

Б. Н. ДЕРИЙ, С. В. КАМИНСКИЙ, С. Г. МИХАЙЛОВ,
Ю. Д. МУХИН
(Новосибирск)

МЕДИЦИНСКАЯ БАЗА ДАННЫХ ПРОФОСМОТРА: АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Введение. Проблемы создания и рационального использования систем медицинских баз данных (БД) в последнее время становятся наиболее актуальными в связи с широким использованием ВТ в клинической и экспериментальной практике. Наиболее остро, как нам кажется, эти проблемы проявляются в условиях организации массовых профилактических осмотров, связанных с большим количеством рутинных, повторяемых процедур, необходимостью обобщения большого объема полученных различными методами и разными специалистами данных.

Цель представляемой работы — обсуждение ключевых вопросов, возникших при проектировании автоматизированной медицинской БД кардиологического скрининга. Медицинские аспекты проблемы в статье не рассматриваются.

Общие замечания. Профосмотр условно можно разделить на две фазы: а) обследование; б) исследование. В первой фазе пользователем БД является обследуемый, во второй — врач. При обследовании производится сбор, первичная обработка данных анамнеза и объективных показателей (будем называть их данными наблюдений). Исследование включает анализ данных наблюдений, генерацию справочной и отчетной документации.

В системах БД выделяются три основные части: система управления БД (СУБД), файловая система и интерфейс пользователя [1—3]. СУБД — самая существенная часть базы данных — всегда была предметом пристального внимания разработчиков систем БД [3], поэтому задача здесь сводится к выбору готовой СУБД, адекватной решаемым задачам. Файловая система обеспечивает доступ к устройствам внешней памяти и зависит от операционной системы. Интерфейс пользователя — наиболее лабильная часть системы — будет рассмотрен подробнее.

Ориентация на массового пользователя. В тенденциях развития систем БД отразилась история сближения пользователя с ЭВМ. Первоначально это системы БД на крупных ЭВМ по типу «информационных центров», затем СУБД для мини-ЭВМ с ориентацией на конкретную проблемную область. Сейчас практически все зарубежные микро- и персональные компьютеры имеют в своем арсенале системы БД, позволяющие накапливать, хранить, извлекать информацию и манипулировать данными без необходимости писать сложные программы. Наряду с этим, разработчики постепенно утвердились в мысли о неидеальности пользователя («идеальный пользователь» всегда правильно вводит команды и ответы), что привело к появлению систем, привлекательных даже для самых неискушенных в вычислительной технике пользователей [2]. Примером наиболее приближенных к пользователю и в этом смысле удачных систем БД могут служить X-AMPLE, INGRES, KNOWLEDGEEMAN, INFORMIX, R:BASE, ALADIN, DAYFLO [2, 3].

Интерфейс пользователя. Характерная для большинства языков программирования ограниченность средств описания ввода — вывода приводит к тому, что сложность построения хорошего интерфейса становится соизмеримой со сложностью создания собственно прикладной системы.

Интерфейсы пользователя различаются степенью многословности диалога, «привязанностью» к проблемной области и главное требуют разной степени подготовленности пользователя. Интерфейсы командного типа, языки запросов и расширения стандартных языков операторами

доступа к БД предназначены исключительно для программистов и являются практически непреодолимым барьером для массового пользователя. Навыки врачом приобретаются в процессе работы с системой, поэтому она должна обладать развитым аппаратом подсказок и комментариев, предлагать выбор вариантов в виде меню, обеспечивать обратимость действий пользователя [4]. Для большего удобства меню может иметь иерархическую структуру, а «глубина» проникновения меню в проблемную область зависит от степени формализации последней.

Еще предпочтительнее вводить в систему законченные в смысловом плане агрегаты данных — документы. При наличии интерфейса форм или макетов работа пользователя сводится к заполнению на экране дисплея пустых мест (окон) подобно тому, как заполняется анкета или бланк, напечатанные на бумаге.

Если принять во внимание, что запросы на этапе обследования достаточно стабильны и предопределены [5], можно сделать вывод о необходимости разработки «медицинской оболочки» для СУБД, которая позволит адекватно соотносить модель данных системы с представлениями, сложившимися у врача в его проблемной области. Роль «оболочки» выполняет подсистема (ПС), далее называемая макетным интерфейсом.

Концептуальная схема системы БД. Концептуальная схема системы показана на рис. 1. Функционально все подсистемы разбиваются на группы, соответствующие трем этапам «жизненного» цикла системы.

На этапе создания БД регистрируются врачи, которые описывают словарь данных и макеты. По завершении процесса описаний генерируется текущее состояние БД. На этом этапе работают ПС регистрации пользователей, редактор словаря, генератор макетов, генератор БД.

На этапе обследования осуществляются регистрация обследуемых, сбор субъективных — в режиме автоинтервью (анамнез) — и объективных — по результатам автоматизированных измерений — данных. Здесь используются ПС регистрации обследуемых, ввода-вывода, управления транзакциями базы данных. Отличительной чертой этапа обследования является работа в реальном времени с записями одного обследуемого.

На этапе исследования врач имеет возможность анализировать все собранные за период профосмотра данные, получать отчеты и статистическую информацию. Основная работа при этом выполняется ПС запросов, графики и управления транзакциями.

Макетный интерфейс. Основу макетного интерфейса составляет редактор окон. Встраивание редактора окон в различные программные цепочки позволяет передавать параметры программе или обмениваться данными с БД, создавать меню. При заполнении макета контролируется целостность информации в каждом из окон и организуется подсказка по запросу пользователя.

Проектирование и генерация БД. При традиционном подходе к проектированию БД разработчик в процессе общения с пользователем получает необходимые ему сведения о предметной области и последовательно предлагает пользователю все более удовлетворяющие варианты логической схемы БД. Этот процесс частично можно автоматизировать, предоставив пользователю самому удобным для него образом при помощи макетного интерфейса передать ЭВМ информацию о предметной области и программно создать логическую схему БД.

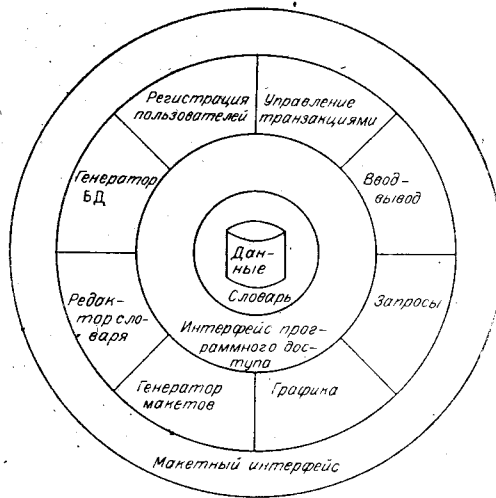


Рис. 1. Концептуальная схема системы

Пользователь с помощью генератора макетов определяет множество атрибутов (окон) и круг запросов к БД. Вся информация об атрибутах накапливается в словаре данных, в результате чего упрощается работа пользователя по проектированию БД, так как организуются новые макеты из уже описанных атрибутов. Априорно известные атрибуты можно описать редактором словаря.

Во время регистрации врачей определяется перечень предметных областей, которые описываются как часть словаря и обобщают пересекающиеся группы атрибутов. Предполагается, что атрибуты разных предметных областей логически независимы. Поэтому в рамках реляционной схемы данных правомерна генерация отношений по принципу отношение — отдельная предметная область [6].

Описанная схема проектирования и генерации позволяет активно использовать знания специалистов в предметных областях и делает процесс создания БД менее зависимым от системных программистов.

Сбор и обработка информации. Все обращения к БД можно условно разделить на два класса. Запросы первого класса удовлетворяются выборкой одной или нескольких записей из БД, например, действия по заполнению, корректировке или просмотру информации на этапе обследования. Запросы второго класса, возникающие при поиске закономерностей, решении задач таксономии, составлении статистических отчетов и т. п., связаны с выборкой сравнимого с общим количеством в БД записей для их одновременного анализа. Структура БД, позволяющая создавать произвольные отношения средствами реляционной алгебры, здесь наиболее приемлема.

Для гибкой организации запросов при решении задач второго класса необходим непроецедурный язык манипулирования данными (ЯМД). Характерные для реляционных моделей ЯМД [6] малоприспособны в чистом виде для использования врачом и требуют другого внешнего представления. Эту задачу решает макетный интерфейс. Описывая окна понятными фразами как ключевыми словами языка, оставляя пользователю возможность вставлять в окна переменные — атрибуты, можно получить запрос на выборку данных или дать некоторое задание на сложную обработку готовыми процедурами.

В функции ПС управления транзакциями БД входит вычисление виртуальных атрибутов и значений, которые непосредственно не хранятся в БД, обеспечение контроля доступа к данным, действия по администрированию [7], автоматизированный сбор данных во время обследования, статистическая обработка информации и обработка предопределенных запросов.

ПС графики предназначена для интерактивной обработки данных. Задание на выдачу графиков можно получать через макетный интерфейс. Для повышения «читаемости» графической информации предполагается использовать простые выразительные средства такие, как круговые диаграммы, пропорциональные рисунки, временные или корреляционные зависимости атрибутов обследуемого. Для интегральных оценок ПС графики обеспечивает отображение трехмерных проекций.

Словарь данных. Из рис. 1 видно, что доступ к данным возможен только через словарь данных. Словарь представляет собой одно из отношений БД со следующими основными атрибутами: ключ доступа, имя атрибута, имя предметной области, текстовая справка, порядковый номер внутри предметной области, ограничения на языке описания данных. Часть атрибутов словаря, являющихся исходными данными для генерации БД, заполняется врачами, остальные — системой во время генерации.

В словаре хранятся ограничения целостности на данные, и это играет важную роль при заполнении и редактировании БД, способствуя получению правильных данных от пользователя. Наложение ограничений осуществляется в процессе описания атрибута, при этом пользователю через меню предлагается выбрать необходимый тип данных, тип и зна-

Рис. 2. Распределение ресурсов системы

чение ограничений. Полученные таким образом ограничения оформляются на специальном языке описания данных и заносятся в словарь.

Функциональное распределение БД. Во время обследования работа с БД ограничивается операциями над записями только тех обследуемых, которые в данный момент находятся на профосмотре. На этом этапе предъявляются повышенные требования к временным характеристикам обработки запросов. Эту проблему можно решить организацией промежуточной (оперативной) БД, в которой хранится информация только о присутствующих на обследовании. За счет меньшего объема и более простой структуры время доступа к одной записи в такой БД существенно меньше, чем в БД, хранящей информацию о всех обследуемых.

Обмен данными между этими базами управляется «диспетчером» — программой, которая при регистрации обследуемого записывает информацию в оперативную БД, а по окончании обследования переписывает ее в обобщенную БД.

Распределение ресурсов системы. Аппаратная реализация тесно связана с предлагаемой структурой потоков данных. За основу нами выбрана радиальная топология сети, когда в центре находится система управления файлами базы данных, доступ пользователей к которым осуществляется с удаленных интеллектуальных терминалов (ИТ). Этот выбор содержит ряд привлекательных сторон. В частности, пользователи ИТ без дисковой системной памяти имеют полноценный доступ ко всем ресурсам системы. С другой стороны, при наличии системной памяти на ИТ пользователь обладает возможностью автономной работы с оперативной БД с лучшими скоростными характеристиками.

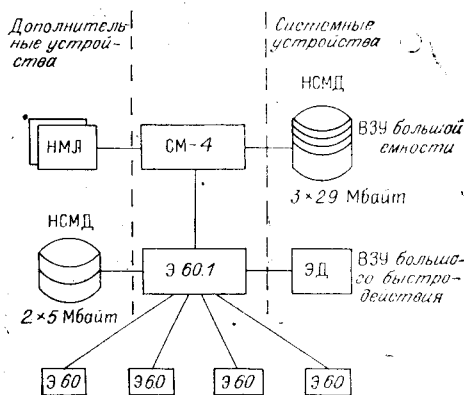
Обобщенная БД поддерживается мини-ЭВМ СМ-4, оснащенной тремя НСМД общей емкостью 87 Мбайт (рис. 2).

Оперативная БД локализуется на микроЭВМ «Электроника 60.1» с быстродействующим ВЗУ — электронным диском (ЭД). ЭД представляет собой электронную память емкостью 512 кбайт, обмен с которой ЭВМ ведется через контроллер прямого доступа к памяти. Для повышения надежности системы микроЭВМ второго уровня снабжается двумя НСМД емкостью 5 Мбайт каждый, что позволяет ей при необходимости частично брать на себя функции СМ-4.

Места для анкетирования обследуемых и съема объективных показателей оборудуются ИТ на базе микроЭВМ «Электроника 60». Межмашинный обмен осуществляется через модули последовательной связи со скоростью передачи данных 300 кбод.

Для обеспечения наглядности при работе с данными, особенно на этапе исследования, микроЭВМ снабжаются разработанными нами контроллерами полутонного графического (ПГД) и цветного дисплея. Оба контроллера выполнены в стандарте шины ЭВМ «Электроника 60» и программно совместимы. Контроллер ПГД позволяет сделать серийно выпускаемый дисплей 15ИЭ-00-013 алфавитно-графическим. Доработка заключается в наложении изображений, генерируемых блоком логики дисплея 15ИЭ-00-013 и контроллером ПГД. Поле для графического представления информации выделяется в правой половине экрана, причем возможен как режим раздельного вывода графической и символьной информации, так и режим наложения.

Заключение. Описанный подход к реализации БД основан на необходимости создания универсального интерфейса пользователя, настроен-



ваемого на запросы конкретной проблемной области. Применение такого интерфейса в диалоговых системах позволит проблемным специалистам сосредоточить усилия на решении своих задач, не прибегая к помощи программистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дейт К. Введение в системы баз данных.— М.: Наука, 1980.
2. Manuel T. The coming surge in Data — Base systems.— Electronics, 1984, v. 57, N 10, p. 131—139.
3. Relational Database Systems/Ed. J. W. Schmidt and M. L. Brodie.— Berlin: Springer Verlag, 1983.
4. Денинг В., Эсиг Г., Маас С. Диалоговые системы «человек — ЭВМ». Адаптация к требованиям пользователя.— М.: Мир, 1984.
5. Шанин И. А. Теоретические основы стандартизации в медицинской профилактике.— Новосибирск: Наука, 1985.
6. Кокорева Л. В., Малашиин И. И. Проектирование банков данных.— М.: Наука, 1984.
7. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных.— М.: Финансы и статистика, 1985.

Поступила в редакцию 26 декабря 1985 г.
