

Theoretische Informatik 1

Übungsblatt 2

René Maseli
Prof. Dr. Roland Meyer

TU Braunschweig
Wintersemester 2020/21

Ausgabe: 23.11.2021

Abgabe: 02.12.2021, 23:59

Geben Sie Ihre Lösungen bis Donnerstag, 02.12.2021 23:59 Uhr, per E-Mail an ihren Tutor ab.
Fertigen Sie dazu ihre Hausaufgaben direkt in .pdf Form an oder scannen ihre handschriftlichen Hausaufgaben ein.

Aufgabe 1: Reaching Definitions [9 Punkte]

Führen Sie für das folgende Programm eine Reaching-Definitions-Analyse durch.

```
[x := 0]0
while [x < 24]1 do
  [y := x7 + x4 + x3 + x2 + 1 mod 216]2
  if [y mod 3 ≠ 0]3 then
    [y := y + 1]4
  end if
  if [y < 215]5 then
    break
  end if
  [x := x + 1]6
end while
[y := 24 - x]7
```

- [1 Punkt] Zeichnen Sie den Kontrollflussgraphen G über $B = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$. Markieren Sie insbesondere die Extremal-Blöcke. Beachten Sie, dass es sich hier um eine Vorwärts-Analyse handelt.
- [3 Punkte] Betrachten Sie den Verband $\mathcal{D} = \langle \mathcal{P}(\{x, y\} \times (B + \{?\})), \subseteq \rangle$. Geben Sie für jeden Block $b \in B$ eine geeignete monotone Transferfunktion f_b über diesem Verband an.
- [5 Punkte] Betrachten Sie das Datenflusssystem $(G, \mathcal{D}, \{(x, ?), (y, ?)\}, (f_b)_{b \in B})$. Geben Sie das induzierte Gleichungssystem an und bestimmen Sie seine kleinste Lösung mit dem Satz von Kleene.

Aufgabe 2: Live Variables [9 Punkte]

Führen Sie für das folgende Programm eine Live-Variables-Analyse durch.

```
[x := 0]0
while [x2 < y]1 do
  | [x := x + 1]2
end while
if [x2 = y]3 then
  | [x := 1]4
else
  | [x := 0]5
end if
```

- [1 Punkt] Zeichnen Sie den Kontrollflussgraphen G über $B = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$. Markieren Sie die Extremal-Blöcke. Beachten Sie, dass es sich hier um eine Rückwärts-Analyse handelt.
- [3 Punkte] Betrachten Sie den Verband $\mathcal{D} = \langle \mathcal{P}(\{x, y\}), \subseteq \rangle$. Geben Sie für jeden Block $b \in B$ eine geeignete monotone Transferfunktion f_b über diesem Verband an.
- [5 Punkte] Betrachten Sie das Datenflusssystem $(G, \mathcal{D}, \emptyset, (f_b)_{b \in B})$. Geben Sie das induzierte Gleichungssystem an und bestimmen Sie seine kleinste Lösung mit dem Satz von Kleene.

Aufgabe 3: REG zu NFA [10 Punkte]

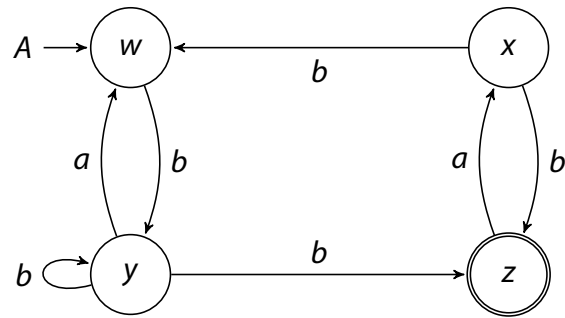
Konstruieren Sie schrittweise einen endlichen Automaten für den regulären Ausdruck $(c \cup a(b \cup ca)^*(\epsilon \cup cc))((a \cup b)c^* \cup a^*b(cb)^*)^*$ über dem Alphabet $\{a, b, c\}$. Hierzu reicht es, jeweils den Zustandsgraphen zu zeichnen.

Hinweis: Die Operatoren binden in dieser Vorlesung mit folgender Reihenfolge: $(^*)$, (\cdot) , (\cup)

- [1 Punkt] Geben Sie einen Automaten A für $(a \cup b)c^*$ an.
- [1 Punkt] Geben Sie einen Automaten B für $a^*b(cb)^*$ an.
- [2 Punkte] Geben Sie einen Automaten C für $\mathcal{L}(A) \cup \mathcal{L}(B)$ an.
- [2 Punkte] Geben Sie einen Automaten D für $\mathcal{L}(C)^*$ an.
- [2 Punkte] Geben Sie einen Automaten E für $c \cup a(b \cup ca)^*(\epsilon \cup cc)$ an. Sie benötigen nicht mehr als drei Zustände.
- [2 Punkte] Geben Sie einen Automaten F für $\mathcal{L}(E) \cdot \mathcal{L}(D)$ an.

Aufgabe 4: NFA zu REG mit Ardens Lemma [7 Punkte]

Gegeben sei der folgende NFA A über dem Alphabet $\{a, b\}$:



- a) [1 Punkt] Geben Sie das zu A gehörige Gleichungssystem an.
- b) [4 Punkte] Bestimmen Sie einen regulären Ausdruck für $\mathcal{L}(A)$, indem Sie das Gleichungssystem unter Verwendung von Ardens Lemma lösen.
- c) [2 Punkte] Geben Sie die Lösung des Gleichungssystems für z an. Konstruieren Sie für diesen regulären Ausdruck einen NFA.