12. Übung (1.–5. Juli 2019)

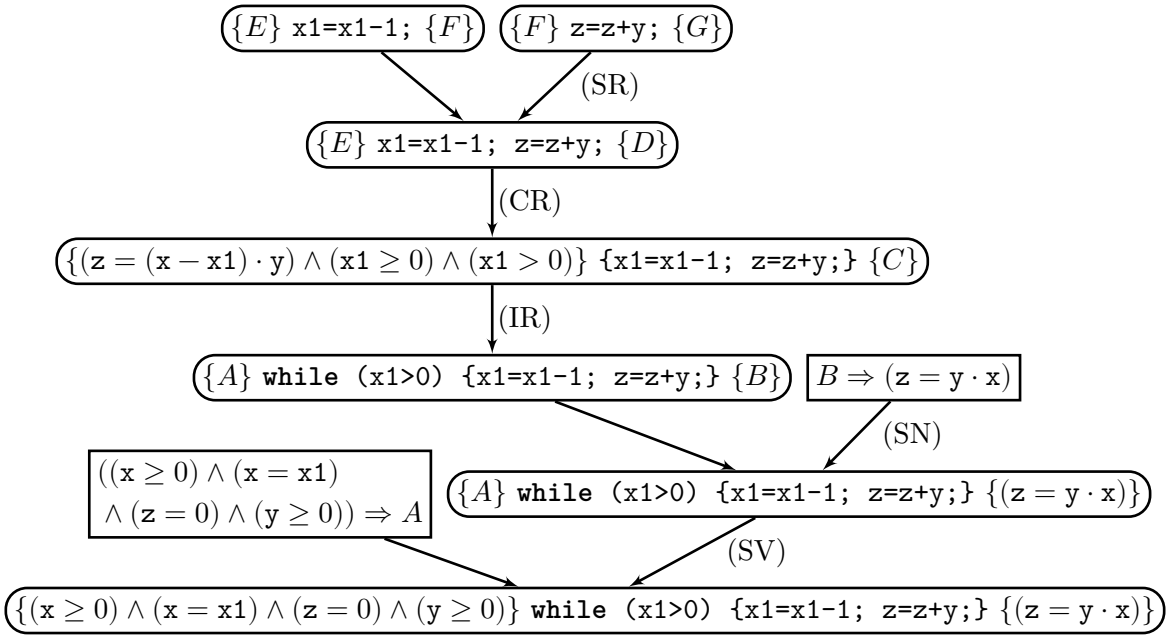
Programmierung

Aufgabe 1 (AGS 16.2)

Mit Hilfe des Hoare-Kalküls wurde für die Verifikationsformel

$$\{(\mathtt{x} \geq 0) \wedge (\mathtt{x} = \mathtt{x1}) \wedge (\mathtt{z} = 0) \wedge (\mathtt{y} \geq 0)\}\ \texttt{while (x1>0) \{x1=x1-1; z=z+y;\}}\ \{(\mathtt{z} = \mathtt{y} \cdot \mathtt{x})\}$$

der folgende korrekte Beweisbaum aufgestellt. Hierbei wurden jedoch nur die Ergebnisse der jeweils angewandten Regeln aufgeschrieben. Es gelten: SV = stärkere Vorbedingung, SN = schwächere Nachbedingung, IR = Iterationsregel, CR = Compoundregel, SR = Sequenzregel.



mit $F = (\mathtt{z} + \mathtt{y} = (\mathtt{x} - \mathtt{x1}) \cdot \mathtt{y}) \wedge (\mathtt{x1} \geq 0)$

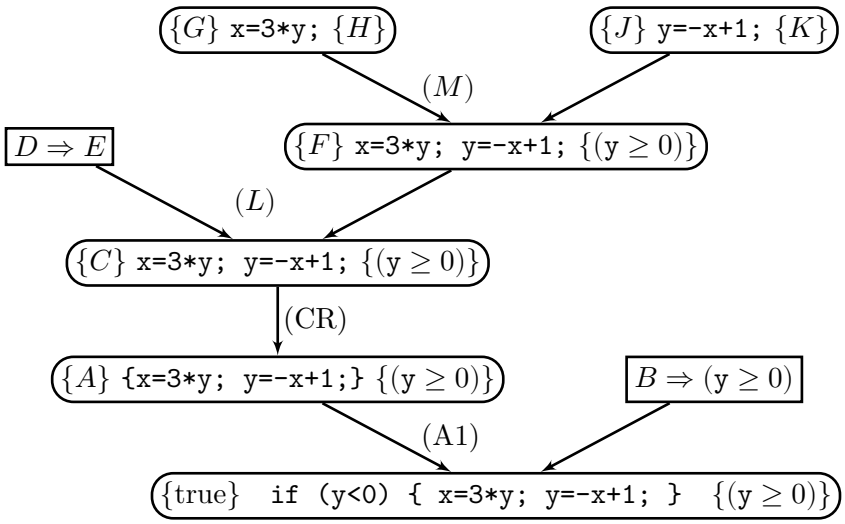
(a) Geben Sie die Schleifeninvariante an.

(b) Geben Sie die Ausdrücke für A, B, C, D, E und G an.

(c) Zeigen Sie die Gültigkeit der Verifikationsformel $\{E\}$ `x1=x1-1;` $\{F\}$.

Aufgabe 2 (AGS 16.29)

Die Verifikationsformel $\{\text{true}\}$ `if (y<0) { x=3*y; y=-x+1; }` $\{(\mathtt{y} \geq 0)\}$ soll mit dem Hoare-Kalkül bewiesen werden. Ein Teil eines Beweisbaums wurde unten bereits aufgeschrieben, die Ausdrücke A bis M sind jedoch noch unbekannt. Der Ausdruck true bezeichnet eine beliebige tautologische Formel, wie z. B. $(1 = 1)$. Es gelten die Abkürzungen: A1 = erste Alternativregel, CR = Compregel.



(a) Geben Sie die Ausdrücke A bis M an.

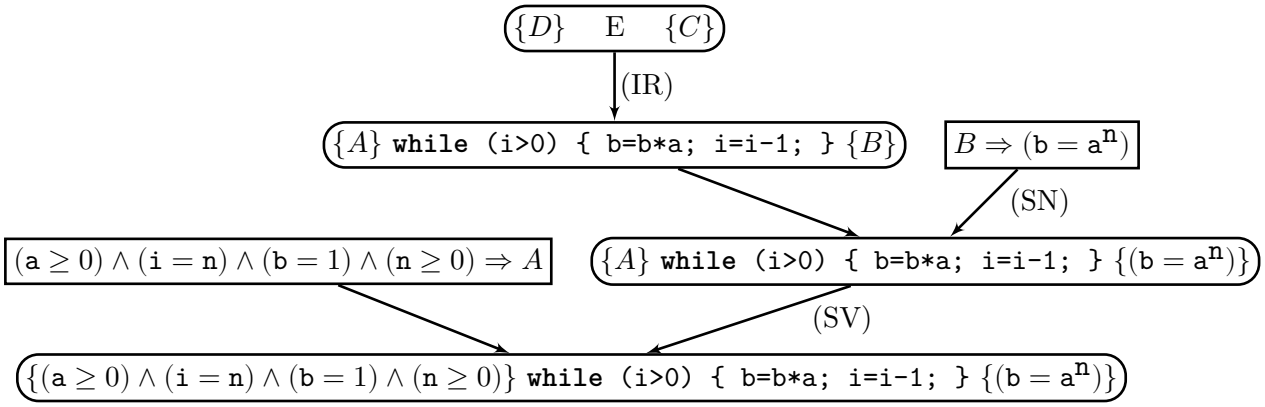
(b) Zeigen Sie schrittweise, dass $\text{true} \wedge (\mathtt{y} < 0) \implies (-3 \cdot \mathtt{y} + 1 \geq 0)$ gilt.

Zusatzaufgabe 1 (AGS 16.22)

Für die Verifikationsformel

$$\{(\mathtt{a} \geq 0) \wedge (\mathtt{i} = \mathtt{n}) \wedge (\mathtt{b} = 1) \wedge (\mathtt{n} \geq 0)\}\ \texttt{while (i>0) \{b=b*a; i=i-1;\}}\ \{(\mathtt{b} = \mathtt{a}^{\mathtt{n}})\}$$

wurden mit dem Hoare-Kalkül die ersten drei (korrekten) Regelanwendungen des Beweisbaums aufgeschrieben (siehe unten). Dabei sind die Ausdrücke A bis E noch unbekannt.



(a) Geben Sie eine geeignete Schleifeninvariante an.

(b) Geben Sie die Ausdrücke A, B, C, D, und E an. Sie können dabei die Schleifeninvariante mit *SI* abkürzen.

Zusatzaufgabe 2 (AGS 15.11)

(a) Folgendes Fragment eines C_1-Programms sei bekannt:

```
#include <stdio.h>
int x;
```

```
void h(...) { ... }
void g(...) { ... }

void f(int a, int *b) {
  int c;
  if (x > 1) g(b);  else h(a, &x);
  c = *b + 1;
}

void main(){ ... }
```

Übersetzen Sie die Sequenz der Statements im Rumpf von `f` in entsprechenden AM_1-Code mit baumstrukturierten Adressen (mittels *stseqtrans*). Sie brauchen keine Zwischenschritte anzugeben. Geben Sie zunächst die dazu benötigte Symboltabelle $tab_{\text{f+lDecl}}$ an.

(b) Lassen Sie die AM_1, beginnend mit $(12,\ \varepsilon,\ 0:3:0:7,\ 3,\ 5,\ \varepsilon)$, auf dem unten gegebenen Code solange ablaufen, bis die Maschine terminiert.

```
 1: INIT 1;            8: STORE(global,1);  15: LOADA(global,1);
 2: CALL 10;           9: RET 2;            16: PUSH;
 3: JMP 0;            10: INIT 1;           17: CALL 4;
 4: INIT 1;           11: READ(lokal,1);    18: WRITE(global,1);
 5: LOAD(lokal,-3);   12: READ(global,1);   19: RET 0;
 6: LOADI(-2);        13: LOAD(lokal,1)
 7: ADD;              14: PUSH;
```