

# Разработка системы компьютерного зрения для детектирования дефектов на внутренней поверхности трубы

А.Е. Викторенков<sup>1</sup>, П.Ю. Якимов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

## Аннотация

В настоящей работе описывается разработка автоматизированной системы для контроля качества внутренних поверхностей металлических труб различного диаметра. Описывается метод предварительной обработки изображений: развертка, устранение неравномерного освещения. Описывается метод сшивания изображений в одну панораму.

## Ключевые слова

Развертка изображений, сшивание изображений, фильтр Гаусса, фазовая корреляция, уравнение Пуассона, CNN

## 1. Введение

В настоящее время на многих трубопрокатных заводах контроль качества внутренней поверхности труб осуществляется посредством их осмотра оператором. Вследствие этого результаты оценки могут быть искажены человеческим фактором. Перспективы выявления дефектов связываются с автоматизацией и стандартизацией процесса контроля качества. Поэтому, автоматизация визуального контроля внутренних поверхностей труб является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы, которая позволит по видеопотоку полученному с камеры, движущейся в полости трубы, составить панораму внутренней поверхности и на ней определить наличие, а также классы дефектов.

## 2. Составление панорамы внутренней поверхности

Структура программной части системы приведена на рисунке 1 в виде модулей, работающих последовательно. После захвата видеопоток поступает на модуль предварительной обработки изображений, который обеспечивает развертку изображений. Развернутые изображения, поступают в модуль сшивания изображений, в результате чего формируется панорама внутренней поверхности трубы, которая затем поступает на вход модуля локализации и классификации дефектов.

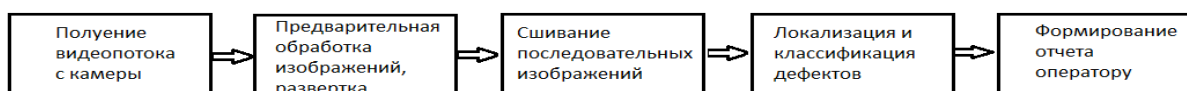


Рисунок 1: Программные модули системы

Развертка производится путем вычисления 3D координат пикселей изображения на внутренней поверхности трубы. Затем выполняется проекция из 3D координат на 2D плоскость, представляющую собой поверхность этого цилиндра.

Можно считать, что при совпадении линии визирования движущейся камеры и центра трубы поле яркости, остается по большей части постоянным (стационарным). Поэтому предлагается рассчитать неравномерное поле яркости, и использовать его как шаблон для каждого из последующих изображений. Фильтрация низкочастотной составляющей изображения осуществляется 2D фильтром Гаусса описываемого весовой функцией:

$$S(x, y) = \frac{1}{\alpha^2 \lambda_{xc} \lambda_{yc}} \exp \left[ - \left[ \pi \left( \frac{x}{\alpha \lambda_{xc}} \right)^2 + \pi \left( \frac{y}{\alpha \lambda_{yc}} \right)^2 \right] \right], \quad (1)$$

где  $\lambda_{xc}$ ,  $\lambda_{yc}$  – длины волны отсечки по координатам  $x$ ,  $y$  соответственно.

Для определения сдвига изображений вычисляется фазовая корреляция. Перемешивание пикселей в перекрывающихся областях нескольких изображений осуществляется на основе решения уравнения Пуассона [1].

На рисунке 2 представлены результаты сшивания изображений. Полученные изображения представляют собой панорамы внутренних поверхностей труб.



Рисунок 2: Панорамы внутренних поверхностей труб

### 3. Локализация и классификация дефектов

Классифицируют дефекты металлических поверхностей такие как: плены, пузыри, раковины, риски, трещины, неоднородность текстуры (пятна, ржавчина) и т.п [2].

Данный этап находится в разработке, а именно производится исследование применения различных архитектур свёрточных нейронных сетей (CNN) таких как Res-Net, Unet, для решения поставленной задачи.

### 4. Заключение

В результате проделанной работы была описана программная часть разрабатываемой системы. Реализованы и протестированы программные модули для развертки и сшивания изображений. В дальнейшем планируется выбор и обоснование выбора архитектуры свёрточной нейронной сети для решения задачи детектирования и классификации дефектов.

### 5. Благодарности

Выражаем благодарность ООО «ИТ-Сервис» за предоставление камеры и труб. Также отдельную благодарность выражаем ООО НПЦ «Самара» за проектирование и создание прототипа установки для съёмки.

### 6. Литература

- [1] Patrick, P. Poisson Image Editing / P. Perez, M. Gangnet, A. Blake // ACM SIGGRAPH. – 2003. – P. 313-318.
- [2] Дефекты труб и монтажа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://discoverrussia.interfax.ru/wiki/69/> (25.12.2019).