

УДК 004.942

Е.В. Малахов, д-р техн. наук, доц., Одес. нац. політехн. ун-т

## ОРГАНИЗАЦИЯ ОБМЕНА МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ

*С.В. Малахов. Організація обміну мультимедійною інформацією на основі моделей предметних областей.* Показано організацію метамоделі складноструктурованої предметної області “Обмін мультимедійною інформацією” на сервері управління відповідної системи. Введено розширення операцій над метамоделями предметних областей для забезпечення взаємодії клієнтів системи.

*Е.В. Малахов. Организация обмена мультимедийной информацией на основе моделей предметных областей.* Показана организация метамодели сложноструктурированной предметной области “Обмен мультимедийной информацией” на сервере управления соответствующей системы. Введено расширение операций над метамоделями предметных областей для обеспечения взаимодействия клиентов системы.

*Eu.V. Malakhov. Organizing the multimedia information exchange on the basis of subject domains models.* Organisation of a metamodel of the complex-structured subject domain “Multimedia information interchange” on the control server of the corresponding system is shown. Extension of the operations with subject domains metamodels for maintenance of system’s clients’ interaction is entered.

В связи с интенсивным развитием информационных технологий актуальной становится не просто информация, которая до этого хранилась в текстовом или числовом виде, а информация, содержащая звук, графику, видеоизображение. То есть речь идет об информации, получившей название мультимедийной (ММ). Особое влияние на повышение актуальности оказали сетевые технологии, особенно широкое распространение Интернет, позволившие связать территориально распределенные источники информации такого рода.

Объем и разнообразие ММ информации сегодня настолько велики, что естественно возникает необходимость ее классификации по предметным областям (ПрО) или сферам интересов пользователей этой информации. При этом речь идет не только об информации, хранящейся в специализированных базах данных или информационных хранилищах, но и о динамической, генерируемой определенными источниками по мере потребности в ней со стороны соответствующих пользователей.

При таких условиях возникает необходимость построения информационной системы, которая обеспечит доставку информации такого рода от ее источников к потребителям. Подобная система должна поддерживать решение следующих задач:

- оперативную организацию взаимодействия источников и потребителей ММ информации, связанных с одной ПрО или объединенных одной или похожими сферами интересов;
- поддержку взаимодействия пользователей системы, т.е. фактических источников и потребителей ММ информации, в рамках неединичного множества ПрО с возможностью расширения этого множества;
- обеспечение возможности расширения списка источников и потребителей ММ информации в пределах определенной ПрО или сферы интересов;
- ограничение доступа к ММ информации рамками конкретной ПрО или сферы интересов в связи с возможностью решения предыдущей задачи;
- обеспечение возможности участия конкретного источника или потребителя ММ информации в нескольких ПрО;
- обеспечение возможности оперативного поиска источников ММ информации, связанных с конкретной ПрО.

© Е.В. Малахов, 2011

При построении системы обмена ММ информацией создается целый ряд серверов управления (СУ), выполняющих несколько функций. Прежде всего, они обеспечивают взаимодействие пользователей в рамках соответствующих групп, сформированных, например, по одной и той же категории доступа или объединенных одной и той же или близкой сферой интересов. Фактически на СУ возлагается основная нагрузка по решению задач, поставленных перед системой обмена ММ информацией.

Для эффективного решения этих задач в основе такой системы, как и любой информационной, должна лежать метамодель ПрО. В данном случае — ПрО *обмена ММ информацией*. Метамодель этой ПрО предназначена для логической организации хранения и взаимодействия между серверами управления, источниками и приемниками ММ информации. Соответственно, второй функцией СУ является реализация и хранение метамодели ПрО. Поэтому каждый СУ представляет собой одновременно и сервер базы данных или информационного хранилища, обеспечивающий реализацию метамодели.

Из всего многообразия объектов, которые могут содержаться в каждой ПрО обмена *специфической* ММ информацией, далее основной акцент будет сделан на объекте *Клиент* системы обмена ММ информацией. Под таким объектом имеется в виду следующее.

К каждому из СУ подключается образующее своего рода “окружение” множество устройств и рабочих станций, являющихся источниками или приемниками (потребителями) и рабочих станций, являющихся одновременно источниками и приемниками специфической ММ информации, этого сервера, например, в системах видеоконференций. Информация о характеристиках и свойствах конкретной рабочей станции или устройства, о том, является она (оно) мультимедиа-сервером (ММ-сервером) или мультимедиа-клиентом (ММ-клиентом), источником и потребителем каких ММ данных она (оно) является, характеризует объект *Клиент* этой ПрО. Эта информация в виде элемента модели хранится на СУ, к которому подключена эта рабочая станция или устройство.

Универсальная сущность  $r$ -го порядка  $e_i^r$  определяется множеством ее *проекций* на  $r$  предметных областей:  $e_i^r(D_j, A_j)$ , где  $D_j(e_i^r)$  — множество ПрО, на которые спроецирована универсальная сущность  $e_i^r$ ,  $A_j(e_i^r)$  — множество *атрибутов*, описывающих данную универсальную сущность в терминах *всех* ПрО, входящих в множество  $D_j$  [1]. Между множествами  $D_j$  и  $A_j$  установлено отношение *инцидентности*, которое каждой ПрО  $d_k$  сопоставляет конкретное подмножество атрибутов  $A_k(e_i^r) \subseteq A_j$ . При этом каждая проекция универсальной сущности на конкретную ПрО соответствует привычному понятию *объекта* или *сущности* этой ПрО.

Соответственно при рассмотрении конкретной ПрО или ПрО обмена *специфической* ММ информацией *Клиент* системы обмена ММ информацией представляет собой универсальную сущность 1-го порядка.

Однако такая ПрО может включать в себя ряд предметных подобластей (ПрПО), которые представляют собой независимые ПрО, выделенные, например, в соответствии со сферами интересов потребителей информации.

Как только в систему обмена ММ информацией включаются данные, характерные для  $r$  *различных* ПрО или сфер интересов, или выделяются  $r$  ПрПО, ориентированных на еще более узкоспецифицированную информацию, то *Клиент* сразу становится универсальной сущностью  $r$ -го порядка  $e_i^r$  или, в соответствии с определением универсальной сущности,  $e_i^r(D_j, A_j)$ .

Информационная структура, которая описывает универсальную сущность *Клиент*  $r$ -го порядка, содержит несколько информационных плоскостей (рис. 1). Однако, если в обычной структуре [1] таблицы предметных областей отличались множествами атрибутов (ось  $A$ ), то аналогичная структура в базе данных СУ характеризуется разной размерностью таблиц по оси экземпляров сущности  $I$ , т.е. разным количеством экземпляров в каждой сфере интересов или ПрО (ось  $D$ ).

Надстройка над этими плоскостями объединяет в себе все множества атрибутов тех или иных проекций универсальной сущности *Клиент* на предметные области, обусловленные спецификой ММ информации. Эта надстройка и формирует метамодель универсальной сущности

*Клиент*, которая содержит метаинформацию об окружении данного СУ (заштрихованная область).

При этом предполагается, что модель ПрО обмена ММ информацией хранится централизованно на одном СУ. Однако, благодаря сетевым компьютерным технологиям, существует возможность распределить модель ПрО по нескольким СУ, соединенным между собой каналами связи. При этом несущественно, каким образом физически организованы каналы связи и соответственно взаимодействие между СУ.

В этом случае возможно два варианта построения системы:

— каждый СУ отвечает за „свою” узкоспециализированную ПрО;

— каждый СУ может поддерживать клиентов с различными сферами интересов; соответственно на СУ будет находиться модель ПрО обмена ММ информацией  $r$ -го уровня [2], которая содержит  $r$  специфических ПрПО, ориентированных на решение узкоспециализированных задач.

С учетом всех связей между СУ, обеспечивающих обмен ММ информацией, полная метамодель ПрО обмена ММ информацией, распределенная по серверам управления, примет представленный вид (рис. 2).

Так как максимальный порядок  $r$  универсальной сущности  $e'_i$  (где  $i = \overline{1, n}$ ,  $n$  — количество объектов в ПрО  $d_k$ ), принадлежащей ПрО  $d_k$ , определяет уровень этой ПрО [1], то во втором варианте системы ПрО обмена ММ информацией будет делиться на ряд подобластей, рассмотренных в двух аспектах:

— как подобласти  $k$ -го уровня, где  $k > 1$  только тогда, когда в метамодели, кроме *Клиента*, есть сущности  $k$ -го порядка, в которых будут связаны объекты, рабочие станции и, соответственно, серверы управления, объединенные одной или близкими сферами интересов;

— как подобласти  $r$ -го уровня, каждая из которых представляет собой ПрО, метамодель которой хранится на конкретном СУ.

В результате образуется структура, в которой показаны физические связи между серверами управления, а не связи между сущностями или не только связи между сущностями, как в аналогичной многоуровневой информационной модели [2].

Полная метамодель позволит оперативно и точно выделить узлы, касающиеся конкретной специализированной ПрО или ПрПО. Например, если необходимо обеспечить специфической ММ информацией или организовать ММ взаимодействие *Клиентов* — пользователей, занятых в определенной сфере. Такими сферами могут быть:

— организационное управление — видеоселекторные совещания или заседания;

— медицина — виртуальный консилиум специалистов с обменом аудиовизуальным контентом или трансляция хирургической операции с интерактивным консультированием со стороны специалистов, которые находятся за пределами операционной, например, при поддержке службы экстренной медпомощи;

— образование — виртуальные интерактивные занятия или дистанционное обучение;

— служба МЧС или медицины катастроф — аудиовизуальная поддержка взаимодействия служб на местах катастроф и в соответствующих центрах.

В этом случае в хранилищах метаинформации всех СУ определяется кортеж, описывающий требуемую ПрО или ПрПО, например,  $d_8$  (см. рисунок 2). СУ, в метатаблице которых существует такой кортеж, устанавливают активное соединение. По таблице базы данных, соответствующей избранной метаинформации, определяются ММ-сервера и ММ-клиенты, которые и включаются в активное соединение, создавая тем самым рабочую группу, соответствующую искомой ПрО или искомой подобласти ПрО обмена ММ информацией (отмеченные жирными линиями и контурами).

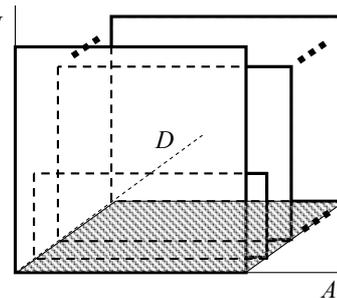


Рис. 1. Структура универсальной сущности Клиент с данными об “окружении” сервера управления

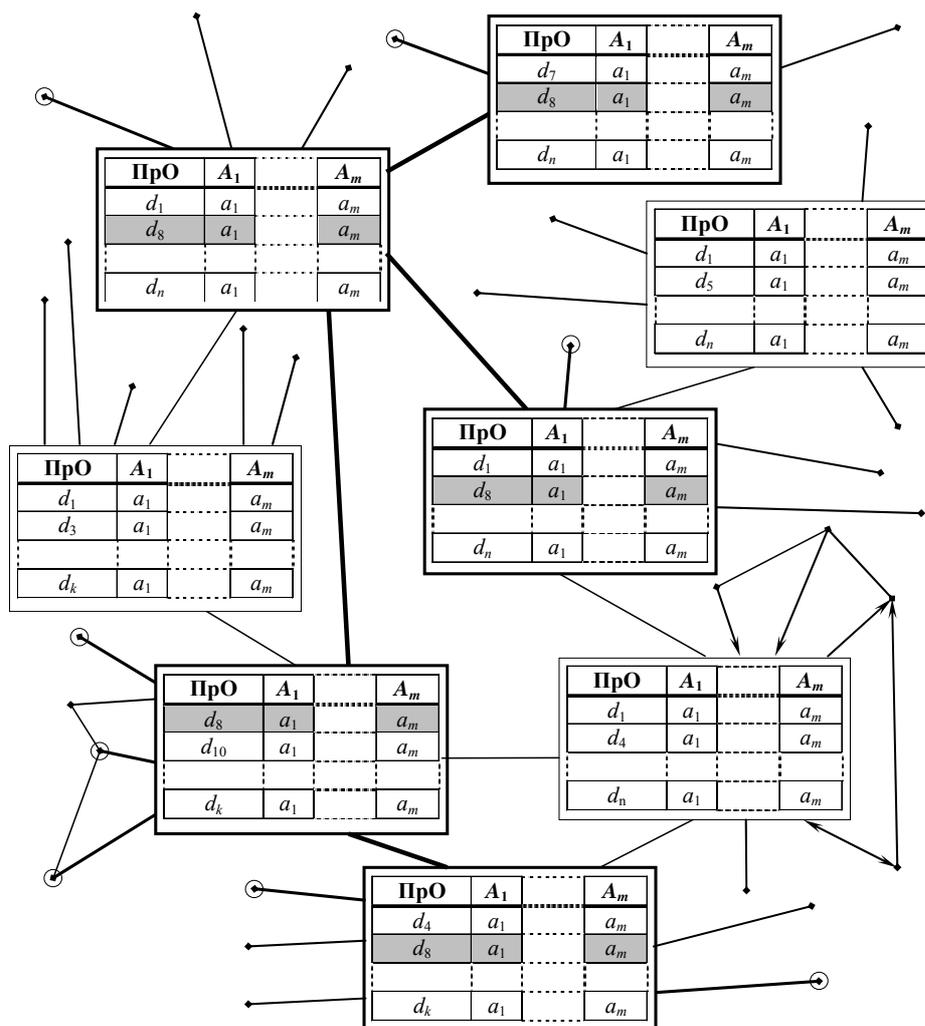


Рис. 2. Полная метамодель ПрО обмена ММ информацией с выделенной подобластью  $d_8$ :

◆ — клиент/сервер видеоинформации; ⊙ — клиент/сервер, относящийся к выделенной подобласти (области интересов)

Более сложной является задача предоставления возможности некоторым источникам и потребителям ММ информации, как экземплярам сущности *Клиент*, принимать участие или “быть присутствующим” в нескольких ПрО. Каждая из этих ПрО является подобластью ПрО  $r$ -го уровня, метамодель которой находится на конкретном СУ и которая, в свою очередь, является подобластью ПрО обмена ММ информацией. Если указанные подобласти  $r$ -х уровней различны, т.е. их метамодели расположены на разных СУ, то для решения поставленной задачи необходимо выполнить операцию объединения метамоделей ПрО [2, 3].

Как соединяющий объект при выполнении этой операции будет выступать универсальная сущность *Клиент*, метамодели которой хранятся на разных СУ, и будут операндами операции объединения универсальных сущностей.

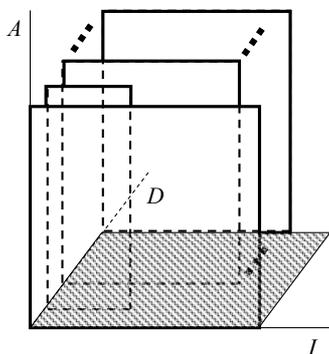
Однако, при определении операции объединения универсальных сущностей предполагалось, что мощность множества экземпляров универсальной сущности не зависит от предметных областей, на которые она спроецирована [3]. То есть количество экземпляров всех проекций универсальной сущности равны между собой. Мощность же множества атрибутов этой сущности может изменяться от проекции к проекции.

В ПрО обмена ММ информацией свойства всех проекций универсальной сущности *Клиент*, и соответственно мощности множеств их атрибутов одинаковы для всех подобластей этой ПрО. Тогда как экземпляры этой сущности и соответственно мощность их множества фактически “привязаны” к специализированным ПрО.

Поэтому для корректного выполнения операции объединения универсальных сущностей необходимо или модифицировать саму операцию, или структуру (см. рисунок 1) привести к виду [1]. Для этого достаточно операцию объединения универсальных сущностей дополнить или, точнее, предварить операцией поворота многомерной структуры данных, определенной для OLAP-кубов [4].

Для решения поставленной задачи предоперацию поворота структуры универсальной сущности *Клиент* необходимо выполнить относительно оси предметных областей *D* (рис. 3).

В результате получена матрица инцидентности [1], описывающая метаинформацию об универсальной сущности *Клиент*, которая необходима для выполнения операции объединения универсальных сущностей (рис. 4). Эта матрица устанавливает соответствие между экземплярами универсальной сущности или их идентификаторами и специализированными ПрО, где они функционируют [1].



<i>D</i>	<i>I</i>	<i>i</i> <sub>1</sub>	<i>i</i> <sub>2</sub>	<i>i</i> <sub>3</sub>	<i>i</i> <sub>4</sub>	...	<i>i</i> <sub><i>i</i></sub>	...	<i>i</i> <sub><i>m</i></sub>
<i>d</i> <sub>1</sub>		1			1				
<i>d</i> <sub>2</sub>			1						1
<i>d</i> <sub>3</sub>				1					
...									
<i>d</i> <sub><i>n</i></sub>		1			1		1		

Рис. 3. Результат операции поворота структуры данных об “окружении” сервера управления

Рис. 4. Матрица инцидентности метамодели универсальной сущности *Клиент* предметной области обмена мультимедийной информацией

Вследствие введенного дополнения операция объединения универсальных сущностей [2, 3] претерпит следующие изменения:

$$D_j(e_i^r) = D_q(e_i^n) \cup D_s(e_i^k) \text{ и } I_j(e_i^r) = I_q(e_i^n) \cup I_s(e_i^k). \tag{1}$$

То есть вместо множеств атрибутов *A* принимают участие множества экземпляров *I* (множества идентификаторов экземпляров).

Благодаря предоперации поворота многомерной структуры возможно выполнение операции объединения универсальных сущностей высших порядков не только со сменным множеством атрибутов и одинаковым количеством экземпляров, но и с постоянным множеством атрибутов и разным количеством экземпляров для каждой ПрО.

Кроме того, в ПрО обмена ММ информацией существует обратная задача: определить, в каких предметных областях задействован тот или иной *Клиент* системы обмена ММ информацией. В этом случае также необходимо выполнить операцию объединения ПрО или ПрПО, метамодели которых расположены на разных СУ, а затем выбрать те из них, в которых существует проекция анализируемого экземпляра *Клиента*.

Из приведенных задач видно, что в любых операциях, манипулирующих универсальными сущностями, может возникнуть необходимость использовать в качестве аргументов не всю универсальную сущность  $e_s^r(D_j, A_j)$ , а подмножество ее проекций в виде универсальной сущности  $e_s^k(D_q, A_q)$ , где каждый элемент подмножества  $D_q \subseteq D_j$  отвечает некоторому условию.

Или наоборот, необходимо рассмотреть конкретное подмножество проекций универсальной сущности  $e_s^k(D_q, A_q)$ , которое является результатом некоторой алгебраической операции.

Для решения подобной задачи необходимо ввести операцию, аналогичную реляционной операции выборки (селекции).

Результатом операции *выборки принадлежности*  $\Theta_\in(e_s^r(D_j, A_j), I_p(e_s^r))$  по условию принадлежности  $I_p$ -го подмножества экземпляров универсальной сущности  $e_s^r(D_j, A_j)$  к предметной области  $d_n \in D_j(e_s^r)$ , где  $n = \overline{1, j}$ , является универсальная сущность  $e_s^k(D_q, A_q)$  такая, что

$$I_q(e_s^k) = I_p(e_s^r) \subseteq I_j(e_s^r), D_q(e_s^k) = \{d_n \mid e_s^r(D_j, A_j)[d_n, i_p] = 1, n = \overline{1, j}\}. \quad (2)$$

Очевидно, что при этом  $q \leq j$  и  $k \leq r$ .

Итак, для решения задачи определения ПрО, в которых принимает участие конкретный экземпляр *Клиента*, достаточно над результатом *объединения* универсальных сущностей выполнить операцию *выборки принадлежности* и рассмотреть множество  $D_q(e_s^k)$ .

Благодаря этому, существует возможность оперативно и качественно проводить формирование соответствующих творческих коллективов, ориентированных на решение определенных задач, и привлекать к ним новые экземпляры сущности *Клиент*, т.е. новых специалистов, даже на стыках специальностей. Кроме того, использование такой системы позволит формировать новые предметные области, которые будут перспективными спустя некоторое время.

#### Литература

1. Малахов, Е.В. Манипулирование метамоделями предметных областей / Е.В. Малахов // Восточ.-Европ. журн. передовых технологий. — Харьков, 2007. — Вып. 5/3(29). — С. 6 — 10.
2. Малахов, Е.В. Представление объектов во множестве предметных областей / Е.В. Малахов // Восточ.-Европ. журн. передовых технологий. — Харьков, 2006. — Вып. 2/2 (20). — С. 20 — 23.
3. Малахов, Е.В. Расширение операций над метамоделями предметных областей с учётом массовых проблем / Е.В. Малахов // Восточ.-Европ. журн. передовых технологий. — Харьков, 2010. — Вып. 2 (47). — С. 20 — 24.
4. Конноли, Т. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика: Пер. с англ / Конноли Т., Бегг К., Страчан А. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2001. — 1120 с.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. политехн. ун-та Становский А.Л.

Поступила в редакцию 29 ноября 2010 г.