

РАЗРАБОТКА СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МАНИПУЛЯТОРОВ

Автор:

Щембелов Илья Игоревич, г.Псков,
АНО ДПО «Центр образования и
воспитания детей и молодежи»,
МБОУ ЦО
“Псковский Педагогический Комплекс”,
9 класс

Научный руководитель:

Лубягин Игорь Олегович, педагог
дополнительного образования
АНО ДПО «Центр образования и
воспитания детей и молодежи», г.Псков

РАЗРАБОТКА СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МАНИПУЛЯТОРОВ

Щембелов Илья Игоревич

Псковская область, г.Псков, МБОУ ЦО “Псковский Педагогический Комплекс”

Аннотация. Целью разработки является создание сенсорной системы, позволяющей с точностью руки человека управлять рабочими инструментами для манипуляторов.

Материалы и методы: Электронная схема проекта была разработана с использованием онлайн платформы Easy EDA. В дальнейшем была реализована из необходимых компонентов на базе аппаратной платформы Arduino. Программирование логической части производилось на языке программирования Arduino, аналогичном C++.

Итоги работы: сенсорная система для управления манипуляторами, основывающаяся на самодельных оптических датчиках изгиба.

Выводы: Разработана сенсорная система под названием Sensoric Glove 1.0, в форме перчатки для управления рабочими инструментами аналогичного строения.

1. В процессе работы изучены современные виды управления манипуляторами
2. Изучены современные способы отслеживания движений пальцев.
3. Изучены современные СС для управления бионическими инструментами.
4. Изучен принцип работы оптических датчиков.
5. Создан рабочий прототип оптического датчика изгиба.
6. Создана рабочая СС для отслеживания движений пальцев относительно места их прикрепления к кисти под названием SensoricGlove 1.0.
7. Разработано программное обеспечение для СС SensoricGlove 1.0.

Ключевые слова: сенсорная система, сенсоры, манипуляторы, система управления, датчики изгиба, кисть, фаланги пальцев.

Введение

Современный мир нельзя представить без роботов. Они навсегда вошли в нашу жизнь в очень многих сферах. Роботы способны варить корпуса автомобилей, собирать смартфоны и другие гаджеты, которые мы используем каждый день.

В первую очередь робот - это автоматизированное устройство, предназначенное для выполнения механической работы по заранее заложенной программе [1]. Их функционал в большинстве случаев ограничен вашей фантазией.

Важным нюансом является возможность робота принимать решения о дальнейшем действии самостоятельно. А для этого ему необходимы устройства для получения информации из внешнего мира - сенсоры [2]. Один сенсор может дать очень мало информации, поэтому очень часто их объединяют в сенсорные системы (далее СС).

Существует большое количество рабочих инструментов для манипуляторов [3], но у них, как правило, очень ограниченный функционал. Одним из примеров многофункциональных захватов для манипулятора является роботизированный аналог человеческой кисти. Он позволяет выполнять сразу много различных операций. Но при использовании подобного устройства мы сталкиваемся с проблемой управления им. Результатом моей работы должна стать СС, позволяющая достичь максимальной результативности при работе. Разработанная СС представлена в *Приложении 7*.

Основная часть

Постановка задач

1. Познакомиться с текущими способами управления инструментами манипуляторов.
2. Познакомиться со способами отслеживания движения рук человека.
3. Разработать способ отслеживания изгиба пальцев.
4. Разработать автономную систему, позволяющую отслеживать и передавать текущий изгиб всех пальцев.

1. Текущие способы управления манипуляторами

- 5-ти осевой джойстик (*Приложение 1*). Данный вариант удобен для перемещения рабочего инструмента в различных степенях свободы, в то время как управлять бионическим инструментом при помощи джойстика будет очень неудобно.
- Управление при помощи тактильных кнопок на контроллере (*Приложение 2*). Данный вариант удобен для настройки манипулятора при программировании, или работе по чётким координатам, управление бионической кистью будет по-прежнему неудобным.
- Управление с использованием графического интерфейса. Удобный вариант при программировании робота и управлении простыми рабочими инструментами. При работе с бионическим инструментом будет очень сильно замедлять рабочий процесс.
- Отслеживание движений рук при помощи технического зрения. При использовании данного метода как самостоятельного, теряется точность управления, что противоречит цели.

Исходя из проведенного анализа можно сделать вывод, что существующие официальные системы управления не подходят для взаимодействия с бионическими инструментами. Для оптимальной работы необходимы именно СС, схожие по принципу. [4]

2. Способы отслеживания движения рук человека

На основе всей собранной информации принято решение создать перчатку, которая будет отслеживать изгиб пальцев. [5]

Многo были рассмотрены несколько вариантов отслеживания изгиба:

- Система, основанная на потенциометрах[6], скрепленных с краями пальцев. Её главный минус заключается в том, что стандартные потенциометры очень быстро выходят из строя (сгорают) при подобном характере использования.
- Использование специальных датчиков изгиба[7] (*Приложение 3*), меняющих своё сопротивление при их изгибе. Данные датчики довольно точно передают значения, но при этом они совсем не дешёвые, а мой бюджет на проект ограничен. Вторым минусом является отсутствие возможности регулировки датчика по длине относительно пальца.

После анализа аналогов на рынке было принято решение изготовить датчики самостоятельно. Так как уже готовые системы стоят от 14000 рублей(*Приложение 4*).

3. Разработка способа отслеживания изгиба пальцев

Принцип работы моих датчиков основывается на преломлении света [8]. Конструкция состоит из:

1. Оптоволокно(в моём случае трубки от капельниц) [9]
2. Черная термоусадка
3. Провода
4. Металлическая проволока
5. Фоточувствительный элемент (фоторезистор)[10]
6. Белый светодиод 5В[11]

При изгибе оптоволоконной трубки черная термоусадка начинает поглощать большее количество света, испускаемого светодиодом. Следовательно, фоторезистор будет выдавать меньшее сопротивление, исходя из изменений которого мы можем рассчитать изгиб пальца.

Схематичное изображение представлено в *Приложении 5*.

Изначально я хотел сделать по одному датчику изгиба на каждую фалангу, но в результате анализа анатомического строения кисти человека[12], я пришёл к выводу, что это будет не практично и не эффективно.

5. Разработка автономной системы из созданных датчиков

Схема (*Приложение 6*) состоит из 5 светодиодов и 5 фоторезисторов, подключенных последовательно[13]. Сигнальные контакты от фоторезисторов подключаются к 5 аналоговым портам платы Arduino Nano соответственно [14]. В результате выполнения программы, написанной на языке Arduino, (*Приложение 7*) мы получаем значения от 0 до 1024, которое и отражает изгиб пальца.

Логическая часть данного проекта очень проста: считываем показания датчика, сглаживаем их методом среднего арифметического 10 значений, масштабируем под угол поворота сервомоторов или шаговых двигателей.

В результате 5 датчиков изгиба были пришиты на перчатку (*Приложение 8*), согласно плоскости основного движения (сгибания) пальцев. Удачный вариант удалось собрать только с 3-ей попытки. До этого были решены такие проблемы как:

- Помехи, создаваемые одними датчиками интенсивности светового сигнала на другие.
- Помехи, создаваемые источниками светового сигнала на показания датчиков, считывающих его интенсивность.

Финальный вариант разработки получил название SensorGlove 1.0.

6. Использование результатов

Сфера использования полученной СС очень обширна.

Первая и самая главная - это промышленные манипуляторы. В данной сфере разработанное устройство будет полезно на производствах, где необходимо управление манипулятором в реальном времени. Поскольку использование данной СС даст оператору максимальный контроль над воспроизводящим устройством.

Вторая сфера - это химические производства и опасные с биологической или химической точки зрения для человека зоны. Примером использования может послужить замена реального присутствия врачей в красных зонах, на дистанционное, при помощи гуманоидных роботов. И здесь же устройством, контролирующим моторику рук, может выступать моя разработка.

Третий пример сферы - это интерактивные музеи и развлекательно-научные центры. С помощью моего контроллера можно наглядно объяснить кинематику пальцев рук человека, продемонстрировать простейшие принципы оптоволокон, поиграть с человеком в автоматические игры, основывающиеся на необходимости контроля движений пальцев.

7. Экономическое обоснование.

С точки зрения производства данное изделие при некоторой доработке можно поставить на поток. За счёт своей конструкции оно будет довольно дешёвым, а следовательно предложение будет являться выгодным для многих людей.

№	Наименование	Единица измерения	Цена за единицу измерения	Кол-во	Цена (руб)
1	Перчатки	Пара	1700	1	1700
2	Силиконовые трубки 3мм	Метры	116,3	1	116,3
3	Черная термоусадка	Метры	280	1	280
4	Провода	Метры	19	3	57
5	Светодиоды 5В 3 мм	Штуки	14	5	70
6	Фоторезистор	Набор 20 штук	45	1	45
7	Плата Arduino Nano	Штуки	305	1	305
8	Прочие расходы				100
	Итого				2673,3
	Наценка на продажу				20%
	Цена с учетом наценки				3207,96

8. Потенциал развития

На данный момент разработанная СС имеет ряд недостатков, но каждый из них имеет потенциальное решение, которое будет применено в дальнейшей доработке устройства.

Основные ветви развития проекта:

1. Увеличение отслеживаемых плоскостей движения пальцев за счет внедрения новых датчиков на устройство.
2. Увеличение плотности материала перчатки для повышения точности показаний.
3. Добавление обратной связи для более точного контроля оператором происходящего на другой стороне сенсорно-исполнительной системы.
4. Кабель менеджмент для упрощения процесса устранения неполадок в работе устройства.
5. Создание модульной конструкции, которую можно будет настроить под каждого потребителя.

Заключение

Разработана СС под названием Sensoric Glove 1.0 в форме перчатки для управления рабочими инструментами аналогичного строения и отслеживания движения пальцев человека в основной плоскости движения. На основе самодельных оптических датчиков изгиба. Результат работы представлен в *Приложении 8*.

Список литературы:

1. Лунёв, В. Кто такие роботы? /В.Лунёв[и др.]//
[Электронный ресурс]. - Режим доступа :
https://web.archive.org/web/20130728221047/http://blogger-1.ru/blog/kto_takie_roboty/2013-07-26-13.(дата обращения 01.12.2021 г.).
2. Шарапов, В. Датчики/В. Шарапов [и др.] // Москва: Техносфера, 2012. — 624 с.
Датчики / [Электронный ресурс]. - Режим доступа :
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Датчик>. (дата обращения 01.12.2021 г.).
3. tudref. Рабочие элементы манипуляторов/tudref [и др.] //
[Электронный ресурс]. - Режим доступа :
https://studref.com/523682/tehnika/rabochie_elementy_manipulyatorov. (дата обращения 01.12.2021 г.).
4. Юревич, Е. УПРАВЛЕНИЕ РОБОТАМИ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ / Санкт-Петербург 2000 Е Юревич [и др.] //
[Электронный ресурс]. - Режим доступа :
<https://elib.spbstu.ru/dl/326.pdf/download/326.pdf>. (дата обращения 01.12.2021 г.).
5. edmarina // pikabu. Управление руками в виртуальной реальности / pikabu
[и др.] // [Электронный ресурс]. - Режим доступа :
https://pikabu.ru/story/upravlenie_rukami_v_virtualnoy_realnosti_3920473. (дата обращения 01.12.2021 г.).
6. Википедия. Потенциометр / Википедия //
[Электронный ресурс]. - Режим доступа :
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Потенциометр>. (дата обращения 01.12.2021 г.).
7. Википедия. Flex Sensor / Википедия //
[Электронный ресурс]. - Режим доступа :
https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a31f4cd7-61c9f308-2479d2c3-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Flex_sensor. (дата обращения 01.12.2021 г.).
8. Википедия. Преломление / Википедия //
[Электронный ресурс]. - Режим доступа :

- <https://ru.wikipedia.org/wiki/Преломление>. (дата обращения 01.12.2021 г.).
9. Википедия. Оптическое волокно / Википедия // [Электронный ресурс]. - Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_волокно. (дата обращения 01.12.2021 г.).
10. Википедия. Фоторезистор / Википедия // [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фоторезистор>. (дата обращения 01.12.2021 г.).
11. Википедия. Светодиод / Википедия // [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Светодиод>. (дата обращения 01.12.2021 г.).
12. Википедия. Кисть (анатомия) / Википедия : [Электронный ресурс]. - Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Кисть_\(анатомия\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кисть_(анатомия)). (дата обращения 01.12.2021 г.).
13. Википедия. Последовательное и параллельное соединение / Википедия // [Электронный ресурс]. - Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Последовательное_и_параллельное_соединение. (дата обращения 01.12.2021 г.).
14. Википедия. Arduino / Википедия // [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino>. (дата обращения 01.12.2021 г.).

Приложение 1



Рис. 1 - 5D джойстик



Рис. 2 - Тактильные кнопки управления

Приложение 3

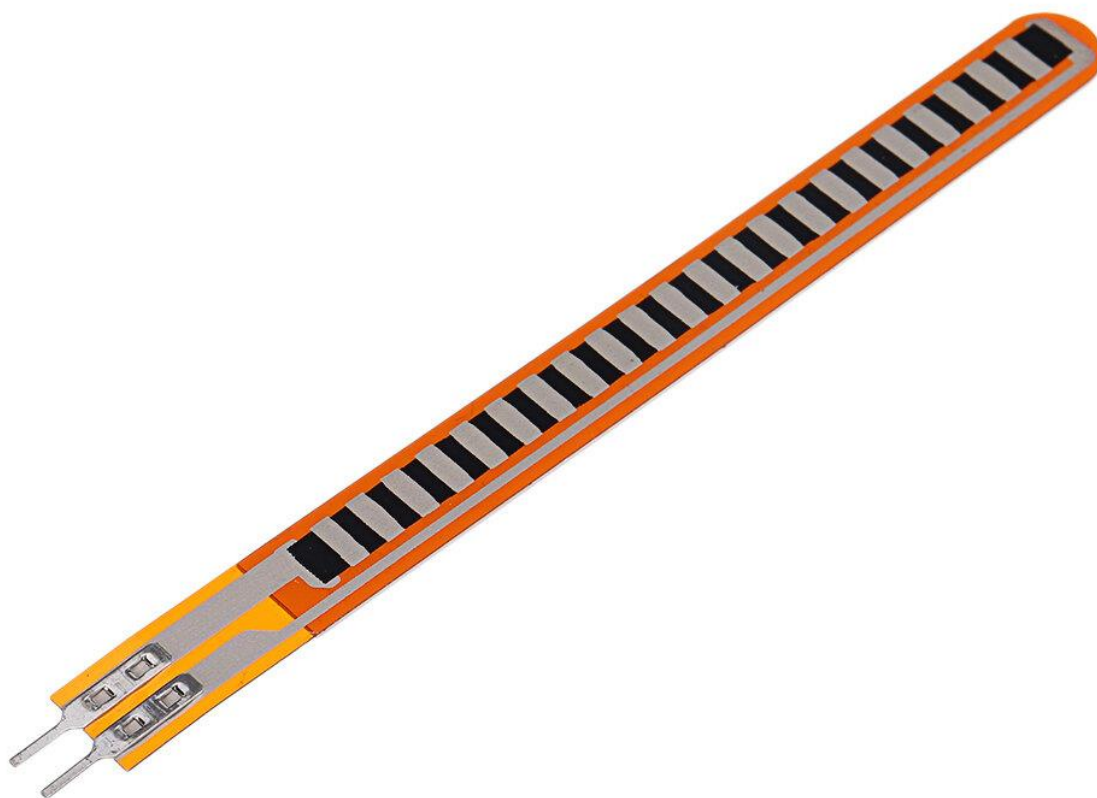
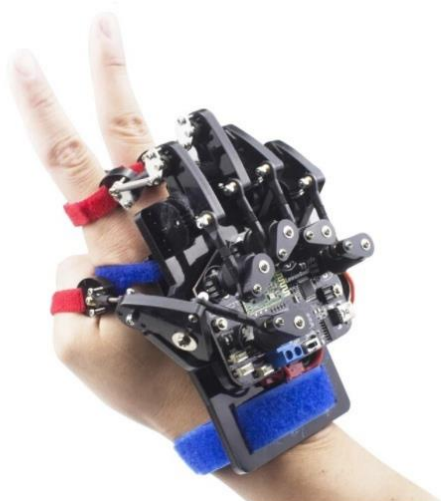


Рис. 3 - Покупной датчик изгиба

Приложение 4



Соматосенсорные перчатки с открытым исходным кодом, беспроводной соматосенсорный контроллер, экзоскелет, робот с дистанционным управлением, игрушка-робот с дистанционным управлением

14 947,77 руб. ~~16 260,81 руб.~~ -10%

Количество:

− 1 + 355 Комплект в наличии

Доставка: 894,62 руб.

В Russian Federation через AliExpress стандартная доставка ▾

Расчётное время доставки: 20 янв 🕒

Купить сейчас

Добавить в корзину

👤 6



Вернём деньги, если не получите заказ через 90 дней после отправки.
Гарантированный возврат средств

Рис. 4 - Готовая система для отслеживания движений пальцев.

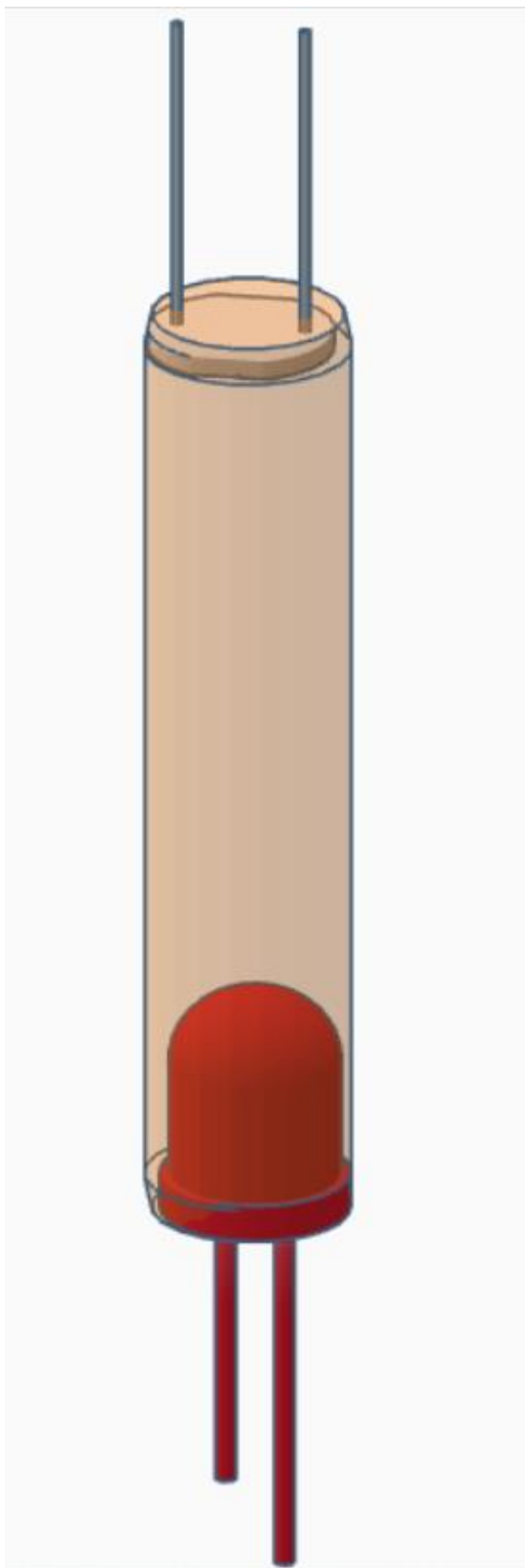


Рис. 5 - Схема оптического датчика изгиба

Приложение 6

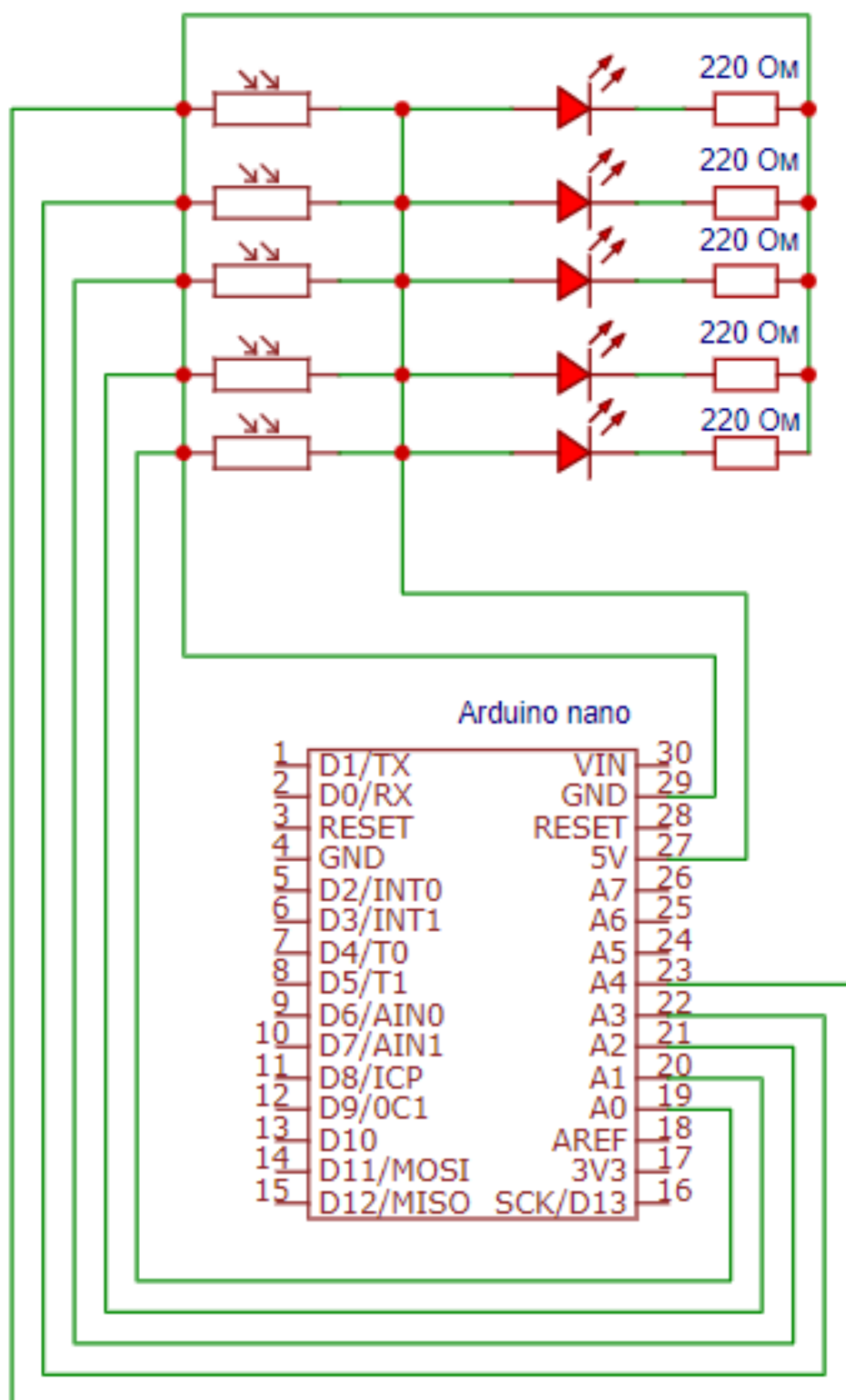


Рис. 6 - Электрическая схема сенсорной системы

Приложение 7

```
void setup() {
    pinMode(flex_1, INPUT);
    pinMode(flex_2, INPUT);
    pinMode(flex_3, INPUT);
    pinMode(flex_4, INPUT);
    pinMode(flex_5, INPUT);
}

void loop() {
    for(int i=0;i<10;i++){
        b_val_1 = b_val_1 + analogRead(flex_1);
        b_val_2 = b_val_2 + analogRead(flex_2);
        b_val_3 = b_val_3 + analogRead(flex_3);
        b_val_4 = b_val_4 + analogRead(flex_4);
        b_val_5 = b_val_5 + analogRead(flex_5);
    }
    val_1 = b_val_1 / 10;
    val_2 = b_val_2 / 10;
    val_3 = b_val_3 / 10;
    val_4 = b_val_4 / 10;
    val_5 = b_val_5 / 10;
}
}
```

Рис. 7 - Алгоритм чтения данных с датчиков изгиба

Приложение 8

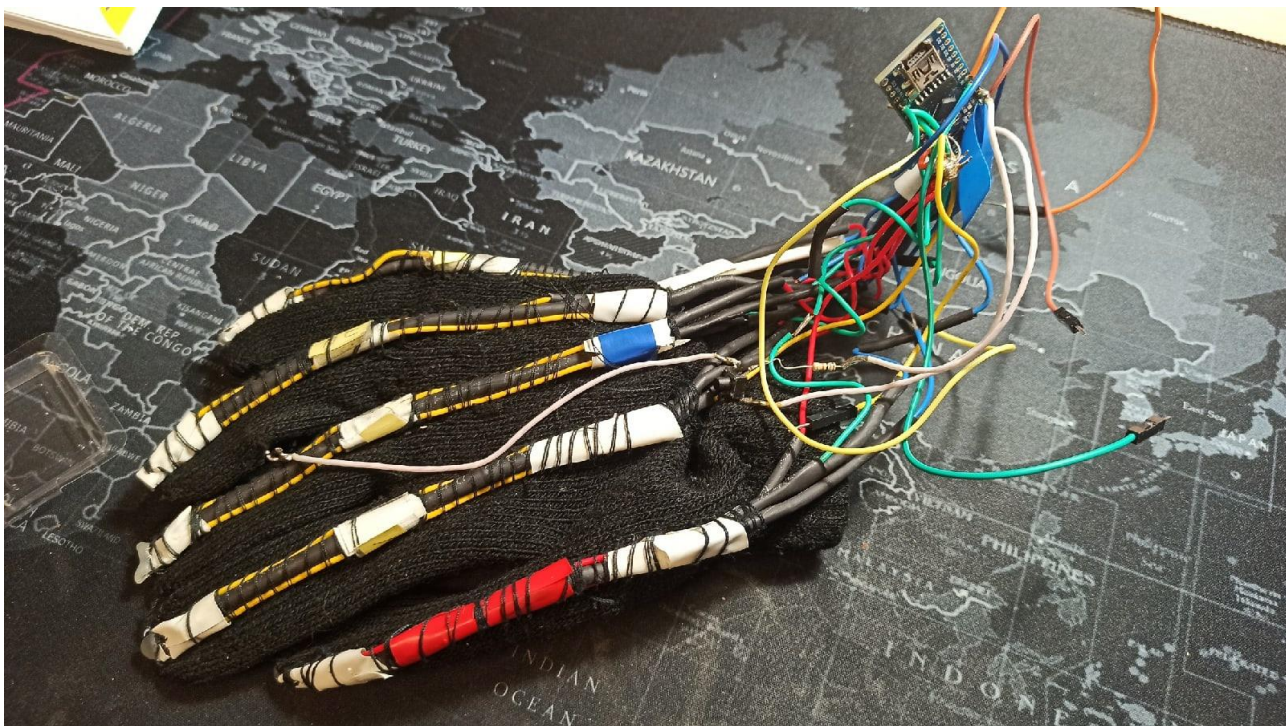


Рис. 8 - Рабочий прототип сенсорной системы