

УДК 004.932.72'1

## Ключевые особенности алгоритма распознавания дорожной разметки

*Чистяков И.Ю., студент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Информационные системы и телекоммуникации»*

*Научный руководитель: Алфимцев А.Н., доцент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана  
[deviatkov@bmstu.ru](mailto:deviatkov@bmstu.ru)*

### Введение

Для безопасности движения транспортного средства и выполнения правил дорожного движения применяется алгоритм распознавания разметки дорожного полотна [1,2]. Для обеспечения этой цели используется машинное зрение [3]. В целом, в задачу системы машинного зрения входят получение цифрового изображения, обработка изображения с целью выделения значимой информации на изображении и математический анализ полученных данных для решения поставленных задач. Цель машинного зрения в данном применении - определение пространственного местоположения (местоположения автомобиля относительно центра проезжей части) и передача информации о положении и ориентации автомобиля в систему управления или контроллер.

### Описание алгоритма

В работе используется алгоритм распознавания дорожной разметки, в целом основанный на преобразовании Хафа для нахождения линий.

Преобразование Хафа — метод по извлечению элементов из изображения, используемый в анализе, обработке изображения и компьютерном видении.

При автоматизированном анализе цифровых изображений очень часто возникает проблема определения простых фигур, таких как прямые, круги или эллипсы. Во многих случаях используется алгоритм детектирования границ в качестве предобработки для получения точек, находящихся на кривой в изображении [4].

Пример применения детектора границ Кенни представлен на рис.1-2.



Рис. 1. Исходное изображение

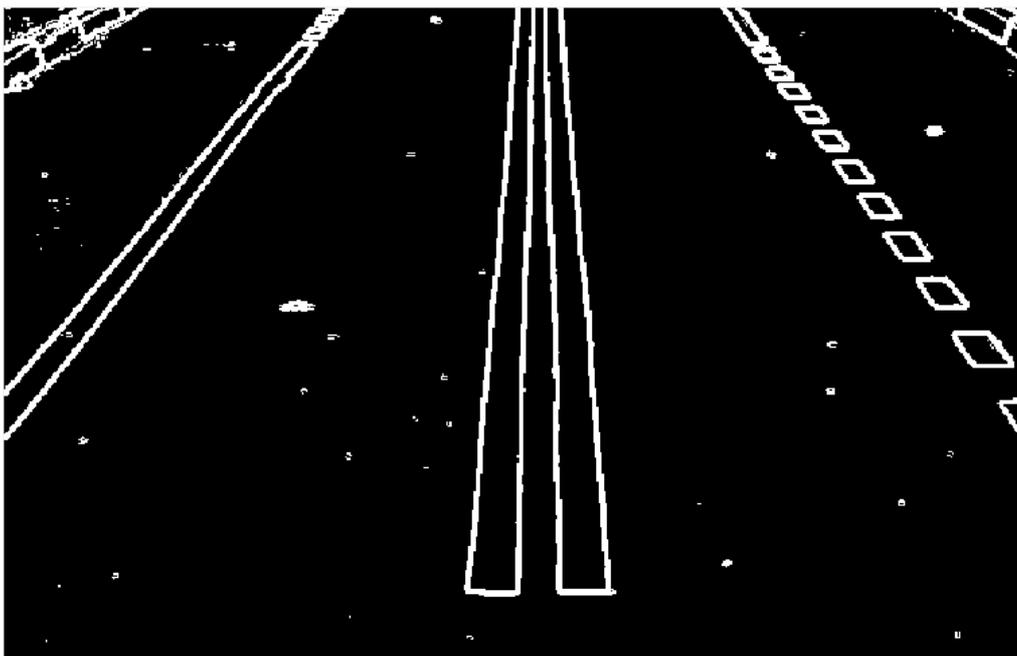


Рис. 2. Результат применения детектора границ

Входные данные алгоритма – изображение с видеорегистратора (в случае отсутствия камеры происходит обработка заранее записанного видео).

Видеопоток разбивается по кадрам и затем идет покадровая обработка.

Изображение захватывается и переводится в изображение в оттенках серого, на нем выделяется область интереса (в данном случае – нижняя часть изображения) для того, чтобы избежать нахождения большого количества ненужных нам линий.

К изображению применяется детектор границ Кенни, затем к полученному бинарному изображению применяется преобразование Хафа (рис.3-4).

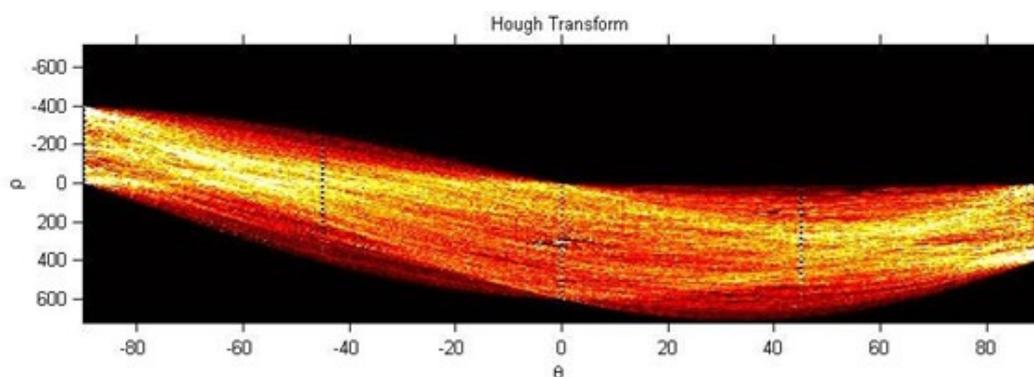


Рис. 3. Перевод изображения в пространство Хафа

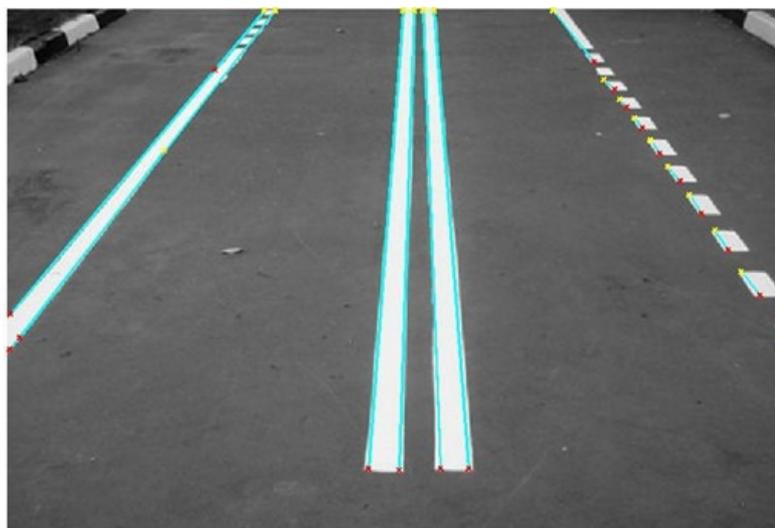


Рис. 4. Результат применения преобразования Хафа

Данный алгоритм относительно точно определяет линии разметки на прямых участках дороги и при хорошей видимости разметки. Для достижения лучшего результата следует провести дополнительную обработку изображения.

На каждом кадре определяется множество линий, которые нужно перевести в две, наиболее точно отображающих левую и правую линию разметки.

Первый шаг – разбиение всех линий на несколько частей и помещение получившихся точек в массив. Затем изображение кластеризуется (разбивается на некоторое количество малых прямоугольников) [3]. В случае нахождения в каждом прямоугольнике более одной точки ищется их центр масс, результирующим массивом точек будет массив центров масс.

На следующем шаге необходимо определить, какие точки определяют левую часть разметки, а какие – правую. Для начала можно определить правую часть разметки (порядок не принципиален).

В первую очередь ищется нижняя левая точка изображения (она определяется разрешением видеокамеры или размерами видеоизображения) и на каждом изображении ищется ближайшая к ней точка. Эта точка – начало правой линии. Затем определяются все остальные точки. При этом необходимо учитывать следующие условия:

1) Ордината следующей точки должна быть больше ординаты предыдущей точки

2) Минимальное расстояние между точками должно быть больше определенного малого значения (чтобы избежать распознавания двух точек, находящихся минимально близко друг от друга)

3) Угол между двумя точками должен быть меньше заданного калибровочного угла (чтобы избежать распознавания точек, абсолютно точно не относящихся к разметке)

Распознавание левой части разметки производится аналогичным способом, за исключением того, что нужно определить левую нижнюю точку, а не правую нижнюю.

Следующий шаг – построение средней линии разметки.

В некоторых случаях (при достаточном количестве точек на обеих линиях, при прямой дороге) средняя линия строится как среднее арифметическое абсцисс соответствующих точек левой и правой линий (результат показан на рис.5).



Рис. 5. Результат применения алгоритма

В случае отсутствия какой-то из линий (например, при крутом повороте камера не может снять левую линию разметки) распознанная линия отражается относительно центра экрана, при этом соблюдаются законы перспективы (рис.6). Средняя линия ищется аналогичным путем.



Рис. 6. Результат применения алгоритма при плохом распознавании левой части разметки

В процессе обработки видеозаписи алгоритмом допущены некоторые ошибки (рис.7). В данном случае это связано с тем, что левая линия разметки не распознается, а в массив точек правой линии включаются точки линий пересекаемой дороги.



Рис. 7. Погрешности распознавания

Количество ошибок составляет 3 на 750 кадров видео, следовательно, алгоритм можно назвать стабильным.

### **Выводы**

В данной работе разработан алгоритм распознавания дорожной разметки на основе преобразования Хафа. Алгоритм показал высокое быстродействие и высокое качество результатов (2% ошибок).

Тем не менее, алгоритм работает намного хуже при плохих погодных условиях и плохой видимости. Для исключения этих погрешностей следует проводить дополнительную обработку изображений.

Данный алгоритм может применяться в системах адаптивной помощи водителю (например, предупреждение о пересечении сплошной линии разметки). Также данный алгоритм в серьезной доработке может послужить основой для создания беспилотного автомобиля.

### **Список литературы**

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Москва: Техносфера, 2005. 1072 с.
2. Алфимцев А.Н., Лычков И.И. Метод обнаружения объекта в видеопотоке в реальном времени // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2011. Т. 17. № 1. С. 44-55.

3. Devyatkov V., Alfimtsev A. Optimal fuzzy aggregation of secondary attributes in recognition problems // В сборнике: 16th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, WSCG'2008 - In Co-operation with EUROGRAPHICS, Full Papers 2008. С. 33-39.
4. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. O'Reilly. 2008. 543 p.