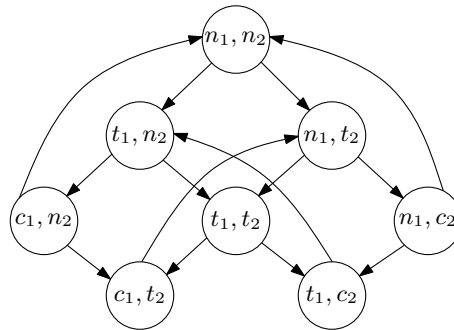


Übungen zur Vorlesung Formale Spezifikation und Verifikation

Blatt 6

Aufgabe 6-1 Betrachten Sie folgendes Transitionssystem:

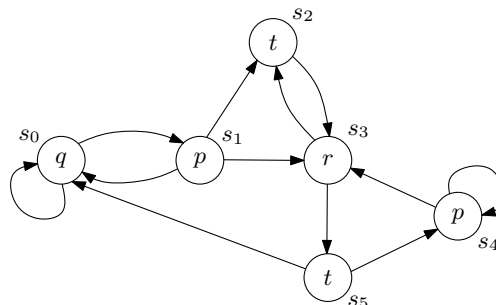


Führen Sie den einfachen Labelling-Algorithmus aus der Vorlesung für folgende Formeln aus:

- a) $AG(t_1 \Rightarrow AF c_1)$,
- b) $EF[c_1 \wedge E[c_1 U (\neg c_1 \wedge E[\neg c_2 U c_1])]]$.

Geben Sie jeweils das vollständig mit Formeln beschriftete Transitionssystem an.

Aufgabe 6-2 Gegeben sei ein Transitionssystem mit einer Interpretation der aussagenlogischen Variablen $\{p, q, r, t\}$ wie folgt:



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

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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 6-3 Um sich die Spezifikation von Systemeigenschaften in CTL zu erleichtern, kann man sich für häufig auftretende Spezifikationsmuster CTL-Formeln bereitlegen, aus denen man dann die gewünschte Formel aufbaut. Im Folgenden sind einige Eigenschaften angegeben, die als solche Spezifikationsmuster vorgeschlagen wurden. Drücken Sie diese Eigenschaften in CTL aus.

- a) Gültigkeit einer Eigenschaft p :
 - i) Wenn q irgendwann wahr wird, dann ist p die ganze Zeit bis dahin wahr.
 - ii) Wenn q irgendwann wahr wird, dann gilt p bis zu dem Zeitpunkt, an dem q zum ersten Mal wahr wird.
 - iii) Wenn q irgendwann wahr wird, dann gilt p ab diesem Zeitpunkt.
 - iv) Wenn r nach q wahr wird, so muss zwischen diesen Zeitpunkten p stets gelten.
- b) Eintreten einer Eigenschaft p :
 - i) Wenn q irgendwann wahr wird, dann muss p vorher mindestens einmal wahr sein.
 - ii) Wenn r nach q wahr wird, so muss zwischen diesen Zeitpunkten p mindestens einmal gelten.
- c) Ursache-Wirkung: (p ist Reaktion auf q)
 - i) Wenn q irgendwann wahr wird, so wird später auch p wahr.
 - ii) Wenn q irgendwann nach e wahr wird, so wird später auch p wahr.
 - iii) Wenn q irgendwann wahr wird, so wird später auch p wahr, und zwar noch bevor f wahr wird.

In allen Fällen sind die Zeitspannen jeweils inklusive der Endpunkte zu verstehen, d.h. in a)-ii) soll p auch an dem Zeitpunkt selbst gelten, an dem q zum ersten Mal wahr wird.