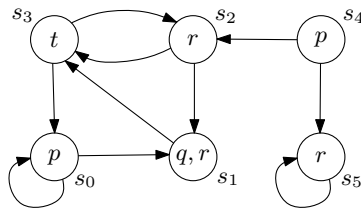


Übungen zur Vorlesung Formale Spezifikation und Verifikation

Blatt 4

Aufgabe 4-1 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) $p \Rightarrow r$

d) $AF q$

g) $AG (AF (p \vee t))$

b) $AF t$

e) $EG p$

h) $A[(p \vee q) U (EG \neg q)]$

c) $EF q$

f) $AX \perp$

Aufgabe 4-2 Formalisieren Sie folgende Aussagen in CTL:

a) Jeder erreichbare Zustand hat einen Nachfolger, der p erfüllt.

b) Auf jedem Ausführungspfad gilt irgendwann p und von diesem Zustand gibt es dann einen Pfad, auf dem q so lange gilt, bis irgendwann wieder p gilt.

c) Wenn irgendwann einmal p gilt, dann ist es möglich einen Zustand zu erreichen, in dem q gilt.

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

- | | |
|---|---|
| a) \top und $AG p \Rightarrow EG p$ | e) $AF p \vee AF q$ und $AF (p \vee q)$ |
| b) $EF p$ und $EG p$ | f) $EF p \wedge EG q$ und $EF (p \wedge EG q)$ |
| c) $\neg AG p$ und $EG \neg p$ | g) $AF p \wedge AG q$ und $AF (p \wedge AG q)$ |
| d) $EF p \wedge EF q$ und $EF (p \wedge q)$ | h) $A[p U q]$ und $q \vee (p \wedge AX A[p U q])$ |

Aufgabe 4-4 Geben Sie zu folgenden Formeln je eine äquivalente CTL-Formel an, in der außer EX, EG und E[- U -] keine anderen Temporaloperatoren vorkommen.

- a) $AX p$
- b) $AF EG (p \wedge q)$

Aufgabe 4-5 Bei weiterem Übungsbedarf zu BDDs, insbesondere zur Berechnung der erreichbaren Zustände kann auch noch Aufgabe 4-1 vom letzten Jahr herangezogen werden. <https://www.tcs.ifi.lmu.de/lehre/ss-2013/spezi/uebungen/blatt-4>. Lösungen dieser Aufgabe werden natürlich auch korrigiert.