

Шарковский Вячеслав Викторович

аспирант, программист

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

г. Курск, Курская область

**ДЕШИФРИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
НА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНТУРНОГО АНАЛИЗА**

Аннотация: данная статья посвящена анализу методов распознавания антропогенных объектов на аэрокосмических изображениях. Автором рассмотрены основные методы распознавания и установлено, что метод, основанный на контурном анализе, является наилучшим для решения задачи распознавания антропогенных объектов на аэрокосмических изображениях.

Ключевые слова: аэрокосмические изображения, распознавание, контурный анализ, дешифрирование.

В направлении ГИС для возможности автоматической векторизации карт одним из основных шагов является распознавание (дeшифрирование) антропогенных объектов на растровом изображении. К таким объектам относятся различные строения, сооружения, автомобили, самолёты и т. д. Распознавание затрудняют различные условия съемки, такие как:

1. Угол съемки местности. При перпендикулярном поверхности угле съемки, на плоскость датчика проецируются правильные формы объектов. Но если снимок сделан под углом, не ортогональным поверхности, спроектируются искаженные формы объекта, что затруднит распознавание.

2. Облачность на изображении. Облака могут перекрыть часть объекта, что затруднит его распознавание или вовсе сделает его непригодным к распознаванию.

3. Перекрытие объектов на местности. Из-за частичной видимости объекта не достигается требуемая точность сопоставления с эталонами, что затрудняет распознавание.

В процессе распознавания выделяют несколько этапов:

- 1) предварительная обработка изображения [8];
- 2) формирование признаков для сегментации [2];
- 3) сегментация изображения [3];
- 4) формирование признаков для распознавания;
- 5) распознавание объекта.

Для распознавания антропогенных объектов требуется учитывать различные их признаки: углы поворота, в зависимости от качества снимка размеры, цвет, текстура, соотношение длины к ширине и т. д. Однако, данные свойства для одного объекта будут разными между двумя снимками. Рассмотрим основные методы распознавания на основе различных признаков подробнее.

Метод сравнения совпадений с шаблонами основан на поиске соответствий между двумя изображения одинакового размера [4]. Изображения переводят в оттенки серого, чтобы хранить набор яркостей только одного канала. Затем значение яркости каждого пикселя сравнивается с соответствующему ему значению в шаблоне. Каждое совпадение инкрементирует некое значение. Если оно преодолеет некий порог, считается, что это изображение схоже с данным шаблоном. Данное сравнение имеет довольно низкое качество распознавание, но также имеет высокую скорость и простоту реализации. Данный метод можно рассматривать в качестве первых фильтров для отсеивания ненужных кандидатов. Недостатком также стоит считать необходимую базу шаблонов для сравнения с различными поворотами, наклонами, масштабом и т. д.

Достоинствами данного метода являются его простота реализации и скорость выполнения. К недостаткам можно отнести необходимость работы с участками изображения одного размера, необходимость приводить исходное изображение к требуемому размеру (в следствие чего возможна потеря качества как изображения, так и уровня распознавания) и отсутствие возможности поворота изображения или одного из шаблонов.

Метод проецирования гистограммы широко используется для отделения объектов [5]. Также данный метод позволяет определить, повернут ли объект или

нет. Данный метод невосприимчив к масштабированию, так как используется значение, полученное делением суммы яркостей пикселей в линии (горизонтальной или вертикальной) на общее количество пикселей в линии. Стоит отметить, что проецирование гистограммы очень чувствительно к повороту, и определенным углам, которые могут меняться в случае поворота исходного аэрокосмического изображения.

Достоинствами являются: относительная простота реализации, невосприимчивость к масштабированию изображения, скорость обработки, возможность хранения шаблонов в виде набора значений.

К недостаткам можно отнести: чувствительность к повороту. если исходное изображение будет повернуто относительно кандидата на некоторый угол, гистограммы могут сильно отличаться, отсутствие возможности динамически изменить текущий размер шаблонов, относительно низкая точность сопоставления.

Метод структурного сравнения заключается в следующем: из растрового отображения объекта выделяются геометрические примитивы [6]. Каждая геометрическая составляющая записывается под своим порядковым номером, чтобы сохранить структуру объекта. На основе структурных элементов строится граф, чем больше вершин графа, которые отвечают за структурные элементы, совпадают, тем точнее определяется, какой именно объект распознается. Достоинства данного метода следующие: высокое качество сопоставления, относительно быстрое сопоставление, инвариантность к масштабу и наклону при сохранении порядка следования структуры объекта. К недостаткам относятся необходимость ручного выделения структурных составляющих и относительная сложность хранения и сопоставления.

Метод распознавания на основе нейронной сети [7]. В основе метода лежит нейронная сеть, состоящая из нескольких скрытых слоев, каждый из которых содержит определенное количество нейронов [6]. На практике применяется сеть, на вход которой подается одномерный массив, представляющий изображение или участок изображения. Под нейроном понимается функция от входных сигналов. У нейрона существует множество входов, каждый из которых имеет некий

вес, и единственный выход. Каждая связь между нейронами и веса связей корректируются в процессе обучения, которое происходит перед использованием сети. Для качественного обучения желательна большая выборка эталонов. Пример нейронной сети представлен на рисунке 1.

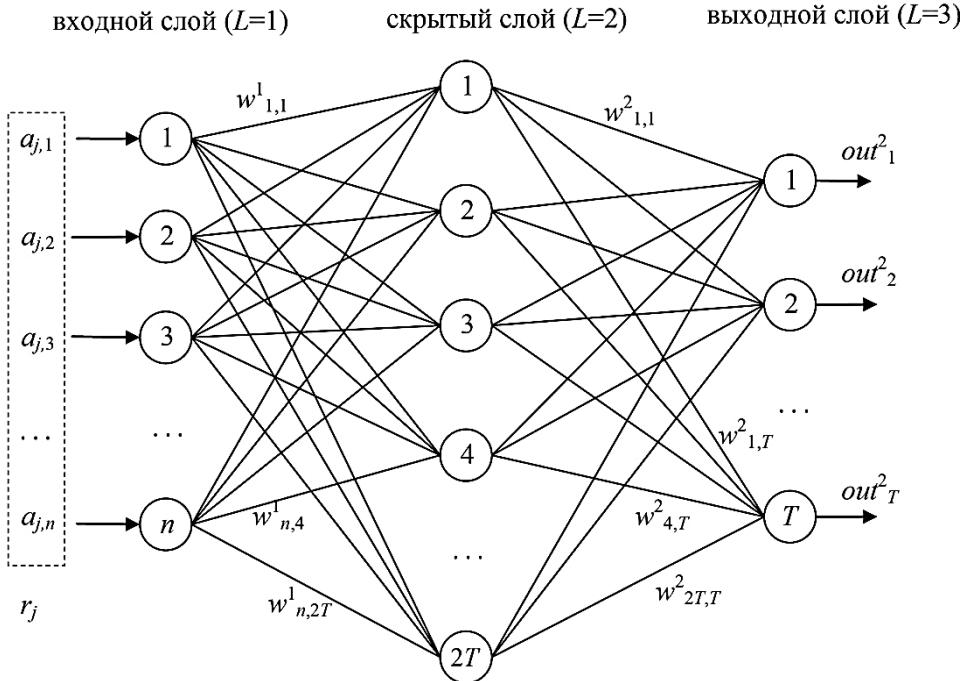


Рис. 1. Пример нейронной сети

К достоинствам относятся: высокое качество распознавания, но к недостаткам относятся: строго заданный размер входного изображения, под который требуется привести исходное, вследствие чего качество может ухудшиться. Чувствительность к повороту исходного изображения. Трудность к увеличению количества распознаваемых объектов.

Рассмотрим теперь контур объекта подробнее. Контур объекта обходится по или против часовой стрелки и каждое смещение пикселя относительно предыдущего кодируется специальным кодом. Существуют различные варианты кодирования, например, цепной код Фримена. Каждое кодированное смещение называется элементарным вектором, а набор таких векторов называют вектор-контуром. Вектор-контур хранит кодированный контур объекта, начиная от некоторой старовой точки. При повороте объекта на изображении, контур сохранит набор эле-

ментарных векторов, лишь сместится начальная точка. Если же размер кодируемого объекта будет больше или меньше, чем у эталона, то требуется всего лишь произвести билинейную интерполяцию.

Данный метод описания контура позволяет сравнивать объекты различного размера и угла поворота. Для сравнения двух вектор-контуров используется НСП [1] (нормированное скалярное произведение), которое принимает значения от 0 до 1. Значение близко к нулю сообщает нам, что сравниваемые вектор-контуры не соответствуют друг другу и наоборот, чем ближе значение к единице, тем больше сравниваемые вектор-контуры схожи (значение НСП будет равно единице, если будут сравниваться вектор-контур сам с собой). Благодаря набору элементарных векторов, поворот объекта является смещением начального элементарного вектора на некоторое количество. Изменение размера объекта сопровождается умножением вектор-контура на соответствующий коэффициент.

Взаимокорреляционная функция двух контуров – показывает похожесть двух контуров, сдвигая начальную точку сравниваемого контура, вычисляется по формуле (1):

$$\tau(m) = (\Gamma, N^{(m)}), m = 0, 1, \dots, k - 1 \quad (1)$$

Стоит отметить, что сдвиг на m позиций возвращается к исходному контуру. Значит ВКФ является периодической с периодом k . Значит достаточно использовать значения от 0 до $k - 1$. Достоинствами метода контурного анализа являются его инвариантность к повороту и масштабу, высокие качество и скорость распознавания. К недостаткам стоит отнести невозможность распознавания частично видимого контура объекта.

Для решения задачи дешифрирования антропогенных объектов на аэрокосмических изображениях, метод контурного анализа превосходит по скорости и требует минимальных временных затрат на накопление эталонов в отличие от нейронной сети, которой требуется время на обучение. Данный метод инвариантен к масштабу и повороту по сравнению с методами, рассмотренными в статье

Также данный метод не требует аппаратного обеспечения. Данный метод требует доработки для распознавания частично видимых объектов.

Список литературы

1. Введение в контурный анализ и его приложения к обработке изображений и сигналов / Я.А. Фурман [и др.] / Под ред. Я.А. Фурмана. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 592 с.
2. Dorin Comaniciu. Mean Shift: A Robust Approach Toward Feature Space Analysis // IEEE Trans. Pattern Analysis And Machine Intelligence. – Vol. 24. – №5. – Р. 603–619.
3. Cheng Y. Mean Shift, Mode Seeking, and Clustering // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. – Vol. 17. – № 8. – Р. 790–799.
4. Line Eikvil. OCR Optical Character Recognition. – Dec. 1993.
5. Principals of Intelligent Character Recognition. – Top Image Systems Ltd., 2001.
6. Department of Informatics // Features extraction methods for character recognition. – July, 1995.
7. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
8. Сойфер В.А. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.