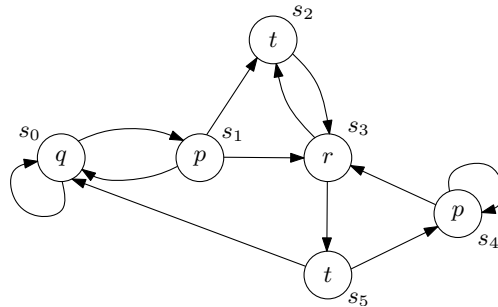


Übungen zur Vorlesung Formale Spezifikation und Verifikation

Blatt 5

Aufgabe 5-1 Gegeben sei ein Transitionssystem mit einer Interpretation der aussagenlogischen Variablen $\{p, q, r, t\}$ wie folgt:



Sei φ die Formel $EG(p \Rightarrow q)$.

- Wenden Sie die effizientere Variante des Labelling-Algorithmus, in der EG direkt behandelt wird, auf die Formel φ an und entscheiden Sie so, an welchen Zuständen diese gilt.
- Wenden Sie den analogen Algorithmus zum Model-Checking von CTL mit Fairness bezüglich der durch die Formel t gegebenen Fairnessbedingung (also $\{s_2, s_5\}$) an und entscheiden Sie so für welche Zustände φ unter dieser Fairnessannahme gilt.
- Wiederholen Sie b) mit den beiden durch t und q gegebenen Fairnessbedingungen, d.h. es sind die Fairnessbedingungen (f_1, f_2) mit $f_1 = \{s_2, s_5\}$ und $f_2 = \{s_0\}$ gegeben.

Geben Sie bei allen Punkten die starken Zusammenhangskomponenten an, die bei der Anwendung des Algorithmus vorkommen und kennzeichnen Sie, welche davon fair sind.

Aufgabe 5-2 (3 Punkte) Sei ein Transitionssystem (S, \rightarrow) durch $S = \{s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}$ und

$$\rightarrow = \{(s_0, s_1), (s_1, s_2), (s_2, s_1), (s_0, s_4), (s_4, s_0), (s_4, s_3), (s_3, s_4)\}$$

gegeben. Sei weiterhin eine Interpretation \mathcal{I} durch $\mathcal{I}(p) = \{s_0, s_2, s_3\}$, $\mathcal{I}(q) = \{s_1\}$, $\mathcal{I}(r) = \{s_3\}$, und $\mathcal{I}(t) = \{s_4\}$ definiert.

Zeichnen Sie das Transitionssystem und entscheiden Sie, für welche Startzustände folgende LTL-Formeln erfüllt sind:

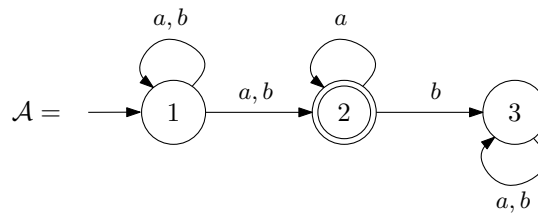
- a) Fc
- b) $GX(p \vee q)$
- c) $p \wedge G(p \Leftrightarrow X\neg p)$
- d) GFp
- e) $(GFt) \Rightarrow F(Xr \vee XXr)$

Aufgabe 5-3

- a) Konstruieren Sie einen Büchi-Automaten für die folgende Sprache:

$\{w \in \{a, b, c\}^\omega \mid \text{Wenn } w \text{ unendlich viele "a"s enthält, dann enthält } w \text{ auch unendlich viele "b"s.}\}$

- b) Was ist die Sprache des folgenden Büchi-Automaten \mathcal{A} mit Alphabet $\{a, b\}$?



Aufgabe 5-4 (3 Punkte) Geben Sie für folgendes Programm den Kontrollflussgraphen an und berechnen Sie die Mengen $RD_{entry}(l)$ und $RD_{exit}(l)$ für alle Programmpunkte l .

```

if [a = 0]1 then [r:=b]2 else (
  while [b ≠ 0]3 do (
    if [a > b]4 then [a := a - b]5 else [b := b - a]6
  );
  [r:=a]7
)

```