

# Tietoliikenteen perusteet, viikko 3

Viikon teemat: sovelluskerros (application layer), erilaisia sovelluskerroksen palveluita (DNS-nimipalvelu, sähköposti), portit ja porttinumerot, vertaisverkot, Verkkokerroksen teoriapohjasta (=luento 5) vuorottelevan bitin protokollan perustoiminta (on myös Laskennan Mallit -kurssin Jyrki Kivisen kalvomateriaalissa)

Harjoitukset ovat ke 12.11. - to 13.11.2014.

1. Professori Sasu Tarkoma lähettää sähköpostia kollegalleen prof. Randy Katzille UC Berkeleyn yliopistoon Kaliforniaan. Hän käynnistää Macbook Air:llaan sähköpostiohjelman, kirjoittaa viestin ja painaa lähetä-nappulaa.

- Mitä sähköpostiprotokollia missäkin vaiheessa tarvitaan, kun sanoma siirretään prof. Tarkoman sähköpostiohjelmasta Helsingin yliopiston postipalvelimelle, sieltä Berkeleyn yliopiston postipalvelimelle ja lopuksi prof. Katzille luettavaksi hänen sähköpostiohjelmalleen?
- Prof. Tarkoma haluaa liittää sähköpostisanomaan kuvan uusimmasta tutkimustuloksestaan. Minkä protokollan avulla kuva saadaan siirtymään postipalvelinten välillä? Mikseivät a-kohdan protokollat riitä, vaikka niitäkin toki edelleen käytetään?
- Millainen viestienvaihto postipalvelimien välillä tapahtuu? Missä järjestyksessä viestejä lähetetään ja mitä niihin vastataan? Käy läpi tilanne, jossa kaikki menee hyvin. Kuinka monta edestakaista viestiä vähintään kulkee yhden sähköpostin siirrossa, kun huomioit SMTP-protokollan kättelyt? Entä millaisiin virhetilanteisiin SMTP-protokolla on varautunut?

2. WWW: Välimuistin vaikutus

Yrityksen verkko on kytketty Internetiin linkillä, jonka nopeus on 16Mbps. Oletetaan, että keskimäärin pyynnöt kohdistuvat 960 000 bittiseen objektiin ja näitä tehdään koko verkosta kaikkiaan 15 pyyntöä sekunnissa. Oletetaan lisäksi että, kun yhdistävä reititin on lähettänyt HTTP-pyyntönsä Internetin yli palvelimelle, vastaus saapuu takaisin reitittimelle keskimäärin 2 sekunnissa. Mallinna pyyntöjen yhteenlaskettu keskimääräinen vastausviive (access delay) yritysverkon ja Internetin välillä. Keskimääräisen vastausviiveen laskennassa voit käyttää kaavaa  $a/(1-ab)$ , missä  $a$  on keskimääräinen objektin lähetysaika kyseisellä linkillä ja  $b$  on objektien saapumistiheys (arrival rate) linkille.

- Laske yhteenlaskettu keskimääräinen vasteaika (total average response time)
- Oleta, että yritysverkkoon on asennettu WWW-välimuisti, jonka osumatodennäköisyys (hit rate) on 0.6 eli vain neljä pyyntöä kymmenestä täytyy hakea Internetistä, loput ovat jo välimuistissa. Laske nyt yhteenlaskettu keskimääräinen vasteaika. (Kirjan tehtävä Ch2P9)

3. WWW: Sivun lataus

Tarkastellaan tilannetta, jossa käyttäjä haluaa ladata selaimella (joka on HTTP-asiakas) URL:n <http://www.somesite.com/index.html>. Kone, jossa selainta suoritetaan, ei kuitenkaan tiedä mitään palvelimesta [www.somesite.com](http://www.somesite.com). Sen täytyy siis ensin selvittää palvelinkoneen IP-osoite. Kuvaa vaiheittain järjestyksessä miten tämä tapahtuu. Aloita siitä hetkestä, kun käyttäjä on kirjoittanut osoitteen ja painanut nouda ja lopeta kun sivun [index.html](http://www.somesite.com/index.html) sisältävä viesti saapuu. Kuinka monta sovelluskerroksen viestiä asiakaskone lähetti? Entä vastaanotti? (Kirjan tehtävä Ch2P19)

#### 4. Nimipalvelu (DNS)

- a. Tutustu ohjelmaan **dig** ja selvitä sen avulla koneiden [www.helsinki.fi](http://www.helsinki.fi), [www.funet.fi](http://www.funet.fi) ja [www.berkeley.edu](http://www.berkeley.edu) IP-osoitteet. Dig näyttää DNS-viestin lähes sellaisenaan. Millaisia eroja/samankaltaisuuksia vastausten välillä havaitset? Mistä ne voivat johtua? Selvitä itsellesi kirjainyhdistelmien merkitykset. Miksi joillakin riveillä on yksi 'A' ja toisilla neljä 'AAAA'? Mitä tarkoittaa kanoninen nimi (canonical name)?  
(dig ohjelman sijasta voit käyttää myös nslookup ohjelmaa, mutta dig on kattavampi.)
- b. Selvitä dig-ohjelmalla (tai muuten) mikä nimipalvelija palvelee helsinki.fi aluetta, entä fi aluetta?
- c. Selvitä whois tietokannasta organisaatiot, jotka hallitsevat verkkoalueita helsinki.fi ja fi. Yritä selvittää myös whois-tietoja berkeley.edu alueesta. Käytä tarvittaessa eri whois tietokantaa.
- d. Mikä itse asiassa on whois tietokanta? Miten se eroaa nimipalvelusta?  
(Muokattu kirjan tehtävistä Ch2P18 ja Ch2P19)

#### 5. Vertaisverkot

- a. Palvelimen on jaettava 15 Gbitin tiedosto 100 solmulle. Palvelin pystyy lähettämään verkkoon nopeudella 30 Mbps ja kukin solmu pystyy lataamaan verkosta nopeudella 2 Mbps ja lähettämään verkkoon samalla nopeudella. Mikä on tällöin tarvittava minimiaika tiedoston jakamiseen, kun i) käytetään asiakas-palvelin-mallia, ii) vertaisverkkotyypistä jakamista. (osa kirjan tehtävästä Ch2P22)
- b. Koska hajautetut tiivisteet (distributed hash table, DHT) muodostavat päällysverkon (overlay network), muodostuva rengasrakenne ei vastaa allaolevan fyysisen verkon rakennetta. Kaksi vierekkäistä hajautetun tiivisteiden solmua voivat olla fyysisessä verkossa kaukana toisistaan, esimerkiksi toinen Aasiassa ja toinen Amerikassa. Jos uusille liittyville vertaissolmuille (peer) määrätään (assign) tunnisteet (identifiers) satunnaisesti, niin syntykö silloin edellä kuvatun kaltainen rakenteellinen eroavuus? Perustelee. Selitä miten tällainen rakenteellinen eroavuus vaikuttaa hajautetun tiivisteiden suorituskykyyn (performance)? (Kirjan tehtävä Ch2P30)

#### 6. (Luento 5) Vuorottelevan bitin protokolla (stop-and-wait eli rdt3.0)

- a. Piirrä vastaanottajan äärellinen tila-automaatti (finite-state machine). (tehtävä Ch3P8)
- b. Esitä kaaviokuvana, kuinka vuorottelevan bitin protokolla toimii, kun ensin katoaa paketti ja sitten uudelleenlähetetyn paketin kuittaus. (samankaltainen tehtävä Ch3P9)
- c. Miksi 1-bittinen järjestysnumero (käytössä siis numerot 0 ja 1) riittää vuorottelevan bitin protokollassa? Tutki protokollan toimintaa ja päätele sen perusteella, ettei useampia numeroita tarvita erottamaan lähetykset toisistaan, vaikka lähetetty sanoma voi kadota kokonaan tai vääristyä virheelliseksi. Entä voivatko pitkäksi aikaa viivästyneet lähetykset aiheuttaa ongelmia? (Kirjassa samankaltainen tehtävä Ch3P12)

☆Ylimääräinen tehtävä: Tutustu IANAn toimintaan. Mistä asioista IANA huolehtii ja mitkä ovat sen tehtävät? Käy sivulla <http://www.iana.org> ja selvitä sieltä muutaman tutun protokollan porttinumerot. (Tällaisia protokollia ovat esimerkiksi SSH remote login protocol ja IRC (Internet Relay Chat Protocol).)

☆WIRESHARK: mallitiedosto smtp.pcap sisältää sähköpostin protokollan kaappauksen. Siirron aikana tapahtuu myös muutama verkkovirhe, joten kaappauksessa on myös uudelleenlähetyksiä. Tarkastele smtp protokollan toimintaa. Montako ko. protokollan viestiä vastaanottava postikone lähettää? Mitä viestejä ne ovat? Mitkä viestit sisältävät lähetetyn sähköpostin varsinaisen sisällön? (TCP:n tavuvirran voi saada näkyville 'Follow TCP stream' valinnalla, tällöin ei enää näytetä verkkokerroksen pakettijakoa.)