

РОБОТ ДЛЯ РЕМОНТА ТРЕЩИН В МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯХ

*Третьяков Дмитрий Вадимович, Чижменко Роман Игоревич,
Паксютов Владимир Владимирович,*

студенты 2-го курса факультета «Мосты и тоннели»

*Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск
(Научный руководитель – Цветков Д.Н., канд. техн. наук, доцент)*

Трещины в металлоконструкциях – это одна из значимых проблем эксплуатации мостов. В зависимости от состояния элемента он подлежит замене или усилению. Усиление производится методами сварки или установки накладок на поврежденную часть.

Установка накладок возможна не во всех участках полотна, а сварка нежелательна, в связи со структурными изменениями металла под действием высоких температур [1]. Решением данной проблемы является пайка трещины.

Для обеспечения высокой точности пайки, автоматизации процесса и исключения риска травмирования рабочего, необходим специализированный робот, для ремонта трещин в металлоконструкциях.

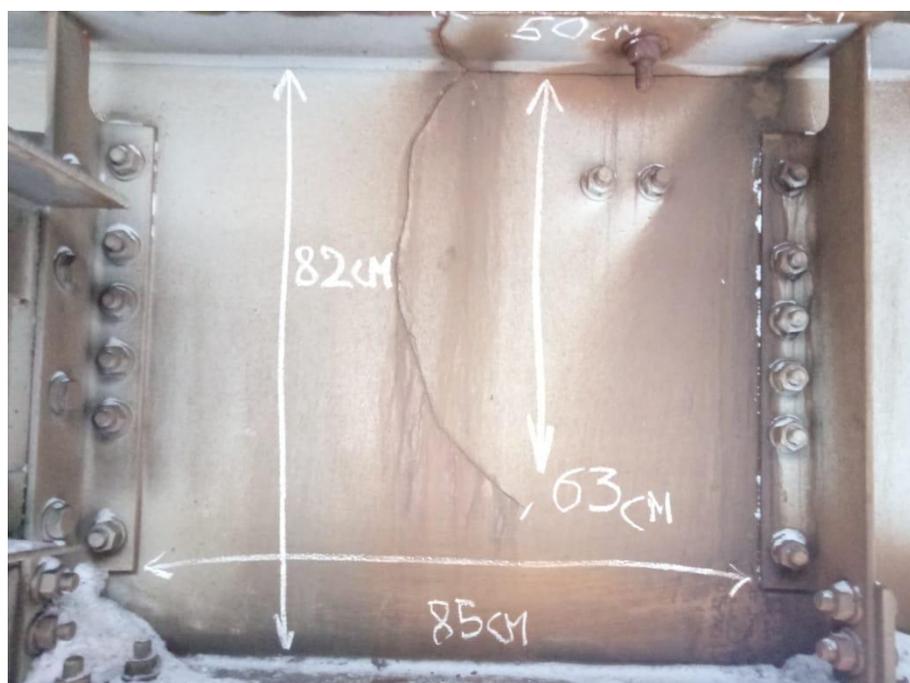


Рисунок 1 – Трещина в балке пролетного строения

Целью данной работы является определение траектории движения робота в плоскости трещины для дальнейшей её пайки, по изображению (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**), содержащее элемент с трещиной.

Начальным этапом является редактирование изображения и выделение границы трещины.

Нашей первоначальной идеей была обработка изображения вручную, но такой вариант работает на частных случаях трещин. Нужно же разработать такое решение, благодаря которому дефект конструкции будет определяться в реальном времени.

В настоящее время в жизни всё чаще стало применяться машинное обучение. Мы считаем, что на его основе возможно создание программного обеспечения робота, которое будет сегментировать и выводить координаты трещин на любых поверхностях пролетного строения.

По нашему мнению, такая реализация автоматического определения контура возможна при использовании сверточной нейронной сети на архитектуре UNet (Рис. 2), которая активно используется в медицине для сегментации изображений [2], где выполняет поиск аномалий в тканях и внутренних органах человека [3], и для обработки спутниковых фотоизображений с целью выделения крупных объектов [4], что приблизительно схоже с поставленной перед нами задачей по сегментации и выделению трещины в пролетном строении мостовых конструкций.



Рисунок 2 – Архитектура Unet

Начальной выборкой для дальнейшего обучения нейросети послужило несколько сотен фотографий, содержащих различные дефекты в элементах металлических конструкций. Для организации процесса обучения нейронной сети, все имеющиеся в наличии фотографии были поделены на обучающую и тестовую выборки. Была выполнена разметка трещин в виде бинарных

изображений (Рис. 3), на которых трещины выделены белым цветом, а фон – черным.

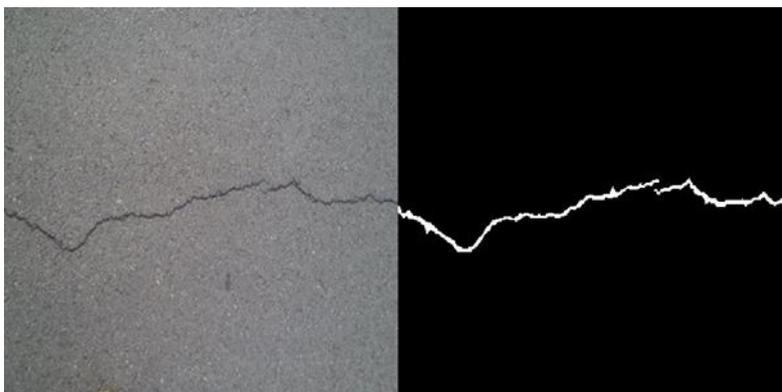


Рисунок 3 – Пример обучающей модели

Благодаря обученной нейронной сети сегментируем и выявляем трещину на нашей первоначальной фотографии, после чего выводим ее координаты относительно заданного начала координат на изображении.

Следующим этапом является написание программы, преобразующей изображение трещины в набор точек, которые позже будут представлены в виде траектории трещины, по которой будет производиться пайка роботом.

Алгоритм решения задачи по выводу координат трещины:

Для написания программы используем язык программирования Python 3.10.4. На выведенном изображении задаем координатную сетку и выводим значение каждой точки дефекта. После переводим каждую координату в масштаб плоскости пролетного строения через коэффициент по осям X и Y, который мы выводим из имеющихся значений длины и высоты конструкции.

Результатом работы программы является массив точек, принадлежащих трещине (Рис. 4).

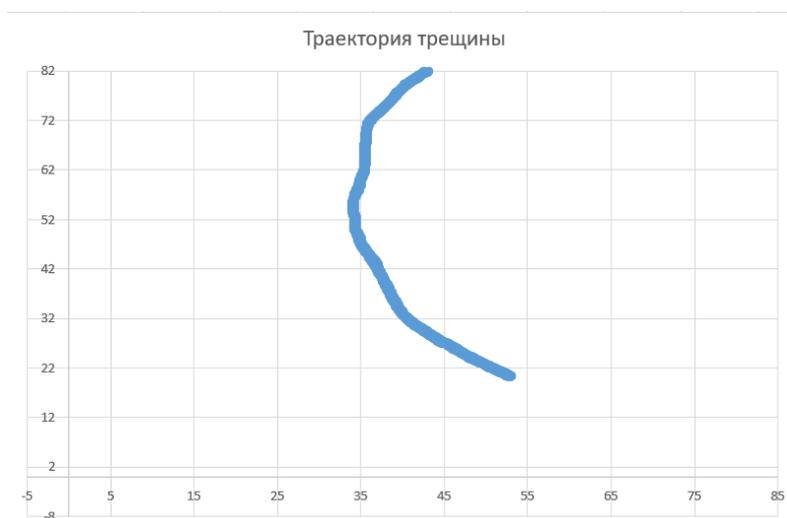


Рисунок 4 – График координат трещины в MS Excel

Посредством другого кода из общего массива точек оставляем только краевые значения. Полученные координаты являются контуром трещины (Рис. 5).

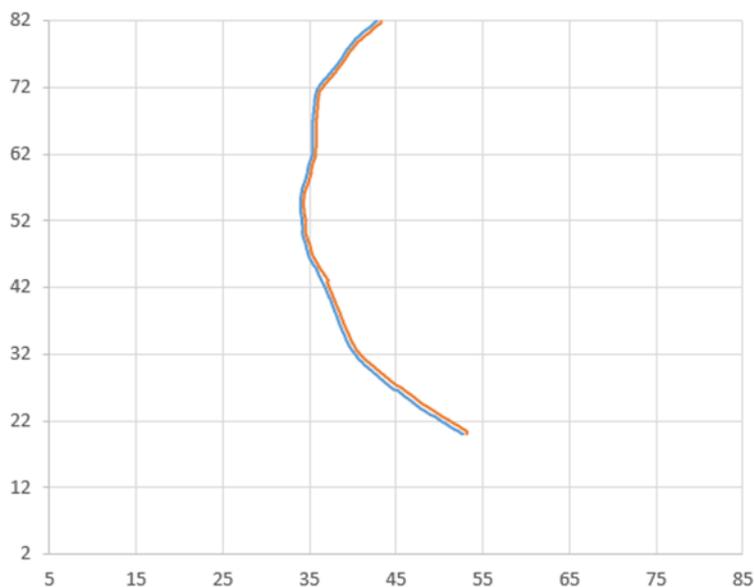


Рисунок 5 – Координаты граничных точек трещины

Координаты точек контура, являются координатами траектории движения паяльной установки робота. Движение будет задаваться векторами, начало которых $(X_i; Y_i)$ будет лежать на одной стороне трещины, а конец $(X_{i+1}; Y_{i+1})$ на противоположной, что позволит равномерно запаять всю площадь трещины.

По итогу работы была написана программа, позволяющая по изображению с трещиной, определить координаты контура трещины и задать траекторию движения паяльной установки робота. Данный результат является промежуточным этапом в разработке робота по ремонту металлоконструкций.

Литература:

1. ВСН 24-75 - Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог - М.:Транспорт, 1976.
2. Ronneberger O., Fischer F., Brox T. U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation // International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, 2015. Vol. 9351. pp. 1097–1105.
3. Unet 3+: A full-scale connected Unet for medical image segmentation / H. Huang, L. Lin, H. Tong, H. Hu, Q. Zhang, Y. Iwamoto, X. Han, Y.-W. Chen, J. Wu, 2020.
4. DeepUNet: A deep fully convolutional network for pixel-level sea-land segmentation / R. Li, W. Liu, L. Yang, S. Sun, W. Hu, F. Zhang, W. Li, 2017.