

Е.А. ДЕМЬЯНОВ

**Алгоритм генерализации объектов,
исключающий случаи
самопересечения**

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

В статье рассмотрены варианты самопересечений объектов. Разработан алгоритм генерализации объектов исключая случаи самопересечения. Рассмотрен возможный способ оптимизации алгоритма. Данный алгоритм позволит избежать проблем, связанных с самопересечением объектов в результате генерализации.

В существующих геоинформационных системах реализованы технологии сбора, хранения, визуализации пространственных данных, но в то же время в них еще не доступны средства, позволяющие эффективно решать многие задачи обработки информации. К таким задачам относится задача картографической генерализации [1,2]. Она возникает при автоматизированном создании специальных слоев карт или при переходе от карты крупного масштаба к более мелкому путем отказа от незначительных деталей изображения с целью выявления характерных особенностей объектов и картографируемой территории в целом, получения качественно новой информации о них [3,4,5]. С другой стороны, генерализация приводит к сжатию данных и облегчению визуального восприятия картографического изображения [6,7]. Одним из способов упрощения картографических фигур является корректировка мало значимых вершин линейных объектов, который позволит максимальным образом упростить объект [8,9]. При использовании такого рода алгоритма возникает проблема возникновения самопересечений объектов. Поэтому целью работы

является разработка алгоритма генерализации, исключающего случаи самопересечения объектов.

Рассмотрение возможных самопересечений объектов

Удаление вершин объекта может способствовать самопересечению объектов. На рис.1 можно видеть один из вариантов подобных самопересечений.

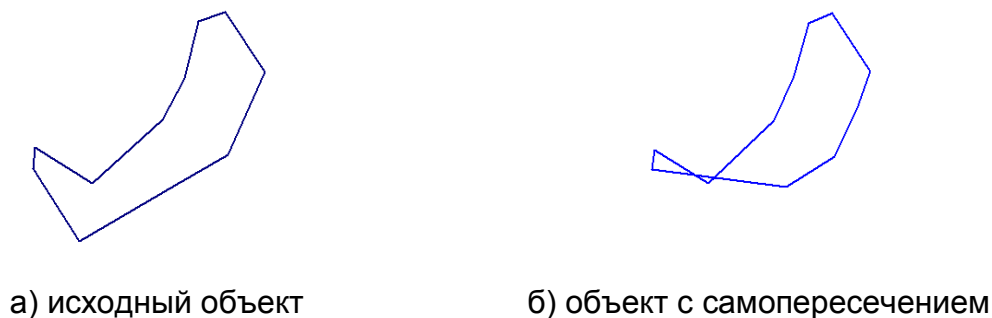


Рис.1. Самопересечение объекта

Так же самопересечения могут нарушить топологию близ лежащих объектов, как показано на рис.2.

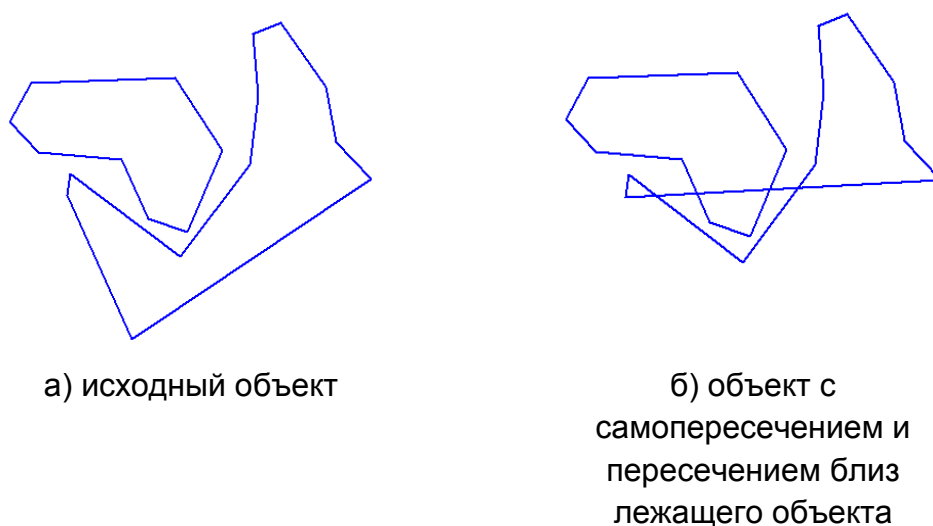


Рис.2. Самопересечение объекта

Исключение случаев самопересечения объектов

На примере были рассмотрены два пересекающихся отрезка с вершинами P_1 , P_2 , P_3 и P_4 , как показано на рис.3.

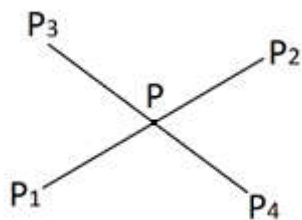


Рис.3. Два пересекающихся отрезка.

Уравнения линий проведенных через эти отрезки имеют вид:

$$\begin{aligned} P &= P_1 + u_a(P_2 - P_1) \\ P &= P_3 + u_b(P_4 - P_3) \end{aligned} \quad , \quad (1)$$

где P – точка пересечения двух отрезков P_1P_2 и P_3P_4 .

Решение относительно точки пересечения P дает два уравнения на координаты (u_a и u_b):

$$\begin{aligned} x_1 + u_a(x_2 - x_1) &= x_3 + u_b(x_4 - x_3) \\ y_1 + u_a(y_2 - y_1) &= y_3 + u_b(y_4 - y_3) \end{aligned} \quad , \quad (2)$$

Решая относительно u_a и u_b имеем:

$$u_a = \frac{(x_4 - x_3)(y_1 - y_3) - (y_4 - y_3)(x_1 - x_3)}{(y_4 - y_3)(x_2 - x_1) - (x_4 - x_3)(y_2 - y_1)} \quad , \quad (3)$$

$$u_b = \frac{(x_2 - x_1)(y_1 - y_3) - (y_2 - y_1)(x_1 - x_3)}{(y_4 - y_3)(x_2 - x_1) - (x_4 - x_3)(y_2 - y_1)} \quad , \quad (4)$$

Если после подстановки координат двух отрезков в конечные уравнения (3) и (4) получившиеся значения u_a и u_b находятся в промежутке $[0,1]$, то пересечение существует.

Таким образом, чтобы избежать всевозможных самопересечений объектов, принято решение проверять попарно координаты отрезков объекта (каждый с каждым), за исключением случаев, когда:

- отрезки имеют общую вершину;
- отрезки являются параллельными по отношению друг к другу.

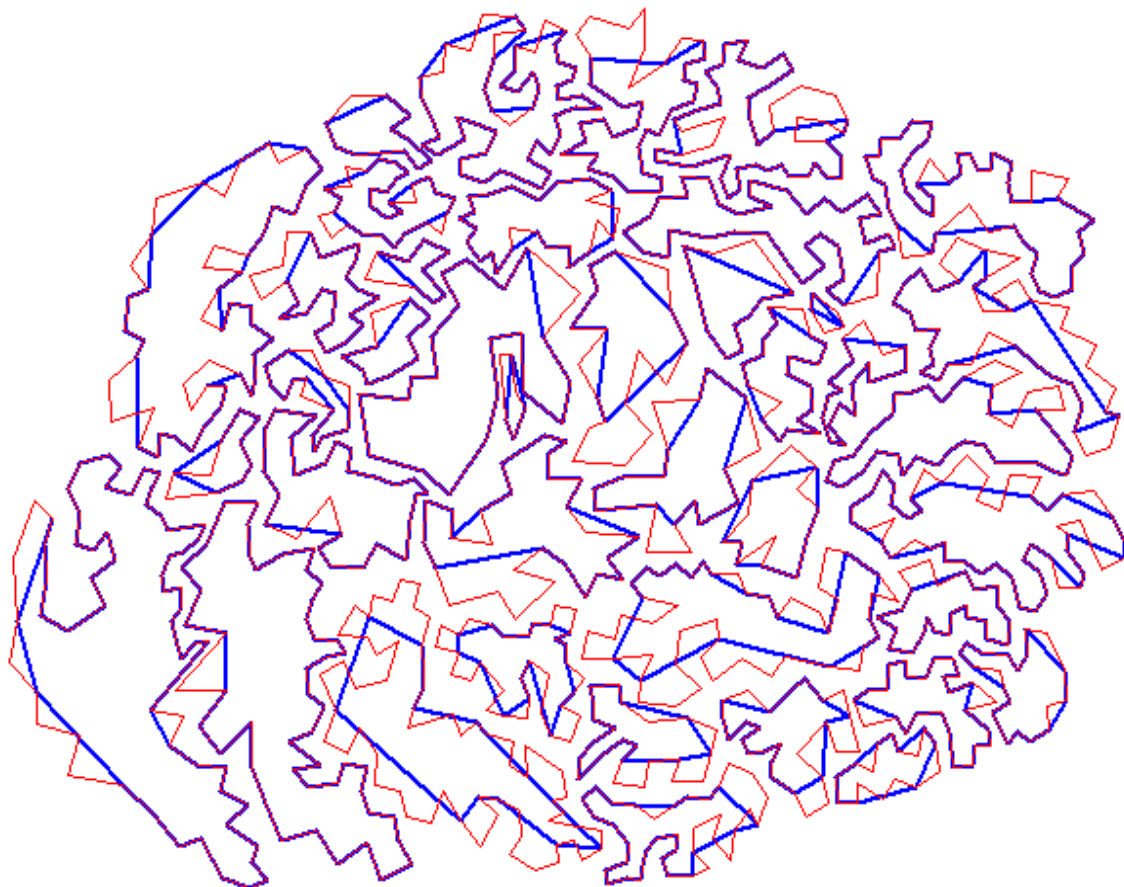


Рис.4. Результат работы алгоритма с исходным и итоговым набором пространственных объектов после генерализации ($h = 1$)

При этом h означает шаг обработки вершин.

На рис.3 представлен один из примеров результата работы алгоритма, где результирующие объекты наложены на исходные. Видно отсутствие самопересечений объектов после генерализации.

Скорость работы алгоритма достаточно медленная и может быть оптимизирована за счет изменения шага обработки h вершин объектов. Чем больше шаг, тем меньше времени будет затрачено на обработку объектов. Но качество детализации генерализованных объектов значительно сократится. Это можно показать на рис.4.

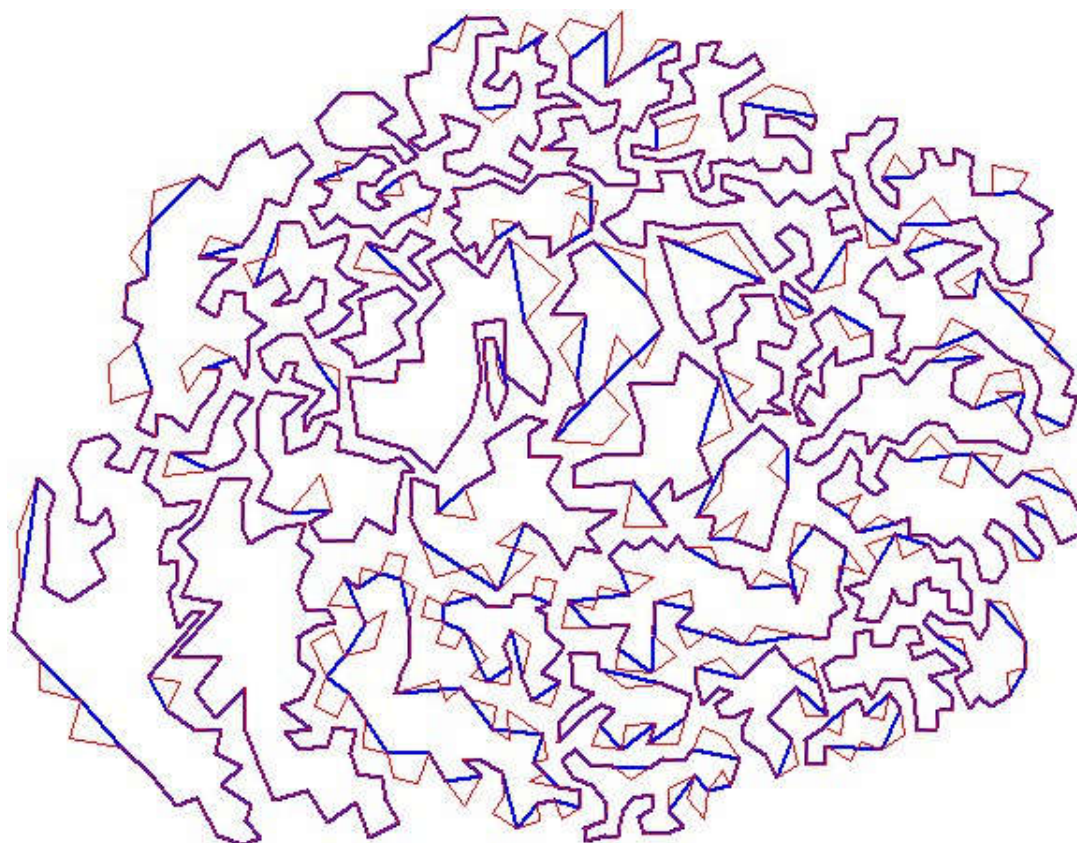


Рис.5. Результат работы алгоритма с исходным и итоговым набором пространственных объектов после генерализации ($h = 3$)

Заключение

В статье рассмотрены варианты самопересечений объектов. Разработан алгоритм генерализации объектов, исключая случаи самопересечения. Рассмотрен возможный способ оптимизации алгоритма. Данный алгоритм позволит избежать проблем, связанных с самопересечением объектов в результате генерализации.

Литература

1. 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.
2. MCMASTER R, A statistical analysis of mathematical measures for linear simplification. // The American Cartographer, 13(2). 1986. pp. 103-116.
3. Еремеев С.В. Пространственные структуры в геоинформационных системах // Алгоритмы, методы и системы обработки данных . 2007. №12. С. 71-74.

4. Андрианов Д. Е., Еремеев С. В., Садыков С. С. Теоретические основы описания и анализа плоских пространственно-распределенных объектов в ГИС. Владимир: Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2007. -109 с

5. Еремеев С.В. Многоуровневое представление пространственных данных в геоинформационных системах // Геоинформатика. 2006. № 1. С. 26-29.

6. Еремеев С.В. Пространственно-временной анализ муниципальных карт // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2012. № 22 (4). с. 52-57.

7. Еремеев С.В., Андрианов Д.Е., Барынов 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. (Часть 3. Серия управление, вычислительная техника, информатика, медицинское приборостроение)

8. Садыков С.С. Алгоритм построения выпуклой оболочки бинарного изображения и формирование его безразмерных признаков // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2015. № 2(23). С. 77-85.

9. Андрианов Д.Е., Выскуб В.Г., Титов В.С. Разработка систем ввода и обработки информации о пространственно-распределенных объектах в муниципальных ГИС. Москва, 2010.

ТЕЛЕФОН: 8-920-917-7365

E-MAIL: DEMYANOVEVGENY@GMAIL.COM