

Исследование методов обработки изображений процесса трехмерной печати для интеллектуальных видеосистем

Насретдинов Р. Р. (ИТМО), Толстоба Н. Д. (ИТМО), Бодров К. Ю. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Толстоба Н. Д.

Введение. В последние годы трехмерная печать стала одним из самых актуальных направлений в индустрии производства. Эта технология позволяет создавать сложные объекты, добавляя материал на поверхность слой за слоем. Чтобы достичь повышения производительности и качества при трехмерной печати, необходимо эффективно управлять оборудованием и процессом печати в режиме реального времени.

Системы технического зрения помогают развивать эту область. Использование видеосигнала, получаемого с видеокамер, установленных на оборудовании, может быть хорошим инструментом для обработки информации и анализа процесса печати. Одним из основных вызовов в этой области является разработка алгоритмов, которые будут способны работать с высоким разрешением видеосигнала и обеспечивать высокую скорость обработки в режиме реального времени. Это требует использования передовых методов компьютерного зрения, машинного обучения и обработки изображений для распознавания и классификации объектов на видео, определения их параметров и их последующего использования в процессе управления. Системы технического зрения помогают контролировать качество изготавливаемого продукта, обнаруживать неполадки при печати, автоматизировать процесс печати.

Для достижения этих результатов требуется дальнейшее исследование и разработка новых методов обработки видеосигнала, а также интеграция их в системы управления трехмерной печатью.

Основная часть. Существует несколько методов трехмерной печати; было решено остановиться на методе FFF (fused filament fabrication, экструзия термопластика методом наплавленного осаждения) [1].

Во время печати методом FFF могут возникать различные ошибки, приводящие к потере качества образца. Они могут возникать по разным причинам. Построение дерева неисправностей (Fault Tree Analysis) помогает составить причинно-следственные связи между распространенными ошибками и неверными процессами при печати [2].

Задача детекции трёхмерных ошибок может быть решена с помощью алгоритмов обнаружения объектов, таких как модели нейронных сетей семейства YOLO [3] и Vision Transformers (ViT) [4]. Эти архитектуры позволяют не только классифицировать дефекты печати, но локализовать их в пространстве с помощью прямоугольных областей (bounding box).

Для оценки эффективности различных архитектур необходимо провести сравнительный анализ моделей на датасете, содержащем аннотированные изображения дефектов FFF-печати. Важно подобрать целевую метрику для сравнения эффективности разных архитектур нейронных сетей, что позволит получить более точные и достоверные результаты экспериментов.

Помимо анализа архитектур, необходимо настроить условия для съемки процесса 3д печати в лаборатории, чтобы провести тестирование на собственных данных. Для этого необходимо подобрать камеру и условия освещения. Съемка должна быть организована таким образом, чтобы печатаемая деталь находилась в фокусе крупным планом.

Выводы. Проведена первичная работа с найденным датасетом с дефектами FFF-печати. На датасете обучена модель YOLOv11 от Ultralytics. Будут представлены результаты сравнения разных моделей нейронных сетей по подобранным метрикам, а также представлена установка для тестирования на принтере в лаборатории.

Список использованных источников:

1. Colosimo B. M., Huang Q., Epstein D. J., Dasgupta T., Tsung F. Opportunities and Challenges of Quality Engineering for Additive Manufacturing // Journal of Quality Technology 50(3):233-252. 2018. DOI: 10.1080/00224065.2018.1487726
2. Baş H., Elevli S., Yapıcı F. Fault Tree Analysis for Fused Filament Fabrication Type Three-Dimensional Printers // Journal of Failure Analysis and Prevention. 2019. T. 19. № 5. С. 1389–1400. DOI: 10.1007/s11668-019-00735-6.
3. Diwan T., Anirudh G., Tembhurne J. V. Object detection using YOLO: challenges, architectural successors, datasets and applications // Multimedia Tools and Applications. 2023. T. 82. № 8. DOI: 10.1007/s11042-022-13644-y
4. Carion N., Massa F., Synnaeve G., Usunier N., Kirillov A., Zagoruyko S. End-to-End Object Detection with Transformers // ECCV. 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-58452-8_13