

Theorie der Programmierung

Wintersemester 2006/07

Übungsblatt 5

Aufgabe 1

Versuchen Sie, die folgenden Ausdrücke so durch Typen zu ergänzen, dass wohlgetypte Ausdrücke entstehen. Gelingt das in allen Fällen?

- a. $\text{let } f = \lambda x. \text{if } x = 0 \text{ then } 1 \text{ else } f(x - 1)$
 $\text{in } f\ 3$
- b. $\text{let } f = \lambda x. \text{true}$
 $\text{in let } f = \lambda x. \text{if } x = 0 \text{ then } 1 \text{ else } f(x - 1)$
 $\text{in } f\ 3$
- c. $\text{let } x = \text{true}$
 $\text{in let } f = \lambda y. x$
 $\text{in let } x = 2$
 $\text{in } f\ x$
- d. $\text{let } g = \lambda x. \text{true}$
 $\text{in let } f = \lambda x. g\ x$
 $\text{in let } g = \lambda x. x * x$
 $\text{in } f\ (g\ 2)$
- e. $\lambda x. x\ x$

Aufgabe 2

Führen Sie den Beweis von Satz 3 (“Preservation”) zu Ende.

Aufgabe 3

Machen Sie sich am Beispiel des Ausdrucks

$$e = \text{let } g = \lambda x : \text{int}. x + y \\ \text{in } \lambda y : \text{bool}. \text{if } y \text{ then } g\ 1 \text{ else } g\ 2$$

noch einmal klar, warum Preservation auch für Ausdrücke mit frei vorkommenden Namen gilt. Bestimmen Sie dazu

- die Typherleitung für e in einer passenden Typumgebung Γ ,
- den ersten small step $e \rightarrow e'$,
- die Typherleitung für e' in Γ

und vergleichen Sie die beiden Typherleitungen miteinander.

Aufgabe 4

Führen Sie den Beweis von Satz 4 (“Progress”) zu Ende.

Aufgabe 5

Gelten die in der Vorlesung bewiesenen Sätze (Preservation, Progress und Safety) auch für die in Aufgabe 2 von Übungsblatt 2 eingeführte *call by name*-Semantik? Begründen Sie Ihre Antwort.