

Modellierung, Analyse, Verifikation

Aufgabe 9 *Analyse nicht-initialisierter Variablen - monotonen Framework*

Entwerfen Sie eine Instanz eines monotonen Frameworks für die Analyse nicht-initialisierter Variablen aus Aufgabe 1 (Blatt 1). Geben Sie insbesondere alle sieben Komponenten an.

Aufgabe 10 *Analyse benötigter Ausdrücke*

Betrachten Sie folgendes WHILE-Programm:

```
while [a>0]1 do
  if [x=a+b]2
    then [y:=a*b]3
    else [z:=a*b]4
  fi;
  [a:=a-1]5
od
```

Führen Sie eine Analyse der benötigten Ausdrücke für dieses Programm durch, indem Sie den Worklist-Algorithmus verwenden. Geben Sie Ihre Zwischenschritte an!

Aufgabe 11 *Stark lebendige Variablen - monotonen Framework*

Wir verfeinern die Definition lebendiger Variablen zu stark lebendigen Variablen. Beispielsweise soll in dem Programmstück

$$[x:=1]^1; [y:=x]^2; [y:=1]^3$$

die Variable x am Ausgang von Block 1 nicht als stark lebendig gelten, da sie y zugewiesen wird und y nicht im ursprünglichen Sinne lebendig ist.

Wir sagen, eine Variable ist *schwach* am Ausgang eines Blocks, wenn sie entweder nicht lebendig ist oder wenn sie im folgenden nur auf der rechten Seite von Zuweisungen an schwache Variable benutzt wird. (Man beachte, dass diese Definition rekursiv ist.) Eine Ausgabevariable gilt nicht als schwach am Ende eines finalen Blocks. Eine Variable, die nicht schwach ist, heisst *stark lebendig*.

Entwerfen Sie eine Instanz eines monotonen Frameworks, mit der die Analyse stark lebendiger Variablen durchgeführt werden kann.

Hinweis: Hier ist es nicht zweckmäßig, die Transferfunktionen mit Hilfe von kill- und gen-Funktionen zu definieren.

Aufgabe 12 *Constant Propagation Framework*

Entwerfen Sie eine Instanz eines monotonen Frameworks, mit der folgende Analyse durchgeführt werden soll: wir wollen feststellen, ob eine Variable in einem Block immer einen festen konstanten Wert hat. Dieser Wert soll auch konkret bestimmt werden. Eine Optimierung kann

dann beispielsweise das Vorkommen dieser Variable durch diese Konstante ersetzen (Constant Folding).

Beispielsweise soll in folgendem Programmstück festgestellt werden, dass z am Eingang zu Block 4 den konstanten Wert 5 hat und w am Ausgang von Block 4 den konstanten Wert 25 hat.

```
[x:=2]1;  
[y:=3]2;  
[z:=x+y]3;  
[w:=z*z]4
```

Hinweis: Ein Potenzmengenverband ist hier als Verband L nicht so gut geeignet. Überlegen Sie sich, was Sie sich zu den einzelnen Variablen merken müssen und welche Ordnung auf den Analyseinformationen sinnvoll ist.