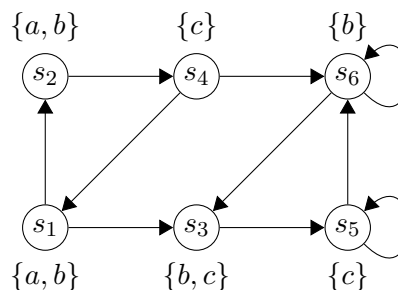


1. (8 pkt.) Zdefiniuj poniższe własności w logice μ (w punktach e)-h) użyj operatorów punktu stałego).

- Możliwe jest rozpoczęcie działania systemu od wykonania ciągu składającego się z co najmniej 3 akcji a .
- Akcja c nie może być wykonana jako druga.
- System nie może wykonać akcji c , jeżeli wcześniej nie była 2 razy (niekoniecznie pod rząd) wykonana akcja b .
- Jeżeli działanie systemu rozpoczyna się od akcji b , to system nie ma zakleszczeń.
- Możliwe jest wykonanie nieskończonego ciągu przejść, w którym nie jest wykonywana akcja c .
- Dla każdego ciągu akcji rozpoczynającego się od $a.a.a$, po skończonej liczbie kroków musi być wykonane b .
- Dla każdego ciągu akcji rozpoczynającego się od $a.a.a$ możliwe jest następnie wykonanie nieskończonej liczby akcji b .
- Jeżeli działanie systemu rozpoczyna się od akcji b , to system może wykonać tylko skończoną liczbę kolejnych akcji b .

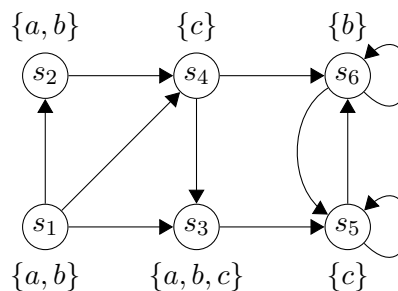
2. (8 pkt.) Dany jest system tranzycyjny o podanym niżej grafie stanów. Przyjmując, że $I = \{s_1, s_6\}$ sprawdź, które z poniższych formuł są spełnione, a które nie dla tego systemu. Odpowiedzi uzasadnij.

- $\neg(a \wedge c) \wedge (XG\neg a)$
- $b W c$
- $FGb \vee FGc$
- $b \wedge (c R b)$



3. (8 pkt.) Przyjmując, że dla systemu tranzycyjnego z rys. 1 $I = \{s_1\}$ sprawdź, które z poniższych formuł są spełnione, a które nie dla tego systemu. Odpowiedzi uzasadnij.

- $AXAXAG(\neg a)$
- $AGE[(a \vee c) U b]$
- $(\neg c) \wedge (AGAFc)$
- $EGEFa$



4. (6 pkt.) Niech dany będzie zbiór formuł atomowych $AP = \{a, b, c\}$. Określ, która z opisanych własności jest niezmiennikiem, własnością bezpieczeństwa, własnością żywotności lub żadną z nich. Odpowiedź uzasadnij.

- W każdym stanie spełniona jest co najmniej jedna z własności ze zbioru AP .
- Własność a nigdy nie jest spełniona w dwóch kolejnych stanach.
- W żadnym stanie nie są spełnione wszystkie własności ze zbioru AP jednocześnie.
- Własności a i c są spełnione jednocześnie co najwyżej 2 razy.
- Własność a jest spełniona nieskończenie wiele razy.
- Jeżeli w stanie początkowym spełnione jest a i c , to kiedyś musi wystąpić b .

1. (8 pkt.) Zdefiniuj poniższe własności w logice CTL. Zakładamy, że zbiór AP jest postaci $AP = \{a, b, c, s = s_0, s = s_1, \dots, s \neq s_0, s \neq s_1, \dots\}$, gdzie s jest zmienną typu wyliczeniowego zawierającego wszystkie stany systemu.

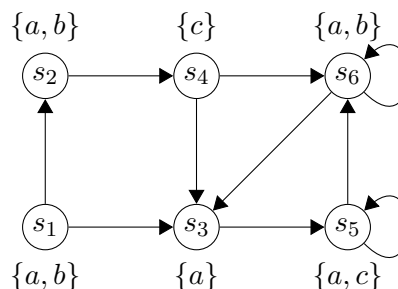
- Możliwe jest osiągnięcie stanu, w którym spełnione są jednocześnie własności a , b i c .
- Własność a nigdy nie jest spełniona w dwóch kolejnych stanach.
- Z każdego stanu, w którym spełniona jest własność a można wrócić do stanu początkowego s_0 .
- Istnieje ścieżka, w której począwszy od drugiego stanu nigdy nie jest spełniona własność c .
- Możliwe jest osiągnięcie stanu, z którego nie można powrócić do stanu początkowego.
- Każda ścieżka prowadząca od stanu s_1 zawiera stan s_2 .
- Możliwe jest przejście ze stanu s_2 bezpośrednio do stanu s_3 .
- Dla każdej ścieżki nieuniknione jest osiągnięcie stanu, w którym spełnione jest c , ale przed osiągnięciem tego stanu, system nigdy nie jest w stanie s_4 .

2. (8 pkt.) Zbuduj etykietowany system przejść, który ma dokładnie 4 stany, występują w nim co najmniej 3 akcje ze zbioru $\{a, b, c, d\}$ i spełnia wszystkie podane niżej warunki. Uzasadnij, że wszystkie warunki są spełnione.

- $\langle c^+ \rangle \text{ true}$
- $[true.(\neg a)] \text{ false}$
- $[true.true^+.c] \text{ false}$
- $[true^*.b] \langle true^*.a \rangle \text{ true} \wedge [true^*.b.a] \text{ false}$
- $[true^*.a.(\neg b \wedge \neg d)] \text{ false}$
- $[true.true] \nu X.(\langle d \rangle X)$
- $[true^*.a] \mu X.(\langle true \rangle \text{ true} \wedge [\neg d] X)$
- $[true^*.a.b] \nu X.(\langle d \rangle X)$

3. (8 pkt.) Dany jest system tranzycyjny o podanym niżej grafie stanów. Wyznacz zbiory stanów, dla których spełnione są formuły LTL:

- $XX((c \vee b) \wedge G(\neg(b \wedge c)))$
- $G(a \text{ W } c)$
- $GFG(a \vee c)$
- $F(b \wedge Xb \wedge XXb)$



4. (6 pkt.) Niech dany będzie zbiór formuł atomowych $AP = \{a, b, c\}$. Określ, która z opisanych własności jest niezmiennikiem, własnością bezpieczeństwa, własnością żywotności lub żadną z nich. Odpowiedź uzasadnij.

- W każdym stanie jeżeli spełniona jest własność a , to spełniona jest również co najmniej jedna z pozostałych własności.
- a i b występują łącznie nieskończenie wiele razy;
- Jeżeli w danym stanie spełnione jest tylko a , to w następnym spełnione jest tylko b , a w kolejnym tylko c ;
- W co piątym stanie nie jest spełniona żadna z własności.
- Własności a i c są spełnione jednocześnie co najmniej 2 razy.
- Własność a jest spełniona co najwyżej 10 razy i własność b jest spełniona nieskończenie wiele razy.