



HÁLÓZATI RENDSZEREK  
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK  
TANSZÉK

# HÁLÓZATOK ALAPJAI ÉS ÜZEMELTETÉSE

Közeghozzáférés, fizikai réteg  
2023. május 8.

**Mészáros András**

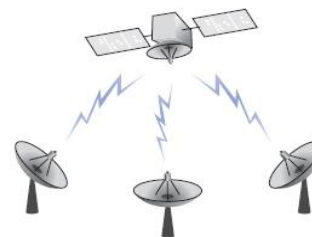
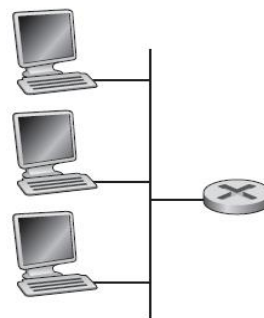
BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék  
[meszarosa@hit.bme.hu](mailto:meszarosa@hit.bme.hu)



1. Többszörös hozzáférés
2. Vezetéknélküli LAN (WLAN)
3. Fizikai réteg
4. Összefoglalás

A fóliák elkészítéséhez felhasználtuk Jim Kurose és Keith Ross „Számítógép hálózatok működése” című könyvéhez készült fóliákat

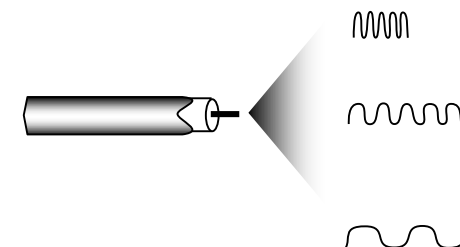
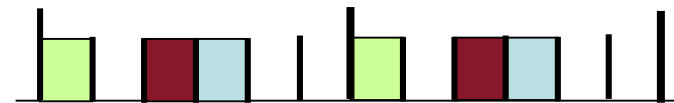
- Kétpontos link
  - Pont-pont összekötést adó közeg (médium)
  - Például két router között
- Üzenetszórásos (broadcast) link
  - Közös felhasználású közeg több ponthoz
  - Eredeti Ethernet
  - Kábelmodemes hozzáférés feltöltési (upstream) iránya
  - IEEE 802.11 WLAN



- Egyetlen **közös felhasználású** broadcast médium,  
(csatorna)
- Azonos időszakban több végpont is szeretne adatot küldeni
  - Egy végpont több különböző helyről származó információt kap meg
  - **ütközés** (collision)
  - Az összekeveredő jelek miatt használhatatlan
- Protokoll a többszörös hozzáférés lebonyolításához
  - Elosztott (az összes végponton futó) algoritmus a csatorna megosztásának vezérlésére
  - Meghatározza, hogy mikor küldhet egy adott csomópont
  - Az összehangoláshoz szükséges információ is a többszörös hozzáférésű csatornán megy (in-band)
- Medium Access Control - MAC

- Adott számú kisebb egységre felosztott csatorna
  - Minden végponthoz egyetlen adási egységet rendel
  - Minden érkező jelet venni kell
- Hatékonyság
  - Állandó terhelés esetén jó
  - Ingadozó, egyenetlen terhelés esetén kihasználatlan egységek vagy túlterhelés
  - Egységek végpontokhoz rendelése külön vezérlést igényel

- Például
  - TDMA (idő)
  - FDMA (frekvencia)
  - SDMA (tér)
  - CDMA (kód)
  - WDMA (hullámhossz)



- Egyszerre egy csomópont küldhet, de mindig más –  
**Taking-turns**
  - A küldő meghatározása lekérdezéssel – **polling**
    - Kitüntetett mester csomópont kérdezi le az igényeket és osztja ki az adásjogot
  - A küldő meghatározása **token** segítségével
    - Nincs mester, az a csomópont adhat, akinél van a token
  - Elkerülhető a különböző küldőktől jövő jelek ütközése
- Hatékonyság
  - Egyenetlen terhelésnél is kihasznált
  - Nagy terhelésnél sincs ütközés

- A küldés időpontja véletlenszerű – **Random Access**
  - A csatorna nincs fixen felosztva
  - Küldéskor a teljes csatornához férnek hozzá a végpontok
  - Ütközések léphetnek fel
  - Fő kérdések
    - **Hogyan érzékeljük az ütközést?**
    - **Mi legyen ütközés esetén?**
- Hatékonyság
  - Alacsonyabb terhelés esetén jó, késleltetés szempontból is
  - Nagy terhelésnél nagyobb esély az ütközésre
- Ütközési tartomány – collision domain
  - Végpontok (interfészek) halmaza, akiknek a keretei ütközhetnek
  - Egy switch-hez való duplex bekötés esetén gyakorlatilag csak egy interfész van benne – nincs is ütközés

- Egyszerű ALOHA
  - Nincs szinkronizáció
  - Nagyszámú végpont esetén a throughput legfeljebb a kapacitás 0.18-ad része
- Réselt ALOHA
  - Időrészeket használnak a csomópontok
  - Nem lehet akármikor küldeni, csak az időrés elején
  - Kétszeresre növeli a throughputot
- Vivőérzékeléses megoldás: **CSMA** – Carrier Sense Multiple Access
  - Küldés előtt a csomópont ellenőrzi, hogy szabad-e a csatorna
  - Késleltetett elküldés
  - A jel terjedési késleltetése miatt lehetséges ütközés
    - A vezeték hossza, vagy a besugárzott tér nagysága befolyásolja a hatékonyságot



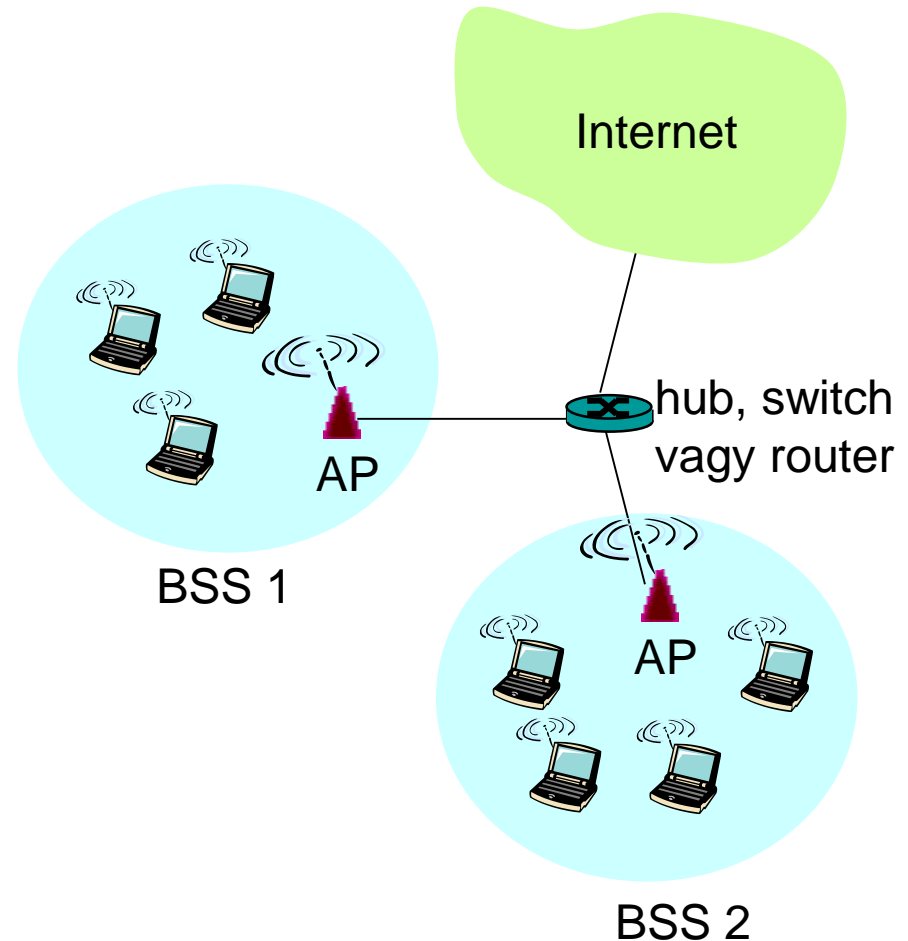
- Ütközés-érzékeléses kiterjesztés a CSMA-hoz
  - Küldés csak, ha üres a csatorna
  - Ütközés felismerésekor abbahagyja a küldést a csomópont
- Érzékelés
  - Vezetékes esetben nem gond
  - Vezetéknélküli esetben nem elég (terjedési csillapítás)
- Ethernet
  - A CSMA/CD-t használja
  - Ütközés érzékelés esetén
    - A keret küldését abbahagyja és speciális jelet sugároz (jam signal)
    - Az ütközött keretet később újraküldi
  - Exponenciális visszalépés
    - Az újraküldés késleltetési idejét véletlenszerűen választja
    - A véletlen választási tartományának mérete újabb ütközés esetén a kétszeresére nő

1. Többszörös hozzáférés
2. Vezetéknélküli LAN (WLAN)
3. Fizikai réteg
4. Összefoglalás

- Vezetéknélküli hálózat – rádiójelek sugárzásával
- **WiFi** (nem Wireless Fidelity)
- Jellemző összefüggés nagyobb vivőfrekvencia – nagyobb adatsebesség – kisebb hatótávolság
- Elérhető hálózatfelépítési módok
  - Infrastruktúra mód – a végpont egy elérési ponton (access point – AP) keresztül kapcsolódik a hálózathoz
  - Ad-Hoc mód – egymáshoz kapcsolódó végpontok hálózata
- Számos változat

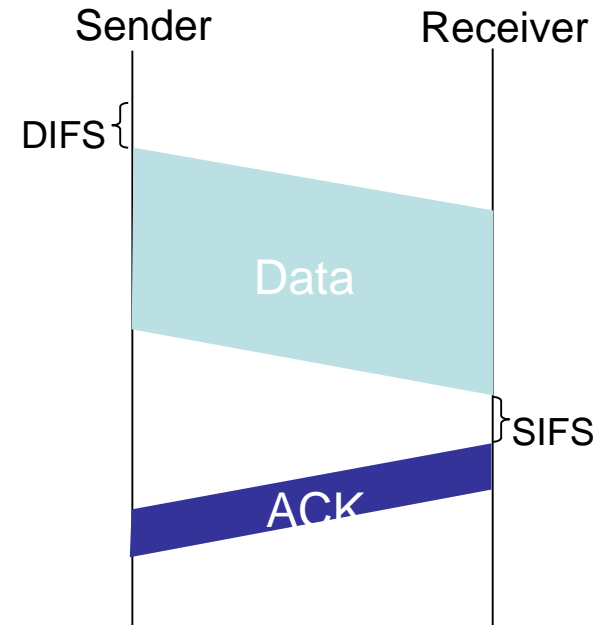
Változat	Vivőfrekvencia (GHz)	Max. sávszélesség (Mbps)
802.11	2.4	2
802.11a	5	54
802.11b	2.4	11
802.11g	2.4	54
802.11n	2.4/5 MIMO	600
802.11ac	5	3400*
802.11ad	60	8000*
802.11ax	2.4/5/6	9600*

- AP – Bázisállomás
- Azonosított cellák - Basic Service Set (BSS)
  - SSID azonosító
- A switch/router funkció gyakran egybe van építve az AP-val
- Egy csatlakozó végpont
  - „Társul” az AP-hez
  - Az AP-k által sugárzott jeleket figyeli
    - Aktív/passzív pásztázás (scanning)
    - Beacon (jelzőfény, irányadó jel) keret: SSID, MAC cím
  - Kiválasztja az AP-t
    - Esetleg autentikációra is szükség van
  - Általában DHCP-vel konfigurál magának IP címet



- Az ütközés felismerése nehézkes
  - Rejtett terminál probléma
  - Jelgyengülés (elnyomás)
- Ütközésselkerülés – Collision Avoidance
- Küldés
  - Adott (DIFS) ideig üres csatorna esetén teljes keret átküldése
  - Foglalt csatorna esetén véletlen értékről visszaszámolás
    - Csak szabad csatorna esetén
    - Nyugta elmaradásakor intervallum kétszerezés
  - Distributed Inter-Frame Space

- Fogadás
  - A keret megérkezése után rövid (SIFS) idővel **nyugta** küldése
  - Short Inter-Frame Space

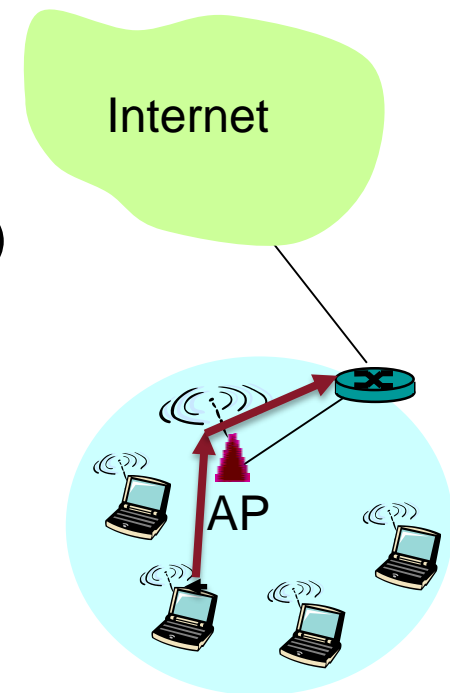


- A csatornáról nem mindig dönthető el, hogy szabad-e
  - Rejtett terminál – egy másik küldő jelét nem vesszük, de a célnál ütközés van



- Véletlen hozzáférés helyett csatorna-lefoglalás kis vezérlőkeretekkel
  1. Küldés előtt **RTS** (Request-to-Send) keret küldése az AP-nak
    - Ezek ütközhetnek, de rövidek
  2. Az AP **CTS** (Clear-to-Send) keretet szór szét
  3. Az igénylő küld, a többiek csendben várnak
  4. Az AP-től jövő nyugta után lehet újra igényelni

- A küldő és a cél fizikai címe mellett kell még egy cím
  - A keret végső célja a router interfésze, vagy egy másik hoszt a LAN-ban (3. cím)
  - A küldés közvetlen célja az AP (1. cím)
  - Küldő címe (2. cím)
  - Ad-Hoc módban további cím is kellhet (4. cím)
- Csatorna-lefoglalás időtartama
- Nyugtázás sorszámozással
- Vezérlési információk
  - Például: típus
    - Vezérlés: RTS, CTS, ACK
    - Menedzsment: Társulás, Beacon



Vezérlés	Időtartam	1. cím	2. cím	3. cím	4. cím	Sorszám	Adat	CRC
----------	-----------	--------	--------	--------	--------	---------	------	-----

- Wireless Personal-Area Networks (WPAN)
  - Néhányszor 10 méteres hatótávolság
  - Ad-Hoc elrendezés
  - Master-slave kommunikáció
  - IEEE 802.15 – Bluetooth
- WiMAX
  - Szélessávú mikrohullámú elérési link
  - Pont-pont megoldás bázisállomások között – kábel helyett mikrohullám
  - Akár néhányszor 10 kilométer
  - Sebesség akár 1 Gbps
  - Pont-multipont elrendezés – végpontok bekötése a cellában
  - IEEE 802.16
- Műholdas rendszerek
- Nyilvános (celluláris) mobilhálózatok

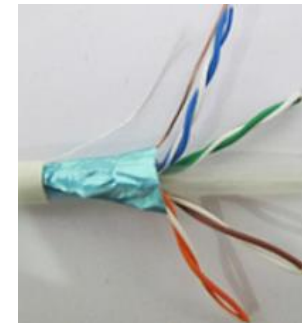
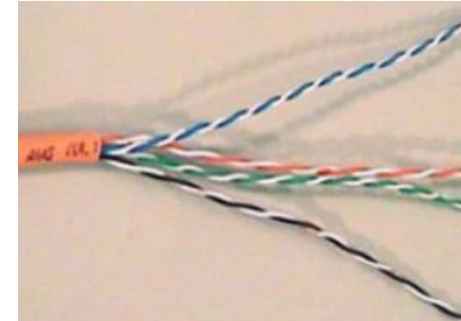


1. Többszörös hozzáférés
2. Vezetéknélküli LAN (WLAN)
3. Fizikai réteg
4. Összefoglalás

- Végződtető vagy kapcsoló hardverek és fizikai közegek
- Feladatok
  - A keret tartalmát kódolja
  - A biteknek megfelelő fizikai (elektronikus, optikai, rádiós) jeleket előállítja
  - A jeleket átküldi a fizikai közegen
  - Veszi a fizikai jeleket
  - Dekódolja (értelmezi) a jelet és a bitekből visszaállítja a keretet
- Szabványosítás
  - A hardverre vonatkozik
  - Több szervezet is dolgozik rajta, pl: IEEE, ISO, ITU-T
- Vonali kódolás – encoding
  - A keretben lévő üzenet elemeinek kódolása bitekre, például Morse, Manchester kódolás (régí Ethernet megoldás)
- Jelzés – signalling
  - Egy-egy jel fizikai reprezentációja és annak elküldése/fogadása

- Időzítés és feszültségérték a jelzés alapja
- Zavaró hatások és kiküszöbölésük
  - Elektromágneses interferencia (EMI) és rádiófrekvenciás interferencia (RFI)
    - Külső hatás
    - Földelés és árnyékolás
  - Áthallás (Crosstalk)
    - A szomszédos vezetékek egymásrahatása
    - Összecsavarás
- Jellemző megoldások
  - Árnyékolatlan csavart érpár – Unshielded Twisted Pair, UTP
  - Árnyékolt csavart érpár – Shielded Twisted Pair, STP
  - Koaxiális kábel

- UTP
  - Kategóriákba sorolják
  - Cat5 – Ethernet 100BASE-TX szabványhoz
  - Cat5e – Ethernet 1000BASE-TX szabványhoz
- STP
  - Drágább, de jobb
- Coax
  - Antennák csatlakoztatása
  - Kábeles Internet/kábelTV bekötés
  - Optikával kombinálva: Hybrid Fiber-Coax HFC



- Fényjelek átvitele üvegszálon
- Jellemzők
  - Nagy sávszélesség
  - Nagyobb távolságok
    - Jelerősítés, újragenerálás szükséges lehet
  - Sérülékenyebb
  - Nehezebb telepíteni
- Alkalmazás
  - WAN és MAN hálózatokban elsősorban ilyen technológia van
  - Hozzáférési hálózatokban – FTTx, pl.: Fiber To The Home
  - Akár LAN-okban is, pl. 100BASE-FX



- Típusok
  - Monomódusú
    - Egyetlen fénynyaláb megy a szálban
    - Nagyobb sáv szélesség
    - Vékonyabb (a mag  $< 10$  mikron), drágább kábel és drága ledek
  - Multimódusú
    - Több nyaláb megy a szálban
    - Kisebb sáv szélesség
    - Vastagabb (a mag 50-60 mikron), olcsóbb kábel és olcsó ledek
- Hullámhosszosztás
  - Sötét szál – nem használja ki a teljes sáv szélességet
  - WDM
    - Különböző hullámhosszú fényjelek más-más kapcsolat jelét viszik
    - Több tíz Gbps egy hullámhosszon
    - Több tíz hullámhossz egy kábelben
    - Speciális (és drága) kapcsolók kellene az átkapcsoláshoz,
    - Hullámhossz konverzió...

1. Többszörös hozzáférés
2. Vezetéknélküli LAN (WLAN)
3. Fizikai réteg
4. Összefoglalás

## A TCP/IP protocol stack rétegei:

- **alkalmazási (application)**
  - a hálózati alkalmazásokat támogatja
  - FTP, IMAP, SMTP, HTTP, DNS, DHCP
- **szállítási (transport)**
  - Adatátvitel processztől processzig
  - TCP, UDP, QUIC, socketek\*
- **hálózati (network)**
  - adatok (csomagok) mozgatása a forrás és nyelő hosztok között
  - IP, ICMP, RIP, OSPF, BGP
- **adatkapcsolati (link)**
  - adatok (csomagok) továbbítása a szomszédos hálózatelemek között
  - Ethernet, WiFi
- **fizikai (physical)**
  - bitek továbbítása a szomszédos csomópontok közti az összeköttetéseken



- Alkalmazási réteg
  - Szolgáltatás hálózati alkalmazásoknak
  - Szöveges kérés-válasz üzenetek
- Szállítási réteg
  - Kapcsolat távoli processzek között
  - Socketek: adatfolyamok vagy datagramok átvitele
  - Nyalábolás és nyalábbontás
  - TCP vagy UDP
  - UDP: egyszerű, megbízhatatlan (médiáfolyamok, rövid tranzakciók)
  - TCP: megbízható, extra funkciók (forg. szab., torlódáskezelés)
  - QUIC: UDP felett megbízható átvitel - beépített titkosítással

- Hálózati réteg
  - Kapcsolat távoli hosztok közt
  - Címzés
    - IPv4, IPv6
    - egyedi azonosítás
    - alhálózatok kialakítása (VLSM)
    - címkiosztás (DHCP) és címfordítás (NAT)
  - Útvonalválasztás
    - routing tábla (lokális szabályok)
    - routing protokollok – link-állapot és távolságvektor (RIP, OSPF, BGP)

- Adatkapcsolati réteg
  - Kapcsolat logikailag szomszédos eszközök között
  - Címzés
    - fizikai címek (vs logikai), címfordítás (ARP)
  - LAN-ok működése
    - címtanulás (MAC learning)
    - redundancia a LAN-okban (STP)
    - VLAN-ok
    - közeghozzáférés
    - Ethernet, WiFi
- Fizikai réteg
  - Fizikai közeg és azon haladó jelek
  - Rézkábel, optika, vezeték nélküli közeg



HÁLÓZATI RENDSZEREK  
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK  
TANSZÉK

