

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Робототехники и технической кибернетики»

ОТЧЕТ ОБ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

Руководитель от предприятия

подпись, дата

И. С. Соколов

инициалы, фамилия

Студент группы ФЭ20-08Б, 072050103

подпись, дата

Е. И. Рыбкин

инициалы, фамилия

Красноярск 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Описание камеры Cognex и контроллера Siemens S7-1200	4
1.1 Системы технического зрения Cognex и камера Cognex IS7200	4
1.2 Характеристики контроллера Siemens S7-1200	5
1.3 Подключение камеры Cognex и контроллера Siemens	6
2 Разработка программы в среде In-Sight для обнаружения объекта	7
2.1 Вывод изображения с камеры и структура In-Sight	7
2.2 Распознавание объекта и вывод его координат	9
2.3 Подготовка камеры для передачи данных.....	11
3 Передача данных с камеры на контроллер с помощью TIA Portal	12
3.1 Структура программы TIA Portal	12
3.2 Подключение контроллера и камеры по протоколу PROFINET	13
3.3 Вывод данных с камеры на контроллер.....	15
Заключение	18
Список использованных источников	19

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной учебной практики является знакомство с техническим зрением и обработка полученных данных, а также получение навыков для объединения различных систем по единой локальной сети для непрерывной передачи данных.

Основные задачи данной учебной практики:

- подключение smart-камеры Cognex и изучение программной среды In-Sight Explorer
- разработка программы для обнаружения и распознавания объектов
- знакомство с программным обеспечением TIA Portal для контроллера Siemens S7-1200.
- разработка программы для вывода данных об объекте на контроллер

1 Описание камеры Cognex и контроллера Siemens SIMATIC S7-1200

1.2 Характеристики камеры Cognex IS7200

Камера Cognex is 7200 относится к Серии In-Sight 7000 — полнофункциональной, мощной системе машинного зрения. Эти камеры отличаются малыми габаритами.

Камера имеет два порта: один для подключения к локальной сети, другой — для подключения к питанию на 24 вольта. В комплекте с камерой идут все необходимые силовые кабели. Камера поддерживают функцию автофокуса, в то же время фокус настраивается и вручную.



Рисунок 1 – камера Cognex IS7200

Таблица 1 –Основные характеристики Cognex IS7200

Характеристики	
Разрешение	800 x 600 (SVGA), 102 кадр/сек
Напряжение питания	24 В
Класс защиты	IP67 с крышкой линзы
Линза	25 мм

Цвет изображения	Черно-белое
------------------	-------------

1.3 Характеристики контроллера Siemens S7-1200

Контроллер Siemens S7-1200 имеет модульную конструкцию и универсальное назначение. Контроллер содержит набор встроенных дискретных входов/выходов и имеет имеющий встроенный интерфейс PROFINET, использующийся в целях оперативного обмена данными с программатором и устройствами человеко-машинного интерфейса.

Таблица 1 –Основные характеристики Siemens SIMATIC S7-1200

Характеристики	
Класс защиты	IP20 по IEC 529
Рабочая память	25 Кбайт
Загружаемая память	1 Мбайт
Тип встроенного интерфейса	PROFINET
Количество дискретных входов	8, встроенные
Количество аналоговых входов	2
Входное напряжение	120/ 230 В
Выходное напряжение	24 В

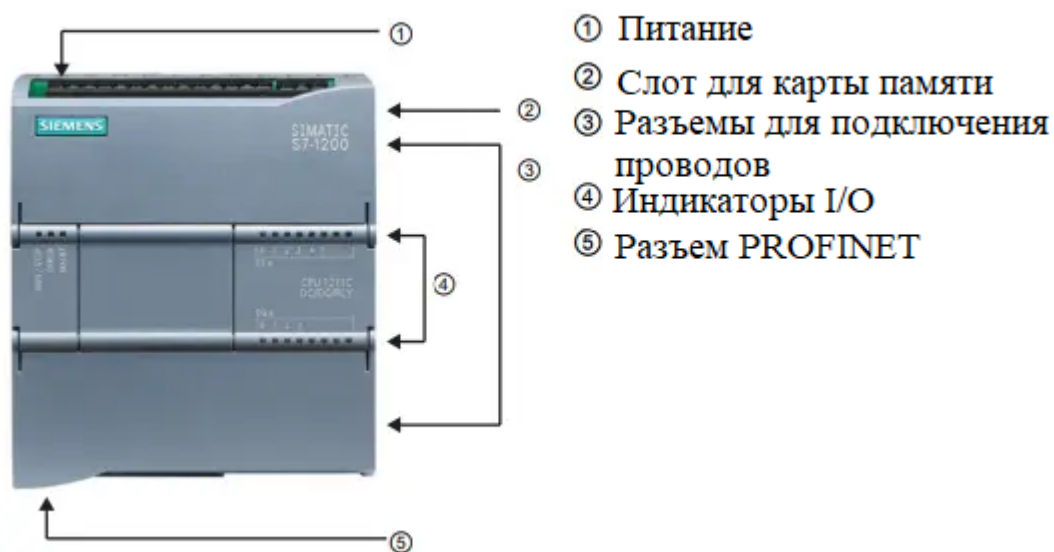


Рисунок 2 – контроллер Siemens SIMATIC S7-1200

1.4 Подключение камеры Cognex и контроллера Siemens

Питание на камеру подается по силовому кабелю через преобразователь напряжения на 24 В, Ethernet кабель подключается к коммутатору, который связан с локальной сетью. Камера специально закреплена на высоте, чтобы симитировать распознавание на производственной площадке.



Рисунок 3 – Закрепление подключенной камеры



Рисунок 4 – Подключение контроллера

Контроллер подключается к роутеру и коммутатору, чтобы находиться в одной сети с камерой, ноутбуком и роутером для дальнейшего взаимодействия.

2 Разработка программы в среде In-Sight для обнаружения объекта

2.1 Вывод изображения с камеры и структура In-Sight

Для вывода изображения с камеры необходимо установить программную среду In-Sight Explorer, разработанную командой Cognex. Поскольку взаимодействие происходит через локальную сеть, сначала необходимо настроить параметры IP-адреса камеры и компьютера. Они оба должны находиться в одной IP-сетке. После этого в среде In-Sight появится возможность подключиться к камере.

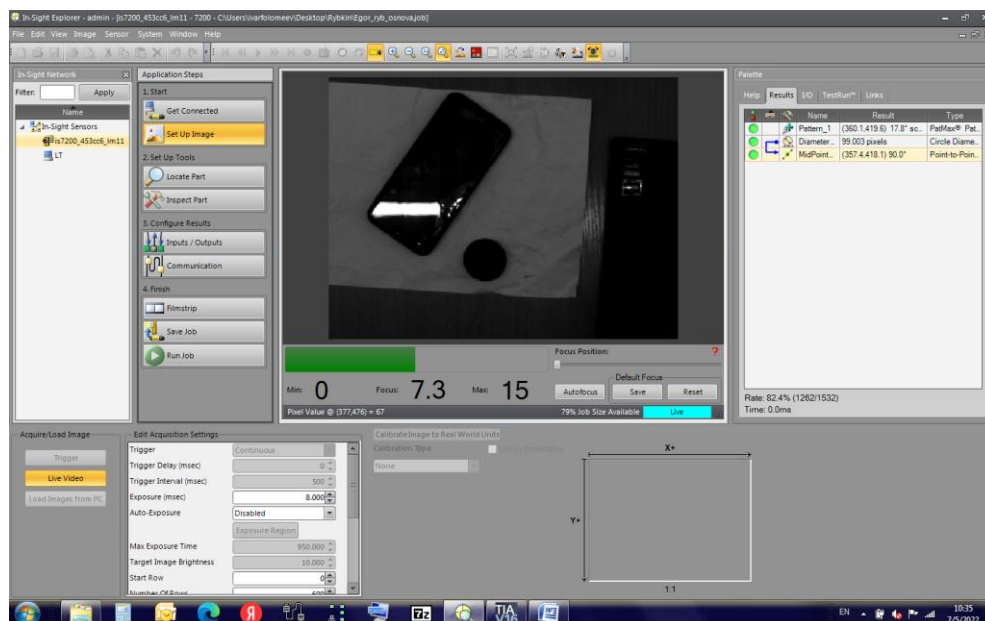


Рисунок 5 – Вывод изображения с камеры

Среда In-Sight позволяет работать не только с изображением с камеры, но и с любым изображением, загруженным извне. Принцип работы камеры Cognex заключается в том, что она производит каждую полсекунды снимок, называемый триггером, который отображается в In-sight. И последующая разработка программы для обнаружения объекта сводится к работе с отдельными кадрами.

Поскольку разрешение камеры 800x600, то можно определять координаты любого пикселя, просто наведя курсором на изображение с камеры.

Вкладка Set Up Image позволяет настроить экспозицию камеры, изменить яркость, настроить фокус, изменить параметры триггера. В Locate Part происходит выделение конкретных объектов для распознавания. Inspect Part содержит инструменты для измерения расстояний, углов, координат заданных объектов. Communication позволяет настроить соединение камеры с другими системами. Run job осуществляет запуск данной программы в режиме онлайн, то есть непрерывной обработки триггеров.

2.2 Распознавание объекта и вывод его координат

Объектом распознавания будет являться круглое печенье, которое в упрощенной форме заменяют изделие, однако для распознавания изделий эта метод разработки программы не изменится. Объект выбран круглым, чтобы он всегда определялся на камере при любых поворотах, а главными критериями, которые его могут отличить от других объектов, являются форма окружности и диаметр этой окружности.

Для выделения необходимого контура нашего объекта в Locate Part был выбран паттерн, охватывающий печенье целиком. С помощью встроенных алгоритмов, которые отображают контур в местах, где происходит резкий цветовой переход пикселей, печенье обрело контур, охватываемый камерой.

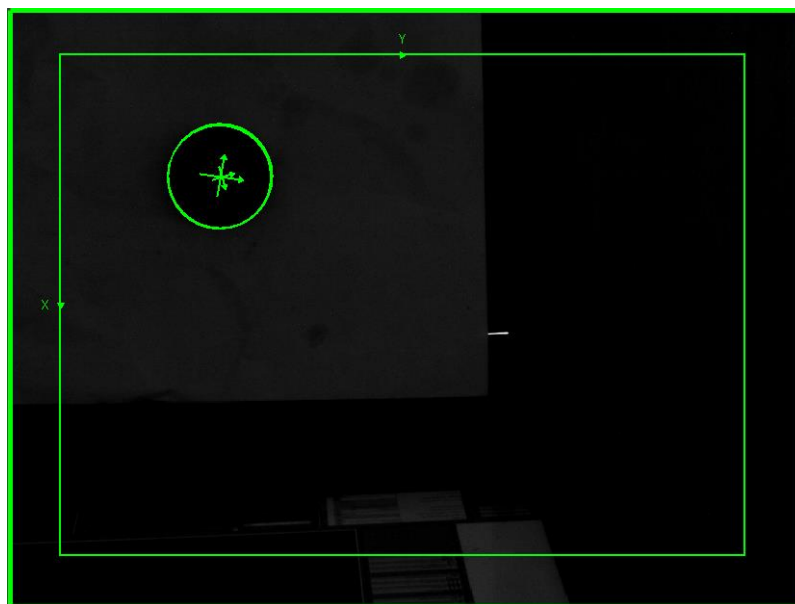


Рисунок 6 – Контур печенья

Затем в Locate Part, применяя инструмент для определения диаметра окружности данного контура, получаем численное значение диаметра. Также в Locate Part применяем функцию MidPoint, которая находит расположение средней точки. Поскольку наш контур - окружность, то средняя точка будет её

центром. Также мы получили координаты точки центра, чтобы в дальнейшем передать их в контроллер.

Как видно из рисунка 7, мы получили диаметр окружности, равный 99,416 pixels и координаты центра окружности: 329,9 и 258,8.

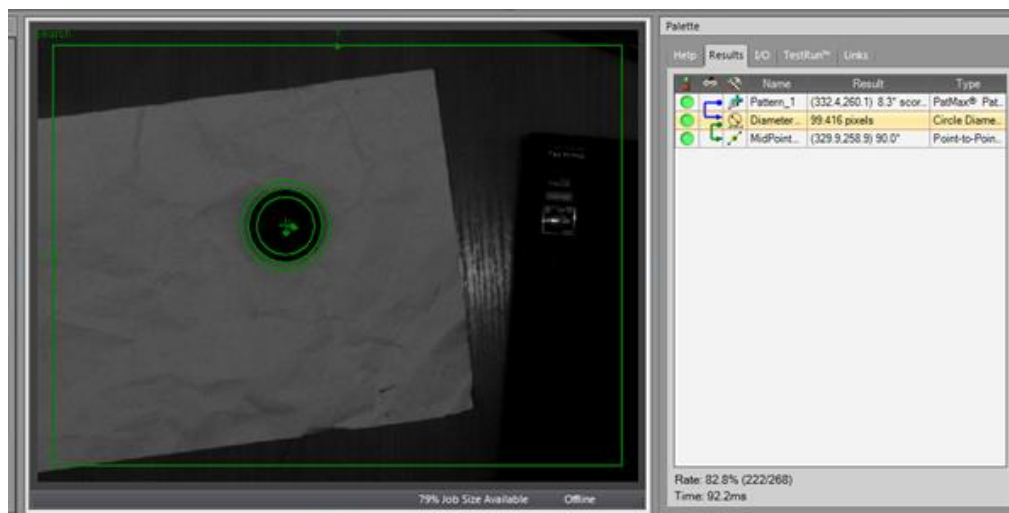


Рисунок 7 – Контур печенья

После того, как были установлены эти функции, на любом триггере будет определяться печенье круглой формы, если оно попадает в область поиска. В параметрах диаметра были поставлены ограничения на диаметр, чтобы камера различала исключительно печенье одного вида. На рисунке 8 показан случай, когда печенье не было обнаружено на камере.

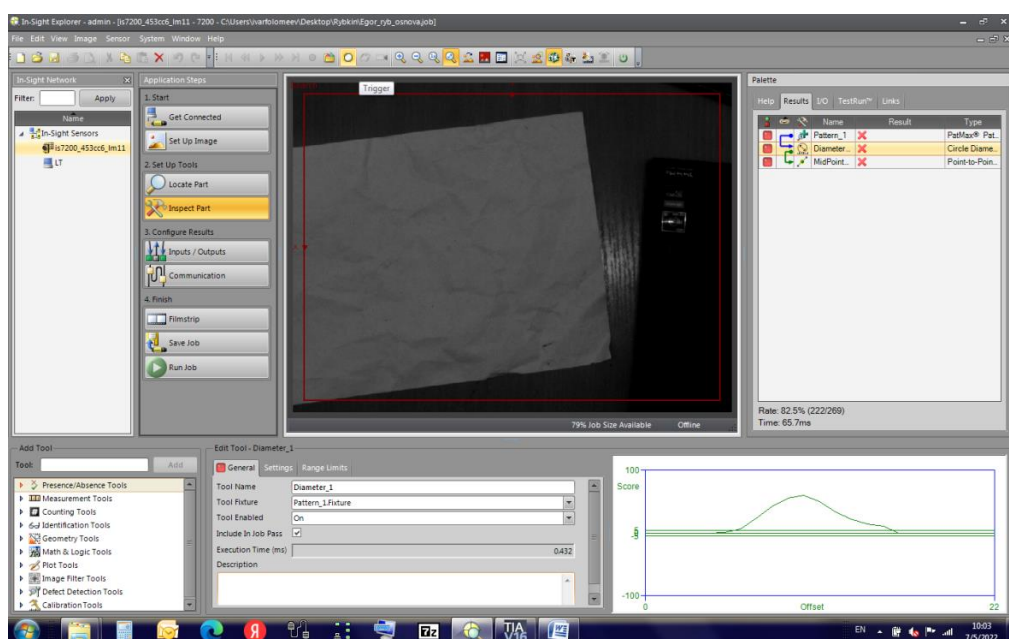


Рисунок 8 – Печенье не обнаружено на камер

2.3 Подготовка камеры для передачи данных

Техническое зрение практически не имеет никакого смысла, если не уметь извлекать полезные данные и передавать их. В моем случае полезные данные - это диаметр печенья и его координаты в пикселях. Эти данные могут быть использованы, к примеру, при программировании робота, чтобы в зависимости от диаметра печенья и его координат робот мог правильно раскрыть схват и выбрать нужную траекторию для взятия печенья.

Камера Cognex позволяют передавать данные по PROFINET - стандарту Ethernet для автоматизации сетей, который также используется в контроллере Siemens SIMATIC S7-1200. Чтобы передать данные, сначала нужно настроить камеру для передачи данных по PROFINET в параметре System.

До этого был рассмотрен лишь один метод работы в In-Sight Explorer, так называемый, EasyBuilder, однако имеется и другой метод, основанный на принципах работы Excel – Spreadsheet.

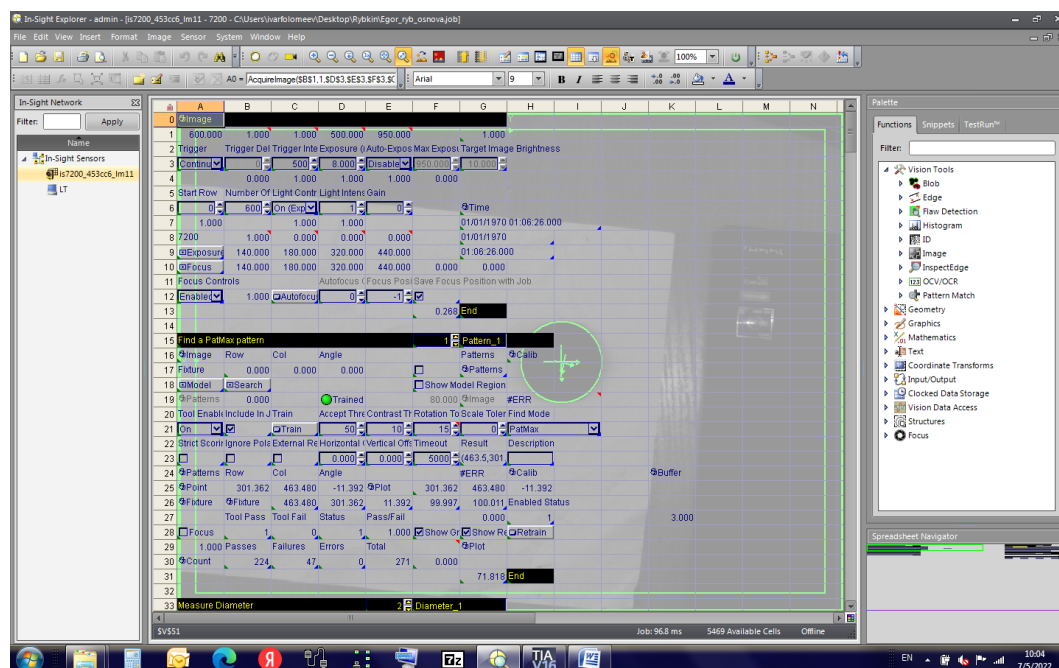


Рисунок 8 – Метод работы Spreadsheet

В ячейке K25 создается буфер, в который я отправил данные, полученные с камеры. Для того, чтобы подготовить их к чтению по протоколу PROFINET, в

ячейке K27, я записываю функцию Writeresultsbuffer, после чего в ней я указываю буфер с данными с камеры.

Если переключить камеру в режим онлайн, то есть в режим непрерывной съемки, то наши данные будут меняться с каждым триггером, но все они будут храниться в данном буфере. После создания буфера можно передать данные с камеры на контроллер, но также необходимо настроить контроллер и связать его с камерой.

3 Передача данных с камеры на контроллер с помощью TIA Portal

3.1 Структура программы TIA Portal

TIA Portal – это интегрированная среда разработки программного обеспечения систем автоматизации технологических процессов. С помощью программного пакета SIMATIC STEP 7 V16 возможно подключение контроллера по протоколу PROFINET.

Для того чтобы подключить выбранный контроллер, достаточно найти его в настройках и обязательно подобрать правильные параметры сети в IP-адресе. После добавления контроллера в программе будет отображаться модель контроллера, адреса его I/O входов и Ethernet характеристики.

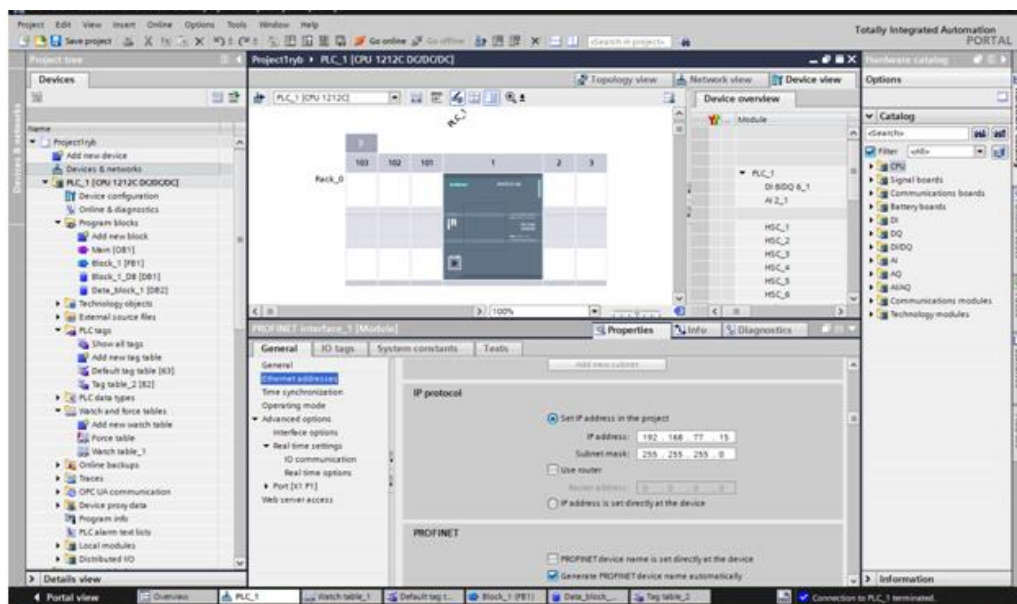


Рисунок 9 – Контроллер, подключенный к TIA Portal

Среда TIA Portal позволяет программировать контроллер, получать и выводить данные за счет обращения к адресам. Для взаимодействия с другими системами по протоколу PROFINET используются GSD-файлы, которые для каждой системы различные. Чтобы связать камеру Cognex и контроллер, необходимо использовать специальные GSD-файлы от Cognex, которые можно скачать с официального сайта.

Для передачи данных используются тэги – это специальные адреса, отличающиеся от адресов I/O входов. Эти теги упрощают программирование, , устраняют неполадки, могут быть созданы в Excel и загружены в TIA Portal, а отслеживаются они во вкладке tags table.

Во вкладке Program blocks происходит программирование контроллера. Обязательно должен содержаться main block – блок основной программы контроллера. Помимо этого возможно добавление function blocks — это кодовые блоки, которые постоянно сохраняют свои выходные, входные и исходящие параметры в блоках данных, чтобы они оставались доступными даже после выполнения блока. Для программирования в TIA Portal контроллера S7-1200 используются такие языки программирования, как LAD, FBD и SCL.

Чтобы просматривать, как изменяются значения входов и выходов или тэгов, используется таблица просмотров, в которой непрерывно отражаются данные, когда программа уже отлажена, загружена на контроллер, и контроллер переведен в режим онлайн.

3.2 Подключение контроллера и камеры по протоколу PROFINET

После загрузки GSD-файлов с официального сайта и подключения их через Excel файл они отображаются в tags table.

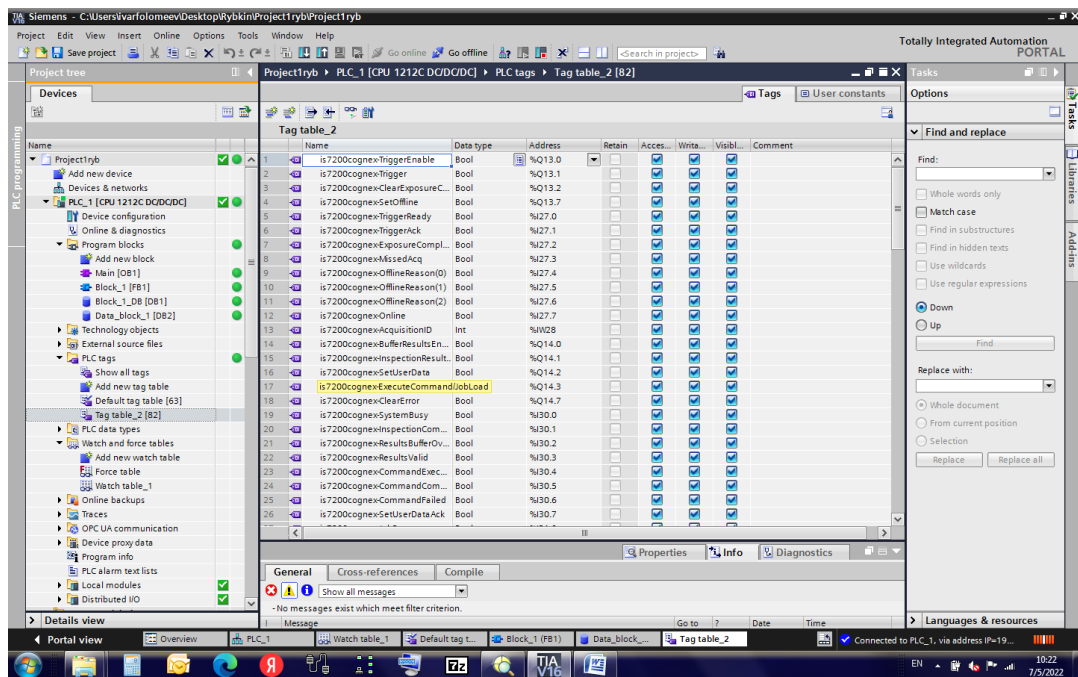


Рисунок 10 – Теги, содержащие адреса обращения к камере

К примеру, команда Trigger Enable – содержит адрес, по которому можно обратиться к состоянию камеры: может ли она вести съемку или нет. Команда Trigger передает состояние, сделан ли триггер камерой или нет.

Затем в Portal, выбрав камеру Cognex серии IS7000, связываем контроллер и камеру. К этому моменту IP-адрес камеры настроен в той же сетки, что и контроллера. Обмен данными будет осуществляться за счет модуля PN/IE, содержащегося в протоколе PROFINET.

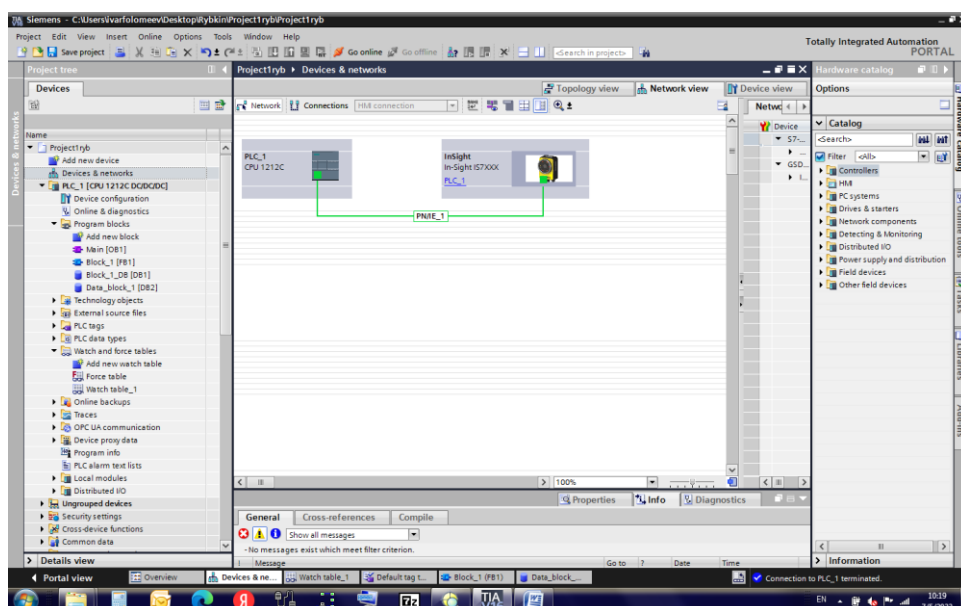


Рисунок 10 – подключение контроллера и камеры в TIA Portal

3.3 Вывод данных с камеры на контроллер

Чтобы передавать данные с камеры на контроллер с каждым триггером, в TIA Portal была разработана программа, которая связывала тэги камеры с контроллером. Программирование осуществлялось за счет графического языка LAD, основанного на принципах релейно-контактных схем. Программа разделена на сегменты, в каждом из которых происходят собственные операции.

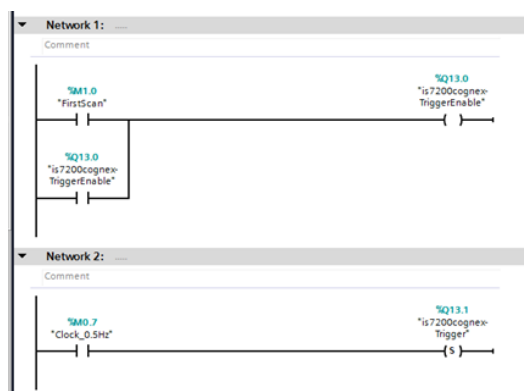


Рисунок 10 – Первые два сегмента программы

В первом сегменте подается единичный сигнал, который заносит в адрес Trigger Enable значение TRUE, а дальше это значение останется неизменным до конца работы программы. После этого камера может производить триггеры. Во втором сегменте на камере активируется триггер с частотой 0,5 Герц.

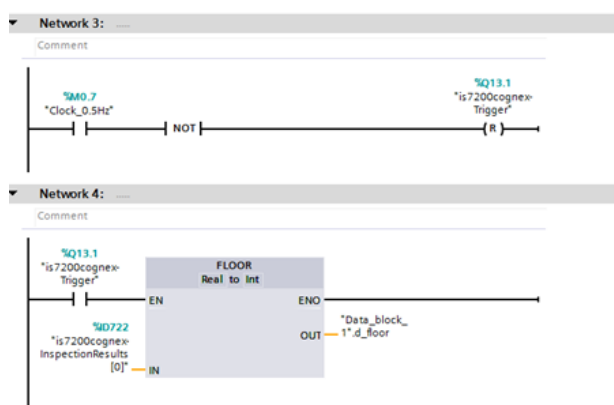


Рисунок 11 – Следующие два сегмента программы

В третьем сегменте происходит отмена триггера, когда счетчик неактивен. В четвертом сегменте при каждом срабатывании триггера значение

InspectionResult, которое содержит значение диаметра, конвертирует из вещественного типа в целочисленный тип.

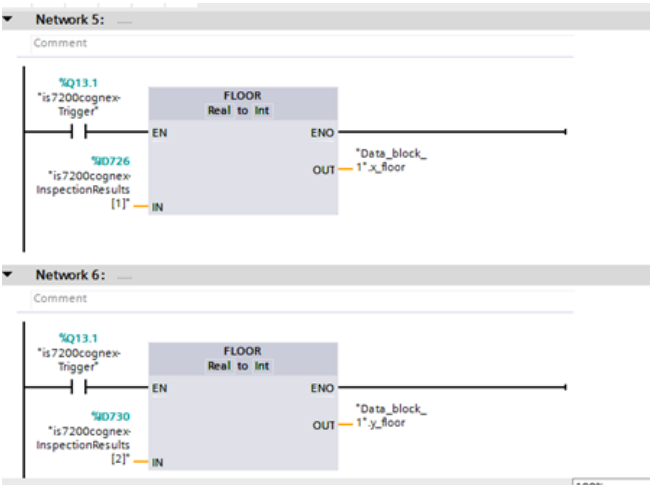


Рисунок 12 –Последние два сегмента программы

В этих сегментах происходит конвертация значений координат печенки из вещественного типа в целочисленный тип. Конвертация применяется исключительно в целях простоты и удобства, чтобы в дальнейшем можно было передать эти данные роботу, пренебрегая дробной частью пикселей.

В результате, после переключения контроллера в режим Run, в таблице просмотров можно увидеть данные, которые были переданы с камеры. Они изменяются каждые полсекунды. Под адресом %ID722 содержится значение диаметра, под %ID726 – значение координаты x, а под %ID730 – значение координаты y.

	Name	Address	Display format	Monitor value	Mod
1	"is7200cognex-TriggerEnable"	%Q13.0	Bool	TRUE	
2	"is7200cognex-Trigger"	%Q13.1	Bool	TRUE	
3					
4	"is7200cognex-InspectionResults[0]"	%ID722	Floating-point nu...	98.32526	
5	"is7200cognex-InspectionResults[1]"	%ID726	Floating-point nu...	436.4479	
6	"is7200cognex-InspectionResults[2]"	%ID730	Floating-point nu...	420.5915	
7	"Data_block_1" x_floor		DEC	98	
8	"Data_block_1" x_floor		DEC	436	
9	"Data_block_1" y_floor		DEC	420	
10					

Рисунок 13 – Полученные данные с камеры, когда печень обнаружено

Если камера не обнаружила печень, то на контроллере будут отображаться нули, пока печень вновь не будет обнаружено.

Project1ryb > PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] > Watch and force tables > Watch table_1

	Name	Address	Display format	Monitor value	M
1	"is7200cognexTriggerEnable"	%Q13.0	Bool	TRUE	
2	"is7200cognexTrigger"	%Q13.1	Bool	TRUE	
3					
4	"is7200cognexinspectionResults[0]"	%ID722	Floating-point nu...	0.0	
5	"is7200cognexinspectionResults[1]"	%ID726	Floating-point nu...	0.0	
6	"is7200cognexinspectionResults[2]"	%ID730	Floating-point nu...	0.0	
7	"Data_block_1".d_floor		DEC	0	
8	"Data_block_1".x_floor		DEC	0	
9	"Data_block_1".y_floor		DEC	0	
10					

Рисунок 14 – Полученные данные с камеры, когда печенье не обнаружено

Теперь эти данные могут быть переданы таким же путем, например, на контроллер для робота KUKA, чтобы использовать их при программировании траектории и схвата робота.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате прохождения учебной практики мною были получены знания о работе со smart-камерой Cognex: ее установке, настройке и подключение по локальной сети. Была разработана программа с использованием программной среды In-sight Explorer, в которой была осуществлена реализация технического зрения.

Помимо этого я ознакомился с принципами работы промышленного контроллера Siemens SIMATIC S7-1200 и программной среды TIA Portal. Мною была настроена сеть для успешного соединения компьютера, камеры и контроллера между собой и осуществлена подготовка контроллера и камеры для передачи данных по PROFINET. После изучения основ среды TIA Portal была разработана программа для считывания сигналов с камеры.

Таким образом, камера успешно определяет расположение печенья, его форму, диаметр, координаты и передает значения этих данных на контроллер, которые в удобном формате отображаются и могут быть переданы с таким же успехом для других систем в зависимости от прикладных целей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Основные характеристики камеры Cognex // Cognex: сайт. – 2022. – URL: <https://www.cognex.com/ru-ru> (дата обращения: 29.06.2022).
- 2 Описание и характеристики контроллера S7-1200 // ПРОМЭНЕРГО АВТОМАТИКА: сайт. – 2021. – URL: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1200.htm> (дата обращения: 30.06.2022).
- 3 Справочник по описанию структуры TIA Portal // Siemens: сайт. – 2019. – URL: <https://support.industry.siemens.com> (дата обращения: 02.07.2022).
- 4 Справочник для работы в IN-Sight Explorer в режиме EasyBuilder // Cognex: сайт. – 2021. – URL: https://support.cognex.com/docs/is_621/web/EN/ise/Content/EasyBuilder/EasyBuilderView.htm?tocpath=EasyBuilder%20View%7C_____0 (дата обращения: 03.07.2022).
- 5 Документация PROFINET // Siemens: сайт. – 2014. – URL: http://us.profinet.com/wp-content/uploads/2012/11/PROFINET_SystemDescription_ENG_2014_web.pdf (дата обращения: 05.07.2022).