Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Informatik

Prof. Dr. W.-P. de Roever
Immo Grabe

Verifikation nebenläufiger Programme

Sommersemester 2007 | **Serie 7** | 21. Mai 2007

Thema: MST - Owicki & Gries

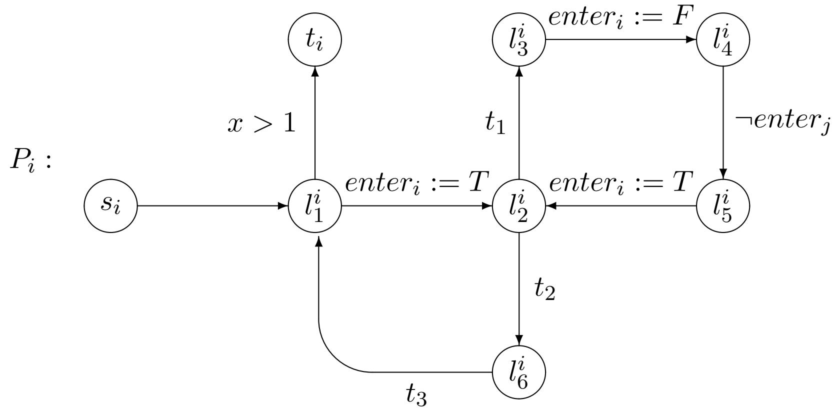
Ausgabetermin: 21. Mai 2007

Abgabe: 04. Juni 2007 10:00 Uhr

Diese Serie ist in Einzelarbeit zu lösen und abzugeben!

Aufgabe 1 (4 Punkte) Beweisen Sie für $P \equiv P_1 \parallel P_2$:

$$\{\neg enter_1 \wedge \neg enter_2 \wedge turn \in \{1,2\} \wedge x = 1\} P \{false\}.$$



$$i, j \in \{1,2\} \wedge i \neq j$$

$$\begin{aligned} t_1 &: enter_j \wedge turn = j \\ t_2 &: \neg enter_j \rightarrow x := 0 \\ t_3 &: enter_i, turn, x := F, j, x+1 \end{aligned}$$

Hinweise: Es wird wieder die gleiche Technik wie in Serie 6 Aufgabe 1 benutzt, um gegenseitigen Ausschluß zu beweisen.

Aufgabe 2 (4 Punkte) Untersuchen Sie die Variante von Peterson's Algorithmus auf S. 217 auf ihre Deadlock-Freiheit. Ist sie deadlock-frei, so zeigen Sie dies mit der Methode aus Sektion 3.7; ist ein Deadlock möglich, zeigen Sie dies durch Angabe einer entsprechenden Berechnung.

Aufgabe 3 (6 Punkte) Man kann auch eine direkte Methode angeben, um von einem Programm P zu zeigen, dass es φ-runtime-error-frei ist. Dazu muss Punkt (iii) in Definition 3.17 auf S. 149 abgeändert werden in

(iii) *Prove* local correctness *and* runtime-error freedom *of every* P'_i*: For every transition* $l \xrightarrow{a} l'$ *of* P'_i*, with* $a \equiv b \rightarrow f$*, prove*

$$\models Q_l \wedge b \rightarrow (Q_{l'} \circ f) \wedge Def(f) \;\; ,$$

und die zweite Klausel von Punkt (v) gelöscht werden; wobei zudem gefordert wird, dass g in Punkt (i) und h in Punkt (v) totale Funktionen sind.

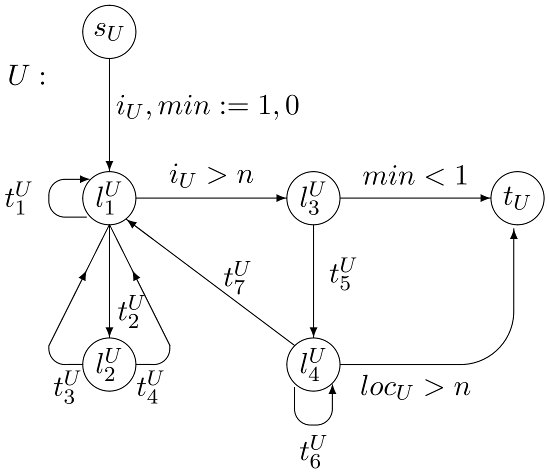
Zeigen Sie, dass die resultierende Methode korrekt und semantisch vollständig ist.

Aufgabe 4 befindet sich auf der Rückseite.

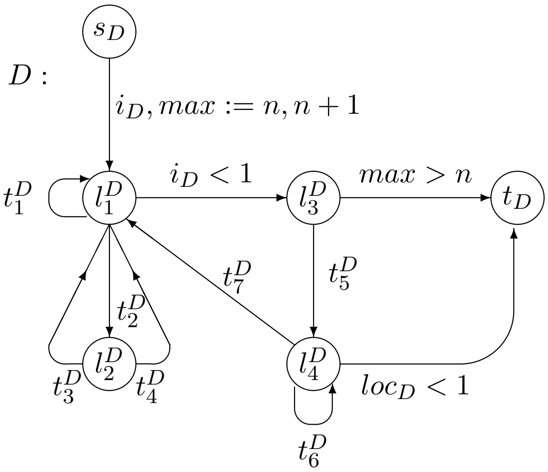
Aufgabe 4 (4 Punkte) Beweisen Sie für $P \equiv U \parallel D$:

$$\models \{\varphi\}P\{\psi\} \text{ mit}$$

$$\begin{array}{rcl} \varphi & \overset{\text{def}}{=} & n \in \mathbb{N} \wedge \forall i \in \mathbb{N} : A[i] = X[i] \wedge A[0] = \infty \wedge A[n+1] = -\infty \\ & \wedge & \forall i \in \mathbb{N} : B[i] = \bot \\ \psi & \overset{\text{def}}{=} & \exists f \in \{1...n\} \to \{1...n\} : f \text{ bijektiv} \wedge \forall i \in \{1..n\} : X[i] = B[f(i)] \\ & \wedge & \forall i \in \mathbb{N} : 2 \le i \le n \to B[i-1] \le B[i] \end{array}$$



$$\begin{array}{lcl} t_1^U & : & i_U \le n \wedge A[i_U] = \bot \to i_U := i_U + 1 \\ t_2^U & : & i_U \le n \wedge A[i_U] \ne \bot \\ t_3^U & : & A[i_U] \ge A[min] \to i_U := i_U + 1 \\ t_4^U & : & A[i_U] < A[min] \to i_U, min := i_U + 1, i_U \\ t_5^U & : & min \ge 1 \to loc_U := 1 \\ t_6^U & : & loc_U \le n \wedge B[loc_U] \ne \bot \to loc_U := loc_U + 1 \\ t_7^U & : & loc_U \le n \wedge B[loc_U] = \bot \\ & & \to A[min], B[loc_U], i_U, min \\ & & \quad := B[loc_U], A[min], 1, 0 \end{array}$$



$$\begin{array}{lcl} t_1^D & : & i_D \ge 1 \wedge A[i_D] = \bot \to i_D := i_D - 1 \\ t_2^D & : & i_D \ge 1 \wedge A[i_D] \ne \bot \\ t_3^D & : & A[i_D] \le A[max] \to i_D := i_D - 1 \\ t_4^D & : & A[i_D] > A[max] \to i_D, max := i_D - 1, i_D \\ t_5^D & : & max \le n \to loc_D := n \\ t_6^D & : & loc_D \ge 1 \wedge B[loc_D] \ne \bot \to loc_D := loc_D - 1 \\ t_7^D & : & loc_D \ge 1 \wedge B[loc_D] = \bot \\ & & \to A[max], B[loc_D], i_D, max \\ & & \quad := B[loc_D], A[max], n, n+1 \end{array}$$

Bonusaufgaben

1. (2 Punkte) Beweisen oder widerlegen Sie: $\models \{\varphi\}U\{\psi\}$.
2. (2 Punkte) Beweisen oder widerlegen Sie $\models \{\varphi\}U \parallel D \parallel D\{\psi\}$.