

АЛГОРИТМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Андрианов Д.Е., Булаев А.В.

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета.

Современные геоинформационные (ГИС) технологии находят применение в самых различных сферах деятельности человека, как в связи с его профессиональными потребностями в пространственной информации, так и познавательными потребностями.

Особо интенсивно ГИС технологии внедряются в системы управления городскими службами, начиная от создания земельного кадастра и заканчивая телекоммуникационными системами управления энергетическим обеспечением. В современных условиях любому городу для эффективного развития необходимы инвестиции, которые можно привлечь при условии полной прозрачности управления территорией и коммуникациями.

В таких системах хранение пространственной информации связано с использованием модели данных. В настоящее время все больше применяется топологическая модель пространственных данных, позволяющая полностью реализовать возможности ГИС анализа [1].

Интегрированные технологии описания и анализа топологических отношений в ГИС позволяет совместно решать ряд проблем, наиболее важными из которых являются:

- унифицированность хранения и анализа данных на основе топологических отношений, как в двумерном, так и в трехмерном пространстве;
- хранение единого набора отношений вместо отдельных данных для каждого масштаба, что позволяет экономить ресурсы и не сталкиваться с различием отношений для одной и той же территории;
- сохранение топологической корректности при генерализации отображаемых объектов;
- обеспечение набором необходимых данных алгоритмов вычислений различных параметров объектов.

Для решения этих задач необходимо все топологические отношения разбить на классы. Классификация топологических отношений между объектами – проблема, возникшая вместе с появлением геоинформационных систем. Хотя идея классификации топологических отношений между объектами в ГИС кажется довольно простой, практические аспекты этой задачи далеки от полной очевидности. Как мы классифицируем то, что видим, получит отображение в том, как мы анализируем данные, и что означают наши выводы. На самом деле, то, как мы классифицируем топологические отношения, может даже предопределять, какие выводы мы получим [2].

Предложенная классификация (см. рис. 1) позволяет лицу принимающему решение определять как и где расположен тот или иной объект, в чем и заключается смысл классификации отношений в муниципальных ГИС. Здесь, сознательно принимаются в рассмотрение только муниципальные системы, так как у других ГИС топографическая основа имеет серьезные отличия и тогда система классификации, возможно, будет иметь излишние или недостающие типы, виды отношений.

Традиционно топологические отношения в ГИС подразделяются на четыре класса: необъектные топологии, объектные, концептуальные топологические отношения и псевдотопология. Такая классификация с усложнением технологий постепенно теряет смысл. Это связано с тем, что в современных ГИС объект рассматривается как некая точка с координатами, поэтому необходимо каждый класс рассматривать отдельно [3]. И для целей создания алгоритмов обработки данных в муниципальных ГИС особое внимание уделяется необъектным топологиям с использованием частичных понятий объектных. При внутриобъектной топологии, объект – это автономная топологическая конструкция, которую «рассыпать» невозможно, а задачи уже необходимо решать на уровне частей объектов, частей объектов различных слоев и т.д.

Предложенная классификация подразделяет все топологические отношения на два класса: простые топологические отношения и сложные. Простые топологические отношения можно реализовать практически в любой современной ГИС, но здесь предлагается разбить все отношения на виды отношений между: точечными объектами, линейными, полигональными, точечными и линейными, точечными и криволинейными, точечными и полигональными, линейными и полигональными, криволинейными и полигональными.

Здесь новым является введение отдельного топологического отношения с криволинейным объектом. Это связано с тем, что при формализации отношений между частями объектов наблюдаются серьезные отличия между линейным и криволинейным объектом (например, криволинейный объект будет состоять из множества точечных и линейных). В качестве типов топологических отношений рассматриваются пять достаточно часто используемых при решении ряда задач, и добавляются два дополнительных типа – относительное расположение и удаленность. Хотя два отношения близость и удаленность можно считать инвариантными, но при решении реальных задач необходимо показать, на сколько объект удален и на сколько он близок. Каждый вид топологических отношений включает в себя практически все типы, за исключением некоторых случаев: точка не может пересекать точку и т.д.

Координатная привязка объектов не несет необходимого набора информации, от современных ГИС требуется гораздо больше, чем просто определение местоположения объекта. Эти системы уже должны

выполнять функции систем поддержки принятия решений. До недавнего времени ГИС осуществляли работу с такими объектами как «дом», «река» и т.д. Некоторый полигональный объект (напр. «дом») описывается набором точек или координатами одной точки, но в ГИС – анализе «дом» - это одна неделимая сущность, которая используется в алгоритмах вычислений. При анализе задач, которые должна решать муниципальная ГИС выявлено, что большая часть алгоритмов требует либо объединения объектов в структуры, либо деление некоторой сущности на более мелкие. Более сложной является задача организации структуры, которая бы представляла собой набор частей объектов. Примером такой структуры может являться топологическое отношение между объектами «дом» и «проезжая часть улицы». Если рассматривать это отношение как отношение между отдельными неделимыми объектами, то объект «дом» мы рассмотрим как полигон образованный замкнутой последовательностью линейных объектов, где в рассмотрение берется набор точек

$$D_i = \{(x_1, y_1; x_2, y_2), (x_2, y_2; x_3, y_3), \dots, (x_k, y_k; x_1, y_1)\},$$

где x_1, y_1 – точечный объект. А объект «проезжая часть улицы» будет рассмотрен как:

$$Y_j = \{(x_1, y_1; x_2, y_2), (x_2, y_2; x_3, y_3), \dots, (x_k, y_k; x_{k+1}, y_{k+1})\}.$$

Тогда топологическое отношение, например, «соседство» будет рассмотрено как: $S = D_i \phi Y_j$,

где $D_i \in D$ – все дома некоторой области карты находящиеся в соседстве с картографическим объектом $Y_j \in Y$ – все улицы этой же области карты, ϕ - топологическое отношение.

И это условие будет верным, если картографические объекты D_i и Y_j имеют общую граничную точку или несколько точек образующих одну общую линию.

Возникает вопрос: почему мы не можем установить топологические отношения между частями объектов, когда в реальных условиях мы все равно анализируем часть объекта, а не единое неделимое поле.

Тогда объект D_i будет представлен $D_i = \{K_n\}$,

где $n = \{1, 2, 3, \dots, m\}$, K_n – некоторый примитив, такой как: точечный объект, линия, линейный объект (состоит из набора линий), полигональный объект.

В таком случае необходимо разработать алгоритм деления сложного объекта на набор простых подобъектов, которые будут характеризовать только этот объект.

Если в этом случае идти по пути $K_n = \{P_1\}$, где P_1 – выше рассмотренный примитив, то можно получить такое количество ненужной информации, что алгоритм работы системы не будет удовлетворять пользователя по такому параметру как скорость вычислений.

Поэтому необходимо использовать иное представление: $K_n = \{P_{cl}\}$, где P_{cl} – характерный элемент объекта, может быть «стена дома», «отрезок проезжей части».

В этом случае возникает вопрос, в каком соотношении должны находиться часть объекта и весь объект. Для этого в вычислительной геометрии существует правило – одна неделимая часть объекта, который имеет равномерную структуру, должна быть сопоставима по размерам со средним расстоянием между соответствующими объектами одного слоя или различных слоев.

Таким образом, введение таких топологических отношений позволит производить разработку более сложных алгоритмов вычислений на базе существующих ГИС, которые в первую очередь требуются для решения ряда задач муниципального назначения.

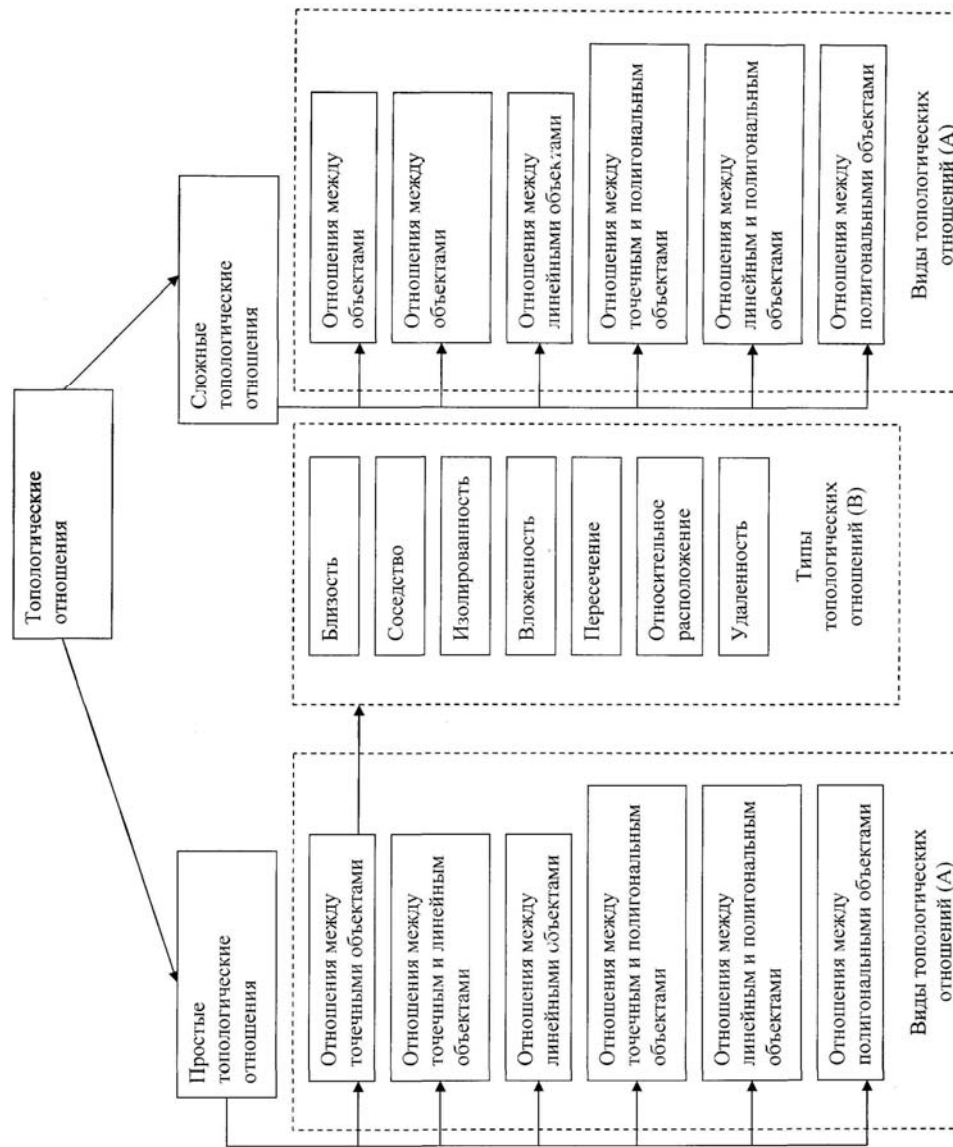


Рис. 1. Классификация топологических отношений в геоинформационных системах

Литература

1. Журкин И.Г., Наумов С.В. Итерационная модель представления линейных пространственных данных // Информационные технологии. 2003, №6. стр. 11-16.
2. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы.: Пер. с англ. – М.: Дата+, 1999. 491 с.
3. Андрианов Д.Е., Макаров К.В., Штыков Р.А. Системы оперативного управления пространственно распределенными объектами. М.: Радио и связь, 2005. 286 с.

ALGORITHM OF REPRESENTATION OF COMPLEX TOPOLOGICAL RELATIONS IN GEOINFORMATION SYSTEMS

Andrianov D., Bulaev A.

Murom institute of Vladimir state university

Topologic relations between objects lay in the base of any geoinformation system at contemporary stage of their development. Coordinate reference of objects doesn't bring necessary volume of information, while modern GIS require much more information, not only simple definition of objects layout. These systems must perform functions of decision making.

Till recently geoinformation systems (GIS) work with such objects as "building", "river" and so on. Some polygonal object (for example, "building") is described as a set of points or coordinates of one point, but in GIS – analysis "building" is one whole substance, which is used in calculation algorithms.

While analyzing problems, which municipal GIS must solve, it was discovered that most algorithms require union of objects in structures or division of some structure into more small structures. The problem of creation structure, which is a set of object parts, is more complicated. Example of such structure is topological relation

between “building” and “roadway”. If this relation is considered as relation between entire objects, then object “building” we consider as a polygon formed by closed sequence of linear objects, where a set of points

$$D_i = \{(x_1, y_1; x_2, y_2), (x_2, y_2; x_3, y_3), \dots, (x_k, y_k; x_1, y_1)\},$$

where x_1, y_1 - punctual object, is examined. Object “roadway” is considered as

$$Y_i = \{(x_1, y_1; x_2, y_2), (x_2, y_2; x_3, y_3), \dots, (x_k, y_k; x_{k+1}, y_{k+1})\}.$$

Then topological relation, for example “neighborhood” is considered as $S = D_i \phi Y_j$, where $D_i \in D$ – all buildings in some area of map in neighborhood of cartographical object $Y_j \in Y$ – all streets in the same area, ϕ - topological relation.

This condition will be right, if cartographical objects D_i and Y_j have common boundary point or some points formed common line.

Question arises: why we can't fix topological relations between parts of objects, if in real we analyze part of object anyway, not entire field.

Then object D_i is presented as $D_i = \{K_n\}$, where $n = \{1, 2, 3, \dots, m\}$, K_n – some primitive such as punctual object, line, linear object (consists of a set of lines), polygonal object.

In this case it is necessary to develop algorithm of partition of complex object into a set of simple sub objects, which characterize only this object.

If in this case follow the next way $K_n = \{P_1\}$, where P_1 – primitive described above, then one may get such volume of trash, that algorithm of system work will not satisfy the user such parameter as the computing speed.

Therefore, it is necessary to use another way $K_n = \{P_{cl}\}$, where P_{cl} – typical object's element, may be “building's wall” or “piece of roadway”.

In this case the next question arises: in which ratio an entire object and a part of it should be. For that purpose computational geometry has a rule: one entire part of an object, which has uniform structure, must confront by size with average distance between corresponding objects on one layer or on different layers.

Thereby, using such topological relations allow developing more sophisticated computational algorithms based on existing GIS, required firstly for solving problems of municipal purposes. For that it is necessary to develop particularized means of data representation inside geoinformation systems.

