

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОТЧЕТ О ПРОХОЖДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

Выполнил студент группы 22307:
Мельников Дмитрий Сергеевич

Направление подготовки:
Программная инженерия

Место прохождения практики:
Кафедра ИМО, ЦИИ

Сроки прохождения практики:
29.05.2023-08.06.2023

Руководитель:
Богоявленская О. Ю.

оценка

дата

Содержание

Введение	3
1 Лидар Hokuyo URG-04-LX-UG01 и результаты решения поставленной задачи	4
1.1 Технические характеристики лидара	4
1.2 Какие данные выдает датчик лидар и как их получаем.	4
2 Актуальные аналоги нашего лидара и способы его использования	6
2.1 Яндекс лидар	6
2.2 Лидар Alpha Prime и сравнение с нашим лидаром Hokuyo URG-04-LX-UG01	7
2.3 Аналог построения карты на основе существующей реализации CoreSLAM. .	8
2.4 Сравнение найденных решений с ТППО проектом.	9
Заключение	11
Список литературы	12

Введение

Цель практики: Поиск аналогичных лидаров, способов сбора и обработки данных с него.

Задачи практики: описание датчика лидара "Hokuyo URG-04-LX-UG01" и работа с полученными данными, поиск аналогов данного датчика, проекта.

Разрабатываемый нами проект - это мини-версия лесного робота в задачи которого входит полностью автономное движение по труднопроходимой местности с препятствиями и возможность с помощью манипулятора захватывать саженцы и производить посадку леса. На нашем роботе, мини-версии лесного, необходимо разработать интеллектуальную сенсорику для обнаружения и классификации препятствий. Для решения этой задачи необходим датчик лидар, с которым я и работал в проекте. LIDAR — это оптическая технология, которую в середине 2022 года часто называют ключевым методом определения расстояния для автономных транспортных средств. Многие производители работают над созданием недорогих компактных систем LIDAR. Практически все производители, занимающиеся автономным вождением в 2022 году, считают LIDAR ключевой технологией, и некоторые системы LIDAR уже доступны для усовершенствованных систем помощи водителю. [1] Лидары применяются в сельском хозяйстве, архелогии, географии, беспилотных автомобилях, метеорологии, а также на автономных или беспилотных роботах.

1 Лидар Hokuyo URG-04-LX-UG01 и результаты решения поставленной задачи

1.1 Технические характеристики лидара

Потребляемая мощность при запуске 800mA в рабочем состоянии 500mA, скорость сканирования: 100мс/скан, сектор сканирования: 240°, дальность сканирования 5метров, углы под которым бьет лидар: 3 точки на градус, погрешность зависит от расстояние до объекта от 60mm до 1м составляет +-30мм свыше 1м составляет 3% от измерения. [2] Фото данного лидара показано рис 1.



Рис. 1 – Лидар Hokuyo URG-04-LX-UG01

1.2 Какие данные выдает датчик лидар и как их получаем.

Так как я изначально не понимал, что должен возвращать лидар и не смог получить данные с лидара также просто, как мы получали с камеры. Для этого я обратился в интернет и нашел библиотеку `hokuyo-python-lib` [3], написанной на python, с помощью которой

мне удалось получить данные с лидара. На выходе библиотека выдает 720 точек и расстояние до них, 3 точки на один градус. Лидар сканирует пространство на 240 градусов вокруг себя. Середина (передняя часть лидара) является точкой в 0 градусов и соответственно лидар измеряет 120 градусов влево (-120) и вправо.

Для тестирования системы мы уменьшили кол-во точек до 240 (одна точка=один градус). Далее для наглядности и простоты мы написали программу на Python для отрисовки возвращаемых точек лидаром на Canvas. В библиотеки добавили запись точек в файл, а именно расстояния и координаты X, Y. Далее запускали программу python и отрисовывали точки на canvas. Так мы убедились то, что лидар видит все препятствия без проблем и научились определять разницу в объектах, в зависимости от формы, размера и т.д. Было проведено множество тестов с разными предметами.

Но для нашей задачи нужно, чтобы робот динамично считывал препятствия, а так же для меньшей погрешности вернули 720 точек. Тогда было решено динамично отрисовывать точки на Canvas. Для этого перебираем все точки, и текущую сравниваем с предыдущей, и если расстояние между ними меньше 2-ух сантиметров, то это точка относится к данному препятствию. Все препятствия записываются в массив, а само препятствие представляет собой массив точек относящихся к нему. Для более хорошего понимания, что видит лидар и как определяет препятствия была изменена карта местности, и конечный результат показан на рис 2. Разными цветами выделены разные препятствия для лучшего понимания границ и количества всех препятствий. Также для каждого препятствия в консоль выводится его угол относительно лидара, ширина, цвет и расстояние до объекта. Ширина рассчитывается путем применения формулы, где начальная точка – это A, а конечная – C.

$$width = \sqrt{(C_x - A_x)^2 + (C_y - A_y)^2} \quad (1)$$

Итог: с помощью лидара мы можем распознавать расстояние до препятствия и его ширину. Таким образом, двигаясь по труднопроходимой местности, лидар совместно с камерой смогут определять ширину препятствий и объезжать их, а также понимать, сможет ли робот проехать между двумя объектами или нет, определив расстояние между ними. [4]

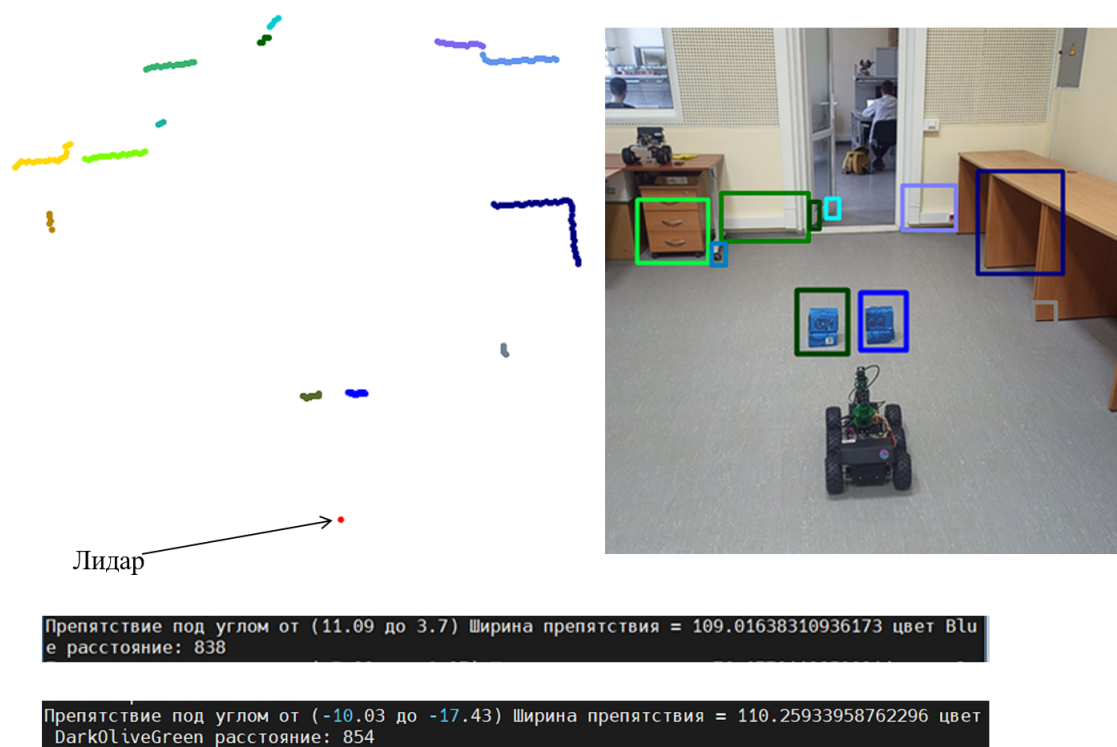


Рис. 2 – Лидар Hokuyo URG-04-LX-UG01

2 Актуальные аналоги нашего лидара и способы его использования

2.1 Яндекс лидар

Сейчас расскажу об 3D лидаре от Яндекса, а позже расскажу о более хорошем 2D лидаре, который мы, скорее всего, будем использовать в дальнейшем. Лидар может определять четкое очертание объектов на сотни метров, этим этот датчик и удобен. Также лидар помогает определить объекту свое местоположение в пространстве – для этого система в реальном времени берет данные с 3D карт, заранее загруженных в систему и сравнивает с трехмерным сканом с датчика. Пример сканирования датчика показан на рис 3. Также разработчики Яндекса считают, что параметры лидара нужно изменять в реальном времени. Параметры лидара — количество лучей, угол обзора, дальность — можно изменять заранее или во время поездки. Например, на скоростных трассах, лучше настроить лидар на дальность, чтобы заранее увидеть машину, пешеходов и успеть обработать информацию, на узких улицах, где много народу, лучше сканировать то, что происходит рядом с автомобилем. Также лидар неплохо справляется с плохой погодой, в

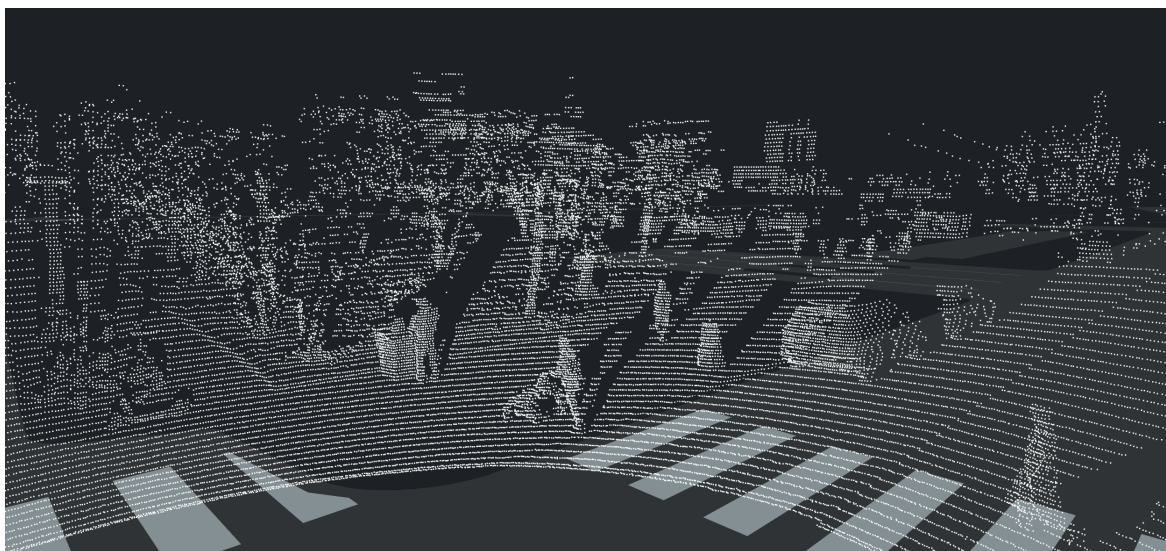


Рис. 3 – Скан с лидара

некоторых случаях он видит даже дальше, чем глаз человека.

Яндекс отказался от чужих лидаров и создал свой по ряду причин. Первая и самая основная причина – это доступ к «сырым» данным, чтобы была возможность использовать эти «сырые» данные и сопоставлять с другими датчиками. Вторая причина – им нужен был лидар, который выдерживает температуры от -30 до +30. Ну и третья причина – это экономия на затратах.[6]

2.2 Лидар Alpha Prime и сравнение с нашим лидаром Hokuyo URG-04-LX-UG01

Данный лидар показан на рис 4, по большей части используется для беспилотных транспортных средств. [7] Сравнение технических характеристик с нашим лидаром показаны в таблице.

	Лидар URG-04-LX-UG01	Лидар Alpha Prime
Скорость сканирования	100мс/скан	100мс/скан
Сектор сканирования	240°	360°
Дальность сканирования	5 метров	300 метров
Горизонтальное разрешение	0.3°	0.4°
Вертикальное поле зрения	-	40°(-25° +15°)
Вертикальное разрешение	-	0.11°



Рис. 4 – Лидар Alpha Prime

Чем хорош этот лидар? Его можно использовать, как и на маленькой тележке, так и на большом лесном роботе, так как дальность сканирования 300 метров. Также данный лидар можно использовать для задач, где нужно сканирование на 360 градусов. В нашей задаче зона сканирования нужна в 180 градусов, но важная характеристика, которой нет на нашем прошлом лидаре – это вертикальное поле зрения. Так как данный лидар бьет по горизонтали и по вертикали, а не в плоскости, мы сможем обнаруживать препятствия, которые находятся ниже лидара (камни, канавы и т.д.), что в разы упростит нашу задачу обхода препятствий. А также с помощью данного лидара гораздо легче будет построить карту помещения или местности. Поэтому выбор пал на этот лидар, который возможно мы и будем использовать в дальнейшем в нашем проекте в рамках работы ЦИИ.

2.3 Аналог построения карты на основе существующей реализации CoreSLAM.

Одной из причины выбора аналога карты для сравнения с нашей картой – это данная карта рис 5 строилась с помощью метода локализации по визуальным маркерам, позволяющий сократить погрешность оценки положения управляемого объекта на однородной местности. С помощью алгоритма предсказания позиции объекта при отсутствии внешнего устройства для получения одометрии, а также алгоритм замыкания циклов для сокращения накопленной ошибки позиционирования со временем.

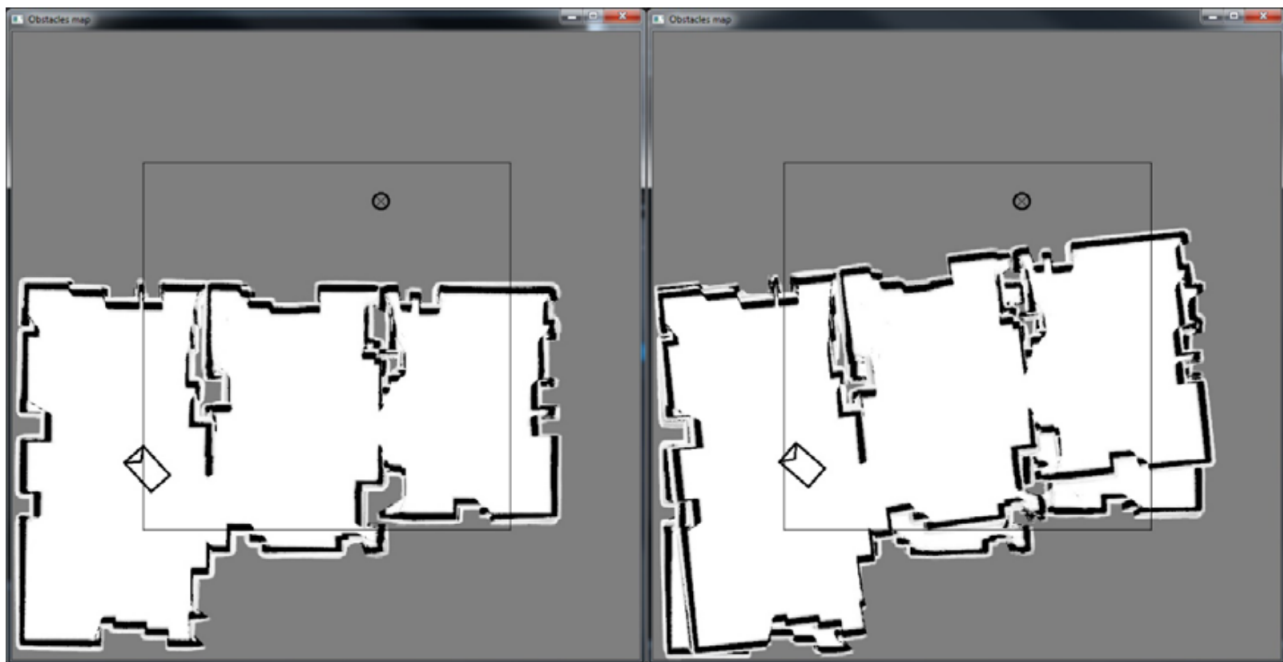


Рис. 5 – Карта на основе алгоритма CoreSLAM

К недостаткам разработанной SLAM-системы можно отнести большой расход памяти для хранения карт препятствий. Для решения этой проблемы предлагается сохранять некоторый набор данных с лидара вместо всей карты.[8]

Сравнивая с нашей картой, эта карта пытается построить помещение, местность, в которой она находится, то есть роботу необходимо проехать по комнате, чтобы обнаружить все препятствия и углы, и тем самым построить карту местности. Для этого используются более сложные алгоритмы и необходимо понимать, где в данный момент находится робот в помещении. У нас же на карте рис 2. строится одно считывание с лидара и высчитывается ширина обнаруженного препятствия перед роботом.

2.4 Сравнение найденных решений с ТППО проектом.

Для сравнение своего проекта ТППО я взял аналогичный проект под названием «УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КОЛЕСНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА С МАТИПУЛЯТОРОМ ПО КРИВОЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ В УСЛОВИЯХ НАЛИЧИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ».

Задачами данного проекта является разработка управления на основе данных с датчиков для обхода препятствий к заданной точки по кратчайшему пути и разработка системы управления для манипулятора. Для решения первой задачи они использовали алгоритмы

RRT и SLIM. А так же поделили задачу на 3 подзадачи:

- Движение робота к заданной точки по полю без препятствий.
- Движение робота к заданной точки по полю при наличии статических препятствий.
- Движение робота к заданной точки по полю при динамически добавляющихся препятствиях. На поле могу находить, как уже созданные, так и динамичные препятствия.

Вторая задача – это сбор объектов с помощью манипулятора.

Наши проекты похожи прежде всего задачей обхода препятствий, но так как на нашем роботе тоже стоит манипулятор рис 6., меня заинтересовало, как они им управляли. Различное движение, так как у них оно уже осуществляется самой программой, а у нас по нажатию соответствующей клавиши. [9]

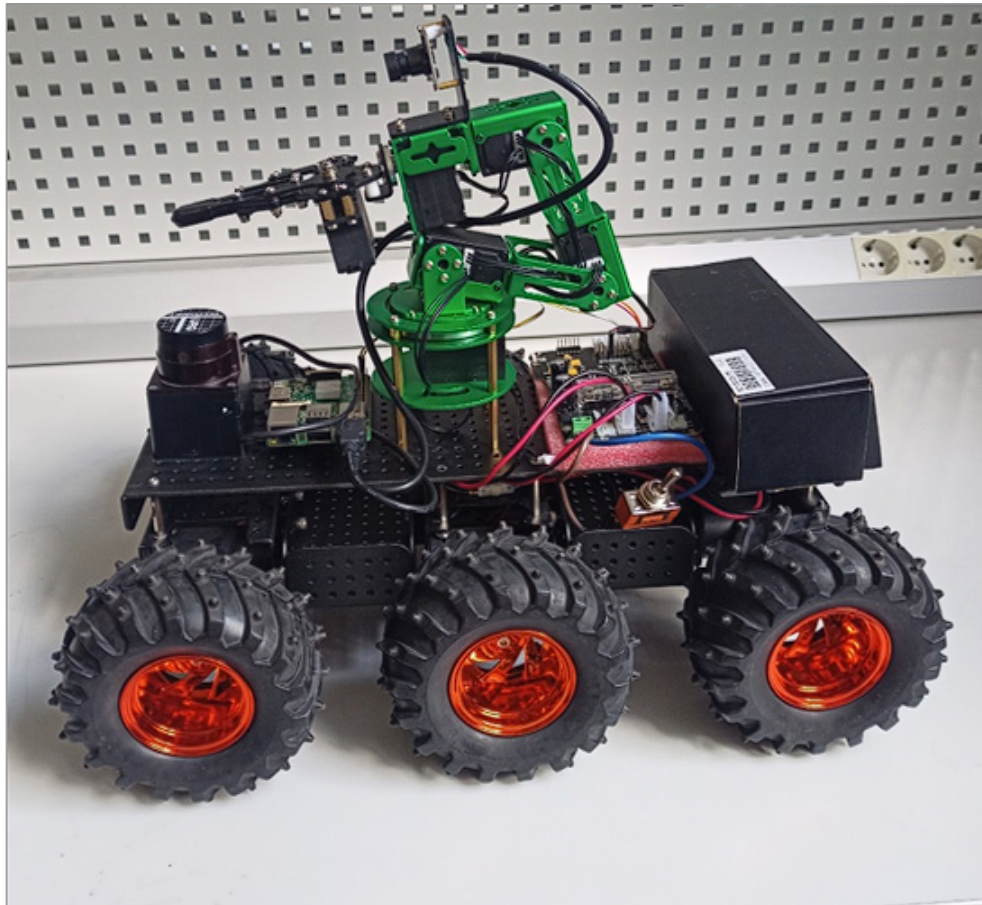


Рис. 6 – Наш робот по проекту ТППО

В итоге, я сравнил наш проект по ТППО и аналог под названием «УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КОЛЕСНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА С МАТИПУЛЯТОРОМ ПО КРИВОЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ В УСЛОВИЯХ НАЛИЧИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ».

Заключение

Подведу итоги по двум задачам отдельно и что необходимо изучить, доработать или улучшить в задачах.

1. Мною было рассказано о технических характеристиках датчика лидар "Hokuyo URG-04-LX-UG01" и как мы его использовали в нашем проекте ТППО.
2. Также я привел аналоги данного датчика и провел сравнение с одним из них. На основании данного сравнения был определен лидар, который, скорее всего, будет использоваться нами в дальнейшей работе над проектом.
3. Было проведено сравнение нашего проекта ТППО с другим похожим проектом и приведено сравнение построения карты местности с другим аналогом.

Список литературы

1. [Электронный ресурс] [https://www.tadviser.ru/index.php/\(LiDAR,_Light_Detection_and_Ranging\)](https://www.tadviser.ru/index.php/(LiDAR,_Light_Detection_and_Ranging)) (Дата обращения:03.06.2023).
2. [Электронный ресурс] <https://www.hokuyo-aut.jp/search/single.php?serial=166#spec> (Дата обращения:31.05.2023).
3. [Электронный ресурс] <https://github.com/pasuder/hokuyo-python-lib> (Дата обращения:31.05.2023).
4. [Электронный ресурс] <https://elibrary.ru/item.asp?id=37565682> (Дата обращения:02.06.2023).
5. [Электронный ресурс] https://ru.onlinemschool.com/math/library/analytic_geometry/point_point_length/ (Дата обращения:02.06.2023).
6. Лидар от Яндекса [Электронный ресурс]. <https://photowebexpo.ru/news/Camera-Raspberry-Pi-Camera-Module-3> (Дата обращения: 01.06.2023).
7. Лидар Alpha Prime [Электронный ресурс]. https://agmtrd.com/product/alpha_prime (Дата обращения: 03.06.2023).
8. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОДНОВРЕМЕННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С ЛИДАРА И ВИДЕОКАМЕР [Электронный ресурс]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24172687> (Дата обращения: 06.06.2023).
9. УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КОЛЕСНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА С МАНИПУЛЯТОРОМ ПО КРИВОЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ В УСЛОВИЯХ НАЛИЧИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ [Электронный ресурс]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=45662361> (Дата обращения: 07.06.2023).