

Tecniche di Specifica e Dimostrazione

Prova scritta del 30 maggio 2005

Esercizio 1 (12 punti)

Si consideri il comando IMP **while** b **do** c **for** n **times**, con n numero naturale, avente la seguente semantica operazionale:

$$\frac{\langle b, \sigma \rangle \rightarrow F}{\langle \mathbf{while} \ b \ \mathbf{do} \ c \ \mathbf{for} \ n + 1 \ \mathbf{times}, \sigma \rangle \rightarrow \sigma}$$
$$\frac{\langle b, \sigma \rangle \rightarrow T \quad \langle c, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'' \quad \langle \mathbf{while} \ b \ \mathbf{do} \ c \ \mathbf{for} \ n \ \mathbf{times}, \sigma'' \rangle \rightarrow \sigma'}{\langle \mathbf{while} \ b \ \mathbf{do} \ c \ \mathbf{for} \ n + 1 \ \mathbf{times}, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

Si osservi che non esistono regole di inferenza per **while** b **do** c **for** 0 **times**. Si dimostri l'equivalenza tra semantica operazionale e denotazionale anche per il nuovo costrutto, con $\mathcal{C}[\mathbf{while} \ b \ \mathbf{do} \ c \ \mathbf{for} \ n \ \mathbf{times}] = \Gamma^n \perp$, dove al solito $\Gamma = \lambda\varphi.\lambda\sigma.\mathcal{B}[b]\sigma \rightarrow \varphi^*(\mathcal{C}[c]\sigma), \sigma$.

Esercizio 2 (12 punti)

Si modifichi la semantica di HOFL assumendo per il condizionale la seguente semantica operazionale:

$$\frac{t_0 \rightarrow 0 \quad t_1 \rightarrow c_1 \quad t_2 \rightarrow c_2}{\mathbf{if} \ t_0 \ \mathbf{then} \ t_1 \ \mathbf{else} \ t_2 \rightarrow c_1} \quad \frac{t_0 \rightarrow n \quad n \neq 0 \quad t_1 \rightarrow c_1 \quad t_2 \rightarrow c_2}{\mathbf{if} \ t_0 \ \mathbf{then} \ t_1 \ \mathbf{else} \ t_2 \rightarrow c_2}$$

Si fornisca la corrispondente semantica denotazionale e si dimostri che anche per la semantica modificata $t \rightarrow c$ implica $\llbracket t \rrbracket = \llbracket c \rrbracket$. Si calcoli infine la semantica operazionale e quella denotazionale di (*fact* 0), con *fact* = *rec* $f.\lambda x.$ **if** x **then** 1 **else** $x \times (f \ x - 1)$, controllando che coincidano.

Esercizio 3 (6 punti)

Si consideri la semantica weak $p \xRightarrow{s} q$ del CCS definita come:

$$p \xRightarrow{\varepsilon} q \text{ se e solo se } p \xrightarrow{\tau} \dots \xrightarrow{\tau} q \text{ or } p = q \quad p \xRightarrow{s\lambda} q \text{ se e solo se } p \xRightarrow{s} \lambda \xRightarrow{\varepsilon} q$$

Si considerino ora gli agenti CCS

$$p_1 = a.nil \quad q_1 = \tau.a.nil \quad p_2 = p_1 + b.nil \quad q_2 = q_1 + b.nil$$

e si calcoli l'insieme S di tutti gli agenti raggiungibili da essi con transizioni weak \xRightarrow{s} . Si applichi quindi iterativamente a $S \times S$ l'operatore Φ di bisimulazione

$$p \Phi(R) q = \begin{array}{l} p \xRightarrow{s} p' \text{ implica } q \xRightarrow{s} q' \text{ e } p' R q' \\ q \xRightarrow{s} q' \text{ implica } p \xRightarrow{s} p' \text{ e } p' R q'. \end{array}$$

fino a raggiungere il punto fisso. Si osservi dal risultato che p_1 e q_1 sono bisimilari mentre p_2 e q_2 non lo sono. Si concluda quindi che la relazione di bisimilarità non è una congruenza per il CCS weak.