

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВИЗУАЛЬНОЙ ОДОМЕТРИИ  
НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПОДХОДОВ

Калугина П.А.

Научный руководитель: Овчаров А.О.

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Для получения информации робот может использовать данные с различных сенсоров: лидара, камеры, GPS, GNSS. В рамках данного исследования рассматривается монокулярная визуальная одометрия. Этот подход выделяется экономической доступностью камер по сравнению с лидарами, однако требует более сложных алгоритмов обработки для компенсации отсутствия прямых измерений глубины [1]. Визуальная одометрия классифицируется по плотности представления карты и по способам выделения признаков. Последний класс разделяет методы на не прямые, использующие выделение ключевых точек и дескрипторов, как ORB [2], реализация которого применяется в ORB-SLAM [3], и прямые, работающие непосредственно с яркостью пикселей изображения без выделения промежуточных признаков — например, DSO [4] и LSD-SLAM [5].

Наличие только одной камеры приводит к проблеме неопределенности масштаба и снижению точности одометрии, особенно в сценах с низкой текстурой и при резких движениях камеры [6, 7]. Это связано с особенностями работы разных классов методов. В прямых методах фотометрическая ошибка, измеряющая разницу яркости пикселей, может приводить к высокой погрешности смещения между кадрами. Непрямые методы, помимо долгих вычислений, чувствительны к слабым текстурам и повторяющимся элементам на изображениях, что приводит к аналогичным проблемам.

Интеграция нейронных сетей в классическую визуальную одометрию позволяет компенсировать недостатки работы рассматриваемых методов. Нехватка глубины, возникающая из-за одной камеры в DSO, может решаться предсказанием изображения стерео камеры, как в статье D3VO [8]. Также нейронными сетями можно заменить классические алгоритмы детекции и описание ключевых точек, как это выполнено в статье SuperPoint-SLAM3 [9]. Для исследования качественных метрик, влияющих на точность одометрии и неопределенность масштаба, проводится сравнение работ DSO, ORB-SLAM с D3VO на едином наборе данных. Другими словами, рассматривается, какой из алгоритмов создает более точную карту окружающего пространства и качественные метрики оценки трансформации между кадрами.

## Список литературы

- [1] Диас Эванжелиста А. и др. Сравнение методов оценки траектории на основе LIDAR и монокулярной камеры в моделируемой среде // Proceedings of the 2024 25th International Carpathian Control Conference (ICCC). – IEEE, 2024.
- [2] OpenCV. ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) [Электронный ресурс] // OpenCV documentation. – Режим доступа: [https://docs.opencv.org/4.x/d1/d89/tutorial\\_py\\_orb.html](https://docs.opencv.org/4.x/d1/d89/tutorial_py_orb.html)
- [3] Мур-Арталь Р., Монтель Х. М. М., Тардос Х. Д. ORB-SLAM: универсальная и точная монокулярная SLAM-система [Электронный ресурс] // arXiv. – 2015. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1502.00956>
- [4] Энгель Я., Колтун В., Кремерс Д. Прямая разреженная одометрия [Электронный ресурс] // arXiv. – 2016. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1607.02565>
- [5] Энгель Я., Шёпс Т., Кремерс Д. LSD-SLAM: крупномасштабная прямая монокулярная SLAM-система [Электронный ресурс] // Технический университет Мюнхена. – 2014. – Режим доступа: [https://cvg.cit.tum.de/\\_media/spezial/bib/engel14eccv.pdf](https://cvg.cit.tum.de/_media/spezial/bib/engel14eccv.pdf)
- [6] Бао Я. и др. Семантически-прямая визуальная одометрия // IEEE Robotics and Automation Letters. – 2022. – Т. 7, № 3. – С. 6718-6725.
- [7] Чжун Л. и др. Улучшенный визуальный одометр на основе оптического потока Лукаса-Канаде и ORB-признаков // IEEE Access. – 2023. – Т. 11. – С. 47179-47186.
- [8] Ян Н., фон Штумберг Л., Ван Р., Кремерс Д. D3VO: глубокие глубина, поза и неопределенность для монокулярной визуальной одометрии [Электронный ресурс] // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2020. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2003.01060>
- [9] Сайед Ш. Н., и др. SuperPoint-SLAM3: улучшение ORB-SLAM3 с помощью глубоких признаков, адаптивного NMS и обучения замыканию петель [Электронный ресурс] // arXiv. – 2025. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2506.13089>