SPRAWOZDANIE XII

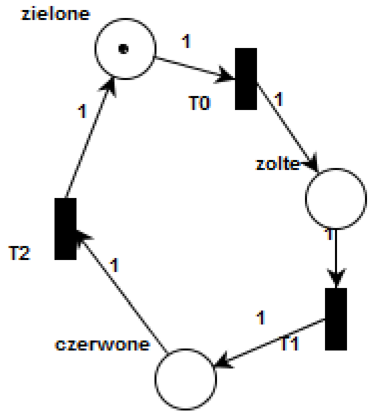
TEORIA WSPÓŁBIEŻNOŚCI

Własności sieci Petriego.

DAWID BIAŁKA

DATA LABORATORIUM 05.01.2021

DATA ODDANIA 19.01.2021



Ćwiczenia:

Narysować przyklad w symulatorze.

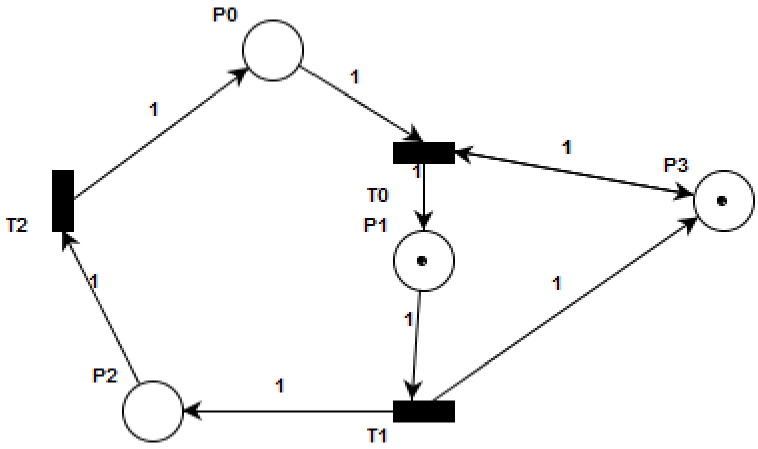
Sprawdzić własciwości sieci (ograniczoność, bezpieczenstwo i możliwy deadlock) w symulatorze Pipe w menu "State Space Analysis".

Wygenerować graf osiągalności "Reachability/Coverability Graph". Zaobserwować:

- Jakie znakowania są osiagalne ?
- Ile wynosi maksymalna liczba znaczników w każdym ze znakowań ? Jakie mozemy wyciągnac z tego wnioski n.t. ograniczoności i bezpieczenstwa?
- Czy kazde przejście jest przedstawione jako krawedz w grafie ? Jaki z tego wniosek n.t. zywotnosci przejsc ?
- Czy wychodzac od dowolnego wezla grafu (znakowania) mozna wykonac dowolne przejscie ? Jaki z tego wniosek n.t. zywotnosci sieci? Czy sa mozliwe zakleszczenia ?
- Wykonać analizę niezmiennikow (wybrac w menu "Invariant Analysis").
    - wynik analizy niezmiennikow przejsc (T-invariants) pokazuje nam, ile razy trzeba odpalic dane przejscie (T), aby przekształcic znakowanie poczatkowege z powrotem do niego samego (wynik nie mowi nic o kolejnosci odpalen). Z wyniku mozemy m.in. wnioskowac o odwracalnosci sieci.
    - wynik analizy niezmiennikow miejsc (P-invariants) pokazuje nam zbiory miejsc, w ktorych laczna suma znacznikow sie nie zmienia. Pozwala to wnioskowac n.t. zachowawczosci sieci (czyli wlasnosci, gdzie suma znacznikow pozostaje stala) oraz o ograniczonosci miejsc.
    -

Zadanie 1 - wymyslic wlasna maszyne stanow, zasymulowac przyklad i dokonac analizy grafu osiagalnosci oraz niezmiennikow j.w.

Zadanie 2 - zasymulowac siec jak ponizej.



Dokonac analizy niezmiennikow przejsc. Jaki wniosek mozna wyciagnac o odwracalnosci sieci ? Wygenerowac graf osiagalnosci. Prosze wywnioskowac z grafu, czy siec jest zywa. Prosze wywnioskowac czy jest ograniczona. Objasnic wniosek.

Zadanie 3 - zasymulowac wzajemne wykluczanie dwoch procesow na wspolnym zasobie. Dokonac analizy niezmiennikow. Wyjasnij znaczenie rownan (P-invariant equations). Ktore rownanie pokazuje dzialanie ochrony sekcji krytycznej ?

Zadanie 4 - uruchomic problem producenta i konsumenta z ograniczonem buforem (mozna posluzyc sie przykladem, menu:file, examples). Dokonac analizy niezmiennikow. Czy siec jest zachowawcza ? Ktore rownanie mowi nam o rozmiarze bufora ?

Zadanie 5 - stworzyc symulacje problemu producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem. Dokonac analizy niezmiennikow. Zaobserwowac brak pelnego pokrycia miejsc.

Zadanie 6 - zasymulowac prosty przyklad ilustrujacy zakleszczenie. Wygenerowac graf osiagalnosci i zaobserwowac znakowania, z ktoroch nie mozna wykonac przejsc. Zaobserwowac wlasciwosci sieci w "State Space Analysis". Ponizej przyklad sieci z mozliwoscia zakleszczenia (mozna wymyslic inny):

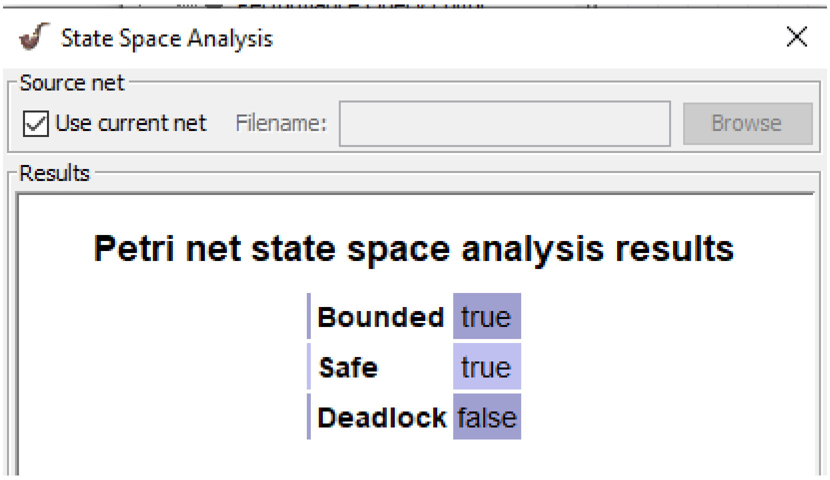
Koncepcja

Wszystkie zadania zostaną rozwiązane przy pomocy programu PIPE, gdzie możemy tworzyć i symulować działanie sieci Petriego.

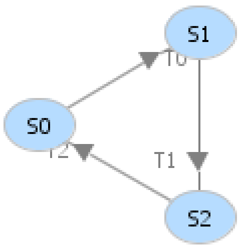
Implementacja i wyniki

Ćwiczenie pierwsze dla maszyny stanów reprezentującej światła uliczne:

- Właściwości sieci:



- Graf osiągalności



- Z grafu osiągalności widzimy, że
  - Każde znakowanie jest osiągalne
  - Maksymalna liczba znaczników w każdym ze znakowań wynosi jeden. Oznacza to, że sieć jest ograniczona i bezpieczna.
  - Każde przejście jest oznaczone jako krawędź, więc są one żywotne
  - Możemy wykonać dowolne przejście, zatem sieć jest żywotna.

- Analiza niezmienników:

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

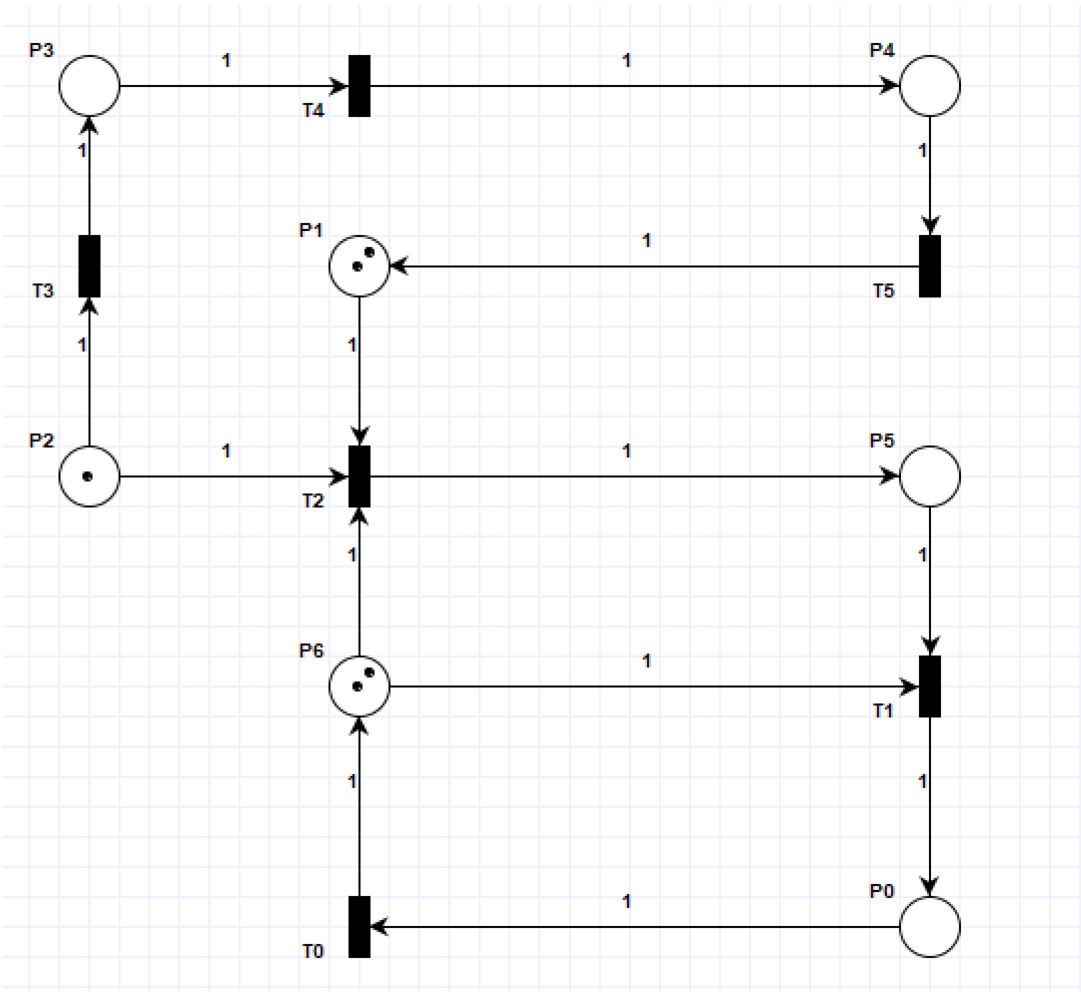
The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

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

Analysis time: 0.0s

Zad. 1



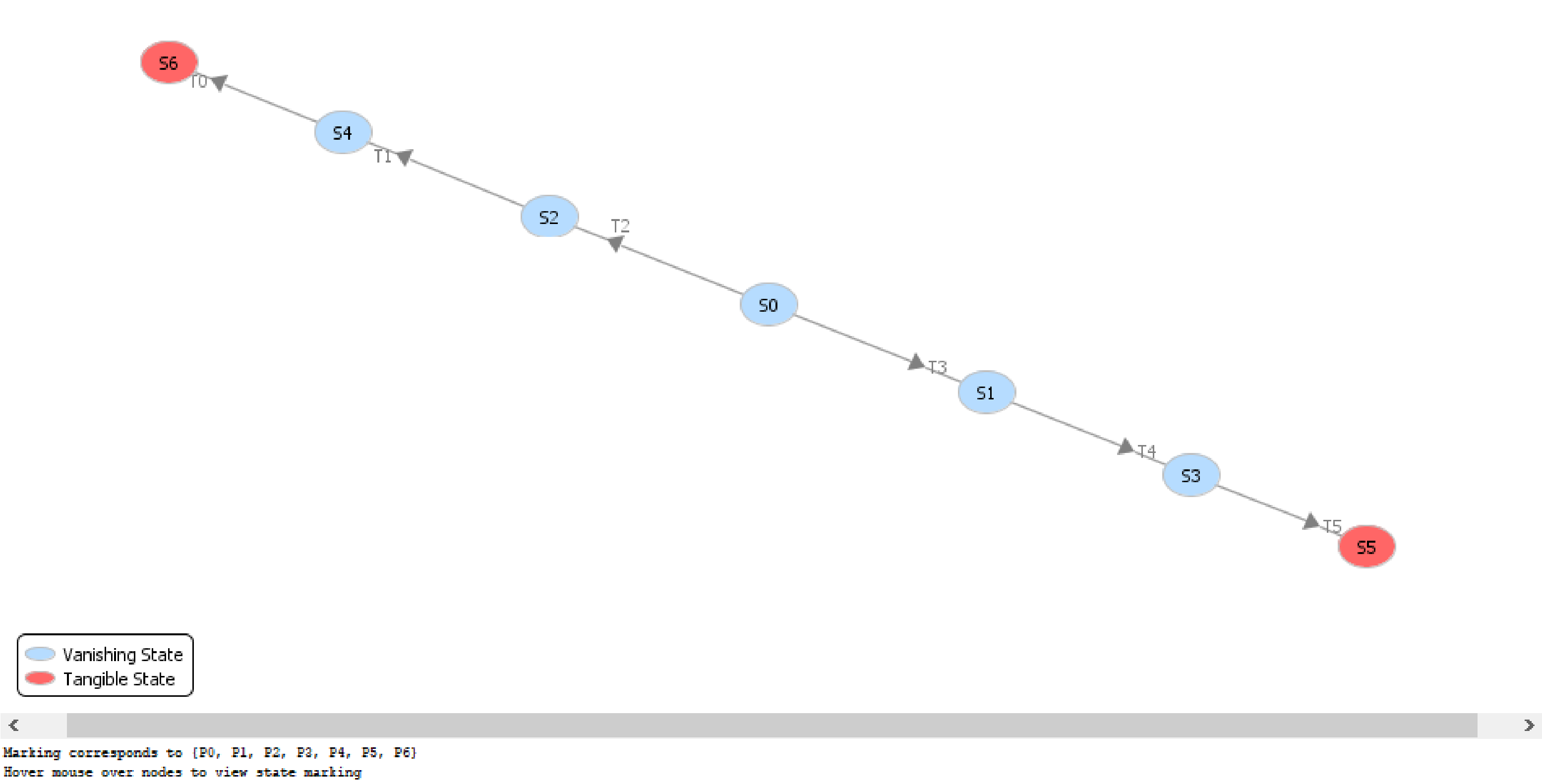
Właściwości sieci:

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	false
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T2 T1 T0

Graf osiągalności:



- Z grafu osiągalności widzimy, że
  - Każde znakowanie jest osiągalne, zatem sieć jest ograniczona.
  - Maksymalna liczba znaczników w każdym ze znakowań nie wynosi jeden. Oznacza to, że sieć nie jest bezpieczna.
  - Każde przejście jest oznaczone jako krawędź, więc są one żywotne
  - Możemy wykonać dowolne przejście, zatem sieć jest żywotna.
  - Mogą wystąpić zakleszczenia, np. dla ścieżki T2 -> T1 -> T0.

Analiza niezmienników:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5

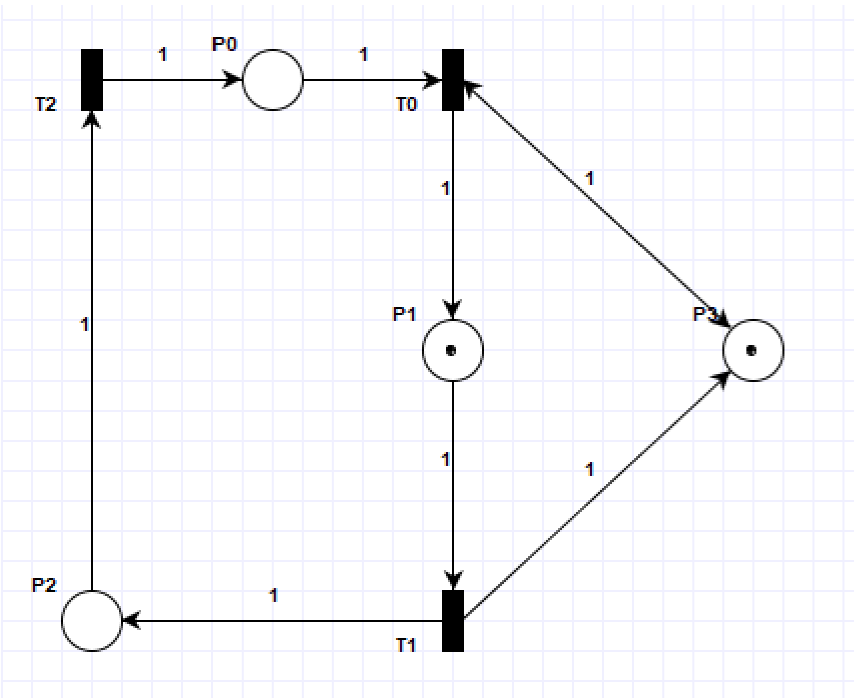
The net is not covered by positive T-Invariants, therefore we do not know if it is bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6

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

Zad. 2

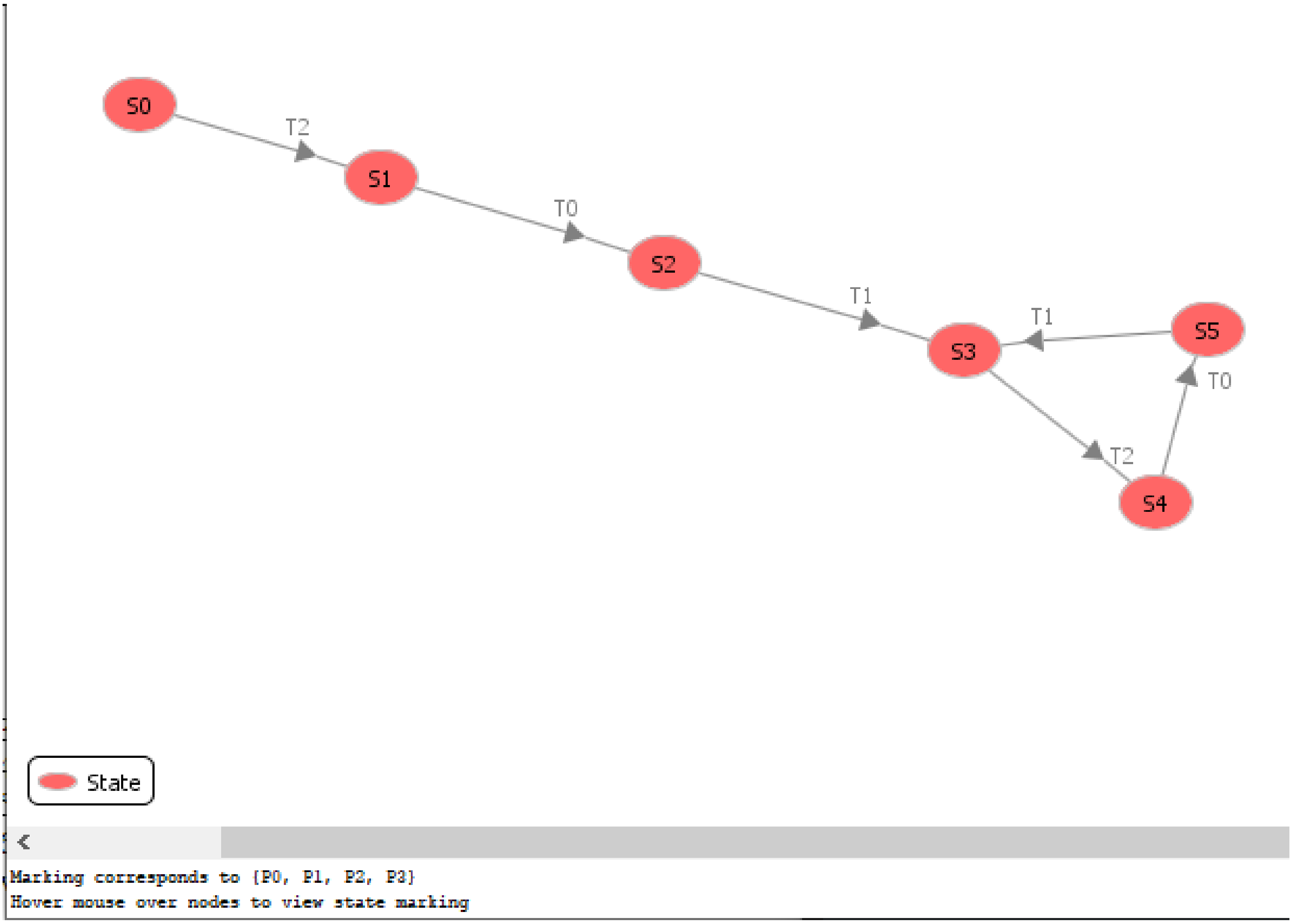


Właściwości sieci:

Petri net state space analysis results

Bounded	false
Safe	false
Deadlock	false

Graf osiągalności:



- Z grafu osiągalności widzimy, że
  - Każde znakowanie jest osiągalne, lecz nie mamy maksymalnej liczby znaczników na niektórych znakowaniach, zatem sieć nie jest ograniczona.
  - Maksymalna liczba znaczników w każdym ze znakowań nie wynosi jeden. Oznacza to, że sieć nie jest bezpieczna.
  - Każde przejście jest oznaczone jako krawędź, więc są one żywotne
  - Możemy wykonać dowolne przejście, zatem sieć jest żywotna.
  - Brak zakleszczeń.

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	P3
1	1	1	0	0
0	0	0	0	1

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

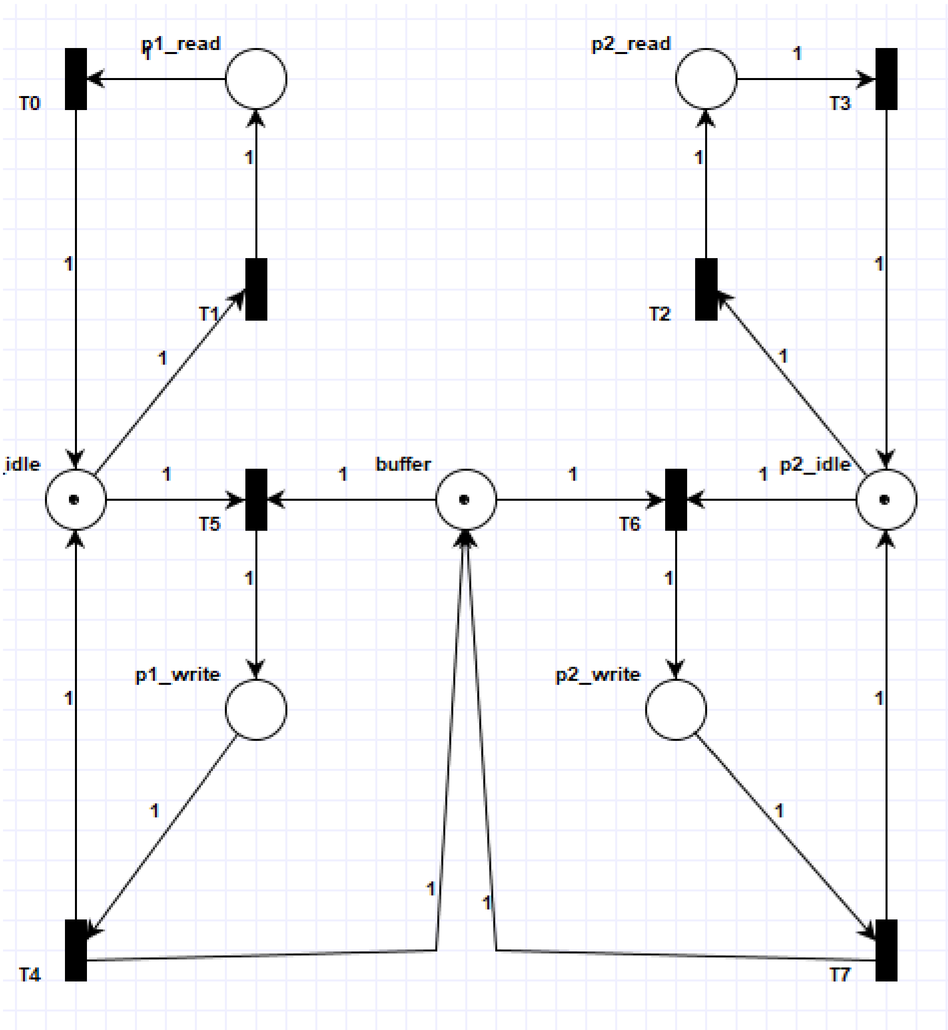
P-Invariant equations

M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1
M(P3) = 1

Analysis time: 0.0s

Zad. 3

Przykład sieci, w której dwa procesy wzajemnie się wykluczają. Wzajemne wykluczenie jest zapewnione przez obecność tylko jednego znacznika w bufferze. Wszystkie sytuacje są połączone, a przejście "pół-żywe" (ang. semi-live).



Analiza niezmienników:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1

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

P-Invariants

p1_read	p2_read	p1_idle	buffer	p2_idle	p1_write	p2_
1	0	1	0	0	1	
0	0	0	1	0	1	
0	1	0	0	1	0	

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

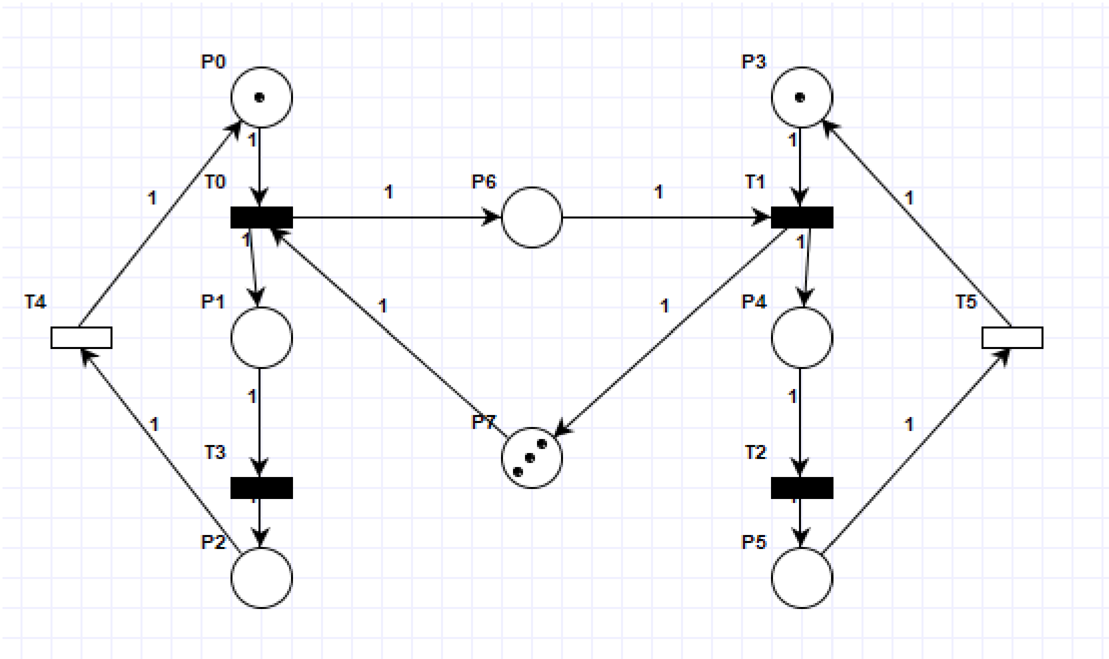
P-Invariant equations

M(p1_read) + M(p1_idle) + M(p1_write) = 1
M(buffer) + M(p1_write) + M(p2_write) = 1
M(p2_read) + M(p2_idle) + M(p2_write) = 1

Analysis time: 0.001s

Równania P-Invariants wskazują, że liczba znaczników w wszystkich osiągalnych znakowaniach spełnia jakąś zależność liniową. Równanie M(buffer) + M(p1_write) + M(p2_write) = 1 oznacza, że tylko dokładnie jedno miejsce buffer, p1_write i p2_write są oznakowane, czyli w szczególności żadne dwa miejsca nie mogą być znakowane naraz, czyli mamy zabezpieczenie sekcji krytycznej.

Zad. 4



Analiza niezmienników:

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.

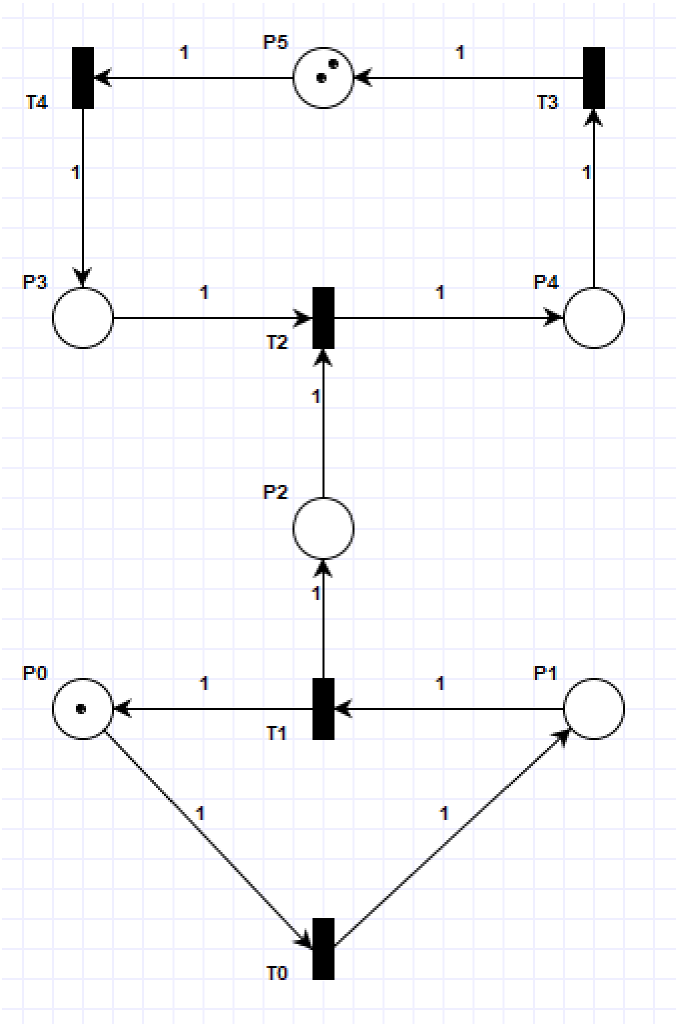
P-Invariant equations

M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1
M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1
M(P6) + M(P7) = 3

Rozmiar bufora pokazuje nam równanie 3: M(P6) + M(P7) = 3

Analizując wszystkie osiągalne znakowania na grafie zależności widać, że liczba znaczników w sieci pozostaje stała. Zatem sieć jest zachowawcza.

Zad. 5



Analiza niezmienników:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

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

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

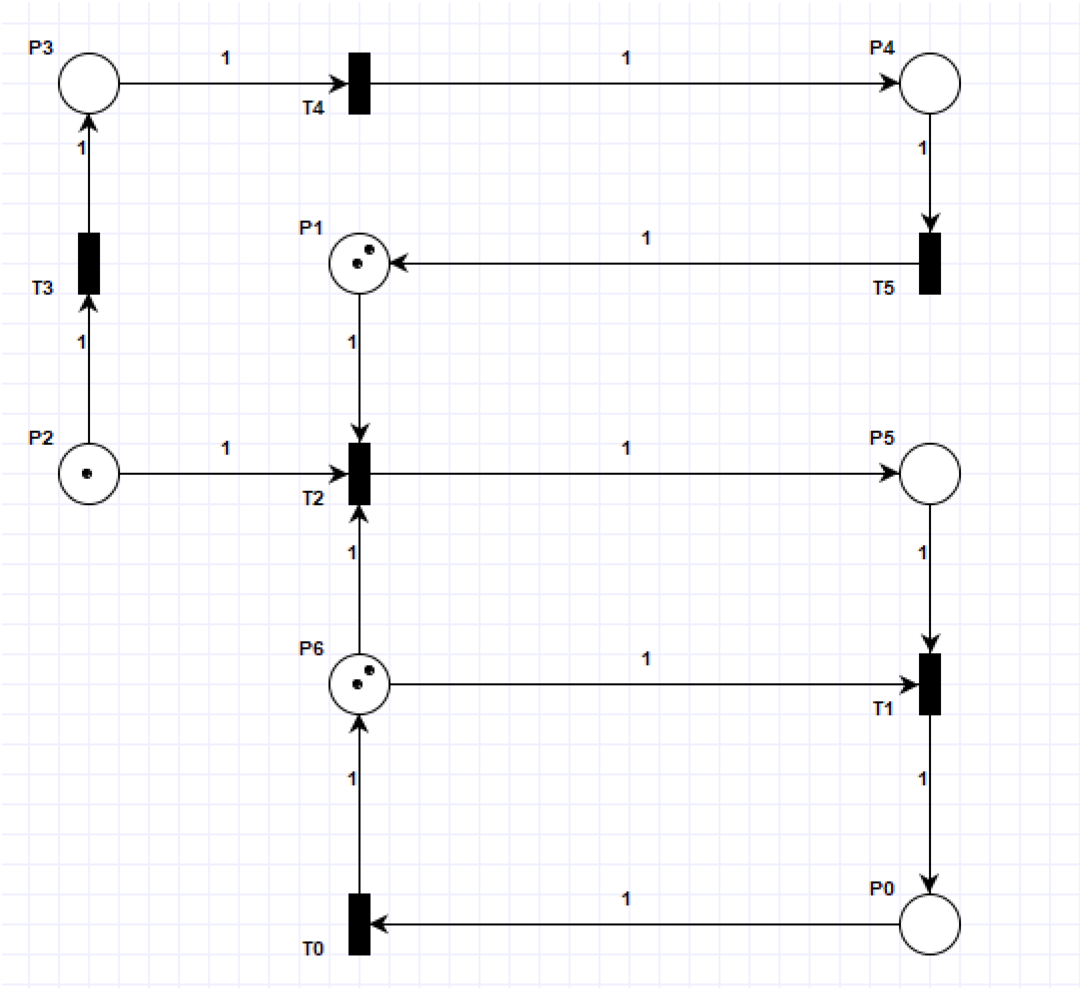
P-Invariant equations

M(P0) + M(P1) = 1
M(P3) + M(P4) + M(P5) = 2

Na podstawie analizy niezmienników widzimy, że nie wszystkie miejsca w tej sieci są pokryte.

Zad. 6

Jest to ta sama sieć, co w zadaniu pierwszym, w którym przedstawiona jest cała analiza.



Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	false
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T2 T1 T0

Wnioski

Sieci Petriego są bardzo dobrym sposobem na opisywanie systemów rozproszonych. Analizując sieć Petriego możemy określić właściwości danego systemu rozproszonego, np. czy występują zakleszczenia.

Bibliografia

Z. Weiss, T. Gruźlewski, Programowanie współbieżne i rozproszone. WNT, Warszawa 1993.

http://home.agh.edu.pl/~funika/tw/lab12/

http://www.lsv.fr/~schwoon/enseignement/verification/ws0910/nets2

http://jedrzej.ulasiewicz.staff.iiar.pwr.wroc.pl/ProgramowanieWspolbiezne/wyklad/Sieci-Petriego15.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Petri_net#Boundedness

http://pipe2.sourceforge.net/