

## Software Engineering in der Praxis

### Aufgabenblatt 3: Petri-Netze

#### Aufgabe 1: The Dining Philosophers

Fünf Philosophen sitzen um einen gedeckten Tisch. Vor jedem Philosophen steht ein voller Teller und daneben je eine Gabel. Das Problem ist nur, jeder Philosoph benötigt zum Essen genau zwei Gabeln. Sie vereinbaren, dass sich je zwei benachbarte Philosophen eine Gabel teilen, wobei sie immer einen Happen essen und die Gabeln wieder ablegen, um zwischendurch zu philosophieren.

- a) Modellieren Sie das System ohne Berücksichtigung von Synchronisation oder gegenseitigem Ausschluss (jeder Philosoph nimmt die Gabeln einzeln auf)!
- b) Simulieren Sie eine Mahlzeit! Welche Ergebnisse konnten Sie ableiten?
- c) Welche Aussagen kann Ihnen eine graphentheoretische Analyse (zusätzlich) machen?
- d) Verbessern Sie Ihr Modell so, dass die Philosophen in Ruhe zu Ende essen können!

#### Aufgabe 2: 2-phase commit protocol

Zwei sonst unabhängige Prozesse auf einem Multiprozessorsystem nehmen gemeinsam an einer Transaktion teil. Nach Abschluss der Aufgabe muss ein Koordinator entscheiden, ob die gesamte Transaktion erfolgreich beendet (commit) oder abgebrochen (abort) wird. Dazu melden auf Anfrage des Koordinators alle Teilnehmer ihren Entschluss dem Koordinator: Nur falls alle mit einem »commit« einverstanden sind, dürfen der Koordinator und alle Teilnehmer die Transaktion für beendet erklären. Meldet mindestens ein Teilnehmer »abort« so müssen alle Prozesse die Transaktion abbrechen!

- a) Modellieren Sie die zwei Teilnehmer und den Koordinator mit Hilfe eines Petri-Netzes. Achten Sie dabei auf Erweiterbarkeit hinsichtlich weiterer Teilnehmer.

- b) Weisen Sie nach, dass es nur zwei Endzustände (»Verklemmungen«) geben kann: alle Prozesse (einschl. Koordinator) führen ein »commit« aus, oder alle brechen mit »abort« ab!
- c) Ergänzen Sie Ihr Modell um einen weiteren Teilnehmer und wiederholen Sie b)!

### **Aufgabe 3: Die automatische Produktionszelle**

Ihr Auftraggeber wünscht eine automatische Steuerung für die Ihnen bekannte Produktionsanlage mit geschlossenem Produktionsablauf. Bevor das System umgesetzt werden kann, müssen an einem Modell sowohl Lebendigkeits- als auch Sicherheitsanforderungen validiert werden. Für diese Aufgabe beschränken wir uns auf folgende Punkte:

1. Die Presse darf sich nur schließen, wenn sich kein Roboterarm mehr darin befindet.
2. Ein Roboterarm darf sich nur in den Wirkungsbereich der Presse bewegen, wenn der Arm eingezogen ist oder wenn die Presse in Lade- oder Entladeposition ist.
3. Das Zufuhrförderband transportiert ein Werkstück zur Hebebühne nur, wenn sich die Bühne in Ladeposition befindet.
4. Das Förderband für den Abtransport bewegt ein Werkstück nur bis zum Wirkungsbereich des Krans und darf erst wieder fördern, wenn der Kran das angelieferte Teil abgehoben hat.
5. Ein neues Werkstück darf nur auf das Zufuhrband abgelegt werden, wenn das vorhergehende das Ende des Bands erreicht hat.
6. Analog darf ein bearbeitetes Teil nur zum Abtransport auf das Band gelegt werden, wenn das vorhergehende den Wirkungsbereich des Krans erreicht hat.
7. Neue Werkstücke dürfen nur auf die Hebebühne gelegt werden, wenn sich kein weiteres Werkstück mehr darauf befindet.
8. Ein zweites Werkstück darf nicht in die Presse gelegt werden, wenn bereits eines darin liegt.
9. Falls die Hebebühne bereits ein Werkstück enthält und der Roboterarm 1 ebenfalls ein Teil trägt, darf sich dieser Arm nicht zum Tisch zurückdrehen.

**Hinweis** Aufgrund der Anforderungen ergibt sich für jede Verarbeitungskomponente ein Erzeuger-Verbraucher-System (z.B. die Bühne »erzeugt« ein Werkstück für den Roboter, die Presse »verbraucht« das vom Roboter gelieferte Werkstück) mit genauer Synchronisation an den gemeinsamen Punkten (z.B. das Förderband darf nur einen Rohling anliefern, wenn die Hebebühne nicht besetzt ist und sich in Ladeposition befindet).

- a) Modellieren Sie im gleichen Diagramm vorerst nur Kran, Zufuhrförderband und Hebebühne! Stellen Sie dazu dem Kran zwei Plätze zur Verfügung, über die sich dieser später mit dem Abtransport-Förderband synchronisiert (Teil angeliefert, Teil abgenommen)! Analog verfahren Sie für die Schnittstelle zwischen Hebebühne und dem zukünftigen Roboterarm sowie jeweils zwischen den drei Komponenten.
- b) Simulieren und analysieren Sie Ihr Modell im Hinblick auf Erfüllung aller Anforderungen! Zur Vereinfachung stellen Sie einen »Endloserzeuger« vor den Kran bzw. einen »Endlosverbraucher« nach der Hebebühne.
- c) Modellieren Sie nun die anderen Komponenten auf dem gleichen Arbeitsblatt und verbinden Sie alle Komponenten über die bereitgestellten Synchronisationsknoten zum Gesamtsystem!
- d) Welche Markierung muss Ihr System zu Beginn haben, wenn nur ein Werkstück im Umlauf ist? Prüfen Sie Ihre Antwort anhand der Analyse des Netzes (Verklemmungen, Beschränktheit, ... )!
- e) Ändern Sie nun die Startmarkierung so, dass sich zwei Rohlinge im System befinden! Vergleichen Sie die Erreichbarkeitsmenge mit der von Teilaufgabe d)!