

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гильманов Тимур Аделевич

магистрант

Шлеймович Михаил Петрович

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ»
г. Казань, Республика Татарстан

МЕТОДЫ СЕГМЕНТАЦИИ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

Аннотация: в данной статье авторами представлен обзор методов сегментации. Рассмотрены пороговые методы, метод K -средних, метод минимального разреза графа.

Ключевые слова: дорожные знаки, сегментация, пороговое преобразование, метод K -средних, метод минимального разреза графа.

Сегментация изображения – это процесс разделения цифрового изображения на несколько сегментов (множество пикселей, также называемых суперпикселями). Цель сегментации заключается в упрощении и/или изменении представления изображения, чтобы его было проще и легче анализировать [1]. Сегментация в задаче распознавания дорожных знаков используется для выделения символов.

Исходными данными для каждого метода будет выделенная область интереса с этапа детектирования знака – регион интереса, дорожный знак представленный на рис. 1. Область имеет размерность 100x100 пикселей.



Рис. 1. Входное изображение

Метод пороговых преобразований. Одним из методов сегментации является метод пороговых преобразований. Сюда относятся пороговые методы, использующие как глобальные, так и адаптивные пороги.

Пороговое преобразование может рассматриваться как операция, при которой производится сравнение с функцией:

$$T = T(x, y, p(x, y), f), \tag{1}$$

где f – изображение,

$p(x, y)$ – локальная характеристика точки (x, y) изображения, например, средняя яркость в окрестности с центром в этой точке.

Изображение, получаемое в результате порогового преобразования, определяется следующим образом:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) > T, \\ 0, & f(x, y) \leq T \end{cases} \tag{2}$$

Пиксели, которым присвоено значение 1, соответствуют объектам, пиксели со значением 0 – фону. Результирующее изображение является двоичным [1]. Существует также адаптивное пороговое преобразование, которое рассматривает значение не в одном пикселе, а в окрестности пикселя. Рассмотрим использование адаптивного порогового преобразования на нашем примере. В нашем случае функция T будет не статичным порогом, а усредненным значением яркостей окрестности каждого пикселя. Для примера возьмем окрестность пикселя, равную 8 пикселям. Для работы самого алгоритма нам требуется только полутоновое изображение, поэтому входное трехканальное цветное изображение необходимо обесцветить, прежде чем начинать обработку. На рис.2 показано постепенная обработка изображения.

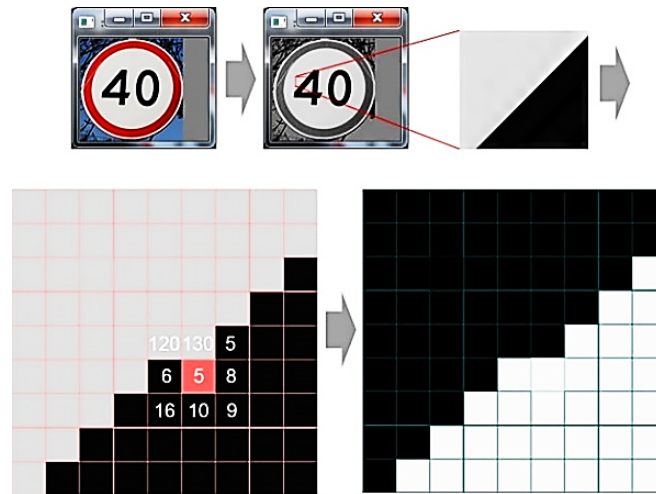


Рис. 2. Схематичный пример адаптивной пороговой сегментации

Приведем пример работы данного алгоритма адаптивного порогового преобразования к нескольким входным изображениям дорожного знака на рис. 3.



Рис. 3. Пороговое преобразование

Как видим на рисунке, изображение, сегментированное по данному методу, достаточно четкое. Символы знака четко выделены. Этот метод может быть использован вместе с дополнительными методами, например, контурным анализом, для нахождения самих символов без фона.

Метод кластеризации K-средних. Кластеризация в пространстве признаков заключается в выборе отображения набора входных данных в некоторое многомерное пространство признаков и последующее решение классической задачи кластеризации – разбиении выбранного пространства на классы, базируясь на плотности распределения в нем. Действие алгоритма таково, что он стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров этих кластеров. Это итеративный алгоритм, который делит данное множе-

ство пикселей на k кластеров точки, которых являются максимально приближенными к их центрам, а сама кластеризация происходит за счет смещения этих же центров [2].

В нашем случае количество кластеров заранее неизвестно, поэтому будем использовать экспериментальные значения. Число кластеров должно быть больше 2 и меньше 10. Более десятка кластеров дает усложнение алгоритма и к избыточности, поэтому в нашем случае достаточно использовать 2 кластера-результат работы будет похож на пороговое преобразование, так как будет всего два цвета(кластера). Приведем схематичный пример метода К-средних на экспериментальных данных на рис. 4. Для наглядности был выбран образец 3x3 пикселей, каждый пиксель имеет значение яркостей от 0 (черный)-255 (белый). Так как кластеров два, то центры классов выбраны для примера в разных углах синий и красный. Затем каждый пиксель относится к центроиду.

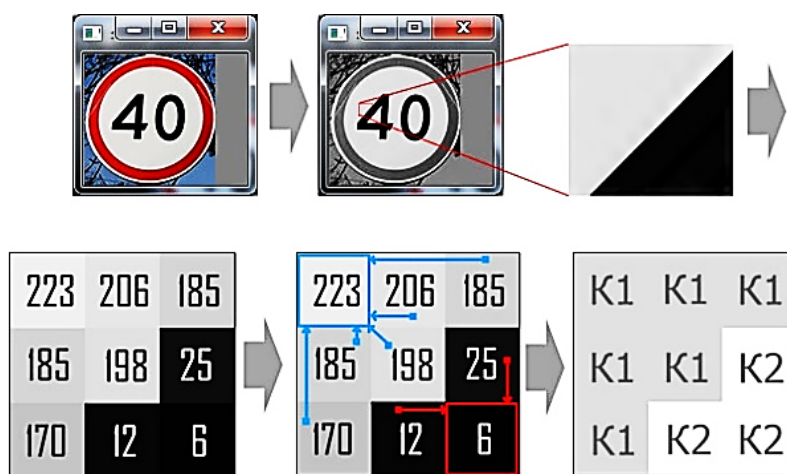


Рис. 4. Схематичный пример метода К-средних

Пример работы алгоритма К-средних представлен на рис. 5.



Рис. 5. Алгоритм К-средних

Как видно из рисунка изображение представлено в градациях серого, а именно разделилось на 2 оттенка серый и белый. Здесь изображение требует дополнительной обработки, как и в случае с пороговым преобразованием, а именно удаление фона.

Метод минимального разреза графа. Одним из эффективных методов сегментации и кластеризации является метод минимального разреза графа. В этом случае алгоритм трактует всё изображение как граф с вершинами-пикселями и дугами переходов между ними. Цена перехода определяется весовой функцией:

$$V_{p,q} = \exp\left(\frac{-\|C_p - C_q\|}{2\delta^2}\right) \cdot \frac{1}{\text{dist}(p,q)} \quad (3)$$

где C_p, C_q – цвета пикселей, δ – настраиваемый параметр, а $\text{dist}(p,q)$ – евклидово расстояние между пикселями [2]. Пользователь указывает несколько пикселей, принадлежащих объекту и несколько пикселей фона. Вершины графа, соответствующие пикселям объекта и фона, связываются соответственно с истоком и стоком ребрами с бесконечно большим весом. В полученном графе находится минимальный разрез (отсюда и название самого алгоритма), который делит граф на 2 части. Пиксели, попавшие в один подграф с истоком, считаются объектом, остальные пиксели признаются фоном. На рис. 6 приведен схематичный пример алгоритма разреза графа на экспериментальных данных.

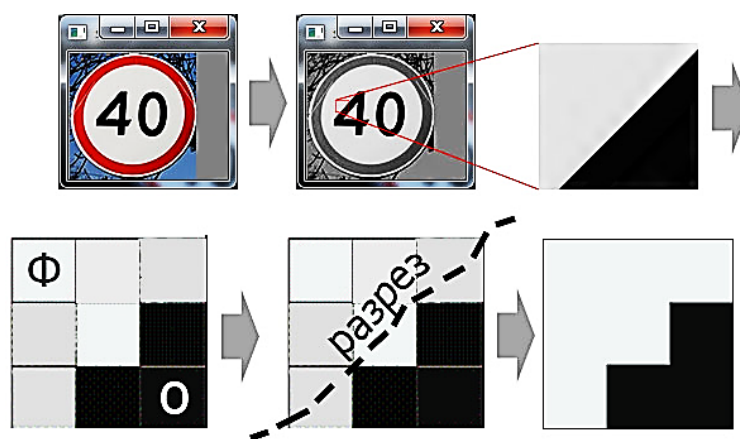


Рис. 6. Схематичный пример алгоритма минимального разреза графа

В нашей программе в качестве искомого объекта используется квадрат размерами 70x70, устанавливаемый в центр региона интереса. Символы выделяются с помощью этого метода. Однако выделяются только внешние очертания символа, внутренние области (отверстия символов), признаются компонентами символа. Приведем результат работы алгоритма на рис. 7



Рис. 7. Алгоритм минимального разреза графа

Вывод. Наиболее подходящим методом для сегментации символов становится адаптивная сегментация, так как она наиболее проста в вычислениях и имеет хорошее быстродействие, в отличие от метода К-средних, который является более ресурсозатратным. Метод минимального разреза графа требует дополнительных разработок по установлению рамки поиска символов, так как ее каждый раз нужно устанавливать по новой.

Список литературы

1. Лукьяница А.А. Цифровая обработка видеоизображений. – М.: Ай–Эс–Эс Пресс. – 2009. –518 с.
2. Путятин Е.П. Обработка изображений в робототехнике / Е.П. Путятин, С.И. Аверин. – М.: Машиностроение. – 1990. – 320 с.