

М.: Машиностроение, 1984. 245 с.

4. Гусев А.С. Случайные колебания деформируемых объектов при транспортировке. //Проблемы машиностроения и надежности машин. 1998. № 1.
5. Гусев А.С., Карунин А.Л., Крамской Н.А., Стародубцева С.А., Щербаков В.И. Теория колебаний в автомобиле- и тракторостроении. М.: Изд-во МГТУ «МАМИ», 2007. 336 с.
6. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М.: Машиностроение, 1985. 223 с.
7. Щербаков В.И., Чабунин И.С., Стародубцева С.А. Избранные задачи по динамике механических систем и конструкций. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ «МАМИ», 2010. 288 с.
8. Whitney C.A. Random processes in physical systems. New York: John Willey, 1990. 320 p.

Интеллектуальное транспортное средство. Адаптация подсистемы определения взаимного положения движущихся транспортных средств

д.т.н. проф. Иванов А.М., к.т.н. Шадрин С.С., к.т.н. Карпухин К.Е.

МАДИ

8-499-155-03-84, auto@madi.ru

Аннотация. В настоящей статье рассмотрена история создания беспилотных автотранспортных средств, показано состояние разработок в России и мире, рассмотрены вопросы определения взаимного положения транспортных средств на основе технологий оптического слежения.

Ключевые слова: автотранспортное средство, беспилотное транспортное средство, интеллектуальные транспортные системы, автоматическое торможение, курсовое управление, оптическое слежение.

Идея создания беспилотного транспортного средства будоражит умы ученых и изобретателей во всем мире уже не один десяток лет. Разработки в этой области начались еще в конце 1970-х годов в Японии. В 1987-1995 годах в Европе существовал проект «Прометей», в ходе которого проводились эксперименты по управлению беспилотными автомобилями. Итогом этого проекта стало путешествие на расстояние 1600 км из Мюнхена в Копенгаген на машине Mercedes-Benz S-класса. Максимальная скорость на дороге составила 175 км/ч, в пути автомобиль выполнял сложные маневры по обгону других транспортных средств. Тем не менее полностью исключить человеческий фактор из процесса вождения не удалось – водителю приходилось вмешиваться в различных ситуациях.

Самыми удачными оказались разработки корпорации Google по созданию беспилотного автомобиля. Созданный ими автомобиль оборудован автопилотной системой, которая ориентируется на дороге при помощи множества специальных датчиков, собирающих информацию об окружающем пространстве. Это специальные камеры, лазерные радары, установленные на переднем и заднем бамперах, система GPS-навигации, колесный датчик, отслеживающий движение автомобиля и определяющий его положение, и блок инерциальных измерений. При этом автомобиль оборудован оригинальным лазерным светодальномером, который установлен на крыше беспилотного транспортного средства. Он считывает детальную объемную карту с окружающей среды, сравнивает полученную информацию с точными картами земли и вырабатывает данные, позволяющие автомобилю без проблем передвигаться в пространстве, не задевая других участников дорожного движения и не нарушая правила на дороге. Для эффективной работы автомобиля и точного определения его местонахождения используются тщательно проработанные карты мира. Поэтому перед тем как отправлять транспортное средство на беспилотный заезд, специалисты компании Google совершают пробную поездку по намеченному маршруту.

На сегодняшний день беспилотные автомобили Google на базе Toyota Prius и Lexus RX-450h проехали по американским дорогам уже около 500 000 километров, показав при этом

отличные результаты. Они ни разу не становились участниками дорожно-транспортного происшествия и не нарушали правил дорожного движения.

В России подобные разработки начались сравнительно недавно. Так, в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ) разрабатывается интеллектуальное транспортное средство на базе автомобиля ГАЗ-322132, оборудованное системами автоматизированного управления, в т.ч. автоматического торможения и курсового управления.

В состав системы автоматического торможения [1] входят: штатные датчики угловой скорости колес, гидроблок штатной системы АБС, датчик положения педали тормоза и другие элементы АБС.

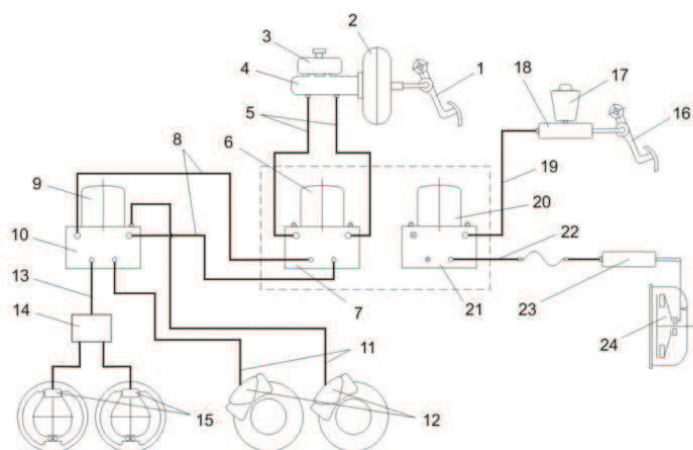


Рисунок 1. Схема гидравлической тормозной системы автомобиля ГАЗ-32213, оснащенного системой автоматического торможения и системой автоматизированного выключения сцепления: 1 — педаль тормоза; 2 — вакуумный усилитель; 3 — бачок тормозной жидкости; 4 — главный тормозной цилиндр; 5 — подводящие тормозные трубки гидроблока САТ; 6 — электродвигатель насоса гидроблока САТ; 7 — гидроблок САТ; 8 — отводящие (подводящие) трубки гидроблока САТ (АБС); 9 — электродвигатель насоса гидроблока АБС; 10 — гидроблок АБС; 11, 13 — отводящие трубки гидроблока АБС; 12 — тормозные механизмы передних колес (колесные тормозные цилиндры); 14 — регулятор давления; 15 — тормозные механизмы задних колес (колесные тормозные цилиндры); 16 — педаль сцепления; 17 — бачок тормозной жидкости; 18 — главный цилиндр сцепления; 19 — подводящая трубка гидроблока автоматизированного привода сцепления; 20 — электродвигатель насоса гидроблока сцепления; 21 — гидроблок сцепления; 22 — отводящая трубка гидроблока автоматизированного привода сцепления; 23 — рабочий цилиндр сцепления; 24 — сцепление

Рисунок 1. Схема гидравлической тормозной системы автомобиля ГАЗ-32213, оснащенного системой автоматического торможения и системой автоматизированного выключения сцепления

В состав системы автоматизированного движения автомобиля по заданным траекториям входят: электромотор рулевой колонки, система управления электропитанием мотора на основе твердотельных реле, датчик положения рулевого вала, штатный датчик скорости автомобиля, электронно-вычислительный блок управления (рисунок 3). Для подключения электромотора постоянного тока на рулевом валу, управление которым осуществлялось через блок Omron сигналом ШИМ, была применена схема, показанная на рисунке 2.

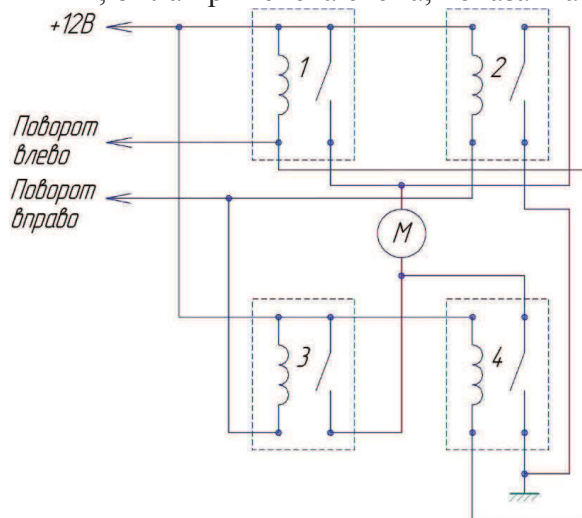


Рисунок 2. Принципиальная схема подключения электромотора рулевого вала



Рисунок 3. Элементы системы управления интеллектуального автомобиля

Одной из важнейших задач в вопросе автоматического управления автомобилем является распознавание и идентификация объектов окружающего пространства. На рассматриваемом автомобиле для функционирования системы автоматического торможения используется динамический лазерный дальномер Noptel CMP3-30 с дальностью действия 100м (возможно увеличение дальности действия до 380м с использованием дополнительных линз). Прибор имеет интерфейс RS-232, а также возможность вывода аналоговых сигналов. Преимуществом данного решения является возможность измерения расстояний в движении до любых объектов, в т.ч. не металлических, на скоростях до 250 км/ч с частотой до 4 кГц и с точностью измерений ± 20 мм. Недостатком является снижение дальности и точности измерений в условиях обильного выпадения атмосферных осадков, малый угол зрения и необходимость установки снаружи автомобиля. Испытания прибора, установленного в салоне легкового автомобиля перед лобовым стеклом с обогревом, в дождливую погоду показали снижение дальности действия до 40м. Очевидно, что описанный прибор не может представлять достаточной информации об окружающем пространстве.

В целях организации движения интеллектуального транспортного средства в автоматическом режиме необходимо точное определение глобального положения самого автомобиля, что может быть достигнуто с применением гибридной навигационной системы [2, 3], а также точное определение положений окружающих транспортных средств при условии, что они не являются интеллектуальными и, соответственно, не оборудованы системами динамической беспроводной связи DSRC. Рассмотрим возможность распознавания, идентификации и определения положений окружающих транспортных средств методами оптического слежения. При проведении эксперимента использовалась веб-камера Logitech HD Webcam C525, установленная под зеркалом заднего вида объекта испытаний, обработка видеопотока осуществлялась в программе MatLab.

Алгоритм работы программы заключался в следующем:

- 1) выделение интересующей области видео потока (рисунок 4);
- 2) конвертация цветного изображения в черно-белое;
- 3) нахождение контуров объектов и бинаризация изображения с применением фильтров (рисунок 5);
- 4) применение функции оптического слежения за изменением положений пикселей соседних кадров с определением векторов скоростей (рисунок 6);
- 5) разбивка видео на прямоугольные сегменты с нахождением усредненного вектора скорости каждого сегмента;
- 6) фильтрация сигналов;
- 7) распознавание движущихся объектов;
- 8) вывод результатов (рисунок 7).



Рисунок 4. Запись видеопотока реальных условий движения в городе

Отметим, что в результате работы программы происходили как некорректные распознавания объектов, так и ложные срабатывания. Алгоритм, который хорошо работает на ста-

ционарно установленных видеокамерах, даже с учетом адаптации показал неплохие результаты распознавания движущихся объектов на незагруженных загородных дорогах и плохие результаты для распознавания движения в городе с учетом дорожных ограждений и многополосности. Так, на рисунке 8 показано ошибочное объединение нескольких автомобилей в движущийся макроэлемент при их близком расположении. Также стоит отметить, что автомобили, цветом близкие к цвету дорожного полотна, хуже поддаются распознаванию, и фильтры алгоритма должны быть адаптивными к внешней освещенности и скорости движения интеллектуального транспортного средства.

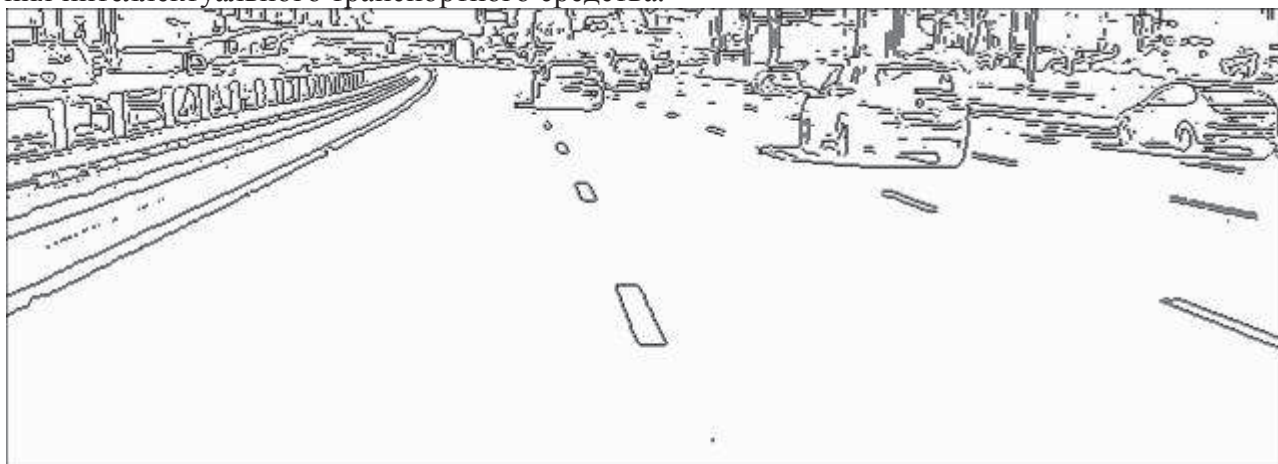


Рисунок 5. Бинаризованное изображение (инвертировано)

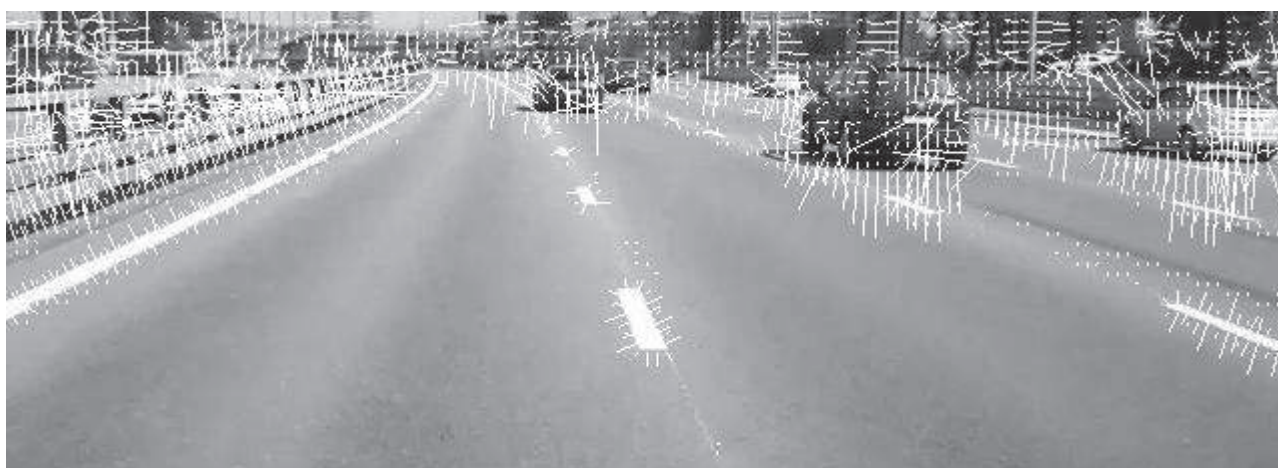


Рисунок 6. Векторы скоростей перемещающихся между кадрами областей пикселей



Рисунок 7. Результат распознавания движущихся объектов

Таким образом, проведенное исследование позволило установить, что оптическая система определения взаимного положения транспортных средств эффективно может работать

только совместно с другими системами технического зрения. При этом в целом хотелось бы отметить, что за беспилотными транспортными средствами стоит развитие прогресса как в нашей стране, так и во всем мире.

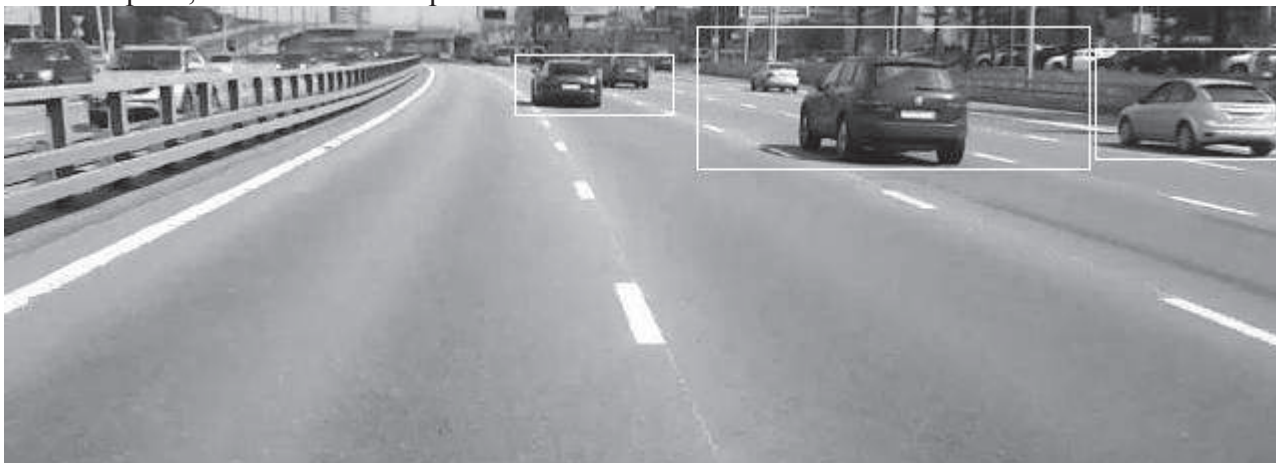


Рисунок 8. Ошибки распознавания движущихся объектов

Литература

1. Попов А.И., Спинов А.Р., Котенко И.В., Франсис О.О., Надденная Е.А. Система автоматического торможения автомобиля. Журнал Автомобильных инженеров № 6 (71) 2011 г. – с. 28 – 31.
2. Иванов А.М. Обоснование выбора ключевых технологий функционирования системы межобъектного взаимодействия интеллектуальных транспортных средств при движении по скоростным автомагистралям / А.М. Иванов, С.С. Шадрин // Вестник МАДИ. – 2013. – Вып. 1(32). – с. 7-13.
3. Иванов А.М. Перспективы развития интеллектуальных бортовых систем автотранспортных средств в Российской Федерации / А.М. Иванов, А.Н. Солнцев // Журнал автомобильных инженеров. – 2010. – Вып. 6(65). – с. 14-19.
4. Как ездят беспилотные автомобили Google.

Влияние геометрических параметров и конструкции стенда с беговым барабаном на достоверность исследования характеристик увода шин легковых автомобилей

Кондрашов В.Н., к.т.н. доц. Бернацкий В.В.
Университет машиностроения
(495)223-05-23 (1204) kondrashov@mami.ru

Аннотация. В статье проведен анализ работы специализированных стендов, предназначенных для лабораторного исследования характеристик увода шин легковых автомобилей. Выявлены основные их достоинства и недостатки, сформулированы определенные рекомендации, выполнение которых призвано обеспечить практическое усовершенствование работы автомобильных шин в реальных эксплуатационных условиях.

Ключевые слова: шина, колесо, боковой увод, боковая сила, стенд барабанного типа, лабораторные испытания

Автомобильное производство в нашей стране и за рубежом постоянно увеличивает выпуск автомобилей. Наряду с ростом их числа улучшаются технические показатели, в частности повышаются максимальные скорости движения, совершенствуются динамические характеристики.

Анализ статистических данных дорожно-транспортных происшествий показывает, что значительное количество аварий возникает из-за недостаточного сцепления колес автомоби-