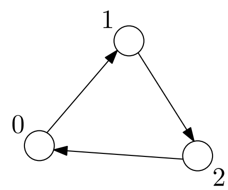
Dr. Ulrich Schöpp

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Informatik
SS 2016

Übungen zur Vorlesung
Formale Spezifikation und Verifikation

Blatt 4

Aufgabe 4-1 Gegeben sei das Transitionssystem mit Zustandsmenge $S = \{0, 1, 2\}$ und folgender Transitionsrelation.



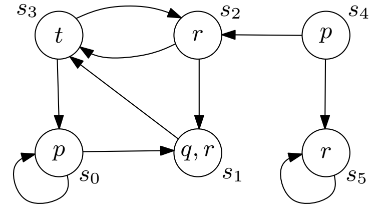
Die Zustände dieses Systems können durch die Belegungen zweier Variablen x_0, x_1 kodiert werden: Zustand 0 wird repräsentiert durch $x_0 = x_1 = \mathit{false}$, Zustand 1 durch $x_0 = \mathit{false} \wedge x_1 = \mathit{true}$ und Zustand 2 durch $x_0 = \mathit{true} \wedge x_1 = \mathit{false}$.

a) Geben Sie ein BDD *sanity* an, das die Menge aller Zustände S repräsentiert (Variablenordnung: $x_0 < x_1$).

b) Geben Sie ein BDD *next* an, das die möglichen Zustandsübergänge repräsentiert. Verwenden Sie Variablen x'_0 und x'_1 für Folgezustände sowie die Variablenordnung $x_0 < x'_0 < x_1 < x'_1$.

c) Angenommen für ein unbekanntes Transitionssystem $(S, \to)$ sind die BDDs *sanity* und *next* gegeben. Weiterhin ist ein BDD b gegeben, das eine Menge B von Zuständen repräsentiert. Wie kann man dann ein BDD für die Menge $\{s \in S \mid \exists s' \in B.\, s \to s'\}$ der Vorgänger von B berechnen?

Aufgabe 4-2 Gegeben sei folgendes Transitionssystem mit Zustandsmenge $\{s_0, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5\}$.



In jedem Zustand sind die dort gültigen aussagenlogischen Variablen aufgeführt, so dass die Abbildung eine Interpretation $\mathcal{I}$ definiert.

Geben Sie für folgende Formeln ϕ die Menge aller Zustände s an, für die $s \models_{\mathcal{I}} \phi$ gilt.

a) $p \Rightarrow r$

b) $\mathrm{AF}\, t$

c) $\mathrm{EF}\, q$

d) $\mathrm{AF}\, q$

e) $\mathrm{EG}\, p$

f) $\mathrm{AG}\,(\mathrm{AF}\,(p \vee t))$

g) $\mathrm{A}[(p \vee q)\,\mathrm{U}\,(\mathrm{EG}\,\neg q)]$

Aufgabe 4-3 Entscheiden Sie für die folgenden Paare von CTL-Formeln, ob diese äquivalent sind. Geben Sie für nichtäquivalente Formlen eine Interpretation und einen Zustand an, auf dem nur eine der beiden Formeln wahr ist.

a) $\top$ und $\mathrm{AG}\, p \Rightarrow \mathrm{EG}\, p$

b) $\neg\mathrm{AG}\, p$ und $\mathrm{EG}\, \neg p$

c) $\mathrm{EF}\, p \wedge \mathrm{EF}\, q$ und $\mathrm{EF}\,(p \wedge q)$

d) $\mathrm{AF}\, p \vee \mathrm{AF}\, q$ und $\mathrm{AF}\,(p \vee q)$

e) $\mathrm{EF}\, p \wedge \mathrm{EG}\, q$ und $\mathrm{EF}\,(p \wedge \mathrm{EG}\, q)$

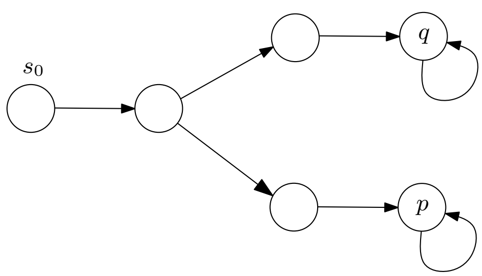
f) $\mathrm{AF}\, p \wedge \mathrm{AG}\, q$ und $\mathrm{AF}\,(p \wedge \mathrm{AG}\, q)$

g) $\mathrm{E}[p\,\mathrm{U}\,q] \wedge \mathrm{E}[q\,\mathrm{U}\,r]$ und $\mathrm{E}[p\,\mathrm{U}\,r]$

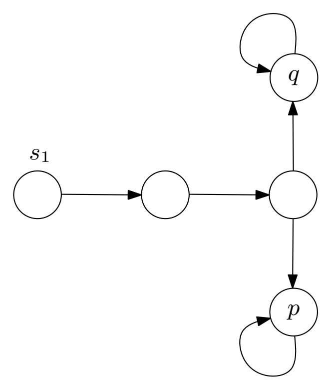
h) $\mathrm{A}[p\,\mathrm{U}\,q]$ und $q \vee (p \wedge \mathrm{AX}\,\mathrm{A}[p\,\mathrm{U}\,q])$

Aufgabe 4-4 Gegeben seinen folgende beide Interpretationen $\mathcal{I}_0$ und $\mathcal{I}_1$.

$\mathcal{I}_0$:



$\mathcal{I}_1$:



Die beiden Zustände s_0 und s_1 können durch eine CTL-Formel unterschieden werden. Geben Sie eine CTL-Formel ϕ, so dass $s_0 \models_{\mathcal{I}_0} \phi$ gilt, nicht aber $s_1 \models_{\mathcal{I}_1} \phi$.

Abgabe: Sie können Ihre Lösungen bis Mittwoch, den 18.5., um 16:00 Uhr über UniWorX abgeben.