

1. Linkille, jonka kapasiteetti on 20 Mbit/s, on multipleksoitu samanlaisia yhteyksiä, joiden kunkin hetkellisen bittinopeuden oletetaan noudattavan eksponenttijakaumaa keskiarvon ollessa 1 Mbit/s. Kuinka monta yhteyttä voidaan sallia, jos vaaditaan, että häviötodennäköisyys P_{loss} on pienempi kuin 10^{-6} ? Käytä luennolla annettua häviötodennäköisyyden likiarvokaavaa.
2. Todista Kaufmanin ja Robertsin rekursiokaava

$$cQ(c) = \sum_i b_i a_i Q(c - b_i)$$

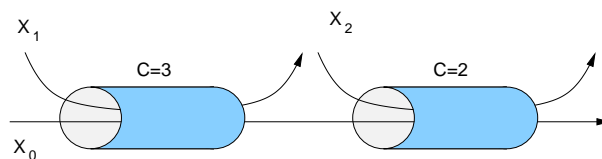
missä $Q(c)$ on todennäköisyys sille, että c linkin johtoa on käytössä, b_i on luokkaan i kuuluvan yhteyden kaistan (johtojen) tarve ja $a_i = \lambda_i / \mu_i$ on luokan i tarjottu liikenneintensiteetti.

Ohje: Tarkastele mielivaltaista tilaa, jossa johtojen miehitys on c . Kirjoita detaljibalanssiehto tämän tilan ja sellaisen tilan välillä, jossa luokan i yhteyksiä on yksi vähemmän. Kerro tämä yhtälö b_i :llä ja summaa kaikkien luokkien yli. Lopulta summaa kaikkien niiden tilojen yli, joilla johtojen miehitys on c .

3. Laske kuvan mukaisessa verkossa eri yhteystyyppien, $i = 0, 1, 2$, tarkat estot käyttäen kaavaa

$$B_i = 1 - \frac{G(\mathbf{C} - \mathbf{b}^{(i)})}{G(\mathbf{C})}$$

missä $G(\mathbf{C})$ on normeeraamattomien tilatodennäköisyyksien summa linkkikapasiteettien $\mathbf{C} = (C_1, C_2)$ rajoittamassa tila-avaruudessa ja $G(\mathbf{C} - \mathbf{b}^{(i)})$ on vastaava summa tila-avaruudessa, jota rajoittavat linkkikapasiteetit ovat muuten samat mutta yhteyden i reitin varrella kapasiteetteja on pienennetty yhden tyypin i yhteyden vaatimalla kapasiteetilla. Kaikilla yhteyksillä 0, 1 ja 2 on samat parametrit $(a_i, b_i) = (0.5, 1)$; molempia linkejä käyttävä yhteys 0 vaatii saman kapasiteetin $b_0 = 1$ kummallakin linkillä.



4. Laske sama likimääräisesti vähennetyn kuorman menetelmällä.
5. TCP-yhteyden keskimääräinen kiertoaika RTT on 250 ms ja pakettien menetystodennäköisyys yhteydellä on 1.5%. Laske yhteyden keskimääräinen läpäisy yksiköissä pakettia/s. Mikä on yhteyden keskimääräinen bittinopeus, jos yhteydellä käytettävä paketin koko on 1500 byte?
6. TCP-yhteyden keskimääräinen läpäisy voidaan johtaa myös toisella päätelyllä kuin luennoissa esitettiin. Ruuhkanvälttämismoodissa TCP:n vuonohjaus toteuttaa ns. AIMD-mekanismiin (additive increase - multiplicative decrease). Oletetaan, että ruuhkaikkunan koko on keskimäärin W ja paketinmenetystodennäköisyys on p . Jokaisella lähetetyllä paketilla on todennäköisyys p tulla hukatuksi, mikä johtaa ruuhkaikkunan pienemiseen määrällä $W/2$,

ja todennäköisyys $1 - p$ päästä läpi, mikä johtaa ruuhkaikkunan kasvamiseen määrällä $1/W$ (ruuhkaikkuna kasvaa yhdellä täyttä kiertoaikaa eli W pakettia kohti). Tasapainossa ruuhkaikkunan koko pysyy keskimäärin samana. Mikä siis on sen arvo tasapainossa? Johda kaava läpäisylle (poikkeaa hiukan luennolla esitetystä kaavasta).