

**0.1. Альгашев Г.А., Горбунов Е.В., Кузина В.К.
Генерация синтетических датасетов на
основе 3D-моделей для задачи автома-
тического определения ключевых точек
объектов**

Задачи автоматического определения ключевых точек занимают центральное место в современном компьютерном зрении. Они востребованы в промышленности, робототехнике, при решении задач контроля сборки, позиционирования и метрологии. Основная трудность таких задач связана не с самим обучением модели, а с подготовкой большого количества размеченных данных: разметка ключевых точек — процесс трудоёмкий и чувствительный к ошибкам оператора [1–3].

В нашей работе мы предложили метод, который позволяет устранить эту проблему за счёт синтетической генерации данных на основе 3D-моделей объектов. Суть подхода состоит в том, что мы не собираем фотодатасет в реальных условиях и не размечаем его вручную, а используем имеющиеся CAD-модели и автоматически формируем на их основе готовый датасет.

Ключевым элементом является автоматический выбор точек, представляющих интерес с геометрической точки зрения. С помощью библиотеки VTK производится анализ поверхности модели, выделяются угловые и криволинейные особенности [4]. Эти точки проходят этап экспертной фильтрации, что позволяет исключить избыточные данные и оставить только релевантные для задачи. Далее формируется сцена, где модель визуализируется под множеством ракурсов. Мы сознательно исключили такие визуальные эффекты, как тени, чтобы обучаемая модель не опиралась на вторичные признаки, а училась именно по форме объекта.

В результате получается набор изображений, сопровождаемый координатами ключевых точек, сохранёнными в формате COCO. Такой формат обеспечивает совместимость с современными фреймворками глубокого обучения и позволяет сразу приступать к обучению модели.

Для проверки метода был сформирован датасет объёмом около пяти тысяч изображений. На нём мы обучили модифицированную версию YOLOv8, снабжённую дополнительной головой для регрессии ключевых точек [5]. Полученные результаты показали устойчивое снижение функции потерь, отсутствие переобучения и высокие значения метрик: точность и полнота превысили 0.95, а mAP50 составил около 0.9. Примечательно, что модель, обученная на синтетических данных, демонстрировала уверенное поведение и на реальных фотографиях, что подтверждает её обобщающую способность.

Преимущество предложенного подхода заключается в возможности масштабируемой и воспроизводимой генерации данных, практически не требую-

щей ручного труда. Мы получили инструмент, позволяющий быстро расширять обучающие выборки, подстраивать их под конкретные задачи и контролировать распределение данных. Вместе с тем, метод имеет ограничения: на текущем этапе остаются трудности с моделями, имеющими прозрачные или зеркальные поверхности, а также с ситуациями перекрытия нескольких объектов.

В дальнейшем мы планируем расширить методику, добавив поддержку мультиобъектных сцен и исследуя влияние количества и расположения ключевых точек на качество обучения.

1. Mishra A.K., Nair A.S., Avedillo M.J., et al. SIFT-ONN: SIFT Feature Detection Algorithm Employing ONNs for Edge Detection. Proceedings of the 2023 Annual Neuro-Inspired Computational Elements Conference (NICE '23). Association for Computing Machinery, New York, 2023, p. 100–107. DOI: 10.1145/3584954.3584999.
2. Bulbul M.F., Badsha F., Islam R. Object Detection by Point Feature Matching using Matlab. European Journal of Applied Sciences, 2019, Vol. 6, No. 6, p. 22–27. DOI: 10.14738/aivp.66.5619.
3. Zhang Y., Wang L., Li H., et al. An improved Harris corner detection method for honeycomb structures. AIP Advances, 2023, Vol. 13, No. 4, Article 045028. DOI: 10.1063/5.0141194.
4. Schroeder W., Martin K., Lorensen B. The Visualization Toolkit. 4th ed., Kitware, Clifton Park, NY, 2006. 370 p. ISBN: 978-1-930934-19-1.
5. Mart?nez-Gonz?lez J.R., Rodr?guez-Gonz?lez A., Ca?as J.M. Shape binary patterns: an efficient local descriptor and keypoint detector for point clouds. Multimedia Tools and Applications, 2022, Vol. 81, No. 3, p. 3577–3601. DOI: 10.1007/s11042-021-11586-5.