

## 2. Übungsblatt

**Ausgabe:** 29.04.21

**Abgabe:** 04.05.21 10:00

Dieses Übungsblatt ist ein PDF-Formular. Bitte in einem PDF-Viewer Ihrer Wahl ausfüllen, abspeichern und in Ihrem Gitlab-Abgabe-Repository committen. Alternativ können Sie die Lösungen in der Markdown-Datei `uebung-XX.md` eintragen und diese committen.

Gruppe:

Name:

Matrikelnummer:

Name:

Matrikelnummer:

Name:

Matrikelnummer:

### 2.1 Denotationale Semantik von Programmen

In der Vorlesung wurde die denotationale Semantik von C0 eingeführt. Wir wollen die denotationale Semantik  $\llbracket p \rrbracket_C$  für folgendes C0-Programms  $p$  ausrechnen. Die denotationale Semantik wollen wir als Funktionsgraphen angeben, d.h. als Menge von Wertepaaren.

```

1 while (0 < x) {
2   if (2*(x/2) == x) {
3     r = 2*r;
4   } else {
5     r = 3*r;
6   }
7   x = x-1;
8 }

```

Die Berechnung der Semantik erfolgt in zwei Schritten: zuerst berechnen wir die Semantik des Schleifenrumpfes (Zeile 2-7), und dann die Semantik der ganzen Schleife.

- (a) Berechnen Sie zuerst die denotationale Semantik für den Schleifenrumpfes, indem sie Zuordnung für Wertepaare die konkreten Werte  $x = 0, 1, \dots, 6$  und einen symbolischen Wert von  $r$  angeben (die erste Zeile ist schon ausgefüllt):

$x$	$r$	$x$	$r$
0	$r$	-1	$2r$
1	$r$		
2	$r$		
3	$r$		
4	$r$		
5	$r$		
6	$r$		

- (b) Geben Sie jetzt eine geschlossene symbolische Beschreibung<sup>1</sup> der Semantik des Schleifenrumpfes an:

<sup>1</sup>Eine Formel, welche die Werte von  $x$  und  $r$  nach der Ausführung des Rumpfes unter Nutzung der Werte  $s(x)$  und  $s(r)$  vor der Ausführung des Rumpfes angibt.

$$s'(x) =$$

$$\llbracket c \rrbracket_C = (s, s') \text{ mit}$$

$$s'(r) =$$

- (c) Berechnen Sie die denotationale Semantik für die "Auffaltung" der while-Schleife für die konkreten Werte  $x = 0, 1, \dots, 6$  in der folgenden Tabelle (dort fehlt natürlich der Eintrag  $\Gamma^0(s)$ , der immer nur die leere Relation ergibt.) Als Symbol für  $\perp$  können Sie einfach  $-$  verwenden.

$s$	$\Gamma^1(s)$	$\Gamma^2(s)$	$\Gamma^3(s)$	$\Gamma^4(s)$
$x \ r$	$x \ r$	$x \ r$	$x \ r$	$x \ r$
$0 \ r$				
$1 \ r$				
$2 \ r$				
$3 \ r$				
$4 \ r$				
$5 \ r$				
$6 \ r$				

$s$	$\Gamma^5(s)$	$\Gamma^6(s)$	$\Gamma^7(s)$
$x \ r$	$x \ r$	$x \ r$	$x \ r$
$0 \ r$			
$1 \ r$			
$2 \ r$			
$3 \ r$			
$4 \ r$			
$5 \ r$			
$6 \ r$			

- (d) Geben Sie jetzt eine geschlossene symbolische Beschreibung der Semantik der Schleife an:

$$s'(x) =$$

$$\llbracket w \rrbracket_C = (s, s') \text{ mit}$$

$$s'(r) =$$