

УДК 658.012.011.56.001.2

А.В. МАЙСТРЕНКО, Н.В. ИГНАТЬЕВА

**ПРОДУКЦИОННО-ФРЕЙМОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ
В ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ПРЕДИКАТНО-ФРЕЙМОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПОЗВОЛЯЮТ ЗНАЧИТЕЛЬНО ИНТЕНСИФИЦИРОВАТЬ ПРОЦЕСС РЕШЕНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ ЗАДАЧ МА-

ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ОПТИМИЗАЦИИ И ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ.

Все знания K о химическом производстве, представленные в интерактивной системе компьютерного моделирования и проектирования можно разделить на статические K_S , служащие для представления состояния предметной области в некоторый момент времени (технологические процессы и оборудование, их свойства и параметры и др.), и динамические K_D , описывающие множество возможных правил перехода по графу состояний, вершинами которого являются элементы K_S и приводящие к изменению статических знаний K_S . В классической производственной системе K_D описывается множеством производственных правил, образующих базу знаний, а K_S представляет собой множество атрибутов, которое формируется и пополняется в процессе решения конкретной задачи.

В предлагаемой модели описания химического производства ситуация осложняется фреймовым представлением предметной области, которому присущи операции наследования (см. рис. 1), вследствие чего статические знания K_S могут изменяться в процессе функционирования интерактивной системы. Поэтому предлагается разбить K_S на структурные знания K_{SS} , называемые фреймами-прототипами, и множество значений слотов K_{SR} (рабочие фреймы).

Статические знания в производственно-фреймовой системе, представленные в основном составляющей K_{SR} , образованы множеством



Рис. 1 Различные типы знаний в производственно-фреймовой системе

значений слотов всех фреймов. Свои значения слоты могут принимать из некоторого множества типов, определенных в интерактивной системе (например, вычисляться с помощью присоединенных процедур).

Фреймы-прототипы (K_{SS}) используются для представления, переработки и накопления знаний (технологические режимы, оборудование в котором протекает процесс и его параметры, физико-химические свойства участников процесса и др.), а присоединенные процедуры (K_D) дают возможность автоматического составления рабочих программ, при условии, что эти процедуры имеют программную реализацию.

Для описания фреймовой структуры необходимо ввести функцию состояния $W: I \rightarrow F$, которая отображает множество идентификаторов I в множество фреймов F . Каждый фрейм f представляет собой функцию $f: I_f \rightarrow S$, отображающую множество идентификаторов слотов данного фрейма в множество слотов (структура слотов может быть различной в зависимости от сложности рассматриваемой модели).

В ДАННОЙ ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЕ БУДЕМ РАССМАТРИВАТЬ МНОЖЕСТВО СЛОТОВ ВИДА

$$S = \{ \langle v, u, \{Q_i\}, \{D_i\}, \{C_i\}, \alpha \rangle \},$$

где v – текущее значение слота или неопределенность (\perp), если значение не определено; u – значение слота по умолчанию; $\{Q_i\}$ – множество присоединенных к слоту процедур; $\{D_i\}$ – множество процедур-демонов, срабатывающих при присваивании слоту некоторого значения; $\{C_i\}$ – множества ограничений на значения слота, сформулированных в виде выражений-предикатов; α – флаг, указывающий на участие слота в процессе рекуррентного обратного вывода и служащий для предотвращения бесконечного закливания.

Будем обозначать имя фрейма как $f.s = \langle f.s \rangle$, а доступ к слоту через $W.f.s = W(f.s)$.

Также необходимо ввести функцию присваивания значения слоту $write$, формирующую новое состояние

$$W[f.s \leftarrow v] = write(\langle f.s \rangle, v, W).$$

Эту функцию определим следующим образом

$$W[f.s \leftarrow x] = \langle f.s \rangle \rightarrow W(f.s[n \leftarrow x]).$$

Здесь через $s[n \leftarrow x]$ обозначена процедура замены n -го компонента кортежа s на x .

Функция состояния W описывает не только текущее состояние фрейма в процессе логического вывода, но и множество правил перехода из одного состояния в другое, которое в данной продукционно-фреймовой системе будем считать постоянным.

Множество состояний интерактивной системы Ω можно представить в виде бесконечного графа, вершинами которого будут различные состояния $W \in \Omega$, а дуги будут задаваться правилами логического вывода. Бесконечность графа будет, в первую очередь, вызвана потенциальной бесконечностью множества значений каждого из слотов. Однако, конечно же, число различных состояний в каждой базе знаний будет конечно, так как во множестве посылок всех правил базы знаний содержится конечное число сравнений.

Определим, каким образом в описанной семантике осуществляется получение значений слотов.

Обозначим через $W \rightarrow W'$ переход из одного состояния фрейма в другое, а через $\| \bullet \|$ – операцию вычисления значений слота, тогда значения слотов фрейма можно вычислить следующим образом:

$$\| f.s \|_{W \rightarrow W'} = \begin{cases} W(f.s)v, W(f.s) \neq \perp \text{ (при этом } W = W'); \\ \perp, W(f.s)\alpha = true; \\ x = \mu_{W \rightarrow W'}(\langle W(f.s)Q \rangle), (x \neq \perp); \\ y = \mu_{W' \rightarrow W'}(\{ \rho.s \mid \rho \in \| f.parent \|_{W \rightarrow W'} \}), (y \neq \perp, x = \perp); \\ \perp, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Здесь $\mu_{W \rightarrow W'}(A)$ – функция последовательного вычисления упорядоченного семейства выражений A (конечного упорядоченного множества) в начальном состоянии. Эту функцию определим как:

$$\mu_{W \rightarrow W'}(A) = \begin{cases} \| \inf A \|_{W \rightarrow W'}, \| \inf A \|_{W \rightarrow W'} \neq \perp; \\ \mu_{W' \rightarrow W'}(\tilde{A}), \| \inf A \|_{W \rightarrow W'} = \perp; \\ \perp, A = \emptyset (W' = W). \end{cases}$$

где $\tilde{A} = A \setminus \{ \inf A \}$.

Значения слота фрейма в продукционно-фреймовой системе можно вычислить следующим образом:

- если по сути перехода из одного состояния в другое не произошло, то фрейм остается неизменным;
- если происходит рекурсивное заикливание, то слоты фрейма не определяются;
- если присутствуют присоединенные процедуры, то значения слотов определяются с их помощью;
- если присоединенные процедуры не определены, но присутствуют порожденные фреймы, то значения слотов фрейма-родителя можно определить по фреймам-потомкам.

Так для фрейма-прототипа процесса диазотирования, рассмотренного в [1], заполнение значений слотов рабочего фрейма может осуществляться несколькими способами: задаваться пользователем, выбираться из имеющихся баз данных, вычисляться в результате выполнения присоединенных процедур или процедур-демонов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИНТЕРАКТИВНОГО ДИАЛОГА С СИСТЕМОЙ, ПРИ ЭТОМ СИСТЕМОЙ ФОРМИРУЕТСЯ ЗАПРОС И ПОСЛЕ ОТВЕТА НА НЕГО ОПРЕДЕЛЕННЫЙ СЛОТ ФРЕЙМА МОЖЕТ ПОМЕНЯТЬ СВОЕ ЗНАЧЕНИЕ.

Присоединенные процедуры, используя уравнения математической модели процесса diazotирования, позволяют вычислить выходные параметры процесса (выходные концентрации, конструктивные параметры – в случае решения задачи оптимального проектирования и т.п.), а процедуры-демоны срабатывают при нарушении технологических ограничений процесса (проскок амина, концентрация нитро-зных газов и diazosmol и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Игнатьева Н.В. Интеллектуальный интерфейс системы математического моделирования, оптимизации и проектирования // Труды ТГТУ: Сб. науч. ст. молодых ученых и студентов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. Вып. 8. С. 161 – 166.

Кафедра "Технологическое оборудование и пищевые технологии"