

# Сегментация растровых изображений земной поверхности в задаче детализации векторных карт

Паркалов А.В.

Кафедра интеллектуальных информационных технологий  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь  
e-mail: a.parkalov@gmail.com

**Аннотация**—В связи с широким использованием в современных навигационных системах векторных карт, возникает проблема поддержания их в актуальном состоянии. В данной работе рассматриваются методы сегментации, позволяющие повысить степень автоматизации процесса векторизации изображений. Выделены предпосылки для использования семантических сетей при классификации сегментов и хранении данных об объектах

**Ключевые слова:** геоинформационные системы; сегментация; векторизация; семантические сети; нейронные сети

## I. ВВЕДЕНИЕ

Основными факторами, обуславливающими широкое использование векторных карт в навигационных системах, являются меньший размер векторного представления картографической информации и возможность масштабирования и изменения формы представления объектов, что облегчает анализ карты конечным пользователем. Главным недостатком векторной формы представления является высокая трудоемкость и низкая автоматизация процесса векторизации.

Зачастую для облегчения труда векторизируются топографические планы местности, составленные по данным геодезической разведки. Такие автоматизированные и автоматические системы существуют [1], однако с момента получения первичных данных до построения векторной карты может пройти достаточно большое время и такая карта устареет раньше ее создания. С другой стороны, на сегодняшний день существующие векторные карты покрывают большую часть поверхности Земли, поэтому правильнее говорить не о задаче построения векторной карты, а о задаче детализации и актуализации уже существующих векторных карт местности.

Основными этапами векторизации являются выделение объектов и их границ на растровых изображениях и классификация найденных объектов.

Задача разбиения изображения на однородные области является по своей природе некорректной, так как далеко не всегда задача сегментации имеет единственное решение. По той же причине нет и объективного критерия оценки качества разбиения изображения.

Качество работы метода оценивается в зависимости от того, насколько полученная

сегментация обладает набором определенных свойств, как например [2]:

- однородность регионов (однородность цвета или текстуры);
- непохожесть соседних регионов;
- гладкость границы региона;
- маленькое количество мелких «дырок» внутри региона.

Задача распознавания объектов на растровых изображениях земной поверхности состоит в поиске участков изображения, отличающихся своими атрибутами и представляющих собой некоторые объекты геоинформационных систем, определения их границ, отнесении их к тому или иному классу объектов. В том случае, если векторная карта заданного участка местности уже существует, поиск в окрестности местоположения известного объекта позволит уточнить координаты и атрибуты объекта.

Вывод, сделанный в работе [3] дает основания предполагать, что повышение качества сегментации и распознавания объектов может быть достигнуто путем объединения этапов сегментации изображений и классификации сегментов. Большинство алгоритмов сегментации изображений работает с изображением на низком уровне, использует один или несколько критериев оценки принадлежности соседних пикселей одной и той же области, например, градиент яркости, и не может выполнять классификацию получаемых сегментов, а потому их следует дополнить методами, основанными на классификации фрагментов изображения.

## II. МЕТОДЫ СЕГМЕНТАЦИИ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В работе совместно используются метод выделения границ Канни и кластеризация методом нормализованных разрезов для первичной сегментации изображения. Метод нормализованных разрезов позволяет получить заранее заданное количество сегментов изображения. Его достоинством является замкнутость границ между сегментами, однако он менее чувствителен к нечетким границам объектов, что характерно для спутниковых и авиационных снимков земной поверхности. Применение детектора Канни для разделения сегментов, полученных методом нормализованных разрезов, позволяет улучшить качество сегментации в случае слабо выраженных и близко расположенных границ объектов, например, границ узкой дороги в лесном массиве. В случае ярко выраженной границы результат работы детектора Канни совпадает с

границами между сегментами, полученными методом нормализованных разрезов.

Для объединения сегментов в регионы и первичной классификации используется многослойная нейронная сеть с обратным распространением ошибки. В качестве обучающей выборки было использовано классифицированное вручную изображение земной поверхности с 4 типами рельефа. Изображение приведено к оттенкам серого. Входной слой нейронной сети состоит из 256 нейронов, первый внутренний слой состоит из 12 нейронов, второй - из 4 нейронов (сигмоидальная функция активации), выходной слой состоит из 4 нейронов с линейной функцией активации. Результатом является максимальное значение выходного слоя сети. В качестве первичной классификации были приняты следующие типы рельефа: лесной покров, травяной покров, здания и сооружения, дороги [4].

На рисунках 1 и 2 приведены фрагменты исходного изображения и результата работы алгоритмов сегментации. Черными жирными линиями отмечен результат работы метода нормализованных разрезов, тонкими красными – детектора Канни. Цветами от светлого к темному отмечены соответствующие типы рельефа, полученные в результате работы нейронной сети.



Рис. 1. Фрагмент исходного изображения

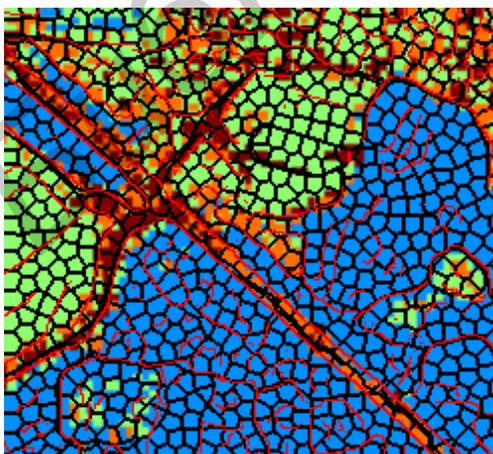


Рис. 2. Фрагмент выходного изображения

### III. Выводы

Основными недостатками детектора Канни являются незамкнутость выделяемых контуров и выделение перепадов теней, бликов, оттенков растительности в качестве границ. Алгоритм нормализованных разрезов лишен этого недостатка. В свою очередь, низкая чувствительность алгоритма к тонким протяженным объектам компенсируется градиентным методом – в этом случае выход алгоритма Канни можно использовать для разбиения кластеров на подкластеры. Важно отметить, что наиболее сильные границы, выделяемые детектором Канни, располагаются на границах кластеров, и это свойство можно использовать в качестве критерия для выставления порогов градиентного алгоритма, тем самым повышая качество выделения информативных границ на изображении.

Многослойная нелинейная нейронная сеть показала себя склонной к переобучению, большинство ошибок сети связано с выделением густой тени на краю лесных массивов в класс «техногенный рельеф».

Совместное использование методов выделения границ Канни и метода нормализованных разрезов позволяет повысить качество сегментации изображения и степень автоматизации процесса векторизации, так как границы существующих объектов с большой долей вероятности лежат на границах полученных сегментов. Однако эффективность использованных методов не позволяет построить автоматическую систему векторизации растровых изображений. В то же время, знание априорной информации о классифицируемом объекте часто позволяет уточнить неопределенный результат классификации. Применение семантических технологий позволит повысить качество сегментации изображений. Представление векторной карты в виде семантической сети имеет следующие преимущества:

- определение для такой сети атрибутов узлов и набора отношений позволит произвести объединение сегментов, принадлежащих одному объекту;
- использование семантической сети в качестве хранилища данных позволит осуществлять интеграцию данных унифицированным способом [5];
- использование накопленных знаний позволит на этапе обучения нейронной сети повысить репрезентативность обучающей выборки и, тем самым, увеличить эффективность обучения нейронной сети.

- [1] Самардак, А.С. Геоинформационные системы: Учебное пособие. / А.С. Самардак. Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, 2005. - 123 с.
- [2] Haralick, R. M. Image segmentation techniques. / R. M. Haralick, L. G. Shapiro // Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol 29, No 1, 1985.
- [3] Skarbek, W. Colour image segmentation: a survey [Электронный ресурс] / W. Skarbek, A. Koschan. - 1994. Режим доступа: [imaging.utk.edu/~koschan/paper/coseg.pdf](http://imaging.utk.edu/~koschan/paper/coseg.pdf).
- [4] Паркалов, А.В. Сегментация растровых изображений земной поверхности. / А.В. Паркалов. Информационные технологии и управление: Материалы 48-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2012 г. - с. 70.
- [5] Самодумкин, С.А. Семантическая технология компонентного проектирования интеллектуальных геоинформационных систем. / С.А. Самодумкин [и др.] // Материалы международной научно-технической конференции OSTIS-2011, 505-514 стр.