

Laboratorium Modelowania Procesów Współbieżnych

Ćwiczenie 1: Wprowadzenie do środowiska CPN Tools.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się użytkownika ze stosowanym na zajęciach oprogramowaniem CPN Tools. W trakcie zajęć należy zgodnie z instrukcją skonstruować model protokołu komunikacyjnego w terminach kolorowanych sieci Petriego, a następnie wykonać jego symulację. Rezultatem z ćwiczenia powinien być plik zawierający diagram sieci (z rozszerzeniem *.cpn) zachowany w katalogu domowym konta studenckiego.

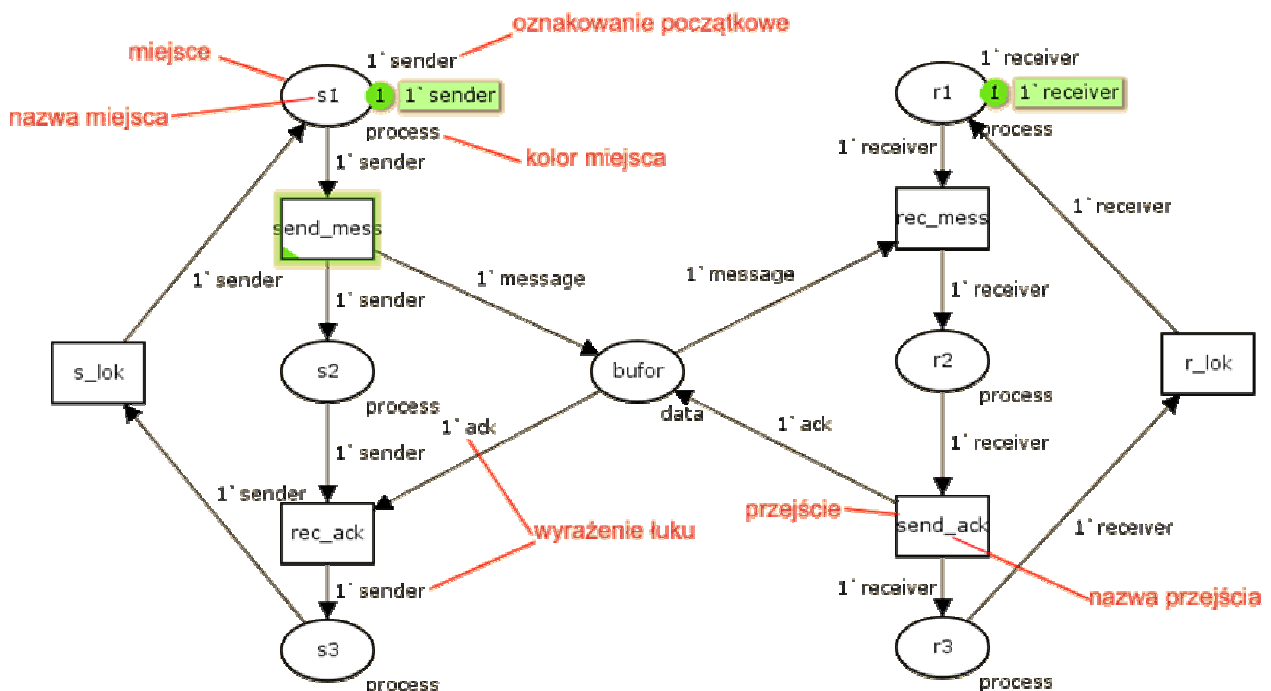
Używając dostarczonych parametrów konta student powinien zalogować się do systemu Windows na komputerze laboratoryjnym. Następnie należy uruchomić pakiet CPN Tools.

Konstruowana w programie kolorowana sieć Petriego jest strukturą graficzną powiązaną z odpowiednimi wyrażeniami w języku modelowania CPN-ML (dozorami przejść, wyrażeniami łuków itp.). Jej podstawowymi komponentami są miejsca (lokalizacje przechowujące dane), przejścia (zdarzenia przekształcające dane), łuki/strzałki (połączenia między miejscami i przejściami, wyznaczające przepływ danych), wyrażenia dozoru (warunki wykonania przejść) i wyrażenia łuków. Wszystkie te komponenty mogą być tworzone przy pomocy poleceń zawartych w przyborniku **Create**. Jeżeli nie jest on widoczny, należy rozwinąć sekcję *Toolbox* na pasku tekstowym z lewej strony obszaru roboczego i przeciągnąć polecenie *Create* na obszar roboczy; otrzymany przybornik można następnie przesunąć na dolną część paska tekstowego. W analogiczny sposób otwiera się inne potrzebne przyborniki.

Niezbędnym elementem są także dane (kolory, obiekty – tokeny/znaczniki i zmienne), które deklaruje się na pasku tekstowym z lewej strony ekranu w sekcji *Declarations*.

Konstrukcja nowego diagramu/modelu

W tej części laboratorium zostanie skonstruowany diagram zgodnie z rysunkiem 1. Jest to uproszczony model protokołu transmisyjnego z potwierdzeniem. Model przedstawia dwa procesy – nadawcy i odbiorcy – oraz medium komunikacyjne w postaci bufora pomiędzy nimi. Wykorzystuje on dwa kolory znaczników o dwóch wartościach każdy.



Rysunek 1. Uproszczony protokół komunikacyjny

Pracę rozpoczynamy wybierając polecenie **New Net** z kontekstowego menu (dostępnego po kliknięciu prawym klawiszem w obszar roboczy programu) – otworzy się wówczas pusta strona o

nazwie *New Page*, na której narysujemy budowany diagram. Rozmiar strony można modyfikować ciągnąc lewym klawiszem myszki prawy dolny jej róg.

Pierwszym niezbędnym elementem diagramu jest deklaracja używanych kolorów i zmiennych. Umieszcza się ją w sekcji *Declarations* na pasku tekstowym z lewej strony ekranu. Należy kliknąć prawym klawiszem na nazwę sekcji i z menu kontekstowego wybrać *New Decl.* Dla modelu konstruowanego w ćwiczeniu deklaracja powinna mieć postać:

```
colset process = with sender|receiver;  
colset data = with message|ack;
```

Miejsca tworzone są po wybraniu ikony **Place** z przybornika (najechnanie myszką na ikonę wywołuje informację o jej działaniu) – edytor przechodzi wówczas w tryb wstawiania miejsc, a pod nim pojawia się elipsa. Kolejne miejsca wstawia się kliknięciami. Wyjście z trybu wstawiania miejsc następuje po wciśnięciu klawisza *Esc*. Podobnie tworzy się przejścia (po wybraniu ikony **Transition** z menu **CPN** kursor zmienia wygląd na, co świadczy o przejściu do trybu wstawiania przejść) oraz łuki (polecenie **Arc**). Jeżeli jakiś obiekt trzeba usunąć, służy do tego ikona z dużym czerwonym X (uwaga: kliknięcie w trybie usuwania na obiekt usuwa go razem z wszystkimi jego właściwościami, kliknięcie na daną właściwość usuwa tylko ją).

Następnie należy powiązać poszczególne komponenty z odpowiednimi własnościami sieci. Miejscom należy nadać odpowiednie nazwy i przypisać kolory znaczników, jakie mogą się w nich znajdować, można również ustawić oznakowanie początkowe miejsca; przejściom nadaje się nazwy oraz (opcjonalnie) przypisuje się im wyrażenia dozoru; łukom dodaje się odpowiednie wyrażenia łuków. Wszystkie te czynności wykonuje się bezpośrednio na opisywanych obiektach.

Aby nadać odpowiednie własności miejscu należy je zaznaczyć lewym kliknięciem myszki. Po kliknięciu wewnątrz miejsca można wpisać jego nazwę. Następnie po naciśnięciu klawisza **Tab** przechodzi się do edycji koloru przypisanego do danego miejsca, a po kolejnym naciśnięciu **Tab** – do edycji znakowania początkowego (należy pamiętać, że jest to wyrażenie wielozbiorowe, w którym używany jest znak ` – tzw. **backquote**, a nie apostrof; analogiczna uwaga odnosi się do dozorów i wyrażeń łuków).

W podobny sposób definiuje się własności przejścia – po wybraniu obiektu można wpisać jego nazwę, a po naciśnięciu klawisza **Tab** edytować wyrażenie dozoru (zawarte w nawiasach kwadratowych). Wyrażenie łuku można edytować bezpośrednio po zaznaczeniu obiektu – jest to jedyna właściwość przypisana do niego.

Zdefiniowane wcześniej parametry tekstowe (nazwy, kolory, wyrażenia łuków i dozorów) można modyfikować klikając bezpośrednio na nie.

Utworzony diagram sieci warto zapisać, stosując polecenie **Save As** (za pierwszym razem lub gdy chcemy zmienić jego nazwę) lub **Save** z menu kontekstowego dostępnego po kliknięciu prawym klawiszem na nazwie sieci (dla nowej sieci jest to linijka *New net.cpn*). Proszę pamiętać o tym, by wszystkie utworzone przez siebie diagramy zapisywać w katalogu domowym konta studenckiego.

Symulacja utworzonego modelu:

Mając gotowy model, można przesymulować jego działanie, korzystając z wbudowanego w środowisko CPN Tools symulatora. Pozwala on na bieżąco śledzić przepływ znaczników między poszczególnymi węzłami diagramu. Użytkownik ma do dyspozycji symulację „krok po kroku” (po jednym aktywnym przejściu) oraz wielokrokową, w której można definiować liczbę kroków do wykonania.

Jak widać, zdefiniowanie prawidłowego oznakowania początkowego powoduje pojawienie się w danym miejscu graficznego symbolu znacznika wraz z oznaczeniem jego wartości (co na rysunku 1 zaznaczono na zielono). Jeżeli wszystkie miejsca wejściowe dla danego przejścia zawierają odpowiednie znaczniki tzn. przejście jest aktywne, zaznaczane jest również zieloną ramką. Przejście takie może zostać wykonane w ramach symulacji.

Do sterowania symulacją służy przybornik **Sim**, pokazany na rysunku 2.



Rysunek 2. Przybornik Sim

Sterowanie symulacją polega na wybraniu odpowiedniej ikony przybornika a następnie klikaniu na obszar strony. W zależności od wybranej ikony uzyskuje się różne warianty i parametry symulacji.

Ikony przybornika odpowiadają kolejno od lewej za:

- powrót do oznakowania początkowego;
- zatrzymanie symulacji;
- wykonanie przejścia wraz z dowiązaniem (nie używane na laboratorium);
- wykonanie pojedynczego przejścia (symulacja „krok po kroku”);
- wykonanie określonej liczby przejść z modelowaniem znakowań pośrednich (pomiędzy poszczególnymi krokami);
- wykonanie określonej liczby przejść bez modelowania znakowań pośrednich;
- sprawdzenie wykonalności kodu (np. dozoru).

W każdej chwili możliwa jest zmiana aktualnego oznakowania dowolnego miejsca, przez kliknięcie na opisie danego oznakowania (zielone pole) a następnie wyedytowanie go. Powrót do oznakowania początkowego następuje po wybraniu z przybornika **Sim** klawisza przewijania w tył, a następnie kliknięcie gdzieś w obszarze strony.

Polecenia do wykonania:

1. Przeprowadzić symulację modelu skonstruowanego w oparciu o rysunek 1.
2. Zredukować skonstruowany model tak, by działanie obydwu procesów było modelowane jednym podgrafem (jedną pętlą), zaś procesy były odróżniane przy pomocy wartości znaczników.
3. Zmodyfikować model do postaci zgodnej z rysunkiem 3 (rozbudowany protokół komunikacyjny). Wykonać symulację uzyskanej struktury. Należy zadeklarować następujące kolory i zmienne:


```
colset INT = int;
colset DATA = string;
colset INTxDATA = product INT * DATA
var n, k: INT;
var p, str: DATA;
val stop = "# # # # # # #";
```

