TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Tietoverkkolaboratorio
S-38.145 Liikenneteorian perusteet, Kevät 2005

Laskuharjoitus 8
23.3.2005

Tehtävät 2–3 ovat kotitehtäviä. Merkkaa ratkaisemasi kotitehtävät laskuharjoitusten alussa kiertävään listaan.

1. *Demo*
   Tarkastellaan seuraavanlaista yksinkertaista liikenneteoreettista mallia:

   - asiakkaat saapuvat Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä λ,
   - palveluajat ovat riippumattomia ja eksponentiaalisesti jakautuneita keskiarvonaan $1/\mu$,
   - käytössä on yksi palvelija,
   - odotuspaikkojen lkm m on äärellinen,
   - jonokurina on FIFO.

   Merkitään $X(t)$:llä systeemissä olevien asiakkaiden lkm:ää hetkellä t. Mikä jonomalli on kyseessä (Kendallin merkinnöin)? Prosessi $X(t)$ on Markov-prosessi. Piirrä sen tilasiirtymäkaavio. Millä ehdoilla järjestelmä on stabiili (ts. tasapainojakauma on olemassa)? Johda lisäksi prosessin tasapainojakauma, asiakkaan menetystodennäköisyys p_L, sekä odottamaanjoutumistodennäköisyys p_W.

2. *Kotitehtävä (1 piste)*
   Tarkastellaan kahden reitittimen välistä dataliikennettä (reitittimeltä R1 reitittimelle R2) pakettiverkossa. Liikenne muodostuu ko. linkille saapuvista paketeista, joiden keskimääräistä väliaikaa merkitään t:llä. Merkitään keskimääräistä paketin kokoa L:llä ja linkin kapasiteettia C:llä. Puskurissa on tilaa B:lle paketille (lähetyksessä oleva mukaanlukien). Mallinna ko. järjestelmä M/M/1/B-jonomallilla, ja laske paketin menetystodennäköisyys p_L ja odottamaanjoutumistodennäköisyys p_W siinä tapauksessa, että $t = 12\,\mu$s, $L = 1500$ tavua, $C = 1$ Gbps ja $B = 100$ pakettia.

3. *Kotitehtävä (2 pistettä)*
   Tarkastellaan tietoliikenneverkon osaa, jossa kahden solmun välille on vedetty kolme eri reittejä kulkevaa fyysistä linkkiä. Ennemmin tai myöhemmin linkit vioittuvat. Tätä varten operaattorilla on yksi huoltoryhmä, joka korjaa vioittuneet linkit. Jos useita linkkejä on poikki yhtaikaa, ko. huoltoryhmä korjaa linkit yksitellen. Yhden linkin korjausaika on eksponentiaalisesti jakautunut odotusarvolla $1/\mu$, ja linkki pysyy kunnossa eksponentiaalisesti jakautuneen ajan odotusarvolla $1/\nu$. Kaikki korjaus- ja toiminta-ajat ovat toisistaan riippumattomia.

   (a) Merkitään $X(t)$:llä vioittuneena olevien linkkien lukumäärää hetkellä t. Mikä jonomalli on kyseessä (Kendallin merkinnöin)? Prosessi $X(t)$ on Markov-prosessi. Piirrä sen tilasiirtymäkaavio. Millä ehdoilla järjestelmä on stabiili (ts. tasapainojakauma on olemassa)? Johda lisäksi prosessin tasapainojakauma.

   (b) Oletetaan sitten, että $\mu = 1.0$ ja $\nu = 0.1$ (aikayksikkönä siis keskimääräinen yhden linkin korjausaika). Montako linkkiä on keskimäärin vioittuneena yhtaikaa? Entä millä todennäköisyydellä kaikki linkit ovat vioittuneena yhtaikaa? Kuinka kauan tällainen tilanne keskimäärin kestää?