

Разработка алгоритма функционирования обобщенных раскрашенных сетей Петри

В.А. Мустафеев, Ш.С. Гусейнзаде

Сумгаитский Государственный Университет, Сумгаит, Азербайджан

e-mail: valex-sdu@mail.ru, shahla.huseynzade@gmail.com

Аннотация. В работе предлагается формализм, который базируется на математическом аппарате модифицированных сетей Петри (СП), представляющих собой обобщенные раскрашенные СП специального вида, совмещающего в себе перерождающего и селективного характера. Разработан алгоритм функционирования обобщенных раскрашенных СП.

Ключевые слова: раскрашенные сети Петри, начальная маркировка, функция распределения цветов, раскрашенные позиции, матрица инцидентий.

Сложность реальных систем, параллелизм процессов, взаимные синхронизации и блокировки вызывают необходимость расширения выразительных средств моделирования, что делает необходимым разработку новых расширенных модификаций СП и усовершенствованию существующих.

Вводя ряд правил и условий в алгоритмы моделирования, можно получать ту или иную разновидность СП [1]. Одним из таких подходов является применение обобщенных раскрашенных СП.

Обобщенные раскрашенные СП совмещают в себе возможности перерождающих и селективных сетей [2]. Разработан алгоритм функционирования обобщенных раскрашенных СП.

Начало алгоритма.

Шаг 1. Создание матрицы входных инцидентий $F = [f_{ij}]$, где $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ (n -число позиций, m -число переходов). Элемент f_{ij} равен числу дуг от i -ой позиции к j -му переходу:

$$f_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_i \in \bullet t_j; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Шаг 2. Создание матрицы выходных инцидентий $H = [h_{ji}]$, где $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$. Элемент h_{ji} равен числу дуг от j -го перехода к i -ой позиции:

$$h_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_i \in t_j^{\bullet}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Шаг 3. Создание матрицы начальной маркировки $\mu = [\mu_{il}]$, где $i = \overline{1, n}$, $l = \overline{1, k}$ (k - число цветов). Элемент μ_{il} равен числу маркеров цвета ω_l в позиции p_i .

Шаг 4. Создание матрицы распределения цветов по позициям $\lambda = [\lambda_{il}]$, где $i = \overline{1, n}$, $l = \overline{1, k}$:

$$\lambda_{il} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_i \times \omega_l \in \Omega; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Шаг 5. Создание матрицы распределения цветов маркеров по входным позициям переходов $\varphi = [\varphi_{jl}]$, где $j = \overline{1, m}$, $l = \overline{1, k}$:

$$\varphi_{jl} = \begin{cases} 1, \text{ если } (\overrightarrow{\bullet t_j}, \omega_l) \in \bullet C_t; \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Шаг 6. Создание матрицы распределения цветов маркеров по выходным позициям переходов $\psi = [\psi_{jl}], j = \overline{1, m}, l = \overline{1, k}$:

$$\psi_{jl} = \begin{cases} 1, \text{ если } (\overrightarrow{t_j \bullet}, \omega_l) \in C_t^\bullet; \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Шаг 7. Поиск разрешенного перехода. Для каждого перехода $t_j, j = \overline{1, m}$ проверяется условие срабатывания:

7.1. из матрицы $F = [f_{ij}]$ определяются все выходные позиции перехода t_j : $p_{i_1}, p_{i_2}, \dots, p_{i_z}$, где $z = |\bullet t_j|$;

7.2. из матрицы φ определяются все доступные распределения цветов по выходным позициям t_j : $\omega_{l_1}, \omega_{l_2}, \dots, \omega_{l_r}, r \in [1, k]$;

7.3. из матрицы μ выбираются числа определенного цвета маркеров во всех определенных выходных позициях перехода t_j :

$$\mu_{i_z l_r} = (p_{i_z}, \omega_{l_r}), z = \overline{1, |\bullet t_j|}, r = \overline{1, k};$$

7.4. если для $\forall i_z$ существует $\exists l_r$ что, $\mu_{i_z l_r} \geq f_{i_z j}$, тогда переход t_j разрешен и выполняется переход к шагу 9.

Шаг 8. Если для перехода t_j условие срабатывания не выполняется, то индекс j увеличивается на единицу: $j = j + 1$. Если $j \leq m$ то осуществляется переход к пункту 7.1., в противном случае сообщается о тупиковом состоянии и осуществляют переход к концу алгоритма.

Шаг 9. Вычисление элементов матрицы μ' :

$$\mu'_{il} = \mu_{il} + \varphi_{jl} * f_{ij} - \psi_{jl} * h_{ji}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; l = \overline{1, k};$$

Шаг 10. По выбору пользователя процесс завершают (осуществляют переход к концу алгоритма) или продолжают до получения искомой маркировки (переход к шагу 7).

Конец алгоритма.

Литература

1. Beaudouin-Lafon M., Mackay Ü.E., Jensen M. et al. CPN Tools: A Tool for Editing and Simulating Coloured Petri Net // LNCS 2031I, Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems, pp. 574-580.
2. Мустафаев В.А., Гусейнзаде Ш.С. Разработка модели управления обрабатывающего центра с применением раскрашенных сетей Петри. Вестник компьютерных и информационных технологий, Москва, 2018, № 3, стр. 36-44.

УДК: 519.95

Модель принятия решений для функционирования нечетких временных сетей Петри типа V_f

В. А. Мустафаев, М. Н. Салманова

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
e-mail: valex-sdu@mail.ru, malaxat_70@mail.ru