



Отчет по проекту

по дисциплине

"Введение в разработку, создание и
тестирование робототехнических
приложений"

Выполнили:

Васильева К.А.

Беспятчук Е.Е.

Кондратьев А.С.

Сотов А.А.

Челноков Н.А.

Сириус

2024

Оглавление

Введение	3
Методы.....	4
Беспятчук Евгений	4
Сотов Артем	6
Кондратьев Артем	7
Челноков Никита.....	8
Васильева Ксения.	9
Результат.....	11
Обсуждения.....	12

Введение

Цель проекта: Разработать и внедрить роботизированную систему монтажа электронных компонентов на базе манипулятора ABB, обеспечивающую высокую точность, скорость и эффективность сборки, а также снижение производственных затрат и улучшение качества конечной продукции. Система должна интегрироваться в существующие производственные процессы и быть адаптируемой к различным типам компонентов и схем, что позволит повысить гибкость производства и сократить время на перенастройку оборудования.

Актуальность проекта по разработке и внедрению роботизированной системы монтажа электронных компонентов на базе манипулятора ABB можно обосновать несколькими ключевыми аспектами:

- Потребность в повышении производительности;
- Снижение производственных затрат;
- Гибкость и адаптивность;
- Качество и точность;
- Рост спроса на электронные компоненты.

Для достижения поставленной цели в работе были выделены следующие основные этапы:

1. Разработать систему детекции плат и электронных компонентов на основе алгоритмов компьютерного зрения.
2. Создать ПО для взаимодействия манипулятора с системой компьютерного зрения.
3. Собрать модели плат и электронных компонентов.
4. Провести моделирование процесса монтажа электронных компонентов.

Методы

Исследование проводилось в учебной лаборатории университета "Сириус" на работе манипулятора ABB IRB 1600, с грузоподъемностью 10 кг и досягаемостью 1,45 м. 30.11.2024 года нашей группой была выбрана задача на тему: «Роботизированная система монтажа электронных компонентов на базе манипулятора ABB.» С 1 по 6 декабря наша команда работала над проектом.

Беспятчук Евгений занимался созданием плат и электронных компонентов. Изначальная идея была распечатать их на 3D принтере, но это сделать не получилось. В итоге все было сделано на лазерно-шлифовочном станке из фанеры. В Comras был сделан чертеж эскизов в разрезе на каждый компонент, а также 3 плат. Итоговым результатом стали 6 компонентов из фанеры (2 маленьких с двумя ножками, 2 длинных с тремя ножками и 2 широких с двумя ножками), а также 3 платы с разрезами под компоненты платы.

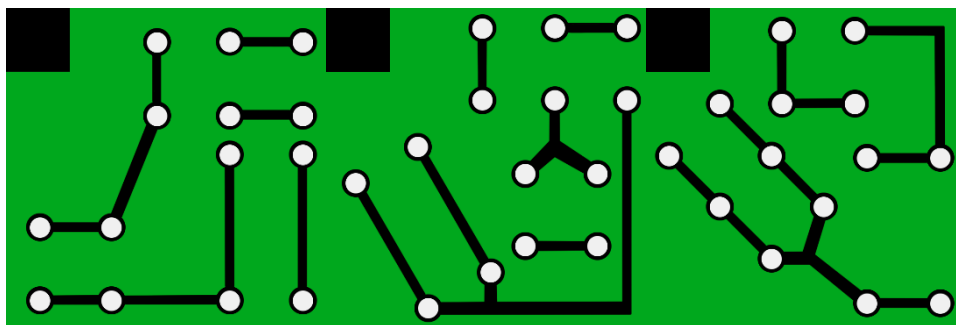


Рис. 1-3 Схема материнской платы

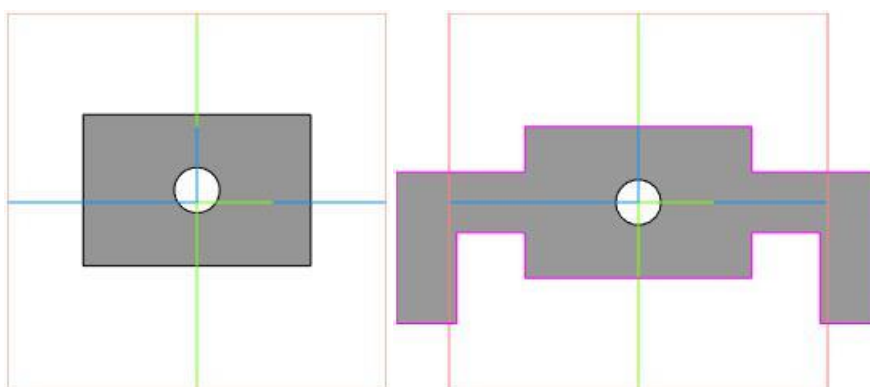


Рис. 4-5 Схема деталей в разрезе

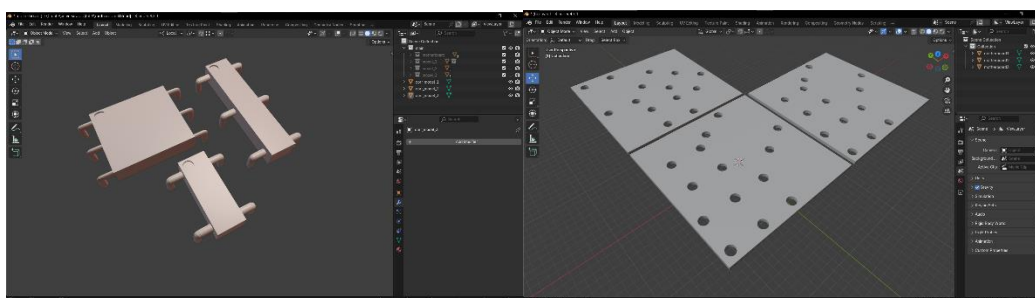


Рис. 6-7 3D симуляция объектов, предполагаемая для печати

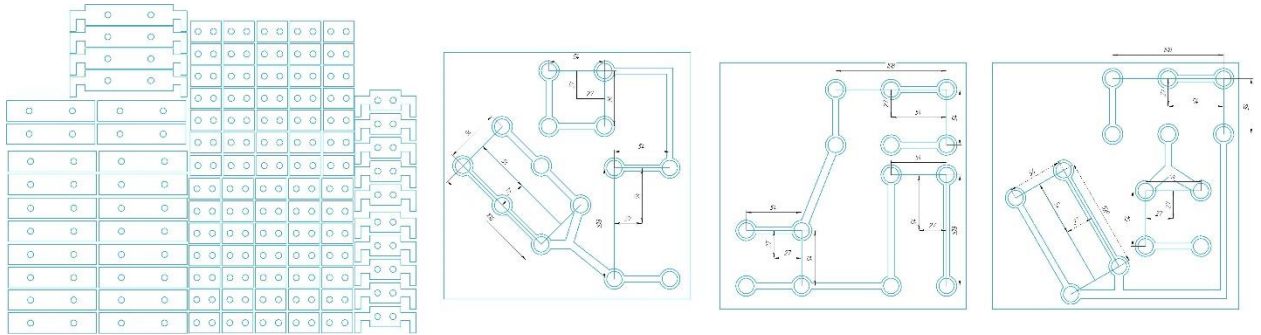


Рис.8 Полный чертеж всех компонентов, результат резьбы по дереву



Рис. 9 Вид плат и компонентов после вырезки

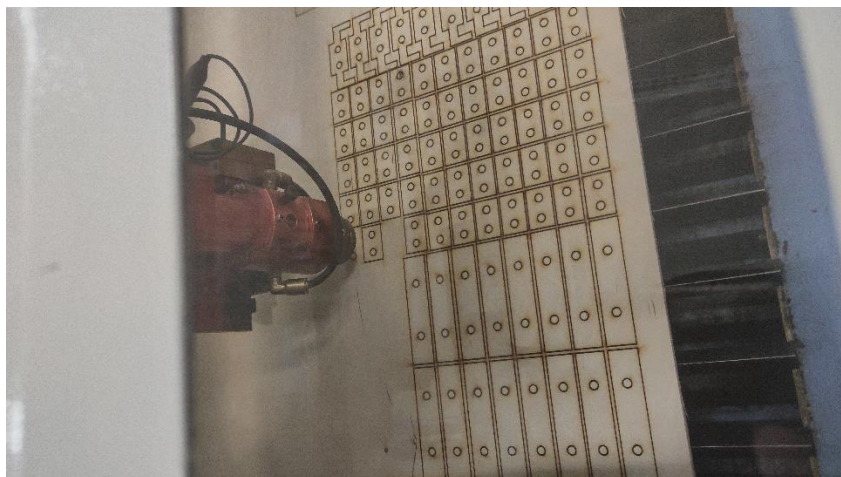


Рис.10 Работа лазерно-шлифовочного станка

Также когда была изначальная идея использовать предоставленную преподавателем камеру для детектирования по изображению, помогал в отладке камеры. Однако точность смещения оказалась выше ожидаемого. Занимался созданием эскизов для отображения в GUI всех плат и деталей. Сделал статичную симуляцию траектории прикрепления компонентов на одну плату RoboticStudio.

Сотов Артем занимался компьютерным зрением всего проекта. Для реализации CV части применялся алгоритм поиска по цветам компонентов и определения их направления. Определялось это с использованием встроенных функций Open CV, аппроксимируя контур до прямоугольника, были получены координаты углов. За счет чего определялось направление, также была точка, позволяющая получить направление компонента, которая также распознавалась. Это был изначальный алгоритм действий по данному методу, но при работе выяснилось, что это достаточно сложно, занимает много времени, много ушло бы на подстройку диапазонов цветов.

В итоге было принято решение использовать Aruco Marker, как для поиска определения положения платы, так и для компонентов. Использовалась встроенная функция Detect Aruco Marker, позволяющая определить положение углов Aruco маркеров и их ID. Это позволило упростить работу, так как все проблемы на себя взяли хорошо отлаженные алгоритмы OpenCV.

Также из-за сложности работы с веб-камерой, решалась проблема с ее калибровки. Калибровка камеры – это определение ее оптических центров и фокусных расстояний. Целый день заняли попытки настройки калибровочной матрицы. Было получено множество значений, но точности с обычной веб-камерой больше, чем 1 см по одной оси и 1-2 см по другой достичь не удавалось. Было принято решение поменять камеру, так как данная погрешность нас вообще не устраивала.

Мы стали использовать камеру глубины, для этого нам пришлось переделать весь софт, так как для нее есть удобные драйверы только под ROS. На данном этапе получилось достичь миллиметровой точности определения координат по камере, а также удалось стабильно распознавать маркеры Aruco, их направление и координаты.

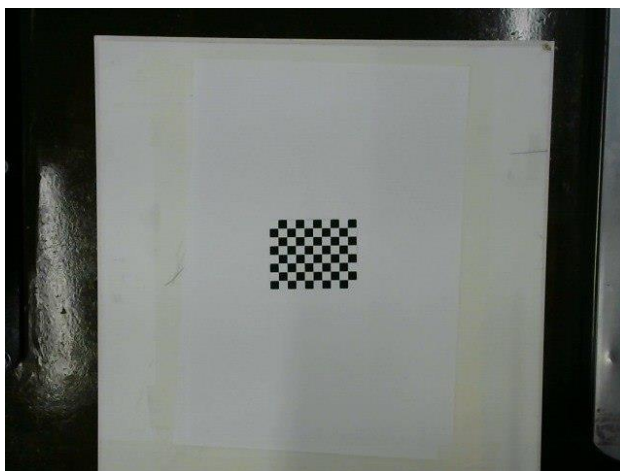


Рис. 11 Калибровочная шахматная доска для веб-камеры

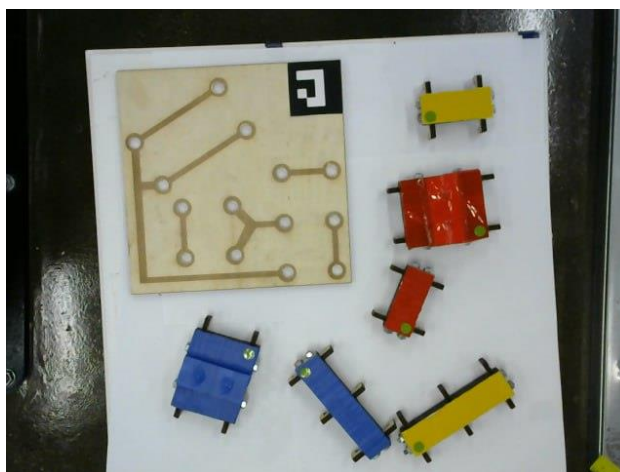


Рис. 12 Снимок изображения с веб-камеры

Кондратьев Артем отвечал за программу для компоновки компонентов на плате. Изначально получал изображения с камеры, потом производился запуск ноды, которая предоставляла изображения и калибровочные данные. Далее у Сотова Артема запрашивались результаты обработки кадра. После получения данных детекции созданная программа позволяет на конкретные посадочные места установить подходящие компоненты, генерируя пакет с данными для отправки на манипулятор.

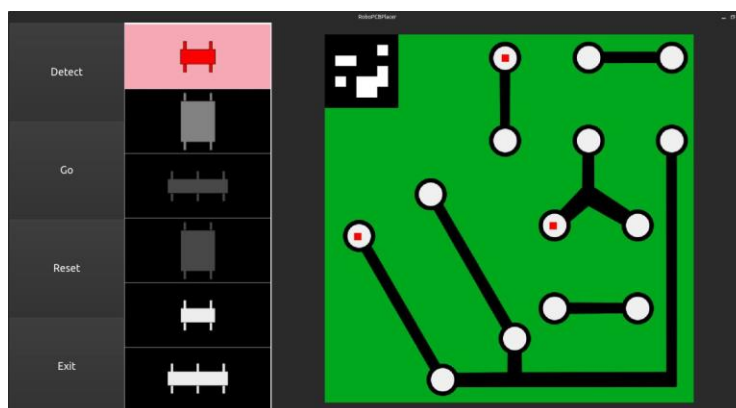


Рис. 13 Интерфейс (GUI) формы для перетаскивания компонентов на плату

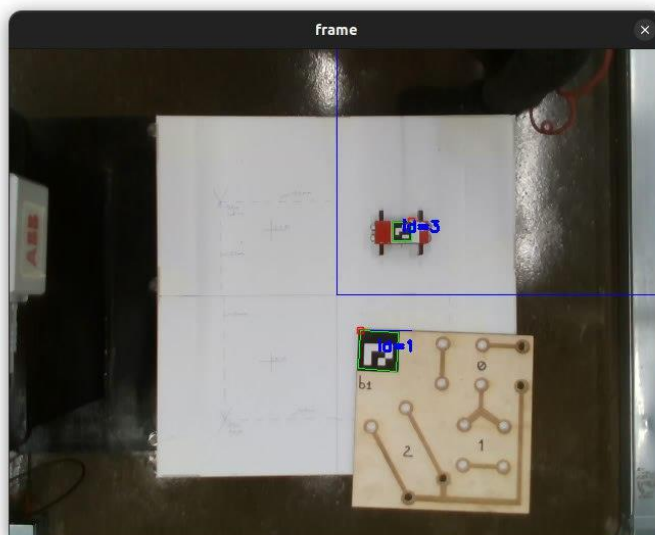


Рис. 14 Снимок с камеры ROS, распознавание Aruco Marker

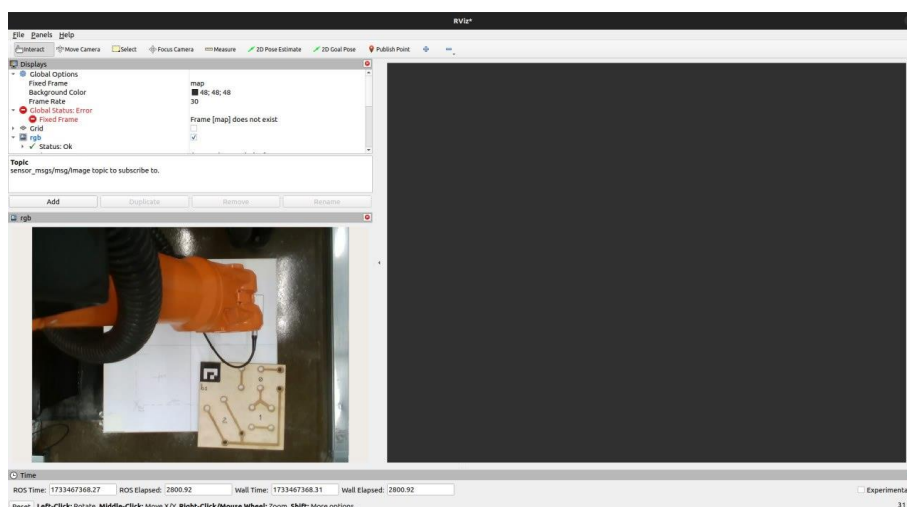


Рис. 15 Интерфейс работы с камерой ROS

Челноков Никита написал код на языке Rapid в RoboStudio.

Через tcp/ip используя socket передавались координаты (x,y,z,qx,qy,qz,qw) wobj2 (workobject платы относительно стола) и такие же координаты для компонентов, которые находятся на столе.

Также отдельно задавались координаты для целевых положений компонент (куда их поставить). Далее создавались траектории по этим координатам, производился перенос их на манипулятор, калибровка, и оценка результата.

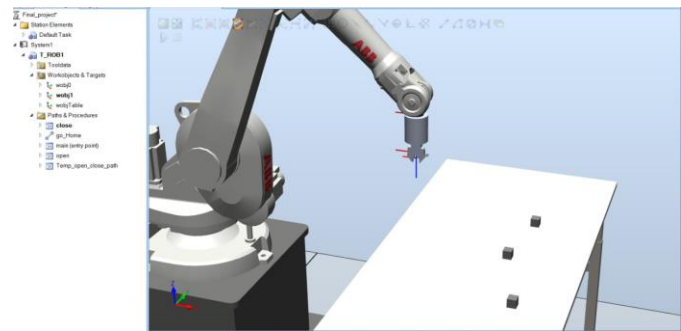


Рис.16 Симуляция перемещения компонент

Симуляция проводилась минимальная, основная работа была напрямую в Rapid.

Type	Name	Type of Signal	Assigned to Device	Signal Identification Label	Device Mapping	Category	Access Level	Default Value	Filter Time (ms)	Filter Time Active (s)
Access Level	an_Torque_V	Analog Output			N/A		Default	0	N/A	N/A
Cable Connection	an_Torque_P	Analog Output			N/A		Default	0	N/A	N/A
Device Input Label	AI1	Digital Input	Panel1	Automatic Stop chain(QS 11 to QS 6) and (QS 3 to QS 1)	13	subOnly	ReadOnly	0	0	0
Device Output Label	AO1	Digital Output	Panel1	Automatic Stop chain(QS 6 to QS 1) and (QS 2 to QS 1)	14	subOnly	ReadOnly	0	0	0
Device Input Label	AI101	Digital Input	Panel1	Automatic Mode(QS 6)	6	subOnly	ReadOnly	0	0	0
Device Output Label	AO102	Digital Output	Panel1	Automatic Mode Interlock(QS 2)	22	subOnly	ReadOnly	0	0	0
Device Input Label	AI11	Digital Input	Panel1	Run Chain 1	23	subOnly	ReadOnly	0	0	0
Device Output Label	AO12	Digital Output	Panel1	Run Chain 2	23	subOnly	ReadOnly	0	0	0
EtherCAT I/O Device	ai_Connect_and	Digital Input	Local_IO		3		Default	0	0	0
EtherCAT I/O Device	ai_GripOpen	Digital Input	Local_IO		0		Default	0	0	0
Industrial Network	ai_GripOpen	Digital Input	Local_IO		1		Default	0	0	0
Route	ai1_Act	Digital Input	DRIVE_3		0		Default	0	SD	SD
Signal	ai2_Act	Digital Input	DRIVE_3		0		Default	0	SD	SD
Signal Data Label	ai_CycleOn	Digital Output	Local_IO		2		Default	0	N/A	N/A
System Input	ai_GripClose	Digital Output	Local_IO		1		Default	0	N/A	N/A
System Output	ai_GripOpen	Digital Output	Local_IO		0		Default	0	N/A	N/A
	ai2_Act	Digital Output	DRIVE_3		0		Default	0	N/A	N/A
	ai2_Act_K1	Digital Output	DRIVE_3		0		Default	0	N/A	N/A
	ai2_Act_K2	Digital Output	DRIVE_3		0		Default	0	N/A	N/A
	ai2_Act_K11	Digital Output	DRIVE_3		0		Default	0	N/A	N/A
	ai2_Act_K13	Digital Output	DRIVE_3		0		Default	0	N/A	N/A
DRIVE100000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Brake release coil	7	subOnly	ReadOnly	0	N/A	N/A
DRIVE1000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Brake Feedback(QS 6) at Connector Board	11	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE10000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Brake Voltage OK	10	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE100000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Chain 1 Interlocking Circuit	0	subOnly	ReadOnly	0	N/A	N/A
DRIVE1000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Chain 2 Interlocking Circuit	1	subOnly	ReadOnly	0	N/A	N/A
DRIVE10000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	External customer connector (QS) at Connector Board	4	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE100000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Drive Unit PAND(QS 11 to QS 11) at Connector Board	6	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE1000000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Connector A1 Fixed Back chain 1	10	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE10000000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Connector A1 Fixed Back chain 2	2	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE100000000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Connector A2 Fixed Back chain 1	3	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE1000000000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Level Switch 1 (QS) at Connector Board	0	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE10000000000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Level Switch 2 (QS) at Connector Board	1	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE100000000000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Drive Voltage controller coil 1	5	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE1000000000000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	Drive Voltage controller coil 2	6	subOnly	ReadOnly	0	0	0
DRIVE10000000000000000000	DRIVE_1	Digital Output	DRIVE_1	External Brake Interlocking(QS 11 to QS 11) at Connector Board	7	subOnly	ReadOnly	0	0	0

Рис. 17 Настройка сигналов для grip open, grip close для открытия griппера манипулятора

Васильева Ксения занималась созданием плана проекта, отчета и итоговой презентации.

<p>План проекта</p> <p>Роботизированная система монтажа электронных компонентов на базе манипулятора ABB</p> <p>Участники команды:</p> <p>Васильева Ксения Алексеевна</p> <p>Беседин Евгений Евгеньевич</p> <p>Кондратьев Артём Сергеевич</p> <p>Сотов Артём Александрович</p> <p>Челюсков Никита Андреевич</p>

Рис. 18 План проекта



Отчет по проекту
по дисциплине
"Введение в разработку, создание и
тестирование робототехнических
приложений"

Выполнили:
Васильева К.А.
Беспятух Е.Е.
Кондратьев А.С.
Сотов А.А.
Челноков Н.А.

Сириус
2024

Рис. 19 Отчет по проекту



Рис. 20 Презентация проекта

Результат

Результат нашего проекта представлен по ссылке

https://disk.yandex.ru/d/btG63_92z_LGBA

Обсуждения

В моменте работы возникло не мало трудностей, которые изначально мы не смогли предугадать. Но постепенно мы нашли решение почти всех проблем.

Получили много опыта во время взаимодействия внутри команды для создания проекта. Смогли изучить много актуальных технологий, которые нам пригодятся в дальнейшем обучении.

Данный проект позволил научиться работать в команде и делегировать полномочия.

Мы довольны своим результатом, хотя и не смогли довести наш проект до идеала и сдать в нужные сроки.