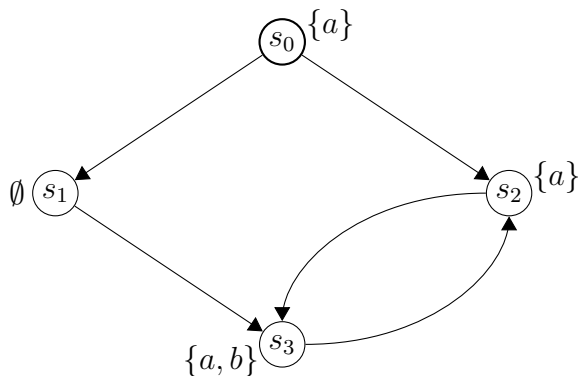


Zadania do wykładów nr 5 i 6

1. Dany jest system tranzycyjny o podanym niżej grafie stanów.



Sprawdź (bez użycia NuSMV) które z poniższych własności są spełnione dla tej maszyny stanów:

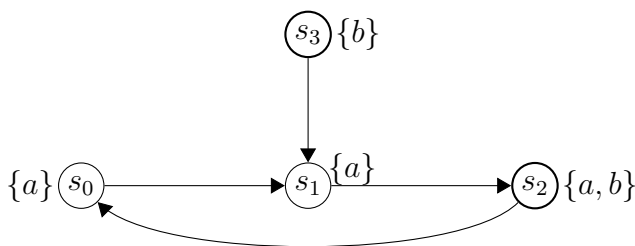
- GFa
- $(\neg a \wedge \neg b) \Rightarrow XGa$
- $FXGa$
- $b \Rightarrow (Ga \wedge GFb)$
- $F(Gb \vee Ga)$

Zdefiniuj maszynę stanów w języku SMV dla rozważanego systemu tranzycyjnego. W maszynie stanów zdefiniuj zmienne a i b jako zmienne typu `boolean`. Sprawdź spełnialność powyższych własności. Sformułuj i sprawdź prawdziwość co najmniej 5 innych własności wyrażonych w logice LTL.

2. Niech dany będzie zbiór formuł atomowych $AP = \{a, b\}$. Zapisz poniższe własności za pomocą formuł logiki LTL.

- a nigdy nie powinno wystąpić;
- a powinno wystąpić dokładnie raz;
- a i b przeplatają się nieskończenie wiele razy;
- Po a powinno ewentualnie wystąpić b .

3. Dany jest system tranzycyjny o podanym niżej grafie stanów. **Uwaga:** $I = \{s_2, s_3\}$.

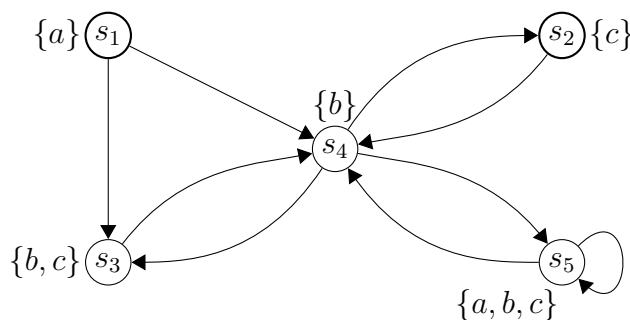


Sprawdź (bez użycia NuSMV) które z poniższych własności są spełnione dla tej maszyny stanów:

- Xa
- $XXXa$
- Gb
- GFa
- $G(b \cup a)$
- $F(a \cup b)$

Zdefiniuj maszynę stanów w języku SMV dla rozważanego systemu tranzycyjnego. W maszynie stanów zdefiniuj zmienne a i b jako zmienne typu `boolean`. Sprawdź spełnialność powyższych własności. Sformułuj i sprawdź prawdziwość co najmniej 5 innych własności wyrażonych w logice LTL.

4. Dany jest system tranzycyjny o podanym niżej grafie stanów. **Uwaga:** $I = \{s_1, s_2\}$.



Sprawdź (bez użycia NuSMV) które z poniższych własności są spełnione dla tej maszyny stanów:

- FGc
- GFc
- $X\neg c \Rightarrow XXc$
- Ga
- $a \cup G(b \vee c)$
- $(XXb) \cup (b \vee c)$

Zdefiniuj maszynę stanów w języku SMV dla rozważanego systemu tranzycyjnego. W maszynie stanów zdefiniuj zmienne a i b jako zmienne typu `boolean`. Sprawdź spełnialność powyższych własności. Sformułuj i sprawdź prawdziwość co najmniej 5 innych własności wyrażonych w logice LTL.

5. Niech a i b będą formułami logiki LTL. Rozważmy następujące *nowe* operatory:

- $a \mathbf{N} b$ – w następnym stanie, w którym spełnione jest b , spełnione jest także a ;
- $a \mathbf{W} b$ – a jest spełnione tak długo jak długo spełnione jest b (dotyczy to bieżącego stanu i przyszłych, b może być niespełnione od razu w bieżącym stanie);
- $a \mathbf{B} b$ – jeżeli w pewnym stanie spełnione jest b , to a jest spełnione w pewnym wcześniejszym stanie.

Podaj formalne definicje tych operatorów wykorzystując operatory logiki LTL zdefiniowane na wykładzie.

6. Sprawdź, które równoważności są prawdziwe. W przypadku, gdy równoważność nie zachodzi, podaj kontrprzykład.

- $Ga \Rightarrow Fb \equiv a \cup (b \vee \neg a)$
- $FGa \Rightarrow GFb \equiv G(a \cup (b \vee \neg a))$
- $GG(a \vee \neg b) \equiv \neg F(\neg a \wedge b)$
- $F(a \wedge b) \equiv Fa \wedge Fb$
- $Ga \wedge XFb \equiv Gb$
- $Fa \wedge XGb \equiv Fb$
- $GFa \Rightarrow GFb \equiv G(a \Rightarrow Fb)$
- $\neg(a \cup b) \equiv \neg b \mathbf{W} (\neg a \wedge \neg b)$
- $XFa \equiv FXb$
- $(FGa) \wedge (FGb) \equiv F(Ga \wedge Gb)$
- $(a \cup b) \cup b \equiv a \cup b$

7. Dana jest formuła $\varphi = \neg((Ga) \Rightarrow ((a \wedge \neg c) \cup \neg(Xb))) \wedge \neg(\neg a \vee XFc)$. Przekształć ją do równoważnej postaci PNF a) z użyciem operatora \mathbf{W} ; b) z użyciem operatora \mathbf{R} .