



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 004.35

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ **UNMANNED VEHICLE HARDWARE**

Стахеева Алина Алексеевна, магистрант, Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск

Крайников Александр Николаевич, магистрант, Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск

Staheeva A.A. staheeva.a@edu.narfu.ru

Krajnikov A.N. krajnikov.a@edu.narfu.ru

Аннотация

В статье рассматриваются возможные аппаратные средства для реализации системы автопилотирования и ассистирования транспортного средства. Отдельно выделена проблематика использования и не использования автопилота. Рассмотрены уровни автономности беспилотных автомобилей и задачи, которые нужно решать для их автономного перемещения. Дополнительно проанализированы общие принципы работы автономных автомобилей, а также уже реализованные системы автономной навигации, картирования и принятия решений. Подробно рассмотрены такие аппаратные

средства как камера, лидар, радар, различные датчики, GPS и центральный компьютер как связывающее звено.

Annotation

In the article, hardware is possible for the implementation of autopilot systems and vehicle assistance. The problem of using and not using the autopilot is highlighted separately. the levels of autonomy of unmanned vehicles and the tasks that need to be solved for their autonomous movement are provided. In addition, the general principles of the operation of autonomous vehicles are analyzed, and autonomous navigation, mapping and decision-making systems have already been implemented. Such hardware as a camera, lidar, radar, various sensors, GPS and a central computer as a link are considered in detail.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, аппаратные средства, автономность, компьютерное зрение, лидар, радар, GPS, датчик.

Keywords: unmanned vehicle, hardware, autonomy, computer vision, lidar, radar, GPS, sensor.

Постановка проблемы или задачи в общем виде

Большая часть всех дорожно-транспортных происшествий происходит вследствие человеческого фактора. Также одной из причин автомобильных аварий является технические неисправности транспортного средства. Одним из способов решения данных проблем является внедрение системы автопилотирования или ассистирования в транспортное средство. Система автопилотирования позволит полностью управлять автомобилем без малейшего участия человека. Ассистирование подразумевает помощь водителю при управлении транспортным средством, например: детектирование дорожных знаков и разметки, соблюдение скоростного режима, экстренное торможение при обнаружении перед автомобилем препятствия или человека. Задача данного исследования заключается в поиске аппаратных средств, обеспечивающих реализацию системы автопилотирования и ассистирования автомобиля для

снижения количества дорожно-транспортных происшествий из-за человеческого фактора и технических неисправностей автомобиля.

Анализ существующих достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы или задачи

В статье «Архитектура автономных (беспилотных) автомобилей и инфраструктура для их эксплуатации» авторы А.А. Климов, О.Н. Покусаев, В.П. Куприяновский и Д.Е. Намиот для решения задачи автопилотирования автомобиля в качестве основной физической экосистемы типичного автономного транспортного средства предлагают использовать глобальную систему позиционирования (GPS), лидары, камеры, ультразвуковые и радиолокационные датчики, выделенные приемники связи, а также компьютерную систему.

В статье авторов М.А. Назаренко и Д.Е. Федулаева «Компоненты системы качества беспилотных систем парковки легковых автомобилей» в качестве технических устройств для беспилотной системы парковки используются лидар, набор различных ультразвуковых и лазерных дальномеров, видекамеры, различные датчики скорости, наклона, системы кибербезопасности и связи с водителем.

В своей работе «Лидар в системе обеспечения безопасности эксплуатации беспилотного автомобиля» Р.Ш. Суфиянов подробно рассказывает про преимущества использования лидара в беспилотных автомобилях.

Научная новизна исследования заключается в подборе аппаратных средств для решения задач автопилотирования и ассистирования транспортных средств.

Исследовательская часть

Беспилотные автомобили относятся к транспортным средствам с определенной способностью к самостоятельному вождению. Такая машина сможет принимать за человека все решения или частично помогать ему в управлении автомобилем и предупреждать о возможных опасностях.

Существует несколько уровней автономности транспортного средства. Нулевой уровень обозначает полное отсутствие автономности, то есть водитель

полностью контролирует транспортное средство в любое время. Первый уровень подразумевает под собой автоматизацию отдельных органов управления, например автоматическое торможение. При втором уровне автономности система сама контролирует как минимум два взаимосвязанных процесса, однако человеку нужно всегда следить за ситуацией, чтобы в любой момент перейти на ручное управление. Третий уровень предполагает полный контроль системы над транспортным средством, но опять имеется возможность водителю вмешаться в управление. Только на этот раз это происходит после подсказок самой системы, то есть человек может безопасно отвлечься от вождения пока его не просят об обратном. На четвертом уровне автомобиль берет на себя полный контроль на протяжении всей поездки, при этом водитель не должен управлять транспортным средством в любое время. Однако при таком уровне автономности руль в автомобиле все еще присутствует и предполагается наличие водителя на переднем сидении для экстренных случаев. На самом высоком (пятом) уровне автономности наличие людей в автомобиле предполагается только в качестве пассажиров. Такое беспилотное транспортное средство само принимает абсолютно все решения и руль в нем отсутствует. Таблица, в которой наглядно показаны уровни автономных транспортных средств, показана на рисунке 1.

Для автономного перемещения автомобилей необходимо в режиме реального времени решать задачи локализации, восприятия, предсказания и планирования. При решении задачи локализации беспилотный автомобиль определяет с помощью различных датчиков и камеры расположение различных объектов. На этапе восприятия система выполняет идентификацию окружающих объектов: полос движения, дорожных знаков, светофоров, других транспортных средств и пешеходов, а также определяет их скорость и направление движения. Задача предсказания является самой сложной, так как автономный автомобиль должен спрогнозировать движение других автомобилей. В заключительном этапе планирования, исходя из предыдущих задач, алгоритмы беспилотного транспортного средства определяют дальнейшие действия и отдают команды системам управления. Остановимся на задачах локализации и восприятия и

рассмотрим с помощью каких аппаратных средств можно решить данные задачи для беспилотного автомобиля.

| Уровни автономных транспортных средств | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| |  = Человек |  = Автоматизация |  = Частичный контроль | | | |
| | 0 уровень Автоматизация отсутствует | 1 уровень Помощь водителю | 2 уровень Частичная автоматизация | 3 уровень Условная автоматизация | 4 уровень Высокая автоматизация | 5 уровень Полная автоматизация |
| Кто следит за дорогой? |  |  |  |  |  |  |
| Рулевое управление, ускорение, торможение |  |  |  |  |  |  |
| Мониторинг окружения |  |  |  |  |  |  |
| Запасной вариант при отказах самостоятельного вождения |  |  |  |  |  |  |
| Автоматизация берет на себя полный контроль |  |  |  |  |  |  |

Рисунок 1 – Уровни автономных транспортных средств

Для сбора всей необходимой информации об окружающей среде беспилотные автомобили используют широкий спектр технологий, которые сканируют пространство вокруг каждые несколько миллисекунд. Ниже будут рассмотрены наиболее распространенные аппаратные средства, применяемые для автопилотируемых транспортных средств, а также указаны их преимущества и недостатки. На рисунке 2 показаны аппаратные средства, о которых далее пойдет речь, и их расположение на автомобиле.

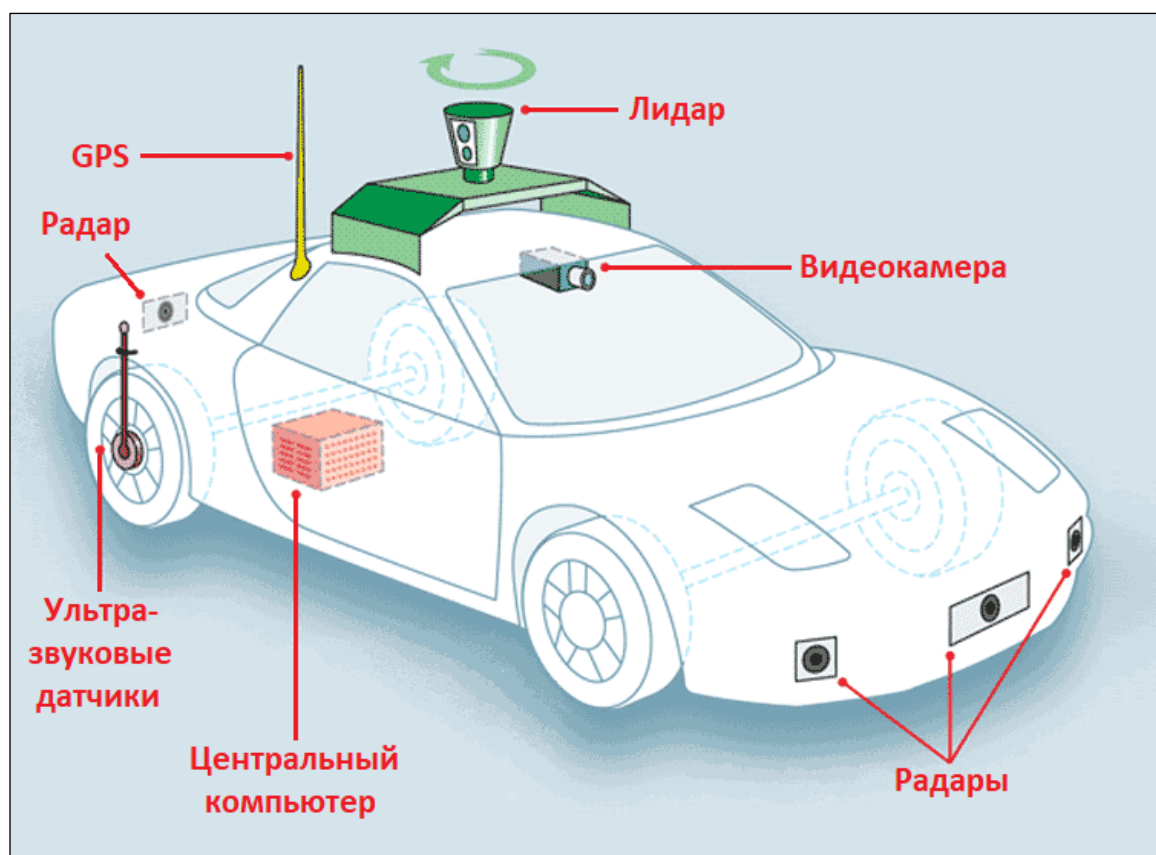


Рисунок 2 – Аппаратные средства, применяемые для автономных автомобилей

Видеокамеры являются основной технологией, необходимой для беспилотных автомобилей. Они используются для распознавания полос движения, дорожных знаков, светофоров, других транспортных средств и пешеходов. Получаемое изображение в режиме реального времени отправляется на центральный компьютер и с помощью компьютерного зрения система идентифицирует различные объекты и, основываясь на этом и на прописанных алгоритмах, принимает решения для дальнейших действий. Камеры позволяют хорошо определять окружающую среду за счет большого количества существующих библиотек обработки видеопотоков, однако это будет сложно использовать при плохих погодных условиях (сумерки, дождь и снег).

При плохих погодных условиях может помочь радар. Так как он основан на радиоволнах, то может распространяться в темноте и через дождь или снег. Радар отслеживает только препятствия и определяет расстояние до них. Для

беспилотных автомобилей этого недостаточно, поэтому радары используют вместе с лидаром и камерой.

Лидар это вращающийся радар, который измеряет расстояние, освещая мишень импульсным лазерным излучением, и измеряет отраженные импульсы с помощью датчиков, чтобы создать детализированную трехмерную карту окрестности. Лидар имеет более высокое разрешение по сравнению с радаром, но он имеет ограничения при дожде и снеге из-за принципа его работы. С помощью лидара можно получать высокоточную карту, распознавать и отслеживать препятствия, также может быть получено расстояние до цели, азимут, высота, скорость, ориентация и даже форма и другие параметры окружающих объектов.

Для подобных транспортных средств часто используются различные датчики, так как для в области беспилотных автомобилей чем больше информации об окружающей среде доступно, тем лучше. Ультразвуковые или инфракрасные датчики расстояния используются для обнаружения маленького расстояния до объектов или низких препятствий. Такие датчики имеют хорошую направленность и точность измерения, а также у таких датчиков легко регулировать интенсивность реагирования. Датчик положения и скорости позволяет определять как скорость движения автомобиля, так и угол наклона, с которым он движется. С помощью этого датчика и основываясь на данных, полученных с камеры, о допустимой скорости на данном участке дороги можно регулировать скоростной режим беспилотного автомобиля. Также, учитывая угол наклона дороги, можно увеличивать или снижать скорость автомобиля для более безопасного и плавного движения.

GPS дает способность автомобилю определять свое собственное положение в глобальной системе отсчета. С помощью данной системы беспилотный автомобиль может самостоятельно доехать в пункт назначения. В качестве начальной точки берется текущее положение в глобальной системе отсчета, а конечную точку должен задать сам пользователь на карте. Из-за своей планировочной составляющей поиск кратчайшего пути к месту назначения

обычно выполняется перед движением. По запланированному пути автомобиль следует с помощью GPS и управления обратной связью.

Всем беспилотным автомобилям требуются центральный компьютер на борту для обработки всего, что происходит с транспортным средством, в режиме реального времени. Компьютеру необходимо производить обработку информации, поступившей со всех аппаратных устройств, принимать решения и фактически управлять автомобилем. Без такого связывающего звена ни о каком автопилоте не может быть и речи. Учитывая, какой объем информации должен одновременно обрабатываться, компьютер должен обладать огромной вычислительной мощностью.

Обоснование полученных результатов

Использование различных аппаратных средств в сочетании с программной составляющей позволяет решить задачу автопилотирования транспортного средства. Наиболее эффективными способами для решения задач локализации и восприятия оказались камера, лидар и радар. Для решения задачи планирования необходим центральный компьютер, без него также невозможно решить и другие задачи. Датчик положения и скорости позволит более точно контролировать автомобиль, датчик расстояния – заметить небольшие препятствия, а GPS поможет доехать до пункта назначения. Основываясь на особенностях задачи, которую необходимо реализовать, можно подбирать наиболее удобные средства решения. Однако следует указать на то, что использование одновременно нескольких аппаратных средств позволит получать более точную информацию, а в области беспилотных автомобилей это имеет огромное значение.

Выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления

Аппаратная составляющая в области автономного движения транспортных средств играет важную роль. В данной работе были рассмотрены возможные

аппаратные средства, обеспечивающие реализацию системы автопилотирования и ассистирования автомобиля для снижения количества дорожно-транспортных происшествий из-за человеческого фактора и технических неисправностей автомобиля.

Литература

1. Климов А.А., Покусаев О.Н., Куприяновский В.П., Намиот Д.Е. Архитектура автономных (беспилотных) автомобилей и инфраструктура для их эксплуатации [Электронный ресурс] / А.А. Климов, О.Н. Покусаев, В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот // СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИТ-ОБРАЗОВАНИЕ : науч. электрон. журн. – 2018. – №3(14). – С. 727–736. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37031854>, доступ из НЭБ «E-Library» (дата обращения : 07.01.2023) – Загл. с экрана.
2. Назаренко М.А., Федулаева Д.Е. Компоненты системы качества беспилотных систем парковки легковых автомобилей [Электронный ресурс] / М.А. Назаренко, Д.Е. Федулаева // АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ И ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ "РАДИОИНФОКОМ-2019" : науч. электрон. журн. – 2019. – С. 437–439. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42437404>, доступ из НЭБ «E-Library» (дата обращения : 07.01.2023) – Загл. с экрана.
3. Суфиянов, Р.Ш. Лидар в системе обеспечения безопасности эксплуатации беспилотного автомобиля [Электронный ресурс] / Р.Ш. Суфиянов // ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ : науч. электрон. журн. – 2022. – №82-2. – С. 87–90. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48056924>, доступ из НЭБ «E-Library» (дата обращения : 07.01.2023) – Загл. с экрана.
4. How Do Self-Driving Cars Work? [Электронный ресурс] : [офиц. сайт] / Interesting engineering – Электрон. дан. – [2011-2023]. Режим доступа :

<https://interestingengineering.com/innovation/how-do-self-driving-cars-work>, свободный (дата обращения : 07.01.2023). – Загл. с экрана.

5. Чебыкин И.А., Семенов С.С. Автоматизация мониторинга дорожного движения с помощью компьютерного зрения [Электронный ресурс] / И.А. Чебыкин, С.С. Семенов // ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ. ЭКОЛОГИЯ : науч. электрон. журн. – 2020. – С. 52–60. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=44414468>, доступ из НЭБ «E-Library» (дата обращения : 07.01.2023) – Загл. с экрана.
6. Шевченко, А.С. Технология LIDAR в сфере беспилотных автомобилей [Электронный ресурс] / А.С. Шевченко // ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА: ВЗГЛЯД МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ : науч. электрон. журн. – 2021. – С. 162–164. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=47409388>, доступ из НЭБ «E-Library» (дата обращения : 07.01.2023) – Загл. с экрана.

Literature

1. Klimov A.A., Pokusaev O.N., Kupriyanovsky V.P., Namiot D.E. Architecture of autonomous (unmanned) vehicles and infrastructure for their operation [Electronic resource] / A.A. Klimov, O.N. Pokusaev, V.P. Kupriyanovsky, D.E. Namiot // MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES AND IT EDUCATION: scientific. electron. magazine - 2018. - No. 3 (14). - S. 727-736. – Electron. text data. – Access mode: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37031854>, accessed from the NEB “E-Library” (date of access: 01/07/2023) – From the start screen.
2. Nazarenko M.A., Fedulaeva D.E. Components of the quality system for unmanned car parking systems [Electronic resource] / M.A. Nazarenko, D.E. Fedulaeva // CURRENT PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RADIO ENGINEERING AND INFOCOMMUNICATION SYSTEMS "RADIOINFOCOM-2019" : scientific. electron. magazine - 2019. - S. 437-439. – Electron. text data. – Access mode:

- <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42437404>, accessed from the NEB "E-Library" (date of access: 01/07/2023) – From the start screen.
3. Sufiyanov, R.Sh. Lidar in the system for ensuring the safety of the operation of an unmanned vehicle [Electronic resource] / R.Sh. Sufiyanov // TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND EDUCATION: scientific. electron. magazine - 2022. - No. 82-2. – S. 87–90. – Electron. text data. - Access mode: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48056924>, accessed from the NEL "E-Library" (date of access: 01/07/2023) - From the start screen.
 4. How Do Self-Driving Cars Work? [Electronic resource]: [official. site] / Interesting engineering - From the starting – [2011-2023]. Access mode: <https://interestingengineering.com/innovation/how-do-self-driving-cars-work>, free (date of access: 01/07/2023). - From the start screen.
 5. Chebykin I.A., Semenov S.S. Automation of traffic monitoring using computer vision [Electronic resource] / I.A. Chebykin, S.S. Semenov // TRANSPORT. TRANSPORT FACILITIES. ECOLOGY: scientific. electron. magazine - 2020. - S. 52-60. – Electron. text data. - Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44414468>, accessed from the NEL "E-Library" (date of access: 01/07/2023) - From the start screen.
 6. Shevchenko, A.S. LIDAR technology in the field of unmanned vehicles [Electronic resource] / A.S. Shevchenko // INNOVATIVE POTENTIAL OF THE DEVELOPMENT OF SOCIETY: VIEW OF YOUNG SCIENTISTS: scientific. electron. magazine - 2021. - S. 162-164. – Electron. text data. - Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47409388>, accessed from the NEL "E-Library" (date of access: 01/07/2023) - From the start screen

© Стахеева А.А., Крайников А.Н., 2023 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №2/2023.

Для цитирования: Стахеева А.А., Крайников А. Н. АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ// Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №2/2023.