

Сельцова Е.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доц. каф. ИС Еремеев С.В.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: catherine13nov@gmail.com*

Топологические свойства гомогенных областей карты

Изучение топологии слабоструктурированных географических объектов является одной из основных целей геоинформационных систем. Анализ пространственных отношений между объектами и структурами – сложная и ресурсоёмкая задача, особенно требующая автоматизации. На основе данного анализа выявляются гомогенные области, представляющие собой образования, в состав которых входят подобные объекты: здания, автостоянки, земельные участки, парки и т.д. У гомогенных областей имеется ряд свойств, с помощью которых можно выявить особенности расположения объектов и формы структуры в целом.

Для выполнения подобных задач целесообразно использовать метод персистентной гомологии, являющийся относительно новым инструментом качественного анализа топологических особенностей пространственных объектов. Результат применения метода персистентной гомологии – это баркод, отображающий свойства расположения объектов и структур. Баркод отображает формирование структур объектов на увеличивающемся расстоянии в виде совокупности сегментов на плоскости, где каждый сегмент – это отдельная структура. Стойкие особенности проявляются на больших диапазонах расстояний и являются основой для дальнейшего анализа. Особенности, проявляющиеся на малых расстояниях, являются «шумом», искажающим представление о расположении пространственных объектов, и не подлежат рассмотрению. Преимуществом метода персистентной гомологии является его инвариантность к аффинным, топологическим преобразованиям, а также к изменению масштаба.

Основная составная единица структур пространственных объектов – двумерный симплекс, или треугольник. Симплекс состоит из трех топологически связанных точечных объектов. Перед применением метода персистентной гомологии необходимо представить отдельные векторные объекты на карте (полигоны) в виде совокупности точечных объектов, изначально связанных между собой. Процесс составления баркода состоит из двух алгоритмов, выполняющихся при каждом увеличении расстояния поиска соседних объектов: алгоритм поиска симплексов и алгоритм составления структур симплексов. При увеличении расстояния количество симплексов и структур изменяется: число симплексов увеличивается, составляя новые структуры и впоследствии объединяя их (рисунок 1). На самом большом расстоянии число структур равно единице, так как все имеющиеся структуры объединяются в одну.

В результате выполнения алгоритмов образуется гомогенная область и составляется баркод (рисунок 2), отображающий устойчивые топологические особенности структур объектов. С помощью баркода проводится анализ формы гомогенной области и вычисляются топологические свойства.

Исследование проводилось для выявления гомогенных областей, относящихся к земельным участкам. Отдельные участки, представленные в виде векторных объектов, постепенно объединялись в структурные области при увеличении радиуса поиска соседних структур. Проведен анализ типа формы образованных гомогенных структур.

Алгоритм может быть использован для автоматического сопоставления пространственных объектов на разномасштабных картах.

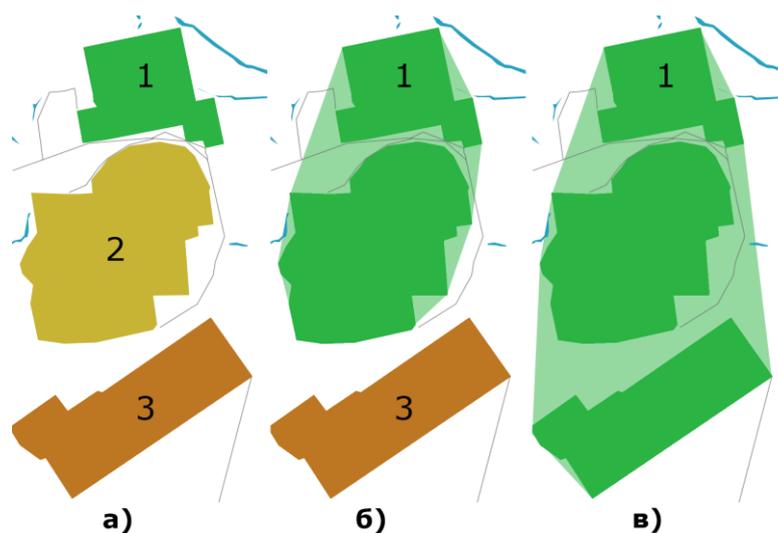


Рис. 1. Процесс образования гомогенной области

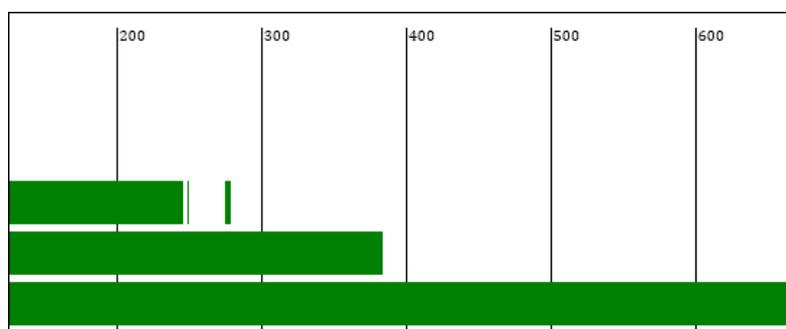


Рис. 2. Часть баркода, демонстрирующая составление гомогенной области

Литература

1. Edelsbrunner H., Harer J. Computational Topology: An Introduction // American Mathematical Society, 2009. – 241 p.
2. Carlsson G. Topology and data // American Mathematical Society. – 2009.– Vol. 46(2). – P. 255-308.
3. Eremeev S.V., Andrianov D.E., Komkov V.A. Comparison of Urban Areas Based on Database of Topological Relationships in Geoinformational Systems // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2015. – Vol. 25(2). – P. 314–320.