ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2000
Seria: AUTOMATYKA z. 129 Nr kol. 1474

Jerzy CYKLIS, Adam SŁOTA
Politechnika Krakowska

FUNKCYJNY ZAPIS OBIEKTOWO OBSERWOWALNEJ SIECI PETRIEGO W ZASTOSOWANIU DO MODELOWANIA ZAUTOMATYZOWANYCH SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono zapis Obiektowo Obserwowalnej Sieci Petriego za pomocą funkcji Pre i Post oraz zależności pozwalające na wyznaczenie zmian oznakowania sieci po wzbudzeniu jednego przejścia lub zadanego ciągu przejść. Zależności te zapisano również w odniesieniu do Obiektowo Obserwowalnej Kolorowej Sieci Petriego. W pracy przedstawiono krótki opis opracowanego programu komputerowego, który umożliwia tworzenie modelu na podstawie proponowanej definicji sieci Petriego, jego edycji i symulacji zamodelowanego systemu.

FUNCTIONAL NOTATION OF THE OBJECT-OBSERVABLE PETRI NET AND ITS APPLICATION IN MODELLING OF FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS

Summary. The paper presents functional notation of Object Observable Petri Net by means of Pre and Post functions. Formulas which describe how the marking of a net changes after firing either a single transition or a set of transitions are presented. These formulas are also applied to Coloured Object Observable Petri Net. A short description of the computer program, which enables creation, editing and simulating models based on the proposed definitions is included.

1. Wstęp

Modelowanie zautomatyzowanych systemów produkcyjnych realizowane jest obecnie za pomocą dostępnych, szybko rozwijających się środków informatycznych. Dla przyjętego sposobu modelowania wykorzystuje się gotowy bądź opracowuje się własny program komputerowy, który umożliwia zbudowanie modelu dla rozpatrywanego systemu oraz przeprowadzenie analizy pracy tego systemu przy użyciu jego modelu. Podejście takie wymaga, aby model systemu, czyli jego formalny opis, zapisany był w postaci dogodnej dla przetwarzania komputerowego.

Obiektowo Obserwowalna Sieć Petriego (OPN)[2] oraz Kolorowa Obiektowo Obserwowalna Sieć Petriego (COPN)[3], które stanowią modyfikację sieci Petriego dla celów modelowania zautomatyzowanych systemów produkcyjnych posiadają pozytywną właściwość, jaką jest ich graficzna reprezentacja. Przedstawiony w pracy zapis sieci OPN i COPN za pomocą funkcji wejściowej i wyjściowej, które można przedstawić w postaci macierzowej, daje możliwość zapisania zasad przekształcania modelu za pomocą działań na macierzach, co ułatwia komputerową implementację algorytmu analizy i przekształcania stanu modelu.

2. Definicja Obiektowo Obserwowalnej sieci Petriego za pomocą funkcji Pre i Post

W definicji Obiektowo Obserwowalnej Sieci Petriego [2] struktura sieci (połączenia pomiędzy miejscami sieci i przejściami) określona jest za pomocą relacji przepływu, a cechy ilościowe tych połączeń za pomocą funkcji wagi. W przedstawionej w tej pracy definicji OPN wykorzystano funkcje: wejściową *Pre*, opisującą wszystkie łuki wejściowe sieci, oraz wyjściową *Post*, opisującą łuki wyjściowe [1]. Sieć OPN zdefiniowana za pomocą funkcji *Pre* i *Post* określona jest jako piątka uporządkowana $OPN(P, T, Pre, Post, M_0)$ taka, że:

a) $P \cap T = \varnothing$

b) $P \cup T \neq \varnothing$

c) $P = \bigcup_j P_j \quad \bigcap_j P_j = \varnothing$

d) $Pre: P \times T \to N$

e) $Post: T \times P \to N$

f) $M_0: P \to N$

g) $\forall p_{a,j}: Pre(p_{a,j}, t) \neq 0 \ \exists p_{b,j}: Post(t, p_{b,j}) \neq 0$

h) $Post(t, p_{b,j}) = Pre(p_{a,j}, t)$

Każdy z podzbiorów miejsc P_j (warunek *c)* powyższej definicji) reprezentuje stany oddzielnego obiektu *j* systemu. Funkcje $Pre(P, T)$ oraz $Post(T, P)$ mogą być zapisane za pomocą macierzy, w których wiersze odpowiadają miejscom a kolumny przejściom sieci, a ich elementy określają wagi łuków odpowiednio wejściowych i wyjściowych. W macierzach $Pre(P, T)$ i $Post(T, P)$ można wyróżnić podmacierze (bloki) $Pre_j(P_j, T)$ oraz $Post_j(T, P_j)$ odpowiadające poszczególnym obiektom *j* przy czym:

$Pre(P, T) = col\ Pre_j(P_j, T)$,

$Post(T, P) = col\ Post_j(T, P_j)$

Elementy macierzy incydencji $I(P, T)$, będącej różnicą macierzy $Post(T, P)$ i $Pre(P, T)$,

$$I(P, T) = Post(T, P) - Pre(P, T), \qquad (1)$$

określają zmiany oznakowania miejsc sieci spowodowane wzbudzaniem poszczególnych przejść.

Dla sieci *OPN*, zgodnie z przyjętym postulatem obserwowalności, punkty *g)* oraz *h)* powyższej definicji, spełniony jest warunek, że suma elementów dowolnej kolumny macierzy incydencji *I(P, T)* jest równa zero:

$$\sum_{P} I(P,t_i)=0 \qquad \forall t_i \in T\,. \tag{2}$$

Zależność ta zachodzi zarówno dla sumy wszystkich elementów dowolnej kolumny macierzy *I(P, T)* odpowiadającej przejściu t_i, jak również dla sum elementów dowolnej kolumny każdej z podmacierzy $I_j(P, T)=Post_j(T, P_j)-Pre_j(P_j, T)$.

Warunek (2) wynika z niezmienności sumy oznakowań wszystkich miejsc sieci *OPN* [2]. Przy budowie modelu sieci OPN dla zautomatyzowanego systemu wytwarzania znaczniki sieci reprezentują poszczególne obiekty systemu, a niezmienność ich liczby odpowiada niezmienności liczby obiektów systemu.

Zapisując oznakowanie sieci w postaci wektora kolumnowego *M(P)* oraz wprowadzając wektor kolumnowy *Y*, którego elementy opisują, ile razy dane przejście było wzbudzone, zamiany oznakowania sieci spowodowane wzbudzeniem ciągu przejść (pod warunkiem, że wzbudzenie takiego ciągu przejść jest możliwe) można opisać zależnością [1]:

$$\overline{M\left|\overline{Y}\right\rangle}=\overline{M(P)}+I(P,T)\times\overline{Y}\,. \tag{3}$$

3. Definicja Kolorowej Obiektowo Obserwowalnej sieci Petriego za pomocą funkcji Pre i Post

Kolorowa Obiektowo Obserwowalna Sieć Petriego COPN[3] stanowi uogólnienie sieci OPN i jest zdefiniowana za pomocą funkcji Pre i Post jako: COPN(P, T, Pre, Post, C, M_0), gdzie:

a) $P \cap T=\varnothing$

b) $P \cup T\neq\varnothing$

c) $P=\bigcup_j P_j \qquad \bigcap_j P_j=\varnothing$

d) $Pre: P\times T\rightarrow N$

e) $Post: T\times P\rightarrow N$

f) $\forall p_{a,j}: Pre(p_{a,j},t)\neq 0\ \exists p_{b,j}: Post(t, p_{b,j})\neq 0$

g) $Post(t, p_{b,j})=Pre(p_{a,j}, t)$

h) $C=\bigcup_j C_j\ :\ \forall P_j\ \exists C_j\neq\varnothing$

i) $M_0: P_j\rightarrow SUM\ C_j$

Punkt *h)* w definicji sieci *COPN* określa, że dla każdego podzbioru miejsc P_j definiuje się niepusty zbiór kolorów C_j, a oznakowanie miejsc $p \in P_j$ jest postaci: $\sum_{i=1}^{|C_j|} \alpha_{i,j} c_{i,j}$ gdzie $\alpha_{i,j} \in N$.

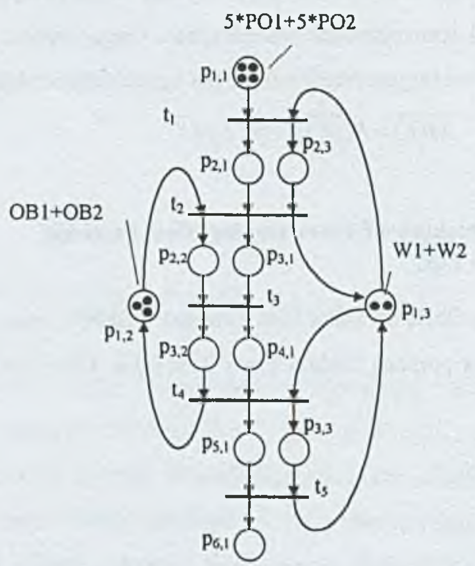
Zasady wzbudzania przejść i odpowiadające wzbudzaniu kolejnych przejść zmiany oznakowania *COPN* zostaną zilustrowane na przykładzie modelu prostego systemu produkcyjnego. System ten składa się z dwóch obrabiarek: OB1, OB2 oraz dwóch wózków automatycznych: W1, W2. W systemie mogą być obrabiane dwa typy przedmiotów: PO1, PO2. Zbiór przejść określono jako: $T=\{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$. Zbiór wszystkich miejsc podzielono na podzbiory P_j, które opisują odpowiednio:

$P_1=\{p_{1,1}, p_{2,1}, p_{3,1}, p_{4,1}, p_{5,1}, p_{6,1}\}$ – przedmioty obrabiane,

$P_2=\{p_{1,2}, p_{2,2}, p_{3,2}\}$ – obrabiarki,

$P3=\{p_{1,3}, p_{2,3}, p_{3,3}\}$ – wózki.

Obraz graficzny *COPN* dla powyższego przykładu systemu produkcyjnego przedstawia rysunek 1.



Rys.1. Obraz graficzny sieci COPN dla rozważanego systemu produkcyjnego
Fig.1. An image of the COPN net for the presented FMS

Dla każdego podzbioru miejsc P_j zdefiniowano zbiór kolorów C_j:

$C_1=\{PO1, PO2\}$, $C_2=\{OB1, OB2\}$, $C_l=\{W1, W2\}$.

Oznakowanie tej sieci w stanie początkowym jest następujące:

$M(p_{1,1})=5*PO1+5*PO2$,

$M(p_{2,1})=M(p_{3,1})=M(p_{4,1})=M(p_{5,1})=M(p_{6,1})=0*PO1+0*PO2=0$,

$M(p_{1,2})=OB1+OB2,$

$M(p_{2,2})=M(p_{3,2})=0*OB1+0*OB2=0,$

$M(p_{1,3})=W1+W2,$

$M(p_{2,3})=M(p_{3,3})=0*W1+0*W2=0.$

Macierz incydencji *I(P, T)=Post(T, P)-Pre(P, T)* dla sieci przedstawionej na rysunku 1 ma postać:

$$I(P,T)=\begin{array}{c}p_{1,1}\\p_{2,1}\\p_{3,1}\\p_{4,1}\\p_{5,1}\\p_{6,1}\\p_{1,2}\\p_{2,2}\\p_{3,2}\\p_{1,3}\\p_{2,3}\\p_{3,3}\end{array}\left[\begin{array}{ccccc}-1&0&0&0&0\\1&-1&0&0&0\\0&1&-1&0&0\\0&0&1&-1&0\\0&0&0&1&-1\\0&0&0&0&1\\\hline 0&-1&0&1&0\\0&1&-1&0&0\\0&0&1&-1&0\\\hline -1&1&0&-1&1\\1&-1&0&0&0\\0&0&0&1&-1\end{array}\right]\begin{array}{l}\\\\=I_1(P_1,T)\\\\\\\\\hline\\=I_2(P_2,T)\\\\\hline\\=I_3(P_3,T)\\\\\end{array}$$

W macierzy incydencji *I(P, T)* wyróżniono podmacierze $I_j(P_j, T)$ zgodnie z podziałem zbioru miejsc *P* na podzbiory P_j.

W *COPN*, w odróżnieniu od klasycznej sieci *CPN*, poszczególne przejścia wzbudzane są w zbiorach kolorów. Zbiór kolorów c_i^t,w których przejście *t* może być wzbudzone, jest elementem zbioru C^t będącego iloczynem kartezjańskim zbiorów C_j, dla takich *j*, dla których w kolumnie podmacierzy $I_j(P_j, t)$ istnieje element różny od zera. Na przykład dla przejścia t_1 zbiory kolorów, w których może ono być wzbudzone, określone są iloczynem kartezjańskim $C_1 \times C_3$, ponieważ tylko w podmacierzach $I_1(P_1, t_1)$ oraz $I_3(P_3, t_1)$ istnieją elementy różne od zera.

Dopuszczalne zbiory kolorów wzbudzenia przejścia t_1 należą więc do zbioru:

$C^{t1} = C_1 \times C_3=\{(PO1,W1); (PO2,W1); (PO1,W2); (PO2,W2)\}.$

W celu wyznaczenia zmian oznakowania sieci COPN spowodowanych wzbudzeniem przejścia *t* w zbiorze kolorów $c_i^t \in C^t$ wykorzystujemy zależność analogiczną do (3).

$$M^C(P)\big|t,c_i^t\big\rangle = M^C(P)+I'(P,t)\times Y'(c_i^t). \qquad (4)$$

Oznakowanie sieci $M^C(P)$ ma przy tym postać macierzy, której wiersze odpowiadają kolejnym miejscom a kolumny poszczególnym podzbiorom miejsc P_j. Macierz *I'(P, t)* jest macierzą blokową zbudowaną w ten sposób, że na przekątnej głównej ułożone są macierze $I_j(P_j, t)$, bloki poza przekątną główną są macierzami zerowymi. Macierz $Y'(c_i^I)$ jest macierzą kwadratową, w której na przekątnej głównej umieszczone są kolory opisane zależnością: $Y'_{j,j}=c_{i,j}$ jeżeli $c_{i,j} \in c_i^I \wedge c_{i,j} \in C_j$, pozostałe elementy tej macierzy mają wartość zero.

Dla przedstawionego przykładu zmianę oznakowania sieci z oznakowania początkowego spowodowaną wzbudzeniem przejścia t_1 w zbiorze kolorów $c_1^{I1}=(PO1,W1) \in C^{I1}$ można wyznaczyć następująco:

$$M^C(P)\big|t_1,c_1'\big\rangle = M^C(P)+I'(P,t_1)\times Y'(c_1') =$$

$$\left[\begin{array}{c|c|c} 5*PO1+5*PO2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & OB1+OB2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & W1+W2 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array}\right] + \left[\begin{array}{c|c|c} -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{array}\right] \times \begin{bmatrix} PO1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & W1 \end{bmatrix} =$$

$$= \left[\begin{array}{c|c|c} 4*PO1+5*PO2 & 0 & 0 \\ PO1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & OB1+OB2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & W2 \\ 0 & 0 & W1 \\ 0 & 0 & 0 \end{array}\right].$$

W przykładzie tym wzbudzenie przejścia t_1 powoduje zmiany oznakowania tylko dla miejsc należących do podzbiorów P_1 i P_3.

Załóżmy, że dla przedstawionego modelu opisanego w stanie początkowym oznakowaniem M_0 wzbudzono ciąg przejść w następujących kolorach: t_1 $(PO1,W1)$,

$t_1\,(PO1,W2)$, $t_2\,(PO1,W1,OB1)$, $t_1\,(PO2,W1)$. Niech zbiór C_y^t będzie zbiorem, którego elementami są zbiory kolorów, w których przejście t zostało wzbudzone. W naszym przykładzie $C_y^{t1}=\{(PO1,W1), (PO1,W2), (PO2,W1)\}$; $C_y^{t2}=\{(PO1,W1,OB1)\}$; $C_y^{t3}=\varnothing$; $C_y^{t4}=\varnothing$; $C_y^{t5}=\varnothing$.

W celu wyznaczenia zmian oznakowania sieci COPN spowodowanych wzbudzeniem zadanego ciągu przejść w zadanych zbiorach kolorów korzystamy z zależności analogicznej do podanej powyżej zależności (4):

$$M^C(P)\big|C_y^{\{t\}}\big\rangle = M^C(P) + I''(P,T)\times Y''(C_y^{\{t\}}) \tag{5}$$

Macierze $I''(P,T)$ oraz $Y''(C_y^{\{t\}})$ mają postać:

$$I''(P,T)=\begin{bmatrix} I_1(P_1,T) & [0] & [0] \\ [0] & I_2(P_2,T) & [0] \\ [0] & [0] & I_3(P_3,T)\end{bmatrix} \qquad Y''(C_y^{\{t\}})=\begin{bmatrix} Y_t^1 & [0] & [0] \\ [0] & Y_t^2 & [0] \\ [0] & [0] & Y_t^3\end{bmatrix}$$

$Y_t^j=\Sigma\, c_{i,j}$ dla $c_{i,j}$ takich, że $c_{i,j}\in C_j \vee c_{i,j}\in c'\in C_y^t$

W powyższym przykładzie wektory Y_t^j mają postać:

$$Y_t^1=\begin{bmatrix} 2*PO1+PO2 \\ PO1 \\ 0 \\ 0 \\ 0\end{bmatrix} \qquad Y_t^2=\begin{bmatrix} 0 \\ OB1 \\ 0 \\ 0 \\ 0\end{bmatrix} \qquad Y_t^3=\begin{bmatrix} 2*W1+W2 \\ W1 \\ 0 \\ 0 \\ 0\end{bmatrix}$$

Wzbudzenie podanej sekwencji przejść w zadanych zbiorach kolorów dla sieci przedstawionej na rysunku 1 przy oznakowaniu początkowym powoduje następującą zmianę oznakowania wyznaczoną na podstawie zależności (5):

$$\left[\begin{array}{c:c:c} 5PO1+5PO2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hdashline 0 & OB1+OB2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hdashline 0 & 0 & W1+W2 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array}\right] \Rightarrow \left[\begin{array}{c:c:c} 3PO1+4PO2 & 0 & 0 \\ PO1+PO2 & 0 & 0 \\ PO1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hdashline 0 & OB1 & 0 \\ 0 & OB2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \hdashline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & W1+W2 \\ 0 & 0 & 0 \end{array}\right]$$

Zmiany oznakowania sieci zapisanego w postaci macierzy M^C, spowodowane wzbudzeniem ciągu przejść w zadanych zbiorach kolorów, dotyczą tylko niezerowych podmacierzy leżących na przekątnej głównej macierzy M^C. Mogą one być wyznaczone dla całej sieci na podstawie zależności (5) jak powyżej lub dla poszczególnych podzbiorów miejsc P_j. Na przykład zmianę oznakowania dla podzbioru miejsc P_l (związanych z przedmiotami obrabianymi) po wzbudzeniu ciągu przejść z powyższego przykładu można wyznaczyć z zależności:

$$M_1(P_1|C_y^{(t)}\rangle = M_1(P_1) + I_1(P_1,T) \times Y_t^1 =$$

$$\begin{bmatrix} 5{*}PO1 + 5{*}PO2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2{*}PO1 + PO2 \\ PO1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3{*}PO1 + 4{*}PO2 \\ PO1 + PO2 \\ PO1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ogólnie więc zmiana oznakowania sieci dla poszczególnych podzbiorów miejsc P_j spowodowana wzbudzeniem ciągu przejść t w zbiorach kolorów określonych zbiorami C_y^t może być opisana zależnością:

$$M(P_j|C_y^{(t)}\rangle = M(P_j) + I_j(P_j,T) \times Y_t^j \qquad (6)$$

4. Program komputerowy do modelowania zautomatyzowanych systemów produkcyjnych za pomocą Obiektowo Obserwowalnych Sieci Petriego

Na podstawie przedstawionego w pracy [3] sposobu generowania modelu COPN opracowano program komputerowy pracujący w środowisku Windows, umożliwiający budowę i edycję modelu sieci COPN dla zautomatyzowanego systemu wytwarzania. Algorytm generowania modelu bazuje na ogólnym opisie systemu, który określa, jakie obiekty wchodzą w skład systemu (np.: obrabiarki, środki transportowe) oraz określa czynności elementarne wykonywane przez te obiekty. Dla każdego obiektu systemu lub dla grupy obiektów, jeżeli istnieją obiekty tego samego typu wykonujące tę samą sekwencję czynności, określa się dopuszczalną kolejność realizacji czynności. Dane definiujące system mogą być zapisane w pliku tekstowym lub wprowadzone w trybie interaktywnym. Na przykład dla systemu przedstawionego w rozdziale 2 fragment pliku tekstowego opisujący obiekty typu obrabiarka (OB1 i OB2) ma postać:

<OB>

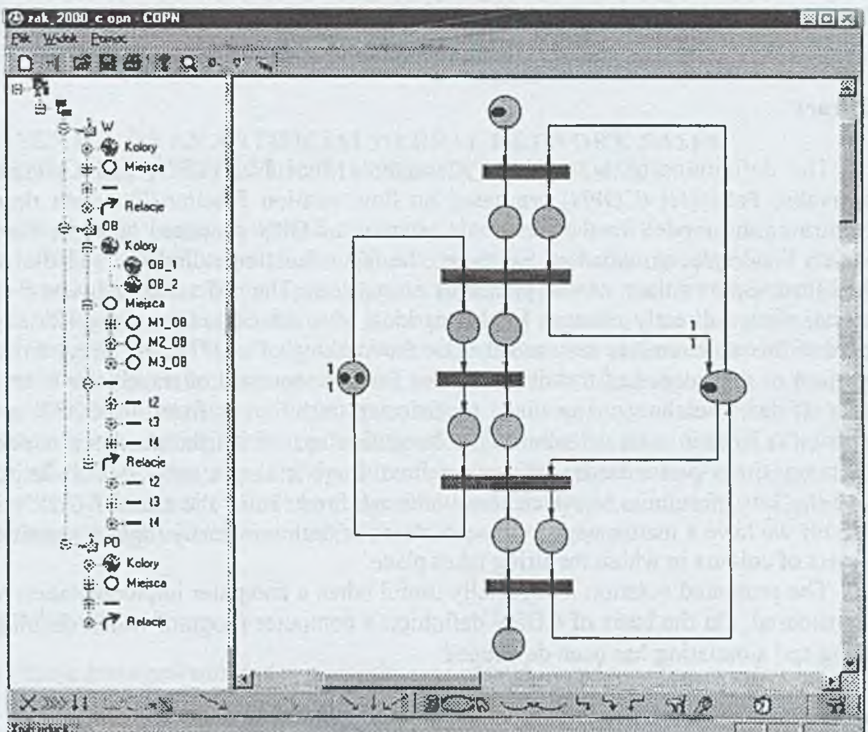
(t2,t3)(t3,t4)(t4,t2)

-t2:PO,W->OB;

-t3:PO,OB*;

-t4:PO,OB->W;

Na postawie tak opisanego systemu generowany jest model sieci COPN. Przygotowywana jest również podstawowa wersja graficznego obrazu sieci. Miejsca i przejścia są rozmieszczone w sposób automatyczny i połączone łukami określającymi relacje pomiędzy nimi. Po przeprowadzeniu edycji elementów graficznych reprezentujących miejsca, przejścia i relacje uzyskujemy czytelny obraz graficzny sieci (rys.2.).



Rys.2. Okno programu COPN
Fig.2. A window of the COPN program

Dla tak przygotowanego modelu można przeprowadzić jego analizę metodą symulacji. Cała procedura wyznaczania zmian oznakowania uzyskuje prostą interpretację. Zmiany oznakowania sieci są przedstawiane za pomocą przemieszczania kolorowych znaczników pomiędzy kolejnymi miejscami sieci. Możliwe jest ręczne wzbudzanie przejść, które są przygotowane, albo wzbudzanie przejść przygotowanych w sposób automatyczny z zadanym krokiem czasowym.

LITERATURA

1. Cyklis J., Pierzchała W.: Modelowanie Procesów Dyskretnych w Elastycznych Systemach Produkcyjnych. Politechnika Krakowska, nr 3, Kraków 1995.
2. Cyklis J., Słota A.: Obiektowo Obserwowalna Sieć Petriego w zastosowaniu do modelowania elastycznych systemów wytwarzania, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s.Automatyka, z.124, Gliwice 1998, str 31 – 41.
3. Cyklis J., Słota A.: Coloured observable Petri nets in modelling of flexible manufacturing systems", Postępy Technologii Maszyn i Urządzeń, Vol.23 nr 4, Rzeszów 1999,str 7 – 19.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. M.Zaborowski

Abstract

The definitions of both Object Observable Petri Net (OPN) and Coloured Object Observable Petri Net (COPN) are based on flow relation function F, which describes the structure of the model. In the functional notation of OPN proposed here the flow relation function F is replaced with two functions: the input function called Pre and the output one called Post. Both of them can be presented as matrices. The difference between Post and Pre matrices shows directly changes in the marking of a net caused by a transition firing. By means of this notation it is easy to calculate the marking of a OPN after firing either a single transition or a sequence of transitions. When firing a sequence of transitions is considered a vector Y describes how many times a particular transition is fired. In COPN a particular transition is fired in a set of colours. It follows that apart from the numbers, which describe how many times particular transitions are fired, there is also a need to include information about the sets of colours in which transitions are fired. So in the case of COPN instead of Y vector we have a matrix whose elements describe both how many times a transition is fired and sets of colours in which the firing takes place.

The presented notation is especially useful when a computer implementation of a model is considered. On the basis of COPN definition a computer program which enables creating, editing and simulating has been developed.