

1. ellenőrző kérdések

Mi a számítógép-hálózat (általános definíció)?

Számítógépek hálózata

Mi a számítógép-hálózat (szigorú definíció)?

Sok különálló, egymással összekapcsolt számítógép

Két számítógép összekapcsolt, ha információt tudnak cserélni

Mit jelent a kliens-szerver modell? Ismertesse a működését.

Kliens folyamat elküldi a kérést a szerver folyamatnak a hálózaton keresztül

Kliens vár a válaszra

Szerver folyamat feldolgozza a kérést és választ küld a hálózaton keresztül

Kliens folyamat megkapja a választ és használja

Mit jelent a peer-to-peer rendszer?

egyenrangú társak közötti laza kapcsolatot

Soroljon jelentős alkalmazási területeket, amelyeket a számítógép-hálózatok tettek lehetővé.

Információ elérése

- Személyek közötti kommunikáció
- e-kereskedelem
- Szórakozás
- Szenzorhálózatok, tárgyak internete

Mit jelent a személyi hálózat (PAN)?

Egy ember környezetében levő eszközök kommunikációjának összessége

Mit jelent a lokális hálózat (LAN)?

Egy iroda vagy otthon eszközeit köti össze

Mit jelent a nagyvárosi hálózat (MAN)?

Egy város egész területét lefedi

Mit jelent a nagy kiterjedésű hálózat (WAN)?

Nagy földrajzi kiterjedésű területeket fed le. Példa: cég 3 városban, köztük bérelt vonalak

Gazdagépek, hosztok (host)

Kommunikációs alhálózat (subnet): küldő hoszt és a címzett hoszt között csomagokat továbbító átviteli vonalak és útválasztók összessége

Mit az internetwork?

Egymással összekapcsolt hálózatok halmaza

Mi a gateway szerepe?

A hálózatok között átjáró (gateway) eszközök biztosítják a kapcsolatot

Miért szükséges a hálózatok réteges kialakítása?

- Megbízhatóság (képes legyen hibákból felépülni, azokat javítani)
- Erőforrások foglalása (egy korlátos méretű közös erőforráshoz való hozzáférés)
- Fejlődőképesség (idővel lehetőség legyen a javított protokollok fokozatos bevezetésére)
- Biztonság (a hálózat védelme különféle támadások ellen)

Mit jelent a réteges szerkezet?

- Több rétegen keresztül történik a Kommunikáció
- A rétegek csak a szomszédos rétegekkel kommunikál

Mi a protokoll? Mi a protokoll stack?

Protokoll:

- A szolgáltatás implementációjához szükséges szabályok halmaza (pl. csomagok formátuma, jelentése, használt üzenetek, ...)
- Nem látható a szolgáltatás igénybevevője számára
- Szabadon cserélhető (ha a szolgáltatás nem változik meg)

Protokoll stack: Egy rendszer által használt protokollok listája

Mi a szolgáltatás? Ki és kinek nyújtja?

Olyan primitívek (elemi műveletek) halmaza, amelyeket egy adott réteg a felette levő rétegek számára biztosít.

- Alsó réteg: szolgáltató, felső réteg: felhasználó

Ismertesse a réteges szerkezetű hálózatok működését, a rétegek, szolgáltatások, interfészek és protokollok szerepét.

A hálózatok egymásra épülő rétegekből állnak

- **rétegek:**
 - Minden réteg az alatta levőre épül
 - Az 1. réteg alatt a fizikai közeg található, a tényleges kommunikáció ezen keresztül megy végbe
- **Szolgáltatások:**
 - A megfelelő rétegek egymással kommunikálnak
- **Interfészek:**
 - Az egymással szomszédos rétegek között interfészek vannak, amelyek a szolgáltatás elérését teszik lehetővé
- **protokollok:**
 - Minden réteg egy saját protokollt használ (layer-n protokoll)
 - Léteznek emellett még a protokollok listája (stackek)

Ismertesse az összeköttetés-alapú szolgáltatások működési mechanizmusát.

- Megbízható üzenetsorozat (pl. könyvlapok sorozata)
- Megbízható bájtsorozat (pl. filmek letöltése)
- Nem megbízható kapcsolat (pl. voice over IP)

Ismertesse az összeköttetés nélküli szolgáltatások működési mechanizmusát.

- Nem megbízható datagram (pl. junk mail)
- Megbízható bájtsorozat (pl. SMS)
- Nem megbízható kapcsolat (pl. adatbázis lekérdezése)

Mit jelent a megbízható és nem megbízható szolgáltatás?

Megbízható:

- Általában nyugtázással valósítják meg
- Plusz idő, késleltetés, erőforrások...

Nem megbízható:

- Nem nyugtázott kapcsolat

Adjon példát megbízható és nem megbízható összeköttetés-alapú szolgáltatásokra.

- Megbízható üzenetsorozat (pl. könyvlapok sorozata)
- Megbízható bájtsorozat (pl. filmek letöltése)
- Nem megbízható kapcsolat (pl. voice over IP)

Adjon példát megbízható és nem megbízható összeköttetés nélküli szolgáltatásokra.

- Nem megbízható datagram (pl. junk mail)
- Megbízható bájtsorozat (pl. SMS)
- Nem megbízható kapcsolat (pl. adatbázis lekérdezése)

Mik a szolgáltatási primitívek?

Olyan primitívek (elemi műveletek) halmaza, amelyeket egy adott réteg a felette levő rétegek számára biztosít.

Ismertesse az alapvető hat (Berkeley) primitív feladatát.

- Listen: blokkolva vár bejövő kapcsolatfelvételt
- Connect: kapcsolat kiépítése egy várakozó társ-entitással
- Accept: bejövő kapcsolat elfogadása társ-entitástól
- Receive: blokkolva vár bejövő üzenetre
- Send: üzenetet küld társ-entitásnak
- Disconnect: kapcsolat bontása

Ismertesse egy egyszerű kliens–szerver-kommunikáció menetét nyugtázott datagramszolgáltatás használata esetén a hat primitív felhasználásával.

- Kliens folyamat elküldi a kérést a szerver folyamatnak a hálózaton keresztül
- Kliens vár a válasza
- Szerver folyamat feldolgozza a kérést és választ küld a hálózaton keresztül
- Kliens folyamat megkapja a választ és használja

Mi a primitívek szerepe a rétegek közötti szolgáltatásokban?

Üzenet küldése a társ-entitásnak, és a válasz visszahozatala, amolyan “futár” módon (?)

Ismertesse az OSI modell 7 rétegét és azok feladatát.

- Fizikai réteg – Physical Layer az 1. szint
 - Bitek továbbítása
- Adatkapcsolati réteg – Data-Link Layer a 2. szint
 - Hibamentes továbbítás (keret, nyugta). Közeghozzáférés.
- Hálózati réteg – Network layer a 3. szint
 - Alhálózat: merre menjen a csomag?
- Szállítási réteg – Transport layer a 4. szint
 - Darabolás, hibamentes átvitel
- Viszony réteg – Session layer az 5. szint
 - Munkamenet irányítása (párbeszédírányítás, szinkronizáció)
- Megjelenítési réteg – Presentation layer a 6. szint
 - Az átvitt információ szemantikája, szintaktikája.
- Alkalmazási réteg – Application layer a 7. szint
 - Alkalmazások

Ismertesse a TCP/IP modell rétegeit, azok feladatát, valamint ezek kapcsolatát az OSI modellel.

- Kapcsolati réteg (Link layer)
 - A legalsó réteg ebben a modellben
 - Milyen képességekkel kell rendelkezni a kapcsolatnak ahhoz, hogy az összeköttetés nélküli internetréteg igényeinek megfeleljen?
- Internetréteg (Internet layer)
 - Lehetővé teszi a hosztok számára, hogy bármely hálózatba csomagokat tudjanak küldeni, illetve a csomagok egymástól függetlenül célba jussanak (akár más hálózatokba is)
 - Definiál egy hivatalos csomagformátumot, illetve egy protokollt, amelyet internetprotokollnak (Internet Protocol, IP) hívnak
 - Definiál egy kísérő protokollt, az internetes vezérlőüzenet protokollt (Internet Control Message Protocol, ICMP), mely az IP működését segíti
- Szállítási réteg
 - Az internetrétegre épül
 - Lehetővé teszi a küldő és címzett hosztokban található társentitások közötti párbeszédet – Két különböző szállítási protokollt definiál
 - TCP (Transmission Control Protocol) átvitelvezérlő protokoll
 - megbízható, összeköttetés alapú
 - UDP (User Datagram Protocol) felhasználói datagram protokoll
 - nem megbízható, összeköttetés nélküli
- Alkalmazási réteg
 - Minden magasabb szintű protokollt ez a réteg tartalmaz
 - SMTP, FTP, HTTP, DNS, RTP, ...

Az OSI modell ennek a “kibővített” változata

Adjon példát a TCP/IP referenciamodellben megvalósított protokollokra.

- HTTP
- SMTP
- RTP
- DNS
- TCP
- UDP
- IP
- ICMP
- DSL
- SONET
- 802.11
- Ethernet

Mit jelentenek a következő fogalmak az internetszolgáltatás világában: ISP, DSL, POP, IXP, elsőszintű ISP, gerinchálózat, CDN, peering.

- **ISP:** internetszolgáltató (Internet Service Provider)
- **DSL:** Digitális Előfizetői Vonal (Digital Subscriber Line)
- **POP:** szolgáltatási pont (Point of Presence)
- **IXP:** ISP-k csatlakozási pontjai (Internet eXchange Point) (pl. Amsterdam-IX)
- **Elsőszintű ISP:** olyan internetszolgáltató, amely képes elérni az interneten minden más hálózatot anélkül, hogy IP-tranzitot vásárolna vagy elszámolást fizetne.
- **Gerinchálózat:** Bármely egyetemi kutatócsoport kapcsolódhatott.
- **CDN:** tartalomszolgáltató hálózatok (Content delivery Network)
- **Peering:** egyenrangú továbbítás

Melyik mobiltelefon-generációban jelent meg a digitalizált hang és az SMS?

Második generáció (2G)

Milyen technikai újdonságokat hoztak a mobiltelefon-szolgáltatásokban a 3G, 4G és 5G rendszerek.

- Harmadik generáció (3G)
 - Digitális hang
 - Szélessávú adatelérés
- Negyedik generáció (4G)
 - LTE (Long Term Evolution) technológia néven is ismert
 - Nagyobb sebesség
 - Multimédia alkalmazások jobb kiszolgálása
- Ötödik generáció (5G)
 - Még nagyobb sebesség (akár 10 Gbps)
 -

Mit jelent az ISM sáv? Milyen előnyei és hátrányai vannak, hogy a WiFi itt működik?

- A 802.11 rendszerek a szabadon felhasználható (unlicensed) sávokban működnek
- Industrial, Scientific, and Medical
- rádiók versengenek a vezeték nélküli telefonokkal, garázsnyitókkal, távirányítós autókkal és a mikrosütőkkel...

Mit jelent a többutas terjedés miatti jelgyengülés?

- A rádióhullámok visszaverődve a vevőt több, különböző hosszúságú úton éri el, a vett jel ezek összege lesz.
- A jelek erősíthetők vagy gyengíthetők egymást
- „multipath fading”

Mit jelent a CSMA?

Carrier Sense Multiple Access

Ezzel kezeli (igyekszik elkerülni) az ütközéseket

Milyen biztonsági mechanizmussal rendelkezik egy korszerű WiFi hálózat?

- WEP (Wired Equivalent Privacy)
- WEP-et leváltotta a WiFi Protected Access (WPA)
- WPA-t leváltotta a WPA2 és a 802.1X

Mit jelent a 802.3?

Ethernetet

Mit jelent a 802.11?

WiFi-t

Mi az RFC?

Egy UDP protokoll

Mi az IRTF és az IETF? Mi a W3C?

- IRTF (Internet Research Task Force): kutatókat tömöríti, hosszú távú kutatások
- IETF (Internet Engineering Task Force): mérnököket tömöríti, rövid távú kutatások
- A W3C ajánlásokat és irányelveket fejleszt, hogy előmozdítsa a világháló hosszú távú növekedését.

2. és 3. ellenőrző kérdések

Mi a fizikai réteg feladata?

Küldjünk (digitális) biteket valamilyen fizikai (analóg) jel segítségével.

Soroljon fel vezetékes átviteli közegeket.

- Mágneses adathordozók
- Sodrott érpár
- Koaxiális kábel
- Elektromos hálózat (pl. 230V) vezetékei
- Üvegszálak

Ismertesse az UTP kábel felépítését, fajtáit. Milyen csatlakozóval használjuk?

UTP (Unshielded Twisted Pair):

- Cat 3-Cat 6-ig

Cat 5e kábel:

- Szigetelt érpárok finoman sodorva
- Négy ilyen érpár egy közös műanyag köpenyben

Cat 7:

- Érpárok külön-külön árnyékolva és a teljes köteg is árnyékolt

Mindegyik RJ-45-ös csatlakozóval használjuk.

Ismertesse a koaxiális kábel felépítését. Milyen típusú csatlakozókkal használjuk?

- A legbelseje a rézmag
- Azt egy szigetelő szalag veszi körbe
- Azt egy fonott külső vezető veszi körbe
- A legkülsőbb rétege pedig, ez műanyag védőburok.

Ezeket BNC, N Type és F Type csatlakozókkal használjuk.

Hogyan működik az elektromos hálózati vezetékeken a jeltovábbítás?

- Az elektromos hálózat 50Hz-es váltóáramú
- A jeleket magasabb frekvenciával kódoljuk és ráültetjük a vezetékekre
- Egy másik konnektorban a nagyfrekvenciás összetevőket leválasztva a jel dekódolható

Ismertesse az üvegszálás jeltovábbítás fizikai alapjait. Mit jelent az egy- és többmódusú üvegszál.

- Egy üvegszál belsejében a fénysugár három különböző szögben érkezik az üveg és a levegő határához. Megfelelő szögben érkezve visszaverődik.
- Teljes belső visszaverődés miatt a fénysugár az üvegszálon belül marad

Egy és több módusú üvegszállak

- Ha az üvegszál vastag, akkor több fénysugár is haladhat egyszerre az üvegszállban különböző szögekben visszaverődve. Ez a többmódusú üvegszál.
- Ha az üvegszál vékony (átmérő = néhány hullámhossznyi), akkor nincs visszaverődés, a fénysugár egyenes vonalban terjed. Ez az egymódusú üvegszál. Drága, de nagy távolságra is jó.

Ismertesse az optikai kábel felépítését, fajtáit. Hogyan lehet optikai kábeleket csatlakoztatni?

felépítése

- mag (üveg)
- Üvegköpeny veszi körül
- Az egészet egy műanyag burkolat veszi körbe
- Ezt meg egy tok védi

csatlakoztatása:

- Csatlakozóval: 10-20% veszteség
- Mechanikus illesztés (szögre vágás és egymásra nyomás): 10% veszteség
- Hegesztés: nagyon kis veszteség

Fajtái:

- LED
- Félvezető lézer

SC csatlakozókkal működik

Hány dB az üvegszál csillapítása kilométerenként, ha 10km alatt a jel teljesítménye 75%-ára csökkent?

Az üvegszál csillapítása 0,125 dB.

Milyen sávokat alkalmazunk optikai kommunikációra?

3 sávot használunk

- 0,85 mű-ös sávós hullámhossz (e a legrégebbi és a legnagyobb csillapítással is rendelkezik)
- 1,3 mű-ös sávós hullámhossz (alacsony csillapítású sáv)
- 1,55 mű-ö hullámhossz (alacsony csillapítású sáv)

Milyen fényforrásokat alkalmazunk optikai kommunikációban, mik ezek jellemzői?

Kétféle fényforrást alkalmazunk: LED és Félvezető lézer

Jellemző	LED	Félvezető lézer
Adatsebesség	Kicsi	Nagy
Üvegszál típusa	Többmódusú	Többmódusú vagy egymódusú
Távolság	Kicsi	Nagy
Élettartam	Hosszú	Rövid
Hőmérséklet-érzékenység	Kicsi	Jelentős
Ár	Olcsó	Drága

Milyen detektort alkalmazunk optikai kommunikációban?

Egy fotódiodát alkalmazunk detektornak.

Hasonlítsa össze az üvegszál és rézvezetékes kommunikáció előnyeit és hátrányait.

Az üvegszál előnyei a rézvezetékekkel szemben

- Nagyobb sávzélesség
- Kicsi a csillapítása, ritkán kell erősítő (űsz: 30km, réz: 5km) –
- Nem érzékeny áramimpulzusokra, elektromágneses zavarokra –
- Nem érzékeny korrodáló hatású vegyületekre
- Vékony és könnyű
- Nehéz megcsapolni

Az üvegszál hátrányai a rézvezetékekkel szemben

- Kevésbé ismert technológia, speciális szaktudást igényel
- Könnyen megsérül, ha túlságosan meghajlítják

Miért tudunk optikai kommunikációval potenciálisan sokkal nagyobb adatsebességeket elérni, mint rádiós vagy vezetékes kommunikációs módszerekkel?

- Mert nem ütközik semmilyen olyan tárgy, ami ugyanabban a frekvenciában működhetne, mert nincs is.
- Míg a rádió, vezetékes kommunikációs módszerek frekvenciatartományába sok más eszköz is használja, ami zavaró tényező.

Milyen alapvető modulációs technikákat alkalmazunk vezeték nélküli kommunikációban?

- Amplitúdó
- Frekvencia
- Fázis

Milyen szélessávú modulációs technikákat alkalmazunk vezeték nélküli kommunikációban? Ismertesse ezek főbb jellemzőit.

- UWB
- Közvetlen sorozatú szórt spektrum (DSSS)
- Frekvenciaugrásos szórt spektrum (FSHH)

Miből adódik egy üzenet késleltetése az egyszerű csatornamodell szerint?

- Terjedési késleltetés (mennyi ideig tart az út az adótól a vevőig)
- sebesség (milyen gyorsan adunk)

Mennyi egy 1kB hosszúságú üzenet késleltetése egy 1km hosszúságú vezetékes hálózaton, ha az adás sebessége 100Mbit/s?

Mit mutat meg a sávszélesség-késleltetés szorzat?

- Az üzenetek egy része a véges sebesség miatt a csatornán van!
- Hány üzenet lehet egyszerre a csatornán.
- Bitekben (esetlen üzenetek számában) mérjük
- LAN-ok esetén alacsony érték, de nagy lehet egy gerincvonal esetén

Mekkora a sávszélesség-késleltetés szorzat egy 5km hosszúságú optikai kábelben, ha az adatsebesség 300Mbit/s?

Milyen hatása van a véges sávszélességű csatornának az átvitt jelek alakjára?

Minél több a mintavételezés és az átküldött mintavételezés, annál pontosabb lesz.

Mi történik, ha egy véges sávszélességű csatornán egyre nagyobb sebességgel próbálunk adni?

- nagyobb az alapharmonikus frekvenciája
- kevesebb harmonikust tud átvinni a csatorna
- torzabb lesz az átvitt jel

Mekkora az elméleti legnagyobb elérhető adatsebesség egy B sávszélességű zajmentes csatornán, ha Q különböző jelszintet használunk az átvitel során?

Elméleti szinten bármekkora (akár végtelen) is lehet a sávszélesség

Hogyan lehet egy B sávszélességű, S/N jel-zaj viszonyú csatorna maximális adatsebességét megbecsülni (Shannon-formula)?

$max. \text{ adatsebesség} = B \times \log_2 1 + S/N \text{ bit/s}$ (ez a függvény szerint)

Ismertesse az NRZ kódolás működését. Jellemeze a technika előnyeit/hátrányait.

Mindig az a feszültségszint van a vonalon, amelyet az az adott bit határoz meg.

- olcsó
- könnyű megvalósítás
- nincs adattöblet (bitek szintjén)
- elég érzékeny a hosszú 0-ra és 1-re

Ismertesse az inverz-NRZ kódolás működését. Jellemeze a technika előnyeit/hátrányait.

Amikor a bit 1-es, akkor a jel mindig változik, 0 esetén marad ugyanazon a biten.

- 1-esekre nem érzékeny
- könnyebb megvalósítások közé tartozik
- nincs adattöblet (bitek szintjén)
- 0-ra érzékeny

Ismertesse az Manchester-kódolás működését. Jellemeze a technika előnyeit/hátrányait.

A lefutó él a logikai 0, a felfutó pedig a logikai 1 szintet jelöli. Amennyiben az egymást követő bitek azonos értékűek, akkor a jelnek a bitidő felénél vissza kell térnie az előző szintre.

- Nem érzékeny
- Gyakori megvalósíthatóság
- Nagy adattöblet (2x annyi bit a többihez képest)

Ismertesse az bipolaris kódolás működését. Jellemeze a technika előnyeit/hátrányait.

Az él fel, majd lefelé ugrik +1 és -1 értékre mindaddig, amíg a logikai érték 1. Ha a logikai érték 0, akkor az él középre ugrik.

- Egyszerű módszer
- 0-ra érzékeny

Ismertesse a 4B/5B kódolás működését. Jellemeze a technika előnyeit/hátrányait.

Minden 4 bites csoportnak feleltessünk meg egy 5 bites sorozatot

- Csak olyan kódokat használunk, amiben nincs 3 egymást követő 0
- 25% többlet (szemben a Manchester 100%-os többletével)

Az egyes kódolási módszerekkel hogyan és milyen feltételekkel lehet az órajelet visszaállítani a vevő oldalon?

- A vevőnek tudnia kell, mikor ér véget egy szimbólum és mikor következik a következő
- NRZ esetén néha van változás, ehhez lehet egy helyi órát szinkronizálni
- De mi van, ha hosszú 1 vagy 0 sorozat jön?
- Megoldás:
 - Külön órajelel vezetékek
 - Ügyes kódolás:
 - Manchester-kódolás
 - Klasszikus Ethernet
 - 2x sávszélesség
 - Inverz NRZ
 - USB
 - Sok nullára érzékeny
 - 4B/5B

Mit jelent a kiegyensúlyozott jel? Miért előnyös? Adjon rá példát.

A jel ugyanannyi ideig pozitív, mint negatív (rövid távon is)
– Átlaga 0 (nincs DC komponense)

előnyök:

- Ilyen jeleknél könnyű a jelátmenetek meghatározása (órajelel visszaállításához)
- Könnyű a vevők beállítása
- Egyszerű módszer

Mit jelent az alapsávi és az áteresztő-sávi átvitel?

Alapsávi átvitel

- Jel: 0-tól B-ig
- Sok esetben ez nem célszerű, vagy nem is lehetséges (pl. rádió)

Áteresztő sávú átvitel

- A jel sávszélessége B, de nem 0-tól kezdődik
- Minden korábbi eredmény a maximális átviteli sebességre igaz itt is

Sorolja fel a gyakran használt áteresztősávi modulációs eljárásokat.

- Amplitúdóbillentyűzés
- Frekvenciabillentyűzés
- Fázisbillentyűzés

Mit jelent az amplitúdóbillentyűzés?

Hangzó és hangtalan billentyűzést jelent.

Mit jelent a frekvenciabillentyűzés?

A vivő frekvenciáját változtatjuk, meghatározott, diszkrét értékek között „ugratva”.

Mit jelent a fázisbillyentyűzés?

A vivő kezdőfázisát változtatjuk, meghatározott, diszkrét értékek között „ugratva”. Rendkívül széles körben alkalmazott módszer. A leggyakoribbak a két-, négy- és nyolcállapotú fázismoduláció.

Ismertesse a BPSK, QPSK és QAM modulációs eljárások működését. Rajzolja fel ezek konstellációs diagramjait.

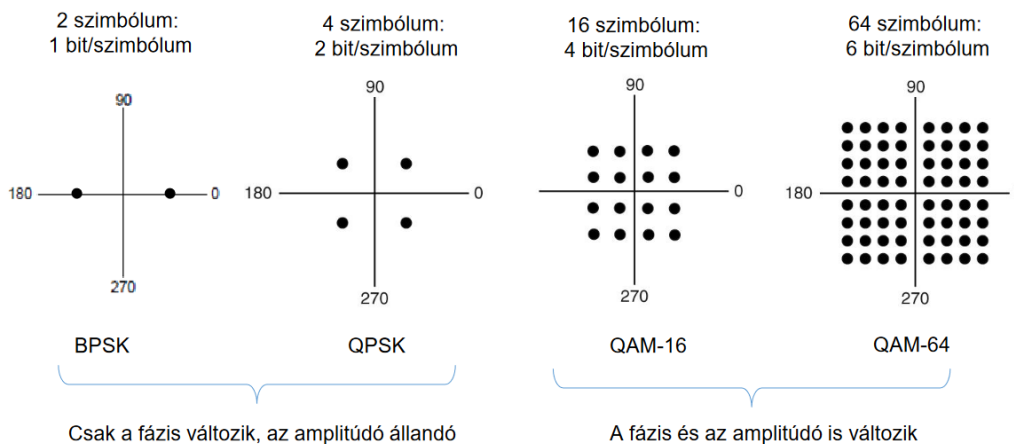
A BPSK és a QPSK egyaránt csak a fázis változik, az amplitúdó állandó.

- A BPSK 1 oldalon (az y tengelyen) csak 1 szimbólum van és összesen 2, ami 1 bit/szimbólumot eredményez.
- A QPSK annyival jobb a BPSK-nál, hogy összesen 4 szimbólum van, 1 oldalt, pedig 2, ami 2 bit/szimbólumot eredményez. Kicsit azért pontosabb ez az eljárás.

A QAM (Kvadratúra amplitúdómoduláció) -nál már a fázis- és amplitúdómoduláció kombinálható.

Összességében mondhatni 2 fajtája van, a diában, de ezek inkább módszerek szerintem.

- 16-QAM minden lehetséges állapota 4 bit információt hordoz 16 lehetséges állapotban (4 állapot minden síknegyedben)
- A QAM 64 minden lehetséges állapota 6 bit információt hordoz 64 lehetséges állapotban.



Hogyan dekódolunk egy QAM jelet? Miért alkalmazunk Grey-kódolást? Magyarázza el ennek működését.

Az információt részben a vivőhullám amplitúdójának változtatásával, részben annak fázisváltoztatásával („kvadratúra”) kódolják.

Azért használunk Grey kódolást, hogy a detektálási hiba minél kevesebb bithibát okozzon.

Grey-kódolás működése: A szomszédos szimbólum 1-1 bit távolságra lesznek.

Mit jelent a csatornák multiplexelése?

A csatornákon egyszerre több jelet is továbbítunk.

Magyarázza el a frekvenciaosztásos multiplexelés működését. Mit jelent az OFDM? Adjon felhasználási példákat.

A tartománynak csak egy részét vesszük igénybe (védősáv), hogy a csatornák ne zavarják egymást.

- (a) Az eredeti sávszélességének
- (b) A frekvenciában eltoltságszélességének
- (c) A multiplexelt csatorna

FDM védősáv alkalmazása nélkül:

- A sávszűrőket úgy alakítjuk ki, hogy a többi sáv közepén az átvitel pontosan 0 legyen
- Ez az ortogonális frekvenciaosztásos multiplexelés (OFDM)
- Az alvivőket pontosan a sáv közepén mintavételezzük

OFDM: Ortogonális frekvenciaosztásos multiplexelés

Felhasználási példák:

- WIFI
- vezetékes internet
- mobil internet, PLC

Magyarázza el az időosztásos multiplexelés működését. Adjon felhasználási példákat.

Minden felhasználó időszleteket kap.

Lényegében mindenki kap egy „időt” amíg ezt használod. Amint kilépsz az „időzónából”, akkor le lesz csatlakoztatva.

Felhasználási példák:

- Telefonhálózat
- Mobiltelefon-hálózatok
- kábelhálózatok

Magyarázza el a kódosztásos multiplexelés működését. Adjon felhasználási példákat.

Code Division Multiplexing – CDMA

Itt minden csatornának saját kódja van és minden bitet több töredékre osztunk.

Ezek sorozata a töredékszekvencia.

A logikai 1 bit az a töredékszekvencia

A logikai 0, pedig a negált töredékszekvencia.

felhasználási példák:

- Kábelhálózatok
- Mobiltelefon-hálózatok
- Műholdas kommunikáció

Magyarázza el a hullámhossz-osztásos multiplexelés működését. Adjon felhasználási példákat.

Wavelength Division Multiplexing – WDM

Hasonló az FDM-hez, de üvegszálakra

Különböző csatornáknak különböző a hullámhossza (színe) van, amit majd egy összegző összefogja,, majd a másik végén egy frekvenciavágó szétvágja.

Felhasználási példa: Telefon hálózatok tönkvonalai

Ismertesse az előfizetői hurokban alkalmazott fizikai rétegbeli megoldásokat.

- (A)DSL
- Kábelhálózatok
- üvegszál

Ismertesse az ADSL működését, az alkalmazott kódolási eljárást.

Működése: 2 frekvenciatartományt használ, amit egy rézkábelén keresztül visz át.

Ez a két intervallum tovább van bontva 4,3125 kHz-es tartományokra. Csatlakozáskor a modem ellenőrzi, hogy mely tartománynak van olyan jel/zaj értéke, amelyen adatátvitelt lehet folytatni.

Az ADSL eleinte két modulációs eljárást használt, melyek CAP és DMT néven ismertek.

Napjainkban már csak kizárólag DMT modulációjú eszközöket telepítenek.

Ismertesse a kábelszolgáltatás működését, az alkalmazott kódolási eljárást.

Kábelmodem:

- FDM, 6MHz vagy 8MHz széles csatornákon
- Letöltés:
 - QAM-64 vagy QAM-256 (kábelminőségtől függően)
 - Fix 204B hosszú csomagok (184 B hasznos). NINCS VERSENY
- Feltöltés
 - Itt több a zaj, konzervatívabb kódolás: QPSK – QAM-128
 - Szinkron mindegyik adó
 - Miniszeletek (minislot): 8 B. Egyik kijelölt szelet kérésre szolgál
 - Adásigény esetén a modem a méretnek megfelelő számú miniszeletet igényel
 - Fejállomás kijelöli a modem számára lefoglalt miniszeleteket, ezt nyugtában elküldi.
 - Egy kérő miniszelethez több modem is lehet rendelve, ilyenkor ütközés lehet
 - CDMA: nincs ütközés
 - ALOHA (időszeletelt, 2-es exponenciális visszalépéssel)

Hasonlítsa össze az ADSL és a kábeles szolgáltatások tulajdonságait.

Kábel:

- + koaxot használ a felhasználóig (jó sávszélesség)
 - - Az letöltött adat mindenkihez eljut (kevésbé biztonságos)
 - - A sávszélességen a felhasználók osztoznak (változhat)
- ADSL:

- + Minden felhasználónak dedikált sávszélesség
- + pont-pont kapcsolat, nincs adatszórás
- - Csavart érpárt használ (kisebb sávszélesség)

Ismertesse az üvegszál internet-szolgáltatás működését, az alkalmazott kódolási eljárást.

Kb. 100 házanként 1 üvegszál kell egy letöltő hullámhossz

- Egyszerű: központból egyetlen jelfolyam (frekvenciavágó osztja szét)
- Titkosítás kell: mindenki mindenki adatát látja

Egy feltöltő hullámhossz

- TDM kell az egyes felhasználók között
- Eszköz időszeletet kér, központ időszeletet ad. Ekkor tölthet fel.

Milyen fizika megvalósításokat ismert trónkvonalak működtetésére.

- Sodrott érpár
- Koaxiális kábelek
- Üvegszálak

Ismertesse a T1-vivő vázlatos működését, valamint a T-vivők multiplexelését.

- Minden hanghívás 8kHz frekvenciával mintavételezve, 8bit mintánként
- Egy T1 vivő 24 beszédcsatornát nyálából össze
- $24 \times 8 \text{ bit} + 1 \text{ vezérlőbit} = 193 \text{ bit } 125 \mu\text{s-onként}$
- Sebesség: $193 \times 8000 = 1.544 \text{ Mb/s}$ (ebből 8kB/s jelzésre fordítódik)
- A T1 vivőt magasabb rendű vivőkké lehet multiplexelni
- Folyamokat „összefésüljük”
- • T1-T2: bájtonként
- • Fölötte: bitenként

Ismertesse a SONET vázlatos működését.

SONET keret: 810 B (9 x 90)

- A kereteket folyamatosan adjuk (akkor is, ha nincs adat): szinkron
- A hasznos adat (SPE: Synchronous Payload Envelope) bárhol kezdődhet a keretben

Mit jelent a csomagkapcsolás és adatkapcsolás? Ismertesse ezek működését.

Kapcsolási módok (1)

(a) Vonalkapcsolás (vagy áramkörkapcsolás)

- Összeköttetés létrehozása az adatok továbbítása előtt. Adatáramlás zökkenőmentes

(b) Csomagkapcsolás

- Nincs ÖK létrehozás. Az útvonalválasztókban változó nagyságú késleltetés lehet

Hasonlítsa össze a csomagkapcsolt és adatkapcsolt rendszerek tulajdonságait.

Tulajdonság	Vonalkapcsolt	Csomagkapcsolt
Összeköttetés kiépítése	Szükséges	Nem szükséges
Dedikált fizikai útvonal	Igen	Nem
Minden csomag ugyanazon az útvonalon halad	Igen	Nem
A csomagok sorrendben érkeznek meg	Igen	Nem
Egy kapcsoló kiegészése végzetes	Igen	Nem
Rendelkezésre álló sávszélesség	Rögzített	Változó
A torlódások lehetséges ideje	Összeköttetés létrehozáskor	Változó
Veszthet kárba sávszélesség	Igen	Nem
Tárol- és- továbbít átvitelt	Nem	Igen
Számlázás	Perc alapon	Csomag alapon

4. ellenőrző kérdések

Sorolja fel az adatkapcsolati réteg feladatait.

- Keretezés
- hibakeresés
 - Hibadetektáló kódok
 - Hibajavító kódok
 - Újraküldés

Mit jelent a keretezés? Miért van rá szükség?

A fizikai réteg bitsorozatot továbbít.

Azért van rá szükség, mivel így akár egy hibás kódot is tudunk dekódolni.

Soroljon fel a keretezésre szolgáló megoldásokat.

- Bájt számlálás
- Kezdő- és végkarakterek használata bájtbeszúrással
- Kezdő- és végjelek használata bitbeszúrással
- Fizikai rétegbeli kódolás megsértése

Ismertesse a bájt számlálós keretező módszer működését. Mi a módszer hátránya?

Bájt szám: a keret mérete

Keretenként megnézzük, hogy az adott bájt hibás-e.

Hátránya:

- Hiba esetén az újraszinkronizáció nem lehetséges
- A számlálás nem pontos

Ismertesse a jelzőbájt (byte stuffing) keretező módszer működését. Mi a FLAG és ESC szerepe?

Az adatmezőt karakterhatárokkal szétválasztjuk.

Speciális jelzőbájt (FLAG) jelzi a keret határait

ESC = kilépés

Ismertesse a PPP-ben alkalmazott jelzőbájt (byte stuffing) keretező módszer működését. Mi a módszerben alkalmazott XOR művelet szerepe?

Működése: Az egész adatmezőt egy fejrészszel kezdjük, majd elválasztjuk

Utána jön az adatmező, majd megint elválasztjuk (vagy kilépünk vagy FLAG-et teszünk), majd hozzátesszük a farok részt is.

XOR művelet szerepe: Hogy a jelzőbájtok ne legyenek ugyanolyan értékűek.

Ismertesse a jelzőbites (bit stuffing) keretező módszer működését. Mi a FLAG és ESC szerepe?

Jelzőbájtt: 0x7E (0111 1110)

Szabályok:

- ADÓ: Ha 5db 1-es van az adatban egymás után, akkor 1 db 0 beszúrásra kerül
- VEVŐ: Ha 111110 bitmintát talál, törli a 0-t

Flag: A beszúrt bit (0)

esc: kilépés

Mi a hibakezelés szerepe az adatkapcsolati rétegben.

Biztosítani kell, hogy a fogadó oldal hálózati rétegéhez

- minden keret megérkezzen
- pontosan egy példányban
- a megfelelő sorrendben

Sorolja fel a hibakezelésre alkalmazott módszereket.

- Hibajavító kódolás
- Hibadetektáló kódolás
- Hiba esetén újraküldés
 - Nyugta üzenetek (acknowledgment, ACK)
 - Időzítő (timer)

Soroljon fel hibajavító kódolási eljárásokat.

- Előre irányuló hibajavításnak is hívják (FEC - Forward Error Correction)
- Elég redundanciát tartalmaz ahhoz, hogy a vevő kitalálja, mi lehetett az elküldött adat

Mit jelent a szisztematikus blokk kód fogalma?

Mikor egy üzenetet egy szisztematikus kóddal kódolunk, akkor a kódszó két részre bomlik. Az első része tartalmazza az üzenetet magát a maradék pedig a paritás ellenőrző karakter.

Mi a Hamming távolság? Mi a Hamming távolsága a következő két bitsorozatnak: 11100110 és 10100011?

Annyi, amennyi hiba van a bitsorozatban.

HD = 3

Milyen hibák jelezhetők egy D Hamming-távolságú kóddal? (Pl. D=5)

Hogy hány bit hibásodott meg.

A hiba észlelési függvénye: $HD=d+1$

Milyen hibák javíthatók egy D Hamming-távolságú kóddal? (Pl. D=5)

Olyan hibák javíthatóak, amelyek a 2 kód között az egyikhez közelebb van.

Ismertesse a Hamming kódolás működését. Hogyan kódoljuk a 1001001 bitsorozatot Hamming kódolás segítségével?

Két bitsorozat közötti távolságot méri.

Hamming kód: xx1x001x001

Ismertesse az egy hibajavítás menetét Hamming kódolás esetén. Ha a vett bitsorozat 11000001 és a hiba szindróma értéke 111, akkor mi volt a helyes bitsorozat (feltételezzük, hogy maximum egy bitnyi hiba lehet)?

Megnézzük az elküldött kódot és a hiba szindróma kódját és ott van a hiba, ahol a hiba szindróma értékével egyezik.

11000011 a helyes kód

Ismertesse a konvolúciós kódolás működését.

- A bemeneti bitsorozatot egy tároló sorban tároljuk, minden új bitnél eggyel jobbra léptetünk
- A kimenetet a tárolt állapotokból számítjuk.
- A dekódolás: bizonytalan döntésű dekódolás (soft decision decoding)

Soroljon fel módszereket hibadetektálás céljára.

- Lineáris, szisztematikus blokk kódok
- Paritásbit képzése
- Ellenőrző összeg
- IP 16 bites ellenőrző összeg

Ismertesse a paritásbites hibajelzés működését. Miért alkalmazunk összefésült paritásbiteket? Ismertesse ennek működését.

Paritásbit oszloponként és átvitel soronként (végül a paritásbitek) működnek.

Azért használunk összefésült paritásbiteket, mivel egy paritásbit csak egyetlen bit hiba jelzésére alkalmas.

Összefésült paritásbitek alkalmazása esetén tudunk-e jelezni 2 egymást követő bithibát?

Igen, biztosan tudjuk jelezni.

Összefésült paritásbitek alkalmazása esetén tudunk-e jelezni n db egymást követő bithibát (n az oszlopok száma)?

Igen, biztosan tudjuk jelezni.

Összefésült paritásbitek alkalmazása esetén tudunk-e jelezni $2n$ db egymást követő bithibát (n az oszlopok száma)?

Nem, biztosan nem tudjuk.

Ismertesse az IP 16 bites ellenőrző összeg képzésének menetét.

16 bites szavakat képzünk

- Ezek összege (mod 2(16)) az ellenőrző összeg
 - Az összegzésnél túlcsoorduló biteket a legkisebb helyi értékhez adjuk

Ismertesse a ciklikus redundancia kódok működését. Milyen $M(x)$ polinom feleltethető meg az 100011 bitsorozatnak? Milyen bitsorozat feleltethető meg a $G(x)=x^3+1$ generátor-polinomnak? Mekkora $G(x)$ fokszáma? Mi lesz 100011 bitsorozat CRC kódja a $G(x)$ generátor alkalmazásával? (111) Mi lesz a CRC-vel kiegészített adat? (100011111)

Lényegében csak azokat az x -edik hatványú elemeket hagyja meg, amiknek az értéke nem 0.

$$100011 = 1 \cdot x(4) + 0 \cdot x(3) + 0 \cdot x(2) + 1 \cdot x + 1 \cdot 1 = x(4) + x + 1$$

Milyen módon tudja egy adó detektálni, hogy az általa adott üzenet átvitele nem sikerült?

Hogy több mint r bites a hibacsomó.

Mi az ACK? Mi a NACK? Hogyan kell a várakozási időt (timeout) beállítani?

- ACK: Vevő automatikusan nyugtát küld a sikeresen vett keretekről.
- NACK: A vevő negatív nyugtát (NACK) is küld a sikertelen vételről.
- Várakozási idő: kicsivel több, mint az oda-visszaút ideje.

Miért van szükség az üzenetek sorszámozására újraküldéses hibakezelés esetén?

Hogy tudják, hogy mely sorszámú adat hibásodott meg.

Ismertesse a Megáll-és-vár protokoll működését. Milyen hátrányos tulajdonsága van ezen protokollnak? Hogyan segítenek ezen a problémán a csővezetékes adatkapcsolati protokollok?

Amíg nincs nyugta, nem küldi a következő keretet

Hátránya:

- Egyszerre csak egy keret van úton

A megoldás: Helyi hálózaton (kis késleltetés) használható, de rossz nagy sávszélesség késleltetés szorzat (BD) esetén

Mit jelent, ha egy csővezetékes protokoll adóoldali ablakának mérete N ?

- Mindegyikhez egy időzítőt indítunk
- A nem sikeres üzeneteket újraküldjük
- Sikeresen elküldött üzeneteket kivesszük az ablakból
- Hálózati réteg beteszi az ablakba az elküldendő csomagot (ha van üres hely)

Mit jelent, ha egy csővezetékes protokoll vevőoldali ablakának mérete N ?

A sikeresen vett keretektől a csomagokat a helyes sorrendben a hálózati rétegbe feladja amit tegy visszalépéses módszerrel ellenőrünk.

Ismertesse az n -visszalépéses protokoll működését. Mi történik, ha egy üzenet megsérül? Mi a protokoll hátránya?

- A vevő a soron következő üzenetre vár, csak azt fogadja (és nyugtázza)
- Minden mást eldob (vevő oldali ablak mérete: 1)
- Időzítő: elveszett üzenetre nem jön vissza ACK, innen újramezdi az adó

Hátránya: Hiba esetén lassú a javítás...

Ismertesse a szelektív ismétléses protokoll működését. Mi történik, ha egy üzenet megsérül? Milyen módszereket alkalmazhatunk az üzenetvesztés detektálására?

A vevő a hibás üzeneteket eldobja, de tárolja a helyesen vett üzeneteket

Ha egy üzenet megsérül, akkor azt eldobja.

Módszerek:

- Kumulatív ACK
- Adó időzítő lejár: az első nem nyugtázott üzenet küldi
- Gyakran használják negatív ACK-val együtt is.

Mit jelent a piggybacking?

ráültetés

Milyen főbb mezőket kell tartalmaznia egy adatkapcsolati rétegbeli keretnek?

- Fej
 - Frame start (jelzőbált)
 - címezés
 - típus
 - Speciális szolgáltatások
- Trailer
 - Hibakereső
 - Frame stop (jelzőbált)

A fej és a trailer között van az adatcsomag

Az adat a fej utáni és a trailer előtti 2-od szintű mezőkben van.

5. ellenőrző kérdések

Mi a közeghozzáférési réteg feladata?

Egy csatornára, több eszköz tud csatlakozni
Külön alréteg

Mi a statikus csatornakiosztás hátránya?

- Internetforgalom nem állandó
 - Változó intenzitás
 - Löketek: akár 1:1000 arányú ingadozás
 - A csatornák többsége az idő többségében tétlen -> pazarlás

Ismertesse az ALOHA protokoll működését. Mi történik ütközés esetén? Mekkora legnagyobb lehetséges csatornakihasználtság ezen protokoll esetén?

- Ha van mit adni, akkor adj!
- Üzenet sikeres vételét nyugtázzuk
- Ha nem jön nyugta, akkor később újra megpróbáljuk
 - Véletlen várakozási idő múlva
 - (különben az egyszer ütközött keretek újra meg újra ütköznének)
- Ütközés... Az üzenetek elvesznek.
- 18%

Ismertesse a réselt ALOHA protokoll működését? Mekkora legnagyobb lehetséges csatornakihasználtság ezen protokoll esetén?

- A csomagok csak meghatározott pillanatokban kezdődhetnek
- Egyébként ugyan az, mint a sima ALOHA
- 36%

Ismertesse a CSMA protokoll alapvető működését. Mit jelent az 1-perzisztens, p-perzisztens és nem perzisztens CSMA?

- Az ALOHA továbbfejlesztése
- Behozza a vivőjel-figyelést
- 1-perzisztens CSMA
 - Adás előtt belehallgatunk a csatornába
 - Ha valaki ad, várunk.
 - Ha a csatorna szabaddá válik, akkor adni kezdünk
 - Gond: mi van, ha többen is várnak adásra (ütközés)
- p-perzisztens CSMA
 - Időszeletelt
 - ha szabad a csatorna
 - p valószínűséggel ad
 - $(1-p)$ valószínűséggel várakozik egy időszeletnyi időt, majd újra próbálkozik
- Nem perzisztens CSMA
 - Nincs folyamatos csatornafigyelés
 - Ha szabad a csatorna
 - ad
- Ha foglalt a csatorna
 - később (véletlen idő múlva) ismét ellenőrzi

Ismertesse a CSMA/CD működését.

- CSMA/CD (CSMA with Collision Detection)
 - Vivőérzékelés: ha forgalom van, nem adunk
 - Ha szabad a csatorna, lehet adni
 - Adás közben figyelés: van ütközés?
 - Ha igen, akkor adás felfüggesztése,...
 - Várakozás véletlen ideig,...
 - Újra próbálkozás

Mikor léphet fel ütközés a D késleltetésű csatornán?

Legrosszabb esetben az üzenet kezdete után mennyi idő múlva szerzünk tudomást az ütközésről?

- Ha a csatorna késleltetése D, akkor D idő eltolással is kezdhetnek és nem érzékelik a másik vivőjét
- Max. $2D$ idő múlva
- Tehát: ha $2D$ ideig sikeresen adunk, akkor nincs ütközés

Miért szükséges a CSMA/CD esetén minimális üzenethossz előírása?

Hogy maradjon elég idő a zavarjelzésre

Mi az ütközésmentes protokollok alapelve?

Az adatátvitel előtt az állomások megegyeznek, hogy kik és milyen sorrendben adhatnak

Ismertesse a bittérképes foglalásos módszer működését.

- Minden állomás egy biten jelzi igényét
- Az adatokat ilyen sorrendben adják

Ismertesse a vezérjeles gyűrű működését.

- Pontosan egy vezérjel (token) van a hálózatban
- Akinél a token van, az adhat
- A tokent adás után továbbadják
- RPR: Resilient Packet Ring (IEEE802.17)
 - ISP-k nagyvárosi gyűrűhálózataiban használják

Ismertesse a rejtett terminál problémáját CSMA alkalmazása esetén.

- ha a csomópontok (A és C) egyszerre kezdi el a csomagok küldését a hozzáférési pontra (B).
 - A csomópontok (A és C) nem tudják fogadni egymás jelzéseit, ezért nem tudják észlelni az ütközést az átvitel előtt vagy közben
 - A Carrier érzékeli, hogy az ütközésérzékelővel (CSMA / CD) történő többszörös hozzáférés nem működik, és ütközések következnek be, amelyek aztán megrongálják a hozzáférési pont által kapott adatokat.
- () A rejtett csomópont probléma kiküszöbölése érdekében kérés-küldés / tiszta-küldés (RTS / CTS) kézfogást (IEEE 802.11 RTS / CTS) hajtanak végre az Access Point-ban a Carrier érzéki többszörös hozzáféréssel és az ütközések elkerülésével (CSMA) együtt / CA) séma. Ugyanez a probléma áll fenn egy mobil ad hoc hálózatban (MANET).

Ismertesse a megvilágított terminál problémáját CSMA alkalmazása esetén.

- Nem lehet az ütközést detektálni (vagy ad, vagy vesz, egyszerre nem megy)
- Nem mindenki hall mindenkit (rádió hatótávolság)
 - Ez esetben a B ad az A-nak és C a D-nek
 - A rádió hatótávolsága:
 - Az a-t csak a b és a c hallja
 - A b-t és a c-t mindenki hallja, mivel 2 csatorna lefedésében van.
 - A d-t pedig, csak a b és a c hallja

Ismertesse a MACA protokoll működését. Mi az RTS szerepe? Mi a CTS szerepe?

RTS: Request To Send (Adási engedély kérése)

CTS: Clear To Send (Adás engedélyezve)

Mit jelent, hogy egy kommunikáció fél-duplex vagy full-duplex?

- Fél(half)-duplex
 - Kétirányú Kommunikáció
 - Egy eszköz egy időben csak az egyik irányt használhatja
 - Pl. WiFi
- Teljes(full)-duplex
 - Kétirányú Kommunikáció
 - Egy eszköz egy időben mindkét irányt használhatja
 - Pl. kapcsolt Ethernet

Ismertesse az Ethernet keret felépítését.

- Előtag (8 bájt)
- Cél MAC címe (6 bájt)
- Forrás MAC címe (6 bájt)
- Típus/hossz (2 bájt)
- Adatok (46-1500 bájt)
- CRC (4 bájt)

Mi az előtag szerepe, hogy épül fel?

- Az előtag (preamble)váltakozva tartalmaz egyeseket és nullákat.
- 7 darab 10101010 tartalmú bájtból álló sorozat.
- A 10 Mbit/s-os és kisebb sebességű Ethernet-megvalósításoknál az órajel szinkronizálása ennek a mezőnek a segítségével történik.
- Az Ethernet gyorsabb változatai szinkron működésűek, ezeknél időzízési információkra nincs szükség; ennek ellenére, a kompatibilitás érdekében a mező megmaradt.

Mi a címek szerepe?

Ez egy egyedi azonosító, az IEEE kontrollálja a kiadását

Mi a kitöltés mező szerepe?

Az a szerepe, hogy ha az adatmező nem teljes, akkor azt kitölti, teljessé teszi.

Mire szolgál a típus mező?

A bájtok számát adja meg a csomagban

Mi az ellenőrző összeg feladata?

Ellenőrzi a kód épségét azzal, hogy megszámolja a cél az összeget, és ha egyezik, akkor a keret eldobásra kerül

Hogyan épül fel egy fizikai cím Ethernet hálózatokban?

- 12 darab hexadecimális számjegy. Pl.: 84:3a:4b:b5:63:c1
- Első 6 számjegy (OUI): gyártó
- Második 6 számjegy: egyedi a gyártó termékeiben

Mit jelent az unicast, multicast és broadcast címzés?

Unicast: a forrás csak egy címre küldi a csomagot

Multicast: egy forrásból a hálózat több (de nem az összes) portjára küldi a csomagot

Broadcast: egy forrásból a hálózat összes portjára küldi a csomagot

Ismertesse a klasszikus Ethernet közeghozzáférési mechanizmusát. Mit jelent a Kettes exponenciális visszalépés?

- 1-perzisztens CSMA/CD
 - Keret küldését elkezd, amint a csatorna szabad
 - Küldés alatt ellenőrzés. -> Ütközés esetén megáll és véletlen ideig vár
- Kettes exponenciális visszalépés (binary exponential backup)
 - Első ütközés után 0 vagy 1 időszület várakozás
 - Második ütközés után 0, 1, 2, vagy 3 időszület várakozás
 - N-edik ütközés után 0 és $2N-1$ időszület között választ várakozási időt
 - 10-ik ütközés után nem nő tovább a várakozási idő (max 1023 időszület)
 - 16-ik ütközés után feladja

Mekkora a klasszikus Ethernetben a minimális keretméret és a maximális kábelhossz? Miért volt szükség ezekre a megkötésekre?

- Ütközést biztosan érzékelni kell
 - Minimum 64 bit-es kerethossz
 - $10\text{Mb/s} \times 64\text{bit} = 64\mu\text{s}$
 - Ennél a körülfordulási időnek kisebbnek kell lenni
 - $50\mu\text{s}$ -ban határozták meg
 - Ebből kb. 2.5km kábelhossz adódik (ismétlőkkel együtt)

Mit jelent az elosztó (hub)? Hogyan működik?

- Minden állomás külön kábelrel csatlakozik egy központi elosztóba (hub)
- Az elosztó köti össze a kábeleket egymással
- Meglévő telefonkábel lehetett használni (UTP)
- minden csatlakozó állomás egyetlen közös ütközési tartományba tartozik
- A csatorna sávszélességén (10Mb/s) osztozik mindenki
- Itt is CSMA/CD kell

Ismertesse a kapcsolt Ethernet működését. Hogyan javított ez a klasszikus Ethernet működésén?

- A sorba fűzött elrendezésben nehéz a hibakeresés
- Egy kábelhiba sok állomás leszakadását okozza
- Új elrendezés:
 - Minden állomás külön kábellel csatlakozik egy központi elosztóba (hub)
 - Az elosztó köti össze a kábeleket egymással
 - Meglévő telefonkábelt lehetett használni (UTP)
- Probléma:
 - minden csatlakozó állomás egyetlen közös ütközési tartományba tartozik
 - A csatorna sávszélességén (10Mb/s) osztozik mindenki
 - Itt is CSMA/CD kell
- Kapcsoló (switch):
 - Csak azokat a portokat kapcsolja össze, amelyek egymással forgalmaznak (full duplex módon)
 - Párhuzamosan több független forgalom is zajlódhat egymás zavarása nélkül
 - Nincs ütközés!
 - Mindenkinek rendelkezésre áll a teljes sávszélesség
 - Mi történik, ha több forrás is egy célra akar adni?
 - Ütközés lenne, de...
 - ... a switch puffere: az adatot egy ideig tárolja, majd küldi, amikor lehet
 - Hogyan tudja, melyik porton melyik állomás van?
 - Megtanulja

Mit jelent a híd/kapcsoló (bridge/switch)? Hogyan működik? Mennyiben más ez, mint a hub?

- Hub
 - a kapcsolódó állomások egyetlen ütközési tartományt alkotnak
 - Fél-duplex
- Híd
 - Minden porton külön állomás (nincs ütközés, full-duplex)
 - A kapcsoló az üzeneteket a megfelelő portra továbbítja

Mit jelent a Wifi infrastruktúra és ad-hoc módja?

- Infrastruktúra mód
 - Kell egy hozzáférési pont (Access Point- AP)
 - Minden kliensgép az AP-hez csatlakozik
 - Az AP csatlakozik a másik hálózathoz
 - Általában ezt használjuk
- Ad-hoc hálózat
 - AP nélkül működik
 - Közvetlenül tudnak egymásnak kereteket küldeni
 - Ritkán használt

Milyen frekvenciasávokban működik a WiFi?

2.4 GHz

5 GHz

Mi a hatása annak, hogy a rádiós kommunikáció fél-duplex?

CSMA/CD nem működik vezeték nélküli hálózatokban

Ismertesse a CSMA/CA működését. Miért alkalmaznak itt véletlen várakozási időket? Ismertesse a várakozási idő kezelését.

- Vivőérzékelés, szabad csatornára vár
- Ütközés esetén kettes exponenciális visszalépés
- Adás előtt véletlenszerű ideig vár
 - Várakozás alatt is ellenőrzi a csatornát
 - Ha foglalt, akkor a várakozást felfüggeszti (óra leáll)
 - Ha szabad, a várakozást folytatja (óra ketyeg) A várakozási idő végén kezd adni
 - Vevő nyugtát küld (az esetleges ütközést ebből látjuk)

Mit jelent a virtuális vivőérzékelés? Mi a NAV, mi a szerepe a közeghozzáférés vezérlésében?

- Network Allocation Vector: hálózatkiosztási vektor
 - Az üzenet tartalmazza az üzenet időtartamát
 - Aki hallja, a saját NAV-ját frissíti, ezzel az adattal és csöndben marad erre az időre

Ismertesse a virtuális vivőérzékelés működését CSMA/CA-val.

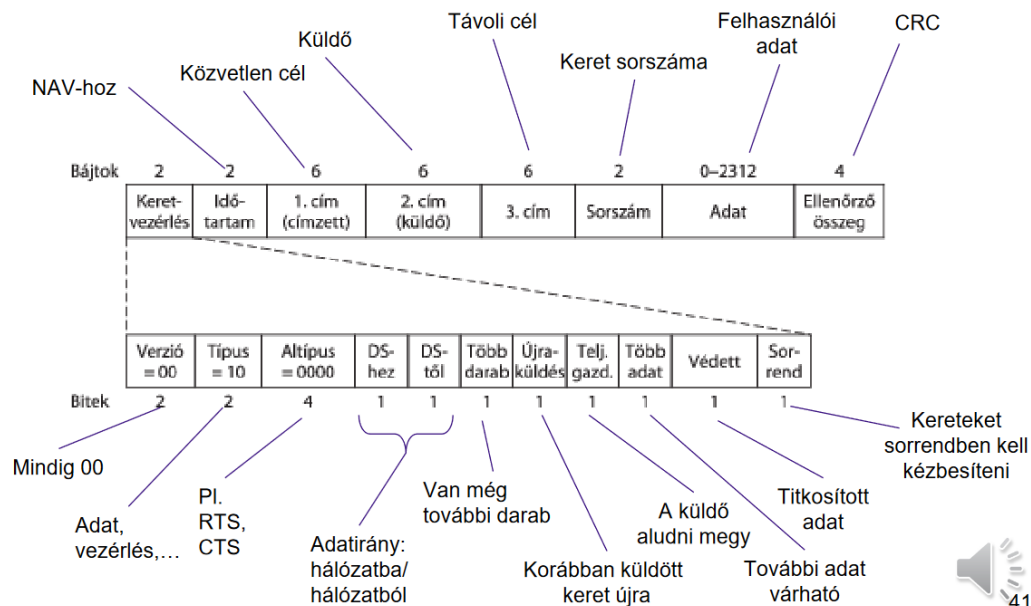
Miért vezették be a keretek közötti különféle várakozási időintervallumokat? Hogyan szolgálja ez a prioritások kezelését?

- Hogy elkerüljék az ütközést
- Akinek rövidebb a várakozási időintervalluma, az fog először adni.
 - Amikor ad valaki, az időzítő áll, amikor mindenki hallgat, akkor ketyeg az óra

Ismertesse a 802.11 keret felépítését, az egyes mezők szerepét (ábra alapján).

A 802.11 MAC protokoll (5)

Keret felépítése



Miért kell több, mint 2 cím mező az 802.11 keretben?

Mi az időtartam mező feladata?

Megmondja, hogy mennyi időbe telik a teljes keretnek (és a válasznak (?)) átérnie

Mi a sorszám mező szerepe?

A keretek átküldési sorszáma, hogy melyik keret megy először, melyik keret utána és melyik keret az utolsó

Hogyan jelezzük, hogy egy keret adatokat tartalmaz, vagy éppen RTS vezérlő keret?

Mit jelent a „Több darab” bit (és miért van erre szükség)?

Ismertesse a 802.11 főbb szolgáltatásait.

- Kapcsolódás
 - Kezdeti kapcsolódás
 - Újrakapcsolódás (kiterjedt hálózatban váltás AP-k között)
 - Szétkapcsolás
- Adatkézésítés
 - Nincs garancia (Ethernetnél sincs!)
- Biztonsági szolgáltatások
 - Hitelesítés (pl. WPA2 – WiFi protected Access 2)
- Prioritások, energiagazdálkodás
 - Pl. beszédforgalom előny élvezhessen
 - Adási teljesítmény szabályzás

Miért van szükség öntanuló hidakra/kapcsolókra?

Mert akkor az ellenőrzéseket, vizsgálatokat manuálisan kéne elvégezni, de öntanuló hidak esetén nem áll fenn a veszély, mivel 1x megtanulja, onnantól már tudni fogja.

Az Ethernet keret mely mezőjéből tudja egy kapcsoló, hogy melyik portjára továbbítsa az üzenetet?

A célcíméből és ha egyezik a porttal, akkor el kell dobni a célcímet

Az Ethernet keret mely mezőjét használja egy kapcsoló a topológia megtanulására?

A forráscímet

Milyen adatszerkezetben tárolja a kapcsoló az aktuális topológiát?

Táblázat (hash):

– Célállomás fizikai címe – csatlakozó port száma

Ismertesse a hátrafelé tanulás működését.

A híd a beérkező keretek forráscímeit megvizsgálja

A megfelelő porthoz kapcsolva ezeket beírja a táblázatba

Ismertesse a kapcsolókban az útválasztás működését.

- A híd a beérkező keretek célcímeit megvizsgálja:
 - Ha a célcímhez tartozó port és a forrásport azonos, akkor a keretet el kell dobni.
 - Ha a célcímhez tartozó port és a forrásport különböző, akkor a keretet továbbítani kell a célporton.
 - Ha a célport ismeretlen, akkor elárasztást kell alkalmazni és a keretet a forrásport kivételével minden porton ki kell küldeni.

Milyen gondot okozhat a kör a hálózatban? Milyen módon védekezünk ellene?

- Végtelen ciklust
- Minden nagyobb hálózatban előfordul (redundancia)
- Védekezés:
 - Elkerüljük a köröket
 - Feszítőfát építünk
 - És csak a feszítőfa éleit használjuk adattovábbításra

Ismertesse a kapcsolókban alkalmazott feszítőfa-építő algoritmus működését

- Minden híd üzeneteket küld: ki a gyökér, mekkora a távolság tőle (R, D)
- Kezdetben mindenki azt hiszi, saját maga (S) a gyökér: (R=S, D=0)
 - Ha kap egy (R', D') üzenetet kisebb indexű gyökérről, vagy ugyanazon indexű gyökérről kisebb távolsággal, akkor módosítja a saját adatbázisát:
 - Új gyökér bejegyzése (R=R')
 - Távolság: $D=D'+1$
 - Továbbiakban ezt küldi szét
 - Azt is megjegyezzük, kitől jött ez az üzenet. Ő lesz az őszünk.
- Csak az ősz-gyerek kapcsolatokat használjuk
 - A gyökértől minden csomópontig a legrövidebb úton lehet eljutni
 - Két csomópont között már nem biztos, hogy optimális a távolság

Mi a hálózati réteg feladata?

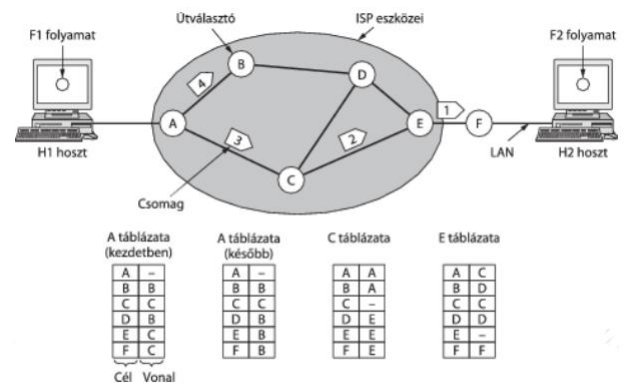
- Csomag eljuttatása a forrástól a célig
 - Az adatkapcsolati réteg szolgáltatásait használja
- Esetleg több útválasztón és több hálózaton keresztül
- Ismernie kell a hálózat topológiáját
- Útvonal kiválasztása
 - Optimalizálás
 - Túlterhelés elkerülése

Ismertesse a Tárol-és-továbbít típusú csomagkapcsolás működését.

- Hoszt:
 - csomagot a szolgáltató felé pont-pont kapcsolaton keresztül küldik a legközelebbi útválasztóig
- Útválasztó tárolja a csomagot, míg be nem érkezik
 - Ellenőrzés (CRC)
- Útválasztó a következő útválasztónak küldi a csomagot
 - Amíg meg nem érkezik a címzett hoszthoz

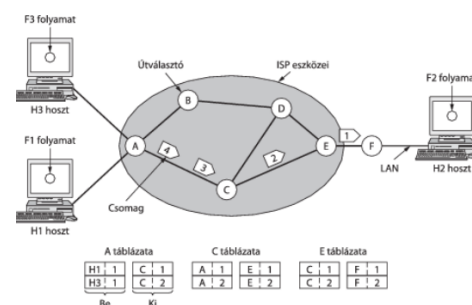
Ismertesse a datagram alapú (összeköttetés nélküli) hálózatok működését. Mit tartalmaz az útválasztótáblázat?

- Datagramalapú hálózat
- Nincs előre kiépített útvonal
- Minden csomag egyedi úton halad
- Analógia: levél/távirat
- Példa: IP
- Forrás hoszt:
 - Csomag címzettnek
 - Cím: pl. IP cím
- Útválasztók:
 - Fogad/tárol/továbbít
 - Útválasztó táblázat alapján dönt
 - Ezt az útválasztó algoritmus tartja karban



Ismertesse az összeköttetés alapú hálózatok működését. Milyen adatokat tartalmaznak az útválasztótáblázatok?

- Virtuálisáramkör-alapú hálózat
- Először útvonal kiépítése, végül lebontása
 - „virtuális áramkör”
 - Ennek azonosítóját tárolják az útválasztók (összeköttetés [ÖK] azonosító)
- Minden csomag egy úton halad
- Végül az útvonal lebontása
- Analógia: telefon
- Példa: MPLS



Hasonlítsa össze az összeköttetés-alapú és az összeköttetés nélküli hálózatokat az alábbi szempontok szerint: áramkör felépítése, címzés, útválasztás, hibatűrés.

Kérdés	Datagramalapú hálózat	Virtuálisáramkör-alapú hálózat
Áramkör-felépítés	Nem szükséges 😊	Megkövetelt 😞
Címzés	Minden csomag tartalmazza a teljes forrás- és célcímet 😞	Minden csomag egy rövid virtuálisáramkör-számot tartalmaz 😊
Állapotinformáció	Az útválasztó nem tartalmaz állapotinformációt 😊	Minden virtuális áramkör összeköttetésenként helyet igényel az útválasztó táblázatában 😞
Útválasztás	Minden csomagot egyedileg irányítanak	Az útvonalat akkor választják ki, amikor a virtuális áramkör felépül; minden csomag ezt az útvonalat követi
Az útválasztó meghibásodásainak hatása	Semmi, eltekintve az összeomlás során elveszett csomagoktól 😊	Minden virtuális áramkör megszakad, amely a meghibásodott útválasztón keresztül haladt 😞
Szolgáltatás-minőség	Bonyolult 😞	Könnyű, ha elég erőforrást lehet előre lefoglalni mindegyik virtuális áramkör számára 😊
Torlódáskezelés	Bonyolult 😞	Könnyű, ha elég erőforrást lehet előre lefoglalni mindegyik virtuális áramkör számára 😊

Ismertesse az útválasztás és a csomagtovábbítás lényegét, a két fogalom közti különbséget. Ismertesse a legrövidebb útvonalat kiválasztó Dijkstra-algoritmus működését.

- Útválasztás
 - Hálózati réteg arról dönt, hogy egy beérkező csomagok merre menjenek tovább
 - Ehhez meg kell tanulni a hálózat aktuális topológiáját
 - A hálózati eszközök együtt, elosztott módon végzik
 - Eredmény:
 - útválasztó táblázatok feltöltése és karbantartása
 - Lassú folyamat
- Csomagtovábbítás
 - Amikor a csomag beérkezik, továbbítás a megfelelő irányba
 - A korábban megtanultak (táblázatok) alapján
 - Gyors
- Dijkstra algoritmus:
 - keressük egy adott csomóponttól (forrás) a legrövidebb távolságokat (a forrás legyen A)

Az alábbi hálózatban határozza meg az A pont és az összes többi pont közötti legrövidebb utat a Dijkstra-algoritmus segítségével.

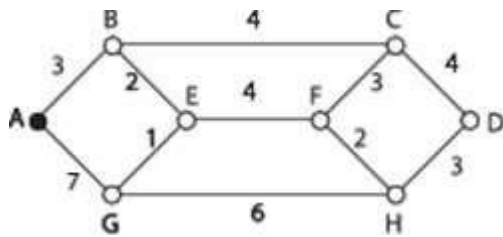
A->D:

$$3+2+4+2+3=14$$

$$3+2+1+6+3=15$$

$$7+6+3=16$$

$$3+4+4=11$$



Ismertesse az elárasztás működését.

- Szabályok:
 - Minden beérkező üzenetet továbbítunk minden szomszédnak
 - Kivéve annak, akitől kaptuk
 - De csak egyszer!
 - Azonosítani kell az üzeneteket (pl. sorszám+feladó azonosítója)
 - Meg kell jegyezni a továbbküldött üzenetek azonosítóját
- Nagyon egyszerű, robosztus
- Nem takarékos
 - Feleslegesen sok üzenet
 - Egy állomás többször is megkaphat egy üzenetet
- Nagyon fontos és gyakori építőelem

Ismertesse a távolságvektor-alapú útválasztás működését.

- Minden útválasztóban táblázat:
 - Minden célig a legrövidebb távolság
 - Minden célhoz a következő ugrás azonosítója
- A táblázatokat egymással (szomszédokkal) tudatják
- Frissíti saját táblázatát az alábbi források alapján:
 - A szomszédoktól kapott információ (táblázat)
 - Szomszédoktól mért „távolság” (ugrás, késleltetés)
 - Számítás:
 - $\text{Távolságom X-től} = \min(S_i \text{ szomszédom távolsága X-től} + \text{távolságom } S_i\text{-től})$

Ismertesse a 24. dia példájában, hogy a J csomópont hogyan számítja ki a B, K és F csomópontokhoz tartozó táblázat-bejegyzéseket.

- **Példa: J táblázatának számítása**

- **J szomszédai: A,I,H,K**

– 4 táblázatot kap

- **J szomszédaitól távolságát méri**

– Távolság a szomszédaitól:

8, 10, 12, 6

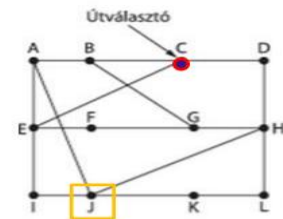
- **Pl. távolság C-től:**

$$\min(25+8, \textcolor{red}{18+10}, 19+12, 36+6)=28$$

$\textcolor{violet}{A}$
 $\textcolor{red}{I}$
 $\textcolor{violet}{H}$
 $\textcolor{violet}{K}$

- **Ugrás C felé:**

I-n keresztül



Útválasztók felé	A	I	H	K	Új becsült késleltetés J-től	Vonal
A	0	24	20	21	8	A
B	12	36	31	28	20	A
C	25	18	19	36	28	I
D	40	27	8	24	20	H
E	14	7	30	22	17	I
F	23	20	19	40	30	I
G	18	31	6	31	18	H
H	17	20	0	19	12	H
I	21	0	14	22	10	I
J	9	11	7	10	0	–
K	24	22	22	0	6	K
L	29	33	9	9	15	K
JA	JJ	JH	JK			
késleltetés = 8	késleltetés = 10	késleltetés = 12	késleltetés = 6			
J négy szomszédjától kapott vektorok						Új útválasztó táblája

Ismertesse a távolságvektor-alapú útválasztás kapcsán felmerülő végtelenig számolás problémáját.

- A program beleragad egy végtelen loop-ba, ahonnan nem tud továbblépni.

(

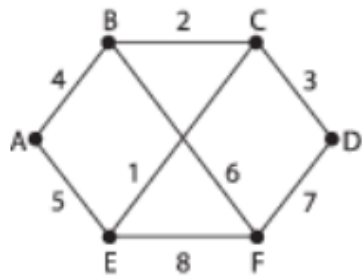
- Probléma: információ esetenként lassan terjed
 - Jó hír gyorsan terjed (van egy új csomópont / új link)
 - Rossz hír lassan terjed (egy csomópont/link megszűnt)
 - Végtelenig számolás problémája

)

Ismertesse a kapcsolatállapot-alapú útválasztás működését.

- A szomszédokkal való kapcsolatokat használja/cseréli (Link State Routing)
- Minden útválasztó tennivalója (5 lépés):
- Felkutatni a szomszédait és megtudni a hálózati címeiket.
- HELLO üzenetek minden linken
- Beállítani a távolság vagy a költség értékét a minden szomszédjáig a mért késleltetés alapján.
- A költség a sávszélesség reciprokával arányos
- Mérés: pl. ECHO körülfordulási ideje
- Összeállítani egy csomagot, amely a most megtudottakat tartalmazza.
- Tartalmaz még sorszámot és kort is.

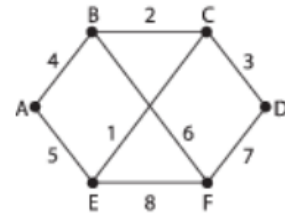
Az ábrán látható hálózatban töltsse ki az egyes csomópontok kapcsolat-állapot csomagjait.



Kapcsolatállapot-csomagok					
A	B	C	D	E	F
Sorsz.	Sorsz.	Sorsz.	Sorsz.	Sorsz.	Sorsz.
Kor	Kor	Kor	Kor	Kor	Kor
B 4	A 4	B 2	C 3	A 5	B 6
E 5	C 2	D 3	F 7	C 1	D 7
	F 6	E 1		F 8	E 8

Az alábbi kapcsolat-állapot csomagok alapján rajzolja fel a hálózatot és határozza meg az A és D csomópontok közötti legrövidebb utat.

Kapcsolatállapot-csomagok					
A	B	C	D	E	F
Sorsz.	Sorsz.	Sorsz.	Sorsz.	Sorsz.	Sorsz.
Kor	Kor	Kor	Kor	Kor	Kor
B 4	A 4	B 2	C 5	A 5	B 6
E 5	C 2	D 5	F 7	C 1	D 7
	F 6	E 1		F 8	E 8



Milyen problémái vannak a kapcsolatállapot- és távolságvektor-alapú algoritmusoknak? Milyen körülmények között alkalmazhatók?

- Teljes hálózat topológiája kell hozzá
- Nagy hálózatokra nem alkalmasak

Ismertesse a hierarchikus útválasztási algoritmusok működését.

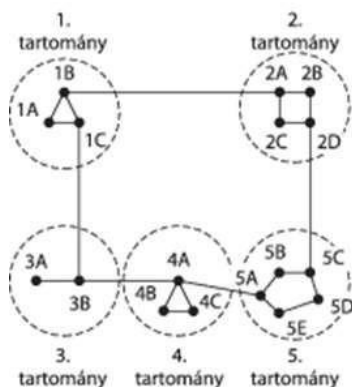
- Alapötlet: a hálózatot régiókra kell osztani
- Útválasztás két lépésben:
 - Régiók között
 - Régión belül
- Analógia:
 - Levéltovábbítás
 - Telefonközpontok

Az ábrán látható hierarchikus hálózatban határozza meg a 2B csomópont hierarchikus útválasztó tábláját.

2B->3

2B-2A-1B-1C-3

2B|2A|4



1A teljes táblázata		
Cél	Vonal	Ugrás
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2A	1B	2
2B	1B	3
2C	1B	3
2D	1B	4
3A	1C	3
3B	1C	2
4A	1C	3
4B	1C	4
4C	1C	4
5A	1C	4
5B	1C	5
5C	1B	5
5D	1C	6
5E	1C	5

1A hierarchikus táblázata		
Cél	Vonal	Ugrás
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2	1B	2
3	1C	2
4	1C	3
5	1C	4

Ismertesse az adatszórás működését. Milyen módszereket alkalmazhatunk?

- (Broadcasting)
- Cél:
 - a hálózat minden csomópontjához eljuttatni az üzenetet
- Legegyszerűbb megoldás:
 - elárasztás
- Egyéb módszerek
 - Feszítőfa alkalmazása

Ismertesse a többesküldés működését. Milyen megvalósítási módszereket alkalmazhatunk?

- (Multicasting)
- Cél:
 - a hálózat egy csoportjához eljuttatni az üzenetet
 - A csoportnak van egy közös címe
- Lehetséges megoldások
 - Elárasztás + vevőben szűrés
 - Jó, ha sűrű a hálózat
 - Pazarló, hiszen oda is eljut, ahová felesleges
 - Csonkolt feszítőfa alkalmazása
 - Feszítőfa építése a forrásból
 - Felesleges részek levágása

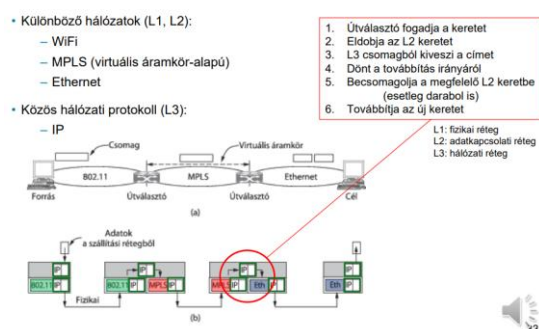
Ismertesse a bárkinek-küldés működését. Milyen módon valósítható meg?

- (Anycasting)
- Cél:
 - a hálózat egy csoportján belül...
 - ... egy tetszőleges (legközelebbi) taghoz kell eljuttatni az üzenetet
 - A csoportnak van egy közös címe
- Megoldás:
 - Minden csoporttagnak ugyanaz a címe
 - A távolság- vagy kapcsolatállapot-alapú útválasztás mindig a legközelebbit választja ki

Ismertesse az útválasztó működését, amely két különböző hálózatot köt össze (pl. MPLS és Ethernet).

- Útválasztó fogadja a keretet
- Eldobja az L2 keretet
- L3 csomagból kiveszi a címet
- Dönt a továbbítás irányáról
- Becsomagolja a megfelelő L2 keretbe (esetleg darabol is)
- Továbbítja az új keretet

Rajzolja fel az útválasztóba beérkező és az onnan távozó keretek felépítését.



Ismertesse az alagút típusú átvitel működését.

- Gyakori probléma:
- Forrás és célhosztok azonos típusú hálózaton vannak
 - Pl. egy cég két telephelye IPv6
- A közbülső hálózat más típusú
 - Pl. IPv4.

- Alagút (tunnel):
 - Becsomagoljuk a forrás csomagot a közbülső hálózati réteg csomagjába
 - Átvitel
 - Kicsomagolás
 - Az eredeti protokoll szerint halad tovább

Miért szükséges a csomagok tördelése?

- Csomagok mérete különböző
- Hálózatok maximális csomagmérete (MTU) is változik
- Mit tegyünk, ha nagy a csomag, de „keskeny” a hálózat
 - Csomagok tördelése
- Hol tördeljünk?
 - A feladó tördel MTU szerint
 - Az útvonalválasztók tördeljenek igény szerint

Ismertesse az átlátszó darabolás működését. Mik az előnyei és hátrányai ennek a megoldásnak?

- Minden hálózatban a belépéskor darabolás, kilépéskor összeállítás
- Sok munka az útválasztóknak

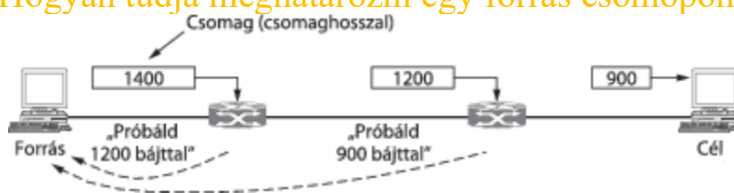
Ismertesse a nem átlátszó darabolás működését. Mik az előnyei és hátrányai ennek a megoldásnak?

- Minden hálózatban a belépéskor darabolás, de kilépéskor nincs összeállítás
- A csomagot a címzett állítja össze
- Egyszerű (pl. IP)

Mit jelent az MTU?

- Hálózatok maximális csomagmérete

Hogyan tudja meghatározni egy forrás csomópont az MTU-t??????



Mit jelent az belső átjáró protokoll? Mi a célja? Nevezzen meg példákat. Melyik módszert használjuk elterjedten?

- Cél: minél hatékonyabb útvonalkeresés saját hálózaton belül (intradomain routing)
- RIP (Routing Information Protocol)
 - Távolságvektor-alapú
 - Végtelenig számolás problémája
- OSPF (Open Shortest PathFirst)
 - Kapcsolatállapot-alapú
 - A leggyakoribb belső átjáró protokoll
- IS-IS (Intermediate System to Intermediate System)
 - OSPF elődje

Mit jelent a külső átjáró protokoll? Mi a célja? Nevezzen meg konkrét protokollt.

- Cél: AS-ek közötti útvonalkeresés
- BGP (Border Gateway Protocol)

Milyen szolgáltatásokat különböztetünk meg a külső átjáró protokollokban?
Ismeresse ezek jelentését.

- Tranzit: átmenő forgalom az internet másik oldal felé (pl. ügyfél-ISP, ISP-ISP)
- Peering: az egymás közötti forgalom ingyenes (ISP-ISP)

Ismeresse a BGP működését. Mit tartalmaz az útvonal-vektor? Hogy épül fel egy útvonal-vektor?

- BGP útvonal-vektort használ
- Cél prefix – Útvonal (AS-ek sorozata) – következő ugrás
- A BGP az útvonal-vektorokat terjeszti a hálózatban az útválasztókon keresztül
- Az AS határán az útválasztó a lista elé teszi az AS számát, a következő ugrásnak pedig magát állítja be
- A határ-útválasztók egymás útvonalait is megtanulják
- Útválasztás a kapott útvonal-vektorokat alapján történik

Ismeresse a BGP-ben gyakran alkalmazott stratégiákat.

- Peering útvonalaknak előnye van a tranzittal szemben
- Rövidebb útvonal jobb
- AS-en belül a legrövidebb (legrövidebb) útvonal használata
 - Ez a korai kilépés, vagy forró krumplici útválasztás
 - Pl. az A-C csomagok a felső útvonalon fognak haladni, a B-C csomagok pedig az alsón
- A határon csak olyan útvonalat hirdet, amelyet a szomszéd AS felé támogat
 - Többet kiszűri (akkor is, ha ilyen útvonal létezik)

Ismeresse az IPv4 fejrész egyes mezőinek feladatát (ábra alapján).

- Verzió: 4
- IHL:
 - fejrész hossza 32 bites szavakban
- Differenciált szolgáltatások:
 - 6 bit: szolgáltatási osztályok (pl. gyorsított, biztosított)
 - 2 bit: explicit torlódásértesítés
- Teljes hossz:
 - Fejrész + adatrész, max. 65535 bájt
- Azonosítás:
 - Darabolás esetén a datagramot azonosítja
 - Azonos datagramhoz tartozó darabok azonosítója ugyanaz
- Nem használt bit
- DF (Don't fragment):
 - Darabolás tiltása
 - Hasznos az MTU (legnagyobb átvihető adategység) felderítésére
- MF (More fragments):
 - Minden darabban 1, kivéve az utolsót
- Darabtolás:
 - Darabolás esetén a jelen darab pozíciója a datagramban
- Élettartam:
 - Ugrásokat számolja, minden ugrásnál értéke csökken eggyel
 - Ha nulla, a csomagot el kell dobni
 - Megelőzi, hogy hiba esetén a csomagok végtelen ideig kószáljanak
- Protokoll:
 - Melyik szállítási protokollnak kell adni a csomagot?

- Pl. TCP, UDP
- Fejrész ellenőrző összeg:
 - 16 bites ellenőrző összeg
 - Minden ugrásnál számítani kell Λ (hiszen az élettartam változik)
- Forráscím, célcím:
 - 32 bites IPv4 címek
- Opciók:
 - Azonosító, hossz, adat
 - Ritkán használt funkciók számára
 - nem kell állandó helyet a fejrészben fenntartani
 - Ritkán használják

Ismertesse az IPv4 címek felépítését. Mit jelent a prefix, a hoszt-rész, az alhálózati maszk és a prefix hossz?

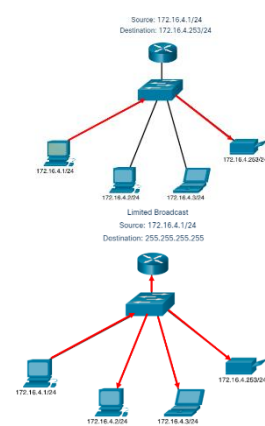
- 32 bites
- Jelölés:
 - Pontokkal elválasztott decimális jelölés. Pl. 193.224.41.159
- Hálózati rész
 - előtag (prefix)
 - A hálózat folyamatos címblokkja
- Állomás (hoszt) rész
- Alhálózati maszk:
 - Egyesek a hálózati rész helyén, nullák az állomás részen
 - Pl.: 255.255.255.0
- Prefix hossz jelölés: egyesek száma az alhálózati maszkban
 - Pl. /24, /25, /8, stb.

A 123.45.67.89/24 IP-címhez határozza meg a cím bináris alakját, a bináris és decimális alhálózati maszkot, a hálózat címét, az első és utolsó hoszt címet és a broadcast-címet. Hány állomás lehet ezen a hálózaton?

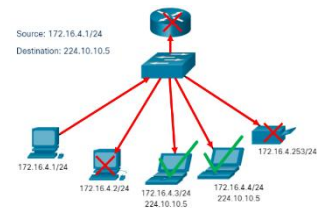
- Decimális: 123.45.67.89
- Bináris: 01111011 00101101 01000011 01011001
- Bináris alhálózati maszk: 11111111 11111111 11111111 00000000 (24db 1-es)
- Alhálózati maszk: 255.255.255.0
- Prefix hossz: /24
- Röviden: 123.45.67.89/24
- Hálózat címe: 123.45.67.0
- Első host cím: 123.45.67.1
- Utolsó host cím: 123.45.67.254
- Hálózati broadcast cím: 123.45.67.255
- Hány állomás lehet a hálózaton? $2^8 - 2 = 254$

Mit jelent az IPv4-en az unicast, broadcast és multicast?
Hogyan működnek?

- Unicast (egyesküldés)
 - Egyetlen címzett van
 - Pl: 192.168.1.18
- Broadcast (üzenetszórás)
 - Mindenki címzett az adott hálózaton
 - A lokális hálózaton: 255.255.255.255



- Célzott broadcast: távoli hálózati cím + csupa 1 bit
 - Pl. 192.168.1.255 (/24)
 - Ezt általában tiltják
- Multicast (többesküldés)
 - Egy forrásból egy csoportba küldhető üzenet
 - Fel kell „íratkozni” a csoportba
 - 224.0.0.0 és 239.255.255.255 közötti tartomány van fenntartva multicast címekre



Ismertesse a privát IP-címek szerepét és használatát az IPv4-ben.

- Privát IP címek
 - Hálózaton belüli címzésre
 - 10.0.0.0/8 (10.0.0.0 - 10.255.255.255)
 - 172.16.0.0/12 (172.16.0.0 - 172.31.255.255)
 - 192.168.0.0/16 (192.168.0.0 - 192.168.255.255)
 - Hálózatok között ilyenkor NAT kell

Mit jelent a loopback-cím, mire használjuk?

- Loopback címek
 - 127.0.0.0 /8 (127.0.0.1 - 127.255.255.254)
 - Címzett: a küldő hoszt
 - Tesztelésre használjuk

Mire szolgálnak az autokonfigurációs címek?

- Link-local (autokonfigurációs) címek
- 169.254.0.0 /16 (169.254.0.1 - 169.254.255.254)
- Automatic Private IP Addressing (APIPA)
- Pl. Windows DHCP kliens használja, ha nincs elérhető DHCP szerver

Ismertesse az alhálózatok létrehozásának módszerét egy közös címtartományon belül.

- Pl. Egy egyetemnek rendelkezésére áll egy /16 címtér: 128.208.0.0/16
 - Ez 16 bites host címet jelent $\rightarrow 2^{16} - 2 = 65534$ darab host
 - Ezt 3 tanszék részére kell felosztani (3 alhálózat):
 - Számítástudományi Tanszék (SZT) : /17 (címek fele)
 - Villamosmérnöki Tanszék (VT) : /18 (címek negyede)
 - Bölcsészettudományi Tanszék (BT) : /19 (címek nyolcada)
 - Nincs kiosztva (tartalék): címek nyolcada
- Számítástudományi Tanszék: 10000000 11010000 1|xxxxxxx xxxxxxxx 32768-2 db cím
- (Maradék: 10000000 11010000 0|xxxxxxx xxxxxxxx) 32768-2 db cím
- Villamosmérnöki Tanszék: 10000000 11010000 00|xxxxxx xxxxxxxx 16384-2 db cím
- (Maradék: 10000000 11010000 01|xxxxxx xxxxxxxx) 16384-2 db cím
- Bölcsészettudományi Tanszék: 10000000 11010000 011|xxxxxx xxxxxxxx 8192-2 db cím
- (Tartalék: 10000000 11010000 010|xxxxxx xxxxxxxx) 8192-2 db cím

Egy vállalatnak a 128.129.130.0/24 IPv4 címtartomány áll rendelkezésére. Szeretnénk két egyforma méretű alhálózatot létrehozni (Fejlesztési osztály [FO] és Adminisztráció [AD]). Mi lesz a FO alhálózati címe és alhálózati maszkja? Mi lesz az AD alhálózati címe és alhálózati maszkja? Hány állomás lehet az egyes alhálózatokon?

128.129.130.0/25

128.129.130.128/25

Egy vállalatnak a 128.129.131.0/24 IPv4 címtartomány áll rendelkezésére. Szeretnénk a címtartomány felét a Fejlesztési osztálynak [FO], negyedét az Adminisztrációnak [AD]), negyedét pedig a Kereskedelmi Osztálynak [KO] létrehozandó alhálózatokhoz rendelni. Mi lesz a FO alhálózati címe és alhálózati maszkja? Mi lesz az AD alhálózati címe és alhálózati maszkja? Mi lesz a KO alhálózati címe és alhálózati maszkja? Hány állomás lehet az egyes alhálózatokon?

FO: 128.129.131.0/25

AD: 128.129.131.128/26

KO: 128.129.131.192/26

A fenti vállalathoz érkezik a 128.129.131.173 címre egy csomag. Hogyan kell eldönteni, hogy melyik alhálózatra továbbítsuk?

A fenti címek alapján eldöntjük, melyik tartományba esik bele. (AD)

Mit jelent az előtagok csoportosítása? Milyen előnnyel jár?

Hogyan működik a Leghosszabb egyező előtag útválasztás?

- Elvi működés:
 - Csomag beérkezik, a címe A
 - Útválasztó megnézi, hogy az A cím melyik bejegyzésére illeszkedik
 - Ha több ilyen bejegyzés is van, akkor kiválasztja azt, amelyik a leghosszabb előtaggal bír
 - Pl. ha egy /22 és egy /19 bejegyzésre is illeszkedik, akkor a /22 bejegyzést használja
 - A bejegyzésnek megfelelő irányba küldi tovább a csomagot

Egy útválasztóban az alábbi bejegyzések találhatók: 194.24.0.0/19 à London, 194.24.0.0/25 à Gézaháza-alsó. Hová kell továbbítani a 194.24.0.78 címre érkező üzenetet? És a 194.24.0.176 címre érkező üzenetet?

194.24.0.176: London

194.24.0.78: Gézaháza-alsó

Mit jelent a CIDR?

Osztály nélküli körzetek közötti útválasztás

Miért van szükség NAT-ra? Ismertesse a NAT működését.

- Kevés az IPv4 cím
- A szolgáltató csak 1 címet ad az ügyfélnek
- Az ügyfélnek sok címre lenne szüksége
- Megoldás: NAT (Network Address Translation)
 - Hálózaton belül egyedi címek

- Privát címtartományból:
 - 10.0.0.0 – 10.255.255.255/8 (16 777 216 hoszt)
 - 172.16.0.0 – 172.31.255.255/12 (1 048 576 hoszt)
 - 192.168.0.0 – 192.168.255.255/16 (65 536 hoszt)
- Csak korlátozásokkal működik
 - TCP, UDP

Egy NAT-táblában a következő bejegyzések találhatók (fiktív port, IP-cím, port):

6783 192.168.54.12 8080

9845 192.168.54.12 1980

1231 192.168.54.54 8080

Egy bejövő üzenet címe a következő: 173.67.86.24:1231. Hová kell továbbítani az üzenetet? Mi a 173.67.86.24? Mi a 1231?

Miért nem univerzális megoldás a NAT?

- IP címek nem globálisan egyediek
 - pl. sok 10.0.0.1 cím a hálózaton
- Nem tud bárki bárkinek küldeni
 - NAT mögül csak kezdeményezni lehet
 - További trükkök kellenek ennek áthidalására
- Az összeköttetés nélküli internetbe összeköttetés-alapú kapcsolatot kever
 - NAT tábla sérülése: összeomlás
- Összemossa a 3. és 4. Réteget
 - portszámok: 4. Réteg
- TCP-n és UDP-n kívül más szállítási protokollok is vannak...

Mik az IPv4 és IPv6 közötti legfőbb különbségek?

- Sokkal több IP cím van (32 bites helyett 128 bites cím)
- Fejrész egyszerűbb lett (13 mezőből 7 lett)
- Opciók jobb támogatása
 - Szükségszerű a rövidebb fejrész miatt
 - Gyorsabb csomagfeldolgozást tesz lehetővé
- Biztonság javítása
- Szolgáltatásminőség nagyobb hangsúlyt kapott
 - Multimédia

Ismertesse az IPv6 fejrész egyes mezőinek feladatát (ábra alapján).

- Verzió: 6
- Differenciált szolgáltatások:
 - hasonlóan az IPv4-hez.
 - torlódásjelzés, prioritás
- Folyamcímke:
 - Virtuális-áramkör alapú megközelítést tesz lehetővé
 - Folyamot előre fel lehet állítani, ez az azonosítója
 - Minden útválasztó kikeresi táblázatából, hogy a címke milyen különleges elbánást igényel
- Adatmező hossza:
 - Fejrész utáni méret
- Következő fejrész:
 - Jelzi, hogy van-e következő opcionális fejrész, és milyen típusú

- Ha ez az utolsó IP fejrész, akkor itt jelzi, hogy melyik szállítási protokollnak kell a csomagot adni (TCP, UDP)
- Ugráskorlát:
 - Mint az IPv4 élettartam

Mit jelent az IPv6-ban az unicast, multicast és anycast? Hogyan működnek? Mit jelent a GUA és LLA?

- Unicast
 - Egyetlen címzett
 - Globális (Global Unicast Address - GUA):
 - mint IPv4, globálisan egyedi. (Opcionális)
 - 2000::/3 (első 3 bit: 001)
 - Lokális (Link-Local Address - LLA):
 - csak helyi hálózatra alkalmazzuk. (Kötelező)
 - fe80::/10
 - Localhost:
 - ::1/128
- Multicast
 - Több címzett, prefix: ff00::/8
 - Pl.: ff02::1 – minden hoszt, ff02::2 – minden router (azonos adatkapcsolaton)
- Anycast
 - Unicast üzenet (egy cím), de a címzett bármely lehet a lehetséges címzettek közül (általában a legközelebbi)

Hogyan lehet IPv6 alatt alhálózatokat létrehozni?

Milyen részekre tagozódik az IPv6 cím?

- 128 bit van
- Hoszt címbitek: 64 bit
- Prefix: összesen 64 bit
 - Ebből a 16 alsó bit az alhálózatokat különbözteti meg
 - A 48 felső bit a globális útvonalválasztási előtag

Ismertesse az IPv6 címek felépítését, jelölését.

- Forráscím, célcím
 - 128 bit (16 bájt)
 - Formátum:
 - 8 csoport
 - Kettősponttal elválasztva
 - Mindegyik csoportban 4-4- hexadecimális számjegy (hextet)
 - Pl.: 8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
 - Egyszerűsítések a jelölésben:
 - Csoporton belül a bevezető 0-k elhagyhatók
 - Pl.: 0123 → 123
 - Csupa nulla csoportok (egy vagy több) két kettősponttal helyettesíthető
 - csak egyszer egy címben
 - Pl.: 8000::123:4567:89AB:CDEF
 - IPv4 címek írásmódja:
 - ::192.31.20.46

Írja fel teljes alakban (rövidítés nélkül) a következő IP-címeket. Azonosítsa a címekben az útválasztási előtagot, az alhálózat azonosítóját és a hoszt interfész azonosítóját.

8000:1::123:67:89AB:CDE,
8000:0001:0000:0000:0123:0067:89AB:0CDE
2001::1
2001:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
2001:db8:12:567:1::12
2001:0DB8:0012:0567:0001:0000:0000:0012
fe80::
FE80:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
::1
0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
2001:2:3:4:5:6:7:8
2001:0002:0003:0004:0005:0006:0007:0008

Sorolja fel az IPv4 és IPv6 vezérlő protokolljait. Ismertesse a szerepüket.

- IPv4
 - ICMP - Internet Control Message Protocol
 - Internetes vezérlőüzenet protokoll
 - ARP - Address Resolution Protocol
 - Címfeloldási protokoll
 - DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol
 - Dinamikus hosztkonfigurációs protokoll
- IPv6
 - ICMPv6
 - IPv6 verzió, a fenti 3 funkció egyben

Ismertesse az ICMP(v4) legfontosabb üzenettípusait. Hogyan működik és milyen üzeneteket használ a ping és tracer?

- Internetes vezérlőüzenet protokoll (Internet Control Message Protocol)
- Váratlan események jelzésére, tesztelésre

Üzenet típusa	Leírás	
Cél elérhetetlen	A csomagot nem lehetett kézbesíteni	<ul style="list-style-type: none"> • Nem található a cél • DF miatt elakadt egy kicsomagos hálózatban
Időtúllépés	Az Élettartam mező elérte a 0-t	
Paraméter probléma	Érvénytelen fejrész mező	<ul style="list-style-type: none"> • A tracert ezt használja: • élettartam: 1, 2, 3, ...
Forráslefojtás	Lefojtócsomag	
Átirányítás	Egy útválasztót tanít meg a földrajza	
Visszhang kérés és visszhang válasz	Annak ellenőrzése, hogy egy gép életben van-e	<ul style="list-style-type: none"> • A ping ezt használja
Időbélyeg kérés/válasz	Ugyanaz, mint a visszhang kérés, csak időbélyeggel	
Útválasztó hirdetés/kérlelmezés	Egy közeli útválasztó megtalálása	

A legfőbb ICMP üzenettípusok

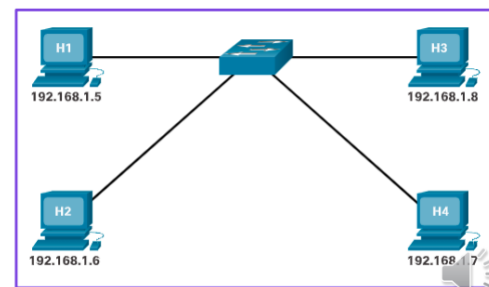
Ismertesse az ARP üzeneteit és a protokoll működését.

- Címfeloldási protokoll (Address Resolution Protocol)
- Probléma:
 - Hálózati réteg logikai (IP) címeket használ
 - Hálózati réteg az adatkapcsolati réteg szolgáltatásait használja
 - De az adatkapcsolati réteg fizikai (MAC) címeket használ
 - Honnan tudjuk, hogy melyik fizikai címhez melyik logikai cím tartozik?

- Megoldás:
 - ARP

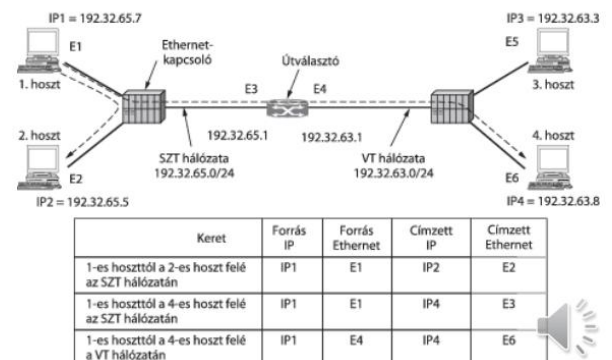


- ARP REQUEST: Broadcast keret küldése az adatkapcsolati rétegben:
 - Helló mindenki (FF-FF-FF-FF-FF-FF). Kié ez az IP-cím?
 - A fizikai címem AAA (ide kérem a választ).
- ARP REPLY: Válasz a feladónak (unicast):
 - Helló AAA. Enyém ez a cím. A fizikai címem BBB.
- Üzenet küldése:
 - Ethernet keret felépítés
 - (forrás: AAA, cél: BBB)
 - Üzenet elküldése
- Üzenet vétele:
 - Ethernet keretet veszi a BBB című állomás
 - Keretet leveszi, a csomagot átadja az hálózati rétegnek.



Ismertesse az ARP táblázat szerepét és használatát.

- ARP használata:
 - Hálózaton belüli cím: másik hoszt fizikai címe
 - Hálózaton kívüli cím: átjáró fizikai címe
- Optimalizálás:
 - ARP táblázat
 - Ismert címeket tartalmazza:
 - IP – MAC
 - Idővel „lejár”
 - Működés:
 - Küldés előtt ellenőrzi a táblát
 - Ha van bejegyzés, használja
 - Ha nincs, ARP REQUEST
 - ARP REPLY eredményét beírja



Mi célt szolgál a DHCP? Ismertesse a DHCP üzeneteit és a protokoll működését. lehet-e DHCP nélkül működtetni egy hálózatot. Ha nem, akkor miért, ha igen, akkor hogyan?

- Dinamikus hosztkonfigurációs protokoll (Dynamic Host Configuration Protocol)
- Probléma:
 - Mi az IP címem?
- Megoldás:
 - Kézzel konfiguráljuk
 - Automatikusan osztjuk ki: DHCP
- DHCP:
 - IP címeket „lizingel”: meghatározott időre

- Egyéb paraméterek:
 - Hálózati maszk
 - Alapértelmezett átjáró
 - DNS szerver...
 - Valójában egy alkalmazás UDP felett
- IP cím kérése:
 - DHCP DISCOVER: Broadcast kérés
 - Helló, van itt egy DHCP szerver? Kérek egy IP címet.
 - DHCP OFFER: Unicast válasz
 - Hello, itt a DHCP szerver. Mit szólnál ehhez a címhez?
 - DHCP REQUEST: Broadcast kérés
 - Köszönöm, kérem ezt a címet
 - DHCP ACK: Unicast válasz
 - Rendben van. 12 órára a tiéd.
- IP cím frissítése (lízing lejártá előtt):
 - DHCP REQUEST: Broadcast kérés
 - Szeretném újra ezt a címet
 - DHCP ACK: Unicast válasz
 - Rendben van. 1 órára a tiéd.
- DHCP információk (ipconfig /all)

Mire szolgál az ICMPv6? Mire szolgál a Neighbor Discovery Protocol (ND)?

- ICMP-hez hasonló funkciók
 - Hiba, visszhang, időtúllépés, ...
- Neighbor Discovery protocol (ND)
 - Neighbor Solicitation (szomszéd megszólítása)
 - Neighbor Advertisement (szomszéd hirdetés)
 - Router Solicitation (útválasztó megszólítása)
 - Router Advertisement (útválasztó hirdetés)
 - Redirect Message (üzenet átirányítás)

Ismertesse a NS és NA üzenetek szerepét, a szomszédságfelderítés menetét.

- IPv6-ban hasonló a működés az ARP-hoz:
 - Szeretnék egy IPv6 címre üzenetet küldeni.
 - Tudom-e a MAC címét?
 - Neighbor Cache: mint ARP tábla
 - Ha van benne infó, akkor használjuk (GOTO 5), ha nincs, akkor GOTO 3
 - NEIGHBOR SOLICITATION (NS): Multicast keret az adatkapcsolati rétegben:
 - Helló szomszédok, akinek ehhez hasonló IPv6 címe van. Kié ez az IP cím?
 - A fizikai címem AAA (ide kérem a választ).
 - NEIGHBOR ADVERTISEMENT (NA): Válasz a feladónak (unicast)
 - Helló AAA. Enyém ez a cím. A fizikai címem BBB.
 - Üzenet küldése
 - Üzenet vétele
 - Neighbor cache frissítése

Ismertesse az RS és RA üzenetek használatát. Milyen információt hordoz az RA üzenet? Milyen módokon juthat egy hoszt IPv6 címhez?

IPv6 DHCP-szerű funkciója a globális IP-cím (GUA) előállítására

- ROUTER SOLICITATION (RS): Multicast üzenet minden útválasztónak
 - Hello útválasztók (ff02::2), cím információra van szükségem
- ROUTER ADVERTISEMENT (RA): Multicast üzenet minden állomásnak

- Helló minden hoszt (ff02::1), küldöm az információt:
 - Hálózati prefix és a prefix hossza
 - Alapértelmezett átjáró címe
 - DNS címe
 - [DHCP szerver címe]
- De mi legyen a hoszt cím (a prefix már megvan)?
 - Csinálj magadnak egyet (SLAAC)
 - Küldök egy DHCP szerver címet, konzultálj vele

Mit jelent a SLAAC? Ismertesse a működését.

SLAAC: Stateless Address Autoconfiguration

Mi a szállítási réteg feladata? Milyen szolgáltatásokat nyújt a hálózati réteg?

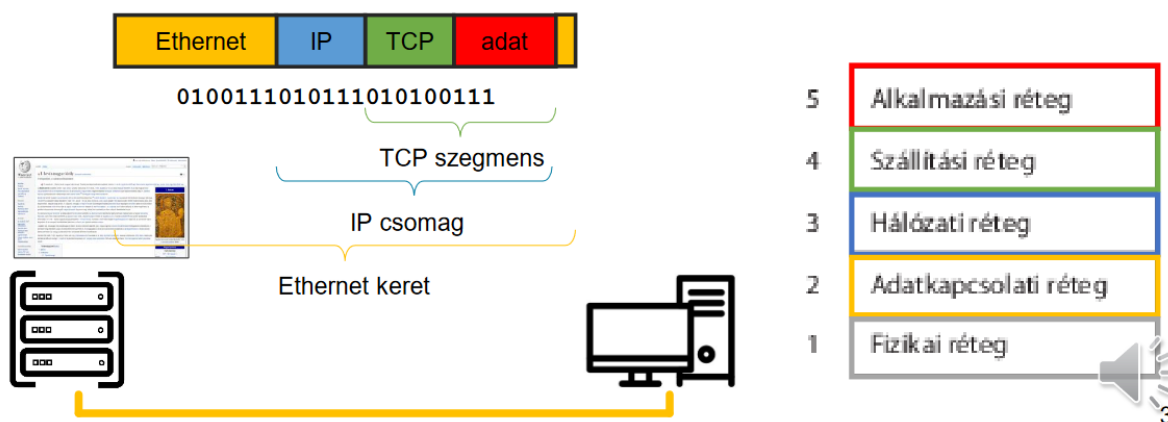
Feladata:

- Forrásgép egy folyamatától a célgép egy folyamatáig
- Megbízható szolgáltatás
- Használja a hálózati réteg szolgáltatásait
- A felhasználó gépén fut
 - Teljes felhasználói kontroll
 - Társentítések tudnak egyeztetni
 - Pl.: megérkezett? Ha nem, újraküldés.
 - Így megbízhatóbb tud lenni, mint az alatta lévő réteg

Szolgáltatások:

- A felsőbb rétegeknek nyújtott szolgáltatások:
 - Összeköttetés alapú
 - Összeköttetés nélküli
- Végrehajtó szoftverelem: szállítási entitás
- Szállítási cím
 - port + hálózati cím+ protokoll azonosító
- Interfész: szállítási szolgáltatási primitívek

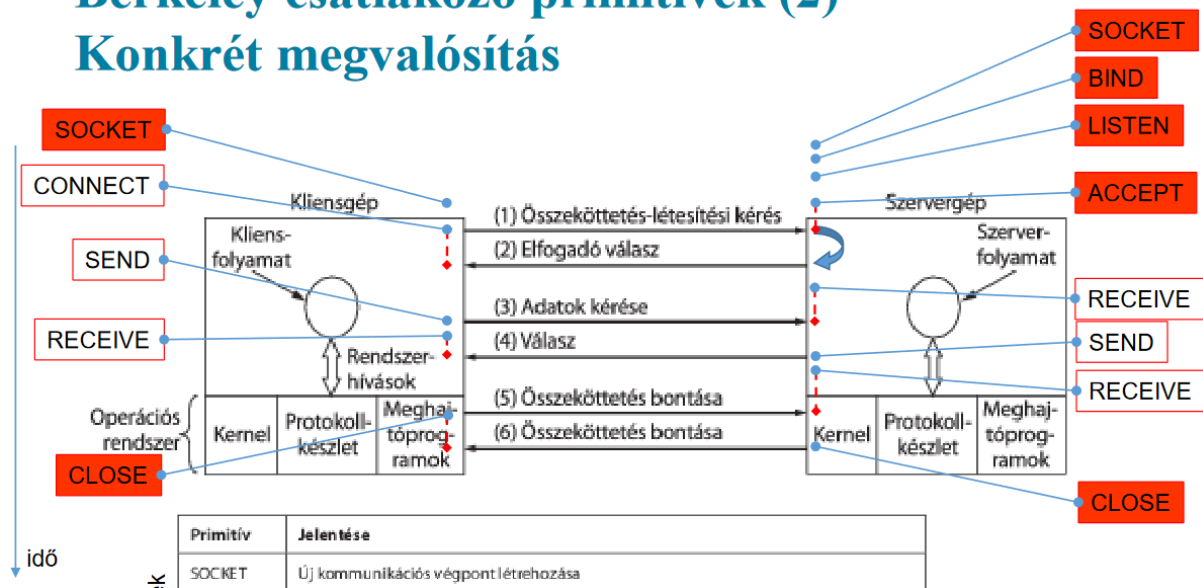
Rajzolja fel a hálózaton közlekedő adatok beágyazását (fejrészekkel). Nevezze meg az egyes elemeket.



Ismertesse a Berkeley csatlakozó primitíveket. Hogyan használjuk az egyes rendszerhívásokat? Milyen üzenetek közlekednek a hálózaton a rendszerhívások meghívásakor?

Berkeley csatlakozó primitívek (2)

Konkrét megvalósítás



Mire való a SOCKET primitív? Melyik fél használja (szerver/kliens/mindkettő)?

Új kommunikációs végpont létrehozása.

Minkét fél használja.

Mire való a BIND primitív? Melyik fél használja (szerver/kliens/mindkettő)?

Helyicím hozzárendelése a csatlakozóhoz.

Ezt a szerver használja.

Mire való a LISTEN primitív? Melyik fél használja (szerver/kliens/mindkettő)?

Összeköttetés-elfogadási szándék bejelentése, várakozási sor hosszának megadása.

Ezt a szerver használja.

Mire való az ACCEPT primitív? Melyik fél használja (szerver/kliens/mindkettő)?

Bejövő összeköttetés passzív létesítése.

Ezt a szerver használja.

Mire való a CONNECT primitív? Melyik fél használja (szerver/kliens/mindkettő)?

Aktív próbálkozás összeköttetés létesítése.

Ezt a kliens használja.

Mire való a SEND primitív? Melyik fél használja (szerver/kliens/mindkettő)?

Átküldés az összeköttetésen keresztül.

Minkét fél használja.

Mire való a RECEIVE primitív? Melyik fél használja (szerver/kliens/mindkettő)?

Adatfogadás az összeköttetésről.

Minkét fél használja.

Mire való a CLOSE primitív? Melyik fél használja (szerver/kliens/mindkettő)?

Összeköttetés bontása.

Minkét fél használja

Mit jelent a TSAP és az NSAP? Hogy nevezzük ezeket a csatlakozókat az internet világában?

TSAP jelentése: Közlekedési szolgáltatás hozzáférési pont
Interneten portnak nevezzük

NSAP jelentése: internet szolgáltatás hozzáférési pont
Interneten IP-címnek nevezzük

Honnan tudhatja egy kliens gép a szolgáltatás TSAP címét?

Állandó cím, amit egy adatbázis tárol

pl: Unix: /etc/services

Portszolgáltató (portmapper)

Ismertesse a portszolgáltatató működését.

- Speciális folyamat
 - Címe ismert/állandó
1. ÖK létesítése portszolgáltatóval (PSZ)
 2. Kérés küldése: hol van a szolgáltatás?
 3. PSZ visszaküldi a szolgáltatás portját
 4. ÖK bontása PSZ-val
 5. ÖK létesítése a szolgáltatással...

Ismertesse a kezdeti összeköttetés protokoll működését. Hogyan működik a folyamatszerver (folyamatszolgáltató)?

Folyamatszerver (process server):

- Több portot is figyel
- Ha kérés érkezik, akkor
 - elindítja a megfelelő folyamatot
 - átadja neki az ÖK-t
- Pl. unix: inetd

Mit jelent a „jól ismert port”? Soroljon fel legalább 3 jól ismert portot.

Angolul: „Well Known Ports”

Ezek a 1024 alatti portok.

Jól ismert portok példái:

- FTP (TCP): 20, 21
- HTTP (TCP): 80
- HTTPS (TCP): 443

Hogyan kezeljük a duplikált csomagok problémáját? Milyen szabályt kell betartanunk a sorszámok ismétlődésével kapcsolatban?

- A sorszámok egy tartományban mozognak, utána átfordulnak
 - Pl. 32 bites egész számok
- Ha az adási sebesség korlátos, akkor egy T ideig biztosan nem ismétlődhetnek a sorszámok
 - Ha mégis, akkor az egy kóbor/késő csomag, amit már megismételtünk

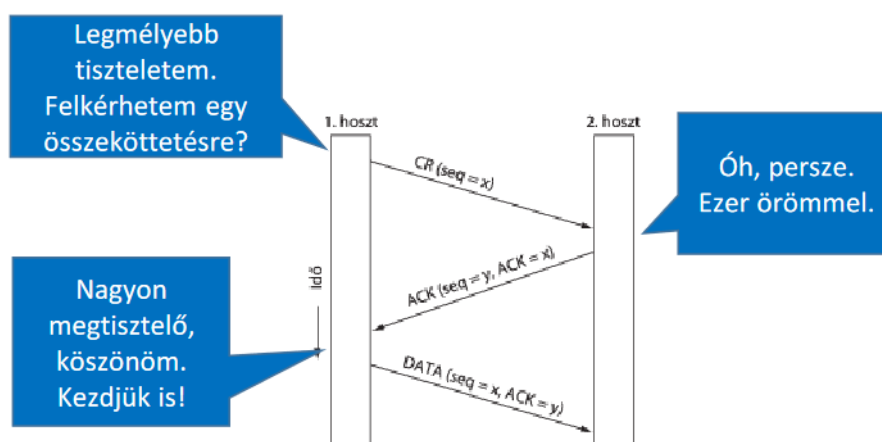
Hogyan gondoskodunk a sokat késő csomagok eliminálásáról?

- Ugrásszámláló alkalmazása (ha túl sok ugráson át bolyong, akkor eldobjuk)

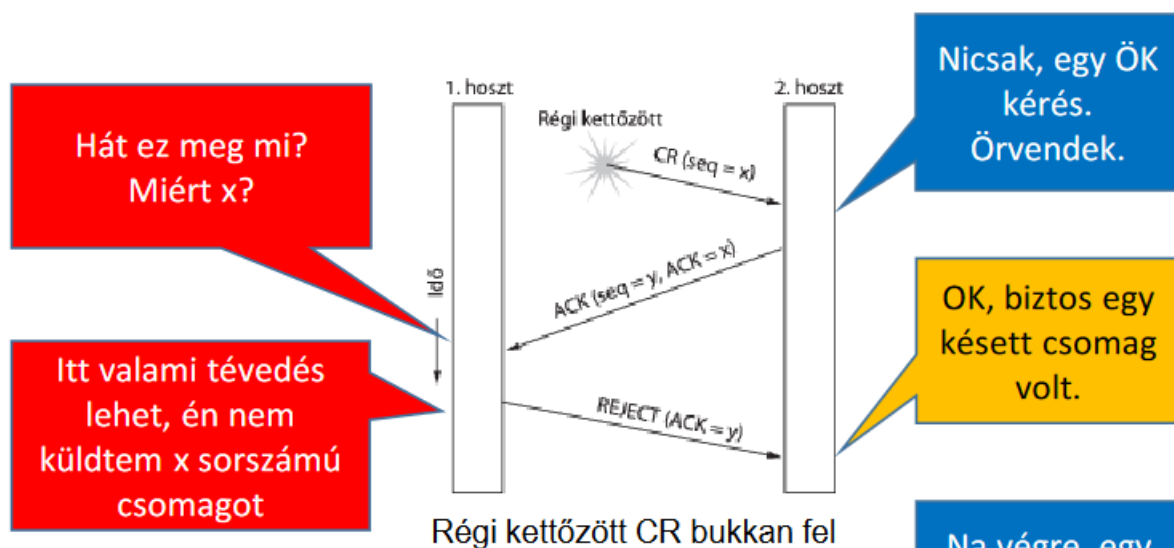
- Időcímke alkalmazása (ha túl hosszú ideig bolyong, akkor eldobjuk)
 - Bonyolult (szinkronizált órák kellenek)
 - Helyette az ugrásszámlálót használjuk

Ismertesse a háromutas kézfogásos összeköttetés-létesítés működését.

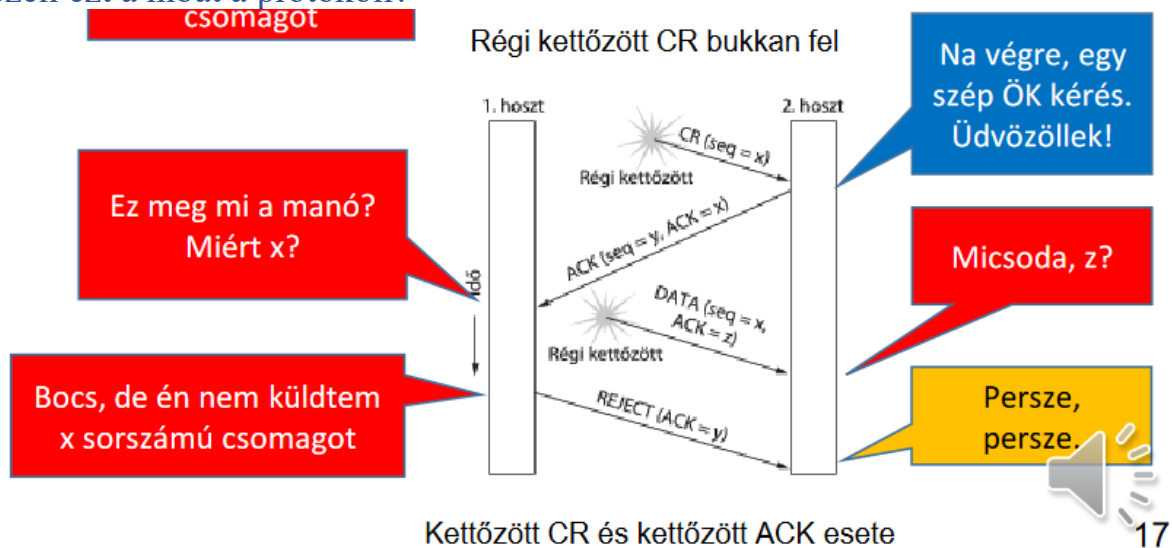
- CR:
 - Connection request
 - Saját sorszám: x
- ACK:
 - Saját sorszám: y
 - Nyugtázza x-et
- DATA:
 - Nyugtázza y-t



Ismertesse a háromutas kézfogásos összeköttetés-létesítés működését, amennyiben egy régi kettőzött CR üzenet bukkan fel. Hogyan kezeli ezt a hibát a protokoll?



Ismertesse a háromutas kézfogásos összeköttetés-létesítés működését, amennyiben egy régi kettőzött CR üzenet és egy régi kettőzött ACK üzenet bukkan fel. Hogyan kezeli ezt a hibát a protokoll?



Ismertesse a szimmetrikus és aszimmetrikus bontás működését. Melyik megközelítés előnyösebb és miért?

Szimmetrikus bontás

- Mindkét irányt külön kezeljük
- Mindkét irányt függetlenül bontjuk le
- Ha az egyik irányt lebontottuk, a másikban még küldhetünk adatot

Aszimmetrikus bontás

- Mint telefon esetén
- Az egyik fél bont és az ÖK megszakad
- Ez adatvesztéssel járhat

Amelyik előnyösebb: szimmetrikus bontás

Oka: Nincs adatvesztés és csak akkor szakad meg a kapcsolat, ha mind2 fél kapcsolatot bont.

Ismertesse a kapcsolat bontására alkalmazott háromutas kézfogásos megoldást. Hol alkalmazunk időzítőket a protokollban és miért?



A bontás elküldésekor (DR) indítunk el egy órát.

Ezt azért tesszük, mert ha esetlegnem érkezne meg az üzenet, vagy a nyugta, akkor önkényesen tudjunk kapcsolatot bontani.

1. hoszt 2. hoszt



1. hoszt 2. hoszt



1. KASST **2. KASST**



Adatok megfelelő biztonsággal (hibátlanul) érkezzenek meg

Mi a forgalomszabályozás feladata?

- Az adó és vevő sebességét szinkronizálja
- Egy gyors adó ne töltsön túl egy lassú vevőt

Ismertesse a csúszóablakos protokoll működését.

- Egyesíti a korábbi eszközöket, de
- változó méretű ablakokat (pufferméret) használ
- Különválasztja a
 - nyugtázást és a
 - pufferkezelést
- Egyszerű példa:
 - A ad
 - B vesz
 - Sorszám 4 bites (0-15)
- B minden üzenete tartalmaz:
 - nyugta (sorszámmal)
 - rendelkezésre álló pufferméret (vevő oldali ablakmérettel)
- Valóságban szimmetrikus!
 - A is nyugtázza B üzeneteit
 - A is küld ablakméretet B-nek

A csúszóablakos protokollban a következő üzeneteket látjuk:

A->B sorszám=7, adat=d7

A<-B nyugta=4, puffer=6

Hány üzenetet küldhet ezután az A állomás, ha nem kap B-től további üzenetet?

6

Kis idő múlva a következő két üzenet látjuk a hálózaton:

A<-B nyugta=12, puffer=3

A->B sorszám=13, adat=d13

Mely sorszámú üzeneteket küldheti még el az A állomás (amíg nem kap B-től újabb üzenetet)?

14, 15

Mit jelent a nyalábolás a szállítási rétegben?

- Több szállítási összeköttetés ugyanazt a hálózati címet használja
- Több TSAP -> egy NSAP
- Ez a tipikus, hiszen általában 1 hálózati cím tartozik egy géphez
- Pl. a TCP ezt használja

Mit jelent a fordított nyalábolás a szállítási rétegben?

- Egy szállítási összeköttetés több hálózati címet (interfészt) is használ
- Egy TSAP -> több NSAP
- Ok: sávszélesség megnő
- k db. hálózati összeköttetés: k-szoros sávszélesség

- Pl. SCTP (Stream Control Transmission Protocol) is ilyen megoldást használ

Mi a torlódáskezelés feladata?

A torlódás az útválasztókban jön létre, de a végpontokon kezeljük.

Ismertesse a forgalomszabályozás és a torlódáskezelés feladatait. Mi a különbség a két fogalom között?

Forgalomszabályozás

- Adó és vevő sebességének illesztése
- Kezelés:
 - Vevő információt küld az állapotáról (ablakméret)
 - Adó ennek megfelelően ad (elküldött csomagok száma)
 - Csúszóablakos protokoll

Torlódáskezelés (congestion control)

- Ha
 - túl sok gép
 - túl gyorsan
 - túl sok
- csomagot küld a hálózatba, akkor torlódás keletkezik.
- A torlódás az útválasztókban jön létre, de a végpontokon kezeljük.
- Kezelés:
 - Érzékeljük a torlódást
 - Ennek megfelelően a hálózatba küldött csomagok számának szabályozása

A különbség, hogy míg a forgalomszabályozásnál az adó és vevő sebességét egymásra illesszük, míg a forgalomszabályozásnál a küldött csomagok számát szabályozzuk.

Milyen módon avatkozhatunk be torlódás érzékelése esetén?

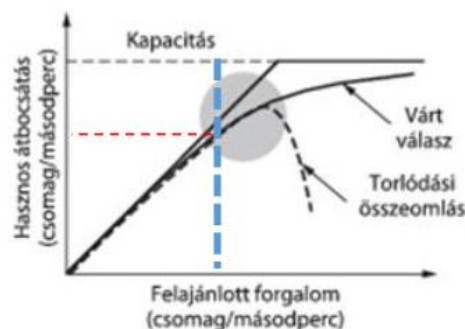
Az átviteli sebességet szabályozzuk a hálózathoz az adó oldalon.

Mit jelent a torlódás? Milyen látható jelei vannak a hálózatban?

A hálózatban kevesebb adat folyik át a csatornán, mint amennyit küldünk.

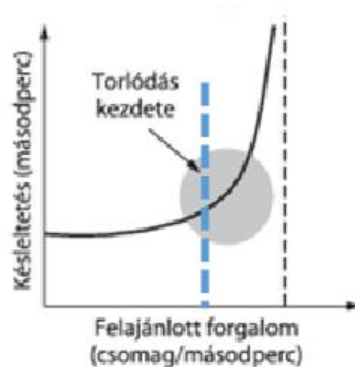
Látható jelei: A hálózati csatornában az adatok elkezdenek egyre jobban felgyülemelni egy adott ponttól, ami akár a hálózat túlterhelését is előidézheti..

Rajzolja fel a hasznos átbocsátást a felajánlott forgalom függvényében. Mutassa meg a torlódás hatását.



Hatása: Goodput lassul, majd visszaesik

Rajzolja fel a hálózat késleltetését a felajánlott forgalom függvényében. Mutassa meg a torlódás hatását.



Hatása: Késleltetés nő

Mit jelent, hogy a torlódáskezelés hatékony?

A teljes rendelkezésre álló sávszélességet ki tudja használni

Mit jelent, hogy a torlódáskezelés igazságos?

Sávszélesség megfelelő elosztása a hálózatot használó entitások között

Mit jelent, hogy a torlódáskezelés konvergens?

Gyorsan képes követni a forgalmi igényeket

Definiálja a maximum-minimum igazságosság elvét.

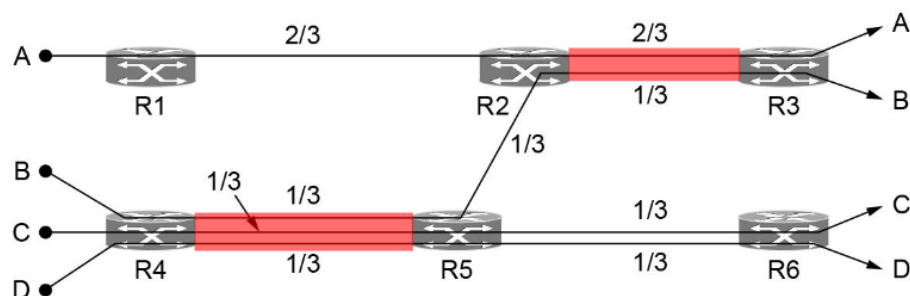
Egy kiosztás maximum-minimum igazságos, ha egy folyamnak kiosztott sávszélesség nem növelhető anélkül, hogy egy másik, kisebb vagy azonos kiosztott sávszélességű folyam sávszélességét ne csökkentenénk.

A 30. fólián látható hálózatban az A állomásból induló folyam sávszélességét 0.5-re állítjuk. Maximum-minimum igazságosság-e ez a felosztás? Miért?

Sávszélesség igazságos elosztása

- Maximum-minimum igazságosság

- Egy kiosztás **maximum-minimum igazságos**, ha egy folyamnak kiosztott sávszélesség nem növelhető anélkül, hogy egy másik, kisebb vagy azonos kiosztott sávszélességű folyam sávszélességét ne csökkentenénk.
- „Jómódú nem gazdagodhat tovább a szegényebbek rovására, de szegény gazdagodhat jómódú rovására.”



Maximum-minimum sávszélesség-kiosztás négy folyamra
A példában minden adatkapcsolat egységnyi sávszélességű

Mit jelent az explicit torlódásérzékelés? Adjon rá példát.

A torlódásról egyértelmű jelzést adunk.

pl: ECN

Mit jelent az implicit torlódásérzékelés? Adjon rá példát.

A torlódást egyéb jelekből „sejtjük”

(pl. körülfordulási idő növekedése)

Mit jelent, hogy egy torlódásérzékelésre használt jelzés pontos vagy pontatlan?

Pontos: útválasztók a küldési sebességet pontosan meghatározzák a küldő számára (pl. XCP)

Pontatlan: a küldési sebességet megpróbáljuk beszabályozni (de nem tudjuk az elvárt értéket)

- Ha van torlódás: sebesség csökkentése
- Ha nincs torlódás: sebesség növelése

Nevezzen módszereket, amelyekkel a torlódás érzékelhető.

- Explicit
- Implicit
- Pontos
- Pontatlan

Milyen alapvető szabályozási törvényt alkalmazunk a torlódáskezelés során?

- Ha van torlódás: sebesség csökkentése
- Ha nincs torlódás: sebesség növelése

Ismertesse az AIMD szabályozási törvényt. Illusztrálja ennek működését két állomás esetén.

- Ha van torlódás: sebesség csökkentése
- Ha nincs torlódás: sebesség növelése

Miért nem okoz gondot a vezeték nélküli hálózatokban gyakori csomagvesztés a torlódás érzékelésében (akkor sem, ha az érzékelés csomagvesztésen alapul)?

- A vezeték nélküli adatkapcsolati réteg érzékeli a keretvesztést
 - Azonnal javít: újraküld néhány μ s-on belül
- Az átviteli hiba gyorsan javításra kerül, a szállítási réteg nem veszi észre
 - A szállítási rétegben az időzítők a ms ... s nagyságrendben vannak

Foglalja össze röviden a TCP által nyújtott szolgáltatásokat.

- Nagyon sok új szolgáltatás:

Összeköttetés alapú

A bájtok megbízható módon, sorrendben, 1x kerülnek átvitelre

Tetszőleges hosszúságú lehet

Forgalomszabályozás hangolja az adót a vevőhöz

Torlódáskezelés hangolja az adót a hálózathoz

Foglalja össze röviden az UDP által nyújtott szolgáltatásokat.

- Kb. annyit tud mint egy IP csomag

Összeköttetés nélküli (datagramm)

Üzenet elveszhet, duplikálódhat, sorrendjük keveredhet

Korlátos hosszúságú üzenet

Adó adhat a vevő állapotától függetlenül

Adó adhat a hálózat állapotától függetlenül

- (UDP: User Datagram Protocol)

- UDP felépítése és használata
- Alkalmazási példák:
 - Távoli eljárás hívás
 - Valós idejű szállítási protokollok
 - RTP
 - RTCP
 - Lejátszás puffereléssel és jitter-szabályozással

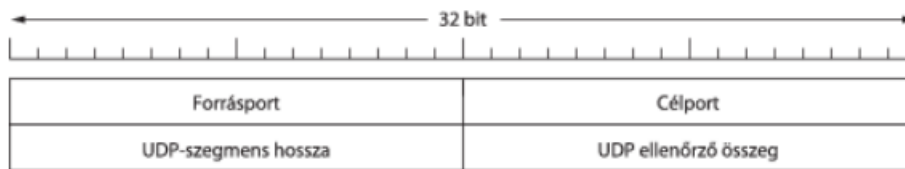
Hasonlítsa össze az UDP és TCP tulajdonságait.

TCP (bájtflow)	UDP (datagramm)
Összeköttetés alapú	Összeköttetés nélküli (datagramm)
A bájtok megbízható módon, sorrendben, 1x kerülnek átvitelre	Üzenet elveszhet, duplikálódhat, sorrendjük keveredhet
Tetszőleges hosszúságú lehet	Korlátos hosszúságú üzenet
Forgalomszabályozás hangolja az adót a vevőhöz	Adó adhat a vevő állapotától függetlenül
Torlódáskezelés hangolja az adót a hálózathoz	Adó adhat a hálózat állapotától függetlenül



Magyarázza el, hogy mire szolgálnak az UDP fejrészben a forrásport és célport mezők.

- Forrásport, célport – Portok azonosítói



Mit jelent az IP fejrész és mire szolgál? Mi a kapcsolata az UDP ellenőrző összeggel?

?? csak IP alfejrészt találtam és nem 100% hogy oda az kell

Mi a socket rendszerhívás célja?

Csatlakozó Választás

Mire szolgál a bind rendszerhívás?

?? A 2. hoszt levelezőszervere a 25-ös TSAP-hoz csatlakozik
helyi cím hozzárendelése az csatlakozóhoz

Mire szolgál a sendto és recvfrom rendszerhívás?

??nincs benne a pptbe

Mit jelent, hogy a revfrom blokkoló hívás?

??

Mi a távoli eljárás hívás?

Úgy viselkedjen, mintha hagyományos (helyi) függvényhívás lenne

Mit a jelent a csonk (stub)?

Úgy viselkedik, mint egy helyi függvényhívás

– Elvégzi a hálózati feladatokat:

- Paramétereket üzenetbe pakolja (marshaling)
- Elküldi az üzenetet
- Vesz a választ
- Visszatér az eredménnyel a hívóhoz

Magyarázza el a kliens-oldali és aszerver-oldali csomópontok szerepét és működését.

- Kliens csomópont (stub)
 - Úgy viselkedik, mint egy helyi függvényhívás
 - Elvégzi a hálózati feladatokat:
 - Paramétereket üzenetbe csomagolja (marshaling)
 - Elküldi az üzenetet
 - Vesz a választ
 - Visszatér az eredménnyel a hívóhoz
- Szerver csomópont
 - Vesz az üzenetet
 - A paramétereket kicsomagolja (demarshaling)
 - Meghívja a függvényt
 - Az eredményeket visszaküldi

Mire használjuk az RTP protokollt?

: Real Time Transfer Protokoll

- Szerver több forrást is használhat (pl. video, audio különféle nyelveken)
- Adatokat RTP blokkokba kódolják
- RTP blokkokat UDP-n keresztül továbbítják

Mire használjuk az RTCP protokollt?

RTCP: Real-Time Transport Control Protocol

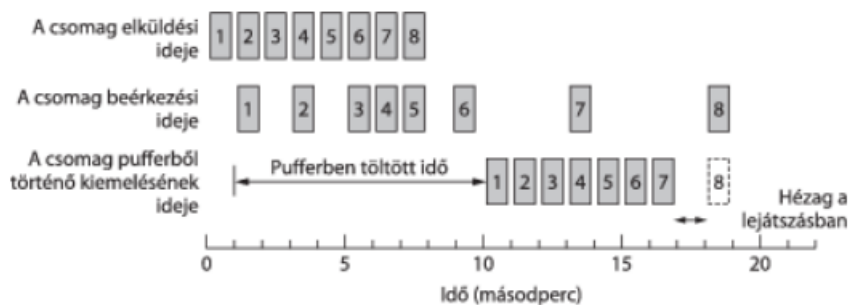
- Mintákat nem szállít
- Feladata:
 1. Visszacsatolást kezeli:
 - Hálózat tulajdonságairól a szervernek (késleltetés, jitter, sávszélesség, torlódás)
 - Ez alapján képes folyamatosan állítani a minőséget (pl. kódolás, felbontás)
 2. Szinkronizációt biztosít
 - A különféle folyamatok óráit egymáshoz szinkronizálja
 3. Forrás-információkat szállít
 - Pl. a beszélő neve

Milyen hatása van a késleltetésnek és a jitternek a valós idejű protokollok működése során?

- Késleltetés
 - Sok alkalmazásban nincs lényegi hatása (pl. zenehallgatás)
 - Egyes alkalmazásokban kis értéken kell tartani (pl. telefon)
- Késleltetés ingadozása (jitter)
 - Nagyon zavaró! Kompenzálni kell a vevőben!

Hogyan kompenzáljuk a jitter hatását a vevőben?

Puffereljük



Mit jelent a lejátszási pont?

Lejátszási pont (playback point):

- Mennyit kell várnia vevőnek a lejátszás indításáig
- Pl. a csomagok 99%-a megérkezzen

Hogyan azonosítunk egy csatlakozót (címezés)?

IP cím alapján

Portok száma alapján

Protokoll alapján

Mit jelent a „jól ismert port”?

1024 alatti portok

Magyarázza el az inetd szerepét és működését.

inetd figyel több portot is

- szükség esetén elindítja a megfelelő demont
- nem kell egyszerre sok démonnak feleslegesen futnia

Milyen portszámokat kapnak a kliens folyamatok?

Port	Protokoll	Alkalmazás
20, 21	FTP	Állományátvitel
22	SSH	Távoli bejelentkezés, Telnet helyett
25	SMTP	E-levelezés
80	HTTP	Világháló (web)
110	POP-3	Távoli e-lelél hozzáférés
143	IMAP	Távoli e-lelél hozzáférés
443	HTTPS	Biztonságos világháló (HTTP SSL/TLS felett)
543	RTSP	Médialejátszó-vezérlés
631	IPP	Nyomtatómegosztás



Kitől kapják a portszámokat?

Általában ideiglenes portokra csatlakoznak

- Az operációs rendszer választja
- Véletlenszerű

Mit jelent, hogy a TCP full-duplex és kétpontos kommunikációt biztosít?

Nincs adatszórás vagy többesküldés

Mit jelent, hogy a TCP egy bájtfolymat biztosít?

Nincs üzenet, nincs üzenethatár

- A szegmensek kontroll infót is szállítanak (pl. ACK) → piggyback

Mikor küldi el a TCP a rábizott adatokat?

Az elküldendő adatot szabad belátása szerinti időben küldi

- Lehet pufferelni, hogy nagyobb szegmens összegyűljön
- PUSH bit: kérheti a TCP-t, hogy ne késleltessen (pl. online játék)

Hogyan lehet gyors továbbítást kikényszeríteni?

A TCP milyen adategységet sorszámoz?

minden bájt rendelkezik egy 32 bites sorszámmal

Mi korlátozza TCP szegmens méretét?

IP adatmező

- MTU (legnagyobb átvihető adategység)
 - Pl. Ethernet: 1500B
 - Megoldások:
 - Darabolás a hálózatban
 - rontja a teljesítőképességet
 - már nem gyakran használt
 - Útvonal MTU meghatározás

Magyarázza el a TCP fejrészben a sorszám és a nyugtaszám szerepét.

Sorszám (SEQ)

- A korábban elküldött bájtok száma

Nyugtaszám (ACK)

- Halmozott nyugta
- Jelzi, hogy a nyugtázott bájtig az összes adat hiánytalanul megérkezett
- A nyugta valójában a várt bájt indexét tartalmazza (rendben vett bájt sorszáma + 1)

Magyarázza el a TCP fejrészben az ablakméret mező szerepét.

Ablakméret (WIN) – A vevőben rendelkezésre álló puffer mérete

Magyarázza el a TCP fejrészben a CWR és ECE bitek szerepét.

CWR, ECE: Torlódás jelzése

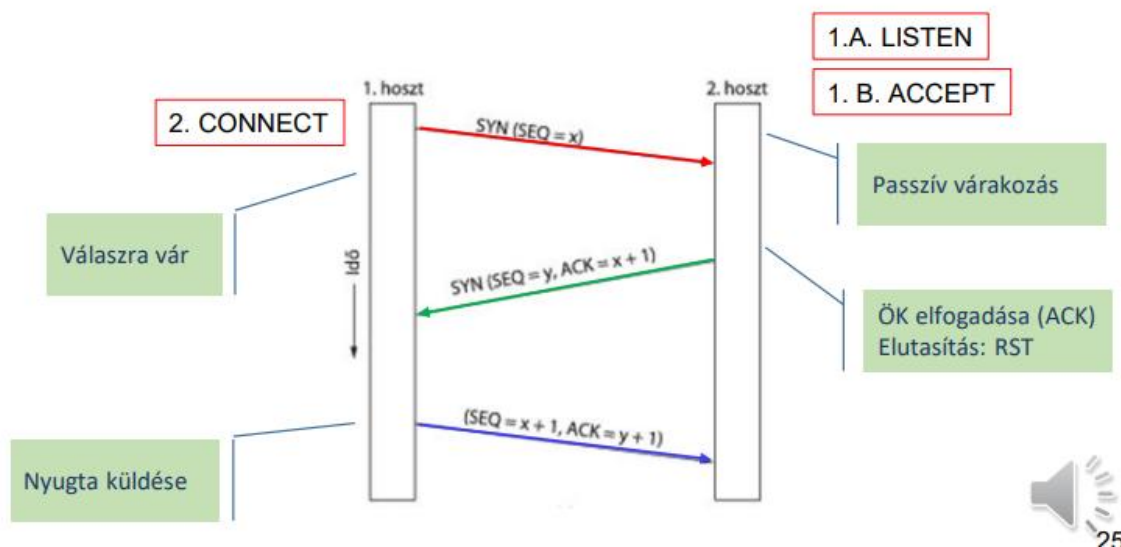
- Vevő ECE bittel jelez: torlódás van a hálózaton
- Adó CWR bittel jelez vissza, hogy a forgalmat (a torlódási ablaka méretét) lecsökkentette

Magyarázza el a TCP fejrészben az ACK, PSH, RTS, SYN és FIN bitek szerepét.

- ACK: Jelzi a nyugtaszám érvényességét
- PSH (PUSH): késedelem nélküli továbbítás kérése
 - Ne legyen pufferek
- RST (RESET): Összeköttetés helyreállítás (valami baj történt)
- SYN: kapcsolat kiépítés
 - Jelzi a CONNECTION REQUEST és CONNECTION ACCEPTED üzeneteket
- FIN: kapcsolat bontása
 - Jelzi, hogy a küldőnek nincs több adata

Ismertesse, hogyan alkalmazza a TCP az összeköttetés létrehozásához a háromutas kézfogást.

- →SYN=1, ACK=0
- ←SYN=1, ACK=1
- →SYN=0, ACK=1

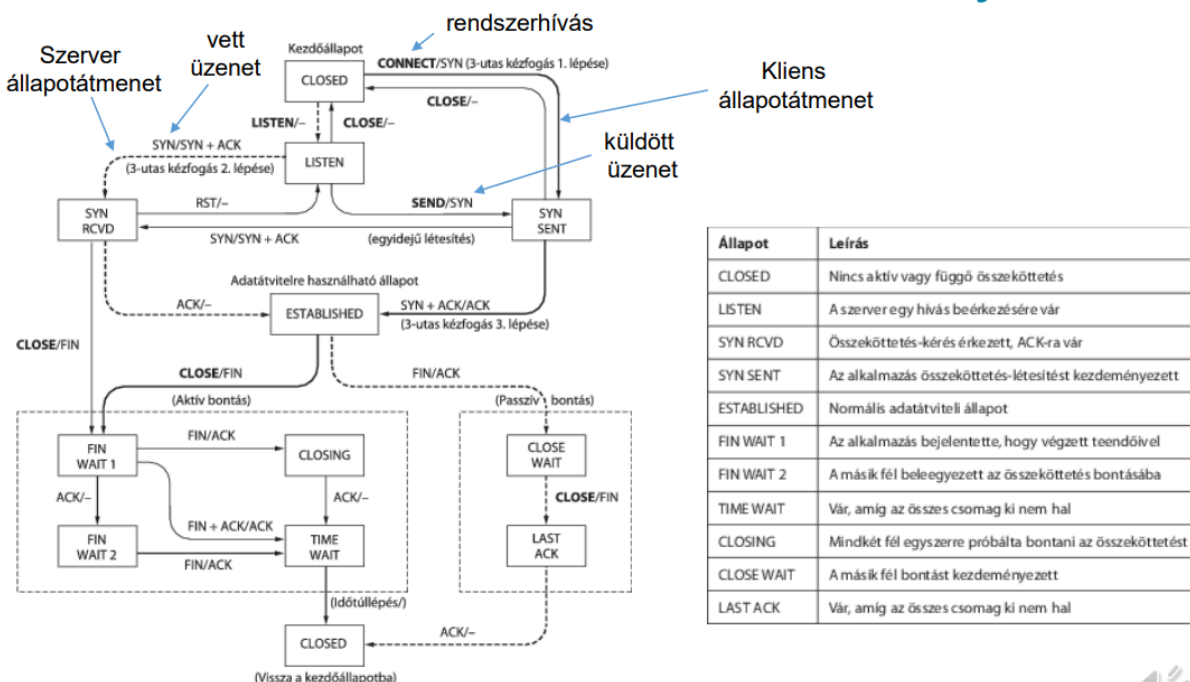


Ismertesse a TCP összeköttetés lebontásának módját.

- FIN: részemről nincs több adat
- ←ACK: OK, vettem
- ←FIN: Részemről sincs több adat
- ACK: OK, vettem



A 27. oldalon található állapotgép segítségével magyarázza el a TCP összeköttetés felépítésének menetét.



A 27. oldalon található állapotgép segítségével magyarázza el a TCP összeköttetés lebontásnak menetét.

Magyarázza el a TCP csúszóablakos forgalomszabályozásának működését.

Különbözik az ACK és a vevő pufferméretének kezelése

- ACK: halmozott nyugta
 - A nyugtázott bájtig az összes adat hiánytalanul megérkezett
 - (ACK a következő – várt – sorszámot tartalmazza)
- WIN: vevőben rendelkezésre álló ablakméret
 - = maximális küldhető adatmennyiség
- SEQ: sorszám
 - Az eddig elküldött bájtok száma
 - (ez a csomag nem számít bele)

Hány bájtot küldhet a kliens a szerver felé, ha a szerver utolsó üzenete a következő volt:

- ACK=67123, WIN=512
- ACK=512, WIN=0

Egy szervernek 2kB üres puffertérület áll rendelkezésre egy TCP összeköttetés kezelésére.

Most a következő (512 adatbájtot tartalmazó) üzenet érkezik a szerverhez:

ADAT: 512B, SEQ=3000

Mi lesz a szerver által küldött következő üzenetben az ACK és a WIN értéke? Miért?

Hogyan lehet a szegmens elveszését időzítő segítségével detektálni?

? 3 nyugtás szabállyal detektálni.

Hogyan célszerű beállítani az időzítő értékét, ha ismerjük az átlagos késleltetési időt (SRTT) és a késleltetési idő szórását (SVAR)?

$$RTO = SRTT_{új} + 4 \cdot sVAR_{új}$$

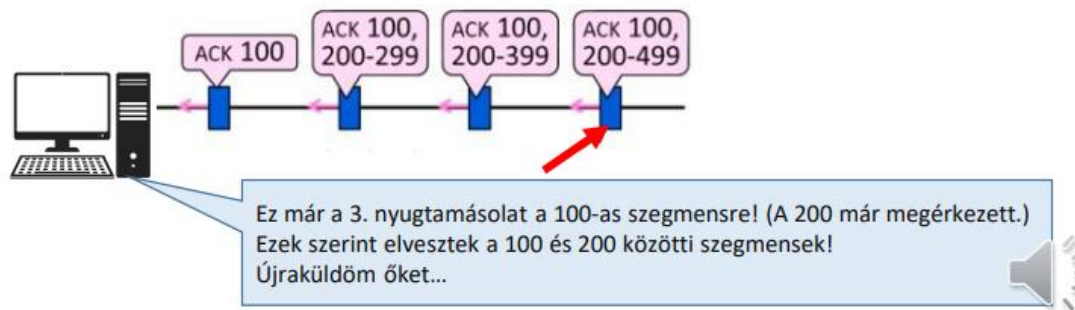
Hogyan becsüljük a késleltetési idő átlagos értékét? Ismertesse az exponenciális átlagoló működését.

$$SRTT_{új} = \alpha \cdot SRTT_{rég} + (1 - \alpha)RTT$$

Ismertesse a „3 ismételt nyugta” szabályt. Hogyan lehet ennek segítségével a szegmens elveszését detektálni?

- A szegmens valószínűleg elveszett, ha
 - nem jött rá nyugta RTO időn belül
 - Ehhez ki kell várni az RTO időt.
 - Lehetne gyorsabban is detektálni az elveszett csomagot?
Igen... **3 nyugtamásolat szabály**

– legalább 3 ismételt nyugta (nyugtamásolat) jön egymás után



Mitől jöhet létre torlódás? Mit jelent a torlódási ablak?

Ha a hálózati terhelés túl nagy

- Csomagok feltorlódhatnak az útválasztókban
- Csomagok késnek, elvesznek

Hogyan használja a TCP a forgalomszabályozási és a torlódási ablakot?

Mennyi adat lehet a hálózaton egyszerre?

- Hasonló a forgalomszabályozási ablakhoz
 - A TCP együtt használja a két ablakot
 - Amelyik kisebb, annak megfelelő mennyiségű adatot küld ki

Ismertesse a nyugtaórajel működését.

- Egy hálózat sebességét a leglassabb szakasza határozza meg
- Egy gyors löketre válaszul visszaérkező nyugták sebessége azt mutatja meg, hogy milyen gyorsan lehet a csomagokat a hálózat leglassabb részén átvinni
- Ez a nyugtaórajel (ack clock)
- Az adó ennek megfelelő sebességgel ad
 - Elkerüli a felesleges sorbanállást az útvonalválasztókon

Ismertesse a Lassú kezdés algoritmus működését. Mi célt szolgál ez az algoritmus a TCP-ben?

Kezdeti munkapont elérése AI val lassú

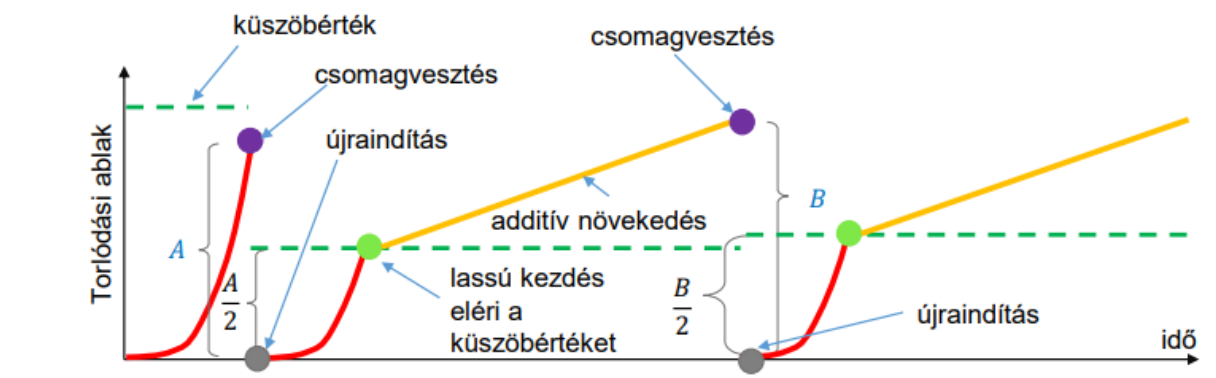
helyette indításkor exponenciálisan növekvő ablakméretet használunk
ez a lassú kezdés

– Lassú kezdés működése:

- Minden nyugta vételénél:
 - ablakméret eggyel nő
 - új csomagot küld a régi helyett
 - új csomagot küld az új üres helyre
- Úton lévő csomagok száma:
 - RTT alatt duplázódik

Ismertesse a TCP Tahoe torlódáskezelését a lassú kezdés segítségével. Használja a 36. oldal ábráját.

- A **lassú kezdés**nek van egy **küszöbértéke**, ennél magasabbra a lassú kezdés nem megy
 - A **küszöbérték** kezdetben magas, pl. a forgalomszabályozási ablak mérete lehet
- Ha a **lassú kezdés**nél torlódást tapasztalunk (**csomagvesztés**), akkor
 - visszavesszük a **küszöbérték**et a jelenlegi **torlódási ablak** felére és
 - **újraindítjuk a lassú kezdést**
- Ha a **lassú kezdés** eléri a **küszöbérték**et, akkor
 - **átkapcsolunk additív növekedésre (AI)**
- Ha az **additív növekedés**nél torlódást tapasztalunk (**csomagvesztés**), akkor
 - visszavesszük a **küszöbérték**et a jelenlegi **torlódási ablak** felére és
 - **újraindítjuk a lassú kezdést**



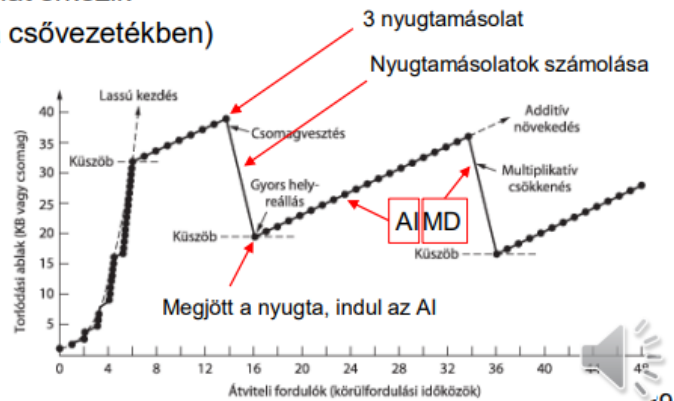
Mit értünk „gyors újraküldésen” a TCP Tahoe protokollban?

- Torlódás/csomagvesztés érzékelése:
 - Időtúllépés vagy
 - 3 nyugtamásolat
 - ekkor a hiányzó csomagokat azonnal újraküldjük
 - Ez a gyors újraküldés (fast retransmission)

Magyarázza el a „gyors helyreállítás” működését a TCP Reno protokollban.
Használja a 39. oldal ábráját.

Megoldás: **gyors helyreállítás** (fast recovery)

- 3 csomagmásolat érkezik. Jelenlegi torlódási ablak mérete: T
- Számoljuk a beérkező nyugtamásolatokat, de küldés felfüggesztve (minden nyugtamásolat azt jelzi, hogy egy csomag időközben sikeresen megérkezett)
- Addig várunk, amíg $T/2$ nyugtamásolat érkezik (ekkor éppen $T/2$ üzenet marad a csővezetékben)
- ezután minden nyugtamásolatra 1 új üzenetet küldünk
- Ha megjön a nyugta:
 - **gyors helyreállítás vége**
 - (nyugtamásolatok nem jönnek)
- Additív növeléssel folytatjuk
 - $T/2$ lesz az új ablakméret
 - Küldés indul AI szabállyal



Hogyan valósítjuk meg TCP-ben az „additív növelés – multiplikatív csökkentés” (AIMD) szabályt?

AIMD:

- torlódási ablak additív növelése (+1), amíg csak lehet
- multiplikatív csökkentése torlódás esetén ($/2$)

Magyarázza el a szelektív nyugtázás működését.

Szelektív nyugtázás (SACK)

- Kummulatív (halmozott) ACK mindig van
- Szelektív ACK opcionális (széles körben támogatott)

Magyarázza el az explicit torlódásjelzés működését az ECE és CWR bitek segítségével.

- Explicit torlódásjelzés (ECN – Explicit Congestion Notification)
 - IP útválasztó a csomagban beállítja a torlódás bitet (lásd Differenciált szolgáltatások)
 - A vevő a válasz TCP fejrészben beállítja az ECE bitet (ECN Echo)
 - A küldő az ECE hatására úgy reagál, mintha csomagvesztés lenne
 - A küldő CWR bitet beállítja a következő csomagban (Congestion Window Reduced)