

V. előadás: Hálózatok

Halácsy Péter és Varga Dániel

2008. október 8.

Egy pillanatra gondolkozzunk el: mi és honnan tudja, minek kell történnie, amikor

- rábökök egy linkre egy weboldalon.
- MSN chatet írok.
- emailt küldök a mobilomról.

Vajon milyen problémák vannak?

Hálózatba kapcsolt számítógép kommunikációjára a hetvenes évek során egy TCP/IP nevű szabványrendszert dolgoztak ki. Ennek négy fontos szintje van, amik egymásra épülnek:

- **Fizikai szint:** (Ethernet, Wifi) Hogyan lesz elektromos- vagy rádiójel egy bitből?
- **Hálózati szint:** (IP) Hogyan küldünk és fogadunk bit-csomagokat? Hogyan jelöljük ki az internetre kötött sok gép közül azt, amelynek üzeni akarunk?
- **Transzport szint:** (TCP, UDP) Közbülső szint, amely a hálózati szintre ráépülve nála magasabb szintű, megbízhatóbb kommunikációt tesz lehetővé.
- **Alkalmazási szint:** (SMTP, HTTP, DNS, POP3, ...) Valamilyen konkrét felhasználói igényt (levelezés, webezés) megvalósító protokoll.

A bitek haladhatnak sokféle közegben. Néhány kiragadott példa:

- Helyi hálózat 1: Ethernet kábel. Ilyen van a HSZK-ban.
- Helyi hálózat 2: Wifi rádiókapcsolat
- Kábel-internetszolgáltató: optikai kábel
- ADSL-internetszolgáltató: réz telefonkábel
- betárcsázós keskenysávú internet: szintén réz telefonkábel
- mobiltelefon: (Ez is egy digitális hálózat) GSM rádiókapcsolat

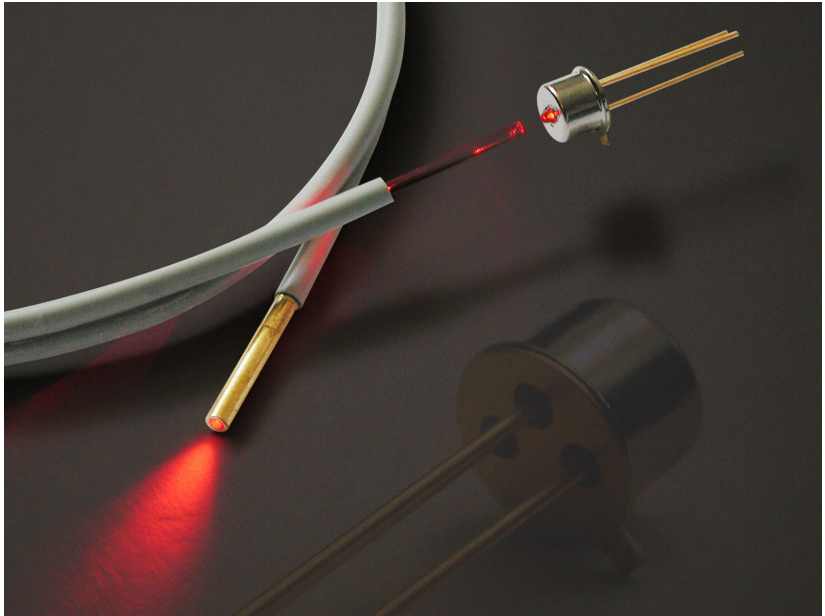
Két pont között biteket akarok átvinni. Mit használhatok?

- elektromos jeleket: általában rézdróton. Legegyszerűbb esetben: magas feszültség 1 - alacsony feszültség 0. Példák: telefon, egyetemi hálózat.
- rádióhullámot: Wifi, Bluetooth, műhold.
- fényt. Példák: kábel TV, transzatlanti kábel.
 - infra - mintha villogtatnánk egy lámpát, de ember számára láthatatlan.
 - lézer - optikai kábelen halad. Drága, de a lehető leggyorsabb.

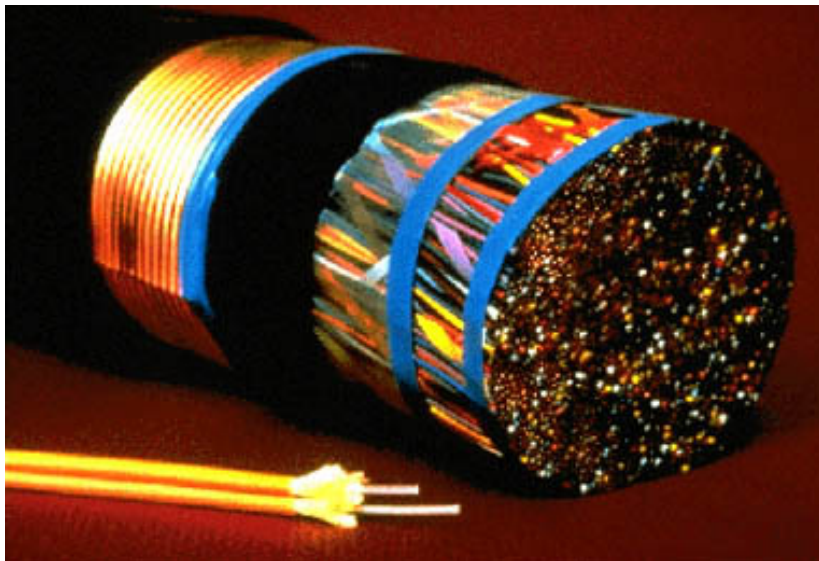
Ethernet



Üvegkábel



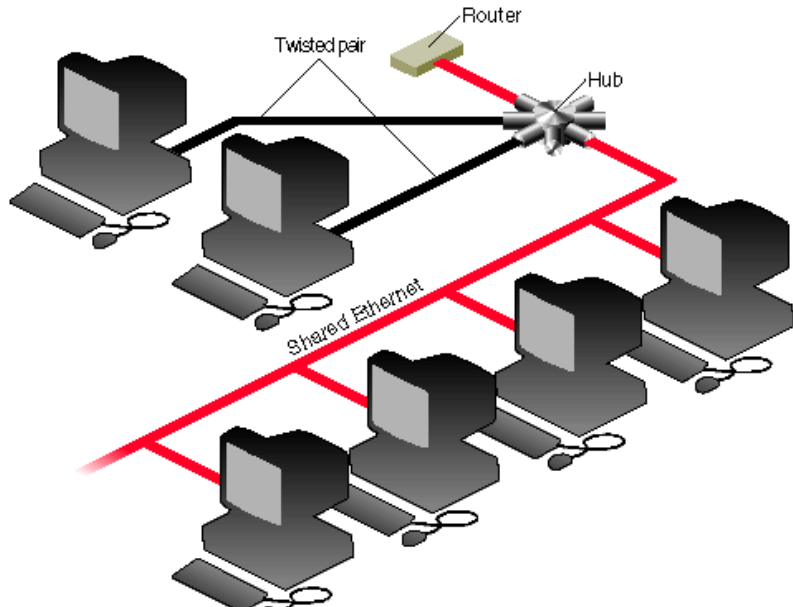
Sok üvegekábel



A rádiókapcsolatnál egymást zavarják a kommunikálni akaró gépek. De ez kábelen is okozhat problémát:

- Egy kábelen több kommunikáció is mehet: egy ADSL-en a család két tagja internetezik.
- Ehhez valamiféle felosztás szükséges.
- Például kis ideig az egyik használja, aztán a másik.
- Ugyanígy megy át a sok telefonbeszélgetés egy vonalon.
- A kábel TV hálózatok mára csillagpontosak, éppen azért, hogy mindenki személyre szabott jelet kaphasson.

Egy kábelen többen is lóghatnak



Fontos jellemző: átviteli sebesség

Átviteli sebesség: másodpercenként hány bájt tudok átvinni.
Tipikus számok:

- GSM: 1.8 KB/s
- modem: 5.6 KB/s
- Infra: 9 KB/s
- Bluetooth: 375 KB/s
- ADSL: 1.5 MB/s
- 3G: 1.8 MB/s
- Wi-Fi: 6 MB/s
- Ethernet (sokféle): 10-100 MB/s, 1 GB/s
- Üvegekábel: 2 TB/s

Hagyományosan szélessávnak hívjuk azt az összeköttetést, aminek nagy az átviteli sebessége.

Mit kell ebből megérteni?

- A vezeték nélküli lassabb, mint a vezetékes.
- Üvegekábel a legjobb.
- 3G-n már lehet TV-zni. (Lásd alább.)

Összehasonlításul: minek a továbbításához mekkora sáv szélesség szükséges?

- Telefon-minőségű hang 2 KB/s
- Hifi minőségű hang: 16 KB/s
- Webkamera mozgóképe: 8-80 KB/s
- Jó minőségű mozgókép: nagyságrendileg 500 KB/s

Nézzünk DVD-t!

- Egy két órás DVD film körülbelül 4 GB (gigabájt) helyet foglal el.
- Ez óránként 2 GB.
- Ez percenként 33.33 MB (megabájt).
- Ez másodpercenként 555 KB (kilobájt).
- Megjegyzés: ennél sokkal több jönne ki, ha a pixelszám alapján számolnánk, de a DVD is tömörítést használ.

- Az ADSL asszimetrikus: csak negyedannyi a felhasználó gépétől az internet felé a sávszélesség, mint az internet felől.
- Hiába tud elvben a kábel és a rézdrót ennyit továbbítani, ha olcsó az internet-előfizetésünk, akkor a szolgáltató kevesebbet enged át.
- Mindig a legkisebb sávszélességű komponens határozza meg a teljes rendszer sávszélességét. Ne használjunk Bluetooth-on ADSL-t!

Erről nem szoktak annyit beszélni. Mennyi ideig tart, míg az elküldött bitünk megérkezik?

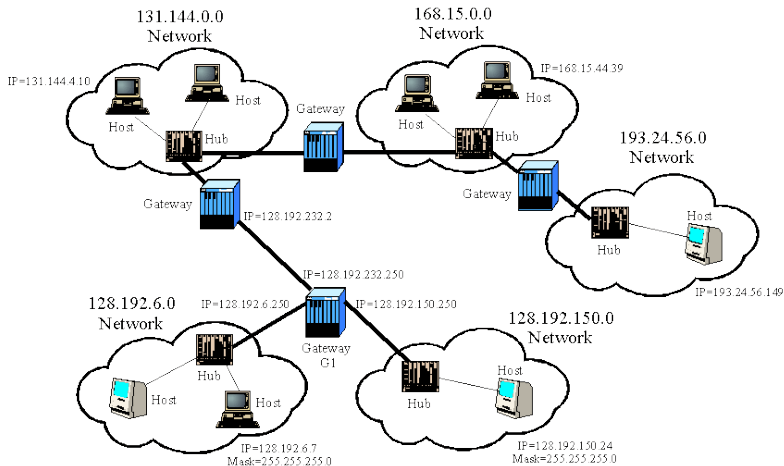
- Ha sok bitet akarunk küldeni, akkor a sávszélesség lesz fontos, de ha sűrű kérdezz-felelekbe bonyolódunk, akkor a latencia.
- Nagy távolságban mindenképpen nagy a latencia, mert a fény sebessége nem végtelen,
- és a Föld elég nagy: Budapest és Ausztrália között mindenképpen van egy legalább 0.05 másodpercnyi késése a hangunknak, ha telefonálunk. (Gyakorlatilag ötször ennyi is van.)
- Anekdota: műholdas kommunikáció latenciája: 35,786km magasan a Földdel együtt forog. 300000km/s sebességgel 72000km legalább 240ms.

Hálózati szint

- Ha sok számítógép van hálózatba kötve, akkor szeretnénk, ha bármelyik tudna adatokat küldeni bármelyik másiknak.
- Ehhez először is kell, hogy a gépeknek legyen egy egyértelmű azonosítója, mint egy telefonszám. Ez az azonosító az **IP-cím**, egy **négy bájtból** álló kód. Példa: 152.66.115.35
- Egy internetre kötött gép el tud küldeni egy csomagnyi (néhány száz bájtnyi) adatot, megadva a címzettet az IP-címével.
- Az interneten dolgozó sokféle berendezés feladata, hogy csomópontról csomópontra küldve a cél felé juttassa az adatcsomagot.

Útválasztás, routing

A **router**ek, útválasztók feladata a csomagokat irányítani vezetékről vezetékre. A címzett alapján tudniuk kell, hogy nagyjából milyen irányba kell küldeni a csomagot.



Útválasztás példa:

- 1 fw (152.66.44.190)
- 2 152.66.44.254 (152.66.44.254)
- 3 vlan12.taz.bme.hu (152.66.0.78)
- 4 tge2-2.sup720.bme.hbone.hu (152.66.0.126)
- 5 c6513-tengbeth13-2.vh.hbone.hu (195.111.97.101)
- 6 ge-2-1.core1.interware.hu (195.70.32.34)
- 7 ge-v10.core0.interware.hu (195.70.32.18)
- 8 ldir-loopback.index.hu (217.20.131.2)

- A listán a közbülső csomópontok nagy egyetemi és üzleti internetszolgáltatók (ISP-k) routerei.
- Egy csomag nem okvetlenül mindig ugyanazon az útvonalon halad: a routerek feladata a forgalmi dugók elkerülése okos irányítással.
- A hálózatban két csomópont között általában több lehetséges útvonal van, ezért a kommunikáció nem szakad meg akkor sem, ha néhány gép leáll. (Lábjegyzet: az internet katonai gyökerei.)

Mit kell tudni az architektúráról?

- Egy végfelhasználó vagy kis szervezet egy ISP-hez (vagy az egyetemi HBONE-hoz) kapcsolódik.
- Az ISP-k hálózatai össze vannak kötve egymással.
- Innen a kifejezés: inter net, hálózatok közötti hálózat.
- Általában legalább két vonala van egy nagy magyarországi ISP-nek: egy nemzetközi, és egy hazai (BIX, Budapest Internet Exchange).
- Egyetemen belül: mi történik, ha két kollégista más kollégiumból egymással chatelnek?

Local Area Network, LAN

- A végpontoknál ez a kép pontosításra szorul.
- Egy kis cégben, vagy lakásban több összekapcsolt gép is lehet. Ezek egy **helyi hálózatot**, **LAN**-t alkotnak.
- Az internet felé ezek a gépek gyakran úgy jelennek meg, hogy csak egyetlen IP-cím képviseli őket.
- Egy **gateway** (kapu) berendezés feladata, hogy a kis és a nagy hálózat között közvetítsen, és levezényelje, hogy a LAN-on belül mindenki a saját csomagjait kapja meg.

Egy sokoldalú berendezés

Egy tipikus Wifi-router egyszerre sok, egymással csak lazán összefüggő feladatot is elláthat:

- **wireless access point**, azaz Wifi segítségével bekapcsolódhatunk a helyi hálózatba,
- **switch**, azaz közvetít a helyi hálózat gépei között, akár dróttal, akár drót nélkül kapcsolódnak hozzá,
- **gateway** az internet felé,
- sőt akár **tűzfal**, amely megakadályozza az internet felől jövő támadásokat.

- Mint mondtuk, az IP-cím 4 bájtból áll.
- Ez lényegében azt jelenti, hogy az internetre egyszerre legfeljebb kb. 4 milliárd LAN kapcsolódhat.
- Ez nem is olyan sok, mert a kiosztás elég pazarlóan történik. Még mielőtt elfogyna, a világ áttér majd a modernebb IPv6 szabványra,
- ahol **16 bájtos** a cím.
- Ez valószínűleg még évszázadokig elég lesz.

Transzport szint

- Most már tudunk bájtokat küldeni távoli gépeknek.
- Néhány magasabb szintű protokoll feladata, hogy ezt kényelmesebben és megbízhatóbban tehesük.

- Egy gép egyszerre többfélét is akarhat kommunikálni.
- A **port** egy olyan azonosító, ami lehetővé teszi, hogy pontosabban üzenjünk a gépnek. A port egy egész szám.
- Analógia: Ha az IP-cím a ház címe, akkor a port a lakás száma a házon belül.
- Példa: 152.66.10.57 a BME MOKK gépe. A 80-as porton a webszolgáltatásával tudunk kommunikálni, a 110-esen a levelezéssel.

A két fontos transzport szintű protokoll közül a fontosabb a **TCP**.

- Hosszabb bájtsorozatok biztonságos küldésére alkalmas.
- A hálózati szint segítségével is küldhetnénk adatokat, de ez több problémát vetne fel:
 - egyes csomagok elveszhetnek vagy sérülhetnek az úton,
 - a csomagok érkezési sorrendje felcserélődhet, ha két csomag más útvonalon haladt.
- Ezeket a problémákat védi ki a TCP:
 - A fogadó fél visszaszól, hogy hiánytalanul megkapta-e a várt adatot, és a küldő újraküldi az esetlegesen elveszett adatokat.
 - A csomagok sorszámozva vannak, hogy a helyes sorrend helyreállítható legyen.

A másik fontos transzport szintű protokoll az **UDP**.

- Nem tartalmazza a TCP biztonsági garanciáit, ezért gyorsabb.
- Elsősorban streaming video-nál alkalmazzuk, ahol néhány csomag elvesztése nem okoz végzetes problémát.

Alkalmazási szint

A TCP/IP legfelső szintje az alkalmazási szint. Példák alkalmazási szintű protokollokra:

- SMTP (Simple Mail Transfer) levélküldés
- HTTP (Hypertext Transfer) web
- POP3 (Post Office) levélfogadás
- DNS (Domain Name System) névszolgáltatás
- FTP (File Transfer Protocol) fájlok átvitele

DNS, névszolgáltatás

- A **DNS** nem tipikus, de fontos példa alkalmazási szintű protokollra.
- Feladata, hogy a mindenki által ismert ember által olvasható számítógép-neveket (index.hu, google.com) IP-címekké alakítsa a számítógépek kedvéért.

Mi történik?

- Ha a böngészőtől a cnn.com webcímet kérem, akkor a gépemnek először meg kell tudnia, hogy mi a kérdéses gép IP-címe.
- Ezt az általa ismert névszolgáltató géptől (**DNS szerver**) kérdezi meg.
- A választ megkapva már fel tudja venni a kapcsolatot a cnn.com gépével.
- Lehetséges, hogy a megkérdezett gép nem tudja a választ. Akkor maga is megkérdez egy nála nagyobb vagy helyileg illetékesebb másik DNS szervert, és továbbítja az attól kapott választ.

Hogy is néznek ki ezek a gép-nevek?

- A név pontokkal van tagolva.
- Az utolsó tag az úgynevezett felső szintű domain (tartomány). Példák: .hu, .com, .fr
- Ez általában országok fennhatósága alá tartozik, bár az USA több ilyen is lefoglalt. Példák: .com amerikai üzleti domain, .gov amerikai kormányzati domain.
- A név utolsó előtti része (subdomain) általában pénzért lefoglalható az adott ország internetszolgáltatóinál.
- Lehetnek egynél több pontot tartalmazó gépnevek is: Példák: maps.google.com, news.mokk.bme.hu
- Lábjegyzetek: domain-név kereskedelem, cybersquatting, typosquatting.

Tipikusabb példa alkalmazás-szintű protokollra a **POP3** levelezés. Ez egy nagyon egyszerű kérdezz-felelek, a TCP-re épülve.

- Mailkliens (azaz levelezőprogram): Jött-e új levelem? ("STAT")
- Mailszerver: Igen, tíz darab. ("+OK 10")
- Mailkliens: Elolvasnám a másodikat, és aztán törölném a postaládámból. ("RETR 2 DELE 2")
- Mailszerver: Tessék, itt van bájtról bájtra. Töröltem a postaládámból.

A napjainkban legfontosabb alkalmazás-szintű protokoll a web **HTTP** protokollja. Erről a következő előadáson részletesen lesz szó.

Az eddig megemlített protokollok lényegében egy egyszerű mintázatot követtek.

- Egy kicsi, tudatlan gép
- feltesz egy kérdést
- egy nagy és okos gépnek,
- amit az megválaszol.
- Az okos gép sok kicsi gépnek válaszolhat gyors egymásutánban, egymástól függetlenül.
- Ezt a mintázatot kliens-szerver architektúrának nevezzük.
- A kicsi gép neve **kliens**, a nagyé **szerver**.

Nem minden protokoll kliens-szerver architektúrájú. Az úgynevezett **peer-to-peer** protollokban több egyenrangú gép kommunikál egymással. Más kérdés, hogy gyakran először egy szerverhez kell kapcsolódnuk ahhoz, hogy tudomást szerezzenek egymás elérhetőségéről. De a továbbiakban a szerverre már nincs szükség, a kommunikáció-adatcsere lebonyolítható egymás között. A legismertebb peer-to-peer alkalmazások a **fájlcserélő rendszerek**.

Példa: Bittorrent

- A bittorrent protokoll feladata, hogy számítógépek olyan alkalmi hálózatot építsenek ki, melynek célja, hogy az összes résztvevőhöz eljusson egy bizonyos fájl.
- A bittorrent protokoll résztvevője kezdetben egy úgynevezett torrent tracker szervertől értesül arról, hogy kik a társulás résztvevői.
- A résztvevők üzenetekben kérnek egymástól kis darabokat a fájlból.

Példa: Bittorrent

- A válaszadók döntenek el, hogy adnak-e darabot, és melyiket, a következő két elv szerint:
 - Kevésbé szívesen adnak annak, aki korábban nem adott nekik. (szemet szemért elv)
 - Igyekeznek olyan darabokat adni, amiből keveset osztottak ki addig.
- Az első elv garantálja, hogy önző programok nem tudnak élőködni a rendszeren.
- A második elv segít abban, hogy ne alakuljon ki hiány a fájl valamelyik darabjából.