

Übungen zur Vorlesung  
Formale Grundlagen der Programmierung  
Blatt 10

Prof. Dr. Roland Meyer  
Florian Furbach

Präsenzaufgaben

**Aufgabe 10.1** (Distributivität)

Sei  $(D, \leq)$  ein vollständiger Verband, der die aufsteigende Kettenbedingung (ACC) erfüllt. Zeigen Sie: Ist  $f$  distributiv, so gilt für alle  $Y \subseteq D, Y \neq \emptyset$ :  $f(\bigsqcup Y) = \bigsqcup \{f(y) \mid y \in Y\}$ .

**Aufgabe 10.2** (Programmverifikation)

Führen Sie eine Programmanalyse für das folgende Programm durch:

```
1:  $[y_1 := 1]^1$   
2: while  $[y_2 > 0]^2$  do  
3:    $[y_3 := 2]^3$ 
```

- Berechnen Sie für jeden Block des Programms die Menge an Variablen, die bis zum Erreichen des jeweiligen Blocks geschrieben wurden. Führen Sie diese Berechnung bis zum Fixpunkt durch.
- Welche abstrakte Domäne benutzen Sie? Gibt es mit Sicherheit einen Fixpunkt?

**Aufgabe 10.3** („Reachable Values“-Analyse)

Betrachten Sie das folgende Boolesche Programm.

```
1:  $[x := \text{true}]^1$ 
2:  $[y := \text{true}]^2$ 
3: while  $[x]^3$  do
4:    $[y := \neg x]^4$ 
5:   if  $[\neg y]^5$  then
6:      $[x := \neg x]^6$ 
7:      $[x := \neg y]^7$ 
```

Untersuchen Sie für jeden Block, welche Belegungen die Variablen am Eingang annehmen können. Benutzen Sie dazu das Datenflusssystem  $S = (G, (D, \subseteq), i, f)$ , mit  $D = \mathbb{P}(\text{false}^x, \text{true}^x, \text{false}^y, \text{true}^y)$  und  $i = \{\text{false}^x, \text{false}^y\} \in D$ , und gehen Sie wie folgt vor:

- a) Zeichnen Sie den Kontrollflussgraphen  $G$ .
- b) Geben Sie die Familie der Funktionen  $f = \{f_i : D \rightarrow D \mid 1 \leq i \leq 7\}$  an, wobei  $f_i$  den Effekt des Blocks mit Label  $i$  im Abstrakten imitiert.
- c) Geben Sie das durch  $S$  induzierte Gleichungssystem an.
- d) Geben Sie eine Lösung für obiges Gleichungssystem an.
- e) Weisen Sie nach, dass Ihre Lösung korrekt ist.