

Дрождин В.В. Построение системы моделирования на основе самоорганизующейся информационной среды. // Модели и алгоритмы для имитации физико-химических процессов: Матер. Междунар. науч.-техн. конф. – Таганрог, 2008. – С. 251 – 255.

Дрождин В.В.
(ПГПУ имени В.Г. Белинского, г. Пенза)

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ

Постоянное увеличение вычислительных ресурсов, создание локальных и глобальных компьютерных сетей и разработка новых формальных методов обработки информации позволяют решать все более сложные задачи из различных областей деятельности человека. Однако вследствие пассивности компьютеров проектирование и создание систем моделирования для решения сложных задач по-прежнему остается сложной и трудоемкой проблемой. Дополнительную сложность в создание систем моделирования вносит необходимость изменения модели решаемой задачи в процессе моделирования в широких пределах. Первым шагом принципиального решения этой проблемы может стать создание систем моделирования на основе самоорганизующейся информационной среды (СИС).

СИС является активной системой, построенной из адаптивных элементов, и способна эффективно приспосабливаться к изменениям внешней среды и внутренней организации системы на основе самообучения. Она поддерживает понятийную [1] информационно-логическую модель предметной области (ПО), которая создается и может эволюционировать (изменяться) в процессе функционирования системы (моделирования сложной задачи) в широких пределах. Модель ПО конструктивно представляется сетью, узлами которой являются множества объектов i -х типов (R -системы i -го рода [2]), а связи отражают включение объектов более низкого уровня в объекты более высокого уровня или выделение из объектов i -го типа некоторого подмножества (подтипа) объектов с определенными свойствами.

Понятия, представляющие в модели ПО различные типы объектов, определяются в виде:

$$V = \{v \mid v = \langle n_v, v_s, v_c \rangle\},$$

где V – множество всех понятий модели ПО, v – обозначение типа объекта “Понятие”, n_v – имя понятия, v_s – состав понятия, v_c – содержание понятия.

Состав понятия отражает совокупность понятий более низкого уровня, задающих структуру и свойства объектов, соответствующих данному понятию. Содержание понятия является предикатом, определяющим объекты, относящиеся к данному понятию, и выделяющим эти объекты среди всех других объектов ПО.

Между понятиями определяются различные отношения в виде:

$$R_v = \{r_v \mid r_v = \langle v_1, v_2, t_{rv} \rangle\},$$

где R_v – совокупность различных отношений между всеми понятиями ПО, r_v – отношение типа t_{rv} между понятиями v_1 и v_2 , t_{rv} – тип отношения: классификация – v_2 является подклассом класса v_1 , часть-целое (агрегация) – каждый объект понятия v_2 является частью некоторого объекта понятия v_1 , абстрагирование

– понятие v_1 является образом понятия v_2 и др.

Модель ПО представляется в виде:

$$M = \langle M_u \rangle = \langle V, R_v \rangle,$$

где M – модель ПО, являющаяся композицией M_u , $M_u = \langle V_u, R_{vu} \rangle$ – модель ПО пользователя, $m = \langle V_m, R_{vm} \rangle$ – произвольная подмодель ПО, V_u – множество понятий модели ПО пользователя, R_{vu} – множество отношений между понятиями модели ПО пользователя, V_m – множество понятий подмодели m , R_{vm} – множество отношений между понятиями подмодели m .

Пользователи системы включены в модель ПО в качестве объектов специального вида:

$$\mathcal{U} = \{u \mid u = \langle n_u, \rho, t_u, o_u, \delta \rangle\},$$

где \mathcal{U} – множество пользователей СИС, u – обозначение типа объекта ПО “Пользователь”, n_u – имя пользователя, ρ – пароль пользователя для входа в систему, t_u – тип пользователя: человек или внешняя система, o_u – идентификатор объекта, выступающего в роли пользователя СИС, $\delta \in \Delta$ – полномочия пользователя.

Все пользователи системы организованы в структуру (сеть) с помощью отношений иерархии:

$$R_u = \{r_u \mid r_u = \langle u_1, u_2 \rangle\},$$

где R_u – совокупность отношений иерархии между всеми пользователями, r_u – отношение иерархии между двумя пользователями, u_1 – вышестоящий пользователь, u_2 – нижестоящий пользователь.

Для формирования модели ПО разработан язык, включающий операции формирования системы пользователей, формирования понятийно-логической модели ПО отдельного пользователя и управления собственной понятийно-логической моделью ПО и моделями ПО подчиненных пользователей. Такой подход позволяет многие функции администрирования системы и контроля за деятельностью пользователей возложить непосредственно на пользователей.

Разработанная пользователями модель ПО отображается в базу данных (БД) [3], проектирование и ведение которой осуществляется самой системой. БД СИС реализуется в рамках эволюционной модели данных (ЭМД) [4], в которой организация данных локальной системы представляется пятислойной архитектурой, приведенной в таблице 1.

Таблица 1.

Номер слоя	Структуры слоя	Описание структур	Отношения между данными	Ограничения на данные
0	S^0, R^0	Абстрактный тип данных	---	---
1	S^1, R^1	Допустимое подмножество абстрактного типа данных	---	Ограничения на атомарные данные
2	S^2, R^2	Структура с жесткими (логическими) связями	Отношения между данными типа функциональных и многозначных зависимостей	Ограничения на наличие и определенность ключей и др.
3	S^3, R^3	Совместно используемые данные	Отношения, определяющие совместное использование данных	Ограничения на совместное использование данных

4	S^4, R^4	Все данные локальной системы	Отношения, определяющие автономную совокупность данных	Ограничения на автономность данных
---	------------	------------------------------	--	------------------------------------

Приведенные структуры конструктивно имеют следующие характеристики:

- R^0 – тип данных языка программирования или абстрактный тип данных определенный и реализованный в системе, элементами которых являются атомарные объекты S^0 ;
- R^1 – подмножество базового типа R^0 , объекты S^1 которого получены по закону f (в частном случае тривиальному) из объектов S^0 ;
- R^2 – множество сложных объектов S^2 , каждый из которых является композицией объектов S^1 ;
- R^3 – более сильно связанная (совместно используемая) часть объектов S^2 или совместно используемые S^2 и ранее созданные объекты S^3 ;
- R^4 – единственный объект S^4 , представляющий всю взаимосвязанную совокупность данных S^2 и S^3 локальной системы.

ЭМД определяет открытость структур данных как вниз до байтов и битов, хотя бы с конструктивной семантикой, так и вверх до построения единой структуры данных локальной системы. Это позволяет эффективно представлять информацию о предметных областях различной структуры и сложности.

В качестве операций в ЭМД используются базовые операции обработки данных: поиск, добавление, удаление и модификация данных, а также имеется возможность построения высокоуровневых операций обработки данных, обладающих семантикой в ПО.

Проектирование и создание БД осуществляется системой на основе примеров, являющихся гипотетическими объектами ПО и экземплярами (реализациями) понятий, которые задаются пользователями после создания модели ПО. На основе этих данных СИС выявляет различные закономерности (типы и форматы представления данных, функциональные и многозначные зависимости между данными и др.) и формирует оптимальную (для этих данных) схему БД, в которую отображаются понятия и отношения модели ПО. Конечно, полученная БД будет далека от совершенной, но в процессе функционирования СИС в соответствии с ЭМД она будет накапливать отклонения от имеющихся закономерностей и постепенно совершенствовать организацию данных.

Конструктивно БД и методы ее обработки, а также другие компоненты СИС являются адаптивными объектами, реализованными в форме автоматов с памятью. Каждый автомат формально представляется функцией:

$$f_m^n : X \times Z \rightarrow Y,$$

где $X = [i_f^1, i_f^2 \dots i_f^n]$, $i_f^j \in I$, $j = \overline{1, n}$ – вектор входных воздействий, поступающий от рецепторов, $Y = [o_f^1, o_f^2 \dots o_f^m]$, $o_f^j \in O$, $j = \overline{1, m}$ – вектор выходных воздействий автомата, воспроизводимых эффекторами, Z – состояние автомата.

С учетом целостности системы и нестабильности условий функционирования реальный адаптивный автомат представляется функцией вида:

$$f_m^n : X \times Z \times W \times U \rightarrow Y,$$

где W – дезорганизующие внешние и внутренние воздействия, которые объект должен компенсировать для устойчивого функционирования, U – управляю-

щие воздействия от менеджера и других объектов для согласованного функционирования данного объекта с другими объектами СИС.

Менеджер СИС в соответствии с планом (шаблоном) решения требуемой задачи формирует цепочку взаимодействия объектов или разрабатывает специализированный объект для решения задачи и реализует процесс решения путем последовательного вызова соответствующих объектов.

В процессе функционирования системы каждый объект накапливает информацию о себе, о своем использовании и о взаимодействующих с ним объектах, на основе которой он достаточно регулярно разрабатывает новую структуру и реорганизуется.

Таким образом, СИС базируется на теории эволюционных систем [5] и синергетике [6], а конструктивно реализует кибернетический подход к самоорганизации систем [7] на основе двухконтурных систем управления.

Реализация системы моделирования на основе СИС существенно упрощается, т.к. организация и ведение БД полностью осуществляются информационной средой и не накладывают на систему моделирования никаких ограничений. Кроме этого, в процессе моделирования решения сложной задачи БД может претерпевать изменения в очень широких пределах, а закономерности, выявленные СИС на хранимых данных, могут использоваться для построения более точной модели решаемой задачи.

Литература

1. Войшвило Е.К., Дегтярев М.Г. Логика: Учебник для вузов. - М.: ВЛАДОС, 2001. – 528 с.
2. Система. Симметрия. Гармония. / Под ред. В.С. Тюхтина и Ю.А. Урманцева. - М.: Мысль, 1988. - 315 с.
3. Дрождин В.В., Зинченко Р.Е. Модификация системы SQL-запросов при изменении пользовательского объектного представления предметной области // Известия ПГПУ имени В.Г. Белинского: Физико-математические и технические науки, № 8(12), 2008. – С. 106-110.
4. Дрождин В.В. Системный подход к построению модели данных эволюционных баз данных. – Программные продукты и системы, № 3, 2007. – С. 52-55.
5. Урманцев Ю.А. Эволюционика. – Пущино: 1988. – 79 с.
6. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. - М.: Мир, 1991. - 240 с.
7. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. – М.: ВЛАДОС, 1994. - 336 с.: