

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЛИДАР-ТЕХНОЛОГИЙ

Калинин Владислав Андреевич, студент

E-Mail: *slava_kalinin_2803@mail.ru*

Ходырев Александр Анатольевич, ст. преподаватель,

Нижнетагильский технологический институт (филиал) УрФУ

г. Нижний Тагил, РФ

Аннотация. Рассмотрены принципы действия лидара (LiDAR), его применение для измерения расстояний. Описаны методы управления, частотные диапазоны применения, достоинства и недостатки технологии лидаров. Указаны важнейшие области применения лидаров для измерения расстояний и создания карт и 3D-моделей, изучения Земли. Разобрано современное состояние лидар-технологии.

Ключевые слова. Лидар (LiDAR), лазерное излучение, измерение расстояний, автономные транспортные средства, локация.

Оптические технологии со времен глубокой древности используются человеком для измерения расстояний. Так, например, в современном мире, чтобы измерить расстояние до какого-либо объекта, не нужно прикладывать больших усилий. Во второй половине XX века было предложено решение этой задачи с помощью технологии LiDAR (Light Detection and Ranging), что переводится как «обнаружение и определение дальности с помощью света». История создания лидаров началась в 1960-х годах после появления первых лазеров. В 1961 г. американский физик Джеймс Гордон Таунсенд провел первый эксперимент, используя лазер для измерения расстояний до Луны. В 1970-х годах лидары начали использоваться для создания высокоточных карт поверхности Земли. С 1980-х годов лидары стали использоваться в автомобилестроении для создания систем обнаружения препятствий и управления круиз-контролем, и далее начали развиваться в различных сферах деятельности.

Лидар – это устройство, использующее технологию определения расстояний до объектов путем излучения коротких импульсов и измерения времени их возвращения к приемнику. Лазер генерирует световые импульсы, которые, отражаясь от объектов, попадают обратно на приемник. Датчик измеряет интервал времени, необходимый для возвращения импульса, и так как свет распространяется с постоянной скоростью $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, то лидар легко измеряет расстояние d между ним и отдельной точкой на объекте (рис. 1) в соответствии с формулой

$$d = \frac{ct}{2}, \quad (1)$$

где t – время движения импульса от лазера до приемника.

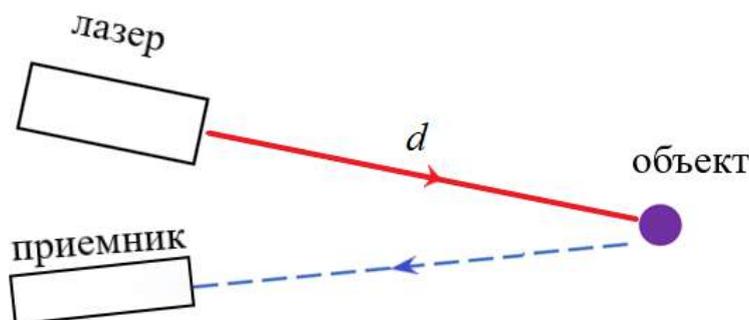


Рис. 1. Принцип действия лидара

Полученный световой сигнал преобразуется на приемнике в аналоговый, и далее преобразуется в цифровой при помощи аналого-цифрового преобразователя (АЦП), формируя цифровой «отпечаток» точки. Благодаря совокупности этих точек проецируется модель объекта, а затем отображается на дисплее в реальном времени, либо сохраняется на каком-либо носителе для дальнейшей обработки. Частоты излучения импульсов современных лидаров могут достигать 150 ГГц.

В современной технологии LiDAR существует 3 более востребованных и актуальных метода управления лазерным лучом:

- АФАР (активная фазированная антенная решетка). С помощью нее можно регулировать направление световых сигналов изменением амплитуд и фаз токов или полей возбуждения.

- Механический лидар. С помощью такого устройства можно направлять световые импульсы в разные стороны, используя зеркальную пластину.

- Вращающееся устройство. Благодаря такому методу можно иметь представление обо всех окружающих объектах, так как используется множество лазеров, вращающихся со скоростью до 10 оборотов в секунду, что обеспечивает видимость на 360°.

Лидары могут использовать различные длины волн в зависимости от технических требований и целей измерений. Для измерения расстояний до объектов на открытой местности могут использоваться лазеры с длиной волны 850, 905 или 1550 нм. Для измерения расстояний внутри помещений или на коротких расстояниях применяются лазеры с длиной волны от 405 до 690 нм. Могут использоваться и другие длины волн в зависимости от требуемой точности измерений и условий эксплуатации.

Лазеры с длиной волны 850 и 905 нм более дешевые, так как основаны на кремнии, но, в то же время, опасны для сетчатки глаз человека. Устройства, работающие с длиной волны 1550 нм, безопасны для зрения, но при этом такие лазеры используют дорогие материалы. Длины волн в диапазоне от 405 до 690 нм, излучаемые лазерными дальномерами, соответствуют видимому спектру и в небольших дозах не наносят вреда зрению.

Как и любая современная технология, LiDAR обладает рядом преимуществ. К достоинствам можно отнести высокую точность и быстроту сбора информации. Устройства LiDAR могут использоваться независимо от времени суток, и при этом будут выдавать высокое разрешение качества получаемого изображения. Технология показывает высокую энергоэффективность ввиду низких потерь из-за малых длин используемых волн. Высокая степень автоматизации процесса практически исключает ошибки, связанные с человеческим фактором. Данная технология может комбинированно использоваться с другими способами сбора информации.

К недостаткам рассматриваемой технологии можно отнести высокую стоимость оборудования, влияние на результаты наличия в воздухе взвесей и аэрозолей (в т. ч. сильного дождя, снега или тумана). Необходимо учитывать, что системы LiDAR работают с большим объемом информации, что приводит к увеличению длительности обработки данных и требует больше вычислительных ресурсов.

Технология LiDAR нашла применение во многих отраслях и сферах деятельности человека: с помощью данной системы производят оценку и исследование рельефа местности, моделируют ландшафт, изучают топографию региона. Очень ценятся лидары в археологии при моделировании объектов, внешний вид которых раньше было бы гораздо труднее воспроизвести.

Технология LiDAR тесно связана с AR-технологией (augmented reality), другими словами – с использованием функций дополненной реальности. Использование лидаров помогает построить высококачественную 3D-модель местности, объектов или визуализации атмосферных данных. В некоторых последних топографических моделях смартфонов использование этой технологии позволило значительно улучшить качество фото и настройку фокуса.

В последнее время лидары востребованы на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА): с их помощью моделируют рельеф ландшафта и различные объекты, контролируют выполнение строительных работ. БПЛА с лидаром используют для охраны помещений или объектов. Кроме того, эта технология нашла свое применение в автономных транспортных средствах: лидары, установленные на беспилотных автомобилях, испускают лучи вокруг автомобиля и собирают информацию об объектах и препятствиях, строят трехмерные модели окружающей среды (рис. 2). Данные обрабатываются центральным процессором, который задает дальнейшие команды. Технология LiDAR в таких автомобилях объединена с глобальной системой позиционирования (GPS), что позволяет бортовому компьютеру прокладывать маршрут к точке назначения (рис. 3).



Рис. 2. Устройство автономного транспортного средства



Рис. 3. Лидар на беспилотном автомобиле

Системы LiDAR используются в космонавтике при исследовании поверхностей спутников и планет, при лазерной локации Луны: направленный с Земли лазерный импульс попадает на уголкового отражатель, установленный на поверхности Луне, возвращается на приемник. Такое применение лидаров позволяет определять актуальные данные о системе «Земля – Луна», получать сведения об изменениях физических свойств планеты и спутника.

Эта технология помогает исследовать атмосферу: проводить измерения температуры воздуха, устанавливать скорости и направления воздушных потоков, измерять дальность видимости и высоту нижней границы облаков. В океанографии лидары помогают отслеживать береговую эрозию, измерять глубину водоемов, выполнять поиск рыбы, обнаруживать мины.

Лидарные технологии очень помогают в сельском хозяйстве: производится мониторинг роста выращиваемых культур, контролируется борьба с сорными растениями. Лидары помогают выбирать нужный способ посева и вносить необходимые удобрения в почву. Также данная технология применяется в робототехнике. Примером этого могут служить некоторые модели роботов-пылесосов, способные создавать 3D-карту окружающего пространства и прокладывать маршрут.

Лидары являются полезными и удобными инструментами для измерения расстояний и создания точных карт окружающей среды, обладают большим потенциалом для применения в различных областях.

Библиографический список

1. Современные лидарные средства дистанционного зондирования атмосферы / А. С. Борейшо, А. А. Ким, М. А. Коняев [и др.] // Фотоника. – Т. 13 – 2019. – № 7. – С. 648–657.
2. Технологические аспекты беспилотных автомобилей и автомобилей высокой степени автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://automediapro.ru/tehnologicheskie-aspekty-bespilotnyh-avtomobilej-i-avtomobilej-vysokoj-stepeni-a/?sef_rewrite=1 (дата обращения: 30.04.2023).
3. Технология лидар [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://technokauf.ru/branches/izyskaniya_i_zemelnyy_kadastr/lidar_tekhnologiya/ (дата обращения: 30.04.2023).
4. Лидары [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://uav-bpla.com/unmanned-vehicles-avto/lidars/> (дата обращения: 30.04.2023).
5. Лидар. Все, что нужно знать [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://gistroy.ru/article/lidar/> (дата обращения: 30.04.2023).