

# Tecniche di Specifica e Dimostrazione

Prova scritta del 4 febbraio 2009

## Esercizio 1 (7 punti)

Si estenda IMP con il comando

$$r = \text{repeat } c_0 \text{ test } b \text{ then } c_1$$

con la semantica informale di eseguire ripetutamente prima  $c_0$ , poi il test (si termina se risulta falso) ed infine  $c_1$ . Si fornisca (i) la semantica operativa e (ii) quella denotazionale del nuovo comando e si dimostri l'equivalenza

$$r \sim c_0 ; \text{if } b \text{ then } c_1 ; r \text{ else skip}$$

sia (iii) usando la semantica operativa sia (iv) quella denotazionale.

## Esercizio 2 (10 punti)

Si studi l'insieme  $V^* \cup V^* \perp \cup V^\infty$  delle stringhe finite ( $V^* \perp$ ), terminate ( $V^*$ ) e infinite ( $V^\infty$ ) sull'alfabeto  $V \cup \{\perp\}$ ,  $V = \{a, b\}$ , con l'ordinamento  $\alpha \sqsubseteq \beta$  e  $\alpha \perp \sqsubseteq \alpha \beta$ , dove la giustapposizione indica la concatenazione tra stringhe e  $\alpha \beta = \alpha$  se  $\alpha$  è infinita. A parole, data una stringa, si può ottenere una stringa maggiore di questa nell'ordinamento solo sostituendo  $\perp$  (se c'è) con una stringa qualsiasi.

- La struttura  $\langle V^* \cup V^* \perp \cup V^\infty, \sqsubseteq \rangle$  è un ordinamento parziale?
- La funzione definita come  $f(\alpha x) = \alpha x$ , con  $x = a, b$ ;  $f(\alpha \perp) = \alpha$  e  $f(\epsilon) = \epsilon$  con  $\epsilon$  la stringa vuota, è monotona?
- È un ordinamento parziale completo? Esiste l'elemento minimo? Quali sono gli elementi massimali?

## Esercizio 3 (9 punti)

Si consideri il termine HOFL:

$$\text{map} = \lambda f. \lambda x. ((f \text{fst}(x)), (f \text{snd}(x)))$$

che prenda una funzione  $f$  e una coppia  $x$  e ritorna la coppia ottenuta applicando  $f$  ad entrambi gli elementi di  $x$ . Si assegni a  $\text{map}$  il tipo più generale. Si consideri quindi il termine:

$$\text{term} = ((\text{map } \lambda z. z) (0, t)) \quad \text{con} \quad [t]\rho = [0]$$

e se ne calcoli sia la forma canonica sia (per sommi capi) la semantica denotazionale. Si forniscano infine due termini chiusi  $t_1$  e  $t_2$  tali che i termini  $\text{term}[t_1/t]$  e  $\text{term}[t_2/t]$  abbiano la stessa semantica denotazionale ma diverse forme canoniche.

## Esercizio 4 (4 punti)

Dati gli agenti CCS

$$p = \alpha.\alpha.(\beta.\text{nil} + \gamma.\text{nil}) \quad \text{e} \quad q = \alpha.(\alpha.\beta.\text{nil} + \alpha.\gamma.\text{nil})$$

si faccia vedere che  $p$  e  $q$  non sono bisimilari. Si determini quindi una formula della logica Hennessy-Milner che distingua  $p$  da  $q$ .