

BEVEZETÉS, ALAPOK, ISMÉTLÉS

Bevezetés, alapok, ismétlés



Bemutakozás

- előadó: Fazekas Péter
- I.E.431 463-1880
- fazekasp@hit.bme.hu
- tananyag: www.mcl.hu oldalon (jelenleg: www.mcl.hu/~fazek oldalon)
- féléves követelmény: órákon való részvétel
- 1 db nagyzárthelyi dolgozat legalább elégséges megírása
- vizsga: írásbeli



Az érintett témakörök

- alapfogalmak ismételése
 - OSI modell, modulációk, csatornakódolás, közeghozzáférési eljárások
- némi alaptudás „konyhanyelven”: jelek alapsávi leírása, fading modellek, csatornamodellek, cellás elv
- közcélú rendszerek: 2G -> 4G
- vezeték nélküli adathálózatok: 802.11 család, lokális hálózatok
- IP, mobil IP, IP mikromobilitás
- ad-hoc hálózatok, Bluetooth,
- a jövő hálózatai, 5G

- **Azt halljuk, hogy a mobil távközlési szektor jövedelmező üzletág. Mennyi volt 2015-ben a mobil távközlési szolgáltatásokból származó árbevétel globálisan?**
 - A) kb. 1300 milliárd USD
 - B) kb. 1000 milliárd USD



(Összehasonlítás: Volkswagen csoport (dízel botrány előtt) kb. 260 milliárd USD; gyógyszergyártás kb. 1000 milliárd USD 2012-ben)

- **Hallottam a tévében, hogy népszerű az okostelefon. A 2014-es évben másodpercenként átlagosan hány okostelefont adtak el világszerte?**
 - A) kb. 20
 - B) **kb. 40**



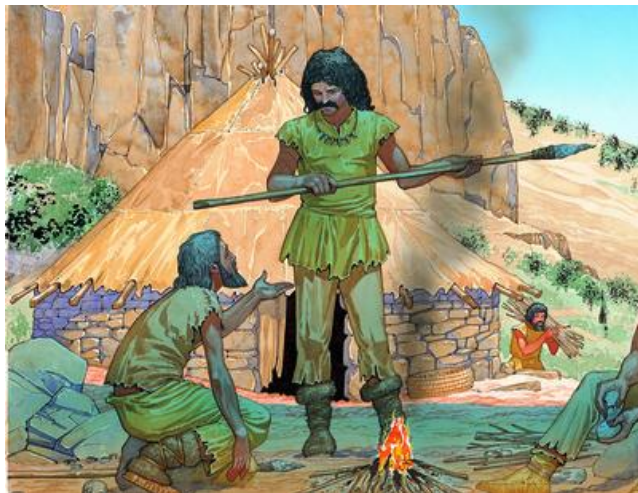
- **Összesen kb. 1.3 milliárd fogyott 2014-ben**

- **Állítólag nagyon népszerű szolgáltatás világszerte a rövid szöveges üzenetek küldése. Átlagosan óránként hány SMS-t küldenek a világon?**
 - A) kb 856 000 000 (kb 10 000 x Shakespeare összes)
 - B) kb 1 900 000 000 (kb 22 000 x Shakespeare összes)



- kb. 7500 milliárd/év

- **Állítólag az emberiség mobiltelefonálni is szeret. Egy óra alatt összesen kb. mennyi mobiltelefonos beszélgetés zajlik világszerte?**
 - A) kb 700 évnnyi
 - B) **kb 2000 évnnyi**



- **Össz 9500 milliárd perc 2012 -ben**

▪ Mikor indult az első kereskedelmi mobiltelefon szolgáltatás Magyarországon?

- A) 1990 október 15 -én
- B) 1991 július 15 -én



January 1990	February 1990	March 1990
Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat	Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat	Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat
1 2 3 4 5 6	1 2 3	1 2 3
7 8 9 10 11 12 13	4 5 6 7 8 9 10	4 5 6 7 8 9 10
14 15 16 17 18 19 20	11 12 13 14 15 16 17	11 12 13 14 15 16 17
21 22 23 24 25 26 27	18 19 20 21 22 23 24	18 19 20 21 22 23 24
28 29 30 31	25 26 27 28	25 26 27 28 29 30 31
April 1990	May 1990	June 1990
Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat	Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat	Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat
1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5	1 2
8 9 10 11 12 13 14	6 7 8 9 10 11 12	3 4 5 6 7 8 9
15 16 17 18 19 20 21	13 14 15 16 17 18 19	10 11 12 13 14 15 16
22 23 24 25 26 27 28	20 21 22 23 24 25 26	17 18 19 20 21 22 23
29 30	27 28 29 30 31	24 25 26 27 28 29 30
July 1990	August 1990	September 1990
Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat	Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat	Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat
1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4	1
8 9 10 11 12 13 14	5 6 7 8 9 10 11	2 3 4 5 6 7 8
15 16 17 18 19 20 21	12 13 14 15 16 17 18	9 10 11 12 13 14 15
22 23 24 25 26 27 28	19 20 21 22 23 24 25	16 17 18 19 20 21 22
29 30 31	26 27 28 29 30 31	23 24 25 26 27 28 29 30
October 1990	November 1990	December 1990
Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat	Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat	Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat
1 2 3 4 5 6	1 2 3	1
7 8 9 10 11 12 13	4 5 6 7 8 9 10	2 3 4 5 6 7 8
14 15 16 17 18 19 20	11 12 13 14 15 16 17	9 10 11 12 13 14 15
21 22 23 24 25 26 27	18 19 20 21 22 23 24	16 17 18 19 20 21 22
28 29 30 31	25 26 27 28 29 30	23 24 25 26 27 28 29 30 31

- **Mindig azt halljuk, hogy a mobiltelefonok használata Magyarországon nagyon elterjedt. Mennyi a 2014. április-június időszakban mobil hanghívást lebonyolító SIM kártyák száma Magyarországon?**
 - A) 9 973 700
 - B) 11 070 600



- **Azt mondják, halálos sugárzás ér, ha a szolgáltató a háztetőnkre építi a bázisállomását. Ha tíz méter távolságban állok nyílt terepen a nagy teljesítményű, 20 W –os 3G bázisállomással szemtől szemben, akkor a fülemhez tartott telefonhoz képest mekkora sugárzást kapok a bázisállomástól?**
 - A) kb az egy százalékát
 - B) kb százezred részét



- Beszélnek róla, hogy az 5G rendszerekben már a Gbps átviteli sebesség sem lesz elképzelhetetlen. Az NTT DoCoMo 5 Gbps (1 DVD / 7.5 sec) átviteli sebességet demonstrált kültéri, városi környezetben, 10 kmph-val mozgó terminál felé, csupán 100 MHz sáv szélesség felhasználásával. Mikor?
 - A) 2011 június
 - B) 2006 december



- **Egy mobil bázisállomás átlagosan kb. 1.5 kW teljesítményt használ, ami nem sok; mint egy hajszárító. A világ bázisállomásainak táplálásához kb. mekkora erőművi kapacitás kell?**
 - A) kb. 25 paksi blokk
 - B) kb. 15 paksi blokk



- Egy mobil készülék átlagosan kb. 0.3 W teljesítményt használ, ez igazán csekélység. A világ mobiltelefonjainak táplálásához kb mekkora erőművi kapacitás kell?
 - A) kb. 3-4 paksi blokk
 - B) kb. 7-8 paksi blokk



- Szakma
- Gyártók
- Szolgáltatók
- Beszállítók



A tárgy motivációi

- hagyományos távközlés, műsorszórás és számítástechnika konvergenciája (eszközökben és hálózatokban)
- mobil beszédhálózatok elképesztő sikere (GSM, 3G, 4G)
- hordozható készülékek egyre nagyobb számítási kapacitása, csökkenő mérete
- rádiós átviteli technológiák folyamatos fejlődése („okos antennák”, többvívős modulációs rendszerek, szórt spektrum, UWB)
 - vezetékes hozzáféréssel összemérhető fizikai adatátviteli sebesség rádión
- hálózati technológiák kiterjesztése vezeték nélküli/mobil környezetre

A tárgy motivációi

- nagyon kis területű hálózatok (Bluetooth, UWB)
- egyre terjedő nagysebességű vezeték nélküli helyi hálózatok (WLAN)
- új, ígéretes városi méretű vezeték-nélküli hálózatok
- nagysebességű mikrohullámú pont-pont és pont multipont hálózatok
- globális lefedettséget nyújtó műholdas hálózatok
- a rádiós és mobil átvitel mindenütt jelen van, aránya egyre növekszik

A tárgy motivációi

- miért más mint a vezetékes kommunikáció?
- kutatás/fejlesztés legnagyobb kihívásai két fő problémakörből adódnak:

- **a csatorna:**

- kis kapacitás (sávszélességtől és adóteljesítménytől függ, sávszélesség nagyon drága)

- Shannon $R \leq W \cdot \log_2\left(1 + \frac{P_{Signal}}{P_{noise}}\right)$

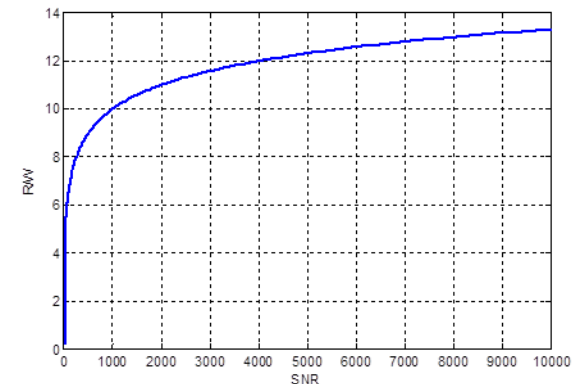
- SNR: $\frac{P_{Signal}}{P_{noise}}$

- átviteli sebesség a fizikai sávszélességgel lineárisan, az adóteljesítménnyel logaritmikusan skálázódik

- mérnöki gyakorlatban:

$$R \leq W \cdot \log_2\left(1 + \frac{P_{Signal}}{P_{noise} + P_{interference}}\right)$$

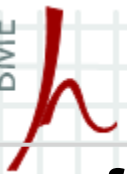
- SINR: $\frac{P_{Signal}}{P_{noise} + P_{interference}}$





A tárgy motivációi

- termikus zaj (Shannonban)
- nagy csatornacsillapítás
 - időjárás, beépítettség, környezet, távolság, vivőfrekvencia, adó/vevő magassága befolyásolja
- időben és helytől függően (drasztikusan) véletlenszerűen változó csatorna csillapítás: fading; árnyékolás (shadowing)
- többutas terjedés, random késleltetésekkel és csillapításokkal
- interferencia (mások is használhatják ugyanazt a sávot, vagy valami behallatszik)-> Shannonban megjelenik
- a keskeny csatornát a lehető leghatékonyabban kell kihasználni (legtöbb bit per szekundumot átpréselni): de minden felhasználó látja, valahogy el kell köztük osztani
 - spektrális hatékonyság: R/W , bps/Hz
- mivel mindenki hallja, sokkal könnyebb lehallgatni, ill. zavarni: kényes a biztonság



A tárgy motivációi

- **felhasználói mobilitás:**
 - a felhasználók rádiós interfészen keresztül csatlakoznak a (globális) hálózathoz, egy hálózati csatlakozási ponton keresztül (bázisállomás, hozzáférési pont)
 - mozgás során eltávolodhatnak, másikhoz csatlakozhatnak (ha kommunikáció közben történik: handover) ez történhet akár különböző szolgáltatók, vagy hálózatok között is!
 - ennek úgy kell megtörténnie, hogy a felhasználó ne vegye észre
 - hívások, adatcsomagok átirányítása az új hely felé, manapság szolgáltatási minőségről (QoS) beszélnek, ezt kell biztosítani
 - rádiós erőforrásnak kell rendelkezésre állnia az új csatlakozási pontnál is
 - a felhasználót meg kell találni a hálózatban, ha felé irányuló kommunikáció van
 - a felhasználó bárhol bármikor elérhető legyen és bárhol bármikor tudjon kommunikációt kezdeményezni
 - a felhasználót hitelesíteni kell (autentikáció szükséges)

A tárgy motivációi

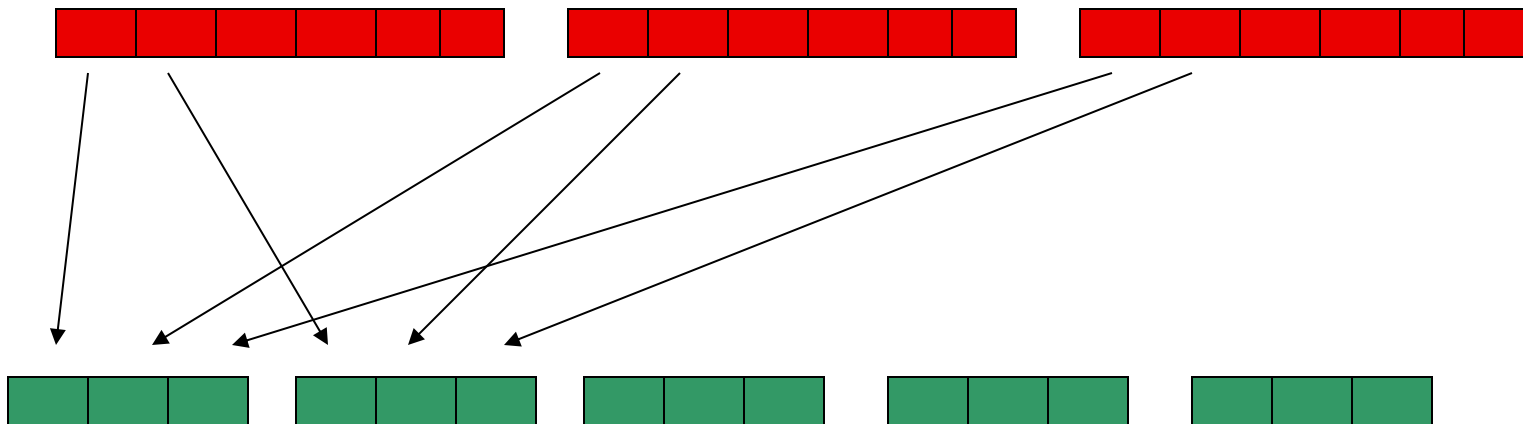
- további fejlődés és kutatás a rádiós, mobil kommunikációt érintő minden területen
- **rádiós átvitel:** többvívős rendszerek; okos antennák; összetett antennák; ultra-szélessávú (UWB) kommunikáció; vak csatornaki egyenlítés
- **hibamentes adatátvitel:** turbó kódolás; iteratív kódolók; együttes forrás és csatornakódolók; többfelhasználós vevők
- **intelligens csatornamegosztás:** QoS alapú és prioritásos ütemezők; elosztott, központi koordináció nélküli csatornamegosztás; MIMO antennák, térben osztott csatorna
- **felhasználó mozgása:** helyzet követési, helyzet frissítési, helyzet előrejelzési eljárások
- **hálózati technológiák:** mobilitást kezelő hálózati protokollok, mobilitást támogató hálózati eszközök; önszervező mobil hálózatok

A tárgy motivációi

- **hálózati transzport:** rádiós átvitelhez igazított transzport protokollok, mobilitást, adatbiztonságot együtt nyújtó transzport protokollok
- **alkalmazások:** kis képernyőre, kis bitsebességre optimalizált hálózati alkalmazások; felhasználó helyétől függő alkalmazások, szolgáltatások

Hibavédelem

- hogyan lehet a rossz csatorna hatásait kivédeni?
 - hibavédő kódolás (FEC): konvolúciós kódolás, blokk-kódolás, turbó kódolás: bizonyos mennyiségű bithibát képesek javítani, még többet jelezni, ha a hibák elszórtak, függetlenek
 - redundancia (több bit átvitele) kell hozzá
 - de a hibák: tipikusan borsztösen jelentkeznek
 - ezért: interleaving (átlapolás)



- scrambling (bitkeverés)

- hogyan lehet a rossz csatorna hatásait kivédeni?
 - nyugtázás/újraadás
 - többféle verzió: pozitív nyugta minden csomagra, küldési ablakos megoldások, negatív nyugta

 - általában: magasabb szintű moduláció és kisebb kódolási redundancia: kevésbé zavartűrő

 - adaptív moduláció és kódolás: a csatorna állapotától függ, hogy egy adott pillanatban milyen modulációval, milyen hibavédő kódolással küldik az adatot: a hasznos átviteli sebesség is a csatornától függ

Közeghozzáférés

- Szervezett és véletlen (versenyzéses) közeghozzáférés
 - hasonló fogalom: multiplexelés
- Szervezett: frekvenciaosztásos, időosztásos, kódosztásos hozzáférés
 - az egyes felhasználók egy frekvenciasávot, egy időszeletet vagy egy speciális jel-transzformációt jellemző kódot kapnak
- Véletlen:
 - ALOHA: felhasználó akkor ad, amikor akar, ütközés lehet, ütközés esetén véletlen várakozás után újra próbálkozás
 - vivőérzékeléses (CSMA) eljárások: adás előtt az állomás belehallgat a csatornába, ha nincs másik adás, akkor próbál adni



Történeti áttekintés

- mi az első név amit rádiós kommunikációban meg kell említeni? ()
 - természetesen James Clark Maxwell, 1864: „Az elektromos mező dinamikus elmélete” c. dolgozata
 - megjósolja az elektromágneses hullámok létezését
- Hertz 1888: kísérletileg igazolja az EM hullámok létezését
- Marconi 1897: első rádiós átvitel; 1901: első átvitel az Atlanti óceánon át
- Popov: 1900, szintén rádiós átvitel
- ezután beindul az amatőr rádiózás
- 1920 első kereskedelmi rádió
- 1921: detroiti rendőrség egyirányú rádiós kommunikációja
- 1933: kétirányú rendőrségi rádiós kommunikáció (push to talk PTT)
- 1940 Motorola: első duplex rádió
- 1946: autóba szerelhető telefon, rádió-PSTN kapcsolat

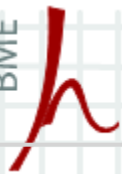


Történeti áttekintés

- Cellás rádiótelefon hálózatok
 - 1968: cellás elv, frekvencia újrafelhasználás elve
 - 1979: AMPS (Advanced Mobile Phone System): analóg cellás mobiltelefon rendszer
 - 1981: NMT (Nordic Mobile Telephone system), analóg cellás rendszer (Westel 450 , ha még emlékszik valaki)
 - 1985: TACS (Total Access Communication System), Japán (analóg)
 - 1989: GSM szabvány, első rendszerek a '90-es évek elején
 - 1991: IS 54, amerikai digitális rendszer
 - 1993: IS 95 szórt spektrumú digitális rendszer, JDC (Japan Digital Cellular) rendszer
 - 1999 UMTS szabvány első verzió, 2001-es verzióban: HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)



- Rádiós adatkommunikáció
 - 1970: ALOHA rendszer: Hawaii, szigeteken elhelyezett terminálok és központi terminál közti kommunikáció, 1972 réselt ALOHA
 - CSMA protokollok alapja, ez alapján pl. 1976: Ethernet (CSMA CD)
 - 1991 NCR WaveLAN (1 és 2 Mbps sebesség)
 - 1997 IEEE 802.11 (1 és 2 Mbps)
 - később további verziók, ma 802.11a és 802.11g: 54Mbps
 - 90 es évek közepe: Internet protokoll mobil kiterjesztése
 - 90 es évek közepe: ATM mobil kiterjesztése, mobil ATM kísérleti hálózatok (WAND, WATMNet, stb.) -> mobil ATM fejlesztések befejeződtek
 - 90 –es évek közepe, vége: Hiperlan1, abbamaradt, Hiperlan2: nem valószínű hogy piacra kerül



- Műholdas kommunikáció
 - 1945 Arthur C. Clarke (híres sci-fi szerző, pl. Űrodisszeia sorozat): geoszinkron pályán keringő távközlési műhold elve
 - az egyenlítő adott pontja fölött kering 24 órás keringési idővel, 3 db. ilyenl a Föld lakott részének nagy része lefedhető
 - 1964 első geoszinkron pályás műhold
 - 1965: Intelsat 1, első kereskedelmi távközlési műhold
 - 60 as évektől: műholdas műsorszórás
 - '70-es évek, Inmarsat, műholdas navigációs rendszerek
 - 90-es évek: LEO (Low Earth Orbit – pár száz km) pályán keringő műholdakkal megvalósított globális mobiltelefon és adathálózatok tervei (Teledesic, Globalstar, Iridium)
 - Iridium: Motorola fejlesztette, 66+11 műhold, szolgáltatás indítása 1998 végétől, nem volt előfizető, leállították