

Prova scritta di Linguaggi - 18.07.2018

Si consideri il linguaggio funzionale $Lang$ definito sui numerali:

$$E \in Lang ::= x \mid l \mid n \mid \text{true} \mid \text{false} \mid E + E \mid E_1 = E_2 \mid \\ \text{if } E \text{ then } E \text{ else } E \mid \text{let } x = E \text{ in } E \mid \text{fun}(x : T) \Rightarrow E \\ EE \mid \text{fix}.E \mid x := E \mid !l$$

1. (4 punti) Formalizzare la *statica* del linguaggio $Lang$ fornendo un sistema di tipi con giudizi della forma $\Gamma \vdash E : T$, per appropriati tipi T definiti dal candidato.
2. (8 punti) Una volta definito il sistema di tipi, dire, giustificando *formalmente* la risposta, se il termine

$$Term = (\text{fun}(f : T_1) \Rightarrow f \text{ fib}) (\text{fun}(g : T_2) \Rightarrow ((\text{fun}(h : T_3) \Rightarrow g(\text{fix}.h))\text{fib}))$$

è ben tipato o meno, al variare dei tipi T_1 , T_2 e T_3 . Dove **fib** deve essere definito con cura dal candidato come il funzionale il cui punto fisso ritorna la funzione di Fibonacci.

3. (6 punti) Formalizzare la *dinamica* del linguaggio tipato $Lang$ attraverso una semantica small-step in stile *call-by-name*, \rightarrow_{cbn} . Definire, per differenza, una semantica small-step in stile *call-by-value*, \rightarrow_{cbv} . Verificare formalmente la consistenza tra le due diverse semantiche per programmi che non divergono.
4. (6 punti) Fornire una versione della semantica operativa del linguaggio in stile *call-by-value, right-to-left*. Verificare formalmente la consistenza tra questa semantica e la *call-by-value, left-to-left*, già definita precedentemente.
5. (8 punti) Si consideri il seguente linguaggio su numerali:

$$A \in Lang ::= n \mid x \mid l \mid A + A \mid x := A \mid \text{let } x = A \text{ in } A$$

Darne una semantica operazione small-step in stile CBN e un sistema di tipi. Dopodiché:

- definire la proprietà di preservazione dei tipi e provarla formalmente
- definire la proprietà di assenza di deadlock e provarla formalmente.