



worldskills

Robotino

WORLDSKILLS BELARUS - 2020

компетенция Мобильная робототехника

Дубатовка Владислав, Нечаев Вадим

Руководитель: Прохорович Сергей

Цель работы

Разработать прототип робота для автономного перемещения контейнеров с сельхозпродукцией. Сделать робот максимально простым в конструкции для обеспечения лёгкой сборки, надёжности и низкой себестоимости не ухудшая функциональность.

Задачи

- Разработать прототип робота
- Разработать захватный механизм
- Собрать прототип
- Написать программу
- Протестировать систему
- Оптимизировать конструкцию

Актуальность проекта

Сбор урожая - это трудоёмкий процесс, привлекающий большое количество человеко-часов. Важной задачей для сельского хозяйства является оптимизация процесса уборки урожая и доставки производимой продукции в центры переработки.

Описание

Основа устройства - платформа Robotino от Festo Didactic.

Мобильный робот представляет собой автономную подвижную платформу с тремя роликонесущими колесами типа «omnidirectional».

Управление роботом производится дистанционно или с помощью заранее подготовленных программ, записанных в память робота.

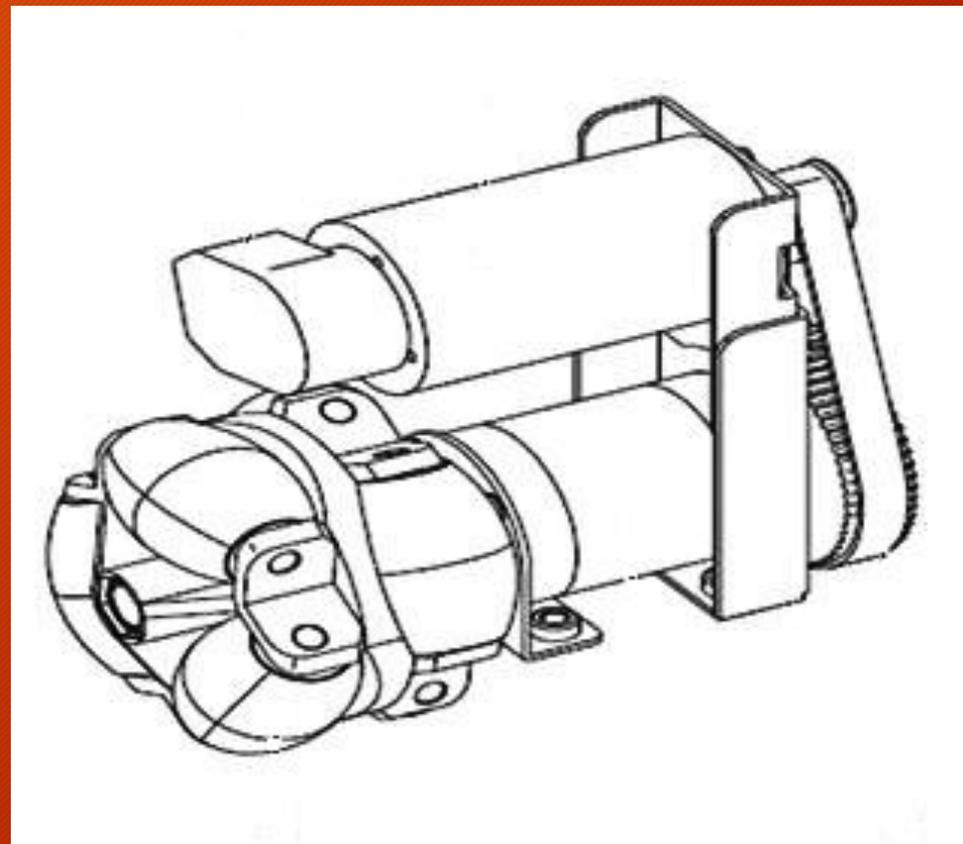


Robotino - краткое описание

- Система питания - два свинцовых аккумулятора на 12 В
- Двигательная система
- Измерительная система
- Беспроводная система связи WLAN в соотв. с IEEE 802.11b/g 2.4 ГГц
- Монтажная плата для коммуникации компьютера с датчиками, двигателями, интерфейсами ввода-вывода
- Встроенный управляющий компьютер: процессор PC104 и SDRAM на 64 МБ, Flash-накопитель на 256 МБ
- Ethernet, 2xUSB, VGA коннектор
- ОС Linux для взаимодействия аппаратных и программных компонентов

Robotino - технология привода

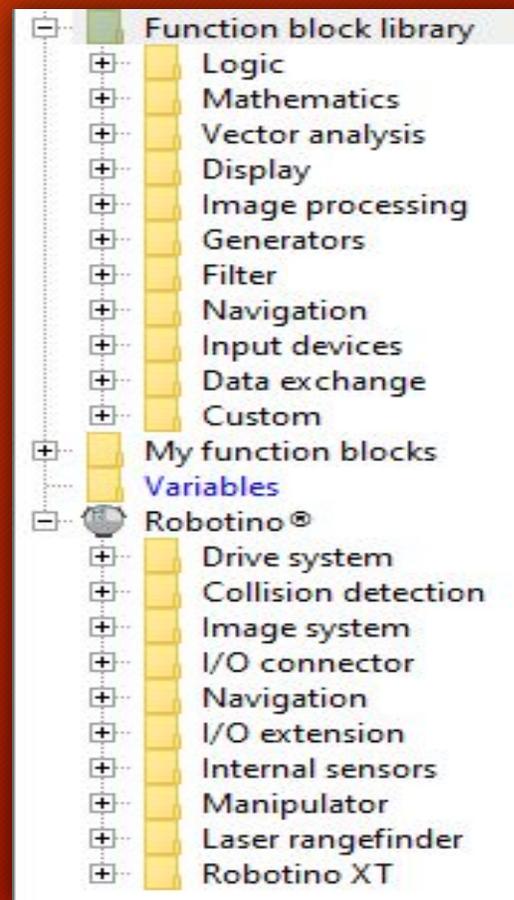
Привод на каждой оси колеса представляет собой тахометр, ролик, двигатель, редуктор с передаточным числом 1:16 и ременную передачу между ними. С помощью тахометра измеряются угловые скорости вращения валов двигателей.



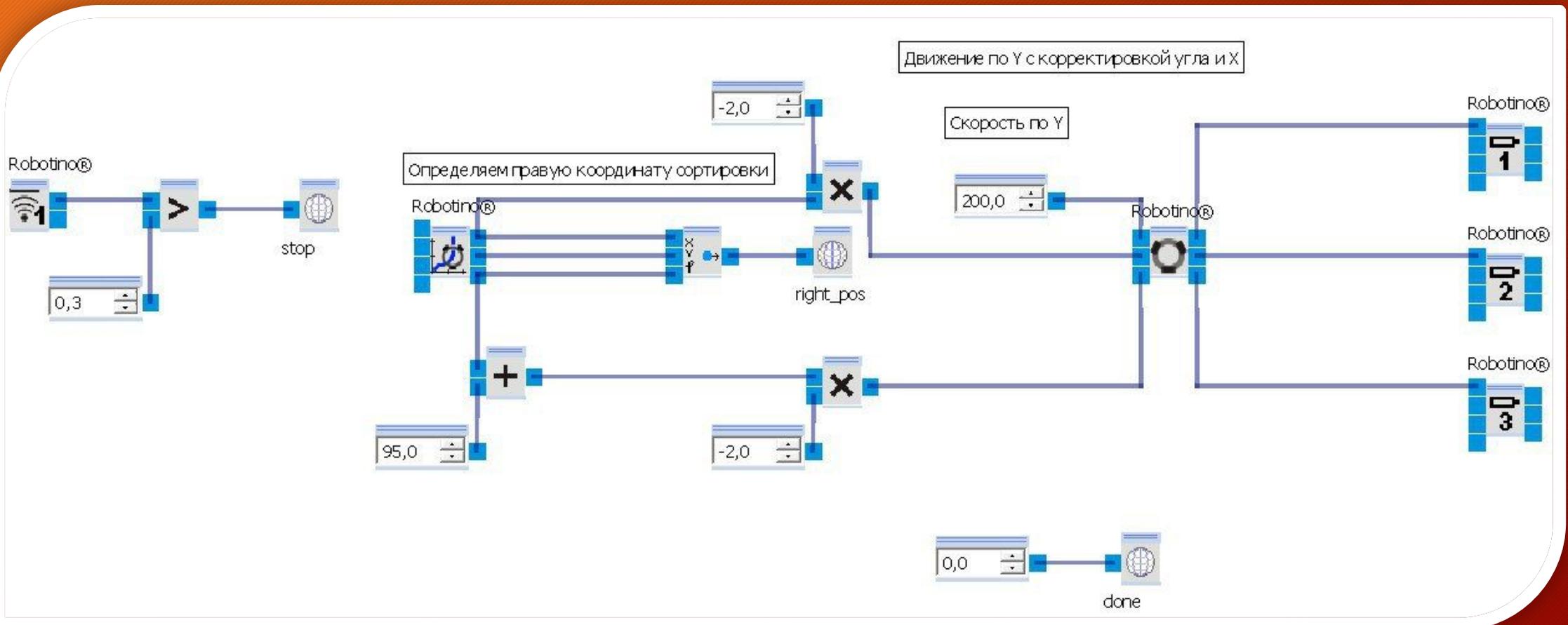
Robotino - мобильность системы

Три двигателя привода обеспечивают перемещение системы во всех направлениях в горизонтальной плоскости, а также вращение вокруг вертикальной оси на месте.

В оболочке Robotino View программирование осуществляется с помощью функциональных блоков, которые объединяются в единую программу. Блоки разделены по вкладкам.

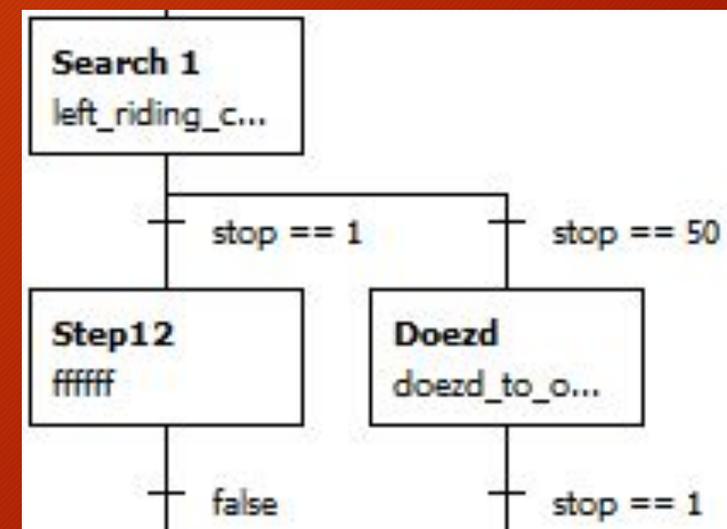
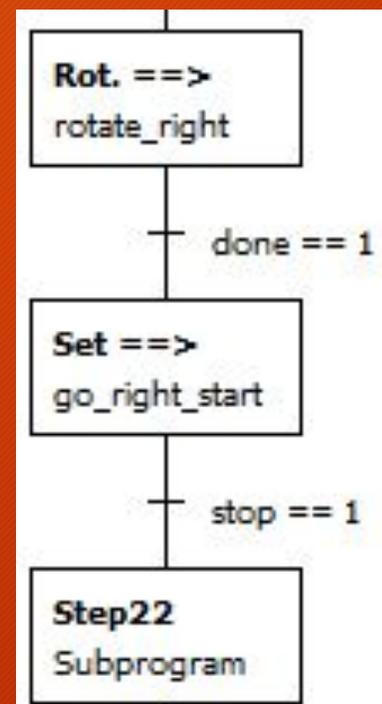


Robotino - мобильность системы



Построение алгоритма работы мобильной платформы

Вся программа выполняется последовательно по шагам. Каждый шаг подразумевает выполнение той или иной подпрограммы. Переход к очередному шагу выполняется по некоторому заданному условию. Программа имеет возможность ветвления.

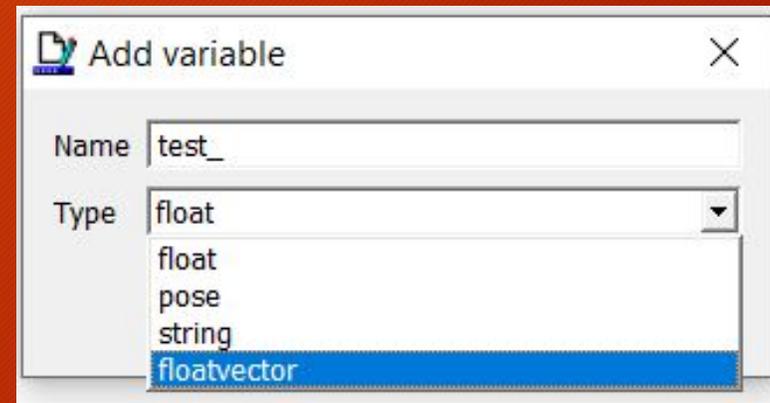


Построение алгоритма работы мобильной платформы

В теле программы зачастую требуются переменные. Доступно 4 типа переменных:

- Float - число с плавающей точкой;
- Pose - координата вида (x y ρ), где ρ - угол поворота;
- String - текст;
- Floatvector - численный вектор. Например, вектор цветового диапазона.

| | | |
|----------------|-------|----------|
| green | float | 0.000000 |
| left_pos | pose | ((0 0)) |
| left_pos_RE... | float | 0.000000 |
| main_pos | pose | ((0 0)) |
| main_pos_R... | float | 0.000000 |



Конструкция захватного механизма



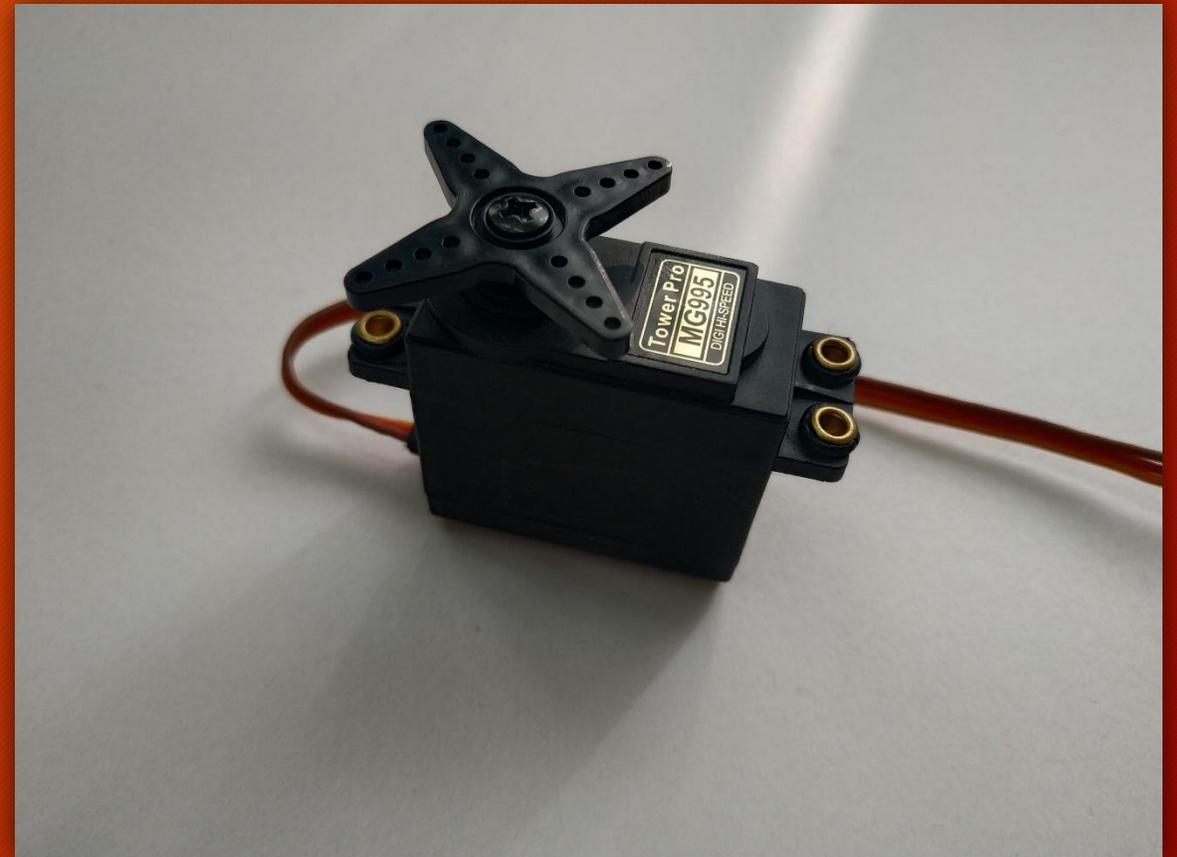
В качестве прототипа использовался двухпальцевый захват с четырёхрычажной тягой.

Была разработана 3D модель захвата, детали которой распечатаны на 3D принтере.

Сервопривод закреплён на корпусе захвата с помощью распечатанных стоек. При вращении вала крутящий момент передаётся с помощью редуктора с передаточным отношением 2:1.

Привод движения захвата

Для приведения в движение использовался сервопривод MG995 с надёжным мотором и продвинутой системой управления. Редуктор сервопривода выполнен из металла. Был выбран за свою небольшую стоимость и качественные элементы.



Сервопривод захвата - технические характеристики

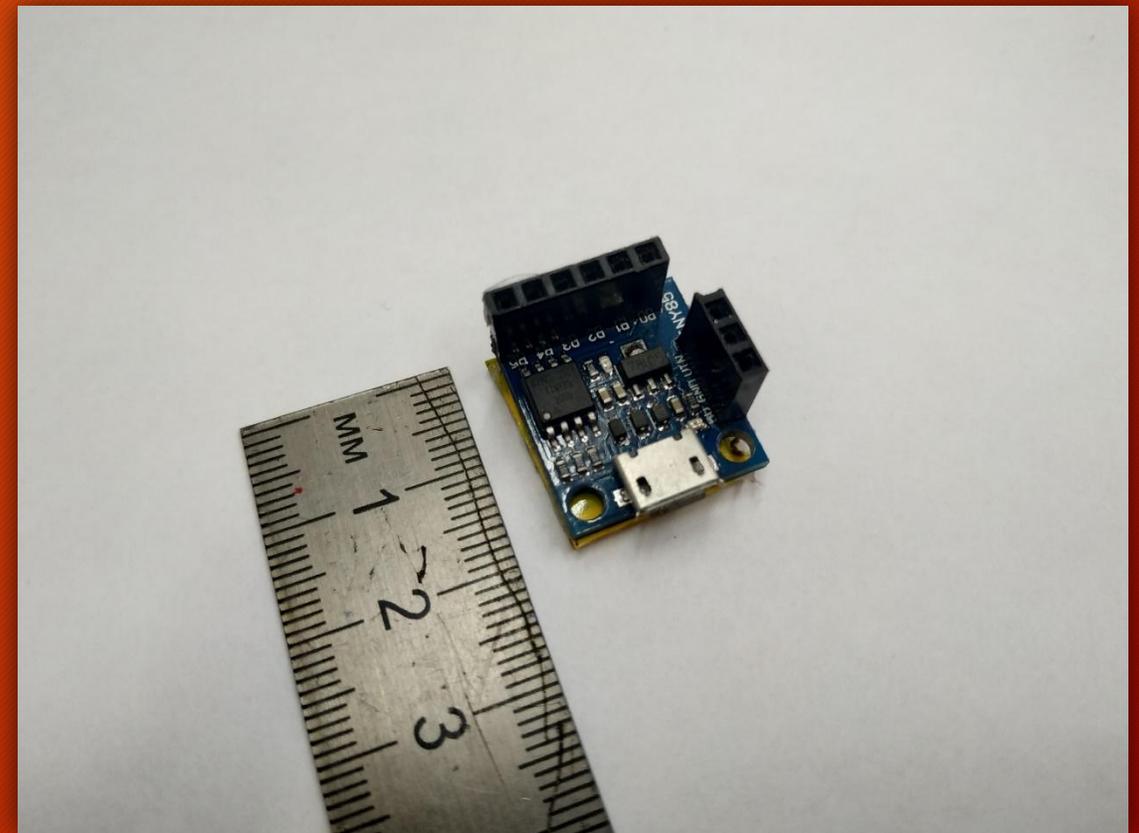
| | |
|--------------------|--|
| Рабочее напряжение | 4.8 - 7.2В |
| Угол поворота | 120 градусов |
| Крутящий момент | 8.5 кг/см @ 4.8 В 10 кг/см @ 6 В |
| Скорость | 0.20 сек/60° @ 4.8 В 0.16 сек/60° @ 6 В |
| Вес | 55 г |
| Размер | 40x20x42 мм |

Управление сервоприводом

Для управления захватом используется плата с распаянной системой защиты и стабилизации напряжения и 8-битным микроконтроллером ATtiny85.

Выбрана за свои малые габариты и достаточное количество портов.

Прошивка написана на языке C. При получении логического уровня на одном из портов захват сжимается.



Микроконтроллер ATtiny85

- 8-битный микроконтроллер с AVR архитектурой (120 управляющих команд)
- 32 регистра общего назначения
- 8К для хранения программы
- 512б EEPROM памяти
- Питание от 2.7 до 5.5В
- Частота процессора до 20 МГц
- 8-битный таймер-счётчик с двумя каналами ШИМ
- 8-битный быстрый таймер-счётчик
- 10-битный АЦП



Фрагмент кода управления сервоприводом на микроконтроллере ATtiny85

```
22 #include <tiny85.h>
23 #include <delay.h>
24 #include <stdint.h>
25 #include <stdbool.h>

30 #define SIGNAL PINB & (1 << DDB1)
35 #define MIN_PWM 60
36 #define MAX_PWM 165

41 void InitSys (void);

46 void main (void) {
47     InitSys ();
48
49     while (true) {
50         // Read data on SIGNAL port
51         if (SIGNAL) {
52             // Close gripper
53             OCR0A = MAX_PWM;
54         } else {
55             // Open gripper
56             OCR0A = MIN_PWM;
57         }
58
59         // Delay to minimize the influence of noise.
60         delay_ms (500);
61     }
62 }
```

Функция *InitSys* () используется для настройки портов ввода-вывода и таймера-счётчика.

В бесконечном цикле считывается значение с порта; если значение - логическая 1, то подаётся значение длительности импульса ШИМ *MAX_PWM*. При лог.0 захват всегда открыт.

Также введена задержка цикла длительностью 500мс для предотвращения ложных срабатываний.

Техническое зрение

В конструкции робота используется веб-камера. Она закреплена в передней части конструкции и предназначена для определения цвета предметов впереди робота.

При получении данных с камеры существует возможность определения площади объекта в пикселях, нахождения центра масс объекта.

Для качественной работы алгоритма требуется современная матрица с хорошей цветопередачей.

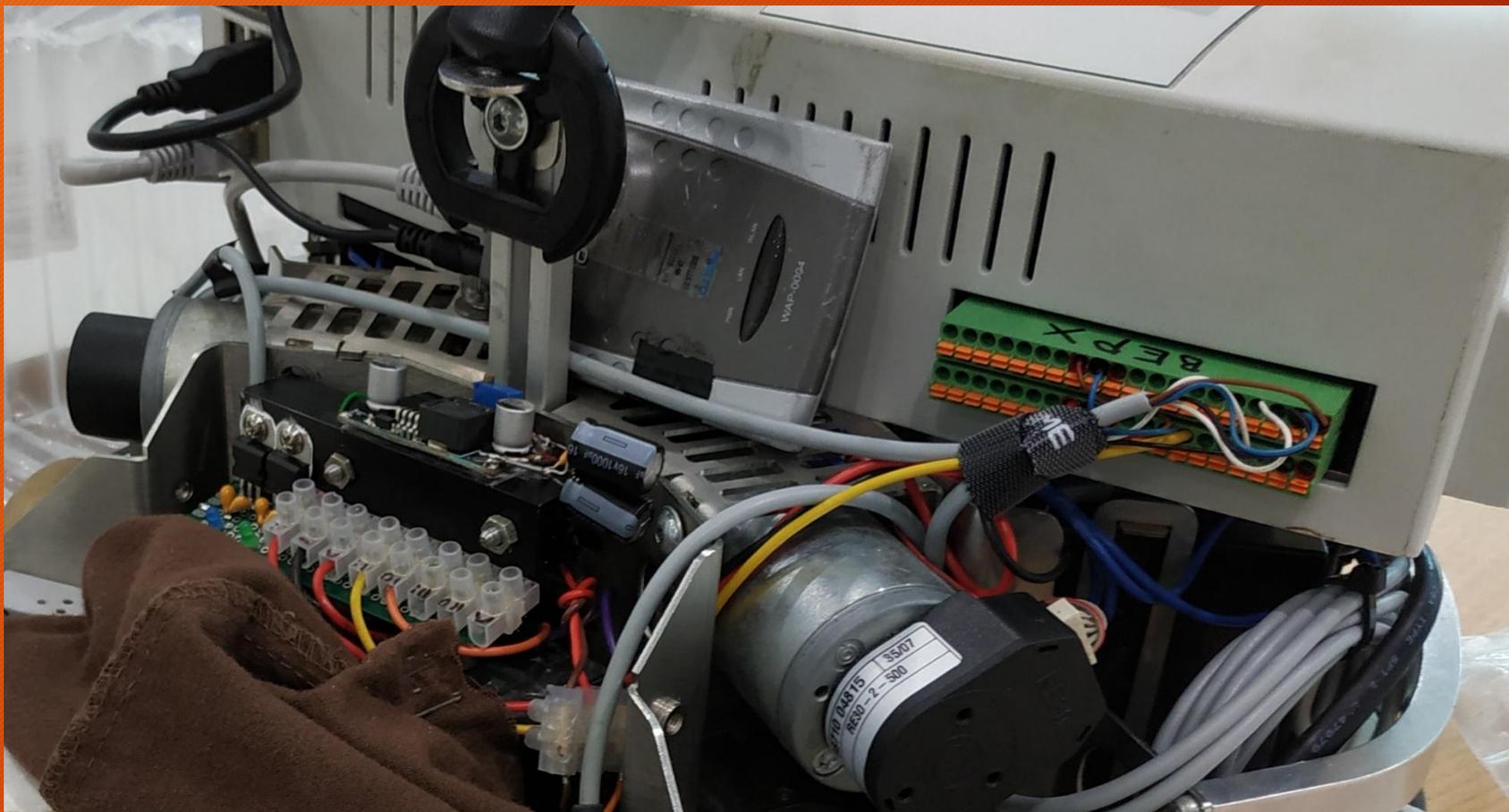
Организация кабелей

При прокладке кабельных систем учитывались такие параметры, как безопасность эксплуатации, длина провода и его сечение, возможность мгновенного доступа для проверки изоляции или замены провода.

Для обеспечения надёжности кабели соединялись пайкой и клеммными колодками.

Также использовались стяжки и липкие ленты типа Velcro для объединения нескольких проводов.

Организация кабелей



Перспективы

- Использование 3D принтера позволяет получить элементы конструкции практически любой сложности
- Разработанная конструкция легко масштабируется
- Современная элементная база позволяет реализовать данный проект с применением минимального количества компонентов, упрощённой и в то же время надёжной схемой управления
- Данный робот отлично подходит как методическое пособие по изучению алгоритмов сортировки и перемещения объектов, разработки системы управления платформы со всенаправленными колёсами

Выводы

- В ходе проведённой работы была создана платформа, способная автономно и дистанционно перемещать объекты
- Был разработан и протестирован захват. Его конструкция оправдана его силой схвата и габаритными размерами



Спасибо за внимание!