



БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ



Региональный трек
Всероссийского конкурса
научно-технологических проектов

«БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»

направление

Беспилотный транспорт и логистические системы

название работы

Разработка лидара без
движущихся частей под ROS для
улучшения алгоритмов движения
БПЛА в замкнутом пространстве

участник(и)

Галкин Иван Андреевич

#большиевызовы
#МГК

mgk.olimpiada.ru

г. Москва
2021

Цель проекта

- ▶ Разработать панорамный сканер окружения без движущихся частей
- ▶ собрать функциональный прототип
- ▶ подготовить его к работе с **ROS** путём тестирования на роботе **TurtleBro**
- ▶ протестировать готовый продукт на квадрокоптере под управлением **ROS**

Функциональность и актуальность проекта

Ваш дрон летает вслепую?

Как известно, различного рода коптеры становятся всё более востребованы в разных сферах жизнедеятельности человека.

Несмотря на это, дроны любой ценовой категории не лишены недостатков.

В большинстве дронов в качестве алгоритмов для определения положения в пространстве предоставляются **GPS** и **Optical Flow**. В чём же заключаются недостатки вышеназванных технологий?

Недостатки Optical Flow и GPS

- ▶ **Optical Flow** - алгоритм определения смещения дрона по направлению «течения» изображения, получаемого камерой, направленной вертикально вниз.

Наверное ни для кого не будет секретом, что GPS, во-первых, не может обеспечить предельную точность, необходимую для безопасного полёта в пространствах, содержащих большое количество препятствий, во-вторых, вообще не функционирует в ряде случаев.

Optical Flow же будет работать только с поверхностями неоднородного цвета, то есть при запуске коптера над бетонным полом алгоритм будет неэффективен.

Недостатки системы определения препятствий

В современных дронах для определения препятствий используются системы на базе различных видов датчиков:

- ▶ Ультразвуковые сенсоры
- ▶ Оптические сенсоры
- ▶ Лазерные сенсоры (LiDAR)

Недостаток ультразвуковых датчиков заключается в их неспособности определять малые объекты.

Оптические системы (например, бинокулярное зрение) почти бесполезны в помещениях с однородной поверхностью стен.

Лидары же не используются в коптерах ввиду их конструктивной особенности: панорамные лидары содержат движущиеся элементы, что негативно сказывается на движении БПЛА.

Появление идеи проекта

В связи с вышеописанными проблемами возникла идея разработать малогабаритное устройство, не имеющее движущихся элементов, позволяющее с высокой частотой получать картину препятствий в одной плоскости. Такая технология позволит не только обеспечить безопасность полёта, но также строить плоские и объёмные карты помещений, ориентироваться в замкнутом пространстве и ощутимо повысить точность передвижений в замкнутом пространстве.

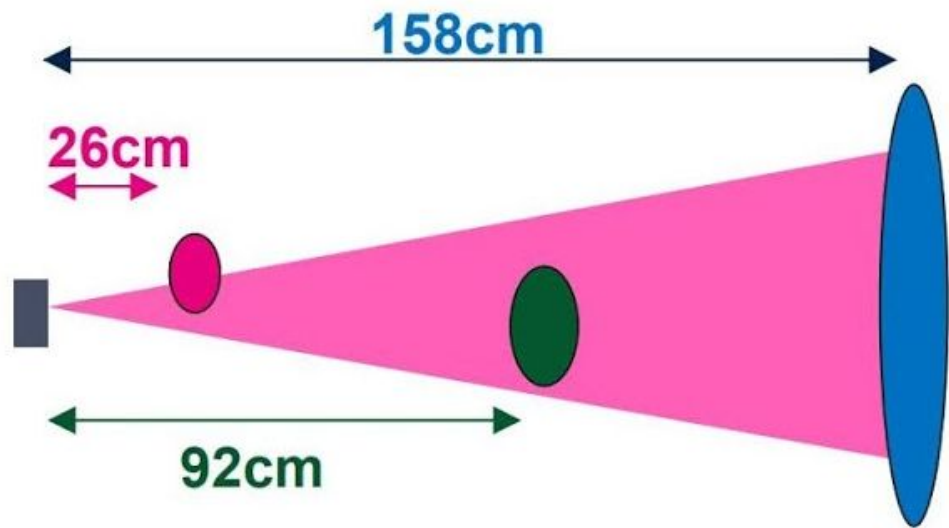
За основу проекта была взята новейшая разработка известной китайской компании STMicroelectronics: лазерный дальномер VL53L1CB с программируемым полем зрения до 27 градусов (нами используется поле в 20 градусов), поддержкой функции определения нескольких объектов (благодаря гистограмме), а также предельной дальностью до 4 метров.

Датчики семейства VL53

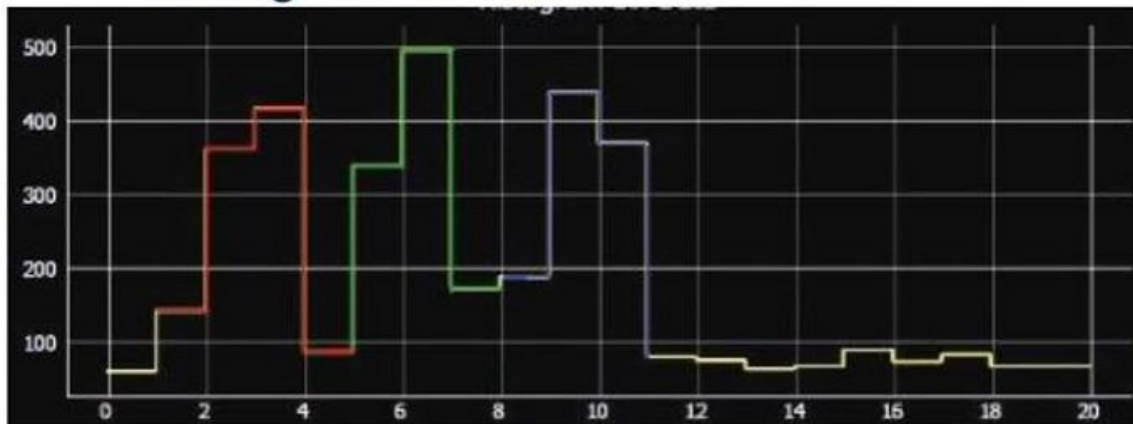


	VL53L0CX Ranging sensor	VL53L3CX Proxy + Multi target sensor <small>New: in MP</small>	VL53L1CX Long Distance sensor	VL53L1CB Long Distance + Multi target sensor <small>New: in MP</small>
Distance measurement	Ranging up to 2 meters	Proximity + Ranging up to 3 meters	Long Ranging up to 4 meters	3.2 meters (Histogram) up to 4 meters (Lite ranging)
Close distance linearity		++ (>2.5cm)	+ (>4cm)	+ (>4cm)
Performance under ambient light (along windows with strong outside light)	+ (80cm)	++ (100cm)	+++ (135cm)	+ (90cm)
Resolution	1 zone	1 zone	1 zone	1 zone or sequential MultiZone
FoV	25° No Lens	25° No Lens	27° (SWconfig) Lens on Rx	27° (SW config) Lens on Rx
Multi-target detection (Histogram)	No	Yes	No	Yes
X-talk / Smudge immunity	X-talk compensation	Immunity >80cm <80cm: Smudge compensation	X-talk compensation	Immunity >80cm <80cm: Smudge compensation
Power Consumption	19mA (low power mode available)	16mA	16mA (low power mode available)	16mA

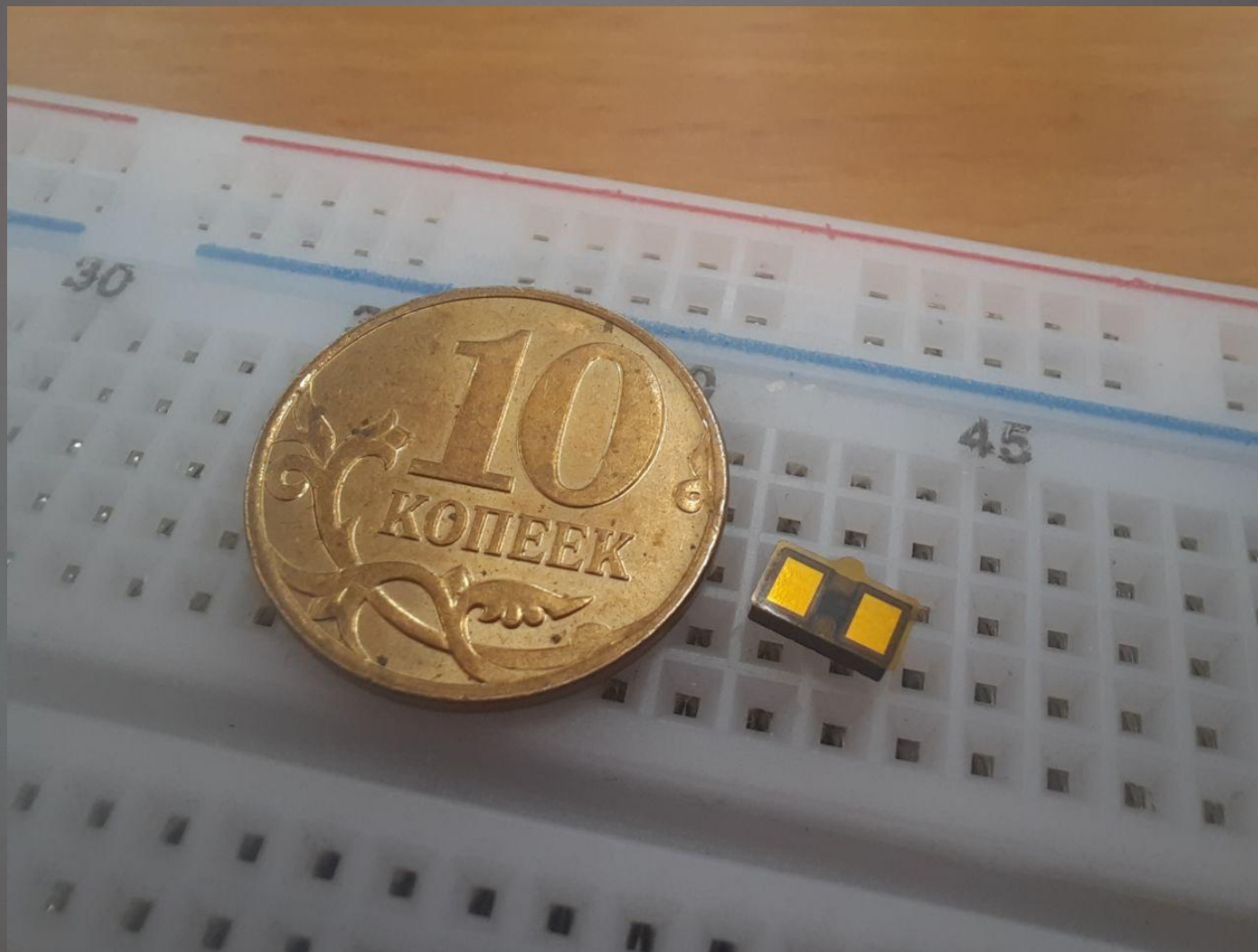
VL53L1CB: принцип работы



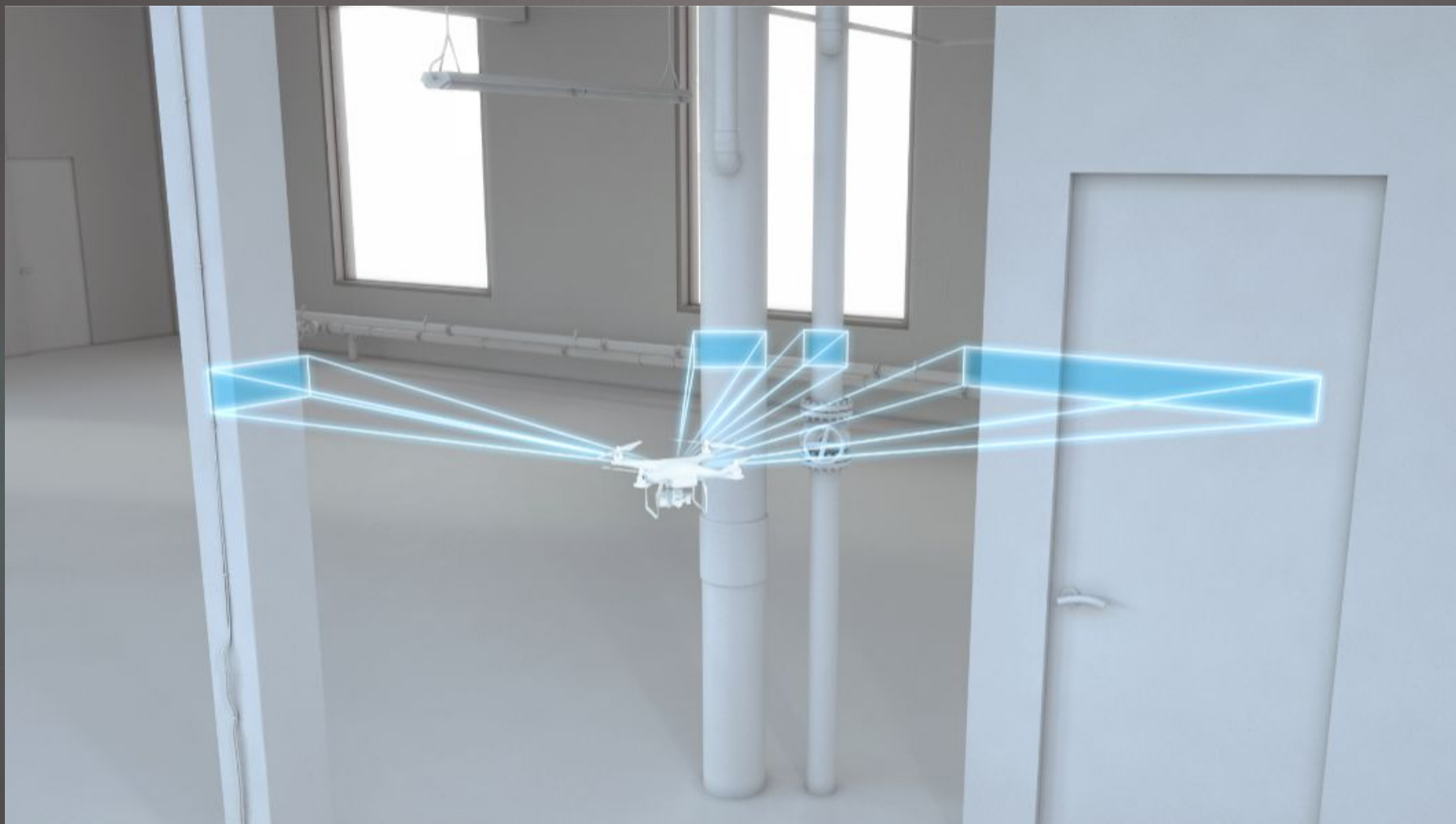
Histogram based



VL53L1CB: размер в сравнении



Появление идеи проекта



Где могут применяться дроны с использованием лидара?

- ▶ Поисково-спасательные операции (например, лидар обеспечит безопасность при полёте в лесу, передавая точную картину расположения стволов деревьев)
- ▶ Исследование последствий техногенных катастроф (это обеспечит безопасность специалиста и поможет провести первичную оценку последствий катастрофы)
- ▶ Строительство (коптер может использоваться для построения точных карт помещений, в том числе объёмных карт)

Кому может быть интересна эта технология?

С появлением этой технологии сфера применения дронов сильно расширится. Возможными заказчиками продукта могут стать:

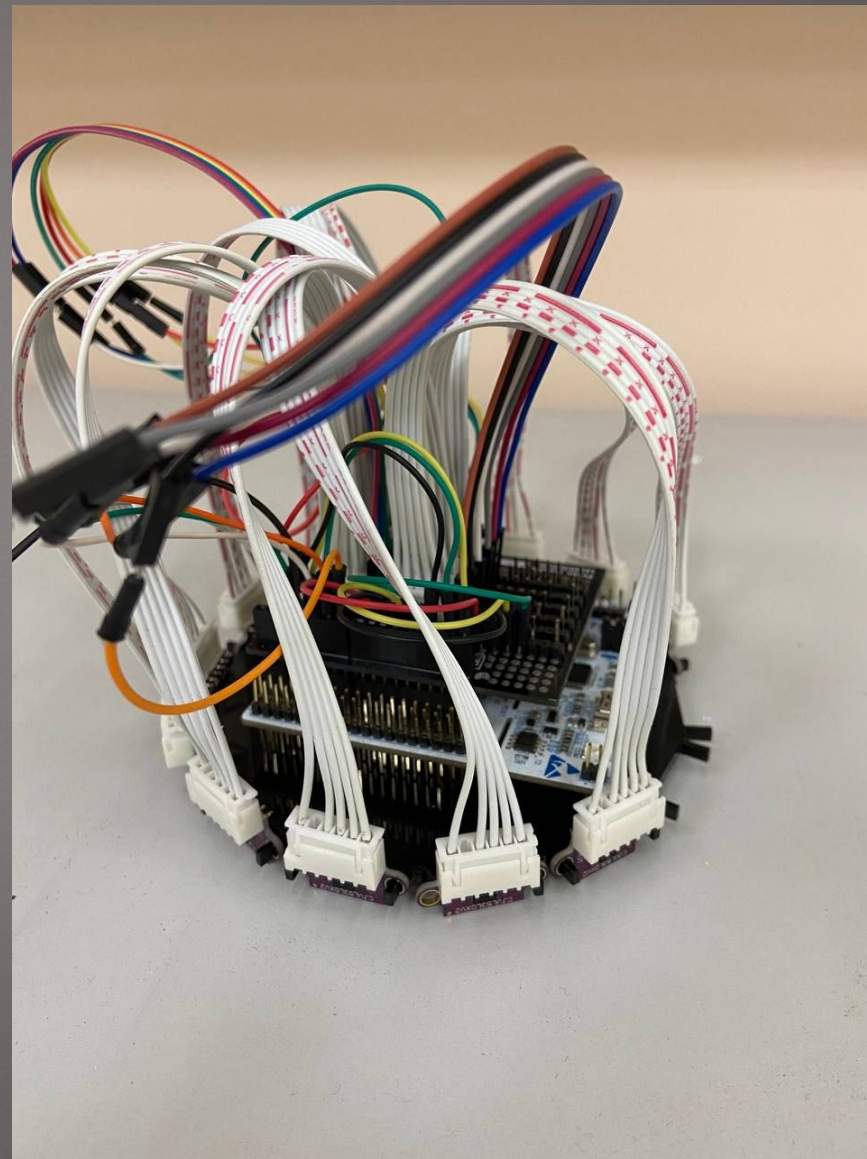
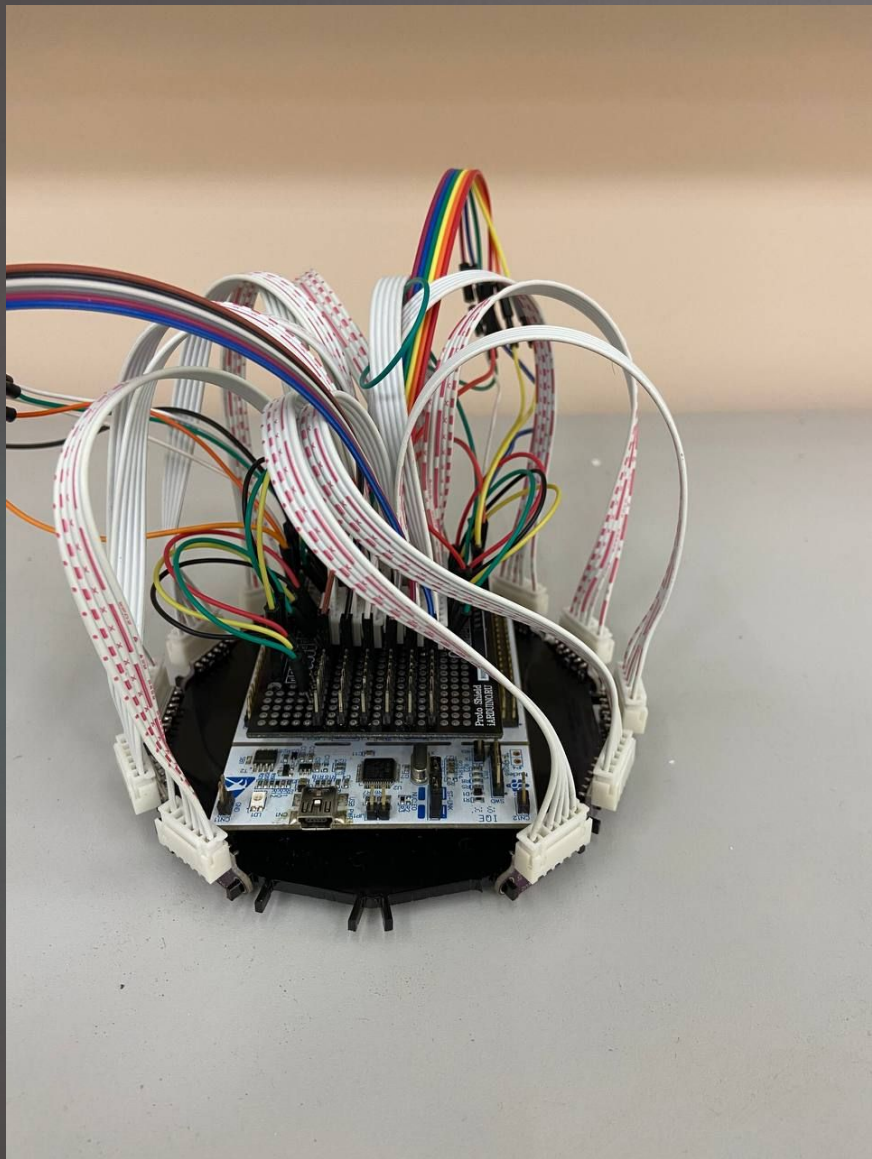
- ▶ Службы МЧС
- ▶ Строительные компании
- ▶ Медицинские организации

И другие частные разработчики и компании.

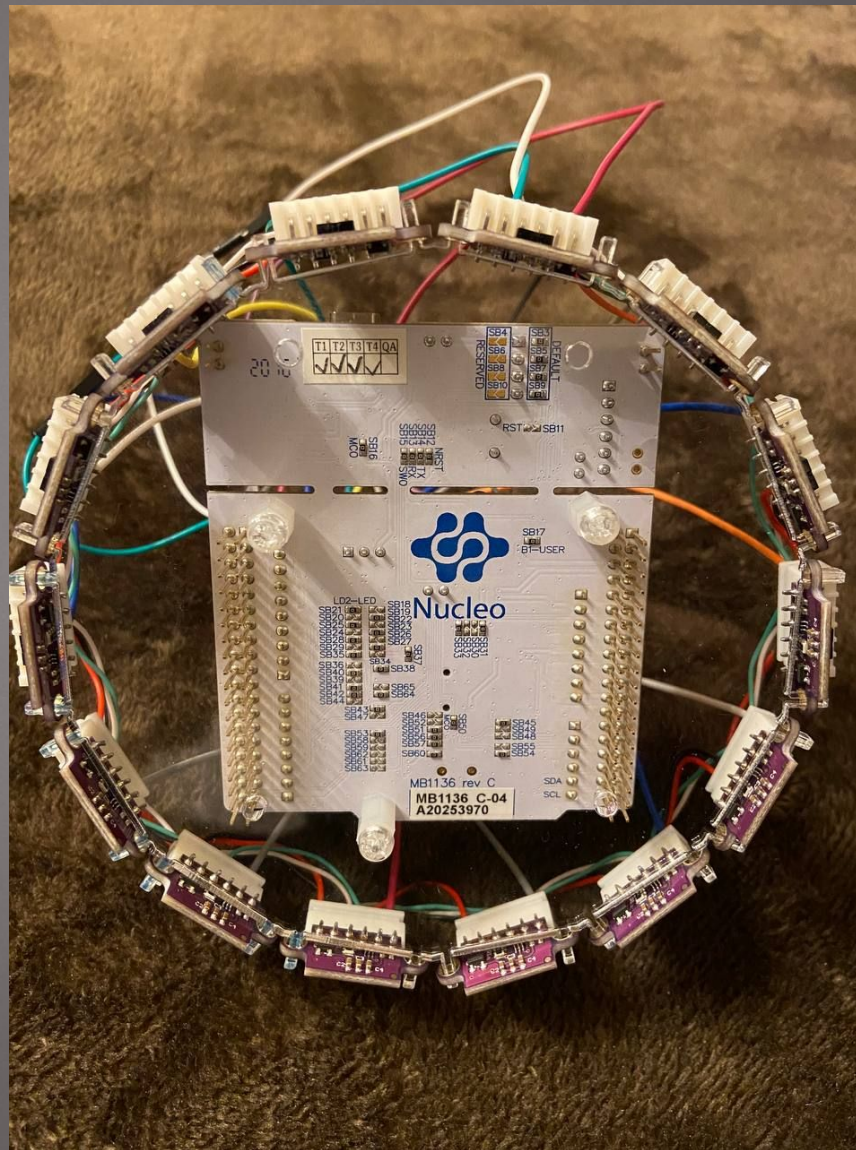
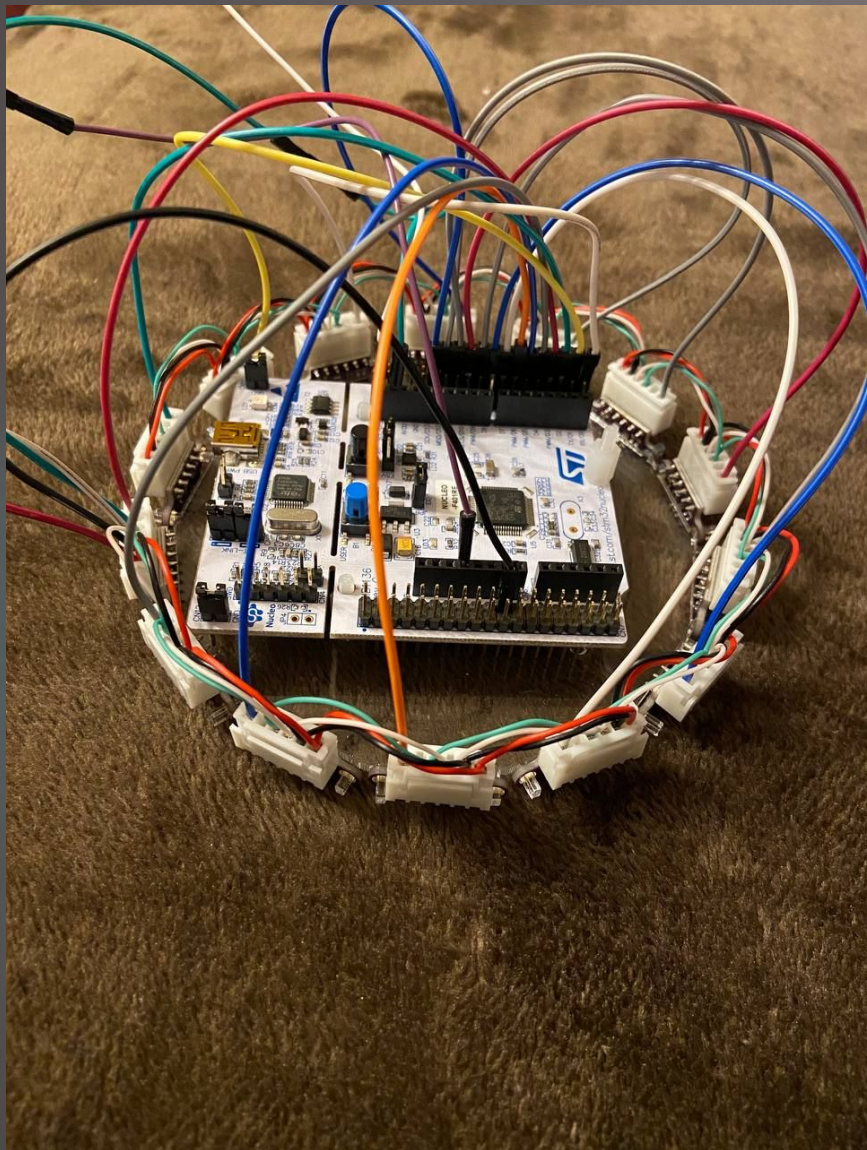
План проекта

- ▶ Изучение проблемы
- ▶ Изучение доступных ресурсов
- ▶ Сборка прототипа лидара
- ▶ Программирование прототипа
- ▶ Сборка второго прототипа на датчиках VL53L1CB
- ▶ Программирование второго прототипа
- ▶ Подключение прототипа к ROS
- ▶ Сборка лидара
- ▶ Подключение лидара к ROS
- ▶ Финальная сборка и настройка готового изделия
- ▶ Сборка квадрокоптера и подключение его к ROS

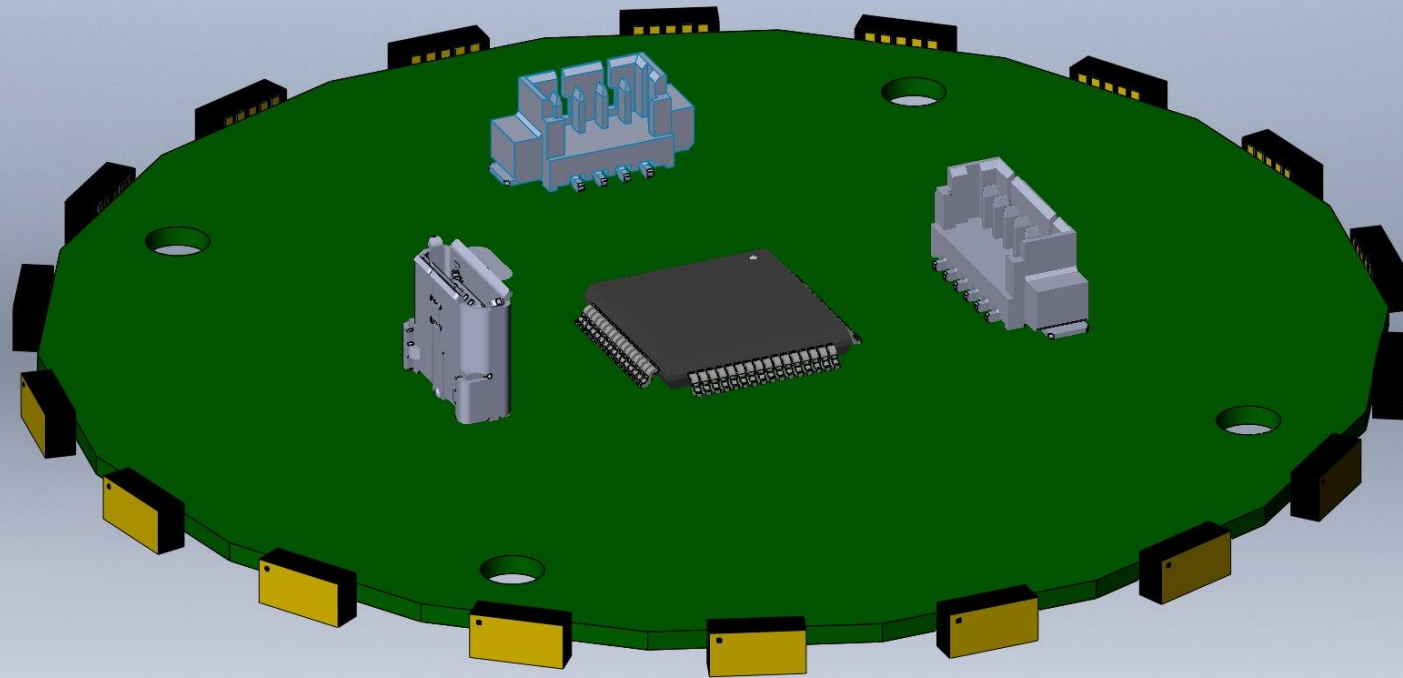
Первый прототип устройства



Второй прототип устройства



Модель устройства

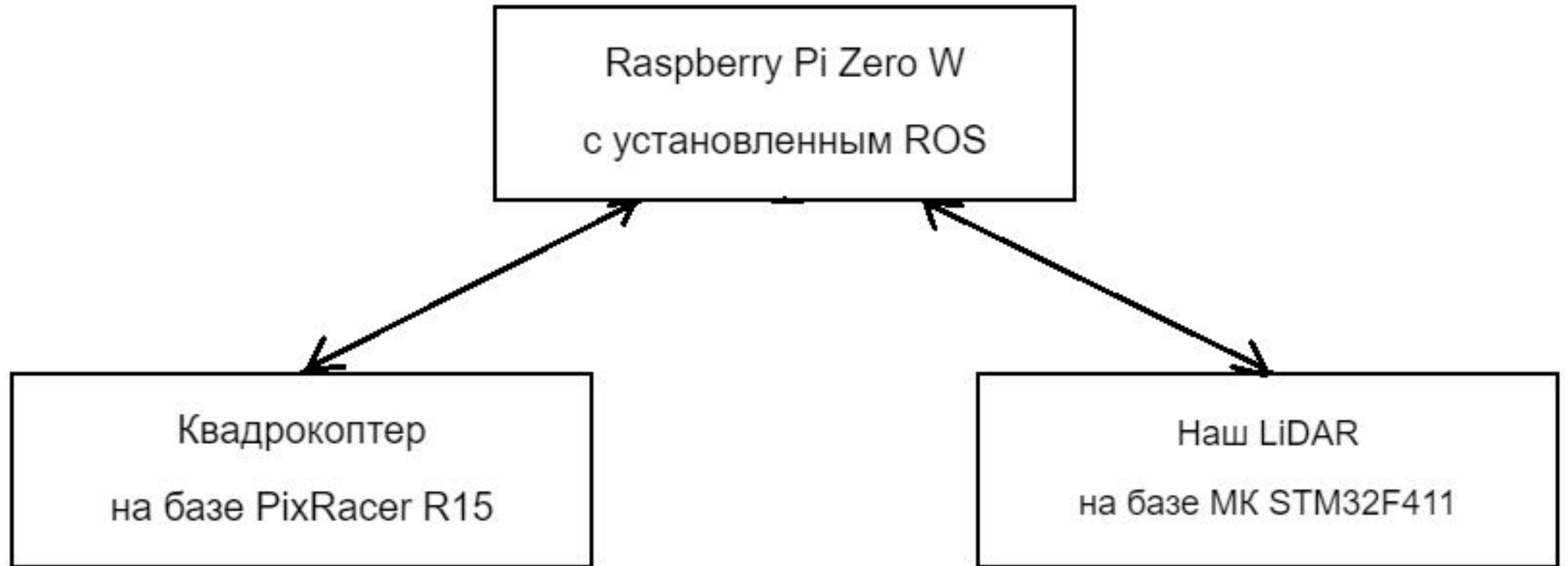


Что такое ROS?

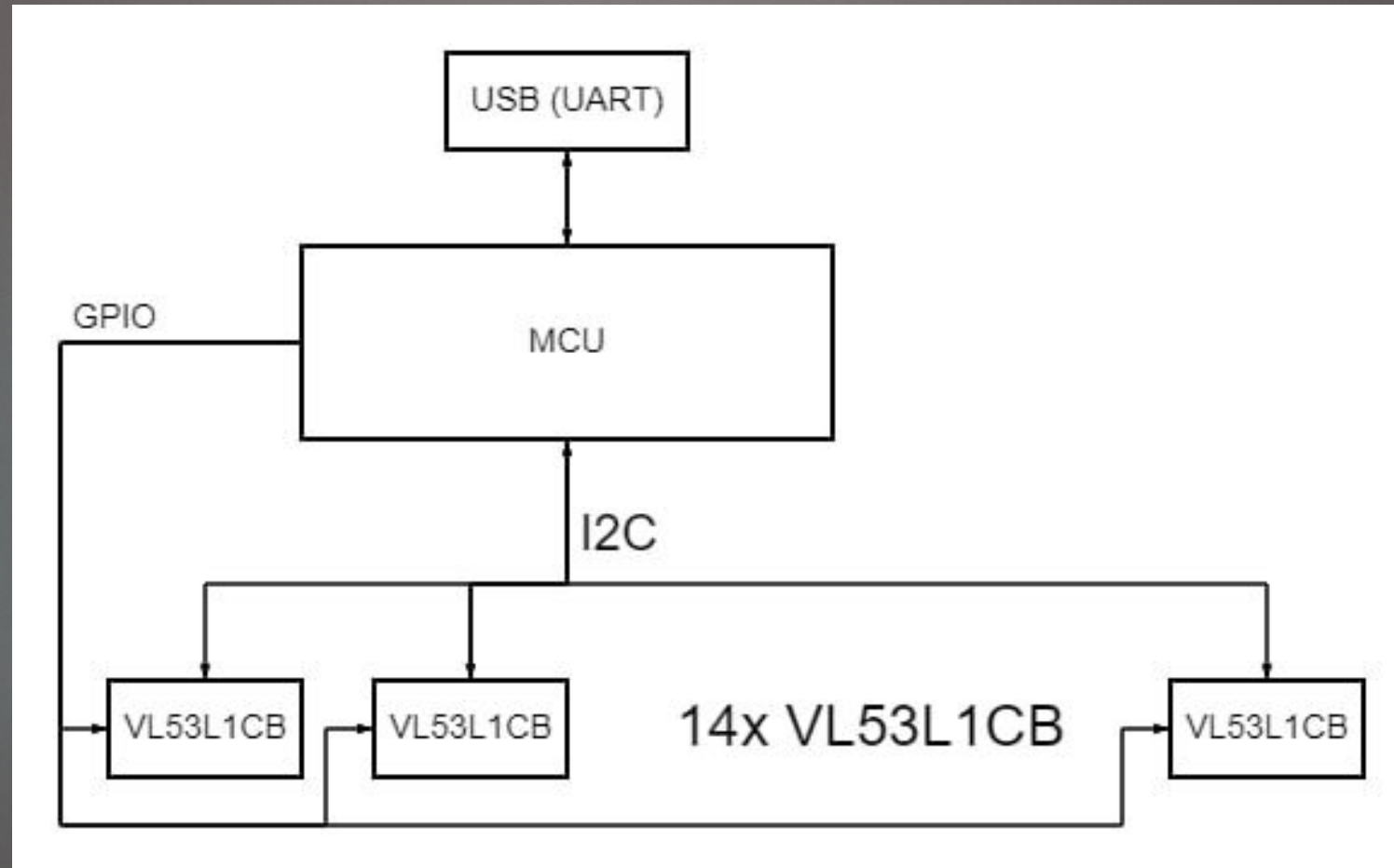


- ▶ ROS (Robot Operating System) – широко применяемая мета-операционная система, позволяющая связывать между собой разные элементы готового проекта.
- ▶ ROS - это гибкая платформа (фреймворк) для разработки программного обеспечения роботов. Это набор разнообразных инструментов, библиотек и определенных правил, целью которых является упрощение задач разработки ПО роботов.
- ▶ Почему ROS? На данный момент эта платформа обладает огромным активным сообществом, а также большим количеством готовых решений с открытым кодом, которыми можно воспользоваться для удобства. Также ROS удобен потому, что можно разделить цели для участников команды, после чего соединить проект воедино посредством ROS.

Общая принципиальная схема проекта



Принципиальная схема устройства



Блок-схема программы лидара



Используемые ресурсы

Назначение	Наименование	Стоимость
Микроконтроллер для управления датчиками	STM32 Nucleo F411RE	1000 рублей
Датчики (x18)	ST VL53L1CB	12000 рублей
Изготовление печатной платы		1200 рублей
Разъёмы и прочие компоненты		200 рублей

Итоговая стоимость устройства составляет 14400 рублей без учёта стоимости печати платы.

Результаты работы

Мной полностью изучена проблема, а также рассмотрены уже реализованные решения поставленной проблемы. Прототип лидара собран и готов к использованию на роботах серии TurtleBro. Существует несколько готовых программ для разного применения устройства. Квадрокоптер полностью собран и готов к испытаниям. На Raspberry и PixRacer использованы прошивки от дрона Clever 4 компании CopterExpress. В ходе испытаний лидара было проверено его соединение с ROS.

Второй прототип улучшен в отношении эргономики и максимальной частоты работы: установлена стабильная частота 10 Гц.

В планах развития проекта разработка финальной версии лидара, подходящей для использования на коптере.

Квадрокоптер



Спасибо за внимание!