

РАЗРАБОТКА 3D СКАНЕРА С ПОВОРОТНОЙ ПЛАТФОРМОЙ И МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Студент группы 30309121 Галиевский В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

3D сканер — это устройство, которое анализирует физический объект или окружающую среду для сбора данных о его форме и, возможно, цвете. Собранные данные используются для построения цифровых трехмерных моделей.

Актуальность 3D сканеров

3D сканирование становится все более актуальным в различных сферах благодаря своим многочисленным преимуществам:

- **Точность и скорость:** 3D сканеры позволяют быстро и точно создавать цифровые модели физических объектов, что экономит время и снижает вероятность ошибок.
- **Неразрушающий контроль:** Многие 3D сканеры являются неразрушающими, то есть не повреждают объект сканирования. Это особенно важно для ценных или хрупких предметов.
- **Возможность реверс-инжиниринга:** 3D сканирование позволяет создавать цифровые модели существующих деталей или объектов для их воспроизводства или модификации, даже если нет исходной документации.
- **Автоматизация:** 3D сканеры могут быть интегрированы в автоматизированные производственные процессы для контроля качества, оптимизации процессов и повышения эффективности.
- **Универсальность:** Существуют 3D сканеры для самых разных задач и масштабов, от сканирования маленьких деталей до целых зданий и ландшафтов.

Применение 3D сканеров:

- **Промышленность:**

- **Контроль качества:** Проверка соответствия готовых изделий заданным параметрам.
- **Реверс-инжиниринг:** Восстановление чертежей утерянных деталей, адаптация изделий.
- **Проектирование и прототипирование:** Создание 3D моделей для разработки новых продуктов.
- **Архитектура и строительство:** Сканирование зданий для реконструкции, моделирования и контроля качества строительства.
- **Медицина:**
 - **Протезирование и ортопедия:** Создание индивидуальных протезов и ортезов.
 - **Хирургия:** Планирование операций и создание хирургических шаблонов.
 - **Стоматология:** Сканирование зубов для создания коронок, мостов и других протезов.
- **Культура и искусство:**
 - **Сохранение наследия:** Создание цифровых копий артефактов и исторических объектов.
 - **Реставрация:** Восстановление поврежденных произведений искусства.
 - **Музейное дело:** Создание виртуальных туров и экспозиций.
- **Криминалистика:**
 - **Фиксация места преступления:** Создание 3D моделей мест преступлений для анализа и реконструкции событий.
 - **Идентификация:** Сканирование отпечатков пальцев и следов обуви.
- **Игры и развлечения:**
 - **Создание 3D моделей персонажей и объектов:** Для игр, фильмов и анимации.
 - **Виртуальная и дополненная реальность:** Создание интерактивных 3D моделей для AR/VR приложений.

Цель и задачи разработки

Цель создания устройства – изучение принципа объемного сканирования объектов, разработка системы управления для 3D сканера с поворотной платформой и микропроцессорным управлением, а также прототипа 3D сканера с поворотной платформой и микропроцессорным управлением.

Задачи, решение которых предусматривается в ходе разработки устройства:

- изучить основные принципы объемного сканирования;
- провести обзор аналогов 3D сканеров;
- спроектировать общий концепт устройства: схему электрическую структурную, под неё подобрать наиболее подходящие компоненты, схему электрическую принципиальную, 3D-модель мехатронного устройства.

Конструкция и компоненты 3D сканера с поворотной платформой и микропроцессорным управлением.

3D сканер состоит из следующих основных компонентов:

1. Исполнительные механизмы:

- Шаговый двигатель Nema 17HS4401 Биполярный двигатель имеет две обмотки, по одной на каждую фазу, полярности на которых изменяется драйвером для изменения направления магнитного поля.

2. Система управления:

- Модуль Arduino Pro Micro Arduino Pro Micro на микроконтроллере ATmega32U4, который программируется благодаря встроенному загрузчику, который позволяет загружать код в плату без использования внешнего программатора.

- Адаптер карт памяти формата microSD с интерфейсом SPI. Данный интерфейс позволяет организовать передачу данных синхронизировано с общим тактовым сигналом, генерируемым ведущим устройством (микроконтроллером). Ведомое устройство, в свою очередь, синхронизирует получение битовой последовательности с тактовым сигналом. Через адаптер памяти на SD карту осуществляется запись текстового файла с расширением .txt, в который заносятся

рассчитанные программно отсчёты отсканированного объекта в формате трёхмерных координат X,Y,Z.

3. Датчики:

- Инфракрасный датчик расстояния Sharp GP2Y0A51SK0F с выходным аналоговым напряжением, который работает на методе триангуляции, рассчитанный на измерение расстояния в диапазоне 2 – 15 см.

4. Блок питания и драйверы:

- зарядное устройство ROBITON с номиналом 12 вольт, который подает текущее значение напряжения на драйверы шаговых двигателей, а также осуществляет питание всей схемы и её компонентов в целом.

- Драйвер шагового двигателя EasyDriver A3967 Драйвер предназначен для управления биполярным шаговым двигателем с поддержкой «микрошага» и базируется на микросхеме A3967.

Алгоритм работы

Физический принцип работы 3D сканера заключается в цикле совокупной работы всех функциональных компонентов системы, которые взаимодействуют между друг другом при получении сигналов управления с микроконтроллера Arduino. Сканирование происходит, начиная от фиксированного положения сканирующей платформы с инфракрасным дальномером, когда шаговый двигатель начинает вращать стол с предметом. В этот же момент времени задействуется инфракрасный дальномер, который производит измерение расстояния d до объекта параллельно вращению стола. Совершая один оборот, шаговый двигатель вращает стол на 360 градусов с определенным угловым шагом $f = 1.8$ градусов, после чего другой шаговый двигатель, отвечающий за положение сканирующей платформы с инфракрасным дальномером, предаёт направляющей оси с резьбой (оси Z) вращательное движение, тем самым поднимая платформу на фиксированный шаг вверх. Данный цикл повторяется до достижения крайнего положение по высоте (оси Z), заданной в программе сканирования.

Сканирование производится, благодаря триангуляционному методу измерения расстояний (способу, при котором из излучателя на объект испускается луч,

который после отражения от него фиксируется приемником). После процесса сканирования и перевода данных сканирования на SD карту необходимо преобразовать сформированное облако точек в трёхмерный объект. Это можно сделать с помощью специального программного обеспечения, базирующейся на подобных операциях (Meshlab).

В конечном счёте сканирование сводится к получению облака точек, расположение в пространстве которых воссоздает необходимое геометрическое представление просканированной физической модели для дальнейшей инженерной работы.

Преимущества разработки

Разработанный 3D сканер с поворотной платформой и микропроцессорным управлением обладает рядом преимуществ по сравнению с существующими аналогами:

- большая точность измерения
- **Гибкость:** Узел адаптируется к различным размерам и типам плат благодаря настраиваемым параметрам управления.
- меньшая стоимость
- **Надежность:** Использование качественных компонентов и расчеты напряженно-деформированного состояния обеспечивают долговечность и стабильность работы.

Заключение

Разработанный 3D сканер с поворотной платформой и микропроцессорным управлением демонстрирует высокую эффективность в автоматизации 3D сканирования. Благодаря точности, гибкости и интеграции с другими системами, устройство способно значительно повысить производительность и снизить затраты. Дальнейшие исследования могут быть направлены на внедрение технологий ИИ и расширение функциональности узла для более сложных задач по сканированию объектов.

Литература

1. Основы разработки и программирования робототехнических систем:

учебное пособие / Сорокин С.В., Солдатенко И.С. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. – 157 с.

2. Глибин Е.С., Прядилов А.В. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014.

3. Интегральные роботы: сборник статей / Поздняк Г. Е. – М.: Мир, 1973. 213с.

4. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление.

5. Серия «Библиотека инженера» / Булгаков А. Г., Воробьев В. А. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 488 с.: ил.

6. Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота-манипулятора / Пол Р. – пер. с англ. М.: Наука, 1976. – 104 с.

7. Программирование микронотроллерных плат Arduino / Sommer U. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2012. – 256с.

8. C Sharp 6.0 Справочник. Полное описание языка, 6-е изд. / Албахари Д., Албахари Б. – пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2016 – 1040с

9. Фельдштейн, Е.Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебное пособие. – М.: Инфра - М, 2011г

10. Основы мехатроники: пособие / Пер. с немецкого. — Нур-Султан: Фолиант, 2021. — 408 с.

11. ГОСТ 26063-84 Устройства захватные. Типы, номенклатура основных параметров, присоединительные размеры. – Введ. 01.01.1985. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 6 с.