

¹В. М. Синеглазов, д-р техн. наук, проф.,
²К. С. Лиман

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SHAPEFILE

Институт аэрокосмических систем управления НАУ,
e-mail: ¹svm@nau.edu.ua, ²CatrinaL@ukr.net

Рассмотрен процесс построения геоинформационной системы на основе использования Shapefile и Shapelib, также создан алгоритм визуализации объектов электронных карт.

Ключевые слова: геоинформационная система, Shapefile, растровая и векторная карты, визуализация.

Введение. Геоинформационная система (ГИС) предназначена для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных.

По территориальному охвату различают глобальные ГИС, национальные, региональные, субрегиональные и локальные или местные ГИС.

Особенностью всех ГИС есть визуализация информации в виде электронных карт, автоматическая замена изображенного объекта в зависимости от замены его характеристик, изменение масштаба и детализация или генерализация картографической информации.

Использование ГИС является эффективным в различных предметных областях, где важны знания о взаимном месторасположении и форме объектов в пространстве (экология, сельское хозяйство, управление природными ресурсами, земельные и имущественные кадастры, коммуникации, мостостроительство и ландшафтное проектирование).

Существующие ГИС, такие как ArcInfo, MapInfo, ArcGIS и другие, слишком сложны в использовании из-за функциональной перенасыщенности. Поэтому такие ГИС имеют большую себестоимость, что делает их малодоступными для населения.

Постановка задачи. Разработать собственную ГИС с возможностью визуализации объектов, редактирования информации про отображаемые объекты. Геоинформационная система должна основываться на формате электронной карты Shapefile и программная оболочка написана на языке программирования C++. Также ГИС должна быть проста и понятна в использовании и ориентировании на местности.

Структура ГИС. Общая структура ГИС включает в себя следующие элементы: аппаратное обеспечение (ЭВМ, сети, сканер и т. д.), программное обеспечение, пространственные данные, технологии (методы, алгоритмы и т. д.), функциональные возможности и электронную карту (рис. 1).

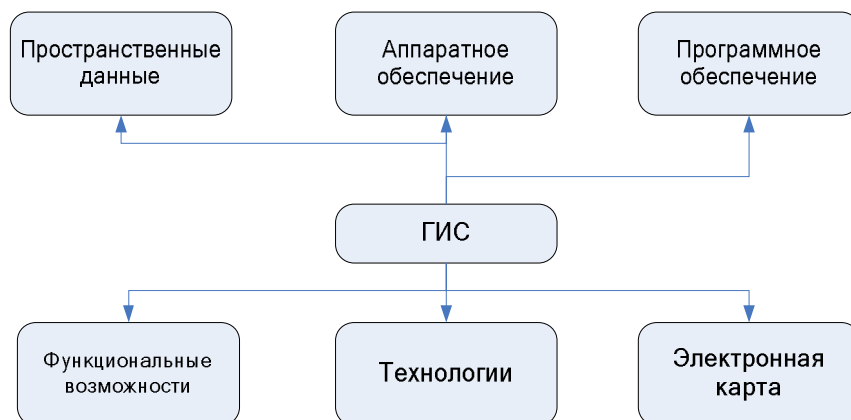


Рис. 1. Общая структура ГИС

Широкое использование геоинформационных технологий невозможно без человека, который работает с программным и аппаратным обеспечением для решения конкретных заданий. Успех и эффективность использования ГИС в большой степени зависит от технического задания и правил работы, которые складываются согласно специфическому характеру задания. Решение каждого задания требует использования разных алгоритмов.

Набор инструментов, с помощью которых ГИС или пространственная информационная система выполняют свои функции, можно рассматривать в различных аспектах. Во-первых, их можно разбить на несколько больших групп – группа функций, связанных с вводом, изменением и организацией данных, с организацией запросов и выводом данных, с анализом данных. К ним добавляются часто недооцениваемые по важности функции администрирования пространственной базы данных и поддержания ее целостности в процессе модификации, обеспечение необходимого режима разграничения прав доступа к информации. Во-вторых, все эти инструменты можно рассматривать на физическом («внутреннем») уровне, включая детали организации данных на конкретных носителях, функционирование компьютера, сети и периферийных устройств.

Функции ввода данных. Вопросы ввода данных являются одними из важнейших среди функций ГИС. Различают функции по первичному вводу информации в пространственную базу данных – массовый, или первичный ввод или первичная загрузка базы данных, и функции вторичного ввода, который осуществляется уже в процессе эксплуатации системы.

Функции вывода и представления данных. Функции вывода могут отличаться у систем, ориентированных на выполнение потока отдельных информационных запросов, и систем, ориентированных на выполнение важных аналитических операций. Последние чаще производят вещественные документы – твердые копии карт, таблиц, диаграмм, отчетов. Системы запросного типа воспроизводят преимущественно карты, краткие таблицы и диаграммы только на экране.

Функции обработки и анализа информации – одни из самых важных. Функции обработки могут быть связаны только с пространственной компонентой информации, только с описательной (атрибутивной) компонентой или с обеими. Разумеется, что важна группа функций, обеспечивающих администрирование базы данных, контроль ее состояния, управление доступом.

Электронная карта – это та часть, без которой ГИС не может существовать. Вся необходимая информация для полноценной работы системы, например координаты объектов, хранится в теле электронной карты.

Обзор существующих форматов электронных карт. Карты, используемые в навигации, могут быть векторными и растровыми. Векторные карты – это набор примитивных объектов (точек, линий, полигонов) с набором атрибутов, из которых формируется карта нужной местности. Растровая карта – это «привязанное» к координатам изображение местности в виде картинки. Эти два разных формата представления карт имеют свои недостатки и преимущества, которые надо учитывать при использовании.

Растровое изображение не является картой в том понимании, которое принято в геодезии. Изображение формируется из отдельных пикселей, упорядоченных в определенной последовательности. Изображение выглядит как картинка, но при близком рассмотрении, видно, что оно представляет из себя набор точек разных цветов.

Растровые изображения (или битмапы) могут использоваться как карты. Они могут содержать схематические или фотографические изображения карт, планы местности, . Пользователь самостоятельно может нарисовать карту в графическом редакторе. Но во всех этих случаях компьютер рассматривает эти картографические изображения, как обычные картинки. Дороги, дома, леса, водные массивы являются для компьютера обычным набором разноцветных пикселей и ничем больше. И только пользователь может идентифицировать их как отдельные объекты, а все изображения – как карту определенной местности. Все это является большим и самым главным ограничением при использовании растров в качестве карт.

Основным преимуществом растра является возможность использовать карты любых регионов и любых масштабов, сняв электронную копию (сканирование) с соответствующего бумажного оригинала. Пользователь может самостоятельно с помощью графического редактора внести изменения в изображения карты, добавив дорогу или комментарии. Но при этом растровые карты остаются обычной картинкой без дополнительных информационных возможностей.

Векторные карты сами по себе не являются изображением и не хранят картинки местности. Фактически, при вызове векторной карты, она генерируется, моментально используя информацию из базы данных. Векторная карта – это база данных, в которой хранится информация о точках, линиях соединяющих эти точки, и полигонах, которые являются замкнутой последовательностью линий. Каждый объект имеет дополнительные атрибуты, характеризующие свойство, цвет, подписи.

В отличие от растровых изображений, имеющих единый стандартизованный формат (.jpg, .bmp, .gif и т.п), векторные карты распространяются в различных форматах. Некоторые могут быть представлены в единых картографических форматах и использоваться с большим количеством программ, другие только в собственных, способных работать лишь с одной программой.

Одним из распространенных форматов электронных векторных карт является формат программного продукта MapInfo MID\MIF.

Этот универсальный формат позволяет сопоставлять различным графическим элементам настраиваемые данные. MIF-файл является текстовым (ASCII), поэтому файлы в таком формате можно редактировать, достаточно легко генерировать, причем они будут работать в любых системах, где работает MapInfo.

Данные MapInfo хранятся в двух файлах, графическая информация содержится в файлах с расширением .MIF, а текстовая – в файлах с расширением .MID.

Секция данных MIF-файла может содержать любое количество графических примитивов, по одному для каждого графического объекта. MapInfo сравнивает разделы файлов формата MIF и MID, сопоставляя первому объекту в MIF-файле первую строку MID-файла, второму объекту MIF- файла вторую строку MID-файла и так далее.

Если для строки MID-файла не найдено соответствующего графического объекта, то создается “пустой” объект (NONE) в соответствующей позиции MIF-файла.

Могут использоваться следующие графические объекты: точка, линия, ломаная, область, дуга, текст, прямоугольник, скругленный прямоугольник, эллипс.

Файл формата MID содержит записи, между которыми стоят разделители, заданные в предложении Delimiter. Стандартный разделитель – символ табуляции. Каждая строка в MID-файле соответствует объекту в MIF-файле: первая строка соответствует первому объекту, вторая строка второму объекту и так далее. Если символ-разделитель является частью записи, необходимо заключить такую запись в двойные кавычки. Файл формата MID может отсутствовать. В этом случае создаются пустые поля.

Еще одним форматом электронных карт является Shapefiles.

Shapefile содержит нетопологическую геометрическую и атрибутивную информацию для набора объектов. Геометрия объекта хранится как форма, содержащая набор векторных координат.

Так как Shapefiles не содержат топологической надстройки, они имеют ряд преимуществ перед другими источниками данных, например, более быстрая отрисовка и возможность редактирования. Shapefiles работают с объектами, которые могут перекрываться или совсем не соприкасаться. Они обычно требуют меньшей дисковой памяти и более просты при чтении и записи.

Shapefiles работают с объектами в форме точек, линий и полигонов. Shapefile состоит из главного файла, индексного файла и таблицы dBase (рис. 2). Главный файл – это файл

прямого доступа, содержащий записи переменной длины, каждая из которых описывает объект при помощи списка вершин. В индексном файле каждая запись содержит смещение соответствующей записи в главном файле относительно начала главного файла. Таблица dBase содержит атрибуты объектов. Только одна строка таблицы соответствует только одному объекту в главном файле. Соответствие «один к одному» между атрибутами и объектами основывается на номере записи. Номер записи атрибутов в таблице dBase должен быть таким же, как и номер записи в главном файле.

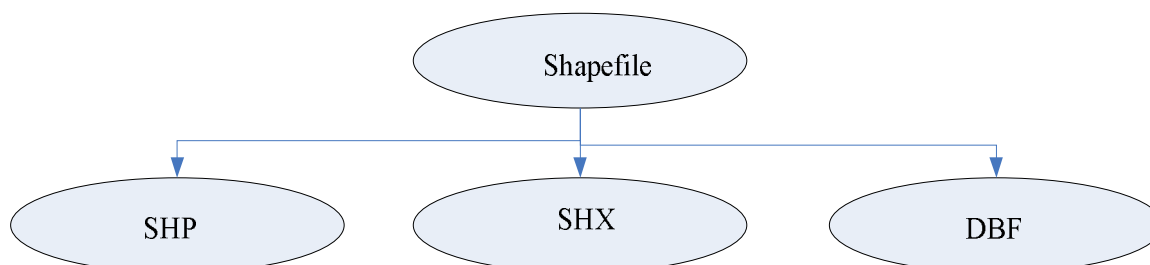


Рис. 2. Организация Shapefile

Главный файл, индексный файл и dBase-файл должны иметь одно и то же имя. Расширение главного файла должно быть таким: «.shp». Расширение индексного файла: «.shx». Расширение dBase-файла: «.dbf».

Главный файл содержит заголовок файла фиксированной длины, за которым следуют записи переменной длины. Каждая запись переменной длины состоит из заголовка записи фиксированной длины, за которым следует содержимое строки переменной длины.

Так как shape-файл – это файл программного продукта ArcView Gis, которая является самодостаточной ГИС, то для облегчения работы с файлом нужно использовать специальную библиотеку. Такой библиотекой является Shapelib (рис. 3). Этот продукт создан специально для работы с shape-файлом (написания компьютерных программ для создания Shapefiles без использования ArcView GIS для тех, кто хочет написать свой собственный транслятор данных). Библиотека состоит из двух частей, предназначенных для работы с главным и индексным файлами и для работы с файлом базы данных.

Эта библиотека содержит в себе ряд функций, облегчающих работу с уже существующим shape-файлом или для создания нового. Главный и индексный файлы похожи в своей организации, и именно поэтому они имеют одни и те же функции для работы с ними.

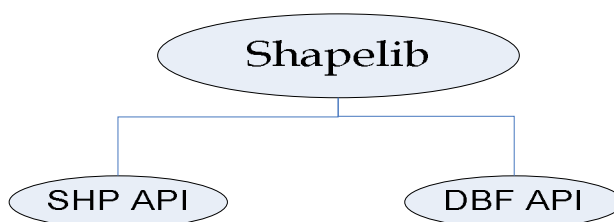


Рис. 3. Организация Shapelib

Построение ГИС на основе использования Shapefile. Для удобства при создании ГИС было решено использовать модульное программирование.

Общий алгоритм визуализации представлен на рис. 4. Данная ГИС разбита на четыре модуля. Самым важным из этих модулей является DrawingClasses.h, в котором собственно определяются все классы (остальные модули), их переменные, функции и их тип (public or private).

В следующем модуле TLayer.cpp выполняется одна из самых важных функций для будущей ГИС – это визуализация объектов. Для реализации этой задачи существует много разных способов; нами был выбран алгоритм решения проблемы, показанный на рис. 4. Цикл начинается с нулевого объекта, начальной информации, которая достается с помощью

функции SHPGetInfo. Следующий этап – считывание полной информации об объекте: тип, количество вершин и их координаты. Следующий шаг – оператор switch, с помощью которого определяется тип объекта и переход к соответствующей этому типу функции прорисовки. После этого, следуя алгоритму, производится проверка условия: является ли только что прорисованный объект последним в файле. Если это не так, то программа возвращается к началу цикла, берет следующий объект и выполняет все заново. Если это был последний объект в данном файле, то цикл заканчивает свое выполнение, после чего видим все нарисованные объекты. Также в этом модуле прописываются функции прорисовки каждого типа объекта и выбор их цвета.

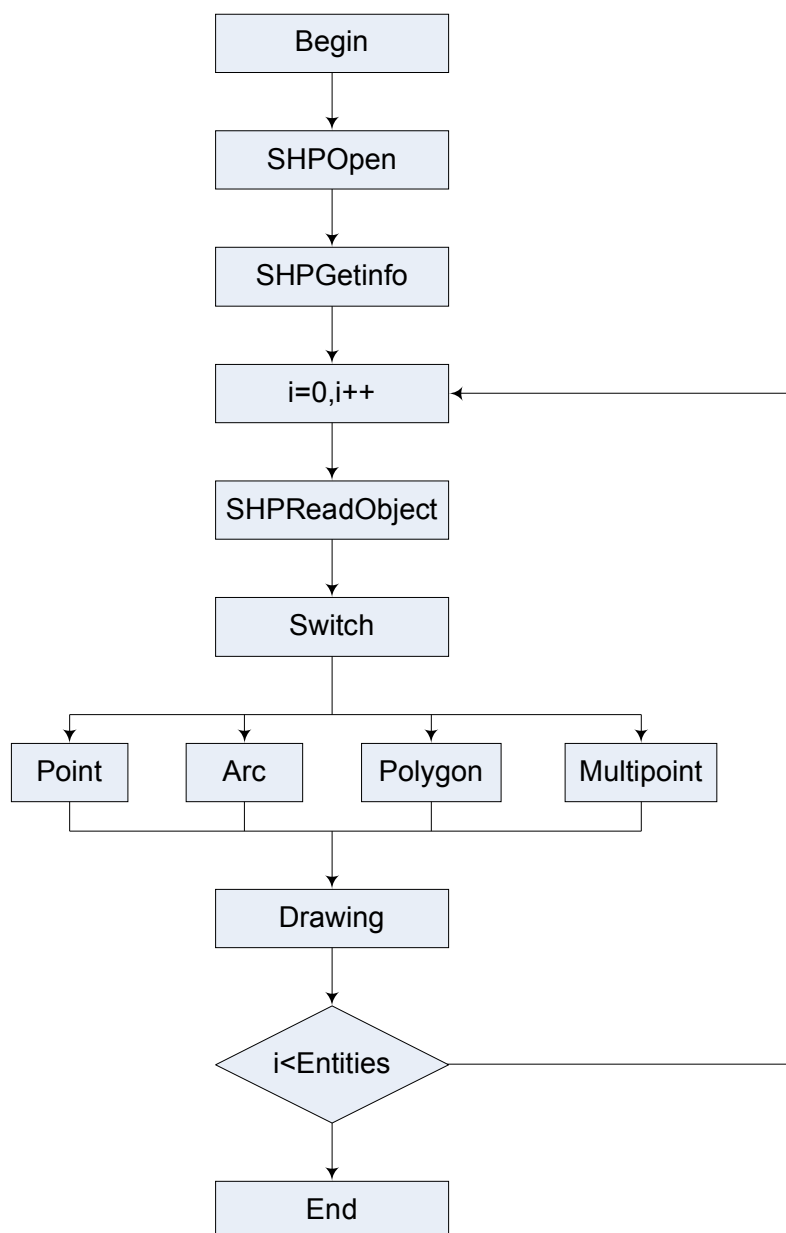


Рис. 4. Алгоритм визуализации

В модуле TlayerStorage прописываются добавление и сохранение слоев в списке изображаемых, а в модуле TlayerLoader – возможность прикрепления этих слоев к списку. В последнем модуле MapView, который является главным и запускающим файлом, вызываются те или иные функции, описанные в других модулях, и описывается графический интерфейс системы. После проделанной работы ГИС имеет окно для визуализации выбранных слоев, кнопку, с помощью которой добавляются слои в список изображаемых

(Добавить слой), а также кнопки для выбора цвета и перерисовки измененных слоев. Полученная ГИС очень проста в использовании и это ее главное преимущество, а также она не перенасыщена ненужными функциями. Интерфейс разработанной ГИС показан на рис. 5.

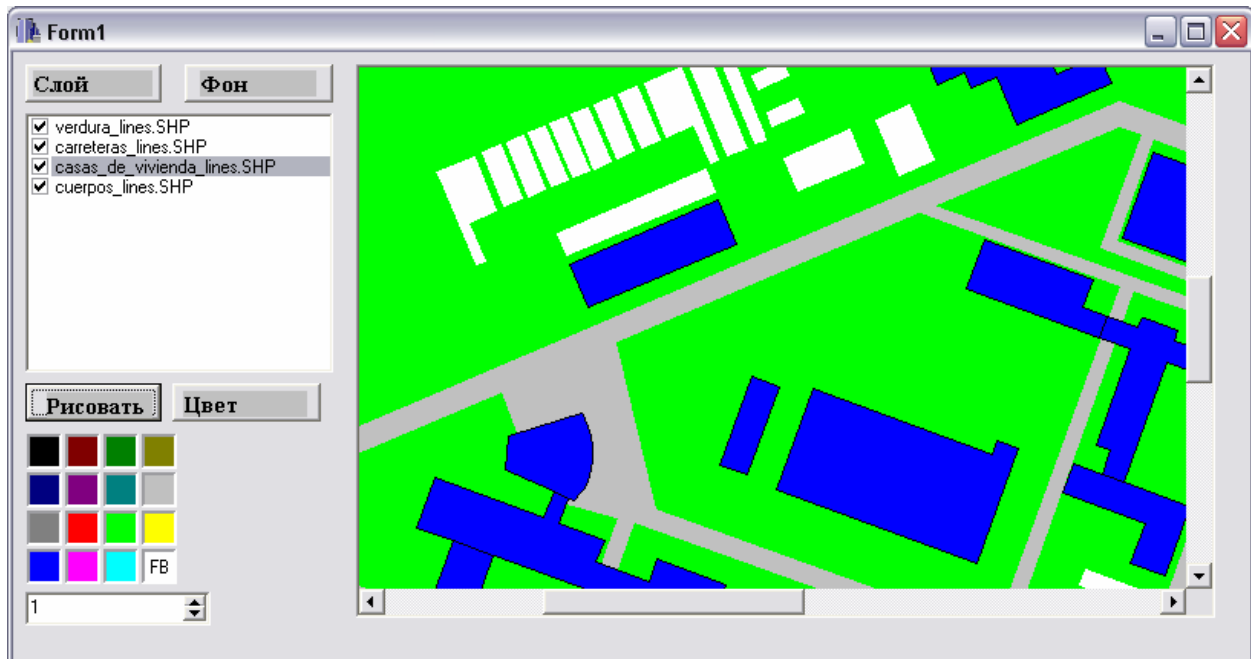


Рис. 5. Интерфейс созданной ГИС

Выводы. Рассмотрены процесс построения ГИС, ее структура и функциональность. Предложен алгоритм визуализации объектов электронной карты, представленной в формате Shapefile с использованием специальной библиотеки Shapelib.

Список литературы

1. Самардак А. С. Геоинформационные системы / А. С. Самардак – Владивосток: Дальневост. гос. ун-т, 2005. – 124 с.
2. Лопандя А. В. Основы ГИС и цифрового тематического картографирования: учебно-метод. пособие / А. В. Лопандя, В. А. Немтинов. – Тамбов: Тамбов. гос. техн. ун-т, 2007. – 72 с.
3. Справочное пособие по ГИС-системам / Ю. А. Громаков, А. В. Северин – К.: Нац. горн. акад. Украины, 2005. – 104 с.
4. Королев Ю. К. Общая геоинформатика. Ч. I: Теоретическая геоинформатика / Ю. К. Королев – М.: Изд-во ООО СП Дата+, 1998. – 118 с.

В. М. Синеглазов, К. С. Лиман

Побудова геоінформаційної системи на основі використання Shapefile

Розглянуто процес побудови геоінформаційної системи на основі використання Shapefile та Shapelib, а також наведено алгоритм візуалізації об'єктів електронної карти.

V. M. Syneglazov, K. S. Lyman

Construction of GIS based on shapefile.

Construction of GIS based on shapefile and shapelib examined in this article and algorithm of visualization of the electronic map objects was created based on using special library shapelib.