

Teoria współbieżności – modelowanie z użyciem sieci Petri

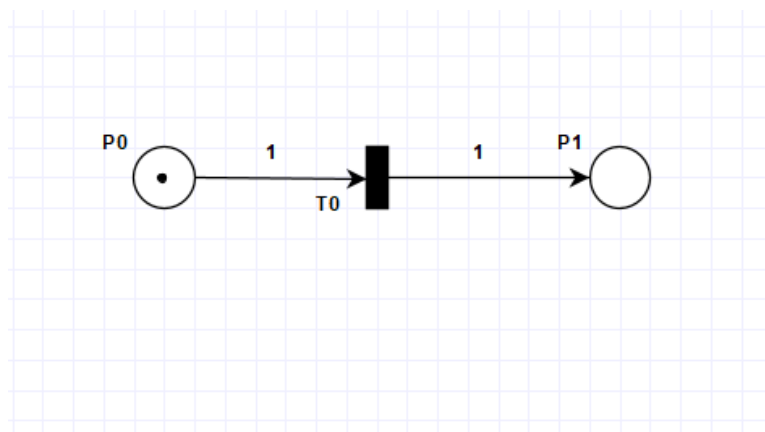
Paweł Kruczkiewicz, sem. 5, nr albumu 401685

Treść ćwiczenia:

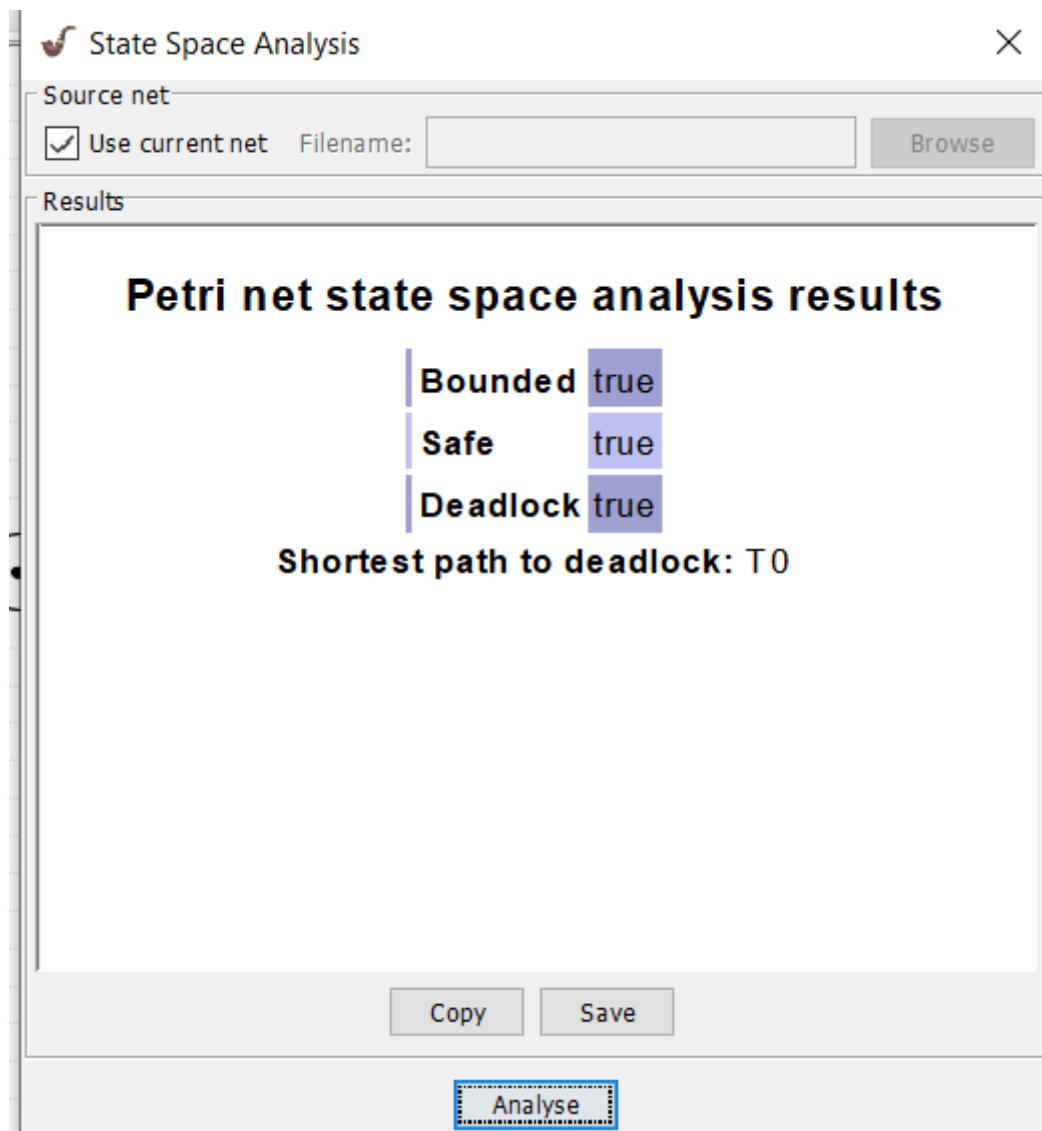
1. Wymyślić własną maszynę stanów, zasymulować przykład i dokonać analizy grafu osiągalności oraz niezmienników.
2. Zasymulować sieć podaną w ćwiczeniu. Dokonać analizy niezmienników przejść. Jaki wniosek można wyciągnąć o odwracalności sieci? Wygenerować graf osiągalności. Proszę wywnioskować z grafu, czy sieć jest żywa. Proszę wywnioskować czy jest ograniczona. Objąć wniosek.
3. Zasymulować wzajemne wykluczanie dwóch procesów na wspólnym zasobie. Dokonać analizy niezmienników miejsc oraz wyjaśnić znaczenie równań (P-invariant equations). Które równanie pokazuje działanie ochrony sekcji krytycznej?
4. Uruchomić problem producenta i konsumenta z ograniczonym buforem (można posłużyć się przykładem, menu: file, examples). Dokonać analizy niezmienników. Czy sieć jest zachowawcza? Które równanie mówi nam o rozmiarze bufora?
5. Stworzyć symulację problemu producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem. Dokonać analizy niezmienników. Zaobserwować brak pełnego pokrycia miejsc.
6. Zasymulować prosty przykład ilustrujący zakleszczenie. Wygenerować graf osiągalności i zaobserwować znakowania, z których nie można wykonać przejść. Zaobserwować właściwości sieci w "State Space Analysis"

Ad. 1

Wymyślona maszyna stanów:

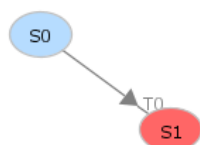


Przedstawiona sieć jest jedną z najmniejszych sieci, które zakleszcza się, chociaż jest bezpieczna (bo jest 1-ograniczona). Potwierdzenie tego znajduje się na poniższym rysunku.



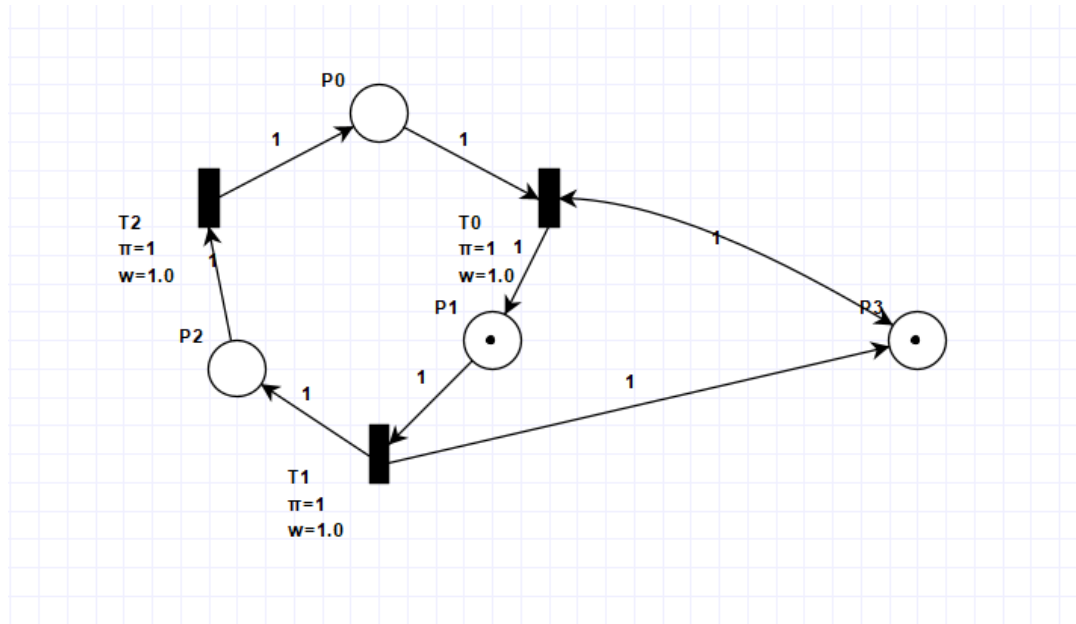
Analiza niezmienników również potwierdza, że nasza sieć jest ograniczona. Nie wiemy jednak nic na temat żywotności, ponieważ niezmienniki T nie są dodatnie.

Graf osiągalności w przypadku naszego grafu jest prosty:



Po pierwszej tranzycji maszyna stanowa nie będzie mogła wykonać kolejnego przejścia, ponieważ z P1 token nie może nigdzie indziej „wylecieć”. Jest to bezpośrednio opisane na umieszczonym obok grafie.

Ad. 2



Poniżej przedstawiono analizę niezmienników dla powyższego przykładu.

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.

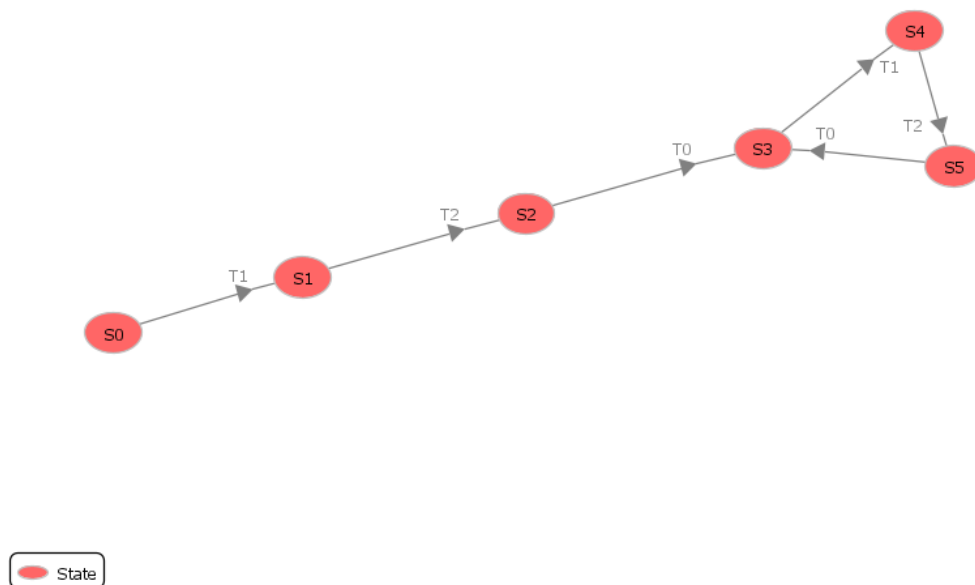
P-Invariant equations

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

Analysis time: 0.0s

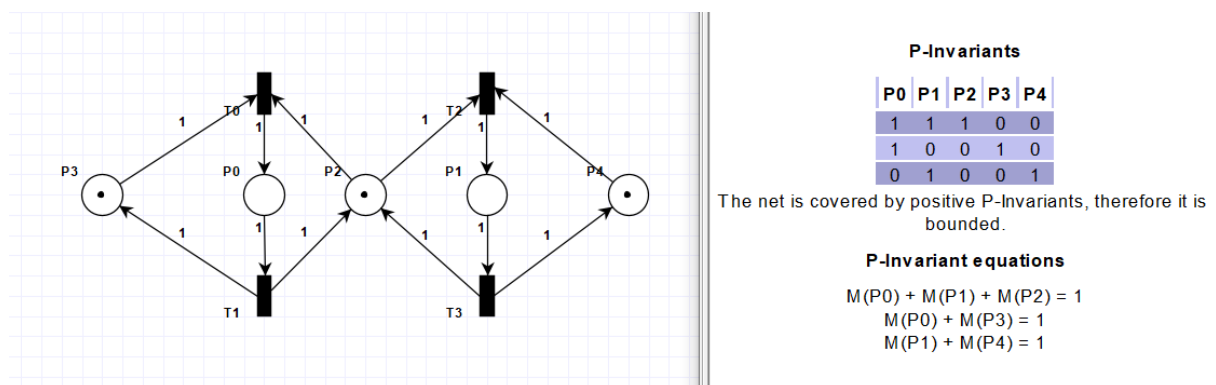
Na bazie samych niezmienników T nie jesteśmy w stanie zawyrokować, czy sieć jest odwracalna, czy nie.

Graf osiągalności dla powyższego przykładu wygląda tak:



Sieć jest ograniczona, ponieważ na końcu grafu istnieje cykl. To oznacza, że istnieje liczba całkowita ograniczająca z góry liczbę tokenów dla każdego miejsca w każdym możliwym markowaniu.

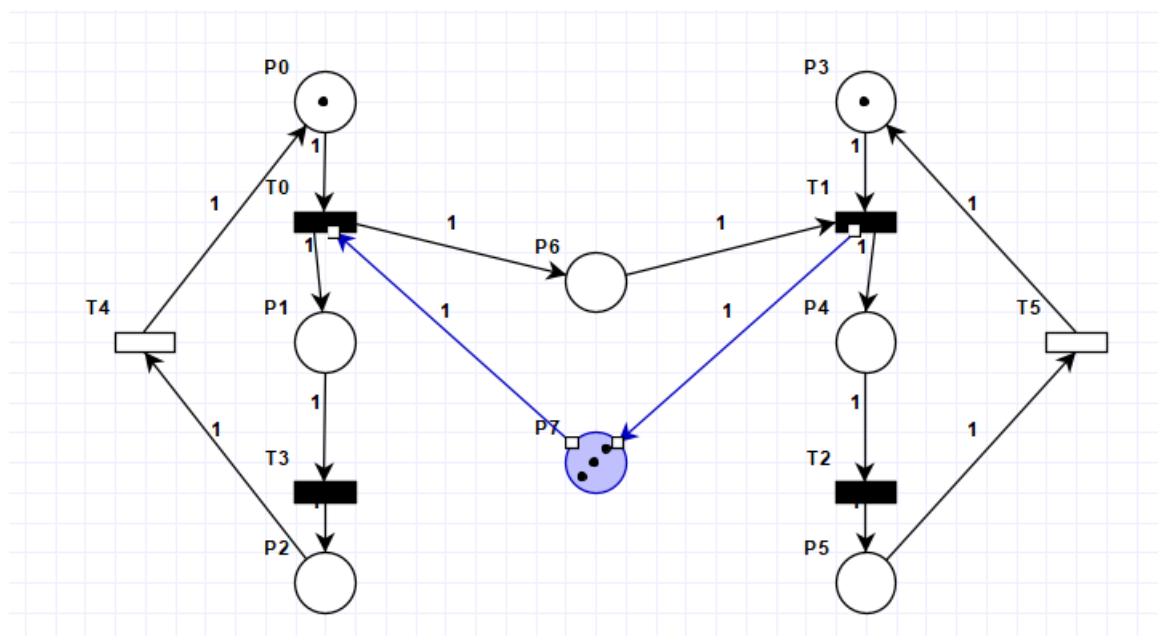
Ad. 3



Powyżej przedstawiono dostęp do dwóch procesów do łączonego zasobu (na wzór semafora binarnego). Analiza niezmienników pokazana jest obok. Ponieważ sieć niezmienników miejsc jest pokryta dodatnimi liczbami, to nasza sieć jest zachowawcza. Równanie $M(P0) + M(P1) +$

$M(P2) = 1$ oznacza, że w jednym markowaniu co najwyżej jeden token znajduje się w którymś z miejsc. Dzięki temu mamy pewność, że w miejscu wspólnego dostępu do pamięci (czyli P2) zmian dokonuje co najwyżej jeden wątek.

Ad. 4



Powyżej przedstawiono problem producenta konsumenta za pomocą sieci Petri. Bufor w powyższym przykładzie wynosi 3.

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

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

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

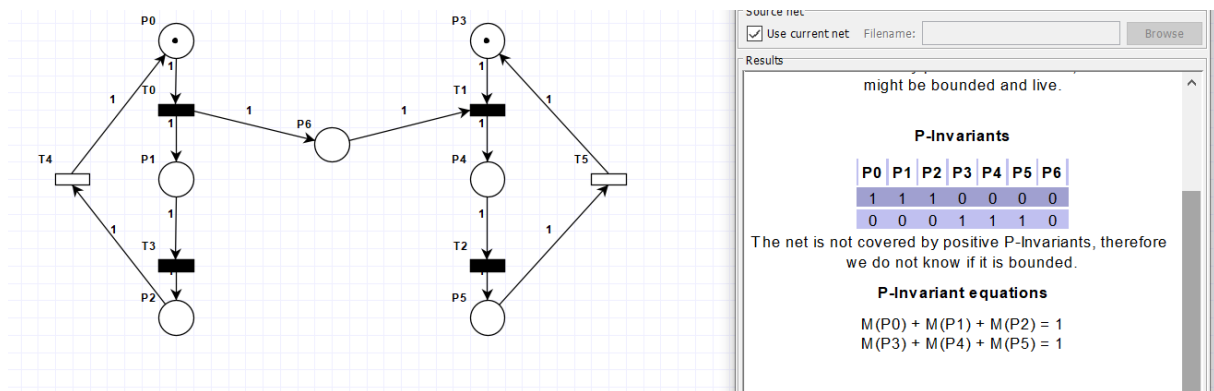
$$M(P6) + M(P7) = 3$$

Analiza niezmienników T pokazuje że sieć jest żywotna. Sieć jest zachowawcza, bo suma tokenów w $R(M0)$ się nie zmienia.

O wielkości bufora mówi nam równanie $M(P6) + M(P7) = 3$

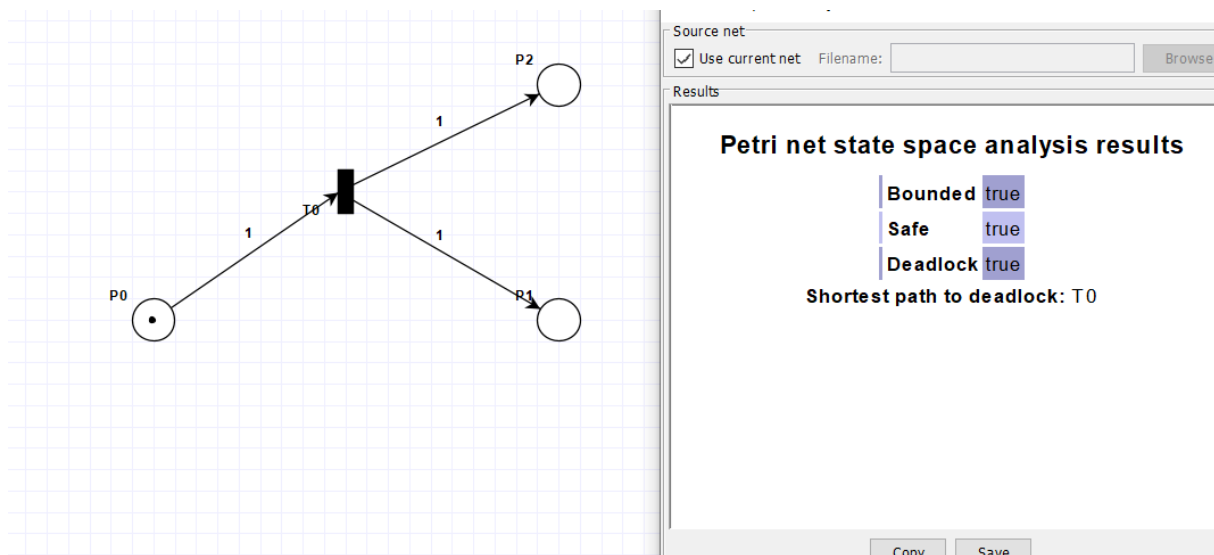
Ad. 5

Aby przekształcić problem producenta i konsumenta na taki z nieograniczonym buforem wystarczy usunąć P7.



Analiza niezmienników nie pokazuje, czy sieć jest zachowawcza, ponieważ brakuje tutaj pełnego pokrycia miejsc.

Ad. 6



Powyższy przykład jest jedną z najprostszych sieci zakleszczeniem. Co ciekawe – jest ona żywotna i bezpieczna.

Poniżej przedstawiony graf pokazuje, że już po pierwszej tranzycji nasza sieć się zakleszczy. Stanem, w którym pozostanie nasza sieć jest czerwony węzeł S1.

