

УДК 004.93

СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Ковальская О.Н., Кутепова О.А.

доцент каф. ИС, к.т.н. Бабилунга О.Ю.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

АННОТАЦИЯ. В работе решена задача автоматизации процесса контроля качества сварных соединений. Разработана система визуального контроля качества сварных швов на основе алгоритмов контурной сегментации и преобразования Хаффа с применением средств библиотеки *OpenCV*. Проведено исследование применения различных алгоритмов контурной сегментации для выделения области сварного соединения на изображении.

Введение. В настоящее время из всех способов неразъемного соединения металлических материалов преимущественное применение имеет сварка. От качества сварных соединений зависит прочность и эксплуатационная надежность металлоконструкций [1]. Разработка новых средств контроля качества сварных соединений является одной из важных научно-производственных задач.

Цель работы. Автоматизация процесса визуального контроля качества сварного соединения по геометрическим параметрам шва, проведение исследования и анализа методов цифровой обработки изображения для обнаружения дефектов сварного соединения по изображению.

Основная часть работы. Существует ряд причин – низкое качество металла, неверный выбор материала, нарушение технологии сварки, недостаточная квалификация сварщика – которые приводят к дефектам сварного соединения, влияющим на его прочность и эксплуатационную надежность, что в свою очередь может привести к разрушению всей металлоконструкции.

Поэтому после завершения сварочных работ, изделия подвергаются контролю с целью обнаружения и исправления дефектов. Контроль сварных соединений делится на – разрушающие методы, и на более широко используемые – неразрушающие. При неразрушающем контроле применяются следующие методы: внешний осмотр, магнитный, ультразвуковой контроль и прочие [1]. Два последних метода ориентированы на контроль внутренних характеристик шва (скоплений шлака, неметаллических включений и пр.). Задача внешнего контроля – оценка внешних (визуальных) параметров. Данный способ контроля осуществляется человеком с использованием дополнительного освещения и лупы. Целью внешнего осмотра является выявление видимых дефектов (протяженностью 0,1 мм) и отклонений от требуемых размеров и формы. В виду сложности и субъективности проведения данного метода контроля необходима его автоматизация – разработка системы автоматизированного контроля качества сварных соединений.

В соответствии с нормативами [2], качество сварных соединений определяется геометрическими размерами шва, внешним видом и другими особенностями, которые можно определить методами оптического контроля и цифровой обработки изображений. Система визуального контроля качества сварного соединения решает ряд задач, которые прямо или косвенно указывают на наличие дефекта: предварительная обработка, сегментация области шва, измерение ширины сварного шва, определение отклонений его геометрических параметров от допустимых значений.

В системе на этапе предварительной обработки изображения были использованы методы улучшения качества изображения. Среди них – преобразование цветного изображения в полутоновое, коррекция яркости и контрастности, удаление шумов. По результатам испытаний для устранения шумов применен метод медианной фильтрации, так как он позволил хорошо подавить одиночные импульсные помехи и случайные шумовые выбросы на изображении, что

в свою очередь дало возможность для более точного обнаружения области сварочного соединения на следующих этапах обработки [3].

На этапе сегментации области шва было проведено исследование для выбора метода выделения границ сварного соединения на изображении. Существуют множество методов контурной обработки объектов на цифровом изображении, реализованных в библиотеке *Open CV*: оператор Робертса, Собеля, Превитта, детектора границ Канни [3] и др. Дифференциальные операторы Робертса, Собеля, Превитта восприимчивы к шуму на изображении, не удовлетворяют требованиям непрерывной и минимальной ширины контурных линий (рис. 1, а, б, в). Целесообразно использовать метод выделения контура с помощью детектора границ Канни. При обработке сварных соединений детектор границ Канни дает лучший результат, т.к. позволяет задать пороговые значения для максимального сохранения границы в условиях действия шумов (рис. 1, г).

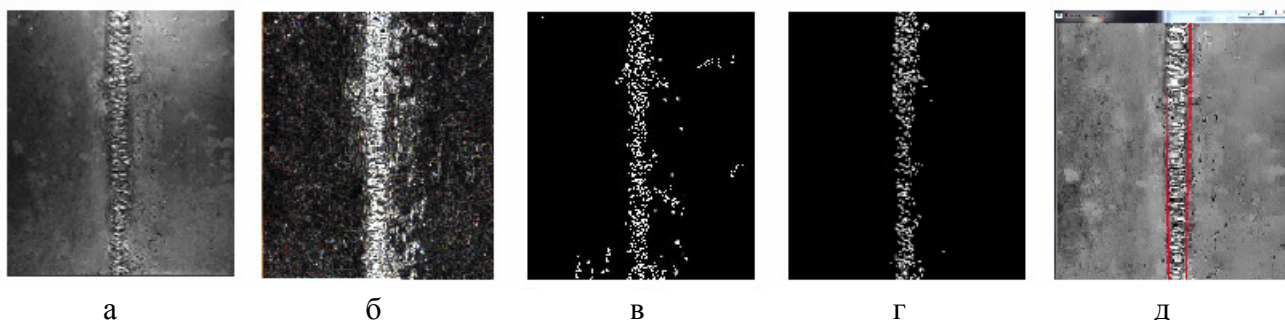


Рис. 1. – Примеры обработки изображений сварных соединений: а – исходное изображение; б, в, г – результаты контурной сегментации изображения с применением алгоритмов Собеля, Превитт, Канни; д – результат обнаружения области шва

На следующем этапе обработки, для обнаружения объекта, принадлежащего определённому классу фигур, в нашем случае для поиска линий, был применен метод преобразования Хафа (см. рис. 1, д). Преобразование Хафа [4] основывается на представлении искомого объекта в виде параметрического уравнения. Параметры этого уравнения представляют фазовое пространство (пространство Хафа). На бинарном контурном изображении перебираются все точки границ и, делается предположение, что точка принадлежит линии искомого объекта. Для каждой точки изображения рассчитывается нужное уравнение, и получаются необходимые параметры, которые сохраняются в пространстве Хафа. Финальным шагом является обход пространства Хафа и выбор максимальных значений, за которые «проголосовало» больше всего пикселей изображения, что и даёт нам параметры для уравнений искомого объекта.

Выводы. В ходе исследования проанализированы алгоритмы и методы обнаружения сварных соединений, и выбраны наиболее эффективные, которые позволили реализовать операции фильтрации, сегментации, выделения контуров в системе контроля качества сварных соединений. Результатом проделанной работы является обнаружение области сварного шва на изображении с помощью преобразования Хафа и методов цифровой обработки изображения. На базе разработанной системы проведены эксперименты по контролю качества сварного шва.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Контроль сварных соединений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://tool-land.ru/kontrol-svarnykh-shvov.php>.
2. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
3. Image processing in OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_imgproc/py_table_of_contents_imgproc.html.
4. Hough line transform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://docs.opencv.org/3.0-beta/doc/py_tutorials/py_imgproc/py_houghlines/py_houghlines.html.