Требуется множество микропроцессоров, обрабатывающих 100 миллионов строк кода, чтобы обеспечивать работу машины премиум-класса (2009 год). И это в скором времени станет еще сложнее.

Система авионики в F-22 Raptor, реактивном истребителе военно-воздушных сил США, состоит примерно из 1,7 миллиона строк программного кода. F-35 Joint Strike Fighter, появившийся в 2010 году, требует около 5,7 миллионов строк кода для работы бортовых систем. А новому Boeing 787 Dreamliner требуется около 6,5 миллионов строк программного кода для работы систем бортового электронного оборудования.

Впечатляет, не правда ли? Но если вы недавно купили автомобиль премиум-класса, он, вероятно, содержит около 100 миллионов строк программного кода. Так говорит Манфред Брой, профессор информатики в Техническом университете Мюнхена, ведущий эксперт по программному обеспечению в автомобилях. Все это ПО запускается на 70-100 микропроцессорных электронных блоках управления (ECU), распределенных по всему кузову вашего автомобиля.

Альфред Катценбах, директор по управлению информационными технологиями в Daimler, сказал, что для радионавигационной системы в нынешнем Mercedes-Benz S-класса требуется более 20 миллионов строк кода. В автомобиле содержится почти столько же ECU, сколько в новом Airbus A380 (без учета развлекательной системы на борту). Программное обеспечение в автомобилях будет расти не только в количестве. Сложность ПО с каждым разом увеличивается все сильнее. В конце прошлого года исследовательская фирма Frost & Sullivan подсчитала, что для машин в ближайшем будущем потребуется от 200 до 300 миллионов строк программного кода.

Даже в бюджетных автомобилях теперь есть от 30 до 50 ECU, встроенных в кузов, двери, приборную панель, крышу, багажник, сиденья. Их можно найти практически где угодно. Все зависит от фантазии проектировщиков автомобиля. Это значит, что большинство новых автомобилей обрабатывают десятки миллионов строк программного кода, контролируя все, начиная от ваших тормозов и заканчивая громкостью радио.

image

«Автомобили больше не представляют собой только лишь батарею, распределитель или генератор переменного тока и карбюратор; они чрезвычайно современны по своей сложности», — говорит Thomas Little, профессор электротехники в Бостонском университете штата Массачусетс. Томас занимается разработкой интеллектуальных транспортных систем. «Преследуя цели экономии энергии, сокращения [выбросов] и повышения безопасности помимо прочего мы пришли к внедрению электроники».

Я недавно испытал эту сложность на себе. В прошлом году я купил новый автомобиль и был поражен, когда открыл руководство пользователя. В нем было 500 страниц. Еще 200 страниц объясняли работу GPS и радиосистем. Одной из новых рекламируемых функций было увеличение отдела для перчаток, но размеры, вероятно, были указаны где-то внутри бесконечного руководства.

Моя новая машина идет в комплекте с передними и боковыми подушками безопасности. Дюжины датчиков обеспечивают электронный контроллер подушки безопасности данными. Эти датчики должны работать годами при любых температурах — и в суровый мороз в Миннесоте и под жарким летним солнцем в Аризоне.

Большую часть времени система подушек безопасности просто отслеживает состояние автомобиля. Но иногда подушки безопасности срабатывают, скажем, из-за столкновения нескольких транспортных средств. В таком случае у программного обеспечения в ECU, управляющего их раскрытием, есть от 15 до 40 миллисекунд, чтобы определить, «какие подушки безопасности активируются и в каком порядке», — говорит Брой.

В ближайшем будущем, по словам Броя, системы управления подушками безопасности будут использовать не только информацию о вероятности столкновения. Например, у BMW многие модели 2009 года оснащены системой BMW Assist. Эта система рассчитывает «риск серьезной травмы» на основе информации, полученной от контроллера подушки безопасности автомобиля и других его ECU. Аварийно-технические службы получают информацию не только о месте происшествия, но и о вероятности получения серьезной травмы пассажирами.

Количество программного обеспечения в автомобилях в наше время поражает.
Первый серийный ECU автомобильного микрокомпьютера представлял собой однофункциональный контроллер. Его использовали для электронного зажигания в 1977 году в General Motors в автомобиле Oldsmobile Toronado. В 1978 году GM предложили поставить свой Cadillac Trip Computer на Cadillac Seville. Компьютер представлял собой модифицированный микропроцессорный чип Motorola 6802. Он отображал информацию о скорости, топливе, поездке и двигателе. Однако микросхема выполняла другую функцию: GM использовали ее для проверки того, насколько хорошо микропроцессор может управлять несколькими функциями, такими как впрыск топлива, электронная синхронизация зажигания и круиз-контроль.

К 1981 году GM использовали микропроцессорное управление двигателем в производстве легковых автомобилей. Они обрабатывали около 50 000 строк кода. Другие автомобильные компании быстро последовали их примеру.

Jonas Bereisa, инженер GM, написал в 1983 году в статье IEEE Transactions по промышленной электронике, что «разработка программного обеспечения станет наиболее важным фактором в разработке новых продуктов». Он был чертовски прав. По оценкам Broy, более 80 процентов автомобильных инноваций происходят благодаря компьютерным системам. ПО стало основным источником стоимости в автомобилях, в том числе прейскурантной. Соотношение стоимости электроники и стоимости транспортных средств в процентах возросло с 5 процентов в конце 1970-х годов до 15 процентов в 2005 году (без учета затрат на окончательную сборку).
У гибридов количество ПО, необходимого только для одного управления двигателем, почти вдвое больше, чем у стандартного автомобиля. Соотношение стоимости электроники и стоимости транспортных средств у них приближается к 45 процентам. В течение 10 лет, по прогнозам некоторых экспертов, процентная доля стоимости электроники от стоимости транспортного средства вырастет до 50 процентов у обычных транспортных средств и до 80 процентов у гибридов.

Для современных автомобилей премиум-класса «стоимость программного обеспечения и электроники может достигать 35–40 процентов от стоимости автомобиля», — заявляет Брой. На разработку программного обеспечения приходится около 13–15 процентов от этой стоимости. Он говорит, что если каждая строчка разработанного программного обеспечения стоит 10$ — что очень мало — у автомобиля премиум-класса, одно только его программное обеспечение представляет собой инвестицию на сумму около миллиарда долларов.

John Voelcker, редактор IEEE Spectrum, написал в апреле 2007 года о гибридном автомобиле GMC Yukon и его двухрежимной автоматической коробке передач. Voelcker сказал, что «из всех рабочих часов затраченных на создание двухрежимной коробке передач… около 70 процентов… ушли на разработку управляющего программного обеспечения».

Voelcker отметил, что логика управляющего программного обеспечения анализирует сотни входных данных каждые 10 миллисекунд, включая нагрузку на автомобиль, работу двигателя, параметры аккумулятора и температуру в высоковольтных электрических компонентах.

Из-за сложности кода возникают проблемы с надежностью. IBM утверждает, что примерно 50 процентов гарантийных расходов на автомобили в настоящее время связаны с электроникой и их встроенным программным обеспечением. По данным на 2005 год автопроизводителям в Соединенных Штатах это обошлось примерно в 350 долларов за один автомобиль, а европейским автопроизводителям в 250 долларов.

В 2005 году Toyota отозвала 160 000 своих гибридов Prius 2004 года выпуска и некоторые модели начала 2005 года из-за программной проблемы — автомобили глохли или внезапно останавливались. Время, необходимое для ремонта программного обеспечения, оценивалось примерно в 90 минут на одно транспортное средство — около 240 000 рабочих часов. Это обошлось им дорого.

Только в прошлом году было несколько отзывов автомобилей, связанных с проблемами программного обеспечения. Например, в мае 2008 года Chrysler отозвал 24 535 своих Jeep Commanders 2006 года из-за проблемы в программном обеспечении автоматической трансмиссии. Затем в июне Volkswagen отозвал около 4000 своих Passats и Passat Wagons 2008 года и около 2500 Tiguans из-за проблемы в программном обеспечении модуля управления двигателем. Эта проблема может привести к неожиданному увеличению оборотов двигателя в минуту при включении кондиционирования воздуха. В ноябре GM отозвала 12 662 из своих автомобилей Cadillac CTS 2009 года из-за проблемы с программным обеспечением в системе обнаружения пассажиров, которая могла отключить подушку безопасности пассажира, сидящего спереди, когда она должна быть включена, или включить ее, когда она должна быть отключена. Тем не менее, стоит отдать должное разработчикам автомобильного ПО, так как отзывов автомобилей из-за программного обеспечения не так много.

Более широкое использование программного обеспечения не только повлияло на стоимость гарантии на автомобиль, но и усложнило ремонт автомобилей. Страховым компаниям легче объявить полную гибель автомобиля, поврежденного в результате несчастного случая, чем отремонтировать его.

Несложно понять почему. «В автомобиле премиум-класса от 2000 до 3000 уникальных функций, связанных с программным обеспечением», — говорит Брой. Затем они объединяются в 250–300 функций, используемых водителем и пассажирами для управления системами автомобиля.

У большинства коммерческих самолетов есть межсетевые экраны между критически важными бортовыми системами и бортовыми развлекательными системами. У машин, в отличии от самолетов, происходит более сложная передача информации между электронными системами, используемыми для управления автомобилем, и системами, предназначенными для развлечения водителя и пассажиров. В бизнес-школе Wharton была опубликована статья под заголовком «Проблемы с автомобилем: стоит ли отозвать автомобильную промышленность США?». Несколько лет назад некоторые водители Mercedes обнаружили, что водительское кресло сдвигалось, если они нажимали определенную кнопку; проблема заключалась в том, что кнопка должна была управлять навигационной системой.

По словам бывшего автомобильного инженера, с которым я беседовал, примерно треть всего программного обеспечения в автомобилях посвящена одной лишь диагностике. Но даже несмотря на всю эту диагностическую информацию, автомеханики часто не могут определить точную причину проблемы.

Broy сказал мне, что более 50 процентов ECU, которые механики заменяют в автомобилях, технически не содержат ошибок: у них нет проблем ни с аппаратным, ни с программным обеспечением. Механики заменяют ECU просто потому, что не могут починить машину иначе.

«Работники СТО и любители повозиться с машиной в гараже действительно находятся в тех реалиях, когда ремонт автомобиля слишком сложен и требует больших затрат[для них]», — говорит Брой. Удаленная диагностика и ремонт могут сделать механику ненужной для многих задач.