

УДК 629.3.027.2

РАЗРАБОТКА АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

П. А. Красавин, к. т. н., доц. / В. И. Харитонов, к. т. н., проф. / В. В. Чернокозов, к. т. н., доц. / А. О. Смирнов, асп.
Университет машиностроения

По статистике ГИБДД, только за 2013 год в России произошло 204 068 ДТП, более 12 % которых связаны с выездом автомобиля на встречную полосу движения [1]. Одним из наиболее эффективных путей решения этой проблемы является создание и использование интеллектуальных автомобилей, минимизирующих влияние человеческого фактора на процесс управления автомобилем.

Современный мир компьютерных систем широко использует технологии машинного, или компьютерного, зрения. В частности, популярность приобретают решения, предназначенные для автомобилей, снижающие вероятность аварий и упрощающие процесс управления транспортным средством (ТС). Основной операцией в работе этих систем является распознавание дорожной разметки, поскольку существует тенденция к учащению случаев выезда водителей за разметку, что приводит к возникновению ДТП. Результатом интенсивной работы в данной области становится множество научных исследований, часть из которых запатентована в разных странах мира.

Система помощи движению по полосе (другие наименования: помощник движения по полосе, ассистент удержания полосы движения) помогает водителю придерживаться выбранной полосы движения и тем самым предотвращать аварийные ситуации. Система эффективна при движении по автомагистралям и обустроенным федеральным дорогам, то есть там, где имеется качественная дорожная разметка. Различают два вида систем помощи движению по полосе: пассивные и активные [2].

Пассивная система предупреждает водителя об отклонении от выбранной полосы движения.

Активная система, наряду с предупреждением, производит корректирующее вмешательство в работу рулевого управления.

В процессе функционирования активной системы помощи движению по полосе реализуются следующие основные функции:

- распознавание траектории (полосы) движения;
- визуальное информирование о работе системы;
- корректировка работы рулевого управления;
- предупреждение водителя.

При неблагоприятных условиях (отсутствии одной линии или всей разметки, загрязнённом или заснеженном дорожном полотне, узкой полосе движения, нестандартной разметке на ремонтируемых участках, повороте малого радиуса) система деактивируется.

Структурная схема системы измерения и управления автомобилем представлена на рис. 1. В системе (рис. 1) информация с датчиков поступает в блок усилителей (БУ), на выходе из которого получают унифицированные сигналы, которые с помощью коммутатора (К) по сигналам микроЭВМ поочередно обрабатываются АЦП. Цифровые коды с АЦП поступают в микроЭВМ, которая по разработанной программе формирует сигналы и отправляет их на микроконтроллер. В свою очередь, микроконтроллер, получая информационные сигналы с ЭВМ и датчиков, обрабатывает сигналы и отправляет управляющий сигнал на исполнительные устройства. Таким образом, данная система представляет собой систему управления с обратной связью (ОС).

Структурная схема подсистемы распознавания дорожной разметки представлена на рис. 2. Видеокамера передаёт видеоряд на ЭВМ, где он обрабатывается. На микроконтроллер поступают сигнал о состоянии переключателя сигнала поворота и сигнал от ЭВМ о положении автомобиля относительно

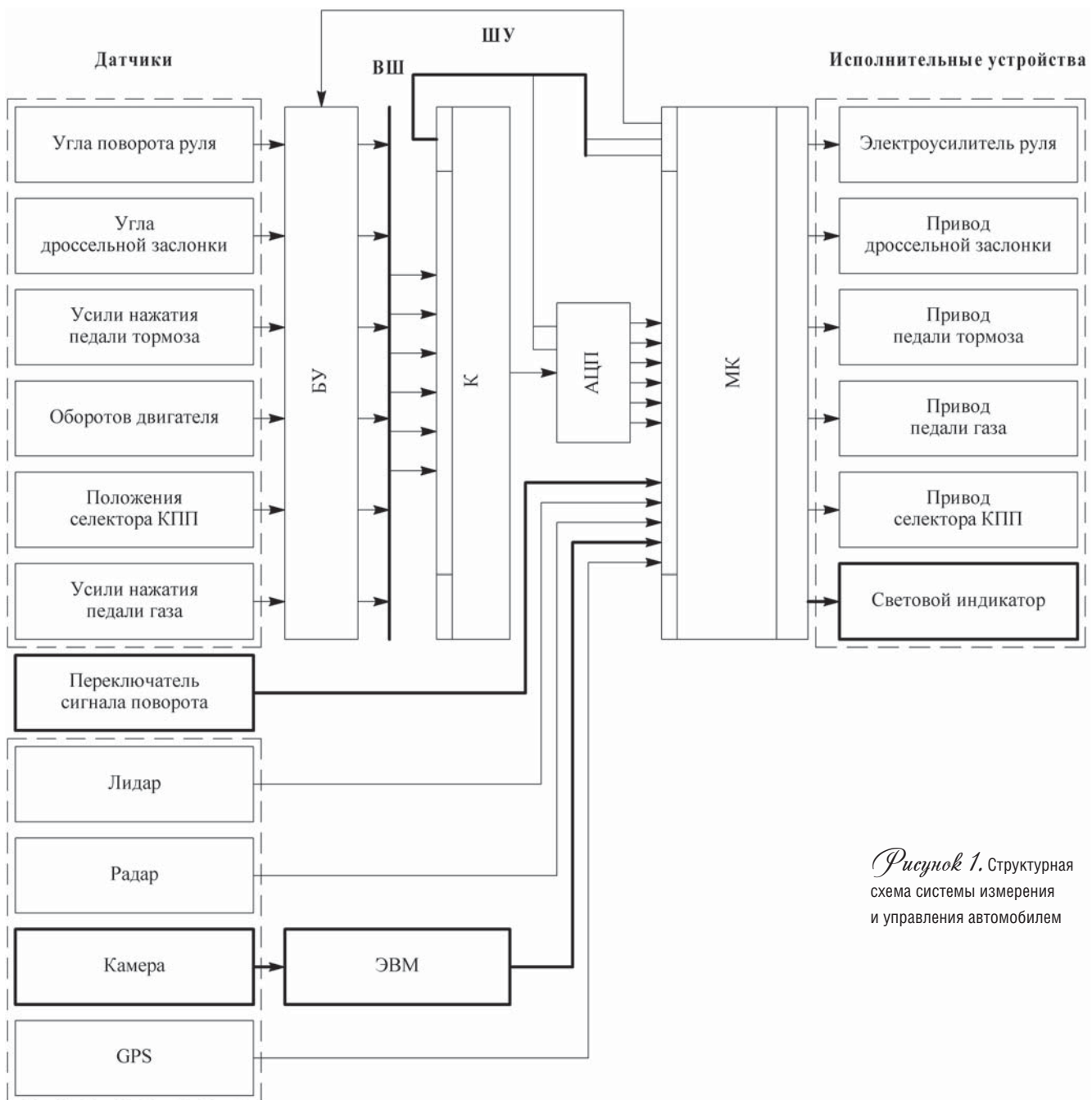


Рисунок 1. Структурная схема системы измерения и управления автомобилем

дорожной разметки. Сигнал с микроконтроллера поступает на звуковые или световые индикаторы, которые информируют водителя.

Процесс распознавания разметки можно подразделить на следующие этапы: предварительная обработка, фильтрация, поиск линии, постобработка. На основе проведенного анализа был выбран метод обработки изображения на каждом из этапов: преобразование изображения в формат оттенков серого, преобразование обратной перспективы, уси-

ние краёв фильтром Гаусса, векторизация данных преобразованием Хафа.

Подсистема компьютерного зрения разработана в среде GCC 4.8 с использованием библиотеки компьютерного зрения OpenCV. Последовательность работы подпрограммы обработки и анализа изображений реализована следующим образом:

- 1) получение данных с камеры;
- 2) разбивка видеопотока на кадры;
- 3) удаление эффекта перспективы с примени-

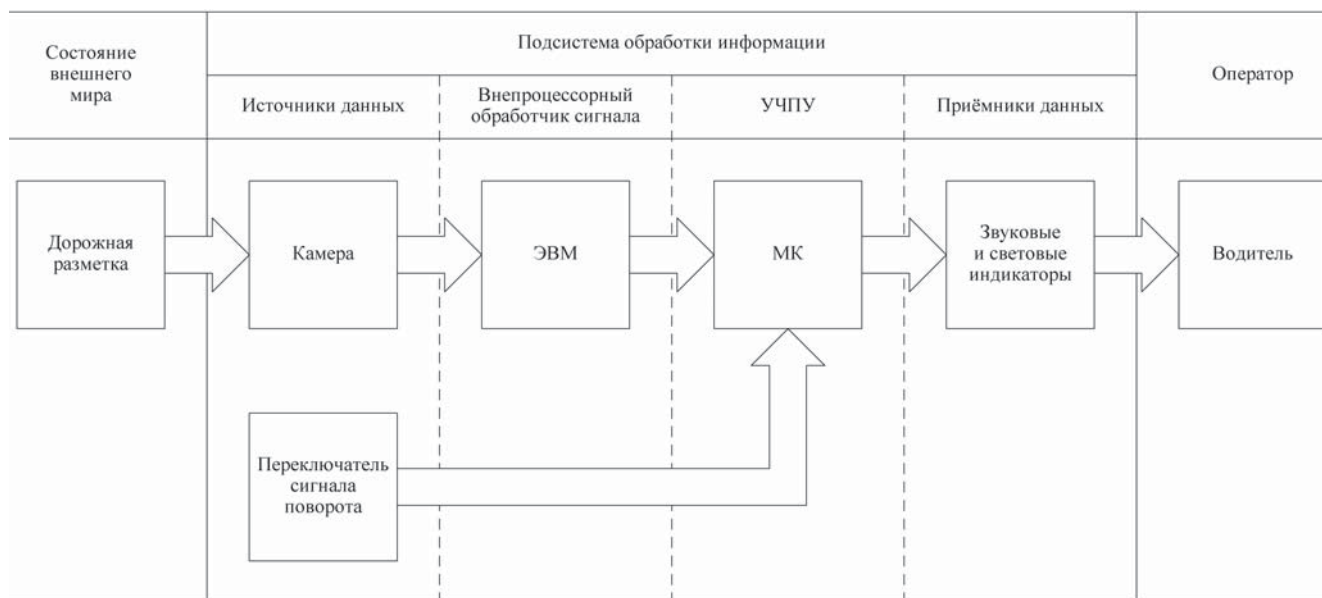


Рисунок 2. Структурная схема подсистемы распознавания дорожной разметки

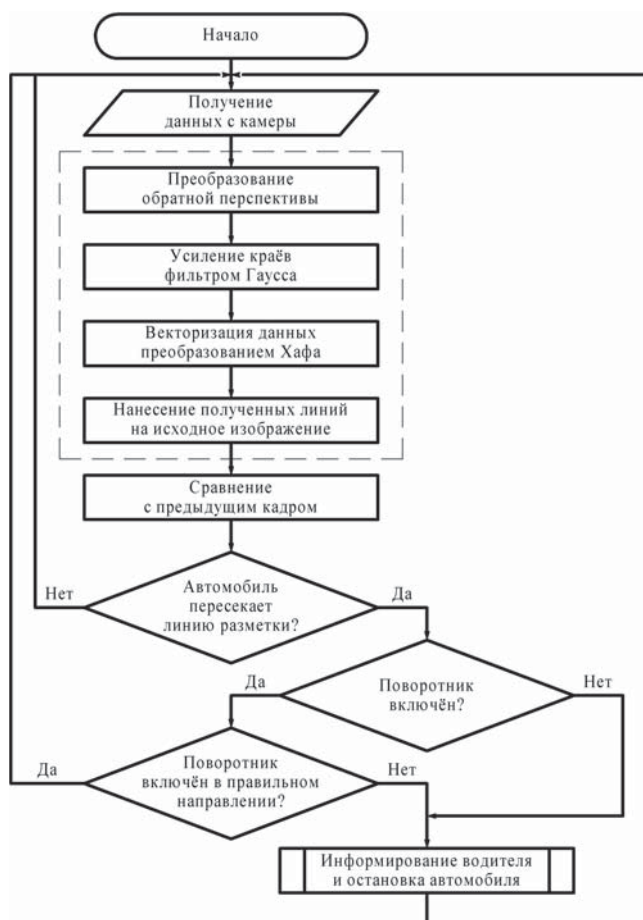


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма работы системы удержания полосы движения

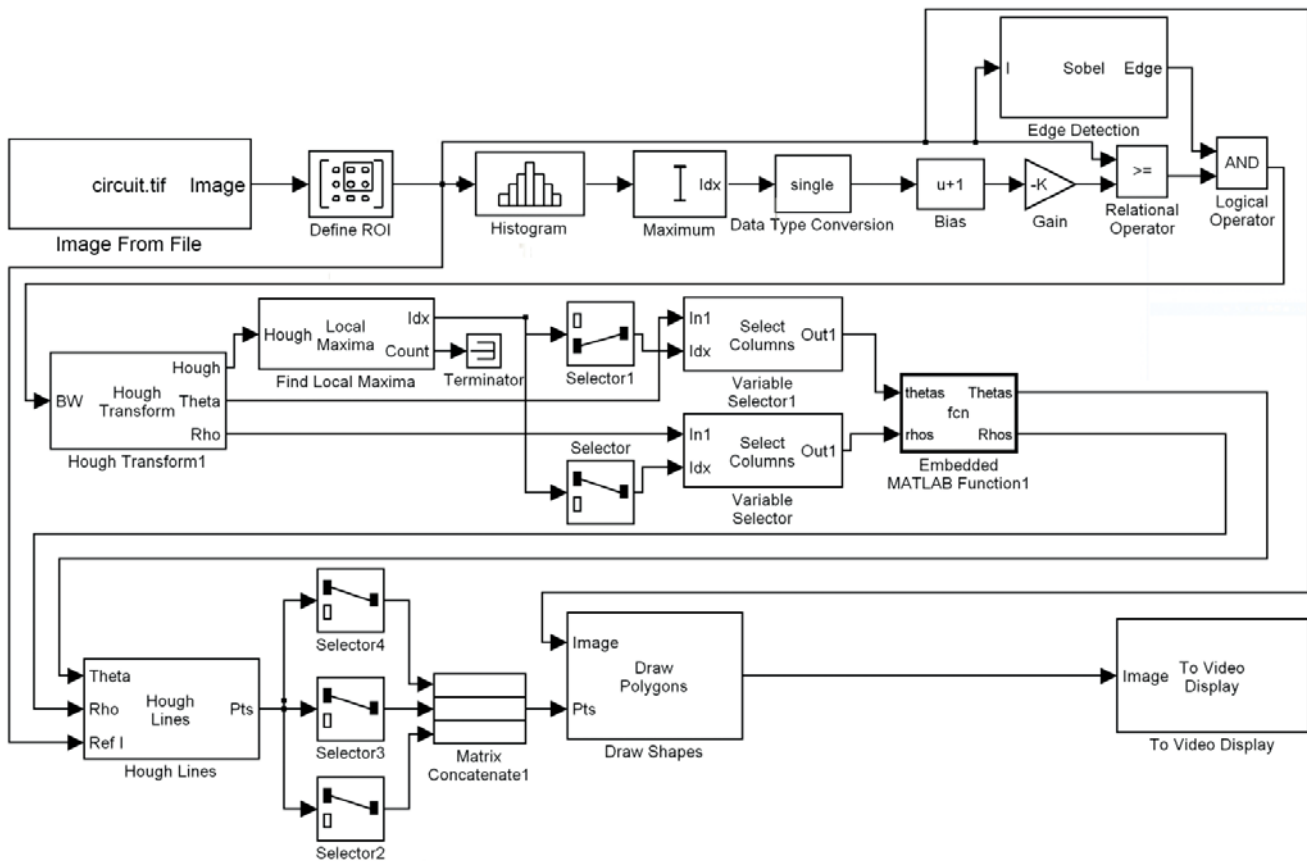
ем метода обратного отображения перспективы (Inverse Perspective Mapping);

- 4) усиление границ с помощью фильтра Гаусса;
- 5) векторизация данных преобразованием Хафа;
- 6) нанесение линий на исходное изображение;
- 7) вывод результата на экран.

На рис. 3 представлена блок-схема алгоритма работы системы удержания полосы движения. Пунктирной линией выделен блок подпрограммы распознавания линий дорожной разметки, реализованный на языке программирования C++.

Данные с камеры поступают в ЭВМ, происходит распознавание разметки и принятие решения о том, пересекается разметка или нет. Далее сигнал с ЭВМ поступает в микроконтроллер, который также получает сигнал о состоянии переключателя указателей поворота и сравнивает, включён ли указатель поворота; если да, то в том ли направлении. В том случае если автомобиль начинает пересекать разметку, а указатель поворота не включён или включён не в надлежащем направлении, микроконтроллер подаёт сигнал на звуковой и световой индикаторы или на вибромотор в рулевом колесе и тем самым информирует водителя.

Включение стадии моделирования в процесс проектирования всегда позволяет сэкономить время [3]. На предварительном этапе процесс обработки изображения был смоделирован в среде Simulink. Смоделированный процесс можно условно разделить на три этапа:



- подсистема обнаружения границ на изображении с применением оператора Собеля;
- векторизация данных преобразованием Хафа, нахождение двух самых длинных линий;
- нанесение обнаруженных линий разметки на исходное изображение.

Развёрнутая функциональная схема подсистемы, включающей все три описанных этапа определения и отслеживания линий разметки, представлена ниже.

В процессе отладки исходного кода Simulink было обнаружено, что зачастую, помимо линий разметки, ошибочно распознаются и другие длинные линии. Для решения данной проблемы был разработан алгоритм, который выполняет проверку того, на сколько изменилась линия разметки за последние четыре кадра. Если параметр преобразования Хафа θ изменился более чем на 10 градусов или радиус-вектор ρ сместился более чем на 30, то выносится решение, что последнее распознавание ошибочно и за параметры линий Хафа принимаются предыдущие, что позволяет избежать вывода на экран результатов ошибочных распознаваний.

Алгоритм был реализован на языке MATLAB и внедрён в код в Simulink с помощью блока Embedded MATLAB Function.

Рисунок 4. Функциональная схема модели подсистемы обработки изображения в среде MATLAB/Simulink

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения: официальный сайт Госавтоинспекции МВД России. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения: 09.05.2014).
2. Системы современного автомобиля. [Электронный ресурс]. URL: <http://systemsauto.ru> (дата обращения: 09.05.2014).
3. Воронников С. А. Информационные устройства робототехнических систем. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.
4. Конушин А., Киншаков В., Крылов А. Алгоритмы детектирования разметки и дефектов дорожного покрытия. — М.: Изд-во МГУ, 2009.