

## Prova scritta di Linguaggi - 16.09.2014 (prof. Merro)

Si consideri il linguaggio funzionale  $Lang$ :

$$E \in Lang ::= x \mid \text{true} \mid \text{false} \mid E_1 \text{ or } E_2 \mid \neg E \mid \\ \text{let } x = E_1 \text{ in } E_2 \mid \text{fun}(x : T) \Rightarrow E \mid E_1 E_2 \\ \text{fix}.E$$

- (6 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.
- (6 punti) Una volta definito il sistema di tipi, dire, giustificando *formalmente* la risposta, se il termine

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

è ben tipato o meno, al variare dei tipi  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ .

- (6 punti) Formalizzare la *dinamica* del linguaggio tipato  $Lang$  attraverso una semantica small-step in stile *call-by-name*,  $\longrightarrow_{cbn}$ . Definire, per differenza, una semantica small-step in stile *call-by-value*,  $\longrightarrow_{cbv}$ .
- (6 punti) Mostrare (eventualmente con un esempio) perchè la definizione della semantica del punto fisso in stile call-by-name non funziona per valutazioni call-by-value. Far vedere come il problema viene risolto con la definizione in stile call-by-value.
- (7 punti) Si consideri il seguente linguaggio su numerali:

$$A \in Lang ::= n \mid A + A \mid x \mid x := A$$

Darne una semantica operazione in stile small-step e un sistema di tipi. Dopodichè definire la proprietà di preservazione dei tipi e provarla formalmente.