

# Übungen zur Vorlesung

## Simulation und Modellierung diskreter und kontinuierlicher Systeme

### Blatt 3

#### Themenbereich: Lineare Regression

##### Aufgabe 7

Bei Messungen eines Dateisystems wurden die Zeiten zur Speicherung von 4 Dateien der Größen 1, 4, 9 und 16 GByte ermittelt. Diese lauten: 0.307, 2.253, 2.872 und 3.251 Sekunden. Bestimmen Sie eine Regressionsgleichung aus diesen Daten. Kann man durch geeignete Transformation der Werte eine bessere Regression erreichen? Wenn ja, welche Transformation sollte verwendet werden?

#### Themenbereich: Modellierung mit Arena

##### Aufgabe 8

Es soll ein einfaches Fertigungssystem mit Arena modelliert und analysiert werden. Im System werden zwei Arten von Teilen bearbeitet. Teile vom Typ A treffen im Mittel alle 5 Minuten mit exponentiell verteilten Zeiten ein. Teile vom Typ B treffen im Mittel alle 30 Minuten ebenfalls mit exponentiell verteilten Zeiten ein. Beide Teile werden zuerst jeweils auf einer separaten Maschine bearbeitet. Die Bearbeitung von Typ A unterliegt einer Dreiecksverteilung mit Parametern (1,4,8) Minuten. Die Bearbeitung von Typ B ist gleichverteilt zwischen 3 und 8 Minuten. Der zweite Arbeitsschritt wird für beide Typen auf einer Maschine durchgeführt. Die Bearbeitungszeit für Typ 1 unterliegt einer Dreiecksverteilung mit Parametern (1,3,4) Minuten. Typ 2 benötigt eine Weibull-verteilte Bearbeitungszeit mit Parametern (2.5, 5.3). Wir nehmen an, dass der zweite Bearbeitungsschritt eine Prüfung des jeweiligen Teils umfasst. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% wird ein Fehler bei einem Teil festgestellt und das entsprechende Teil muss nachbearbeitet werden. Die Nachbearbeitung erfolgt auf einer speziellen Maschine und ist exponentiell-verteilt und dauert im Mittel 45 Minuten. Nach der Nachbearbeitung sind immer noch 20% der Teile als Ausschuss zu werten. Die restlichen Teile können mit den Teilen, die die Prüfung direkt durchlaufen haben, verschickt werden.

- Modellieren Sie das beschriebene System mit Arena.
- Bestimmen Sie die Auslastung der Ressourcen, die mittlere Population an den Ressourcen und die mittleren Durchlaufzeiten der Teile getrennt nach Typen mit und ohne Nachbearbeitung.
- Angenommen Sie hätten die Möglichkeit eine weitere Maschine zu kaufen und diese zusätzlich für eine der vier Aufgaben einzusetzen. An welcher Stelle sollte die Maschine eingesetzt werden, um eine möglichst starke Verringerung der mittleren Durchlaufzeit zu erreichen?
- Angenommen Teile vom Typ B kämen mit konstanten Abständen an. Wie ändern sich dann die mittleren Durchlaufzeiten? Wie groß ist der minimale Abstand mit dem Typ B Teile ankommen dürfen, damit das System nicht überlastet wird (d.h. die anfallende Last nicht mehr bearbeiten kann)?

## Praktikumsaufgabe

Die folgende Aufgabe soll im Rahmen des Praktikums bearbeitet werden. D.h. Sie wird benötigt, wenn Sie 6 LP für die Vorlesung erwerben wollen.

Modelliert werden soll ein so genanntes Kanban-System mit 3 Zellen. In jeder Zelle befindet sich eine Maschine, die Werkstücke bearbeitet. Die Bearbeitungszeiten an allen Maschinen unterliegen Dreiecksverteilungen mit folgenden Parametern (1,5,12) an Maschine 1, (4,6,8) an Maschine 2 und (1,8,9) an Maschine 3. Die Parameter sind jeweils in Minuten angegeben. In jeder Zelle gibt es eine Menge von so genannten Kanban-Tickets. Ein Werkstück durchläuft nacheinander die Zellen 1 bis 3. Bevor das Werkstück eine Zelle betreten kann, wird ihm ein Kanban-Ticket zugewiesen. Beim Übergang von einer Zelle zur nächsten muss zuerst das neue Kanban-Ticket zugewiesen werden, erst dann wird das Kanban-Ticket der vorherigen Zelle freigegeben. Ansonsten verläuft der Übergang zeitlos. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Zahl der Werkstücke in einer Zelle zu groß wird.

- Modellieren Sie das System und analysieren Sie es unter der Bedingung, dass immer Werkstücke zur Bearbeitung bereit stehen und fertige Werkstücke sofort das System verlassen können. Weisen Sie den Zellen jeweils 10 Kanban-Tickets zu.
- Nehmen Sie nun an, dass die Werkstücke aus der letzten Zelle von LKWs abgeholt werden. Ein LKW kann jeweils 5 Werkstücke abholen und das Kanban-Ticket wird erst freigegeben, wenn das Werkstück auf dem LKW verladen wurde. Die Verladung dauert jeweils genau 2 Minuten. Zwischen der Abfahrt eines LKWs und der Ankunft des nächsten vergeht eine exponentiell verteilte Zeit mit Mittelwert 30.
- Nehmen wir an, dass 30 Kanban-Tickets vorhanden sind und auf die Zellen verteilt werden sollen. Die Verteilung soll so vorgenommen werden, dass der Durchsatz möglichst groß wird. Finden Sie eine optimale Verteilung der Kanban-Tickets für die beiden vorherigen Konfigurationen. Nutzen Sie dazu den Optimierer OpTQest, der als Tool in Arena vorhanden ist.