

ОБЗОР МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ OVERVIEW OF METHODS FOR SELECTING CONTOURS IN IMAGES

А. А. Ханова¹, М. И. Озерова¹

¹*Владимирский государственный университет, Владимир, Россия*

A. A. Khanova¹, M. I. Ozerova¹

¹*Vladimir State University, Vladimir, Russia*

Аннотация – целью данной статьи является обзор алгоритмов выделения границ на изображениях. Алгоритмы выделения контуров на изображении играют не последнюю роль при распознавании объектов на изображениях. В данной статье будут рассмотрены алгоритмы фильтрации, такие как детектор границ Кэнни, оператор Собеля, векторный оператор Лапласа, оператор Прюитт, перекрестный оператор Робертса. Также будет произведен сравнительный анализ по выбранным критериям. В заключении сделан вывод по рассмотренному материалу, а также выделен самый оптимальный алгоритм.

Ключевые слова – компьютерное зрение, алгоритмы, выделение контура, градиент, сегментация.

I. ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в связи с возросшей популярностью компьютерного зрения стоит вопрос обработки цифровых изображений, а именно сегментация. Роль сегментации – это выделение на изображении областей с определенными свойствами. Сегментация является сложным процессом в обработке и анализе изображений, т.к. зачастую на изображениях присутствуют шумы, искажения, текстурные области, схожие с областями, принадлежащими исследуемому объекту. Все это затрудняет процесс распознавания объектов, поэтому при сегментировании используют алгоритмы обнаружения границ. Рассмотрим наиболее популярные алгоритмы выделения границ на изображениях.

II. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ

1. Детектор границ Кэнни

В начале алгоритма применяется первая производная Гауссиана для уменьшения чувствительности алгоритма к шуму. После сглаживания на контуре границ изображения остаются только точки максимума градиента. Детектор Кэнни использует четыре фильтра для выявления горизонтальных, вертикальных и диагональных границ для того, чтобы удалять точки именно рядом с границей и не разрывать саму границу вблизи локальных максимумов градиента. Далее с помощью двух порогов происходит удаление слабых границ. В итоге алгоритма при определении границ происходит подавление краев, которые не связаны с сильными границами.

2. Оператор Собеля

Данный оператор базируется на приближении значений градиента яркости изображения. Он вычисляет градиент яркости в каждой точке на изображении, тем самым находит величину изменения яркости и ее направление. Результат показывает изменения яркости изображения в каждой точке, т.е. вероятность нахождения точки на границы, а также ориентацию.

Можно сказать, что результат оператора в точке, которая находится в постоянной яркости – это нулевой вектор. А точки, находящиеся в границе с различной яркостью – это вектор, который пересекает границу в направлении возрастания яркости.

Оператор Собеля использует фильтрацию изображения на основе свертки по горизонтали и вертикали, поэтому он легко вычисляется. Оператор использует матрицу 3×3 , благодаря которым свертывают исходное изображение для дальнейшего вычисления приближенных производных по горизонтальным и вертикальным направлениям.

3. Векторный оператор Лапласа

Алгоритм Лапласа основан на поиске нулей. Он использует производные второго порядка. В отличие от алгоритмов, использующих градиентный подход для выделения границ. Лапласиан является скалярной функцией. Он находит применение для выделения границ следующим образом, лапласиан принимает максимальное значение на участках «перегибов» функции яркости.

Из минусов данного алгоритма следует указать раздваивание границ, если она недостаточно резкая, т.е. имеются участки постоянного наклона. В этом случае поможет специальная обработка для устранения раздваивания линий.

4. Оператор Прюитт

Данный алгоритм работает по принципу определения максимального отклика на множестве используемой матрицы для обнаружения локальной ориентации границ в каждом пикселе.

Для этого используются различные матрицы. Из одной матрицы можно получить восемь, переставляя ее коэффициенты.

Максимальное значение каждого пикселя – это пиксель в полученном изображении. Его значения могут быть в границах от 1 до 8, в зависимости от того, какая матрица дала наибольший результат.

Этот метод еще называют подстановкой шаблонов границ. Изображению сопоставляется набор шаблонов, каждый из которых показывает расположение границ. Тогда расположение границы в пикселе формируется шаблоном, который больше всех соответствует близлежащему в окрестности пикселю.

5. Перекрестный оператор Робертса

Является одним из первых алгоритмов выделения границ. В данном методе используется суммарный вектор из двух диагональных векторов. Данный вектор показывает наибольшую разницу градиентов между охваченными точками. А направление данного вектора будет указывать наибольшую величину перепада между точками.

Оператор Робертса чаще всего используют благодаря его быстрым вычислениям, но по качеству он проигрывает альтернативным алгоритмам из-за чувствительности к шуму.

III. СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ

Из выполненного обзора существующих алгоритмов сегментации, можно сделать вывод, что они работают по-разному для различных задач. Требуется определить критерии сравнения работы данных алгоритмов. В задачах распознавания изображений важными критериями являются: точность, скорость работы алгоритма, наличие готовых решений и простота использования.

Далее по выбранным критериям был произведен сравнительный анализ рассмотренных ранее алгоритмов. Оценка производилась с использованием шкалы от 1 до 5. Сравнение представлено см. Табл. I.

ТАБЛИЦА 1

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Критерии	Оператор Кэнни	Оператор Собеля	Оператор Лапласа	Оператор Прюитт	Оператор Робертса
Скорость	5	2	3	2	5
Точность	3	4	3	3	2
Шумоподавление	5	5	4	5	1
Простота	4	3	1	3	2

применения					
Доступность (количество готовых решений)	4	4	4	1	3
Итого	21	18	15	14	13

IV. ВЫВОД

Методы, представленные в данной работе, оптимально подходят для выделения границ на изображениях в системах распознавания. Они позволяют решать широкий круг задач контурирования, которые необходимо применять в процессе сегментации изображения. Также следует отметить, что после проведенного сравнительного анализа можно сказать о наибольшей эффективности детектора границ Кэнни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. 2012.
2. Е. Петров, Е. Медведева, Н. Харина, Е. Курбатова. Методы и алгоритмы обработки цифровых изображений // Инфокоммуникационные технологии. 2011.
3. Т.С. Хуанг. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений / Т.С. Хуанг – М.:Книга по Требованию, 2012.
5. Алгоритмы выделения контуров изображений. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/114452/> (дата обращения: 01.01.2020).
6. Методы нахождения границ изображения. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/128753/> (дата обращения: 01.01.2020).
7. Детектор границ Канни. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/114589/> (дата обращения: 01.01.2020).