TEKNILLINEN KORKEAKOULU | **Laskuharjoitus 1**
Tietoliikenne- ja tietoverkkotekniikan laitos | 17.3.2008
S-38.3141 Teleliikenneteoria, IV/2008 | Virtamo / Penttinen

1. Puhelinkeskuksen liikenteen mittauksessa viitenä eri päivänä havaittiin seuraavat keskimääräiset käynnissä olevien puheluiden lukumäärät eri tunteina:

Hour	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
Day 1	71	90	95	102	93	89	95	98	87	82
Day 2	78	98	106	99	101	92	93	100	94	87
Day 3	75	93	98	103	107	100	98	98	92	93
Day 4	74	95	96	104	97	95	95	101	99	100
Day 5	79	94	96	101	100	99	92	97	102	98

Määrää eri määritelmien mukaan kiiretunnin liikenne: a) ADPH, b) TCBH c) FDMH (välillä 10-11). Kaikissa tapauksissa käytetään viiden päivän keskiarvoa.

2. Tietokonekaupassa on 10 kannettavaa PC:tä vuokrattavana. Keskimääräinen vuokrausaika on 2.5 päivää ja oletetaan eksponentiaalisesti jakautuneeksi. Asiakkaita saapuu satunnaisesti keskimäärin 5 asiakasta päivässä. Jos yhtään PC:tä ei ole vapaana, asiakas poistuu palaamatta kauppaan.

   a) Mikä osuus asiakkaista menetetään?

   b) Montako PC:tä keskimäärin on vuokrattuina?

   c) Mikä osuus PC-koneista on vuokrattuina kauemmin kuin 5 päivää?

   d) Vuokratusta koneesta päivässä saatava tuotto on 20 euroa. Yksi koneista hajoaa. Kuinka suuri on tästä keskimäärin aiheutuva tulojen menetys päivässä?

3. Äärettömän monen johdon systeemiin saapuu kutsuja poissonisesti tarjotun liikenneintensiteetin a ollessa tuntematon. Ajatellaan, että etukäteen kaikki a:n arvot $a \in [0, \infty)$ ovat yhtätodennäköisiä. Järjestelmän miehityksestä tehdään havaintoja $n_1,\ n_2, \ldots$ ajanhetkinä, jotka ovat niin kaukana toisistaan, että kyseiset havainnot ovat riippumattomia. Määrää Bayesin kaavaa käyttäen a:n posteriorijakauma havainnon n_1 jälkeen. Määrää vastaavasti posteriorijakauma havainnon n_2 jälkeen (käytä edellistä tulosta a priori -jakaumana) ja yleisesti havaintojen $n_1,\ n_2, \ldots, n_k$ jälkeen. Mikä on tämän jakauman maksimi ja hajonta?

4. Tarkastellaan Erlangin estofunktion $E(n, a)$ nimittäjässä esiintyvää tilasummaa

$$G(n, a) = 1 + \frac{a}{1!} + \frac{a^2}{2!} + \ldots + \frac{a^n}{n!}$$

   a) Osoita, että Erlangin estofunktio voidaan kirjoittaa tämän avulla muodossa

$$E(n, a) = 1 - \frac{d}{da} \log G(n, a)$$

   b) Totea osittaisintegroimalla, että kokonaislukuarvoilla n pätee

$$G(n, a) = \frac{e^a}{n!} \int_a^\infty t^n e^{-t}\, dt$$

5. Harjoitusmielessä tutkitaan triviaalia ylivuotojärjestelmää, jossa ensisijaisella väylällä samoin kuin ylivuotoväylällä kummassakin on yksi johto. Muutoin tehdään standardioletukset: Poisson-saapumiset (λ) ja eksponentiaalinen pitoaikajakautuma (μ).

   Piirrä järjestelmän tilakaavio (jossa ilmenee erikseen kummankin väylän miehitys) ja ratkaise tasapainotodennäköisyydet. Selvitä itsellesi ongelman suhde kahden johtimen estojärjestelmään (voit käyttää sen tilatodennäköisyyksiä hyväksesi). Mitkä ovat a) ylivuotoväylän ja b) koko järjestelmän aika- ja kutsuestot?

6. Viiden johdon muodostamaan Erlangin menetysjärjestelmään saapuvan liikenteen intensiteetti on $a = 5$ Erl. Estyneet kutsut tarjotaan kuljetettavaksi ylivuotojohdolla. a) Mikä on ylivuotoliikenteen intensiteetti? b) Mikä osuus ylivuotoliikenteestä estyy ylivuotojohdolla? Ohje: Alkuperäinen systeemi ja ylivuotojohto yhdessä muodostavat kuuden johdon järjestelmän. c) Mikä olisi ylivuotojohdon esto, jos sille tarjottu ylivuotoliikenne olisi Poissonista, jolloin tarjotusta liikenteestä estyisi Erlangin kaavan mukainen osuus.