

## СЕНСОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Бизюкова Е.Е.<sup>1</sup>, Волхонский А.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: [lizaveta5.6@mail.ru](mailto:lizaveta5.6@mail.ru)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: [avolhonskij34@gmail.com](mailto:avolhonskij34@gmail.com)

**Аннотация.** Развитие транспортных средств является одним из ведущих направлений развития технологий. Производители в новых моделях автомобилях реализуют множество идей, позволяющих наиболее эффективно выделить их разработку относительно конкурентов. С началом активного развития технологии искусственного интеллекта всё больше производителей автомобилей пытаются добавить в свои изделия возможность взаимодействия с миром при помощи машинного зрения. Основными задачами при работе с технологией искусственного интеллекта являются: выбор структуры сети, её обучение и реализация каналов подачи на входы нейронов первого слоя сети достоверной и достаточной информации. Первые задачи имеют множество готовых решений, что сводит вопрос к выбору наиболее подходящего решения. Основную трудность вызывает вопрос получения информации о происходящем вокруг. Для решения данного вопроса было придуман большой спектр сенсоров, которые так или иначе преобразуют информацию о внешнем мире в форму, которая может быть эффективно воспринята системой машинного зрения. В данной статье будут рассмотрены сенсоры, которые позволяют, опираясь на некоторые физические принципы и математические вычисления получать информации. Будут рассмотрены принципы их действия и эффективность, относительно других устройств.

Ключевые слова: сенсоры, машинное зрение, искусственный интеллект, роботизированный транспортные средства, камеры, радары, спутниковая навигация, лидары, стереокамеры.

## SENSORS USED TO IMPLEMENT MACHINE VISION IN ROBOTIC VEHICLES

Bizyukova E.E.<sup>1</sup>, Volkhinskij A.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samara State Technical University, Samara, e-mail: [lizaveta5.6@mail.ru](mailto:lizaveta5.6@mail.ru)

<sup>2</sup>Samara State Technical University, Samara, e-mail: [avolhonskij34@gmail.com](mailto:avolhonskij34@gmail.com)

**Annotation.** The development of vehicles is one of the leading areas of technology development. Manufacturers in new car models implement a lot of ideas that allow them to most effectively distinguish their development from competitors. With the beginning of the active development of artificial intelligence technology, more and more car manufacturers are trying to add the ability to interact with the world using machine vision to their products. The main tasks when working with artificial intelligence technology are: the choice of the network structure, its training, and the implementation of channels for feeding reliable and sufficient information to the inputs of the neurons of the first layer of the network. The first problems have many ready-made solutions, which reduces the question to choosing the most suitable solution. The main difficulty is the question of obtaining information about what is happening around. To solve this problem, a large range of sensors was invented that somehow transform information about the outside world into a form that can be effectively perceived by the machine vision system. In this article, we will consider sensors that allow, based on some physical principles and mathematical calculations, to obtain information. The principles of their operation and effectiveness, relative to other devices, will be considered.

Keywords: sensors, machine vision, artificial intelligence, robotic vehicles, cameras, radars, satellite navigation, lidars, stereo cameras.

Беспилотным транспортным средством можно считать такое транспортное средство, которое способно передвигаться самостоятельно благодаря специальному программному обеспечению и сенсорам. Софт управляет работой всех систем автомобиля: поворачиванием руля, сменой передач, газом и тормозом. Сенсоры собирают информацию об окружающей обстановке, которая ложится в основу действий автомобиля.

Основными видами сенсоров, применяемых в роботизированных транспортных средствах, являются:

1. Стереокамеры;
2. Камеры;
3. Радары;
4. LIDAR;
5. Спутниковая навигация

Стереокамера измеряет расстояние до какого-либо объекта, его высоту над поверхностью дороги. Она может определить размер объекта с точностью от 20 до 30 сантиметров. Работает стереокамера и в сложных условиях, когда, несколько объектов находятся в непосредственной близости друг от друга, либо объекты частично перекрываются, либо контраст между объектом и фоном слабый.

Спаренные камеры лучше функционируют и в условиях плохой видимости, например, в сумерках. В дополнение к пространственному положению любого объекта стереокамера может определить направление перемещения объектов по горизонтальной, вертикальной и продольной осям. Это шестимерное представление дает абсолютно точную картину происходящего впереди. При необходимости стереокамера сможет самостоятельно инициировать срабатывание автомобильных тормозов. Дальность работы данной системы — 60 метров обеспечивает своевременность сигналов.

Камеры зачастую располагаются в задней части автомобиля они находят свое предназначение в обзоре задней полусферы при движении задним ходом и маневрировании.

Камера заднего вида располагается в задней части автомобиля, картинка с нее передается на дисплей, и ориентируясь по ней, водитель может безопасно совершать маневры. Камера имеет несколько преимуществ перед другими средствами:

1. Охватывает все «мертвые зоны», расположенные непосредственно за автомобилем;
2. В сочетании с современными программными средствами обработки изображения камера заднего вида позволяет оценить расстояние до препятствий и наличие свободного пространства, сопоставляя все это с габаритами транспортного средства;
3. Многие камеры позволяют уверенно маневрировать в темное время суток при низком уровне освещения;

Спутниковая навигация позволяет отслеживать местоположение автомобиля на карте мира, строить маршрут. Различные глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) могут предоставлять информацию от нескольких сантиметров до метров в зависимости от местности.

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте до спутников, положение которых известно с большой точностью. Таблица положений всех спутников называется альманахом, которым должен располагать любой спутниковый приёмник до начала измерений. Обычно приёмник сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и если он не устарел — мгновенно использует его. Таким образом, зная расстояния до нескольких спутников системы, с помощью обычных геометрических построений, на основе альманаха, можно вычислить положение объекта в пространстве.

Метод измерения расстояния от спутника до антенны приёмника основан на том, что скорость распространения радиоволн предполагается известной. Для осуществления возможности измерения времени распространяемого радиосигнала каждый спутник навигационной системы излучает сигналы точного времени, используя точно синхронизированные с системным временем атомные часы. При работе спутникового приёмника его часы синхронизируются с системным временем, и при дальнейшем приёме сигналов вычисляется задержка между временем излучения, содержащимся в самом сигнале, и временем приёма сигнала. Располагая этой информацией, навигационный приёмник вычисляет координаты антенны. Все остальные параметры движения вычисляются на основе измерения времени, которое объект затратил на перемещение между двумя или более точками с определёнными координатами.

Радары позволяют почти мгновенно, а главное — с хорошей точностью получать информацию о расстояниях до объектов и их скоростях. Подходят для работы с удалёнными объектами, не сильно зависят от погодных условий, работают в темноте.

Принцип действия радаров основывается на использовании радиоволн для определения дальности. Сигналы радаров хорошо отражаются материалами, имеющими значительную электрическую проводимость, например металлическими предметами. При этом датчики подвержены влиянию помех, создаваемых другими радиоволнами. Кроме того, сигналы, отражённые от наклонных поверхностей объектов, отклоняются и не попадают в зону видимости датчика, что делает такие объекты невидимыми для него.

Основным преимуществом датчиков такого типа является возможность их работы в практически любых погодных условиях. Однако они имеют низкое пространственное разрешение, что затрудняет определение координат положения препятствий, их идентификацию и оценку габаритов.

Существенный минус — приходится выбирать между дальностью действия и размером наблюдаемой области. Можно получить либо данные об объектах на большом расстоянии, но в маленькой области, либо в большой области но только вблизи.

В автономных транспортных средствах используются датчики, работающие в частотном диапазоне 77-79 ГГц. Благодаря этому существенно увеличивается разрешение радиолокационных изображений.

Стоимость радаров немного выше, чем у камер, но на порядок меньше стоимости лидаров.

Лидар — это метод определения расстояний с помощью света. Слово «лидар» образовано от акронима «LIDAR», два самых популярных варианта расшифровки: Light Detection and Ranging и Laser Induced Direction and Range System.

Лидар выполняет критически важную функцию – он дает автомобилю представление не только о собственной локализации, но и о местоположении окружающих объектов.

Датчики LIDAR получают и обрабатывают информацию об удаленных объектах. Они посылают 50000 – 200000 импульсов в секунду и определяет время их возвращения, формируя трехмерное облако точек. Таким образом, можно создать трехмерную карту с дальностью до 250 метров.

Принцип действия несильно отличается от работы радара, излучатель отправляет в сторону объекта луч, он отражается от объекта, возвращается к источнику, улавливается приёмником. Мы знаем скорость света, знаем время, за которое пройдено расстояние до объекта, легко вычисляем расстояние.

Излучатели лидара формируют вертикальную полосу из лазерных лучей, как правило, их от 16 до 128. Для создания картинку с охватом 360° площадка с лазерами совершает несколько оборотов в секунду вокруг своей вертикальной оси.

Плохие погодные условия, помехи от других источников сигналов и прочие нестандартные внешние условия могут оказывать значительное влияние на работу лидаров. Также существенным недостатком лидаров является их дороговизна, однако прослеживается тенденция к снижению их стоимости.

Основными преимуществами лидаров являются относительно широкое поле зрения, большое угловое разрешение и значительный радиус действия.

Лидары выдают хорошо детализированную картинку происходящего вокруг, определяют расстояния до объектов и их скорость. Обладают хорошей дальностью и высокой скоростью работы. Отлично функционируют при плохой погоде и в ночное время суток.

Использование именно лазера в лидаре необязательно, источником света могут выступать даже светодиоды. Но в 95% случаев, когда говорят о лидарах, подразумевают именно устройство с лазерным лучом.

## **Список литературы:**

1. Дайджест по робототехнике // Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники [Электронный ресурс] URL: <https://robotics.innopolis.university/wp-content/uploads/2020/09/Dajdzhest.pdf>
2. Андрей Фазлиев Лидары в беспилотных автомобилях // vc.ru [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/transport/61028-lidary-v-bespilotnyh-avtomobilyah>
3. Как работает беспилотный автомобиль // bespilot [Электронный ресурс] URL: <https://bespilot.com/chastye-voprosy/kak-rabotaet-bespilotnyj-avtomobil>
4. Навигационное оборудование для автомобиля // GPS Global [Электронный ресурс] URL: <http://gps-global.ru/stati/1133-navigation-auto.html>
5. ГЛОНАСС // Министерство цифровых технологий и связи Калининградской области [Электронный ресурс] URL: <https://digital.gov39.ru/activity/connection/ghonass/>