

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФОРМАЛИЗАЦИИ МЕТОДИК ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АСУ

к.т.н. И.В. Данылиев  
(представил д.т.н., проф. А.А.Рось)

Предложен новый математический аппарат процедурных сетей Петри для динамического моделирования предметной области АСУ.

Одним из самых перспективных инструментов, которые применяются в настоящее время передовыми информационными технологиями при разработке программного обеспечения АСУ, является объектно - ориентированный подход [1]. Данный подход предлагает богатый набор логических моделей, позволяющих гарантировать успешное достижение целей разработки. Однако, применение таких моделей сдерживается отсутствием соответствующих CASE - средств, что, в свою очередь, предопределено слабой математической формализацией методик объектно-ориентированного проектирования программного обеспечения АСУ.

Для описания процессов изменения предметной области во времени в настоящее время применяют комплекс моделей состояний Мура [2], которые для любого объекта  $o \in O$  ( $O$  - множество объектов, выделенных аналитиком в предметной области) состоят из множества состояний  $S_o$ , множества событий  $E_o$ , правил перехода  $F^o : S_o \times E_o \cup E_o \times S_o \rightarrow \{0, 1\}$  и действий, которые должны быть выполнены экземпляром объекта, когда он достигнет определенного состояния. Каждое состояние каждого объекта определяет одно действие.

Правила перехода задают новое состояние, которое достигается при поступлении к экземпляру объекта в определенном состоянии определенного сигнала управления ( $F^o(s, e) = 1$  - событие  $e$  выводит объект  $o$  из состояния жизненного цикла  $s$ ;  $F^o(e, s) = 1$  - событие  $e$  переводит объект  $o$  в состояние жизненного цикла  $s$ ).

© к.т.н. И.В. Данылиев, 1998

Для математической формализации динамической компоненты логической модели предметной области предлагается формальный аппарат процедурных сетей Петри.

Процедурная сеть Петри представляется как совокупность следующих понятий:

- 1)  $\Psi = \{\psi_1, \dots, \psi_m\}$  - конечное множество позиций;
- 2)  $T = \{\tau_1, \dots, \tau_n\}$  - конечное множество переходов;
- 3)  $\mu: \Psi \rightarrow Z^+$  ( $Z^+ = \{0, 1, 2, \dots\}$ ) - функция маркировки;
- 4)  $v: (\Psi \times T) \cup (T \times \Psi) \rightarrow Z^+$  - весовая функция перемещения;
- 5)  $\Xi$  - множество означивания процедур переходов;
- 6)  $\xi$  - информационная база сети ( $\xi \in \Xi$ );
- 7)  $\Theta = \{\varphi_1, \dots, \varphi_n\}$  - множество процедур переходов

$$(\varphi_i: \Xi \rightarrow Z^{+m} \times \Xi \times Z^{+m}).$$

Разрешение на выполнение перехода  $\tau_{i'}$  определяется условием

$$\forall j = 1, \dots, m \quad (v(\psi_j, \tau_{i'}) > 0) \Rightarrow (\mu(\psi_j) \geq v(\psi_j, \tau_{i'})). \quad (1)$$

Результатом выполнения разрешенного перехода  $\tau_{i'}$  являются новые весовая функция перемещения, информационная база сети и функция маркировки:

$$v'(\psi_j, \tau_i) = v(\psi_j, \tau_i), \quad j = 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n; \quad i \neq i'; \quad (2)$$

$$v'(\psi_j, \tau_{i'}) = \varphi_{i'}^j(\xi), \quad j = 1, \dots, m; \quad (3)$$

$$v'(\tau_i, \psi_j) = v(\tau_i, \psi_j), \quad j = 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n; \quad i \neq i'; \quad (4)$$

$$v'(\tau_{i'}, \psi_j) = \varphi_{i'}^{m+j+1}(\xi), \quad j=1, \dots, m; \quad (5)$$

$$\xi' = \varphi_{i'}^{m+1}(\xi); \quad (6)$$

$$\mu'(\psi_j) = \mu(\psi_j) - v(\psi_j, \tau_{i'}) + v'(\tau_{i'}, \psi_j), \quad j = 1, \dots, m. \quad (7)$$

Описанные в виде моделей состояний Мура жизненные циклы всех объектов из множества  $\mathbf{O}$  преобразуются в процедурную сеть Петри следующим образом.

1. Каждому элементу множества событий всех моделей состояний Мура  $\mathbf{E}$  соответствует единственный элемент множества  $\Psi$  позиций процедурной сети Петри. То есть, определено биективное отображение  $f_E: \Psi \rightarrow \mathbf{E}$ , а количество позиций сети  $m$  равно мощности множества  $\mathbf{E}$ .

2. Каждому элементу множества состояний  $S_o$  каждого объекта  $o$ ,  $o \in O$ , соответствует единственный элемент множества  $T$  переходов процедурной сети Петри. То есть, определено сюръективное отображение в множество состояний всех моделей состояний Мура  $f_S: T \rightarrow S$ , а количество переходов сети  $n$  равно мощности множества действий.

3. Начальные значения функции маркировки  $\mu(\psi_j)$  равны количеству поступивших внешних событий  $e$ , где  $e = f_E(\psi_j)$ .

4. Начальная весовая функция перемещения определяется по формулам

$$v(\psi_j, \tau_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } \exists o \in O F^0(f_E(\psi_j), f_S(\tau_i)) = 1, \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (8)$$

$$v(\tau_i, \psi_j) = 0. \quad (9)$$

5. Множество означивания процедур переходов определяется как множество всех возможных значений базы данных разрабатываемой программной системы.

6. Начальная информационная база сети определяется начальным состоянием базы данных разрабатываемой программной системы.

7. Множество процедур переходов определяется алгоритмами действий объектов из множества  $O$  в соответствующих состояниях.

Таким образом, предложенный математический аппарат процедурных сетей Петри формализует модель взаимодействия объектов с последующим автоматическим моделированием каналов управления [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. G.Booch. Object-Oriented Design with Applications /Behjamin/Cummings Publishing Company, Redwood City, Calif., 1990.
2. S.Shlaer, S.J.Mellor. Object-Oriented System Analysis: Modeling the World in Data, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.Y., 1988.