

Миханов А.В.

*Научный руководитель: к. т. н., доц. каф. ИС Подгорнова Ю.А.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

### **Исследование алгоритмов сегментации для выделения дефектов на сварных швах**

Сегментация изображения — это разбитие пикселей по определенным группам или классам, каждая из которых имеет свои уникальные характеристики и параметры такие как яркости, расположение пикселей относительно центроидов и тому подобное. В этой области разработано огромное количество разнообразных алгоритмов.

Сегментация используется в таких областях, как:

- компьютерное зрение;
- выделение необходимых элементов на фото снимках;
- выделение злокачественных образований на рентгеновских медицинских снимках;
- выделение сварных дефектов сварных соединений на рентгеновских снимках;
- распознавание текста на изображениях;
- считывание штрих-кодов;
- распознавание объектов на изображении;
- удаление мелких объектов с изображений для улучшения обучения нейронных сетей.

Целью данной работы является исследование алгоритмов сегментации для выделения дефектов на сварных швах.

В качестве исследуемых алгоритмов были использованы самые популярные и самые действенные алгоритмы сегментирования как медицинских рентгеновских снимков, так и рентгеновских снимков сварных соединений металлов, такие как:

- К-средних – алгоритм, разбивающий элементы изображения на некоторое количество кластеров  $k$ . В процессе выполнения, К-средних минимизирует среднеквадратичное отклонение пикселей в каждом кластере [1,5];

- Глобальный порог – алгоритм, устанавливающий общий порог для всего изображения. По значению порога выполняется разделение изображения на передний план и задний фон;

- Адаптивный порог - алгоритм, разбивающий все изображение на небольшие матрицы. В каждой матрице изображения выполняется поиск пикселя с максимальным значением яркости. И все пиксели, близкие к значению яркости максимального пикселя, выделяются белым, иначе это пиксели фона и они закрашиваются черным [4];

- Метод Оцу - это алгоритм, который дробит изображения на два класса: полезные и фоновые пиксели. Алгоритм автоматически находит такой порог, чтобы внутри классов дисперсия была минимальна;

- Алгоритм С-средних – это метод нечёткой кластеризации. Он позволяет разбить имеющиеся элементы на заданное число нечётких множеств  $k$ . Метод нечеткой кластеризации формирует вероятностную матрицу принадлежности каждого пикселя к определенному классу. Чем ближе центроид к пикселю, тем больше вероятность принадлежности пикселя к тому сегменту;

- Алгоритм паукообразных обезьян – это новейший алгоритм, работающий на основе роевого интеллекта. Создан данный алгоритм после наблюдения за поведением паукообразных обезьян. Данный алгоритм автоматически находит количество кластеров, а потом выполняет сегментирование изображения [3].

1. Ищет пиксель.
2. Оценивает расстояние до него.
3. Пиксель либо получает цвет кластера или нет.
4. Пересчет центра кластера.

– Выращивание полигонов. Этот подход к сегментации исследует соседние пиксели начальных точек роста семян и определяет, следует ли добавить в область пиксели или нет.

Надежность эксплуатации сварных соединений зависит от их соответствия стандартам, в которых описаны все параметры сварных швов, которые обеспечивают надежность сварных соединений. При каких-либо отклонениях от установленных стандартов могут возникать повреждения, которые приведут к дальнейшему разрушению сварных соединений.

Рассмотрим следующие виды дефектов сварных соединений:

– шлаковые включения - это включения в сварном шве, заполненные неметаллическими веществами, которые не успели подняться на поверхность соединения до кристаллизации [2];

– поры – это дефект, представляющий газы в полости. Поры чаще всего имеют сферическую форму. Они могут находиться в любой части шва по одиночке или даже группами, которые образуют целые линии пор, которые возникают при кристаллизации металла, пересыщенного газами в своем составе. Основными причинами появления данных дефектов являются: плохая очистка свариваемых кромок от ржавчины, масел, различных загрязнений и повышенное содержание углерода в основном и присадочном материалах [2];

– несплавление или непровар - это дефект, представляющий из себя несплавления в сварном соединении из-за неполного расплавления кромок между двумя металлическими объектами [2];

– трещины – дефект в виде межкристаллического разрушения металла в месте сварного шва, который часто появляется в соединениях из углеродистых легированных сталей, если при сварке происходит частичная или полная закалка. При образовании трещины дефект устраняется ремонтом сварного соединения [2].

После реализации описанных алгоритмов, можно выполнить тестирование данных алгоритмов. Для тестирования был выбран набор рентгеновских снимков, полученный на производстве ПАО «Русполимет».

Результаты эффективности алгоритмов можно свести в таблицу.

Таблица 1 – Эффективность алгоритмов сегментирования

Название алгоритма	Всего количество изображений	Количество правильно сегментированных изображений
К-средних	50	47
Глобальный порог	50	45
Адаптивный порог	50	46
Метод Оцу	50	48
С-средних	50	50
Алгоритм паукообразных обезьян	50	49

В результате полученных данных можно сделать вывод о том, что все алгоритмы сегментирования могут быть использованы для сегментирования изображений.

По эффективности можно составить следующий список:

1. С-средних;
2. Алгоритм паукообразных обезьян;
3. Метод Оцу;
4. К-средних;
5. Адаптивный порог;
6. Глобальный порог.

Анализ алгоритмов сегментации является очень важным для выбора правильного алгоритма под конкретную задачу сегментации, так как от результата работы алгоритмов сегментации будут зависеть дальнейшие этапы машинного обучения и распознавания необходимых элементов. При этом, чем лучше и чище сегментируются изображения, тем качественней будет результат обучения искусственного интеллекта. Именно сегментация и выделение контуров являются первым этапом в распознавании объектов, а также они могут помочь увидеть дефекты сварных соединений на рентгеновских снимках.

### Литература

1. Гранухина А.Н. Обзор современных алгоритмов сегментации изображений // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности. XI Международная конференция, IX Международный конкурс научных и научно-методических работ. 2018. С. 115-119
2. Васин О.Е., Югай В.М., Садрtdинов Р.А., Подмогаев В.А., Гейцан В.Б., Кареев Н.К., Селиванов А.А. Атлас дефектов. Научно-технический сборник. Екатеринбург, 2008, 56 с.
3. Штучный А. М. Сегментация изображений биоинспирированным нечетким алгоритмом паукообразных обезьян / А. М. Штучный, В. М. Курейчик // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2018. – Т. 1. – С. 157-160.
4. Пелевин Е. Е., Балясный С.В. Использование метода ADAPTIVE THRESHOLD в системе технического зрения // Technical and Computer Science (Juvenis scientia). 2017. № 1. С. 4-7.
5. Кутлуниин П.Е. Методы обработки изображений с импульсным шумом на основе алгоритма кластеризации: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.13.17 / Кутлуниин Павел Евгеньевич; [Место защиты: Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики]. - Омск, 2016. - 17 с.