



Есть ИИ – руля не надо

Юрий Широков

Оснащённые искусственным интеллектом транспортные средства медленно, но верно перемещаются из области научной фантастики в повседневную жизнь. По некоторым прогнозам, уже к 2030 году до четверти машин на дорогах будет передвигаться без всякого вмешательства человека. Такие перспективы открываются благодаря достижениям в области алгоритмов ИИ, навигации, машинного зрения и, конечно же, благодаря высокопроизводительным встраиваемым вычислителям, о которых рассказано в статье.

С чего начать отсчёт истории автономных транспортных средств? Как стартовую черту можно, например, принять появление в автомобилях первых функций автоматизации, обеспечивающих безопасность и удобство вождения. Ещё в 2000-х годах на серийных автомобилях появились круиз-контроль и антиблокировочная тормозная система (АБС), а значит, история автоматизации транспорта совсем ещё коротка. С наступлением нового тысячелетия, ознаменованного бурным развитием вычислительной техники, автомобили обзавелись электронной стабилизацией устойчивости, системами обнаружения мёртвых зон, предупреждения о столкновениях и уходе из полосы движения. В период с 2010 по 2016 год, согласно данным американского управления NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration – Национальное управление безопасности дорожного движения), появились и другие системы помощи водителю, такие как видекамеры заднего вида, автоматическое экстренное торможение и помощники для удержания автомобиля в полосе движения, а также стала доступна возможность самостоятельной автоматической парковки. Получив такой богатый арсенал функций, с 2016 года автомобили фактически приблизились к частичной автономии. И вот, наконец, буквально в наши дни появляются первые автономные автомобили, которые (пока ещё весьма условно) могут ездить совсем без водителя. В качестве органов чувств в процессе перемещения между пунктами назначения без водителя-человека они используют комбинацию большого числа датчиков, камер, радаров.

Искусственный интеллект (ИИ) обрабатывает получаемые данные об окружающей обстановке и управляет транспортным средством. Но чтобы считаться действительно автономным, транспортное средство должно быть способно перемещаться без вмешательства человека в заранее определённое место назначения по обычным дорогам, не оптимизированным для его использования. А вот с этим пока есть проблемы: полностью автоматизированные транспортные средства пока ещё не столь надёжны и интеллектуальны, чтобы стать полноправными участниками движения на большинстве дорог. Тем не менее первые примеры имеются: в июне 2011 года в штате Невада (США) впервые в мире разрешили тестирование автомобилей без водителя на дорогах общего пользования, а вслед за Невадой аналогичные разрешения дали и штаты Калифорния, Флорида, Огайо и Вашингтон (округ Колумбия). Среди разработчиков автономных автомобилей многие известные бренды: Audi, BMW, Ford, General Motors, Tesla, Volkswagen, Volvo, а также софтверные компании, такие как Google и Яндекс.

ТРАНСПОРТ ИДЁТ В ПЯТЫЙ КЛАСС

Министерством транспорта США была принята шестиуровневая классификация автоматизации транспортных средств, от 0 (полностью ручное управление) до 5 (полностью автономное управление), которая в настоящее время стала стандартом де-факто.

Уровень 0 – никакой автоматизации

подавляющее большинство транспортных средств на дороге сегодня со-

ответствует именно уровню 0. Задачу динамического вождения здесь полностью решает человек, хотя могут существовать системы, помогающие водителю. Примером тому служит система экстренного торможения: поскольку технически она не управляет транспортным средством, она не квалифицируется как система автоматизации.

Уровень 1 – помощь водителю

Это самый низкий уровень автоматизации. Автомобиль оснащён единой автоматизированной системой помощи водителю, такой как адаптивный круиз-контроль, поддерживающей заданную дистанцию от впереди идущего транспортного средства. При этом водитель-человек контролирует другие аспекты вождения, такие как рулевое управление и торможение.

Уровень 2 – частичная автоматизация вождения

Соответствие ему означает, что автомобиль оснащён передовыми системами помощи водителю ADAS (Advanced Driver-Assistance Systems). Автомобиль может контролировать как рулевое управление, так и ускорение/торможение. Но и здесь автоматизация не справляется с самостоятельным управлением, поэтому на месте водителя сидит человек, который может в любой момент взять автомобиль под контроль. Tesla Autopilot и Cadillac (General Motors) Super Cruise квалифицируются как системы 2-го уровня.

Уровень 3 – автоматизация вождения

Переход с уровня 2 на уровень 3 является существенным с технологической точки зрения, но едва заметным и незначительным с человеческой точки

зрения. Транспортные средства уровня 3 обладают возможностями контроля окружающей среды и могут принимать обоснованные решения, например, ускоряться относительно медленно движущегося другого транспортного средства. При этом они всё ещё требуют человеческого контроля: водитель должен оставаться бдительным и готовым взять на себя управление, если система не сможет выполнить свою задачу. Почти два года назад компания Audi (Volkswagen) объявила, что следующее поколение их флагманского седана A8 станет первым в мире серийным автомобилем третьего уровня. И вот Audi A8L 2019 с осени уже в коммерческой продаже. Автомобиль оснащён системой Traffic Jam Pilot, которая сочетает в себе лидарный сканер и различные датчики.

Уровень 4 – высокоавтоматизированное вождение

Основное различие между уровнями автоматизации 3 и 4 заключается в том, что автоматика автомобиля уровня 4 может вмешаться в управление, если что-то пойдёт не так. В этом смысле машины в большинстве случаев не требуют человеческого участия. Тем не менее человек по-прежнему имеет возможность управлять транспортным средством вручную. Хотя автомобили 4-го уровня и могут работать в режиме самостоятельного вождения, законодательство и инфраструктура пока не позволяют им свободно передвигаться по большинству дорог общего пользования в полностью автоматическом режиме. Таким образом, большинство существующих транспортных средств уровня 4 ориентировано всё же на гибридное управление. Так, например, французская компания NAVYA уже производит и продаёт в США шаттлы и такси 4-го уровня, полностью работающие на электроэнергии и развивающие максимальную скорость до 55 миль/ч. Проект Google Waymo недавно представил службу такси 4-го уровня в Аризоне, где на протяжении года тестировались автомобили без водителя, проехавшие в автономном режиме в общей сложности более 10 млн миль. Канадский автомобильный поставщик Magna разработал технологию MAX4, обеспечивающую возможности автоматизации уровня 4 как в городских условиях, так и на шоссе. Всего несколько месяцев назад Volvo и Vaidu (одна из крупнейших ИТ-компаний Китая) также объявили о стратегическом партнёрстве для совместной разработки электромобилей

4-го уровня, которые будут обслуживать рынок роботакси в Китае.

Уровень 5 – полная автоматизация вождения

Автомобили уровня 5 не требуют человеческого внимания. Они даже не имеют рулевого колеса или педалей газа/тормоза. Такие транспортные средства будут свободно перемещаться по любым дорогам и выполнять любые маневры, доступные опытному водителю. Полностью автономные автомобили в настоящее время проходят испытания в нескольких регионах мира, но ни один из них ещё не доступен для коммерческого использования.

КИБЕРУГРОЗЫ И ДТП

В прошлом году исследовательский институт Ponemon опубликовал отчёт «Защита подключённого автомобиля: исследование практики кибербезопасности в автомобильной промышленности», подготовленный по заказу компании Synopsys. В отчёте констатируется, что подключённые транспортные средства (например, автономные автомобили) богаты функциями физической безопасности: ремни и подушки безопасности, антиблокировочная система тормозов – но не настолько обширны их функции в области цифровой безопасности. Когда дело доходит до обеспечения безопасной работы в реальном мире, подключённые автомобили оказываются ещё не готовыми к своему звёздному часу на дорогах. Вот лишь один из примеров: в 2016 году компания Chrysler была вынуждена отозвать 1,4 млн (!) своих автомобилей по той причине, что некие хакеры продемонстрировали взлом ПО автомобилей с получением возможности дистанционного управления жизненно важными функциями, включая блокировку работы тормозной системы и вывод из строя бортового компьютера.

Упомянутый отчёт Ponemon основан на опросе около 600 специалистов по безопасности и инженеров. Более двух третей опрошенных респондентов признали, что потребность в улучшенной

кибербезопасности является неотложной по очевидным причинам: по их мнению, в ближайшие 12 месяцев весьма вероятны аналогичные злонамеренные атаки на автомобильное программное обеспечение. При таком состоянии дел потребители вряд ли массово примут автономные автомобили в ближайшее время: кому же хочется ездить верхом на бочке с порохом?

КАК ОНИ РАБОТАЮТ

Всеми автомобильными системами управляют алгоритмы ИИ, учитывающие и обрабатывающие огромные объёмы данных из систем распознавания изображений и прочих источников. Разработчики экспериментируют также с глубоким машинным обучением и нейронными сетями. Нейронные сети идентифицируют закономерности в данных, поступающих в алгоритмы машинного обучения. Эти данные включают в себя изображения с камер, по которым нейронная сеть учится распознавать светофоры, деревья, бордюры, пешеходов, дорожные указатели и другие элементы любой среды вождения (рис. 1). Например, в автомобильном проекте Google Waymo (рис. 2) в качестве основного источника информации используется сочетание лидара и видеокамер, а затем данные, которые эти системы генерируют, объединяются с целью идентификации всех объектов вокруг автомобиля и предсказания их вероятного поведения. Всё это должно происходить за доли секунды. Именно поэтому для систем беспилотного автомобиля важны быстрдействие и безотказность. Чем больше система сможет обработать данных, тем точнее алгоритмы глубокого обучения позволят ей выполнить её задачу. Вот каков, в общих чертах, алгоритм работы упомянутого автомобиля Google Waymo:

- водитель (или пассажир) задаёт пункт назначения. Программное обеспечение автомобиля рассчитывает маршрут;
- вращающийся лидар, установленный на крыше, контролирует 60-метровый

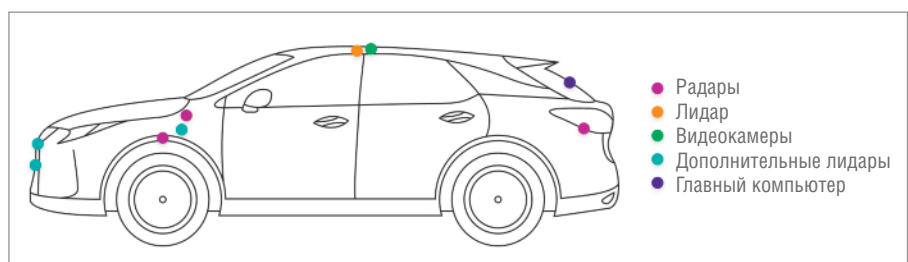


Рис. 1. Компоненты системы автономного управления транспортным средством



Рис. 2. Автомобиль проекта Google Waymo

диапазон вокруг автомобиля и создаёт динамическую 3D-карту текущей окружающей среды автомобиля;

- датчик в районе левого заднего колеса отслеживает перемещение, чтобы определить положение автомобиля относительно 3D-карты;
- радарные системы в переднем и заднем бамперах измеряют и рассчитывают расстояния до препятствий;
- программное обеспечение ИИ в автомобиле подключено ко всем датчикам и объединяет их данные с данными сервиса Google Street View и видеокamera внутри автомобиля;
- ИИ моделирует процессы человеческого восприятия и принятия решений благодаря использованию глубокого обучения и контролирует действия в системах, управляемых водителем, таких как рулевое управление и тормоза;
- программное обеспечение автомобиля консультируется с Google Maps для предварительного уведомления о таких вещах, как достопримечательности, дорожные знаки и огни светофоров;
- при этом всё равно доступна функция отмены, позволяющая человеку управлять транспортным средством.

Прогнозы и проблемы

Консалтинговая фирма по прогнозированию рынка ABI Research, специализирующаяся на стратегических прогнозах по наиболее привлекательным перспективным технологиям, считает, что к 2026 году уже 8 млн автомобилей будут использовать технологии SAE уровней 3 и 4, где водители по-прежнему будут необходимы, причём системы SAE уровней 2 и 3 обеспечат 86% продаж автономных транспортных средств,

но появятся и безопасные транспортные средства, соответствующие технологии SAE уровня 5 (рис. 3).

Компании в автомобильной промышленности тратят миллиарды долларов на развитие технологий автономного вождения 5-го уровня, и все они сталкиваются с рядом проблем, охватывающих различные дисциплины и сферы деятельности. Во многом благодаря амбициозным планам автомобильных корпораций OEM-производители встраиваемой электроники оказались вовлечёнными в подобные проекты и способствуют быстрому развёртыванию автономных транспортных средств путём совершенствования технологий в области сбора, передачи и обработки данных. Это, например, стимулирует производство лазерных автомобильных лидаров — основного в настоящее время «органа чувств» беспилотного автомобиля, обеспечивающего надёжное обнаружение препятствий, определение местоположения транспорта и картирование по технологии SLAM (Simultaneous

Localization and Mapping). Ожидается, что к 2025 году их будет произведено около 36 млн единиц, что соответствует объёмам порядка \$7,2 млрд, а их стоимость значительно снизится и станет вполне приемлемой для массового применения автопроизводителями. Но проблемы создания беспилотного транспорта не ограничиваются только лишь несовершенством датчиков и ПО: ведь стекающиеся отовсюду большие данные надо хранить и обрабатывать в реальном времени, а для этого требуются надёжные и высокопроизводительные встраиваемые вычислители.

НПЕС и Edge AI

Внедрение автономного управления 5-го уровня в автомобильной, оборонной и других отраслях промышленности требует беспрецедентных масштабов сбора, хранения и обработки данных. Для постоянного сбора информации об окружающей среде, необходимой транспортному средству при выполнении его задач, нужен набор систем высокопроизводительных встраиваемых вычислительных средств НПЕС (High Performance Embedded Computing), способных обрабатывать огромные объёмы данных, обмениваться этими данными и поддерживать Edge AI (пограничный искусственный интеллект), а также алгоритмы глубокого обучения в режиме реального времени. До сих пор для обычных встраиваемых устройств такая производительность и функциональность были мало востребованы и практически недоступны.

Сегодня компания Eurotech предлагает системы НПЕС, которые можно комбинировать для получения непревзойдённой производительности и ёмкости в автомобильных и прочих приложениях. Благодаря новым платам и системам НПЕС Eurotech в состоянии предложить суперкомпьютерные воз-

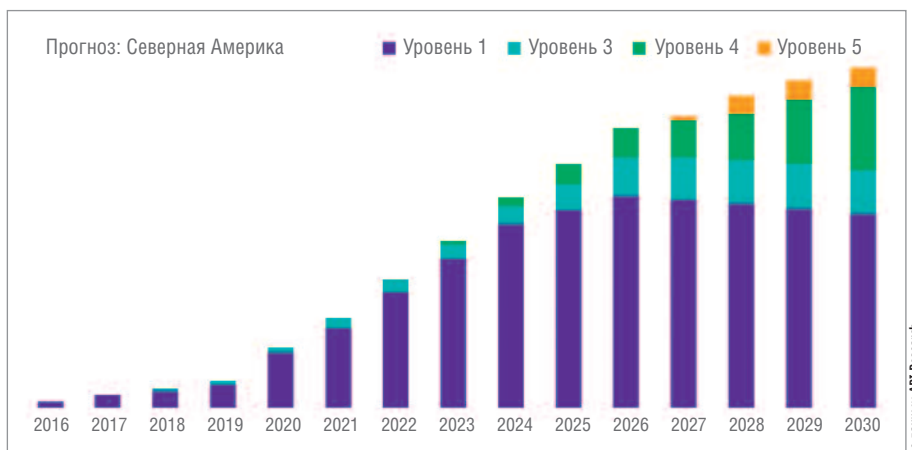


Рис. 3. Прогноз относительного уровня продаж автономного транспорта разных уровней

AI @ EDGE

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕШЕНИЯХ BOXER-8110AI НА БАЗЕ NVIDIA



Магазины самообслуживания



Компактный размер
110×65×40 мм

Самообучающиеся роботы



Библиотека глубокого обучения cuDNN для ускорения вычислений на графических процессорах CUDA

Интеллектуальное видеонаблюдение

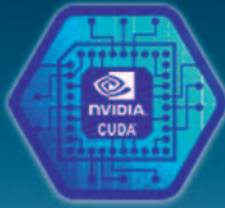


Мощный интегрированный графический процессор Pascal с 256 ядрами и 6-ядерный ЦП

Контроль доступа



Промышленное исполнение:
• диапазон рабочих температур -20...+50°C
• питание 12 В постоянного тока
• степень защиты IP40



- 1×LAN/1×RS-232/1×CAN
- MicroSD



возможности для Edge-устройств с более быстрым доступом к данным, а также с поддержкой искусственного интеллекта. Перенос функциональности высокопроизводительных вычислений НРС (High Performance Computing) из центра обработки данных в развёртываемые в полевых условиях приложения означает уменьшение габаритов, веса и энергопотребления, повышение стабильности и надёжности при сохранении таких же высоких вычислительных характеристик. Сертифицированные для применения в автомобильной промышленности платы и системы Eurotech НРЕС имеют надёжную безвентиляторную конструкцию с жидкостным охлаждением, поэтому отлично подходят для встраиваемых систем, предназначенных для сложных условий окружающей среды, в которых приходится функционировать автотранспорту.

По мнению специалистов Eurotech, встраиваемые системы, устанавливаемые на транспортных средствах пятого уровня, должны удовлетворять шести основным требованиям.

Производительность

Датчики, лидары и другие компоненты технологий, поддерживающих автономное вождение, генерируют беспрецедентные объёмы данных. Они требуют сверхвысокой вычислительной производительности, которая выходит за рамки традиционных возможностей встраиваемого компьютера. Некоторым сложным датчикам для передачи данных не только в пиковых условиях, но и для штатных операций требуется полоса пропускания 40 Гбит/с. Более того, приложения уровня 5 для автономного вождения требуют постоянной надёжной работы в режиме реального времени с минимальной задержкой.

Хранение данных большого объёма

Приложения автономного вождения уровня 5 по своим потребностям в значительной степени превышают возможности типичных встраиваемых вычислительных устройств. Например, при упомянутой пропускной способности 40 Гбит/с объём данных всего за час работы достигнет почти 20 ТБ.

Надёжность в жёстких условиях окружающей среды

Установленные на транспортных средствах системы НРЕС и регистраторы данных должны обеспечивать на-

дёжную непрерывную работу в течение длительного периода времени. Они должны функционировать в очень суровых условиях окружающей среды: выдерживать удары, вибрации, пыль и широкий диапазон температур.

Тестирование и сертификация

Встраиваемые компьютеры и прочие электронные системы, установленные в транспортных средствах, должны соответствовать отраслевым стандартам. Наличие сертификата E-Mark и соответствие таким стандартам, как IEC 60068-2-6/60068-2-27 (методы испытаний на стойкость к внешним механическим воздействиям), — это объективные характеристики, гарантирующие детерминированное поведение системы в реальных условиях эксплуатации.

Компактность

Во встраиваемых приложениях пространство зачастую весьма ограничено, и предназначенные для их создания системы должны иметь компактные размеры. Однако системы НРЕС обеспечивают высокую вычислительную мощность и поэтому интенсивно выделяют тепло. При традиционном подходе рассеяние большой тепловой энергии потребовало бы мощной воздушной системы охлаждения, которая едва ли впишется в концепцию большинства транспортных средств.

Эффективность теплоотвода

Из-за проблем с отводом тепла высокопроизводительные вычислители, как правило, более массивны, чем обычные встраиваемые системы: они часто оснащены мощными вентиляторами, которые нельзя использовать во встраиваемых приложениях, где производительность снижается ради адаптации к пространственным ограничениям.

Однако встраиваемые вычислительные системы для автономного вождения должны обеспечивать производительность НРС. Eurotech имеет большой опыт в разработке систем НРС и систем НРЕС с жидкостным охлаждением. Это является хорошим решением для транспортных систем НРЕС, так как большинство автомобилей уже оборудованы системами жидкостного охлаждения двигателей. К этой системе и подключаются встраиваемые компьютеры. По сравнению с воздушным охлаждением жидкостное обеспечивает большую вычислительную плотность и лучшую энергоэффективность: даже ес-

ли системы Eurotech НРЕС будут потреблять (и рассеивать) до 500 Вт, охлаждающая жидкость будет поддерживать их температуру в диапазоне +41...+43°C.

АРХИТЕКТУРЫ С СИСТЕМАМИ EUROTECH НРЕС

В качестве уникального примера высокопроизводительных встраиваемых вычислительных систем, отвечающих всем перечисленным требованиям, можно привести компьютеры DynaCOR 40-34 и DynaCOR 50-35: они представляют собой гибко настраиваемые платформы, которые позволяют создавать в автомобиле автономные центры обработки данных и доводить искусственный интеллект до переднего края развития технологий (рис. 4).

DynaCOR 40-34 имеет оптимизированную архитектуру без узких мест с точки зрения потока данных. В основе устройства лежит 96-полосный коммутатор PCI Express 3-го поколения, который маршрутизирует связь между всеми его компонентами. Топология поддерживается настолько простой, насколько это возможно, и каждое устройство подключено к 16 линиям, обеспечивающим чистый трафик приблизительно 13 Гбит/с, что соответствует пропускной способности входящего потока данных 2 × 56 Гбит/с, или приблизительно 14 ГБ/с в теории и 10 ГБ/с в реальных условиях. Канал DMA (прямой доступ к памяти) между сетевым адаптером и накопителем NVMe позволяет избежать узких мест и разгрузить ЦП от других задач, например, его можно использовать для поддержки набора RAID или для выполнения вычислительных задач небольших или средних объёмов. Имеется также графический процессор, который можно использовать для выполнения расширенной обработки входящих или хранимых дан-



Рис. 4. Внешний вид системы DynaCOR 40-34

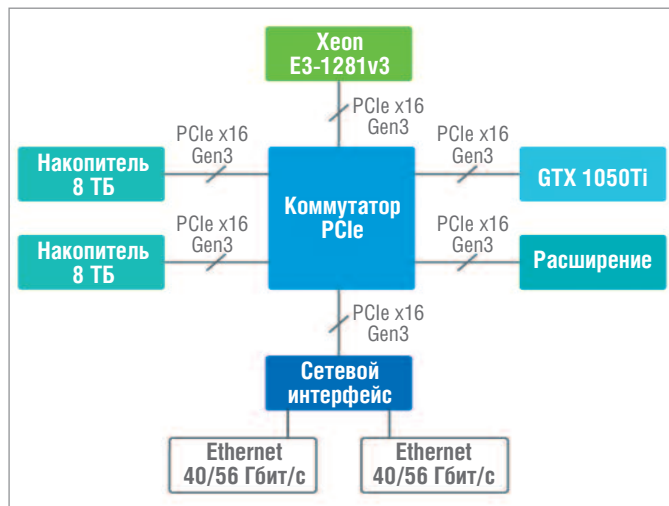


Рис. 5. Архитектура системы DynaCOR 40-34

ных. DynaCOR 40-34 можно адаптировать к ряду специфических потребностей клиента. Например, один дополнительный отсек расширения предназначен для размещения стандартных карт PCIe, с помощью которых могут быть реализованы интерфейсы полевой шины, ускорители, хранилище данных, подключение специфического нестандартного оборудования и многие другие типы функций (рис. 5).

Регистрация данных

Этот вариант применения является примером оптимизированного высокопроизводительного приложения регистрации данных, где DynaCOR 40-34 получает поток агрегированных данных, поступающих от множества датчиков транспортного средства через коммутатор DynaNET 10G-01. Такая архитектура хорошо сбалансирована, имеет 40-гигабитную магистраль Ethernet и поддержи-

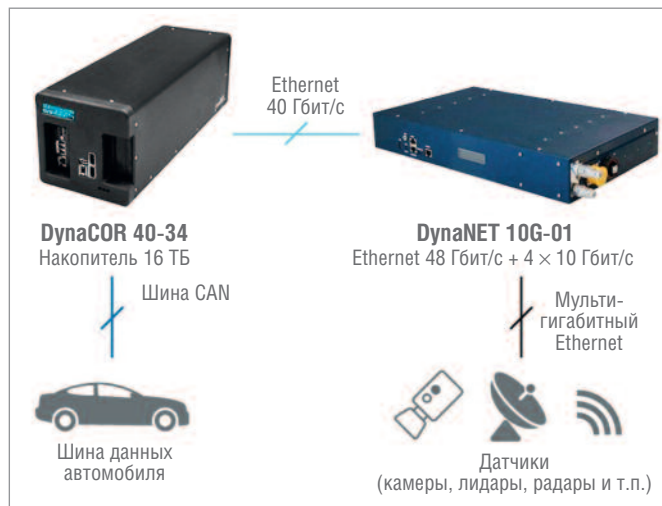


Рис. 6. Бортовая система сбора и хранения данных

вает до 48 гигабитных источников данных (рис. 6). Установка представляет огромную ценность для клиентов, которым необходимо реализовать сбор данных об окружающей среде в реальных условиях вождения на существующих коммерческих транспортных средствах с минимальными модификациями. Чрезвычайная компактность системы и наличие соответствующей сертификации позволяют устанавливать DynaCOR 40-34 и



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ



Высокопроизводительные панели оператора с системой контроллера CODESYS ПЛК

- Визуализация с помощью EasyBuilder Pro
- Поддержка протоколов IIoT: MQTT и OPC UA
- Поддержка CANopen, Modbus TCP/IP, EtherCAT
- Поддержка удаленного ввода/вывода

Коммуникационные модули и модули ввода/вывода

- Экономичное и компактное решение
- Модульный дизайн
- Поддержка CANopen, Modbus TCP/IP, EtherCAT



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

Реклама

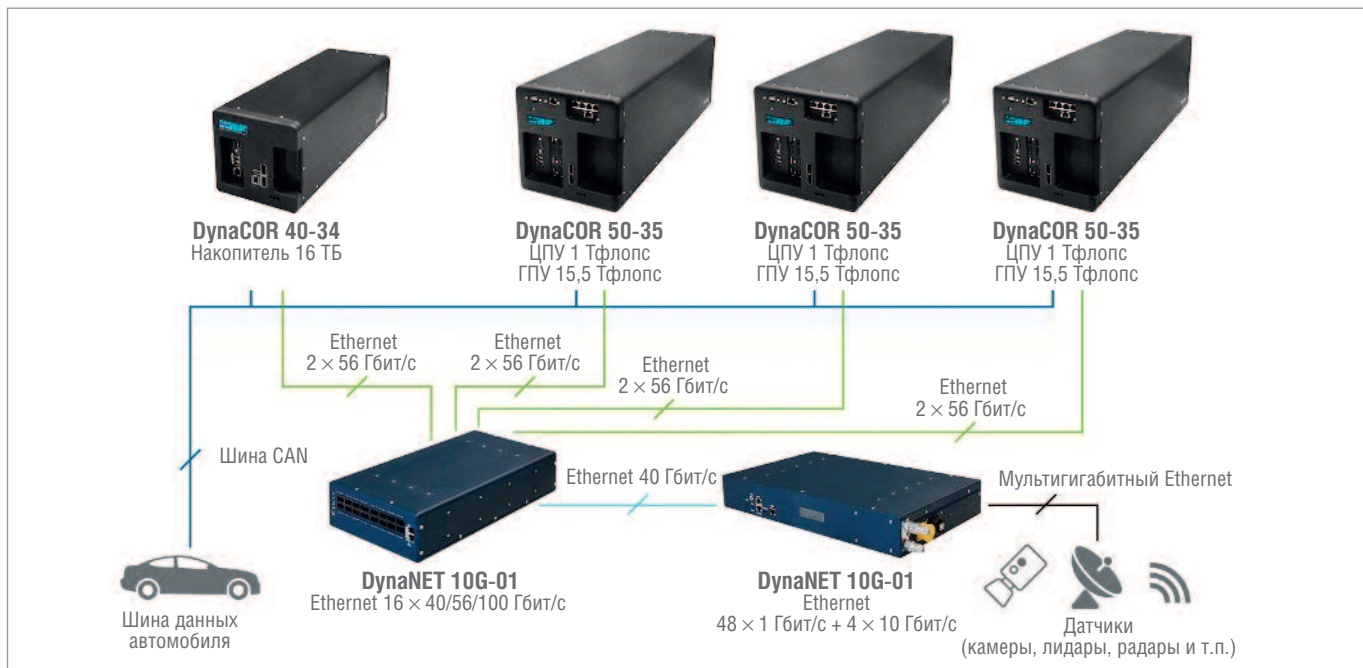


Рис. 7. Бортовая высокопроизводительная система искусственного интеллекта

Dyna NET 10G-01, выделяя для этого лишь небольшую часть объёма багажника типичного малогабаритного автомобиля.

Edge AI на колёсах

Этот вариант использования добавляет к проиллюстрированной ранее возможности сбора данных масштабируемые вычислительные ресурсы и вводит два новых строительных блока, позволяющих реализовать Edge AI в транспортном средстве (рис. 7). DynaCOR 50-35 — это надёжный сервер HPEC, обладающий высокой вычислительной мощностью и поддерживающий ИИ и алгоритмы глубокого обучения в условиях автономной работы. DynaNET 100G-01 является высокопроизводительным коммутатором Ethernet со 100-гигабитными портами, предназначенным для двунаправленной передачи огромных объёмов данных.

В показанном здесь примере потоки данных от датчиков агрегируются DynaNET 10G-01 и затем передаются в магистральную сеть DynaNET 100G-01 (рис. 8). Кстати, DynaNET 100G-01, как и DynaCOR, имеет эффективную систе-

му жидкостного охлаждения, патрубки которой можно увидеть на рис. 9. В этой схеме все DynaCOR используют каналы 2x56 Гбит, что даёт общую полосу пропускания 112 Гбит/с на устройство, которая может быть распределена динамически. Вполне разумно предположить, что непрерывный поток данных от датчика в режиме реального времени (до 40 Гбит/с) будет направлен в первый канал DynaCOR, оставляя второй доступным для выполнения вычислительных задач и обработки сообщений.

Примечательной особенностью DynaNET 100G-01 и DynaNET 10G-01 является реализация третьего уровня сетевой модели OSI, которая обеспечивает очень точное управление трафиком. Это крайне важно для минимизации задержки и оптимизации распределения потоков данных между устройствами, что позволяет избежать потерь данных и других подобных сетевых проблем, которые могли бы ухудшить работу системы в целом.

Поскольку DynaNET 100G-01 обладает 16 портами, каждый из которых способен развивать скорость 40/56/100 Гбит/с,

а DynaCOR 40-34 и DynaCOR 50-35 имеют двойные интерфейсы 40/56 Гбит/с, при использовании каналов 40/56 Гбит/с можно объединять до 15 DynaCOR или до 7 DynaCOR, присоединённых по каналам 80/112 Гбит/с. Одна или две 40-гигабитные линии могут использоваться для доступа к сенсорной сети, подключённой к одному или двум DynaNET 10G-01.

Путём комбинации этих строительных блоков можно построить очень эффективные конфигурации, например, получить до 256 ТБ ёмкости памяти NVMe (с использованием 16 устройств хранения) или до 16 Тфлопс (ЦПУ) + 248 Тфлопс (GPU, FP32) вычислительной производительности. Это позволяет реализовать встраиваемые решения Edge AI и глубокого обучения для обработки огромных массивов данных. Важно отметить, что каждый сервер DynaCOR имеет 2 интерфейса GbE, обеспечивающих прямое подключение датчиков даже в экстремальных условиях. Более того, DynaCOR 50-35 также может быть дополнен хранилищем данных типа NVMe, что обеспечивает ему дополнительную функциональность.

Избыточная архитектура HPEC

В примере на рис. 10 показано, как за счёт дублирования коммутаторов может быть реализована избыточная архитектура. Хотя эта упрощённая схема и не полностью отражает реализацию избыточности на практике, она всё же демонстрирует, как можно создать очень сложную инфраструктуру вычислений



Рис. 8. 100-гигабитный 16-портовый HPEC-коммутатор DynaNET 100G-01

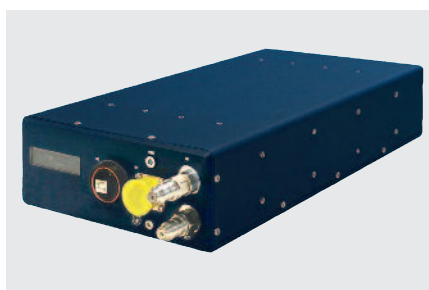


Рис. 9. Коммутатор DynaNET 100G-01 (вид сзади)

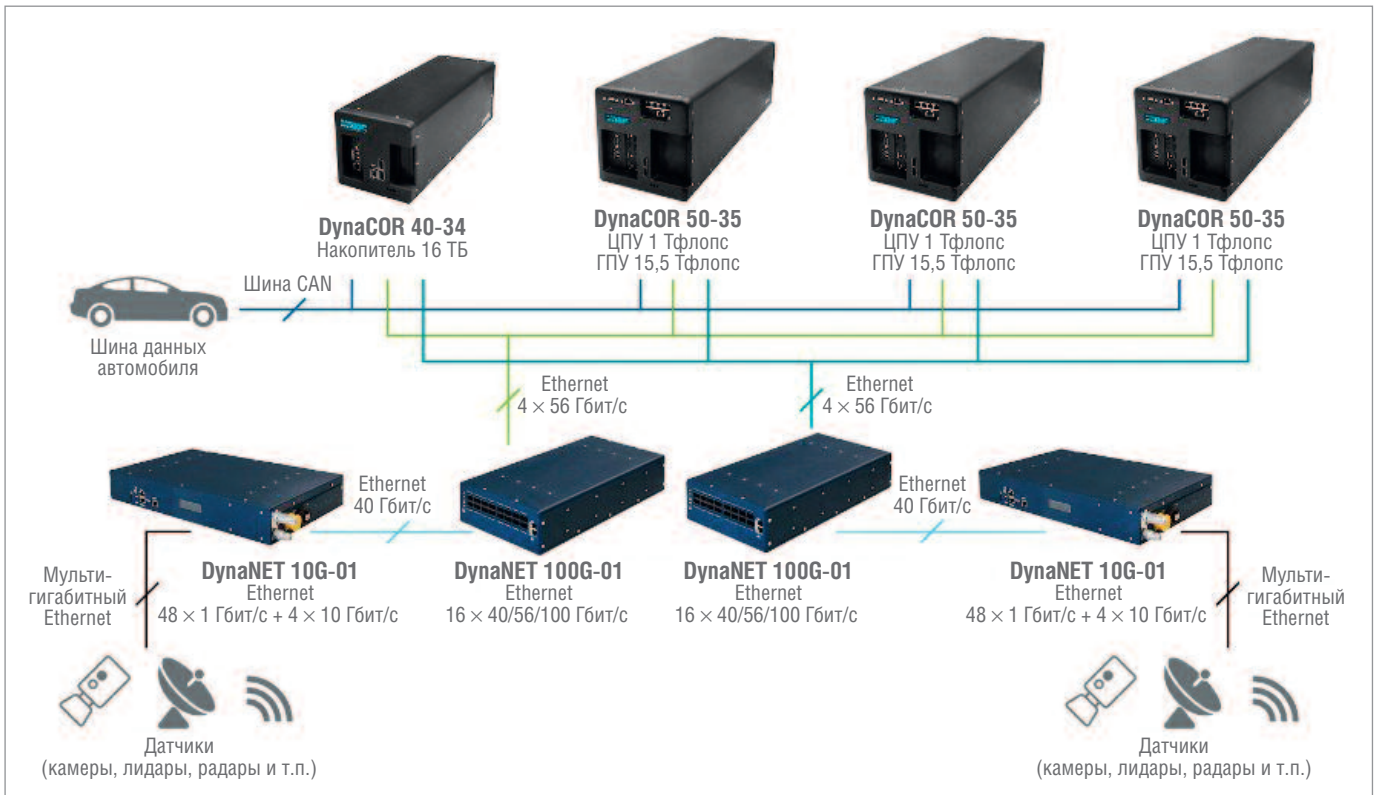


Рис. 10. Организация избыточности в системах HPEC

и хранения данных в обычном транспортном средстве, обходя при этом физические ограничения, налагаемые небольшим доступным пространством, жёсткими условиями эксплуатации и допустимой потребляемой мощностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Eurotech – основанная в Италии международная компания, имеющая пред-

ставительства в Европе, Северной Америке и Японии, приоритетом которой является развитие технологий Индустрии 4.0 и Интернета вещей. Эта стратегия полностью оправдала себя: встраиваемые системы Eurotech в промышленном исполнении мы видим среди наиболее конкурентоспособных продуктов в области автоматизации промышленности, транспорта, медици-

ны, обороны, энергетики. Описанные в статье высокопроизводительные встраиваемые решения Eurotech применимы не только в области автоматизации транспорта – они могут стать хорошей основой современных систем ИИ для любых отраслей промышленности. ●

E-mail: textoed@gmail.com

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Компания «Прософт-Системы» подписала меморандум о сотрудничестве с индийским системным интегратором



В рамках Российского международного энергетического форума состоялось подписание меморандума о сотрудничестве между инженерной компанией «Прософт-Системы» и индийским системным интегратором NexGen Consultancy. Сотрудничество компаний продолжается уже третий год, за это время партнёры рассмотрели перспективы совместных проектов по созданию систем автоматизации подстанций и энергосистем в Индии и определили приоритетные направления и порядок действий для их реализации.

NexGen Consultancy – интегратор оборудования и систем автоматизации для электроэнергетической отрасли, а также разработчик ПО для систем учёта энергоресурсов. Ранее представители компании посетили многофункциональный производственный

комплекс «Прософт-Системы», ознакомившись с функциональностью выпускаемых устройств и обсудив их использование в своих проектах. Зарубежные гости высоко оценили уровень представленного оборудования, отметив гибкую архитектуру систем и серьёзные перспективы их применения на мировых рынках. По их мнению, перед электроэнергетикой Индии стоят задачи, решению которых может способствовать опыт передовых российских компаний, и одной из них является «Прософт-Системы».

Подписанное соглашение утверждает NexGen Consultancy в качестве эксклюзивного представителя ООО «Прософт-Системы» в Индии.

Совместно с партнёром компания «Прософт-Системы» приступит к реализации пилотного проекта в индийских электросетях и предложит инновационные технические решения южноазиатским электроэнергетическим предприятиям. ●