**Лабораторная работа №1**  
  
**ФИО**

Пупырев П. К. (группа 6111)

Абдулханов Т. Р. (группа 6111)  
  
**Topic**

Point Cloud; Laser Scanning; Lidar  
  
**Описание предметной области**

3D-сканирование это процесс анализа физического объекта, позволяющий выявить его внешний вид (форму) и цвет. Собранные данные могут послужить для создания цифровой 3D-модели. В процессе сканирования можно получить так называемое облако точек, это совокупность точек с поверхности объекта, которые представляет собой цифровую копию этого объекта. В данной области используется технология лазерного сканирования, которая основана на использовании оптически направленных лазерных лучей, собирающих информацию об объекте в трехмерном пространстве. Лидар является инструментом, использующим технологию лазерного сканирования, он регистрирует лазерные импульсы, рассеивающиеся при попадании на объекты. 3D-сегментация облака точек - это процесс классификации точек на несколько однородных областей, точки в одной и той же области будут обладать одинаковыми свойствами.  
  
**Недостаток**  
  
Существует множество применений 3D-сканирования в различных сферах деятельности, однако точности технологий 3D-сканирования не хватает для выполнения детализированных работ, таких как реставрация архитектурных сооружений или предметов искусства.

**Идея**  
  
В качестве улучшения и упрощения работы реставраторов можно применить многофакторный метод сканирования, в котором помимо основных этапов получения и обработки данных будет применяться дополнительный анализ с помощью искусственного интеллекта, который на основе определенного алгоритма будет выявлять возможные неровности и несоответствия в симметрии различных архитектурных объектов и предметов искусства. К примеру во многих архитектурных сооружениях существуют симметричные детали, предложенный метод будет по отдельности сегментировать их облака точек и вычислять в процентном соотношение несоответствие деталей относительно друг друга. Также данный алгоритм позволит выявлять неровности наложения какого либо напыления: краски, лака и т. п.. Это позволит улучшить качество работы реставраторов

**Краткий текст обзора**  
  
Датчики и системы лидара значительно развились за последние два десятилетия и стали играть определяющую роль во многих сферах жизнедеятельности человека, таких как: создание приложений безопасности, картография[1], создание автономной автомобильной навигации [2], управление лесным хозяйством, защита береговой линии, мониторинг электропередач [3], анализ городской территории [4] или даже определение классификации растительного покрова [5].  
  
В связи с этим крайне важно совершенствовать алгоритмы работы лидара. Данными вопросами занимаются множество инженеров и в качестве улучшений предлагают свои собственные методы сегментации точек при 3D-сканировании, повышения точности работы в режиме реального времени и экономичности [6], [7], а так же автоматизации процесса 3D-сканирования [2], [8], [9]. Также немаловажным фактором является повышение точности и производительности прибора в реальном времени. Сегментация является сложной задачей из-за высокой избыточности, неравномерной плотности выборки и отсутствия четкой структуры. Большинство подходов к регистрации рассматривают облако точек с прямой географической привязкой как твердое тело, и основываются на том, что высокоточная система позиционирования и ориентации (POS) в системе обеспечивает достаточную точность и малое количество ошибок. Однако из-за больших погрешностей низкоточного POS, образуются значительные деформации непосредственно в облаке точек. Поэтому инженеры из Государственной ключевой лаборатории информационной инженерии в области геодезии, картографии и дистанционного зондирования, Уханьского университета[10], предлагают метод NRLI-UAV, который обеспечивает двухэтапный метод регистрации, использующий коррекцию траектории и минимизацию несоответствия между глубинами.

Существует множество примеров применения 3D-сканирования, но ни в одной из статей не упоминается его использование, как средство, помогающее с работой, требующей ювелирной точности. К примеру 3D-сканирование могло бы стать отличным инструментом, упрощающим и улучшающим работу реставраторов. **Однако даже при использовании технологии NRLI-UAV, обеспечивающей высокое качество облака точек (качество улучшается в 8,8 раза с 0,45 м до 0,05 м) приборы недостаточно точны для определения мелких дефектов в архитектурных сооружениях, требующих реставрации.** В нашей статье для обеспечения более высокой точности мы предлагаем применить многофакторный метод сканирования, в котором помимо основных этапов получения и обработки данных будет применяться дополнительный анализ с помощью искусственного интеллекта

**Ресурсы**

[1] A. Ullrich и M. Pfennigbauer, «Advances in lidar point cloud processing», в *Laser Radar Technology and Applications XXIV*, M. D. Turner и G. W. Kamerman, Ред., Baltimore, United States: SPIE, май 2019, с. 19. doi: 10.1117/12.2518856.

[2] D. Zermas, I. Izzat, и N. Papanikolopoulos, «Fast segmentation of 3D point clouds: A paradigm on LiDAR data for autonomous vehicle applications», в *2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Singapore, Singapore: IEEE, май 2017, сс. 5067–5073. doi: 10.1109/ICRA.2017.7989591.

[3] S. Kodors, «Point Distribution as True Quality of LiDAR Point Cloud», *BJMC*, т. 5, вып. 4, Art. вып. 4, дек. 2017, doi: 10.22364/bjmc.2017.5.4.03.

[4] S. M. I. Zolanvari *и др.*, «DublinCity: Annotated LiDAR Point Cloud and its Applications», вып. arXiv:1909.03613. arXiv, 6 сентябрь 2019 г. Просмотрено: 15 март 2024 г. [Онлайн]. Доступно на: http://arxiv.org/abs/1909.03613

[5] N. El-Ashmawy и A. Shaker, «Raster Vs. Point Cloud LiDAR Data Classification», *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, т. XL–7, сс. 79–83, сен. 2014, doi: 10.5194/isprsarchives-XL-7-79-2014.

[6] D. Mader, R. Blaskow, P. Westfeld, и *H.-G. Maas, « UAV-Based Acquisition Of 3D Point Cloud – A Comparsion Of a Low-Cost Laser Scanner And SFM-Tools », Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., т. XL-3/W3, сс. 335–341, авг. 2015, doi: 10.5194/isprsarchives-XL-3-W3-335-2015.*

*[7] S. Bi, C. Yuan, C. Liu, J. Cheng, W. Wang, и Y. Cai, «A Survey of Low-Co*st 3D Laser Scanning Technology», *Applied Sciences*, т. 11, вып. 9, Art. вып. 9, апр. 2021, doi: 10.3390/app11093938.

[8] X. Liu, Q. Li, Y. Xu, и X. Wei, «Point Cloud Intensity Correction for 2D LiDAR Mobile Laser Scanning», *Wireless Communications and Mobile Computing*, т. 2022, сс. 1–22, янв. 2022, doi: 10.1155/2022/3707985.

[9] B. Douillard *и др.*, «On the segmentation of 3D LIDAR point clouds», в *2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Shanghai, China: IEEE, май 2011, сс. 2798–2805. doi: 10.1109/ICRA.2011.5979818.

[10] J. Li, B. Yang, C. Chen, и A. Habib, «NRLI-UAV: Non-rigid registration of sequential raw laser scans and images for low-cost UAV LiDAR point cloud quality improvement», *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, т. 158, сс. 123–145, дек. 2019, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2019.10.009.