

Számítógépes Hálózatok

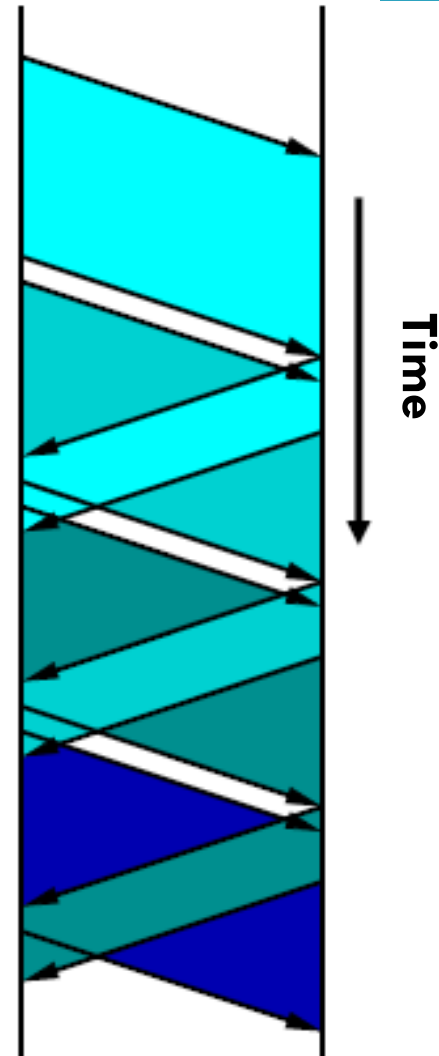
6. Előadás: Adatkapcsolati réteg MAC alréteg

Based on slides from **Zoltán Ács ELTE** and D. Choffnes Northeastern U., Philippa Gill from StonyBrook University , Revised Spring 2016 by S. Laki

Hogyan javítsunk a hatékonyságon?

- A küldők egymás után küldik a kereteket
 - ▣ Több keretet is kiküldünk, nyugta megvárása nélkül.
 - ▣ Pipeline technika

- ABP kiterjesztése
 - ▣ Sorszámok bevezetésével



Csúszó-ablak protokollok 1 / 2

ALAPOK (ÁLTALÁNOS)

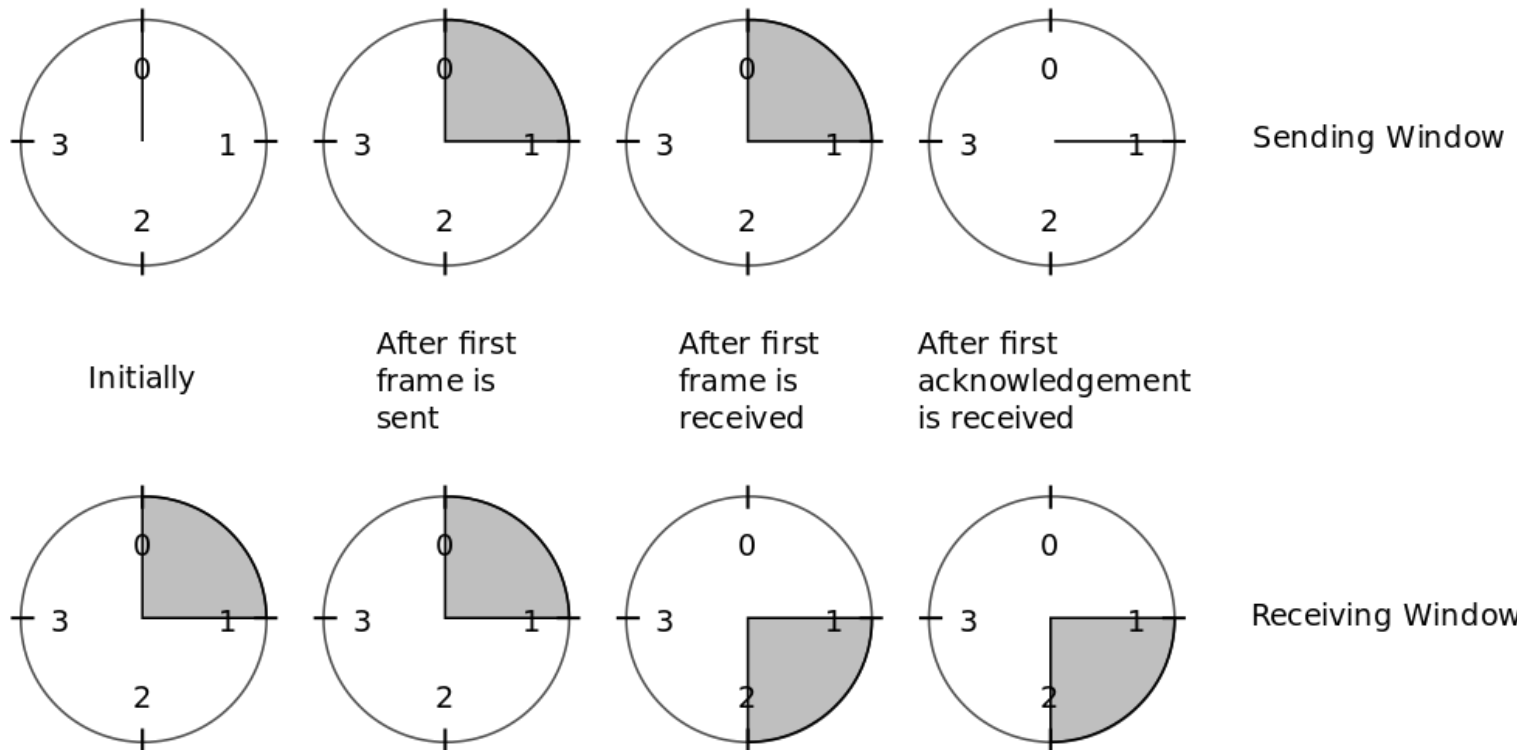
- Egy adott időpontban egyszerre több keret is átviteli állapotban lehet.
- A fogadó n keretnek megfelelő méretű puffert allokál.
- A küldőnek legfeljebb n , azaz ablak méretnyi, nyugtázatlan keretet küldése engedélyezett.
- A keret sorozatbeli pozíciója adja a keret címkéjét. (sorozatszám)

ALAPOK (FOGADÓ)

- A keret nyugtázója tartalmazza a következőnek várt keret sorozatszámát.
 - ▣ *kumulatív nyugta* – Olyan nyugta, amely több keretet nyugtáz egyszerre. Például, ha a 2,3 és 4 kereteket is fogadnánk, akkor a nyugtát 5 sorszám tartalommal küldenénk, amely nyugtázza mind a három keretet.
- A hibás kereteket el kell dobni.
- A nem megengedett sorozatszámval érkező kereteket el kell dobni.

Csúszó ablak

4



A sliding window with a 2-bit sequence, of size 1

Csúszó-ablak protokollok 2/2

JELLEMZŐK (ÁLTALÁNOS)

- A küldő nyilvántartja a küldhető sorozatszámok halmazát. (*adási ablak*)
- A fogadó nyilvántartja a fogadható sorozatszámok halmazát. (*vételi ablak*)
- A sorozatszámok halmaza minden esetben véges.
 - ▣ K bites mező esetén: $[0..2^K - 1]$.
- A adási ablak minden küldéssel szűkül, illetve nő egy nyugta érkezésével.

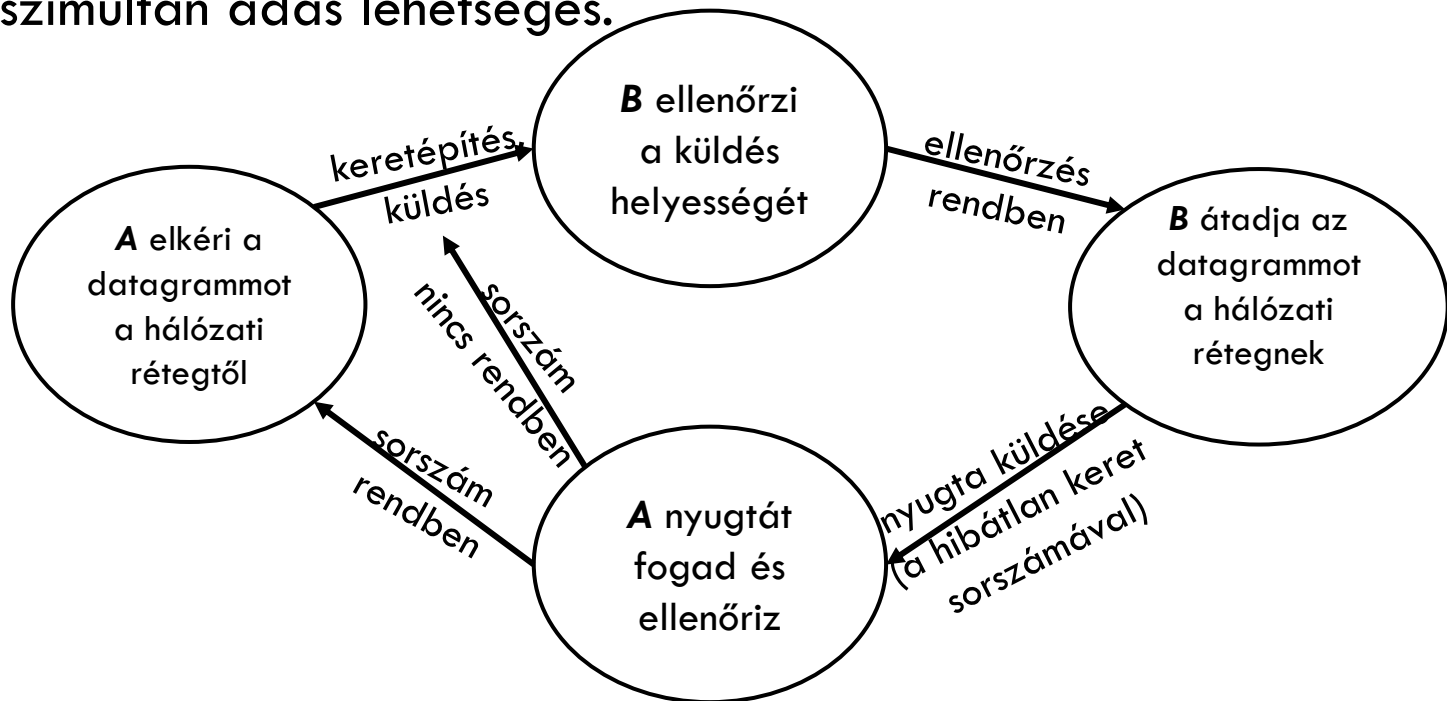
JELLEMZŐK (GYAKORLATI ALKALMAZÁS ESETÉN)

- gyakorlatban kétirányú adatfolyamot kell kezelni (*duplex csatorna*)
 - ▣ két különböző szimplex csatorna használata (*két áramkör használata*)
 - ▣ egy csatorna használata (*egy áramkör használata*)
 - **piggybacking módszer**– a kimenő nyugtákat késleltetjük, hogy rá tudjuk akasztani a következő kimenő adatkeretre (*ack mező használata*);

Egybites csúszó-ablak protokoll állapotátmenetei

KÖRNYEZET

- A maximális ablak méret legyen 1.
- *Emlékeztetőül:* két irányú adatforgalom lehetséges, azaz szimultán adás lehetséges.



Pipelining

- Eddig feltételeztük, hogy *a keret vevőhöz való megérkezéséhez és a nyugta visszaérkezéséhez együttesen szükséges idő elhanyagolható.*
 - ▣ a nagy RTT a sávszélesség kihasználtságra hatással lehet
 - ▣ **Ötlet:** egyszerre több keret küldése
 - ▣ Ha az adatsebesség és az RTT szorzata nagy, akkor érdemes nagyméretű adási ablakot használni. (*pipelining*)
- Mi van ha egy hosszú folyam közepén történik egy keret hiba?
 1. „visszalépés N-nel”, avagy angolul *go-back-n*
 2. „szelektív ismétlés”, avagy angolul *selective-repeat*

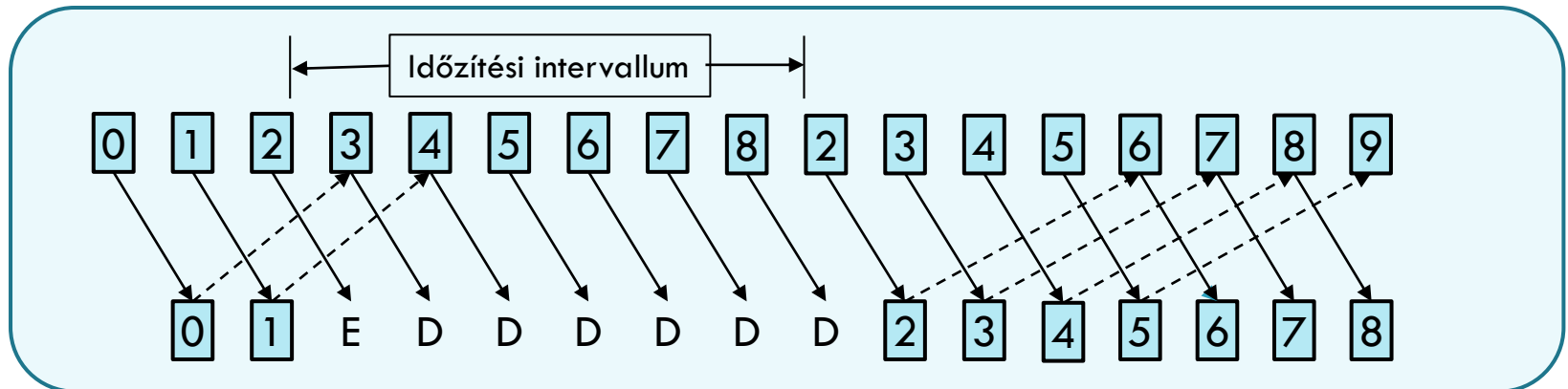
„visszalépés N-nel” stratégia

Stratégia lényege

- Az összes hibás keret utáni keretet eldobja és nyugtát sem küld róluk.
- Mikor az adónak lejár az időzítője, akkor újraküldi az összes nyugtázatlan keretet, kezdve a sérült vagy elveszett kerettel.

Következmények

- Egy méretű vételi ablakot feltételezünk.
- Nagy sávszélességet pazarolhat el, ha nagy a hibaarány.



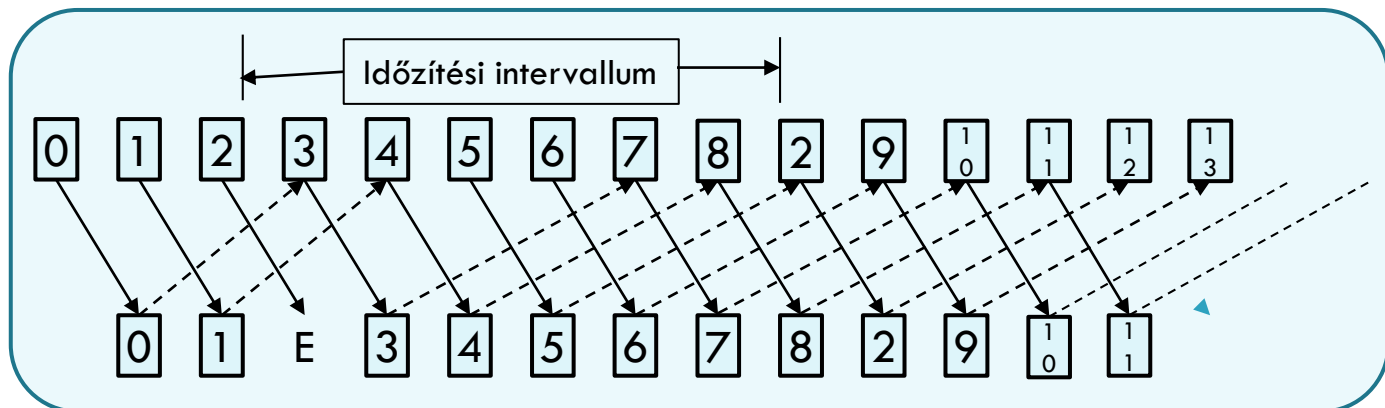
„szelektív ismétlés” stratégia

Stratégia lényege

- A hibás kereteket eldobja, de a jó kereteket a hibás után puffereli.
- Mikor az adónak lejár az időzítője, akkor a legrégebbi nyugtázatlan keretet küldi el újra.

Következmények

- Javíthat a hatékonyságon a negatív nyugta használata. (NAK)
- Egynél nagyobb méretű vételi ablakot feltételezünk.
- Nagy memória igény, ha nagy vételi ablak esetén.



Ethernet keret

802.3 Ethernet frame structure

Preamble	Start of frame delimiter	MAC destination	MAC source	802.1Q tag (optional)	Ethertype (Ethernet II) or length (IEEE 802.3)	Payload	Frame check sequence (32-bit CRC)	Interframe gap
7 octets	1 octet	6 octets	6 octets	(4 octets)	2 octets	42 ^[note 2] –1500 octets	4 octets	12 octets
		64–1522 octets						
		72–1530 octets						
		84–1542 octets						

Közeg hozzáférés vezérlése

Media Access Control (MAC)

Mi az a közeg hozzáférés ?

14

- ❑ Ethernet és a Wifi is többszörös hozzáférést biztosító technológiák
 - ▣ Az átviteli közegen több résztvevő osztozik
 - Adatszórás (broadcasting)
 - ▣ Az egyidejű átvitel **ütközést** okoz
 - Lényegében megghiúsítja az átvitelt
- ❑ Követelmények a Media Access Control (MAC) protokolljaival szemben
 - ▣ Szabályok a közeg megosztására
 - ▣ Stratégiák az ütközések detektálásához, elkerüléséhez és feloldásához

MAC alréteg

15

- Eddigi tárgyalásaink során pont-pont összeköttetést feltételeztünk.
- Most az adatszóró csatornát (angolul *broadcast channel*) használó hálózatok tárgykörével foglalkozunk majd.
 - ▣ **Kulcskérdés:** *Melyik állomás kapja a csatornahasználat jogát?*
- A csatorna kiosztás történhet:
 1. statikus módon (FDM, TDM)
 2. dinamikus módon
 - a) verseny vagy ütközés alapú protokollok (ALOHA, CSMA, CSMA/CD)
 - b) verseny-mentes protokollok (bittérkép-alapú protokollok, bináris visszaszámlálás)
 - c) korlátozott verseny protokollok (adaptív fa protokollok)

Statikus csatornakiosztás

16

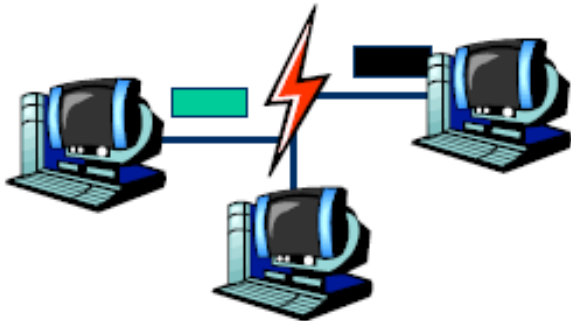
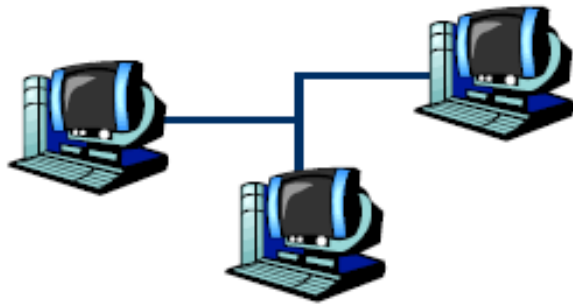
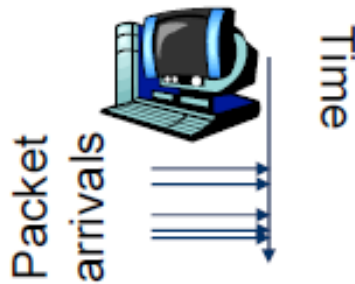
Frekvenciaosztásos nyalábolás

- N darab felhasználót feltételezünk, a sávszélet N egyenlő méretű sávra osztják, és minden egyes sávhoz hozzárendelnek egy felhasználót.
- Következésképpen az állomások nem fogják egymást zavarni.
- Előnyös a használata, ha fix számú felhasználó van és a felhasználók nagy forgalmi igényt támasztanak.
- Löketszerű forgalom esetén használata problémás.

Időosztásos nyalábolás

- N darab felhasználót feltételezünk, az időegységet N egyenlő méretű időrésre – úgynevezett *slot*-ra – osztják, és minden egyes réshez hozzárendelnek egy felhasználót.
- Löketszerű forgalom esetén használata nem hatékony.

Dinamikus csatornakiosztás



1. Állomás modell

- ▣ N terminál/állomás
- ▣ Annak a valószínűsége, hogy Δt idő alatt csomag érkezik $\lambda \Delta t$, ahol λ az érkezési folyamat rátája.

2. Egyetlen csatorna feltételezés

- ▣ Minden állomás egyenrangú.
- ▣ Minden kommunikáció egyazon csatornán zajlik.
- ▣ Minden állomás tud ezen küldeni és fogadni csomagot.

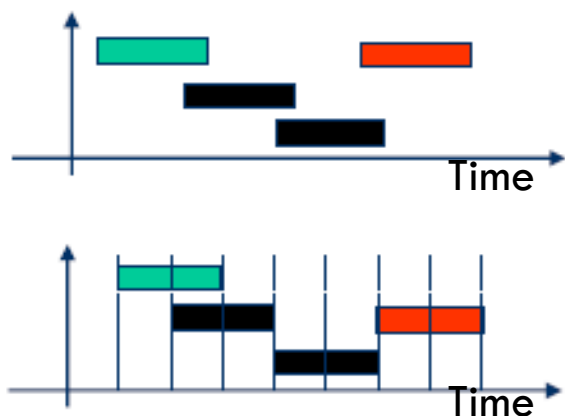
3. Ütközés feltételezés

- ▣ Ha két keret egy időben kerül átvitelre, akkor átlapolódnak, és az eredményül kapott jel értelmezhetetlenné válik.
- ▣ Ezt nevezzük ütközésnek.

4. Folytonos időmodell VS diszkrét időmodell

5. Vivőjel értékelés VS nincs vivőjel érzékelés

Dinamikus csatornakiosztás



Használt időmodell

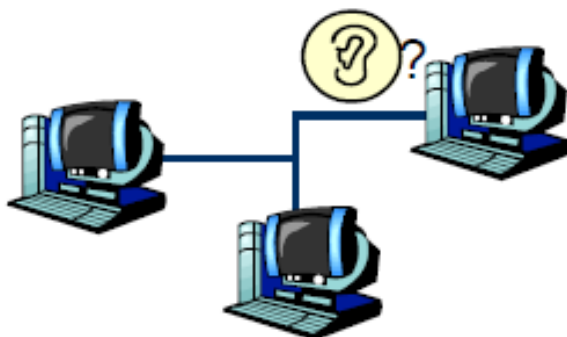
Kétféle időmodellt különböztetünk meg:

- a) **Folytonos** – Mindegyik állomás tetszőleges időpontban megkezdheti a küldésre kész keretének sugárzását.
- b) **Diszkrét** – Az időt diszkrét résekre osztjuk. Keret továbbítás csak időrés elején lehetséges. Az időrés lehet *üres*, *sikeres* vagy *ütközéses*.

Vivőjel érzékelési képesség

Az egyes állomások vagy rendelkeznek ezzel a tulajdonsággal vagy nem.

- a) Ha **nincs**, akkor az állomások nem tudják megvizsgálni a közös csatorna állapotát, ezért egyszerűen elkezdnek küldeni, ha van rá lehetőségük.
- b) Ha **van**, akkor állomások meg tudják vizsgálni a közös csatorna állapotát a küldés előtt. A csatorna lehet: foglalt vagy szabad. Ha a foglalt a csatorna, akkor nem próbálják használni az állomások, amíg fel nem szabadul.

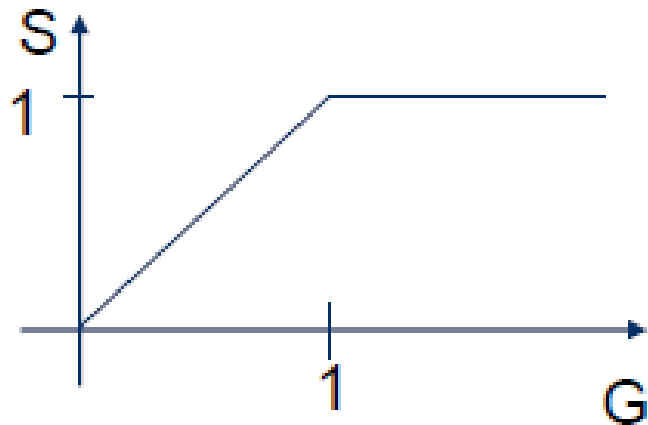


Megjegyzés: Ez egy egyszerűsített modell!

Átvitel és terhelés

□ Terhelés (G)

- A protokoll által kezelendő csomagok száma egy időegység alatt (beérkező kérések)
- $G > 1$: túlterhelés
- A csatorna egy kérést tud elvezetni

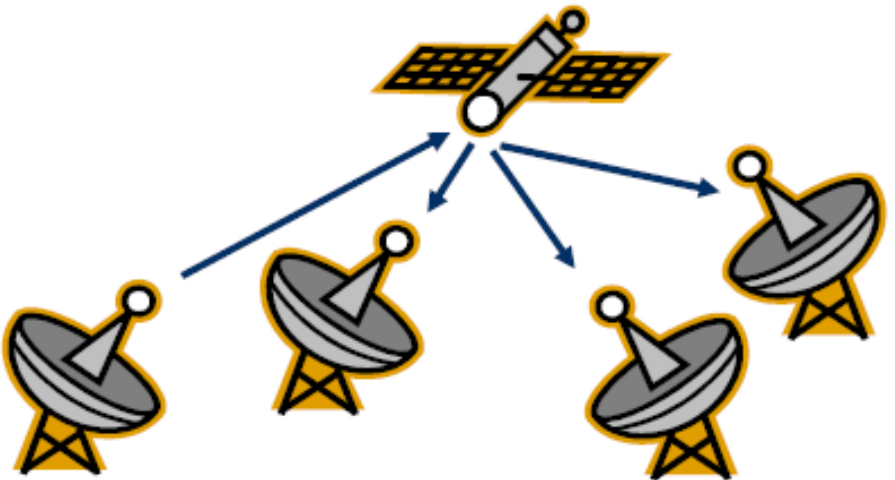
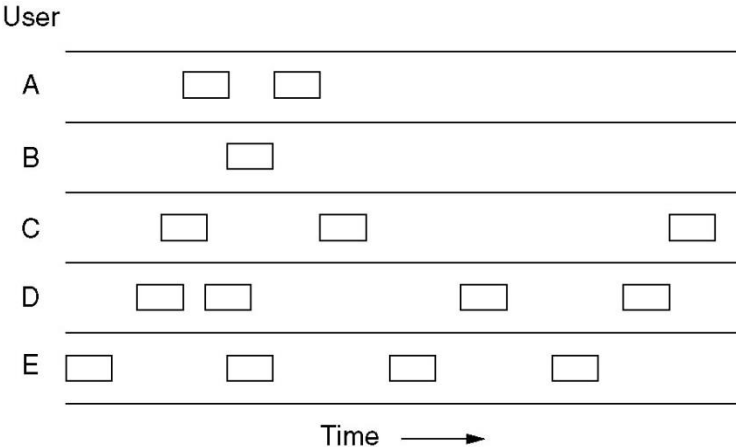


□ Ideális esetben

- Ha $G < 1$, $S = G$
- Ha $G \geq 1$, $S = 1$
- Ahol egy csomag kiküldése egy időegységet vesz igénybe.

© 2014 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved. Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings, 101 Philip Drive, Assinippi Park, New York, NY 10984.

- Alacsony költségű, nagyon egyszerű megoldás



ALOHA

21

- ❑ Topológia: broadcast rádió több állomással
 - ❑ Protokoll:
 - Az állomások azonnal küldenek
 - A fogadók minden csomagot nyugtáznak
 - Nincs nyugta = ütközés, véletlen ideig vár, majd újraküld
- Egyszerű, de radikális megoldás
 - Korábbi megoldások, mind felosztották a csatornát
 - TDMA, FDMA, etc.
 - Kevés küldő esetére készült

Teljesítmény elemzés -Poisson Folyam

- A „**véletlen érkezések**” egyik ünnepelt modellje a sorban-állás elméletben a Poisson folyamat.
- A modell feltételezései:
 - ▣ Egy érkezés valószínűsége egy rövid Δt intervallum alatt arányos az intervallum hosszával és nem függ az intervallum kezdetétől (ezt nevezzük **memória nélküli** tulajdonságnak)
 - ▣ Annak a valószínűsége, hogy több érkezés történik egy rövid Δt intervallum alatt közelít a nullához.

Teljesítmény elemzés –Poisson eloszlás

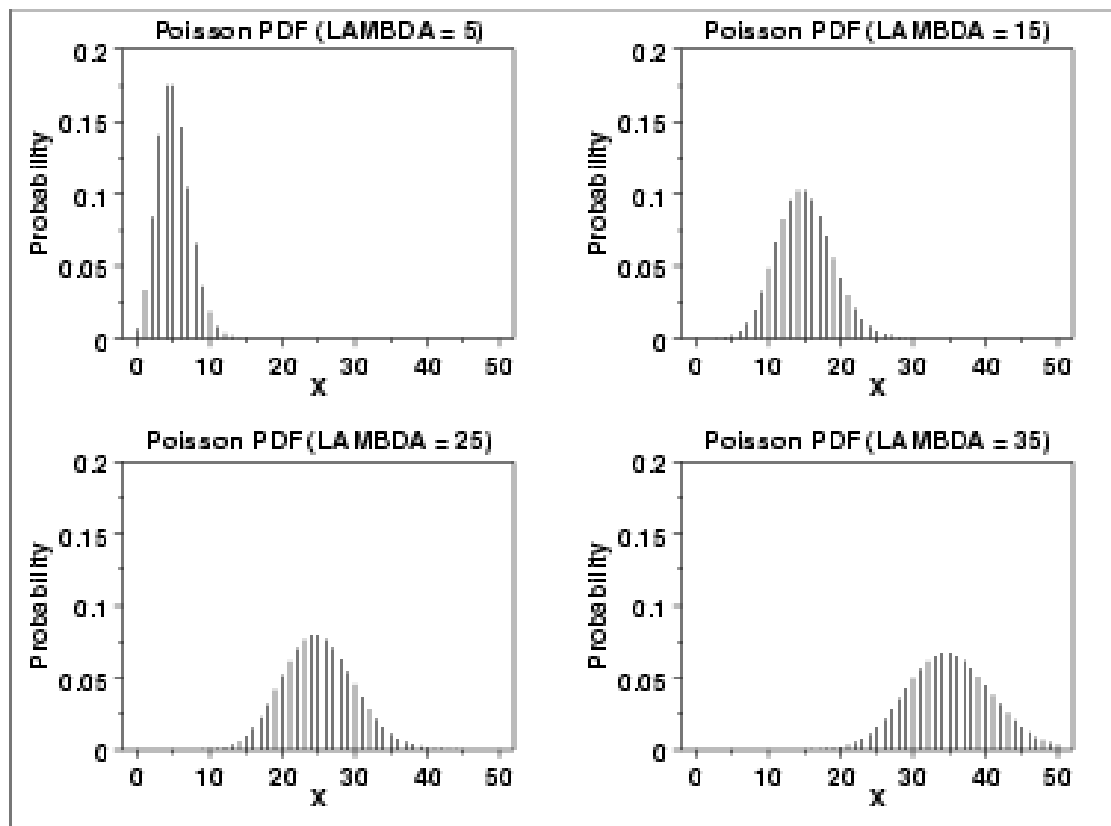
Annak a valószínűsége, hogy k érkezés történik egy t hosszú intervallum során:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}$$

ahol λ az érkezési ráta. Azaz ez egy egy-paraméteres modell, ahol csak λ -át kell ismernünk.

Poisson Eloszlás példák

24



ALOHA vizsgálata

□ Jelölés:

- T_f = keret-idő (feldolgozási, átviteli és propagációs)
- S : A sikeres keret átvitelek átlagos száma T_f idő alatt; (*throughput*)
- G : T_f idő alatti összes átviteli kísérletek átlagos száma
- D : Egy keret küldésre kész állapota és a sikeres átvitele között eltelt átlagos idő

□ Feltételezéseink

- Minden keret konstans/azonos méretű
- A csatorna zajmentes, hibák csak ütközések miatt történnek
- A keretek nem kerülnek sorokba az egyedi állomásokon
- Egy csatorna egy Poisson folyamként viselkedik

ALOHA vizsgálata

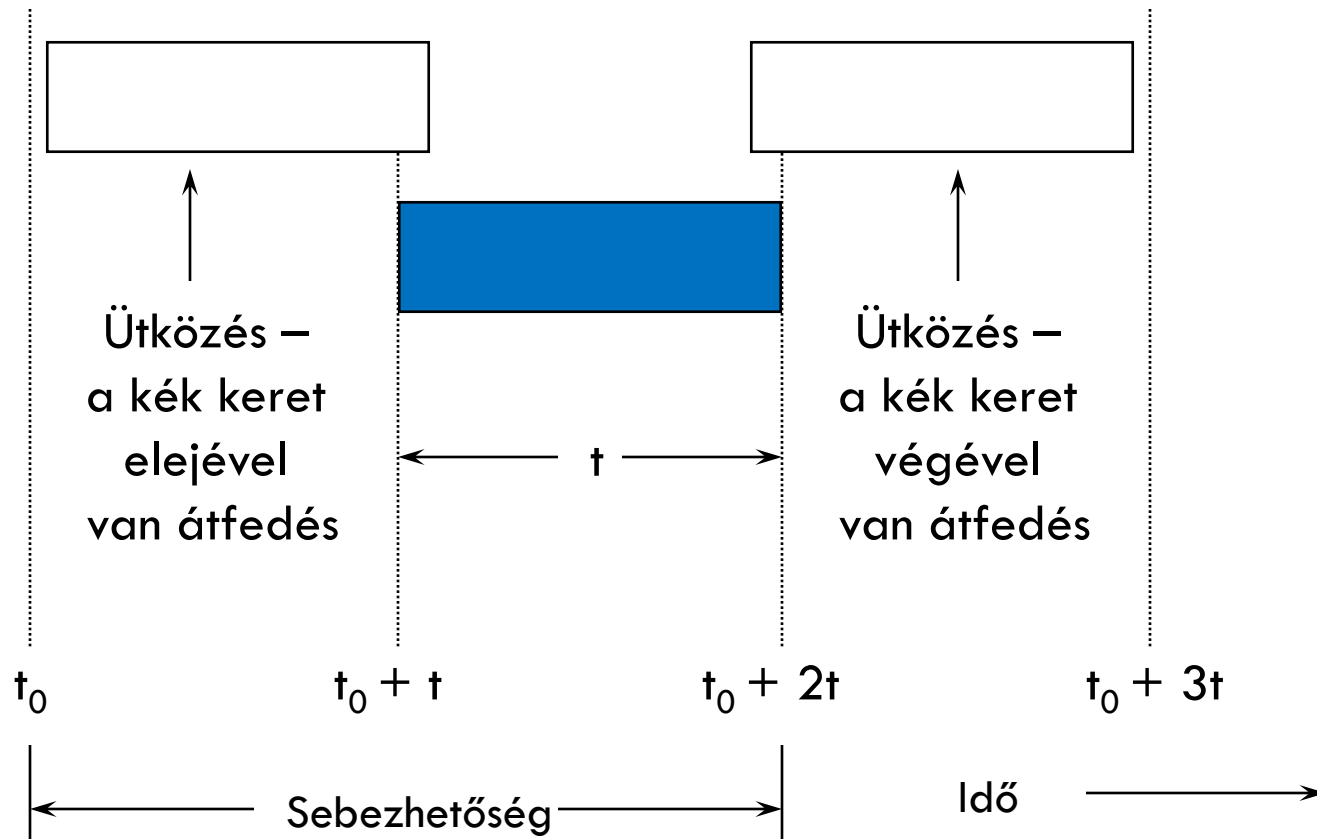
- Mivel S jelöli a „jó” átviteleket egy keret idő alatt és G jelöli az összes átviteli kísérletet egy keret idő alatt, így a következő összefüggést írhatjuk:

$$S = S(G) = G \times (\text{A „jó” átvitelek valószínűsége})$$

- A sebezhetőségi idő egy keret sikeres átviteléhez: $2T_f$
- Azaz a „jó” átvitel valószínűsége megegyezik annak a valószínűségével, hogy a sebezhetőségi idő alatt **nincs** beérkező keret.

ALOHA vizsgálata

27



Sebezhetőségi időintervallum a kékkel jelölt kerethez

ALOHA vizsgálata

Tudjuk, hogy:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}$$

Azaz most $t = 2T_f$ és $k = 0$ (t legyen a seb. idő, $k=0$, hogy ne érkezzen új keret a kék küldése során)

$$P_0(2T_f) = \frac{(\lambda \cdot 2T_f)^0 e^{-\lambda 2T_f}}{0!} = e^{-2G}$$

because $\lambda = \frac{G}{T_f}$. Thus, $S = G \cdot e^{-2G}$

ALOHA vizsgálata

29

- $S(G) = Ge^{-2G}$ függvényt G szerint deriválva és az eredményt nullának tekintve az egyenlet megoldásával megkapjuk a maximális sikeres átvitelhez tartozó G értéket:

$$G = 0.5,$$

melyre $S(G) = 1/2e = 0.18$. Azaz a maximális throughput **csak 18%-a** a teljes kapacitásnak!!!

ALOHA vs TDMA

30

□ A TD

□ A v

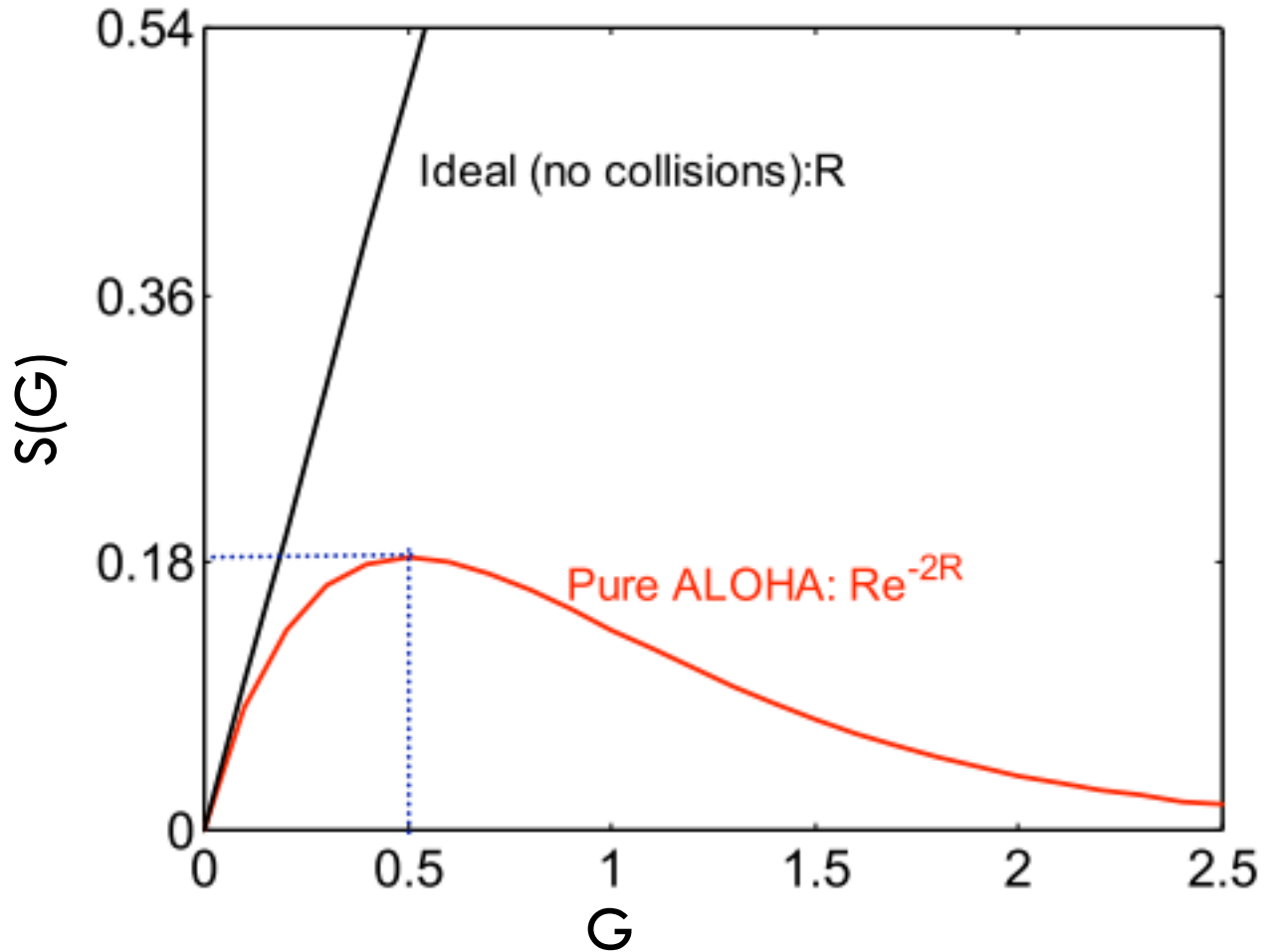
□ Az A

□ Sol

□ De

Sender

Sender

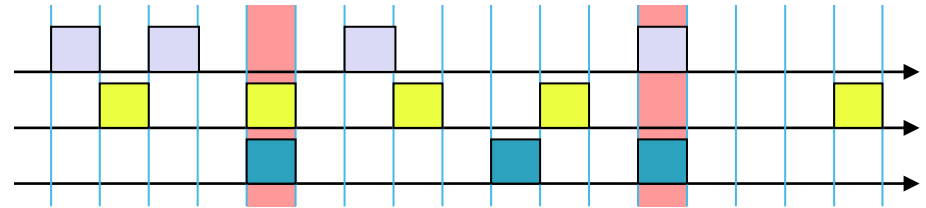


□ Maximum system capacity is 18% of the channel capacity

Réselt ALOHA

31

- A csatornát azonos időrésekre bontjuk, melyek hossza pont egy keret átviteléhez szükséges idő.
- Átvitel csak az időrések határán lehetséges



- Algoritmus:
 - ▣ Amikor egy új A keret küldésre kész:
 - Az A keret kiküldésre kerül a (következő) időrés-határon

A réselt ALOHA vizsgálata

□ A sebezhetőségi idő a felére csökken!!!

□ Tudjuk, hogy:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}$$

Ez esetben $t = T_f$ és továbbra is $k = 0$, amiből kapjuk, hogy:

$$P_0(T_f) = \frac{(\lambda \cdot T_f)^0 e^{-\lambda T_f}}{0!} = e^{-G}$$

because $\lambda = \frac{G}{T_f}$. Thus, $S = G \cdot e^{-G}$

Réselt ALOHA

33

□ Protokoll

□ Ugrás

■ R

□ Cs

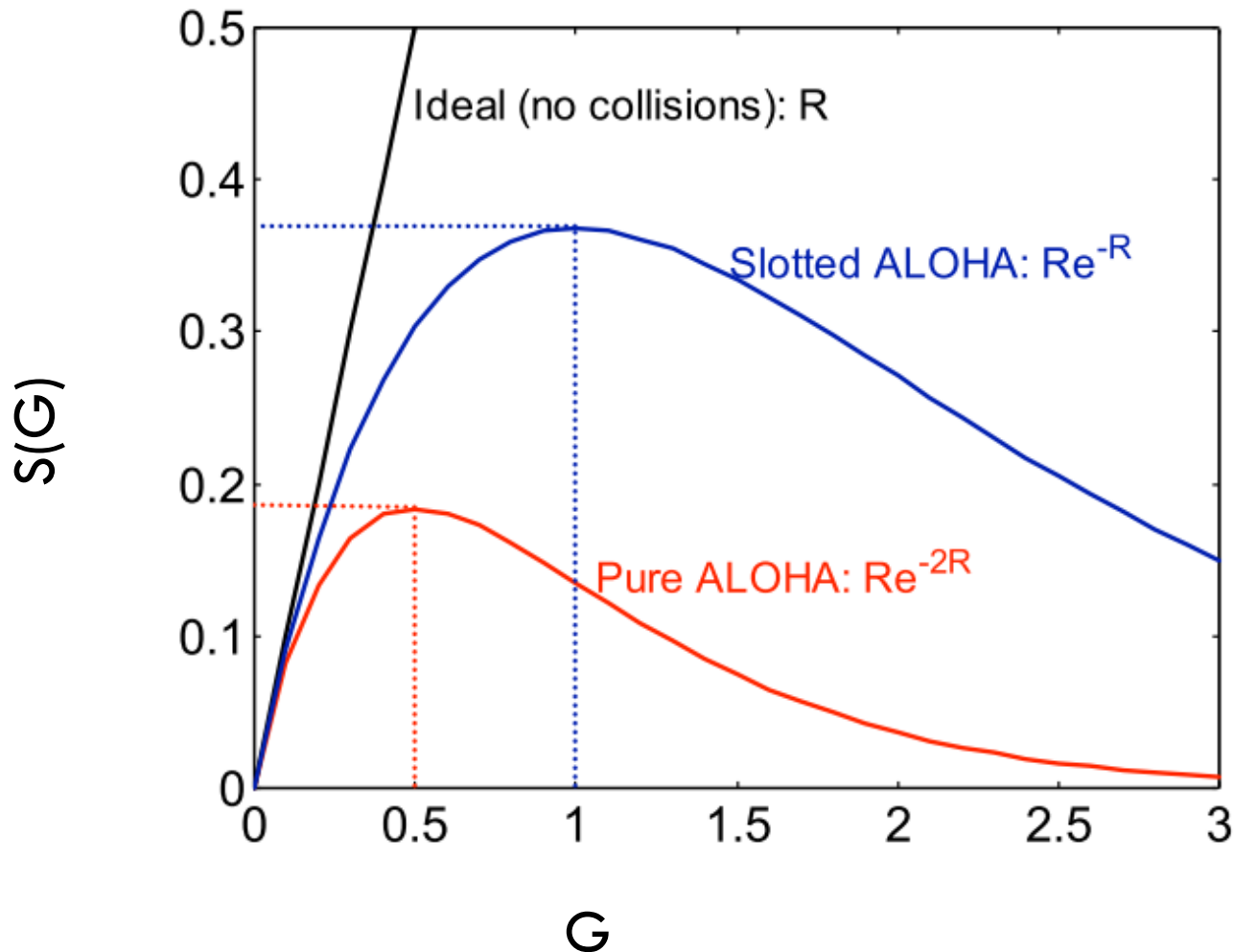
□ Azaz

nem

□ 37

□ Az

ke



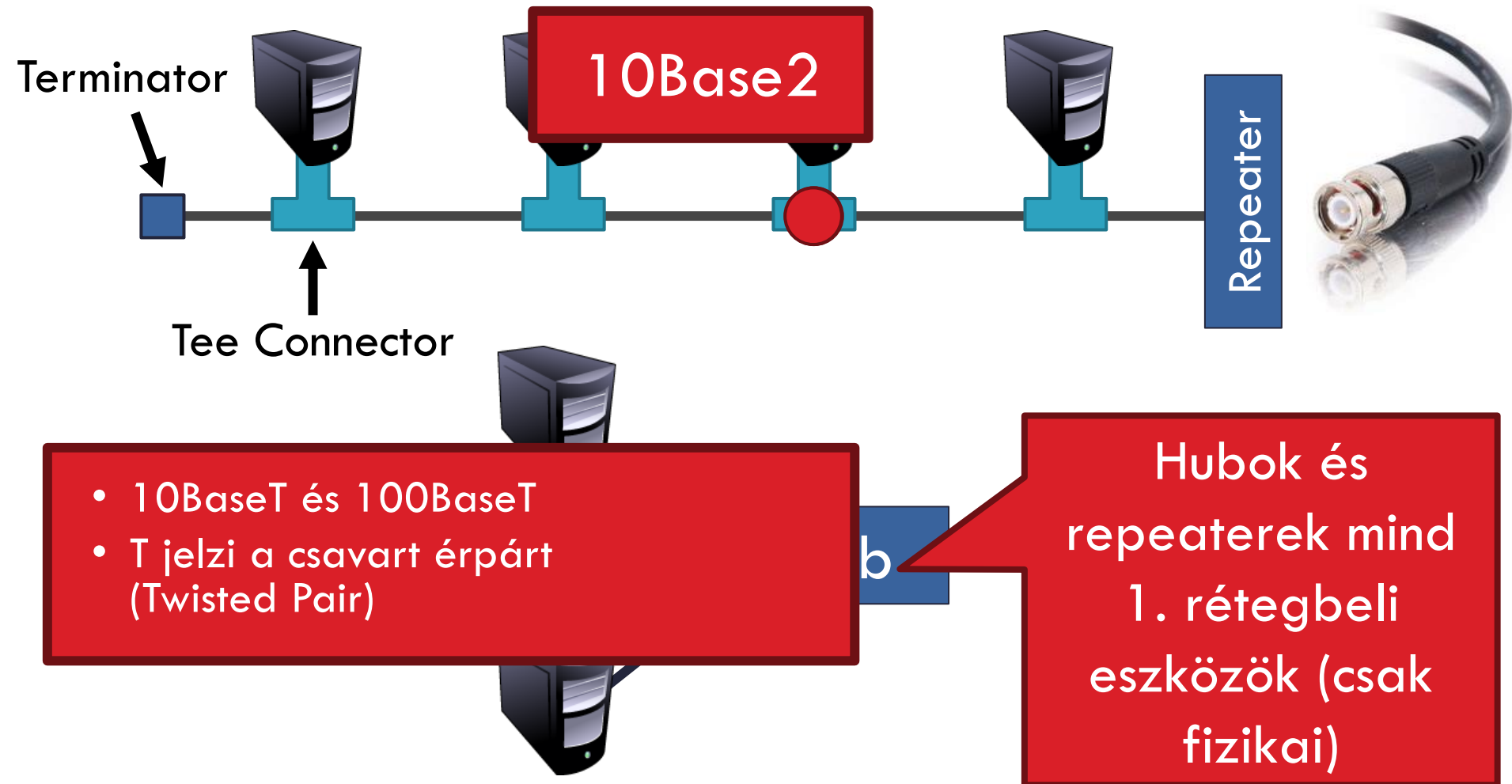
általán

órával

Adatszóró (Broadcast) Ethernet

34

- Eredetileg az Ethernet egy adatszóró technológia volt



Vivőjel érzékelés

Carrier Sense Multiple Access (CSMA)

- További feltételezés

- ▣ Minden állomás képes beleszállgatni a csatornába és így el tudja dönteni, hogy azt más állomás használja-e átvitelre

1-perzisztens CSMA protokoll

36

- Vivőjel érzékelés van, azaz minden állomás belehallgathat a csatornába.
- Folytonos időmodellt használ a protokoll

Algoritmus

- Keret leadása előtt belehallgat a csatornába:
 - a) Ha foglalt, akkor addig vár, amíg fel nem szabadul. Szabad csatorna esetén azonnal küld. (*perzisztens*)
 - b) Ha szabad, akkor küld.
- Ha ütközés történik, akkor az állomás véletlen hosszú ideig vár, majd újratekzi a keret leadását.

Tulajdonságok

- A terjedési késleltetés nagymértékben befolyásolhatja a teljesítményét.
- Jobb teljesítményt mutat, mint az ALOHA protokollok.

Nem-perzisztens CSMA protokoll

37

- Vivőjel érzékelés van, azaz minden állomás belehallgathat a csatornába.
- Folytonos időmodellt használ a protokoll
- Mohóság kerülése

Algoritmus

- Keret leadása előtt belehallgat a csatornába:
 - a) Ha foglalt, akkor véletlen ideig vár (nem figyeli a forgalmat), majd kezdi előről a küldési algoritmust. (*nem-perzisztens*)
 - b) Ha szabad, akkor küld.
- Ha ütközés történik, akkor az állomás véletlen hosszú ideig vár, majd újratekdi a keret leadását.

Tulajdonságok

- Jobb teljesítményt mutat, mint az 1-perzisztens CSMA protokoll. (*intuitív*)

p-perzisztens CSMA protokoll

38

- Vivőjel érzékelés van, azaz minden állomás belehallgathat a csatornába.
- Diszkrét időmodellt használ a protokoll

Algoritmus

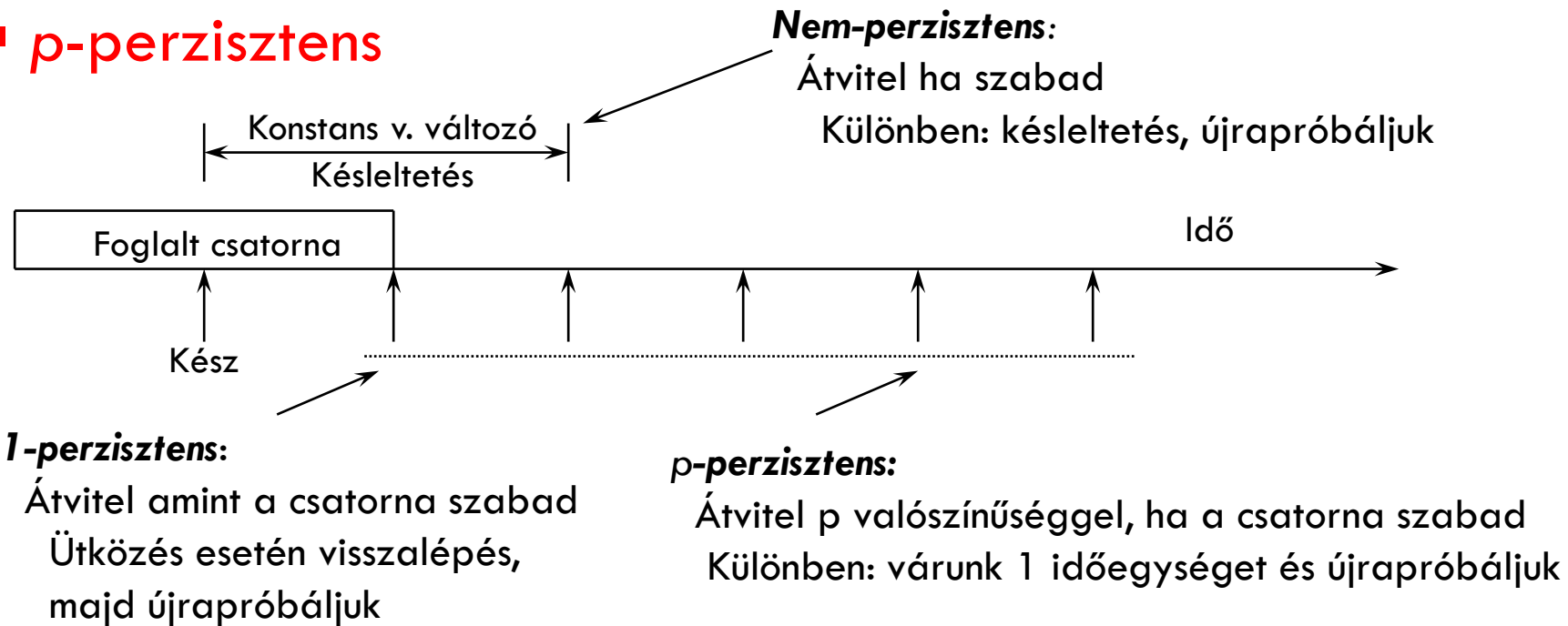
- Adás kész állapotban az állomás belehallgat a csatornába:
 - a) Ha foglalt, akkor vár a következő időrésig, majd megismétli az algoritmust.
 - b) Ha szabad, akkor p valószínűséggel küld, illetve $1-p$ valószínűséggel visszalép a szándékától a következő időrésig. Várakozás esetén a következő időrésben megismétli az algoritmust. Ez addig folytatódik, amíg el nem küldi a keretet, vagy amíg egy másik állomás el nem kezd küldeni, mert ilyenkor úgy viselkedik, mintha ütközés történt volna.
- Ha ütközés történik, akkor az állomás véletlen hosszú ideig vár, majd újakezdi a keret leadását.

CSMA áttekintés

39

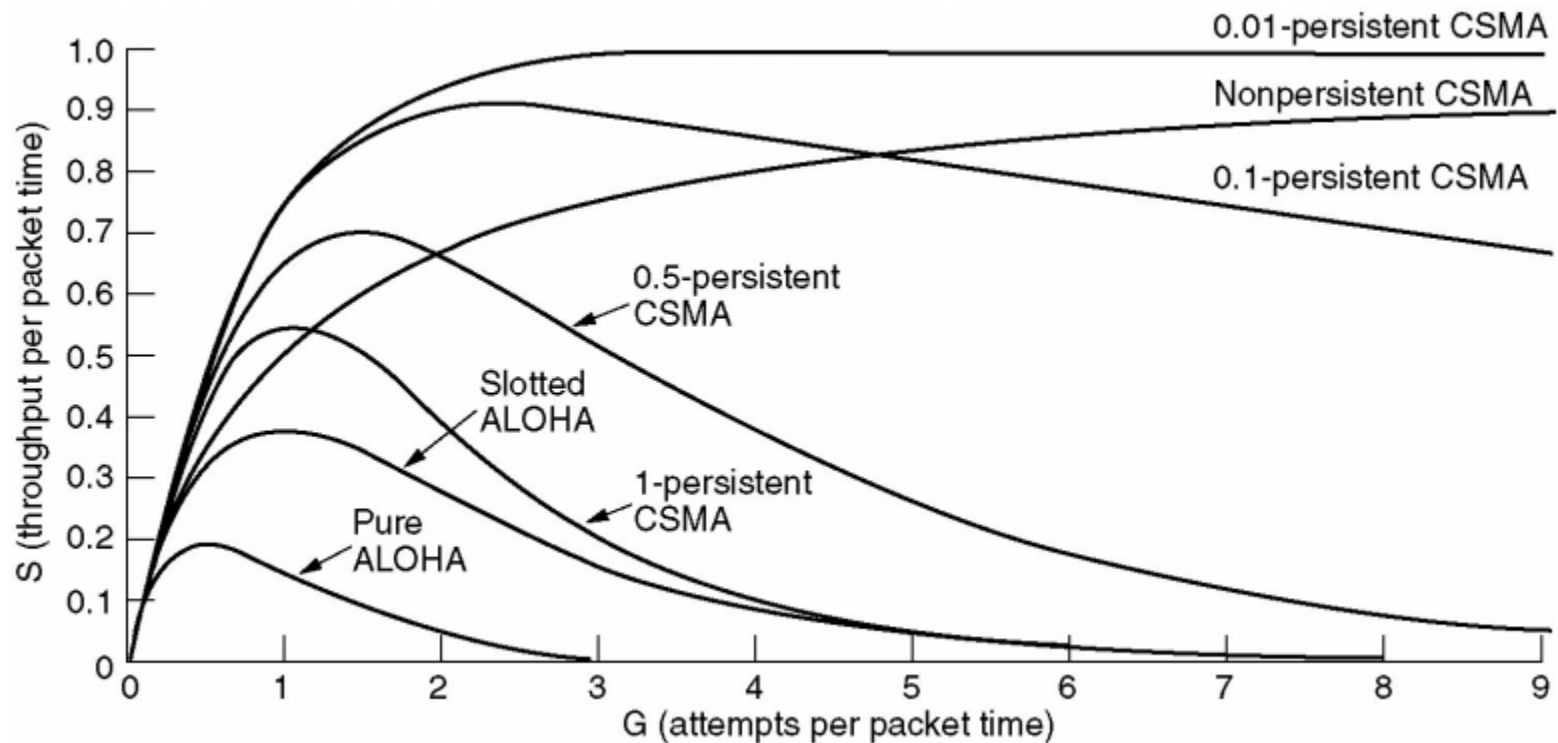
- Nem-perzisztens
- 1-perzisztens
- p -perzisztens

CSMA perzisztencia



CSMA és ALOHA protokollok összehasonlítása

40



CSMA/CD - CSMA ütközés detektálással (CD = Collision Detection)

- ❑ Ütközés érzékelés esetén meg lehessen szakítani az adást. („Collision Detection”)
 - Minden állomás küldés közben megfigyeli a csatornát,
 - ha ütközést tapasztal, akkor megszakítja az adást, és véletlen ideig várakozik, majd újra elkezdi leadni a keretét.
- ❑ Mikor lehet egy állomás biztos abban, hogy megszerezte magának a csatornát?
 - Az ütközés detektálás minimális ideje az az idő, ami egy jelnek a két legtávolabbi állomás közötti átviteléhez szükséges.

CSMA/CD



- Egy állomás megszerezte a csatornát, ha minden más állomás érzékeli az átvitelét.
- Az **ütközés detektálás működéséhez** szükséges a keretek hosszára egy alsó korlátot adnunk
- Ethernet a CSMA/CD-t használja

CSMA/CD

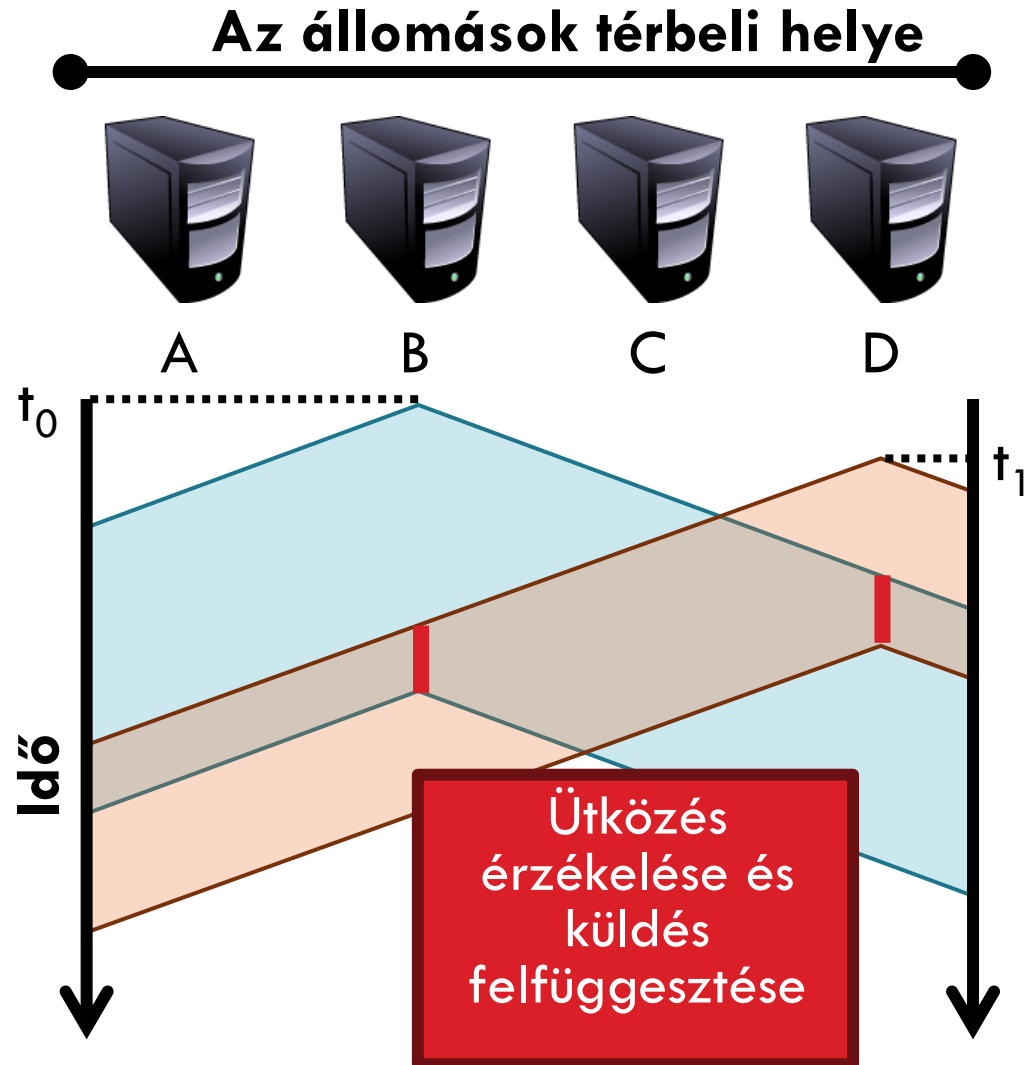
43

- ❑ Carrier sense multiple access with collision detection
- ❑ Alapvetés: a közeg lehetőséget ad a csatornába hallgatásra
- ❑ Algoritmus
 1. Használjuk valamely CSMA variánst
 2. A keret kiküldése után, figyeljük a közeget, hogy történik-e ütközés
 3. Ha nem volt ütközés, akkor a keretet leszállítottuk
 4. Ha ütközés történt, akkor azonnal megszakítjuk a küldést
 - Miért is folytatnánk hisz a keret már sérült...
 5. Alkalmazzuk az bináris exponenciális hátralék módszert az újraküldés során (binary exponential backoff)

CSMA/CD Ütközések

44

- Ütközések történhetnek
- Az ütközéseket gyorsan észleljük és felfüggesztjük az átvitelt
- Mi a szerepe a távolságnak, propagációs időnek és a keret méretének?



Binary Exponential Backoff –

Bináris exponenciális hátralék

45

- Ütközés érzékelésekor a küldő egy ún. „jam” jelet küld
 - ▣ Minden állomás tudomást szerezzen az ütközésről

- Binary exponential backoff működése:
 - ▣ Válasszunk egy $k \in [0, 2^n - 1]$ egyenletes eloszlás szerint, ahol $n =$ az ütközések száma
 - ▣ Várjunk k időegységet (keretidőt) az újraküldésig
 - ▣ n felső határa 10, 16 sikertelen próbálkozás után pedig eldobjuk a keretet

- A hátralék idő versengési résekre van osztva

Binary Exponential Backoff

46

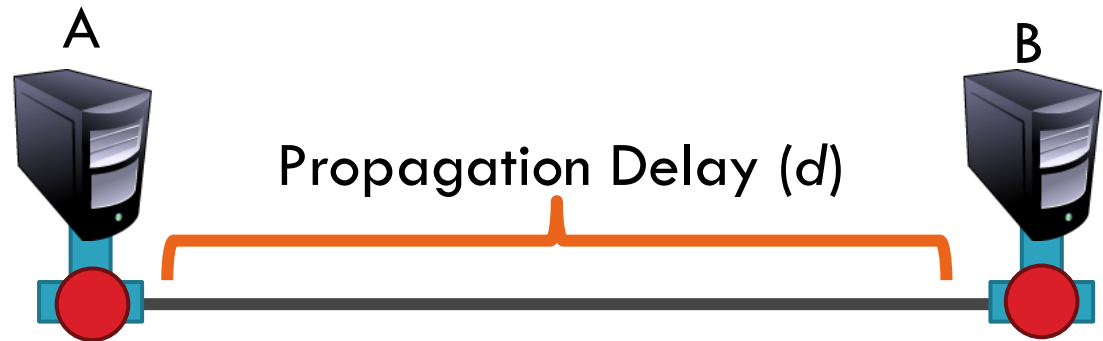
Tekintsünk két állomást, melyek üzenetei ütköztek

- Első ütközés után: válasszunk egyet a két időrés közül
 - ▣ A siker esélye az első ütközés után: 50%
 - ▣ Átlagos várakozási idő: 1,5 időrés
- Második ütközés után: válasszunk egyet a négy rés közül
 - ▣ Sikeres átvitel esélye ekkor: 75%
 - ▣ Átlagos várakozási idő: 2,5 rés
- Általában az m . ütközés után:
 - ▣ A sikeres átvitel esélye: $1 - 2^{-m}$
 - ▣ Average delay (in slots): $0,5 + 2^{(m-1)}$

Minimális keretméret

47

- Miért 64 bájt a minimális keretméret?
 - ▣ Az állomásoknak elég időre van szüksége az ütközés detektálásához
- Mi a kapcsolat a keretméret és a kábelhossz között?
 1. t időpont: Az A állomás megkezdte az átvitelt
 2. $t + d$ időpont: A B állomás is megkezdte az átvitelt
 3. $t + 2*d$ időpont: A érzékeli az ütközést



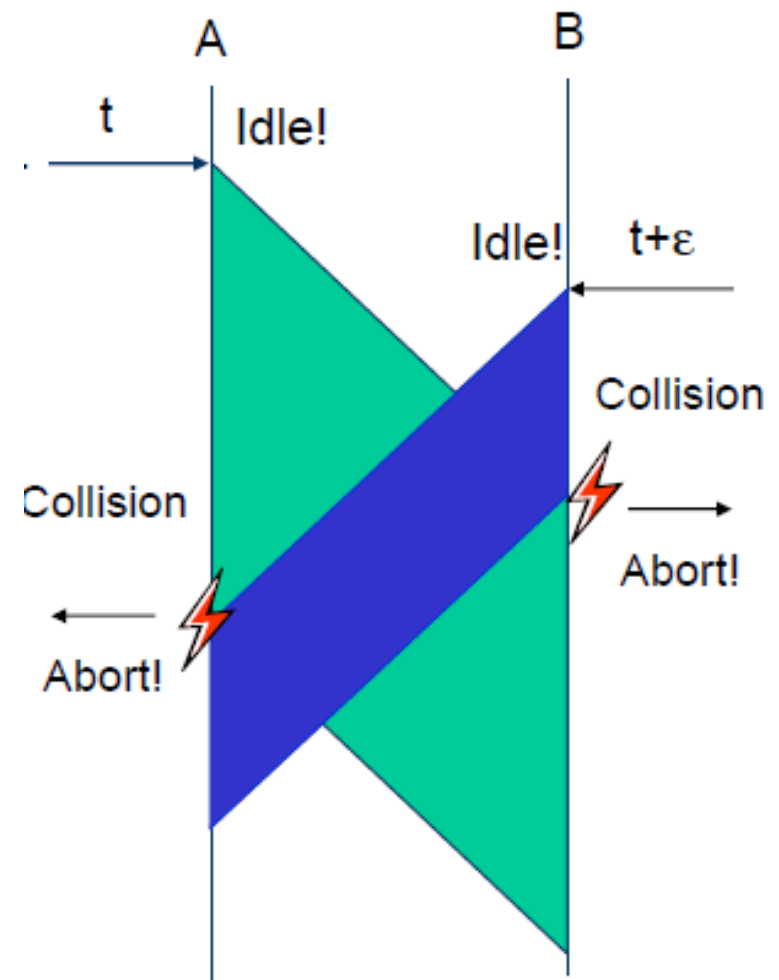
Alapötlet: Az A állomásnak $2*d$ ideig kell küldenie!

CSMA/CD

- CSMA/CD három állapota: versengés, átvitel és szabad.
- Ahhoz, hogy minden ütközést észleljünk szükséges:

$$T_f \geq 2T_{pg}$$

- ahol T_f egy keret elküldéséhez szükséges idő
- és T_{pg} a propagációs késés A és B állomások között



Minimális keretméret

49

- Az A küldésének $2 \cdot d$ ideig kell tartania

- $\text{Min_keret} = \text{ráta (b/s)} \cdot 2 \cdot d \text{ (s)}$

- ...

- 10 Mbps Ethernet

- Pr
- A keretméret és a kábelhossz változik (m/s)

- Aza
- a gyorsabb szabványokkal...

- $\text{Min_keret} = \text{ráta} \cdot 2 \cdot \text{távolság (m)} / \text{fényseb. (m/s)}$

- Azaz a kábel össza

- $\text{Távolság} = \text{min_keret} \cdot \text{fénysebesség} / (2 \cdot \text{ráta})$

$$(64 \text{B} \cdot 8) \cdot (2 \cdot 10^8 \text{mps}) / (2 \cdot 10^7 \text{bps}) = 5120 \text{ méter}$$

Minimális keretméret

50

- Az A küldésének $2 \cdot d$ ideig kell tartania
 - ▣ $\text{Min_keret} = \text{ráta (b/s)} * 2 * d \text{ (s)}$
 - ... de mi az a d ? propagációs késés, melyet a fénysebesség ismeretében ki tudunk számolni
 - $\text{Propagációs késés (d)} = \text{távolság (m)} / \text{fénysebesség (m/s)}$
 - ▣ Azaz:
 - ▣ $\text{Min_keret} = \text{ráta (b/s)} * 2 * \text{távolság (m)} / \text{fényseb. (m/s)}$
- Azaz a kábel összhossza
 - ▣ $\text{Távolság} = \text{min_keret} * \text{fénysebesség} / (2 * \text{ráta})$

$$(64\text{B} * 8) * (2 * 10^8 \text{mps}) / (2 * 10^7 \text{bps}) = 5120 \text{ méter}$$

Kábelhossz példa

51

$$\text{min_keret} * \text{fénysebesség} / (2 * \text{ráta}) = \text{max_kábelhossz}$$
$$(64\text{B} * 8) * (2 * 10^8 \text{mps}) / (2 * 10 \text{Mbps}) = 5120 \text{ méter}$$

- Mi a maximális kábelhossz, ha a minimális keretméret 1024 bájtra változik?
 - ▣ 81,9 kilométer
- Mi a maximális kábelhossz, ha a ráta 1 Gbps-ra változik?
 - ▣ 51 méter
- Mi történik, ha mindkettő változik egyszerre?
 - ▣ 819 méter

Maximális keretméret

52

- ❑ Maximum Transmission Unit (MTU): 1500 bájt
- ❑ Pro:
 - ▣ Hosszú csomagokban levő biz hibák jelentős javítási költséget okozhatnak (pl. túl sok adatot kell újraküldeni)
- ❑ Kontra:
 - ▣ Több bájtot vesztegetünk el a fejlécekben
 - ▣ Összességében nagyobb csomag feldolgozási idő
- ❑ Adatközpontokban Jumbo keretek
 - ▣ 9000 bájtos keretek

Ütközésmentes protokollok

53

MOTIVÁCIÓ

- ❑ az ütközések hátrányosan hatnak a rendszer teljesítményére
 - ▣ hosszú kábel, rövid keret
- ❑ a CSMA/CD nem mindenhol alkalmazható

FELTÉTELEZÉSEK

- ❑ N állomás van.
- ❑ Az állomások 0-ától N-ig egyértelműen sorszámozva vannak.
- ❑ Réselt időmodellt feltételezünk.

Alapvető bittérkép protokoll

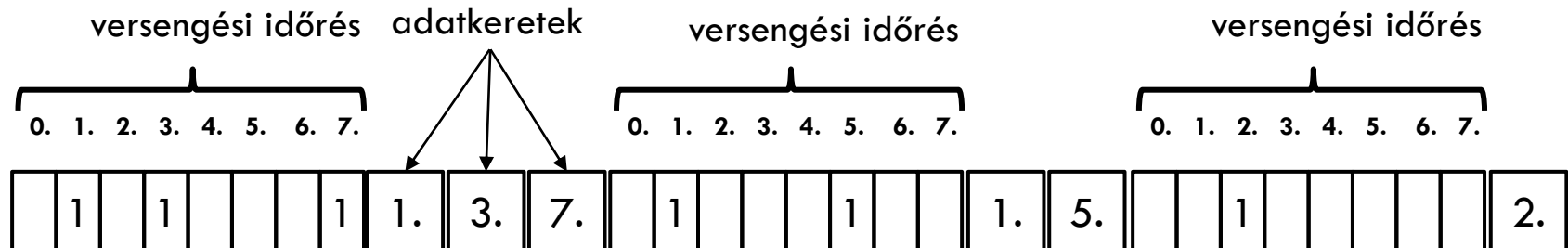
- Egy helyfoglalásos megoldás

54

- alapvető bittérkép eljárás

MŰKÖDÉS

- Az ütköztetési periódus N időrés
- Ha az i -edik állomás küldeni szeretne, akkor a i -edik versengési időrésben egy 1-es bit elküldésével jelezheti. (adatszórás)
- A versengési időszak végére minden állomás ismeri a küldőket. A küldés a sorszámok szerinti sorrendben történik meg.



Bináris visszaszámlálás protokoll 1 / 2

55

- alapvető bittérkép eljárás hátrány, hogy az állomások számának növekedésével a versengési periódus hossza is nő

MŰKÖDÉS

- Minden állomás azonos hosszú bináris azonosítóval rendelkezik.
- A forgalmazni kívánó állomás elkezd a bináris címét bitenként elküldeni a legnagyobb helyi értékű bittel kezdve. Az azonos pozíciójú bitek logikai VAGY kapcsolatba lépnek ütközés esetén. Ha az állomás nullát küld, de egyet hall vissza, akkor feladja a küldési szándékát, mert van nála nagyobb azonosítóval rendelkező küldő.

A HOSZT (0011)	0	–	–	–
B HOSZT (0110)	0	–	–	–
	1	0	1	0
C HOSZT (1010)	1	0	1	1
D HOSZT (1011)	1	0	1	1

D kerete

Bináris visszaszámlálás protokoll 2/2

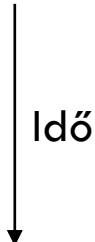
56

- **Következmény:** a magasabb címmel rendelkező állomásoknak a prioritásuk is magasabb az alacsonyabb című állomásokénál

MOK ÉS WARD MÓDOSÍTÁSA

- Virtuális állomás címek használata.
- Minden sikeres átvitel után ciklikusan permutáljuk az állomások címét.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Kezdeti állapot	100	010	111	101	001	000	011	110



Korlátozott versenyes protokollok

57

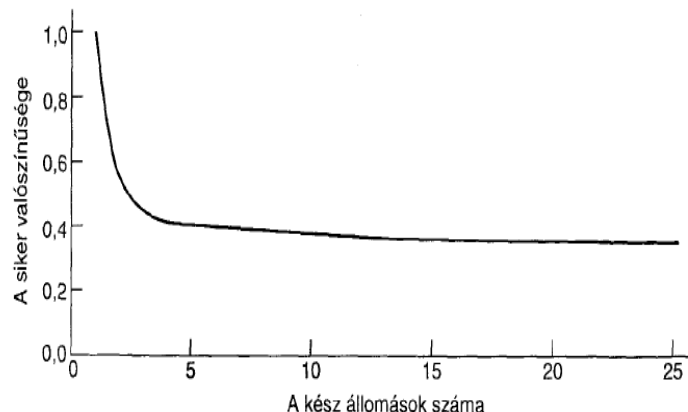
- **Cél:** Ötvözni a versenyhelyzetes és ütközésmentes protokollok jó tulajdonságait.
- **korlátozott versenyes protokoll** – Olyan protokoll, amely kis terhelés esetén versenyhelyzetes technikát használ a kis késleltetés érdekében, illetve nagy terhelés mellett ütközésmentes technikát alkalmaz a csatorna jó kihasználása érdekében.

SZIMMETRIKUS PROTOKOLLOK

- Adott részben k állomás verseng, minden állomás p valószínűséggel adhat. A csatorna megszerzésének valószínűsége: $kp(1 - p)^{k-1}$.

$$P(\text{siker optimális } p \text{ mellett}) = \left(\frac{k-1}{k}\right)^{k-1}$$

- Azaz a csatorna megszerzésének esélyeit a versenyhelyzetek számának csökkentésével érhetjük el.

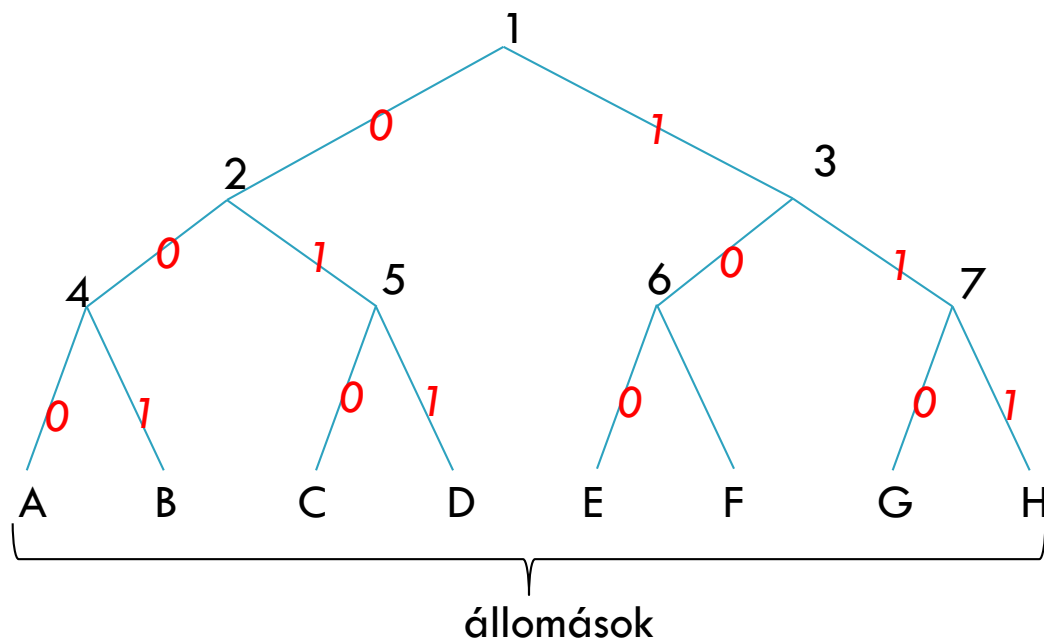


Adaptív fabejárési protokoll 1/2

58

Történeti háttér

- 1943 – Dorfman a katonák szifilisz fertőzöttségét vizsgálta.
- 1979 – Capetanakis bináris fa reprezentáció az algoritmus számítógépes változatával.



Adaptív fabejárási protokoll 2/2

59

Működés

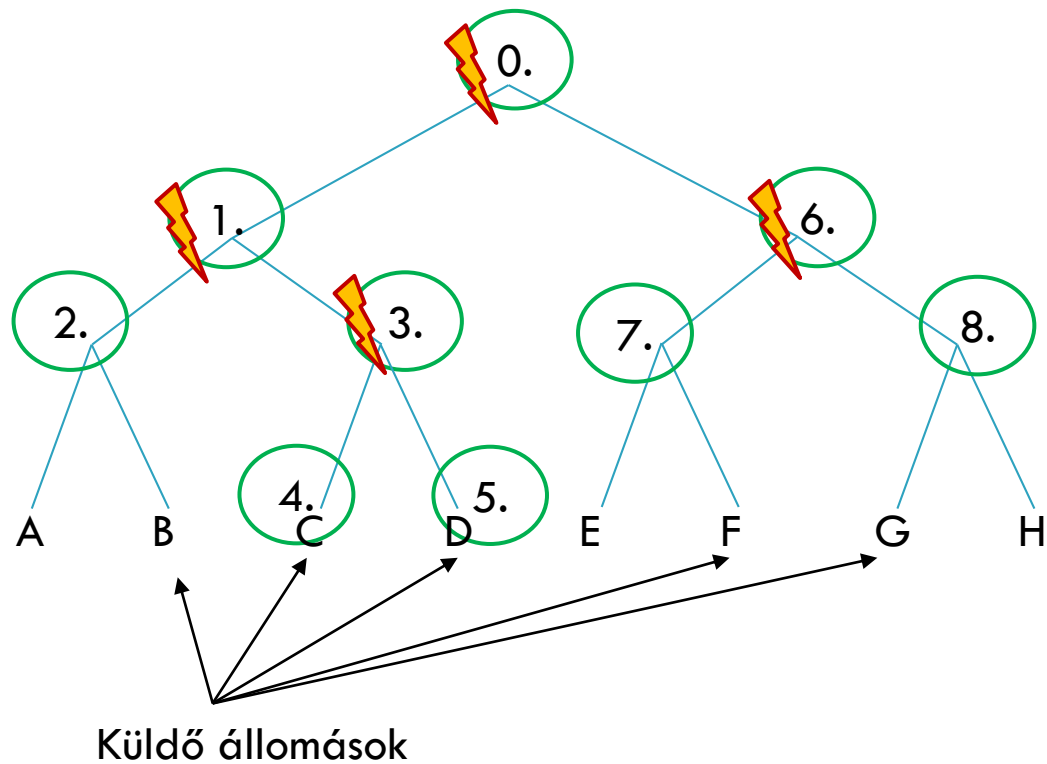
- 0-adik időrásben mindenki küldhet.
 - ▣ Ha ütközés történik, akkor megkezdődik a fa *mélységi bejárása*.
- A rések a fa egyes csomópontjaihoz vannak rendelve.
- Ütközéskor rekurzívan az adott csomópont bal illetve jobb gyerekcsomópontjánál folytatódik a keresés.
- Ha egy bitrés kihasználatlan marad, vagy pontosan egy állomás küld, akkor a szóban forgó csomópont keresése befejeződik.

Következmény

- Minél nagyobb a terhelés, annál mélyebben érdemes kezdeni a keresést.

Adaptív fabejárás példa

60



Az adatkapcsolati réteg „legtetején”...

61

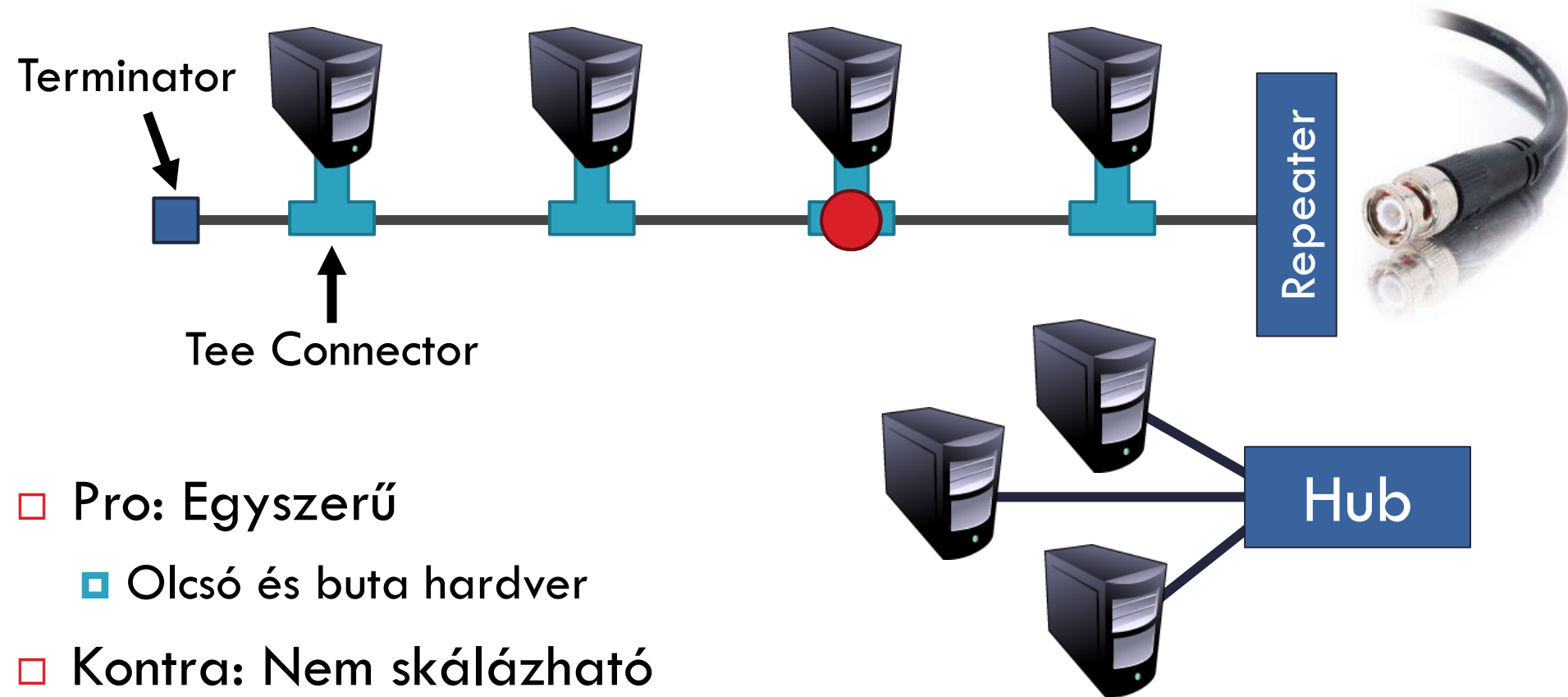


- Bridging, avagy hidak
 - ▣ Hogyan kapcsoljunk össze LAN-okat?
- Funkciók:
 - ▣ Keretek forgalomirányítása a LAN-ok között
- Kihívások:
 - ▣ Plug-and-play, önmagát konfiguráló
 - ▣ Esetleges hurkok feloldása

Visszatekintés

62

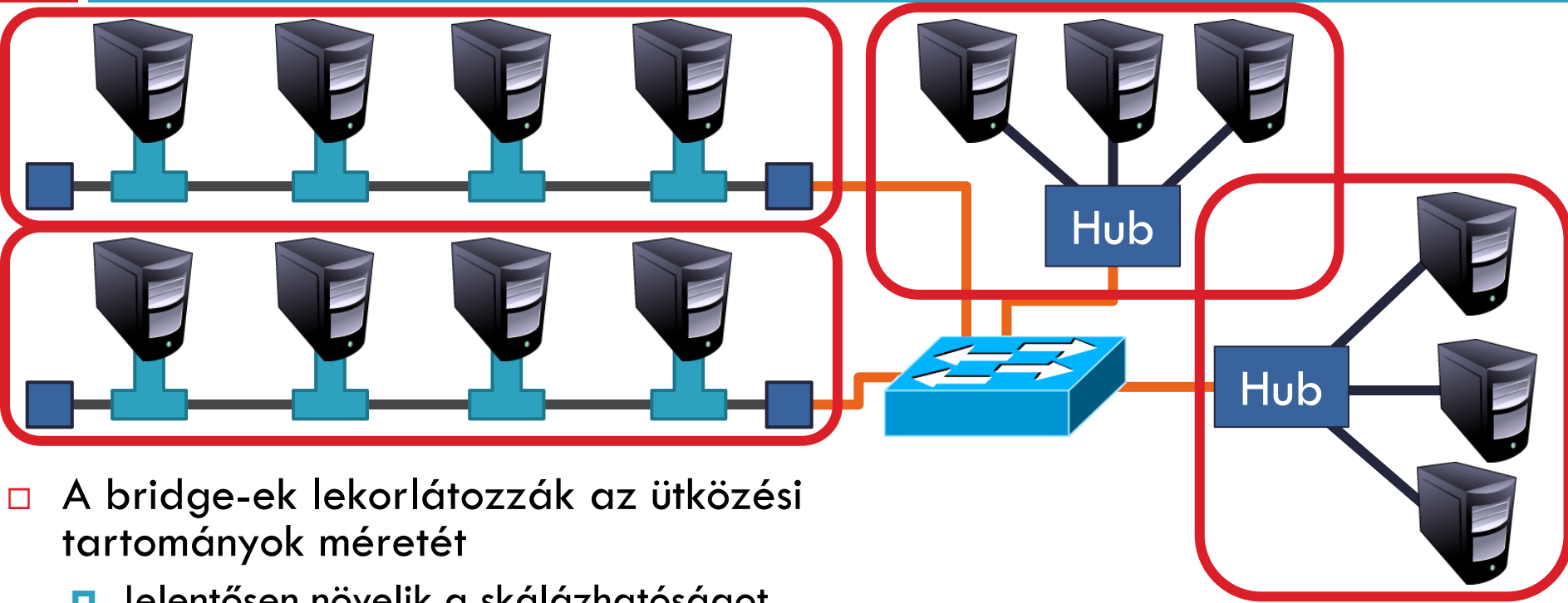
- Az Ethernet eredetileg adatszóró technológia volt



- Pro: Egyszerű
 - ▣ Olcsó és buta hardver
- Kontra: Nem skálázható
 - ▣ Több állomás = több ütközés = káosz

LAN-ok összekapcsolása

63

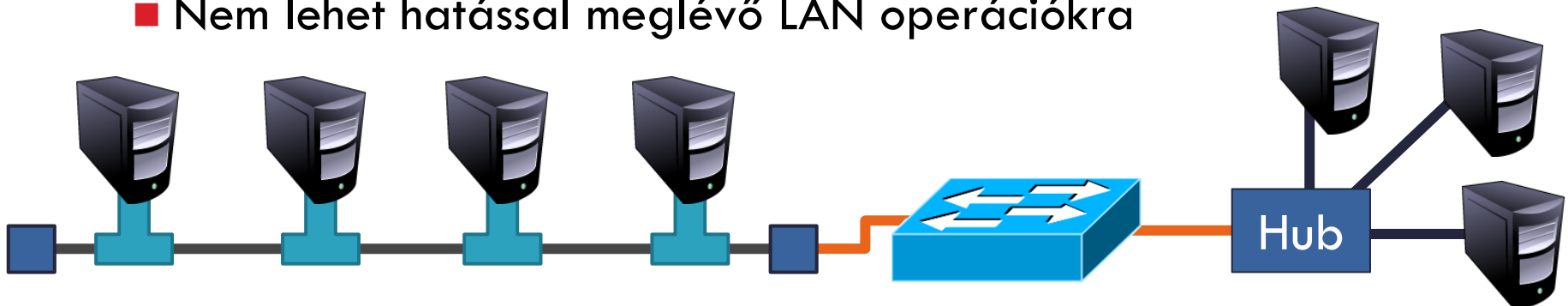


- A bridge-ek lekorlátozzák az ütközési tartományok méretét
 - ▣ Jelentősen növelik a skálázhatóságot
 - ▣ Kérdés: lehetne-e az egész Internet egy bridge-ekkel összekötött tartomány?
- Hátrány: a bridge-ek sokkal komplexebb eszközök a hub-oknál
 - ▣ Fizikai réteg VS Adatkapcsolati réteg
 - ▣ Memória pufferek, csomag feldolgozó hardver és routing (útválasztó) táblák szükségesek

Bridge-ek (magyarul: hidak)

64

- ❑ Az Ethernet switch eredeti formája
- ❑ Több IEEE 802 LAN-t kapcsol össze a 2. rétegben
- ❑ Célok
 - ▣ Ütközési tartományok számának csökkentése
 - ▣ Teljes átlátszóság
 - “Plug-and-play,” önmagát konfiguráló
 - Nem szükségesek hw és sw változtatások a hosztokon/hub-okon
 - Nem lehet hatással meglévő LAN operációkra



Bridge-ek (magyarul: hidak)

65

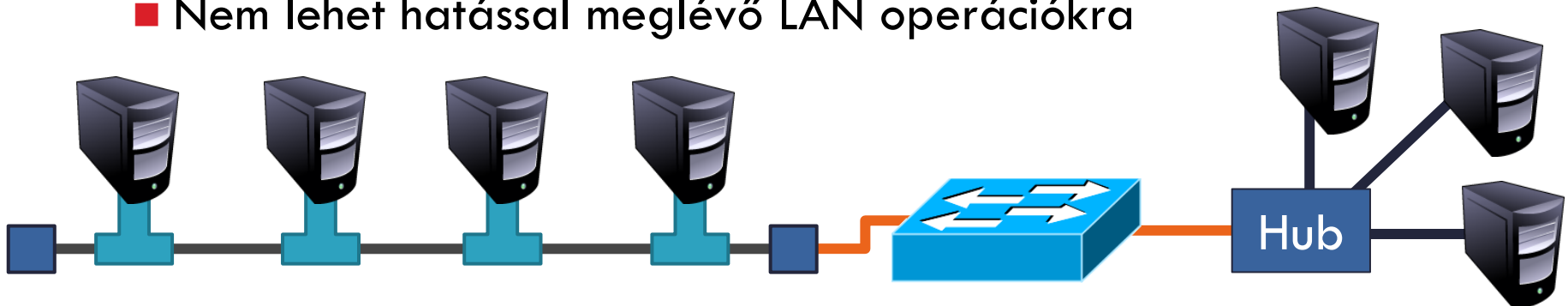
- Az Ethernet switch eredeti formája

□

□

1. Keretek továbbítása
2. (MAC) címek tanulása
3. Feszítőfa (Spanning Tree) Algoritmus (a hurkok kezelésére)

- Nem szükségesek hw és sw változtatások a hosztokon/hub-okon
- Nem lehet hatással meglévő LAN operációkra

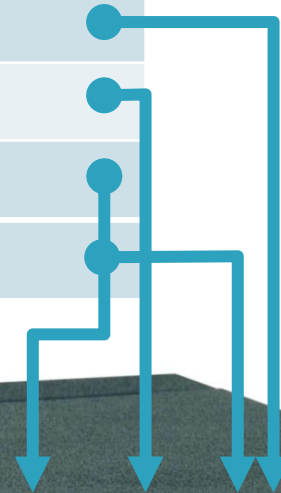


Keret Továbbító Táblák

66

- Minden bridge karbantart egy továbbító táblát (forwarding table)

MAC Cím	Port	Kor
00:00:00:00:00:AA	1	1 perc
00:00:00:00:00:BB	2	7 perc
00:00:00:00:00:CC	3	2 mp
00:00:00:00:00:DD	1	3 perc



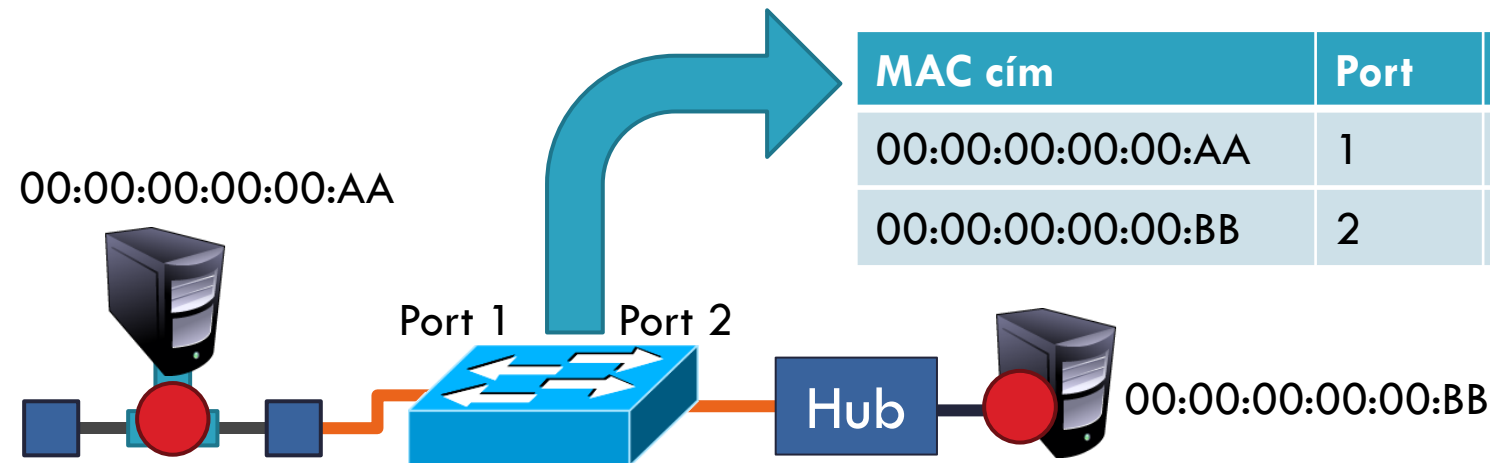
Címek tanulása

67

- ❑ Kézi beállítás is lehetséges, de...
 - ▣ Időigényes
 - ▣ Potenciális hiba forrás
 - ▣ Nem alkalmazkodik a változásokhoz (új hosztok léphetnek be és régiek hagyhatják el a hálózatot)
- ❑ Ehelyett: tanuljuk meg a címeket
 - ▣ Tekintsük a **forrás címeket** a különböző portokhoz tartozó kereteknek --- képezzünk ebből egy táblázatot

Töröljük a régi bejegyzéseket

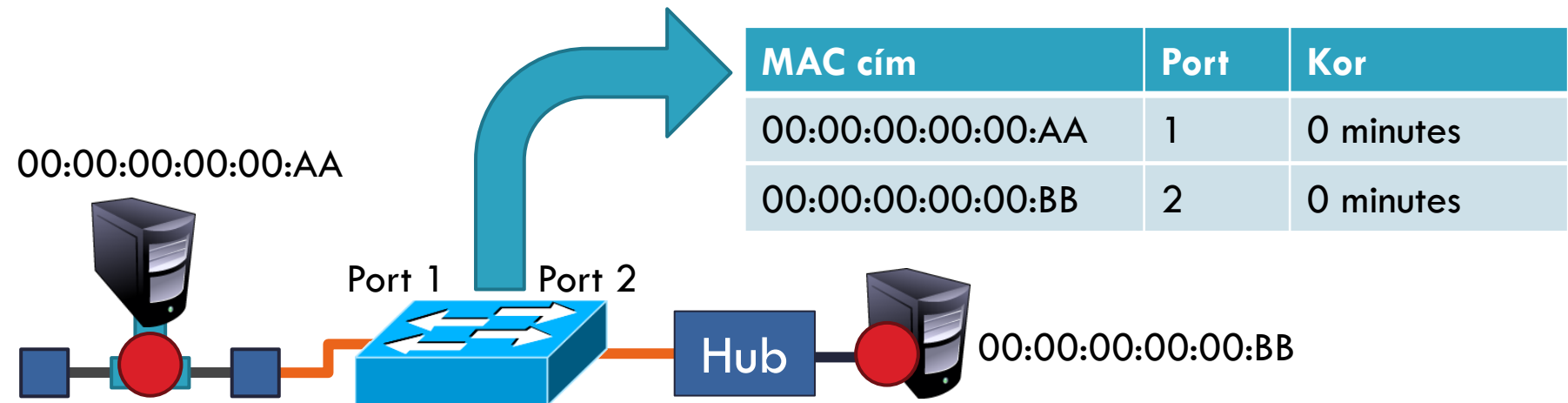
MAC cím	Port	Kor
00:00:00:00:00:AA	1	0 minutes
00:00:00:00:00:BB	2	0 minutes



Címek tanulása

68

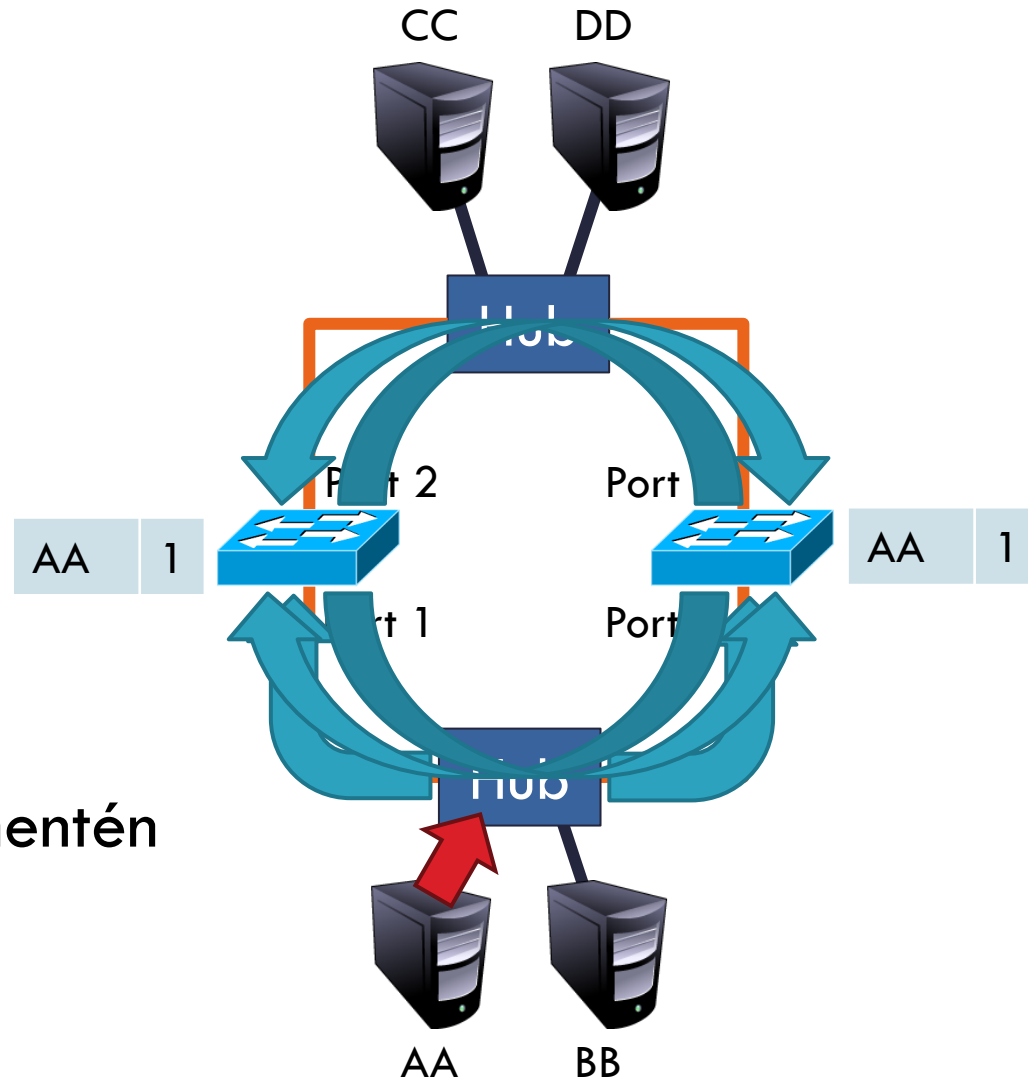
- ❑ Kézi beállítás is lehetséges, de...
 - ▣ Időigényes
 - ▣ Potenciális hiba forrás
 - ▣ Nem alkalmazkodik a változásokhoz (új hosztok léphetnek be és régiek hagyhatják el a hálózatot)
- ❑ Ehelyett: tanuljuk meg a címeket
 - ▣ Tekintsük a **forrás címeket** a különböző portokon beérkező kereteknek --- képezzünk ebből egy táblázatot



Hurkok problémája

69

- ❑ $\langle \text{Src}=\text{AA}, \text{Dest}=\text{DD} \rangle$
- ❑ Ez megy a végtelenségig
 - ▣ Hogyan állítható meg?
- ❑ Távolítsuk el a hurkokat a topológiából
 - ▣ A kábelek kihúzása nélkül
- ❑ 802.1 (LAN) definiál egy algoritmust **feszítőfa** építéséhez és karbantartásához, mely mentén lehetséges a keretek továbbítása



Köszönöm a figyelmet!