

УДК 620.179.16

Использование методов машинного и глубокого обучения для обработки и анализа секторных сканов ультразвукового неразрушающего контроля

Крысько Николай Владимирович

kryskonv@bmstu.ru

SPIN-код: 4002-2427

Шевченко Антон Валерьевич

shav17t359@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Показана специфика визуальных данных ультразвукового контроля (УЗК) в виде сканов. Рассмотрены методы автоматизации обработки и анализа сканов УЗК с применением алгоритмов машинного обучения. Проведены эксперименты по применению методов кластеризации и одноступенчатой детекции объектов к сканам, полученным при УЗК стыковых сварных швов с искусственными дефектами, характерными для магистральных газопроводов. Представлены результаты выполненной работы.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль, сканы, машинное обучение, глубокое обучение, сегментация, детекция объектов

Введение. Сварные соединения, выполненные дуговой сваркой, подвержены дефектам различных типов. Качество сварных швов обычно оценивается по количеству и размеру обнаруженных дефектов [1]. Поэтому большинство сварных соединений проходит процедуры неразрушающего контроля, в частности УЗК. Изначальные данные УЗК представляют собой А-сканы. Для одновременного анализа множества А-сканов данные УЗК представляют в виде изображений, которые подразделяются на В-сканы, С-сканы и S-сканы. В отличие от автоматизированного процесса сбора данных УЗК анализ данных осуществляется вручную, что может негативно сказаться на достоверности результатов, особенно при наличии большого объема данных [2]. Для решения возникающих проблем предлагаются методы автоматизированного анализа данных УЗК. На практике применяются различные алгоритмы машинного и глубокого обучения, способные выполнять задачи распознавания, сегментации и классификации [3].

Методы и материалы; результаты. Для исследования возможностей сегментации S-сканов с помощью алгоритмов кластеризации был осуществлен сбор данных УЗК с использованием 16-элементной фазированной антенной решетки на частоте 4 МГц. Контролировались сварные швы из стали 20 с заложенными в них объемными и плоскостными дефектами.

Для исследования был выбран фрагмент секторного скана, на котором присутствуют два изображения эхо-сигналов: сигнал от валика и сигнал от дефекта. Было необходимо добиться четкого цветового различия между двумя изображениями, чтобы система могла достоверно различать сигналы.

Был подобран алгоритм кластеризации DBSCAN [4], который позволяет выделить три объекта на изображении: разделка сварного шва с сигналом от валика, бездефектная область и сигнал от дефекта, что является примером достоверной сегментации исследуемого S-скана. Параллельно осуществлялась разметка сканов на различные классы по форме дефектов. Далее размеченные данные стали основой выборки для одноступенчатой детекции объектов YOLO [5]. Использование одноступенчатой детекции объектов YOLO дало следующие результаты: лучше всего обнаруживались объемные дефекты с точностью в почти 90 %.

Заключение. Алгоритмы машинного/глубокого обучения являются одним из перспективных направлений в разработке решений для автоматизированного анализа данных УЗК. Однако необходимы тренировочные выборки большого объема. Применение кластеризации DBSCAN дало хорошие результаты относительно проверяемого фрагмента скана. Необходимо подготовить выборку для отработки предлагаемого алгоритма компьютерного зрения и для более точного подбора гиперпараметров. Недостаточно высокие результаты одноступенчатой детекции объектов YOLO связано с небольшим числом данных в изучаемых выборках. Следующим этапом является увеличение количества сканов с применением методов аугментации данных.

Список источников

- [1] Алёшин Н.П. *Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений*. Москва, Инновационное машиностроение, 2021, 576 с.
- [2] Hasanian M., Ramezani M. G., Golchinfar B., Saboonchi H. Automatic segmentation of ultrasonic TFM phased array images: the use of neural networks for defect recognition. *Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems*, 2020, vol. 29, art. no. 113790.
- [3] Medak D., Posilovic L., Subašić M., Budimir M., Lončarić S. DefectDet: A deep learning architecture for detection of defects with extreme aspect ratios in ultrasonic images. *Neurocomputing*, 2022, vol. 473, pp. 107–115.
- [4] Жерон О. *Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем*. Санкт-Петербург, ООО «Диалектика», 2020, 1040 с.
- [5] Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016, pp. 779–788.