

Übungen zur Vorlesung  
Programmanalyse  
Blatt 3

Prof. Dr. Roland Meyer,  
M. Sc. Sebastian Wolff,  
M. Sc. Peter Chini

Abgabe bis 21.11.2018 um 12 Uhr

**Aufgabe 3.1** (Selbststudium)

Studieren Sie Kapitel 3.2 des Skripts und machen Sie sich mit Datenflussanalysen vertraut.

**Aufgabe 3.2** (Distributivität)

Seien  $(D, \sqsubseteq)$  ein Verband und  $x, y \in D$ .

- a) Zeigen Sie: Ist  $f : D \rightarrow D$  monoton, so gilt  $f(x \sqcup y) \geq f(x) \sqcup f(y)$ .
- b)  $f : D \rightarrow D$  heißt *distributiv*, falls  $f(x \sqcup y) = f(x) \sqcup f(y)$  für alle  $x, y \in D$ .  
Zeigen Sie: Falls  $f$  distributiv ist, so ist  $f$  auch monoton.
- c) Sei  $(D, \sqsubseteq) = (\mathbb{P}(A), \subseteq)$  vollständig, wobei  $A$  endlich und  $\subseteq \in \{\subseteq, \supseteq\}$  anzunehmen ist. Ferner sei  $f_b : \mathbb{P}(A) \rightarrow \mathbb{P}(A)$  eine Transferfunktion mit der Abbildung

$$X \mapsto (X \setminus \text{kill}(b)) \cup \text{gen}(b),$$

wobei  $\text{kill}(b), \text{gen}(b) \in \mathbb{P}(A)$ . Zeigen Sie, dass  $f_b$  distributiv ist.

**Aufgabe 3.3** (Datenflussanalyse)

Betrachten Sie das folgende Programm (zu Anfang gelte  $x = y = z = 0$ ):

```
1:  $y := 3$ 
2: while  $z = 0$  do
3:    $z := 4$ 
4:    $x := -y$ 
5:   if  $y < 0$  then
6:      $x := y$ 
7:    $z := (z/2) - 2$ 
```

Führen Sie Datenflussanalysen für die folgenden Fragestellungen durch. Geben Sie jeweils den Kontrollflussgraphen  $G$ , den vollständigen Verband  $(D, \sqsubseteq)$ , den Initialwert  $i$  und die Transferfunktionen  $f_b$  an.

- a) Wenden Sie die *Very-Busy-Expressions-Analyse* an. Das heißt, berechnen Sie für jeden Block, welche Ausdrücke am Ausgang *very busy* sind.

Zur Erinnerung: Ein Ausdruck heißt *very busy* am Ausgang eines Blocks, falls der Ausdruck auf jedem Pfad, der von diesem Block ausgeht, verwendet wird, bevor eine der enthaltenen Variablen neu geschrieben wird.

- b) Entwerfen Sie ein neues Framework (*Constant Propagation*):

Für jeden Block sollen die Variablen berechnet werden, welche immer den selben Wert haben.

**Hinweis:** Die Transferfunktion ist in diesem Fall nicht von der Form

$$f_b(X) := (X \setminus \text{kill}(b)) \cup \text{gen}(b).$$

Verwenden Sie als Domäne  $(\mathbb{Z} \cup \{\perp, \top\})^{\text{Var}}$ , wobei z.B.  $(2, \top, \perp)$  bedeutet, dass  $x = 2$  eine Konstante ist,  $y$  keine Konstante ist und Sie über  $z$  nichts wissen.

**Abgabe bis 21.11.2018 um 12 Uhr im Kasten neben Raum 343**