

Разработка механической руки и программного обеспечения для ее функционирования с использованием платы Arduino

Выполнил:

Михайлов Юрий Александрович, гр. 7383

Руководитель:

к.т.н., доцент каф. МОЭВМ

Консультант:

ст. преподаватель каф. МОЭВМ

Романцев В.В.

Герасимова Т.В.

Цель и задачи

Актуальность: затронуть основы робототехники для последующего развития в этой области

Преимущества роботизированных систем:

- выполнение поставленной задачи 24 часа в сутки
- уменьшение затрат производства

Цель: спроектировать и разработать руку-робот на основе платы Arduino

Задачи:

1. Определить целевую плату разработки
2. Спроектировать каркас
3. Собрать конструкцию робота-манипулятора
4. Написать программу для работы робота
5. Провести проверку работоспособности разработанного проекта

Определение целевой платы разработки

Таблица 1. Сравнение программируемых платформ

Параметр	Arduino Uno	BeagleboneBlack	RaspberryPi
Цена микроконтроллера	≈29.95\$	≈89\$	≈35\$
Микроконтроллер	ATmega328	ARM11	ARM Cortex-A8
Тактовая частота	16 МГц	700 МГц	700 МГц
Минимальное энергопотребление	42 мА (0.3 Вт)	700 мА (3.5 Вт)	170 мА (0.85 Вт)
Порт Ethernet	-	10/100	10/100
Надежность	Можно включать и отключать в любой момент	Работает на операционной системе, поэтому его нужно правильно выключать	Работает на операционной системе, поэтому его нужно правильно выключать
Использование	Просто взаимодействовать с электронными компонентами	Требуется установка дополнительных библиотек	Требуется установка дополнительных библиотек

Проектирование захвата робота-манипулятора

Для реализации механизма захвата использовалось взаимодействие шестерен, одна из которых является ведущей и присоединенной к приводу.

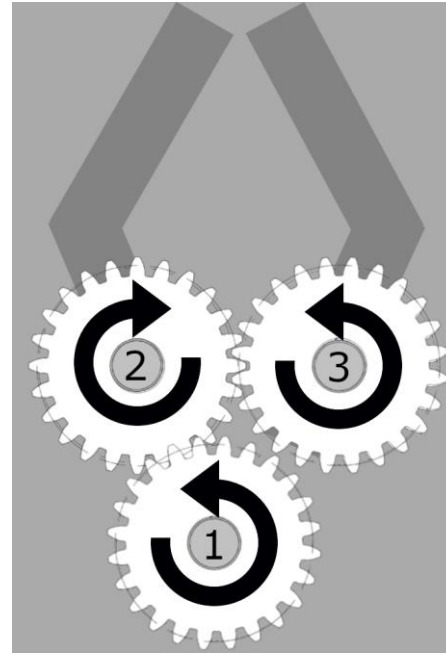


Рисунок 6.1 – Состояние кисти в сжатом состоянии

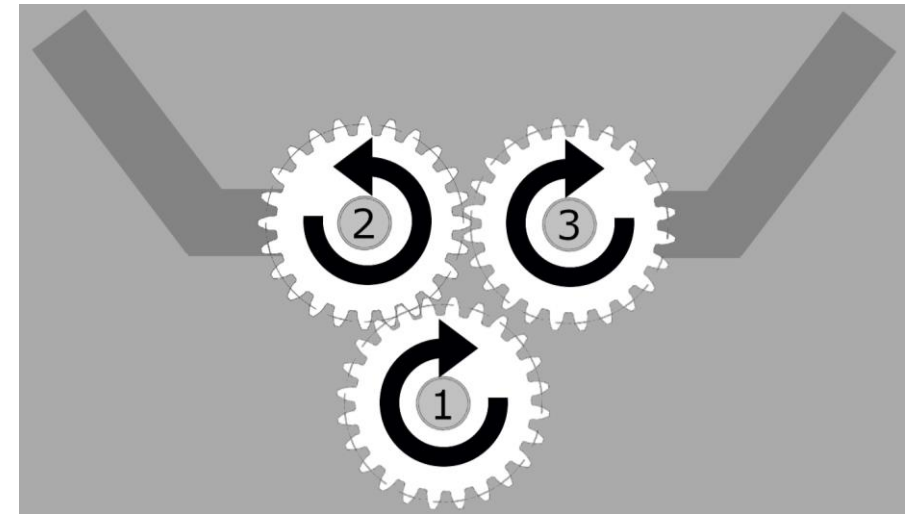
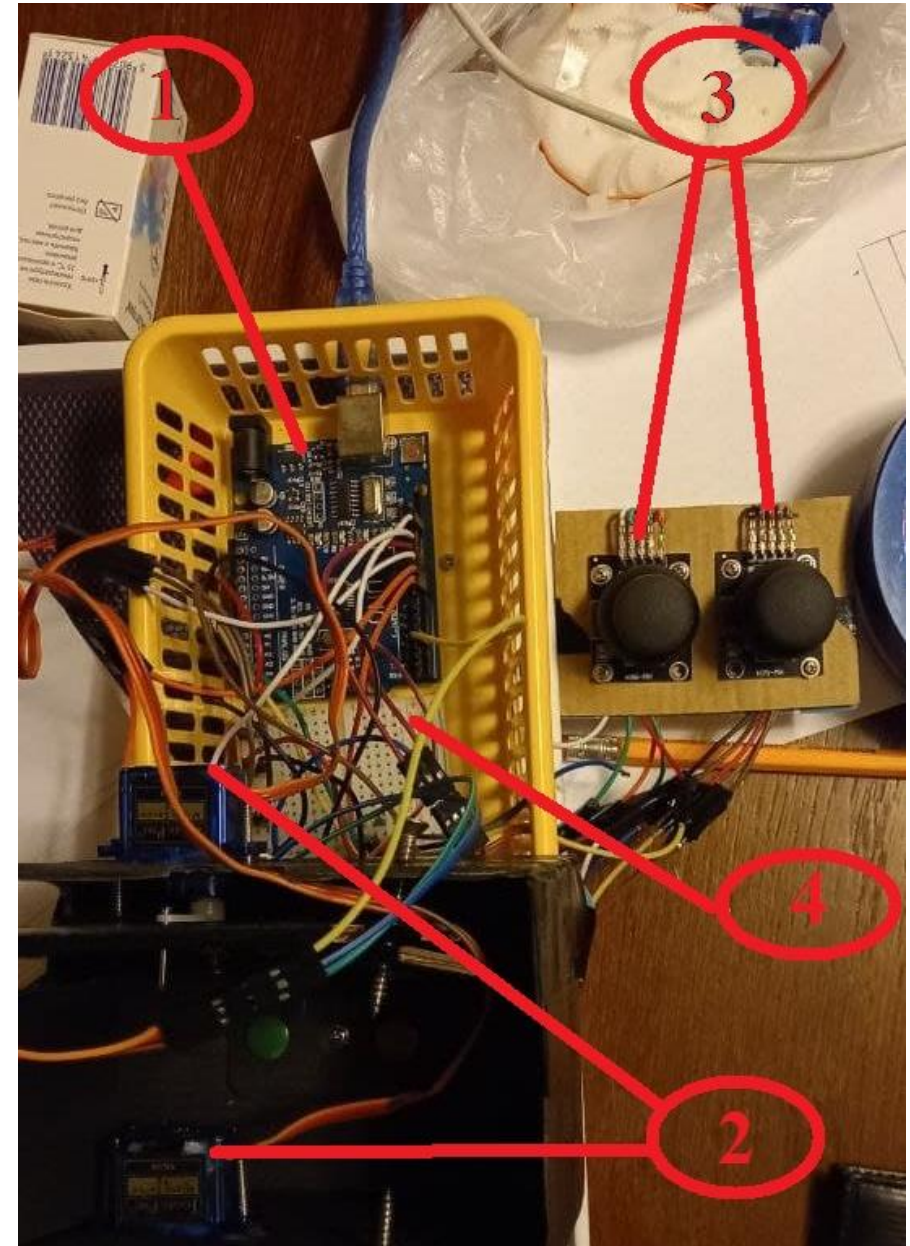


Рисунок 6.2 – Состояние кисти в разжатом состоянии

Сборка конструкции робота-манипулятора

Для решения этой задачи было использовано:

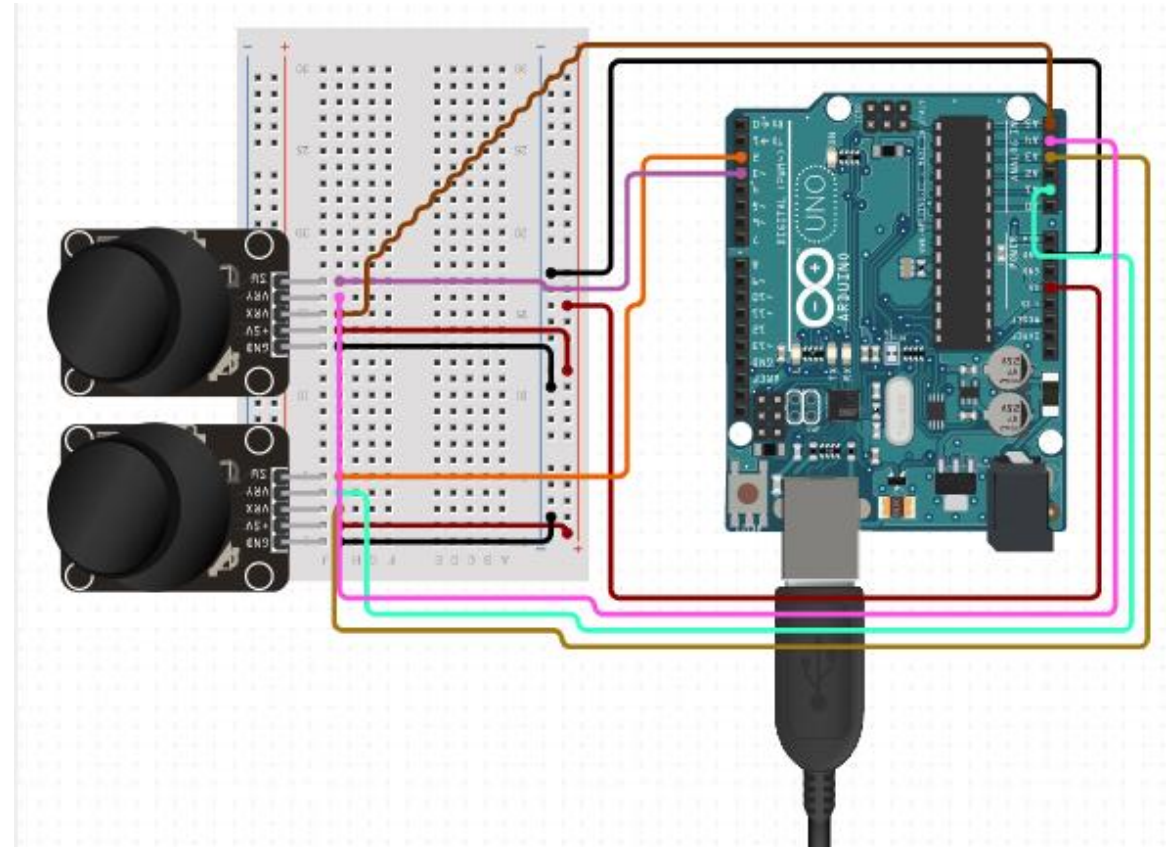
1. Микроконтроллер Arduino Uno
2. 4 сервопривода SG90
3. 2 двух-осевых аналоговых XY-координатных модуля джойстика
4. Breadboard – беспаячная монтажная плата



Сборка устройства для управления конструкцией робота-манипулятора

Основным способом управления являются двух-осевые модули джойстика.

Для удобства подключения используется беспаячная плата.



Написание программы для робота

Программа для работы робота была написана в Arduino IDE на языке C++. Она состоит из 3-х частей: объявление переменных, функции инициализации и основного цикла. Для управления вращения приводами использовалась библиотека «Servo.h».

- Объявление переменных включает в себя перечисление приводов, осей модулей джойстика и целочисленных переменных для вращения сервоприводами.
- В функции инициализации происходит привязка приводов и модулей джойстиков к соответствующим ПИН-выходам.
- В основном цикле программа считывает значения с джойстиков, масштабирует их к необходимому диапазону и вращает привод на заданный угол.

Пример кода программы, который считывает значение с модуля джойстика, делает его маппинг и вращает привод:

```
X1 = analogRead(pinX1);  
X1 = map(X1, 0, 1023, 0, 180);  
servo1.write(X1);
```


Техническая спецификация

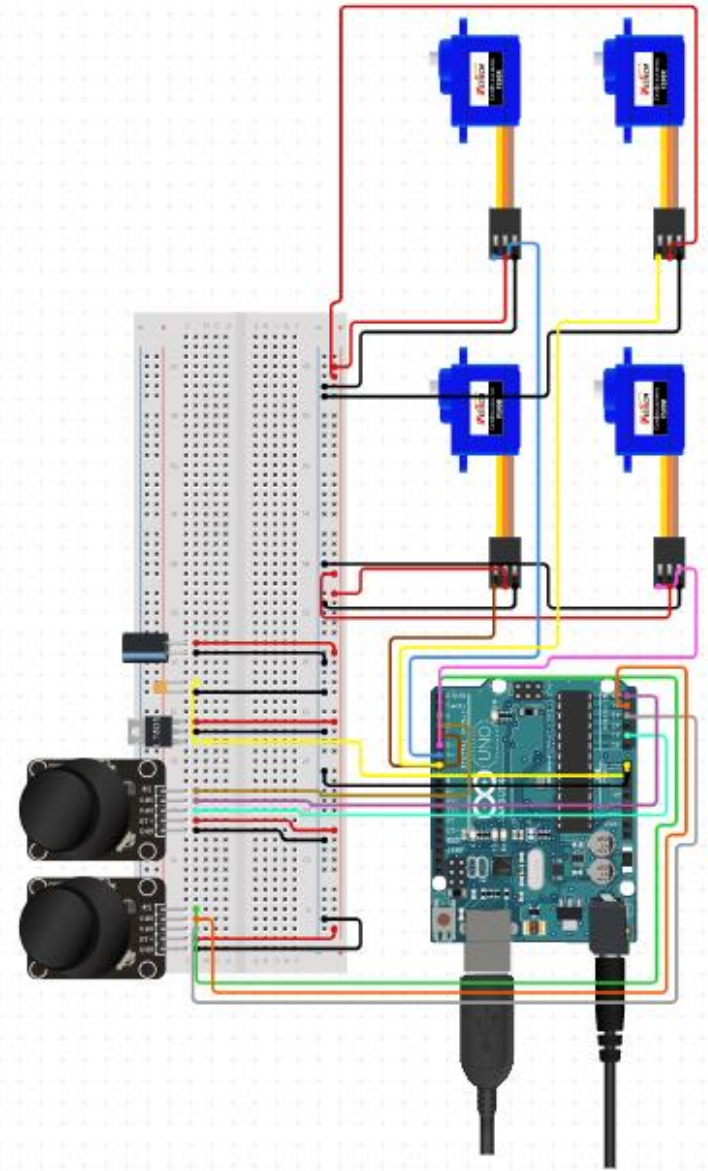
Разработанный манипулятор имеет:

- Рабочее напряжение 5V.
- Джойстик для управления

Правый модуль: X-ось – разгибание руки, Y-ось – вращение конструкции. Левый модуль: Y-ось – захват объектов.

- В качестве питания – выступает USB-разъем ноутбука.
- 2 степени подвижности – вращение конструкции и разгибание руки

Основной функцией данного робота является захват и последующее перемещение объектов.



Проверка работоспособности проекта

В качестве проверки работа-манипулятора были выполнены следующие эксперименты:

1. проверка возможности захвата объекта

Из рисунка вытекает условие удержания:

$$F_{\text{тр}1} + F_{\text{тр}2} > mg \rightarrow F_1 * \mu + F_2 * \mu > mg$$

$$\frac{T_2}{L} * \mu + \frac{T_3}{L} * \mu > mg \rightarrow \frac{T_1 * d_2}{d_1 * L} * \mu + \frac{T_1 * d_2}{d_1 * L} * \mu > mg$$

При известных $T_1 = 17,65197 \text{ Н} * \text{см}$, $d_1 = 1,05 \text{ см}$, $d_2 = d_3 = 1,35 \text{ см}$, $L = 9 \text{ см}$, $\mu(\text{ПВХ}) = 0,5$ получаем: $m < 0,252 \text{ кг}$.

2. проверка возможности перемещения объекта в режиме захвата

Из рисунка получаем условие:

$$T_1 = F_T * L = m * g * L \rightarrow m = \frac{T_1}{g * l}$$

При $T_1 = 17,65187 \text{ Н} * \text{см}$ и $L = 25 \text{ см}$ получаем:

$m < 0,07 \text{ кг}$. — для одного привода

$m < 0,14 \text{ кг}$. — для двух приводов.

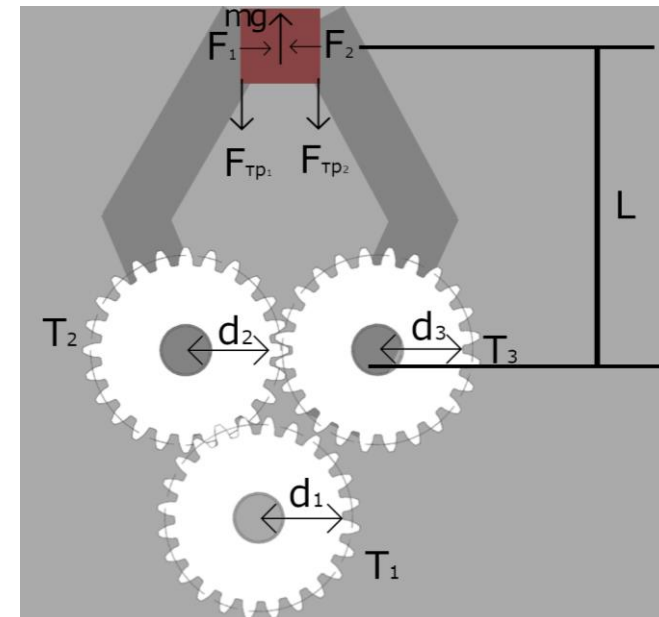


Рисунок 10.1 – Условие захвата

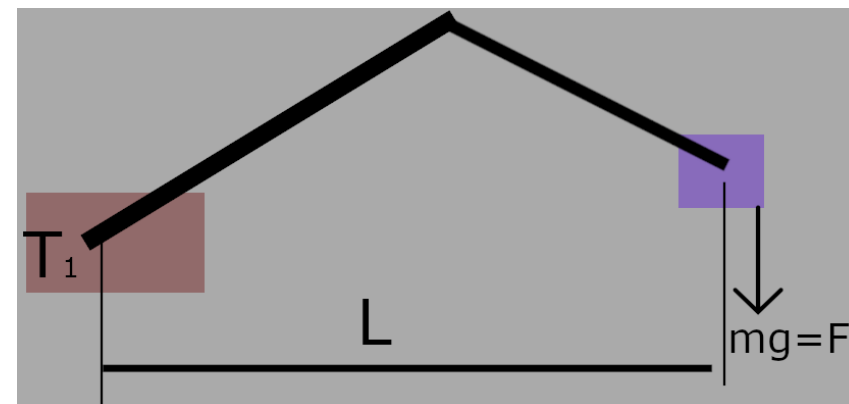


Рисунок 10.1 – Условие удержания

Заключение

- Прodelанный обзор программируемых платформ показал преимущества выбора платы Arduino Uno для реализации данного проекта такие как цена, энергопотребление и простота использования.
- Была спроектирована, а затем собрана конструкция манипуляционного устройства.
- Была написана программа для его управления.
- Была проверена работоспособность готового проекта на примере простых экспериментов возможностей манипулятора и рассчитаны показатели массы объектов, которые способен выдержать робот.

Дальнейшие направления исследований включают в себя улучшение конструкции робота-манипулятора путем добавления большего количества степеней подвижности и улучшения способа управления.

Апробация работы

- Репозиторий проекта <https://github.com/YuraMihailov123/diploma>.

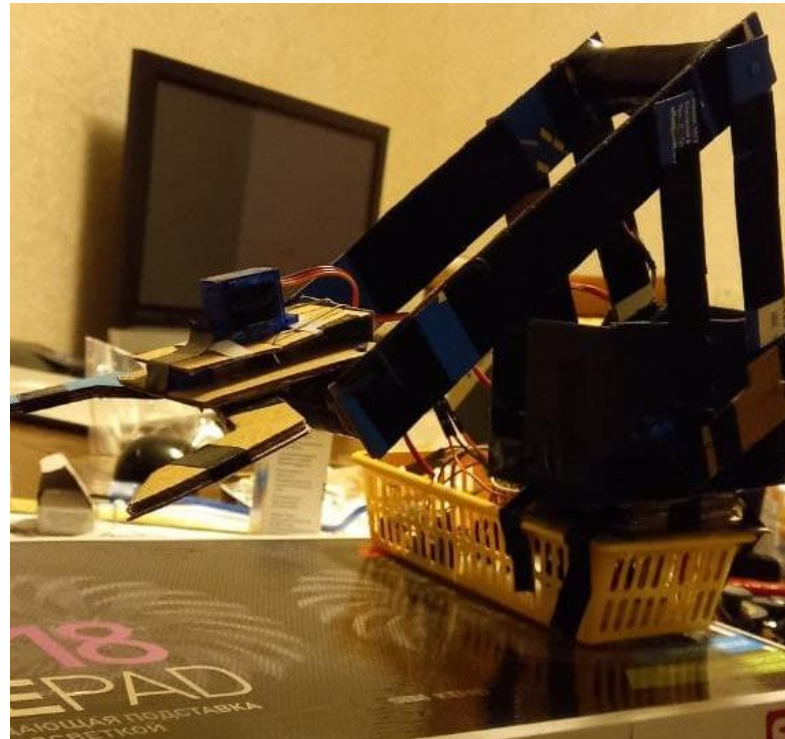


Рисунок 7 – Созданный робот-манипулятор

1. проверка возможности вращения все конструкции при помощи привода:

Из технических характеристик привода имеем скорость вращения: $0.12 \text{ сек} / 60 \text{ градусов} = 0.002 \text{ сек} / \text{градус}$. Получаем, что время вращения конструкции на 180 градусов равно:

$$t = \varphi * \omega = 180 * 0.002 = 0.36 \text{ сек}$$

2. проверка возможности разгибания основной части руки

Скорость вращения равна $0.002 \text{ сек} / \text{гр}$. Угловой диапазон приводов разгибания руки составляет от 50 до 170 градусов. Время разгибания руки от 50 градусов до 170:

$$t = \varphi * \omega = (170 - 50) * 0.002 = 0.24 \text{ сек}$$