

Übungen zur Vorlesung Formale Spezifikation und Verifikation

Blatt 9

Aufgabe 9-1 Geben Sie eine Herleitung des folgenden Urteils an.

$$(\text{fun}_F f x \Rightarrow \text{if } x = 0 \text{ then } 1 \text{ else } x * (f (x - 1))) 3 \longrightarrow 6$$

Aufgabe 9-2 In dieser Aufgabe betrachten wir das polymorphe Typsystem.

Gegeben sei ein Term e , für den das Typurteil $\emptyset \vdash e : \text{int} \rightarrow (\tau \rightarrow \tau) \rightarrow (\tau \rightarrow \tau)$ für jeden beliebigen Typ τ im herleitbar ist.

Geben Sie eine Herleitung für

$$\emptyset \vdash \text{fn } x \Rightarrow \text{let } i = e \text{ in } i x (i x) (\text{fn } x \Rightarrow x + 1) 0 : \text{int} \rightarrow \text{int}$$

im polymorphen Typsystem an.

Aufgabe 9-3 Welche der folgenden Typurteile sind im Typsystem mit Annotationen für die Kontrollflussanalyse korrekt?

a) $\text{fun}_X f x \Rightarrow x (\text{fn}_Y y \Rightarrow f x y) : ((\alpha \xrightarrow{\{X\}} \alpha) \xrightarrow{\{Z\}} (\alpha \xrightarrow{\{Y\}} \alpha)) \xrightarrow{\{X\}} (\alpha \xrightarrow{\{Y\}} \alpha)$

b) $\text{fun}_X f x \Rightarrow x (\text{fn}_Y y \Rightarrow f x y) : ((\alpha \xrightarrow{\{Y\}} \alpha) \xrightarrow{\{Z\}} (\alpha \xrightarrow{\{Y\}} \alpha)) \xrightarrow{\{X\}} (\alpha \xrightarrow{\{Y\}} \alpha)$

c) $\text{fun}_X f x \Rightarrow x (\text{fn}_Y y \Rightarrow f x y) : ((\alpha \xrightarrow{\{Y\}} \alpha) \xrightarrow{\{V\}} (\alpha \xrightarrow{\{Z\}} \alpha)) \xrightarrow{\{X\}} (\alpha \xrightarrow{\{Z\}} \alpha)$

d) $\text{fun}_X f x \Rightarrow x (\text{fn}_Y y \Rightarrow f x y) : ((\alpha \xrightarrow{\{X,Y\}} \alpha) \xrightarrow{\{X,V\}} (\alpha \xrightarrow{\{Z\}} \alpha)) \xrightarrow{\{X\}} (\alpha \xrightarrow{\{X,Z\}} \alpha)$