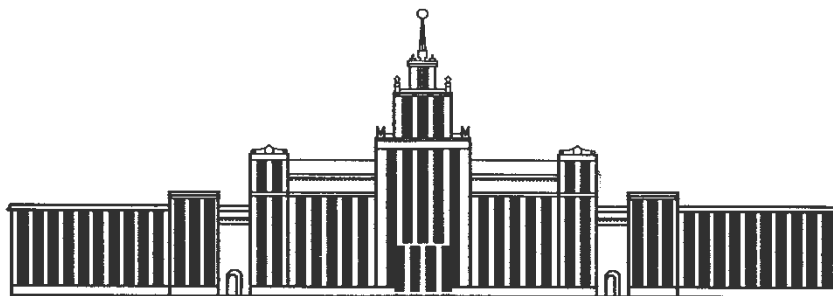

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Лисовская Т.А.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по выполнению семестровой работы

«Компьютерное зрение в промышленности»

по дисциплине «Методы и алгоритмы обработки изображений»

Челябинск
2021

Данное пособие предназначено для выполнения семестровой работы по дисциплине «Методы и алгоритмы обработки изображений» для студентов направления 15.04.06 Мехатроника и робототехника

СОДЕРЖАНИЕ

1	Постановка задачи.....	4
2	Анализ и постановка задачи, разработка технического задания на систему.....	4
3	Разработка схемы установки и выбора оборудования.....	6
4	Разработка алгоритма работы системы.....	8
5	Разработка ПО компьютерного зрения.....	10
6	Тестирование.....	11

1. Постановка задачи

В качестве объекта исследования семестровой работы студенту предлагается разработать систему технического зрения в предлагаемом технологическом процессе. Здесь и далее будут приведены примеры выполнения семестровой работы на тему «Разработка системы технического зрения контроля качества труб». Содержание отчёта по семестровой работе приведено далее:

1. Анализ и постановка задачи, разработка технического задания на систему
2. Разработка схемы установки и выбора оборудования
3. Разработка алгоритма работы системы
4. Разработка ПО компьютерного зрения
5. Тестирование

2. Анализ и постановка задачи, разработка технического задания на систему

В пункте 1 «Анализ и постановка задачи, разработка технического задания на систему» необходимо описать исследуемый технологический процесс, описать его особенности, сформулировать цель и задачи работы, выдвинуть технологические требования к системе технического зрения. Затем, руководствуясь нормативной документацией необходимо разработать техническое задание на систему управления, основанную на технологии технического зрения.

Далее будет приведена краткая выдержка пункта 1 на тему, обозначенную выше.

Пример:

Цель системы – повышение эффективности и скорости поиска дефектов изготавливаемых труб.

Задачи: Требуется разработать программу, которая будет обнаруживать дефекты при сравнении проверяемого изделия с заданными параметрами. Программа должна быть реализована в среде Python и должна выполнять следующие функции:

- *чтение из файла данных и вывод их на экран;*
- *ввод, редактирование данных;*
- *вывод результатов.*

Выходными данными являются обработанные программой изображения с указанными на изделиях дефектами.

Программа должна обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций:

- *изменение положения одной из камер;*
- *проверка качества изготавливаемой трубы;*
- *определение качества изготавливаемой трубы.*

...

Техническое задание

1.1 Наименование системы

1.1.1 Полное наименование системы

Полное наименование: Контрольный пункт для проверки качества производимых труб на Челябинском трубопрокатном заводе.

1.1.2 Краткое наименование системы

Краткое наименование: КППК, Система.

1.2 Разработчик

Разработчик: ИП Мухамеджанов.

Адрес: г. Челябинск, пр. Ленина, д. 80а.

Телефон: +7 (904) 308-08-58.

1.3 Плановые сроки начала и окончания работы

Начало работ: 15.03.2021.

Окончание работ: 23.05.2021.

1.4 Назначение и цели создания Системы

1.4.1 Назначение Системы

КППК предназначена для автоматизированного контроля производимых изделий сотрудниками Заказчика.

Основным назначением КППК является автоматизация проверки изготавливаемых труб в производственных процессах Заказчика.

В рамках проекта автоматизируется контроль изготавливаемых труб в работе ленточного конвейера.

1.4.2. Цели создания Системы

КППК создается с целью упрощения проверки изготавливаемых труб на различные дефекты (несовпадение размеров, наличие трещин) и включения сигнализации при их обнаружении у изделия.

В результате создания контрольного пункта должны быть улучшены значения следующих показателей:

- качество обрабатываемых изображений;*
- время, затрачиваемое на поиск дефектов;*
- время, затрачиваемое на включение сигнализации.*

1.5 Характеристика объектов автоматизации

Объектом автоматизации является работа ленточного конвейера на территории Заказчика. Применительно к данному ТЗ, объектом автоматизации будет являться работа конвейера в цеху. Выделены следующие процессы в деятельности цеха...

1.6 Требования к структуре и функционированию системы

Система КППК должна быть локальной, т.е. располагаться непосредственно на месте работы – ленточном конвейере.

В качестве протокола взаимодействия между компонентами Системы необходимо использовать протокол ТСР/IP.

Смежными системами для КППК являются:

- ленточный конвейер;*
- сигнализационная система.*

Перечень предпочтительных способов взаимодействия со смежными системами приведен ниже:

- ленточный конвейер – последовательное взаимодействие до и после проверки изделий;*
- сигнализационная система – последовательное взаимодействие после обнаружения несоответствий в готовых изделиях.*

Система должна поддерживать следующие режимы функционирования:

- основной режим, в котором Система КППК выполняет все свои основные функции;*
- профилактический режим, в котором Система КППК не выполняет своих функций.*

В основном режиме функционирования Система КППК должна обеспечивать:

- автоматическую работу в режиме – 24 часа в день, 7 дней в неделю (24×7);*
- выполнение своей функции – проверка изделий.*

В профилактическом режиме Система КППК должна обеспечивать возможность проведения следующих работ:

- техническое обслуживание;*
- модернизация комплектующих Системы;*

- *устранений аварийных ситуаций.*

Для обеспечения высокой надежности функционирования Системы как системы в целом, так и ее отдельных компонентов, должны обеспечиваться регулярные контроль состояния Системы и техническое обслуживание.

- 1.7 *Параметры, характеризующие степень соответствия системы назначению*
Система должна обеспечивать следующие количественные показатели, которые характеризуют степень соответствия ее назначению:
количество плоскостей съемки – 3 (горизонтальная, фронтальная, профильная);
количество заданных параметров – 4: длина – $(10 \pm 0,1 \text{ м})$; высота – $(1 \pm 0,01 \text{ м})$; внутренний радиус – $(45 \pm 0,45 \text{ см})$; внешний радиус – $(50 \pm 0,5 \text{ см})$.
- 1.8 *Состав показателей надежности для системы в целом*
Надежность должна обеспечиваться за счет:
- *применения системного программного обеспечения, соответствующего классу решаемых задач;*
 - *соблюдения правил эксплуатации и технического обслуживания программно-аппаратных средств;*
 - *предварительного обучения обслуживающего персонала.*
- Время отключения Системы должно быть следующим:*
- *при перерыве и выходе за установленные пределы параметров электропитания – не более 5 минут;*
 - *при выходе из строя комплектующих КППК – не более 10 минут;*
 - *при выходе из строя смежных систем – не более 10 минут.*
- 1.9 *Перечень функций, задач подлежащей автоматизации*
Функции, выполняемые Системой, состоят из следующих задач.
Изменение положения одной из камер: опускание камеры для выполнения снимка, поднятие камеры для дальнейшего пропуска проверенного изделия.
Проверка качества изготавливаемой трубы: выполнение снимка с трех ракурсов, сравнение параметров изделия с заданными, проверка изделия на дефекты.
Определение качества изготавливаемой трубы: отправка проверенного изделия на склад и начало проверки следующего изделия, включение сигнализации при обнаружении несоответствия.
 ...

3. Разработка схемы установки и выбора оборудования

В пункте 2 «Разработка схемы установки и выбора оборудования» необходимо привести и описать схему оборудования, задействованного в технологическом процессе, а также указать расположение составных частей системы технического зрения (камер, дополнительного освещения, датчиков и пр.), а затем подобрать соответствующее оборудование из общедоступных источников.

При выборе оборудования необходимо опираться на составленное ранее техническое задания и требования к системе, а также следует учитывать ценовой фактор и подходить к задаче реалистично. Для грамотного выбора необходимо представить не менее двух, подходящих под требования образцов оборудования из которых выбрать один по критерию, отраженному в тексте работы.

Пример:

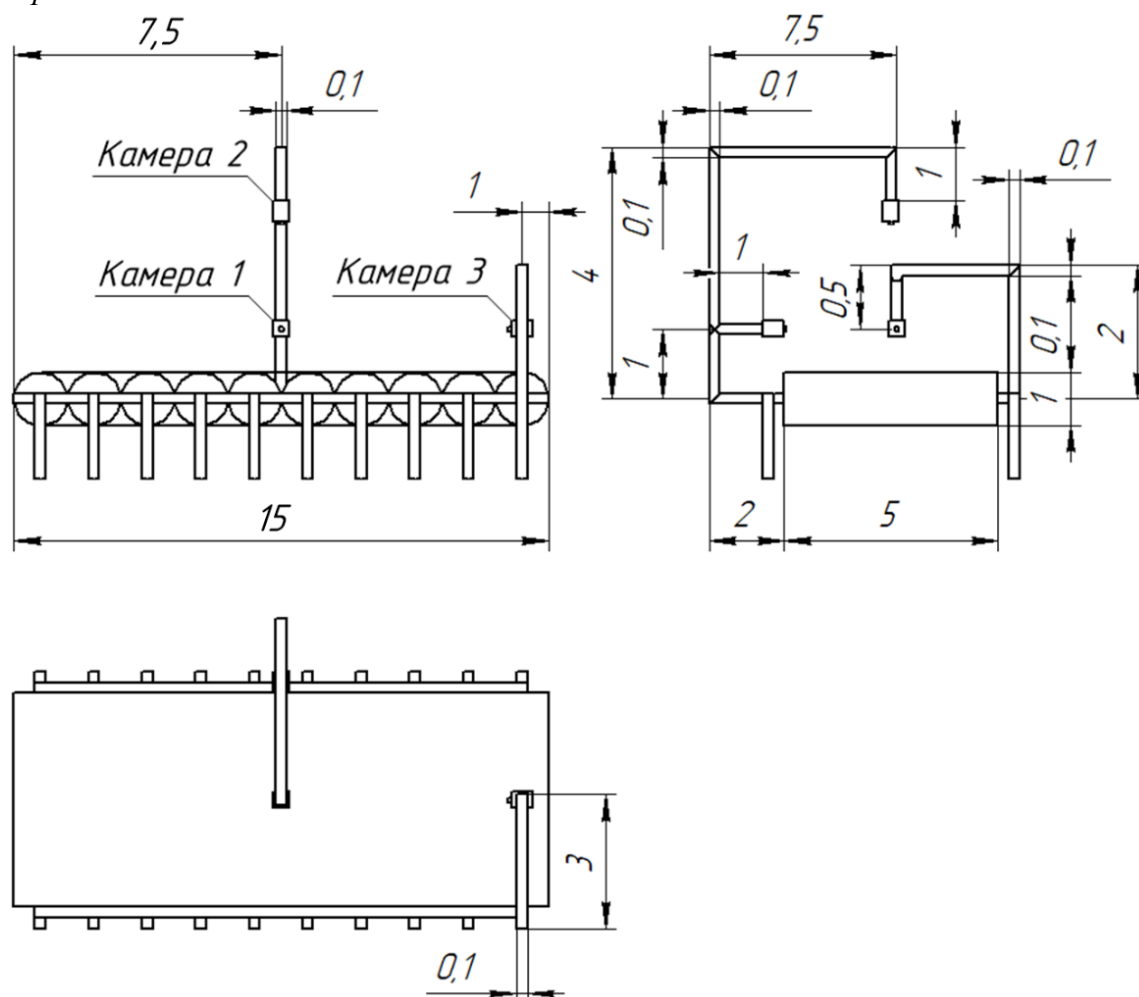


Рис. 1. Схема установки оборудования

Камеры 1 и 2 имеют статичное положение. Камера 3 имеет динамическое положение для дальнейшего пропуска проверенного изделия.

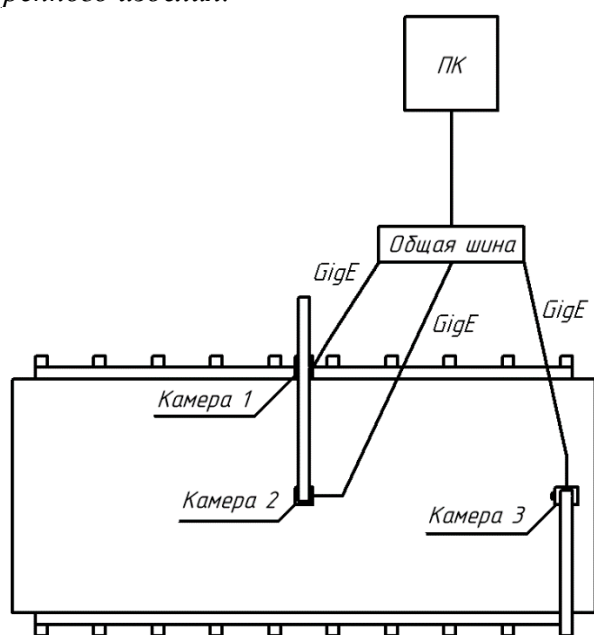


Рис. 2. Схема подключения оборудования

Выбор оборудования

По заданным требованиям к выбираемому оборудованию подберем несколько подходящих камер, учитывая следующие параметры:

- разрешение изображения;
- скорость выполнения снимка;
- цвет получаемого изображения;
- интерфейс подключения;
- датчик устройства;
- цена;
- страна производства.

Таблица 2.1. Камеры

Название	Mars2000-50gm	Basler ace acA1920-25gm
Изображение	 Рисунок – Камера Mars2000-50gm	 Рисунок – Камера Basler ace acA1920-25gm
Разрешение	1920×1080	1920×1080
Скорость	50 кадр./с	25 кадр./с
Цвет	монохром	монохром
Интерфейс	GigE, PoE	GigE, PoE
Датчик	ПИТОН 2000	MT9P031
Цена	515\$	582\$
Страна	Китай	Германия

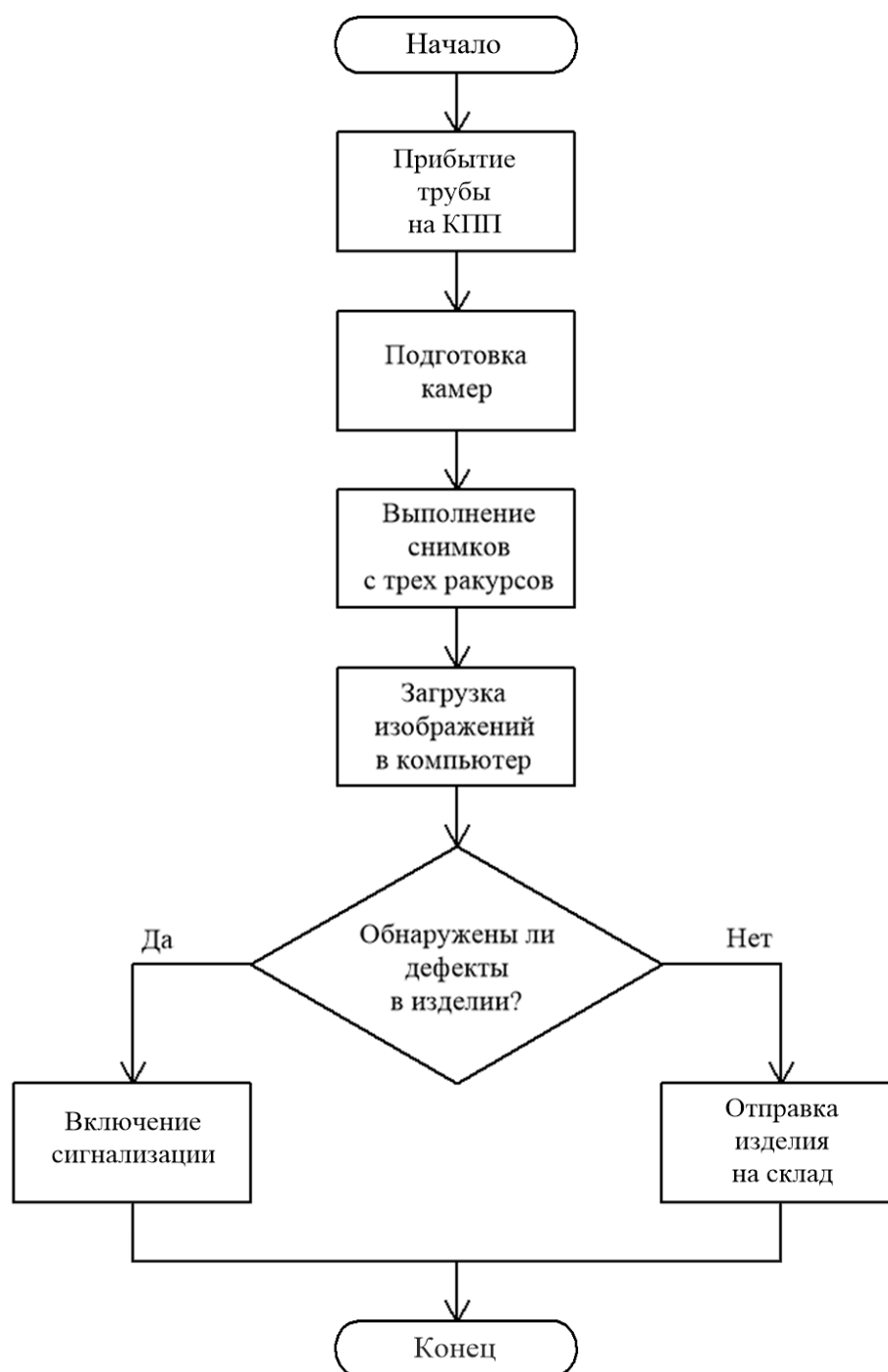
Разница в цене между вышеприведенными камерами не сильно существенна, предпочтение будет отдано камере Basler ace acA1920-25gm, являющейся более качественной из-за страны-производителя. Несмотря на то, что данная камера уступает в скорости своему конкуренту (камера Mars2000-50gm), она соответствует требованиям к техническому обеспечению.

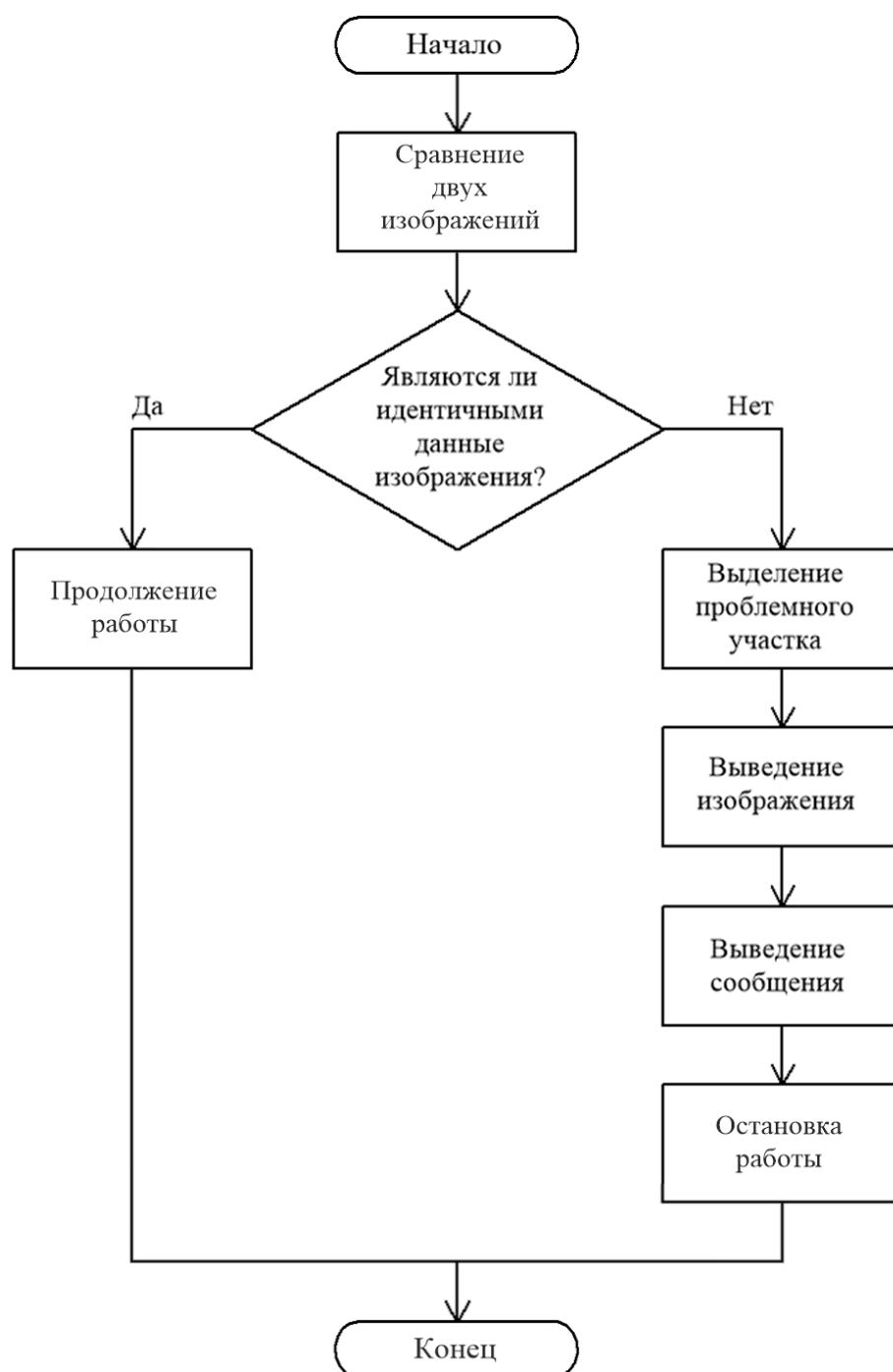
...

4. Разработка алгоритма работы системы

В пункте 3 «Разработка алгоритма работы системы» необходимо привести алгоритм функционирования системы технического зрения в виде блок-схем, оформленным согласно нормативным документам, а также привести текстовое описание и пояснения алгоритма. Также следует представить отдельно алгоритмы для программы компьютерного зрения, которая будет реализовывать поставленные в пункте 1 задачи.

Пример алгоритма: технологического процесса





5. Разработка ПО компьютерного зрения

В пункте 4 «Разработка ПО компьютерного зрения» по составленному алгоритму написать код программы на языке Python. Программа должна работать эффективно и достаточно быстро, удовлетворять всем требованиям, заявленным в первых пунктах работы. Код программы может быть приведен как полным листингом, так и разбит на части, сопровождаемые текстовым описанием их назначения. В первом случае код должен быть перемещён в приложение, а в пункте 4 должен располагаться текст с ссылками на код, описывающий основные библиотеки, функции и

модули ПО. Во-втором случае и код, и текстовое сопровождения может располагаться в рамках пункта 4.

Пример описания кода

Основная библиотека, необходимая для работы программы, – Python Imaging Library (PIL), которая предназначена для работы с изображениями. Из нее с помощью инструкций `import` и `from` мы извлекли следующие модули:

- *Image* – модуль, содержащий функции, методы и свойства для открытия, сохранения и манипулирования изображениями;
- *ImageChops* – модуль, содержащий множество арифметических операций над изображениями;
- *ImageDraw* – модуль для рисования простой 2D-графики, использующийся для рисования, создания новых изображений, создания текста и ретуширования существующих изображений.

После подключения необходимых модулей в программу с помощью метода `Image.open()` загружаются изображения изделия, размеры которого считаются заданными (см. п. 1.4.1.3.1).

Программа начинает свою работу при прибытии трубы на контрольный пункт.

После опускания камеры 3 выводится сообщение об этом с помощью функции `print()`. Когда камеры выполнили снимки со всех 3 ракурсов, полученные изображения загружаются в компьютер, а затем – в программу с помощью метода `Image.open()`.

После этого вводится переменная (`error`), которая будет отвечать за обнаружение дефектов в изделии.

Когда получены все изображения, свою работу начинает алгоритм основной функции (см. рисунок 4).

С помощью метода `ImageChops.difference()` происходит сравнение двух изображений, записанное тремя отдельными переменными (`result_1`, `result_2` и `result_3`), соответствующими каждой камере. Затем с помощью условия `if` полученный результат (к примеру, `result_1.getbbox()`) сравнивается с нулевым значением `None`.

Рассмотрим работу алгоритма на примере одной камеры. Если при сравнении проверяемого изделия с заданными параметрами обнаружены дефекты, то система выделяет дефект на изображении с помощью метода `ImageDraw.Draw()`.

После выделения дефекта полученное изображение выводится на экран с помощью метода `.show()`.

Затем выводится сообщение о включении сигнализации и остановки работы конвейера до вмешательства инженера. В конечном итоге, переменной, отвечающей за обнаружение дефектов, присваивается значение 1.

Данный алгоритм работает идентично для всех 3 камер.

Если с помощью условия `if` и сравнения переменной ошибки с нулем дефекты не обнаружены, то система продолжает функционировать в нормальном состоянии, подняв камеру 3, отправив проверенное изделие на склад, и ожидая следующее.

Исходя из вышеперечисленного описания работы, разработаем код программы (приложение А).

6. Тестирование

В пункте 5 «Тестирование» должно быть проведено исследование разработанной программы компьютерного зрения с учётом её интеграции в разрабатываемую систему технического зрения. Должны быть описаны ход тестирования, изображения, подающиеся в программу, особенности, которые проверяются для исследования различного поведения ПО и системы в целом и пр. После проведения исследования полно и развёрнуто должны быть написаны выводы отражающие особенности функционирования разработки, её преимущества и недостатки.

Пример

Принцип работы программы заключается в сравнении изображений с заданными параметрами с полученными камерами изображениями (рисунки 5-7).

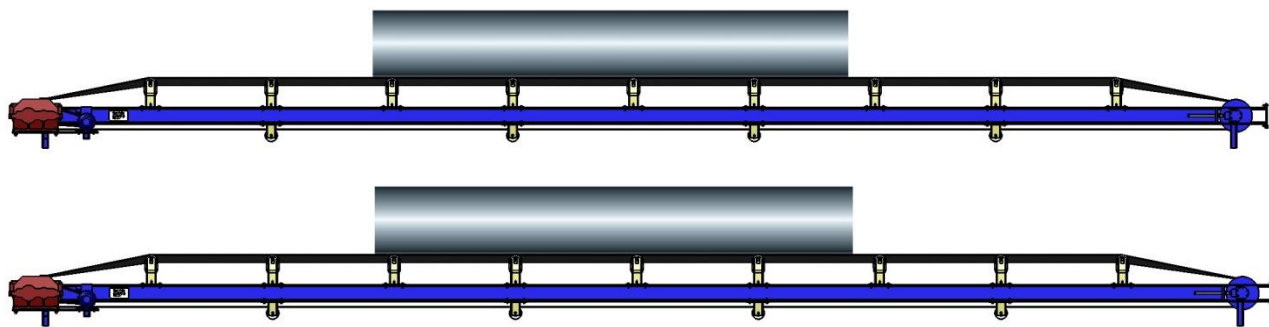


Рисунок 5. Вид с камеры 1 (сверху – изделие с заданными параметрами, снизу – проверяемое изделие 1)

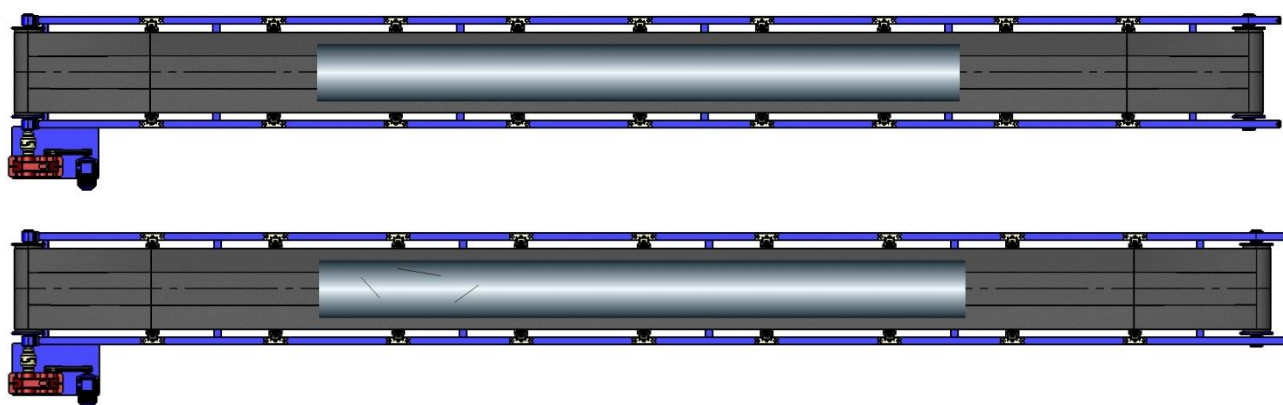


Рисунок 6. Вид с камеры 2 (сверху – изделие с заданными параметрами, снизу – проверяемое изделие 2)

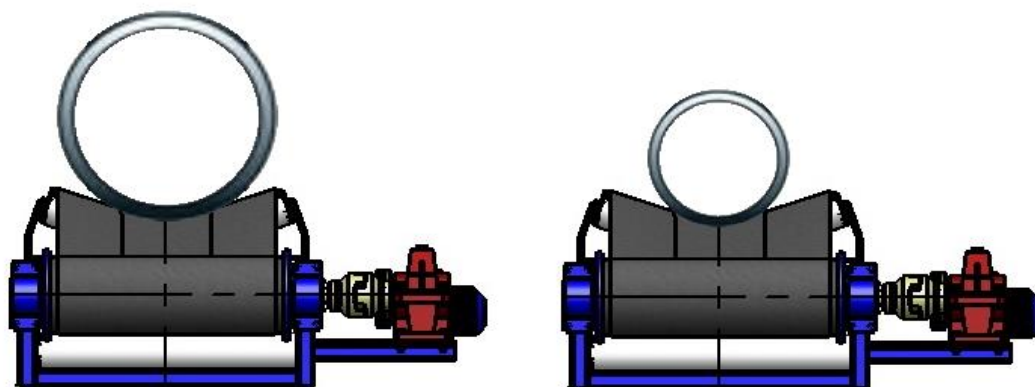


Рисунок 7. Вид с камеры 3 (слева – изделие с заданными параметрами, справа – проверяемое изделие 3)

По изображениям можно сказать, что у изделия 2 (см. рисунок 6) присутствуют царапины, а у изделия 3 (см. рисунок 7) обнаружено несоответствие размеров. Эти проблемы являются дефектами, поэтому программа должна правильно их определить. У изделия 1 никаких дефектов не обнаружено.

При обнаружении дефектов на изделиях 2 и 3 программа выведет следующие изображения и сообщения (рисунки 8-9).

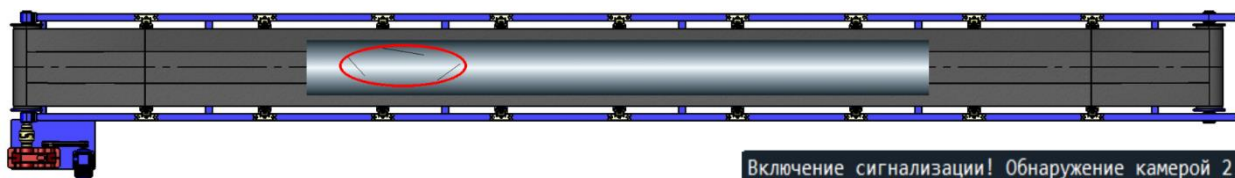


Рисунок 8. Обнаружение дефекта на изделии 2

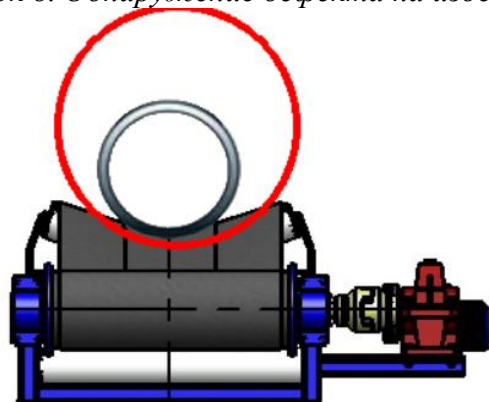


Рисунок 9. Обнаружение дефекта на изделии 3

Если дефекты не обнаружены (как у изделия 1), то программа выведет сообщение об отправке изделия на склад (см. приложение А).

Таким образом, данная программа позволяет автоматически, без участия человека, найти дефект на изготавливаемой трубе, и также автоматически предпринять необходимые меры по остановке работы.

Анализируя результаты тестирования программы, можно отметить следующее:

1. Данная система позволяет моментально находить дефекты в изготавливаемых трубах, показывая проблемную область с помощью изображения.
2. Простота обнаружения дефекта с помощью сравнения двух изображений.
3. Возможность изменения исходных параметров изделия с помощью задания новых “стандартных” изображений.
4. Ликвидация человеческого фактора в проверке качества изделий, тем самым сведение ошибки со стороны человека к нулю.

Указанные достоинства системы технического зрения могут привести к тому, что она сможет получить широкое применение во многих отраслях, особенно в серийном выпуске крупногабаритных изделий.

Семестровая работа оформляется в виде текстового документа в соответствии с требованиями кафедры и сдаётся в срок, указанный при выдаче задания студенту. К семестровой работе в электронном виде должен быть приложен код программы компьютерного зрения.