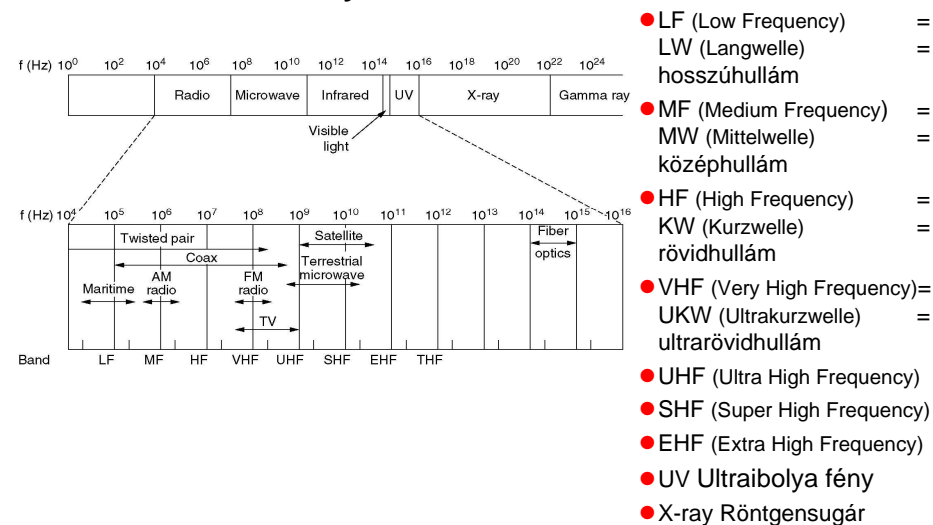


Számítógépes Hálózatok és Internet Eszközök

2007

5. Fizikai réteg – Médium közös használata, példa: ADSL

Frekvencia tartományok



Frekvencia tartományok rádió kommunikációhoz

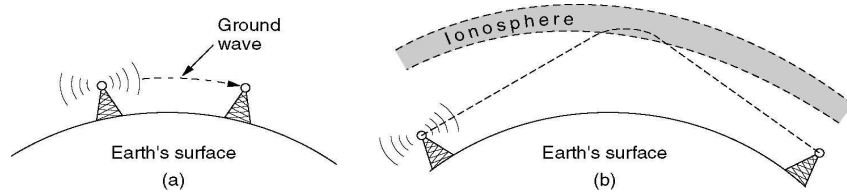
- VHF/UHF mobil kommunikáció
 - Problémák az antenna hossza miatt
- SHF irányított antennák, Satellit-kommunikáció
- Vezetéknélküli (Wireless) LAN: UHF-tól SHF-ig
 - Tervben: EHF
- Látható fény
 - Kommunikáció Laser által
- Infravörös
 - TV távirányító
 - Lokális LAN zárt irodákban

Rádió hullámok terjedési tulajdonságai

- A vákuumban egyenes vonalon terjed
- Vétel erőssége $1/d^2$ -tel arányosan csökken (vákuumban)
- A gyakorlatban magasabb kitevő szerint: d^4 vagy d^5
- Korlátok:
 - elnyelődés a levegőben (főleg HF, VHF)
 - árnyékolás
 - tükröződés
 - szóródás kis akadályokon
 - elhajlás az éleknél

Rádió hullámok terjedési tulajdonságai

- VLF, LF, MF-hullámok
 - követik a föld görbületét (1000 km-ig VLF esetén)
 - áthatolnak az épületeken
- HF, VHF-hullámok
 - a talajban elnyelődnek
 - az ionoszféra által 100-500 km magasan tükröződnek
- 100 MHz fölött
 - a hullámterjedés egyenes vonalú
 - az épületeken alig hatol át
 - jó fókuszálás
- 8 GHz fölött az eső elnyeli



Rádió hullámok terjedési tulajdonságai

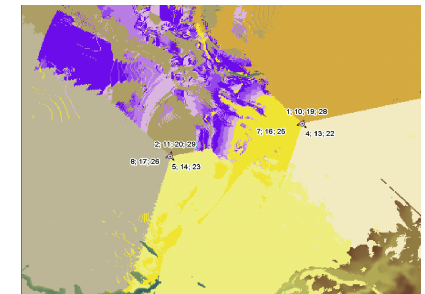
- Több úton terjedés (Multiple Path Fading)
 - A szignál tükröződés, szóródás és elhajlás miatt több úton érkezik meg a fogadóhoz
 - Ez az interferencia időbeli szétszóródásához vezet
 - Hibás dekódolás
 - Szignál gyengülés
- Mobilitásból adódó problémák
 - Rövid idejű megszakadások (Fast Fading)
 - más átviteli hullám
 - Különböző fázishossz
 - A vételi erősség lassú megváltozása (Slow Fading)
 - A küldő és a fogadó közötti távolság csökkenése, növekedése miatt

A médium többszörös használata

- Tér-multiplexálás (SDM)
 - Az átviteli csatornák párhuzamos és exklusiv használata
 - PI. külön vezetékek/cellák/irányított antennák
- Frekvencia-multiplexálás (FDM)
 - Egy frekvenciatartományban több szignált viszünk át
 - Különböző küldőkhöz különböző frekvenciát rendelünk
- Idő-multiplexálás (TDM)
 - Különböző küldők időben eltolva küldik a szignálokat
- Hullámhossz-multiplexálás (WDM)
 - Optikai frekvencia-multiplexálás üvegekábelben való átvitelhez
- Kód-multiplexálás (CDM)
 - Csak mobil kommunikációban (UMTS): A szignálokat ortogonális kódokban kódoljuk, amelyeket egyszerre küldhetünk egy frekvencián
 - Dekódolás átfedés esetén is lehetséges

Tér

- A tér felosztása (Space-Multiplexing)
 - A távolságból adódó vételi gyengülésének kihasználása különböző cellák párhuzamos működtetéséhez → celluláris hálózatok
 - Irányított antennák használata irányított kommunikációhoz
 - GSM-antennák irányított karakterisztikával
 - Irányított átvitel parabolaantennával
 - Laser kommunikáció
 - Infravörös kommunikáció



Frekvencia

- A sáv felosztása frekvencia tartományokra (Frequency-Division)
- Csatornák kiterjesztése és „hopping”
 - Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)
 - XOR a szignálok egy (magasabb adat rátájú) véletlen bitsorozattal mind a küldő mind a fogadó által (rokon a kódmultiplexálással)
 - Idegen szignálok háttérzajként jelentkeznek
 - Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
 - Frekvenciaváltás pszeudo-véletlenszámok alapján
 - Két verzió
 - Gyors váltás (fast hopping): átviteli bitenként több frekvenciaváltás
 - Lassú váltás (slow hopping): Több átviteli bit frekvenciánként

Idő

- Időosztás (Time-Division)
 - A küldő-/fogadócsatorna időbeli felosztása
 - Különböző résztvevők exkluzív időintervallumokat (time slot) kapnak a médiumon
 - Pontos szinkronizáció szükséges
 - Koordináció vagy merev felosztás szükséges

Kód

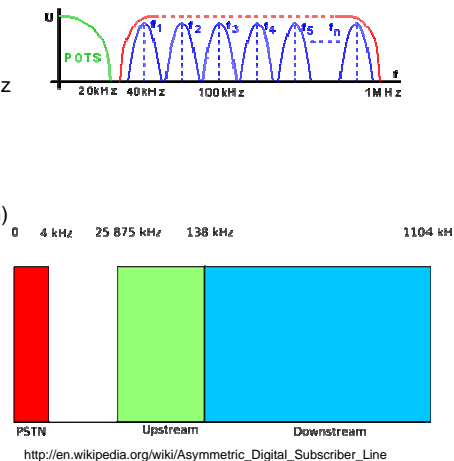
- CDMA (Code Division Multiple Access)
 - pl. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)
 - Ortogonális chip kódok
- Példa:
 - Résztvevő A chip kódja: $u=(+1,+1)$
 - 0 : $(-1,-1)$
 - 1 : $(+1,+1)$
 - Résztvevő B chip kódja: $v=(+1,-1)$
 - 0 : $(-1,+1)$
 - 1 : $(+1,-1)$
- A küld 0-t, B küld 1-t:
 - Eredmény: $(0,-2)$
 - A kódjával: $(0,-2) \cdot (+1,+1) = (-u+v) \cdot u = -u \cdot u = -2$ (→: A 0-t küldött)
 - B kódjával: $(0,-2) \cdot (+1,-1) = (-u+v) \cdot v = v \cdot v = +2$ (→: B 1-t küldött)

Internet hozzáférés telefonkábelén keresztül

- Analog
 - max. 56 kbit/s
- ISDN (Integrated Services Digital Network)
 - 128 kbit/s (hasznos adat)
- ADSL (ITU G.992.1)
 - max. 8 Mbit/s downstream
 - max. 1 Mbit/s upstream
- ADSL2+ (ITU G.992.5 Annex M)
 - max. 24 Mbit/s downstream
 - max. 3,5 Mbit/s upstream

Példa ADSL (ITU G.992.1)

- Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)
 - hagyományos réz telefonkábel használ
- Átvitel: Discrete Multitone Modulation (DMT)
 - max. 255 csatorna (bin)
 - a k-adik csatorna középfrekvenciája $k * 4,3125$ kHz
 - inicializálásnál az ADSL modem teszteli, mely csatornákon kielégítő a signal-to-noise-ratio
 - minden rendelkezésre álló csatornán:
 - moduláció: QAM
 - 4000 baud szimbólumráta (0-15 bit/szimbólum)
- Csatornák felosztása: (Annex A: ADSL over POTS)
 - 0-6. csatorna:
 - Nem használja az ADSL
 - POTS: Plain Old Telephone Service
 - PSTN: Public Switched Telephone Network
 - 7-31. csatorna:
 - upstream
 - 32-255. csatorna:
 - downstream



Internet hozzáférés TV-kábelen keresztül Példa: DOCSIS standard

- Data Over Cable Service Interface Specifications (DOCSIS)
 - Koaxiális kábel
 - DOCSIS 1.0/1.1
 - Csatornák sávszélessége: 200 kHz és 3.2 MHz között
 - Moduláció:
 - Downstream: 64-QAM, 256-QAM,
 - Upstream: QPSK, 16-QAM
 - DOCSIS 2.0
 - Csatornák sávszélessége: 6.4 MHz, de kompatibilis az 1.0/1.1 standardhoz
 - Moduláció: 32-QAM, 64-QAM, 128-QAM upstream és downstream

Max. bitráta:		
DOCSIS	Downstream	Upstream
1.x	42.88 Mbit/s	10.24 Mbit/s
Euro	57.20 Mbit/s	10.24 Mbit/s
2.0	42.88 Mbit/s	30.72 Mbit/s
3.0	+480 Mbit/s	+120 Mbit/s

Adatkapcsolati Réteg (Data Link Layer)

Adatkapcsolati réteg (Data Link Layer)

- Az adatkapcsolati réteg feladatai:
 - Szolgáltatásokat rendelkezésre bocsátani a hálózati rétegnek
 - Keretek (frames)
 - Hibafelügyelet
 - Folyamfelügyelet
 - Hibafelismerés és javítás
 - Hibajavító kódok
 - Hibafelismerő kódok
 - Elemi adatkapcsolati protokollok
 - Simplex
 - „Stop-and-Wait“
 - „Noisy Channel“
- Csúszó ablak (sliding window)
 - 1-Bit-Sliding Window
 - „Go Back N“
 - „Selective Repeat“
- Protokoll-verifikáció
 - Véges automaták
 - Petri háló
- Példák
 - HDLC
 - Internet behívás (PPP)

Az adatkapcsolati réteg szolgáltatásai

- Az adatátviteli réteg szituációja
 - a fizikai réteg biteket visz át
 - struktúra nélkül és esetleg hibásan
- A hálózati réteg az adatkapcsolati rétegtől a következőket várja el:
 - hibamentes átvitel
 - strukturált adatok átvitele
 - adatcsomagok vagy adatáram
 - zavarmentes adatfolyam



Az adatkapcsolati réteg lehetséges szolgáltatásai

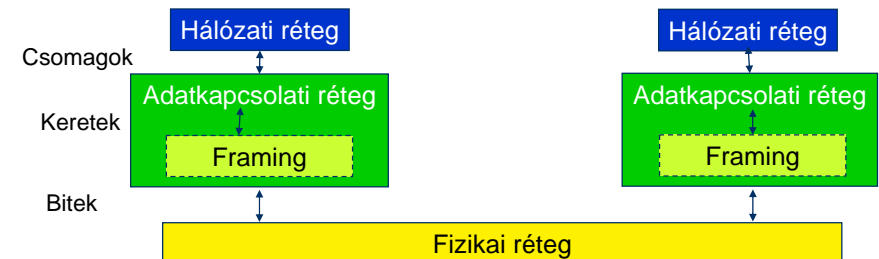
- Megbízható szolgáltatás?
 - A küldött és a fogadott csomagnak egyformának kell lenni
 - Minden elküldött csomagnak meg kell érkezni (valamikor)
 - A csomagoknak a megfelelő sorrendben kell megérkezni
 - **Hibafelügyelet** szükséges lehet
- Kapcsolat-orientált?
 - A pont-pont kapcsolat egy nagyobb összefüggésben van?
 - Kapcsolatnak foglalás szükséges?
- Csomagok vagy adatáram (bitáram)?

Megkülönböztetés: szolgáltatás és implementáció

- Példa
 - A hálózati réteg kapcsolatmentes és megbízható szolgáltatást követel
 - Az adatkapcsolati réteg **intern** kapcsolatorientált szolgáltatást használ hibakontrollal
- Más kombinációk lehetségesek

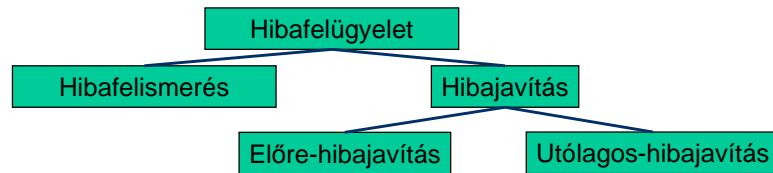
Keretek (frames)

- A fizikai réteg bitáramát darabokra, u.n. **keretekre (frames)** osztjuk
 - Szükséges a hibafelügyelethez
 - A keretek az adatkapcsolati réteg csomagjai
- Keretekre-osztás (fragmentálás és a fogadó oldalon defragmentálás) szükséges, ha a hálózati réteg csomagjai nagyobbak, mint a keretek



Hibafelügyelet

- Minimálisan megkövetelt szolgáltatás az adatkapcsolati rétegtől
 - Keretek segítségével
- Hibafelismerés: van-e hibásan átvitt bit
- Hibajavítás: bithibák megtisztítása
 - Előre-hibajavítás (Forward Error Correction)
 - Redundáns kód használata, amely újrátvitel nélkül lehetővé teszi a hiba kijavítását
 - Útólagos-hibajavítás (Backward Error Correction)
 - A hiba felismerése után a hiba útólagos kommunikációval kerül kijavításra



Kapcsolat felépítés

- Kapcsolatok használata
 - A kapcsolat állapotának felügyelete
 - Protokollok helyessége
 - Hibafelügyelet
 - Különböző hibafelügyeleti módszerek megbíznak a küldő és a fogadó közös kontextusában
- Kapcsolatok felépítése és befejezése
 - Virtuális kapcsolatok
 - A bit-áram interpretációja
 - Keretek által
 - Különösen fontos vezeték nélküli médiumok esetén
- A problémát a szállítói rétegnél átfogóan tárgyaljuk
 - L. OSI-modell ülés réteg

Folyamfelügyelet

- Probléma: gyors küldő és lassú fogadó
 - A küldő túlrasztja a fogadó pufferét
 - Az átvitel sávszélességét elpazarolják az értelmetlen újraküldések (a hibafelismerés után)



- Szükséges a keretküldési ráta hozzáigazítása a fogadóhoz

Keretek (frames)

- Hol kezdődik egy keret és hol ér véget?

Átvitt bit-áram: 0110010101110101110010100010101010101010101100010

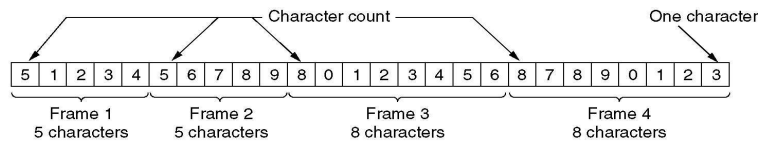
↑
keret kezdete?

↑
keret vége?

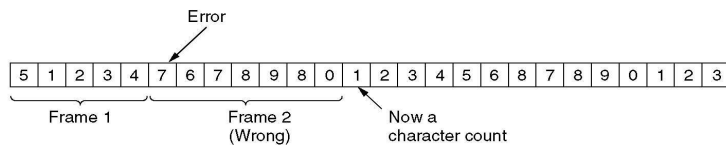
- Figyelem:
 - A fizikai réteg akkor is küldhet biteket, ha a küldő valójában semmit se küld
 - A fogadó
 - interpretálhatná a médium zaját
 - adhatná a 00000000.... sorozatot
 - adat vagy kontroll információ?

Kerethatárok hosszinformációval?

- Ötlet: A keret fejlécében jelezni a bitek számát

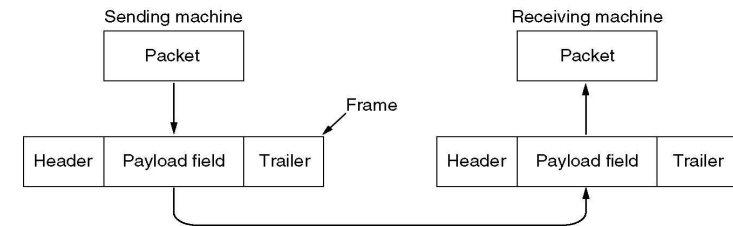


- Probléma: Mi történik, ha a keret hossza hibásan kerül átvitelre?
 - A fogadó elveszti az ütemet és új értelmetlen kereteket interpretál
- Változó keretméret hosszinformációval így nem jó koncepció



Fejléc és lezáró (header and trailer)

- Header és Trailer
 - legtöbbször a keret kezdetén használnak egy **Header**-t a végén pedig egy **Trailer**-t
 - jelzik a keret kezdetét és végét
 - kontrollinformációt hordoznak
 - Pl. küldő, fogadó, kerettípus, hibafelügyeleti információ



Flag byte és byte beszúrás (byte stuffing)

- Speciális "Flag Byte"-ok jelzik a keret kezdetét és végét



- **Byte beszúrás (byte stuffing):**
 - Ha a „flag-byte” a küldendő adatok között előfordul, akkor
 - mint adatbyte-ot egy másik speciális jellel (Escape) kell jelezni
 - Ha a másik speciális jel (Escape) a küldendő adatok között előfordul, azt is.

