

# IoV: союз авто и прочих вещей

**А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва**

*"Первый шаг — установить, что нечто возможно; затем появится вероятность".*

**Илон Маск**

Современные (скорее, усовершенствованные) автомобили в очередной раз завоёвывают рынок, поэтому в который уже раз уделим им несколько страниц в журнале. Перемещаются теперь эти авто не просто по дорогам, а в рамках интеллектуальной транспортной системы (ИТС), являясь, по сути, её частью. Они оснащены не только системой глобального позиционирования (ГЛОНАСС/GPS) и навигационными системами, но и системами с более продвинутой функциональностью, вроде осведомлённости об окружающей среде для предотвращения столкновений транспортных средств, мультимедийных систем и интегрированных систем беспроводного доступа. Мировой автопром переживает глубокую трансформацию, традиционные автопроизводители интегрируются с технологией 5G, чтобы обеспечить безопасную и быструю передачу данных для будущей мобильности. И всё это во имя улучшения характеристик автомобиля и удобства его использования.

Также сегодня, как и десять лет назад, большой интерес вызывает повышение эффективности автомобильных коммуникаций. Тем более, что возможностей появилось больше, и ИТС нацелена на повышение безопасности, надёжности, эффективности и качества транспортной инфраструктуры и транспортных средств за счёт использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Кроме того, ИТС фокусируется на обеспечении устойчивого и доступного транспорта, разрабатывая передовые приложения и услуги для оптимизации энергопотребления и времени транспортировки. Например, в середине марта 2023 г. стартап WaveLogix сообщил о коммерциализации новой технологии, которая позволит сэкономить огромные средства при строительстве и ремонте автомагистралей с бетонным покрытием, которое содержит встроенные датчики, своевременно сигнализирующие о необходимости ремонта дороги.

ИТС — это приложение, которое предоставляет услуги, связанные с транспортировкой и управлением дорожным движением, чтобы сделать жизнь лучше и обеспечить безопасность водителей и пассажиров. Основной причиной развития ИТС стали различные дорожно-транспортные происшествия, загрязнение окружающей среды и пробки на дорогах, в основном в мегаполисах. Дорожно-транспортные происшествия являются серьёзной проблемой для водителя и пассажиров. ИТС является основой для развития технологий нового поколения. Она включает в себя различные области, такие как управление транспортом и контроль дорожного движения. Более широкими областями ИТС являются управление информацией, системы аварийных ситуаций, электронное взимание дорожных сборов, управление дорожным движением и т. д. Недавно в Индии были успешно внедрены автоматические слагбаумы, оснащённые датчиками, которые определяют транспортное средство, сканируют QR-код, связанный с транспортным средством, и автоматически взимают стоимость дорожного сбора.

Но вернёмся к коммуникациям, различные сценарии развития которых поддерживает ИТС. Это все виды связи в транспортных средствах, между транспортными средствами, а также между транспортными средствами и придорожной инфраструктурой. Закономерно вслед за Интернетом вещей (IoT) появился Интернет транспортных средств (IoV — Internet of Vehicles), которые оборудованы датчиками, программным обеспечением и технологиями подключения и обмена данными через Интернет в соответствии с соответствующими стандартами. Собственно, IoV — это разновидность IoT, оперирующая транспортной экосистемой, что должно способствовать интеллектуальному управлению дорожным движением, динамическим информационным сервисам и приложениям для управления транспортными средствами.

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.

Июнь  
2024 год

Исторически IoV развился из автомобильных сетей Ad hoc (радиосети со случайными стационарными абонентами, реализующие полностью децентрализованное управление при отсутствии базовых станций или опорных узлов) и, как ожидается, в конечном итоге (т. е. отнюдь не сегодня) превратится в Интернет автономных транспортных средств (IoAV — Internet of Autonomous Vehicles). То есть ожидается, что IoV станет одним из средств обеспечения автономной, подключённой, электрической и совместно используемой мобильности будущего. Иными словами, IoV — это следующий шаг в эволюции автомобильных одноранговых сетей VANET (Vehicular Ad hoc Network) или разнородность мобильных транспортных средств, использующих для связи одноранговые соединения по требованию.

Одноранговыми называются компьютерные сети, в которых каждый ПК равноправен и может выполнять функции сервера и клиента одновременно. В отличие от централизованных сетей, в одноранговых сетях отсутствует проблема единой точки отказа — отказ одного из узлов не приводит к остановке всей системы.

VANET позволяет каждому транспортному средству присоединяться к другим транспортным средствам с помощью беспроводной связи. Тем не менее, он имеет ограничения, связанные с покрытием небольшой сети, что ограничивает гибкость и число подключённых транспортных средств. Кроме того, некоторые моменты, такие как поведение водителя, сложные дороги и пробки, являются препятствиями для коммуникации VANET. Таким образом, функционала VANET было недостаточно для предоставления услуг или приложений своим клиентам, и эти причины инициировали создание IoV, где используются в основном две технологии: интеллект автомобиля (которого не хватало ранее) и сетевое взаимодействие транспортных средств. За последнее время ИТ-компании опубликовали множество приложений или сервисов, для чего VANET попросту не хватало мощности для обработки полной информации.

Автомобильный интеллект сочетает в себе различные приложения, которые поддерживают искусственный интеллект (ИИ), глубокое обучение (DL — Deep Learning), роевой интеллект (PI или — Swarm Intelligence) и т. д. для повышения безопасности водителя и достижения повышенной безопасности в автомобильной технике. После того как собраны все данные, их необходимо использовать для принятия решений и позволить автомобилю и ИТС реагировать соответствующим образом. Именно здесь ИИ становится ключевым компонентом IoV, поскольку он позволяет прогнозировать, принимать решения и выполнять соответствующие действия (разумеется, никаких возможностей для востанова машин допускать здесь нельзя). Многие производители оригинального оборудования (Toyota, BMW, GWM, Volvo и Ford) в настоящее время работают над интеллектуальными автомобилями. Кроме того, различные ИТ-компании, такие как

Apple, Google и Huawei, работают над тем, чтобы внести свой вклад в эту отрасль.

Люди давно заинтересовались так называемым роевым поведением, когда птицы летят на юг огромными косяками, не сбиваясь с курса, когда колонии муравьёв слаженно работают, возводя структуры, не уступающие по сложности человеческим мегаполисам, и когда пчёлы могут так точно определять и добывать для всей колонии питание. Все эти большие группы организмов объединяют термином рой. Наблюдая за различными естественными примерами роёв, человечество придумало различные модели РИ, чьё поведение основывалось на различных путях взаимодействия с окружающей средой и между собой.

В частности, метод роя частиц (МРЧ или PSO — Particle Swarm Optimization) является методом численной оптимизации, поддерживающим общее число возможных решений, которые называются частицами или агентами, и перемещающая их в пространстве к наилучшему найденному в этом пространстве решению, всё время находящемся в изменении из-за нахождения агентами более выгодных решений. При этом частицы-агенты роя, помимо подчинения неким правилам, обмениваются информацией друг с другом, а текущее состояние каждой частицы характеризуется местоположением частицы в пространстве решений и скоростью перемещения. Это итеративный процесс, постоянно находящийся в изменении.

Оптимизационный алгоритм с подражанием колонии муравьёв (муравьиный алгоритм или ACO (Ant Colony Optimization)) — один из самых эффективных алгоритмов РИ для решения задач по поиску маршрутов в графах и по нахождению приближительных решений для задачи коммивояжёра. Суть алгоритма заключается в применении модели функционирования колонии муравьёв к решению различных задач. В этом алгоритме муравьиная колония рассматривается как мультиагентная система, в которой все агенты действуют самостоятельно по очень простым алгоритмам, но вся система в целом ведёт себя крайне разумно. Поведение колонии муравьёв основывается на самоорганизации, достигаемой за счёт взаимодействия агентов на низком уровне ради общей цели. Изучивший РИ муравьёв может быть допущен к управлению колонией автомобилей.

В результате IoV — это ещё и глобальная интеграция пользовательской среды, транспортного средства или устройства, которая расширяется для обеспечения эффективного уровня обслуживания пользователей в соответствии с их ожиданиями и удовлетворённостью. За последние годы огромное число пользователей было включено в эволюцию IoT, Big Data и облачных вычислений, что также помогает внедрению IoV.

IoV включает в себя пять типов сетевых коммуникаций. Связь между транспортными средствами (V2V — Vehicle-to-Vehicle) поддерживает обмен информацией с внешними транспортными средствами. С помощью V2V каждое

транспортное средство действует как узел связи и пытается соединиться с другими движущимися транспортными средствами. Сеть, созданная V2V, имеет широкий охват. К примеру, такая информация, как авария на маршруте, может быть быстро передана от одного транспортного средства к другому транспортному средству. Связь должна быть достаточно оперативной, без большой задержки.

Vehicle-to-Infrastructure (V2I) поддерживает связь со стационарными объектами или инфраструктурой города. В этом типе приложения водители могут легко узнать о наличии парковочных мест в торговых центрах и других сценариях, таких как наличие столиков для еды в некоторых торговых центрах. К примеру, в случае угона автомобиля система обнаруживает и изолирует транспорт. С этим, к сожалению, уже столкнулись владельцы купленных в Европе премиальных авто, которые из-за введённых запрещающих санкций определяются как угнанные и превращаются в "кирпич на колёсах". Оживить такой "кирпич" можно лишь через сервисную компанию, у которой осталось соответствующее ПО изготовителя.

Устройства Vehicle-to-Personal (V2P) привлекают внимание к таким приложениям, как Carplay и поддержка автомобилей Android в транспортных средствах. В наше время, когда используется громкая связь, с помощью платформ Android и iOS легко подключать личные устройства к информационно-развлекательной системе автомобиля и общаться с персональными устройствами. Приложение для телефона может быть воспроизведено на информационно-развлекательном дисплее, а использование таких приложений, как звонок, музыка, навигация, Siri и Google Assistant, может быть доступно водителю для использования без использования телефонов в руках.

Модуль V2R (Vehicle-to-Roadside) используется для связи с придорожными устройствами, такими как светофоры или предупреждающие знаки для пешеходной дорожки. Кроме того, при обмене данными между транспортными средствами в сильно загруженной сети проблемой является потеря пакетов.

Vehicle-to-Server (V2S) поддерживает дополнительную информацию, доступную из API (Application Programming Interface — программный интерфейс приложения) с помощью Интернета. Теперь можно обновлять программное обеспечение автомобиля с помощью беспроводной связи (OTA) с использованием сетевой связи на основе V2S. Это необходимо для связи с серверами и обновления любой информации.

Основные направления среды IoV заключаются в решении проблемы связи между несколькими устройствами в нескольких областях (управление трафиком, безопасность и развлечения, а также информация). Однако из-за проблем с конфиденциальностью, удобством использования и доступностью, взаимодействие этих приложений имеет ограничения, поэтому они обычно действуют как независимые сущности. Чтобы уменьшить число таких проблем,

различными исследователями было предпринято несколько попыток, которые сосредоточились на разработке платформ кросс-совместимости, элементов и устройств из разных транспортных средств, которые могут взаимодействовать в среде IoV.

Несмотря на то что существуют различные многоуровневые архитектуры IoV, предложенные исследователями в качестве наиболее подходящих, рассматривается та, что поддерживает сразу все типы коммуникаций. Существует семь уровней, которые обеспечивают прозрачную взаимосвязь всех компонентов сети и передачу данных в среде IoV:

- бизнес-уровень, где реализуются различные бизнес-модели, производится аналитика и обрабатываются соответствующие данные;

- уровень управления, на котором работают сетевые операторы и обеспечивается межсетевое взаимодействие;

- уровень коммуникаций, где выбирается лучший из доступного в данном месте арсенала в лице сетей 3G, 4G, 5G;

- уровень предварительной обработки, где данные фильтруются, проходят предварительную обработку и передаются в нужном направлении;

- уровень сбора данных от различных источников внутри и вне транспортных средств, а также их преобразование;

- уровень взаимодействия пользователей с управлением уведомлениями и прямым взаимодействием пользователей;

- уровень обеспечения безопасности с аутентификацией, достоверностью, приватностью и конфиденциальностью.

Модель IoV основана на интерфейсе пользователя и транспортного средства для управления связью между ними, для управления безопасностью, авторизации транзакций и интерфейсе для связи с другими сетями для доставки собранной информации.

На уровне взаимодействия с пользователем в транспортных средствах в основном выделяют два типа систем связи, а именно информационные системы и системы управления. Информационная система предоставляет необходимую информацию, такую как информация о маршруте, условиях пробок, наличии мест для парковки, предупреждения и уведомления о наступлении событий. Кроме того, она предоставляет информацию о дорожной обстановке, если транспортное средство или водитель подвергается риску.

Существуют такие приложения, как адаптивный круиз-контроль, который автоматически контролирует скорость автомобиля и помогает поддерживать скорость, удерживая полосы движения и предотвращение столкновений, что помогает предотвратить аварии водителей и предупредить в случае, если авария вот-вот произойдет. Это помогает водителю безопасно управлять автомобилем, удовлетворяя потребности пользователя. На уровне сбора данных этот уровень предназначен для сбора данных, связанных с информационно-развлекательной системой, информацией, связанной с безопасностью, информацией о дорожном движении или из областей,

выбранных в интересах водителя, которые дополнительно включают глобальную систему позиционирования, также известную как GPS, модуль управления кузовом, дорожные сигналы и связь между транспортными средствами.

Уровень сбора данных в основном предназначен для данных, контроля и управления. При этом улицы разделяются на группы соседних кластеров, и с помощью кластерных головок происходит передача пакетов данных дальше. Он поддерживает два типа передачи данных, которые включают внутриавтомобильные и межавтомобильные взаимодействия. В первом используются такие технологии, как Bluetooth, Wi-Fi и ZigBee, а во втором связь V2V, V2I, V2R, V2S и V2P использует технологическую поддержку по стандарту IEEE 802.11r для физического уровня.

На уровне фильтрации и предварительной обработки данных надо понимать, какие именно данные необходимы, чтобы избежать перегрузки сети. В настоящее время существует множество методов интеллектуального анализа данных, которые используются для эффективного извлечения соответствующих данных и их точной обработки. IoV учитывает множество условий, когда необходимо выбрать сеть, которая используется для передачи, чтобы качество обслуживания (QoS — Quality of Service) для приложений оставалось на более высоком уровне.

Уровень контроля и управления отвечает за организацию нескольких поставщиков сетевых услуг, присутствующих в среде IoV. Для получения информации в управляемом формате применяются такие подходы, как управление дорожным движением, проектирование, инспекция и функционал. Этот уровень помогает в управлении сетевыми операторами, принимая во внимание требования к совместимости.

Бизнес-уровень также известен как уровень обработки, который отвечает за большой объем информации, используя несколько доступных инфраструктур облачных вычислений, присутствующих либо локально, либо удаленно. Основная функция, которую выполняет этот слой, заключается в обработке и анализе информации, получаемой от других, более низких слоёв. Принятие решений основано на статистическом анализе данных и выбранной стратегии на основе бизнес-моделей. Полученные результаты могут быть использованы многими ведомствами, особенно в государственных центрах, при развитии инфраструктуры и модели типа автомобиль-бизнес (V2B) для управления или улучшения дорожного движения.

Уровень безопасности имеет прямую связь со всеми остальными слоями, упомянутыми выше, чтобы можно было свести к минимуму атаки или угрозы безопасности от любого несанкционированного доступа.

Когда автомобиль трогается с места, он запускает процесс инициализации транспортного средства и аутентификации в сети IoV, а также сбор данных из процесса окружения, начатого в этот момент времени. Этот этап сбора данных помогает собрать всю необходимую ин-

формацию, производимую транспортными средствами, пользователями и придорожной инфраструктурой, такой как светофоры, датчики местоположения уровня загрязнения и интеллектуальные устройства в пределах гибкой сетевой области. После того как данные собраны, они фильтруются и проходят предварительную обработку, чтобы убедиться, что важные данные передаются водителю в сети IoV. Остальное отбрасывается. К примеру, в случае, если транспортное средство получает информацию о происшествии, она отображается на информационно-развлекательной панели водителю, и её уведомление транслируется. Однако, если какое-либо другое транспортное средство получает аналогичную информацию без каких-либо изменений в ней, то оно прекращает её ретрансляцию.

Неудивительно, что каждая новая автомобильная технология, в том числе подключённые автомобили, требует особого пользовательского опыта и экономического модели. В результате OEM-производители (Original Equipment Manufacturer) вынуждены сотрудничать с компаниями первого и второго уровня и использовать их знания в области программного обеспечения. Ниже приведены некоторые способы использования IoV:

- профилактическое обслуживание является одним из наиболее важных применений IoV. Системы IoV могут предсказывать возможные проблемы, используя данные с датчиков, установленных в транспортных средствах, что позволяет водителям решать их до того, как они станут более серьезными. Продление срока службы автомобилей и сокращение времени простоя могут сэкономить деньги как частным лицам, так и владельцам автопарков;

- умная парковка. Найти парковочное место может быть сложно, но IoV может облегчить эту задачу. Системы IoV могут в режиме реального времени предоставлять информацию об открытых местах с датчиками на парковках и на улицах. Используя эту информацию, водители могут заранее найти и забронировать парковочное место, сэкономив время и нервы на поиске места;

- усовершенствованные системы помощи водителю (ADAS — Advanced Driver-Assistance Systems). Эти системы могут использовать камеры, датчики и другие технологии, чтобы предоставлять водителям самую свежую информацию о дорожном движении, погоде и дорожных условиях. Кроме того, они могут помочь с парковкой экстренным торможением, помощью при движении, а также сделать вождение более безопасным и комфортным для всех;

- IoV расширяет возможности развлечений в автомобиле с помощью подключённых информационно-развлекательных систем. Водители и пассажиры могут получить доступ к различным развлекательным возможностям через подключённые информационно-развлекательные системы, такие как музыка, фильмы и игры. Кроме того, эти системы могут предлагать обновления трафика в режиме реального времени, прогноз погоды и другие данные, кото-

рые могут помочь водителям принимать решения во время вождения.

Что из всего вышесказанного следует? Согласно прогнозу Allied Market Research, мировой рынок IoV в 2024 г. составит 208 млрд долл. Эксперты в IHS Markit предполагают, что к 2025 г. мировой рынок IoV охватит 72,5 млн долл. транспортных средств и достигнет объёмов в 221 млрд долл. Среднегодовой рост рынка превысит 10 %. В свою очередь, имеющий место в ряде стран экономический кризис может

сказаться на автоиндустрии и соответственно на приведённых прогнозах, но, как говорится, это уже другая история.

*По материалам  
**itbusinessedge.com, netguru.com,  
rinf.tech, koombea.com, Frost & Sullivan,  
hindawi.com, doi.org, а также Водолазский И. А., Егоров А. С., Краснов А. В.**  
Роевой интеллект и его наиболее распространённые методы реализации. — URL: <https://moluch.ru/archive/138/38900/> (23.11.23).*

## МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Разработка программ для микроконтроллеров STM32, ATmega и других на заказ:

Сбор данных, передача на сервер, управление, свет, звук, CAN и LIN, генерация сигналов, измерения и т. д.

E-mail: [micro51@mail.ru](mailto:micro51@mail.ru)  
т. +7-912-619-5167