

## Simulatie (INFOSIM)

### 24 december 2003

- De opgaven dienen duidelijk uitgewerkt te zijn en netjes ingeleverd te worden. Schrijf op elk ingeleverd vel je naam en studentnummer.
- Dit tentamen bestaat uit 4 opgaven verspreid over 2 bladzijden, de benodigde statistische tabel is bijgevoegd.
- Zet je **mobiele telefoon uit en stop hem goed weg**.

Op de verschillende onderdelen kan maximaal worden gescoord (totaal 40 punten):

Opgave 1	15
Opgave 2	7
Opgave 3	(a) 3, (b) 4 en (c) 4
Opgave 4	(a) 4, (b) 3

Veel succes!

#### Opgave 1

Een landelijk opererende hulpverleningsdienst heeft twee regionale centrales 1 en 2. Bij de twee centrales komen telefonische hulpverzoeken binnen volgens twee onafhankelijke Poissonprocessen met een gemiddelde van  $\lambda_i$  hulpverzoeken per uur bij centrale  $i$  waarbij  $\lambda_1 = 70$ ,  $\lambda_2 = 100$ . De afhandeltijd van een hulpverzoek is exponentieel verdeeld met verwachte waarde  $\mu_i$  minuten bij afhandeling door centrale  $i$ , waarbij  $\mu_1 = 4$ ,  $\mu_2 = 3$ . het aantal telefonistes (m/v) bij centrale  $i$  is gelijk aan  $c_i$  met  $c_1 = 5$  en  $c_2 = 6$ . Het streven van de organisatie is om zoveel mogelijk binnenkomende telefonische hulpverzoeken binnen 30 seconden een vrije telefoniste te geven. Tot nu toe werkten de centrales ieder apaert. Om de service te verbeteren overweegt men de volgende maatregel: als een verzoek 28 of meer seconden in de wachtrij staat en er is of er komt bij de andere centrale een lijn vrij, dan mag de oproep ook door de andere centrale worden afgehandeld. Hierbij geldt dat de prioriteit van de hulpverzoeken bepaald wordt door de tijd dat het verzoek al wacht (gerekend vanaf het tijdstip waarop de hulpbehoevende belt). Het management wil nu met behulp van een simulatie-studie bepalen wat het effect is van de maatregel op het verwachte percentage hulpverzoeken dat binnen 30 seconden een telefoniste krijgt. verder wil men voor dit geval inzicht krijgen in het gemiddelde (over de tijd) aantal wachtende oproepen. Geef voor de **nieuwe situatie** een discrete-event simulatie model met behulp van de *event-scheduling* benadering. Je mag hierbij de event-handlers in woorden omschrijven.

#### Opgave 2

Geef een korte omschrijving van de verschillende stappen in een goed uitgevoerde simulatie-studie.

#### Opgave 3

- Laat 5.8, 6.3, 6.7, 7.4, 7.1, 6.8 de gemiddelde wachttijd zijn, gemeten in 6 voldoende lange onafhankelijke runs van een simulatie. bepaal  $\bar{X}(6)$ ,  $S^2(6)$ , en een 95-procent betrouwbaarheidsinterval voor  $\mu$  en leg uit wat deze grootheden betekenen.
- Leg uit hoe je getallen uit de exponentiële verdelingen met verwachte waarde  $\beta$  in een simulatie-programma kunt genereren, zonder gebruik te maken van een random-generator uit de gebruikte programmeertaal. geef vervolgens aan hoe je deze routine kunt gebruiken om getallen uit de 2-Erlang( $\beta$ ) verdeling te genereren.

c) Beschouw de volgende kansdichtheid (met onbekende  $a$ ):

$$f(x) = \begin{cases} ax & \text{als } 0 \leq x \leq 4 \\ 0 & \text{anders} \end{cases}$$

Bepaal de juiste waarde van  $a$  en bepaal vervolgens de verwachte waarde en de variantie.

#### Opgave 4

Met het oog op de naderende kerst wil een mobiele telefoonaanbieder zijn capaciteit op het gebied van sms'jes checken. Hij bekijkt hiervoor een drukbezette antenne in de buurt van de Uithof. Uit het onderzoek volgt dat er ongeveer 1000 berichten per vijf minuten worden aangeboden. Om het analyseerbaar te maken (en omdat hij geleerd heeft dat je deze veronderstelling op grond van de theorie mag maken) veronderstelt hij dat de tussenaankomsttijden van de berichten exponentieel verdeeld zijn. De zendcapaciteit van de mast bedraagt 100 karakters per seconde; de lengte van een bericht is exponentieel verdeeld met een gemiddelde van 25 karakters. Veronderstel dat een voldoende grote buffer aanwezig is om de aangeboden berichten op te slaan. Veronderstel dat de antenne *alleen* wordt gebruikt voor het versturen van sms'jes.

- a) Bereken achtereenvolgens de bezettingsgraad, het gemiddeld aantal berichten dat in het systeem aanwezig is en de gemiddelde wachttijd per bericht.
- b) Bereken de kans dat op het tijdstip dat er een nieuw te verzenden bericht binnenkomt er **ten hoogste** twee *andere* berichten in de buffer wachten op verzending.