

## ДЕТЕКЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ LED-ИЗЛУЧАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ YOLOV8 И ROBOFLOW

Азаревич В.А., Ковалева И.Л.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

В работах [1] и [2] определение положения рабочего инструмента 3D-принтера, на котором расположен LED-излучатель, выполнялось с помощью нейронной сети YOLOv4. С целью повышения скорости и точности обработки данных было принято решение использовать для детекции более современную модель обнаружения объектов YOLOv8.

Подготовка набора данных для YOLOv8 является сложным и трудоемким процессом. Чтобы его упростить, был использован сервис Roboflow [3], который предоставляет удобные инструменты для сбора изображений, их разметки, а также обеспечивает возможность загружать уже существующие аннотации. Это позволило использовать данные, сформированные ранее для YOLOv4, минуя повторную разметку, и конвертировать аннотации в формат, совместимый с YOLOv8.

Для повышения адаптации системы к разным условиям съемки и улучшения точности детекции была выполнена предварительная обработка сформированных данных. Она включала авто-ориентацию (анализ EXIF-данных изображений и, если необходимо, поворот их в правильное положение), масштабирование изображений до нужного разрешения, а также автоматическую настройку контрастности (для усиления различия между объектами и фоном).

После предварительной обработки данных был выполнен этап аугментации. Этот процесс включает в себя создание искусственных вариантов исходных изображений с помощью различных трансформаций, таких как повороты и обрезка (улучшают стабильность детекции, если инструмент с LED-излучателем будет виден под разными углами или частично закрыт), изменение яркости и контрастности (помогают выполнять детекцию в любых условиях освещения), добавление шума и размытия (дают возможность распознавать инструмент с LED-излучателем даже в случае помех или когда изображение не будет идеально четким). Аугментация помогает значительно увеличить объем данных, снижая риск переобучения.

Roboflow предоставляет подробные метрики, характеризующие эффективность процесса обучения. К ним относятся mAP [2], box loss (оценивает, насколько точно модель предсказала позицию, размер и форму ограничивающих прямоугольников), class loss (измеряет ошибку в классификации объектов) и object loss (оценивает, насколько правильно модель предсказала, что объект существует в том или ином месте изображения). На рисунке 1 приведен график изменения mAP, который

демонстрирует успешное обучение модели. Значение mAP стабильно достигает высокого значения (~1.0), а mAP@50:95, будучи более строгой метрикой, т.к. учитывает детекции на множестве порогов IoU от 50% до 95%, выросла до ~0.65. Это указывает на то, что модель хорошо справляется как с базовым детектированием, так и с более сложными случаями, требующими высокой точности локализации LED-излучателя.

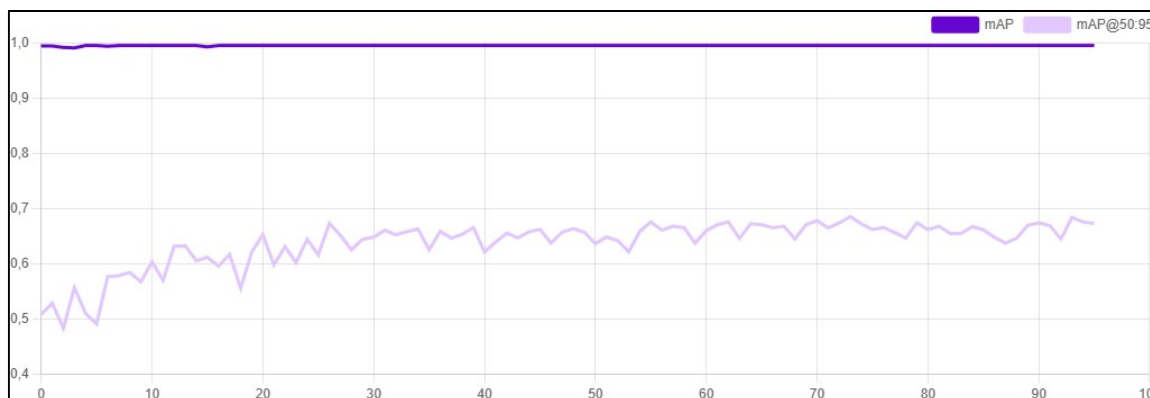


Рисунок 1 – График изменения mAP и mAP@50:95

Переход на YOLOv8 значительно улучшил распознавание LED-излучателя на рабочем инструменте 3D-принтера. Благодаря более высокой скорости работы как на CPU, так и на GPU, YOLOv8 обеспечивает быструю и стабильную обработку данных, что критично для задач реального времени. Современная архитектура YOLOv8 улучшила детекцию в условиях сложного освещения и изменяющихся углов обзора, часто встречающихся в 3D-принтерах. Roboflow упростил подготовку данных, автоматизировал разметку изображений, аугментацию и преобразование в подходящий формат, что повысило качество выборки и устойчивость модели. Это привело к более надёжному и эффективному распознаванию LED-излучателя, даже в условиях повышенной сложности.

1. Мисякова, В. А. Обучение нейронной сети для обнаружения диода в видеопотоке / В. А. Мисякова ; науч. рук. И. Л. Ковалева // Актуальные вопросы и направления в инженерии : материалы 80-ой студенческой научно-технической конференции БНТУ, апрель – май 2024 года / редкол.: А. М. Авсиевич, Ю. В. Полозков, С. В. Александровский [и др.] ; сост. В. А. Мартинович. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 343-347.
2. Мисякова, В. А. Выбор модели нейронной сети для отслеживания движения рабочего инструмента 3D-принтера / В.А. Мисякова, И.Л.Ковалева // Машиностроение : республиканский межведомственный сборник научных трудов / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: В. К. Шелег (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2023. – Вып. 35. – С. 92-96.
3. Build Vision Models with Roboflow [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.roboflow.com> (Дата обращения: 04.01.2025)