

Гархинг, 9 мая, 2023

**Отзыв рецензента на выпускную квалификационную работу  
«Разработка библиотеки извлечения плоскостей из RGB-D снимков»  
студента направления 09.03.04 «Программная инженерия»  
Салью Артура Кристофовича**

Исследовательская работа А.К.Салью посвящена задачам распознавания и подгонки плоскостей к 3D-сканам реальных сцен в контексте решения задач SLAM, а также построению высококачественного программного обеспечения для решения этой задачи, совместимого с современными технологиями, включая docker, языки программирования C++ и Python, и систему ROS. Построение программной библиотеки обнаружения низкоуровневых примитивов может, на взгляд рецензента, рассматриваться как возможная проблема в рамках бакалаврской ВКР и является актуальной для исследования.

А.К.Салью выполнил весь необходимый цикл исследований и разработок при проведении работы, в том числе были выполнены следующие шаги:

- проведен обзор ряда методов анализа 3D данных для распознавания параметрических планарных сегментов реальных 3D сканов,
- выявлены параметры, влияющие на эффективность функционирования этих методов, и проведен их эмпирический подбор,
- проведено проектирование библиотеки сегментации плоскостей, включая разработку требований и архитектуры,
- создана программная реализация библиотеки, отвечающая требованиям, и реализация ее тестов,
- в рамках этой программной реализации создан программный код метода распознавания плоскостей на C++ и его Python-обертка, а также ROS-пакет.

Весь процесс проведения работы описан в тексте ВКР и представлен как единый, связный и логичный набор осознанно выполненных шагов. Преимуществами работы являются доступность всего исходного кода, высокое качество этого кода, качественное описание проведенных исследований, и объем проделанной работы.

Сделаем несколько замечаний к работе.

1. Важными проблемами подходов к моделированию наборов плоскостей (или других примитивов) являются их неустойчивость при работе с реальными данными, в том числе нестабильность по отношению к погрешностям сканирования (выбросам, шуму, неравномерному покрытию скана и т.п.). Системы на основе RANSAC до некоторой

степени менее зависимы от этой проблемы, но не полностью от нее избавлены. По какой причине были избраны именно методы PEAC, CAPE и DDPFF?

2. Хотя приведенные в обзоре литературы работы алгоритмы PEAC, CAPE и DDPFF являются релевантными методам анализа 3D-данных для определения плоскостей, тем не менее следует заметить, что обзор литературы не является вполне исчерпывающим. В частности, в обзоре опущены алгоритмы, использующиеся в задачах восстановления 3D форм на основе наборов примитивов, что является недостатком обзора литературы, так как данные методы являются наиболее эффективными в своем классе. Приведем лишь некоторые опущенные работы.

[1] Li, Lingxiao, et al. "Supervised fitting of geometric primitives to 3d point clouds." Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2019.

[2] Yu, Mulin, and Florent Lafarge. "Finding Good Configurations of Planar Primitives in Unorganized Point Clouds." Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2022.

[3] Lê, Eric-Tuan, et al. "Cpfn: Cascaded primitive fitting networks for high-resolution point clouds." Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. 2021.

[4] Sharma, Gopal, et al. "Parsenet: A parametric surface fitting network for 3d point clouds." Computer Vision—ECCV 2020: 16th European Conference, Glasgow, UK, August 23–28, 2020, Proceedings, Part VII 16. Springer International Publishing, 2020.

Заметим, что в силу контекста работы (методы предполагается использовать в задачах SLAM) не все из этих работ могут оказаться практически релевантными, тем не менее обзор литературы желательно дополнить.

3. Отметим, что многие из этих алгоритмов являются наилучшими в своем классе методами извлечения примитивов и реализованы в том числе на основе современных адаптивных методов машинного обучения, что позволяет им функционировать более эффективно (если не с большим быстродействием), чем их классические аналоги, не использующие обучение. Кроме того, интеграция в современные робототехнические системы алгоритмов машинного обучения с использованием современных библиотек, использующих дифференцируемые графы вычислений, таких как TensorFlow, PyTorch или JAX, является актуальной проблемой программной инженерии. Поэтому желательно прояснить: почему методы на основе машинного обучения были полностью опущены при выполнении работы?

4. Избавиться от зависимостей, таких как boost, PCL либо OpenCV, никогда не представляется вполне возможным, так как необходимо обеспечивать минимум

функционала ввода-вывода, низкоуровневых операций с строго определенными типами данных, и т.п. Почему наличие таких зависимостей рассматривается как недостаток?

В заключение заметим, что выпускная квалификационная работа Салью А.К. является законченным исследованием и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к ВКР, представляемым для получения степени бакалавра по направлению «Программная инженерия».



Артемов Алексей Валерьевич,  
кандидат физико-математических наук,  
научный сотрудник факультета информатики Мюнхенского технического  
университета,  
Большманштрассе д.3, Гархинг 85748, Германия.

(Department of Informatics, Technical University of Munich, Boltzmannstraße 3, 85748  
Garching, Germany)

Телефон: +7 906 749-78-15

Электронная почта: [alexey.artemov@tum.de](mailto:alexey.artemov@tum.de)