

Opgave 1

- Geef de definitie van sterke bisimulatie voor een relatie S en de definitie van sterke bisimilariteit $P \sim Q$ voor twee agenten P, Q . (10 ptn.)
- Bewijs $P|(Q|R) \sim (P|Q)|R$. (15 ptn.)

Opgave 2 Een variabele X heet 'sequential' in een expressie E als X alleen onder een prefix- of sommatie-constructie van E voorkomt. X heet 'guarded' in E als X in een sub-expressie $\ell.F$ van E voorkomt.

- Stel $A \stackrel{\text{def}}{=} a.a.A$, $B \stackrel{\text{def}}{=} a.C$ en $C \stackrel{\text{def}}{=} a.B$. Bewijs dat $A = B$. (15 ptn.)
- Formuleer de voor onderdeel a) relevante stelling betreffende unieke oplossingen van vergelijkingen. (10 ptn.)

Opgave 3

- Een eenvoudige scheduler wordt b.v. gespecificeerd door

$$\begin{aligned} \text{Spec} &\stackrel{\text{def}}{=} \text{Spec}(1, \emptyset) \\ \text{Spec}(i, X) &\stackrel{\text{def}}{=} \sum_{j \in X} b_j. \text{Spec}(i, X - \{j\}) \quad \text{if } i \in X \\ \text{Spec}(i, X) &\stackrel{\text{def}}{=} a_i. \text{Spec}(i+1, X \cup \{i\}) + \sum_{j \in X} b_j. \text{Spec}(i, X - \{j\}) \quad \text{if } i \notin X \end{aligned}$$

waarbij $n > 0$, $1 \leq i \leq n$, $X \subseteq \{1, \dots, n\}$, en $i+1$, $i-1$, etc. berekend modulo n . Toon aan dat $\text{Spec} \stackrel{a_1 a_2 b_1 a_3 b_3 b_2}{\Longrightarrow} \text{Spec}$. (10 ptn.)

- Een implementatie Sched van de scheduler uit onderdeel a) wordt gegeven door

$$\begin{aligned} \text{Sched} &\stackrel{\text{def}}{=} (A_1 | D_2 | \dots | D_n) \backslash L \\ \text{waarbij, voor } i = 1, \dots, n, \quad &A_i \stackrel{\text{def}}{=} a_i.C_i, \quad C_i \stackrel{\text{def}}{=} c_i.E_i, \quad E_i \stackrel{\text{def}}{=} b_i.D_i + \bar{c}_{i-1}.B_i, \quad B_i \stackrel{\text{def}}{=} b_i.A_i, \quad D_i \stackrel{\text{def}}{=} \\ &\bar{c}_{i-1}.A_i \text{ en } L = \{c_1, \dots, c_n\} \text{ met } i+1, i-1, \text{ etc. berekend modulo } n. \text{ Stel } n = 3. \text{ Laat zien dat} \\ \text{Sched} &\stackrel{a_1 a_2 b_1 a_3 b_3 b_2}{\Longrightarrow} \text{Sched}. \quad (15 \text{ ptn.}) \end{aligned}$$

Opgave 4

- Geef de definitie zwak bisimilariteit ' $\approx$ ' voor agenten. (10 ptn.)
- Geef de definitie van gelijkheid '=' voor agenten. (10 ptn.)
- Geef een voorbeeld waarvoor $P \approx Q$ maar $P \neq Q$. Motiveer het antwoord. (5 ptn.)