

Kirjoita koepapereihin selvästi

- S-38.145 Liikenneteorian perusteet, Tentti 13.5.2003
- opintokirjan no, *tekstaten* sukunimi, etunimet
- nimikirjoitus

1. Selitä lyhyesti, mitä seuraavat termit/käsitteet tarkoittavat:

- (a) Syntymä-kuolema -prosessi
- (b) Solukytkeä
- (c) Tilastollinen kanavointi
- (d) Satunnaislukugeneraattori
- (e) Luottamusväli
- (f) Vuoromerkkisanko

2. Erlangin kaavaa käytettiin alunperin kahden puhelinkeskuksen välisen linkin liikenneteoreettisessa mallintamisessa.

- a) Mitkä oletukset mallissa on tehty liikenteestä (puhelujen saapumisista ja kestoista)? Mikä on mallia vastaava Kendallin notaatio? (3p)
- c) Keskusten välinen liikenne muodostuu puheluista, joita saapuu keskimäärin 3 minuutin välein. Puhelujen pitoaika on keskimäärin 3 minuuttia. Käyttäen Erlang-mallia, laske montako kanavaa linkillä tulisi olla, jotta esto olisi alle 3%. (3p)

3. a) Tarkastellaan menetysjärjestelmän käsitteitä aika- ja kutsuesto. Koska kyseiset suureet ovat samoja ja koska eivät? Anna molemmista tapauksista esimerkki perusteluun. (3p)
- b) Tutkitaan puskurillista reititinprosessoria pakettiverkossa. Vain yksi paketti kerrallaan voi olla prosessoitavana, jolloin muut odottavat puskurissa. Jos systeemissä on keskimäärin  $\bar{N}$  pakettia ja palveluun pääsemistä odottavia paketteja on keskimäärin  $\bar{N}_W$ , niin mikä on systeemin kuorma  $\rho$ ? (3p)

Vihje: Käytä esim. Littlen kaavaa.

4. Oletetaan, että tieto siirretään vakiomittaisia paketteja käyttäen. Jos valittu vakiomitta  $N$  on ATM solun pituus, on  $N = 48 + 5 = 53$  tavua, missä yksi tavu on 8 bittiä. Jos käytetään ATM:ää ja virtuaaliyhteyksiä tiedon siirtämiseen, voidaan arvioida, että yhteyden muodostaminen vaatii lisäaikaa, joka on yhtäkuin 1 sekunti. Jos taas käytetään IP datagrammeja, ei tarvita aikaa yhteyden muodostamiseen, mutta vakiomittaisen paketin otsikko osuus on puolestaan suurempi. Oleta, että IP paketin otsikko on 20 tavua pitkä, ja että IP paketin koko (otsikkoineen) on siis  $N = 53$  tavua.

Kumpi menetelmä on nopeampi jos siirrettävän tiedoston koko on 5 Mbit, siirtotien kaista on 2 Mbps ja oletetaan, että kokonaisaika muodostuu vain mahdollisesta yhteyden muodostuksesta ja tiedon siirrosta?

5. Tarkastellaan yhden palvelijan jonosysteemiä, jossa on ääretön määrä odotuspaikkoja. Asiakkaat saapuvat Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä  $\lambda$  ja asiakkaiden palveluajat ovat riippumattomia ja eksponentiaalisesti jakautuneita odotusarvolla  $1/\mu$ . Kaikkia asiakkaita ei kuitenkaan huoliteta systeemiin, vaan saapuva asiakas pääsee sisään (systeemin tilasta  $n$  riippuvalla) todennäköisyydellä  $1/(n+1)$  ja siis hylätään todennäköisyydellä  $n/(n+1)$ . Merkitään  $X(t)$ :llä systeemissä olevien asiakkaiden lkm:ää eli systeemin tilaa hetkellä  $t$ . Prosessi  $X(t)$  on Markov-prosessi.

(a) Piirrä prosessin  $X(t)$  tilasiirtymäkaavio. (2p)

b) Millä ehdolla systeemi on stabiili, ts. sillä on tasapainojakauma? Johda (ed. ehdot huomioon ottaen) prosessin  $X(t)$  tasapainojakauma. (4p)

Vihje: Satunnaispoiminta. Jos Poisson-prosessista, jonka intensiteetti on  $\lambda$ , suoritetaan satunnaispoiminta siten, että jokainen saapuminen toisistaan riippumatta valitaan satunnaisesti todennäköisyydellä  $p$ , syntyy Poisson-prosessi intensiteetillä  $p\lambda$ .