

Hálózatok: a TCP/IP hivatkozási modell (3. rész)

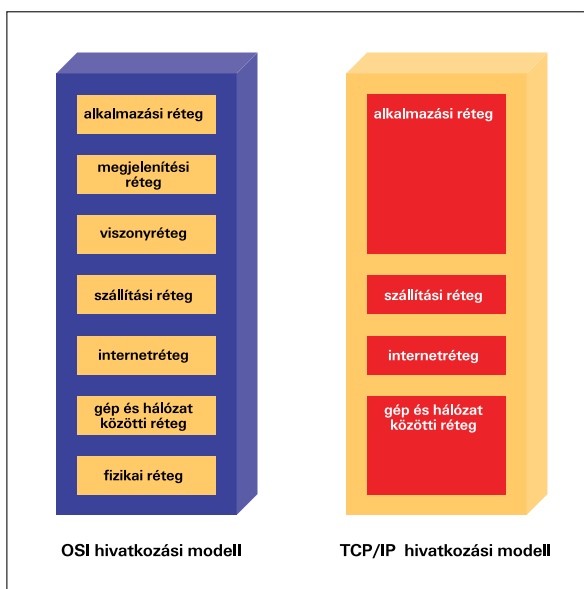
Sorozatunk előző részében megismerkedtünk a hivatkozási modellekkel, illetve egyik képviselőjünkkel, az OSI modellel. Most a TCP/IP modellel foglalkozunk.

Cikksorozatunk előző részében az OSI hivatkozási modellt mutattuk be, amit a gyakorlatban ugyan sehol sem használnak, mégis nagyon fontos abból a szempontból, hogy szétválasztja a szolgálat, a csatolófelület (interface) és a protokoll fogalmát. Mivel sorozatunk erre a három fogalomra épül, nem árt, ha gyorsan felelevenítjük, mit is jelentenek.

A szolgálat azt határozza meg, hogy az adott rétegnek pontosan mi is a feladata. Ez azt jelenti, hogy a szolgálat nem más, mint olyan elemi műveletek halmaza, amelyet a felső réteg bármikor elvégezhet vele. Szeretnénk hangsúlyozni, hogy a szolgálat csupán ezeket a műveleteket sorolja fel. Arról azonban, hogy miként hívhatjuk őket meg, illetve hogy az adott feladatot hogyan valósítja meg, mélyen hallgat. A csatolófelület a szolgálatok elérésének szabályait mondja meg. Ilyen szabályok lehetnek például, hogy milyen értékeket kell átadni, illetve hogy az adott művelet elvégzése után milyen lehetséges eredményeket kaphatunk vissza. A csatolófelület sem árul el semmit a gyakorlati megvalósításról, így ez teljesen rejtve marad a felső rétegek előtt. A gyakorlati megvalósítás módja a réteg által használt protokolltól függ. Nagyon fontos, hogy az OSI modellben szabadon megválaszthatjuk a használni kívánt protokollt, mivel annak változása nem befolyásolja a csatolófelületet, illetve magát a szolgálatot. (Ez az egész nagyon hasonlít az objektumközpontú programozáshoz: a rétegek egy-egy objektumnak felelnek meg, a szolgálat az adott objektumban található eljárások összessége. A csatolófelület az eljárások értéklísta, illetve a visszatérési értékek típusa; a protokoll pedig az eljárások törzse, amely teljesen láthatatlan a külső szemlélő számára).

A TCP/IP hivatkozási modell

A TCP/IP hivatkozási modell képezi az alapját egy világméretű hálózatnak, amelyet mi már csak internet néven emlegetünk. Ez a modell bizonyos szempontból nagyon hasonlít az OSI-ra, de el is tér tőle. Minderről egy kicsit később szövegelek, először nézzük meg a modell kialakulásának körülményeit! Az OSI modellhez hasonlóan a TCP/IP is rétegekből áll, de csak négy darabból épül fel (lásd az 1. ábrát) – az alsó két réteg ugyanis „összevontan” van jelen, a viszony- és a megjelenítési réteg pedig nem szerepel a modellben. Legalul a gép és hálózat közötti réteg található. Érdekes mó-



1. ábra Az OSI és a TCP/IP hivatkozási modell összehasonlítása

don erről a TCP/IP nem mond semmit, csak azt, hogy itt egy úgynevezett IP-csomagokat továbbítani képes protokollnak kell szerepelnie. Az sincs megkötve, hogy ennek a protokollnak mindenhol ugyanolyannak kell lennie – ez hálózatonként, illetve gépenként is változhat. Mi most ezzel a réteggel nem is foglalkozunk, mivel hivatalosan nem tartozik a TCP/IP-hez, de a következő részben visszatérünk rá, amikor az adatok fizikai átvitelével kapcsolatos kérdéseket tárgyaljuk. A modellben szereplő legalsó réteg az internetréteg. Feladata „csupán” annyi lenne, hogy a csomagokat eljuttassa egyik helyről a másikra. Valójában ez egy rendkívül összetett feladat, mivel a célállomás általában nem ugyanannak a hálózatnak a része, mint ahonnan mi küldjük a csomagokat. Lehet, hogy a célpont egy másik földrészen helyezkedik el és rengeteg más hálózaton kell keresztüljuttatnunk a csomagokat.

Fontos, hogy a TCP/IP modell rétegei sem árulják el, hogy miként dolgoznak. A felső rétegeknek csak át kell adniuk a csomagot az internetrétegnek, anélkül, hogy bele kellene gondolniuk, hogy miként jut el a csomag a kívánt helyre.

Ez olyasmí, mint a hagyományos postai levelezés. Nekünk csak be kell dobnunk a megcímezett borítékot a postaládába – inentől kezdve a levél sorsa a postára lett bízva. Mi és a levelezőpartnerünk csak annyit veszünk észre, hogy a bedobott levél pár napon belül a címzett postaládájába érkezik. Arra pedig csak következtetni tudunk, hogy mindeközben a levél hány postahivatalon és központon ment keresztül. Az internetréteg protokollját Internet Protocolnak, röviden IP-nek nevezzük. Mivel itt a csomagok sikeres célba juttatása a legfontosabb feladat, ezért az IP a leghatékonyabb útvonal kiválasztásával, illetve a „forgalmi dugók” elkerülésével foglalkozik.

A TCP/IP hivatkozási modell következő rétege a szállítási réteg, amely gyakorlatilag megegyezik az OSI-féle szállítási réteggel. Ez teszi lehetővé a kapcsolatban résztvevő két fél (pontosabban a társentitások) párbeszédét. Ez a réteg kétféle protokollt használhat: a megbízható TCP-t és a kevésbé megbízható UDP-t.

Ennek a modellnek az IP mellett a TCP (Transmission Control Protocol, azaz átvitelvezérlő protokoll) a második legjelentősebb protokollja, ami egy hibamentes átvittelt biztosító, összeköttetés alapú protokoll. Az átvitel bájtformában történik, azaz a réteghez beérkező bájtfolymot előre meghatározott méretű üzenetekre bontja, és ezeket továbbítja az internetrétegeknek. A célállomáson ennek a fordítottja zajlik: az internetrétegtől kapott üzeneteket egyetlen bájtfolymává fűzi össze.

Ahhoz, hogy mindez megvalósuljon, a TCP-nek forgalomirányításra is képesnek kell lennie. Ez annyit tesz, hogy az üzeneteket legfeljebb olyan sebességgel adagolja, ahogy azt a vevő fogni képes. Enélkül a gyorsabb gépek könnyen eláraszthatják üzenetekkel a lassabbakat, teljesen használhatatlanná téve őket.

A réteg másik protokollja az UDP (User datagram Protocol), amely a TCP-vel ellentétben nem összeköttetés alapú, továbbá teljesen megbízhatatlan. Mégis nagy jelentőséggel bír akkor, ha sokkal fontosabb a gyors, mint a pontos válasz. Gondoljunk csak a hálózaton keresztüli hang- és képátvitelre: a felhasználókat kevésbé zavarja, ha egy-két pixel hibásan ér át, mintha a lejátszás során végig akadogna az anyag. A legutolsó réteg az alkalmazási réteg, ahová a magasabb szintű, a felhasználók által is használt protokollok tartoznak; ilyen például a fájlátvitelre alkalmas FTP, a levelezésre használt SMTP, a virtuális terminál (TELNET) és a névfeloldásért felelős DNS. Ide tartozik még a webböngészők és kiszolgálók között használt protokoll, a HTTP is. Ezek működésével sorozatunk befejező részeiben részletesen is megismerkedünk.

Gondok a TCP/IP-vel

A mai világban a TCP/IP protokolljait használják a leggyakrabban, ami mégsem jelenti azt, hogy ez a modell tökéletes lenne. Kezdjük azzal, hogy a TCP/IP hivatkozási modell eleve nem választja el szembetűnően a szolgálat, a csatolófelület és a protokoll fogalmát; erre a későbbiekben egy példa során rá is fogunk mutatni. A későbbiekben látni fogjuk, hogy nagyon nehéz megállapítani, hogy mi tartozik a szabványhoz és mi a megvalósításhoz. Ezzel szemben az OSI modell nagy gondot fordít arra, hogy ez a két dolog egyértelműen megkülönböztethető legyen.

A modellel kapcsolatos másik gond az, hogy nem általánosítható. Ez azt jelenti, hogy ha ez alapján kéne megterveznünk egy hálózatot, viszont nem a TCP és az IP protokollokat szeretnénk használni, elég nehéz dolgunk lenne. Megfordítva: ez a modell csak a TCP/IP protokollkészlethez alkalmazkodik.

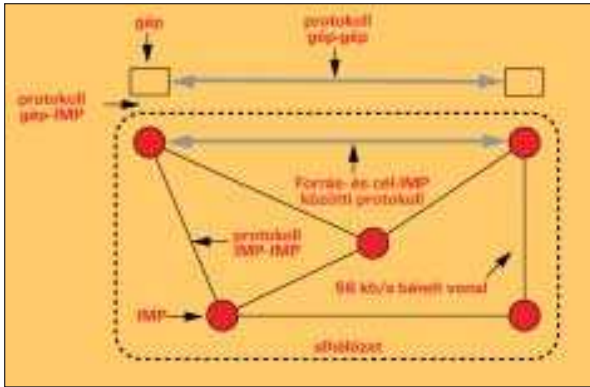
Mindemellett a TCP/IP hiányos modell, mivel nem foglalja az adatátvitel fizikai megvalósításával. Nemcsak hogy nem különbözteti meg a fizikai és az adatkapcsolati rétegeket, de meg sem említi őket. Egyszerűen csak egy csatolófelületet ad hozzá, és azt mondja, hogy itt egy olyan valami legyen, ami ezt és ezt a csomagot eljuttatja ehhez és ehhez a hálózati ponthoz. Ez azért gond, mert a hálózati és az adatkapcsolati réteg alapvetően két különböző dologért felelős. A hálózati réteg az adatokat az egyik géptől a másik (szomszédos) gépig juttatja el, például vezetéken vagy rádióhullámok, esetleg fényjelek segítségével. A hálózati réteg számára azonban minden adat csak egy bitsorozat. Az adatkapcsolati réteg ezzel szemben már keretekkel működik (lásd az előző részt), azaz gondoskodik arról, hogy az átküldött bitsorozat szétválasztható legyen. Ezenkívül különböző hibajavító kódokkal is dolgozik, amelyek a hibátlan átvittelt biztosítják.

Az IP és a TCP szerencsére jól átgondolt és remekül működő protokoll, a többire ez azonban már nem teljesen igaz. Ezek közül a legtöbbet olyan módon írtak meg, hogy mindenféle átgondolás vagy tervezés nélkül egyszerűen belevágtak. Emiatt azoknak, akik később meg akarták fejteni a működésüket, éjszakákon át a megvalósításban kellett molyolniuk. A megértésre azonban nem is volt mindig szükség, mivel a megvalósítások ingyenesek voltak, s így semmi sem akadályozta meg, hogy ezeket a protokollokat beépítsék az operációs rendszerek legbelső részébe. Ezáltal rendkívül nehézkessé vált a továbbfejlesztésük, illetve a lecserélésük. Ez megmagyarázza azt is, hogy a körülbelül negyed évszázaddal ezelőtt született TELNET protokoll – amely sem az egér, sem a grafikus felület kezelésére nem képes – miért lehet máig is elfogadott (habár ma már inkább „titkosított változatát”, az ssh-t használják). Ebből az egészből tulajdonképpen csak egy tanulságot vonhatunk le: míg az OSI modellel rendkívül egyszerűen és tanulságosan írhatjuk le a mai hálózatok működését, addig a TCP/IP erre nem igazán alkalmas. Az OSI modell protokolljainak megvalósítása azonban rendkívül nehéz, így a való életben nem is váltak népszerűvé. A TCP/IP mint hivatkozási modell valójában semmire sem használható, mivel nem ad teljes elméleti leírást a hálózatokról.

Az internet és a TCP/IP kapcsolata

Az internet eredete körülbelül a 60-as évek közepéig nyúlik vissza. A legismertebb történet szerint az internet egy katonai célokra, pontosabban egy atomtámadás túlélésére „kiképzett” hálózatból fejlődött ki. Ez részben igaz is, és a dologhoz valóban elég sok köze volt az amerikai védelmi minisztériumnak, ám a valóság – mint mindig – ennél sokkal árnyaltabb.

Abban az időben három különálló intézmény is ugyanazon a feladaton, a csomagkapcsolt hálózatok létrehozásán fáradozott anélkül, hogy bármit is tudtak volna egymásról.



2. ábra A kezdeti ARPANET hálózat

Ezek közül csak az egyik, a Rand Corporation által vezetett kutatások voltak katonai indítástásúak. Ennek az a története, hogy az amerikai védelmi minisztérium úgy gondolta, hogy egy atomtámadás esetén az akkori vonalkapcsolt távbeszélőrendszer összeomlana, így létre kellene hozni egy másik, az ország távoli pontjait összekötő hálózatot, amelyen továbbíthatnák a parancsokat.

A minisztérium ezért kutatási részlegükhöz, az ARPA-hoz fordult. Ez egy meglehetősen érdekes intézmény volt, azért hozták létre, hogy valamennyire kiegyensúlyozzák az akkori Szovjetunióknak az űrkutatás területén megszerzett fölényét. Ugyanakkor az ARPA-hoz nem tartoztak sem tudósok, sem laboratóriumok; úgy működött, hogy ösztöndíjakat és szerződéseket kínált fel egyetemnek, illetve cégek számára, és kutatási eredményeiket megpróbálták hasznosítani a haditechnika terén. Így került képbe a Berkeley Egyetem és a Rand Corporation is, ahol számos olyan ember dolgozott, aki meg volt győződve róla, hogy a csomagkapcsolás lehet a feladat megoldása.

A csomagkapcsolás akkoriban eléggé forradalmi ötletnek számított. A kiinduló elgondolás az volt, hogy az elküldeni kívánt üzenetet csomagokra kell bontani. Minden csomag tartalmazta az útvonalválasztáshoz szükséges adatokat is, illetve azokat a dolgokat, amelyek a hibák felismeréséhez és kijavításához szükségesek voltak.

Ezzel a témával a Randon kívül a Massachusetts Institute of Technology (MIT) és a brit National Physical Laboratory is foglalkozott. A három kutatócsoport először 1967-ben találkozott egymással, ekkor hozták létre az ARPANET-re keresztelt hálózat első tervét (2. ábra). A gépeket összekötő alhálózat úgynevezett csomóponti gépekből állt. Minden ilyen gép legalább másik kettőhöz csatlakozott, hogyha egy csomópont esetleg ki is esne, a csomagok akkor is célba érjenek – igaz, más útvonalon.

A terv bemutatása után a megvalósítás céljára az ARPA pályázatokat írt ki, amit a BBN nevű cég meg is nyert. Ők telepítették az első csomópontokat, illetve írták meg a hálózati programot. Az ARPANET 1969-ben indult útjára egy NCP (Network Control Protocol) nevű protokollal, amely a TCP elődjének számít.

Az ARPANET hamar népszerű lett; a sikere egyrészt annak tudható be, hogy a kiépítés nyílt volt, azaz független hálózatokból épült fel, amelyek az ARPANET-en belül egyenrangúak voltak egymással. Az idő előrehaladtával

egyre több hálózatot kapcsoltak be az ARPANET-be. Az NCP-nek azonban két súlyos hibája is akadt: nem lehetett a csomópontok mögé címezni és csomagvesztés esetén a protokollok általában lefagytak. Ezért *Kahn* és *Cerf* javaslatot tett egy új protokoll létrehozására, amelyet TCP-nek neveztek. (Ez még nem a jelenleg használatos TCP, hanem a TCP/IP egyfajta elődje volt). Az új protokoll tervezésekor alapvető szempont lett az, hogy egy új hálózat bekapcsolásakor ne kelljen magát a hálózatot módosítani. Fontos volt az is, hogy a hálózat ne igényeljen globális ellenőrzést, így a hálózatnak nem kellett törődnie azzal, hogy a csomagok célbaérnek-e vagy sem. Ezzel csak a kapcsolatban közreműködő két félnek volt gondja: ha nem érkezett meg a várt csomag, újból el kellett küldeni.

Mivel a TCP-t nem a legalsó szintre valósították meg, fájlátvitelre vagy távoli gépekre való bejelentkezésre könnyen igénybe lehetett venni. Ugyanakkor alkalmatlan volt olyan feladatokra, ahol inkább a kapcsolat sebessége volt a fontos, semmint az, hogy a hálózaton elvesztett összes csomagot pótoljuk. Ilyen feladat volt például a beszédátvitel. Ezért a TCP-t két részre osztották: a TCP-re és az IP-re; a régi TCP-t tehát e két szétválasztott protokoll kettőse, a TCP/IP adja.

A Berkeley egyetem munkatársai eközben egy kényelmes csatlófelületet fejlesztettek ki, amely a foglalat (socket) fogalmára épül (erről részletesen a későbbi részek során lesz szó). Ehhez nagyszámú felhasználói alkalmazást is készítettek, amelyek megkönnyítették az ARPANET használatát. Ez a későbbiekben jelentősen hozzájárult az ARPANET sikereihez, mivel az egyetemek egyenlőre akkoriban kezdtek el több számítógépet is működtetni. Többnyire VAX-okat vettek és egyből ki is építették hozzájuk a helyi hálózataikat. A gond az volt, hogy akkoriban nem volt olyan operációs rendszer, amely a hálózati feladatokat is elláthatta volna. Szerencsére pont ekkor jelent meg a 4.2 BSD, amely elsőként tartalmazta a TCP/IP megvalósítását. Ezek mellett tartalmazta a foglalatokat és több tucat hálózati segédprogramot. Az egyetemeknek ez kapóra jött, és mivel a TCP/IP-vel könnyedén lehetett a helyi hálózatot (LAN) az ARPANET-hez kapcsolni, ezt sokan meg is tették.

1983. január 1-jétől az ARPANET hivatalos protokollja tehát a TCP/IP lett, és egyre több helyi hálózat csatlakozott hozzá. Mivel egyre több gép volt, szükségessé vált a DNS (Domain Naming System) kifejlesztése, amely lehetővé tette, hogy a gépeket ne csak IP-cím, hanem nevek alapján is el lehessen érni.

Eközben a védelmi minisztérium az ARPANET-ről leválasztotta a katonai hálózatokat, és számukra egy különálló, zárt hálózatot hozott létre, ez volt a MILNET. Akkoriban ez a lépés csaknem a gépek felének a leválasztását jelentette. Az ARPANET-et a 80-as évek közepétől már internetként (mint hálózatokat összekötő hálózatot) tartották számon.

A következő résztől elkezdünk a fizikai réteggel foglalkozni, azaz megismerjük az adatátvitel elméletét és gyakorlatát.

Garzó András (garzoand@interware.hu)

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