

Tehtävät 2, 4 ja 6 ovat kotitehtäviä. Palautus viimeistään ti 21.2. klo 10.00 kurssin laatikkoon (G-siipi, 2. kerros) tai laskareiden alussa ti 21.2. klo 10.15 assistentille.

1. *Demo*

Tarkastellaan kahden reitittimen välistä dataliikennettä vuotasolla. Liikenne muodostuu TCP-voista, joita syntyy intensiteetillä λ ja jotka jakavat yhteisen runkoverkon linkin. Merkitään vuon kokoa L :llä ja linkin kapasiteettia C :llä. Ko. yhteisen linkin lisäksi jokaisen vuon nopeutta rajoittaa sen oma liityntälinkki. Oletetaan ne samantyyppisiksi ja merkitään niiden kapasiteettia r :llä.

- (a) Mallinna ko. järjestelmä M/M/n-PS jonomallilla, ja laske vuon läpimeno θ eli keskimääräinen lähetysnopeus tapauksessa $\lambda = 80$ vuota sekunnissa, $E[L] = 0.125 \cdot 10^6$ tavua, $C = 100$ Mbps ja $r = 10$ Mbps.
- (b) Entäpä jos $C = 10$ Gbps?

2. *Kotitehtävä*

Tarkastellaan uudelleen edellisen tehtävän tilannetta, jossa runkoverkon linkkiä kuormittaa elastinen dataliikenne. Oletetaan nyt, että $\lambda = 20$ vuota sekunnissa, $E[L] = 0.125 \cdot 10^6$ tavua, $C = 20$ Mbps ja $r = 10$ Mbps. Merkitään $X(t)$:llä linkkiä kuormittavien voiden lukumäärää hetkellä t . Oletetaan lisäksi, että käytössä on seuraavanlainen voiden pääsynvalvontamekanismi ylikuormituksen estämiseksi: uusia TCP-yhteyksiä ei päästetä syntymään, jos yhteistä linkkiä kuormittavien voiden lukumäärä ylittää kymmenen.

- (a) Piirrä Markov-prosessin $X(t)$ tilasiirtymäkaavio.
- (b) Johda $X(t)$:n tasapainojakauma.
- (c) Montako vuota linkkiä keskimäärin kuormittaa?

3. *Demo*

Tarkastellaan seuraavaa yksinkertaista piirikytkentäistä (runko)verkkoa. Verkossa on kolme solmua a, b ja c, jotka on kytketty peräkkäin ketjuksi kahdella linkillä: a — b — c. Molempien linkkien kapasiteetti on 2 kanavaa. Verkkoa käyttää kolme eri yhteysluokkaa:

- Luokka 1 käyttää linkkiä a — b
- Luokka 2 käyttää linkkiä b — c
- Luokka 3 käyttää sekä linkkiä a — b että linkkiä b — c

Mikä on systeemin tila-avaruus? Entä kunkin luokan estotilat?

4. *Kotitehtävä*

Jatketaan edellisessä tehtävässä kuvatun piirikytkentäisen verkon tarkastelua. Oletetaan, että eri luokkiin tulee uusia yhteyspyyntöjä Poisson-prosessin mukaisesti seuraavin intensiteetein: $\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 2/3$ ja $\lambda_3 = 1/3$ yhteyspyyntöä minuutissa. Eri yhteyksien pitoajat ovat toisistaan riippumattomia ja samoin jakautuneita keskiarvolla $h = 3$ min. Laske kunkin luokan kokemat päästä-päähän estot

- (a) tarkalla kaavalla,
- (b) luennolla esitetyllä likimääräisellä tulorajamenetelmällä.

5. *Demo*

Tarkastellaan seuraavaa pakettikytkentäistä (runko)verkkoa. Verkossa on kolme solmua a, b ja c, jotka on kytketty toisiinsa kolmioksi. Kutakin solmuparia yhdistää kaksi eri suuntiin kulkevaa (siis yksisuuntaista) 155 Mbps:n linkkiä. Verkossa on käytössä viisi erilaista reittiä:

- Reitti 1: $a \rightarrow b$
- Reitti 2: $a \rightarrow c \rightarrow b$
- Reitti 3: $a \rightarrow c$
- Reitti 4: $c \rightarrow b$
- Reitti 5: $b \rightarrow a$

Eri reiteille ilmaantuu uusia paketteja riippumattomien Poisson-prosessien mukaisesti intensiteetein $\lambda(1) = 20$, $\lambda(2) = 10$, $\lambda(3) = \lambda(4) = \lambda(5) = 5$ pakettia millisekunnissa. Pakettien pituudet ovat (toisistaan riippumattomasti) eksponentiaalisesti jakautuneita keskipituutenaan 400 tavua. Piirrä tätä tilannetta vastaava jonoverkkomalli. Laske linkkikohtaiset kuormat sekä pakettien keskimääräiset kokonaisviiveet eri reiteillä.

6. *Kotitehtävä*

Jatketaan edellisissä tehtävissä kuvatun pakettikytkentäisen verkon tarkastelua. Laske pakettien keskimääräiset kokonaisviiveet eri reiteillä siinä tapauksessa, että linkkiyhteys solmujen a ja c välillä katkeaa (kumpaankin suuntaan), jolloin alunperin reittiä 2 ($a \rightarrow c \rightarrow b$) noudattavat paketit ohjataan reitille 1 ($a \rightarrow b$) ja alunperin reittiä 3 ($a \rightarrow c$) noudattavat paketit ohjataan uudelle reitille 6 ($a \rightarrow b \rightarrow c$).