



HÁLÓZATI RENDSZEREK
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK
TANSZÉK

HÁLÓZATOK ALAPJAI ÉS ÜZEMELTETÉSE

Közeghozzáférés, fizikai réteg
2019. április 8.

Zsóka Zoltán

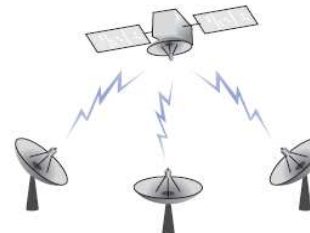
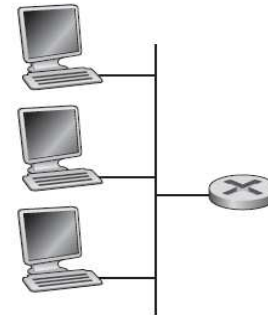
BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
zsoka@hit.bme.hu



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

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

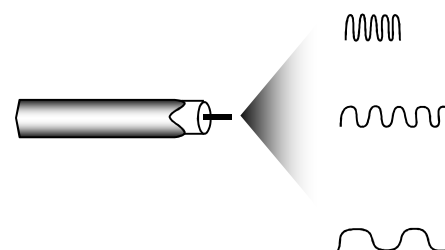
- Kétpontos link
 - Pont-pont összekötést adó közeg (médium)
 - Például két router között
- Üzenetszórásos (broadcast) link
 - Közös felhasználású közeg több ponthoz
 - Eredeti Ethernet
 - Kábelmodemes hozzáférés feltöltési (upstream) iránya
 - IEEE 802.11 WLAN



- 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 switchhez való duplex bekötés esetén gyakorlatilag csak egy interfész van benne – nincs is ütközés

- Egyszerű ALOHA
 - Nincs szinkronizáció
 - Nagyszámú végpont esetén legfeljebb 0.18 a valószínűsége, hogy nem lesz ütközés
- Réselt ALOHA
 - Időrészeket használnak a csomópontok
 - Nem lehet akármikor küldeni, csak az időrés elején
 - Kétszeresre növeli az átküldés sikerének esélyét
- 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

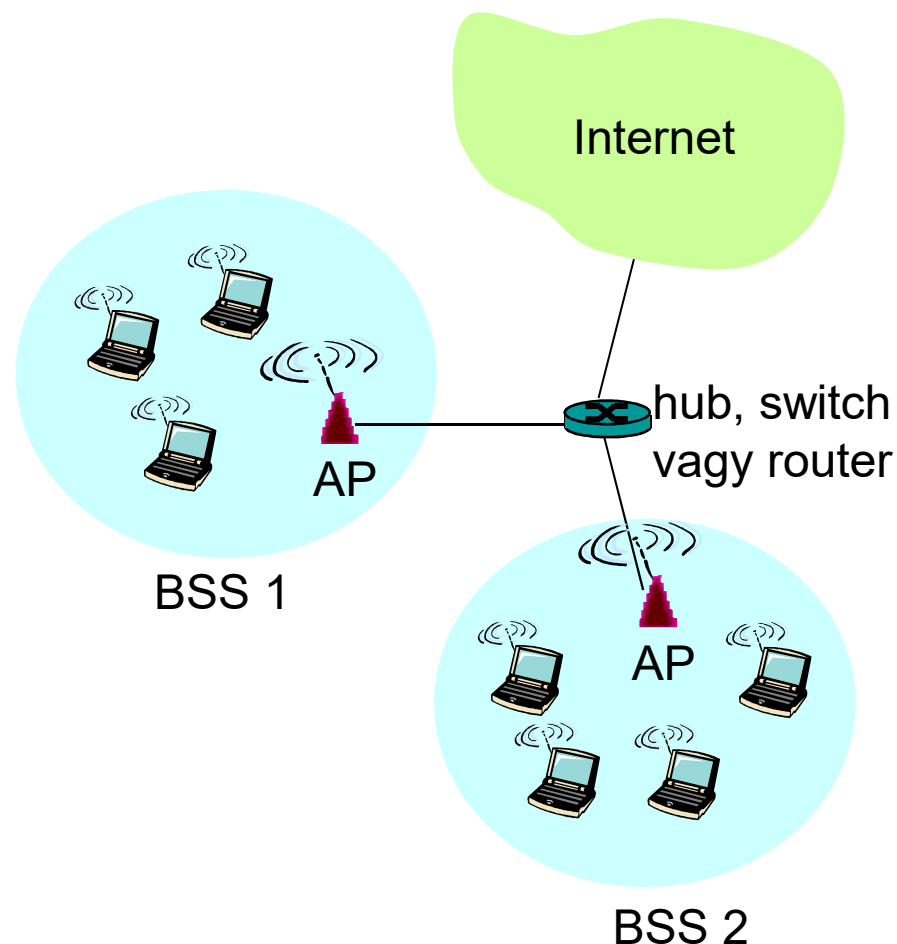
- Ütközés-érzékeléses kiterjesztés a CSMA-hoz
 - Küldés csak, ha üres a csatorna
 - Ütközés felismerésekor abbahagyja a küldést a csomópont
- Érzékelés
 - Vezetékes esetben nem gond
 - Vezetéknélküli esetben a saját adás elnyomhatja a másik adó jelét
- Ethernet
 - A CSMA/CD-t használja
 - Ütközés érzékelés 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

- Vezetéknélküli hálózat – rádiójelek sugárzásával
- **WiFi** – 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

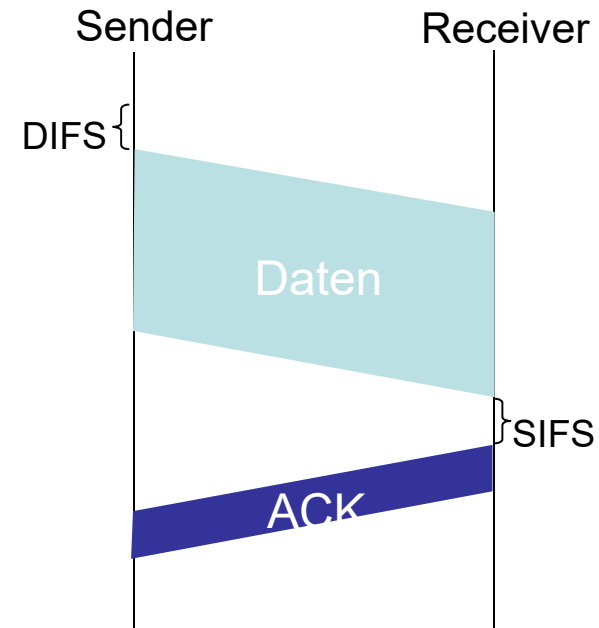
Változat	Vivőfrekvencia (GHz)	Max. sávszélesség (Mbps)
802.11	2.4	2
802.11a	5	54
802.11b	2.4	11
802.11g	2.4	54
802.11n	2.4/5 MIMO	600
802.11ac	5	1300
802.11ad	2.4/5/60	7000

- 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

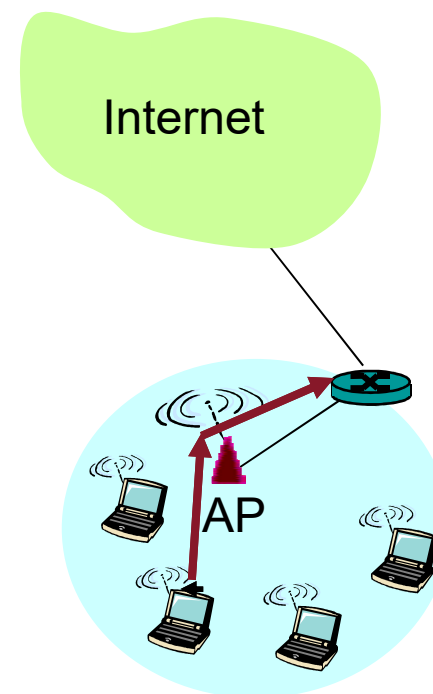


- A csatornáról nem mindig dönthető el, hogy szabad-e
 - Rejtett terminál – egy másik küldő jelét nem vesszük, de a célnál ütközés van



- 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
----------	-----------	--------	--------	--------	--------	---------	------	-----

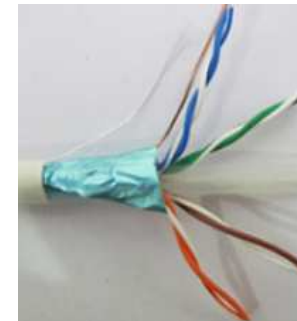
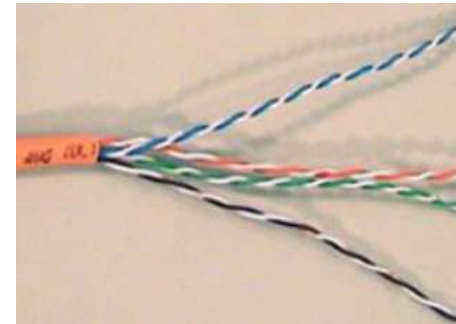
- **Wireless Personal-Area Networks (WPAN)**
 - Néhányszor 10 méteres hatótávolság
 - Sebesség akár 24 Mbps
 - Ad-Hoc elrendezés
 - Master-slave kommunikáció
 - IEEE 802.15 – Bluetooth
- **WiMAX**
 - Szélessávú mikrohullámú elérési link
 - Pont-pont megoldás bázisállomások között – kábel helyett mikrohullám
 - 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

- Végződteső vagy kapcsoló hardverek és fizikai közegek
- Feladatok
 - A keret tartalmát kódolja
 - A biteknek megfelelő fizikai (elektroikus, 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 (régii Ethernet megoldás)
- Jelzés – signalling
 - Egy –egy jel fizikai reprezentációja, pl: on/off, amplitudó modulálás

- 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 sáv szélesség
 - Nagyobb távolságok
 - Jelerősítés, újragenerálás szükséges lehet
 - Sérülékenyebb
 - Nehezebb telepíteni
- Alkalmazás
 - WAN és MAN hálózatokban első sorban 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 ledék
 - **Multimódusú**
 - Több nyaláb megy a szálban
 - Kisebb sáv szélesség
 - Vastagabb (a mag 50-60 mikron), olcsóbb kábel és olcsó ledék
- **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...



HÁLÓZATI RENDSZEREK
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK
TANSZÉK

