

УДК 004

ОБЗОР МЕТОДОВ ВЕКТОРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Степура Л.В., Дёмин А.Ю.

Научный руководитель: Дёмин А.Ю., к.т.н., доцент кафедры ИПС ИК ТПУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: blueberry7251@gmail.com

This article describes the basic principles vectorization of image and gives basic definitions of such area. There is an overview of existing algorithms of vectorization.

Key words: *vectorization of image, raster to vector, bitmap image, vector image.*

Ключевые слова: *векторизация изображения, преобразование растрового изображения в векторное, растровое изображение, векторное изображение.*

Под векторизацией изображения понимается процесс преобразования из растрового вида информации в векторную модель представления. Векторное представление, в данном случае предполагается набор кривых – векторов и совокупность различных набора кривых, которые однозначно описывают изображение.

В настоящее время разработано множество алгоритмов перевода изображений в векторную форму. Одним из основных (классических) методов является распознавание на основе эталонных изображений, но этот метод больше подходит под распознавание текстов. Для векторизации изображений необходимы более сложные методы.

Все существующие методы векторизации изображения разделены на три этапа. На первом этапе происходит сегментация – разбиение исходного изображения на несколько фрагментов, каждый из которого включает объекты только одного класса, то есть линии, текст и так далее. На втором этапе происходит процесс векторизации. В результате этого получается модель раstra, состоящая из соединённых друг с другом точек, которая моделирует границы и линии площадных объектов изображения. На конечном, третьем этапе, происходит обработка результатов полученного изображения с целью повышения качества итогового векторного изображения.

Основные различия алгоритмов заключаются во втором этапе векторизации – процессе векторизации. Здесь происходит выделение осевых линий. В [3] автор выделяет пять основных и две дополнительные группы алгоритмов:

Основанные на утоньшении линий. В других источниках данный метод известен как алгоритм приведения к центральной оси или скелетизация. Скелет (по Пфлацу и Розенфельду) – множество всех точек – центров окружностей, помещенных внутри объекта и имеющих максимально возможные радиусы.

Существует несколько алгоритмов, реализующих нахождение скелета. Алгоритмы, основанные на стирании слоев, решают задачу путем итеративного стирания пикселей на границе объекта до получения линии одинарной толщины, ибо путем нахождения границ объекта, аппроксимации их ломаными, которые затем рассматриваются как фронт распространения «внутри объекта» плоской волны. Также существуют неитеративные методы построения скелета, которые основываются на определении скелета Пфлаца и Розендольфа, которые определяют его как множество центров максимальных кругов, помещенных внутри объекта.

Основанные на сопоставлении контуров. В данном методе предполагается, что изображение содержит в основном прямые линии. Производится аппроксимация отрезками границ между объектами. После этого для каждого отрезка производится попытка нахождения другого параллельного ему отрезка, ограничивающего область такого же цвета, который находится на расстоянии меньше максимальной ширины линии. После нахождения двух сторон линии, построение осевой линии будет простейшей задачей.

Основанные на графах объектных штрихов. В данном методе предполагается, что на основе последовательного просмотра изображения и анализа последовательностей объектных пикселей в столбцах и строках растра построить компактное топологическое векторное представление растрового изображения.

Для реализации данного алгоритма было введено понятие штриха как последовательности объектных пикселей, которые расположены последовательно в одной строке или в одном столбце, ограниченными с обеих сторон фоновыми пикселями. Номер столбца, в котором расположен вертикальный штрих или номер строки, у которой есть горизонтальный штрих, называется ортогональной координатой штриха. После нахождения всех объектных штрихов, происходит поиск объектных ребер, которые рассматриваются в качестве последовательностей смежных штрихов. Найденные объектные ребра приводятся к линиям одинаковой толщины.

Основанные на разбиении изображения регулярной сеткой. В данном методе предполагается, что все изображение покрывается регулярной сеткой и анализируются лишь пиксели растра на пересечении с линиями сетки. Содержимое ячейки сетки ставится по конфигурации данных пересечений с участием предопределенного множества шаблонов. Оставшиеся не определенные ячейки будут обработаны алгоритмом скелетизации или дальнейшим рекурсивным делением.

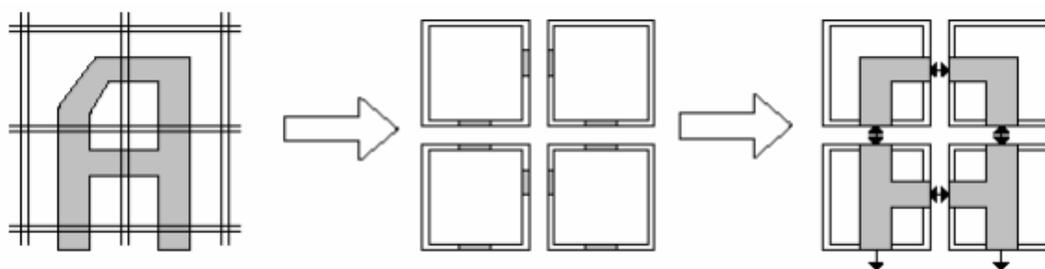


Рис. 1. Исходное изображение, разбиение его на квадраты и замена квадратов шаблонами

Основанные на разреженном просмотре растра. В данном алгоритме происходит обработка только объектных пикселей, которые необходимы для построения корректной векторной модели изображения. Это реализуется с помощью МИС-алгоритма, по-другому алгоритм «максимально вписанных окружностей» (прямая линия рассматривается как прямоугольник, у которого имеются определенные свойства, на которых и основывается метод. Алгоритм ищет пиксели, которые являются центрами вписанных окружностей, но только таких что границы окружности касаются трех сторон прямоугольника. После того, как центр был найден, находятся две диаметрально противоположные точки касания окружности с фоном, определяется толщина линии, как длина отрезка, соединяющего эти точки. Затем ищем начало и конец сегмента как максимально удаленные точки от найденного центра вписанной окружности) и OZZ-алгоритма (восстанавливает среднюю линию объекта следуя траектории пучка света, который отражается от внутренних границ и перемещающийся вдоль данного объекта. В результате, средняя линия будет восстановлена в виде ломанной с узлами на середине траектории пучка между отражениями).

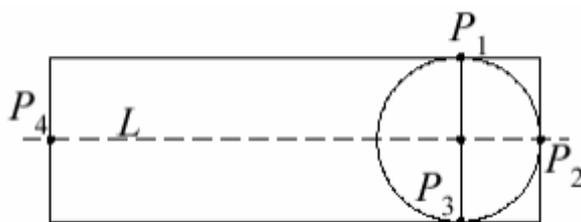


Рис. 2. MIC-алгоритм

Дополнительные:

Основанные на преобразованиях Хафа. Назначение преобразования Хафа состоит в том, чтобы выделить на изображении группы точек, которые образуют те или иные геометрические фигуры (окружности, прямые, эллипсы и др.), и найти параметры данных объектов. Различают три алгоритма преобразования Хафа: для нахождения прямых линий, для нахождения окружностей и обобщенное преобразование (с помощью него можно искать фигуры произвольной формы).

Основанные на аппроксимации объектов растра площадными геометрическими фигурами. В данном алгоритме все объекты, изображенные на исходном растре, аппроксимируются наборами многоугольников, имеющих простую геометрическую структуру: квадратами, трапециями, прямоугольниками и т. п. после этого в зависимости от характеристик построенных многоугольников, часть из них полагается аппроксимирующей площадные объекты, а оставшиеся части – линейные. Так как многоугольники имеют простую структуру, то достаточно построить векторные модели границ площадных объектов и осевых линий линейных объектов.

Сравнительное изучение вышеописанных алгоритмов позволило сделать вывод о том, что методы скелетизации являются наиболее универсальными способами получения осевых линий, в отличие от методов сопоставления контуров, разбиение изображения регулярной сеткой, разреженного просмотра растра, а так же методах основанных на графах объектных штрихов, так как позволяют без специальных ухищрений получать осевые линии не только прямых линий, но и произвольных линейчатых растров. Но так же у данного алгоритма есть минусы: достаточно большая трудоёмкость и ориентированность на бинарные растры, и что в результате сегментации получают две векторные модели, которые нуждаются в процессе совмещения. Для преодоления данных недостатков был разработан алгоритм векторной скелетизации, которые позволяет одновременно классифицировать объекты на линейные и площадные и получать единую векторную модель, которая не требует дополнительных усилий по «сшивке» объектов.

Список литературы

1. Розенфельд А. Распознавание и обработка изображений с помощью вычислительных машин: пер. с англ. – М.: Мир, 1972. – 230 с.
2. Yali A. 2D Object Detection and Recognition Models / A. Yali // The MIT Press Cambridge, Massachusetts London. 2002. – 325 p.
3. Новиков Ю.Л. Эффективные алгоритмы векторизации растровых изображений и их реализация в геоинформационной системе. Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. – Томск: Томский гос. кн-т. – 2002.
4. Абламейко С.В. Метод выделения средней линии объектов бинарных изображений // Автоматизация процессов проектирования. – Минск: ИТК АН БССР, 1982. – Вып. 4. – С. 128–133.