

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ
РАСПОЗНАВАНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ**

Приставка Е.А. (ИГУ)

Научный руководитель – доцент, к.ф.-м.н Бернгардт О.И. (ИГУ)

Введение. Прототипирование принципиальных электронных схем зачастую выполняется разработчиками вручную, на бумаге. Поэтому одной из актуальных проблем в электротехнике является распознавание принципиальных электрических схем (ПЭС), представленных в графическом виде. Ручной перевод таких схем – трудоёмкий, длительный и подверженный ошибкам процесс. Автоматизация этого процесса позволит значительно ускорить такие производственные задачи, как прототипирование, проведение симуляций работы схем, оцифровка с целью дальнейшего архивирования и др. Существующие на данный момент решения проблемы распознавания ПЭС имеют ряд технических ограничений. Например, одна из наиболее продвинутых на данный момент систем поддерживает 58 классов и не имеет возможности определения типа подключаемых выводов радиокомпонентов, из-за чего точное распознавание схемы является затруднительным [1].

Основная часть. В работе решалась задача перевода ПЭС, нарисованной вручную, в оцифрованный вид. Для распознавания элементов ПЭС была применена модель YOLOv8.1-OBV [2], выпущенная компанией Ultralytics в январе 2024 года. Эта модель обладает улучшенной точностью и скоростью по сравнению с предыдущими версиями. В качестве основы для обучения модели был использован датасет, описанный в [3], содержащий 24 набора изображений по 96 в каждом (всего 2424 изображения). Датасет содержит более 200 000 аннотаций с 59 классами, что делает его одним из самых крупных и подробных наборов данных для работы с ПЭС. Применение сети YOLO в этой задаче не ново [4], основным отличием работы является использование ориентированных боксов (OBV), доступных в новой версии YOLO.

Для поддержки технологии OBV, необходимой для определения ориентации радиокомпонентов на схеме, датасет был переаннотирован. Кроме того, датасет был расширен за счёт разметки новых изображений и добавления новых классов, что позволило повысить точность и универсальность модели. Обучение модели YOLOv8.1-OBV проводилось на таких платформах как Google Colaboratory и Yandex Datasphere. Для распознавания соединений между компонентами схемы была применена библиотека OpenCV. Результаты распознавания экспортируются в ряд форматов, поддерживаемых рядом систем для эмуляции работы ПЭС, а также некоторыми САПР.

В докладе обсуждаются особенности реализации, достигнутое качество работы сети и приводятся примеры её работы в различных ситуациях.

Выводы. Распознавание ПЭС с использованием модели YOLOv8.1-OBV и библиотеки OpenCV является одним из эффективных методов решения задач автоматизации обработки электротехнической документации.

Список использованных источников:

- 1) Johannes B, Amit K.R., Andreas D. Instance Segmentation Based Graph Extraction for Handwritten Circuit Diagram Images // arXiv [Электронный ресурс], 09.01.2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2301.03155> (дата обращения: 25.12.2023).
- 2) Ориентированные ограничительные рамки. Обнаружение объектов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/ru/tasks/obb/> (Дата обращения: 08.01.2024)
- 3) Felix T., Johannes B., Yakun L. A Public Ground-Truth Dataset for Handwritten Circuit Diagram Images // arXiv [Электронный ресурс], 21.07.2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2107.10373> (Дата обращения: 3.01.2023)

- 4) Rachala, R.R., Panicker, M.R. Hand-Drawn Electrical Circuit Recognition Using Object Detection and Node Recognition// *SN COMPUT. SCI.* **3**, 244 (2022).
<https://doi.org/10.1007/s42979-022-01159-0>