

Übungen zur Vorlesung Formale Spezifikation und Verifikation

Blatt 9

Aufgabe 9-1 (3 Punkte) In der Vorlesung wurde das Alternating Bit Protokoll in NuSMV implementiert und seine Korrektheit überprüft.

In der Implementierung des Protokolls wird angenommen, dass Sender und Empfänger über Kanäle kommunizieren, die Nachrichten entweder unverfälscht weitergeben oder unlesbar machen. Es werden zwei Arten von Kanälen verwendet: Ein Zwei-Bit-Kanal `two_bit_channel` überträgt in jedem Zeitschritt zwei Bit vom Sender zum Empfänger und ein Ein-Bit-Kanal `one_bit_channel` überträgt in jedem Zeitschritt ein Bit in die andere Richtung.

```
sen : sender();
rec : receiver();
out_c : two_bit_channel(sen.msg, sen.bit, rec.in0, rec.in1);
ret_c : one_bit_channel(rec.out, sen.in0);
```

Beim Zwei-Bit-Kanal `two_bit_channel` ist die Annahme, dass entweder beide Bits korrekt übertragen werden oder beide verfälscht werden.

Angenommen wir wollen das Alternating Bit Protokoll nur mit Ein-Bit-Kanälen implementieren und zwar so, dass die beiden Bits vom Sender zum Empfänger über zwei parallele Kanäle übertragen werden. Das System wird dann wie folgt zusammengesetzt:

```
sen : sender();
rec : receiver();
out_msg_c : one_bit_channel(sen.msg, rec.in0);
out_bit_c : one_bit_channel(sen.bit, rec.in1);
ret_c : one_bit_channel(rec.out, sen.in0);
```

Eine vollständige SMV-Datei `abp1.smv` mit dieser Änderung finden Sie auf der Vorlesungs-homepage.

- a) Warum ist `abp1.smv` keine korrekte Implementierung des Alternating Bit Protokolls?
- b) Passen Sie die Module `sender` und `receiver` in `abp1.smv` so an, dass das Alternating Bit Protokoll korrekt implementiert wird. Ihre Implementierung soll alle in `abp1.smv` gegebenen Spezifikationen erfüllen. Die in Ihrer Implementierung auf den Kanälen gesendeten Nachrichten sollen von der Implementierung aus der Vorlesung nur in dem Fall abweichen, dass einer der Kanäle `out_msg_c` und `out_bit_c` in einem Zeitschritt eine Nachricht verfälscht, der andere aber nicht.

Aufgabe 9-2 (3 Punkte) Sei ein Transitionssystem (S, \rightarrow) durch $S = \{s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}$ und

$$\rightarrow = \{(s_0, s_1), (s_1, s_2), (s_2, s_1), (s_0, s_4), (s_4, s_0), (s_4, s_3), (s_3, s_4)\}$$

gegeben. Sei weiterhin eine Interpretation \mathcal{I} durch $\mathcal{I}(p) = \{s_0, s_2, s_3\}$, $\mathcal{I}(q) = \{s_1\}$, $\mathcal{I}(r) = \{s_3\}$, und $\mathcal{I}(t) = \{s_4\}$ definiert.

Zeichnen Sie das Transitionssystem und entscheiden Sie, für welche Startzustände folgende LTL-Formeln erfüllt sind:

- a) Fc
- b) $GX(p \vee q)$
- c) $p \wedge G(p \Leftrightarrow X\neg p)$
- d) GFp
- e) $(GFt) \Rightarrow F(Xr \vee XXr)$

Aufgabe 9-3 Folgende Paare von CTL- und LTL-Formeln drücken jeweils verschiedene Eigenschaften aus. Finden Sie für jedes Paar eine Interpretation, welche eine Formel wahr macht, die andere aber nicht.

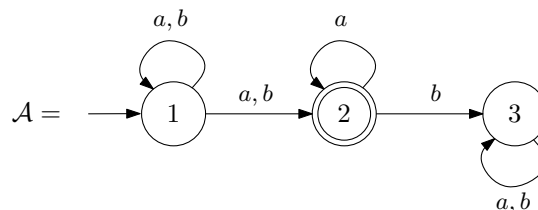
- a) $AGEF p$ und GFp
- b) $AF AX p$ und FXp
- c) $AF EG p$ und FGp
- d) $AF AG p$ und FGp

Aufgabe 9-4

a) Konstruieren Sie einen Büchi-Automaten für die folgende Sprache:

$$\{w \in \{a, b, c\}^\omega \mid \text{Wenn } w \text{ unendlich viele "a"s enthält, dann enthält } w \text{ auch unendlich viele "b"s.}\}$$

b) Was ist die Sprache des folgenden Büchi-Automaten \mathcal{A} mit Alphabet $\{a, b\}$?



Abgabe: Sie können ihre Lösungen bis Donnerstag, den 27.6., um 10 Uhr über UniWorX abgeben.