

ITKP104 Tietoverkot - Teoria 3

Ari Viinikainen

Jyväskylän yliopisto

5.6.2014

Teoria 3 osuuden tärkeimmät asiat kuljetuskerroksella

- ▶ TCP yhteyden muodostus ja lopetus
- ▶ ymmärtää tilakaavion suhde protokollan toimintaan
- ▶ Luotettava tiedonsiirto
- ▶ Tehokas luotettava tiedonsiirto
- ▶ TCP Vuonvalvonta
- ▶ TCP ruuhkanhallinta

TCP yhteyden muodostus, lopetus sekä TCP tilakaavio

- ▶ TCP Tilakaavio
- ▶ TCP Tilat - kokeile itse

Luotettava tiedonsiirto

- ▶ Sovellus omaan testaamiseen
- ▶ Kurosen ja Ross:n Kuljetuskerroksen kalvot 3-21 - 3-41
- ▶ Luotettavan tiedonsiirtoprotokollan pitää ratkaista seuraavat
 - ▶ Kuinka toivutaan virheellisestä datapaketista?
 - ▶ Kuinka toivutaan virheellisestä kuittauspaketista?
 - ▶ Kuinka toivutaan kadonneesta datapaketista?
 - ▶ Kuinka toivutaan viivästyneestä kuittauspaketista?
- ▶ rdt 3.0 on toimiva luotettava tiedonsiirtoprotokolla, mutta hidas!!!

Go Back N vs. Selective repeat

- ▶ Putkitettu protokolla: saa lähettää seuraavan paketin ennen kuin edelliseen on saatu kuittaus
- ▶ Kuinka monta pakettia saa lähettää (ennen kuin pitää pysähtyä odottamaan kuittausta)? *Lähetysikkunan* koko määrää
- ▶ Visualizing the Go Back N and the Selective Repeat protocol

TCP Vuonvalvonta - Flow control

- ▶ Vastaanottajan toimenpide
- ▶ Vastaanottaja estää lähettäjää lähettämästä liian nopeasti
- ▶ Mainostetaan (päivitetään) *vastaanottoikkunan* kokoa lähettäjälle
- ▶ Visualizing the tcp flow control

TCP Ruuhkanhallinta

- ▶ Slow Start
 - ▶ Aloitetaan lähetys hitaasti
 - ▶ Kasvatetaan nopeutta eksponentiaalisesti
 - ▶ Jos paketti katoaa (timeout), aloitetaan Slow Start vaiheen alusta (asetetaan raja-arvo puoleen saavutetusta nopeudesta)
 - ▶ Jos saavutetaan raja-arvo, siirrytään Congestion Avoidance vaiheeseen
- ▶ Congestion Avoidance - simulation (Slow Start ja Congestion Avoidance)
 - ▶ Kasvatetaan nopeutta lineaarisesti
 - ▶ Jos paketti katoaa (timeout), aloitetaan Slow Start vaiheen alusta (asetetaan raja-arvo puoleen saavutetusta nopeudesta)

Youtube video TCP ruuhkanhallinnasta

TCP Ruuhkanhallinta - jatkuu

► Fast Retransmit - simulation

- Jos paketti katoaa (timeout), aloitetaan Slow Start vaiheen alusta (asetetaan raja-arvo puoleen saavutetusta nopeudesta)
- Jos paketti oletetaan kadonneeksi (vastaanotetaan 3 kpl duplikaatti kuittauksia), aloitetaan **Slow Start** vaiheen alusta (asetetaan raja-arvo puoleen saavutetusta nopeudesta)

► Fast Recovery - simulation

- Jos paketti katoaa (timeout), aloitetaan Slow Start vaiheen alusta (asetetaan raja-arvo puoleen saavutetusta nopeudesta)
- Eli: Tiedonsiirtonopeus pudotetaan **minimiin**
- Jos paketti oletetaan kadonneeksi (vastaanotetaan 3 kpl duplikaatti kuittauksia), aloitetaan **Congestion Avoidance** vaiheen alusta (asetetaan raja-arvo puoleen saavutetusta nopeudesta)
- Eli: tiedonsiirtonopeus **puolitetaan** saavutetusta nopeudesta

Teoria 3 osuuden tärkeimmät asiat verkkokerroksella

- ▶ DHCP
- ▶ NAT
- ▶ Mobile IP
- ▶ Reititysprotokollat

DHCP toiminta

- ▶ DHCP kommunikaatio (kaikki viestit lähetetään yleislähetysosoitteeseen 255.255.255.255)
 - ▶ Asiakas - DHCP palvelimen etsintä (DHCP Discover)
 - ▶ Palvelimet - IP osoitteen 'vuokra' -tarjouksia (DHCP offer)
 - ▶ Asiakas - IP osoitteen pyytäminen (DHCP request)
 - ▶ Palvelin - IP osoitteen kuittaus (DHCP acknowledgement)
- ▶ DHCP ja DHCPv6
 - ▶ DHCP portit: 67 (palvelin), 68 (asiakas), 546 (IPv6 asiakas), 547 (IPv6 palvelin)
 - ▶ IPv6 asiakkaat luo itse IP osoitteen käyttämällä *Tilatonta autokonfiguraatiota*
 - ▶ DHCPv6 protokollaa voidaan (tarvittaessa) käyttää *Tilattoman autokonfiguraation* parametrien välittämiseen
- ▶ DHCP animaatio (vaatii rekisteröitymisen)
- ▶ DHCP viestien visualisointi

NAT (Network Address Translation)

- ▶ NAT (Network Address Translation) - Basic NAT
 - ▶ Reititin muuttaa lähtevien pakettien lähettäjän IP osoitteen
 - ▶ Vaatii paljon IP osoitteita (ostetaan ISP:ltä)
- ▶ Network Address and Port Translation (NAPT) - Dynamic NAT
 - ▶ Reititin muuttaa myös lähettäjän porttinumeron
 - ▶ Tällöin riittää vain yksi IP osoite
 - ▶ Yleisin versio, ja nykyään NAT termillä yleisesti tarkoitetaan juuri NAPT:tä
- ▶ Port Forwarding - Static NAT
 - ▶ Reititin tallentaa pysyvästi porttimuunnoksen (sallii ulkopuoliset yhteydet porttiin)
 - ▶ Käytetään kun kommunikaatio vaatii NAT:n takana olevan porttinumeron tuntemusta
- ▶ Network Address Translation - complete learning Resource
- ▶ Networking Essentials - NAT/PAT animation

Mobile IP

- ▶ Termejä
 - ▶ Kotiosoite - pysyvä osoite (permanent address)
 - ▶ Kotiagentti (Home Agent, HA)
 - ▶ Vierasosoite - (Care-of-Address, CoA)
 - ▶ Vierasagentti (Foreign Agent, FA)
 - ▶ Kotisolmu - (Home Node, HN)
 - ▶ Kommunikaatiokumppani - (Correspondant Node, CN)
 - ▶ Kolmioreititys - epäsuora reititys
 - ▶ Suora reititys
- ▶ Kurosen ja Ross:n Luvun 6 kalvot 6-35 - 6-67

Reititysalgoritmit

- ▶ Powerpoint kalvoja — [pdf muodossa](#)
- ▶ Dijkstra'n algoritmin animaatio
- ▶ Kokeile itse
- ▶ Etäisyysvektori-protokollan animaatio
- ▶ Bellman-Ford algoritmin animaatio
- ▶ BGPlay - Kokeile vaikka AS1741 (Funet)

Reititysalgoritmit - vertailu

Protokolla	Yhteystila	Etäisyysvektori	Polkuvektori
Algoritmi	Dijkstra	Bellman–Ford	Ei etsitä lyhintä reittiä
Esimerkki	OSPF	RIP	BGP
Kommunikoi	kaikkien reitittimien kanssa	naapuri reitittimien kanssa	naapuri-AS reitittimien kanssa
Käyttökohde	suuri, hierarkinen verkko	pieni, ei hierarkinen verkko	AS:ien välinen reititys
Laskenta	on kriittinen parametri	Ei ole kriittinen parametri	Ei ole kriittinen parametri
Ylläpito	Vaati laajempaa verkkotietämystä	Ei vaadi paljoa verkkotietämystä	Tarvitaan tietämystä myös ISP-sopimuksista
Topologia	Tunnetaan verkon koko topologia	Tiedetään minkä naapurin kautta kohteet saavutetaan	Tiedetään polku kohteeseen (ei välttämättä lyhin)
Päivitykset	Muutosten aiheuttamat (muuttunut tieto)	Periodiset (koko reititystaulu)	Muutokset polussa (uusi mainos)

Teoria 3 osuuden tärkeimmät asiat linkkikerroksella

- ▶ ARP ja MAC osoitteet
- ▶ Reititin vs. kytkin vs. keskitin
- ▶ Ethernet CSMA/CD ja WLAN CSMA/CA
- ▶ Virheen havaitseminen ja korjaus

ARP ja MAC osoitteet

- ▶ Address Resolution Protocol (ARP)
 - ▶ Jotta IP paketti voidaan välittää linkkikerroksella oikealle laitteelle
 - ▶ Selvittää IP osoitetta vastaavan MAC osoitteen
 - ▶ tai
 - ▶ Reitittimen MAC osoitteen, jos IP osoite on eri verkossa
- ▶ Reititys ja MAC osoitteet

Ethernet keskitin (tai eng. hub)

- ▶ Keskitin on Fyysisen kerroksen laite
 - ▶ forwardoi Ethernet kehyksiä, kaikkiin liityntöihin
 - ▶ Läpinäkyvä - tietokoneet tai reitittimet eivät näe keskitintä
 - ▶ Käytetään yhdistämään useampia laitteita reitittimeen
 - ▶ Laitteet sijaitsevat **samassa** törmäysalueessa
- ▶ Myös Toistin (eng. repeater) on fyysisen kerroksen laite
 - ▶ Vahvistaa heikentynyttä signaalia pitkällä kaapeliväleillä (tai myös langattomasti)
 - ▶ Läpinäkyvä - tietokoneet tai reitittimet eivät näe toistinta
 - ▶ Käytetään pidentämään laitteiden etäisyyttä
- ▶ Keskittimen toiminta

Ethernet kytkin

- ▶ Linkkikerroksen laite
 - ▶ tallentaa ja forwardoi Ethernet kehyksiä
 - ▶ Tutkii saapuvan paketin MAC osoitteita
 - ▶ Läpinäkyvä - tietokoneet tai reitittimet eivät näe kytkintä
 - ▶ Kytkimet oppivat itse MAC osoitteiden sijainnin
 - ▶ Laitteet sijaitsevat eri törmäysalueissa
- ▶ Kytkimen toiminta

Reititin vs. kytkin vs. keskitin vs. toistin

- ▶ Reititin - Router
 - ▶ Verkkokerroksen laite
 - ▶ Välittää paketteja verkkokerroksen osoitteen perusteella
 - ▶ Tarvitsee reititysprotokollia osoitteiden sijaintien oppimiseen
- ▶ Kytkin - Switch
 - ▶ Linkkikerroksen laite
 - ▶ Välittää paketteja linkkikerroksen osoitteen perusteella
 - ▶ Oppii itse osoitteiden sijainnin lähetettyjen pakettien perusteella
- ▶ Keskitin - Hub
 - ▶ Fyysisen kerroksen laite
 - ▶ Välittää paketteja jokaiseen linkkiin (fyysiselle siirtotielle) riippumatta osoitteesta
- ▶ Toistin - Repeater
 - ▶ Fyysisen kerroksen laite
 - ▶ Vahvistaa fyysisen kerroksen signaalia ja välittää sen eteenpäin

Ethernet CSMA/CD ja WLAN CSMA/CA

Step	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection	Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance
1	Kuunnellaan onko hiljaista	Kuunnellaan onko hiljaista
2	Jos ei, niin odotetaan, kunnes on hiljaista	Jos ei, niin odotetaan, kunnes on hiljaista
3	Jos on, niin lähetetään	Jos on, niin pyydetään lupaa lähettää
4	Kuunnellaan meneekö lähetys ilman häiriötä perille	Jos pyynnöt törmäävät, odotetaan satunnainen aika ja mennään kohtaan 1
5	Jos ei, niin on tapahtunut törmäys	Jos saadaan lupa lähettää, lähetetään
6	ja mennään kohtaan 1 ja mennään kohtaan 1	Jos ei saada lupaa, odotetaan satunnainen aika ja mennään kohtaan 1

- ▶ Ethernet CSMA/CD
- ▶ WLAN CSMA/CA
- ▶ kokeile itse CSMA/CA:ta

Virheen havaitseminen ja korjaus

- ▶ Virheiden havaitseminen
 - ▶ Lisätään ylimääräisiä bittejä ($\text{Data bitit} + \text{ylimääräiset bitit} = \text{koodisana}$)
 - ▶ Databittejä ja ylimääräisiä bittejä tutkimalla voidaan havaita virheitä
 - ▶ Yksinkertaisin: pariteettibitin lisääminen
- ▶ Virheiden korjaus
 - ▶ Lisätään ylimääräisiä bittejä
 - ▶ Voidaan tulkita (jollain todennäköisyydellä) virheellisen viestin virheetön muoto
 - ▶ Yksinkertaisin: toistetaan lähetettävää dataa

Virheen havaitseminen ja korjaus - Hamming etäisyys

- ▶ Koodisanojen toisistaan eroavien bittien lukumäärä on koodisanojen välinen Hammingin etäisyys
- ▶ Jos hamming etäisyys n , niin $n-1$ bitin virheet voidaan havaita ja $\frac{n}{2} - 1$ bitin virheet korjata
 - ▶ Pariteettiesimerkki (parillinen määrä ykkösiä)
 - ▶ $00 \rightarrow 000, 01 \rightarrow 011, 10 \rightarrow 101, 11 \rightarrow 110$
 - ▶ Toistokoodiesimerkki (toistetaan jokainen bitti)
 - ▶ $00 \rightarrow 0000, 01 \rightarrow 0011, 10 \rightarrow 1100, 11 \rightarrow 1111$
 - ▶ Sanallinen esimerkki
 - ▶ ...

Virheen havaitseminen ja korjaus - Esimerkkejä

Toistokoodi (1 toistobitti)

Databitit	Koodibitit	Koodisana
0	0	00
1	1	11

Toistokoodi (2 toistobittiä)

Databitit	Koodibitit	Koodisana
0	00	000
1	11	111

Pariteettibitti (parillinen määrä 1 bittejä)

Databitit	Koodibitit	Koodisana
00	0	000
01	1	011
10	1	101
11	0	110

Lopuksi - Kaikki mitä tapahtuu www- sivun pyynnössä

- ▶ Kurosen ja Ross:n Luvun 5 kalvot 5-88 - 5-95