Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Informatik
Lehrstuhl für Mobile und Verteilte Systeme
Prof. Dr. Claudia Linnhoff-Popien

Betriebssysteme im Wintersemester 2019/2020
Übungsblatt 7

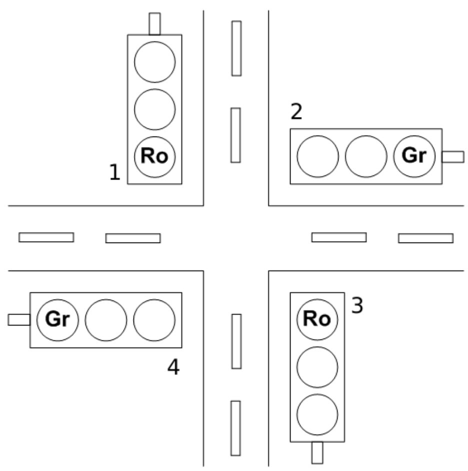
Abgabetermin: 09.12.2019, 18:00 Uhr

Besprechung: Besprechung der T-Aufgaben in den Tutorien vom 02. – 06. Dezember 2019
Besprechung der H-Aufgaben in den Tutorien vom 09. – 13. Dezember 2019

Aufgabe 34: (T) Petri-Netze: Modellierung einer Ampelanlage

(– Pkt.)

Wir betrachten im Folgenden die Ampelschaltung einer Kreuzung wie sie hier zu sehen ist.



Gehen Sie von folgenden Randbedingungen aus:

– Zwei sich gegenüberliegende Ampeln schalten ihr Signal stets synchron.

– Eine Ampel schaltet stets in der Reichenfolge **rot** → **rotgelb** → **grün** → **gelb** → **rot** → ...

– Wenn eines der sich gegenüberliegenden Ampelpaare *nicht* auf **rot** steht, dann *muss* das andere Ampelpaars auf rot stehen.

Bearbeiten Sie unter Berücksichtigung der Randbedingungen folgenden Aufgaben:

a. Modellieren Sie eine einzelne Ampel durch ein Petri-Netz. Wählen Sie dabei aussagekräftige Bezeichner für die verschiedenen Stellen Ihres Petri-Netzes. Verwenden Sie dabei eine minimale Anzahl an Stellen, Marken, Kanten und Transitionen.

b. Modellieren Sie nun das Schaltverhalten der beiden Ampeln **1** und **2** (also das von zwei Ampeln, die sich **nicht** gegenüberliegen) durch ein Petri-Netz, so dass die genannten Randbedingungen erfüllt sind. Wählen Sie dabei wieder aussagekräftige Bezeichner für die verschiedenen Stellen Ihres Petri-Netzes. Verwenden Sie dabei wieder eine minimale Anzahl an Stellen, Marken, Kanten und Transitionen.

c. Geben Sie zu dem Petri-Netz aus Aufgaben b) den Erreichbarkeitsgraphen an.

d. Kann in Ihrer Modellierung aus Aufgabe b) ein Deadlock entstehen? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

e. Modellieren Sie nun das Schaltverhalten der beiden Amplen **1** und **3** (also von zwei sich gegenüberliegenden Ampeln) durch ein Petri-Netz, so dass die genannten Randbedingungen erfüllt sind. Wählen Sie dabei wieder aussagekräftige Bezeichner für die verschiedenen Stellen Ihres Petri-Netzes. Verwenden Sie wieder eine minimale Anzahl an Stellen, Marken, Kanten und Transitionen.

f. Modellieren Sie nun alle vier Ampeln (also die gesamte Ampelschaltung) durch ein Petri-Netz, so dass die genannten Randbedingungen erfüllt sind. Wählen Sie dabei wieder aussagekräftige Bezeichner für die verschiedenen Stellen Ihres Petri-Netzes. Verwenden Sie wieder eine minimale Anzahl an Stellen, Marken, Kanten und Transitionen.

Aufgabe 35: (T) Apfelplantage

(– Pkt.)

Im folgenden betrachten wir den Arbeitsablauf und die dafür notwendigen Schritte auf einer Apfelplantage.
Auf der Apfelplantage arbeiten 2 Feldarbeiter und ein Koch. Feldarbeiter müssen essen, um Äpfel pflücken zu können. Eine Portion Apfelmus reicht aus, damit sich ein Feldarbeiter genug gestärkt fühlt, um 2 Äpfel pflücken zu können (außer Apfelmus gibt es nichts zu essen). Vor dem Pflücken muss ein Arbeiter satt sein. Nach dem Pflücken ist der Feldarbeiter wieder hungrig. Der Koch kann aus 12 Äpfeln 8 Portionen Apfelmus kochen. Er beginnt immer erst dann mit dem Kochen, wenn er mindestens 12 Äpfel hat. Um die schwere Kocharbeit verrichten zu können, muss sich der Koch selbst zuvor auch mit einer Portion Apfelmus stärken. Vor dem Kochen hat der Koch satt zu sein, danach ist er wieder hungrig.

a. Auf welches in der einschlägigen Literatur häufig zitiertes Problem lässt sich die Situation der Apfelplantage abbilden?

b. Gehen Sie nun von der folgenden Konstellation aus:
Zu Beginn seien 3 Portionen Apfelmus und 6 Äpfel in der Vorratskammer der Apfelplantage vorhanden. Außerdem seien der Koch und beide Feldarbeiter zu Beginn hungrig.

   Beginnt man nun den Ablauf der Arbeitsschritte auf der Plantage auszuführen, landet man sehr schnell in einer Deadlock Situation.

   Im folgenden sollen Sie sich diesen Sachverhalt klar machen.

   Zeichnen Sie zunächst das Petrinetz, das die Situation auf der Apfelplantage modelliert. Überlegen Sie sich dazu erst, welche Zustände Sie für den Koch und die Feldarbeiter bzw. den genannten Ressourcen als Stellen modellieren müssen. Vergeben Sie an alle Stellen und Transitionen Bezeichner, so dass deren Semantik klar wird.
   Hinweis: Sie benötigen für die Modellierung gewichtete Transitionen.

c. Geben Sie nun einen repräsentativen Auschnitt des Erreichbarkeitsgraphen des Petri-Netzes aus Aufgabe b) an, der verdeutlicht, dass hier ein Deadlock vorliegt. Der Ausschnitt des Graphen soll mindestens 2 Pfade enthalten, die zu einem Deadlock führen. Geben Sie außerdem eine Abschätzung über die Anzahl der möglichen Pfade des Erreichbarkeitsgraphen an. Versuchen Sie im Erreichbarkeitsgraphen (wenn möglich) Markierungsmengen wieder zu verwerten, d.h. duplizieren Sie diese Menge nicht, wenn dieselbe Menge auf zwei oder mehr verschieden Pfaden erreichbar ist.

d. Warum bleibt das Apfelplantagen-Beispiel sicher in einem Deadlock stecken?

e. Geben Sie 2 mögliche Änderungen des Apfelplantagen-Beispiels an, so dass der Ablauf *möglicherweise* deadlockfrei läuft.

Aufgabe 36: (H) Petri-Netze: Druckerwarteschlange und Erreichbarkeitsgraph

(18 Pkt.)

a. *Modellierung einer Druckerwarteschlange*

Gehen Sie für die folgenden beiden Teilaufgaben von folgender Situation aus:

Ein Computer ist mit einem Drucker verbunden. Um zu vermeiden, dass der Computer einen Druckauftrag an den Drucker sendet, während er gerade noch mit einem anderen Druckauftrag beschäftigt ist, schickt der Computer seine Druckaufträge an eine Warteschlange. Wenn die Warteschlange nicht leer ist, entfernt der Drucker einen Druckauftrag aus der Warteschlange und druckt diesen.

(i) Modellieren Sie den oben beschriebenen Sachverhalt mit einem Petrinetz. Gehen Sie zudem von folgenden Bedingungen aus:

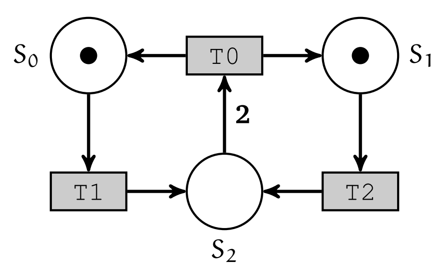
- Der Computer kann immer nur einen Druckauftrag in die Warteschlange stellen. Er kann diesen Schritt aber beliebig oft wiederholen.
- Der Drucker hat zwei Zustände: Entweder druckt er oder er wartet auf den nächsten Druckauftrag.
- Die Warteschlange besitzt eine unendliche Kapazität, d.h. es können beliebig viele Druckaufträge in die Warteschlange gestellt werden.
- Es spielt keine Rolle in welcher Reihenfolge der Drucker die Druckaufträge aus der Warteschlange entfernt.

Verwenden Sie zur Modellierung des Petrinetzes eine minimale Anzahl an Stellen, Marken und Transitionen. Beschriften Sie verwendeten Stellen sinnvoll. Beachten Sie, dass Kanten nur zwischen Stellen und Transitionen verlaufen und nicht aus dem Nichts entspringen oder dorthin verschwinden!

(ii) Damit die Warteschlange nicht überläuft, soll deren Kapazität nun begrenzt werden. Erweitern sie Ihr Petrinetz nun so, dass die Warteschlange nur noch maximal drei Aufträge akzeptiert. Verwenden Sie zur Modellierung wieder eine minimale Anzahl an Stellen, Marken und Transitionen. Führen Sie dabei **keine** Begrenzung der Kapazität der Stellen ein.

b. *Erstellung eines Erreichbarkeitsgraphen:*

Bearbeiten Sie die folgenden beiden Teilaufgaben in Bezug auf das unten abgebildete Petrinetz.



(i) Geben Sie den Erreichbarkeitsgraphen für das dargestellte Petrinetz an. Verwenden Sie für eine Markierung M_j folgende Anordnung der Stellen $S_i (i \in \{0, \dots, 2\})$:

$$M_j = (S_0, S_1, S_2)$$

Der oben abgebildete Zustand entspricht also z.B. folgender Markierung:

$$M_0=(1,1,0)$$

Kennzeichnen Sie jede Kante zwischen zwei Markierungen mit der entsprechenden Transition, die für den Übergang von einer Makierung zur anderen verantwortlich ist.

(ii) Kann im dargestellten Petrinetz ein Deadlock entstehen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 37: (H) Einfachauswahlaufgabe: Multiprocessing

(5 Pkt.)

Für jede der folgenden Fragen ist eine korrekte Antwort auszuwählen („1 aus n“). Nennen Sie dazu in Ihrer Abgabe explizit die jeweils ausgewählte Antwortnummer ((i), (ii), (iii) oder (iv)). Eine korrekte Antwort ergibt jeweils einen Punkt. Mehrfache Antworten oder eine falsche Antwort werden mit 0 Punkten bewertet.

a) Welche Aussage bezüglich neu hinzukommender Marken zu einer Stelle im *Nachbereich* einer schaltfähigen Transition ist korrekt?

(i) Die Anzahl der Stelle zugeordneten Marken nimmt ab.	(ii) Die Marken verändern die der Stelle zugeordnete Kapazität.	(iii) Die neu hinzukommenden Marken dürfen die Kapazität der Stelle nicht überschreiten.	(iv) Die neu hinzukommenden Marken dürfen die Kapazität der Stelle überschreiten.

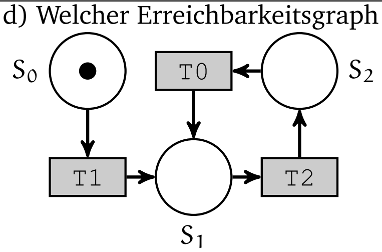
b) Angenommen eine Stelle s befindet sich ausschließlich im Vorbereich einer schaltenden Transition t ($s \in (\cdot t) \setminus (t\cdot)$). Wie berechnet sich allgemein die unmittelbare Folgemarkierung $M'(s)$ der Stelle s aus der vorhergehenden Markierung $M(s)$ und dem Kantengewicht $W(s,t)$ der zur Transition führenden Kante?

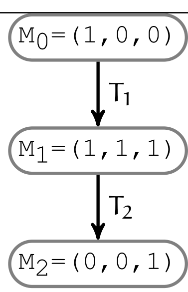
(i) $M(s) + W(s,t)$	(ii) $M(s) - W(s,t)$	(iii) $M(s) \cdot W(s,t)$	(iv) $M(s) \div W(s,t)$

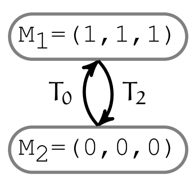
c) Was ist keines der drei Teilprobleme des klassischen Erzeuger/Verbraucher-Problems? Dabei handelt es sich zum Beispiel um zwei Prozesse, die über eine gemeinsam genutzte Datenstruktur (gemeinsam genutzten Speicherbereich) Informationen austauschen.

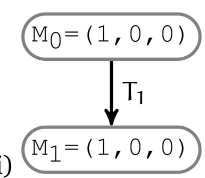
(i) Der gemeinsam genutzt Speicherbereich muss immer genau zu 60% gefüllt sein.
(ii) Der Verbraucher kann nur so lange Objekte aus der Datenstruktur entnehmen, bis diese leer ist.
(iii) Erzeuger und Verbraucher dürfen nicht gleichzeitig auf die gemeinsam genutzt Datenstruktur (den gemeinsam genutzten Speicherbereich) zugreifen.
(iv) Der Erzeuger kann nur so viele Objekte in die Datenstruktur einfügen, wie der Speicherbereich Kapazität bietet.

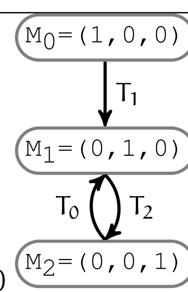
d) Welcher Erreichbarkeitsgraph gehört zu folgendem Petrinetz?



(i)


(ii)


(iii)


(iv)


e) Welche Aussage bezüglich des Petrinetzes aus Aufgabenteil d) ist korrekt?

(i) Es enthält eine teilweise Verklemmung.	(ii) Es enthält eine echte Verklemmung.	(iii) Es kann niemals eine Transition schalten.	(iv) Es existieren Markierungen, bei denen mehrere Transitionen schalten können.