

Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland
BME TMIT

2016. február 23.



Bemutakozás

Vida Rolland

egyetemi docens, tárgyfelelős

IE 325, vida@tmit.bme.hu



Fóliák a neten

Tárgy honlapja:

<http://www.tmit.bme.hu/vitma341>



The screenshot displays the website of the Telecommunications and Media Informatics Institute (TMIT) at the Budapest University of Technology and Economics (BME). The page is titled 'HÁLÓZATI TECHNOLÓGIÁK ÉS ALKALMAZÁSOK' (Network Technologies and Applications). It provides details for a specific course, including its code (vitma341), the responsible professor (Dr. József Pálfi), and a list of participating students. The page also features a sidebar with social media links (Facebook, Twitter) and a list of partner companies (Ericsson, Antenna, Juniper, NICT, etc.).

TÁVKÖZLÉSI ÉS MÉDIAINFORMATIKAI TANSZÉK
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem -
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

HALLGATÓKNAK RÖLUNK OKTATÁS K-FI LABORCSPORTOK MÉDIATÁR

HÁLÓZATI TECHNOLÓGIÁK ÉS ALKALMAZÁSOK

ALAPADATOK

Nyitón kód: vitma341
Gazda tanszék: TMIT
Tantárgyi adatlapp: <https://portal.tmit.bme.hu/kapcsolat/tantargy/vitma341/>
Szak: BME-VIK Villamosmérnöki szak
Kapcsolódó szakirányú képzés: VIK ISZ Informatikai és Hálózati és alkalmazások ágazat
Sokint: ISZ - Alapfokozás
Típus: Szakirány-speciális képzés
Érvényesség: aktív

Tárgyfelelős: Dr. József Pálfi

Célok:
A tantárgy célja, hogy egyrészt elmélyítse az információs technológiákban megvalósított hálózati technológiák kapcsolatos ismereteket, másrészt erre építve rendszerezett alapismereteket adjon a hálózati alkalmazásokról.

Kurzus	Szemeszter
Hálózati technológiák és alkalmazások 2016 tavasz	2015/2016 2. félév tavaszi

ESemények
2016. feb. 20 -
14:00 - 15:30
Információbiztonság a hálózati
TMIT szeminárium

TMIT A FACEBOOKON
Like Anna Tóthné, Péter Varga and 217 others like this.
Follow For the first of your friends to follow TMIT Facebook, click on the "Like" button.

PARTNERINK
ERICSSON ANTENNA ORACLE JUNIPER MAGYAR TELEKOM NICT ltp SAS

Jegyzet nincs, de (viszonylag) részletes fóliák

Hozzáférési hálózatok

- A telekommunikációs hálózat azon része, mely közvetlenül összeköti a felhasználót a szolgáltatóval
 - Ethernet, WLAN, FTTx, xDSL, kábelnet, ...
- Gyakran **osztott átviteli közeg** (*shared transmission medium*)
 - Többen hallanak engem, és én is több mindenkit hallok
 - Nem lehetséges fizikailag, vagy nem éri meg anyagilag minden felhasználónak dedikált átviteli csatornát biztosítani
- A megoldandó feladat az átviteli közeghez (csatornához) való **hozzáférés szabályozása**
 - A felhasználók nem tudják egymásról, hogy ki mikor szeretne adni
 - A küldéseket koordinálni kell

Többszörös hozzáférés (*Multiple Access*)

- **Fix kiosztásra alapuló megoldások**

- **TDMA – Time Division Multiple Access**

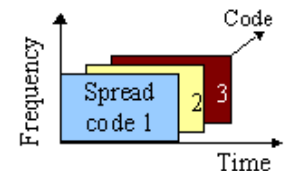
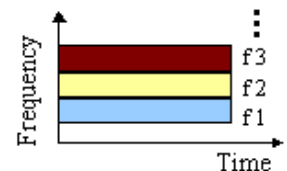
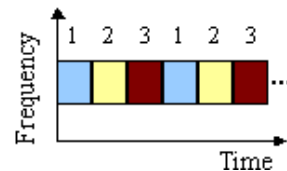
- Minden felhasználónak saját időszelete amikor küldhet
 - A teljes frekvenciatartományt használhatja

- **FDMA – Frequency Division Multiple Access**

- A spektrumot frekvenciacsatornákra vágjuk
 - Minden felhasználó a saját frekvenciáján kommunikál

- **CDMA – Code Division Multiple Access**

- Minden felhasználó a teljes csatornán, egyfolytában kommunikál
 - Kódelmélet segítségével különítjük el a forgalmakat
 - Az adó megszorozza a jelet egy kóddal (spreading code), és az eredményt küldi el
 - A vevő a vett jelet újra megszorozza ugyanazzal a kóddal, reprodukálva az eredeti jelet
 - Minden felhasznált kód ortogonális
 - » Két különböző kód összeszorozása 'nullák' sorozata lesz



Multiple Access vs. Multiplexing vs. Duplexing

- **Multiple Access (TDMA, FDMA, CDMA)**
 - A csatorna-hozzáférés szabályozása több forrás esetén
 - Alapvetően uplink irány
- **Multiplexing (TDM, FDM, CDM, ...)**
 - A csatorna-hozzáférés szabályozása több küldeni kívánt jel esetén, ugyanattól a forrástól
 - Uplink vagy downlink irány
- **Duplexing (TDD, FDD)**
 - A downlink és uplink forgalom közötti megosztás
 - FDD – Frequency Division Duplexing
 - „Párba állított” frekvenciák, elkülönített uplink és downlink csatornák
 - TDD – Time Division Duplexing
 - Pár nélküli frekvenciák, rugalmasan megosztott uplink és downlink csatornák

Többszörös hozzáférés (*Multiple Access*)

- A fix kiosztás nem hatékony ha kevés és bősztös a forgalom
- **Versengésre alapuló csatorna-hozzáférés**
 - **Lekérdezések** (*polling*)
 - **Erőforrások lefoglalása és ütemezése** aktuális igények alapján
 - **Véletlen hozzáférés** (*random access*)
 - Egy csomópont akkor küld amikor akar, előzetes egyeztetés nélkül
 - Ha két vagy több csomópont egyszerre beszél, ütközés, majd később újraküldés
 - ALOHA, Slotted ALOHA, CSMA/CD

ALOHANET

- Hawaii – 70-es évek elején nem volt telefonhálózat
 - A távoli szigeteken lévő felhasználókat a Honolulu-ban lévő központi számítógépekhez kellett csatolni
- Megoldás: **ALOHANET**
 - Norman Abramson, Hawaii Egyetem
 - Minden felhasználó terminálon egy egyszerű rádió
 - Két frekvencián üzemelt
 - Egy a lefele, egy a felfele menő adatoknak
 - Lefele csak a központ küldött, nem volt gond
 - Felfele versenyhelyzet, többen használták ugyanazt a csatornát
 - Ha sikerült elküldeni valamit, a központ visszaküldte a csomagot a másik csatornán
 - Ha nem jött vissza, a csomag valószínűleg elveszett
 - » Újra próbálkozott

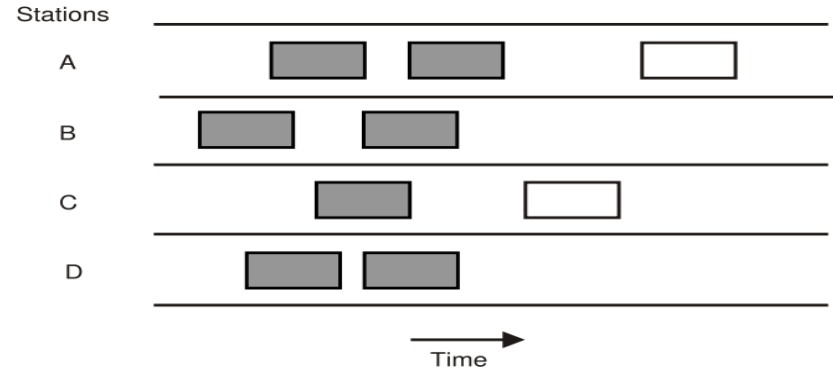


Aloha

Előnyök:

- Változó méretű csomagok
- Nincs szükség szinkronizálásra
- Egyszerű működés

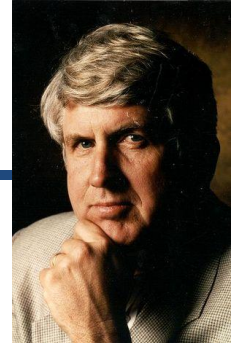
Alacsony terhelés mellett egész jó,
de **nagy upstream terhelés mellett
szinte használhatatlan**



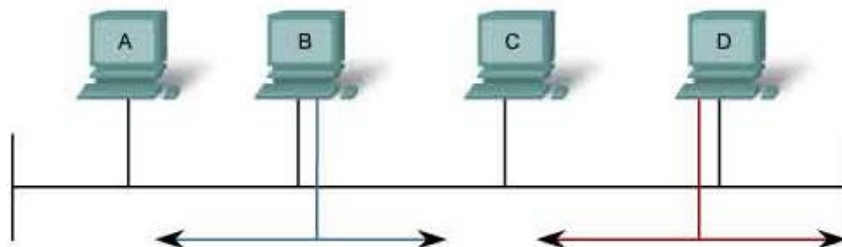
-

Slotted ALOHA protocol (shaded slots indicate collision)

Ethernet



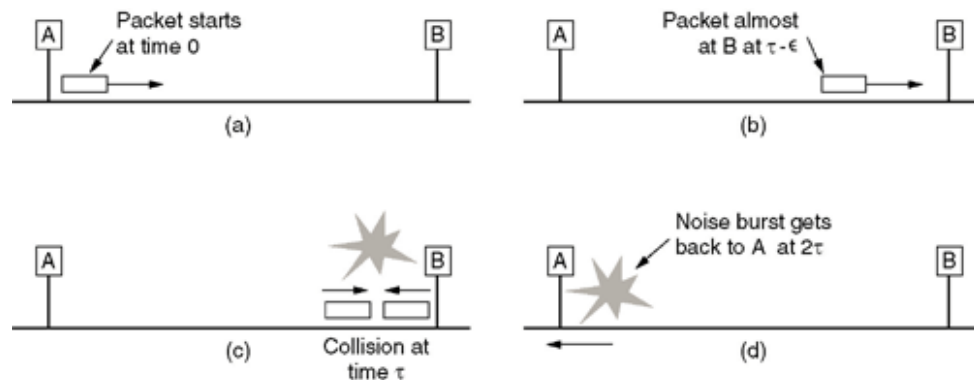
- **Bob Metcalfe** (MIT, Harvard) együtt nyaral Abramsonnal Hawaii-on
 - Ötlet: alkalmazzunk valami hasonlót egy vezetékes hálózatra (1973)
 - Első szabvány (DEC, Intel, Xerox) 1982-ben, IEEE 802.3 szabvány 1983-ban
- Több gép ugyanarra a vezetékre csatlakoztatva
 - Mindenki hall mindenki mást, de ehhez nem kell egy központi csomópont
 - Az Ethernet kereteket meg kell címezni
 - Bár mindenki hall egy adott keretet, csak az dolgozza fel akinek szánták



Ethernet = CSMA/CD

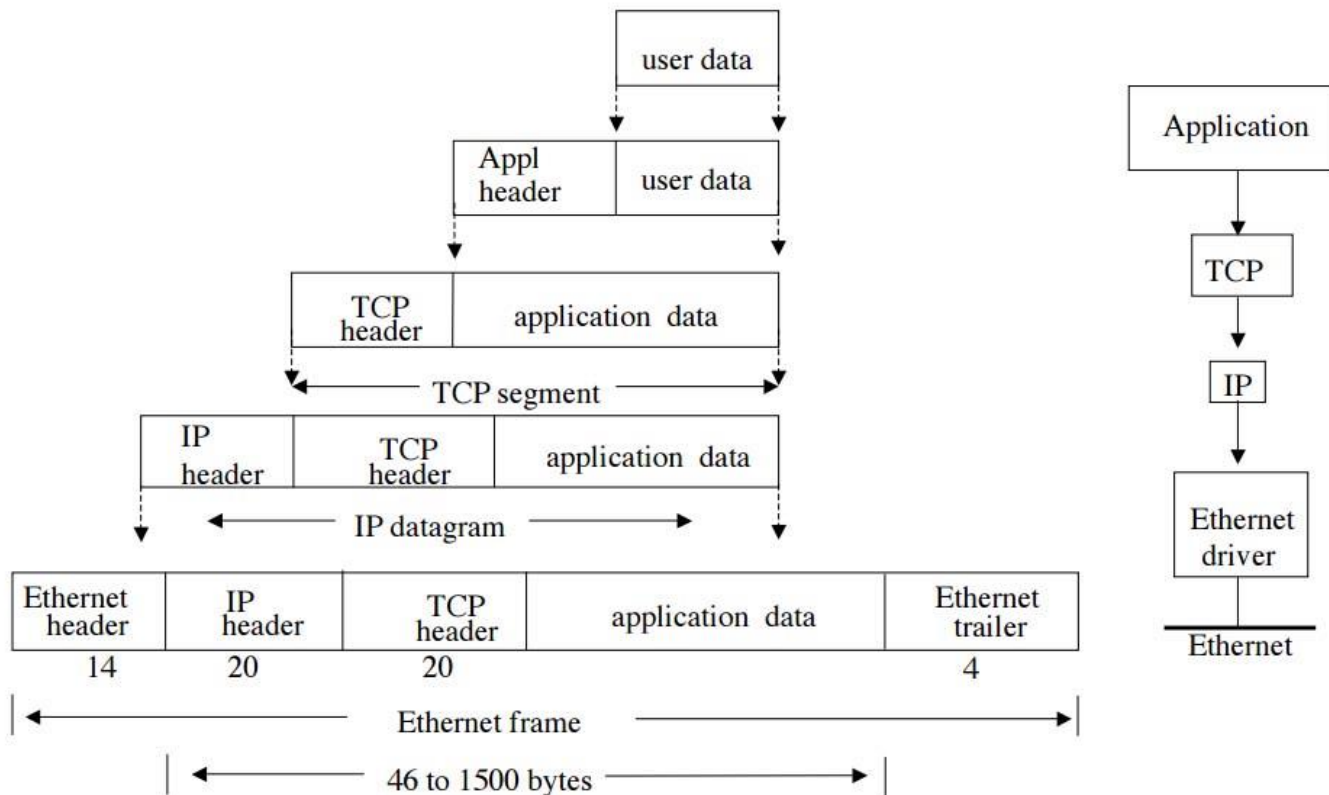
- Az Ethernet kábelén adás előtt a gépek belehallgatnak a csatornába (**CSMA – Carrier Sense Multiple Access**)
 - Ha foglalt, megvárja az adás végét
 - Ha szabad, elkezd adni
 - Nem azonnal, hanem egy „**slot time**” után
 - Időt hagy arra, hogy ha van egy impulzus a csatornán, az, vagy a neki köszönhető zajlöket megérkezzen hozzá (lásd alább)
 - Slot time = maximális körbefordulási idő a kábelén
 - 10 Mb/s Ethernetnél 51,2 μ s, 100 Mb/s-nál 5,12 μ s
- Lehet, hogy egyszerre két gép is szabadnak érzékeli a csatornát
 - Elkezdenek mindketten adni, de „ütközés” történik
 - Ezt detektálják (**CD – Collision Detection**), és egy zajlöketet (jam signal) küldenek, hogy mindenki más is értesüljön róla

Ethernet = CSMA/CD

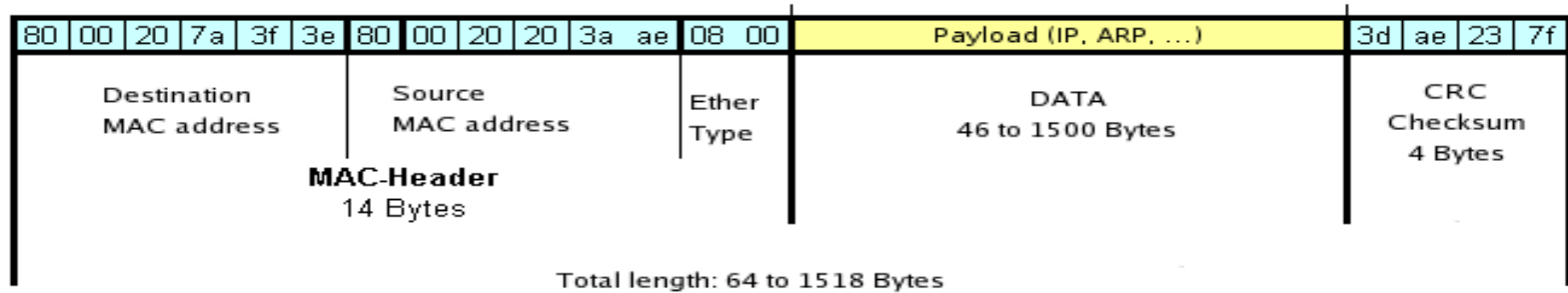


- Véletlen hosszúságú idő után újra próbálkoznak
 - Egy időzítőt állítanak be egy véletlenszerűen választott értékre a $[0, 1, \dots, 2^{m-1}] \times t_{av}$ tartományból, ahol t_{av} az alap várakozási idő (51,2 μ s), $m = \min(10, n)$ és n az ütközések száma.
 - Minden ütközés után duplázódik a maximum várakozási idő, de csak egy felső korlátig (**truncated binary exponential backoff**)
- Az Alohanet-en a CSMA/CD nem volt megoldható
 - Két felhasználó két külön szigeten nem biztos, hogy hallotta egymást

Enkapszuláció (beágyazás)



Ethernet Frame



- A data mező legfeljebb **1500 byte (MTU – Maximum Transmission Unit)** a szabvány szerint)
 - Ha túl nagy a csomag, sokáig foglalja a csatornát
 - Nagyobb a hiba esélye, nagyméretű csomagot kell majd újraküldeni
- Minimális data hossz **46 byte (minimális keret méret = 64 byte = 512 bit)**
 - Ha túl rövid a keret, nem lehet CD-t használni
 - Hamarabb befejeződik a keret elküldése, minthogy az esetleges zajlököt visszaérkezne
 - $51,2 \mu\text{s}$ körbefordulás idő / $0,1 \mu\text{s}$ bit time = 512 bit
 - Nem értesül az ütközésről, nem tudja újraküldeni a keretet
 - A rövid csomagokat fel kell tölteni „haszontalan adatokkal” (Pad)

Carrier Extension

- Ha nő a hálózat sebessége (csökken a bit time) ...
 - növelni kell a minimális keretméretet, vagy...
 - csökkenteni kell a megengedett maximális kábelhosszt
 - egyre kényelmetlenebb megkötések egy gigabites hálózatonál
 - A minimális keretméretet megemelték 512 byte-ra
- **Carrier Extension**
 - A küldő hardver a CRC mező után illeszt egy kitöltő bitsorozatot
 - A vevő hardver levágja azt, a CRC-be nem számít bele
 - Jobb mint a padding, de ez is nagyon pocskolja a kapacitást
- **Frame Bursting**
 - Egyetlen adás során több, egymás után fűzött keretet visz át
 - Jelentősen növeli a hatékonyságot

Kezdeti Ethernet verziók

- 10Base5 – vastag Ethernet
 - Koax kábel, 10 Mb/s, 500 méteres szegmens
- 10Base2 – vékony Ethernet
 - Koax kábel, 200 méteres szegmens
- 10Base-T
 - Csavart érpár, csillag topológia egy **hub** körül, 100 méteres szegmensek
- 10Base-F
 - Optikai kábel, 2km-es szegmens



Fast Ethernet

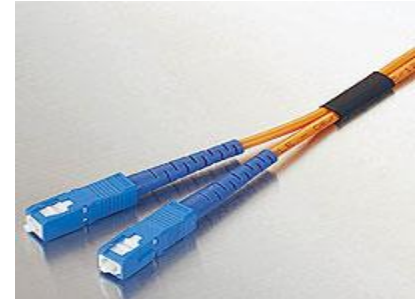
- 100Base-T4
 - 4 sodrott érpár
 - Egy le, egy fel, a másik kettő szükség szerint átkapcsolható (le vagy fel)
 - Max. 100 méteres szegmensek
- 100Base-TX
 - 2 sodrott érpár
 - Egy le, egy fel, 100 Mb/s duplex sebesség
- 100Base-FX
 - Mindkét irányban egy többmódusú fényvezető szál
 - 100 Mb/s duplex sebesség
 - Max. 2 km az elosztó és az állomások között

Gigabit Ethernet

- IEEE 802.3z (1998), 802.3ab (1999)
- Minden elrendezésben pont-pont felépítésű
 - Ellentétben a klasszikus 10 Mb/s-os Ethernetnel
- Két működési mód:
 - Full-duplex – mindkét irányba megy forgalom egyidőben
 - Egy központi kapcsolót (**switch**) kötnek össze a periférián lévő gépekkel
 - Minden vonalat pufferelemek
 - Bárki bármikor küldhet adatokat
 - Nem kell a csatornát figyelni, a versengés kizárt
 - Nincs szükség CSMA/CD-re, viszont akkor már nem Ethernet
 - Half-duplex
 - A gépeket egy egyszerű elosztóhoz csatlakoztatják
 - Nincs puffereelés, lehetnek ütközések

Gigabit Ethernet

- Kábelezési változatok
 - 1000Base-SX
 - Többmódusú fényvezető szál
 - Max. 550 m hosszú szegmensek
 - 1000Base-LX
 - Egy vagy többmódusú szál
 - Max. 5000 m hosszú szegmensek
 - 1000Base-T
 - 4 pár 5-ös kateg. UTP kábel
 - Max. 100 m hosszú szegmensek
- IEEE 802.3ae – 10 Gb/s Ethernet (2002)
 - Csak optikai kábel
- IEEE P802,3ba – 40Gb/s és 100 Gb/s Ethernet (2010)
 - Lucent Technologies Bell Labs kísérleti eredmények
 - 2010 júniusában elfogadott szabvány



Hub

- Fizikai szintű ismételő eszköz
 - Bit szinten ismétli a csomagot
 - A bejövő csomagokat azonnal minden interfészén kiküldi
 - Mindenki megkap minden csomagot
- Több egyidejű küldő: ütközés
 - A „collision domain” (ütközési tartomány) megmarad
- A hub-okat általában hierarchikusan, fa topológiába kapcsolják

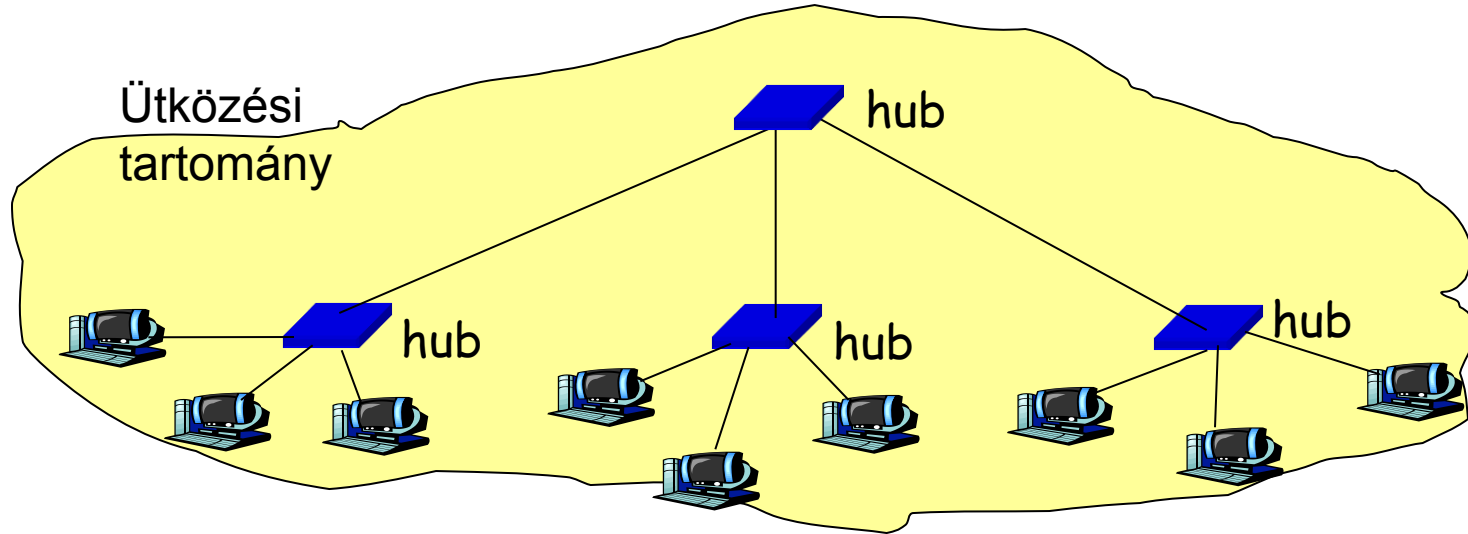


Hub – előnyök, hátrányok

- Minden állomás ütközhet a hub-ra kapcsolt bármely más állomással
 - Ez rontja a hálózat teljesítményét
 - Csökkenti a skálázhatóságot
 - Mindenki látja a többiek forgalmát
- Különböző médiák nem kapcsolhatók össze
 - Pl. ha van 10Mb/s állomás a rendszerben, a teljes sebesség visszaesik 10 Mb/s-re

Hub

- Nem érdemes kizárólag hub-okból nagy tartományokat építeni
 - Egy nagy ütközési tartomány



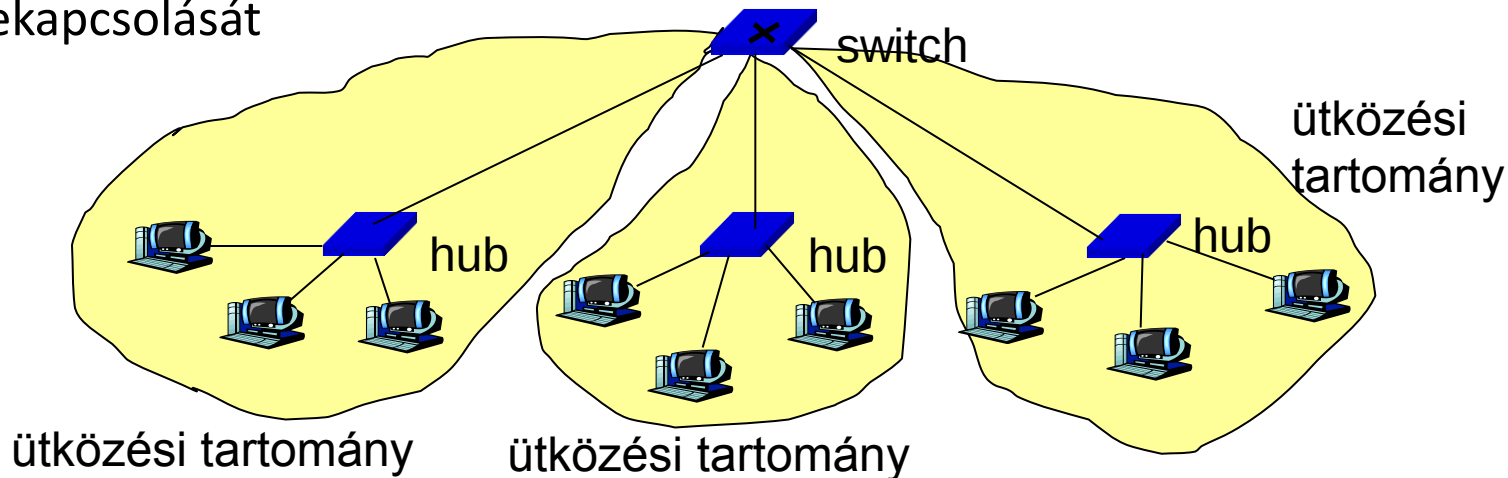
Switch (bridge)



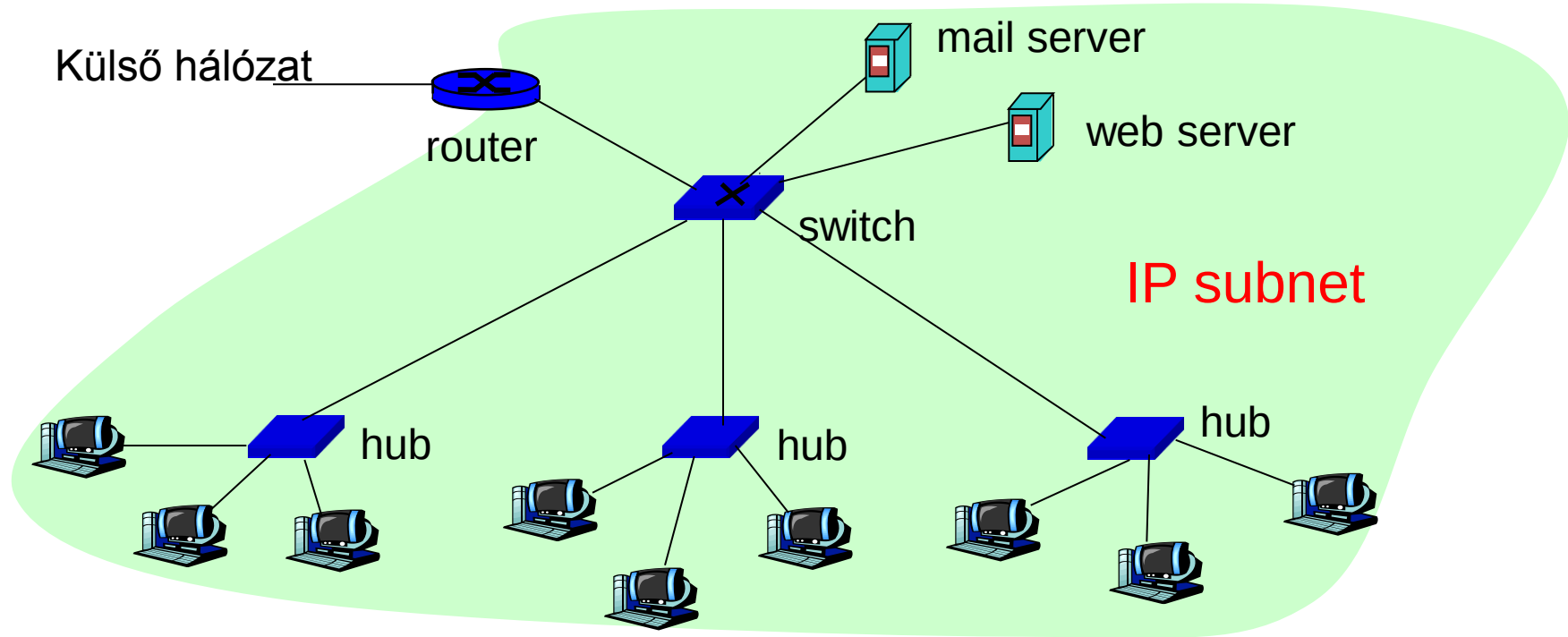
- Link Layer eszköz
 - megvizsgálja a MAC fejléceket és szelektíven továbbít
 - switch table: (MAC, interfész, timer)
 - A kapott csomagokból építi fel
 - Ha nem ismer egy címet, minden interfészre továbbárasztja a csomagot
 - elválasztja az ütközési zónákat
 - pufferelem a csomagokat
 - csak a megfelelő szegmensre továbbít

Switch

- Előnyök:
 - jobban skálázható
 - hatékonyabb, biztonságosabb
 - a puffrelés lehetővé teszi különböző sebességű eszközök összekapcsolását



Intézményi hálózat



Switch (bridge) vs. router

- Intelligens tároló és továbbító (store-and-forward) eszközök
- **Router**
 - hálózati (L3) rétegben, IP cím alapján
 - útválasztó (routing) táblákat tárol, routing protokollokat használ
- **Switch**
 - adatkapcsolati (L2) rétegben, MAC cím alapján
 - kapcsoló (switching) táblákat tárol, szűrő és címtanuló algoritmusokat használ

