

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Э.Рувинова

Автомобильная электроника вступила в новый этап своего развития, который обещает кардинально изменить функции водителя и движение транспортных потоков на автомагистралях. Стремительная, комфортабельная и абсолютно безопасная езда как будто по пустым дорогам – такое будущее готовят нам различные интеллектуальные системы, активно разрабатываемые сегодня.

Представьте себе такую сцену: вы подходите к автомобилю, и его двери автоматически открываются, двигатель включается, а температура салона падает или поднимается до нужного уровня. Затем вы набираете на панели пункт назначения – и машина стартует. При движении по маршруту вы заранее получаете информацию о каждом препятствии и вариантах объезда. А если путешествие проходит ночью, система ночного видения позаботится о том, чтобы вы видели дорогу так же четко, как днем. Этот сценарий – отнюдь не научная фантастика, так как сегодня уже созданы технологии, позволяющие его осуществить.

По большому счету специалисты в области автомобильной электроники концентрируют свои усилия на двух направлениях – дорожная инфраструктура и разумный автомобиль*, которые, однако, тесно связаны между собой. Так, в 1999 году Управление транспортом США направит больше половины бюджетных средств (около 250

млн. долл.) на создание интеллектуальной транспортной системы (ITS), составными частями которой являются технологии разумного автомобиля и интеллектуальная инфраструктура. К 2005 году планируется завершить формирование базовых служб ITS для легковых и грузовых автомобилей, а к 2012-му – развернуть систему полностью. Исследования, в основном, сфокусированы на “человеческом факторе”, обеспечении безопасности и интеграции технологий, применяемых в автомобилях и инфраструктуре, в рамках единой системы ITS.

Пожалуй, сегодня наиболее продуктивно развиваются технологии разумного автомобиля. Остановимся на некоторых из них.

СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ

Несколько лет назад в перспективные опытные образцы автомобилей стали включать недорогие радиолокационные системы переднего обзора, которые поддерживают безопасную дистанцию от впереди идущего транспорта, автоматически изменяя скорость автомобиля.

Сегодня такие интеллектуальные системы управления скоростью активно разрабатывают многие автомобилестроители. Однако по мере испытаний в реальных условиях обнаруживалось все больше проблем. Например, при движении по магистрали, имеющей небольшую кривизну, сочетание узкого радиолокационного луча и кривизны дороги часто приводит к тому, что систему “стопорит” в другой полосе движения, и скорость автомобиля внезапно снижается.

Многие проблемы, связанные с конкретными ситуациями, можно решить, оснастив систему дополнительными датчиками, расширив объем обработки данных, а также усовершенствовав алгоритмы и увеличив их число. Одна из возможностей – применение видеокамеры для расширения зоны видимости и обработка изображения, отображающего кривизну дороги. Уже продемонстрированы интересные приложения, которые позволяют компьютеру объединять изображения от оптимально расположенных видеокамер для создания искусственного зеркала заднего

обзора и выполнения ряда дополнительных функций. Например, если видеокамеры фиксируют дождь или дымку на ветровом стекле, автоматически включаются стеклоочистители или система кондиционирования воздуха.

Главная задача сегодня – разработка компьютерных систем, способных быстро реагировать на любые изменения и полностью управлять автомобилем в аварийных ситуациях. Интеллектуальная система безопасного управления автомобилем будет содержать РЛС дальнего действия для управления скоростью; РЛС малой дальности действия для обеспечения безопасности; видеодатчики для обнаружения полосы движения (ограждения полосы движения), классификации препятствий и определения кривизны дороги.

Первым легковым автомобилем, оснащенным адаптивной системой управления скоростью, стал роскошный “мерседес” S-класса. Система обеспечивает безопасное расстояние от впереди идущей машины, регулируя скорость, даже когда водитель не касается пе-

*См. также: ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 1997, №5, с.31–35.

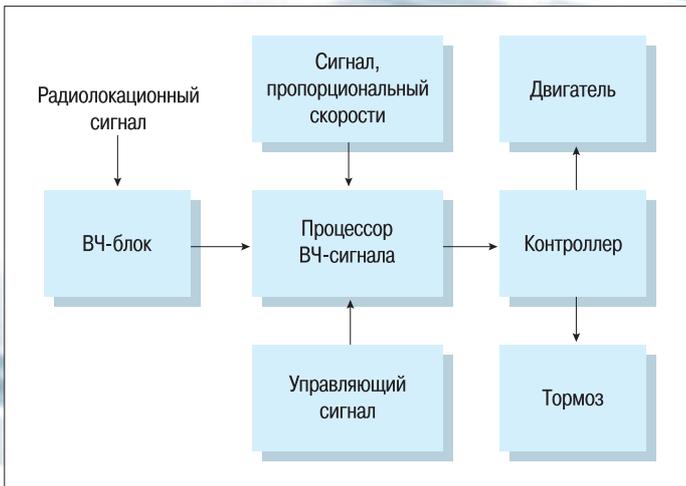


Рис. 1. Адаптивная система управления скоростью

дали газа или тормоза. Если автомобиль движется слишком медленно, то, взглянув в зеркало заднего обзора, водитель может перевести автомобиль на свободную соседнюю полосу. Движение моментально ускоряется, так как система повышает скорость до заранее установленного значения. А вы все еще не нажимали на педаль акселератора!

Адаптивная система (рис. 1) использует доплеровскую РЛС на 77 ГГц, соединенную с системами электронного управления и торможения. Миллиметровый диапазон работы системы обеспечивает технология монокристаллических ИС СВЧ-диапазона (ММИС) на арсениде галлия.

В этой области лидируют европейские фирмы Daimler-Benz и BMW, а третье место, вероятно, вскоре займет Volkswagen. По мнению аналитиков, активное формирование американского рынка таких систем начнется только тогда, когда работу РЛС удастся надежно согласовать с автоматической трансмиссией автомобиля.

АВТОМОБИЛЬНАЯ РЛС БОКОВОГО ОБЗОРА

Переводя автомобиль в другой ряд, водитель не в состоянии полностью оценить безопасность маневра только с помощью зеркал бокового и заднего обзора, особенно при движении ночью или в условиях плохой видимости. К тому же

вдоль боковой части большинства автомобилей существуют скрытые от обзора участки, что нередко вынуждает водителя поворачиваться назад, чтобы проверить, свободен ли ряд сбоку. В трудных дорожных ситуациях это может привести к серьезной аварии и даже катастрофе. Помочь водителю в оценке обстановки при выезде

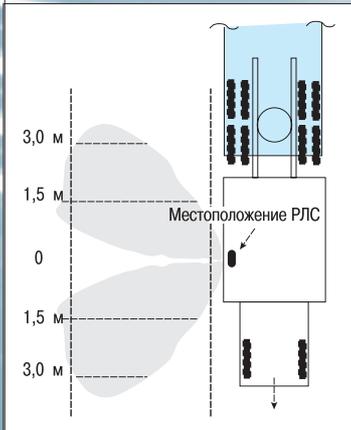


Рис. 2. Реальные зоны обнаружения РЛС бокового обзора для грузового автомобиля большой грузоподъемности

из ряда может радиолокационная система бокового обзора, недавно разработанная американской фирмой HE Microwave. Система представляет собой импульсную доплеровскую РЛС с несущей частотой 24,125 ГГц и шириной полосы 200 МГц. РЛС смонтирована в боковой части автомобиля заподлицо с его внешней поверхностью, так что апертура антенны перпендикулярна к направлению дви-

жения платформы и объекта. Зона обзора, таким образом, охватывает всю ширину соседнего ряда и при этом еще предпочтительны двусторонние радарные системы.

РЛС бокового обзора делает простую вещь – оповещает водителя, совершающего поворот, о появлении объекта в скрытой от обзора зоне сигнальными лампочками, установленными в зеркале бокового обзора или рядом с ним, а также звуковым аварийным сигналом. Система функционирует постоянно и служит дополнением к зеркалам бокового обзора.

Система обладает достаточно высокой чувствительностью, чтобы реагировать на любой автомобиль и даже велосипед, движущийся вдоль боковой стороны платформы РЛС, т.е. в скрытой от водителя зоне. Однако это ее достоинство порой приводит к нежелательному эффекту – в качестве цели система может рассматривать и объекты, не представляющие опасности, иногда даже саму дорогу.

Нередко в зоне бокового обзора присутствуют интенсивные помехи (мешающие объекты). Так, в зону работы правостороннего радара попадают деревья, здания, столбы и др., а левостороннего – транспорт, движущийся навстречу и по средней полосе. И в правом, и в левом полях обзора радаров часто возникают распределенные помехи, например ограждение дорожного полотна. Оба вида РЛС реагируют и на припаркованные машины, которые

считаются едва ли не самыми неприятными среди мешающих объектов.

Сигналы, возникающие из-за мешающих (шумящих) объектов, многие водители воспринимают как неприятные раздражители. Чтобы свести эти раздражители на нет и повысить эффективность работы РЛС, в системе бокового обзора фирмы HE Microwave предусмотрена функция, позволяющая в реальном времени отличать опасные цели от помех: при скорости объекта относительно автомобиля больше нуля система относит его к опасным целям, а при скорости, меньшей или равной нулю, – к помехам.

Архитектура РЛС позволяет классифицировать объекты в пределах широкой зоны обзора (особенно по азимуту) при приемлемой стоимости. Стоимостные ограничения препятствуют применению узкого антенного луча, поэтому для охвата широкого азимутального угла необходима широкая диаграмма направленности антенны. Данная РЛС использует метод переключения луча, позволяющий сформировать две зоны обнаружения (рис. 2), достаточные для обзора требуемого пространства. Методика обработки сигналов способна обеспечить сектор обзора по азимуту в 180° с разрешением приблизительно 45°. Добавляя антенные лучи, можно расширить сектор обзора.

РЛС обслуживает две зоны обзора путем переключения каналов СВЧ-приемопередатчика (рис. 3). Информацией, необхо-

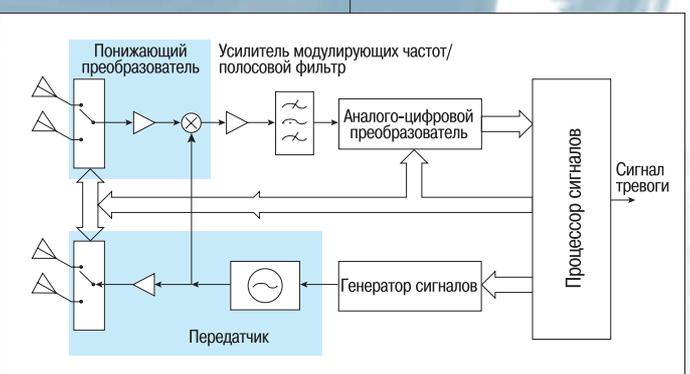


Рис. 3. Блок-схема РЛС бокового обзора

димой для классификации объекта, служит скорость цели по X относительно платформы. РЛС оценивает ее путем анализа данных о дальности и скорости изменения дальности объекта и принимает решение в течение 100 мс после обнаружения цели.

Реализация таких методов слежения требует хорошего разрешения по дальности и доплеровской частоте в данных о параметрах цели. Применение в передатчике генератора, управляемого напряжением, а в приемнике – детектора гомодинного типа помогло решить эту задачу без существенного повышения стоимости системы. Генератор, управляемый напряжением, позволяет создавать радиоимпульс с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). После смещения отраженного сигнала с ЛЧМ-импульсом и анализа модулирующего сигнала с помощью быстрого преобразования Фурье осуществляется импульсное сжатие. Операция повторяется до получения импульсной последовательности. В результате обработки этой группы импульсов получают импульсно-доплеровский сигнал с хорошим разрешением по дальности и доплеровской частоте.

РЛС задерживает последующее срабатывание в каждой из зон обнаружения до тех пор, пока не завершится обработка относящейся к ней группы импульсов. В результате формируется список ответных справок о целях с входящими в них параметрами дальности и скорости изменения дальности для

текущей зоны обнаружения. Причем этот процесс завершается до начала сбора данных о следующей зоне. Полученные таким образом данные об объектах анализируются с помощью процессора ложных сигналов и на его выходе объединяются. Критерием захвата цели является совпадение “трех из четырех возможных”, т.е. когда любые три из четырех циклов захвата цели обеспечивают данные, связанные со слежением. Если таких циклов меньше трех, данные слежения стираются, и процесс слежения начинается заново.

РЛС бокового обзора спо-

крайне важны для ее уточнения. Как только оценка признается правильной, начинается процесс распознавания скорости цели относительно X. Дискриминатор активизирует сигнал тревоги, если одно или более значений скорости цели вдоль X удовлетворяет классификационным критериям.

Большой объем эксплуатационных испытаний, в том числе длившиеся несколько месяцев дорожные испытания, подтвердили высокую способность системы к принятию решения. РЛС последовательно демонстрировала низкую интенсивность ложных тревог при высокой плотно-

ной спутниковой навигации, аварийные системы, усовершенствованные системы безопасности и сигнализации (вход без ключа, потеря подвижности, поиск автомобиля), а также системы активного управления подвеской, электронного управления питанием, обнаружения близкого препятствия и предотвращения столкновений. Навигационные системы и системы управления скоростью уже готовы для эксплуатации. В США, например, автомобильную навигацию предполагают ввести в текущем году. А вот системы предотвращения столкновений, скорее всего, не найдут широкого применения до тех пор, пока не удастся повысить их надежность и снизить стоимость. По прогнозам, оснащение новых моделей автомобилей компьютерами начнется с 2001 года. Как отмечают многие эксперты, такой компьютер станет центром сети, одна из главных целей которой – сделать вождение менее утомительным. Ведутся работы по созданию плоской антенны, которую можно будет установить на крыше или заднем стекле автомобиля. Ключевой технологией таких антенн, вероятнее всего, станет фазированная решетка.

IEEE AES Systems Magazine, 1998, v.13, №6, p.3–7
GEC Review, 1998, v.13, №2, p.98–106
Components, 1998, v.33, №2, p.18–20
www.eet.com/story/OEG19981020S0007
pubs.cmpnet.com/eet/news/98/1004news/gov.html
www.techweb.com/se/directlink.cgi

Основные рабочие параметры РЛС бокового обзора

Разрешение по дальности, м.....	0,9
Зона обзора по дальности, м.....	5,2
Разрешение по скорости изменения дальности, м/с.....	2
Диапазон скорости изменения дальности, м/с.....	±26,7
Разрешение по азимуту, град.....	45
Зона обзора по азимуту, град.....	около 100
Коэффициент сжатия импульсов.....	20 000
Длительность сжатого импульса, нс.....	0,5
Период повторения импульсов, мкс.....	116
Длительность импульсной последовательности, мс.....	3,7
Время отклика системы, мс.....	60–80

собна многократно возобновлять слежение за целью. Для выявления ассоциаций все сообщения о целях сопоставляются с уже имеющимися данными. Новые ассоциативные данные используются для обновления оценки положения цели и ее скорости. Из-за широкого азимутального угла обзора при инициализации слежения оценка положения и скорости цели неоднозначна, поэтому последующие данные

сти помех, сохраняя чрезвычайно высокую интенсивность адекватных сигналов тревоги.

В автомобилях следующего десятилетия расширится применение не только радиолокационных систем, о которых шла речь в статье, но также дверей, окон, сидений, зеркал и крыш с сервоприводом; антиблокировочных систем торможения; разумных воздушных подушек и др. В практику вождения войдут системы глобаль-

ЖУРНАЛУ “РАДИО” 75 ЛЕТ

От всей души поздравляем с юбилеем старейшее и, наверное, самое популярное научно-техническое издание, его сотрудников и многочисленных читателей!

Все, кто интересуется техникой, прекрасно знают этот журнал. При существовавшем ранее глобальном дефиците многие радиолюбители собирали технику по схемам, публиковавшимся в “Радио”. В последние годы журнал значительно обновил свое лицо, совершенствуя содержание и расширяя тематику. Пожелаем ему не сбавлять набранный темп, оставаться по-прежнему популярным и любимым изданием.

Редакция журнала “Электроника: НТБ”





Интеллектуальная система раскрытия воздушных подушек

Автомобильные воздушные подушки, которые в аварийных ситуациях надуваются за доли секунды, сегодня стали одним из главных устройств сохранения жизни пассажиров. В 2,5 млн. авариях, произошедших на автомобильных дорогах США, воздушные подушки спасли около 3 тыс. жизней и предотвратили множество серьезных увечий. Однако одновременно были зарегистрированы многочисленные случаи увечий и даже гибели пассажиров из-за несвоевременного или неправильного раскрытия подушек. Максимально эффективно защитить пассажиров при минимальном риске травм может адаптивная система раскрытия подушек, учитывающая степень опасности аварии и положение пассажиров. Для обнаружения грозящей опасности служат различные датчики, определяющие множество показателей – от использования ремней безопасности до массы и положения пассажира. Сейчас проводятся интенсивные разработки разумных контроллеров для чтения сигналов от этих датчиков и адаптивного управления воздушными подушками.

Разработанный специалистами Мичиганского университета 16-разрядный RISC-микроконтроллер успешно решает эти задачи. При аварийной ситуации контроллер принимает решение, раскрывать или нет воздушные подушки, и, если да, регулирует их надувание в соответствии со степенью опасности аварии и положением пассажира. Микроконтроллер выполнен на одной специализированной КМОП-микросхеме с карманом n-типа и размером 3,7x3,7 мм. На всех этапах его разработки основными задачами были надежность, контролепригодность, низкая стоимость, низкая мощность и простота конструкции. Поскольку это спасательное устройство, надежность его крайне важна. Данная ИС рассчитана для работы в жестких условиях окружающей среды: с колебаниями температуры до 100°C и большими изменениями влажности. В этой конструкции большое значение имеет и рассеяние мощности, поскольку низкий тепловой запас позволяет ИС работать в очень горячей среде. Учтены также вибрация и электромагнитное излучение.

Микроконтроллер имеет архитектуру двухкаскадного конвейера с минимальным набором микрокоманд, подаваемых от ПЗУ. Каждая команда проходит через конвейер, состоящий из каскада выборки и каскада выполнения команд. Максимальная тактовая частота достигает 15 МГц.

Алгоритм двухуровневого распознавания гарантирует быстрое и правильное ответное действие, позволяющее избежать ошибочного раскрытия подушек. Два основных параметра – изменение скорости автомобиля и максимальное колебание ускорения – действуют как порог для раскрытия воздушной подушки. Микроконтроллер вычисляет эти два параметра и затем сравнивает с соответствующими пороговыми значениями запуска, хранящимися в ПЗУ. Последние зависят от степени опасности аварии и безопасного положения пассажира. Сигналы на входе микроконтроллера от различных датчиков могут быть использованы для индексирования пороговых значений, в результате чего достигается адаптивное управление системой раскрытия. Для усовершенствованных подушек, надувание которых происходит индивидуально, сила раскрытия также может быть индексирована в ПЗУ совместно с пороговыми значениями запуска. Программируемое ПЗУ делает адаптивность контроллера очень высокой, поскольку параметры управления могут подбираться индивидуально для различных автомобильных систем раскрытия подушек.

Контроллер воздушных подушек должен быть спроектирован таким образом, чтобы он мог посылать запускающий импульс к схеме раскрытия подушек за 30 мс до того, как голова пассажира продвинется вперед на 12 см. Момент запуска зависит также от расстояния между пассажиром и воздушной подушкой: чем меньше это расстояние, тем быстрее должна быть раскрыта подушка. В данной конструкции время срабатывания контроллера составляет менее 13 мс.

Разработанная ИС контроллера способна взаимодействовать со множеством существующих сегодня автомобильных систем раскрытия воздушных подушек.

www.eecs.umich.edu/courses/eecs427/awards98.html

Pioneer оснащает новую автомобильную навигационную систему функцией Web-доступа

Компания Pioneer Electronics анонсировала новую автомобильную навигационную систему на базе DVD-технологии, которая поддерживает возможность доступа в World Wide Web. Бортовой автомобильный компьютер оснащен 32-разрядным RISC-процессором. С его помощью водитель может узнать прогноз погоды, просмотреть информацию о находящихся на пути населенных пунктах, ознакомиться с путеводителями и пр. Кроме того, в компьютере имеется дополнительный разъем стандарта PC Card, с помощью которого автомобильную навигационную систему можно подключать к другим компьютерам и навигационному оборудованию. Пользователи могут загружать в систему изображения, полученные с помощью цифровой фотокамеры и расширять ее возможности, подключая картографическое ПО, работающее на ПК-блокноте. Компания Pioneer также включила в систему функцию распознавания речи и многоканальный FM-тюнер. Стоимость автомобильного компьютера AVIC-D9000 без монитора – 1639 долл. Поставки в Японии начались в конце мая. Полный комплект с 7-дюймовым ЖК-дисплеем стоит 2467 долларов.

InfoArt News Agency

Автомобильный телефон, активизируемый голосовой командой

В ряде штатов США сейчас рассматриваются законопроекты о запрете использования мобильных телефонов водителями автомобилей. В основе этого лежат соображения безопасности дорожного движения. Как показывают исследования, во время набора местного 10-значного телефонного номера водитель отвлекается от дороги примерно на пять секунд. При средней скорости около 100 км/ч за это время машина проезжает почти 140 метров.

Фирма Intellivoice Communications, разработавшая телефонную систему, активизируемую по команде голосом, полагает, что именно такие устройства могут стать "оружием" в борьбе против ограничений на использование мобильных телефонов в автомобилях. Руководство фирмы рассчитывает, что этой технологией воспользуются 600 тыс. клиентов таких операторов мобильной связи, как Bell Atlantic Mobile, Frontier Cellular, AirTouch и CTC-Startel.

www.infoart.ru/it/news/99/04/09

Автомобильная навигационная система с DVD-видеопроигрывателем

Matsushita Communication Industrial выпустила автомобильную навигационную систему на базе цифровых видеодисков (DVD), способную воспроизводить и видеозапись. В систему также входит процессор обработки речевого сигнала, позволяющий инициировать голосом различные команды, например быстрого поиска маршрута к месту назначения. Расширить возможности таких систем, предусмотрев даже автомобильный аудиовидеотеатр, понадобилось для того, чтобы упрочить их положение на рынке. По оценкам фирмы, в Японии в 1998 году было продано 250 тыс. автомобильных навигационных систем на базе DVD-ROM (столько же продано аналогичных систем на базе CD-ROM), а в текущем году объем продаж вырастет до 350 тыс. Автомобильные системы навигации на базе DVD-ROM продаются по цене 1,94 тыс. долл. (вариант с ЖКИ – 2,65 тыс. долл.), причем только в Японии. Возможно, в свое время они и будут выпущены на зарубежные рынки, но в других странах автомобильные системы навигации пока не популярны.

www.edn.com/news/sept25/092598news2.html