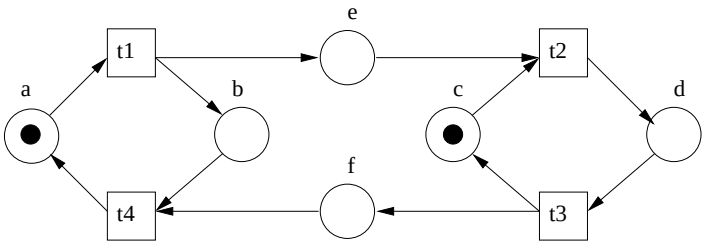
Technische Universität München
Fakultät für Informatik
Prof. Dr. M. Broy

WS 2002/2003
Übungsblatt 5
22. November 2002

Übungen zur Vorlesung Einführung in die Informatik III

Aufgabe 16 Petrinetze, Invarianten

Gegeben sei das folgende Boolesche Petrinetz N. Eine Belegung m des Petrinetzes sei dargestellt als n-Tupel, $m : \mathbb{B}^n$. Die Anfangsbelegung ist damit gegeben als $m_0 = (1,0,1,0,0,0)$:



(a) Bestimmen Sie den Zustandsraum, die Menge der von der Anfangsbelegung aus erreichbaren Belegungen und geben Sie das zugehörige Zustandsübergangsdiagramm an.

(b) Sei B die Menge aller möglichen Belegungen des Petrinetzes N. Statt als 6-Tupel lässt sich eine Belegung m auch darstellen als eine Funktion, die jeder Stelle eine (Boolsche) Markierung zuordnet. Beispielsweise ist $m(a) = 1$ die Anfangsbelegung der Stelle a.

Beweisen Sie, dass die beiden Prädikate

$$q_1 : B \to \mathbb{B}, \quad q_1(m) =_{def} (m(a) + m(b) = 1)$$

$$q2 : B \to \mathbb{B}, \quad q_2(m) =_{def} (m(c) + m(d) = 1)$$

Invarianten von N mit der Anfangsbelegung m_0 ist, indem Sie das aus der Vorlesung bekannte Beweisprinzip für Invarianten anwenden.

(c) Im folgenden soll gezeigt werden, dass die Transitionen t_1 und t_3 im *gegenseitigen Ausschluss* stehen, das heisst, dass keine Belegung erreicht werden kann, bei der sowohl t_1 als auch t_3 transitionsbereit sind.

Geben Sie eine weitere Invariante q_3 des Petrinetzes an (weisen Sie die Invarianz von q_3 nach!) und folgern Sie mit Hilfe von q_3, dass die Transitionen t_1 und t_3 im gegenseitigen Ausschluss stehen.

Aufgabe 17 Abläufe von Agenten

Erinnert sei an die Definition: Der Prozess $\mathtt{p}_0$ heißt *parallele Komposition* der Prozesse $\mathtt{p}_1$ und $\mathtt{p}_2$ *über der Aktionsmenge* $\mathtt{S}$, wenn $\mathtt{ispar(p_0,p_1,p_2,S)}$ gilt, wobei dieses Prädikat wie folgt definiert ist:

$\texttt{ispar}(p_0,p_1,p_2,S) =$ $(E_0 = E_1 \cup E_2) \wedge$
$(E_1 \cap E_2 = \{e \in E_0 : \alpha_0(e) \in S\}) \wedge$
$(\alpha_0|_{E1} = \alpha_1) \wedge$
$(\alpha_0|_{E2} = \alpha_2) \wedge$
($\leq_0$ ist die reflexiv-transitive Hülle von $\leq_1 \cup \leq_2$)

mit $p_i=(E_i,\leq_i,\alpha_i)$ für $i=0,1,2$.

Es seien a, b, c Aktionen. Die Aktion a besitzt wie jeder Agent den leeren Prozess

$p_\emptyset$ mit $E_\emptyset=\emptyset$, $\leq_\emptyset=\emptyset$

als Ablauf. Er überführt jeden Agenten in sich selbst, so auch a: $\texttt{a} \xrightarrow{p_\emptyset} \texttt{a}$. Als nichtleere Abläufe besitzt a nur die Prozesse

$p_e=(\{e\},\leq_e,\alpha_e)$ mit $\leq_e=\{(e,e)\}$, $\alpha_e(e)=\texttt{a}$.

für beliebige e aus dem Universum der Ereignisse. Sie überführen a in **skip**:

$$\texttt{a} \xrightarrow{p_e} \textbf{skip}$$

(a) Für welche Prozesse p_0 gilt $\texttt{ispar}(p_0,p_1,p_2,\emptyset)$, wenn p_1 und p_2 Abläufe des Agenten a sind?

(b) Geben Sie mindestens zwei nichtleere Abläufe für den Agenten a||a nach der Definition der Vorlesung an. Wenn ein Ablauf unvollständig ist, so geben Sie eine Fortsetzung an.

(c) **(H)** Geben Sie graphisch einen vollständigen Ablauf q_1 des Agenten $t_1=(x::a;b;b;x)$ sowie einen vollständigen Ablauf q_2 des Agenten $t_2=(y::b;c;b;y)$ und außerdem einen vollständigen Ablauf q von $t_1||_{\{b\}}t_2$ an. Zeichnen Sie ein, welche Ereignisse von q_1 und q_2 zu identifizieren sind, um q zu bekommen? Enthält q parallele Ereignisse?

Ein Hinweis zum Identifizieren von Ereignissen: Das ispar-Prädikat verlangt, dass die Kausalitätsrelation $\leq$ von q die reflexiv-transitive Hülle der Vereinigung von $\leq_1$ und $\leq_2$, den Kausalitätsrelationen von q_1 und q_2, ist. Die Pfeile im neuen Graphen müssen also verträglich sein mit denen in den beiden Ausgangsgraphen.

Ein Hinweis zum Zeichnen: Die graphische Darstellung eines Prozesses enthält keine Kanten, die aufgrund des Transitivitätsgesetzes der Kausalitätsordnung erschlossen werden können. Eine Kante von einem Knoten e_1 zu einem Knoten e_2 ist also wegzulassen, wenn es von e_1 nach e_2 noch einen Pfad über einen Zwischenknoten gibt.

Aufgabe 18 Parallele Programme

Schreiben Sie ein Programmstück, das in einem Feld ganzer Zahlen jedes Element durch seinen Absolutbetrag ersetzt. Die Bearbeitung des Feldes soll durch zwei parallele Programme erfolgen. Jedes Feldelement soll nur einmal behandelt werden. Parallele Zugriffe auf verschiedene Feldelemente sollen vorgesehen werden. Benutzen Sie zur Koordination bewachte kritische Bereiche.

Aufgabe 19 (P) Java Threads

Java bietet mit der Klasse `Thread` und dem Interface `Runnable` die Möglichkeit nebenläufige Abläufe mit gemeinsamen Speicher zu implementieren. Informieren Sie sich an der URL `http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/threads/index.html` über Java Threads und schreiben Sie ein kurzes Java-Programm Ihrer Wahl, in dem Sie das Thread-Konzept einsetzen.