

Лекция 4. Модели данных в ГИС

В геоинформационных системах используется 4 вида данных:

- пространственные данные;
- атрибутивные данные;
- библиотеки условных знаков;
- метаданные.

Пространственные данные содержат информацию о пространственном положении объектов и описывают их геометрию. Атрибутивные данные описывают качественные и количественные свойства пространственных объектов. Библиотеки условных знаков содержат наборы стандартных условных знаков, символов и принятых обозначений для отображения пространственных объектов в конкретной предметной области. Метаданные, как правило, содержат информацию о самих данных, т.е. об источниках данных, методах получения данных, конкретных исполнителях получивших данные и т.п. Рассмотрим данные используемые в ГИС подробнее.

РАСТРОВЫЕ МОДЕЛИ ДАННЫХ

Растровая модель данных - это цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек растра (пикселей) с присвоенными им значениями класса объектов. Растровое представление предполагает позиционирование объектов указанием их положения в соответствующей растру прямоугольной матрице единообразно для всех типов пространственных объектов.

Растровые ГИС появились раньше векторных – конец 60-х годов и продолжают повсеместно использоваться до настоящего времени (например – IDRISI (лаборатория Кларка США)).

Основное преимущество растровой модели - это слияние позиционной и смысловой информации в единой позиционной матрице, положение элементов (пикселей) которой определяется номером их столбца и строки, а значение элемента – непосредственный показатель смысловой нагрузки.

С каждым смысловым значением элемента может быть связан неограниченный по длине набор атрибутов. При необходимости координаты каждого пространственного объекта, отображенного набором пикселей, могут быть вычислены.

На рисунке 4.1 приведен пример формирования растровой модели. В растровых моделях дискретизация осуществляется наиболее простым способом – весь объект отображается в пространственные ячейки, образующие регулярную сеть. При этом каждой ячейке растровой модели соответствует одинаковый по размерам, но разный по характеристикам (цвет, плотность) участок поверхности объекта. В ячейке модели содержится одно значение, усредняющее характеристику участка поверхности объекта.

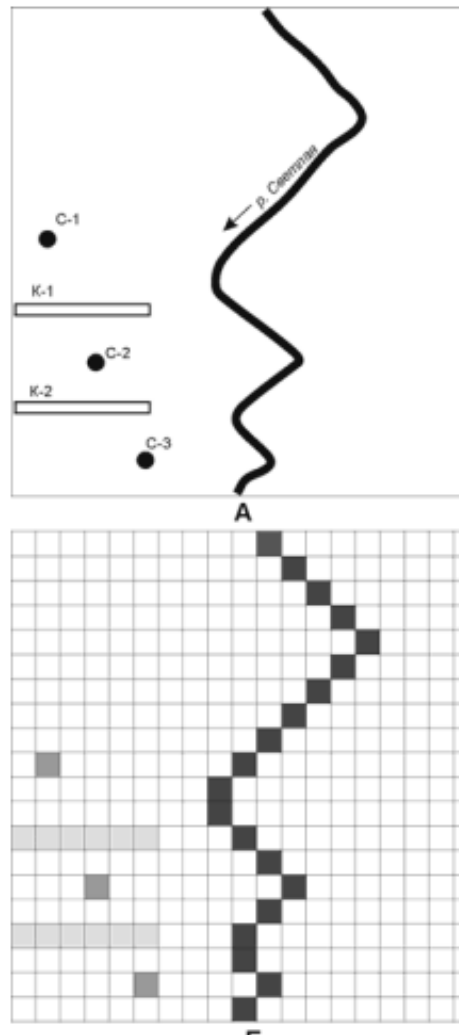


Рис. 4.1. Пример формирования растровой модели. А - фрагмент реального мира, Б - растровая модель.

Характеристики растровых моделей

Разрешение – минимальный линейный размер наименьшего участка пространства (поверхности), отображаемый одним пикселом. Пикселы обычно представляют собой прямоугольники или квадраты, реже используются шестиугольники или треугольники. Более высоким разрешением обладает растр с меньшим размером ячеек. Высокое разрешение подразумевает обилие деталей, множество ячеек, минимальный размер ячеек.

Ориентация – угол между направлением на север и положением колонок растра. Положение обычно задается упорядоченной парой координат (номер строки и номер столбца), которые однозначно определяют положение каждого элемента отображаемого пространства в растре.

Таким образом, зная разрешение, ориентацию и положение можно без труда вычислить положение любого элемента растра в пространстве. Значение – элемент информации, хранящийся в элементе растра.

Зона – соседствующие друг с другом ячейки, имеющие одинаковые значения. Зоной могут быть отдельные объекты, геологические тела, элементы гидрографии и т.п.

Для указания всех зон с одним и тем же значением используют понятие класс зон. Естественно, что не во всех слоях изображения могут присутствовать зоны. Основные характеристики зоны – ее значение и положение.

Буферная зона – зона, границы которой удалены на известное расстояние от любого объекта на карте. Обычно буферные зоны различной ширины могут быть созданы вокруг выбранных объектов на базе таблиц сопряженных характеристик.

Точность в растровых форматах, в большинстве случаев, определяется $\frac{1}{2}$ ширины и высоты пиксела, т.к. не ясно к какой части растра следует относить координаты какого-либо объекта.

Растровые модели имеют следующие достоинства:

- модель очень проста. Данные собираются с равномерно расположенной сети точек;
- растровые данные проще для обработки (матричная алгебра хорошо поддается программированию);
- многие растровые геоинформационные системы позволяют вводить векторные данные, тогда как обратная процедура значительно сложнее;
- процессы растеризации (получения растрового изображения по векторному) много проще алгоритмически, чем процессы векторизации, которые зачастую требуют применения экспертных решений.

Наиболее часто растровые модели применяются при представлении и обработке аэро- и космофотоснимков и для получения данных дистанционного зондирования Земли.

Существенным недостатком растровых моделей следует считать использование большего объема памяти компьютера для хранения данных и для их обработки. Например, снимок искусственного спутника Земли Landsat имеет 74000000 элементов растра. Проблема частично решается путем хранения не полного (целого) растрового фрагмента, а его сжатой копии (архива).

ВЕКТОРНЫЕ МОДЕЛИ ДАННЫХ

Векторные модели исторически связаны с устройствами цифрования карт (векторными устройствами ввода) – цифрователями (дигитайзерами) с ручным обходом объектов. При этом генерируется поток пар плановых координат при движении курсора по планшету.

Следует сразу отметить, что векторное представление пространственных объектов занимают в памяти ЭВМ значительно меньше места, чем растровые.

Векторное представление или векторная модель данных – это цифровое представление точечных, линейных и полигональных объектов в виде набора координатных пар.

Различают 2 основные векторные модели пространственных данных – это нетопологическое и топологическое представления.

Нетопологическое векторное представление – это векторное представление пространственных объектов в виде набора координатных пар с описанием только геометрии точечных, линейных и полигональных объектов.

Топологическое векторное представление – это векторное представление пространственных объектов, учитывающие не только геометрию объектов, но и их топологические отношения.

Векторные нетопологические модели

Множество точечных объектов, образующее однородный слой данных (например точки опробования) может быть представлено в виде неупорядоченной последовательности записей, каждая из которых содержит не менее 3 чисел: уникальный идентификационный номер ID, значение координаты X, значение координаты Y (табл. 4.2)

Таблица 4.2. Векторное представление точечных объектов

ID	X	Y
1	X_1	Y_1
2	X_2	Y_2
...
n	X_n	Y_n

Множество линейных объектов (горизонтали рельефа, разломы и т.д.) может быть представлено последовательностью координат точек, аппроксимирующих кривые, соответствующие этим объектам ломанными, составленными из линейных отрезков.

Любая кривая может быть описана с любой заданной точностью совокупностью отрезков прямых – векторов или сегментов (рис. 4.2).

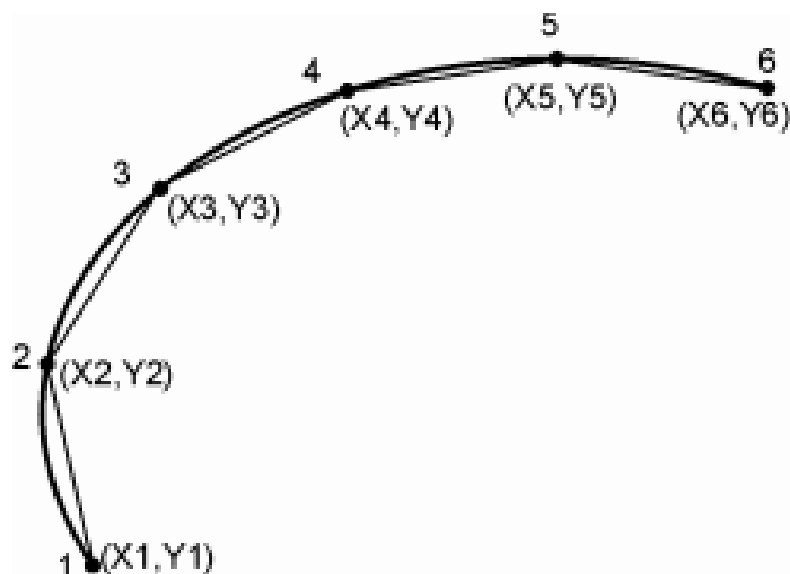


Рис. 4.2. Аппроксимация криволинейного объекта набором линейных отрезков.

Именно с представлениями линейных объектов в виде последовательности образующих их точек связано понятие о векторном формате представления:

любая кривая может быть описана с заданной точностью совокупностью отрезков прямых – сегментов или векторов. Линейные отрезки, на которые первоначально разбивается слой линейных сетей, могут быть представлены идентификаторами и упорядоченными последовательностями значений координат образующих их точек.

Векторные топологические модели

Более перспективными являются векторные топологические модели. Векторные топологическое представление обязано своим происхождением задаче описания контурных объектов.

Топология (от греч. *topos* - место) – раздел математики, изучающий топологические свойства фигур, т.е. свойства, не изменяющиеся при любых деформациях, производимых без разрывов и склеиваний. Примерами топологических свойств фигур являются размерность, число кривых, ограничивающих данную область, и т.д. Так, окружность, эллипс, контур квадрата и контур прямоугольника (рис. 4.3) имеют одни и те же топологические свойства, т.к. эти линии могут быть деформированы одна в другую описанным выше способом: в то же время кольцо и круг обладают различными топологическими свойствами: круг ограничен одним контуром, а кольцо – двумя.

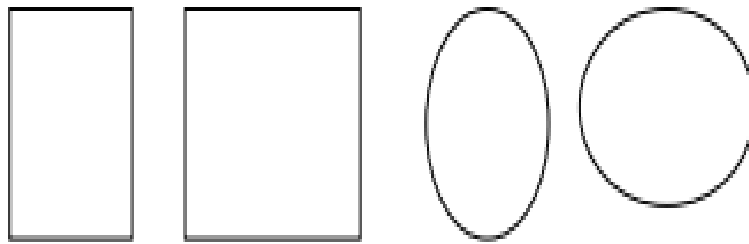


Рис. 4.3. Фигуры, имеющие одинаковые топологические свойства.

В картографии принципиально работают с топологическими пространствами и обойти это нет не только необходимости, но и возможности. Другими словами, изображение на карте принципиально топологично, поскольку изображение лежит на плоскости – в топологическом пространстве. Действительно, если нарисовать карту на плоской резине, а потом растянуть её в разных направлениях, то фигуры (картографические изображения) деформируются, но отношения (связи) между их элементами останутся без изменений, смежные линии разных фигур, как бы связанные своими концами с другими элементами, так и остались в том же виде. Лишь формы линий изменятся. Именно поэтому окружность, эллипс и контур квадрата имеют одни и те же топологические свойства при деформациях.

Элементы топологии, входящие в описание моделей данных ГИС, в простейшем случае определяются связями между элементами основных типов координатных данных.

Топологическое векторное представление данных отличается от нетопологического наличием возможности получения исчерпывающего списка взаимоотношений между пространственными объектами, графическими примитивами без

изменения хранимых координат для этих объектов. Необходимая процедура при работе с топологической моделью – подготовка геометрических данных для построения топологии. Этот процесс не может быть полностью автоматизирован уже на данных средней сложности и реализуется только при дополнительных затратах труда, обычно значительных.

Таким образом, данные, хранимые в системе, не предусматривающей поддержки топологии, не могут быть надежно преобразованы в топологические данные другой ГИС системы по чисто автоматическому алгоритму. Топологические характеристики должны вычисляться в ходе количественных преобразований моделей объектов ГИС, а затем храниться в базе данных совместно с координатными данными.