

Címzett: Barabási Albert-László
Tárgy: Hozzászólás a „Behálózva” c. könyvhöz

Kedves László!

Úgy alakult, hogy a „Behálózva - A hálózatok új tudománya” című könyvedet (továbbiakban: a Könyv) csak nem rég olvastam el:

Behálózva - A hálózatok új tudománya, Harmadik kiadás, 2013. (Linked, May, 2003)

Bár hálózatos szakembernek tartom magam a távközlő hálózatok (telecommunications network) témakörében, mégis nagy élvezettel olvastam könyvedet, amely inspirálóan is hatott rám. Köszönöm az olvasói élményt. Őszintén gratulálok a könyv mondanivalójához, megközelítéséhez és stílusához.

Az alábbiakban néhány történelmi szemléletű szakmai adalékkal és pontosítással szeretnék könyvedre reagálni. A könyv érdemi mondanivalóját természetesen ezek egyáltalán nem befolyásolják. Azért remélem, hogy néhány felvetést érdekesnek fogsz találni.

Hozzászólásom tartalma:

1. A távközlő hálózat mint a Föld legnagyobb szerkezete
2. A távbeszélő hálózat bolondbiztos (foolproof)
 - 2.1. A távbeszélő hálózat moduláris és hierarchikus felépítése
 - 2.2. Rendelkezésre állás
 - 2.3. Hibatűrő képesség
 - 2.4. Támadhatóság túlterheléssel
 - 2.5. Támadhatóság hálózati szinten
 - 2.6. Támadhatóság csomópontok megsemmisítésével
3. Az ébredező internet vs a PSTN hálózat
 - 3.1. Elosztott szerkezetű hálózatok bevezetése P. Baran nyomán
 - 3.1.1. Az 1964-ben vizsgált kommunikációs hálózat, és kitekintés mára
 - 3.1.2. Digitális hálózat vs csomagkapcsolás hálózat
 - 3.2. Miért álltak ellen a csomagkapcsolásnak a távközlő cégek?
 - 3.3. A csomagkapcsolás elvét 1889-ben találták fel!
 - 3.4. Hány budapesti internet szolgáltatási csomópont megsemmisülése eredményezné a budapesti internet szolgáltatás leállítását?
4. A szexuális járványforrások orvosi kezeléséről - történelmi szemmel
5. További irodalom

1. A távközlő hálózat mint a Föld legnagyobb szerkezete

A Könyv „A kilencedik láncszem: Az Achilles sarok” fejezetének bevezetése végén ezt írod az áramszolgáltatók hálózatáról:

„ Ennek eredménye az lett, hogy a korábban elszigetelt rendszerek elkezdtek összekapcsolódni, és létrehozták a Föld legnagyobb, emberek által készített szerkezetét, amelyben annyi vezeték van, hogy azzal elérhetünk a Holdig és vissza.”

Véleményem szerint ma a legnagyobb összekapcsolás a hálózat az internet hálózat. Az internetet megelőzően pedig a különböző célú távközlő hálózatok voltak a legnagyobb szerkezetek: a távíró hálózat (telegraph network), a távgépíró hálózat (telex network) és a távbeszélő hálózat (telephone network). Ezek mind globális hálózatok (voltak), amelyekben tengeralatti kábelek kötik össze az egyes távoli földrészeket (continents) is 1866-tól:

https://en.wikipedia.org/wiki/Submarine_communications_cable

Az első távbeszélő kapcsolóközpontot (telephone exchange) 1878-ban telepítették az USA-ban. Az ötlet kimunkálásában jelentős szerepe volt az erdélyi gyökerű (Ditrói) Puskás Tivadarnak:

https://en.wikipedia.org/wiki/Telephone_exchange

Kezdetben minden hívást (call) kézi kapcsolással (manual switching) építettek fel a távbeszélő hálózatban. A helyi hívásokra már 1892-ben telepítették az első automata kapcsolású távbeszélő központot az USA-ban Almon Brown Strowger szabadalma nyomán, miközben a nagytávolságú hívások (distances call) felépítésére még sokáig, 1930-ig kézi kapcsolást alkalmaztak. Az automatikus nagytávolságú hívásfelépítésben eleinte statikus útválasztást alkalmaztak (fixed hierarchical routing, AT&T: 1930):

<http://www.ee.cityu.edu.hk/~ewong/EE6412/papers/Ash95.pdf>

Ezt kicsit továbbfejlesztve, lehetőség nyílt az óránkénti időszakok és akár időzónák optimalálására is (multihour hierarchical routing), amelyet később dinamikus alternatív utakkal (dynamic alternative routes) egészítettek ki (AT&T: 1951). A hierarchikus utak kiegészítése dinamikus alternatív utakkal egyúttal a hibatűrő képesség növelését és az automatikus terhelésmegosztás (korlátozott) megvalósítását is jelentette. Számos további kifinomultabb dinamikus útválasztás fokozatos bevezetése közben, a nemzetközi távhívásban (international distance call) is egyre inkább automatizálták a hívásfelépítést, akár távoli földrészek közötti hívások esetén is. A távbeszélő szolgáltatáson túlmenően, áramkörkapcsolt adatátviteli szolgáltatásokat (circuit switched data services) is bevezettek, és ezekre is kiterjesztették a dinamikus útválasztó megoldásokat.

Az útválasztás fokozatos fejlődésének eredményeként a Real-Time Dynamic Traffic Routing (RTNR) lett az AT&T legfejlettebb útválasztási algoritmus, amelyet 1991-ben helyeztek először üzembe, és az alábbi beszéd és adatszolgáltatásokat támogatta:

„Examples of voice and data services supported by RTNR include 64 kb/s, 384 kb/s, and 1536 kb/s switched digital services, international long distance services, priority routing services, 800 services, virtual private network services, and many others.”

<http://www.ee.cityu.edu.hk/~ewong/EE6412/papers/Ash95.pdf>

Más országokban gyakran másképpen alakult a legfejlettebb útválasztási algoritmus. Pl. a UK-ben Dynamic Alternative Routing néven vezették be a legfejlettebb algoritmust 1996-ban:

<http://www.statslab.cam.ac.uk/~frank/DAR/>

Összegezve:

- a távközlő hálózatok 1866 óta globálisak,
- a nagytávolságú automatikus hívásirányítás és automatikus forgalomfüggő terheléelosztás (traffic load balancing) 1930 óta és különösen 1951 óta létezik kontinentális méretű távközlő hálózatrészekben.

Ezzel szemben, az erősáramú hálózatokban:

- távoli földrészek közötti erősáramú tengeralatti kábelt a mai napig nem fektettek még le, csupán szigetek között pl. Európán belül, vagy pedig földrajzilag összeérő földrészek között valósult meg erősáramú kábel-összeköttetés,
- csak 1938-ban jött létre az első Nemzeti Hálózat (National Grid), elsőnek a UK-ben, https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_grid

2. A távbeszélő hálózat bolondbiztos (foolproof)

Hozzászólásom ezen pontja egyaránt reagál a Könyv

- „A kilencedik láncszem: Az Achilles sarok” fejezetének fő mondanivalójára: hibatűrő képesség és támadásokkal szembeni érzékenység, továbbá
- „Az utolsó utáni láncszem: Hierarchiák és közösségek” fejezetének fő mondanivalójára: hierarchikus és moduláris hálózatfelépítés.

A távbeszélő hálózat valóban bolondbiztosra van tervezve. Ez külön-külön is igaz a hagyományos vezetékes távbeszélő hálózatokra (legacy wired telephone networks), és a mai modern mobil hálózatokra is. Hiszen a sürgősségi hívásokat akkor is kell tudni kezdeményezni, amikor pl. összeomlik az erősáramú hálózat.

Az alábbiakban a bolondbiztos hálózati felépítés szempontjait és a bolondbiztos hálózati tulajdonságokat vázolnám, a hagyományos vezetékes nyilvános távbeszélő hálózatok példáin (Public Switched Telephone Network, PSTN).

Ezen hálózatok főbb alkotóelemei:

- a. Távbeszélő készülék:
 - gyakrabban analóg távbeszélő készülék, egyenáramú (direct current, DC) távtáplálással a helyi kapcsolóközpontból, vagy
 - ritkábban ISDN (Integrated Services Digital Network) távbeszélő készülék (1988-), amely digitális távbeszélő végberendezés, egyidejűleg távtáplált és helyi táplálású, beszédátvitelt és/vagy áramkörkapcsolt adatátvitelt tesz lehetővé 64 kbit/s vagy 128 kbit/s sebességgel, mindkettő rézvezetékes távbeszélő hálózati csatlakozással.
- b. Távbeszélő kapcsolóközpontok: időrés (time slot) alapú (vagy másképp: TDM alapú, TDM: Time Division Multiplexing, időosztású nyalábolás), mikroprocesszorokkal megvalósított digitális távbeszélő kapcsolóközpontok (továbbiakban: digitális kapcsolóközpontok).

https://en.wikipedia.org/wiki/Telephone_exchange#Digital_switches

Főbb akkori gyártók a hagyományos távbeszélő hálózat számára: Western Electric (US, 1981-), Northern Telecom (Canada, 1979-), Nippon Electric Company (Japan, 1981-), Ericsson (Sweden, 1976-), Nokia (Finland, 1982-), Siemens (Germany, 1986-), Alcatel (France, 1972-), GPT and Plessey (UK, 1982-).

- c. Átviteli utak a kapcsolóközpontok között:

Az átviteli utak is digitálisak: a digitalizált távbeszélő csatornák PDH

Plesiochronous Digital Hierarchy,

https://en.wikipedia.org/wiki/Plesiochronous_digital_hierarchy

jeleit koaxiális kábelben (1962-) vagy földfelszíni mikrohullámú rádió ismétlő láncon (1962-) vagy optikai kábelben (1980-) vitték át. A digitális távbeszélő csatornák lehetséges maximális száma egy kábelben az amerikai ANSI szabvány szerint 672 (1962-), a japán szabvány szerint 1440, az európai ETSI szabvány szerint pedig 2048 (1968-) volt akkoriban.

Később nagyobb sebességű PDH-ra épülő digitális (optikai) átviteli hierarchiák jelentek meg, pl.:

Synchronous Optical NETworking, SONET, ANSI 1984-1988

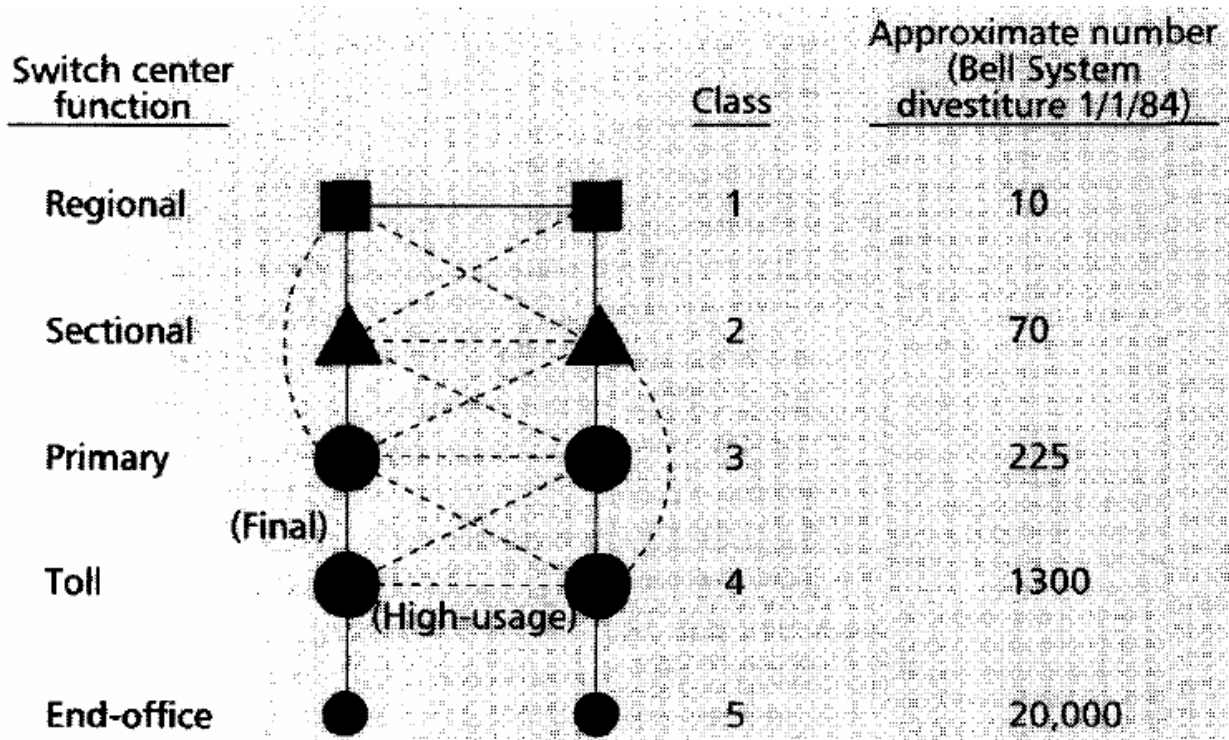
Synchronous Digital Hierarchy, SDH, ITU-T 1986-1988

https://en.wikipedia.org/wiki/Synchronous_optical_networking

2.1. A távbeszélő hálózat moduláris és hierarchikus felépítése

Az első automatikus nagytávolságú hívásirányítású USA hálózat (1930.) kezdetben kb. 10 szintű hierarchikus szerkezetű volt. A technológia fejlődésével fokozatosan csökkent a hierarchikus kapcsolósíkok száma. 1984. január 1-én már csak 4 hierarchikus kapcsolósíkot alkalmaztak a helyi kapcsolóközpontok (End-office) felett:

<http://www.ee.cityu.edu.hk/~ewong/EE6412/papers/Ash95.pdf>



Hierarchikus automatikus távolsági útválasztás az AT&T hálózatában: 1984 január 1-i állapot.

A hierarchikus kapcsolósíkokon felfelé haladva egyre kevesebb az egyes síkokon megvalósított kapcsolóközpontok száma. Az összeköttetések alapvetően hierarchikus fa (hierarchical tree) struktúrát alkotnának. Azonban a megbízhatóság és a terheléelosztás érdekében ez inkább hierarchikus kettős fa szerkezettel (double-tree) modellezhető az alternatív utaknak köszönhetően. De a fenti ábra struktúrája még ezen túlmenően is tartalmaz további alternatív utakat. Az alternatív útvonalak bevezetése többek között azt is jelenti, hogy az egyes síkok csomópontjai egymással is össze vannak kötve, úgy hogy legalább egyszeresen összefüggő gráfot alkossanak. Minél feljebb megyünk a hierarchiában, annál nagyobb a forgalomsűrűség, ezért egyre megbízhatóbb struktúrára van szükség. Ennek jegyében az egyes kapcsolósíkok is egyre teljesebb gráfot alkotnak. Végül, a legfelső kapcsolósík összekötöttsége teljes, azaz minden csomópont össze van kötve mindegyikkel. A hálózatot alkotó kapcsolóközpont csomópontok moduláris konstrukciós elv szerint épülnek fel.

Másrészről, ahogyan haladunk felfelé a hierarchiában, egy-egy összeköttetésnek egyre több távbeszélő csatornát kell tudnia átvinni.

A technológia fejlődésével lehetővé vált az egyre kifinomultabb nagytávolságú útválasztó algoritmusok megvalósítása, és az egyre nagyobb kapacitású távbeszélő kapcsolóközpontok létrehozása. Ezek következtében lehetővé vált a hierarchikus kapcsolósíkok számának további csökkentése, amely egy lépésben 4-ről 2-re történt 1984-1987-ben az AT&T hálózatában. E 2 hierarchikus kapcsolósík elnevezése: primer és szekunder kapcsolósík.

Végül, a Real-Time Dynamic Traffic Routing (lásd az 1. pontban) 1991-es bevezetésekor az AT&T hálózatában kb. 10 000 primer és 200 szekunder kapcsolóközpont volt. A 10 000 primer kapcsolóközpont azt jelenti, hogy a teljes távbeszélő hálózat 10 000 primer távbeszélő körzetre van bontva az országos távbeszélő hálózat hívószámzási rendszerében. A 200 szekunder kapcsolóközpont teljes gráfot alkotott, ami $200 \times 199 / 2 = 19\,900$ gerinchálózati összeköttetést jelentett!

Kb. 2000-re megszületett a magyar digitális telefonhálózat is. Ez is 2 hierarchikus kapcsolósíkot tartalmaz a helyi kapcsolóközpontok felett. A primer kapcsolóközpontok száma kb. 40, a szekunder

kapcsolóközpontok száma 10. Az utóbbiakból 5 van a Dunától NY-ra, és másik 5 a Dunától K-re. Ezen belül 2 szekunder kapcsolóközpont található Budapesten, ezek közül az egyik Budán, a másik Pesten van. Ez a fajta földrajzi felosztás akkor is érvényesült a magyar távbeszélő hálózatban, amikor még Magyarországon is több hierarchikus kapcsolósík volt.

A budapesti nagyvárosi digitális telefonhálózat azonban alapvetően más szerkezetű. Budapest nagyvárosi távbeszélő hálózata egyetlen primer körzetet alkot, amelyben kb. 30 helyi központ és 2 úgynevezett tandem központ található. Az egyik tandem központ Budán helyezkedik el, míg a másik Pesten. E 2 tandem központ földrajzilag jelentősen elkülönül a 2 budapesti szekunder központtól. A 30 helyi központ kettős csillag (double-star) gráf mentén van összekötve a 2 tandem központtal, amelyek a 2 csillagpontot képezik. A 2 tandem központ egymással is össze van kötve. Ezen kívül a 30 helyi központ is össze van egymással kötve úgy, hogy legalább a kb. földrajzi szomszédjaikkal legyen közvetlen összekötés. De a nagyvárosi hálózat nem eredményez teljes gráfot. Ez a gráf nagyjából „kettős-csillag + gyűrű (double-star + ring) + néhány további gráfél” struktúrával modellezhető. Továbbá, mind a 30 budapesti helyi központ be van kötve a 2 budapesti szekunder kapcsolóközpontba is a belföldi távhívások érdekében, egy második kettős csillag struktúra szerint.

A fentiekén túlmenően Budapesten található még 2 nemzetközi kicserélő távbeszélő kapcsolóközpont is, az egyik Budán, a másik Pesten. Ezekbe egy harmadik kettős csillag szerkezettel van bekötve mind a 30 budapesti helyi kapcsolóközpont, és mind a 10 országos szekunder kapcsolóközpont is.

2.2. Rendelkezésre állás

Idézet az alábbi hivatkozásból:

“The PSTN is well known for providing reliable communications to its subscribers. The phrase “five nines reliability,” representing network availability of 99.999 percent for PSTN equipment, has become ubiquitous within the telecommunications industry.”

https://www.informit.com/library/content.aspx?b=Signaling_System_No_7&seqNum=29

Az öt 9-es rendelkezésre állás összesen 1 óra szolgáltatás-kiesést enged meg 20 év alatt az egyes szolgáltatási végpontokon! Ezt a szintű rendelkezésre állást az alábbi megoldások tették lehetővé a kor akkori (pl. 1982.) műszaki színvonala mellett:

- egyszerű felépítésű távbeszélő készülék, amely a helyi kapcsolóközpontból távtáplált,
- az alternatív utakkal kiegészített hierarchikus struktúra gazdagon rendelkezik alternatív útválasztási lehetőségekkel, kifinomult automatizált útválasztó algoritmusokkal és gondosan megtervezett forgalomirányítással,
- meleg tartalékolt átviteli utak a gerinchálózati csomópontok között, beleértve egy helyi központ és a hozzátartozó primer központ közötti összeköttetést is,
- meleg tartalékkal ellátott mikroprocesszoros kapcsoló áramkörök a kapcsolóközpontokban,
- a távközlő hálózat HW eszközeire olyan SW-eket telepítenek, amelyeket gondosan megterveznek, kidolgoznak, és amelyeket szisztematikusan tesztel a gyártó cég, majd ezeket a szolgáltató is teszteli üzembe helyezés előtt - valós forgalmi terheléssel,
- állandó üzemeltetési ügyelet a távközlő hálózat csomópontjaiban, továbbá megkövetelt a HW/SW beszállítók 2 óra alatt helyszínre érkezése (tartalék HW egységekkel együtt) HW/SW hiba jelzése esetén, és megkövetelt a hiba elhárítása további 2 órán belül,
- a távközlő hálózat csomópontjainak megbízható táplálása 2 független erősáramú hálózati táplálási pontból, továbbá egy tartalék akkumulátor-szobából és egy tartalék diesel-hajtású aggregátorból történik.

Összegezve:

- A gerinchálózati összeköttetések és csomópontok rendelkezésre állása legalább egy 9-sel jobb, mint a távbeszélő szolgáltatás 5 kilences rendelkezésre állása a távbeszélő készülékeken. Vagyis közepes méretű országokban egyetlen hibás gerinchálózati elem sincs az idő döntő többségében.
- A gerinchálózat moduláris és hierarchikus felépítése gazdagon van alternatív útválasztási lehetőségekkel ellátva. Vagyis az sem okoz észrevehető szolgáltatás-kiesést, ha nagy ritkán egy-egy gerinchálózati elem mégis meghibásodik.
- Egy teljes primer körzet kiesését okozza, ha egy primer kapcsolóközpont meghibásodik. Kritikus esetben azonban a hálózat úgy is felépíthető, hogy egy primer körzetet több, sok éllel összekötött helyi központ valósít meg, az egyetlen primer kapcsolóközpont helyett. Erre példa a fenti nagyvárosi hálózat.
- Helyi szolgáltatás kiesést okoz, ha meghibásodik egy helyi kapcsolóközpont, vagy egy távbeszélő készülék és a helyi központ közötti összeköttetés, vagy maga a távbeszélő készülék.

Kitekintés a mai internet szolgáltatásra:

A mai szélessávú internet hozzáférés rendelkezésre állását 0,995-re írják elő:

GINOP-3.4.1-2015 Felhívás - Újgenerációs NGA és felhordó hálózatok fejlesztése, 8. oldal

<http://palyazat.gov.hu/download/54303/Felh%C3%ADv%C3%A1s.pdf>

Ez a hozzáférés biztosítja ma már egyre inkább a vezetékes távbeszélő szolgáltatást is VoIP (Voice over IP) alapon, ha az előfizető igényt tart a vezetékes távbeszélő szolgáltatásra. Kérdés: miért léptek vissza a szolgáltatók a 0,99999-es PSTN vezetékes távbeszélő rendelkezésre állásról a 0,995-ös VoIP alapú vezetékes távbeszélő rendelkezésre állásra? Természetesen azért, így olcsóbb. De a lehetőség is adott, mert a legtöbbszörnek van mobil készüléke is, amelyen a sürgősségi hívások szintén kezdeményezhetők.

2.3. Hibatűrő képesség

A 2.1 és 2.2 pontban leírtak szerint magától értetődő, hogy a moduláris és hierarchikus PSTN hálózat rendkívül hibatűrő volt, mert e hálózatban minden szempontból bőven volt tartalék. Egy-egy gerinchálózati csomópont vagy átviteli út esetleges kiesése nem okozott semmiféle fennakadást, vagy akár a specifikációt meghaladó minőségromlást sem a szolgáltatásban.

2.4. Támadhatóság túlterheléssel

Túlterheléssel a PSTN hálózat is támadható, rendkívüli helyzetekben. Ilyen rendkívüli helyzet évente 1-2 alkalommal adódhat:

- szilveszterkor, minden előfizető kb. egyidejűleg akar boldog új évet kívánni szeretteinek,
- betelefonálás rádiós vagy TV műsorok kapcsán is adódhat túlterhelés,
- természeti vagy műszaki tömeg-katasztrófa esetén is mindenki egyszerre kíván telefonálni.

Nem mindegy azonban, hogy a hálózat hogyan reagál túlterhelésre, amely torlódást (congestion) idéz elő a hálózatban. A PSTN hálózat garantált távbeszélő szolgáltatást kell nyújtson hálózati túlterhelés esetén is, az alábbi értelemben.

A PSTN hálózatot az elvárható forgalmi terhelésre tervezik. Ez azt jelenti, hogy az elvárható forgalmi terhelésen belül csak pl. minden 100-ik vagy 1000-ik vagy 10 000-ik hívást utasíthat vissza a hálózat a hálózat forgalmi túlterhelés okán (hálózati foglaltsági jelzés). Ez a foglaltsági mérték azonban nem biztosítható, ha túllépjük az elvárható forgalmi terhelést, pl. a fentebbi rendkívüli helyzetekben.

Túlterhelés esetén a jól tervezett távbeszélő hálózat

- biztosítja a garantált beszédminőséget vagy az adatátviteli minőséget (adatsebesség, hibaarány, késleltetés) mindazoknak, akik már sikeresen bejutottak a távbeszélő hálózatba és felépítették a távbeszélő vagy adatátviteli kapcsolatukat,

- de visszautasít minden olyan hívást, amely veszélyeztetné a már felépített hívások beszédminőségét vagy adatátviteli minőségét.

A sikeresen működő kapcsolatok számát egyáltalán nem befolyásolja, hogy hányan próbálkoznak még - többnyire sikertelenül - további hívások kezdeményezésével. A gyakorlatban azért ez nem teljesen így van. Mert ha a hívásokat feldolgozó processzorokat egyre inkább leterheli a sikertelen hívások kezelése, akkor előbb-utóbb csökkenhet a sikeresen kezelt hívások száma is. A hálózat ugyanis túl sokat foglalkozik a sikertelen hívások feldolgozásával, és ezért új sikeres hívásfelépítésére egyre kevesebb erőforrás jut. Rosszul tervezett hálózatban ez akár odáig is elfajulhatna, hogy a hálózat végül már csak a sikertelen hívások feldolgozásával és visszautasításával foglalkozna, és ezért új sikeres hívás már nem is jöhetne létre. Ugyanakkor a befejezett sikeres hívások lebontása ekkor sem áll le, mert a hívások bontásának abszolút elsőbbsége van a hívások felépítéséhez képest.

2.5. Támadhatóság hálózati szinten

A PSTN hálózat is támadható a fizikai rétegen (physical layer), az átviteli rétegen (transport layer) vagy a kapcsolási rétegen (switching layer):

<https://en.wikipedia.org/wiki/Phreaking>

A támadások megvalósításához azonban többnyire olyan speciális távközlő-technikai HW/SW szaktudás szükséges, amely az „érdeklődő tízenéveseknek” általában nem áll rendelkezésükre. Ezért a PSTN hálózatok ilyen jellegű támadása ritka. Ami kevésbé lehet ritka, az a filmekből is jól ismert illegális lehallgatás a PSTN hálózatokból.

Nagyon ritkán az is előfordul, hogy a távbeszélő szolgáltató vállalat a saját hálózatát „támadja” tévedésből úgy, hogy végül akár az összes hálózati csomópontja működésképtelenné válik. A legkatasztrófálisabb ilyen hiba az AT&T hálózatában történt 1990. január 15-én, amikor új hívásfeldolgozó SW változatot telepítettek a hálózat egyik kapcsolóközpontjára. Az új SW változat azonban tartalmazott egyetlen olyan hibát, amely csak akkor jött elő, amikor az új SW-el ellátott kapcsolóközpontot bekötötték a nagytávolságú távbeszélő hálózatba. A SW hiba hatása kapcsolóközpont-ról-kapcsolóközpont-ra továbbterjedt, úgy hogy a hiba következtében fokozatosan leállt az AT&T teljes akkori PSTN távolsági hálózata fél napra! A hibát végül csak úgy tudták akkor elhárítani, hogy visszatelepítették a korábbi, jól működő SW változatot az egyetlen SW frissítéssel érintett kapcsolóközpontban. Ezután kijavították az egyetlen megtalált hibát, és kezdhették újra a SW változat frissítését. Erről az esetről számos közlemény jelent meg, amelyek legegyszerűbben a „January 15 1990 - AT&T network outage” Google kereséssel található meg.

2.6. Támadhatóság csomópontok megsemmisítésével

Egy-egy PSTN hálózati csomópont vagy két csomópont közötti átvitel megsemmisülhet valamilyen természeti katasztrófa vagy erőszakos támadás következtében. Mint láttuk a 2.3 pontban, egy-egy gerinchálózati csomópont kiesése nem okozhat fennakadást vagy lényeges minőségromlást a PSTN szolgáltatásokban.

Feltehető a kérdés:

Hány csomópontot megsemmisülése eredményez katasztrófális szolgáltatásromlást a PSTN hálózatban?

Válasz:

Ilyen kritikus hálózati összeomlás-határ nincs a PSTN hálózatokban. A csomópontok fokozatos kiiktatásával a szolgáltatásminőség is fokozatosan romlik, vagy akár földrajzi értelemben különálló hálózatrészekre is szakadhat a PSTN hálózat, miközben a különálló hálózatrészek továbbra is működnek. Végül, az összes primer hálózati csomópontot megsemmisülése eredményezné azt, hogy egy országos távbeszélő hálózat egyik része se működjön.

Magyarországon jól ismert ilyen szemléltető példa a II. világháború vége felé, 1945. januárjában állt elő. A szovjet csapatok elfoglalták már Pestet, és Budát is körülzárták. De Buda ekkor még német kézen volt. A német csapatok úgy védték Budát, hogy Budapest mind a 7 akkori közúti és vasúti hídját felrobbantották. Alagút akkoriban nem vezetett a Duna alatt, és mikrohullámú rádiós átviteli technika sem létezett még akkor, amely áthidalhatta volna a Dunát. Nos, az akkori budapesti nagyvárosi hálózat 2 részre esett a hidak felrobbantásának következtében: egy pestire és egy budaira. A budai nyilvános távbeszélő szolgáltatás továbbra is működött az ostromgyűrűbe zárt Budán.

Kérdés:

Hány csomópont megsemmisülése eredményezné azt, hogy a mai budapesti nagyvárosi távbeszélő hálózat egyik része se működjön?

Válasz:

Ha mind a 30 budapesti helyi központ megsemmisülne, akkor szűnne meg teljesen a távbeszélő szolgáltatás Budapesten.

Magyarázat:

Mint láttuk, a budapesti nagyvárosi primer körzeti hálózat nagyjából kettős-csillag + gyűrű topológiával modellezhető. Ha csak a 2 csillagpontot (2 tandem központot) iktatjuk ki, akkor is megmarad a gyűrű, amely továbbra is teljes összeköttetést biztosít minden budapesti helyi központ számára. Így minden működik tovább, csak a nagyvárosi hálózat forgalmi terhelhetősége csökken. Ha ezen túlmenően még helyi központok is megsemmisülnének, akkor az adott helyi központok előfizetői szolgáltatás nélkül maradnának. Továbbá, így a gyűrű darabokra is esne, de a darabok külön-külön továbbra is működnének. A működő gyűrűdarabok egymást már nem érnék el - a nagyvárosi primer körzeten belül. De minden nagyvárosi helyi központ továbbra is be van kötve 2 budapesti szekunder központba. Így a távolsági hívások elérhetők, és belföldi távolsági hívással a szétszakadt nagyvárosi gyűrűdarabok is elérnék egymást.

3. Az ébredező internet vs a PSTN hálózat

Hozzászólásom ezen pontja a Könyv

- „A tizenegyedik láncszem: Az ébredező internet” néhány megfogalmazására reagál.

Hozzászólásom ezen pontjában több véleményeltérést is megfogalmaznék, amiért előre is elnézést kérek.

3.1. Elosztott szerkezetű hálózatok bevezetése P. Baran nyomán

Ez a témakör Könyvedben az alábbi hivatkozáson alapul:

Paul Baran: On Distributed Communications: Introduction to Distributed Communications Networks. Prepared for: United States Air Force Project RAND. Memorandum RM-3420-PR, August 1964

http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_memoranda/2006/RM3420.pdf

(Ez a link a Könyvben megadotthoz képest megváltozott.)

Biztos vagyok benne, hogy számos internetet bevezető mű ebből indul ki. A csomagkapcsolás (packet switching) felvetésében játszott szerepét a https://en.wikipedia.org/wiki/Packet_switching is elismeri. Másrészt, Baran cikkében nagy hangsúlyt kapnak a topológiai megfontolások. Nos, magam nem tartom ezt a művet megfelelő kiindulási alapnak e tekintetben. Az alapozó gráfok Könyvbe is átvett ábrája inkább elméleti érdekességnek bizonyult.

3.1.1. Az 1964-ben vizsgált kommunikációs hálózat, és kitekintés mára

In SUMMARY (Baran fentebbi 1964-es cikkében): “This Memorandum briefly reviews the distributed communications network concept and compares it to the hierarchical or more centralized systems.”

Baran cikkének Fig. 1. ábráján: A “Centralized” csillag topológiát jelent.

Megjegyzéseim:

- a. Baran cikke nem választja el elég élesen a „hierarchical” és a „centralized” fogalmakat. A fenti 1. és 2. pontokban láttuk, hogy a PSTN hálózat már 1951-ben sem volt tisztán hierarchikus, mert a hálózat sokféle, automatikusan (algoritmikusan) választott dinamikus alternatív utat is gazdagon tartalmazott.
- b. Baran cikke valójában nem is vizsgálja a hierarchikus felépítést, csak az egyszerű csillag topológiát veszi összehasonlítási alapnak. Mint fentebb leírtam, ilyen topológia valóban létezik ma is a PSTN hálózatokban, mégpedig a hozzáférői hálózatrészben (access network). Pontosabban: a helyi központokhoz befutó előfizetői vonalak csillag topológiát formálnak. Ez az elv látszik közvetett módon a fenti 2.1. pont ábráján is. Ez a fajta sérülékenységek tehát fennáll, de ez egyszerre legfeljebb egy primer körzet kimaradását jelentheti, miközben láttuk, hogy az USA területén 10 000 primer körzet volt pl. 1991-ben. Illetve, kritikus esetben a helyi központ csillag struktúrája is kiváltható a fentiekben vázolt nagyvárosi hálózatszerkezet alkalmazásával. Kitekintés mára:

A mai beszédátviteli lehetőségek mellett ez a sérülékenység egyáltalán nem okoz problémát. Mert lehetőségem van telefonálásra igénybe venni akár a PSTN hálózatot, akár a mobil telefonhálózatot, akár valamilyen internet alapú telefonálási alkalmazást, pl. a Skype-ot. E három lehetőség mindegyikéhez csillag topológia szerint fűrészek hozzá, csak más-más csillagponttal és összeköttetésekkel a csillagpontokhoz. Ez a háromszoros hozzáférési biztonság bőven elegendőnek bizonyul a gyakorlatban.

- c. Baran elosztott szerkezetű megoldásként síkbeli rácsszerkezetet javasol és vizsgál. Nos, ilyen szerkezetű vagy akár részszerkezetű hálózat - ismereteim szerint - azóta sem terjedt el sehol. Véleményem szerint ilyen nem is várható a jövőben sem. Ennek legegyszerűbb oka: ez a hálózati gráf nem skálázható jól. A jól skálázhatóság jelentése ebben az összefüggésben:
- építhető ilyen hálózat kevés felhasználóval is és sok felhasználóval is,
 - új felhasználó csatlakoztatása egyszerű (inkrementális bővítés),
 - építhető ilyen hálózat kis földrajzi kiterjedésben is és nagy földrajzi kiterjedésben is,
 - építhető ilyen hálózat kis sebességigényű felhasználókkal is és nagy sebességigényű felhasználókkal is.

További nehézséget jelent, hogy az útválasztás annyira bonyolult, hogy nehezen optimalizálható adott forgalmi viszonyokra.

- d. Kitekintés az 1964 utáni időkre:

Az újabb kommunikációs technológiák felbukkanása folyamán csupán néhány elméleti cikk technológiája kísérelt meg rácsszerkezetet alkalmazni, de ezek alapján nem helyeztek üzembe működő hálózatot. Példák ilyen elméleti cikkekre:

- Manhattan Street Network
Nicholas F. Maxemchuk: Routing in the Manhattan Street Network, IEEE Transactions on Communications. VOL. COM-35, No.5. May 1987
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=1096802>
- Dynamic Synchronous Transfer Mode (DTM)
https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_synchronous_transfer_mode
Christer Bohm, Per Lindgren, Lars Ramfält, Peter Sjödin: The DTM Gigabit Network, June 17, 1993
<http://www.sics.se/~peter/papers/DTM-GN.ps>

A fenti javaslatok elterjedésének akadálya - véleményem szerint - részben éppen a rácsszerkezetű hálózati topológiájuk.

- e. Kitekintés mára:

A mai internet hozzáférői lehetőségek pontosan olyan struktúrát követnek, mint a mai távbeszélő hozzáférői lehetőségeknek (b. pont). Vagyis az internet szolgáltatók alapvetően csillag szerkezetű hozzáférést valósítanak meg. De az internethez is hozzá lehet férni 3 módon, úgy hogy külön-külön mindegyik csillag szerkezetű, úgy hogy ezek egymástól függetlenek. Ez a 3 lehetőség pl.: vezetékes internet szolgáltató, mobil internet szolgáltató, WiFi szolgáltató.

3.1.2. Digitális hálózat vs csomagkapcsolt hálózat

A „digitális hálózat” és a „csomagkapcsolt hálózat” fogalmai még kissé keverednek Baran cikkében. E fogalmakat pontosítanám ebben a pontban, a mai felfogásunk szerint. A mai felfogás természetesen még nem volt kiforrott Baran idejében.

Az elektromos távközlés lassan 200 éves története során kialakult kapcsolási eljárásokat erős lényegkiemeléssel összefoglalom:

- a. üzenet kapcsolás (message switching),
csak üzenetekre bontott jelek kapcsolására volt alkalmas, pl. távíró és géptávíró jelekre,
- b. csomagkapcsolás (packet switching),
adat jelek kapcsolása lehetséges ily módon, az adatjelek egyúttal szükségszerűen digitálisak is csomagkapcsolás esetén,
 - alkalmas változó bitsebességű
variable bit rate, VBR, https://en.wikipedia.org/wiki/Variable_bitrate
adatjelek kapcsolására is,
 - az adatátviteli minőség alapesetben nem garantált.
- c. áramkörkapcsolás (circuit switching),
minden fajta jel kapcsolására alkalmas:
 - géptávíró jelek esetén: nem bontották a jelet üzenetekre a kapcsolás folyamán, akár géptávíró „párbeszéd” (mai elnevezéssel élve: „instant messaging”) is lehetséges volt a hívás sikeres felépítése után,
 - beszédjelek esetén: akár analóg, akár digitális formában reprezentált beszédjel kapcsolására alkalmas, tipikusan párbeszéd megvalósítására szolgál, miközben a beszédminőség garantált sikeres hívásfelépítés esetén,
 - adatjelek esetén: akár analóg, akár digitális formában reprezentált adatjel kapcsolására alkalmas, sikeres hívásfelépítés esetén állandó bitsebességű
constant bit rate, CBR, https://en.wikipedia.org/wiki/Constant_bitrate
adatcsatornákat biztosít, miközben az adatátviteli minőség garantált.

3.2. Miért álltak ellen a csomagkapcsolásnak a távközlő cégek?

„A tizenegyedik láncszem: Az ébredező internet” bevezető részében egymás után írt néhány mondatot külön-külön megjelölöm, a könnyebb hivatkozás kedvéért.

- a. „A tiltakozás az ellen a szándéka ellen irányult, mely szerint az üzeneteket mely szerint az üzeneteket egységes méretű kisebb adatsomagokra kell bontani, melyek képesek arra, hogy függetlenül mozogjanak a hálózaton.”
- b. „Ezt nem lehetett elérni az akkor létező analóg kommunikációs rendszerrel.”
- c. „Ezért digitális rendszerre történő áttérést javasolt.”
- d. „Ez a lépés túl bonyolult volt az AT&T, az akkori távközlési monopólium számára.”

Itt szeretném megjegyezni az alábbiakat:

Az „a.” és „b.” OK.

De a „c.” csak szükséges, de nem elégséges feltétel. Hiszen létezik áramkörkapcsolás digitálisan reprezentált jelekre is, ami még messze nem jelent csomagkapcsolást.

„d.”: Ezt a mondatot szeretném jobban kifejteni.

A távbeszélő hálózatok - egészen az internet érett technológiává válásáig - áramkörkapcsolást alkalmaztak. Ez a kapcsolási technika volt a legmegfelelőbb a beszédátviteli minőségi követelmények garantálására. Ráadásul, a pénzbevételt nagyon sokáig főleg a (távolsági) beszédátvitel biztosította a távközlő szolgáltató cégeknek. Az akkoriban még kicsi adatátviteli igényekre nem érte meg külön adatátviteli gerinchálózatot építeni. Éppen ezért sokáig az adatátvitelt is áramkörkapcsolással oldották meg, kezdetben analóg technikával. 1964-től kezdődően a központközi átviteltechnikát fokozatosan digitalizálták PDH technikával mind a beszédátvitel, mind az adatátvitel számára, de a kapcsolástechnikát ekkor még nem digitalizálták. 1972-től kezdve a kapcsolástechnikát is fokozatosan digitalizálták időrés alapú technikával, mind a

beszédátvitel, mind az adatátvitel számára. De az áramkörkapcsolás még továbbra is érvényesült, a digitalizált átvitel és kapcsolás világában is. Ez többek között azt jelentette, hogy adatátvitelre CBR szolgáltatást nyújtottak.

De kielégítő volt-e a CBR szolgáltatás számítógépek összekötésére? A válasz egyértelműen NEM. A számítógépek ugyanis VBR forgalmat állítanak elő, amely ráadásul meglehetősen csomósodós (bursty). Márpedig ha erősen csomósodós VBR forgalmat viszünk át CBR szolgáltatáson, az iszonyú drága multság!

Kitekintés mára:

Ma már a távközlő cégek forgalmának nagyobb részét a VBR adatforgalom jelenti, és nem a beszédforgalom. Ezért fordult a kocka a távközlő szolgáltató cégeknél is: ma már a távközlő cégek igyekeznek alapvetően a csomagkapcsolt internet hálózatot üzemeltetni (all IP),

https://en.wikipedia.org/wiki/Next-generation_network,

és ezen viszik át a beszédjeleket is, annak ellenére, hogy a beszédátvitel minősége így nem garantálható. Ez a tendencia mind a mai vezetékes, mind a mai mobil távközlésben érvényesül.

A vezetékes esetben Magyarország környezetében a Deutsche Telekom leányvállalatai építették át az utóbi években a távközlő hálózatot teljesen IP alapúvá Makedóniában (Makedonski Telekom) és Szlovákiában (Slovak Telekom):

<http://www.telekom.com/innovation/261242>

A mobil esetben a 4-ik generációs (4G) LTE

[https://en.wikipedia.org/wiki/LTE_\(telecommunication\)](https://en.wikipedia.org/wiki/LTE_(telecommunication))

technológiára utalnék, amelyet 2012-ben szabványosítottak és ma már Magyarországon is üzemel mindenütt országszerte, ahol egyáltalán van számottevő szélessávú mobil internet forgalmi igény. A teljes országos mobil beszéd és keskenyebb sávú adatátviteli lefedést továbbra is a GSM (2G) és az UMTS (3G) mobil technológia biztosítja a mai Magyarországon, amelynek gerinchálózati működése még a garantált beszédátviteli minőségre van optimalizálva.

3.3. A csomagkapcsolás elvét 1889-ben találták fel!

Mind a Könyv, mind a https://en.wikipedia.org/wiki/Packet_switching dokumentum Paul Baran-tól származtatja a csomagkapcsolás ötletét. Ha azt nézzük, hogy ezt a kifejezést ki használta először, akkor ez így is van. De ha a csomagkapcsolás elvét tekintjük, akkor kimondom az „eretnek” állítást: ehhez egészen az első automata hívású távbeszélő központig kell visszamenni! Ezt így ritkán szemlélik és hangsúlyozzák a szakirodalomban.

Almon Brown Strowger 1889. március 12-én adta be szabadalmi kérvényét az USA-ban a később róla elnevezett automata telefonközpont első változatára. A szabadalmi védettséget 1891. március 10-én kapta meg. A világ első Strower-féle automata távbeszélő központját 1892. november 3-án avatták fel a Chicago-tól 60 km-re fekvő La Porte városában. De mi köze van mindehhez a csomagkapcsoláshoz? Hiszen ez a távbeszélő kapcsolóközpont is áramkörkapcsolást valósított meg!

Nos, a híváskezelés során „húzzuk ki” a kívánt beszédáramkört, egy kapcsolóközponton keresztül, vagy kapcsolóközpontból kapcsolóközpontra haladva. De hogyan valósítható ez meg automatikusan? Áramkörkapcsolással biztos nem, hiszen a kívánt áramkör még nem is épült fel. Nos, ez csak csomagkapcsolással lehetséges! Kicsit elvontabban fogalmazva, minden automata kapcsolású áramkörkapcsolt hálózat valójában két féle kapcsolást valósít meg egymással együttműködő módon: csomagkapcsolást és áramkörkapcsolást. A végberendezés mindkét fajta kapcsolás számára maga a távbeszélő készülék.

a. A csomagkapcsolt hálózatrész feladata

A csomagkapcsolt hálózatrész feladata a kívánt áramkör-kapcsolat felépítése, majd a bontása is, a hívó előfizetőtől a hívott előfizetőig a távbeszélő hálózat egy kapcsolóközpontjában vagy kapcsolóközpontjainak láncolatán át, majd a hívás befejezésének kezdeményezésekor az adott

áramkör bontása. Mai terminológiával ezt a hálózatot nevezzük jelzeshálózatnak (signaling network):

[https://en.wikipedia.org/wiki/Signaling_\(telecommunications\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Signaling_(telecommunications))

A jelzeshálózat bemenete a távbeszélő készülék által „tárcsázáskor” előállított impulzussorozat. Ez az impulzussorozat reprezentálja az adatsorozatot. Az adatsorozat átvitelekor útválasztás történik. Az útválasztás fejlődéséről már sokat írtam fentebb.

b. Az áramkörkapcsolt hálózatrész feladata

Ha az a. szerinti útválasztás végig sikeres, akkor ezen útvonal mentén épül fel a kívánt áramkör, amely a rögzített beszéd-sáv szélességet biztosítja analóg beszédátvitel esetén, míg CBR adatátvitelt (digitális jelátvitelt) biztosít digitális beszédátvitel esetén.

c. A csomagkapcsolás műszaki megvalósítása

A csomagkapcsolás megvalósítására speciális számítógép született, amely aztán jelentős fejlődésen ment keresztül. Kezdetben elektromechanikus megvalósításra volt lehetőség, elektromechanikus jelfogók (relay, <https://en.wikipedia.org/wiki/Relay>) alkalmazásával. A szükséges elméleti háttérrel a Boole algebra adta, amelynek ilyen alkalmazását Claude E. Shannon a MIT-en (USA) írt diplomamunkájában dolgozta ki:

https://en.wikipedia.org/wiki/A_Symbolic_Analysis_of_Relay_and_Switching_Circuits

A memória feladatokat is, a Boole algebrai műveleteket is és a sorrendi (sequential logic) műveleteket is jelfogós struktúrák végezték el. Egy úgynevezett forgó kapcsológépes (rotary) kapcsolóközpontban a központ kapacitásának kb. tízszeres számú jelfogót használtak fel. Pl. egy 40 000 előfizetőre méretezett kapcsolóközpontban 400 000 jelfogó működött. Ilyen távbeszélő kapcsolóközpontot 1945-ig kb. 10 gyár tudott előállítani a világon, ezek közül az egyik a budapesti Standard Electrical Co. gyár volt.

Elvontabb megfogalmazásban, a fenti megvalósítás huzalozott logikát alkalmazott a jelzést feldolgozó számítógép megvalósítására. Ez azt jelenti, hogy meg kellett változtatni a HW-t pl. az útválasztó algoritmus továbbfejlesztésekor. A következő jelentős lépés a tároltprogram-vezérlésű, de még mindig elektromechanikus számítógépek bevezetése volt a jelzeshálózatba:

https://en.wikipedia.org/wiki/Stored_program_control

Ötven évvel ezelőtt, 1965. május 30-án helyezték üzembe New Jersey állam Succasunna városában a Bell System által kifejlesztett első számítógép-vezérelt, azaz tároltprogram-vezérlésű távbeszélő kapcsolóközpontot 1ESS (Electronic Switching System) néven. Az 1ESS duplikált vezérlőegységgel volt felszerelve. A memóriakártyák ferritgyűrűs megoldással működtek. Egy memóriakártyán 128 darab 44 bites tároló helyezkedett el, a teljes rendszer memóriakapacitása pedig közel 1 Mbyte-os volt. A kapcsolások reed típusú jelfogókkal történtek. Egy kapcsolókartyán 8x8-as mátrixban összesen 64 reed típusú jelfogó helyezkedett el.

Megjegyzések:

- Jelfogókkal lehetséges volt általános célú számítógépet is konstruálni:

<http://www.computer.org/web/awards/pioneer-laszlo-kozma>

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Kozma_L%C3%A1szl%C3%B3_\(villamosm%C3%A9rn%C3%B3k\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Kozma_L%C3%A1szl%C3%B3_(villamosm%C3%A9rn%C3%B3k))

- A ferritgyűrűs memória megvalósítást átvették a távközlésből az akkori számítógépgyártók is.

d. Kitekintés mára:

A fejlődés újabb jelentős fokozatát a mikroprocesszor alapú digitális kapcsolóközpontok megjelenése jelentette, amelyről fentebb már szoltam. Ez tette lehetővé a gerinchálózati SS7 jelzésrendszer (Signaling System 7) bevezetését 1980-ban. Az SS7 jelzésrendszer olyan csomagkapcsolt technológia, amely 4 rétegű protokollépítménnyel (protocol architecture, protocol suite) modellezhető:

https://en.wikipedia.org/wiki/Signalling_System_No._7#SS7_protocol_suite

Idevágó idézet e cikkből:

“SS7, being a high-speed and high-performance packet-based communications protocol, can communicate significant amounts of information when setting up a call, during the call, and at the end of the call.”

Az eredeti áramkör-felépítés funkció további kényelmi szolgáltatásokkal bővült, pl.: hívószám kijelzés, hívás átirányítás (pl. a hétvégi házba), de az SMS szolgáltatást is a modern jelzésrendszer nyújtja csomagkapcsolt alapon.

e. Kitekintés a mobil hálózatokra

A mobil távközlő hálózatok sokféle mobilitásból adódó feladatát is a mobil távközlő hálózat jelzésrendszere látja el. Ezért a mobil hálózatokban lényegesen több erőforrást kell felhasználni a jelzésrendszer megvalósítására, mint a vezetékes PSTN hálózatban.

3.4. Hány budapesti internet szolgáltatási csomópont megsemmisülése eredményezné a budapesti internet szolgáltatás leállítását?

Ezt a kérdést így nem tudom megválaszolni. De láttuk fentebb, hogy 30 budapesti helyi kapcsolóközpont megsemmisülése esetén Budapesten egyáltalán nem működne PSTN szolgáltatás. De ettől még esetleg működhetnének a budapesti nyilvános mobil távközlő hálózatok, a zárt célú távbeszélő hálózatok és az internet hálózat is - amilyeneken szintén lehetne távbeszélést folytatni.

A fentebbi kérdés mintájára, de azt egy kicsit túl is lépve, tegyük fel a következő kérdést:

Elérhető-e Budapesten a nyilvános internet szolgáltatások, a zárt-célú internet szolgáltatások és a nagyvállalati intranet szolgáltatások megszüntetése 30 jól kiválasztott internet/intranet szolgáltatási csomópont megsemmisítésével?

Biztos választ erre is nehéz adni. De véleményem szerint a válasz igenlő.

Indokolás:

Csak olyan szolgáltatókat tekintsünk, amelyeknek hálózati infrastruktúrájuk is van a szolgáltatáshoz, vagyis azt nem más szolgáltatótól bérelik.

Tételezzük fel, hogy Budapest internet/intranet szolgáltatásában az alábbi csomópontok játsszák a fő szerepet:

- 5 vezetékes nyilvános internet szolgáltató, átlagosan 2 budapesti szolgáltatási csomóponttal,
- 4 nyilvános mobil internet szolgáltató, átlagosan 2 budapesti szolgáltatási csomóponttal,
- 3 zárt-célú vezetékes mobil szolgáltató, átlagosan 2 budapesti szolgáltatási csomóponttal,
- Budapesti Internet Adatcserélő Központ (BIX), 3 budapesti telephelyen,
https://hu.wikipedia.org/wiki/Budapest_Internet_Exchange
- 6 nemzetközi nagyvállalati intranet (magán-célú internet) szolgáltatási csomópont.

Összesen: $12 \times 2 + 3 + 6 = 33$ szolgáltatási csomópont.

Tételezzük fel továbbá, hogy a fentiek közül 3 csomópont földrajzilag egybeesik másik 3 csomóponttal. Ez így éppen 30 földrajzilag független csomópont. Ha ezek valóban egyidejűleg semmisülnének meg, akkor véleményem szerint Budapesten nem maradna elérhető internet/intranet szolgáltatás, de még a magyarországi internet/intranet szolgáltatás is jelentősen sérülne.

Összefoglalás:

Véleményem szerint a nagyvárosi távbeszélő kapcsolóközpontokat megsemmisítő támadás lehetősége összemérhető a nagyvárosi internet szolgáltatás sérülékenységével. Az internet nagy hátránya ebből a szempontból, hogy egy nagyvárosi internet szolgáltatás is alapvetően függ a nemzetközi internet kapcsolódások elérhetőségétől. Pl. ilyen helyzet áll elő, ha egy lakóház 2 szomszédja egymással kölcsönösen n.m@gmail.com címek felhasználásával levelez, vagy a <https://www.dropbox.com> oldalon tárolok információt, vagy a lányom Facebook oldalát szeretném megnézni. A nemzetközi internet kapcsolódások száma azonban eléggé behatárolt, amiből a nagyvárosi internet/intranet szolgáltatás sérülékenysége adódik.

4. A szexuális járványforrások orvosi kezeléséről - történelmi szemmel

A Könyv „A tizedik láncszem: Vírusok és veszélyek” fejezet 10. részében ezt írta:

„Hogy megválaszoljuk a kérdést, fel kell tételezzük, hogy a pontokat nem véletlenszerűen kezeljük, hanem az egészségügyi szervezetek részrehajló elveket követnek, amely valószínűbbé teszi, teszi, hogy egy sok szexuális kapcsolattal rendelkező egyént kezelnek egy kevésbé rendelkező helyett.

Itt szeretném megemlíteni, hogy ennek a részrehajló elvnek van történelmi hagyománya. A kiváltók pl. a több 1000 éve ismert kankó és szifilisz bakteriális betegségek, amelyek első sorban nemi úton terjednek:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Gonorrhoea>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Syphilis>

E betegségek is a globális mobilitás révén terjedtek, csak korábban nagyobb időállandóval terjedtek, mint manapság. Az 1940-es évekig gyógyításuk csak nehezen volt lehetséges, pl. ezüstnitrát oldat külsődleges alkalmazásával. Éppen ezért a járványforrások időben történő feltárása nagyon fontos eszköz volt. Pl. Magyarországon 1867-től 1926-ig engedélyezték a nyilvános házak (bordélyházak, brothel) felügyelt működését:

<http://www.blikk.hu/erotika/prostitutcio-turizmus-penz-271661>

A felügyelet hetenként kétszeri rendszeres és ingyenes rendőrorvosi vizsgálatot jelentett. A vizsgálat alkalmával minden nemi betegnek talált kéjnőt haladék nélkül az e célra kijelölt közkórházba szállították és meggyógyulásáig ott tartották:

Budapest Székesfőváros szabályrendelete a prostitúcióról (1909)

<http://www.c3.hu/scripta/scripta0/replika/2122/05rend.htm>

VI. Fejezet: A kéjnők orvosi vizsgálata

Az 1940-es évektől megjelent penicillin alapú gyógyszerek nagy előrelépést jelentettek e betegségek gyógyításában. De a **versenyfutás** mégis tovább folytatódik e betegségek tekintetében is: https://en.wikipedia.org/wiki/Antimicrobial_resistance

5. További irodalom

[1] [Dr. Bartolits István: A távközlés regénye](#) 2004. február 23.

[2] Dr. Bartolits István: 50 éve helyezték üzembe az első tároltprogram-vezérlésű telefonközpontot.

<http://www.hte.hu/fooldal/-/hir/50-eve-helyeztek-uzembe-az-első-taroltprogram-vezerlesu-telefonkozpontot>

2015. július 17.

Üdvözlettel: Tamás

Budapest, 2015. augusztus 26.

Henk Tamás

tudományos tanácsadó

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék