

2 Estojärjestelmät ja tilastollinen kanavoituminen 7.5.1998

Tarkastellaan modeemipoolia, jossa on 5 modeemia. Uusia kutsuja tulee keskimäärin 5 minuutin välein ja yhteys kestää keskimäärin 15 minuuttia.

- a) Kuinka suuri osa tulevista kutsuista estyy, jos kutsut eivät voi jäädä odottamaan (estojärjestelmä)?

Oletetaan seuraavissa kohdissa, että kutsut jäävät jonoon odottamaan modeemin vapautumista (M/M/S/∞-järjestelmä).

- b) Kuinka suuri osa kutsuista joutuu odottamaan?
c) Mikä on keskimääräinen odotusaika?
d) Kuinka suuri osa kutsuista joutuu odottamaan yli 20 minuuttia?

Oletetaan, että jonotuspaikkoja on 5 kpl (M/M/S/N -järjestelmä).

- e) Millä todennäköisyydellä kutsu jää jonoon? Entä millä todennäköisyydellä kutsu estyy (ei pääse edes jonoon)?

Annetaan seuraavat valmiiksi johdetut kaavat:

- Erlangin estokaava kun A on liikenteen määrä erlangeissa ja S on palvelupaikkojen määrä:

$$B_e[A, S] = \frac{\frac{A^S}{S!}}{\sum_{i=0}^S \frac{A^i}{i!}} \quad (2)$$

Tehtävän ratkaisussa voi käyttää, työvälineestä riippuen, Erlangin kaavaa rekursiomuodossa:

$$\begin{aligned} B_e[0] &= 1 \\ B_e[A, S+1] &= \frac{1}{1 + \frac{S+1}{AB[A, S]}} = A \frac{B[A, S]}{(S+1) + AB[A, S]} \end{aligned} \quad (3)$$

- M/M/S/∞: Jonojärjestelmä, jossa tulo- ja palveluprosessi ovat Poisson-tyyppisiä, palvelimia on S kappaletta ja jonotuspaikkoja on äärettömästi. Jonottamaan joutuvien osuus (tai oikeammin todennäköisyys, että uusi asiakas joutuu odottamaan:

$$B_w[A, S] = \frac{1}{1 + (\frac{1}{B_e[A, S]} - 1)(1 - \frac{A}{S})} \quad (4)$$

Odotusajan pituuden todennäköisyys:

$$P[t_w > t, A, S] = B_w e^{-\frac{(S-A)t}{h}} \quad (5)$$

ja odotusajan odotusarvo:

$$E[t_w, A, S] = \frac{h B_w}{S - A} \quad (6)$$

jossa h on yhteyden keskimääräinen kesto aika.

- M/M/S/N: Samantyyppinen jonojärjestelmä kuin M/M/S/∞, mutta nyt jonotuspaikkoja on äärellinen määrä (N). Jonoon joutuvien osuus:

$$B_w[A, S, N] = \frac{1}{1 + \frac{(\frac{1}{B_e[A, S]} - 1)(1 - \frac{A}{S})}{1 - (\frac{A}{S})^{N+1}}} \quad (7)$$

Kokonaan järjestelmästä putoavien osuus:

$$B_t[A, S, N] = \frac{(1 - \frac{A}{S})(\frac{A}{S})^N}{1 - (\frac{A}{S})^{N+1}} B_w[A, S, N] \quad (8)$$

2.1 Tilastollinen kanavoituminen ATM:ssä

ATM-kanavointilaitteeseen on liitetty kuusi tilaajaa, jotka tarjoavat verkkoon toisistaan riippumatonta vaihtelevannopeuksista videokuvaa. Tilaa jia on kahdenlaisia (ja heitä on kolme kumpaakin lajia verkossa eli $n_a = n_b = 3$):

1. Lähteen A perusnopeus (λ_{Aperus}) on 15 Mbit/s ja 10% ajasta tarvittava nopeus (λ_{Amax}) on 30 Mbit/s
2. Lähteen B perusnopeus (λ_{Bperus}) on 15 Mbit/s ja 30% ajasta tarvittava nopeus (λ_{Bmax}) on 20 Mbit/s

Väylän tilaajille tarjoama nopeus($\lambda_{väylä}$) on 148,75 Mbit/s

- Mikä on väylän keskimääräinen kuormitus ?
- Millä todennäköisyydellä väylä on ylikuormitustilassa ?
- Kuinka suuri osa väylälle tarjottavista soluista menetetään ?
- Kuinka suuren osa soluistaan menettää tilaaja A ? Entäpä tilaaja B ? Oletetaan , että ylikuormitustilan aikana hylättävät solut valitaan satunnaisesti.

Laske edellä olevat tehtävät, kun tilaajia on 24 ($n_a = n_b = 12$) ja A:n perusnopeus on 3,75 Mbit/s ja huippunopeus 10% ajasta 7,5 Mbit/s sekä B:n perusnopeus on 3,75 Mbit/s ja huippunopeus 30 % ajasta on 5 Mbit/s.

Vertaile kummassakin tapauksessa saamiasi tuloksia. Mistä arvelet ilmiön johtuvan ?