

Prova scritta di Linguaggi - 01.02.2016

Si consideri il linguaggio $Lang$:

$$\begin{aligned}
 E \in Lang ::= & x \mid l \mid n \mid \text{true} \mid \text{false} \mid \{lab_1 = E_1, \dots, lab_k = E_k\} \mid \\
 & \text{ref } E \mid E_1 + E_2 \mid E_1 \text{ or } E_2 \mid \neg E \mid \\
 & \#lab E \mid !E \mid \text{let } x : T = E_1 \text{ in } E_2 \mid \\
 & E_1 := E_2 \mid E_1; E_2 \mid \text{skip} \mid \\
 & \text{fun}(x : T) \Rightarrow E \mid E_1 E_2 \mid \text{fix}.E
 \end{aligned}$$

- (6 punti) Formalizzare la *statica* del linguaggio $Lang$ fornendo: i) una grammatica dei tipi ammessi nel linguaggio; ii) un sistema per il tipaggio; iii) un sistema per il sottotipaggio.

- (7 punti) Dire, giustificando *formalmente* la risposta, se il termine

$$\begin{aligned}
 & \text{let } x : T_1 = (\text{fun}(y : \text{int}) \Rightarrow \{a = y, b = y+y\})5 \text{ in} \\
 & \text{fn } h : T_2 \Rightarrow ((\text{fix}.h)((\text{fn } z : \text{ref}\{a:\text{int}\} \Rightarrow \{a = \#a y, b = \#a y + \#a y\})(\text{ref } x)))
 \end{aligned}$$

è ben tipato o meno, al variare dei tipi T_1 e T_2 .

- (6 punti) Formalizzare la *dinamica* del linguaggio definito al punto 1, attraverso una semantica small-step in stile *call-by-name*.
- (7 punti) Si consideri il seguente linguaggio:

$$\begin{aligned}
 E \in Lang ::= & x \mid l \mid n \mid \text{true} \mid \text{false} \mid \\
 & E_1 + E_2 \mid E_1 \text{ or } E_2 \mid \neg E \mid !l \mid \\
 & \text{let } x : T = E_1 \text{ in } E_2 \mid l := E \mid E_1; E_2 \mid \text{skip} \mid \\
 & \text{fun}(x : T) \Rightarrow E \mid E_1 E_2 \mid \text{fix}.E \\
 & E_1 \parallel E_2 \mid E_1 \oplus E_2 \mid \text{await } E_1 \text{ protect } E_2 \text{ end}
 \end{aligned}$$

dove l'operatore \oplus denota la scelta non deterministica. Si fornisca type system e semantica operativa per i soli costrutti concorrenti, in CBN. Provare *formalmente* se le seguenti leggi algebriche sono vere o false:

- $E_1 \oplus E_2 \lesssim_{\Gamma} (\text{skip}; E_1) \oplus (\text{skip}; E_2)$
- $E_1 \oplus E_2 \gtrsim_{\Gamma} (\text{skip}; E_1) \oplus (\text{skip}; E_2)$
- $E_1 \oplus E_2 \approx_{\Gamma} (\text{skip}; E_1) \oplus (\text{skip}; E_2)$

- (5 punti) Si consideri il seguente linguaggio:

$$E \in Lang ::= x \mid n \mid E_1 + E_2 \mid \text{fun}(x : T) \Rightarrow E \mid E_1 E_2$$

Se ne dia un sistema di tipi e una semantica operativa in stile CBV. Dopodiché si provi formalmente il teorema di progress per il linguaggio in questione.