

Übungen zur Vorlesung
Bäume, Ordnungen und Anwendungen
Blatt 3

Prof. Dr. Roland Meyer

Abgabe bis 17.11.2015 um 14h

Aufgabe 3.1 (Distributivität)

Sei $(\mathbb{P}(A), \sqsubseteq)$ ein vollständiger Verband, wobei A endlich und $\sqsubseteq \in \{\subseteq, \supseteq\}$ 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. Damit haben Sie gezeigt, dass das Bitvektor-Framework ein distributives Framework ist.

Aufgabe 3.2 („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.

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 für b) und c) jeweils den Kontrollflussgraphen G , den vollständigen Verband (D, \leq) , 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. [vgl. Folie 25]

- b) Definieren Sie eine neue Analyse (*Def-Use-Analyse*):

Die Analyse soll für jede Zuweisung berechnen, in welchen Blöcken der neue Wert der Variable verwendet werden könnte.

- c) Entwerfen Sie ein neues, nicht distributives, Framework (*Constant Propagation*): Für jeden Block sollen die Ausdrücke berechnet werden, welche immer den selben Wert haben.

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

Welche weiteren Analysen wären sinnvoll, um das Programm zu optimieren?

Abgabe bis 17.11.2015 um 14h im Kasten neben Raum 34-401.4