

# Tecniche di Specifica e Dimostrazione

Prova scritta del 29 maggio 2007

## Esercizio 1 (12 punti)

Si consideri il nuovo costrutto **IMP**:

$$\mathbf{for } x := n, \dots, m \mathbf{ do } c$$

con la seguente semantica operazionale:

$$\frac{\langle \mathbf{while } x \leq m \mathbf{ do } (c; x := x + 1), \sigma[n/x] \rangle \rightarrow \sigma'}{\langle \mathbf{for } x := n, \dots, m \mathbf{ do } c, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'[\sigma(x)/x]}$$

e si dimostri che il contenuto della locazione  $x$  non viene modificato dall'esecuzione del nuovo comando, cioè che  $\langle \mathbf{for } x := n, \dots, m \mathbf{ do } c, \sigma \rangle \rightarrow \sigma''$  implica  $\sigma(x) = \sigma''(x)$ .

Si fornisca per il nuovo costrutto una semantica denotazionale e si dimostri l'equivalenza tra le due semantiche.

## Esercizio 2 (12 punti)

Si ridefinisca la semantica operazionale dell'operazione di moltiplicazione nel linguaggio HOFL come segue:

$$\frac{t_1 \rightarrow n_1 \quad t_2 \rightarrow n_2}{t_1 \times t_2 \rightarrow n_1 \times n_2} \quad \frac{t_1 \rightarrow 0}{t_1 \times t_2 \rightarrow 0}$$

Si dimostri per induzione strutturale che, anche con la nuova definizione, l'operazione di moltiplicazione è deterministica, cioè che  $t_1 \times t_2 \rightarrow n$  e  $t_1 \times t_2 \rightarrow n'$  implica  $n = n'$ . Si osservi però che ora per il termine (ben tipato?)  $t = 0 \times \mathit{rec } x.x$  non vale che  $t \rightarrow c$  implica  $\llbracket t \rrbracket \rho = \llbracket c \rrbracket \rho$ .

Si ridefinisca quindi anche la semantica denotazionale della moltiplicazione e si dimostri che  $t_1 \times t_2 \rightarrow c$  implica  $\llbracket t_1 \times t_2 \rrbracket \rho = \llbracket c \rrbracket \rho$ .

## Esercizio 3 (6 punti)

Si considerino gli agent CCS

$$p = \mathit{rec } x.abx + bax \quad q = ((\mathit{rec } x.a\bar{c}x)|\mathit{rec } x.bcx) \setminus c$$

si calcolino tutti gli stati raggiungibili da  $p$  e  $q$  nel sistema di transizione **weak** ( $\Rightarrow$ ) e, utilizzando il metodo di calcolo iterativo del punto fisso, li si partizioni nelle classi di bisimilarità weak, osservando come  $p$  e  $q$  siano bisimilari. Per ogni classe si determini quindi una formula della logica Hennessy-Milner che valga per gli elementi di questa e non delle altre.