

Sprawozdanie

Teoria Współbieżności

Sieci Petriego

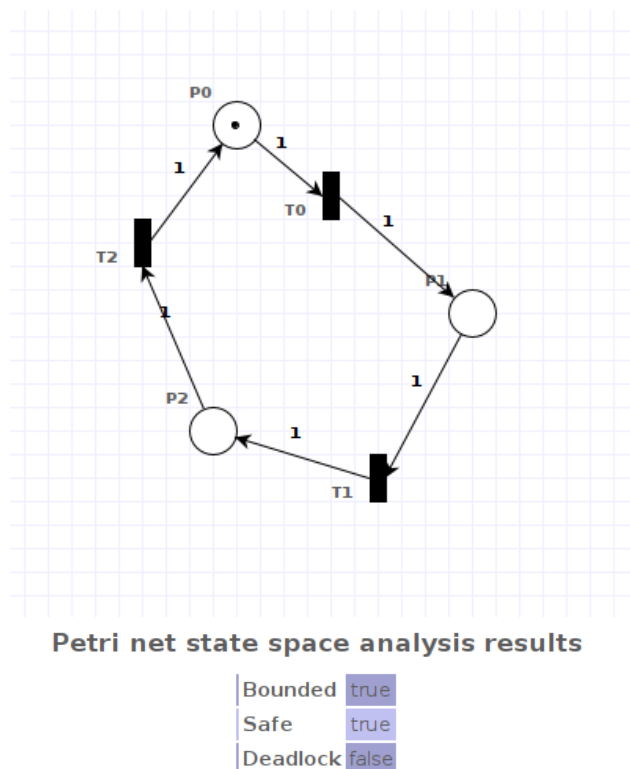
Laboratorium 12

Joanna Bryk, środa 17:50

1. Wstęp

Laboratorium 12. dotyczyło sieci Petriego. Należało generować grafy osiągalności a także analizę niezmienników (niezmienniki przejść T (T-invariants) i niezmienniki miejsc P (P-invariants)). Te pierwsze wykorzystywane są do badania żywotności sieci i odwracalności. Niezmienniki miejsc P pozwalają badać ograniczoność miejsc i zachowawczości sieci. Graf osiągalności również pozwala nam na określenie cech sieci. Możemy stwierdzić, czy możliwe są zakleszczenia, czy sieć albo przejścia są żywotne, a także wyciągnąć wnioski na temat ograniczoności i bezpieczeństwa sieci.

2. Ćwiczenie



Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2
1	1	1

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

P-Invariants

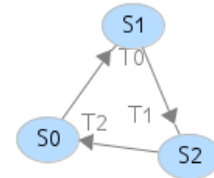
P0	P1	P2
1	1	1

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

P-Invariant equations

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

Analysis time: 0.001s

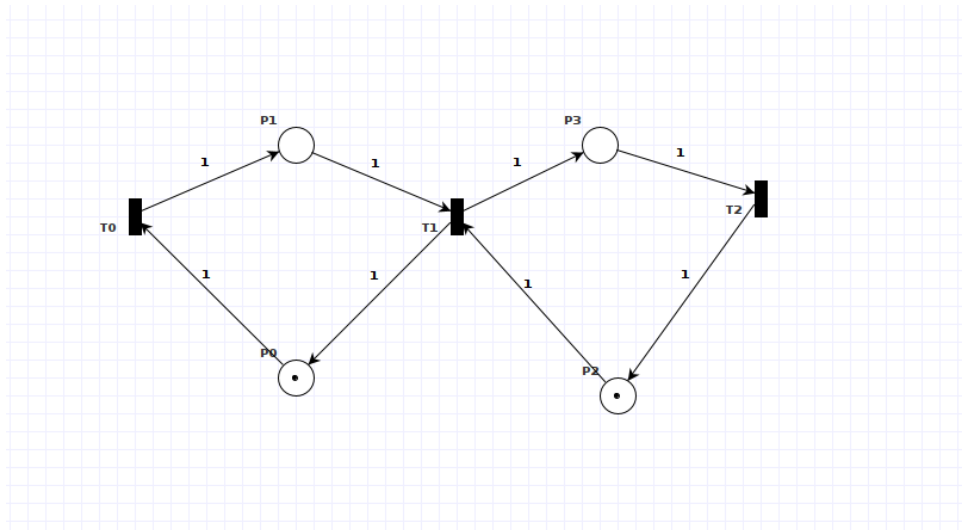


Każde znakowanie jest osiągalne. Maksymalna liczba znaczników w każdym ze znakowań wynosi jeden – sieć jest ograniczona i bezpieczna. Każde przejście jest przedstawione jako krawędź w grafie – są one żywotne. Wychodząc z dowolnego węzła grafu (znakowania) można dokonać dowolne przejście – sieć jest żywotna. Zakleszczenia nie są możliwe. Z analizy niezmienników wynika, że sieć jest odwracalna i zachowawcza.

3. Rozwiązanie zadań

Zadanie 1

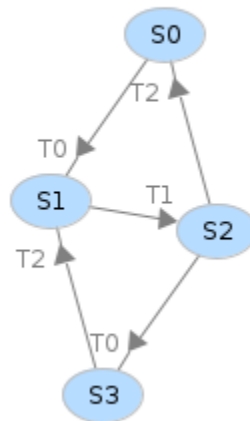
Zbudowana przeze mnie maszyna:



Właściwości sieci:

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	false



Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2
1	1	1

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

P-Invariants

P0	P1	P2	P3
1	1	0	0
0	0	1	1

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

P-Invariant equations

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

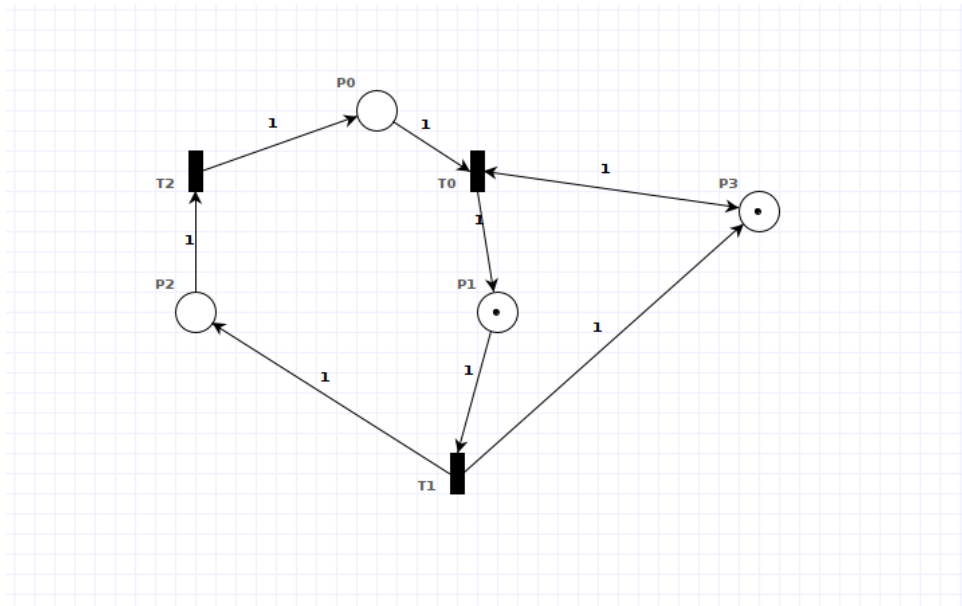
$$M(P2) + M(P3) = 1$$

Analysis time: 0.0s

Analiza grafu i niezmienników:

Każde znakowanie jest osiągalne – sieć jest ograniczona. Maksymalna liczba znaczników wynosi jeden, więc sieć jest bezpieczna. Każde przejście jest żywotne a także sieć jest żywotna (możemy wykonać dowolne przejście). Nie ma opcji zakleszczenia. Sieć jest odwracalna – można przejść z powrotem do stanu początkowego (T-invariants). Suma znaczników pozostaje stała – sieć jest zachowawcza. Wszystkie miejsca są pokryte.

Zadanie 2



Analiza niezmienników:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2
----	----	----

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

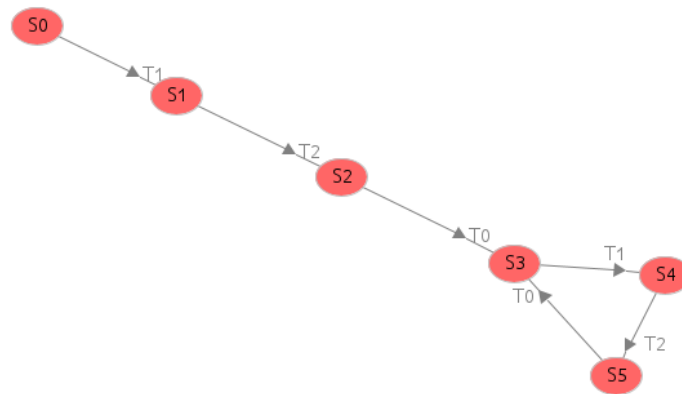
The net is not covered by positive P-Invariants, therefore we do not know if it is bounded.

P-Invariant equations

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

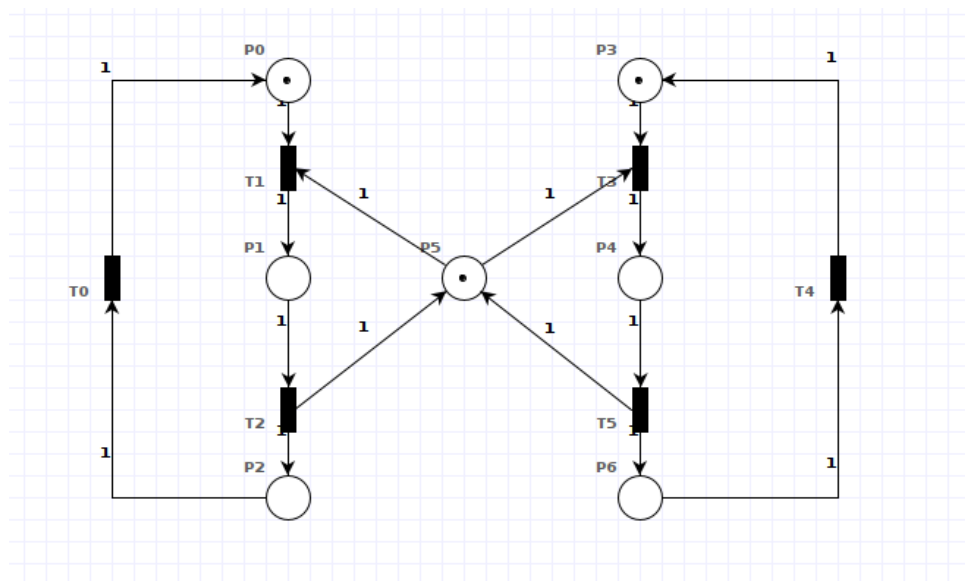
Analysis time: 0.0s

Graf osiągalności:



Sieć jest żywa, gdy w grafie osiągalności wychodząc od znakowania początkowego można wykonać dowolne przejście przez wykonanie pewnej sekwencji przejść. Tak więc powyższa sieć jest żywa. Sieć nie jest ograniczona. Sieć nazywamy bezpieczną, gdy jest 1 ograniczona – jej wszystkie miejsca są 1-ograniczone. Natomiast jeśli mówimy, że miejsce jest k ograniczone oznacza to, że przy dowolnym znakowaniu osiągalnym liczba znaczników w tym miejscu wynosi maksymalnie k. Powyższa sieć nie jest bezpieczna.

Zadanie 3 – wzajemne wykluczanie na wspólnym zasobie.



Analiza niezmienników:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	1	1	0	0	0
0	0	0	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
1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0
0	0	0	1	1	0	1

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

P-Invariant equations

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

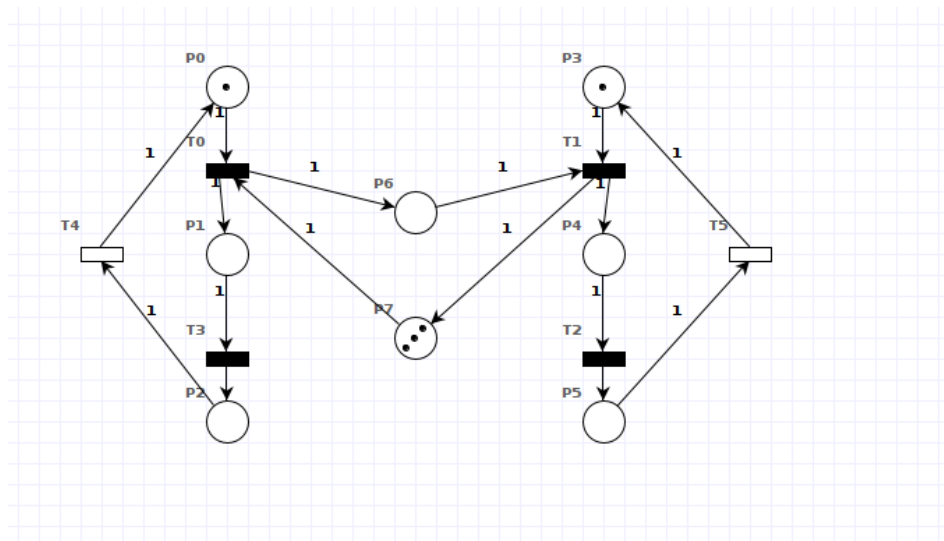
$$M(P1) + M(P4) + M(P5) = 1$$

$$M(P3) + M(P4) + M(P6) = 1$$

Analysis time: 0.001s

Równania te informują nas, że liczba znaczników we wszystkich osiągalnych znakowaniach spełnia jakąś zależność liniową. Działanie ochrony sekcji krytycznej ukazuje równanie 2.

Zadanie 4



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

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

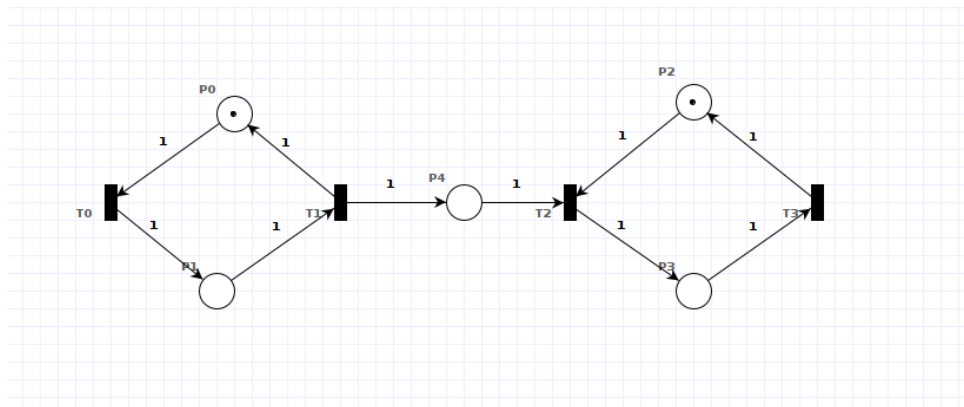
$$M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1$$

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

Analysis time: 0.001s

Liczba znaczników w sieci pozostaje stała – sieć jest zachowawcza. Rozmiar bufora pokazuje nam równanie 3.

Zadanie 5 – Problem producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem.



Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3
1	1	1	1

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

P-Invariants

P0	P1	P4	P2	P3
1	1	0	0	0
0	0	0	1	1

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

P-Invariant equations

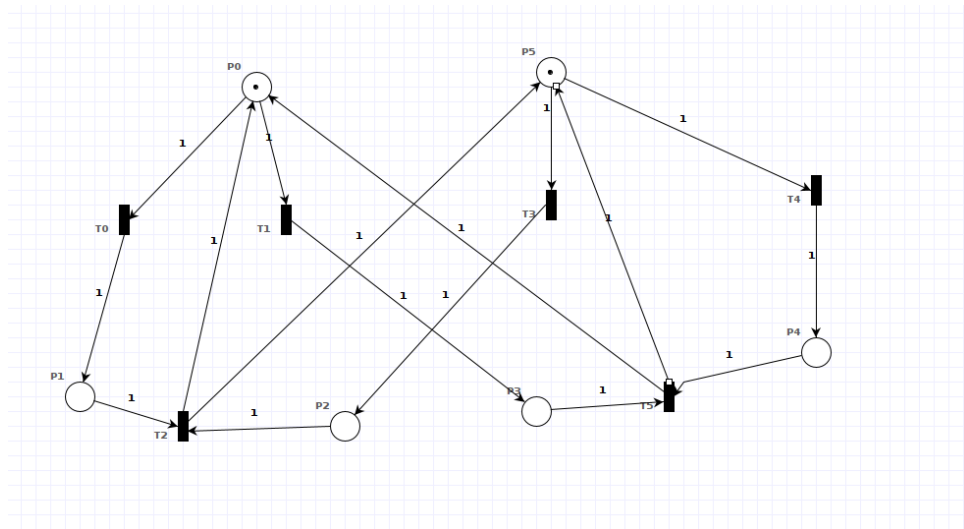
$$M(P0) + M(P1) = 1$$

$$M(P2) + M(P3) = 1$$

Analysis time: 0.001s

Jak widać, nie wszystkie miejsca w tej sieci są pokryte (P-invariants, P4).

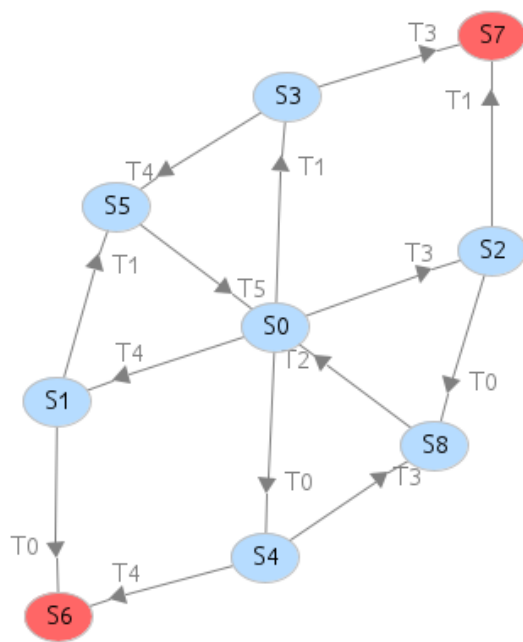
Zadanie 6 – zakleszczenie.



Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T4



Sieć jest bezpieczna i ograniczona. Zakleszczenie może wystąpić np. dla ścieżki TO T4. Znakowania, z których nie można wykonać przejść zaznaczone są na czerwono.

4. Bibliografia

- <http://jedrzej.ulasiewicz.staff.iiar.pwr.wroc.pl/ProgramowanieWspolbiezne/wyklad/Sieci-Petriego15.pdf>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Petri_net