

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

WYDZIAŁ INFORMATYKI  
KIERUNEK INFORMATYKA



TEORIA WSPÓLBIEŻNOŚCI

---

## Laboratorium 8

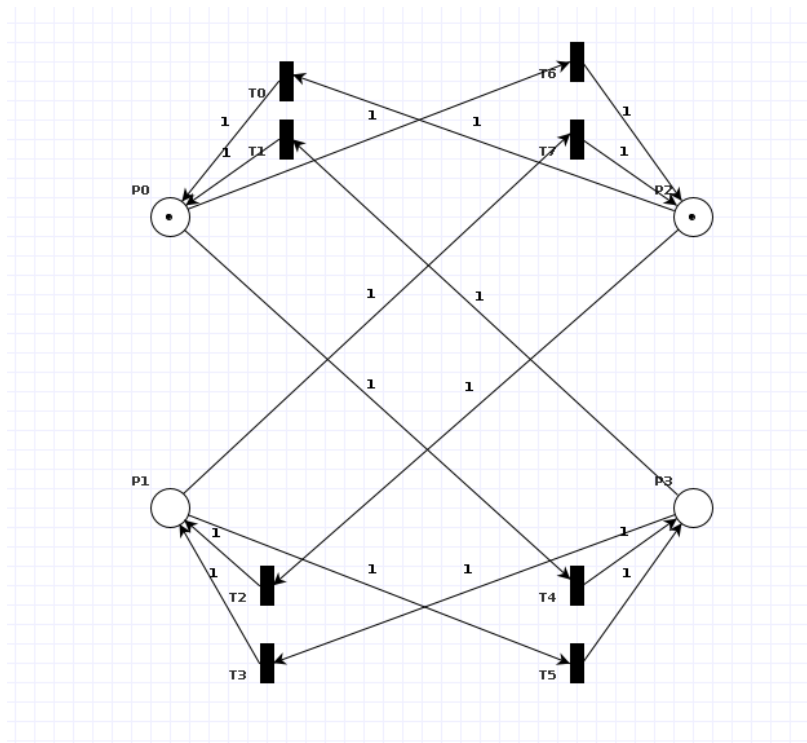
Petri Nets

---

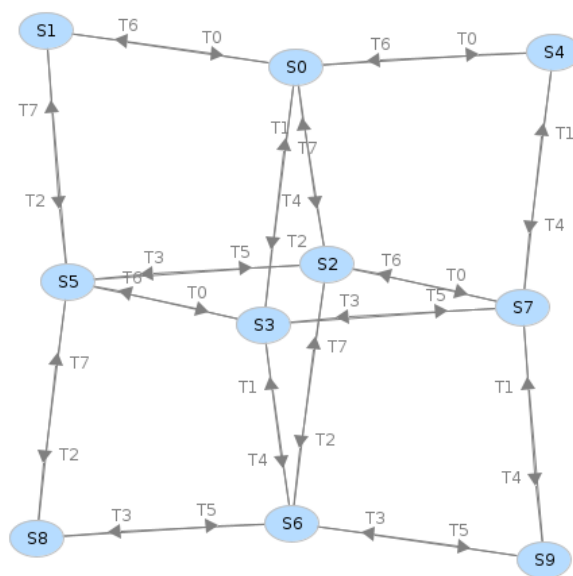
Kyrylo Iakymenko

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.

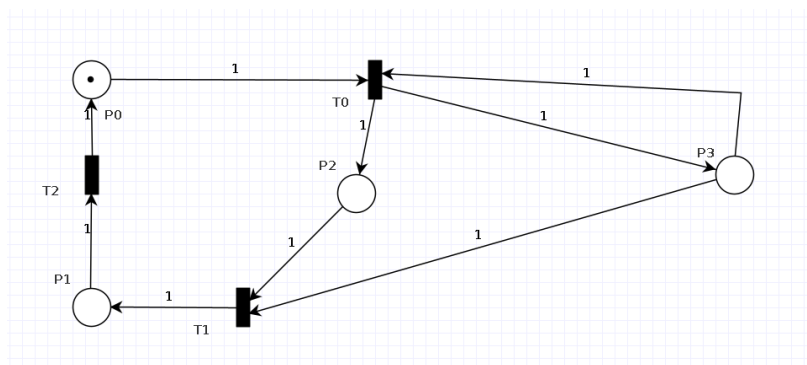
- Każde przejście jest krawędzią w grafie.
- Sieć jest żywa.

## 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

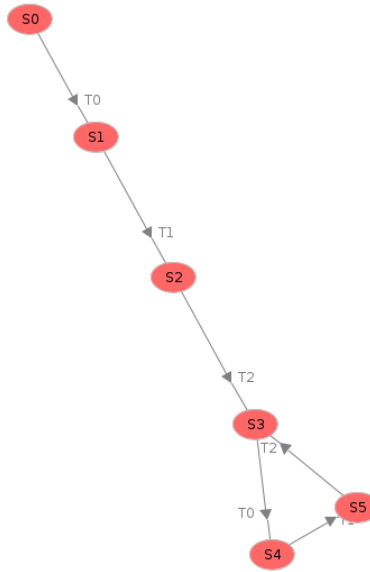
The net is not covered by positive P-Invariants, therefore we do not know if it is bounded.

#### 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

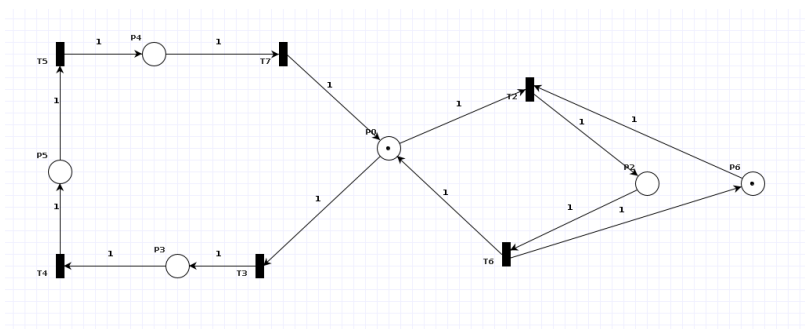
## 2.1 Graf osiągalności

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

## 2.2 Analiza niezmienników przejść

Sieć nie jest odwracalna, ponieważ możemy dodać dowolną ilość tokenów w stanie  $P_3$ .

## 3 Zadanie 3



Rysunek 6: Sieć reprezentująca wzajemne używanie zasobów

## 3.1 Analiza niezmienników sieci

Równanie pierwsze chroni nam sekcję krytyczną.

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

## 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.

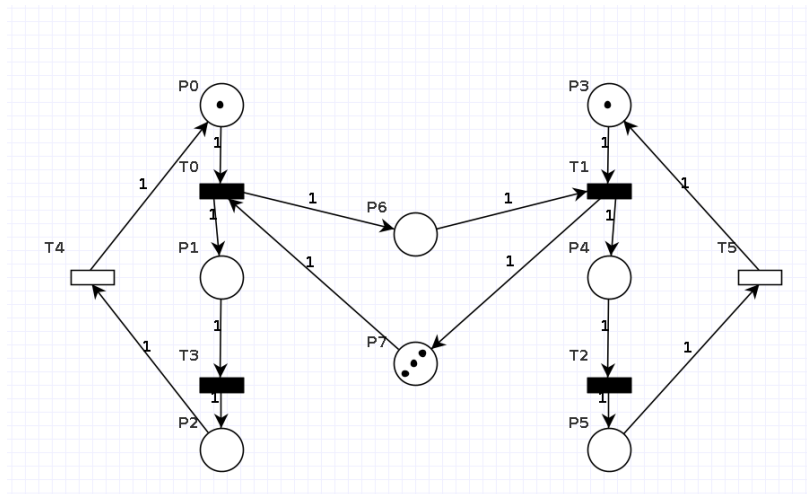
### P-Invariant equations

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

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

Rysunek 7: Niezmienniki sieci

## 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

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

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

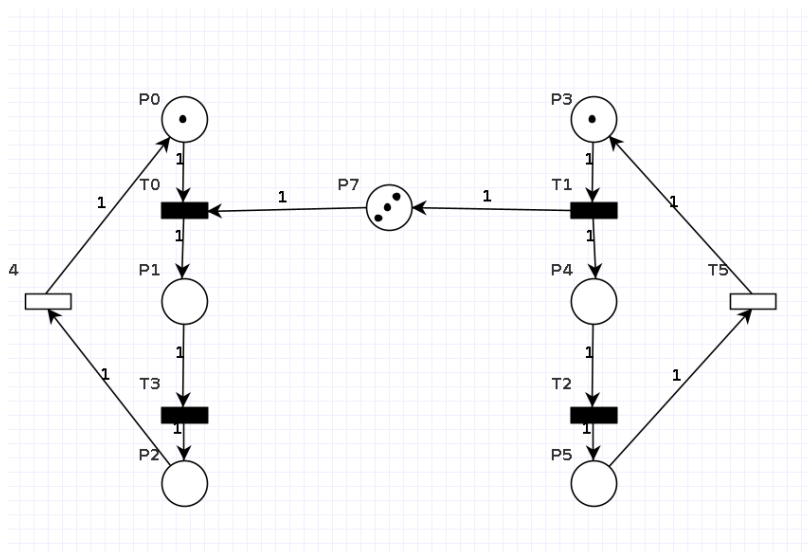
$$M(P6) + M(P7) = 3$$

Rysunek 9: Niezmenniki sieci

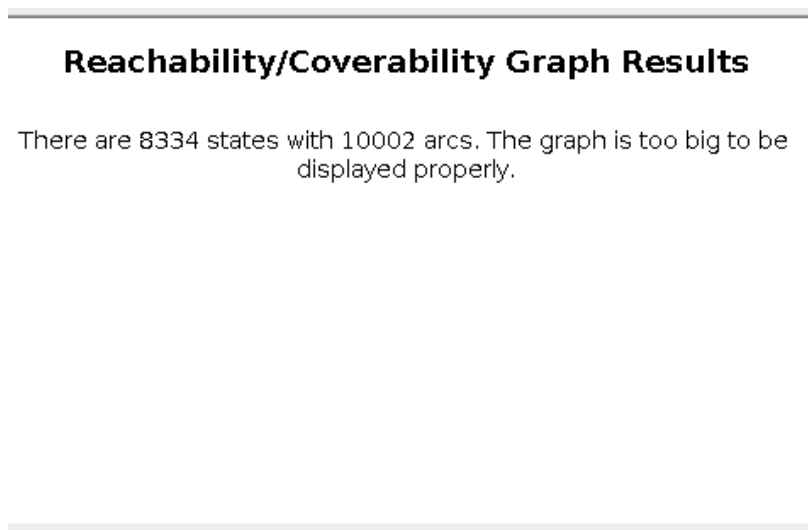
### 4.1 Analiza niezmienników

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.

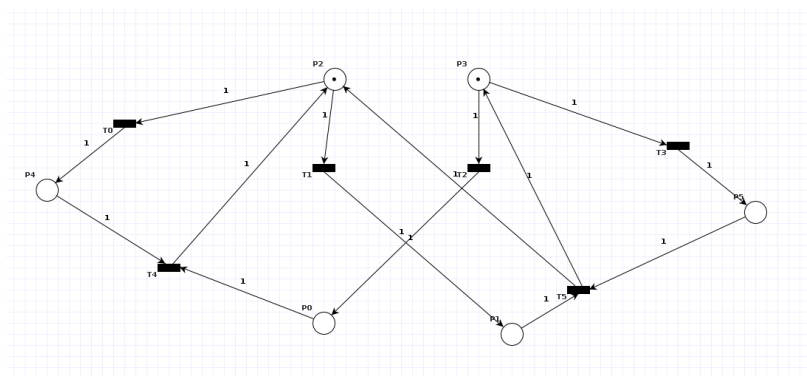
### 5.2 Graf osiągalności

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

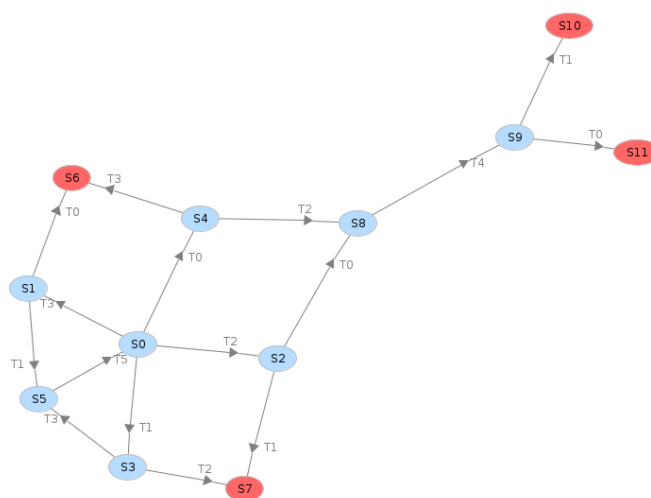
## 6 Zadanie 6

### 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.



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

## 6.2 Analiza przestrzeni stanów

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