

---

## Semantik von Programmiersprachen – SS 2012

<http://pp.info.uni-karlsruhe.de/lehre/SS2012/semantik>

---

### Blatt 4: Big-Step- und Small-Step-Semantik

Besprechung: 15.05.2012

---

#### 1. Semantik mit Ausführungszeiten (H)

Die Big-Step-Semantik für While berücksichtigt nicht, wie viele Schritte die Ausführung eines Programms benötigt. Dies sollen Sie in dieser Aufgabe modellieren:

- Definieren Sie, auf Papier oder in Prolog, eine Auswertungsrelation  $\langle c, \sigma \rangle \Downarrow_t \sigma'$  mit der Bedeutung, dass die Ausführung von  $c$  im Anfangszustand  $\sigma$  im Endzustand  $\sigma'$  endet und dafür  $t$  Schritte benötigt. Finden Sie dafür eine geeignete Definition, was ein Schritt sein soll.
- Beschreiben Sie formal, in welcher Beziehung  $\langle c, \sigma \rangle \Downarrow \sigma'$  und  $\langle c, \sigma \rangle \Downarrow_t \sigma'$  stehen. Wie würde man diese Beziehung beweisen?
- Überprüfen Sie, welche der folgenden Eigenschaften der Big-Step-Semantik  $\langle c, \sigma \rangle \Downarrow \sigma'$  sich auf  $\langle c, \sigma \rangle \Downarrow_t \sigma'$  übertragen lassen. Formulieren Sie die Aussagen entsprechend. Wie müssten die Beweise angepasst werden?
  - Schleifenabwicklungslemma (Lem. 1)
  - Determinismus (Thm. 2)
  - Äquivalenz zwischen Big-Step- und Small-Step-Semantik (Kor. 10)

#### 2. Operationale Small-Step-Semantik für Ausdrücke (Ü)

Die Big-Step und Small-Step-Semantiken verwenden für Ausdrücke die Semantikfunktionen  $\mathcal{A}[\_]$  und  $\mathcal{B}[\_]$ , die für alle Ausdrücke und Zustände definiert sind und in einem Schritt das Ergebnis liefern. In dieser Aufgabe sollen auch diese Ausdrücke mit einer Small-Step-Semantik schrittweise ausgewertet werden.

- Definieren Sie eine Einzschrittauswertungsrelation  $\sigma \vdash \langle a \rangle \rightarrow_{\mathbf{A}} \langle a' \rangle$  für arithmetische Ausdrücke und entsprechend  $\sigma \vdash \langle b \rangle \rightarrow_{\mathbf{B}} \langle b' \rangle$  für boolesche Ausdrücke, die einen einzelnen Schritt der Auswertung des Ausdrucks  $a$  bzw.  $b$  im Zustand  $\sigma$  zum Ausdruck  $a'$  bzw.  $b'$  beschreibt.
- Passen Sie die Regeln der Small-Step-Semantik  $\langle \_, \_ \rangle \rightarrow_1 \langle \_, \_ \rangle$  an, sodass diese die neuen Relationen  $\_ \vdash \langle \_ \rangle \rightarrow_{\mathbf{A}} \langle \_ \rangle$  und  $\_ \vdash \langle \_ \rangle \rightarrow_{\mathbf{B}} \langle \_ \rangle$  an Stelle von  $\mathcal{A}[\_]$  und  $\mathcal{B}[\_]$  verwendet.
- Identifizieren Sie die blockierten Ausdrücke bezüglich  $\_ \vdash \langle \_ \rangle \rightarrow_{\mathbf{A}} \langle \_ \rangle$  und  $\_ \vdash \langle \_ \rangle \rightarrow_{\mathbf{B}} \langle \_ \rangle$ . Zeigen Sie mit einem Fortschrittslemma, dass diese die einzigen blockierten Ausdrücke sind.
- Sind Ihre Small-Step-Semantiken deterministisch?
- In welcher Beziehung stehen Ihre Small-Step-Semantiken zu den Auswertungsfunktionen  $\mathcal{A}[\_]$  und  $\mathcal{B}[\_]$ ? Drücken Sie diese Beziehung formal aus. Überlegen Sie sich, wie Sie diese Beziehung beweisen könnten.