TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Tietoliikenne- ja tietoverkkotekniikan laitos
S-38.1145 Liikenneteorian perusteet, Kevät 2008

Demonstraatiot
Luento 1
17.1.2008

D1/1 Tarkastellaan 10 palvelijan puhdasta menetysjärjestelmää. Keskimääräinen palveluaika on 3 min. Lisäksi tiedetään, että systeemissä on keskimäärin 7.0 asiakasta ja saapuvista asiakkaista menetetään 14%. Montako asiakasta systeemiin keskimäärin pyrkii minuutissa?

D1/2 Tarkastellaan yhden palvelijan puhdasta jonotusjärjestelmää, joka pystyy palvelemaan keskimäärin 2.5 asiakasta/s. Asiakkaita saapuu intensiteetillä 2.0 asiakasta/s. Asiakkaan kokonaisviive (sisältäen sekä odotusajan että palvelusajan) on 3.0 s.

(a) Montako asiakasta on keskimäärin koko systeemissä?

(b) Montako asiakasta on keskimäärin odottamassa palveluun pääsyä?

(c) Montako asiakasta on keskimäärin palvelussa?

(d) Montako asiakasta systeemistä keskimäärin poistuu 10 s:n aikana?

D1/3 Tarkastellaan runkoverkon osaa, jossa mittausten mukaan on keskimäärin 1000 pakettia. Tämä aliverkko on yhteydessä muuhun runkoverkkoon neljän solmun kautta. Jos saapumisintensiteetit muualta verkosta näihin solmuihin ovat $\lambda_1 = 200$, $\lambda_2 = 300$, $\lambda_3 = 400$ ja $\lambda_4 = 500$ pakettia/s, niin kauanko keskimäärin yksi paketti viettää kyseisessä aliverkossa?

D1/1 Systeemissä on keskimäärin $\bar{N} = 7.0$ asiakasta ja kukin asiakas viipyy keskimäärin ajan $\bar{T} = 3.0$ min. Littlen kaavan (L1/31) mukaan systeemiin siis saapuu

$$\lambda = \frac{\bar{N}}{\bar{T}} = \frac{7.0}{3.0} = 2.33 \text{ asiakasta/min.}$$

Koska systeemiin pyrkivistä asiakkaista menetetään osuus $p_{\text{loss}} = 0.14$, niin kaiken kaikkiaan systeemiin pyrkii

$$\lambda_{\text{tot}} = \frac{\lambda}{1 - p_{\text{loss}}} = \frac{7.0}{3.0 \cdot (1 - 0.14)} = 2.71 \text{ asiakasta/min.}$$

D1/2 (a) Sovelletaan ensin Littlen kaavaa koko systeemiin. Asiakkaiden saapumisintensiteetti on $\lambda = 2.0$ asiakasta/s ja asiakkaat viipyvät systeemissä keskimäärin ajan $\bar{T} = 3.0$ s. Littlen kaavan (L1/31) mukaan systeemissä on keskimäärin

$$\bar{N} = \lambda \bar{T} = 2.0 \cdot 3.0 = 6.0 \text{ asiakasta.}$$

(b) Sovelletaan sitten Littlen kaavaa palvelua odottaviin asiakkaihin. Palveluun pääsyä odottamaan saapuu keskimäärin $\lambda = 2.0$ asiakasta/s. Toisaalta tiedetään, että palveluajan osuus kokonaisviiveestä on $\bar{T}_{\text{S}} = 1/2.5 = 0.4$ s. Keskimääräiseksi odotusajaksi jää siis $\bar{T}_{\text{W}} = \bar{T} - \bar{T}_{\text{S}} = 3.0 - 0.4 = 2.6$ s. Näin ollen Littlen kaavan (L1/31) mukaan palveluun pääsyä on keskimäärin odottamassa

$$\bar{N}_{\text{W}} = \lambda \bar{T}_{\text{W}} = 2.0 \cdot 2.6 = 5.2 \text{ asiakasta.}$$

(c) Sovelletaan vielä Littlen kaavaa palvelussa oleviin asiakkaihin. Palveluun saapuu keskimäärin $\lambda = 2.0$ asiakasta/s ja keskimääräinen palveluaika on $\bar{T}_{\text{S}} = 1/2.5 = 0.4$ s. Littlen kaavan (L1/31) mukaan palvelussa on siis keskimäärin

$$\bar{N}_{\text{S}} = \lambda \bar{T}_{\text{S}} = 2.0 \cdot 0.4 = 0.8 \text{ asiakasta.}$$

Tämän olisi tietysti voinut laskea suoraankin, sillä $N = N_{\text{W}} + N_{\text{S}}$:

$$\bar{N}_{\text{S}} = \bar{N} - \bar{N}_{\text{W}} = 6.0 - 5.2 = 0.8 \text{ asiakasta.}$$

(d) Koska systeemiin saapuu keskimäärin vähemmän asiakkaita ($\lambda = 2.0$ asiakasta/s) kuin mitä pystytään palvelemaan ($\mu = 2.5$ asiakasta/s), systeemi on stabiili. Näin ollen systeemistä poistuu asiakkaita intensiteetillä $\lambda = 2.0$ asiakasta/s. Aikavälillä, jonka pituus on $\Delta = 10$ s, palvellaan siis keskimäärin

$$\bar{N}_{\Delta} = \lambda \Delta = 2.0 \cdot 10 = 20.0 \text{ asiakasta.}$$

D1/3 Kokonaissaapumisintensiteetti tarkasteltavaan aliverkkoon on

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 200 + 300 + 400 + 500 = 1400 \text{ pakettia/s.}$$

Lisäksi tiedetään, että ko. aliverkossa on keskimäärin

$$\bar{N} = 1000 \text{ pakettia.}$$

Littlen kaavan (L1/31) mukaan yksi paketti viettää aikaa ko. aliverkossa

$$\bar{T} = \frac{\bar{N}}{\lambda} = \frac{1000}{1400} = 0.71 \text{ s.}$$