

Übungen zur Vorlesung Formale Spezifikation und Verifikation

Blatt 9

Aufgabe 9-1 Geben Sie eine Herleitung des folgenden Urteils

$$(\text{recfun } f \ x \rightarrow \text{if } x = 0 \text{ then } 1 \text{ else } x * (f \ (x - 1))) \ 1 \Downarrow v$$

in der operationellen Semantik für einen geeigneten Wert v an.

Aufgabe 9-2 Geben Sie einen Term e vom Typ $\text{int} \rightarrow \text{bool}$ in der funktionalen Sprache an, der einen Primzahltest implementiert. Es soll also zum Beispiel $e \ 13 \Downarrow \text{true}$ und $e \ 6 \Downarrow \text{false}$ gelten.

Hinweis: Nehmen Sie an, dass die arithmetischen Operationen auf int wie in Java realisiert sind. Dann können Sie mit dem Gleichheitstest $e_1 = e_2 * (e_1 / e_2)$ überprüfen, ob e_2 ein Teiler von e_1 ist.

Aufgabe 9-3 In Java gibt es zwei binäre Operatoren $\&$ und $\&\&$ für die Konjunktion Boolescher Ausdrücke. Sie unterscheiden sich darin, dass bei der Auswertung von $e_1 \ \& \ e_2$ stets beide Ausdrücke e_1 und e_2 ausgewertet werden, während bei der Auswertung von $e_1 \ \&\& \ e_2$ der Ausdruck e_2 nur dann ausgewertet wird, wenn e_1 nicht bereits zu false ausgewertet.

Für die funktionale Sprache wurde in der Vorlesung nur der Operator $\&$ eingeführt. In dieser Aufgabe soll diese Sprache um den Operator $\&\&$ erweitert werden. Es soll also auch $e_1 \ \&\& \ e_2$ ein zulässiger Term sein.

- Erweitern Sie die operationelle Semantik der funktionalen Sprache um geeignete Regeln für $\&\&$.
- Geben Sie konkrete Terme e_1 und e_2 an, für die $e_1 \ \&\& \ e_2 \Downarrow \text{false}$ mit Ihren Regeln herleitbar ist, nicht aber $e_1 \ \& \ e_2 \Downarrow \text{false}$.

Aufgabe 9-4

- Geben Sie eine Herleitung von $\vdash \text{recfun } f \ x \rightarrow x \ (\text{fun } y \rightarrow f \ x \ y) : \tau$ für einen geeigneten Typen τ an.
- Berechnen Sie $\mathcal{W}(\emptyset, \text{recfun } f \ x \rightarrow x \ (\text{fun } y \rightarrow f \ x \ y))$.

Abgabe: Sie können Ihre Lösungen bis Mittwoch, den 29.6., um 16:00 Uhr über UniWorX abgeben.