

УДК 519.95

DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_64

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

¹АТАЕВ ГАФАР НАРИМАН оглу²ЗЕЙНАЛАБДЫЕВА ИРАДА САМЕД гызы

Сумгаитский государственный университет, 1-доцент, 2-докторант

irada0907@mail.ru

Ключевые слова: модель, нечеткие сети Петри, продукционные правила, матрица инцидентности, состояние сети

Разработана модель принятия решений управления параллельно функционирующих обрабатывающих устройств. Модель управления параллельно функционирующих обрабатывающих устройств представлена в виде расширенных нечетких сетей Петри. Структура модели представлена в матричном виде, определены входная, выходная матрицы инцидентности сети.. Создана база нечетких продукционных правил для принятия решений функционирования параллельных обрабатывающих устройств. В результате компьютерной симуляции получена последовательность срабатываемых переходов из начального состояния.

Рассматривается модель управления производственного модуля при механической обработке детали (Рис1).

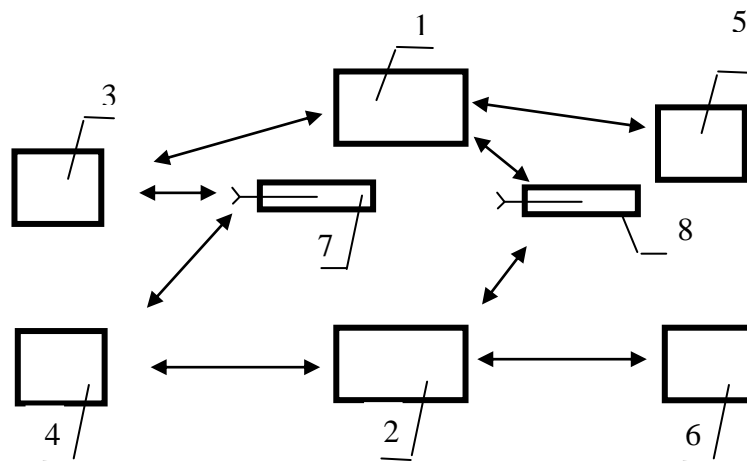


Рис.1 Структура параллельно функционирующих обрабатывающих устройств

Производственным модулям относятся:

1- устройство, выполняющее 1-ю операцию над деталью;

2- устройство, выполняющее 2-ю операцию над деталью;

3- входной накопитель первого устройства;

4- входной накопитель второго устройства;

5- выходной накопитель первого устройства;

6- выходной накопитель второго устройства;

7- промышленный робот 1, загружающий необработанную деталь входного буфера первого и второго устройств;

8- промышленный робот 2, разгружающий обработанную деталь из выходного буфера первого и второго устройств.

Связь между предыдущими и последующими производственными модулями осуществляется с помощью входных и выходных накопителей.

Нечеткие модели [1], основанные на правилах вычисления с нечеткими множествами, являются эффективным средством представления процессов, отображающих данные в виде «ЕСЛИ...ТО...». Часть правила «ЕСЛИ» называется посылкой, а «ТО» - выводам или действием.

Продукционная система модуля обработки деталей состоит из следующих правил:

Правило 1. Если на входном накопителе устройства 1 имеется необработанная деталь, и промышленный робот 1 свободен, и устройство 1 не выполняет операцию 1 над деталью, то рука промышленного робота 1 выполняет поворот влево, захватывает деталь, загружает устройство 1.

Правило 2. Если на входном накопителе устройства 2 имеется необработанная деталь и промышленный робот 1 свободен, и устройство 2 не выполняет операцию 2 над деталью, то рука промышленного робота 1 выполняет поворот вправо, захватывает деталь, загружает устройство 2.

Правило 3. Если на входном буфере устройства 1 имеется деталь, то устройство 1 производит операцию 1 над деталью.

Правило 4. Если на входном буфере устройства 2 имеется деталь, то устройство 2 производит операцию 2 над деталью.

Правило 5. Если на выходном буфере устройства 1 имеется обработанная деталь, выходной накопитель устройства 1 и промышленный робот 2 свободен, то рука промышленного робота 2 выполняет поворот влево, захватывает деталь, разгружает устройство 1.

Правило 6. Если на выходном буфере устройство 2 имеется обработанная деталь, выходной накопитель устройства 2 и промышленный робот 2 свободен, то рука промышленного робота 2 выполняет поворот вправо, захватывает деталь, разгружает устройство 2.

Нечеткую продукционную модель динамических взаимодействующих параллельных процессов представляют в виде нечетких Сети Петри (СП) [2]:

$$N = (P, T, I, O, \mu),$$

где $P = \{p_i\} (i = 1, \dots, n; n - \text{число позиций})$ - нечеткое множество позиций;
 $T = \{t_j\} (j = 1, \dots, m; m - \text{число переходов})$ - нечеткое множество переходов;
 $I: P \times T \rightarrow (0, 1, \dots)$; $O: T \times P \rightarrow (0, 1, \dots)$ - соответственно функции входных и выходных инцидентов;
 $\mu: P \rightarrow [0, 1]$ - присваивает каждой позиции p_i вектор распределения степеней принадлежности фишек к позиции $\mu(p_i)$.

Правило нечеткой продукции представляют как некоторый переход $t_j \in T$, условию соответствует входная и выходная позиция $p_i \in P$ это перехода.

Структура нечетких СП определено в виде множество позиций $P = \{P_1, P_2, \dots, P_{12}\}$ и переходов $T = \{t_1, t_2, \dots, t_6\}$.

В граф-модели модуля параллельно функционирующих обрабатывающих устройств (рис.2) в производственной системе механообработки его состояния описываются следующими позициями:

P_1 -- промышленный робот 1 выполняющий загрузки обрабатывающих устройств 1 и обрабатывающих устройств 2;

P_2 - промышленный робот 2 выполняющий разгрузки обрабатывающих устройств 1 и обрабатывающих устройств 2;

P_3 - входной накопитель для хранения необработанных деталей обрабатывающего устройства 1;

P_4 - входной накопитель для хранения необработанных деталей обрабатывающего устройств 2;

P_5 - наличие необработанных деталей входного буфера обрабатывающего устройства 1;

P_6 - наличие необработанных деталей входного буфера обрабатывающего устройства 2;

P_7 - наличие обработанных деталей выходного буфера обрабатывающего устройства 1;

P_8 - наличие обработанных деталей выходного буфера обрабатывающего устройства 2;

P_9 - выходной накопитель для хранения обработанных деталей обрабатывающего устройства 1;

P_{10} - выходной накопитель для хранения обработанных деталей обрабатывающего устройства 2;

P_{11} - обрабатывающие устройства 1 выполняющий операции типа 1 над необработанными деталями;

P_{12} - обрабатывающие устройства 2 выполняющий операции типа 2 над необработанными деталями.

Возможные события в модуле параллельно функционирующих обрабатывающих устройств описываются следующими переходами:

t_1 - промышленный робот 1 выполняют операцию загрузки входного буфера обрабатывающего устройства 1;

t_2 - промышленный робот 1 выполняют операцию загрузки входного буфера обрабатывающего устройства 2;

t_3 - обрабатывающие устройство 1 выполняют операцию типа 1 над необработанными деталями;

t_4 - обрабатывающие устройство 2 выполняют операцию типа 2 над необработанными деталями;

t_5 - промышленный робот 2 выполняют операцию разгрузки выходного буфера обрабатывающего устройства 1;

t_6 - промышленный робот 2 выполняют операцию разгрузки выходного буфера обрабатывающего устройства 2.

Функции входной и выходной инцидентности множество позиции и переходов сети представляется соответственно матрицами $\bar{C}(6,12)$ и $\bar{C}^+(6,12)$:

$$\bar{C}(6,12) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$${}^+C(6,12) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Элементы матрица инцидентности сети вычисляется по формуле $c_{ij} = {}^+C_{ij} - {}^-C_{ij}$ ($i = 1, \bar{6}; j = 1, \bar{12}$) и выглядит следующим образом:

$$C = \begin{vmatrix} 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Начальное состояние модулей параллельно функционирующих обрабатывающих устройств задается следующими векторами:

$$\begin{aligned} \mu(0,1) &= (0.200; 0.400; 0.200; 0.000); \\ \mu(0,2) &= (0.300; 0.500; 0.200; 0.200); \\ \mu(0,3) &= (0.500; 0.000; 0.500); \\ \mu(0,4) &= (1.000; 0.000; 0.000); \\ \mu(0,5) &= (0.500; 0.500); \\ \mu(0,6) &= (1.000; 0.000); \\ \mu(0,7) &= (1.000; 0.000); \\ \mu(0,8) &= (0.500; 0.500); \\ \mu(0,9) &= (0.400; 0.600; 0.000); \\ \mu(0,10) &= (0.600; 0.400; 0.0000); \\ \mu(0,11) &= (1.000; 0.000); \\ \mu(0,12) &= (0.500; 0.500); \end{aligned}$$

На основе алгоритма [3] вычисляются элементы матрицы Грамма и вектора диагональной свертки нечетких СП. В результате компьютерного симуляции получена последовательность срабатывания переходов $\delta = (t_1 t_2 t_3 t_4 t_5 t_6)$ из начальной маркировки.

Одним из преимуществ нечетких СП является их использование для наглядного представления правил нечетких продукций и выполнение на их основе вывода нечетких заключений. В этом случае используется следующая интерпретация позиции и переходов нечетких СП. Правило нечетких продукций виде «ЕСЛИ A ТО B » представляется как некоторый переход $t_j \in T$ нечетких СП, при этом условию A этого правила соответствует входная позиция $p_i \in P$ перехода, а заключению выходная позиция $p_i \in P$

Граф-схема параллельно функционирующих обрабатывающих устройств показана на рисунке (рис.2).

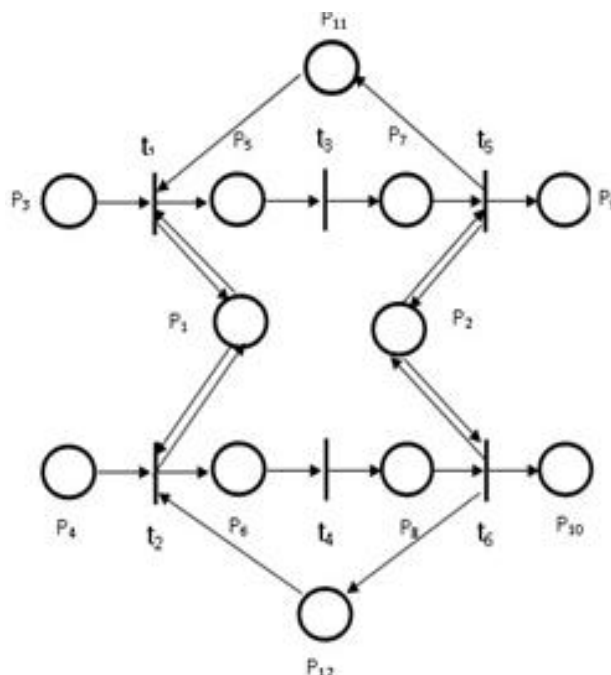


Рис.2. Граф-схема параллельно функционирующих обрабатывающих устройств

Заклучение. Разработана модель принятия решения управления параллельно функционирующих обрабатывающих устройств в виде расширенных нечетких СП. Создана база нечётких продукционных правил для принятия решений управления параллельных обрабатывающих устройств. На основе компьютерной симуляции получена последовательность срабатываемых переходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев В.А. Анализ нечетких продукционных моделей динамических взаимодействующих процессов. Вестник компьютерных и информационных технологий, №5(95), М.: 2012, с. 25-30.
2. Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридонов А.М. Сети Петри в моделировании и управлении. Л.: Наука, 1989, 133 с.
3. Ахмедов М.А., Мустафаев В.А. Моделирование динамических взаимодействующих процессов с применением стохастических и нечетких сетей Петри / Электронное моделирование. Том 35, №4. Киев. -2013. -с. 109-121

XÜLASƏ

PARALEL FƏALİYYƏTLİ EMAL QURĞULARININ İDARƏ EDİLMƏSİNDƏ

QƏRAR QƏBULU MODELİ

Atayev A.Q., Zeynalabdiyeva İ.S.

Açar sözlər: model, Petri qeyri-səlis şəbəkələri, istehsal qaydaları, insidentliyin matrisi, şəbəkənin vəziyyəti

Paralel emal qurğularının idarə edilməsi üçün qərar qəbuletmə modeli hazırlanmışdır. Paralel emal qurğularının idarəetmə modeli genişləndirilmiş qeyri-səlis Petri şəbəkələri şəklində təqdim olunur. Modelin strukturu matris şəklində təqdim olunur, giriş, çıxış və şəbəkə insident matrisi müəyyən edilir. Paralel emal qurğularının işləməsi ilə bağlı qərarların qəbulu üçün qeyri-səlis istehsal qaydaları bazası yaradılmışdır. Kompüter simulyasiyası nəticəsində ilkin vəziyyətdən tetiklənən keçidlərin ardıcılığı əldə edilir.

SUMMARY
DECISION-MAKING MODEL CONTROL OF PARALLEL-FUNCTIONING
PROCESSING DEVICES

Atayev A.Q., Zeynalabdiyeva I.S.

Key words: *model, fuzzy Petri nets, production rules, incidence matrix, network state*

A decision-making model for the control of parallel processing devices has been developed. The control model of parallel processing devices is presented in the form of extended fuzzy Petri nets. The structure of the model is presented in a matrix form, the input, output and network incidence matrix is determined. A base of fuzzy production rules for making decisions on the functioning of parallel processing devices has been created. As a result of computer simulation, a sequence of triggered transitions from the initial state is obtained.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.04.2022
	Son variant	28.05.2022