

Hálózatok (13. rész)

Nagy sebességű és műholdas hálózatok, hálózati réteg

Nem szoltam még a nagy sebességű LAN-okról és a műholdas hálózatokról. Ebben a részben pótolom ezt, majd belekezek a következő nagyobb témakörbe, a hálózati réteg feladatainak ismertetésébe.

Ebben a részben befejezzük az adatkapcsolati rétegről történő értekezést, és rátérünk a következő nagy témakörünk, a hálózati réteg bemutatására. Mielőtt azonban ezt megtenném, törlesztem két adósságomat: szólok pár szót a 10 Mb/s feletti sebességű LAN-okról és a műholdas hálózatokról.

Gyors Ethernet

Eddig többnyire olyan LAN-okkal foglalkoztunk, amelyeknek a lelke egyetlen rézvezeték volt. Erre a rézvezetékre kapcsolódtak az állomások, akik állandóan versenyre keltek egymással a csatorna használati jogáért. Amíg az állomások közötti távolság kicsi, és a felhasználók nem álmodoznak nagyobb átviteli sebességről, addig az ilyen hálózatok minden igényt kielégítenek. Ha azonban felmerülnek ehhez hasonló óhajok, akkor vagy lecseréljük a rézvezeték üvegszálas kábelekre, vagy több egymással párhuzamos rézvezetékkel létesítünk az állomások között. A 90-es évek elején felmerült tehát az igény egy új gyorsabb hálózati szabvány kifejlesztésére, így az IEEE fel is kérte erre a 802.3 bizottságot. Két koncepció látott napvilágot. Egyesek úgy tartották, hogy el kellene vetni teljes egészében a 802.3-as szabványt, és egy teljesen előlről kezdeni mindent, vadonatúj protokollokkal és szolgáltatásokkal (például digitális hangátvitel). Mások úgy gondolták, hogy fontosabb, ha az új szabvány kompatibilis marad a 802.3 szabvánnyal, a különbség csak a sebességben mutatkozna. Ez a két egymástól homlokegyenest eltérő megfontolás remek alapot szolgáltatott éjszakába nyúló vitákhoz. A bizottság végül az utóbbi elv (a kompatibilitás megtartása) mellett voksolt, amelybe a másik tábor nem tudott beletörődni, így létrehozták saját szabványukat (amely a 802.12 alapja lett). Valóban nehéz kérdés, hogy a kettő közül melyik elgondolás a célravezetőbb, hiszen az Ethernet-el is sok probléma van (erről már részletesen beszámoltam egy régebbi epizódban), viszont a már meglévő több ezer (esetleg millió?) hálózat miatt fontos a kompatibilitás, arról nem is beszélve, hogy az Ethernet már egy jól működő dolog volt. Az újabb

protokollok és szabványok bevezetése mindig magukban rejtethetnek olyan problémákat, amelyekre a tervezés során senki sem gondolt.

1995 júliusában létrejött tehát az új IEEE szabvány, amely a 802.3u kódnevet kapta, de leginkább gyors Ethernet (fast Ethernet) néven híresült el. Mivel ennek hátrafelé kompatibilisnek kellett maradnia, ezért nem volt szabad az interfészeket, illetve a keretformátumokat megváltoztatni. A bit-időt azonban csökkenteni lehetett a tízedrészére, így elvileg tízszer nagyobb sebesség érhető el.

A gyors Ethernet kábelezése viszont nem engedi meg a 10Base-5, illetve a 10Base-2 által használt kábelezéseket. Nem használhatunk tehát BNC és vámpír csatlakozókat. A 10Base-T kábelezését azonban szimpatikusnak találták, így erre alapoztak. Ha visszaemlékszünk, ez az a kábelezés, ahol csavart érpárokat is elosztókat (hub) használunk. Az ilyen gyors Ethernet hálózatokat 100Base-T-nek nevezzük.

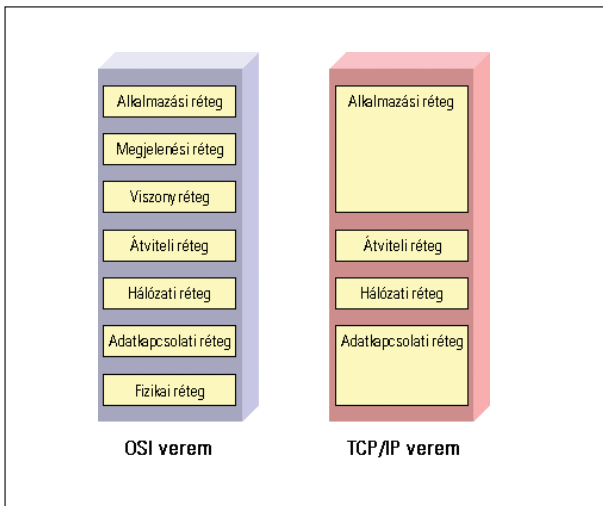
Lehetőség kínálkozik arra is, hogy csavart érpárok helyett üvegszálas kábeleket használjunk (100Base-FX). Ilyenkor a hub-tól az állomáshoz két, ellentétes irányú üvegszálas kábelt helyezünk el, ezzel biztosítva van a duplex üzemmód. Az üvegszálas kábelek egyik nagy előnye, hogy az állomás és az elosztó közötti távolság jóval nagyobb (akár 2 km) lehet, mint a csavart érpár esetén (200 méter). Az ilyen hálózatok kiépítése költséges, hiszen az olyan elosztók, amelyek nagyobb számú porttal rendelkeznek, elég borsos árúak. Mindezek ellenére megéri a beruházás, hiszen nem kell tartanunk az ütközésekről, az összes állomás bármikor adhat, illetve vehet. Ez a tény már önmagában több nagyságrenddel nagyobb sávszélességet eredményez. Szintén megdobja a költségeket az is, hogy az állomások hálózati csatolójának is támogatnia kell a gyors Ethernet szabványt.

Műholdak

Sokféle adatszórásos hálózattal foglalkoztunk már, a műholdas rendszerekre azonban még nem térünk ki részletesen.



1. ábra Geostacionárius pályák



2. ábra Az OSI és a TCP/IP verem rétegei

Manapság pedig nagyon nehéz lenne az élet műholdak nélkül, amelyek fontos szerepet töltenek be a hírközlésben és az adatátvitelben. De vajon pontosan mi is a feladatuk, miként is működnek, és milyen típusai repkednek a fejünk felett?

Távközlési szempontból az a legnagyobb baj a **Földdel**, hogy gömbölyű. Ezért például rádióhullámok segítségével nem lehet két egymástól nagyon távol elhelyezkedő ponttal kapcsolatot kiépíteni. Persze átjátszó állomások segítségével megoldható a probléma, csak hát ezeket meg kell építeni, karban kell tartani, és fohászkodni, hogy ne sérüljön meg például valamilyen természeti katasztrófa következtében.

Másik megoldás, hogy keresünk egy égitestet, amely visszaveri az általunk küldött elektromágneses jeleket. Ilyen például a **Hold**. Az 50-es években folytak is kísérletek egy

olyan navigációs rendszer kifejlesztésére, amelynek alapja a **Hold** által visszavert elektromágneses hullámok érzékelése volt. A **Hold** azonban nem képes a visszavert jelek felerősítésére. Nem úgy mint a távközlési műholdak, amelyeknek ez a legfontosabb feladatuk.

A műholdakat legkönnyebben keringésük pályája szerint csoportosíthatjuk. Az 1. ábrán láthatunk pár kitétetett keringési pályát. Kékkel jelöltük az úgynevezett **geostacionárius** pályát, amelynek síkja egybe esik az Egyenlítővel. Ha az egyenlítő felett 35792 km-es magasságban helyezünk el műholdakat, akkor azok keringési ideje meg fog egyezni a **Föld** tengely körüli forgásának idejével, amely majdnem 24 óra. Ez azt jelenti, hogy a **Föld** felszínéről nézve a műhold az égbolton egy helyben áll. (Persze ez csak látszólagos nyugalom, a műhold valójában 3064 km/s-os sebességgel száguld).

A pálya ezen tulajdonságát leginkább a televíziós műsor-szórórással megbízott műholdak tudják kihasználni. A **Földön** a TV előtt bambuló felhasználóknak sincs más dolguk, minthogy egyszer irányba állítani antennájukat. Egy ilyen műhold a Föld felszínének körülbelül 38%-át képes besugározni, így könnyedén kiszámíthatjuk, hogy három darab műholdat tartalmazó hálózattal az egész bolygót lefedhetjük.

Az úgynevezett egyenes vagy direkt műholdpályák az egyenlítő síkjával 0 – 90 fokot zárnak be. Ezen többnyire navigációs, felderítő műholdak közlekednek, többnyire alacsonyabb röppályán. A napszinkron pálya esetében a pálya síkja és a Nap iránya által bezárt szög minden esetben állandó. Ez azt jelenti, hogy itt a műholdak „együtt járnak a nappal”, azaz egy adott pont fölé mindig ugyanabban az időpontban ér.

Nem minden műhold lakik olyan magasan, mint a geostacionárius műholdak. Manapság egyre nagyobb szerep jut az úgynevezett alacsony röppályás műholdaknak is. Ezekkel a műholdakkal az a gond, hogy csak kevés ideig vannak látótávolságban. Ezt a hátrányt úgy akarták orvosolni, hogy amint hatótávolságon kívülre ér az egyik műhold, egy másik pont akkor lép be. Ez volt az alapja az **Iridium** nevű projektnek is. Itt eredetileg 77 (végül már csak 66) darab műholdat szerettek volna 750 km-es magasságba állítani abból a célból, hogy egy olyan világméretű hálózatot alakítsanak ki, amelyek kézi eszközök között teremtenek kapcsolatot. Sajnos a projekt nem hozta meg a várt sikert, valószínűleg a magas percdíjak és a **GSM** hálózat elterjedése miatt.

Csatornakiosztás műholdas hálózatok esetén

A műholdas hálózatok az egyetlen olyan **WAN**-ok, amelyek a **LAN**-okhoz hasonlóan osztott csatornát használnak. A földi állomások a műholddal az úgynevezett **felfelé irányuló (uplink)** frekvencián küldenek kereteket a műhold felé. A műhold feladata a hub-okéhoz hasonló: mindent meg kell ismételniük, amit hallanak. Így a beérkező jelet felerősítve szétszórják a **lefelé irányuló (downlink)** frekvencián. Fontos, hogy az **uplink** és **downlink** frekvenciák különbözőek, így nem zavarják egymást a beérkező és a kimenő hullámok. Mivel a **downlink** frekvencián csak a műhold beszél, ezért versenyhelyzet csak a felfelé irányuló csatornán alakulhat ki.

A kérdés már csak az, hogy miként oszthatjuk fel a közös csatornát az állomások között. Most kicsit más a helyzet mint a LAN-ok esetében, ugyanis a távolságok jóval nagyobbak. Igaz, hogy a jelek fénysebességgel terjednek, de a műholdak olyan messze vannak, hogy még így is számolnunk kell az átlagosan 270 ms-os jelterjedési idővel. Ez pedig azzal a sajnálatos következménnyel jár, hogy nem megoldható a vivőjel érzékelés (azaz nem tudjuk megállapítani, hogy ad-e éppen valaki rajtunk kívül). Ha egy állomás belehallgat a lefelé irányuló csatornába, akkor csak azt tudja meg, hogy 270 ms-al ezelőtt valaki adott, amely a számítógépek számára a távoli múlt. Arra esély sincs, hogy megtudjuk, mi történik a jelenben.

Problémánkra a legegyszerűbb megoldás a *lekérdezés (polling)*. Amikor egy közös csatornát meg akarunk osztani több állomással, akkor azt úgy is megtehetjük, hogy körbe kérdezzük mindenkit, van-e épp elküldendő adata. A műhold persze ezt nem teheti meg, mivel a 270 ms-os jelterjedési idő miatt rendkívül nagy késleltetési idővel kéne számolni. Ha az állomásokat azonban össze tudjuk kötni egy kis sáv szélességű földi hálózattal, akkor logikai gyűrűbe szervezhetjük őket. Innentől kezdve csak az adhat, akinél a vezérlés van. Kis állandó számú állomások esetén ez egy hatékony módszer lehet.

Műholdak esetében is használható a már régebben bemutatott réselt ALOHA, FDM és TDM csatornaosztásos módszerek. Mi most helyhiányra hivatkozva csak a TDM-et mutatjuk be műholdas környezetben.

A TDM esetében meg van határozva pontosan, hogy melyik állomás mikor adhat. Ehhez fel kell osztanunk egy időintervallumot egyenlő részekre, úgynevezett időrésekre. Minden időrest hozzárendelünk egy-egy állomáshoz. Az állomások csak akkor adhatnak, amikor éppen a saját időrészükben vannak. Ehhez élből két problémát is meg kell oldanunk: egyrészt egyeztetni kell az állomások óráját, hiszen mindenkinek tudnia kell, hogy mikor kezdődik a saját időrése. Másrészt az időréseket el kell tudnunk osztani az állomások között.

Nézzük először az első problémát. Az állomások szinkronizációjához használhatjuk magát a műholdat. Egy speciális földi állomás, a referenciaállomás szabályos időközönként egy jelet bocsát a műhold felé, amely szétszórja azt az állomások között. Ez lesz az úgynevezett óraindító jel, ehhez képest fogják kiszámolni az időrések kezdetét. Ha például egy időrés T időpillanatig tart, akkor az n -edik időrés kezdete az óraindító jeltől számított $k \cdot T$ idő múlva következik be.

Az időréseket ki lehet osztani statikusan és dinamikusan. Kis állandó számú állomások esetén megfelelő az első módszer, de ezt az esetet leszámítva mindig a dinamikus kiosztás a célravezető. Erre több módszer is kínálkozik.

Az első módszer él azzal a feltételezéssel, hogy legalább annyi időrés van, mint állomás. Ez azt jelenti, hogy minden állomás rendelkezik egy „saját bejáratú” időréssel. Ha egy állomás ki van kapcsolva, vagy nincs küldendő adata, akkor az időrése kihasználatlanul marad. Erről tudomást szerez a többi állomás (a lefelé irányuló csatorna figyelésével), így

© Kiskapu Kft. Minden jog fenntartva

Látogasson el hozzánk!

Virtuális könyvesboltunk egyedülálló választékot kínál magyar és angol nyelvű számítástechnikai könyvekből.

KISKAPU Számítástechnikai Szakkönyvek

5-90 % kedvezmény

www.kiskapu.hu

legközelebb az állomások versenyezhetnek ezért az időrésért. Ha az időrés tulajdonosának mondanivalója akad, és vissza szeretné szerezni saját időrését, akkor nem kell más tennie, mint egy keretet elküldenie. Ilyenkor ütközés következik be, ami után (a tulajdonost kivéve) egyik állomás sem fogja használni az adott időrészt. Ha megfigyeljük, ez egy hatékony módszer abból a szempontból, hogy az állomások viszonylag rövid időn belül szóhoz jutnak, viszont alacsony csatornahasználat esetén nem a legjobb hatásfokot produkálja. Nem beszélve arról, hogy csak akkor használható, ha előre ismerjük az állomások számát. Ha ismeretlen, sőt mi több, változó számú állomásokkal van dolgunk, az időrészeknek nem lehet állandó tulajdonosa.

A másik módszer erre az esetre kínál megoldást. Az időrészekért az állomások a résett *ALOHA*-nál bemutatott módszerhez hasonlóan versenyeznek. Ha egy állomás sikeresen forgalmazott egy keretet (nem történt ütközés), akkor legközelebb is adhat ugyanabban az időrésben. Ezzel elméletileg egy állomás bármeddig adhat, amíg csak van elküldendő adata. A gyakorlatban azonban az állomások figyelnek arra, hogy ne adjanak túl sok időrésen keresztül, és másokat is hagyjanak szóhoz jutni.

A hálózati réteg

Befejeztük végre az adatkapcsolati réteg, illetve a közegelési alréteg tárgyalását. Most egy magasabb szintre lépünk: a hálózati réteg szintjére. Hasonlóan, ahogy eddig is tettük: először megfogalmazzuk, hogy mi is pontosan a réteg feladata, illetve milyen problémákra kell megoldást nyújtania. Ezek után következik csak a gyakorlati megvalósítás ismertetése.

A hálózati réteg feladata a csomagok célbajuttatása. Mivel a forrás- és a célállomás gyakran különböző hálózatokban van, ezért a csomagoknak akár több útválasztón is át kell haladniuk. Láthatjuk, hogy ez a feladat mennyire elkülönül az adatkapcsolati réteg feladatától. Az utóbbi szinten csak kereteket kellett továbbítanunk a csatorna egyik végéről a másikra. Az adatkapcsolati réteg tehát két szomszédos, vagy legalábbis azonos csatornát használó állomások között valósította meg az átvitelt. A hálózati réteg viszont két tetszőleges végpont között teremt kapcsolatot. Eddig nem volt olyan rétegünk, amely erre képes lett volna, tehát a hálózati réteg a legalacsonyabb olyan szint, ahol a hálózati végpontok kommunikálhatnak egymással.

Fontos megérteni, hogy a hálózati réteg nem foglalkozik közvetlenül az átvitel megvalósításával, hiszen arra ott vannak az adatkapcsolati réteg szolgálatai. Két útválasztó (*router*) között az átvitel általában pont-pont kapcsolattal van megvalósítva, amelynek kezelését az adatkapcsolati réteg végzi. A hálózati réteg igazi feladata a csomag útbiztosítása. Mivel a hálózati réteg ismeri a kommunikációs alhálózat (a routerek hálózatának) felépítését, ezért csak ő tudja, hogy a forrástól milyen útvonalon juthat el a csomag a célhoz. Ráadásul mindezt úgy kell megvalósítania, hogy elkerülje egyes útválasztók terheltségét, a torlódások kialakulását. A forgalmat a lehető legegyszerűbben kell elosztania.

A hálózati réteg a szállítási réteg (*transport layer*) számára kínál szolgáltatásokat. Ugyanúgy, mint a többi már ismertetett réteg esetében, a hálózati rétegnek el kell rejtenie a megvalósítási

tás kérdéseit. A szállítási réteget nem fogja érdekelni a kommunikációban résztvevő alhálózatok száma, topológiája, típusa. A szolgáltatásoknak függetlennek kell lennie az alhálózatok felépítésétől. A szállítási réteg mindig csak egy címet szeretne mondani, ahová a csomagot szánja. Nem tudja, és nem is érdekli, hogy az adott cím fizikailag merre is található. Ehhez persze az is szükségeltetik, hogy legyen egy olyan egységes címzési rendszer, amelyek a szállítási és a többi felsőbb réteg egyértelműen azonosíthatja a végpontokat, a hálózat kiterjedésétől függetlenül (azaz ugyanazt a címzést lehessen használni *LAN*-ok és *WAN*-ok esetében is). Más kikötés nincs előírva a hálózati réteg szolgálatai számára. Ez azt jelenti, hogy a hálózatok tervezői viszonylag nagy szabadságot kaptak a megvalósításban. Rajtuk áll például az is, hogy a hálózati réteg összeköttetés alapú vagy összeköttetés nélküli szolgáltatást alakítsanak-e ki. Sorozatunk első részében sokat foglalkoztunk e két szolgáltatás típus tulajdonságaival. Ott az összeköttetés alapú szolgáltatást a telefonrendszerrel szemléltettük: ahhoz, hogy kommunikálhassunk valakivel, először fel kell hívunk őt, azaz fel kell építeni a kapcsolatot. Miután mindent megbeszélünk, a kapcsolatot végül le kell bontani. Az összeköttetés nélküli szolgáltatásra a legjobb példa a postai úton történő levelezés. Az internet is ezt a megoldást alkalmazza. Ő a hálózati réteget egy egyszerű postásnak tekinti, akinek a feladata kimerül a csomag kézbesítésében. Ezért a felsőbb rétegek fel sem tételezhetik azt, hogy a célhoz a csomagok feladásuk sorrendjében, sértetlenül fognak megérkezni, továbbá nem várhatnak el olyan bonyolult szolgáltatásokat, mint a forgalomszabályozás. Egyszerűbben úgy fogalmazhatjuk meg, hogy a hálózati réteg interfészében két primitív található: a csomag küldése és a csomag fogadása primitív. (A primitívek a felsőbb rétegek által meghívható elemi műveletek). Nem minden hálózat követi ezt az elvet, az *ATM* hálózatok például összeköttetés alapúak. Itt a kommunikáló két fél először felépít egy kapcsolatot, a csomagok sorrendhelyesen érkeznek meg, és még a forgalomszabályozás is biztosítva van, tehát az adó nem adhat gyorsabban, mint ahogy azt a vevő fel tudja dolgozni.

A két szemlélet között az igazi különbség az, hogy a hálózati modell mely rétege végezze a nehéz, összetett munkát. Az első megközelítésben ezt a szállítási réteg végzi. Ő fogja majd a csomagokat sorrendbe helyezni, figyelni a hibákra és a forgalomirányításra. Ezt legtöbbször az operációs rendszer szintjén valósítják meg, tehát maguk a gépek (*host*) fogják a munka számításgényes részét átvállalni. A másik szemlélet szerint a felhasználókat meg kell kímélni attól, hogy saját számítógépeiken futtassanak összetett számításcsomagokat igénylő protokollokat.

Mindkét megoldásnak megvan a maga előnye és hátránya. Erre részletesen kitérünk majd a következő részben, ahol foglalkozunk majd a hálózati réteg belső felépítésével, és megismerkedünk pár forgalomirányító algoritmussal.

Garzó András (garzoand@interware.hu)

Körülbelül három éve foglalkozik Linux- és más Unix-rendszerekkel. Legjobban az operációs rendszerek belső világa érdekli, de nyitott egyéniség. Kedvenc étele a palacsinta, és van egy Richard nevű macskája. Minden észrevételt, megjegyzést, levelet szívesen fogad.