

Е.А. ДЕМЬЯНОВ

**Алгоритм генерализации
непересекающихся объектов с
сохранением топологии**

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

Введение

Процесс генерализации играет важную роль при подготовке карт и других геометрических данных. Генерализация — это обобщение изображаемых на карте объектов в соответствии с назначением карты, масштабом отображения и особенностями территории. В течение долгого времени генерализация считалась субъективным процессом, требующим участия квалифицированного специалиста [1-3]. В связи с развитием вычислительной техники и средств обработки картографических данных появилась возможность реализации процесса автоматической генерализации карты [4-6].

В настоящее время существует достаточное количество алгоритмов картографической генерализации объектов.

Алгоритм Дугласа-Пеккера используется для генерализации пространственного объекта, состоящего из соединенных между собой вершин p_1, p_2, \dots, p_n .

Выбирается начальная и конечная (плавающая точка) вершина объекта. Из плавающей точки в начальную вершину проводится прямая, от которой вычисляется расстояние r_i ($i = 1, 2, \dots, n$) до каждой вершины p_i на участке, определенным конечной точкой. Если расстояние от вершины до проведенной прямой менее заданного расстояния d , то такая вершина удаляется. Вершина, которая максимально удалена от проведенной прямой, будет являться следующей плавающей точкой [7]. Главным плюсом алгоритма является простота реализации, но при множественном

проходе алгоритма возникают случаи потери формы объекта и нарушении топологии объектов, что довольно критично.

Алгоритм Мак-Мастера при генерализации пространственных объектов подразумевает поочередное рассмотрение трех последовательных вершин (заклученных в прямоугольник) объекта по следующим критериям [8,9]:

1. Расстояние между вершинами должно быть не более заданного значения l .

2. Угол между получившейся прямой и отрезком при помощи трех вершин не должен превышать заданного значения α .

Если хотя бы один из критериев не выполняется, то вершину необходимо удалить. Алгоритм в топологическом смысле не надежен, т.к. не предусматривает множества влияющих факторов генерализации.

Основное достоинство алгоритма DMIN заключается в использовании не только геометрических признаков пространственных объектов. Алгоритм учитывает топологические связи, семантические данные и геометрические признаки объектов [10]. Т.е. каждая вершина P_i объекта имеет свой вес ω_i (приоритет при генерализации), который вычисляется с помощью этих трех признаков объекта. Данный алгоритм имеет возможность доработки путем добавления признаков (выше перечисленных видов) и является топологически стойким.

Основным требованием в процессе генерализации высокоточных картографических данных является сохранение взаимного расположения (топологии) объектов. Целью работы является разработка алгоритма генерализации непересекающихся муниципальных объектов с сохранением топологии.

Классификация топологических связей объектов при генерализации

При генерализации объектов может быть нарушение топологических связей, таких как:

- возникновение новых топологических связей;
- утеря топологических связей.

Под возникновением топологических связей понимается появление связей между объектами, которых не было до генерализации [11, 12]. При генерализации, когда два объекта близко расположены друг к другу, может произойти ситуация пересечения этих двух объектов (рис.1).

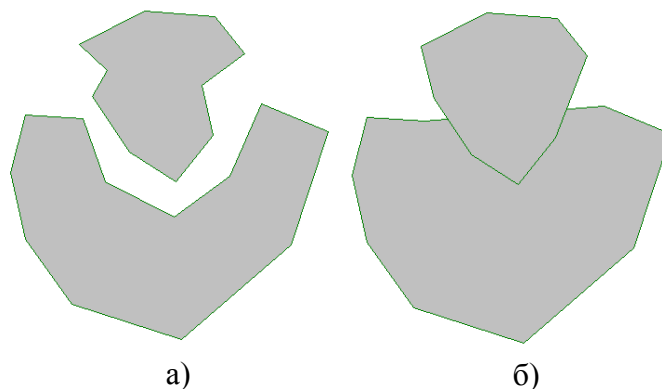


Рис. 1. Пересечение объектов: а) до генерализации; б) после генерализации

Если близко расположенные объекты кардинально отличаются по площади и форме, то после генерализации может возникнуть случай вложенности одного объекта в другой (рис.2).

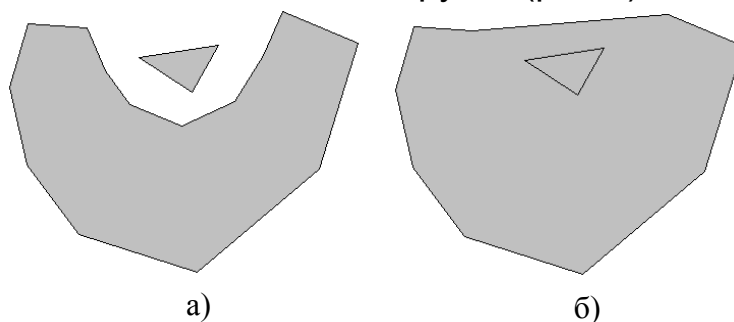


Рис. 2. Вложенность объектов: а) до генерализации; б) после генерализации

Так же существует вероятность того, что после применения генерализации к объектам произойдет соприкосновение границ объектов (рис.3).

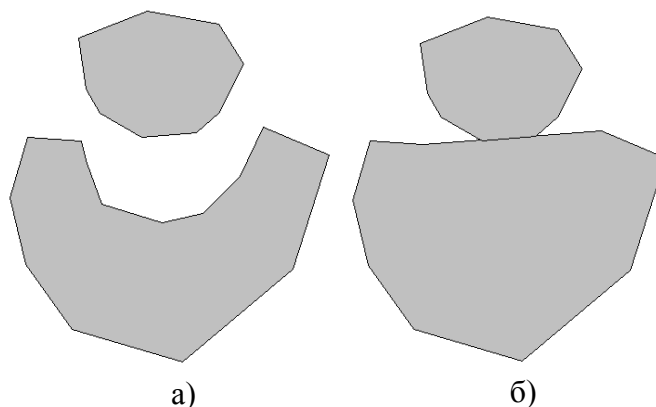


Рис. 3. Соприкосновение объектов:
а) до генерализации; б) после генерализации

Для решения некоторых вариантов проблем, связанных с нарушением топологии, можно классифицировать объекты на выпуклые и не выпуклые объекты. При данной классификации возникает три варианта рядом расположенных объектов:

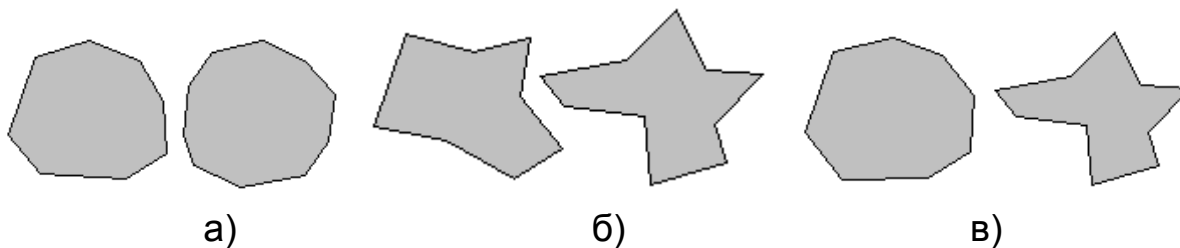


Рис. 4. Варианты рядом расположенных объектов:
а) только выпуклые объекты; б) только невыпуклые объекты;
в) выпуклые и невыпуклые объекты

Если рядом располагающиеся объекты имеют выпуклую форму, то при генерализации не возникнет ситуаций нарушения топологии таких объектов.

Проверить объекты на выпуклость можно несколькими способами:

- по знаку векторного произведения;
- внутренние углы объекта должны быть не более 180 градусов;
- при генерализации площадь выпуклого объекта уменьшатся.

Модификация алгоритма DMIN

В связи с тем, что алгоритм DMIN предусматривает возможность добавления критериев генерализации, то его можно

доработать, добавив в алгоритм признак выпуклости объектов. Данный признак легко добавить в алгоритм DMIN т.к. алгоритм предусматривает вычисление площадей объектов.

Модифицированный алгоритм DMIN состоит из нескольких этапов:

1. вычисление существующих признаков (рассогласования, угла поворота и нормированного линейного веса);
2. сопоставление каждому объекту типа топологической связи при генерализации (пересечение, вложенность и соприкосновение объектов);
3. создание массивов полученных данных (с признаками и топологией объектов);
4. сначала объекты проверяются на выпуклость для того, чтобы отсеять объекты, не нуждающиеся в проверке на топологические признаки;
5. затем по массивам данных перебирается последовательно каждая точка объекта и сверяется с вычисленными критериями (признаками и топологическими значениями этих точек);
6. после чего происходит удаление или пропуск вершины объекта.

Заключение

В статье рассмотрены существующие алгоритмы генерализации объектов. Произведен обзор возможных топологических связей объектов. Модифицирован алгоритм DMIN путем добавления топологического критерия выпуклости объектов. Данный алгоритм может быть дополнен другими топологическими признаками объектов. Разработанный алгоритм может найти применения в системах обработки картографических данных, особенно для высокоточных муниципальных объектов. Его использование позволит увеличить точность работы системы за счет сохранения топологии.

Литература

1. Еремеев С.В., Андрианов Д.Е., Комков В.А. Алгоритмы формирования графовой модели городской территории в ГИС // Геоинформатика. 2013. №4. С. 19-24.

2. Еремеев С.В., Веденин А.С. Автоматическая сколка векторных планшетов на основе топологий // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2013. №3. С. 29-36.
3. Еремеев С.В., Паутов И.М. Система управления бизнес процессами городских служб с использованием геоинформационных технологий // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2014. №1. С. 18-24.
4. Eremeev S. Vector map object recognition based on a hierarchy of topological relationships // 14th international multidisciplinary scientific GeoConference on Science and technologies in geology exploration and mining. Conference proceedings. Informatics, Geoinformatics. 2014. Volume 1. pp.917-923.
5. Еремеев С.В., Андрианов Д.Е., Веденин А.С. Построение и использование топологических отношений между группами пространственных объектов в геоинформационных системах // Вестник РГПТУ. №1. 2014. С. 130-133.
6. S.V. Eremeev, Model of Automatic Distribution of Topologically Related Objects to Layers in Navigation Systems // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 756. PP. 447-452.
7. Visvalingam M., Whyatt D., The Douglas-Peucker Algorithm for Line Simplification: re evaluation through visualization // CISRG Discussion Paper Series № 8, University of Hull, 1990, 19p.
9. MCMASTER R, A statistical analysis of mathematical measures for linear simplification. // The American Cartographer, 13(2). 1986. pp. 103-116.
10. Kulik L., Duckham M., Egenhofer M., «Ontology-driven map generalization», Journal of Visual Languages and Computing 16(2), 2005.
11. Eremeev S. The Generation algorithm of spatial objects for city infrastructure based on topological relations between layers // 14th international multidisciplinary scientific GeoConference on Science and technologies in geology exploration and mining. Conference proceedings. Informatics, Geoinformatics. 2014. Volume 1. pp.833-839.
12. Еремеев С.В., Андрианов Д.Е., Титов Д.В. Метод представления информации о топологии карты в структуре идентификаторов пространственных объектов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. №2. 2015. С. 99-103.
13. Андрианов, Д.Е. Разработка муниципальных геоинформационных систем / Д.Е. Андрианов, С.С. Садыков, Р.А. Симаков. - М.: Мир. 2006. 109 с.
14. Андрианов Д.Е., Штыков Р.А., Макаров К.В. Системы оперативного управления пространственно распределенными объектами. - М.: Радио и связь, 2005. - 211 с.
15. Еремеев С.В., Андрианов Д.Е., Баринов А.Е., Титов Д.В. Алгоритмы поиска объектов по пространственным характеристикам в задачах муниципальных ГИС // Известия юго-западного государственного университета. 2012. №2. С. 37-41.
16. Андрианов Д.Е., Булаев А.В. Автоматизированная обработка пространственной информации в геоинформационных системах // Автоматизация и современные технологии. 2007. № 8. С. 3-6.

ТЕЛЕФОН: 8-920-917-7365

E-MAIL: DEMYANOVEVGENY@GMAIL.COM