

**УДК 621.865.8:004.932**

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СОРТИРОВКИ**

Данилов Иван Александрович

*Студент 3 курса*

*кафедра «Металлорежущие станки»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.С. Калаев,*

*старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»*

Компьютерное зрение зародилось в 1700-х годах с исследований света и зрения. В 1884 году камера Kodak положила начало обработке изображений. В 1957 году был создан цифровой сканер, а в 1960-х Ларри Робертс разработал основы 3D-машинного зрения. Прорыв произошел в 2010-х с появлением глубокого обучения, когда сверточные нейронные сети (CNN) начали решать сложные задачи. Современные модели, такие как YOLOv5, обеспечивают баланс скорости и точности, что делает их подходящими для задач сортировки в реальном времени.

Для задач сортировки используются модели YOLO (для скорости), Faster R-CNN (для точности) и ResNet (для классификации). В данной работе выбрана модель YOLOv5 благодаря её скорости и способности обнаруживать объекты, что важно для интеграции с дельта-роботом. YOLOv5 хорошо адаптируется к задачам реального времени, а предобученные веса позволяют дообучать её под конкретные условия, такие как различия в цвете и форме маленьких объектов.

Для обучения был подготовлен набор данных из 1000 изображений маленьких объектов (кубиков, шариков) разных цветов (красный, синий, зеленый) и форм (круг, квадрат, треугольник). Изображения были получены с камеры, установленной над рабочей зоной дельта-робота. Аннотация проводилась с использованием инструмента LabelImg: каждому объекту присваивался bounding box и класс (например, "красный круг"). Данные были случайным образом разделены на 80% для обучения, 10% для валидации и 10% для теста, что обеспечило разнообразие и репрезентативность.

Обучение модели YOLOv5 проводилось для распознавания и сортировки объектов дельта-роботом в реальном времени. Эксперименты выполнялись с различным количеством эпох и размеров батчей, чтобы оценить их влияние на результаты.

Обучение включало предобработку данных (масштабирование до 720x720, нормализация), использование комбинированной функции потерь YOLOv5 и оптимизатора Adam. Процесс выполнялся на GPU. Оптимальная конфигурация — 50 эпох и батч размером 16 — обеспечила mAP 0.87, что стало лучшим балансом между скоростью и качеством.

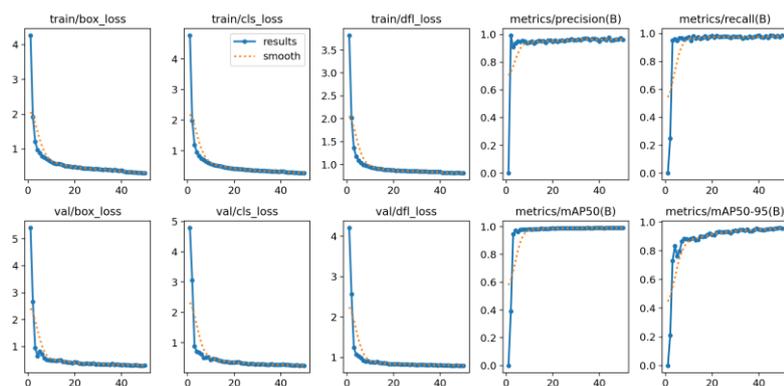


Рис. 1. Результаты обучения модели

Модель YOLOv5 была протестирована на конвейере с дельта-роботом. Она успешно распознавала объекты (красные круги, синие квадраты, зеленые треугольники) с точностью более 90%.

Применение YOLOv5 продемонстрировало её эффективность для сортировки маленьких объектов с использованием дельта-робота. Количество эпох и размер батча существенно влияют на качество модели: конфигурация с 50 эпохами и батчем 16 оказалась оптимальной. Перспективы улучшения включают расширение набора данных и адаптацию к сложным производственным условиям.

#### Литература

1. Yang Q., Zhang X., Wu X., Yang X. The Workpiece Sorting Method Based on Improved YOLOv5 For Vision Robotic Arm // IEEE Xplore. 2022. № 54810. С. 1–6.
2. Zhang J., Chen L., Liu X. Enhanced YOLOv5s-Based Algorithm for Industrial Part Detection // Sensors. 2024. Т. 11, № 2. С. 189–201.
3. Li X., Zhang Y., Wang Z. A YOLOv5s Model for Classification of Garbage [Электронный ресурс] // ResearchGate. Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/378066756\\_A\\_YOLOv5s\\_Model\\_for\\_Classification\\_of\\_Garbage](https://www.researchgate.net/publication/378066756_A_YOLOv5s_Model_for_Classification_of_Garbage) (дата обращения: 08.02.2025).