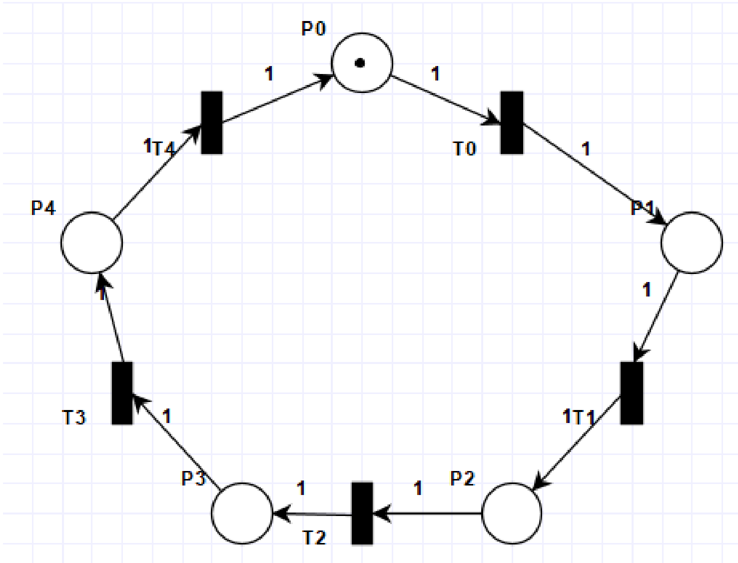
Teoria Współbieżności – Sieć Petri

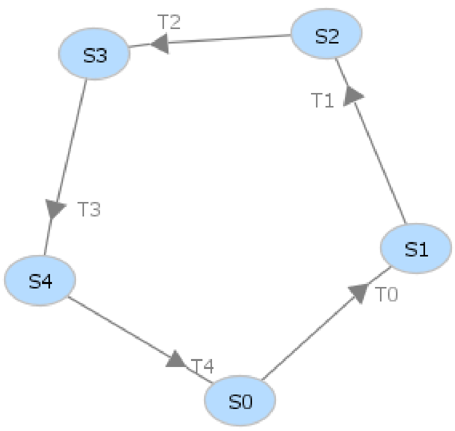
Łukasz Sochacki

1. Własna maszyna stanów oraz jej analiza

Poniżej znajduje się moja ręcznie utworzona maszyna stanów za pomocą programu PIPE. Wygląda ona następująco.



Po zasymulowaniu działania wygenerowałem graf osiągalności. Przedstawia się on następująco.



Analizując powyższy graf można wyciągnąć następujące wnioski :

- Z dowolnego węzła grafu możemy dotrzeć do dowolnego innego lub tego samego węzła grafu .
- W każdym ze znakowań może być maksymalnie jeden znacznik co potwierdza powyższy obrazek maszyny znaków oraz tabela znaczników po uruchomieniu symulacji polegającej na puszczenie znacznika przez jeden cykl w maszynie stanów.

Marking

	P0	P1	P2	P3	P4
Initial	0	0	0	0	0
Current	1	0	0	0	0

- Każde przejście w grafie osiągalności jest przedstawione jako krawędź skierowana z jednego znakowania do drugiego (w przejściach między znakowaniami znajdują się tranzycje). Można z tego wyciągnąć wniosek, że sieć jest żywa (każda tranzycja na pewno wystrzeli w powyższym przykładzie) .
- Nie będziemy mieli ryzyka zaistnienia zakleszczenia, ponieważ mamy pewność, że każda tranzycja wystrzeli oraz znaczniki zostaną przekazane do znakowań.
- Analiza niezmienników przejść/miejsc wykazała poniższe wyniki. Dzięki nim można stwierdzić, że nasza sieć jest odwracalna oraz ograniczona.

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4
1	1	1	1	1

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4
1	1	1	1	1

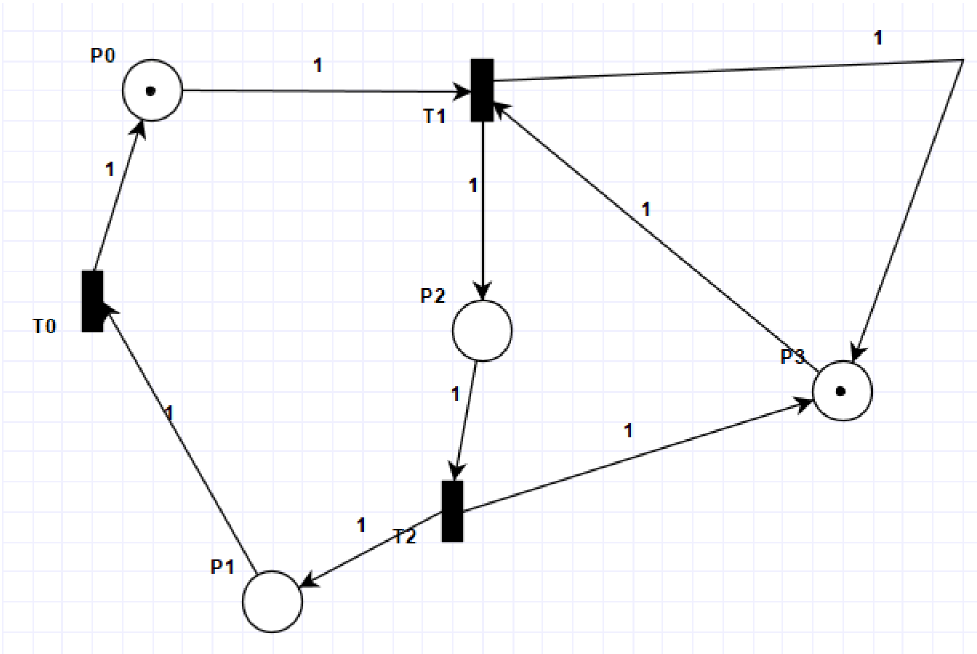
The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

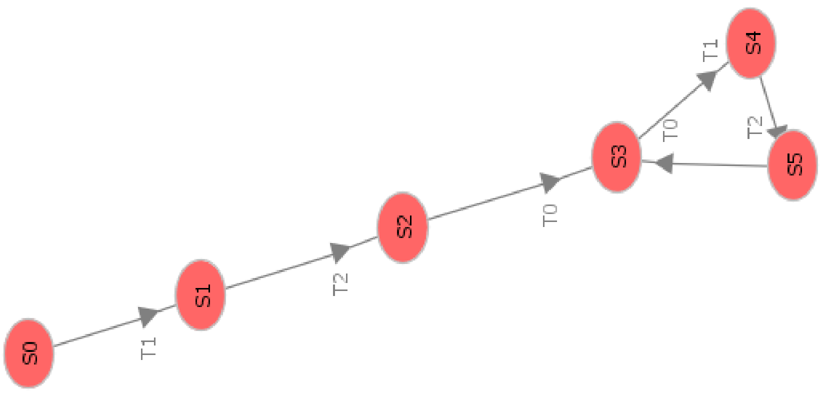
M(P0) + M(P1) + M(P2) + M(P3) + M(P4) = 1

2. **Analiza podanej sieci**

Następnie zasymulowałem sieć podaną w zadaniu drugim. Wygląda ona następująco :



Graf osiągalności prezentuje się następująco :



Dodatkowo przeprowadziłem analizę niezmienników :

T-Invariants

T0	T1	T2

P-Invariants

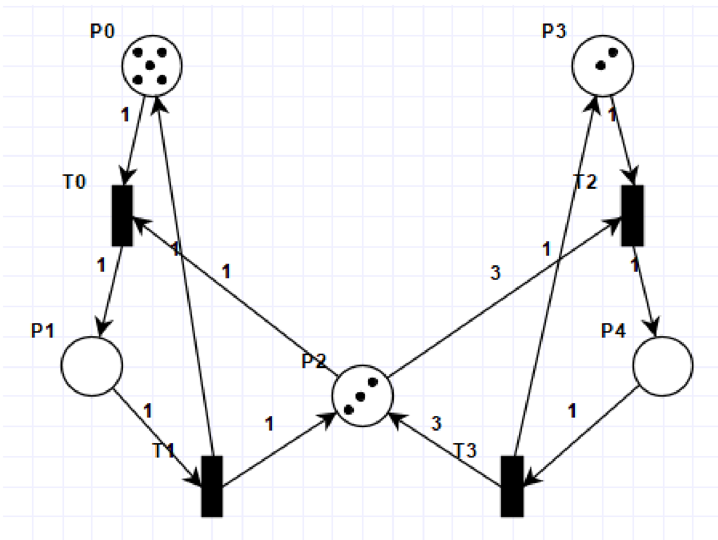
P0	P1	P2	P3
1	1	1	0

Analizując powyższe rezultaty można wyciągnąć następujące wnioski :

- W przeciwieństwie do pierwszego zadania nie możemy osiągnąć wszystkich węzłów z dowolnie wybranego węzła.
- Cały graf osiągalności nie jest cyklem.
- Analiza niezmienników przejść pokazała powyższy wynik. Rezultat pokazuje, że nie została wyznaczone ile razy trzeba odpalić dane przejście by przekształcić dane znakowanie do tego samego (brak wyniku pozytywnego). Z tego można wyciągnąć wniosek, że nie wiemy czy sieć jest odwracalna.
- Analiza grafu osiągalności oraz niezmienników miejsc pokazuje, że nie wszystkie p-niezmienniki mają wartość pozytywną (P3 ma wartość 0). Można z tego wyciągnąć wniosek, że sieć nie jest ograniczona.
- Dodatkowo biorąc wszystko pod uwagę możemy wywnioskować, że sieć nie jest żywa.

3. Wzajemne wykluczanie dwóch procesów na wspólnym zasobie

W celu wykonania ćwiczenia wykorzystałem przykład problemu pisarzy i czytelników z programu PIPE.



Następnie wykonałem analizę niezmienników miejsc oraz ich równań.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4
1	1	0	0	0
0	1	1	0	3
0	0	0	1	1

P-Invariant equations

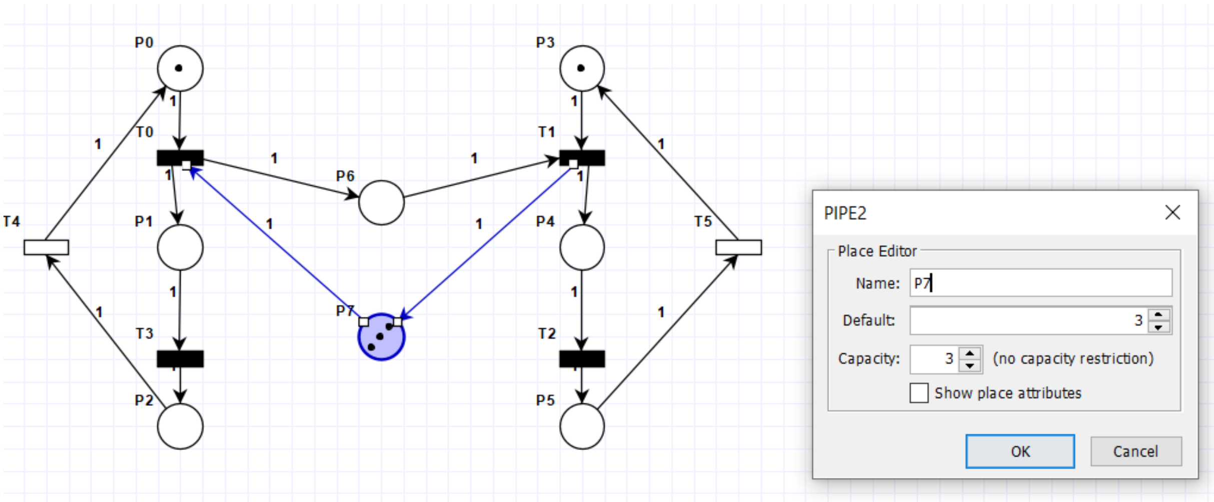
$$M(P0) + M(P1) = 5$$
$$M(P1) + M(P2) + 3M(P4) = 3$$
$$M(P3) + M(P4) = 2$$

Z powyższej analizy wyciągnąłem następujące wnioski :

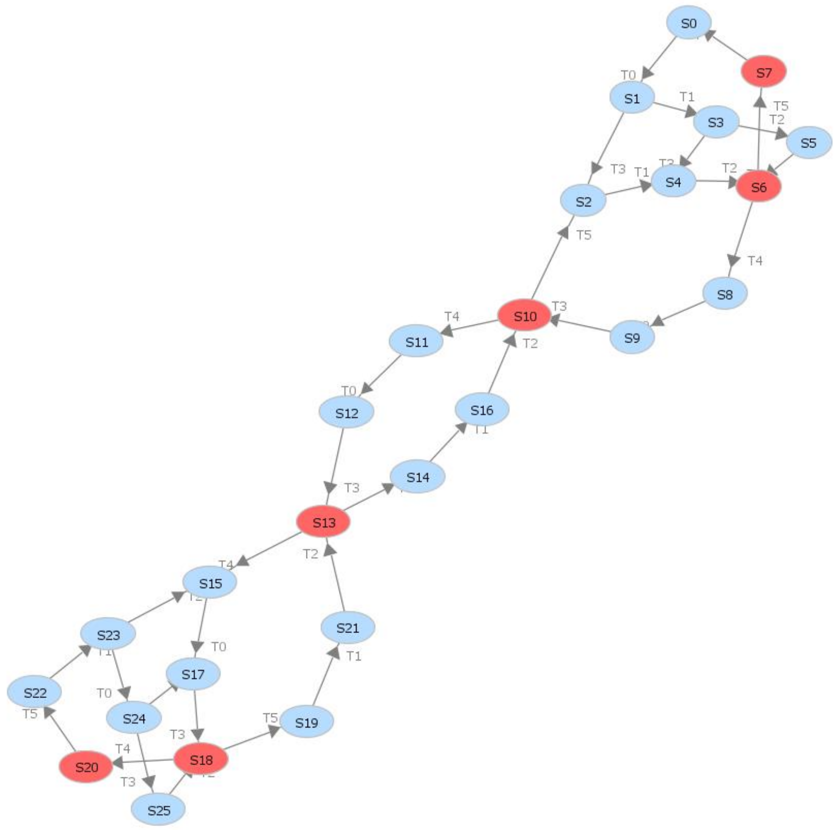
- Wszystkie miejsca zostały pokryte wartościami niezerowymi zatem sieć może być ograniczona
- Równania niezmienników miejsc mówią o ilości tokenów w sieci i jaka ich ilość powinna być zachowana w poszczególnych fragmentach sieci.
- O ochronie sekcji krytycznej mówi nam drugie równanie. Dotyczy ono sekcji sieci gdzie znajduje się P2 oraz połączenia.

4. Uruchomić problem producenta i konsumenta z ograniczonym buforem

W celu wykonania ćwiczenia wykorzystałem przykładową sieć dostępna w PIPE.



Graf osiągalności dla danej sieci :



Analiza niezmienników przyniosła takie rezultaty :

T-Invariants

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

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

P-Invariant equations

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

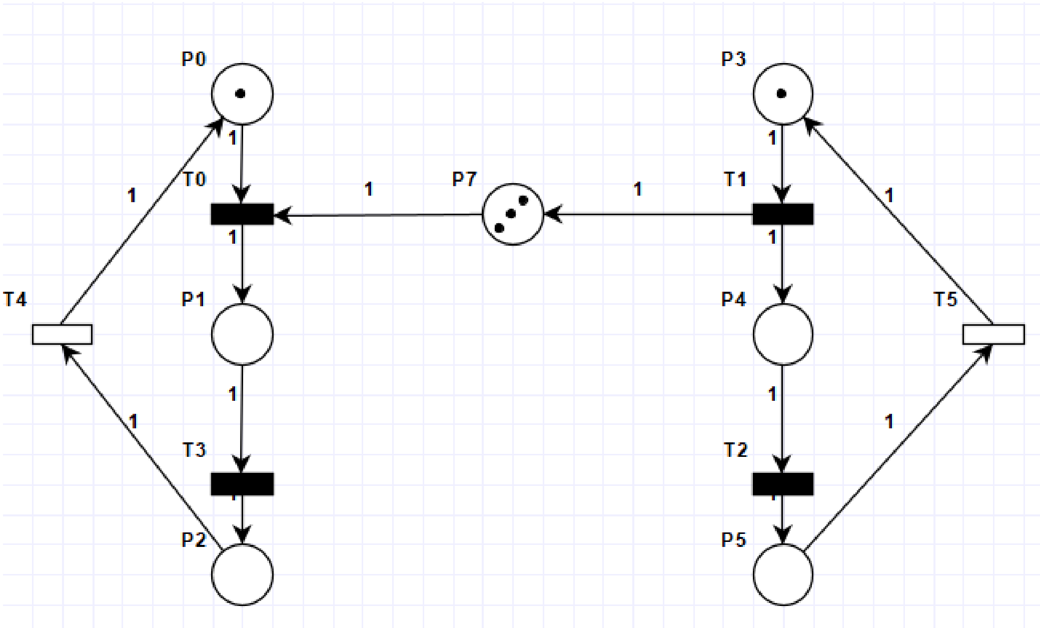
Z analizy niezmienników oraz uruchomienia przykładowej sieci można wyciągnąć następujące wnioski :

- Liczba znaczników w sieci jest stała (niezależnie od etapu uruchomienia symulacji liczba znaczników jest taka sama) zatem sieć jest zachowawcza.

- W równaniach niezmienników trzecie równanie mówi nam o rozmiarze bufora w sieci (rozmiar bufora w sieci jest).
- Analiza niezmienników przejść zwróciła przy każdym przejściu wartość nieujemną. Z tego możemy wnioskować, że nasza sieć może być odwracalna.
- Analiza niezmienników miejsc daje nam przy każdym przejściu wartość nieujemną biorąc pod uwagę wszystkie wiersze otrzymanych rezultatów. Z tego możemy wnioskować, że sieć jest ostatecznie ograniczona.

5. Uruchomić problem producenta i konsumenta bez ograniczonego bufora

W celu realizacji ćwiczenia wykorzystałem przerobioną sieć z zadania czwartego.



Analiza niezmienników zwróciła następuje rezultaty :

T-Invariants

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

P-Invariants

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

P-Invariant equations

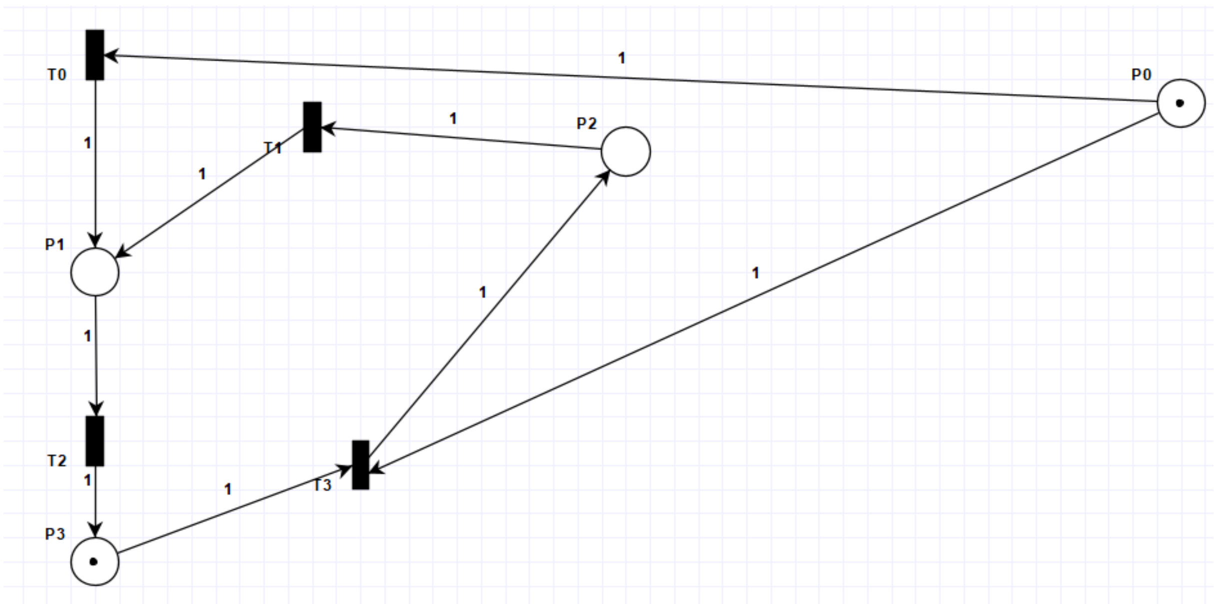
M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1
M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1

Z przeprowadzonej analizy można wyciągnąć następujące wnioski:

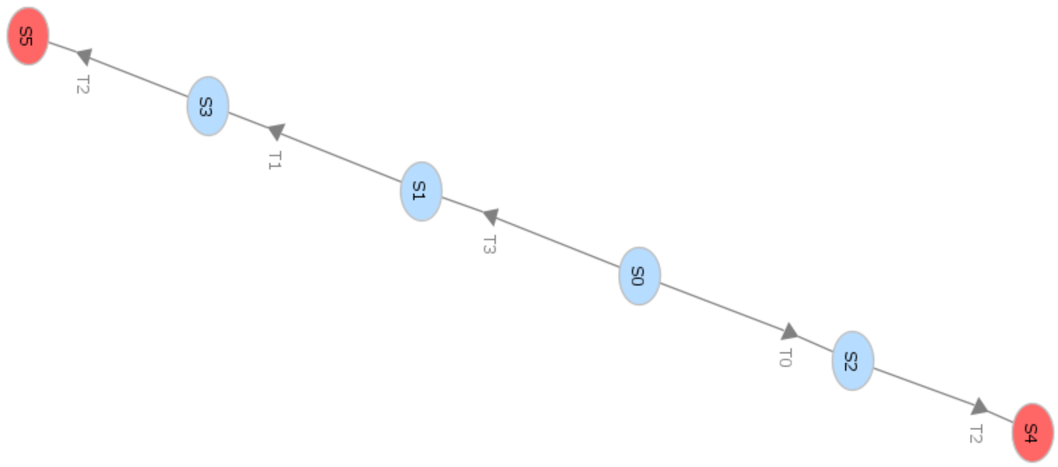
- Analiza niezmienników przejść zwróciła dla każdego przejścia pozytywne wartości zatem nasza sieć może być żywa
- Analiza niezmienników miejsc pokazała faktyczny brak wypełnienia wszystkich miejsc niezerowymi wartościami co sprawia, że sieć może nie być ograniczona. Jest to zupełnie inna sytuacja niż w poprzednim zadaniu, gdzie nastąpiło pokrycie wszystkich miejsc wartościami niezerowymi.

6. Zasymulować prosty przykład ilustrujący zakleszczenie

W celu wykonania zadania postanowiłem stworzyć prostą sieć, dla której zajdzie proces zakleszczenia. Prezentuje się ona następująco.



Graf osiągalności dla utworzonej sieci :



Jak można zauważyć powyżej ze stanów S4 i S5 nie można w żaden sposób wykonać kroku w żadną stronę.

State Space Analysis zwróciła następujące rezultaty :

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	false
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T3 T1 T2