

Beágyazott rendszerek illesztése információs rendszerekhez BMEVIMIM343

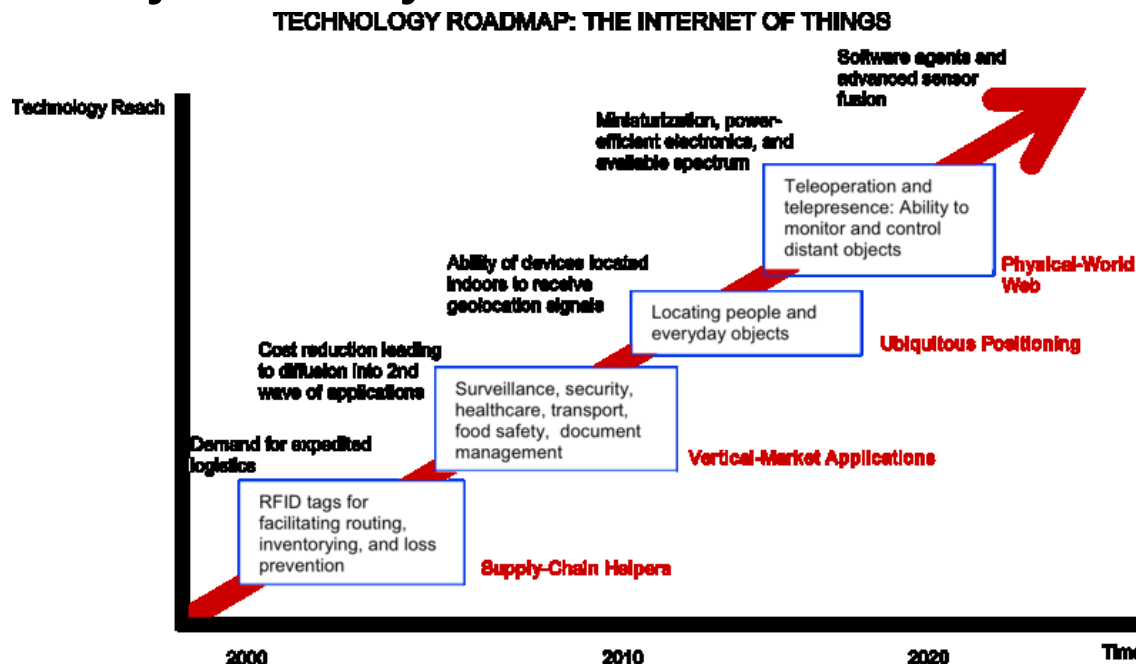
dr. Kovácsházy Tamás
Bevezetés



Méréstechnika és
Információs Rendszerek
Tanszék

The Internet of Things

- A jelenlegi Internet elsősorban az emberek kommunikációját szolgálja
 - Már jelen van az eszközök közötti kommunikáció is...
- A jövő Internetjén az embereket körülvevő eszközök kommunikációja lesz a jellemzőbb

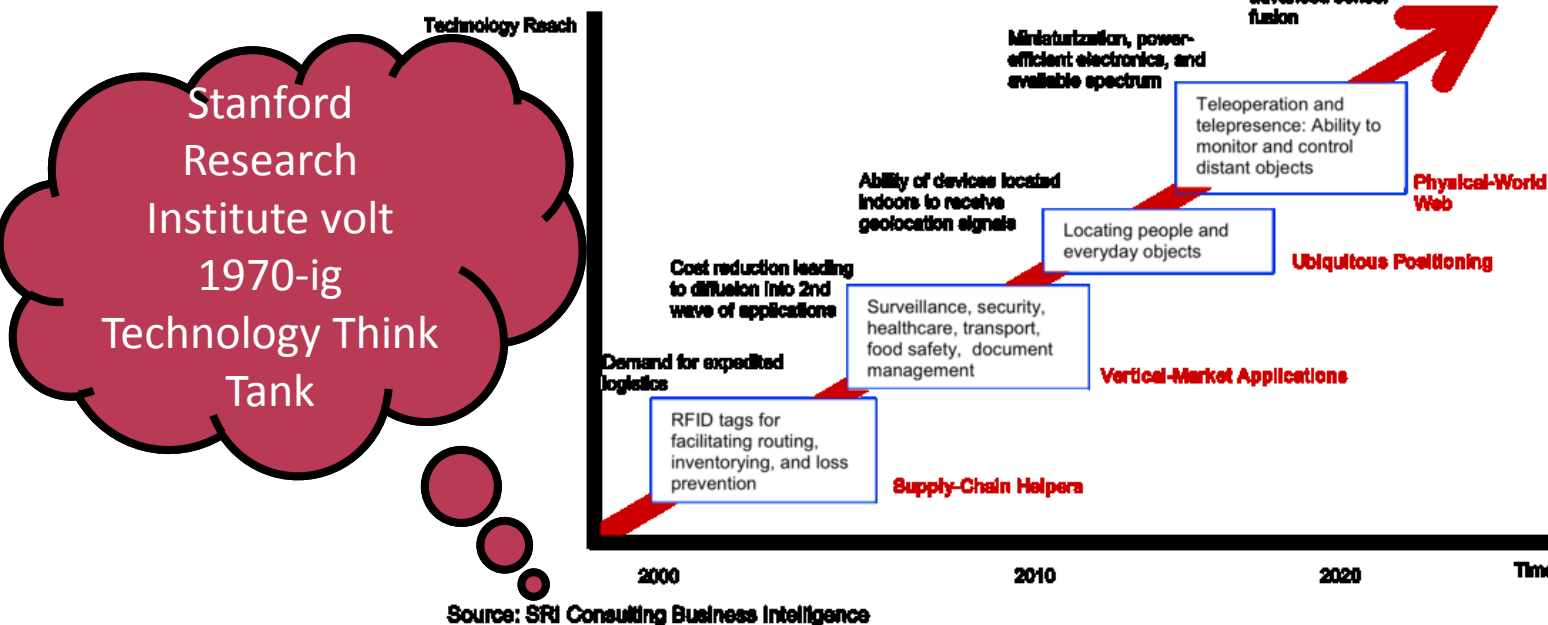


Source: SRI Consulting Business Intelligence

The Internet of Things

- A jelenlegi Internet elsősorban az emberek kommunikációját szolgálja
 - Már jelen van az eszközök közötti kommunikáció is...
- A jövő Internetjén az embereket körülvevő eszközök kommunikációja lesz a jellemzőbb

TECHNOLOGY ROADMAP: THE INTERNET OF THINGS





- Járműipar
 - Gépjárművek, hajók, stb. diagnosztikája és együttműködése
 - Repülőgép fly-by-wire
(A digitális verzióra gondolok, a Wright Flyer is fly-by-wire volt! 😊)
- Szórakoztató elektronika, háztartás
 - TV, Hi-Fi, MP3 lejátszó, asztali DVD lejátszó, mikrohullámú sütő, mosógép
 - Intelligens otthon
- Kommunikáció
 - Hálózati eszközök, mobiltelefon, HW IP telefon
- Épület elektronika
 - Lift vezérlő, riasztó, HVAC
- Egészségügyi berendezések
 - Szívritmus szabályzó, vérnyomásmérő, EKG, stb., kórházi és otthoni ápolás
- Méréstechnika és ipari irányítástechnika
 - Műszerek, digitális folyamatirányító és gyártó rendszerek



Példa: Ethernet és TCP/IP beágyazott rendszerekben

■ Járműipar

- Gépjárművek: kísérleti rendszerek, pl. TTEthernet, multimédia
- Repülőgép fly-by-wire: AFDX (Airbus A380, Boeing 787 Dreamliner)



■ Szórakoztató elektronika, háztartás

- DLNA (Digital Living Network Alliance), hálózati média lejátszók



■ Kommunikáció

- HW IP telefon, Hálózati eszközök

■ Épület elektronika

- HVAC, épület felügyeleti elektronika



■ Egészségügyi berendezések

- Kórházi és otthoni betegfelügyelet, egészségügyi informatikai rendszerek



■ Méréstechnika és ipari irányítástechnika

- Műszerek, digitális folyamatirányító és gyártó rendszerek
- <http://search.ni.com/nisearch/app/main/p/q/ethernet/>

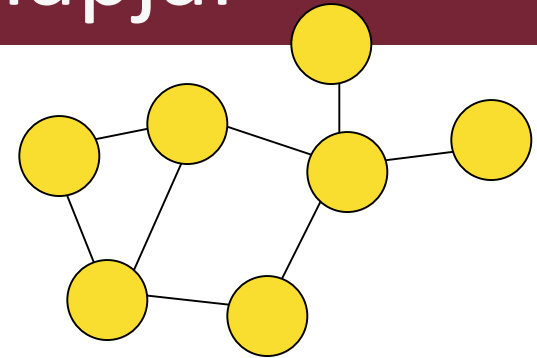


Mérnöki nézőpont...

- Beágyazott számítógép hálózatról van szó!
- Mi a mérnök feladata?
 - Rendszerterv
 - Követelmények, specifikáció
 - Hardver és szoftver megvalósítása
 - Tesztelés

Számítógép hálózatok alapjai

- Számítógép hálózatok elemei
- Állomások (Node)
 - Kommunikálni szeretnének egymással
 - HW és SW
 - Sokféle node (architektúrális és teljesítmény különbségek)
 - Nagyszámú node (megbízhatóság)
 - Rosszindulatú node-ok (security)
- Összeköttetések (Connection)
 - A kommunikációra használt fizikai közegen keresztül
 - A fizikai közeg valamilyen jellemzőjét változtatva (adás) majd a változást érzékelve (vétél) visszük át az információt
 - A fizikai közegben az információ torzul és zaj adódik hozzá, ezért információ sérülhet vagy elveszhet valamint vannak mellékhatások (EMC!)
 - Az információ továbbítása késleltetéssel jár
 - Az információ a továbbítás során kikerül a node-ok fennhatósága alól, azt rosszindulatú hatások is érhetik



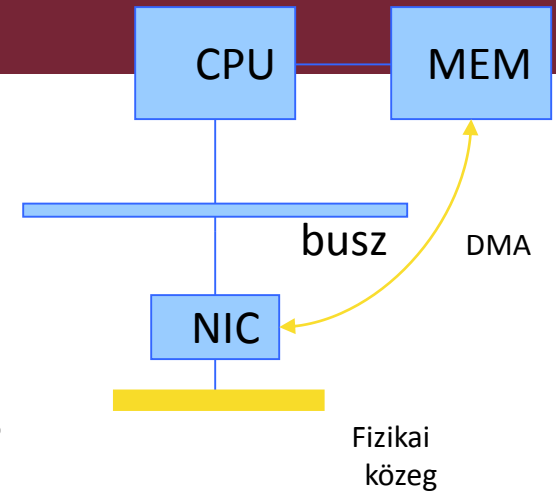
■ Állomások

○ Processzor és memória

- Architektúrális különbségek
 - Operációs rendszer és azon belül SW verzió
 - Szóhossz (8, 16, 32, 64 bit)
 - Byte sorrend (endianness, little endian és big endian)
- Teljesítmény különbségek egy hálózaton belül
 - Több magos CPU-val és több Gbyte RAM-mal felszerelt ipari PC
 - 8 bites mikrovezérlő 8Kbyte RAM-mal és 64kbyte FLASH-sel (Procyon AVRlib vagy Microchip TCP/IP stack)

○ Hardver perifériaként a Network Interface Controller (NIC)

- 10 Gb/s Ethernet NIC PCI Express buszon
- 10 Mb/s Ethernet NIC SPI buszon (Microchip ENC28J60)



Összeköttetések 1.

- Részletesen fogjuk elemezni a konkrét technológiáknál
- Fizikai közegen keresztül, amely lehet:
 - Vezetékes
 - Rézvezető
 - Koaxiális kábel
 - Érpár (pl. 230V-os hálózat is)
 - Csavart érpár
 - Optikai szál (üveg vagy műanyag)
 - Egyéb vezető közeg (pl. emberi test)
 - Vezeték nélküli
 - Rádiós
 - ISM sáv (433MHz, 868MHz, 2.4 GHz, 5GHz) adott teljesítménnyel
 - Egyéb sávok a Nemzeti Hírközlési Hatóság engedélyével (frekvencia gazdálkodás)
 - Optikai (pl. IRDA, free space optics)
 - Füstjelek, galambposta, vagy ki tudja mit hoz a jövő

Összeköttetések 2. (Korlátok)

- A fizikai közeg csillapítja a benne haladó jelet
 - A rendelkezésre álló sávszélesség és az alkalmazott moduláció módja direkt módon befolyásolja az elérhető sávszélességet (Nyquist intersymbol interference criterion, zajmentes esetben)
 - Nemlineáris hatások is jelen vannak (optikában is)
- A fizikai közegben haladó jelre külső zavarok hatnak
 - Shannon–Hartley összefüggés alapján a jel-zaj viszony direkt módon befolyásolja az elérhető adatátviteli sebességet
 - A kommunikáció maga is zavarforrás (EMC)
 - A jel-zaj viszony nem növelhető egy határ után az adás jelszintjének növelésével
 - Fejlődés: RS232 → RS422/RS485 → LVDS
- Fizikai közegtől függő terjedési sebesség
 - Vákuumban $c = 300000 \text{ km/s}$, rézvezetőben és üveg optikai szálban kb. 200000 km/s (Budapest-New York: 50 ms kábelkésleltetés)
- Rézvezető galvanikus kapcsolatot teremt az azzal összekötött állomások között
 - Földelési és életvédelmi problémákat kezelni kell
 - Impulzustranzformátor az analóg tartományban
 - Optikai leválasztás a digitális tartományban
 - Galvanikusan leválasztott táp is kell az analóg résznek!

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

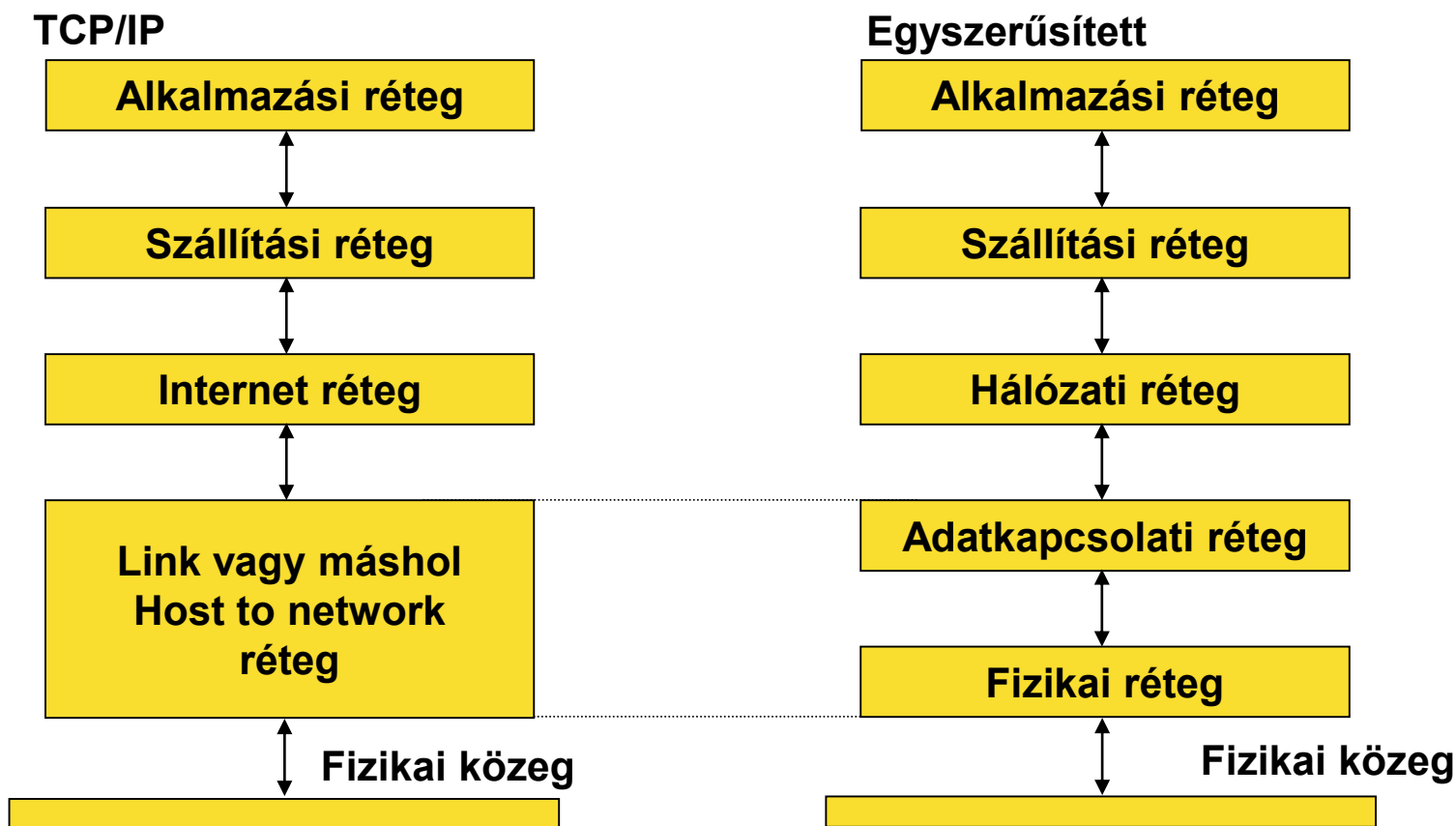
Összeköttetések 3.

- Pont-pont közeg
 - Dedikált kapcsolat két állomás között
 - Külön adás és külön vétel ág (2 érpár)
 - Nagyszámú állomás esetén a topológia érdekes (csillag, fa, stb.)
 - Költségek és teljesítmény tekintetében érdekes
 - Példa: RS232 vagy RS422 asszinkron soros port, valamint a modern Ethernet
- Üzenetszórásos közeg
 - A fizikai közegen osztoznak az állomások (mindenki vesz mindent)
 - A közegmegosztás algoritmusai érdekesek (hatékonyság, teljesítmény)
 - Aloha, réselt Aloha, CSMA/CD, CSMA/CA, stb.
 - Mindig half-duplex (egy időben egy adó adhat)
 - Ha többen adnak, akkor az üzenet többnyire olyan mértékben torzul, hogy hibásnak kell tekinteni (egymás szavába vág kifejezés jó analógia)
 - Idő és/vagy frekvencia osztás (az összes többi megoldásról bebizonyították, hogy lényegében ezekre vezethető vissza)
 - Hullámhossz osztásos multiplexelés optikai szálon
 - Kódosztásos multiplexelés 3G hálózatokban
 - Példa: RS485, GSM/GPRS/3G mobil rendszerek, IEEE 802.11x (WI-FI)
 - Ma elsősorban a rádiós vezeték nélküli összeköttetéseknél használjuk

Referencia modellek

- A hálózati kommunikáció összetett feladat
- A hálózati kommunikáció még ma is egy folyamatosan fejlődő terület
- Azonos funkcionális szinten is vannak ma is versengő megoldások (felsőbb rétegekben napjainkban is)
- Referencia modellekben gondolkodunk
 - Absztrakt szolgáltatások, nem implementáció
 - Az implementációban meglévő funkciók és azok összefüggéseinek a magyarázatát könnyítik meg
 - Elterjedt referencia modellek:
 - Open System Interconnection (OSI) Reference Model (7 réteg)
 - Volt implementációja is, de megbukott a piacon
 - Az IBM erőszakolta ki a 7 réteget (kevesebb lett volna), a saját rendszerét akarta beerőszakolni (Systems Network Architecture, SNA), nem sikerült
 - TCP/IP referencia modell (4 réteg)
 - Egyszerűsített referencia modell (5 réteg)
 - OSI modell átgondolásával a TCP/IP alapján

TCP/IP és az egyszerűsített referencia modell



Fizikai réteg

- Feladat:
 - **Bitek, vagy szimbólumok** (N bites kódok) küldése és fogadása a fizikai közegben **szomszédos** állomások között
 - Szimbólum sebesség (baud/s) \neq Adatátviteli sebesség (b/s)
 - Szimbólum sebesség a fizikai rétegben értelmezhető, és a szimbólumok nem csak adat, hanem más információt is hordoznak (redundancia, kontrol információ, stb.)
 - A fizikai közeggel kapcsolatos események kezelése, a fizikai közeg vizsgálata
- Interfész a fizikai közeg felé:
 - Egyértelműen megadott kódolás és modulációs séma
 - Pl. jelalakok
 - Villamos és mechanikus paraméterek
 - Pl. kábelek és csatlakozók
- Interfész az adatkapcsolati réteg felé
 - Szabványos bit vagy szimbólum folyamat, szabványos villamos jellemzőkkel
 - Események jelzése
 - Fizikai réteg csatlakoztatása, hibák (rövidzár, szakadás, túl hosszú, stb.)
 - Statisztikai adatok és mérési eredmények
 - Küldött és fogadott bitek/szimbólumok és események száma, kábel paraméterek (pl. hossz, csillapítás, bekötés gigabites Ethernet-nél)
 - Fizikai réteg konfigurálása

Adatkapcsolati réteg

■ Feladata:

- Az információ küldése és fogadása nagyobb , de korlátozott méretű egységekben (**keretek, frame**) a **szomszédos** állomások között
 - Keret szintű hibakezelés – hibaarány összefüggése
 - Tipikus hibaarány számítógép hálózatokban: 10^{-12} ber (10^{12} bitből 1 sérül)
 - Egy hiba az egész keretet hibássá teszi
 - Rendszer késleltetés (keret adását nem lehet megszakítani)
 - Kis méret: kis késleltetés, de nagy overhead (Asynchronous transfer mode, ATM)
 - Nagy méret: nagy késleltetés, de kis overhead
 - Változó méret: komplexitás, buffer kihasználtság kérdések, ingadozó késleltetés
 - Címzés (ha szükséges, pl Ethernet MAC cím)
 - Keret szinten hibaellenőrzés (CRC)

■ Interfész a hálózati réteg felé

- Kereteket tartalmazó adatstruktúrák küldése és fogadása, send() és receive()
 - Nyugtázás?
 - Lokális nyugta van vezetékes rendszerekben (alacsony hibaarány)
 - Távoli nyugta van vezeték nélküli rendszerekben (magas hibaarány)
- Események jelzése
- Statisztikai adatok és mérések
 - Keretek és byte-ok száma, hibák
- Az adatkapcsolati réteg konfigurálása

Hálózati réteg

- Feladata:
 - Információ küldése nagyobb, de korlátozott méretű egységekben (**csomag, packet**) a hálózatban **tetszőleges (nem szomszédos) állomásnak**
 - Eltérő adatkapcsolati réteg keret és hálózati réteg csomag méret
 - Eltérő technológiákat alkalmazhat a két állomás az alsóbb rétegekben a kommunikáció során (köztes állomás szükséges)
 - Sokféle fizikai és adatkapcsolati réteg technológia van!
- Címzés kötelező ezen a szinten, de az adatkapcsolati réteg cím erre nem használható
 - Nem minden eszköznek van címe az adatkapcsolati rétegben
 - Az adatkapcsolati réteg címek kiosztása véletlenül múlik
 - Gyártásban kiadják sorfolytonosan, aztán valaki megveszi.
 - Ez alapján hogyan találjuk meg egy nagy hálózatban az állomást?
 - Nagy rendszerekben hierarchikus címzés a kedvező.
 - Altérő címzési megoldások vannak az adatkapcsolati rétegben
- Interfész a szállítási réteg felé
 - Hasonló az adatkapcsolati réteg és a hálózati réteg közöttihez, csak eltérő az adatstruktúrák szerkezete

Szállítási réteg

■ Feladatok

- Nagyobb információs egységek továbbítása **alkalmazások között**
 - Információ csomagokra bontása (adó) vagy összeállítása (vevő)
- Hálózati hibák elleni védelem a nagyobb információs egységek szintjén
 - Keret vagy csomag elveszhet, sorrendjük megváltozhat, duplikálódhatnak, stb.
- Egy állomáson belül több alkalmazás akarja használni a hálózatot
 - Alkalmazások címezése az állomáson belül
- Adatfolyam vezérlés (folyam szabályzás, flow control)
 - Gyors adó lassú vevő, szűk keresztmetszet a hálózatban, ne alakuljon ki torlódás
- Torlódásvezérlés (congestion control)
 - A torlódás felismerése és megszüntetése
- Kapcsolatorientált vagy kapcsolat mentes szolgáltatások
 - Analóg telefon rendszer \Leftrightarrow papír alapú levél
- Folyam alapú vagy csomag alapú szolgáltatások
 - Pl. byte folyam (aszinkron soros port) \Leftrightarrow C struktúra érték szerinti átadása

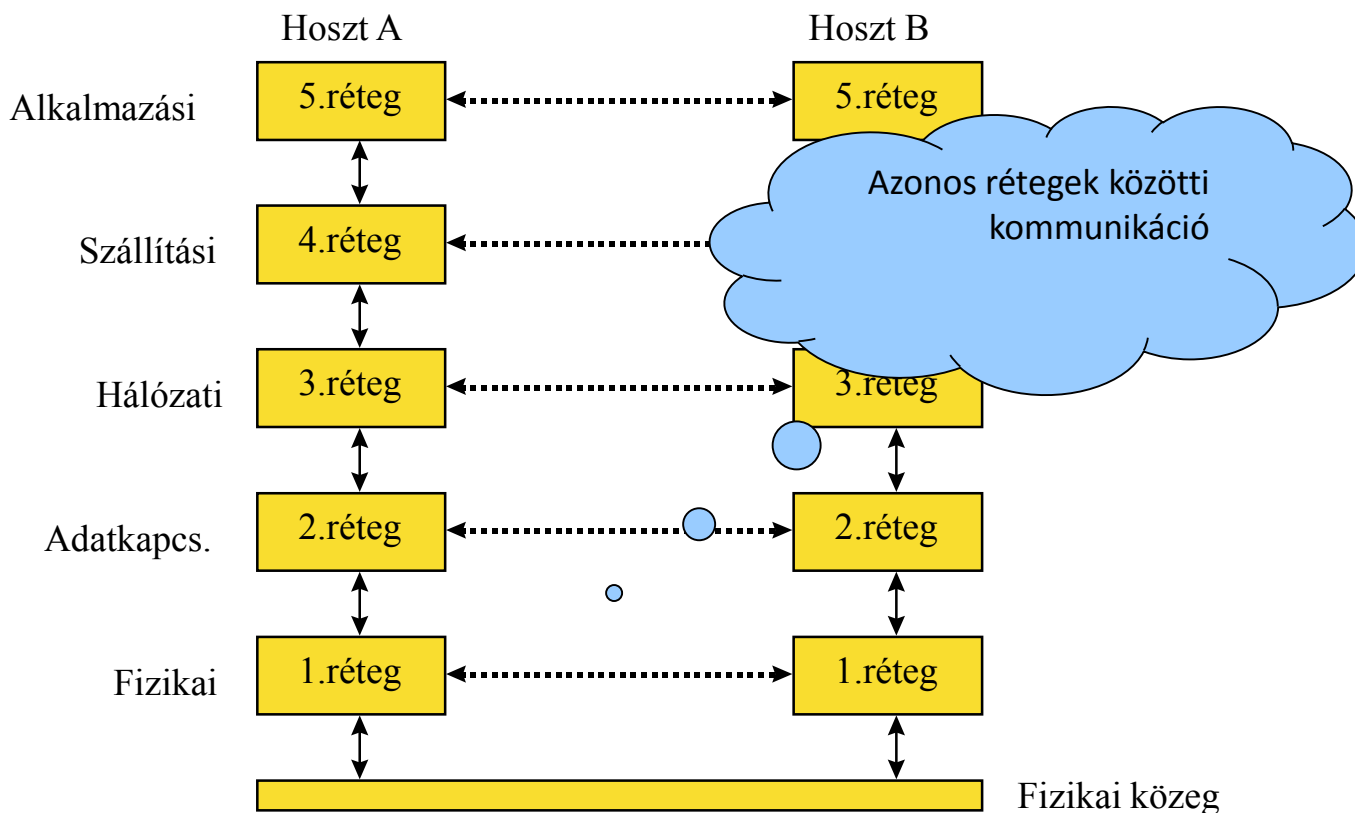
■ Interfész az alkalmazási réteg felé

- Kapcsolat felvétel és lebontás (ha szükséges)
- Byte folyam vagy adatstruktúrák küldése és fogadása
- Statisztikák és mérések
- Többnyire ez egyben az operációs rendszer és az alkalmazások közötti interfész is nagygépes rendszerekben

Alkalmazási réteg

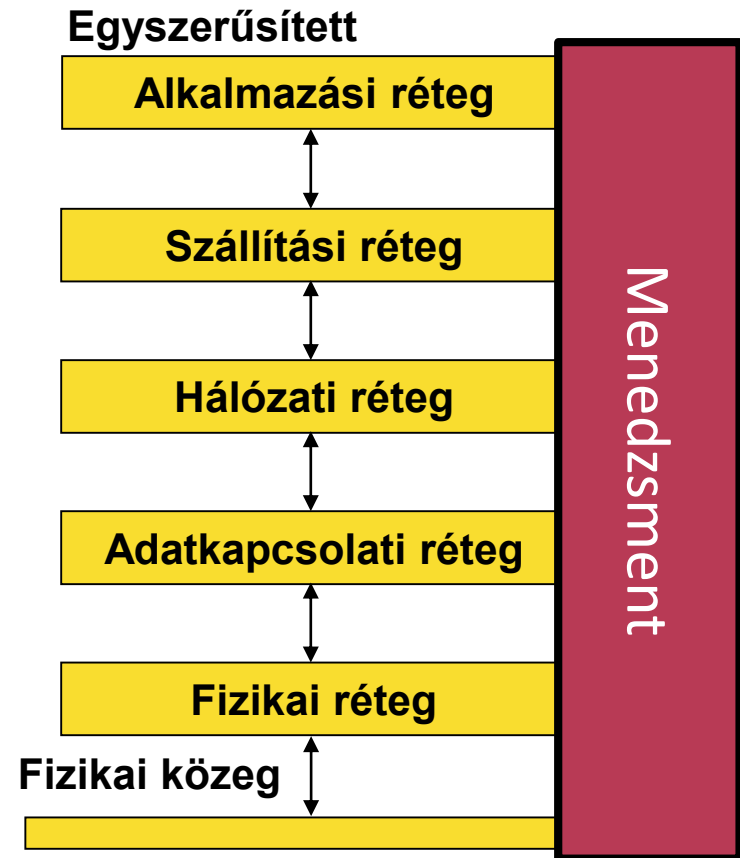
- Feladata
 - Kommunikáció az alkalmazások speciális igényeinek megfelelően
 - Az információ magas szinten történő értelmezésének biztosítása
 - Biztonság és megbízhatóság megvalósítása az alacsonyabb rétegeknél összetettebb módon
- Nagyon sokféle van
 - Elsődleges (pl. HTTP) és segítő (pl. DNS) protokollok
 - Az elsődleges alkalmazás réteg protokollok többnyire az alkalmazásokban kerül megvalósításra
 - A segédalkalmazások sok esetben az operációs rendszerben kerülnek megvalósításra
 - Több alkalmazás használja őket, rendszerszintű optimalizáció lehetséges (pl. DNS cache)

Kommunikáció a referencia modell szerint



Menedzsment

- Klasszikus számítógép hálózatok esetén ez a humán operátor feladata
- Beágyazott rendszerekben nagyon fontosak az automatizmusok (magától működjön)
- Az Internet of Things álmom marad, ha minden „kütyüvel” foglalkoznia kell valakinek, hogy működjön...
- Komoly probléma!
- Egyelőre nincs jó megoldásunk!



Példa: „RS232” soros port rétegszerkezete

- RS-232-C : Feszültségszintek és csatlakozó
 - Aktuális szabvány: TIA-232-F Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange, 1997
 - HW implementáció, fizikai rétegvezérlő pl. MAX232 és utódai...
- UART : Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
 - Hogy viszünk át egy 7-8-9 bitből álló információs egységet
 - HW (UART/USART periféria) vagy SW
- Magasabb réteg protokollok
 - Hayes (AT) command set
 - CLI (Command Line Interface, eszköztípus specifikus humán parancsbevitel)
 - XMODEM/YMODEM/ZMODEM fájl átvitelre
 - SLIP : Serial Line Internet Protocol (RFC 1055, már nem használják)
 - PPP : Point-to-Point Protocol (RFC 1661, régi telefon modemek használták)
 - Ebből alakul ki a PPPoE, amit pl. Internet szolgáltatók használnak

Ethernet és TCP/IP rétegszerkezet

- Beszéljünk erről a technológiáról egy kicsit többet, ott majd elmondom...