

В.В.Бойко, В.П.Ларябкин, Г.А.Хуртова

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СИСТЕМА  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

(г. Куйбышев)

Проектирование баз данных – сложный, неоднозначный процесс, содержащий формализованные и эвристические процедуры, требующие от проектировщика немалого опыта и изобретательности. В связи с этим представляется целесообразным создание таких инструментальных систем, которые наряду с автоматизацией рутинных операций выполняют функцию обучения пользователей рациональным приемам проектирования моделей данных /1, 2/.

Принцип единства процесса проектирования и обучения положен в основу учебно-исследовательской системы АСПЕКТ, разработанной в Куйбышевском авиационном институте, Система предназначена для автоматизированного проектирования схем реляционных баз данных. Проектирование выполняется на концептуальном уровне в режиме диалога, преобразование концептуального представления в схему реляционной базы данных производится автоматически.

Концептуальное представление данных. Разработка базы данных в системе АСПЕКТ начинается с описания концептуальной схемы. Под концептуальной схемой понимается совокупность понятий предметной области и отношений между ними. Допускается использование трех видов семантических отношений: "часть – целое", "род – вид", "множество – элемент". Понятие считается заданным, если указаны имя и тип понятия. Тип определяет форму представления примеров понятия в базе данных и может принимать значения: строка символов, целое число, вещественное число. Отношения, связывающие понятия, задаются при помощи структурообразующих операций: агрегация, обобщение и ассоциация /3/.

Агрегация служит для описания отношения "часть – целое" и используется в тех случаях, когда предполагается, что каждый пример понятия – агрегации в проектируемой базе данных будет представлять собой композицию примеров понятий-компонентов. Обобщение определяет отношение "род – вид" и устанавливает связь между понятиями,

имеющими сходный смысл. Примерами понятия - обобщения являются примеры одного или нескольких понятий-категорий (обобщаемых понятий).

Ассоциация формирует отношение "множество - элемент". Каждый пример понятия-ассоциации состоит из множества примеров понятия-элемента. Любое понятие концептуальной схемы может находиться в различных семантических отношениях с другими понятиями. Например, понятие СТУДЕНТ может быть агрегацией компонентов НОМЕР-ЗАЧЕТНОЙ-КНИЖКИ, ФАМИЛИЯ, НОМЕР-ГРУППЫ и одновременно обобщением категорий СТУДЕНТ-ВЕЧЕРНЕГО-ОТДЕЛЕНИЯ, СТУДЕНТ-ДНЕВНОГО-ОТДЕЛЕНИЯ, и элементом ассоциации ГРУППА.

Разрешается представление концептуальной схемы в виде совокупности подсхем, выражающих разные взгляды пользователей на базу данных. Дополнительная семантика предметной области может быть учтена в концептуальной схеме посредством описания функциональных зависимостей. Множества понятий  $A$  и  $B$  концептуальной схемы связаны функциональной зависимостью  $A \rightarrow B$ , если заданной композиции примеров понятий из  $A$  всегда соответствует одна композиция примеров из  $B$ . Например, НОМЕР-ЗАЧЕТНОЙ-КНИЖКИ функционально определяет понятия ФАМИЛИЯ, НОМЕР-ГРУППЫ. Концептуальная схема и функциональные зависимости содержат всю информацию, необходимую для проектирования схемы реляционной базы данных.

Синтез схемы реляционной базы данных. Преобразование концептуальной схемы в схему реляционной базы данных выполняется без участия пользователя системы АСПЕКТ. Перед нормализацией /4/ концептуальная схема анализируется на отсутствие циклов. Затем выполняются следующие шаги:

1. Строится универсальная реляционная схема, в которой в качестве атрибутов используются понятия концептуальной схемы.

2. Семантические отношения заменяются функциональными зависимостями. Агрегация представляется парой зависимостей "множество - компонентов  $\rightarrow$  агрегация", "агрегация  $\rightarrow$  множество компонентов"; для каждой категории создается также пара зависимостей "категория  $\rightarrow$  обобщение" и "обобщение  $\rightarrow$  категория", ассоциация задается зависимостью "элемент  $\rightarrow$  множество".

3. Универсальная реляционная схема подвергается оптимизации с помощью алгоритма синтеза третьей нормальной формы. В результате создается совокупность схем отношений и список ключей для каждого отношения.

4. Ключи, принадлежащие одному списку, считаются эквивалентными. Производится замена ключа, представляющего составное понятие (образованное операциями агрегации, обобщение или агрегация) на эквивалентный ключ. Замена производится во всех списках, содержащих вхождение этого ключа. Неоднозначность подстановки означает ошибку в концептуальной схеме.

5. Из схем отношений удаляются атрибуты, соответствующие замененным ключам.

6. Просматриваются схемы отношений. Если в схемах отношений отсутствуют атрибуты, соответствующие составным понятиям, то нормализация завершена. В противном случае, необходима коррекция концептуальной схемы.

Процесс проектирования. Проектирование базы данных в системе АСПЕКТ выполняется в форме диалога. Пользователю для создания проекта предоставляется набор технологических операций: спецификация, сборка, анализ, модификация, нормализация, отображение.

Спецификация позволяет описать концептуальную схему базы данных как совокупность отдельных подсхем. Сборка осуществляет преобразование подсхем во внутреннее представление и объединение в глобальную концептуальную схему. Анализ обеспечивает поиск циклов в концептуальной схеме. Нормализация преобразует концептуальную схему в схему реляционной базы данных в третьей нормальной форме.

При выполнении операций "сборка", "анализ" и "нормализация" могут быть обнаружены ошибки в концептуальной схеме. Просмотр интересующих пользователя структур производится на экране телевизионного монитора с помощью операции "отображение". При вводе запроса (символ?) система выдает рекомендации по выполнению дальнейших действий.

Процесс обучения. В основе реализации процесса обучения лежит концепция состояния проекта системы. Состояние определяется парой: операция, стадия выполнения операции. Смена состояния происходит при выборе операции или по условию завершения операции. Слежение за состоянием проекта осуществляется экспертной системой, использующей набор правил - продукций и набор фактов, описывающих состояния, операции, результаты выполнения операций и возможные действия пользователей /5/. Имеется четыре типа правил-продукций:

состояние  $\wedge$  операция  $\rightarrow$  состояние;

состояние  $\wedge$  результат операции  $\rightarrow$  состояние;

состояние  $\Delta$  вариант результата  $\dashrightarrow$  возможные действия;  
возможные действия  $\Delta$  операция  $\dashrightarrow$  состояние.

С помощью продукции, порождающей факты из множества "возможные действия", осуществляется выдача рекомендаций пользователю. Рекомендации в зависимости от варианта завершения операции могут носить либо декларативный, либо процедурный характер. Процедурный тип используется для передачи пользователю информации о способах реструктуризации концептуальной модели данных.

Реализация системы. Система АСПЕКТ реализована на языке МОДУЛА-2 применительно к локальной вычислительной сети в составе: центральная ЭВМ класса СМ-4 (СМ-1420, Электроника-100/25, МС-1212);

терминальная ЭВМ типа Электроника МС-0507 (ДВК-3);

сетевой аппаратный интерфейс с загрузчиком СПИ-15А.

Операционной средой является система РАФОС-2 (NTS) и сетевой пакет РАНЕТ. Объем памяти, необходимой для функционирования системы, равен 32 К слов.

#### Библиографический список

1. Bouzeghoub M., Gardarin G. Tools for database design and programming - a new perspective // *Relation Databases*. - Oxford e.a., 1986, p. 51-71.

2. Акопянц А.Х., Бояров О.Д., Левенчук А.И. Автоматизация концептуального проектирования баз данных СМ ЭВМ на основе формализации знаний о предметной области // УС и М, 1987. № 3, С. 85-89.

3. Brodie M.G. On the Development of Data Models // *On Conceptual Modelling* / Brodie, Mylopoulos, and Schmidt, eds. - N.Y. Springer-Verlag, 1984, p. 19-47.

4. Мейер Д. Теория реляционных баз данных: Пер. с англ. М.: Мир. 1987. 608 с.

5. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект - основа новой информационной технологии. М.: Наука. 1988. 280 с.