

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

WYDZIAŁ INFORMATYKI
KIERUNEK INFORMATYKA



TEORIA WSPÓLBIEŻNOŚCI

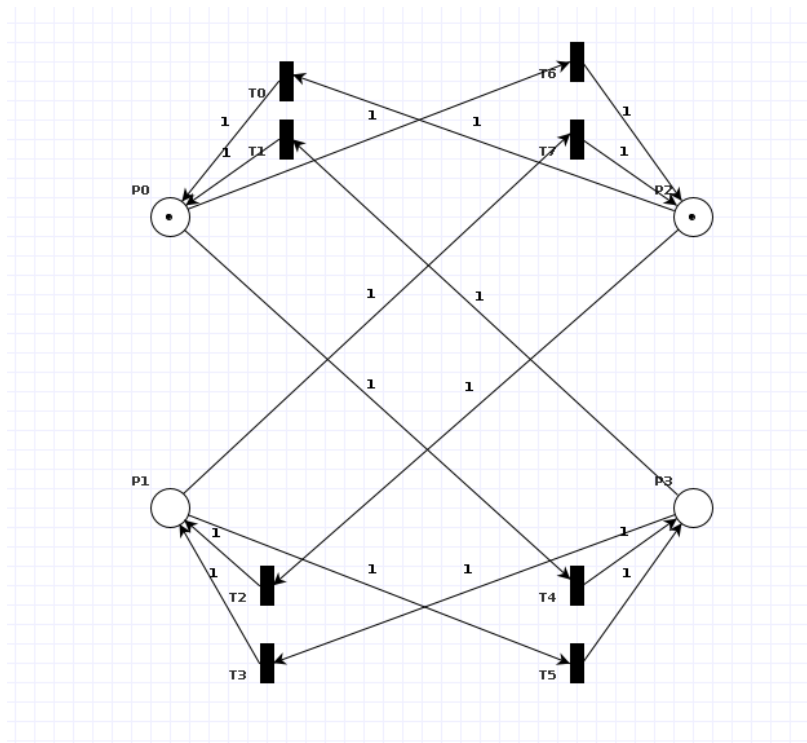
Laboratorium 8

Petri Nets

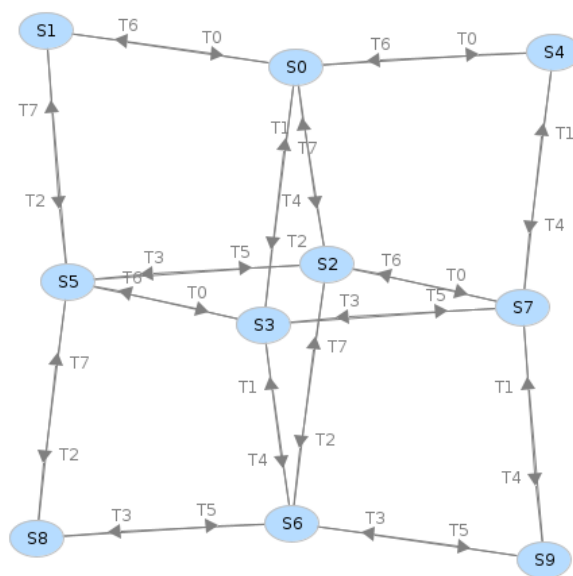
Kyrylo Iakymenko

Kraków, 13 grudnia 2024

1 Zadanie 1



Rysunek 1: Maszyna stanów



Rysunek 2: Graf osiągalności maszyny stanów

1.1 Analiza grafu osiągalności

- Jak widać na grafie osiągalności - wszystkie stany są osiągalne.
- Sieć jest zachowawcza i 2 - ograniczona, ale nie jest bezpieczna.

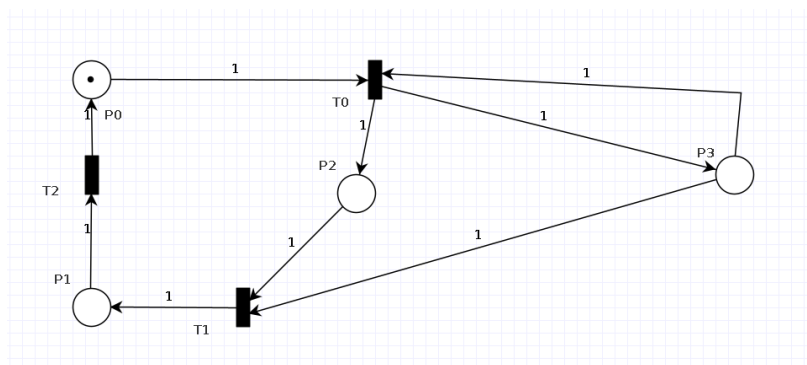
- Każde przejście jest krawędzią w grafie.
- Sieć jest żywa.

1.2 Analiza niezmienników

Wiemy, że wszystkie możliwe rozkłady dwóch zasobów sieci są osiągalne. Więc jedynym niezmiennikiem miejsc jest $P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = 2$, mówiący nam o tym, że sieć jest zachowawcza.

Podobna sytuacja z niezmiennikami przejść. Możemy wrócić do stanu początkowego przez dowolną krawędź w dwóch krokach.

2 Zadanie 2



Rysunek 3: Sieć z podanego przykładu

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2
1	1	1

The net is not covered by positive T-Invariants, therefore we do not know if it is bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3
1	1	1	0

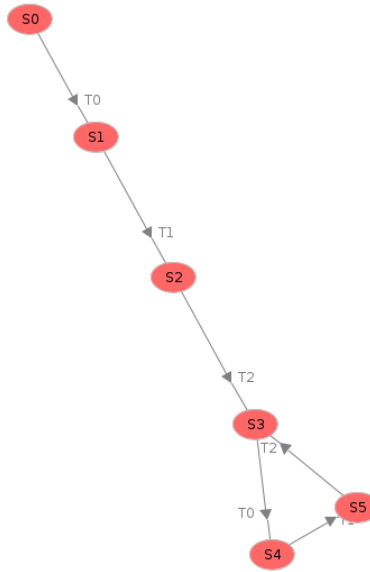
The net is not covered by positive P-Invariants, therefore we do not know if it is bounded.

P-Invariant equations

$$M(P_0) + M(P_1) + M(P_2) = 1$$

Analysis time: 0.001s

Rysunek 4: Niezmienniki sieci z podanego przykładu



Rysunek 5: Graf osiągalności

2.1 Graf osiągalności

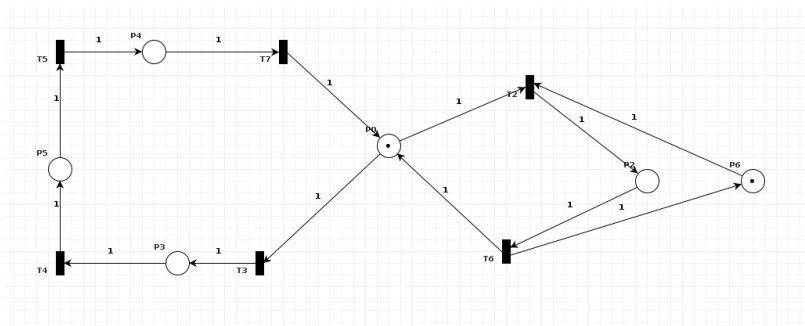
W miejscu P_3 może wystąpić dowolnie duża liczba, więc graf osiągalności jest nieskończony.

2.2 Analiza niezmienników przejść

Sieć nie jest odwracalna, ponieważ tranzycja T_2 będzie za każdym razem mnożyć znaczników w miejscu P_1 . Z tego powodu po jej wywołaniu nie da się już powrócić do znakowania początkowego.

3 Zadanie 3

q



Rysunek 6: Sieć reprezentująca wzajemne używanie zasobów

3.1 Analiza niezmienników sieci

Równanie pierwsze chroni nam sekcję krytyczną.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T2	T3	T4	T5	T6	T7
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	1	0

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

P0	P2	P3	P4	P5	P6
1	1	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1

The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

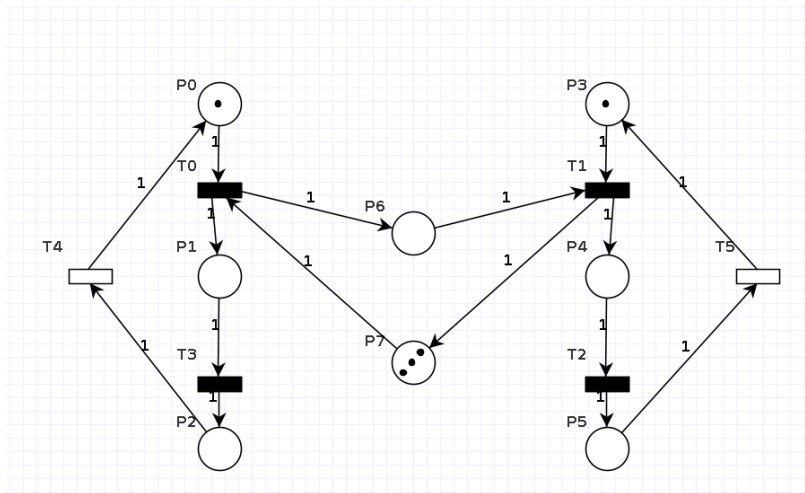
$$M(P0) + M(P2) + M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1$$

$$M(P2) + M(P6) = 1$$

Rysunek 7: Niezmienniki sieci

Równanie drugie wskazuje na to, że w każdym momencie dokładnie jeden z procesów po prawej stronie sieci jest uruchomiony.

4 Zadanie 4



Rysunek 8: Sieć reprezentująca bufor ograniczony

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	1	1	1	1	1

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1

The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

$$M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1$$

$$M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1$$

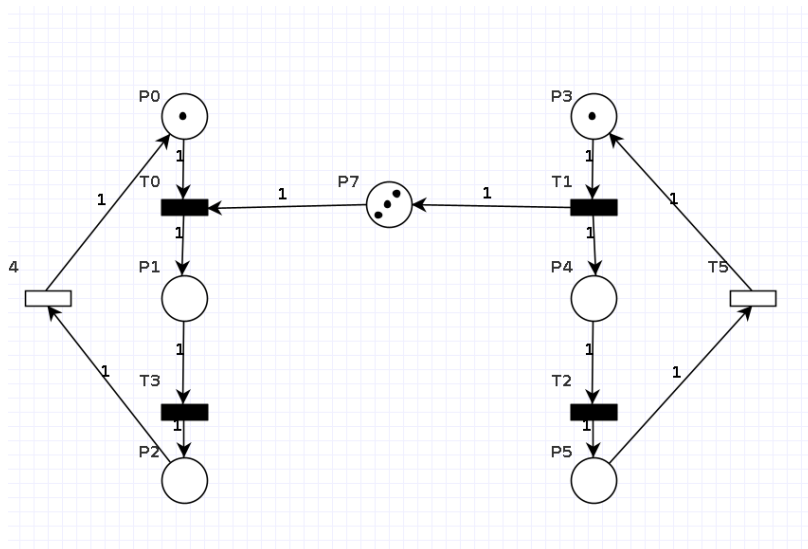
$$M(P6) + M(P7) = 3$$

Rysunek 9: Niezmenniki sieci

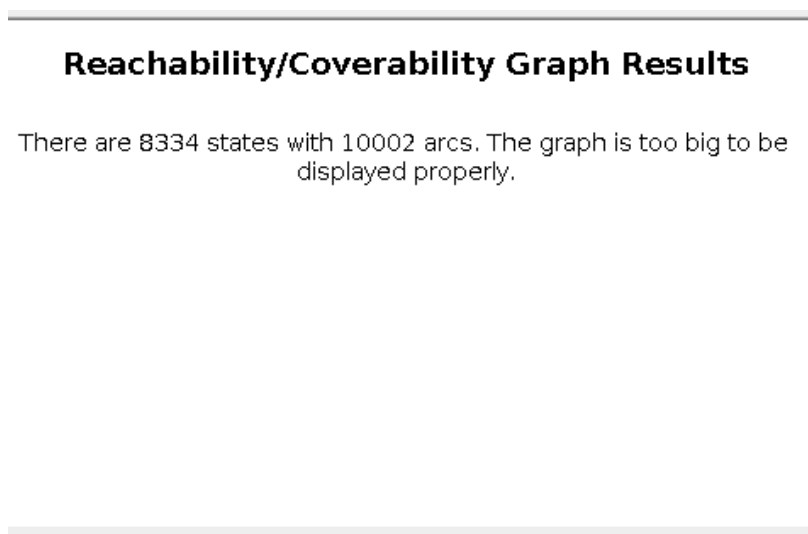
4.1 Analiza niezmienników

Tak, sieć jest zachowawcza. Za pojemność bufora odpowiada ostatnie równanie.

5 Zadanie 5



Rysunek 10: Sieć reprezentująca bufor nieograniczony



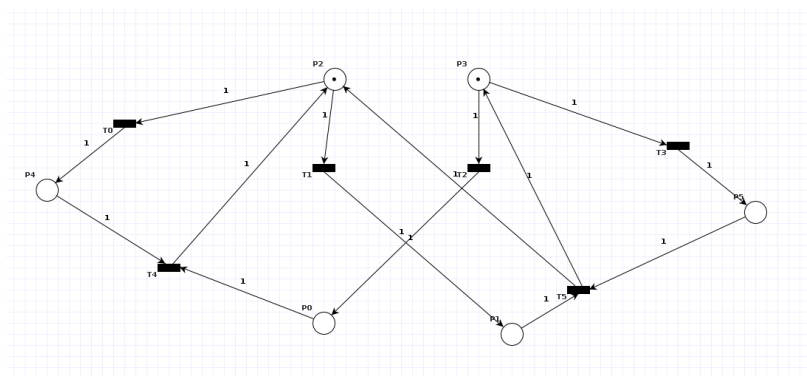
Rysunek 11: Niezmenniki sieci

5.1 Analiza niezmienników

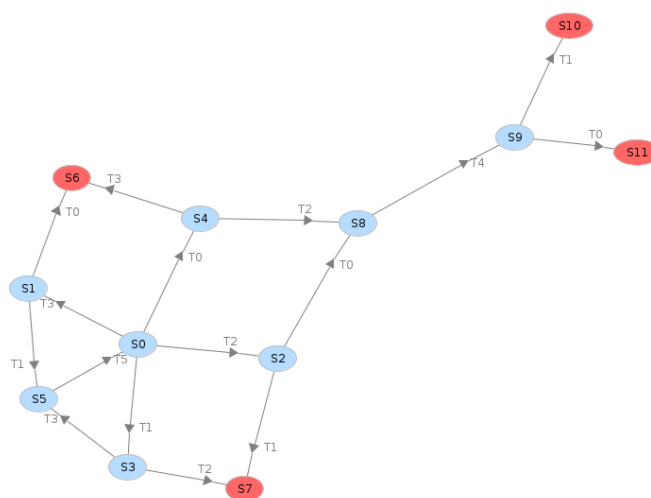
Można łatwo zaobserwować, że ze względu na bufor (P_2) sieć nie będzie ograniczona ani tym bardziej bezpieczna. Nie będzie także zachowawcza.

5.2 Graf osiągalności

Jak widzimy graf osiągalności jest za duży, żeby program go narysował. Czego warto było się spodziewać, gdyż sieć nie jest ograniczona.



Rysunek 12: Sieć z deadlockiem



Rysunek 13: Graf osiągalności

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T2 T4 T0

Rysunek 14: Niezminniki sieci

6 Zadanie 6

6.1 Graf osiągalności

Jak widzimy graf osiągalności posiada sekcje z których nie da się wyjść (zaznaczone na czerwono). Gdy sieć wchodzi do tego stanu następuje zakleszczenie.

6.2 Analiza przestrzeni stanów

Obecność zakleszczenia możemy także zaobserwować w tabeli analizującej przestrzeń stanów naszej sieci.