

Kommunikációs protokollok osztályozása – kihívások és lehetőségek

TARNAY KATALIN, DULAI TIBOR

Pannon Egyetem
tarnay.katalin@t-online.hu, tiber.dulai@irt.vein.hu

ADAMIS GUSZTÁV

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
adamis@tmit.bme.hu

Kulcsszavak: távközlés, kommunikációs protokoll, protokollfunkciók, protokollok osztályozása, forgalomirányítás

Cikkünk a kommunikációs protokollok osztályozásának lehetőségeit, szempontjait és nehézségeit vizsgálja. Röviden áttekintjük a kommunikációs protokollok kialakulásának történetét, ismertetjük a legfontosabb protokollfunkciókat, valamint olyan lehetőségeket és kihívásokat vázolunk fel, melyek elősegíthetik egy-egy protokoll kiválasztását egy adott probléma megoldására. Végül a protokollok jövőjéhez kapcsolódóan néhány fontos trendet ismertetünk.

1. Bevezetés

Napjainkban kommunikációs hálózatok már szinte a világ minden pontján megtalálhatók. Ezek a hálózatok üzeneteket küldenek és fogadnak, az üzenet továbbítás szabályait pedig a kommunikációs protokollok határozzák meg. A szabályok a szintaktikus, a szemantikus és az időbeli előírásokat tartalmazzák. A szintaktikus előírások az üzenetek felépítését és elemeit definiálják, míg a szemantikus előírások az üzenetek típusát és a lehetséges kérés/válasz (request/response) párokat szabják meg. Az időbeli viselkedés előírásai az üzenetek továbbításának időtartamára és az üzenetek élettartamára, vagyis a hálózatban tölthető maximális időtartamra vonatkoznak. A kommunikációs protokollok tehát a hálózati üzenetforgalom szabályait határozzák meg úgy, hogy valamilyen kívánt kommunikációs célt teljesítsenek. A kommunikációs célok mindig üzenetek küldését és fogadását jelentik, de az ezeket megvalósító protokolloknak igen széles köre terjedt el [1,2].

Célunk a kommunikációs protokollok lehetséges osztályozásának bemutatása elméleti és gyakorlati szempontból. Az elméleti szempontok a protokolltulajdonságokat ismertetik oly módon, hogy megkönnyítsék az adott feladat megoldására alkalmas konkrét protokoll kiválasztását. A protokollok felosztásának gyakorlati szempontjai alapján egy protokollkatalógus-szerkezetet tervezhetünk meg és az adatlapok főbb kérdéseit írhatjuk le.

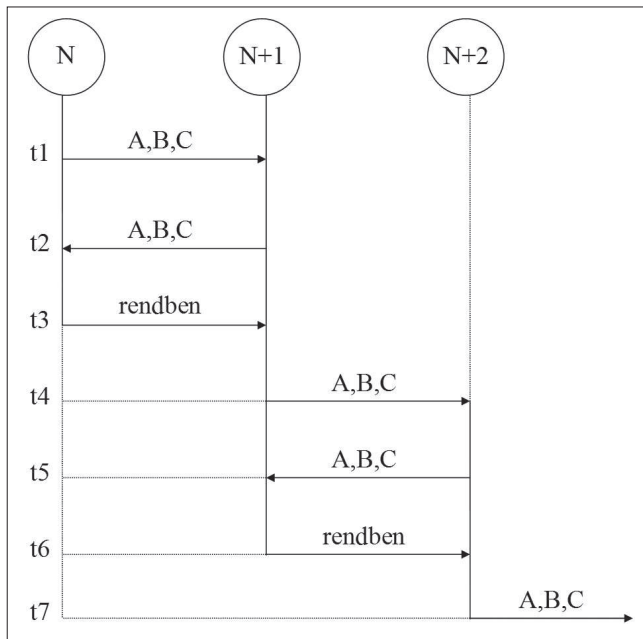
A cikk négy szakaszból áll. A bevezető szakaszt követő második szakasz a mai korszerű protokollok kialakulásának történetét mutatja be a napóleoni időktől kezdve. A harmadik szakasz az egyes protokollfunkciók és az osztályozás közötti kapcsolatot mutatja be, illetve a besorolással kapcsolatos nehézségekre, kihívásokra reflektál. A negyedik, utolsó szakasz a lehetséges fejlődési irányokat vázolja és jövőbeli fejlesztésekkel, problémákkal foglalkozik. A cikket az összefoglalás és a hivatkozások jegyzéke zárja.

2. Visszatekintés a kommunikációs protokollok történelmére

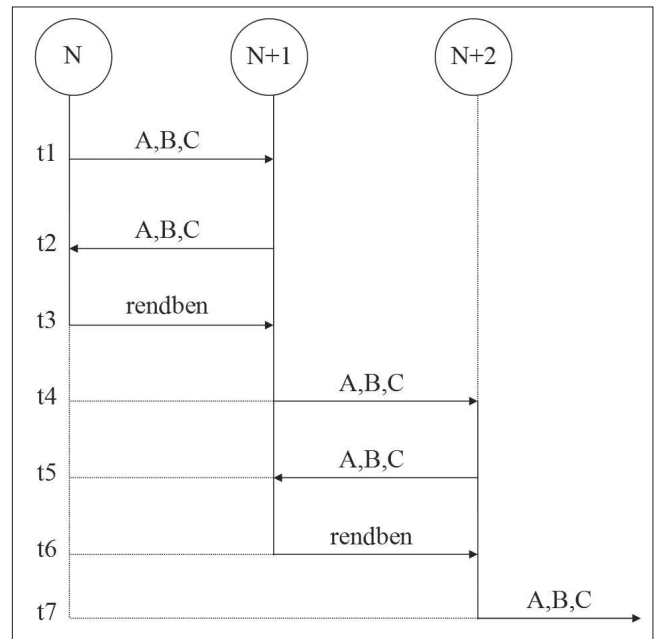
A korai történelmi időkben futárok és hírmondók alkották a távközlési rendszernek egyáltalán nem nevezhető kapcsolatot az egyes lakott körzetek, települések és más ember lakta létesítmények között. Az információ továbbítása kiemelt fontossággal bírt a harcászatban, habár az üzenet célba juttatása rendkívül bizonytalan, és mai szemmel nézve kétségkívül lassú is volt egyben: a teljes távot az embernek kellett megtennie, dacolva az időjárás elemekkel, a tereppel és egyéb felbukkanó kockázatokkal.

A technika a XVIII. századra azonban megérett arra, hogy az információ továbbítás sebességét többszörözze és sokkal biztonságosabbá is tegye egyben. 1792-ben Napóleon utasítására Claude Chappe francia feltaláló fényjelző telegráfokból, mint kommunikációs eszközökből álló hálózatot épített ki Párizs és Lille között. A mintegy 190 kilométeres távolságon összesen 15 állomást húztak fel nagyjából 15 kilométeres távközökkel, így biztosítva az egyes szemaforok láthatóságát. Az eredeti tervrajzokban a berendezés egyenként két kinyúló karból állt, melyeket egy keresztrúd kötötte össze. A karok és a keresztrúd mozgatásából összesen 256 kombinációban hozhattak létre fényjel-sorozatokat egy állomáson, melyet a sorban következő állomás észlelt, majd ugyanazt az üzenetet visszaküldte a megelőző állomásnak, ahonnan a jelsorozatot kapta. Erre biztonsági okokból volt szükség: az üzenetet ugyanis ellenőrizték, és csak akkor továbbították, ha a két jelsorozat egyezett. Ekkor már az üzenet készen állt a továbbításra az előző metódus szerint, így az információ lépésenként, csomóponttól csomópontig haladt előre.

A következő oldali 1. és 2. ábrán látható a protokollok párbeszéde különféle esetekben: az elsőt a normál működést, míg a második ábrán egy hibás esetet szemléltetünk.



1. ábra Fényjelző telegráf normális működése



2. ábra Fényjelző telegráf működése hibás esetben

Érzékeltetésésképpen, a közel 200 kilométeres távolságon a jel egy órán belül végigfutott, ami akkoriban természetesen óriási eredménynek számított [3].

Chappe rendszerét tekintjük az első kommunikációs protokollnak, amely a megfelelő szabályozások okán hibamentes információáramlást tett lehetővé. A fejlődés következő lépése volt a trafalgari csata előtt és alatt alkalmazott zászlós távjelzés, melyet mind a britek, mind a franciák használtak. Végül az elektromos távírók megjelenésével az optikai telegráfot a XIX. században nyugdíjazták.

A protokollok fejlesztése az 1960-as években kapott új erőre: az amerikai ARPA (Advanced Research Projects Agency) és a MIT (Massachusetts Institute of Technology) szakemberei az akkori viszonyok között nagy mennyiségű szöveges információt kívántak továbbítani, míg a brit NPL (National Physical Laboratory) mérnökei mérési adatok gyors és megbízható küldésén, feldolgozásán fáradoztak. Idővel a tudóscsoportok kiépítették a maguk hálózatát mindkét földrészen. A szövegekben és a mérési adatokban közös az átküldendő információ mennyiségének ingadozása az egészen rövid bitsorozattól a rendkívül hosszú bitsorozatig, e sokszínűség pedig megnehezíti a hálózat optimális működését.

Többféle technikát fejlesztettek ki az üzenetek továbbítására. Elsőként a vonalkapcsolás technológiáját alkalmazták, melynél a forrás- és célállomás között egy kapcsolat időtartamára egy dedikált útvonalat hoztak létre, amelyen csak az adott kapcsolathoz tartozó üzenetek haladhattak. Ennek a módszernek az a fő hátránya, hogy az átvívó csatorna kihasználtsága tipikusan alacsony, hiszen a lefoglalt útvonal üresen áll, amikor az adott kapcsolatban éppen nem küldünk üzenetet (például, amíg egy kérésre a választ határozzuk meg). A kapacitások jobb kihasználását segíti a csomagkapcsolás elve, mely alkalmazása esetén az „üzenetszü-

netekben” az útvonalon más kapcsolatok üzeneteit továbbítjuk. „Cserébe” viszont újabb megoldandó problémák merülnek fel: minden üzenetnek egyedileg kell „megtalálnia” a célállomást, kezelni kell, ha az üzenetek nem sorrendhelyesen érkeznek meg, ha torlódás lép fel, stb. A csomagkapcsolt hálózatokban az üzeneteket azonos (vagy legalább optimalizált méretű) csomagokra bontjuk. Ezek az információcsomagok egy fejrészrel (header) rendelkeznek, amely minden esetben tartalmazza a célállomás címét és a csomag sorszámát.

Az amerikai ARPANET rendszerében a felhasználók számára adatszolgáltatásokat nyújtó hosztok közötti kommunikációt oldották meg egy protokollal, mely üzeneteiben olyan attribútumok szerepeltek, mint az üzenet címezése, típusa és adatmezője. A brit NPL hálózatában működő protokollokat a CERN-ben használták fel később, így megalapozva a World Wide Web megszületését, mely minden kétséget kizáróan megnövelte az internet használhatóságát; emellett a mai napok egyik legjelentősebb fizikai kísérletének, a Nagy Hadronütköztetőben (LHC) implementált GRID-alapú megoldások protokollrendszerét is megalapozta.

3. Kapcsolat a protokollfunkciók és az osztályozás között

Kommunikációs protokollokat osztályozni különösen nehéz feladat, hiszen az osztályozás alapelveinek rendkívüli sokszínűsége mellett (szempontok, alszempontok és azok alszempontjainak sorozata) az azonos feladatra, ám a különböző cégek, szervezetek által tervezett és ajánlott protokollok népes családjai között is meg kell próbálnunk kiigazodni. A protokollok osztályozását legegyszerűbb a protokollfunkciókhoz kapcsolni, ugyanis a protokollok működését maguk a protokollrészletek határozzák meg. A távközlési rendszerek gyors

és megbízható működtetésén túl a rétegek létezésének egyik fő célja nem más, mint a hálózati szoftver leegyszerűsítése és modularitásának biztosítása.

A protokollok használatával bizonyos kommunikációs feladatok megoldására törekszünk, melyek lehetnek akár a felhasználókhöz közel álló alkalmazási, avagy a rendszer üzemeltetése szempontjából fontos menedzselési feladatok is. A kommunikációs feladatokat, szolgáltatásokat gyakran az egyes hivatkozási modelleknek megfelelő rétegek szerint szokták bemutatni, így – bár más-más kontextusban – egyes feladatok több rétegben is jelen vannak: ilyen például a forgalomszabályozás az Open System Interconnection (OSI) adatkapcsolati és szállítási rétegében, avagy a torlódásvédelem a hálózati és a szállítási rétegben.

Bizonyos protokollfunkciók szinte minden protokollban megtalálhatóak. Talán a legfontosabb ilyen funkció a Protocol Data Unit (PDU) létrehozása. Egy PDU lehet például egy IP-csomag, egy TCP-szegmens vagy egy Ethernet keret. A PDU létrehozása során sok esetben törekednek arra, hogy az átviendő adatot extra bitekkel kiegészítve (hibajelző vagy hibajavító kódolás) egy átviteli hiba esetén a hiba észlelése, esetleg javítása megtörténhessen. Hasonlóan fontos feladat a címzés is, itt általában a cím formátumában és méretében vannak eltérések [4-6].

Az ARPANET 1968-as felállásakor vitába keveredtek a kutatók abban, hogy lesz-e legalább 16 csomópont az egész rendszerben. Ez a protokoll címezőjét már eleve korlátozta, hiszen 16 csomópont 4 bit információval specifikálható. Ugyanakkor jól látható, hogy amennyiben nem 16, 32, 64 vagy pár ezer, hanem milliós csomópontszámról beszélünk, az elveken kell változtatni: hierarchikus címezési struktúrát kell bevezetnünk, ugyanis az adatmezőt megelőző fejléc lineárisan nem bővíthető olyan mértékben, ahogyan a végpontok száma növekszik a nagy mértékű felhasználás miatt. Megjegyzendő azonban, hogy a virtuális áramkörök esetében a PDU általában nem tartalmaz célcímet, (mivel azt maga az áramkör definiálja), ilyenkor a „címező” a virtuális áramkört azonosítja.

3.1 Forgalomszabályozás, torlódásvédelem, forgalomirányítás és közegelezés

A protokollfunkciók eltérő osztályozási szempontokat nyitnak meg, tipikus példa erre a forgalomszabályozás területe. A protokollokat sorolhatjuk egyszerű megáll-és-vár elven működő kategóriába, illetve olyan módszerekbe, melyek egyszerre több PDU csatornára tételét teszik lehetővé (stop-and-wait, pipelining). Ez utóbbi esetben tudni kell, hogy egy adott nyugta mely PDU-ra vonatkozik, így fontos szerepe van a sorszámozásnak. Egy plusz mezővel a fejrészben máris lehetővé válik az átviteli közeg jobb kihasználása. A hibakezelés szempontjából fontos nyilvántartanunk az adóoldalon, hogy mely – eddig még nem nyugtázott – PDU-k kerültek kiküldésre, illetve a vételi oldalon azt, hogy mely sorszámu PDU-t fogadhatjuk el. Ezzel elérkezünk a csúszóablakos forgalomszabályozó protokollok-

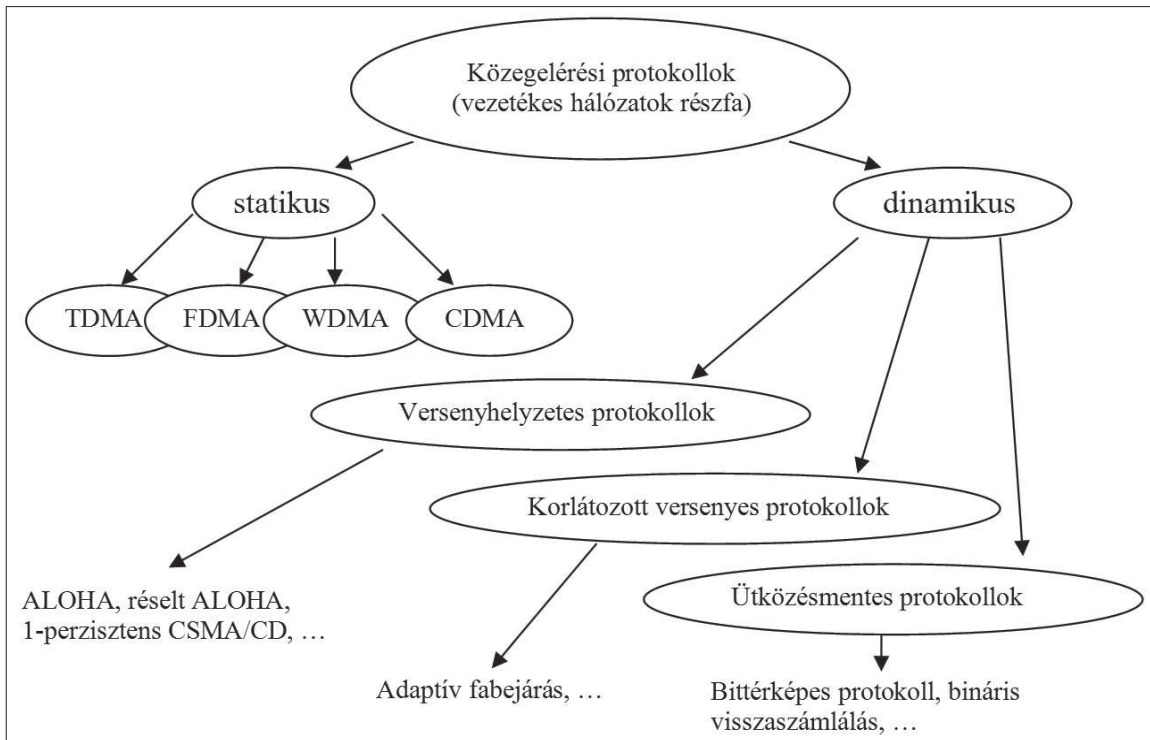
hoz, melyek dominálnak jelenleg. Köztük is megkülönböztetjük az 1 méretű vételi ablakkal rendelkező n-viszszalépéses protokollokat és a nagyobb méretű vételi csúszóablakkal bíró szelektív ismétléses protokollokat. Hogy melyiket alkalmazzuk, a körülményektől függ: a memória, avagy a sáv szélesség jelenti-e a szűk keresztmetszetet.

Nem a végpontnál, hanem az alhálózatban történő torlódást feloldani, enyhíteni, avagy megelőzni kívánó protokollfunkció a torlódásvédelem. Vannak módszerek, melyek a torlódások kialakulásának megelőzését tűzték ki célul, megint mások pedig a már meglévő torlódás mielőbbi enyhítését végzik, például lefojtó csomagok (choke packet) segítségével.

Valójában ezek olyan funkciók, melyek egy-egy protokollba beépülve sok más tevékenység mellett végzik a saját feladatukat (például a TCP-fejrész ablakméret mezője a forgalomszabályozásért felelős, míg a TCP által alkalmazott lassú kezdés algoritmuson alapuló mechanizmus a torlódásvédelmet hivatott támogatni) [7].

További – a protokollokat megosztó – fontos protokollfunkció a forgalomirányítás. Ha az OSI rétegei felől közelítünk, akkor a hálózati réteg protokolljainak csoportjában kell vizsgálnunk [8]. Ha mélyebben nézünk rá e területre, két főbb osztályát látjuk a megoldásoknak: a statikus és a dinamikus forgalomirányítást végző protokollokat. Az előbbi kategóriába esnek azon protokollok, melyek „bedrótozott” információ alapján működő algoritmust használnak, mint például az elárasztás, míg az utóbbi csoport által alkalmazott algoritmusok az alhálózat aktuális állapota alapján igyekeznek megfelelő kimeneti interfészt találni (pl. a távolságvektor-alapú, avagy a kapcsolatállapot-alapú algoritmusokon alapuló protokollok, mint a RIP, IS-IS, NLSP vagy az OSPF). Az alkalmazkodóképesség mellett másik osztályozási szempontja lehet a forgalomirányítást végző protokolloknak az, hogy hány címzett részére kell eljuttatniuk a csomagokat. Ily módon megkülönböztetünk unicast, multicast, broadcast vagy anycast működésre szolgáló protokollokat. Több címzett esetében általában a hálózat feszítőfa-modelljét szokás használni az útvonal meghatározásához. Eddig vezetékes hálózatok területére fejlesztett megoldásokat érintettünk, ugyanakkor egy másik csoport lehet a vezeték nélküli hálózatok terjedésével egyre nagyobb szerepet kapó Mobil IP protokoll, illetve annak egy kiegészítője, a Cellular IP. Mindkettő esetén a forgalomirányítás mellett fontos mobilitás-menedzselési funkciókról, mint például a hívásátadás (handover) is beszélhetünk.

Egy további szempontot – melyek szerint a protokollok osztályozhatóak – szintén az átviteli közeg tulajdonságai határoznak meg. Teljesen másfajta megközelítést kell alkalmazni olyan protokollok esetében, ahol az átviteli közeg dedikáltan a kommunikáló felek rendelkezésére áll (pl. kétpontos hálózatok esetében), mint az adatszóró hálózatoknál (pl. rádiós hálózatok, Ethernet stb.) Ez utóbbi esetben megjelenik egy újabb protokollfunkció: meg kell határozni, hogy a közös kommunikációs közeget mikor kinek van joga használni. Ez megint



3. ábra
Közegelési
protokollok
felosztása

csak történhet statikus módon szétszítva (pl. TDM, FDM technikák), avagy dinamikus módon, jobban kihasználva az átviteli közeg kapacitását. A dinamikus közegelési protokollok tovább oszthatóak versenyhelyzetes vagy ütközéses (pl. ALOHA, réselt ALOHA, CSMA/CD különböző típusai) korlátozott versenyes (pl. adaptív fabejárás) alapuló protokollok és ütközés nélküli protokollok (pl. bináris visszaszámlálás, bittérképes protokollok, vezérjeles (token) protokollok) csoportjaira (3. ábra).

Itt a választott protokollt szintén az alkalmazási környezet határozza meg, például ipari felhasználásban egy futószalag mellett, ahol nem megengedett az adási jog idejének véletlenszerű tolódása az esetleges ütközések miatt, inkább a vezérjeles módszerek terjedtek el (például IEEE 802.4 – vezérjeles sín vagy IEEE 802.5 – vezérjeles gyűrű), míg irodai alkalmazásokban jobban tolerált a nemdeterminisztikus időzítés (lásd a CSMA/CD-t alkalmazó Ethernetet).

A lokális hálózatok topológiájuk szerint általában busz (sín) vagy gyűrű alakúak. Elmondható, hogy a buszhálózatok egyik legjellemzőbb protokollja az IEEE 802.3 szabványban specifikált Ethernet protokoll, míg a gyűrűs lokális hálózatok egyik tipikus protokollját az IEEE 802.5 szabvány specifikálja, ez a Token Ring (vezérjeles gyűrű) protokoll.

A közegelési protokollok evolúciójában megfigyelhető az a trend, hogy törekednek a hatékonyság minél nagyobb mértékben történő növelésére például a versengési időszakok minél okosabb szervezésével és tartalmi feltöltésével. Egy újabb csoportot jelenthet a vezeték nélküli hálózatok közege hozzáférése, ahol a nem feltétlenül közös lefedettség miatt az adónak a vevőállomás hatókörének szabad voltáról külön meg kell győződnie. Ilyen protokollt alkalmaznak az IEEE 802.11-es szabványok (MACA/MACAW).

A mai heterogén hálózati viszonyok és komplex tartalmak világában a hálózatmenedzselésre szolgáló protokollok egyre fontosabb szerepet töltenek be. E funkcionalitást végző protokollok körében az osztályozást leginkább a protokollt készítőik szemléletmódja alapján végezhetjük. A legfőbb hálózatmenedzselő protokollok közül a telefonhálózatok világából érkező megoldásokat képviseli a CMIP, míg az internetes társadalom válasza a hálózatmenedzselés kihívásaira az SNMP-protokoll és annak verziói.

A legtöbb népszerű kommunikációs protokoll a fent említett funkciók közül többre is megoldást kínál. Például a Transmission Control Protocol számos feladata mellett foglalkozik például torlódásvédelemmel, hibakezeléssel és forgalom szabályozással is, így a protokollfunkciók több csoportjába is tartozhat.

Egy további probléma egy adott problémakörre megoldást nyújtó protokollok osztályozásával kapcsolatosan az, hogy számos ma használatos protokollt robusztusnak alakítanak ki annak érdekében, hogy megoldást nyújtson különböző alkalmazási környezetekben is. Ez viszont azt jelenti, hogy különböző azonos szintű alcsoportoknak is megfeleltethető megoldásokra egyaránt alkalmas lehet. Példaként ismét a TCP-re és a forgalom szabályozás protokollfunkcióra reflektálunk: alapértelmezetten n-visszalépéses protokollként működik, de az opcionális mezőkkel szelektív ismétlésessé alakítható a működése.

Mindez az osztályozás tekintetében nehézségeket okoz, ugyanakkor a jövő valószínűleg éppen az olyan megoldásokat fogja kiemelni, melyek rugalmasan tudnak igazodni a változó környezet aktuális állapotához, az éppen alkalmazott protokoll kommunikációs szabályrendszerével.

3.2 Klasszikus osztályozási szempontok

A leggyakoribb osztályozási szempontokat szemügyre véve mindenképpen érdemes kiemelni az átviteli közeg, a továbbított információ típusa és a szabványosító szervek szerinti „klasszikus” tárgyalást.

Mindjárt kétféle akadályba ütközünk: egyrészt túl nagy csoportokat alkothatunk, illetve túl részletekbe menően próbálhatjuk felírni a protokollokat, de az sem mindegy, hogy az osztályozást milyen sorrendben írjuk fel. Például, nem választhatjuk ki előre a hangátvitelre tervezett protokollok csoportját, ameddig nem ismerjük meg a hálózat típusát, melyben a protokoll működni fog. Ugyanígy nem dönthetünk egy rádiós elven működő protokoll alkalmazásáról, ameddig nem tudjuk, hogy lokális vagy nagy kiterjedésű hálózatban kívánjuk-e alkalmazni. Így láthatjuk, hogy egy kommunikációs protokoll kiválasztása szorosan összefügg annak előzetes osztályozásával, ugyanakkor nem tudunk egy olyan katalógust mondani, amelyet böngészve jól elkülönülő protokollokat kapunk. (Kérdés, hogy egyáltalán elkészíthető-e ilyen munka.)

A protokollok szempontjából az átviteli közeg legegyszerűbben vezetékes és vezeték nélküli típusokra oszthatók fel, majd ezeket bonthatjuk tovább. A vezetékes átviteli közeg lehet hagyományos kábeles vagy üvegszál, míg a vezeték nélkülinél a (mikrohullámú) rádiós és a szatellit összeköttetéseket említhetjük példának.

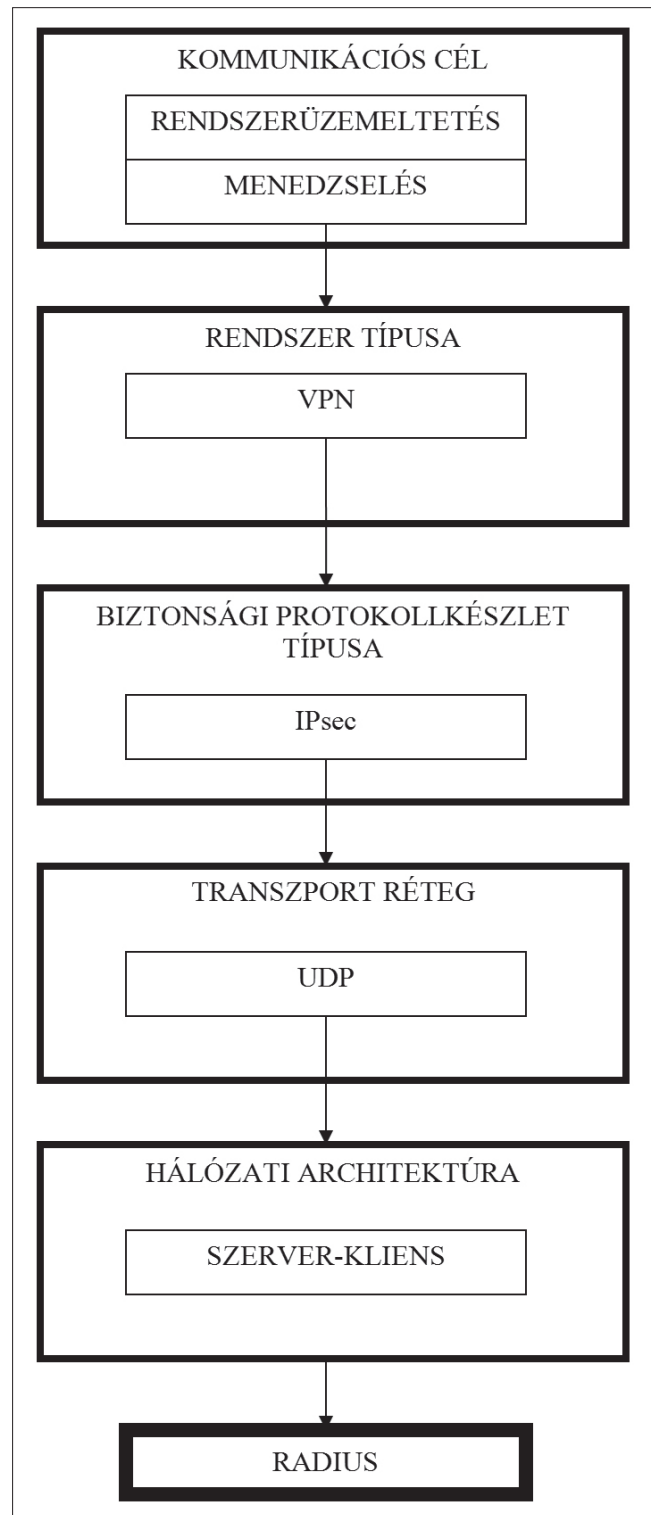
Az egyik legelterjedtebb vezetékes protokoll a LAPB (Link Access Procedure Balanced), amely szimmetrikus elérések kommunikációs szabályait definiálja, osztályozható vezetékes és szimmetrikus rendszerek protokolljaként. Optikai elven működő protokoll az IrLAP (Infrared Link Access Protocol), mely az IrDA (Infrared Data Association) második rétege. A vezeték nélküli megoldásokban elterjedt WLAN (Wireless Local Area Network) 802.11b szabványa említhető tipikus példának, azon belül is a rádiós kommunikáció elvén működő protokollok közé sorolhatjuk. Szatellit protokollok közül megemlíthetjük az IPOS (IP over Satellite – TIA-1008) vagy a RBSCP (Rate Based Satellite Control Protocol) protokollokat.

A protokollokat osztályozhatjuk az általuk szállított adatok típusa szerint is. Ez lehet általános adat, mint például az X.25 vagy az IP esetén, de lehet specifikus is, mint például hang (VoIP protokollok: H.323, SIP), kép (ITP, Image Transport Protocol) vagy video (RTP, Real-time Transport Protocol).

A protokollok csoportosíthatók aszerint is, hogy mely szervezet szabványosította azokat. Beszélhetünk ITU (International Telecommunication Union) protokollokról (pl. X.25, SS7 protokollok), IETF (Internet Engineering Task Force) protokollokról (pl. IPv4, IPv6, SNMP) és egyéb szervezetek által szabványosítottokról. Ez utóbbiak közül megemlíthetjük a WAP Forumot (pl. WTP – WAP Transport Protocol), illetve 3GPP-t (3rd Generation Partnership Project), mely különféle celluláris mobil rádiórendszeri (GSM, GPRS, UMTS, LTE) protokollokat szabványosít. Ehhez kapcsolóan a protokollfunkcióknak kétféle osztályozása terjedt el: az ISO-OSI modell hét rétege, valamint az IETF-féle TCP/IP struktúra ötre bővített funkcionális rétege.

Az előbbieken már említettük az átviteli közeg szerinti felosztást, amely mindkét modellben az adatkapcsolati rétegnek és a fizikai rétegnek egyaránt megfeleltethető (az a TCP/IP modellben valójában az említés szintjén jelen lévő host-to-network rétegnek felel meg). Jelenleg a legnagyobb jelentősége mindkét modellben az alkalmazási rétegnek van, mert akár a felhasználó, akár a rendszerüzemeltetés igényeit vizsgáljuk, mindkét csoport a hálózat alkalmazási funkcióival találkozik közvetlenül.

4. ábra Példa egy protokoll kiválasztási módszerére



A klasszikus tárgyalásmód egyéb osztályozási szempontokat is magában foglal. A kommunikációs célok szerinti tárgyalás jobbra felhasználók közötti információcserére (pl. e-mail, IM) vagy rendszerüzemeltetésre (pl. hálózat menedzselése) vonatkozik; egy másik fontos terület a hálózati környezet, melyet az összeköttetés típusa (vezetékes, vezeték nélküli) és a rendszer típusa (pl. GSM) határozhat meg. Maga a protokollüzenet besorolható felépítése (információátvitel vagy működési parancs) és a programozási nyelv szerint. Sőt, ne feledkezünk meg a gyártó és felhasználó szervezetek széles spektrumáról sem – ez utóbbi szempont rendkívül érzékeny terület az esetleges kompatibilitási nehézségek miatt.

A 4. ábrán szemléltetjük egy protokoll lehetséges kiválasztási folyamatának részleteit (lásd az előző oldalon).

4. A jövő kommunikációs protokolljai: lehetséges fejlődési irányok

A hálózati végpontok számának robbanásszerű növekedése és a tárolandó-elküldendő információ óriási mennyisége miatt szükségessé vált egy olyan közműszerű szolgáltatásrendszer bevezetése, mely megkönnyíti az adatok elérését és feldolgozását. A digitális közmű gondolata ötven évvel ezelőtt bukkant fel először tudományos körökben.

A későbbi Turing-díjas John McCarthy 1961-ben egy olyan megoldásról tett említést, melyben a számítógépek erőforrásait, sőt az alkalmazásokat is az elektromos hálózat modelljéhez hasonlóan juttathatnánk el a fogyasztókhoz, illetve felhasználókhoz. Mivel sem az eszközök, sem a telekommunikációs hálózat nem volt felkészülve a digitális közmű gondolatára, a projekt harminc éven át a fiókban pihent. Az utóbbi 10 évben azonban a cloud computing ideája szárnyra kapott, és meghatározó informatikai fogalomként lépett elő.

A cloud computing modellje lényegében fizikai helyszíntől független erőforrás-menedzsmentet, adatkezelést és szoftverelérést jelöl.

Az erőforrás igénybevétele szempontjából fontos cél, hogy képesek legyünk elérni a tényleges fizikai helyszíntől való függetlenedést. Ezt a célt mind az említett cloud computing megfogalmazza, mind mindennapi életünkben tapasztalhatjuk. Bár a jelenlegi személyi számítógépek teljesítményüknél fogva már kevésbé maradnak el a felhasználók igényeitől mint a korábbi generációk, megfigyelhető a speciális távoli hardverek illetve szoftverelemek (pl. adatbázisok) elérésének helytől független, transzparens módjának kialakítására való törekvés. A felhasználó érezze úgy egy távoli eszköz igénybevételekor, mintha csak a lokális környezetének szolgáltatásait venné igénybe.

Bizonyos szolgáltatások ugyanakkor kifejezetten a felhasználó aktuális tartózkodási helyét alapul véve próbálnak minél inkább személyre szabottan működni. Egyre több készülékben van jelen a GPS-technológia, s ezt

a trendet az európai Galileo-rendszer kiépítése kifejezetten gerjeszti, mely a jövő (és már a jelen) helyfüggő szolgáltatásainak (Location Based Services) technológiai alapját jelenti saját kommunikációs protokolljaival (pl. NMEA, SIRF).

A felhasználói élmény fokozására felbukkant új trend a 3D Internet. E fogalom absztrakt értelmezésben egy olyan gondolkodásmódra utal, ahol a világhálóra nem pusztán felületként (2D), hanem valódi kibertérként (3D) tekintünk. Ugyanakkor, fizikai értelemben a 3D-s internetet természetesen térben is ábrázoljuk a monitoron, illetve egyéb képmegjelenítő eszközökön a lehető legjobb felhasználói élmény biztosítása érdekében. A 3D szemlélet és a hálózati kapcsolat paramétereinek összefüggése nehezen határozható meg egyértelműen. Feltételezhetjük, hogy a sáv szélesség, és az átviendő információ mennyisége egyaránt nagyobb lesz „térbeli adatátvitel” esetén. Így e trend vélhetően több protokollfunkcióval kapcsolatos új követelményt támaszt, illetőleg különösen a forgalomirányítással és forgalomszabályozással összefüggő új szabályokat állíthat.

Az egyre növekvő sáv szélesség biztosításának egyik eszköze lehet az optikai csomagkapcsolás, amely változtatható hosszúságú optikai csomagok 10 Gbyte/s-os továbbítására alkalmas 4x4-es (4 bemenet és 4 kimenet) optikai routereken keresztül [9]. Azt várjuk, hogy az eljárás mód a protokollüzenet méretét és a csomagküldés sebességét egyaránt kedvezően befolyásolhatja.

Egy másik gyorsan fejlődő alkalmazási terület a szenzorhálózatok rendszere. A szenzorhálózatok első sorban fizikai eszközök vezérlését és a mért fizikai változások detektálását biztosítják, a munka oroszlánrészét speciálisan erre a célra kidolgozott protokollok végzik. Tipikus példa aktív vezeték nélküli szenzorhálózatokra az egyre fejlődő robotika területe: mobilhálózatba kapcsolt önjáró robotok vezérlését szenzorhálózati protokollokkal is megvalósíthatjuk, az ilyen feladatokra tervezett protokollok fejlődése és finomhangolása komoly lehetőségeket nyithat az alkalmazott tudományban.

5. Összefoglalás

Cikkünk áttekintést adott a kommunikációs protokollok lehetséges osztályozási szempontjairól, és a folyamatához kapcsolódó nehézségekről, problémákról. Bemutattuk a kapcsolatot a protokollfunkciók és az osztályozás között, kiemelten tárgyalva a forgalomszabályozás, a forgalomirányítás, a torlódásvédelem és a közegelés területét. Végezetül lehetséges fejlődési irányokról és népszerű trendekről számoltunk be.

A szerzőkről



TARNAY KATALIN 1956-ban szerzett villamosmérnöki diplomát. Első munkahelye a Beloiannisz Híradástechnika Gyár volt, ahol távközlési műszereket tervezett. 1961-től 1997-ig az MTA Központi Fizikai Kutatóintézetében dolgozott. Először nukleáris mérésekkel foglalkozott, kutatási eredményeiből készült kandidátusi értekezését 1974-ben védte meg. Ezt követően reaktorfizikai adathálózatokkal foglalkozott. Kutatási eredményeit akadémiai doktori értekezésben foglalta össze és 1991-ben védte meg. 1980-tól tanított a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, 1991-ben címzetes egyetemi tanár lett. 1999-től 2003-ig a Nokiánál dolgozott tesztelési tanácsadóként. 1998-tól a Pannon Egyetemen tanított egyetemi tanárként. 2003 végén ment nyugdíjba, ugyanebben az évben a Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztjét kapta meg. Jelenleg is publikál, szerzőtársakkal közösen írott új munkája az Egyesült Államokban 2011 tavaszán jelent meg.



DULAI TIBOR 2002-ben szerzett mérnök-informatikus oklevelet a Pannon Egyetemen. 2002-től a Pannon Egyetem Informatikai Tudományok Doktori Iskola hallgatójaként mobil hálózatokkal és kommunikációs protokollokkal foglalkozik, majd 2005-től a Pannon Egyetem Villamosmérnöki és Információs Rendszerek tanszékén egyetemi tanársegéd. Kutatási területe: számítógép-hálózatok, játékelmélet, kommunikációs protokollok. Aktuális kutatási témája a járművek kooperációjának hatása a kiszállítási probléma (Vehicle Routing Problem) gazdaságos megoldására.



ADAMIS GUSZTÁV mestertanár a Budapesti Műszaki Egyetem Távközlési és Médiainformatikai Tanszékén. Diplomáját a BME-n szerezte 1989-ben. Híradástechnikai szakmérnök – 1991, egyetemi doktor – 1994. Disszertációját távközlési protokollok automatikus implementálása témakörében készítette. Szakterülete a protokolltechnológia, azon belül is elsősorban a kommunikációs protokollok specifikálásával és tesztelésével foglalkozik. Részt vett több különböző mobil hálózati szoftver és protokolltechnológiai munkaállomás fejlesztésében. Szakértőként részt vett – többek között – a PKI, a HTE és az NHH 7-es jelzés-rendszeri, számozási és számhordozási munkacsoportjaiban. Több mint 20 éves egyetemi oktatási tapasztalata van az objektumorientált programozás, a digitális technika, a kapcsolástechnika, a kommunikációs protokollok és a mobil hálózatok területén. Több vállalatnál tartott protokollteszteléssel, 7-es jelzésrendszerrel, mobil protokollokkal foglalkozó tanfolyamokat.

Irodalom

- [1] Tarnay, K., Adamis, G., Dulai, T., „Advanced Communication Protocol Technologies: Solutions, Methods and Applications”, IGI-Global, Hershey, 2011.
- [2] Lee, In., „Handbook of Research on Telecommunications Planning and Management for Business”, IGI-Global, Hershey, 2009.
- [3] Holzmann, G.J., Pehrson, B., „The Early History of Data Networks”, John Wiley & Sons, New Jersey, 2003.
- [4] Buchanan, W., „Mastering Networks”, MacMillan Press, London, 1999.
- [5] König, H., „Protocol Engineering Prinzip, Beschreibung und Entwicklung von Kommunikationsprotokollen”, Teubner Verlag, Wiesbaden, 2003.
- [6] Ventakaram, P., Sunil, K.M., „Communication Protocol Engineering”, Prentice-Hall of India, New Delhi, 2004.
- [7] Socolofsky, T., Kale, C., A TCP/IP Tutorial, RFC 1180, retr. 27 January 2011, from <http://tools.ietf.org/html/rfc1180>
- [8] ITU-T, Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The basic model, ISO/IEC 7498-1:1994, retr. 27 January 2011, from <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=X>
- [9] Urata, R. et al, „4x4 Optical Packet Switching of Asynchronous Burst Optical Packets with a Prototype, 4x4 Label Processing and Switching Sub-system.”, Optics Express, Vol. 18, Issue 15, 2010. pp.15283–15288.