



Übungen zu Einführung in die Informatik II

Aufgabe 1 (H) Terminierung

(6 Punkte)

Gegeben sei folgendes Mini-Java-Programm:

```
int x, y, z;
x = read();
y = read();

if (x > y) {
    z = x;
    x = y;
    y = z;
}

z = 1;
while (x != y) {
    x = x+2;
    y = y+1;
    z = z*(y-x);
}

write(z);
```

- a) Erstellen Sie den Kontrollfluss-Graphen.
- b) Zeigen Sie, dass das gegebene Programm terminiert. Gehen Sie dabei analog zur Vorlesung wie folgt vor:
 - (i) Führen Sie eine geeignete Hilfsvariable r ein.
 - (ii) Stellen Sie geeignete Zusicherungen auf, aus denen die Terminierung folgt.
 - (iii) Beweisen Sie, dass die in (ii) aufgestellten Zusicherungen stets erfüllt sind.

Aufgabe 2 (H) Adaptions-Regel

(5 Punkte)

Gegeben sei das gültige Tripel

$$\{n = l \wedge l \geq 0\} f(); \{n = 3 \cdot l + 6\},$$

wobei l eine logische Variable und n eine Programm-Variable ist. Welche der folgenden Tripel sind ebenfalls gültig und welche im Allgemeinen nicht? Begründen Sie Ihre Antwort! Geben Sie sofern möglich ein Gegenbeispiel für die Funktion $f()$ an.

- a) $\{n = l \wedge l \geq 42\} f(); \{n = 3 \cdot l + 6\}$
- b) $\{n = l\} f(); \{n = 3 \cdot l + 6\}$
- c) $\{n = l - 2 \wedge l \geq 2\} f(); \{n = 3 \cdot l\}$
- d) $\{n = m \wedge m \geq 0\} f(); \{n = 3 \cdot m + 6\}$, wobei m eine Programm-Variable bezeichnet.
- e) $\{n = l \wedge l \geq 0 \wedge l \text{ ist eine Primzahl}\} f(); \{n = 3 \cdot l + 6 \wedge l \text{ ist eine Primzahl}\}$

Aufgabe 3 (H) Rekursion

(8 Punkte)

Gegeben sei folgendes MiniJava-Programm:

```
int n, m, r;

void f () {
    if (n >= m && m >= 0) {
        if (m == 0)
            r = r + 1;
        else {
            n = n - 1;
            m = m - 1;
            f ();
            m = m + 1;
            f ();
            n = n + 1;
        }
    }
}
```

- a) Erstellen Sie den Kontrollfluss-Graphen für die Prozedur $f()$!
- b) Zeigen Sie die Gültigkeit des Tripels

$$\{r = l_r \wedge m = l_m \wedge n = l_n\} f(); \{r = l_r + \binom{l_n}{l_m} \wedge m = l_m \wedge n = l_n\}.$$

Als Hilfestellung sei an folgende Identität erinnert. Für $n, m \in \mathbb{Z}$ gilt:

$$\binom{n}{m} = \begin{cases} 1 & \text{falls } m = 0, n \geq 0 \\ \binom{n-1}{m-1} + \binom{n-1}{m} & \text{falls } n \geq m \geq 1 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (1)$$