

**Zintegrowany Program Rozwoju  
Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie**  
Nr umowy: POWR.03.05.00-00-Z307/17

**Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych**

<b>Nazwa przedmiotu</b>	Teoria Współbieżności
<b>Numer ćwiczenia</b>	9
<b>Temat ćwiczenia</b>	Przykłady modelowania i analizy systemów współbieżnych z wykorzystaniem sieci Petri

Poziom studiów	I stopień
Kierunek	Informatyka
Forma studiów	Stacjonarne
Semestr	5

dr inż. Katarzyna Rycerz



Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji  
Kraków, 2019

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia zapoznanie się z podstawowymi własnościami sieci Petriego poprzez tworzenie i analizowanie różnych przykładów sieci (m.in. maszyny stanów, wzajemnego wykluczania, różnych wariantów producenta i konsumenta, wariantu z zakleszczeniem np. zastój meksykański).

## 2. Wprowadzenie do ćwiczenia

Sieci Petriego to jeden z formalizmów do opisu i analizy procesów współbieżnych wymyślone przez Carla Adama Petriego [1]. Jest to szeroko używany formalizm, o którym powstało bardzo wiele opracowań. Obecnie dobrym i aktualnym źródłem informacji o sieciach Petriego jest serwis on-line zarządzany przez grupę naukową Theoretical Foundations of Computer Science na Uniwersytecie w Hamburgu [2]. W trakcie ćwiczenia studenci:

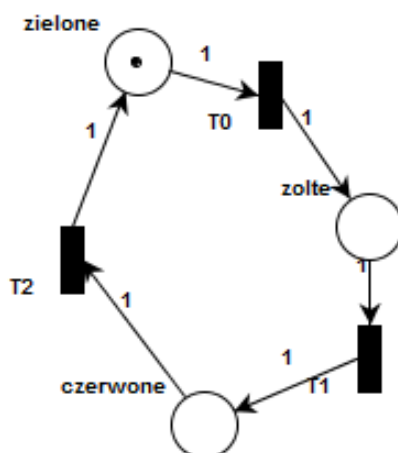
- budują przykładową sieć Petriego zapoznając się z podstawowymi pojęciami (miejsce, przejście (tranzycja), znaczniki/tokeny, odpalenie przejścia)
- poznają własności sieci takie jak: ograniczoność, bezpieczeństwo, żywotność, odwracalność, zachowawczość.
- dokonują analizy niezmienników miejsc i przejść wybranych sieci w celu określenia ich własności
- dokonują analizy grafu osiągalności w celu określenia ich własności.

Do wykonania ćwiczeń studenci używają symulatora Pipe2 [3].

## 3. Plan ćwiczenia

### 3.1. Ćwiczenie wprowadzające

Prosty model maszyny stanów świateł ulicznych przedstawia sieć na rysunku poniżej:



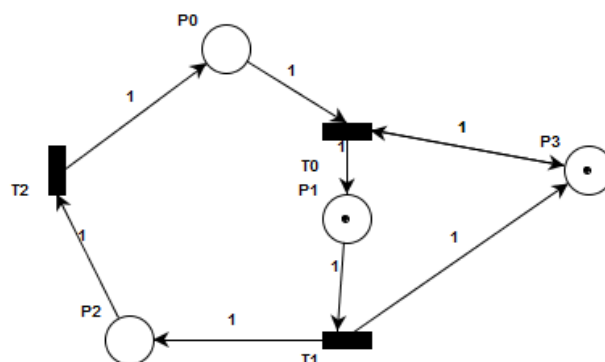
Stanami są miejsca sieci, zaś znacznik pokazuje w jakim stanie aktualnie się znajdujemy.

### 3.2. Ćwiczenia

- Narysować przykład w symulatorze.
- Sprawdzić właściwości sieci (ograniczoność, bezpieczeństwo i możliwe zakleszczenie) w symulatorze Pipe w menu "State Space Analysis".
- Wygenerować graf osiągalności "Reachability/Coverability Graph". Z obserwować:
  - Jakie znakowania są osiągalne?
  - Ile wynosi maksymalna liczba znaczników w każdym ze znakowań? Jak możemy wyciągnąć z tego wnioski n. t. ograniczoności i bezpieczeństwa?
  - Czy każde przejście jest przedstawione jako krawędź w grafie? Jaki z tego wniosek n. t. żywotności przejść?
  - Czy wychodząc od dowolnego węzła grafu (znakowania) można wykonać dowolne przejście? Jaki z tego wniosek n. t. żywotności sieci? Czy są możliwe zakleszczenia?
- Wykonać analizę niezmienników (wybrać w menu "Invariant Analysis").
  - Wynik analizy niezmienników przejść (T-invariants) pokazuje nam, ile razy trzeba odpalić dane przejście (T), aby przekształcić znakowanie początkowe z powrotem do niego samego (wynik nie mówi nic o kolejności odpalenia). Z wyniku możemy m.in. wnioskować o odwracalności sieci.
  - Wynik analizy niezmienników miejsc (P-invariants) pokazuje nam zbiory miejsc w których łączna suma znaczników się nie zmienia. Pozwala to wnioskować n. t. zachowawczości sieci (czyli własności, gdzie suma znaczników pozostaje stała) oraz o ograniczoności miejsc.

### 3.3. Zadania

1. Wymyślić własną maszynę stanów, zasymulować przykład i dokonać analizy grafu osiągalności oraz niezmienników.
2. Zasymulować sieć jak poniżej:



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. Zasyмуляwać 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. Zasyмуляwać prosty przykład ilustrujący zakleszczenie. Wygenerować graf osiągalności i zaobserwować znakowania, z których nie można wykonać przejść. Zaobserwować właściwości sieci w "State Space Analysis".

## Literatura

- [1] Carl Adam Petri Ph.D. Dissertation: "Kommunikation mit Automaten." ,Institut für Instrumentelle Mathematik, Bonn, 1962.
- [2] <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/index.php>
- [3] <http://pipe2.sourceforge.net/>