

УДК 681.518

Л.К. Самойлов, С.Л. Беляков, М.П. Сидоренко

**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ
СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

Среди геоинформационных систем различного функционального назначения выделяются геоинформационные справочные системы (ГИСС), предназначенные для хранения, обработки и поиска данных с пространственной привязкой. Опыт разработки ГИСС управления заводским хозяйством ряда промышленных предприятий показал, что системы данного вида характеризуются следующими свойствами:

- ◆ ориентацией на визуальный анализ и обработку картографических изображений пользователем. Процедуры формирования и управления изображениями используются гораздо чаще процедур численного анализа и символьной обработки;
- ◆ информационную основу системы образуют, главным образом, карты, схемы и планы в векторном графическом формате. Доля текстовой, числовой, иллюстративной и другой информации составляет меньшую часть общего объема информации;
- ◆ объем картографической информации достигает значительной величины уже на этапе создания информационной основы (от сотен килобайт до единиц гигабайт) и в нормальном режиме эксплуатации системы возрастает;
- ◆ база данных ГИСС неоднородна и включает базы полнотекстовых, мультимедийных, символьных и числовых данных;
- ◆ ГИСС реализуются в сетях ввиду коллективного характера накопления и использования хранимой информации.

В данной работе анализируются особенности постановки задачи проектирования в зависимости от сложности исходной картографической информации. Мерой сложности, как показывает анализ, можно считать число примитивов картографических описаний. Оно определяет время доступа к элементам графических изображений, их информативность, затраты памяти жесткого диска для хранения картографических данных. По сложности ГИСС разделим на следующие классы: малые ГИСС с числом примитивов, не превосходящим 10^4 ; средние ГИСС с числом примитивов до 10^6 ; крупные ГИСС с числом примитивов более 10^6 .

Задачу проектирования ГИСС в общем виде сформулируем следующим образом. Имеется набор источников картографической и атрибутивной информации, представленной в произвольном формате (карты, схемы, планы, слайды, снимки, планшеты, и т. д.), заданы характеристики технических (типы компьютеров сервера и клиента, объем их оперативной памяти и жесткого диска, сетевой интерфейс, тип и структура сети передачи данных) и программных средств (тип операционной системы, типы имеющихся баз данных и СУБД, используемые сетевые программы-клиенты и серверы, сетевые протоколы). Заданы эксплуатационные ограничения (перечень решаемых задач, временные ограничения, требования к точности решений, защите информации, ограничения надежности). Необходимо разработать ГИСС, обеспечивающую максимальную информативность ответов на запросы

пользователя при заданных эксплуатационных, технических и программных ограничениях.

Задача проектирования разбивается на следующую совокупность типовых подзадач: создание картографической основы; проектирование базы данных; разработка программной оболочки; разработка системы защиты информации; формирование системы картографических образов.

Первая подзадача заключается в оцифровке исходных карт, схем и планов с заданной точностью, сокращении избыточности, корректировки и согласования расхождений из-за погрешностей исходной основы, проверке полноты и логической непротиворечивости полученных результатов. Для малых ГИСС практически не используются методы сокращения избыточности ввиду незначительного объема информации, отсутствует проблема согласования и корректировки отдельных частей карты или схемы. Более существенен графический формат представления и его совместимость с форматами применяемого графического редактора. Для средних ГИСС при оцифровке исходного материала используются методы сокращения избыточности дискретизации кривых, выполняется факторизация (описание повторяющихся элементов в виде вложенных блоков), используется статистическое кодирование графических файлов. Текстовые атрибуты (тематическая информация) карт и планов может вноситься двумя путями: или как графические элементы, т.е. включаться в графическую базу данных, или как элементы внешней базы данных, на которые устанавливается ссылка в графической базе данных. В этом случае должна обеспечиваться ссылочная ценность картографической основы. Для систем данного класса появляется специфическая задача добавления семантической информации, которая дополняет графические изображения объектов реальной предметной области. Это усложняет внутреннюю структуру графического описания дополнительными связями и добавляет ссылки на внешние базы данных с характеристиками объектов. В таком виде система не может существовать как монолитный информационный объект и должна быть представлена набором более простых элементов. Здесь возникает проблема рационального определения пространственных, временных и семантических границ элементов и их размеров. Крупные ГИСС объединяют разнородные картографические источники информации (в том числе средние ГИСС), распределенные в компьютерной сети. Потенциально доступен значительный объем разнообразных сведений. В подобных системах возрастает роль межсетевых взаимодействий и проблема сокращения объемов информации на прагматическом уровне: количество данных, который пользователь в состоянии получить, он не в состоянии обработать. Причина в естественных ограничениях человеческого восприятия. Поэтому подзадача разработки картографической основы должна включать процедуры описания картографических образов, которыми будут пользоваться клиенты ГИСС. Картографический образ (КО) – это модель картографической основы, ориентированная на решение определенной прикладной задачи. С помощью КО может быть решена проблема избыточности получаемой из ГИСС информации.

Подзадача проектирования базы данных нетривиально решается для средних и больших ГИСС. Объективно база данных ГИСС разнородна и включает базы различных моделей: объектно-ориентированные графические, реляционные для семантической информации, полнотекстовые базы документов, иерархические и сетевые базы знаний, наборы файлов мультимедийной информации. Многие из них спроектированы и используются относительно независимо от ГИСС, образуя гиб-

ридную базу данных [3]. Независимое проектирование баз данных следует считать целесообразным, поскольку это обеспечивает их оптимальные показатели. Обращения к ним со стороны ГИСС достаточно редки и не должны влиять на их структуру. Наиболее интенсивно используются графические описания карт и схем. К ним предъявляются наиболее жесткие требования по времени доступа, требуемым вычислительным ресурсам. Здесь должна решаться задача, аналогичная нормализации реляционных схем: разбиение общего картографического описания на совокупность описаний с тесными связями между элементами. Понятие тесной связи в отличие от функциональной зависимости атрибутов отношений является трудноформализуемым и связано с решаемой задачей. Процедуры разборки и сборки из элементов фрагментов карты для средних и сложных ГИСС должны составлять дополнительный сервисный уровень базы данных.

Программно ГИСС могут быть реализованы на основе готовой оболочки ГИС [1] или набором функционально законченных компонентов [2]. В настоящее время существуют различающиеся по возможностям оболочки ГИС [1]:

- ◆ мощные системы, ориентированные на рабочие станции и сетевую эксплуатацию (INTERGRAPH, GDS, SYSSCAN, ARC/INFO);
- ◆ специализированные системы, ориентированные на рабочие станции и предназначенные для решения задач, связанных с обработкой геодезических данных и с городским кадастром (SYSTEM-9, KERNINFOCAM, PROCART, FINGIS, GEO/SQL, GRADIS, AutoCAD);
- ◆ настольные ГИС, работающие на персональных компьютерах, предназначенные для учебных и справочно-информационных целей ("Rimscha" (1995), ATLAS GIS, MapInfo, "Каскад", "Зулу").

Некоторые из оболочек обладают встроенным языком программирования, позволяющим адаптировать создаваемые системы к прикладным областям. В системе ARC/INFO это язык SML, в ArcView – Avenue, в MapInfo – MapBasic, в AutoCAD – AutoLisp и Visual C++. С другой стороны, те же оболочки INTERGRAPH, MapInfo, AutoCAD являются серверами автоматизации, имеют объектную организацию и способны в операционной системе Windows функционировать в тесном взаимодействии с произвольными компонентами. Компоненты могут быть созданы в среде Visual C++, Borland C++, Delphi, и других. Перечисленные средства позволяют создавать разнообразные структуры программных оболочек ГИСС любого из трех рассматриваемых классов. Особый интерес вызывает построение сетевых реализаций по технологии «клиент-сервер». ГИСС может быть построена либо на основе существующего типа сервера (файлового, баз данных, Web-сервера), либо путем создания специализированного. В обоих случаях представляется целесообразным основываться на концепции картографических образов: программа-клиент имеет своей целью построение некоторого КО, запрашивая для этого минимум информации от сервера.

Для защиты информации в ГИСС, как любой информационной системы, используются средства управления доступом операционных систем. Эффективный на уровне управления файлами и каталогами, данный механизм обладает определенными недостатками при реализации прикладных функций. В частности, нарушается логическая непротиворечивость формируемых картографических изображений. Альтернативой может стать создание средств построения картографических описаний различного уровня информативности. Такие карты могут строиться или заблаговременно, или динамически по мере появления запросов клиентов.

Необходимость в системе картографических образов возникает в средних и крупных ГИСС и обусловлена избыточностью ответов на запросы пользователя. При решении с помощью ГИСС прикладной задачи элементы картографического изображения могут быть избыточными в аспектах:

- ♦ **Пространственным.** Это имеет место, если элемент находится вне исследуемой пространственной области;
- ♦ **Временном.** Избыточными считаются элементы, изображающие объекты вне исследуемого временного диапазона;
- ♦ **Смысловом.** К избыточным следует отнести элементы, соответствующие объектам, не имеющим отношения к решаемой задаче.

Традиционно электронная карта ГИСС, даже декомпозированная на элементы, содержит значительную долю информации, избыточной в указанном смысле. Функция отбора существенной информации возлагается на пользователя. Существующие методы сокращения избыточности на структурном уровне кодирования информации, структур данных и схем баз данных эффективно применяются и достигли предела своих возможностей. Это ощущается в реальных системах и заставляет перейти на прагматический уровень анализа избыточности, что позволит в несколько раз уменьшить информационный поток в сети, снизить степень непроизводительного использования вычислительных ресурсов.

Кроме этого, порождаемые КО картографические изображения должны подстраиваться под ограничения человеческого восприятия, скорости визуализации, скорости передачи информации по каналам связи, прав доступа к элементам карты, и т.д. Отсутствие такой функции требует от пользователя значительных усилий для получения адекватного изображения масштабированием, панорамированием, наложением и изменением видимости слоев, использования именованных видов, функций частичной загрузки изображения. Описание КО должно устанавливать некоторый инвариант представления графического изображения, который адаптируется к реальным свойствам рабочей среды.

Заметим, что концепция КО требует ввести операции более высокого уровня над картографическими изображениями. Например, таковыми могут быть “увеличить/уменьшить степень детальности”, “показать в общем/показать в частности”, “обобщить/уточнить особенности указанного объекта”, и т.д. Традиционные операции манипулирования изображением, не учитывающие специфику КО, логически дополняют этот набор.

Проектирование ГИСС, таким образом, имеет специфику, связанную с преобладанием визуального способа использования картографической информации. Это определяет необходимость использования концепции картографических образов, позволяющую по-новому сформулировать ряд подзадач проектирования и в конечном счете обеспечить максимальную информативность картографических изображений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатова Г.Н., Трофимов А.М., Панасюк М.В. Тенденции развития географических информационных систем // Геодезия и картография. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1997. – Вып.9. – С. 50-53.
2. Роджерсон Д. Основы COM / Пер. с англ.- М.: Изд. Отдел «Русская Редакция» ТОО «Channel Trading Ltd», 1997.
3. Королев Ю. Тенденции развития моделей данных в ГИС и их значение для ГИС-приложений по работе с инженерными сетями // ArcReview. Современные геоинформационные технологии. – М.: Совместное издание СП ДАТА+, ESRI, Inc. и ERDAS, Inc., 1997. – Вып.2,3.