezés segítségével láthatták gyermekük műholdas képét. A falusiak megtanulhatták, hogy ha kényszerítik az anyát, hogy olyan nehéz munkát végezzen, amihez közben meg kell görnyednie, – például a földeken végzett tevékenység – ez veszélyes károsodást okozhat a gyerekeknek. A kulturális forradalmat így eljuttatták a falusi világba.

A Dél országaiiban, abban a helyzetben vagyunk, hogy megragadjuk a távoktatás által nyújtott fantasztikus lehetőségeket. Szenegálban egy, „A jövő egyeteme” című projektet indítottunk. A jelenleg tervezés alatt álló projekt egy olyan modern telekommunikációs infrastruktúrával és szolgáltatásokkal ellátott egyetem létesítését szorgalmazza, amely lehetővé teszi a hallgatóknak, hogy a partner egyetemek előadásait hallgathassák valós idejű műholdas összeköttetésen keresztül. Az odaítélt diplomákat a hálózatban együttműködő partnerek is aláírják. Ily módon a fiatal afrikaiak – országuk és így kulturális és gazdasági környezetük elhagyása nélkül akár a Harvardon is szerzhethetnék diplomát, ha a két egyetem között szerződés jönne létre.

Államainknak az állampolgárokkal kell foglalkoznia, ajánlva nekik szolgáltatásokat, információkat és közreműködést egy egyszerű és hozzáférhető kommunikációs kapu segítségével, aminek megvalósítása az új gazdaság megteremtéséhez és egy, a megélvőnlé jobb elosztáshoz vezet. Az elektronikus kormányzás kihívásai a Dél országaiiban így egyúttal politikai jellegű is.

Van egy állandó irány a rendkívüli változásokon keresztül, amire az információs társadalom ösztökél minket: az emberi viszonyok javítása. Emiatt fel kell készülnünk a digitális kizárás veszélyire és meg kell tennünk minden megfelelő erőfeszítést annak vonatkozásában.

2001-ben minden 100 amerikai közül 22 volt internet felhasználó, míg minden 100 afrikai közül csak egynek volt hasonló lehetősége. A digitális szakadék úgy tekinthető, mint egy pohár, ami félig tele van vagy félig üres.

A bolygónknak manapság szüksége van a különbözőség kohéziójára, a kölcsönös megértésre és tiszteletre.

Így az emberiség képes lesz arra, hogy felemelkedjen további kihívásokhoz, amelyeket a sors elébe helyez. Az információs társadalomnak ebből a hitvallásból kell származtatni alapelveit, a digitális szolidaritás fogalmát.

A digitális szakadékról szóló tanulmányok arra szolgáltak, hogy különbséget tegyenek azok között, akik fejlettek és azok között, akik kevésbé azok. A digitális szolidaritás pl. abban a megállapításban állhat, hogy bármely országnak, amiben az internet használati arány egy megadott szintnél magasabb, mennyiségileg meghatározott speciális tevékenységet kellene végezni azon országok hasznára, ahol ez az arány egy megadott értéknél alacsonyabb. A Nemzetközi Távközlési Unió aztán meghatározhatna különböző statisztikai tartományokat és koordinálhatná az ilyen tevékenységeket a kormányokkal és a magán szektorral.

Ei kell képzelnünk egy digitális kígyót hullámozva egy alsó és felső korlát között. A közös erőfeszítés során biztosítani kell, hogy minden ország a kígyón belül legyen. Most lehet látni az analógiát a pénzügyi integrációval és az összetartás célkitűzésével. A kígyó kifejlődne az idő folyamán, és a hullámozási amplitúdó korlátozott lenne, a digitális szakadék eltűnését okozva. Ezt a folyamatot megőrizhetnénk a digitális szolidaritás chartájával, amit a csatlakozási szándékukat kifejező államok írnának alá.

Az Új Társulás Afrika Fejlesztéséért (NEPAD) ajánl egy keretet, amin belül ez az elképzelés sikeres lehet. Az információs és kommunikációs technológiák szektor képezi a NEPAD nyolc legfontosabb prioritásának egyikét, miszerint az afrikai kontinens és általában a Dél országainak csaknem teljes technológiai érintetlensége ténylegesen nagy előnyt jelent. A távközlési és információ technológiai vállalatok egyet fognak érteni abban, hogy ez az érintetlenség kiküszöböli annak a technológiai migrációnak a kockázatát, ami gyakran nagyon költségesnek bizonyul Északon. Továbbá, a Dél országai közvetlenül hasznos húzhatnak a legújabb technológiákból. Egy nyilvánvaló példa a GSM, ami valójában csak mostanában vált mindennaposá az Egyesült Államokban.

Ezért tanulmányozzák és ragadják meg az alkalmat, hogy a NEPAD az Északhoz és a nemzetközi magán szektorhoz forduljon. A digitális szolidaritás alapelveinek – a NEPAD keretén belül – hozzá kellene járulni a föld bőséges technológiai erőforrásaihoz való arányos hozzáférhetőséghez. Dél már bizonyította képességét, hogy bizonyos körülmények között a sikeres digitális kiemelkedés mintájául szolgáljon. India példája ösztönözheti a Dél vezetőit, hiszen ez az ország, sikereket ért el néhány év leforgása alatt saját maga valóságos technológiai hatalommá való átalakításában. Ennek következtében lakosságát az információs társadalom főszereplőjének tekinti. A NEPAD-nak tehát felelőssége van abban, hogy megvizsgálja a lehetőségeket a Dél-Dél együttműködésre.

Szenegál elnöke hisz az egységes civilizáció eljövételében, amiben, mint az Egyesült Nemzetekben minden kultúra képviselve lenne. Hogy így legyen, ha az anyagi erőforrásokat biztosítják, Dél hozzá fog járulni az elektronikus civilizációhoz.

Gazdasági megfontolások

Az eddigiekből egyértelműen látszik, hogy mind a nemzetközi szervezetek, mind a nemzeti politikai vezetők magukévá tették az információs társadalom megvalósításának kérdését. Nyilvánvaló előnyeit a fentebb idézett két politikus is megerősítette. Ha mind az üzleti életben, mind a közigazgatásban és a kultúra terjesztésében is ilyen szép perspektívákat nyújt, akkor azt is meg kell néznünk, hogy melyek azok a fékező tényezők, melyek hatására a világ lakosságának döntő többsége még nem él ezekkel a lehetőségekkel.

Az első, hogy mind a számítógép, mind az internet kezeléséhez szükségesek a műszaki, felhasználói ismeretek. Az ezekhez szükséges oktatást, ha ingyenes is a felhasználó számára, valahol meg kell fizetni (az oktatókat, a szakkönyveket és az erre fordított gépidőt). Ennek költségeit a lakosság szegényebb rétegei nem csak azért nem vállalják, mert napi kiadásai mellett erre nem jut, hanem mert nem ismerik fel az erre fordított költségek hasznát.

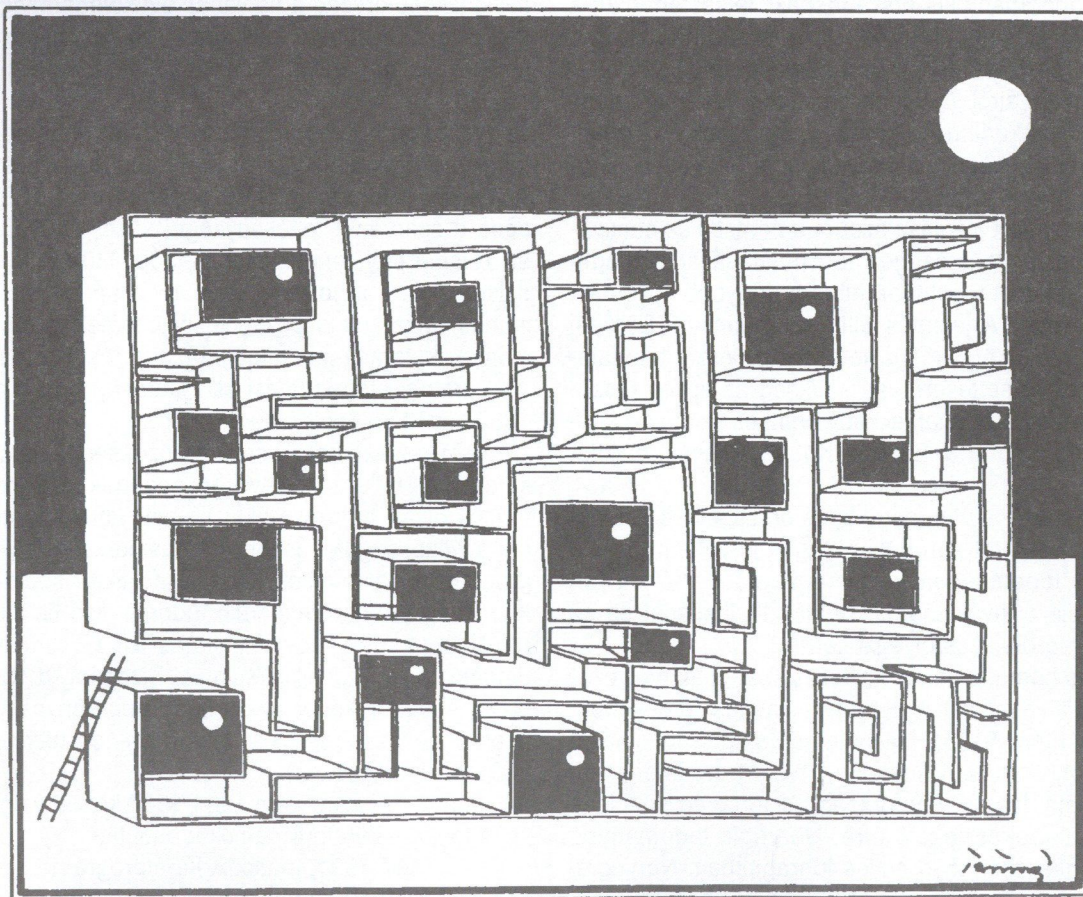
A második szintén egy gazdasági kérdés, mert a lakosság kényelme, a felesleges utazások és várakozások megtakarítása, ugyan áttételesen hasznot hoz mindenkinek, de ennek fejében meg kell vásárolniuk a szükséges eszközöket és a megadott tarifával igénybe kell venniük a hálózatot. Ahol rendkívül olcsó a munkabér, ott nem biztos, hogy az időmegtakarítás értéke csekély és nem ellensúlyozza a kapcsolatos költségeket.

Nagy gazdasági előny jelentkezik azokon a területeken, ahol az elmúlt évek recessziója következtében felesleges termelési kapacitások és átviteli utak állnak rendelkezésre. Csökkent a vásárlások mennyisége az informatikai berendezések terén, és nincsenek kihasználva a nagykapacitású távközlő hálózatok. Ha sikerülne meggyőzéssel és politikai akarattal a lakosságot ránevelni a korábbiakban már vázolt lehetőségek használatára, akkor az segítené az előbb említett iparágak problémáinak leküzdését.

Mindezeket megfontolva a politikai kezdeményezéseket jól alátámasztaná, ha azon iparágak, ahol az információs társadalom haszna jelentkezik, hitellel támogatnák az oktatást, az eszközök beszerzését és kezdetben talán a hálózat használati díjait. Nagyon valószínűnek tűnik, hogy ez a hitel, és ez a befektetés rövid idő alatt megtérülne, sőt talán a fellendülést is tartósan segítené.

Irodalom

ITU News 2003/2. szám



A K+F helyzete és perspektívája

NAGY BEATRIX HAVASKA

igazgatásszervező
nbh@mailbox.hu

A nemzetközi kapcsolatok élénkülésével, a korábbi világkép felbomlásával, a globalizáció és a technológia fejlődésével átrendeződött a tudomány és kutatás helye a politikában és a gazdaságban. Az országok közötti verseny ma már nem az iparra, a földrajzi fekvésre, nyersanyagkészletre helyezi a hangsúlyt, hanem a korszerű technológiára és a képzettségre. Felértékelődött a tudomány szerepe és az aktív gazdaságpolitika formáló tényezőjévé vált. A tudományt és a technológiát egyre inkább a hosszú távú növekedés legfontosabb forrásának, legdinamikusabb elemének tekintik, melyek az innováció kapcsolatában gazdasági tényezővé válnak. Az innováció eszköz egy versenyképesebb gazdaság megteremtéséhez. Az innováció mai elsősorban szellemi befektetéseken keresztül hat. Ezek közé tartozik az oktatás, a kutatás és technológiafejlesztés, a szabadalmak stb.

1. Nemzetközi kutatási programok

Az európai akadémiaikat tömörítő ALLEA (All European Academies) szervezet jelentése szerint a kis országok számára a K+F területén a legnagyobb és legnehezebb feladat a megfelelő egyensúly létrehozása az igények, és elsősorban a finanszírozási téren tapasztalható korlátok között. A jelentés fő célja a létező modellek és stratégiák számba vétele és leírása, a nemzeti stratégiák megalkotásának megkönnyítése érdekében.

A „nagy tudomány kis országoknak” fejezetén kívül a jelentés rövid összefoglalót is ad az osztrák, észt, finn, cseh, ír, lett, portugál és szlovén nemzeti stratégiák értékeiről és problémáiról. A kisebb országok hátrányos helyzetben vannak a korlátozott emberi erőforrások és a finanszírozás terén, ugyanis az alacsonyabb, közvetlen beruházásoknak prioritása van.

A munkacsoport ajánlása szerint a nemzeti és nemzetközi erősségek és lehetőségek hasznosításával gazdagítható, mind a nemzeti öntudat, mind a nagyobb közösség eredményessége. A jelentés állítása szerint az Európai Kutatási Térség sikeres megalkotásához először a kutatási kapacitások felépítésére van szükség az egyes országokban, mivel csak a kutatási kedv nemzeti szintű erősítésével váltható valóra az Európai Kutatási Térség célkitűzése.

A jelentés arra is utal, hogy a kis országok és különösen a közép és kelet-európai országok figyelemre méltó tudományos lehetőségeit nem megfelelően mérték fel, ezért javasolja a kiválósági központok kialakítását és az összehasonlító-elemzés elvégzését.

A jelentés bemutat néhány sikeres stratégiát, melyeket kis országok alkalmaztak K+F profiljuk javítása érdekében. Svédország, Finnország, Hollandia és Észtország is hosszú távon folyamatosan értékelte az elért eredményeket és azok alkalmazását. Finnország és Írország speciális innovációs alapokat hozott létre. Norvégia tudományos és technológiai adót szed egyes iparágakban. Norvégiában, Ausztriában, Magyarországon, Szlovákiában és Cseh-

országban különleges tanácsok vagy intézmények értékelik a technológiákat. Finn-, Svédország, Ausztria és Izrael kiválósági központokat alapítottak. Svéd-, Finnország, Ausztria, Szlovákia, Észt- és Írország ösztönzőket biztosítanak a fiatal tudósok számára. Portugália, Izrael és Svédország az anyagi infrastruktúra javítása érdekében programokat finanszíroz, Írország pedig anyagi háttérrel ad az állampolgárok K+F tudatosságának fokozásához.

Talán az egyik legjobb példa Finnország, mivel az öt millió lakosú ország a hatvanas évek végén nagy részt vidékies gazdaságából fejlett ipari társadalmat hozott létre, amely sokszor kerül az összehasonlító tanulmányok élére.

Az európai integrációs szervezetek kutatás-fejlesztés tevékenysége a nukleáris kutatás koordinálásával indult. Az európai Atomenergetikai Közösség (Euratom) alapszerződése a szervezet tevékenységei közé sorolta a kutatást és az ismeretek terjesztését. Feladatul tűzték ki, hogy gazdálkodjék az erőforrásokkal a tagállamok közötti párhuzamos kutatások kiküszöbölésére, foglalozzon a hiányzó elemek kutatásának támogatásával és koordinálásával. Az Euratom első kutatási és oktatási programja 1958 és 1962 között valósult meg.

1974-re vezethető vissza a Közösségek nem nukleáris kutatási és fejlesztési tevékenységének kezdete. Ekkor a tanács olyan határozatokat hozott, amelyek megalapozták a Közösségek későbbi kutatási kezdeményezéseit és programjait (a nemzeti kutatási politikák koordinálása, a Közösség szintjén felmerülő tudományos és technológiai projektek, információ-szolgáltatás a K+F területén, a Tudományos és Technikai Kutatási Bizottság (CREST) felállítása, együttműködés az Európai Tudományos Alapítványval, a Közösségek saját tudomány- és technológiapolitikájának kidolgozása).

Az első keretprogram 1984-1987 között valósult meg.

A további keretprogramok időpontjai:

1987-1991: második keretprogram

1990-1994: harmadik keretprogram

1994-1998: negyedik keretprogram
 1998-2002: ötödik keretprogram
 2002-2006: hatodik keretprogram

Mindenképpen szükség van EU-szintű kutatás- és technológiapolitikára, mert a csupán tagállami keretekben folyó kutatási és technológia-fejlesztési tevékenység esetében sem az Európai Unió, sem Európa, mint kontinens nem képes felvenni az innovációs- és gazdasági- versenyt a legnagyobb vetélytársakkal (USA, Japán). Bizonyos nagy kutatási infrastruktúrák létrehozása és üzemeltetése nem valósítható meg közösségi összefogás nélkül.

Keretprogramonként kissé eltérő hangsúllyal, de kiemelt figyelmet fordítanak az alkalmazott kutatási tevékenység támogatására. A legutóbbi keretprogramoknál a pályázóknak technológiai hasznosítási tervet is be kellett nyújtaniuk. A pályázatokon résztvevő konzorciumokban elvárás - és meg is valósul - az ipar (esetenként a felhasználók) képviselőinek részvétele is. Az európai nagyvállalatok többsége, valamint sok Európában jelen levő multinacionális cég aktívan részt vesz a Keretprogramban.

A kutatási programban való részvétel több előnnyel jár. Részben anyagiak: az Európai Unió a kutatási projektekhez általában a költségvetés 50%-ig nyújt vissza nem térítendő támogatást (egyetemek esetében a támogatás elérheti a 100%-ot). Egy átlagos konzorciumban több tagállam egyeteme, kutatóintézete, kis-, közepes és nagyvállalata vesz részt. Így a konzorcium tagjainak rendelkezésére állnak a megfelelő alap- és alkalmazott kutatási, valamint fejlesztési szakismeretek. A tagoknak lehetőségük van az európai fejlesztési és termelési színtérre való kilépésre. Az előnyök másik része a kialakuló - és általában a projektek befejezése után is fennmaradó - kapcsolatokban jelentkezik.

2. Hazai részvétel az európai programokban

Magyarország a társadalmi-gazdasági átalakulás során elért eredményei alapján 1996-ban az OECD tagja lett és 1998-ban megkezdődtek az EU csatlakozással kapcsolatos tárgyalások is. Országunk számára a gazdasági szerkezetátalakítás és a világgazdasági, illetve európai integrációs felzárkózás feladatainak megoldásához csak a tartósan dinamikus gazdasági növekedés vezethet, amely a tudásbázis, a kutatás és a technológiafejlesztés kiemelt kezelése, ösztönzése nélkül elképzelhetetlen.

A rendszerváltozás során a K+F szféra indokolatlanul nagy veszteségeket szenvedett. Mind az állami, mind az üzleti szféra ráfordításában rohamosan és folyamatosan csökkent a K+F részaránya, mert az átalakulást alapvetően a rövidtávú gazdasági kényszerek határozták meg. Ezek miatt a tudásbázis eróziója is jelentős volt. A társadalmi megbecsülés hiánya miatt a szakember utánpótlás és megtartásképesége csökkent, a kényszerű pályaelhagyás nőtt. Az átalakulás folyamata során a K+F intézmények többsége a túlélésért küzdött.

Az átalakulásnak azonban pozitív tényezői is voltak. Magyarország nemzetközi vonzerejének egyik alapvető bázisa a meglévő tudásbázis és műszaki kultúra színvonala. A kutatás és fejlesztés nemzetközi kapcsolati rendszere dinamikusan fejlődött, így megnövekedtek a nemzetközi együttműködésben megvalósuló közös kutatási területek száma.

A magyar K+F szervesen integrálódott a világtudományba és a nemzetközi K+F hálózatokba. A 90-es évek második felére ismét megnőtt a PhD képzésekre jelentkezők aránya, ezzel elkezdődött a hazai K+F szakember-szükségletének kielégítése.

A világgazdasági változások kényszerítő erővel hatottak az innováció, technológiapolitika irányítási- és intézményrendszerének modernizálására. A fejlett piacgazdaságú országok nagy részében az utóbbi évtizedben korszerűsítették a tudomány- és technológiapolitikai intézményi kereteit, döntésmechanismusait és az egyes szervezetek közötti kapcsolati struktúrákat.

A magyar kutatás-fejlesztés (K+F) helyzetéről az elmúlt években számos, egymástól sok esetben eltérő elemzés jelent meg. A K+F területén kialakult helyzete megítélésében általában még megegyeznek a vélemények, a továbblépést azonban a különböző érdekcsoportok már másféleképpen látják.

A magyarországi K+F kiadások a nyolcvanas évek végétől folyamatosan és meredeken csökkentek. A visszaesés egyik oka az volt, hogy zömében kelet-európai piacokra dolgozó ipari kutatóintézetek megszűntek, vagy összezsugorodtak, a másik pedig az, hogy az ipar és kutatóhelyek közötti kapcsolat széthullott, az intézeti kutatások finanszírozása egyre komolyabb nehézségekbe ütközött. Gazdaságpolitikai, sőt kormányzati stratégiai szinten is hangsúlyt kapott ugyan a hazai K+F szféra fejlesztése, de a szűkös költségvetési források miatt a kutatás-fejlesztés állami finanszírozása az ezredfordulóig folyamatosan csökkent. Az utolsó két évben az Akadémia támogatása megnövekedett, és az MTA intézetei újra jelentős eredményeket mutatnak fel.

Az Európai Bizottság Magyarországról szóló országvéleménye a kutatás és technológiafejlesztés átalakítása terén eddig tett erőfeszítéseket általánosságban is elismerte, és nem látott jelentősebb problémát a K+F területén a tagság elnyerése szempontjából. Magyarország ennek alapján 1999-ben már teljes jogú tagja az EU 5. keretprogramjának, s ezáltal bármely kutatás-fejlesztési EU-projektre a tagországokkal azonos feltétellel pályázhat. A hiányosságok között említik ugyanakkor az ipar alacsony innovációs szintjét, valamint a kutatóintézetek és a kis-és középvállalkozások közötti kapcsolatok gyengeségét. A forráshiány enyhítésétől vagy megoldásától nemcsak az uniós programokban való magyar részvétel függ, hanem az intézményrendszer és az eszköztár továbbfejlesztése is.

Érdemes megemlíteni, hogy néhány világcég részben, vagy egészben Magyarországra hozta fejlesztését, így jelentős tudományos munka folyik azokon a területeken,

amelyeket a vállalatok politikája fontosnak tart. A magyar K+F politika célja ezért nem lehet más, mint hogy ezek ismeretében tűzze ki, vagy támogassa az állami kutatási témákat. A hazánkba települt multik közül többek közt az Ericsson, a Nokia, a Philips, a Sanofi, a Knorr-Bremse, az Audi, a Siemens folytat valamilyen szintű fejlesztőtevékenységet Magyarországon, s az első kedvező tapasztalatok alapján újabb hasonló szándékok megvalósításáról is hallani. Ezeknek és a már rendelkezésre álló kapacitásnak megfelelően bővítse a forrásokat, az intézményi és eszközrendszer pedig oly módon alakítsa ki, hogy az a források optimális felhasználását tegye lehetővé. Az uniós támogatások kiegészíthetik ezen törekvéseket. A magyar K+F költségekben az arányok azonban nyilvánvalóan másképp alakulnak. A magyar GDP és annak kutatásra és fejlesztésre fordított hányada rendkívül szerény. Ebből adódóan Magyarország számára jóval nagyobb lehet az uniós források szerepe a K+F ráfordításokban, mert a kiegészítő jellege kevésbé érvényesül, sokkal lényegesebb maga a forrás.

Az elmúlt évtizedben megháromszorozódott a kutatásra és fejlesztésre szánt költségvetési pénz: 1990-ben 33,7 milliárd, 2000-ben 105,4 milliárd forint jutott ilyen célra – derül ki a KSH jelentéséből. Ugyanakkor, míg a rendszer-váltás évében a GDP 1,61 százalékát fordították e célra, a tavalyi összeg alig haladta meg a GDP 0,82 százalékát. Az elmúlt években a kutatóhelyek száma mérsékelten nőtt. Magyarországon ezer lakosra 3,2 kutató jut, míg Európa nyugati felén ez meghaladja az öt, sőt az USA-ban a hét főt. A K+F forrásainak összetételében nem történt lényegi változás: az állami költségvetés és a vállalkozások finanszírozták tavaly a kutatások több, mint 80%-át. 1999-hez viszonyítva a külföldi források aránya a kétszeresére nőtt és elérte a 11,2 milliárd forintot.

Eddig csak félsikerrel jár a kormánynak az a szándéka, hogy a vállalkozói szférát gazdasági szabályzókkal ösztönzi innovációs kiadásokra. A K+F - célú adókedvezmény fogadtatása és hatása is kedvező, a tervezett K+F-járu-lékot viszont - éppen az érintettek ellenállása miatt - nem tudták bevezetni. Egyelőre nem sikerül kiaknázni maradéktalanul az EU által felkínált legnagyobb forrasszerzési lehetőséget, a kutatási keretprogramban való részvételt. Bár Magyarország a teljes jogú EU-tagoknál is kedvezőbb feltételekkel, viszonylag szerény befizetés mellett juthatna jelentős támogatáshoz, a lehetségesnél kevesebb, évente mindössze 5-8 magyar részvételű kutatási projektet sikerül elindítani.

3. Nemzetközi áttekintés

Az OECD Innováció és technológiapolitikai csoport (TIP) 20. ülésére 2002. december 10-11-én került sor Párizsban. Az ülésen áttekintést kaphattunk a nanotechnikai programokról. Az utolsó 5 évben megötszöröződtek az állami nanotechnológiai K+F ráfordítások a vizsgált három nagy régióban. 1991-1998 között a szabadalmak száma háromszorosra, a publikációk száma 12-szeresre nőtt ezen a területen. Az ülés másik kiemelt témája a jogszabályi háttér áttekintése volt. Ebből mutatunk be hat példát:

Csehországban a 205/2000. törvény külön rendelkezik arról, hogy a regionális szervek támogathatják a K+F célú PP/P-et (Public Private Partnership).

Franciaországban az 1999. évi innovációs törvény számos korábbi szabályozási korlátot eltávolított a PP/P elől, például megkönnyíti a kutatók részvételét a spin-off cégek alapításában és mobilitásukat a kutatóhelyek és e cégek között. Lehetővé teszi azt is, hogy egyetemek és más állami kutatóhelyek inkubátorházat létesítsenek, és külön szervezete hozott létre a vállalkozásokkal való együttműködés segítségére. A törvény egyszerűsíti a korai fázisban történő finanszírozásra és a kockázati tőkefinanszírozásra szolgáló cégek alapítását is.

Japánban, 1995-ben fogadták el a technológiai Alap-törvényt és ennek alapján a vállalatok a korábbiaknál több kutatási megbízást adnak az egyetemeknek. A törvény lehetővé tette az állami alkalmazásban lévő kutatóknak, hogy műszaki tanácsadóként mellékállást vállaljanak cégek-nél. 1999-ben az Ipari Megújulási Törvény vezette be azt, hogy az állami támogatással végzett K+F projektek eredményeinek szellemi termékei (IPR) fölött a megbízott rendelkezik.

A francia kutatás körvonalairól a francia kutatás és technológiai miniszter meglehetősen negatív képet vázolt fel a francia K+F mérleg jelenlegi helyzetéről, hangsúlyozva az innovációs kapacitás gyengülését, a publikációk és szabadalmak csökkenését. A francia tudomány „helyzetbe hozásához” a miniszter asszony öt prioritást tűzött a zászlajára:

1. Az állami kutatóintézetek irányításának javítása, az intézmények prioritásainak, céljainak, módszereinek jobb összehangolásával
2. A projektfinanszírozás fejlesztése és az értékelés transzparenciájának javítása
3. Hatékony humánerőforrás-gazdálkodás, melynek egyik legfontosabb célja a kutatói állomány megfiatalítása, és a korszakok folyamatos egyensúlyának biztosítása

A K+F ráfordítások források szerinti megoszlása

PÉNZÜGYI FORRÁS	1992	1994	1996	1997
Vállalkozói	31,3	28,7	37,4	36,4
Költségvetési	62,9	63	51,2	54,8
Egyéb hazai	2,9	4,7	6,9	4,6
Külföldi vagy nemzetközi	2,9	3,6	4,5	4,2
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0

Forrás: KSH

4. Az állami kutatóintézetek ipari kapcsolatainak jelentős fejlesztése, azoknak a fejlett ipari országok szintjére történő felhozása
5. Az európai kutatási térség tényleges és hatékony építése.

A francia kutatási tárca alapvető célkitűzése a jelenlegi 2,2%-os GDP részesedés 3%-ra növelése 2010-ig. A közelmúltban elfogadott 2003. évi francia állami K+F költségvetés ezzel szemben 1,3%-os csökkenést mutat a 2002. évihez képest.

A 2003-ban favorizált kutatási területek, pl.: egészségügyi, élelmiszerbiztonsági, környezetvédelemmel kapcsolatos kutatási témák, valamint a humán és társadalomtudományok továbbra is kiemelt jelentőséggel bírnak.

Megjelent a finn K+F új fehér könyve, melynek címe: Tudás, innováció és nemzetközivé válás. A kötet áttekinti azokat a kihívásokat és feladatokat, amelyekkel a tudomány- és technológiapolitikájának az elkövetkező években szembe kell néznie, és megoldásokat javasol. Különleges figyelmet szentelnek a gyorsan globalizálódó innovációs környezetnek és a finnországi strukturális és működési változtatások szükségességének.

A technológiai innováció mellett szükség van a szociális innováció szisztematikus fejlesztésére, hogy a társadalom fejlődése ne maradjon le a technológia fejlődése mögött. Az ezzel kapcsolatos intézkedéscsomag áll a közeli jövőben a nemzeti innovációs stratégia központjában.

A sikeres nemzeti stratégia a legfontosabb know-how területek továbbfejlesztésével valósulhat meg. A finn gazdaság különösen erős szektorai az információs és kommunikációs technológiák, a fa- és papíripari technológiák és a gépipari ágazat. Ezek mellett feltétlenül szükséges a további ígéretes technológiák fejlesztése.

A három legfontosabb fejlesztési cél:

1. Az oktatás, a kutatói életpályák és a kutatási eredmények hasznosításának erősítése
2. A technológiai és szociális innováció felgyorsítása
3. Az innováció finanszírozásának rugalmas és szakmai oldalról megalapozott fejlesztése.

A támogatások növelése mellett mind a kutató, mind a finanszírozó intézményeknek folyamatosan fejleszteniük kell döntéshozó mechanizmusukat és rangsorolni a témákat fontosságuk és várható eredményeik függvényében.

4. Összefoglalás

Egyértelmű az a nemzetközi trend, hogy a szellemi tulajdon hasznosítását egyre közelebb viszik a kutatóhelyekhez, sőt egyénileg az érintett kutatókhoz. Közérdek, hogy az állam támogassa a közfinanszírozású kutatóhelyeken létrejövő technológiai transzfer irodákat, és azok egyik legfontosabb feladata az IPR (Intellectual Property Right) hasznosítása. Meg kell azonban említeni, hogy az IPR alkalmazása helyett egyre gyakoribbak a titkossági megállapodások és a spin-off cégek alapítása.

Mindezek hatása, hogy a vállalati K+F stratégiák jellemzően egy nyíltabb innovációs modell felé mozdultak el.

Csak stratégiai üzleti célokhoz közvetlenül kötődő K+F tevékenységet tartották meg vállalaton belül, és egyre nagyobb arányban fedezik innovációs szükségleteiket licencvásárlással, közös kutatásokkal és külső kutatási megbízásokkal (outsourcing).

A vállalatok magváltozott magatartása, az egyre tudásigényesebb új technológiák és a vállalatok csökkenő alapkutatási hajlandósága arra mutat, hogy az állam legalább annyira tudja az innovációt támogatni azzal, ha magas szinten finanszírozza az állami kutatóhelyeket, mint azzal, ha a vállalati K+F projektekhez közvetlen támogatást ad, ráadásul az előbbi esetben nem kell számolnia semmiféle problémával az állami támogatásoknak az EU-ban lévő szigorú szabályozása miatt. Mindezt mégis fenntartásokkal kell kezelni a hazai viszonyok között, mert viszonylag erős hazai kutatóbázis és a viszonylag csekély hazai innovációs kereslet esetünkben vagy az eredmények külföldi hasznosításához, vagy a hasznosítás nélkül maradáshoz vezetnek.

A kormányzati politikához új szempontokat adott egy ajánlás, melynek három legfontosabb következtetése a következő:

1. A kormányzati K+F támogató ügynökségeknek meg kell érteniük, hogy nem az a cél, hogy egyedi projekteket támogassanak, hanem az, hogy a projektek rendszere révén az országot hozzák fel egy magasabb szintre.

2. A kormányzati K+F politikának nem egyes vállalatokat, hanem az azokból kialakuló tudásalapú klasztereket kell támogatniuk.

3. Mivel az innovációs környezet gyorsabban változik, mint ahogyan azt a kormányzati döntéshozatal követi, a programoknak eléggé rugalmasnak kell lenniük, hogy azt követhessék.

Irodalomjegyzék

- [1] OM nemzetközi K+F Hírlevél
- [2] Népszabadság, 2002. aug. 22.
- [3] Dr. Imre Miklós:
Tudomány, technológia, versenyképesség
- [4] Imre József:
Tudomány- és technológiapolitika az OECD tevékenységében

Hírek

A BME Schönherz Zoltán Kollégiuma kapta meg azt a 2 Ultra SPARC III processzorral felszerelt szervert, és a hozzá tartozó tárolóegységet, amelyet a 20. születésnapja alkalmából ajánlott fel közel egy évvel ezelőtt a Sun Microsystems Kft. az országban működő legöregebb Sun gépért cserébe. A gép átadásával egyidőben a Sun Microsystems Kft. és a BME Schönherz Kollégiumának Simonyi Károly szakkollégiuma hosszú távú együttműködési megállapodást jelentett be, amelynek keretében Sun ONE kompetencia központ létesül a szakkollégiumokon belül. A központ felszereléséhez a Sun 50 millió forint értékben teljes Sun ONE szoftver-portfolióját is felajánlotta.

A Sun által adományozott hardver és szoftver fogja a több ezer fős BME Schönherz Kollégium hallgatóságának teljes levelezését kiszolgálni, valamint hallgatóság számára elektronikus naptárt biztosítani. A hardverek és szoftverek adományozása mellett a Sun folyamatosan segíti a megfelelő tudásbázis létrehozását. A hallgatók számára ingyenesen biztosít tanfolyamot. Ez éves szinten hozzávetőlegesen további ötmillió forintos támogatást jelent. A megállapodással az egyik legjelentősebb egyetemi informatikai műhely választotta a Java alapú Sun ONE termékcsaládot, amely kiemelkedő fontosságú a világ egyik vezető informatikai cége számára.



A hazai piacon a legmarkánsabb tendencia a szélessávú előfizetések internethozzáférések számának intenzív növekedése. 2001 vége óta az **ADSL** használóinak száma megtízszereződött, a kábelt használóké megháromszorozódott. A vállalati szegmensben is a szélessávú kapcsolatok terjedése zajlik. Ezt jól mutatja, hogy az ADSL és BDSL termékekre előfizetők száma megtízszereződött, valamint hogy a DSL előfizetők száma 2002 negyedik negyedévére meghaladta a bérelt vonali előfizetések számát.

A jelenlegi hazai piacon még a dial-up előfizetés az uralkodó, de az alternatív technológiák előtérbe kerülése figyelhető meg. A TÁRKI által végzett kutatás adatai szerint 2002-ben az otthoni hozzáférések 10%-át már e technológiák adták. Jelentős az átrendeződés továbbá az analóg és a digitális csatlakozások versenyében. A uralkodó formáját azok a technológiák adják, amelyek a vezetékes telefonhálózathoz kapcsolódnak. 2002-ben az otthoni hozzáférések 56%-a analóg vonalon, 21%-a ISDN kapcsolattal, 14,6%-a kábeltévéen és 3,1%-a ADSL segítségével kapcsolódott a világhálózathoz.

A TÁRKI adatai szerint a otthonok internetellátottsága 1998-tól 2002 ősziig 7%-kal bővült, 11%-ra. E növekedés az utolsó éven gyorsuló tendenciát mutatott, 2001 és 2002 között 2% volt. Ennél nagyobb értékben – 4%-kal – nőtt ez időszak alatt az otthoni PC ellátottság, amely jelenleg 30%-os.

A felmérés a lakosságot bizonyos jellemző paraméterek alapján felosztva – megvizsgálta, hogy az internetpiaci belépéshez pillanatnyilag melyik csoport tagjai állnak a legközelebb. Az eredmény szerint ebbe a csoportba azok tartoznak, akik teljesen ellátottak az internetezéshez szükséges alapvető műszaki, technikai feltételekkel (vezetékes telefon, PC), és akik már használták az Internetet, ezen háztartások becsült száma meghaladja a 350 ezret. A potenciális előfizetők sorának második helyén azok állnak, akik rendelkeznek a szükséges eszközökkel, de még nem használták soha az Internetet, az ilyen háztartások száma közel 220 ezer.

A kutatás azt is megerősíti, hogy az otthoni internethasználat terjedésében a pillanatnyilag eszközhiányos háztartások piaci belépésével rövidtávon igen kis mértékben lehet számolni.

Könyvet ajánlunk

Internet.hu

A magyar társadalom digitális gyorsfényképe

Z. Karvalics László és Dessewffy Tibor szerkesztésében hasznos áttekintés jelent meg az Internet protokoll alapú távközlés terjedéséről és az erre épülő szolgáltatások alkalmazásáról.

A könyvet társadalomtudósok írták. Korábbi tapasztalatok alapján a műszaki szakemberek általában óvatosan veszik kézbe azokat az iratokat, melyek véleményük szerint a technikai kérdéseket humán oldalról vizsgálják. Jelen esetben ennek az aggodalomnak nincs helye, mert a szerzők nem akarják nézeteiket az olvasóra erőltetni, hanem az új technika pillanatnyi elfogadottságáról igyekeznek objektív helyzetképet vázolni.

Az első fejezet, az Internet társadalmi hatásainak nemzetközi kutatási programjába, a World Internet Project-be (WIP) enged bepillantani. Ez a társadalmi hatások vizsgálatával, az Internetet tagadók álláspontjának megismerésével és nemzetközi összehasonlításával foglalkozik.

Ezen bevezető után a könyv összegezi a nemzetközileg elfogadott elméleti módszertani alapokat. A különböző országokban megjelent, a társadalmi hátteret tükröző nézetek tömör bemutatása segíti a későbbiekben megjelenő statisztikák megértését és hasznosítását.

Ehhez kapcsolódik a "digitális szakadék" fogalmának vizsgálata. Ezt a jól megfogalmazott részt azonban óvatosan kell kezelni. Bár a politikusok erről rendkívül sokat írnak, de a gazdag-szegény különbségnek ez csak egy perifériális tünete.

A második fejezet a mérések, módszerek, megközelítések című részzel vezet át a műszaki területre. Majd rendkívül hasznos vizsgálati eredmények és statisztikák következnek.

Ha valaki meg akarja ismerni a távközlés, informatika, műsorszórás témában a pillanatnyi helyzetet, vagy adatokra van szüksége a prognóziskészítéshez, esetleg érdeklődik az iránt, hogy milyen műveltségi, anyagi, vagy hagyományos kérdések vannak az új technika terjedésének hátterében, akkor ettől kezdve a könyv rendkívül gazdag anyaggal segíti az olvasót.

A nemzetközi áttekintés után a harmadik fejezet a magyarországi helyzetet mutatja be. Ez a közel 100 oldalas rész megismertet minket a szerzők saját nézeteivel, melyeket vizsgálatokkal és számadatokkal támasz-

MÉDIA - ÚJ MÉDIA

Internet.hu

A magyar társadalom digitális gyorsfényképe 1.



tanak alá. Természetesen lesznek olvasók, akik ugyan-ezen számadatokból esetleg más tanulságokat is levonnak, de ez a szabadság teszi jól kezelhető kézikönyvvé ezt a tanulmánykötetet.

A rendkívül szellemes és igen rövid epilógusban a szerzők felvillantják az ellenvélemények jogosságát. Végül a függeléknek tekinthető ötödik és hatodik fejezet az adatok óriási mennyiségét kínálják műszaki és gazdasági tervezőknek, elemzőknek. A tényadatok önmagukban is indokolhatnák, hogy ezt a könyvet sokan és gyakran vegyék kézbe.

A könyv az Aula Kiadónál jelent meg gondos szerkesztésben és ízléses kivitelben.

(L. Gy.)

Tájékoztatás a Híradástechnika szerzőinek

A Híradástechnika szerkesztőbizottsága szeretné, ha egyre több szerzője lenne különböző területekről, így tovább bővülne az újságban megjelenő témák köre, és változatosabbá válna az eltérő szemléletű szerzők gondolatvilágától. Leendő szerzőink számára a cikkírással kapcsolatban szeretnénk néhány tájékoztató gondolatot közölni:

- **Témák:** Az újságban elsősorban a híradástechnika szakmai újdonságait szeretnénk közzétenni. Eszerint a távközlés, a műsorszórás, továbbá a teleszolgáltatások minden területe és a velük kapcsolatos témák érdekesek. Tehát egyaránt szerepelnek az újságban a távközlőhálózatok, berendezések, ezen belül jelzésrendszerek, átviteli módok, az ehhez szükséges új alkatrészek, kapcsolástechnikai megoldások, méretezési módszerek és telepítési kérdések. A mobil rendszerek és a rádiózás kapcsán a hullámterjedés, az elméleti villamosság-tani problémák is érdeklődésre tarthatnak számot. Ezen túlmenően a híradástechnikával kapcsolatos gazdasági megfontolások, számítási módszerek is helyet kapnak, de szeretnénk a távközlés-politika újdonságairól is tájékoztatást adni, valamint az ezzel kapcsolatos szociológiai és oktatási problémák is szerepelnek a profilban.

- **Terjedelem:** A szakmai cikkek az újságban általában 3-6 oldal terjedelemben jelennek meg. Ennél rövidebbek inkább csak a hírek vagy beszámolók lehetnek. 6 oldalnál hosszabban pedig csak olyan alapvető újdonságok írhatók le, ahol a megértéshez az elméleti alapok és a gyakorlati megvalósítás egyaránt szükséges. Ez azt jelenti, hogy ábrák nélkül 12-20 ezer karakter lehet egy cikk szövege. Nyomtatott oldalanként kb. 1-3 ábra elhelyezése teszi az olvasó számára áttekinthetővé, vonzóvá az ismertetést.

- **Forma:** Sem betűtípus, sem rajzkivitel nem köti a szerzőket. A szövegeket *word formátumban* kérjük elkészíteni. Az újság egységessége kedvéért ugyanis az elektronikusan érkező szövegeket a nyomdának az újságban használt betűtípusú változatban küldjük tovább. Az ábrák megrajzolásánál is egyetlen köztötség, hogy az újság *fekete-fehér kivitelben* jelenik meg, tehát a színes ábrák is fekete-szürke-fehér képként láthatók az újságban. Ennek megfelelően kérjük a szerzőket, hogy lényeges dolgokra ne hivatkozzanak úgy, hogy a piros vonal, vagy a kék alapterületű rész, ehelyett szaggatott, pontozott, vastag és vékony vonalak legyenek megkülönböztethetők, a területnél sraffozással lehet különbséget tenni.

- **Lektorálás:** A cikkek különböző minősítési folyamatoknál értékes pontokat jelenthetnek. Növeli a cikk értékét, ha azt lektorálják. A szerző kérésére bármikor lektoráltathatjuk a cikket, ez esetben a cím alatt *Reviewed*

felirat utal arra, hogy nemcsak a szerkesztőség, hanem más is ellenőrizte a munkát, ami további pontokat jelenthet. Minden fél évben az első 5 számból kiválogatjuk azokat a cikkeket, melyek külföldi, nem magyar anyanyelvű olvasóink számára is érdekesek lehetnek. Ezeket angolra fordítva a 6. és 12. számban jelentetjük meg. Ez idegen nyelvű publikációnak számít.

- **Hivatkozások:** A cikk végén kérjük a kapcsolatos, vagy előzményként felhasznált cikkeket megadni. A hivatkozásokat számozzuk, a szám után következik a szerző, majd a cikk vagy a könyv címe, a megjelenés helye és időpontja. A szöveg közben szögletes zárójelben helyezzük el a hivatkozásoknál megadott sorszámot.

- **Megjelenés:** Az újság minden hónap 22. és 28. között jelenik meg. A pontos időpont függ az ünnepektől és a hétvégék helyzetétől. Mindig az előző hónap utolsó napjáig beérkezett cikkeket vesszük számításba. Tematikus megfontolásokból előfordulhat, hogy későbbi számban előnyösebbnek látszik a témakör tárgyalása. Általában a beküldést követő negyedévben helyet kap a munka az újságban. Késes esetén az átnézés vagy lektorálás után a beküldéstől számított két héten belül a szerző visszaigazolást kaphat a cikk elfogadásáról.

- **Szerzői adatok:** Annak érdekében, hogy az olvasók problémáikkal, véleményükkel közvetlenül kapcsolatba léphessenek a szerzőkkel, a cikk előtt lévő szürke részben, a cím alatt, szerepel a szerzők neve, munkahelyük és e-mail címük. Célszerű tehát, hogy ha a cikket úgy küldik be, hogy rajta van a név, a beosztás (egyetemi tanár, doktorandusz, osztályvezető stb.), a munkahely (olyan részletességgel, hogy a munkahely telefonszámáról már tudják kapcsolni a szerzőt) és az e-mail cím. Ez utóbbi a leglényegesebb az esetleges kérdések tisztázásához.

• A beküldés módja:

A cikkek eljuttathatók a főszerkesztőhöz:

Zombory László (BME, laszlo.zombory@mht.mbe.hu),
vagy a szerkesztőbizottság elnökéhez,

Lajtha György (lajtha.gyorgy@ln.matav.hu),
vagy a HTE titkárságának (hte@mtesz.hu).

A cikkeket elektronikus formában kérjük,
tehát e-mailen, vagy lemezen.

Reméljük, hogy ezen ismeretek segítik kollégáinkat, hogy gondolataikat, új eredményeiket, műszaki megoldásaikat, számítási módszereiket közkinccsá tegyék. Várjuk tehát a cikkeket oktatási intézményekből, fejlesztőhelyekről, gyártóktól, üzemeltetőktől, tanulóktól, szakértőktől, oktatóktól és mindenkitől, akinek mondanivalója van a közösség számára.

A Szerkesztőbizottság

Könyvet ajánlunk

„Behálózva”

A hálózatok új tudománya

A címbeli idézőjel okával kezdem.

A cikk az azonos című, az Axelero támogatásával megjelent, könyvről írt rövid értékelés. (Albert-László Barabási: Behálózva, Magyar Könyvklub, 2003)

A könyvnek két alcíme is van azok érdeklődésének a felkeltésére, akiket a cím még nem vett volna rá az elolvasásra. A fő alcím „A hálózatok tudománya” a tudományok iránt érdeklődőknek szól. A „Hogyan kapcsolódik minden egymáshoz, és mit jelent ez a tudományban, az üzleti és a mindennapi életben” pedig már mindenkinek.

Elolvassa a könyvet megerősödhet az a meggyőződésünk, hogy a Szerző egy olyan könyvet akart írni, amit mindenki hasznosíthat. Hasznosíthat és nem csak egyszer elolvashat. Ezt szolgálja a rendkívül kiterjedt, és rövid magyarázatokkal kiegészített 51 oldalas, 258 tételes irodalomjegyzék, a kilenc ábra és a matematikai magyarázatot tartalmazó hét lábjegyzet az igazából 280 oldalas könyv kiegészítésére.

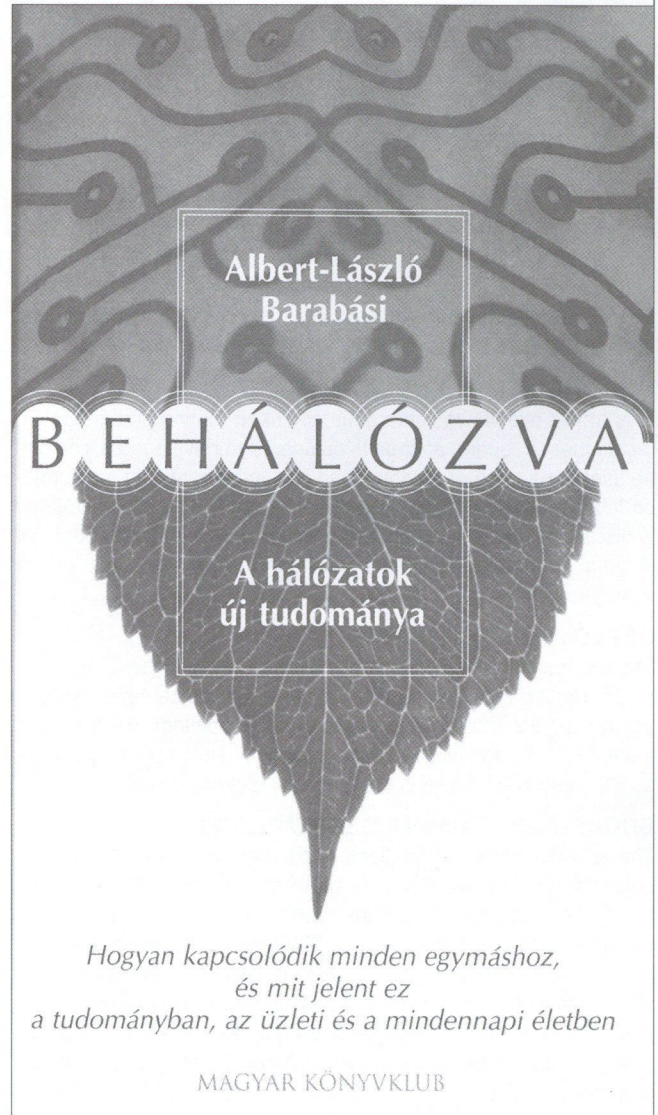
A könyv érdekes, részletesen ismertetett példákon keresztül igyekszik igazolni azt, hogy minden kapcsolódik egymáshoz. S mivel ezen példák az élet számos területét fedik le, az olvasó ezt tényként fogadja el. Az olvasót tehát behálózza a Szerző, ahogy a pók a legyet? Megtéveszti ezzel? Nem! A könyv példái, és sok más területen a hálózatok létezésének felismerése, azok vizsgálata valóban nagy haszonnal jár.

A könyvet olvasva gyakran meglepődünk: Nahát, nem is gondoltam, hogy ennek a leírására is jó a hálózati modell!

A példákon keresztül a Szerző nem csak ezt ismereti, hanem azt is, „hogyan kapcsolódik” ha nem is „minden egymáshoz”, ahogy az alcím ígéri, hanem a hálózat elemei egyik a másikhoz.

Végigalad a hálózati modellek fejlődésén, és – sokszor hangsúlyozva az általa vezetett csoport szerepét – szinte mindenre jónak állítja az un. Skálafüggetlen modellt, az azt leíró – és szintén általuk fölfedezett – hatványfüggvényekkel együtt.

Csakugyan ilyen jó ez a modell? És csakugyan ilyen jól írják le a hatványfüggvényeket? A példák alapján a látszat az, hogy igen! Azonban a látszat gyakran csal, ezért nem árt alaposan utánanézni, és utána is számolni. Ez persze a sok példa miatt igen tetemes, és sokszor igen nehezen elvégezhető munka.



*Hogyan kapcsolódik minden egymáshoz,
és mit jelent ez
a tudományban, az üzleti és a mindennapi életben*

MAGYAR KÖNYVKLUB

Néhány az érdekesebb példák közül:

Az első DoS (szolgáltatást lehetetlenné tevő) támadás az Interneten; az emberi társadalom, mint bonyolult ismeretségi hálózat; az élőlény, mint egymással együttműködő kémiai reakciók hálózata; egy légitársaság által elért városok és az útvonalak összefüggése; a fizikai fázisátalakulások; a „gazdag egyre gazdagabb lesz” törvény; a Microsoft sikerének a „titka”; az AIDS terjedés módja.

Elolvásra feltétlenül ajánlom. Alkalmazásra? Az ajánlott ellenőrzés eredményétől függően.

(S.E.)

AN INFORMAL PACE OF DEVELOPMENT

During the past two years several forewords and economic analyses were dealing with recession, economic crisis and the set-back of our profession. However, looking back on this period we see that the number of mobile phones has increased to 7 million and, in order to create broadband transmission paths, the capacity of a great part of the backbone has multiplied using wavelength-division multiplexing technology. Indisposition regarding the Internet started to disappear and the number of internet users is growing at an increasing rate. No doubt, these figures and trends would have pleased both the information technology and the telecom operators and service providers community. The inevitable question is now: are today's complaints justifiable?

CONFIGURATION OF WR-WDM NETWORKS

The transport network of the future is likely to be ASTN proposed by ITU-T or a multilayer, fibre optics (light) based network according to the GMPLS architecture proposed by IETF. The configuration and protection of these systems raise serious problems. Traffic aggregation and shared protection are supposed to result in a considerable reduction of the necessary resources. These resources are examined in certain possible scenarios.

ROUTING IN MPLS NETWORKS...

This article overviews some generally used routing and protection techniques. A routing method is outlined and developed which can be used for finding operational and protective routes in multiprotocol label switching (MPLS) networks. The operation of this algorithm is discussed then it is compared with other algorithms and optimal sharing of routing algorithms developed for the solution of the same problem.

DEPLOYMENT OF OVPNS

There is given a DWDM network which is able to perform wavelength routing in the optical layer and an electrical layer thereon which supports time-division multiplexing (grooming). We transport the traffic demands of given user groups (VPNs) separately so that as little resource is used in the electrical layer as possible.

BROADBAND RAMAN FIBER AMPLIFIERS...

The advancement of formalisms supporting the development and deployment of communications protocols has gained momentum during the past years. This is the case for TTCN as well. The TTCN-3 specification published in spring 2003 marks a milestone regarding control which is a critical aspect of protocol development. In addition to several new functions and structures TTCN-3 has a new form of presentation: the graphic format. This article presents this new graphical representation format and our new graphical editor program.

THE GRAPHICAL SHAPE OF TTCN-3

To increase the amount of data to be transmitted over optical fibers multichannel systems are required. This leads to the increase of bandwidth hence the applied optical amplifiers must have a wide and nearly plain amplification range. In addition to the well-known erbium-doped fibre optic amplifiers (EDFAs) there are also other optical amplifiers with different operational principles and in certain fields better performances which can meet the bandwidth requirements of wavelength-division multiplex (WDM) optical systems. Raman-effect amplifiers might have a bright future.

TEST AND CALIBRATION OF A 3D FLUXSET SENSOR

In recent years industrial users and the R&D community have shown an increasing interest in magnetic-type sensors converting different physical quantities into electrical signals. These sensors

can be characterized by low manufacturing costs and the possibility of mass production and they meet the strict industrial requirements as well. The FluxSet sensor is one of the recently developed high sensitivity magnetic sensors which can be used for measuring magnetic fields generated by direct or alternating current. Our Magnetic Laboratory tested a high sensitivity sensor developed for low-frequency magnetic fields.

FLASH MEMORIES

A typical feature of flash memories is that they keep the stored information even after break-off of the supply voltage. Furthermore, their energy consumption is very low. These two features make flash memories an ideal option in nearly all mobile devices. Their application in greater devices is hindered by the fact that writing of the information lasts much longer than reading. There are already several technologies to increase writing speed. Two of them are introduced in this article: ferro-electric RAMs (FRAMs) and magneto-resistive RAMs (MRAMs).

THE „FINGERPRINT” OF DATA MEDIUMS

The subject of this article is the security of printed documents (bank-notes, securities, identity cards and other confidential agreements and papers) and digital data media (magnetic audio and video tapes, CDs) with special emphasis on the comparison of traditional and future security philosophies. At first glance it may sound strange to discuss in one article security issues of so much different data media. I hope, however, that by the end of the paper readers will recognize that not only problems but also possible solutions are similar.

ARE PEOPLE ALIENATED OR BROUGHT TOGETHER BY A COMPUTER OR THE INTERNET?

Computer and Internet – are they alienating people or bringing them together? Opinions are split over the issue but the majority agrees that despite all negative effects computer and Internet bring people closer to each other.

THE PRESENT AND FUTURE OF R&D

With the intensifying international relations, breaking up of the traditional world concept, development of globalization and technology, the position of science and research has also shifted within politics and economics. Competition between countries is centered around advanced technology and education, not around industry, geographical situation and raw materials. The role of science is wider and has become a shaping factor of active economic policy. Science and technology are increasingly considered as the most important source and the most dynamic element of long-term growth.

BOOK REVIEWS

Under the title "Internet.hu" (edited by László Z. Karvalics and Tibor Deseffy) a very useful overview was published on the adoption of Internet protocol-based telecommunications and the use of services offered by this technology. This book was written by social scientists. Being affected by former experiences, the technical community is cautious about works which study technical issues from a human aspect. In this case, however, there is no room for any preconception.

Linked. This is the title of a book but for those who are not persuaded by this word to read the book, it has a sub-head: "The science of networks" suggesting that this book was written for those interested in sciences. And there is also a subtitle: "How everything is connected to everything and what this means in science, business and everyday life", suggesting that it was written for everybody.

Contents

AN INFORMAL PACE OF DEVELOPMENT (JULY)

1

CONFIGURATION AND PROTECTION OF NETWORKS

Csaba Gáspár, Gábor Makács, Tibor Cinkler

Configuration of WR-WDM networks

2

Diána Meskó, Gábor Viola

Routing in MPLS networks with economical reservation

10

Balázs Megyer, Zoltán Szombat, Tibor Cinkler

Deployment of optical virtual private networks (oVPNs)

19

DEVICES AND TESTS

Zoltán Várallyay, Gábor Varga, László Jakab, Péter Richter

Broadband Raman fiber amplifiers in advanced telecommunications systems

24

Gyula Jóna

The graphical shape of TTCN-3

30

Miklós Kuczmann, Miklósné Iványi

Test and calibration of a 3D FluxSet sensor

34

Dániel Muhi

Flash memories

38

INFORMATION SOCIETY

Tamás Dénes

The „fingerprint” of data mediums

40

Ágota Visegrádi

Are people alienated or brought together by a computer or the Internet?

44

Beatrix Havaska Nagy

The present and future of R&D

48

Book reviews

Internet.hu

53

Linked

55

Cover: Congestion and control are critical issues not only in telecommunications



Szerkesztőség

HTE Budapest V., Kossuth L. tér 6-8.

Tel.: 353-1027, Fax: 353-0451, e-mail: hte@mtesz.hu

Hirdetési árak

1/1 (205x290 mm) 4C 120.000 Ft + áfa

Borító 3 (205x290mm) 4 C 180.000 Ft + áfa

Borító 4 (205x290mm) 4 C 240.000 Ft + áfa

Cikkek eljuttathatók az alábbi címre is

BME Szélessávú Hírközlő Rendszerek

Budapest XI., Goldmann Gy. tér 3.

Tel.: 463-1559, Fax: 463-3289,

e-mail: zombory@mht.bme.hu

Előfizetés

HTE Budapest V., Kossuth L. tér 6-8.

Tel.: 353-1027, Fax: 353-0451

e-mail: hte@mtesz.hu

2003-as előfizetési díjak

Hazai közületi előfizetők részére:

1 évre bruttó 30.000 Ft

Hazai egyéni előfizetők részére:

1 évre bruttó 6.000 Ft

Subscription rates for foreign subscribers:

12 issues 150 USD, single copies 15 USD

www.hte.hu

Felelős kiadó: MÁTÉ MÁRIA
Lapmenedzser: Dankó András

HU ISSN 0018-2028

Layout: MATT DTP Bt.
Printed by: Regiszter Kft.



Ott lehetsz mindenhol

ADSL internet – **élmény korlátok nélkül**

Folyamatos, szélessávú internetkapcsolat, egyidejű internet- és vezetékestelefon-használat, korlátlan adatletöltés, akár 512 kbit/s letöltési sebesség, mindig fix költség – egy igazán jó internetkapcsolattal az egész világ testközelbe kerül!

 **matáv**

www.matav.hu

a szavakon túl