

Modellierung und Analyse eingebetteter und verteilter Systeme

Übungsblatt 10

Ausgabe: 10. Dezember, **Abgabe:** 17. Dezember

Hinweis: Die Besprechung findet am 21.12 statt.

Aufgabe 10.1 (6 Punkte) **Safety/Liveness**

Beweisen oder widerlegen Sie jede der folgenden Aussagen:

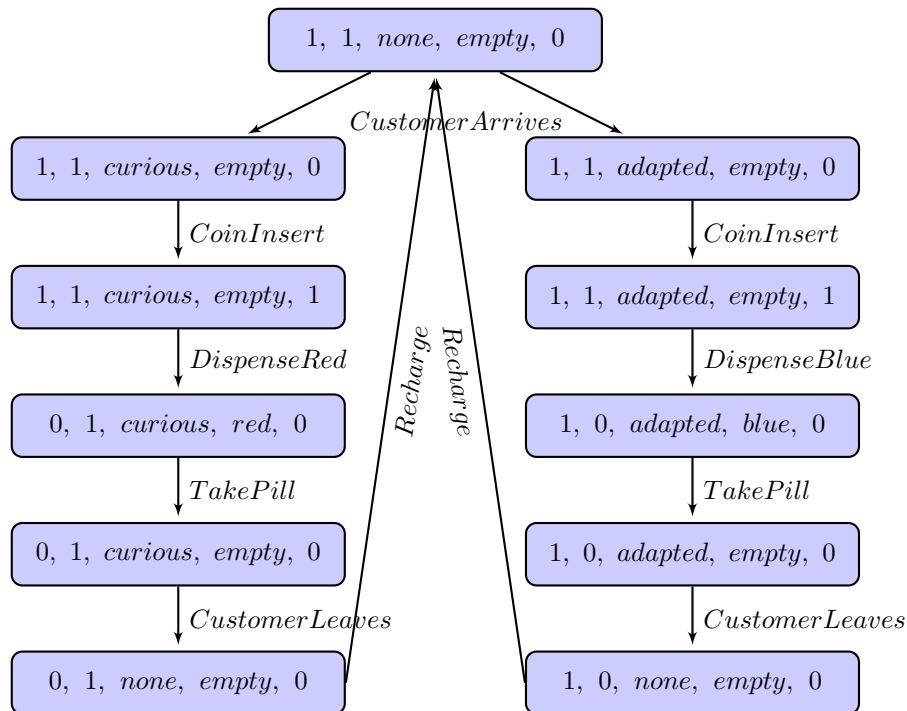
- a) Die Vereinigung zweier Safety-Eigenschaften ist immer eine Safety-Eigenschaft.
- b) Die Schnittmenge zweier Safety-Eigenschaften ist immer eine Safety-Eigenschaft.
- c) Das Komplement einer Safety-Eigenschaft ist immer eine Safety-Eigenschaft.
- d) Die Schnittmenge zweier Liveness-Eigenschaften ist immer eine Liveness-Eigenschaft.
- e) Die Vereinigung zweier Liveness-Eigenschaften ist immer eine Liveness-Eigenschaft.
- f) Das Komplement einer Liveness-Eigenschaft ist immer eine Liveness-Eigenschaft.
- g) Die Vereinigung einer nichtleeren Eigenschaft und einer Liveness-Eigenschaft ist eine Liveness-Eigenschaft.
- h) Jede nichttriviale Eigenschaft ist die Schnittmenge aus zwei nichttrivialen Liveness-Eigenschaften.

Hinweis: Sie können Ihre Argumentation an den Beispielen der Vorlesung anlehnen.

Aufgabe 10.2 (6 Punkte) **Safety-/Livenessbeweise**

Für den bekannten Münzautomaten der White Rabbit Ltd. für rote und blaue Pillen aus Übungsblatt 4 soll gezeigt werden:

- a) Jeder Kunde erhält nach Münzeinwurf eine Pille (Safety). Formulieren Sie dazu zuerst die Eigenschaft als induktive Invariante.
- b) Der Pillenautomat wird immer aufgefüllt (Liveness). Formulieren Sie dazu zuerst die Eigenschaft als Formel vom Typ $P \rightsquigarrow Q$.



Beweisen Sie anschließend die beiden Eigenschaften mittels Induktion bzw. Liveness-Regeln. Der Münzautomat wurde vereinfacht: Jede Pille kostet nur noch eine Münze. Der vereinfachte Automat besitzt das gezeigte Zustandsdiagramm. Das STS des Automaten ist:

VAR:

$stRed, stBlue : \{0, 1\}$
 $disp : \{empty, red, blue\}$
 $coins : \{0, 1\}$
 $customer : \{none, curious, adapted\}$

INIT:

$stRed = 1 \text{ AND } stBlue = 1 \text{ AND } customer = none \text{ AND } disp = empty \text{ AND } coins = 0$

ACTIONS:

$CustomerArrives : customer = none \text{ AND } (customer' = curious \text{ OR } customer' = adapted)$

$CustomerLeaves : customer \neq none \text{ AND } customer' = none \text{ AND } disp = empty$

$Recharge : customer = none \text{ AND } stRed' = true \text{ AND } stBlue' = true$

$CoinInsert : customer \neq none \text{ AND } coins = 0 \text{ AND } coins' = 1$

$DispenseRed : customer = curious \text{ AND } stRed = 1 \text{ AND } disp = empty \text{ AND } coins = 1 \text{ AND } disp' = red \text{ AND } coins' = 0$

$DispenseBlue : customer = adapted \text{ AND } stBlue = 1 \text{ AND } disp = empty \text{ AND } coins = 1 \text{ AND } disp' = blue \text{ AND } coins' = 0$

$TakePill : customer \neq none \text{ AND } disp \neq empty \text{ AND } disp' = none$

Nächste Übungsgruppen: Freitag, 11.01.2019

Wir wünschen schöne Feiertage und einen guten Übergang in das neue Jahr!

Vorlesung: http://ls4-www.cs.tu-dortmund.de/cms/de/lehre/2018_ws/maevs/index.html

Übung: http://ls4-www.cs.tu-dortmund.de/cms/de/lehre/2018_ws/maevs_uebung/index.html