

УДК 004.932.72

А. Н. Соловьева, старший преподаватель кафедры «АСОИУ»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ПОСТРОЕНИЕ МНОГОУГОЛЬНИКОВ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ГРАНИЦЫ ТЕКСТУРНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА АЭРОКОСМИЧЕСКОМ СНИМКЕ

Описывается алгоритм построения многоугольника, моделирующего границу множества векторных объектов, и его применение при описании формы текстурных областей в задаче дешифрирования аэрокосмических снимков.

Ключевые слова: анализ формы объекта, описание изображений, автоматизация дешифрирования.

При дешифрировании аэрокосмических снимков местности одним из наиболее информативных признаков, характеризующих свойства объектов, является их форма. Анализ формы объекта предполагает исследование его общих очертаний и характера его границ. Представление границ объекта в векторном виде позволяет использовать при анализе формы геометрические функции.

На векторизованном аэрокосмическом снимке объекты местности могут быть представлены как отдельными векторными объектами (замкнутыми областями, цепочками геометрических примитивов, точками), так и группами векторных объектов. Отдельно следует выделить текстурные области, представленные совокупностями векторных объектов со сходными характеристиками (леса, сады, кварталы населенных пунктов). В этом случае возникает задача описания обобщенной формы текстурных областей.

Как правило, объекты местности имеют невыпуклые очертания. По аналогии с задачей построения выпуклой оболочки множества точек, рассматриваемой в вычислительной геометрии, задачу моделирования границы текстурной области можно представить как построение невыпуклой оболочки множества точек, образованного точками границ векторных объектов либо их геометрическими центрами. В зарубежных источниках используются такие формулировки, как *non-convex hull* [1] и *concave hull* (невыпуклая оболочка) [2], *characteristic shape* (характеристический контур) [3], *footprint* (отпечаток) [4, 5], α -*shape* (α -контур) [6]. Существующие подходы к построению невыпуклой оболочки множества точек основаны на преобразовании α -оболочки (множество точек плоскости, не принадлежащих ни одному открытому диску радиуса α) [7],

диаграмм Вороного [8], триангуляции Делоне [9, 10], выпуклой оболочки исходного множества точек [11] и др. и различаются как по вычислительной сложности, так и по свойствам синтезируемых многоугольников: связности, допустимости самопересечений, допустимости нахождения точек на границе оболочки, за пределами оболочки и т. д. [12].

Сформулируем задачу построения невыпуклой оболочки множества точек S как задачу построения многоугольника $P = (p_1, p_2, \dots, p_m)$, где $p_i \in S$, $i = 1, 2, \dots, m$, такого что все точки множества S лежат внутри него либо на его границе. Примем также ограничение на размер внутренних углов многоугольника: внутренние углы P не должны превышать значение $(360^\circ - \alpha)$, где $\alpha \in (0; 180^\circ)$ – показатель гладкости оболочки (при $\alpha = 180^\circ$ P представляет собой выпуклую оболочку множества точек S), и не могут быть меньше β , где $\beta \in (0; 180^\circ)$ – минимальный допустимый угол невыпуклой оболочки.

В предлагаемом алгоритме построение невыпуклой оболочки выполняется путем последовательного уточнения выпуклой оболочки множества точек S . Обозначим величину угла между отрезками a и b как $\angle(a, b)$. Для каждой точки $s \in S$, находящейся внутри оболочки P , рассматриваются пары отрезков к соседним вершинам оболочки sp_i и sp_{i+1} , пересекающие границу P только в своих вершинах, такие что $\angle(sp_i, sp_{i+1}) > \alpha$, $\angle(p_{i-1}, p_i s) \leq \beta$ и $\angle(p_{i+1} s, p_{i+1} p_{i+2}) \leq \beta$. Если треугольник $\Delta sp_i p_{i+1}$ не содержит других внутренних точек S , то точка s добавляется в невыпуклую оболочку между вершинами p_i и p_{i+1} . Процесс повторяется для внутренних точек оболочки P до тех пор, пока по результатам обхода всех точек не будет произведено ни одного уточнения границы (рис. 1).

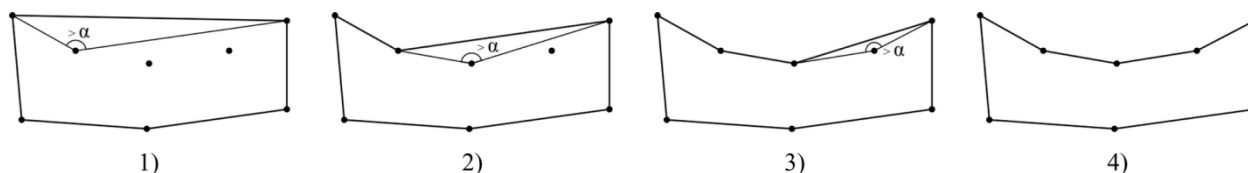


Рис. 1. Добавление точек в невыпуклую оболочку

Описанный алгоритм построения невыпуклой оболочки множества точек реализован в программной системе семантического кодирования изображений *TexSeg* и применяется при описании текстурных

областей, выделенных на векторизованном аэрокосмическом снимке (рис. 2). По результатам анализа границы текстурной области рассчитываются ее площадь и периметр, оцениваются показатели, ха-

рактически ее форму (вытянутость, разветвленность, извилистость и геометрическая правильность границ и др.). Полученным показателям с помощью нечеткой логики сопоставляются качественные характеристики, на основе которых с помощью продукционных правил выполняется отнесение текстурной области к тому или иному типу значимых объектов местности.

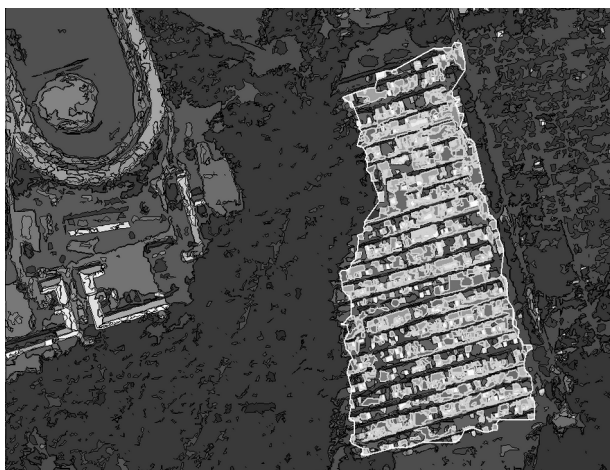


Рис. 2. Пример построения границы текстурной области

Библиографические ссылки

1. Duckham M., Kulik L., Worboys M., Galton A. Efficient Generation of Simple Polygons for Characterizing the Shape of a Set of Points in the Plane // *Pattern Recognition*. – 2008. – Vol. 41. – P. 3224–3236.
2. Park J.-S., Oh S.-J. A New Concave Hull Algorithm and Concaveness Measure for n-dimensional Datasets // *Journal of*

Information Science and Engineering. – 2012. – No. 28. – P. 587–600.

3. Duckham M., Kulik L., Worboys M., Galton A. Efficient Generation of Simple Polygons for Characterizing the Shape of a Set of Points in the Plane // *Pattern Recognition*. – 2008. – Vol. 41. – P. 3224–3236.

4. Alani H., Jones C.B., Tudhope D. Voronoi-based Region Approximation for Geographical Information Retrieval with Gazetteers // *Int. J. Geographical Information Science*. – 2001. – Vol. 15, No. 4. – P. 287–306.

5. Galton A., Duckham M. What Is the Region Occupied by a Set of Points? // *Geographic Information Science: Proc. of the 4th Intern. Conf.* – 2006. – P. 81–98.

6. Edelsbrunner H., Kirkpatrick D.G., Seidel R. On the Shape of a Set of Points in the Plane // *IEEE Trans. Inform. Theory*. – 1983. – Vol. 29 (4). – P. 551–559.

7. Ibidem.

8. Alani H., Jones C.B., Tudhope D. Voronoi-based Region Approximation for Geographical Information Retrieval with Gazetteers // *Int. J. Geographical Information Science*. – 2001. – Vol. 15, No. 4. – P. 287–306.

9. Duckham M., Kulik L., Worboys M., Galton A. Efficient Generation of Simple Polygons for Characterizing the Shape of a Set of Points in the Plane // *Pattern Recognition*. – 2008. – Vol. 41. – P. 3224–3236.

10. Galton A., Duckham M. What Is the Region Occupied by a Set of Points? // *Geographic Information Science: Proc. of the 4th Intern. Conf.* – 2006. – P. 81–98.

11. Park J.-S., Oh S.-J. A New Concave Hull Algorithm and Concaveness Measure for n-dimensional Datasets // *Journal of Information Science and Engineering*. – 2012. – No. 28. – P. 587–600.

12. Galton A., Duckham M. What Is the Region Occupied by a Set of Points? // *Geographic Information Science: Proc. of the 4th Intern. Conf.* – 2006. – P. 81–98.

A. N. Solovyova, Senior Lecturer, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Construction of polygons representing the boundaries of textural regions of an aerospace image

The article describes an algorithm for the construction of a polygon representing the boundary of a set of vector objects and its application to the description of the shape of textural regions in the task of aerospace image interpretation.

Keywords: object shape analysis, image description, aerospace image interpretation.

Получено: 02.10.14