

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ

А.А. Мержанов, *техник*

А.С. Руднев, *техник*

Российский университет транспорта (МИИТ)

(Россия, г. Москва)

DOI:10.24412/2500-1000-2024-1-2-172-175

Аннотация. В статье рассматриваются особенности аппаратных средств, используемых в беспилотных автомобилях. Отмечено, что оборудование для автономных транспортных средств является важнейшим компонентом новой технологии, которая обещает изменить транспорт и улучшить повседневную жизнь. Выявлено, что элементы аппаратной архитектуры представляют собой комплекс различных датчиков, вычислительных систем, блоков управления и устройств связи, которые позволяют им работать безопасно и эффективно без вмешательства человека. Сделан вывод о том, что разработка и внедрение оборудования для автономных транспортных средств представляют собой преобразующий процесс, который предполагает к участию широкий комплекс заинтересованных сторон.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, аппаратные средства, датчик.

Своеобразным ноу-хау в транспортной отрасли являются беспилотные автомобили, которые перемещаются в пространстве без участия человека с помощью автоматического управления. Такие «беспилотники» предназначены для удовлетворения повседневных потребительских нужд населения, перевозки грузов в промышленной, а также в оборонной (военной) отрасли. Например, сегодня беспилотные грузовики перевозят руду на шахтах в Австралии, а канадская компания Suncor Energy работает над автоматизацией погрузчиков [1].

Создание беспилотного автомобиля – это комплексная мультидисциплинарная отрасль. Она включает в себя решения, находящиеся на передовом крае науки и техники в части технического зрения, навигации и связи, бортовых высокопроизводительных вычислительных систем, методов искусственного интеллекта и машинного обучения, обработки большого количества данных, человеко-машинных интерфейсов и многих других областей знаний. Для автономной работы и навигации беспилотные транспортные средства полагаются на комбинацию аппаратных и программных компонентов, которые работают совместно, обеспечивая безопасное и

эффективное маневрирование транспортного средства [2].

В тоже время, необходимо отметить, что на сегодняшний день большинство исследований и разработок ведется с использованием запатентованных образцов, что сильно ограничивает возможности исследователей по созданию, внедрению и тестированию самых современных технологий беспилотных автомобилей. Кроме того, наблюдается тенденция к чрезмерной интеграции роботизированных платформ, что в конечном итоге не позволяет добавлять новое оборудование, модифицировать существующее или разрабатывать новые, более эффективные модели взаимодействия.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, изучение архитектуры аппаратного обеспечения для беспилотных систем, которая может быть использована для нескольких транспортных средств и их различной полезной нагрузки, представляет собой актуальную научно-практическую задачу, необходимость решения которой и обусловила выбор темы данной статьи.

Проблемы и перспективы современных систем автоматизированного управления автомобилями изучаются такими авторами как: Кабанов С.А., Митин Ф.В., Свя-

тов К.В., Канин Д.П., Yoojin Lim, Kyungil Kim, Jinah Shin.

Разработке платформ искусственного интеллекта, которые поддерживают автономное вождение, функции в салоне и мониторинг водителя, а также широкий спектр опции безопасности посвятили свои публикации Родионов О.А., Рашид Б., Поспелов П.И., Строков Д.М., John Peterson, Weilin Li, Brian Cesar-Tondreau.

Однако, несмотря на имеющиеся труды и наработки, ряд вопросов в данной предметной плоскости остается открытым. В частности, в дальнейшем развитии нуждается модульный подход к проектированию аппаратных средств для беспилотных автомобилей. Также особого внимания заслуживает архитектура электронного оборудования, которая обладает гибкостью, позволяющей легко поддерживать новые реализации платформы, начиная от небольших портативных мобильных роботов, до крупных автономных военных машин.

Итак, цель статьи заключается в проведении анализа аппаратных средств беспилотного автомобиля.

Прежде всего отметим, что аппаратные компоненты беспилотного автомобиля играют важную роль в повышении эффективности и безопасности систем автономного вождения [3]. Для выполнения задач, связанных с самостоятельным вождением, используется комбинация этих аппаратных компонентов. По мнению автора, все аппаратные средства беспилотного автомобиля могут быть классифицированы в несколько укрупненных групп.

1. Датчики, которые позволяют получить информацию об окружающей обстановке. К таким датчикам относятся:

LiDAR (Light Detection and Ranging): датчики LiDAR создают подробные 3D-карты окрестностей автомобиля с помощью лазерных импульсов. Благодаря этим картам автомобиль лучше понимает расположение и движение соседних объектов, пешеходов и других участников дорожного движения. LiDAR также может формировать трехмерное «облако точек» изображения препятствий путем восстановления информации с лазерных линеек в раз-

ных направлениях. Из-за технической сложности и высокой стоимости масштабное производство этих датчиков пока не достигнуто.

Радар: радиоволны используются радарными устройствами для измерения скорости и расстояния до объекта. Поскольку на них меньше влияют дождь, туман или снег, чем на LiDAR, они особенно полезны в плохую погоду. Радары имеют достаточно большую длину волны, хорошую способность окружать объекты, но в то же время, из-за большой длины волны, точность обнаружения значительно снижается.

Камеры: камеры высокого разрешения фиксируют окружающую среду на пленке и в виде фотографий. Эти фотографии обрабатываются сложными алгоритмами компьютерного зрения, чтобы различать пешеходов, распознавать дорожные знаки и идентифицировать объекты.

Ультразвуковые датчики: ультразвуковые датчики используют звуковые волны, которые передаются от автомобиля к соседним объектам, а затем засекают время, необходимое для возвращения звука.

GPS: для локализации и навигации используется глобальная система позиционирования (GPS). Она обеспечивает точную навигацию, предоставляя автомобилю информацию о его точном местоположении [4].

2. Вычислительное оборудование.

Центральный процессор: автономные транспортные средства оснащаются мощными процессорами, способными обрабатывать огромные объемы данных в режиме реального времени. Программное обеспечение, которое анализирует данные датчиков и принимает решение о маневрировании автомобиля, работает на этих процессорах.

Графический процессор: данных тип процессоров используются для ускорения обработки визуальных операций, таких как распознавание изображений и компьютерное зрение, которые требуют сложного визуального ввода.

FPGA (Field-Programmable Gate Array): массивы полевых программируемых контроллеров — это аппаратные элементы,

которые могут быть запрограммированы для выполнения определенных функций. Они используются для обработки сигналов и управления в режиме реального времени.

Блоки слияния датчиков: эти устройства объединяют данные от многочисленных датчиков, чтобы создать полную картину окружающей среды вокруг автомобиля. От этого зависит принятие решений о безопасном вождении.

Традиционно вычислительная платформа для самоуправляемых автомобилей состоит из двух промышленных персональных компьютеров (IPC). IPC должны работать в экстремальных температурных и вибрационных условиях в течение длительного периода времени, чтобы соответствовать стандартам автомобильных датчиков. Используется основной управляющий IPC, а также IPC горячего резерва. Оба они функционируют в режиме реального времени в режиме онлайн. Выходная команда первичной системы управления обычно имеет приоритет. При отказе основного IPC выходная команда резервного немедленно переключается для обеспечения безопасности.

3. Системы для связи.

Это коммуникации Vehicle-to-Everything (V2X). Существует несколько компонентов V2X, включая связь между транспортными средствами (V2V), между транспортными средствами и инфраструктурой (V2I), между транспортными средствами и пешеходами (V2P) и между транспортными средствами и сетью (V2N). Исходный стандарт V2X основан на ответвлении Wi-Fi IEEE 802.11p, работающем в нелицензионном диапазоне частот 5,9 ГГц. IEEE 802.11p. Связь V2X через 802.11p выходит за рамки датчиков с ограниченной прямой видимостью, таких как камеры, радары и лидары, и охватывает случаи использования V2V и V2I, такие как предупреждения о столкновениях, предупреждения об ограничении скорости, а также электронная парковка и оплата дорожных сборов. Функциональные характеристики 802.11p включают малый радиус действия (менее 1 км), низкую задержку (~ 2 мс) и высокую надежность [5].

4. Системы резервирования и безопасности.

Для обеспечения безопасности автономные автомобили часто оснащаются системами резервирования. К ним относятся дополнительные датчики, системы резервного питания и отказоустойчивые устройства. В качестве примера можно привести резервную тормозную систему от Bosch. Она состоит из электромеханического усилителя iBooster и системы управления тормозами ESP®. В редких случаях, когда один из двух компонентов выходит из строя, другой может взять на себя функции торможения. И iBooster, и ESP® могут регулировать тормозное усилие независимо друг от друга, чтобы не допустить блокировки колес, а также управлять автомобилем при торможении.

Еще одна резервная система от Bosch – электромеханический усилитель рулевого управления Servolectric® с функцией безотказной работы. Датчик крутящего момента измеряет сигнал рулевого управления и передает его в блок управления, который рассчитывает оптимальную степень помощи рулевому управлению. Затем электромотор, расположенный между осями, выдает необходимое усилие на руль. Таким образом, вождение становится проще: в этой безотказной версии Servolectric® источник питания, электронная схема, блок управления и субмашины сдвоены в сервоприводе. Если один из компонентов выходит из строя, другой берет на себя его функции. Это означает, что при любой неисправности сохраняется 50-процентная поддержка рулевого управления, позволяющая в любой момент остановить автомобиль – независимо от того, управляется ли он самостоятельно или нет.

6. HMI: человеко-машинный интерфейс

HMI служит интерфейсом для общения пользователей и пассажиров с автомобилем. Он оснащен удобными функциями, включая дисплеи, распознавание речи и другие. Эти решения включают сенсорные экраны навигационной системы, информационно-развлекательные системы с голосовой поддержкой, рулевое колесо, кнопки, дисплеи и инструменты помощи при вождении.

Таким образом, подводя итоги, отметим, что автономная мобильность представляет собой значительный шаг вперед для транспортных технологий. Аппаратные компоненты, необходимые для беспилотного автомобиля, сложны, но прекрасно работают вместе с программной архи-

тектурой, обеспечивая безопасное и эффективное маневрирование транспортного средства. Их существование имеет решающее значение для устранения необходимости участия человека во время вождения.

Библиографический список

1. Святков К.В. Система управления беспилотным автомобилем на основе мультимодального ввода с выявлением иерархии признаков // Автоматизация процессов управления. – 2022. – № 1 (67). – С. 52-59.
2. Добровольский Е.А., Добровольская А.А. Принципиальные подходы к реализации подсистемы восприятия беспилотного автомобиля // Системный анализ и логистика. – 2023. – № 2 (36). – С. 98-104.
3. Jun Dai, Songlin Liu Unmanned ground vehicle-unmanned aerial vehicle relative navigation robust adaptive localization algorithm // IET Science, Measurement & Technology. – 2023. – Vol. 17, Iss. 5. – P. 45-49.
4. Ran Zhang, Guangbo Hao Unmanned aerial vehicle navigation in underground structure inspection: A review // Geological Journal. – 2023. – Vol. 58, Iss. 6. – P. 156-159.
5. Феннелли Д. Повышение безопасности беспилотных автомобилей с помощью датчиков положения // Control Engineering Россия. – 2023. – № 3 (102). – С. 66-67.

UNMANNED VEHICLE HARDWARE

A.A. Merzhanov, *technician*

A.S. Rudnev, *technician*

Russian University of Transport (MIIT)
(Russia, Moscow)

Abstract. *The paper discusses the features of hardware used in unmanned vehicles. It is noted that hardware for autonomous vehicles is a critical component of a new technology that promises to change transportation and improve daily life. It is identified that the hardware architecture elements are a set of various sensors, computing systems, control units and communication devices that enable them to operate safely and efficiently without human intervention. It is concluded that the development and deployment of hardware for autonomous vehicles is a transformative process that involves a wide range of stakeholders.*

Keywords: *unmanned vehicle, hardware, sensor.*