

Hertentamen Analysis of manufacturing systems 4C530

13/07/2007

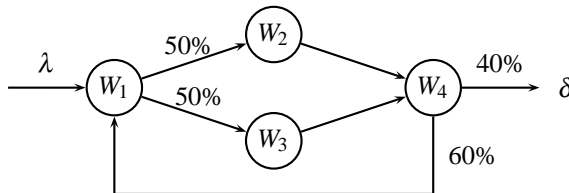
- Tijdens het tentamen is inkijken van dictaat, opgaven en eigen aantekeningen toegestaan. *Besteed niet te veel tijd aan opzoeken.*
- Het gebruik van zakrekenmachine en/of grafische rekenmachine is toegestaan.
- Het gebruik van een notebook is niet toegestaan.
- Het tentamen bestaat uit twee delen. Maak ieder deel op een apart blaadje en zet op ieder blad in ieder geval uw naam en studentnummer. **Ieder deel dient afzonderlijk te worden ingeleverd!**
 - Deel A bestaat uit Opgaven 1, 2 en 3.
 - Deel B bestaat uit Opgaven 4, 5, 6 en 7.
- Schrijf duidelijk en leesbaar. Onleesbaar werk kan niet worden gecorrigeerd.
- Werk de opgaven in stappen uit. Alleen het correcte antwoord, zonder uitwerking en tussenstappen, levert *geen* punten op!
- Daar waar bij Opgaven 6 en 7 gevraagd wordt een specificatie af te maken dient u de volledige specificatie van het betreffende proces of model over te nemen op uw papier. Een proces mag alleen op de daarvoor aangegeven plaatsen aangevuld worden (aangegeven met ...).
- Als u een gegeven mist dat noodzakelijk lijkt voor een berekening (omdat u bijvoorbeeld het vorige onderdeel van de opgave niet heeft kunnen maken), doe dan een redelijke aanname. Laat duidelijk blijken dat u die aanname maakt.
- Maak uw tentamen strategisch door uw tijdsinvestering in het beantwoorden van de vraag af te wegen tegen de score die u ermee kunt halen. Ter informatie, de puntenverdeling is als volgt (totaal 100):

Opgave 1	5+5+5	= 15
Opgave 2	10	= 10
Opgave 3	5+5+5+5+5	= 25
Opgave 4	10	= 10
Opgave 5	5	= 5
Opgave 6	15	= 15
Opgave 7	20	= 20
- De uitwerkingen van het tentamen zullen na afloop van het tentamen via Studyweb beschikbaar gesteld worden.

Deel A

Opgave 1

Beschouw het systeem in Figuur 1. Lots komen in het systeem aan met een snelheid van λ lots/uur. Helaas werken werkstations W_1 en W_2 niet altijd goed. Tijdens productie op werkstations W_1 mislukt 20% van de bewerkingen, en deze mislukte lots worden weggegooid (scrap). Van de resterende lots, die wel een goede bewerking ondergaan, gaat 50% naar werkstation W_2 en 50% naar werkstation W_3 . Bij werkstation W_2 mislukt 10% van alle bewerkingen, en deze mislukte lots worden weggegooid (scrap); alle resterende lots ondergaan wel een goede bewerking en worden doorgestuurd naar werkstation W_4 . Alle lots die werkstation W_3 verlaten gaan naar werkstation W_4 . Van alle lots die werkstation W_4 verlaten gaat 60% terug naar werkstation W_1 en de rest (40%) verlaat het systeem.



Werkstation	scrap
W_1	20%
W_2	10%
W_3	-
W_4	-

Figuur 1

- Stel voor ieder werkstation (W_1, W_2, W_3, W_4) de massa balans vergelijking op.
- Bereken de aankomst-snelheid van lots (lots/uur) bij de werkstations W_1, W_2, W_3, W_4 als functie van λ . Bereken ook de output δ als functie van λ .

Er zijn in totaal 7 werknemers die verdeeld kunnen worden over de vier werkstations. Bij ieder werkstation moet tenminste 1 werknemer staan. Een werknemer kan maar aan één werkstation worden toegekend (werknemers switchen niet tussen de werkstations). De bewerkingstijd bij ieder werkstation is afhankelijk van het aantal werknemers dat aanwezig is bij dat werkstation. Voor elk van de werkstations gelden de volgende relaties (ook als een bewerking mislukt wordt de volledige bewerkingstijd, zoals hieronder vermeld, gebruikt):

Aantal werknemers	Bewerkingstijd per lot [uur]
1	3.0
2	2.0
3	1.5
4	1.0

- Wat is de maximale doorzet voor dit systeem (oftewel de maximale waarde voor δ) die gehaald kan worden met 7 werknemers? Hoe moeten de werknemers verdeeld worden over de werkstations om dit resultaat te bereiken? Licht iedere stap in je berekening en beredenering toe.

Opgave 2

Beschouw een fabricagesysteem waarin lots twee productiestappen moeten ondergaan (M_1 en M_2), maar waarbij de volgorde waarin de lots worden bewerkt niet relevant is voor het eindproduct (oftewel: $M_1 \rightarrow M_2$ of $M_2 \rightarrow M_1$ resulteert in hetzelfde eindproduct). Productiestap M_1 wordt uitgevoerd op machine M_1 , en productiestap M_2 op machine M_2 . Elke machine wordt voorafgegaan door een oneindige FIFO buffer. De utilisatie van beide machines is gelijk: $0 < u_{M_1} = u_{M_2} < 1$. De variatiecoëfficiënt is echter verschillend voor de machines: $c_{0,M_1} > c_{0,M_2}$.

Indien we de gemiddelde doorlooptijd van dit fabricagesysteem willen minimaliseren, maakt het dan uit in welke volgorde we de machines zetten, $M_1 \rightarrow M_2$ of $M_2 \rightarrow M_1$? Als het niet uitmaakt, leg uit waarom niet? Als het wel uitmaakt, geef aan welke volgorde de laagste gemiddelde doorlooptijd oplevert en licht je antwoord toe?

LET OP: Een goed antwoord zonder toelichting, of met een verkeerde of vage toelichting levert *geen punten* op!

Opgave 3

Deze opgave bestaat uit 5 stelling. Geef bij iedere stelling aan of deze WAAR of NIET WAAR is en licht je keuze duidelijk toe. Een goed antwoord zonder toelichting, of met een verkeerde of vage toelichting levert *geen punten* op!

- a. In een winkel zijn twee identieke kassa's aanwezig waar klanten hun spullen kunnen afrekenen. Zowel de tussen-aankomsttijd van klanten bij de kassa's als de "afreken-tijd" (bewerkingtijd) zijn exponentieel verdeeld. De utilisatie van beide kassa's is identiek en minder dan 100%. Beschouw nu de volgende twee cases:
- Case 1: Alle klanten sluiten aan in één grote wachtrij voor de twee kassa's, en de persoon vooraan de rij gaat altijd naar de kassa die het eerst vrijkomt.
 - Case 2: De klanten vormen twee *onafhankelijke* wachtrijen: één rij per kassa. Het feit dat de wachtrijen onafhankelijk zijn houdt in dat de klanten de andere rij niet kunnen zien en er ook niet door worden beïnvloed; gemiddeld sluit 50% van de klanten aan in de ene wachtrij, en 50% in de andere. De tussen-aankomsttijd van de klanten in iedere wachtrij is in deze situatie nog steeds exponentieel verdeeld.

Stelling: De gemiddelde wachttijd per klant is in Case 1 korter dan in Case 2.

- b. Beschouw een push-bestuurde fabricagelijijn met drie aaneengeschakelde werkstations. Ieder werkstation bestaat uit een oneindige buffer en een single-lot machine. De tussen-aankomsttijd en bewerkingstijden zijn constant.
Stelling: Als de fabricagelijijn in steady-state is en de utilisatie is minder dan 100%, dan is het mogelijk om een gemiddeld WIP-niveau te hebben van $w = 10$ lots.
- c. Beschouw een fabricagelijijn met vier aaneengeschakelde machines (zonder buffers). De tussen-aankomsttijd en bewerkingstijden zijn exponentieel verdeeld. De gemiddelde bewerkingstijd voor iedere machine is t_0 .
Stelling: De gemiddelde doorlooptijd is $4t_0$.
- d. Beschouw een fabricagelijijn met zes aaneengeschakelde werkstations en CONWIP control. Elk werkstation bestaat uit een oneindige buffer en een single-lot machine die een deterministische bewerkingstijd heeft van 2 lots per uur.
Stelling: Het optimale WIP-niveau is 12 lots. (Het WIP-niveau is optimaal als het systeem zowel maximale doorzet als minimale doorlooptijd heeft)
- e. Beschouw een werkstation dat bestaat uit een oneindige buffer en een batch-machine. Zowel de tussen-aankomsttijd van lots in de buffer als de bewerkingstijd van de batch-machine (onafhankelijk van de batch grootte) zijn exponentieel verdeeld. Utilisatie is minder dan 100%.
Stelling: Door de batch grootte (lots per batch) te vergroten, zal de gemiddelde doorlooptijd van lots op dit werkstation altijd kleiner worden.

Deel B (GA VERDER OP EEN NIEUW VEL PAPIER!)

Opgave 4

Wat is de laatste regel die geprint wordt door het volgende programma?

```
model Z () =
| [ var x : real = 1.0, t : real = 0.0
  :: (t <= 3.0)
    * > ( delay x
          ; (t, x) := ( t + x, 0.5*x)
          ; !! t, "\n"
        )
  ] |
```

Opgave 5

a. Wat is het type van de volgende data expressie:

```
<<1,1,1>, <2,2,3>>
```

b. Wat is de uitkomst van de volgende specificatie:

```
drop(drop(drop(["a", "b", "c", "d"], 1), 2), 3)
```

Opgave 6

Proces *AP* beschrijft een assemblage machine met kwaliteitscontrole. De machine ontvangt 3 lots via kanalen *a*, *b* en *c*, assembleert ze tot een geheel en stuurt de assemblage door via kanaal *d*. Van ieder lot dat wordt ontvangen via kanaal *a* moet de kwaliteit worden gecontroleerd (tijdens deze controle kunnen kanaal *b* en *c* nog ontvangen). Als het lot de kwaliteitscontrole goed doorkomt kan het gebruikt worden voor de assemblage; indien het wordt afgekeurd moet het via kanaal *e* verzonden worden voor reparatie en moet een nieuw lot ontvangen worden via kanaal *a*. De kwaliteitscontrole duurt 5 minuten. Het assemblageproces duurt 10 minuten. Voltooi de specificatie van proces *AP* onder de aanname dat het assemblage type is gedefinieerd als:

```
type asy = 3*lot
```

en dat er een boolean functie *check* is gedefinieerd voor argumenten van het type *lot*, die *true* teruggeeft als de kwaliteit van het lot goed is, en anders *false*.

```
proc AP(.....)=
| [
  .....
  .....
  .....
  .....
] |
```

Opgave 7

In re-entrant fabricagesystemen worden zogenaamde ‘buffer-regulatoren’ gebruikt om de snelheid te begrenzen waarmee machines lots kunnen ontvangen. Voltooi de onderstaande specificatie van een buffer-regulator met oneindige capaciteit, die lots ontvangt via kanaal *a*, ze doorstuurt via kanaal *b*, en waarbij t_0 de kleinste mogelijke tijdsinterval is tussen het verzenden van twee opeenvolgende lots.

Houd er rekening mee dat het in de huidige versie van χ niet is toegestaan om de speciale variabele ‘time’ in guards te gebruiken.

```
proc Bufreg(chan a?, b! : lot, val t0 : real) =
| [
  .....
  .....
  .....
  .....
] |
```