

# Modellierung und Analyse eingebetteter und verteilter Systeme

## Übungsblatt 9

Ausgabe: 6. Januar, Abgabe: 16. Januar

Die Besprechung findet am 17.01.2014 statt.

### Aufgabe 9.1 (3 Punkte) CTL Model Checking

Betrachten Sie folgende CTL-Formeln

$$\Phi_1 = EF AG c \text{ sowie } \Phi_2 = A (a U AF c)$$

und das Transitionssystem  $TS_1$ . Entscheiden Sie mit Hilfe des CTL Model Chacking, ob  $TS_1 \models \Phi_i$  für  $i \in \{1, 2\}$  gilt.

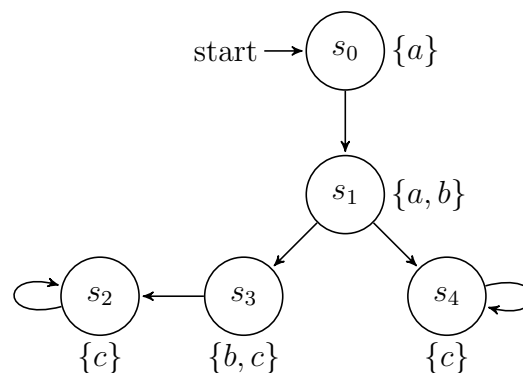


Abbildung 1: Transitionssystem  $TS_1$

### Aufgabe 9.2 (6 Punkte) LTL

Betrachten Sie nun das Transitionssystem  $TS_2$  über der Menge atomarer Aussagen  $\{a, b, c\}$ .

Entscheiden Sie für jede gegebene Formel  $\rho_i$ , ob  $TS_2 \models \rho_i$  gilt. Begründen Sie Ihre Antwort. Wenn  $TS_2 \not\models \rho_i$  gilt, geben Sie einen Pfad  $\pi \in \text{Pfade}(TS_2)$  an, so dass  $\pi \not\models \rho_i$  gilt (also ein Gegenbeispiel).

1.  $\rho_1 = FG c$
2.  $\rho_2 = GF c$
3.  $\rho_3 = X \neg c \rightarrow XX c$

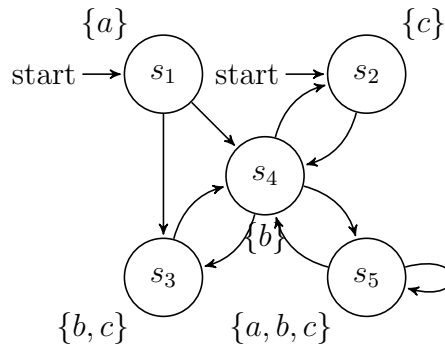


Abbildung 2: Transitionssystem  $TS_2$

4.  $\rho_4 = G a$
5.  $\rho_5 = a UG(b \vee c)$
6.  $\rho_6 = (XX b) U (b \vee c)$

### Aufgabe 9.3 (3 Punkte) CTL Äquivalenzen

Seien  $\Phi$  und  $\Psi$  zwei beliebige CTL-Formeln. Welche der folgenden Äquivalenzen sind korrekt?

- a)  $AX AF \Phi \equiv AF AX \Phi$
- b)  $EX EF \Phi \equiv EF EX \Phi$
- c)  $AX AG \Phi \equiv AG AX \Phi$
- d)  $EX EG \Phi \equiv EG EX \Phi$
- e)  $EF EG \Phi \equiv EG EF \Phi$

### Aufgabe 9.4 (3 Punkte) CTL System

Stellen Sie sich ein Aufzugssystem für  $n > 0$  Etagen vor (nummeriert mit 0 bis  $n - 1$ ). Auf jeder Etage ist eine Aufzugstür mit zugehörigen Rufknopf. Neben den Knöpfen leuchtet jeweils eine Lampe wenn der Aufzug gerufen wird. In der Aufzugskabine sind  $n$  Knöpfe für das Fahrziel und entsprechend  $n$  Signallichter die anzeigen, auf welche Etage der Aufzug fahren soll. Zur Vereinfachung gilt  $n = 4$ .

Geben Sie eine Menge von atomaren Aussagen (möglichst wenige) an, die gebraucht werden, um folgende Sachverhalte des Aufzugssystems als CTL-Formeln zu beschreiben und geben Sie die jeweiligen CTL-Formeln an:

1. Die Türen sind *sicher*, d.h. eine Etagentür ist niemals geöffnet wenn die Kabine nicht da ist.
2. Die Anzeigelichter zeigen die momentanen Anfragen für die Kabine korrekt an. Das heißt, jedes mal wenn ein Knopf gedrückt wird gibt es eine Anfrage, die bis zur Erfüllung gespeichert werden muss (falls sie jemals erfüllt wird).
3. Der Aufzug bedient nur die gewünschten Etagen und bewegt sich nicht wenn keine Anfrage existiert.
4. Alle Anfragen werden schließlich erfüllt.