

УДК-004.9

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ 3D СКАНЕРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ

Амосов С. А., студент гр. ГЭс-221, II курс  
Научный руководитель: Козлов Р. Д., научный сотрудник (НИЛЦТПМСК)  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

С развитием технологий и цифровизацией производственных процессов становится все более необходимым создавать точные модели и прототипы изделий для различных отраслей. Таким примером могут послужить 3D сканеры, которые получили широкое распространение в России и в мире. Они применяются во всех областях науки и производства. В данном исследовании будут выявлены их преимущества и недостатки, что позволит определить наилучший 3D сканер для конкретной области и упростить процесс выбора подходящего типа сканера [1].

3D-сканирование – это процесс создания детальной виртуальной модели объекта в цифровом формате. Современные методы 3D-сканирования предоставляют возможность формировать точные трехмерные модели объектов разных форм и сложности. Применение 3D сканирования становится все более востребованным благодаря широкому спектру возможностей этой технологии. Существует большое количество типов 3D сканеров, однако в данной работе будут рассмотрены только основные из них, которые наиболее популярны и широко применяются в различных отраслях.

Лазерное сканирование является менее быстрым методом получения информации об объекте по сравнению с другими методами, однако он обладает более высокой точностью [2]. Этот метод позволяет получить данные о наличии и структуре даже мельчайших дефектов [3, 4].

Принцип работы лазерного сканера основан на измерении расстояния до сканируемого объекта. Лазерный луч из источника падает на сканируемую поверхность, после чего часть пучка отражается и попадает в приемник, после линза фокусирует луч на ПЗС-матрице (рисунок 1) [5].

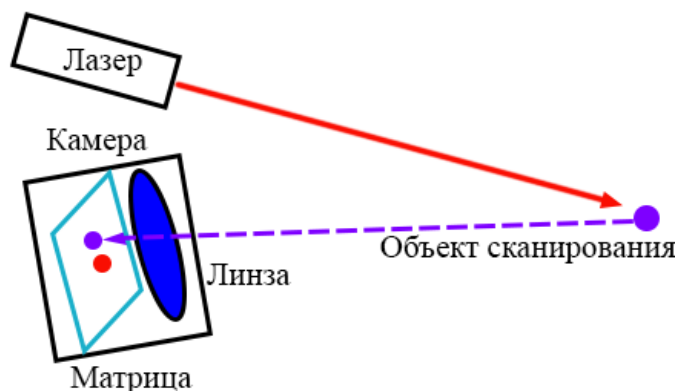


Рисунок 1 – Схема принципа работы лазерного 3D сканера

При помощи проведения анализа искажения объекта, на который были направлены проецируемые лучи, оборудование получает информацию о цвете объекта, форме, и прочие характеристики. Полученные данные объединяются для формирования облака точек, которое используется для создания цифрового двойника объекта [4, 5].

Стоит отметить, что лазерный сканер лучше остальных справляется с прозрачными, зеркальными и блестящими поверхностями с помощью специальных маркеров, которые наносят на сканируемый объект [6, 7]. Однако есть сканеры, которые работают и без светоотражающих меток (рисунок 2).



Рисунок 2 – Светоотражающие метки на металлической детали [7]

Оптические 3D сканеры – это относительно доступный метод сканирования, стоимость профессиональных моделей обычно меньше, чем у лазерных. Также таким сканером может послужить бесконтактный сенсорный игровой контролер типа Kinect.

Технология оптического сканирования представляет собой метод трехмерного сканирования, где используется один источник света, который проецирует на объект несколько линий. Эти линии одновременно отслеживаются камерой или несколькими камерами, в отличие от лазерного сканирования, где лазерные точки на объекте испускаются по очереди (рисунок 3) [8].

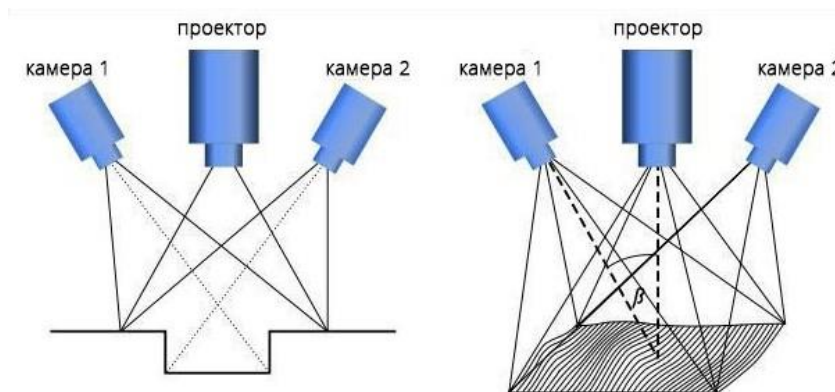


Рисунок – 3 Схема работы оптического 3D сканера [8]

Одного луча света с равномерной интенсивностью недостаточно для 3D-сканирования объекта, поэтому оптический сканер использует точно откалиброванный узор из чередующихся полос световых градиентов, который проецируется на объекты (рисунок 4) [9].

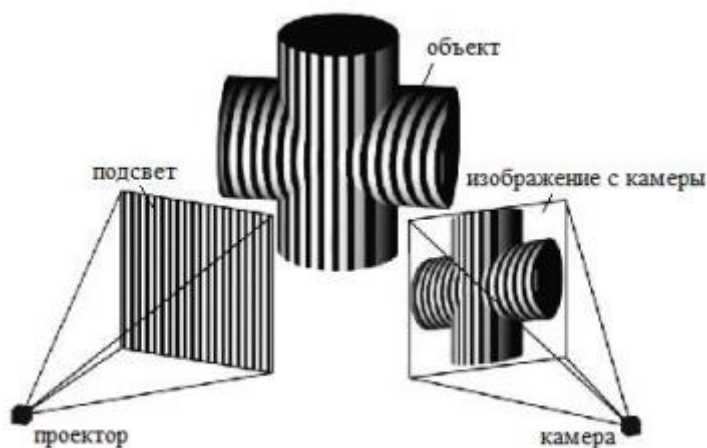


Рисунок 4 – Узор из чередующихся градиентов создаваемый оптическим 3D сканером [9]

Плавный переход от одной полосы к другой позволяет камерам различать значения глубины элементов объекта.

Используя данный метод, оптический сканер захватывает миллионы точек в секунду, создавая облака точек. Полученные данные обрабатываются в режиме реального времени в специализированном ПО, создавая модель, которую можно экспортировать в систему САПР для дальнейшего моделирования.

Для сканирования небольших объектов со сложной формой, которые необходимо зафиксировать в высоком разрешении, чаще всего используют портативные сканеры, а для более крупных объектов - стационарные камеры, которые требуют минимального взаимодействия с оператором, но при этом дают точные результаты за короткий период [4].

Несмотря на то, что оптические сканеры легко сканируют объекты со сложной геометрией, они всё ещё не могут сканировать сквозные узкие и глубокие отверстия [8]. Также у них существует проблема со сканированием, зеркальных и стеклянных поверхностей, или пластика. Материалы, как стекло или полированный металл, отражают свет так же, как зеркало, отбрасывая его

только в определенном направлении, создавая трудности с тем, чтобы «поймать» геометрию объекта, однако существуют специальные матирующие спреи, которые частично решают данную проблему. Что касается шероховатых материалов, как пластик, отражённый свет рассеивается во множестве направлений создавая шум в данных оптического 3D сканера. Преимуществами оптического трёхмерного сканера являются, более высокая скорость сканирования и его доступность [9].

Фотограмметрический метод сканирования самый медленный и неточный, но в то же время простой в использовании и самый доступный метод сканирования.

Принцип работы данного метода сканирования основан на том, что статический объект фотографируется со всех сторон. Так же он может вращаться на платформе, останавливаясь в разных положениях, для фиксации статичной фото/видеокамерой [10]. Далее снимки загружаются в специализированное ПО, которое в автоматическом режиме ищет общие точки между фотографиями. Программа определяет геометрические параметры объекта, такие как расстояния между точками и углы между сторонами и преобразует полученное облако точек в 3D модель [11]. Качество модели напрямую зависит от количества снимков с разных ракурсов и углов, а также от камеры, на которую ведётся съёмка (рисунок 5) [12].

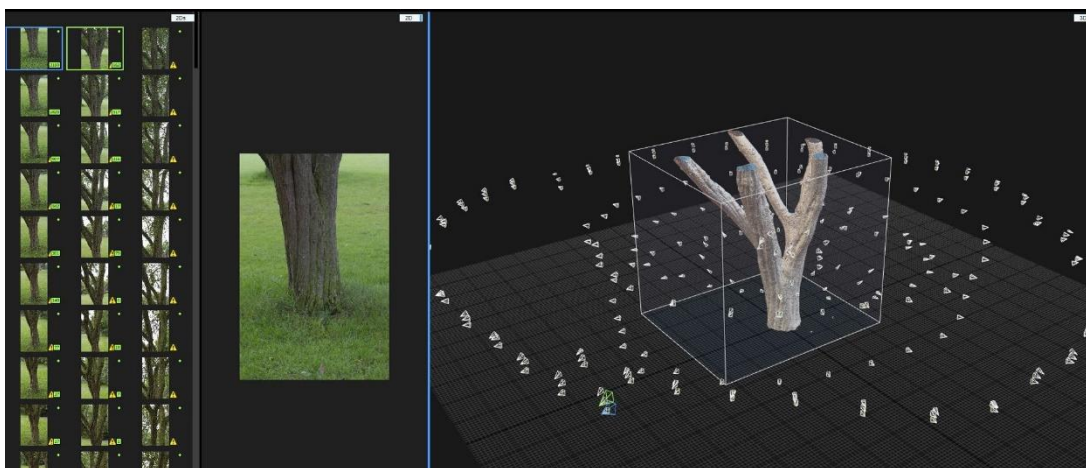


Рисунок 5 – расстановка камер и создание 3D модели фотограмметрическим методом в специализированном ПО [4]

После этого обязательно нужно выполнить постобработку полученной 3D модели, потому что данный метод захватывает всё то, что находится вокруг модели и зачастую некорректно соединяет точки (рисунок 6) [10, 12].



Рисунок 6 – модель бульдозера с некорректно соединёнными точками

Данную обработку можно выполнить через саму программу, обрабатывающую фотографии, но зачастую её возможности в редактировании 3D моделей ограничены, поэтому лучше воспользоваться другим ПО для работы с облаками точек, например Blender, MeshLab, Autodesk Recap, и Rhinoceros.

Основными недостатками данной технологии являются низкое качество 3D-модели и медленная работа [11, 12]. Однако среди преимуществ можно выделить низкую стоимость и возможность создания моделей с использованием телефона с хорошей камерой. Кроме того, этот метод более мобильный, так как не требует непосредственного подключения к компьютеру в реальном времени. Это позволяет использовать его в труднодоступных местах или осуществлять сканирование в воздухе с помощью беспилотных летательных аппаратов БПЛА.

Для применения в производстве наиболее подходящим решением является оптический сканер так как он обеспечивает высокое разрешение и точность при сканировании движущихся деталей и объектов. Оптические сканеры обладают высокой скоростью сканирования, что делает их идеальными для производственных процессов [2].

В реверс-инжиниринге наиболее подходящим решением служит, комбинирование лазерного и оптического метода сканирования. Комбинация этих методов, позволяет быстро «поймать» геометрию детали оптическим сканером и далее закончить сканирование всех неровностей и дефектов более точным лазерным. Такая комбинация позволит сократить время на создание 3D модели сканируемой детали, при этом сократив время сканирования [13, 14].

В области здравоохранения, лучше всего себя зарекомендовал оптический метод сканирования, для создания точных моделей частей тела пациента, и разработки протезов [15]. Так как он не требует наклеивания светоотражающих меток на сканируемый объект, в отличие от лазерного сканера лазерного сканера [16].

В криминалистике, чаще всего применяется фотограмметрический метод сканирования, так как он является мобильным и позволяет, где угодно запечатлеть и в дальнейшем воссоздать объемную графическую модель места преступления [17, 18].



Так же данный метод широко применяется в археологии, так он может применяться совместно с БПЛА и с воздуха сканировать всю площадь работ по раскопкам [19, 20].

В ходе исследования был проведён обзор современного оборудования и основных методов 3D сканирования. Были выявлены положительные и отрицательные стороны, каждой технологии для трёхмерного сканирования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075–03-2024-082-2).

### Список литературы

1. Саитгараев А.Р., Гареева Г. А., Григорьева Д. Р. Сферы применения и эффективность использования технологии 3D- сканирования в условиях прогрессивно развивающейся бизнес-среды // Символ науки. 2018. №1–2.
2. Еремин Д. С., Кружкова М. С., Кислова А. В. особенности получения цифровой копии объекта с темной глянцевой поверхностью с применением 3D-сканирования //Перспективные материалы и технологии (ПМТ-2023). – 2023. – С. 174–177.
3. Кулеш А. А. Возможности и преимущества лазерного сканирования при 3D-проектировании промышленных объектов //Инновации и инвестиции. – 2023. – №. 2. – С. 265–267.
4. Кильдюшов Л. С., Береза Н. В. Что такое 3d-сканер и как он работает //Проблемы развития науки и образования в эпоху модернизации. – 2023. – С. 102–105.
5. Кондратьева, В. А. Применение метода лазерного сканирования в имитационном моделировании 3D-объектов. // Электронные системы и технологии. – Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2023. – С. 1049–1052.
6. Асылбеков Н. Реализация модели 3d-сканера для поиска точек в пространстве //Материалдар жинағы. – 2023. – Т. 18. – С. 315.
7. Тимохов Ф. С. и др. метод оценки качества изготовленных деталей при помощи лазерного 3D сканера //Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2022. – Т. 2. – С. 786–788.
8. А. В. Минин, А. В. Кислова, А. В. Лутьянов, Н. С. Баранова. Исследование процесса сканирования отверстий с применением оптических 3D-сканеров // Оптические технологии, материалы и системы. – Москва: (Оптотех - 2020), 2020. – С. 250–252.
9. А. В. Минин, А. В. Кислова, И. В. Белоусов, И. В. Кудрявцев. Сканирование волос с использованием оптических 3D-сканеров // Оптические технологии, материалы и системы. – Москва: (Оптотех - 2020), 2020. – С. 253–257.
10. Алексеева О. А., Алфёров Н. А., Созонов П. С. Возможности лазерного сканирования и фотограмметрии //Молодая наука Сибири. – 2020. – №. 4. – С. 165–170.

11. Тюлькин Д. А., Шевяков И. Д., Селин Д. С. Оценка точности облаков точек, полученных методом фотограмметрии и лазерного сканирования //Современные тенденции в кадастрах, землеустройстве и геодезии. – 2021. – С. 3–11.
12. Константинов Т. А., Селихов А. В. Фотограмметрический метод получения 3D модели в решении прикладных задач //X Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием имени академика АГ Шипунова. – 2023. – С. 176–180.
13. Кугаевский С. С. Реверс-инжиниринг и быстрое прототипирование в машиностроении : учебно-методическое пособие : Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 15.04.05 — Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 09.04.01 — Информатика и вычислительная техника / С. С. Кугаевский ; научный редактор О. Г. Блинков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2023. — 98 с
14. Петров А. Л. и др. Применение технологии реверс-инжиниринга в судостроении //Известия высших учебных заведений. Арктический регион. – 2020. – №. 1. – С. 34–37.
15. Бородина И. Д. и др. Сравнительная оценка точности отображения зубной дуги при помощи современных интраоральных 3D-сканеров //Российский стоматологический журнал. – 2022. – Т. 4. – С. 287–297.
16. Голубович, А. Н. Создание миниатюр: 3D-сканирование человека и печать уменьшенной копии. // Электронные системы и технологии. – Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2021. – С. 49–51.
17. Еремченко В. И. Принципы работы 3D-сканера и его использование для фиксации места происшествия //Общество и право. – 2021. – №. 1 (75). – С. 61–65.
18. Еремченко В. И. Анализ зарубежного опыта использования 3D-сканеров на месте происшествия и перспективы их внедрения в деятельность полиции России //Вестник Краснодарского университета МВД России. – 2021. – №. 1 (51). – С. 49–52.
19. Денисов И. В., Зубов С. Э., Букина О. В. Применение 3D-технологий в сфере сохранения и использования археологического наследия //Археология евразийских степей. – 2022. – №. 5. – С. 74–89.
20. Тельманов А. С., Симакова Т. В., Симаков А. В. Особенности применения фотограмметрического метода при определении координат характерных точек земельных участков //Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе». – 2021. – С. 644–651.