



ИЗ ПУНКТА А В ПУНКТ Б ВЫЕХАЛ АВТОМОБИЛЬ – КАЗАЛОСЬ БЫ, ЧТО МОЖЕТ БЫТЬ ПРОЩЕ? НО ЕСЛИ ЗА РУЛЕМ РОБОТ, ТО ЗАДАЧА СИЛЬНО УСЛОЖНЯЕТСЯ. ПРЕЖДЕ ЧЕМ ТАКИЕ МАШИНЫ СМОГУТ ПЕРЕВОЗИТЬ ЛЮДЕЙ И ГРУЗЫ, НУЖНО ОТРАБОТАТЬ ТЕХНОЛОГИИ ДВИЖЕНИЯ, ЗАНЯТЬСЯ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ И ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗОЙ. «ОТ ОБЫЧНОГО АВТОМОБИЛЯ БЕСПИЛОТНИК ОТЛИЧАЕТСЯ ПРИМЕРНО ТАК ЖЕ, КАК САМ АВТОМОБИЛЬ – ОТ ТЕЛЕГИ, ЗАПРЯЖЕННОЙ ЛОШАДЬМИ», – ГОВОРИТ АЛЕКСАНДР НИКИФОРОВ ИЗ НПО «СТАРЛАЙН». УЖЕ ЧЕРЕЗ НЕСКОЛЬКО ЛЕТ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ГРУЗОВИКИ, СОЗДАННЫЕ В ЭТОЙ КОМПАНИИ, ДОЛЖНЫ ВЫЕХАТЬ НА ТРАССУ М11, ОТКРЫВ БЕСПИЛОТНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ МЕЖДУ ПЕТЕРБУРГОМ И МОСКОВЬЮ.



M

еждународное Общество автомобильных инженеров (SAE) предложило различать шесть уровней автономности беспилотных автомобилей. Если передвижение зависит только от водителя, это нулевой уровень. На первом добавляется круиз-контроль, способный самостоятельно удерживать скорость в нужных пределах. Tesla Model S, X и 3 поднимаются уже до третьего – они могут управлять рулем и удерживаться в полосе, хотя терять бдительность не стоит: в любой момент системе может понадобиться помочь человека. Некоторые модели таких автопроизводителей, как Audi, GM, Waymo, Aptiv, тоже заявляются на третьем и даже четвертом уровне автономности, требуя вмешательства только в самых сложных ситуациях.

Последний, пятый уровень – полная самостоятельность машины – остается делом будущего. Но двигаться к нему стоит постепенно, шаг за шагом осваивая каждый следующий элемент автономности. Ведь речь идет о безопасности не только техники, но и людей. Именно поэтому в StarLine, где специализируются на создании противоугонных систем, запустили собственный проект по разработке беспилотного транспорта. Компания воспринимает свою миссию весьма широко. «Считается, что наша задача – исключительно защита машины на стоянке. Но мы думаем и о безопасности движения», – объясняет Александр Никифоров. – А для этого необходимо избавиться от ошибок водителя. Ведь именно человеческий фактор ответственен за большинство ДТП».

УРОВЕНЬ ЖЕЛЕЗА

Сам по себе беспилотный автомобиль – многоуровневая система. Нижний «этаж» – колесная база, модернизированная под водителя-робота. Эти функции выполняет платформа StarLine Alpha. Она подключается к электронным блокам машины через шину CAN и позволяет управлять автомобилем по проводам, перехватывая контроль за рулевым колесом, коробкой передач, педалями газа и тормоза и т.д.

Следующий уровень – «органы чувств», благодаря которым машина ориентируется в пространстве вообще и на дороге в частности. На автомобиль монтируется набор видеокамер и лидаров (лазерных дальномеров), которые обеспечивают 360-градусный обзор, в том числе по вертикали. Комплект немалый и недешевый, но со временем он будет сокращаться. «Мы уже отказались от радаров, – говорит руководитель отдела разработок StarLine Илья Никифоров. – Но уменьшение набора сенсоров – дело будущего, ведь это тоже вопрос безопасности. Нужно сперва выжать максимум из всех датчиков, а потом уже оптимизировать систему».



Кроме того, беспилотник предполагает безупречное ориентирование. Обычных данных глобальной навигации для этого недостаточно: ни одна из таких систем не дает нужной детализации. «Если вы знаете свое положение с точностью до пары метров, то не сможете даже определить, в какой полосе находитесь», – добавляет Илья. Поэтому автомобиль получает корректирующие сигналы ближайшей базовой станции – RTK-поправки. Они учитывают особенности распространения радиоволн на местности в текущей обстановке, позволяя уточнять данные навигации.

В идеале такие станции должны устанавливаться через каждые 30–50 км дороги и регулярно передавать корректирующие поправки. Однако иногда автомобиль может оказаться в туннеле или другом месте, где невозможно получить сигналы со спутника или RTK-поправки, которые передаются по сетям сотовой связи. В этих случаях используется инерциальная навигация, которая продолжает отслеживать



АРХИТЕКТУРА БЕСПИЛОТНОЙ ПЛАТФОРМЫ

СЕРВЕРНАЯ ПЛАТФОРМА

HD-картография

Симулятор

Fleet API

Сервисы

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Картография | Локализация | Распознавание | Прогнозирование | Планирование | Управление

Фреймворк реального времени (CyberRT)

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Бортовой вычислитель

RTK

Сенсорика

LTE

МОБИЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА

Управление по проводам:

Бортовая система питания

положение машины с высокой точностью, опираясь на данные акселерометра, гироскопа, а также вращения колес.

УРОВЕНЬ МОЗГА

«Все это – ноги и руки будущего робота, его глаза и уши. Но ведь нужен еще и мозг, платформа верхнего уровня, – продолжает Александр Никифоров. – Мы работаем над двумя такими проектами, и один из них – OSCAR – открытый. Мы показываем все, что делаем и что у нас получается. Любой желающий может получить доступ к платформе, использовать ее для своих проектов и экспериментировать». OSCAR реализован на открытом фреймворке Apollo и включает в себя целый набор умных модулей.

Получив данные о своем положении и окружении, система приступает к распознаванию других объектов на дороге. Она различает несколько классов: пешеходы, велосипеды, грузовики и т.д. Определив класс объекта, компьютер выделяет для него программный трекер, который отслеживает все перемещения, – в текущей версии система в состоянии сопровождать десятки отдельных целей, но в будущем такую функцию можно будет масштабировать до сотен. Также предстоит расширить и набор классов, добавив туда более редких участников дорожного движения: тракторы, повозки с лошадьми и др.

Зная класс объекта, платформа связывает его с заранее известными характеристиками – это помогает компенсировать ошибки, которые время от времени выдают сенсоры беспилотника. Если, например, лидар покажет, что «пешеход» ускорился до 60 км/ч, компьютер поймет, что это сбой, и не будет опираться на такой сигнал. А если понадобится пойти на обгон, система будет знать примерную длину машины и сможет оценить, сколько времени потребуется на маневр. Особенности разных классов и данные об их скоростях позволяют прогнозировать движение объектов и определять собственные действия.

«Планирование движения тоже задача многоуровневая, – говорит Илья Никифоров. – Сперва берется стандартная карта, такая же, как в обычном навигаторе, и по ней строится глобальный маршрут – например, от Петербурга до Москвы. Затем весь этот путь разбивается на сегменты в масштабе отдельных дорог. Далее все спускается на уровень сегментов движения – от перекрестка до перекрестка с учетом всех перестроений, поворотов и т.п. Наконец, на последнем уровне анализируются особенности геометрии и движения самого автомобиля, данные о дороге и о других объектах. Этот модуль работает с картой, сегментированной на точки по 2–3 см. Он прогнозирует ожидаемое положение всех точек всех имеющихся объектов, в том числе собственных».

ЭЛЕМЕНТЫ УМНОГО АВТОМОБИЛЯ

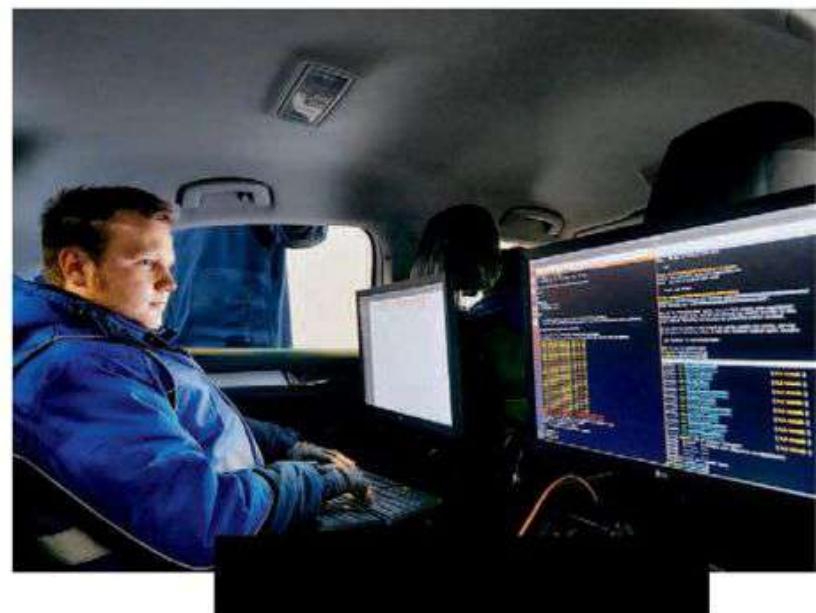


УРОВЕНЬ ДОРОГИ

Очевидно, что беспилотнику нужна качественная цифровая карта: с повышенной детализацией и информацией об изменяющихся объектах, таких как временные дорожные знаки или светофоры. Создание такой карты – отдельная проблема. Мало просто проехать и собрать точные данные – их нужно еще и разметить для того, чтобы нейросети научились распознавать объекты. «Это долго и муторно, – поясняет Илья. – Каждый километр – неделя работы для человека, который кадр за кадром размечает сперва видеопоток, потом данные лидаров... Но мы передали эту задачу нейросети, и теперь достаточно лишь пройтись по тем моментам, где ИИ не слишком уверен в своей работе, – вместо тысячи кадров остается десяток».

Если речь идет о поездке на большие расстояния, карта становится весьма объемной и требует больших ресурсов памяти беспилотника. Чтобы избежать проблем, ее дробят на сегменты, которые по мере движения подгружаются в компьютер по беспроводной связи. Это открывает следующий уровень беспилотного транспорта – инфраструктурный. Чем лучше развита сама дорога, тем проще, дешевле и надежнее станет каждый отдельный беспилотник. Сейчас такой инфраструктуры практически не существует, поэтому каждый автомобиль приходится делать «вещью в себе», максимально нагружая бортовыми приборами и вычислительными мощностями. Но в дальнейшем вместо того, чтобы оснащать лидарами миллионы автомобилей, достаточно будет установить несколько тысяч на столбах вдоль трасс. Планируется наладить и обмен информацией между самими роботизированными машинами, что позволит им координировать движение, выбирая оптимальный скоростной режим. «Никого постороннего и непредсказуемого на дороге не останется, – добавляет Александр Никифоров. – Это и будет настоящая безопасность».

Помимо неразвитой инфраструктуры сдерживающим фактором выступает законодательство. Принятое в 2018 году постановление правительства РФ № 1415 регулировало движение легковых беспилотников в определенных экспериментальных регионах – это позволило StarLine, «Яндексу» и другим разработчикам испытывать их на дорогах общего пользования. Однако к настоящему моменту срок действия постановления истек, а новый документ еще не подписан. Поэтому сейчас выезд в город или на трассу – ту же М11 – остается закрытым, разработчики ждут разрешения. «Пока что, – резюмирует Александр, – новые законы и новые правила дорожного движения – это тоже часть беспилотных технологий».



ИЛЬЯ НИКИФОРОВ

Руководитель отдела разработок
StarLine:

«Мы уже перенесли весь стек технологий с легкового на грузовой автомобиль и сейчас адаптируем их для движения за городом. Для этого понадобилось увеличить дальность работы сенсорики, чтобы определять и захватывать объекты на большей дистанции. Ну и конечно, изменилось все, что связано со спецификой самого объекта управления, особенно при движении с прицепом: это совершенно иная геометрия, другая инерционность... Даже лидар на борту грузовика "укачивает" совсем иначе, а значит, нужно брать другие поправки, чтобы корректировать его данные».