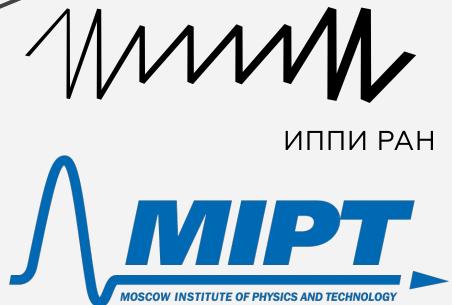


Моделирование колесных роботов

Лекция 1. Вводная лекция. Сенсоры
мобильных роботов

Олег Шипитько

Москва, 2022





<https://qr.page/g/4N2vYJ1djdQ>

- •
- •
- •
- •
- •

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ

1. Организация курса
2. Цель курса
3. Содержание курса
4. Современная робототехника
5. Мобильная робототехника в ИППИ РАН
6. Мобильная робототехника и сенсоры

ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСА

1. Лекция каждый вторник в 14:05
 - a. ZOOM: shorturl.at/ijvIT
2. 3 домашних работы
3. 1 командный проект (2 - 3 человека на команду)
4. Экзамен / зачет в конце
 - a. 2 теоретических вопроса

МАТЕРИАЛЫ КУРСА

github

- ❑ Литература по курсу, описания домашних работ, проектов, вопросы к экзамену, учебная программа курса, правила выставления финальной оценки
- ❑ Презентации лекций будут появляться на github сразу после лекций на которых они показываются
- ❑ Группа в Telegram:
<https://t.me/joinchat/IqL826dpB4gF0dQt>

ФИНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА

Пересдавать ДЗ и проект можно неограниченное количество раз, до экзамена

30%

Домашнее задание

Проценты переводятся в баллы от 0 до 100

30%

Соответствие набранных баллов финальной оценке:

Командный проект

Round (Баллы / 10) = финальная оценка

40%

Баллы округляются в пользу студента:

Экзамен

Round (7.5) = 8

ЦЕЛИ КУРСА

1. Обзор классических методов мобильной робототехники
2. Введение в вероятностную робототехнику
3. Обзор современных направлений развития
4. Знакомство с ROS (Robot Operating System)
5. Практический опыт решения задач мобильной робототехники

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

1. Введение в алгоритмы колесных роботов
 - a. Виды сенсоров
 - b. Локализация / картирование
 - c. Планирование пути
 - d. Управление
2. ROS (Robot Operating System)
 - a. История, основы и принципы ROS
 - b. Создание и компиляция пакета
 - c. Написание простых нодов: Publisher и Subscriber
 - d. Создание и использование msg-файлов и сервисов
 - e. Bag-файлы (запись, проигрывание)
 - f. Дополнительные инструменты: Tf, RviZ, Gazebo

ЧТО ТАКОЕ РОБОТ?

A **ROBOT** (чеш. robot, от robota – «подневольный труд») is a machine—especially one programmable by a computer— capable of carrying out a complex series of actions automatically.

Definition of 'robot'. Oxford English Dictionary.

Слово «**робот**» было придумано чешским писателем Карелом Чапеком и впервые использовано в пьесе Чапека «Р. У. Р.» («Россумские универсальные роботы», 1920). В ранних русских переводах использовалось слово «**работарь**».

ЧТО ТАКОЕ РОБОТ?

РОБОТ =

ВОСПРИЯТИЕ

+

ВОЗДЕЙСТВИЕ

+

ВЫЧИСЛЕНИЯ

ЧТО ТАКОЕ РОБОТ?

СЕНСОРЫ

+

РОБОТ =

АКТУАТОРЫ

+

КОМПЬЮТЕРЫ

Является ли роботом

- Стиральная машина?
- Чайник?
- Спутник?
- Радиоуправляемая машина?
- Автоматическая коробка передач?



КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

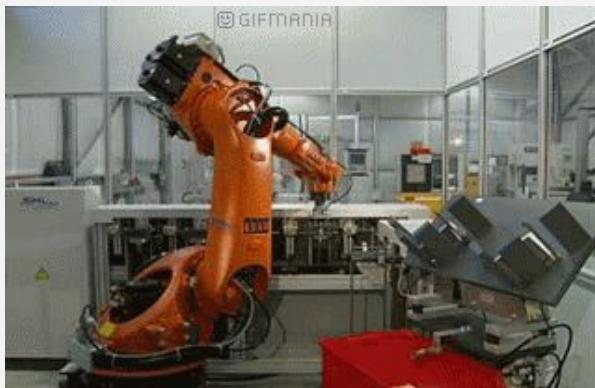
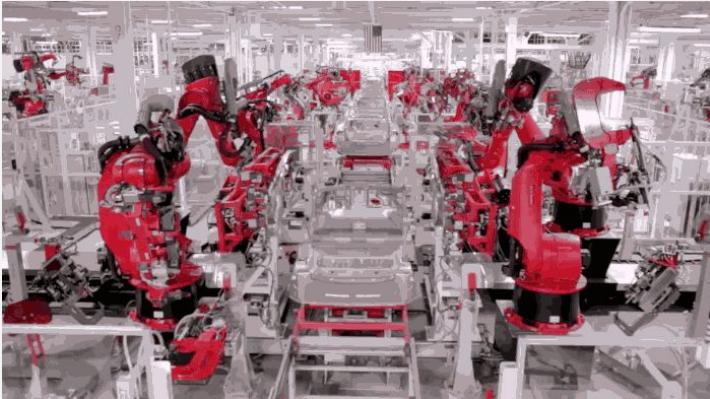
КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ



КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ

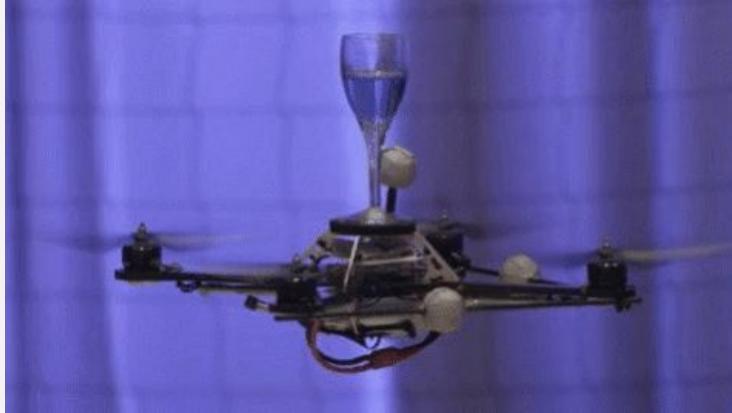


КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ? МЕДИЦИНСКИЕ



КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

ДРОНЫ



КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

для устранения природных и техногенных катализмов
3D (dirty, dangerous and demeaning)



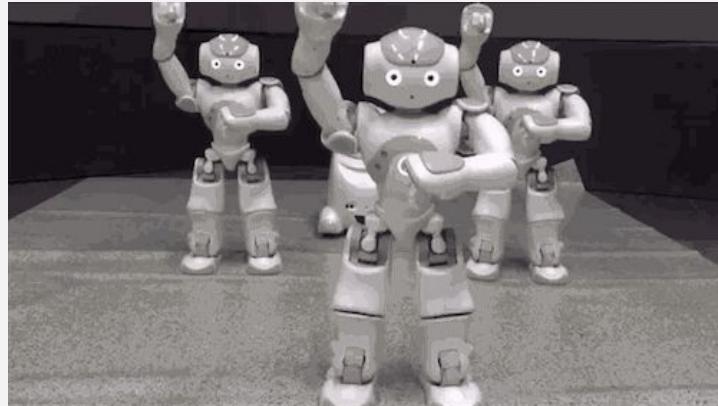
КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

ВОЕННЫЕ



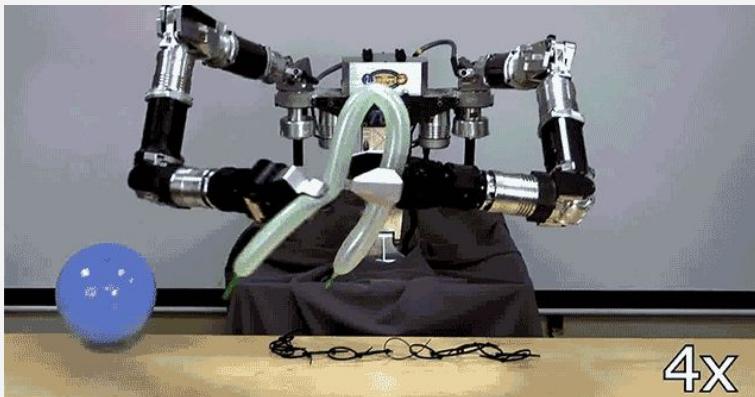
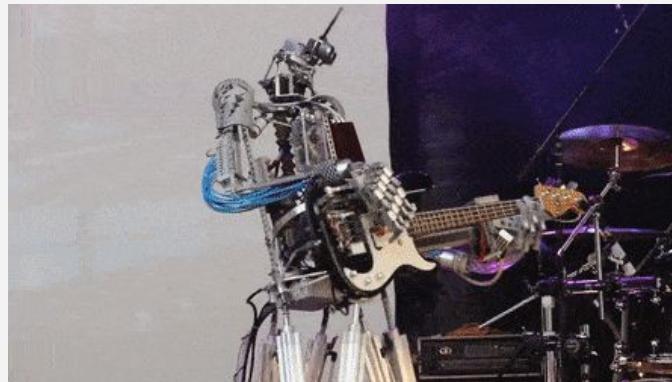
КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ



КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫЕ



4x

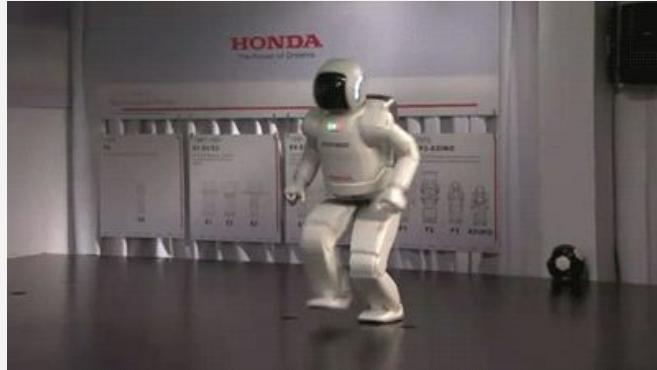
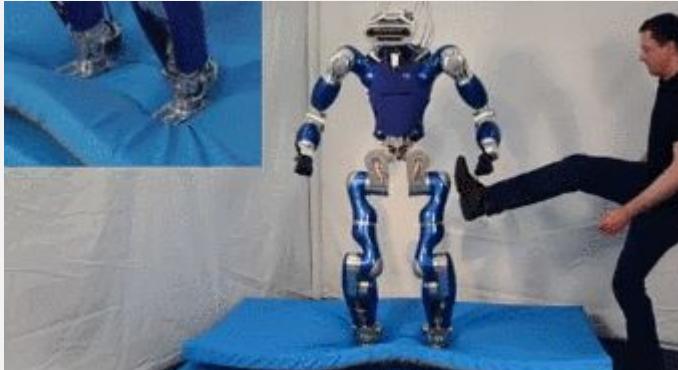
КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

ЭКЗОСКЕЛЕТЫ

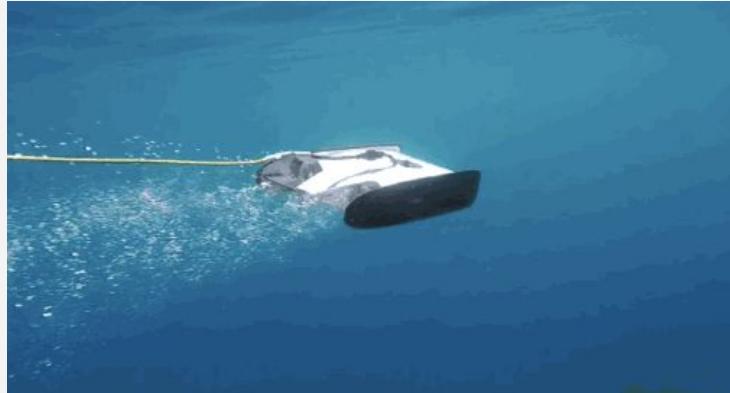


КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

АНТРОПОМОРФНЫЕ



КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ? ПОДВОДНЫЕ



gadgetify.com



КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

РОБОТЫ ТЕЛЕПРИСУТСТВИЯ

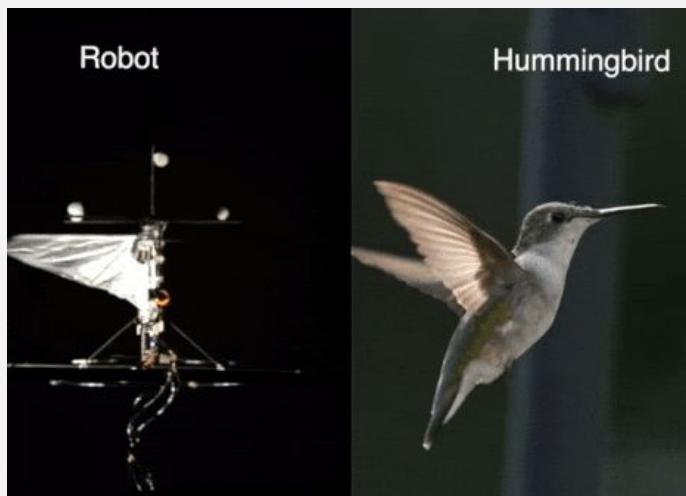
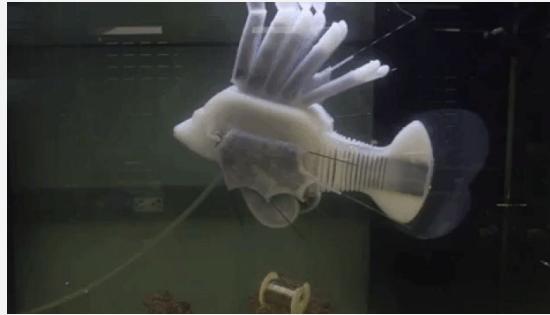
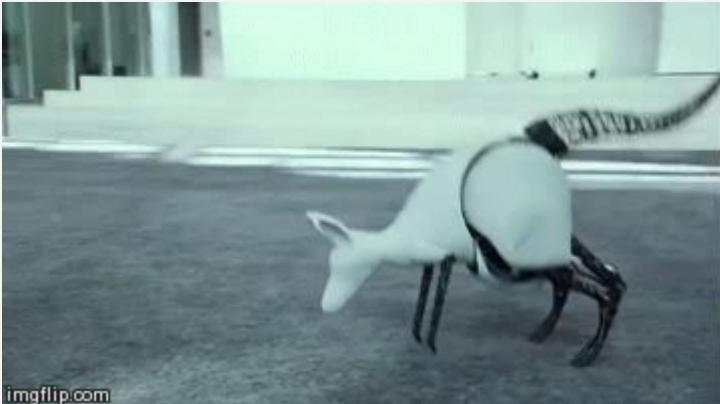


КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ? БЕСПИЛОТНЫЕ АВТОМОБИЛИ



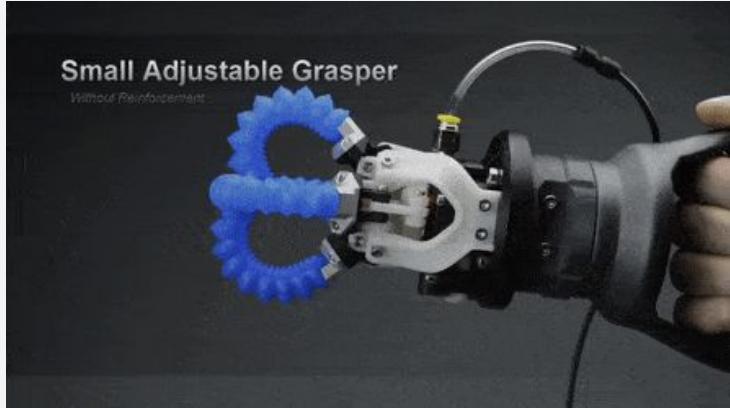
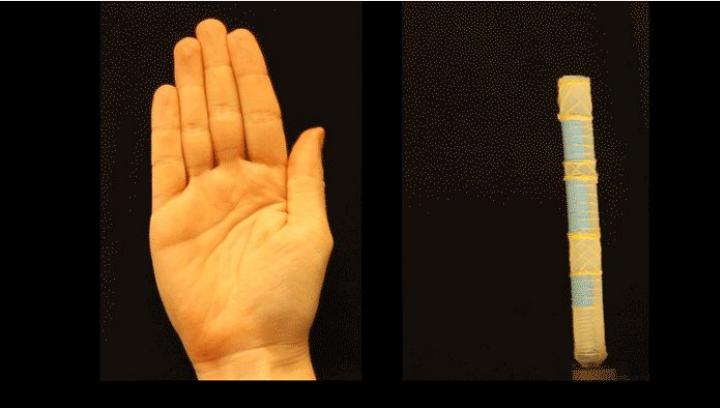
КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

BIOINSPIRED ROBOTICS



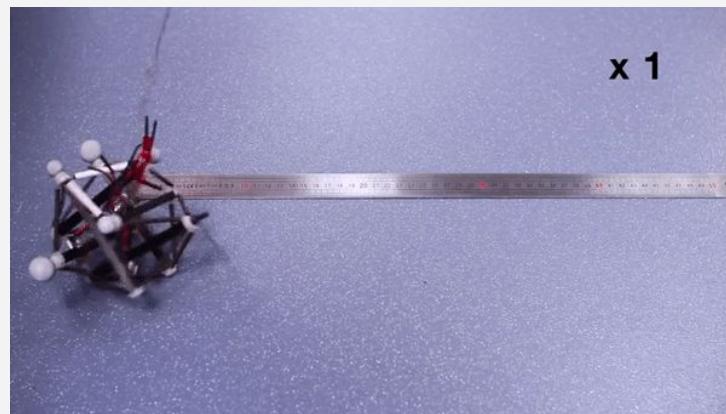
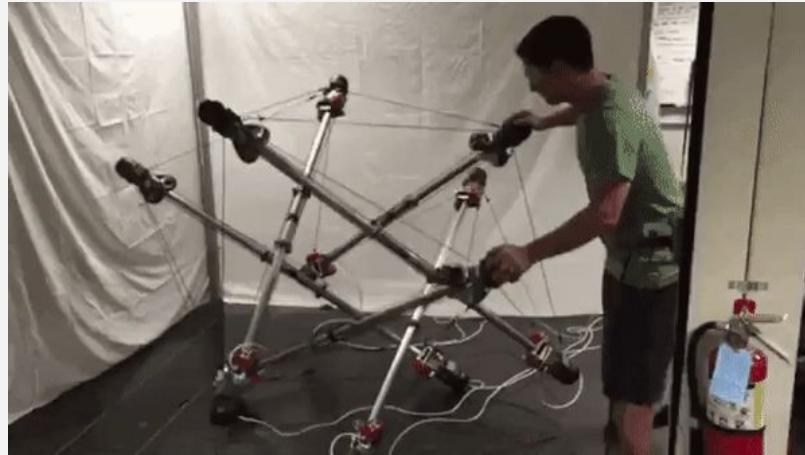
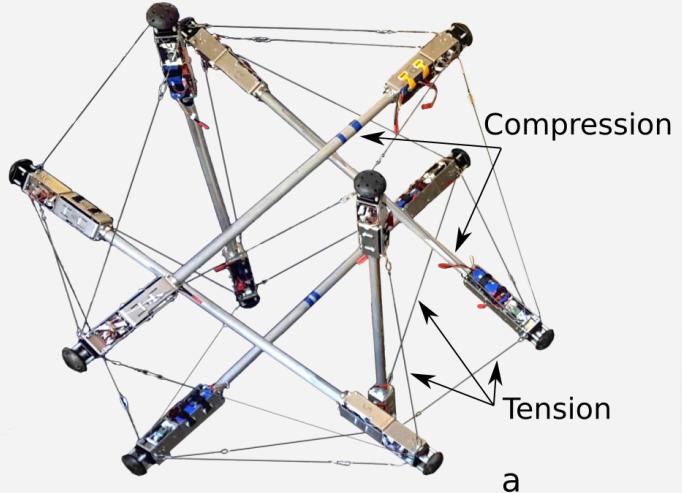
КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

SOFT ROBOTICS



КАКИЕ БЫВАЮТ РОБОТЫ?

TENSEGRITY ROBOTICS



РОБОТЫ ПО СПОСОБУ ЛОКОМОЦИИ (передвижения)



РОБОТЫ ПО СПОСОБУ ЛОКОМОЦИИ (передвижения)



Роботы по способу
передвижения



Стационарные

Колесные

Летающие

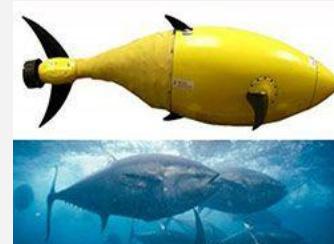
Ползающие

Гусеничные

Шагающие

Плавающие

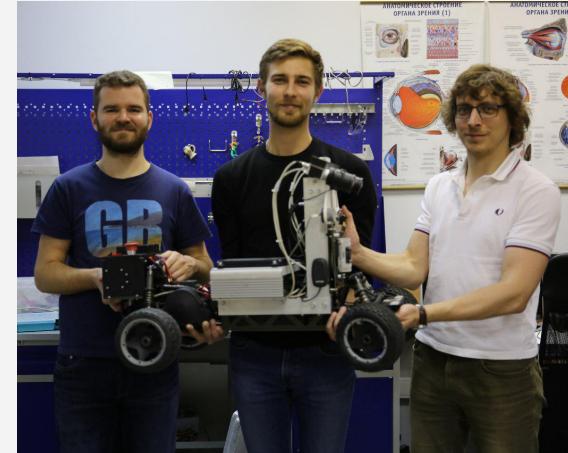
Другие



МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН

МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН

РОБОТЫ

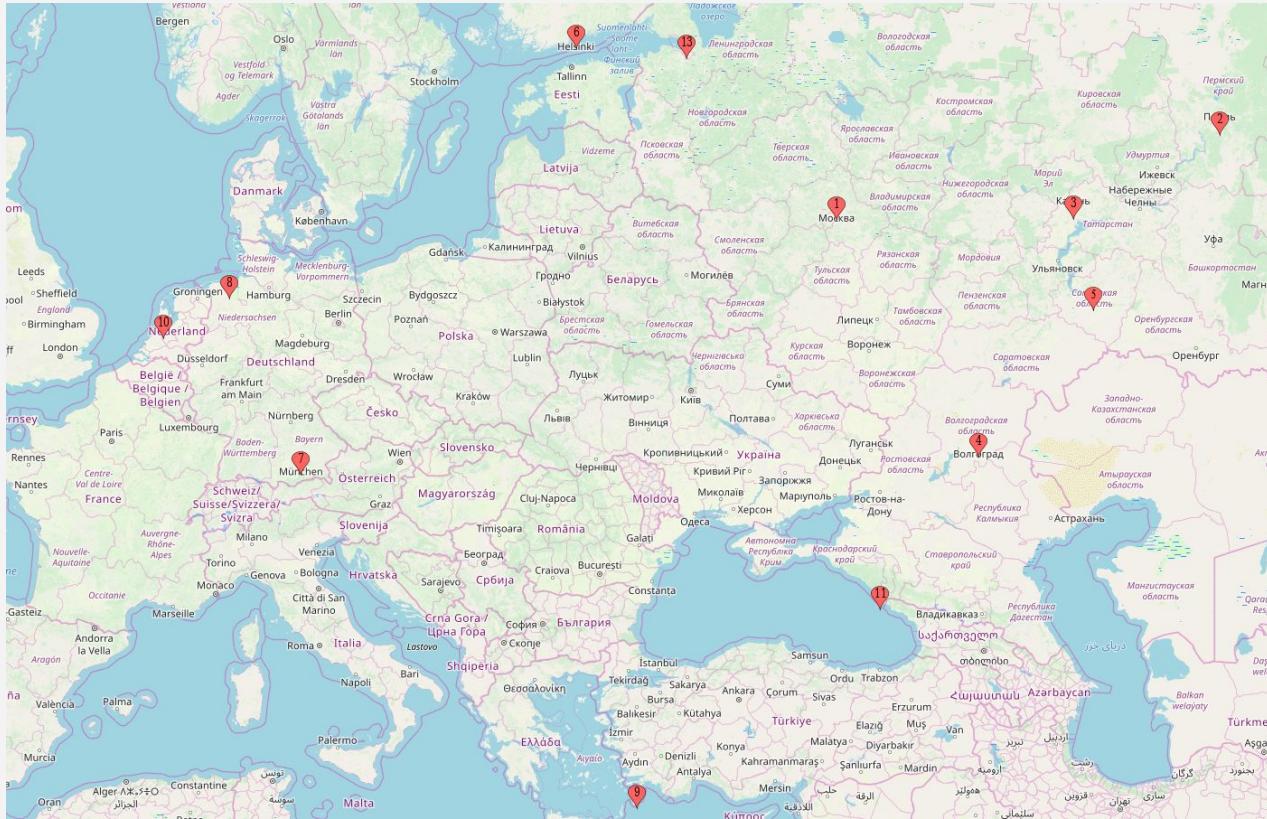


МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН

НАУКА

1. N. Korobov, O. Shipitko, I. Konovalenko, A. Grigoryev and M. Chukalina, "**SWaP-C based comparison of onboard computers for unmanned vehicles**," International Conference on Electromechanics and Robotics "Zavalishin's Readings"-2019.
2. O. S. Shipitko, M. P. Abramov, A. S. Lukoyanov, E. I. Panfilova, I. A. Kunina and A. S. Grigorev, "**Edge detection based mobile robot indoor localization system**," International Computer Vision Conference 2018.
3. Кибалов В. И., Шипилько О. С., Коробов Н. С., Григорьев А. С. **Безопасное управление скоростью наземного беспилотного транспортного средства в условиях неопределенности собственного положения** // Сенсорные системы. – 2019.
4. Абрамов М. П., Шипилько О. С., Григорьев А. С., Ершов Е. И. **Поиск точки схода для динамической калибровки внешних параметров монокулярной камеры при условии прямолинейного движения** // Сенсорные системы. – 2020.
5. Shipitko O., Grigoryev A. **Ground Vehicle Localization With Particle Filter Based On Simulated Road Marking Image** // European Conference on Modeling and Simulation 2018.

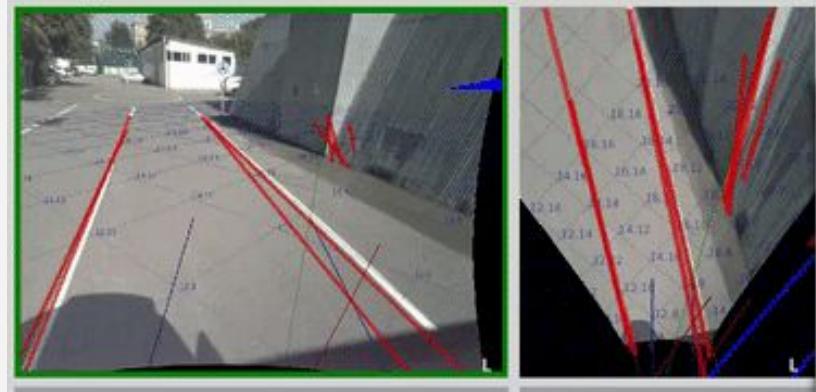
МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН НАУКА



МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

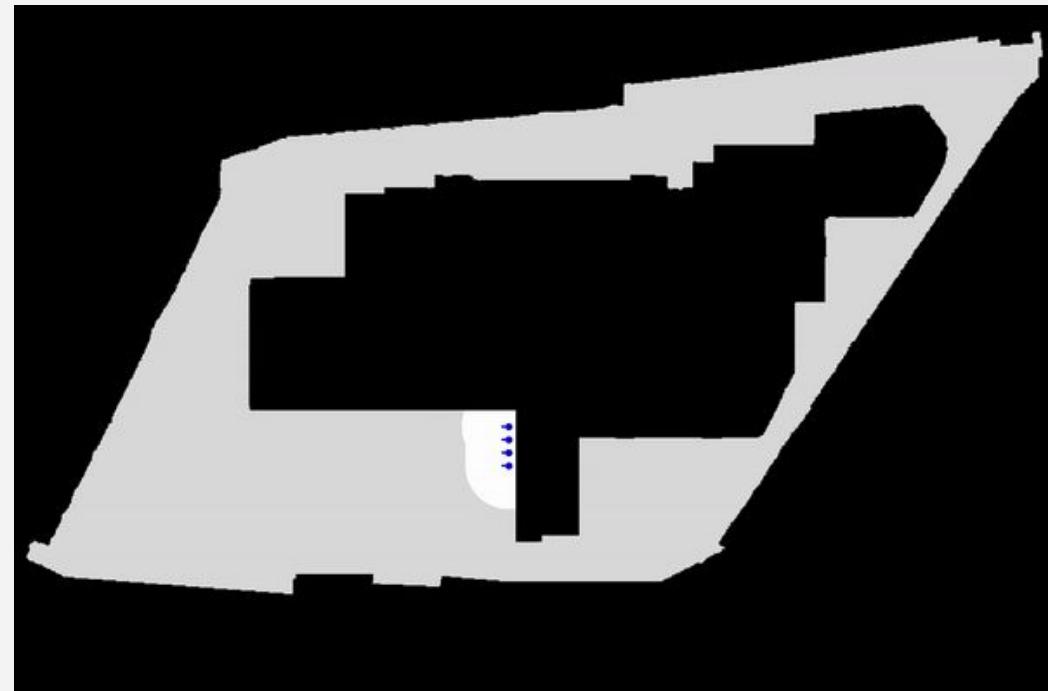
Классификация, детекция,
трекинг объектов



МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

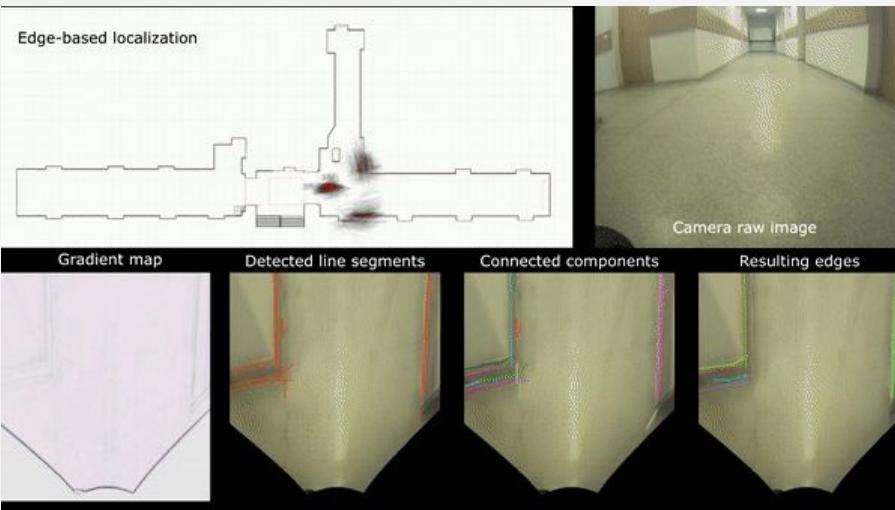
Алгоритмы
патрулирования
территории группой
роботов



МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

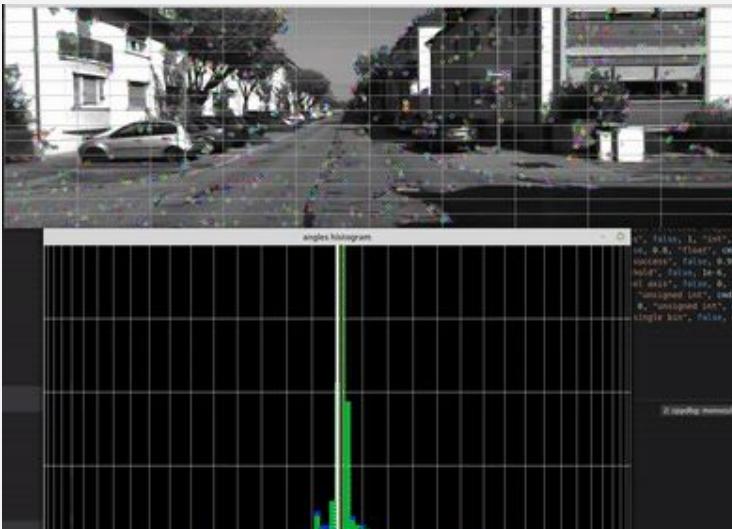
Навигация и комплексирование данных



МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Визуальная одометрия

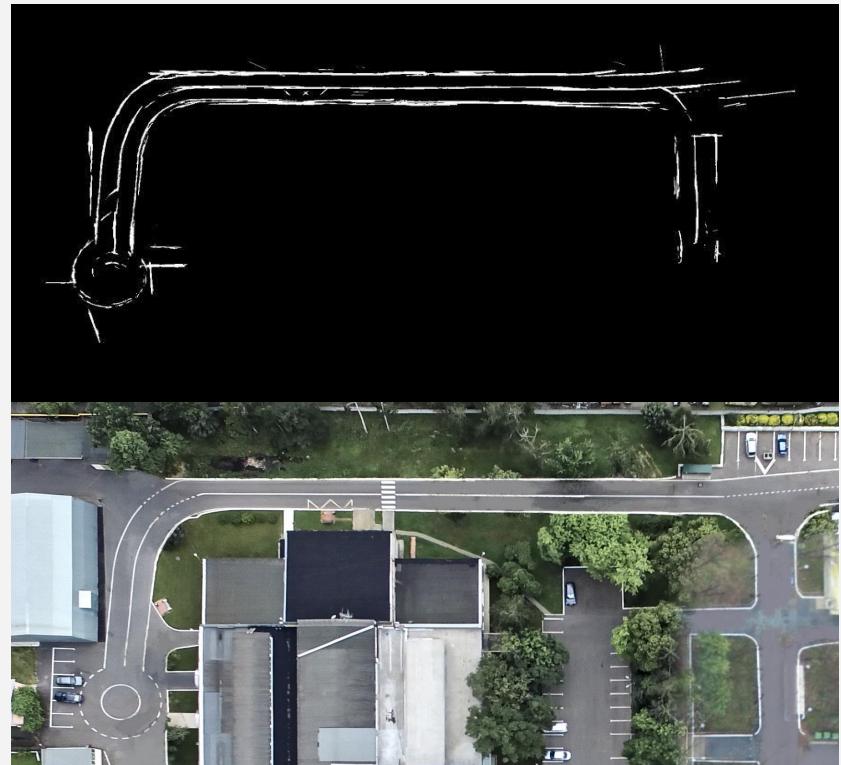
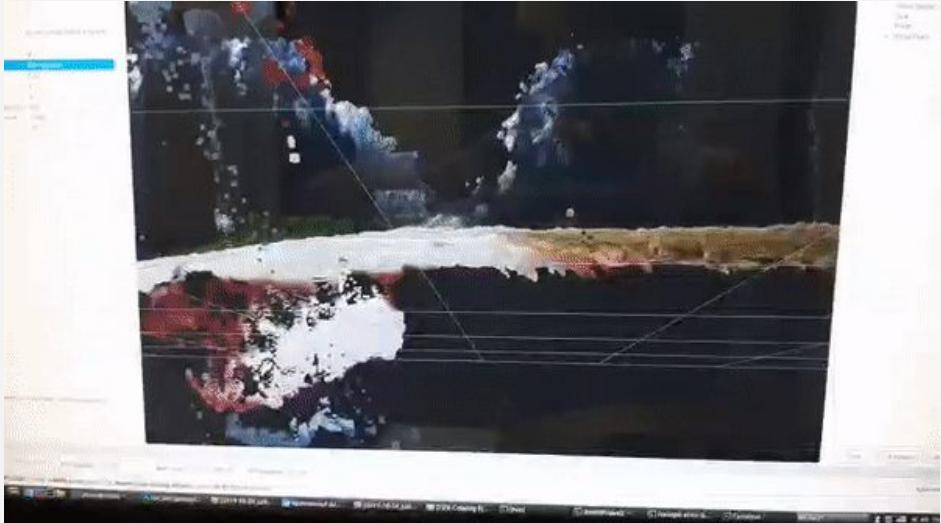


iteration 1

МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ИППИ РАН

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Картирование



КОЛЕСНЫЕ РОБОТЫ



КОЛЕСНЫЕ РОБОТЫ



ПОЧЕМУ ОНИ?

1. Простота (конструкции и управления)
2. Маневренность
3. Скорость



Все это делает колесных роботов одним из самым распространенным видов роботов применяющихся на практике.

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ КОЛЕСНЫМ РОБОТОМ



СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ КОЛЕСНЫМ РОБОТОМ



СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ КОЛЕСНЫМ РОБОТОМ

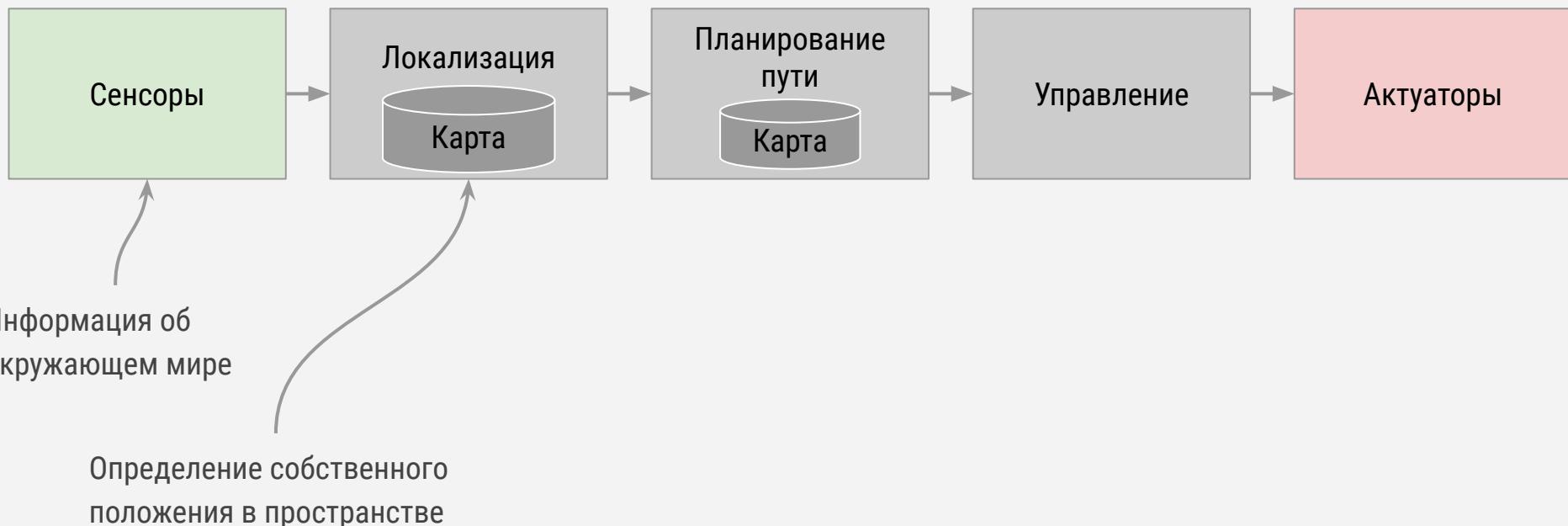


СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ КОЛЕСНЫМ РОБОТОМ

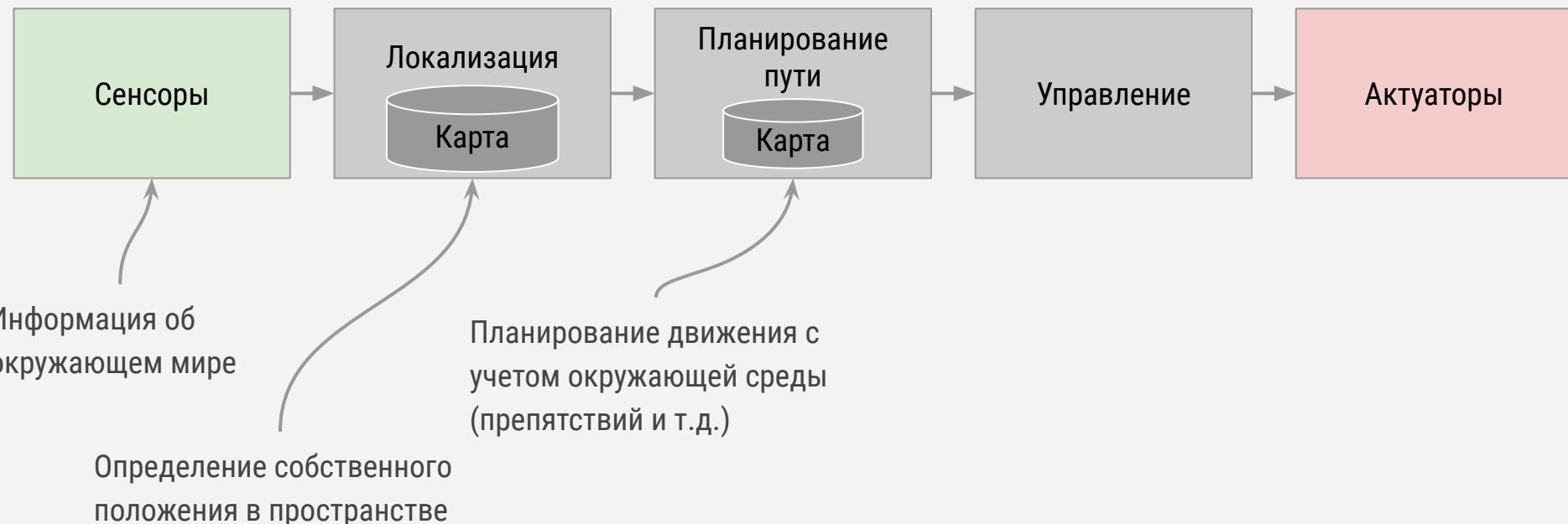


СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ КОЛЕСНЫМ РОБОТОМ

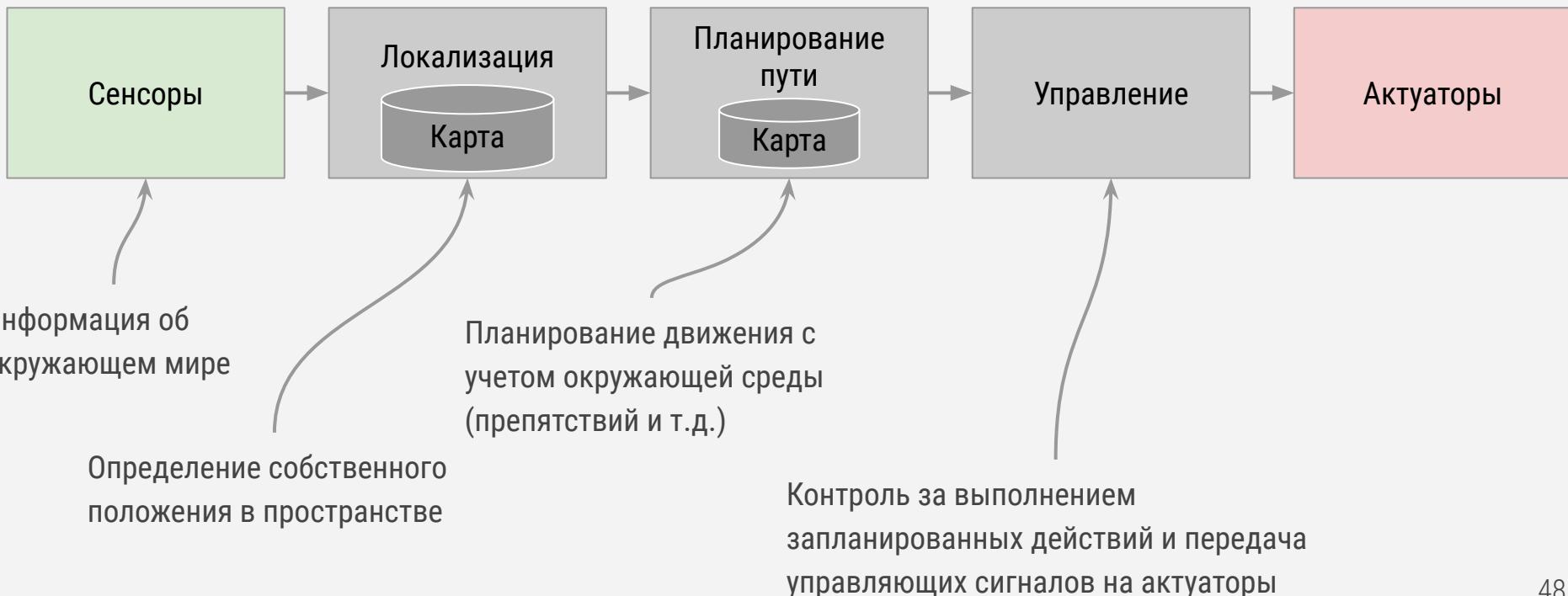
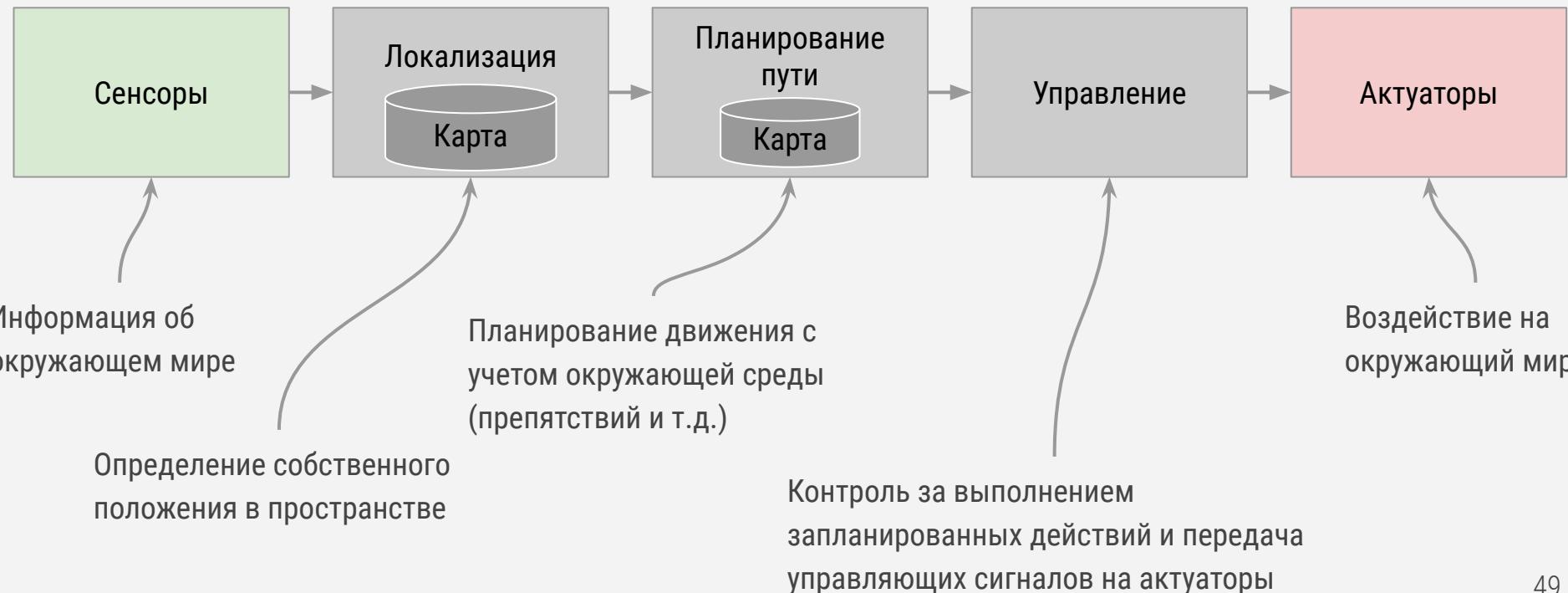
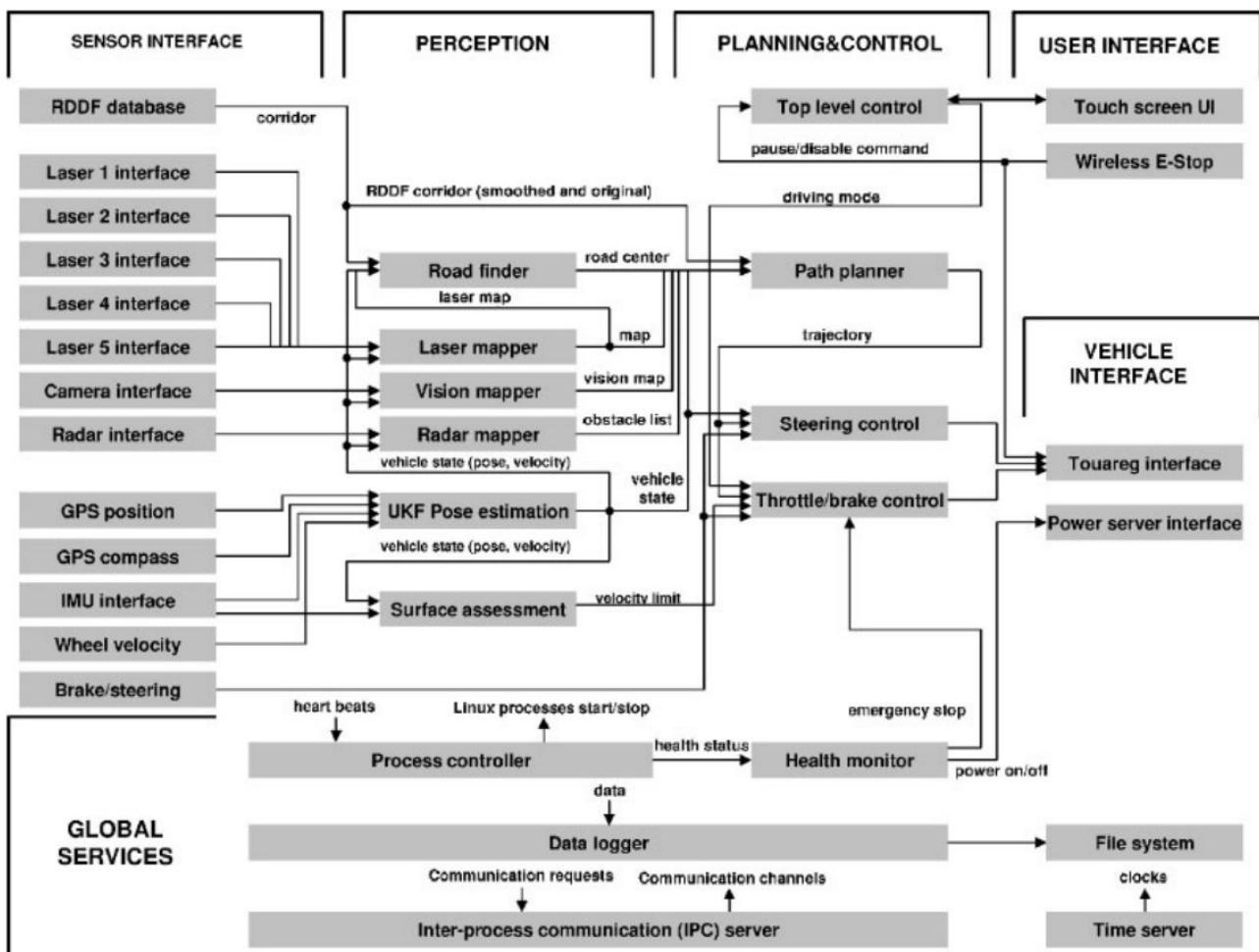
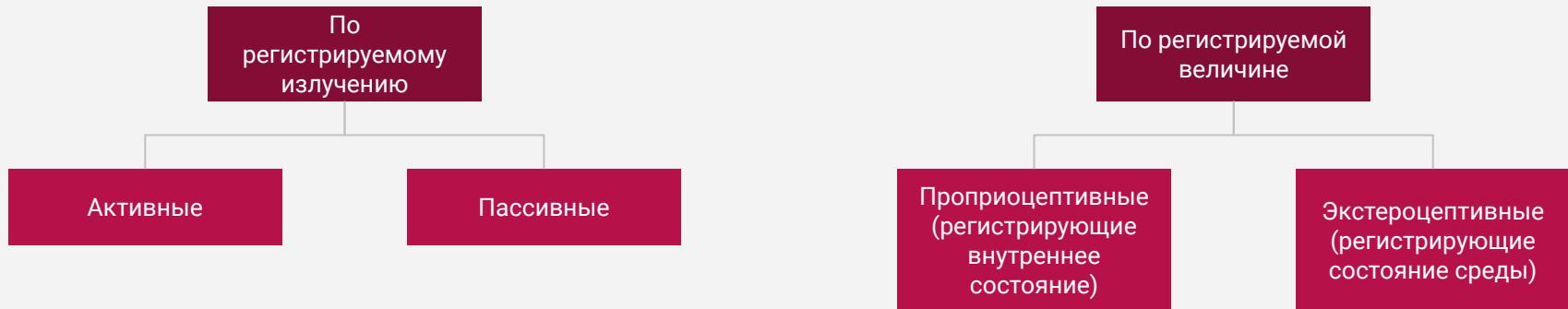


СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ КОЛЕСНЫМ РОБОТОМ





ВИДЫ СЕНСОРОВ



ВИДЫ СЕНСОРОВ

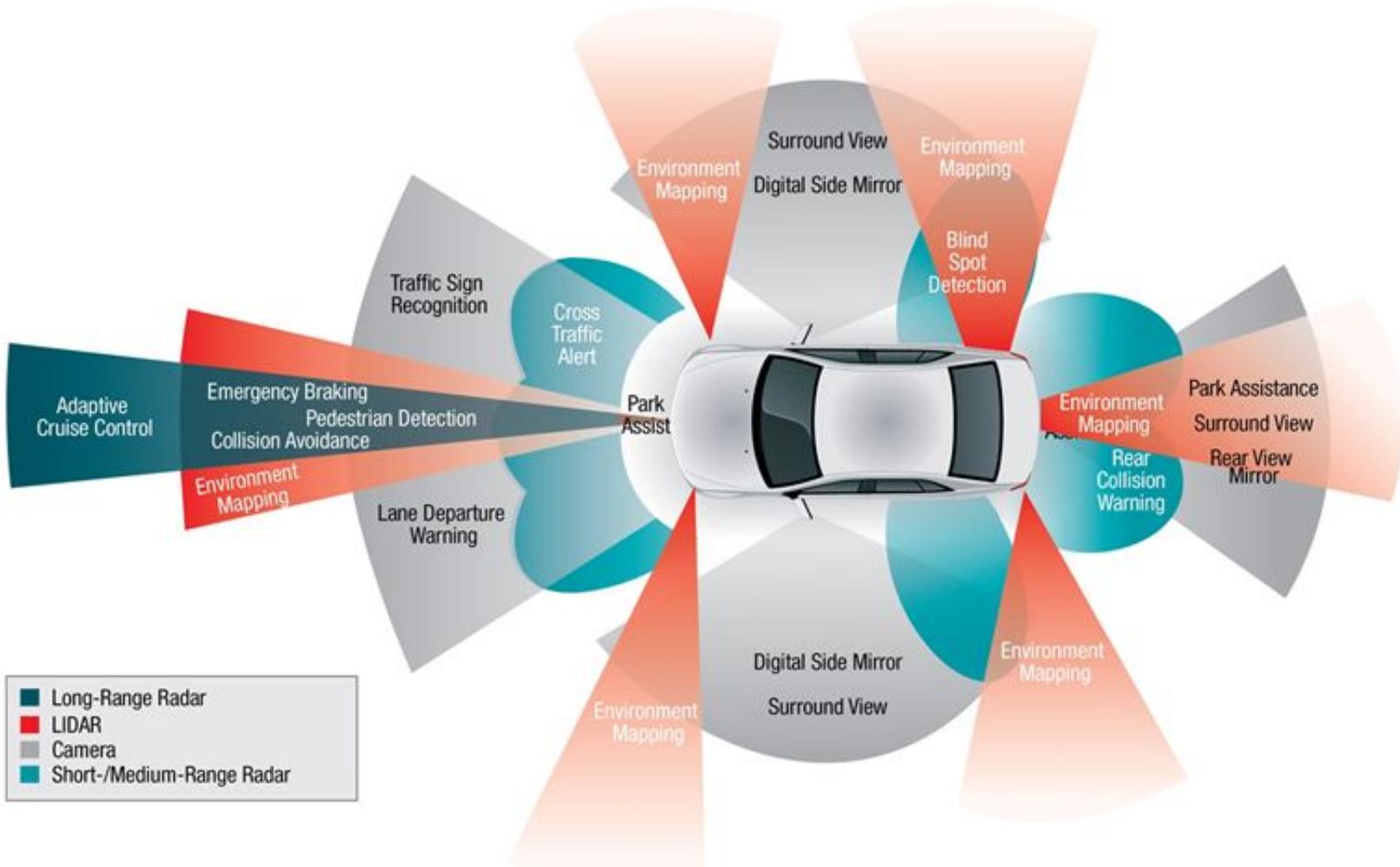
- Энкодеры
- Инерциальные навигационные системы (IMU, VRU, AHRS)
 - Акселерометры
 - Гироскопы
 - Магнитометры
 - Высотомеры
- Лазерные дальномеры (LIDARs)
- Ультразвуковые дальномеры (SONARs)
- Инфракрасные дальномеры
- Камеры
 - Моно-
 - Стерео-
 - RGB-D (различного типа)
 - Инфракрасные (IR)
- Радары (RADARs)
- Глобальные системы навигации (GNSS: GPS, ГЛОНАСС и т.д.)

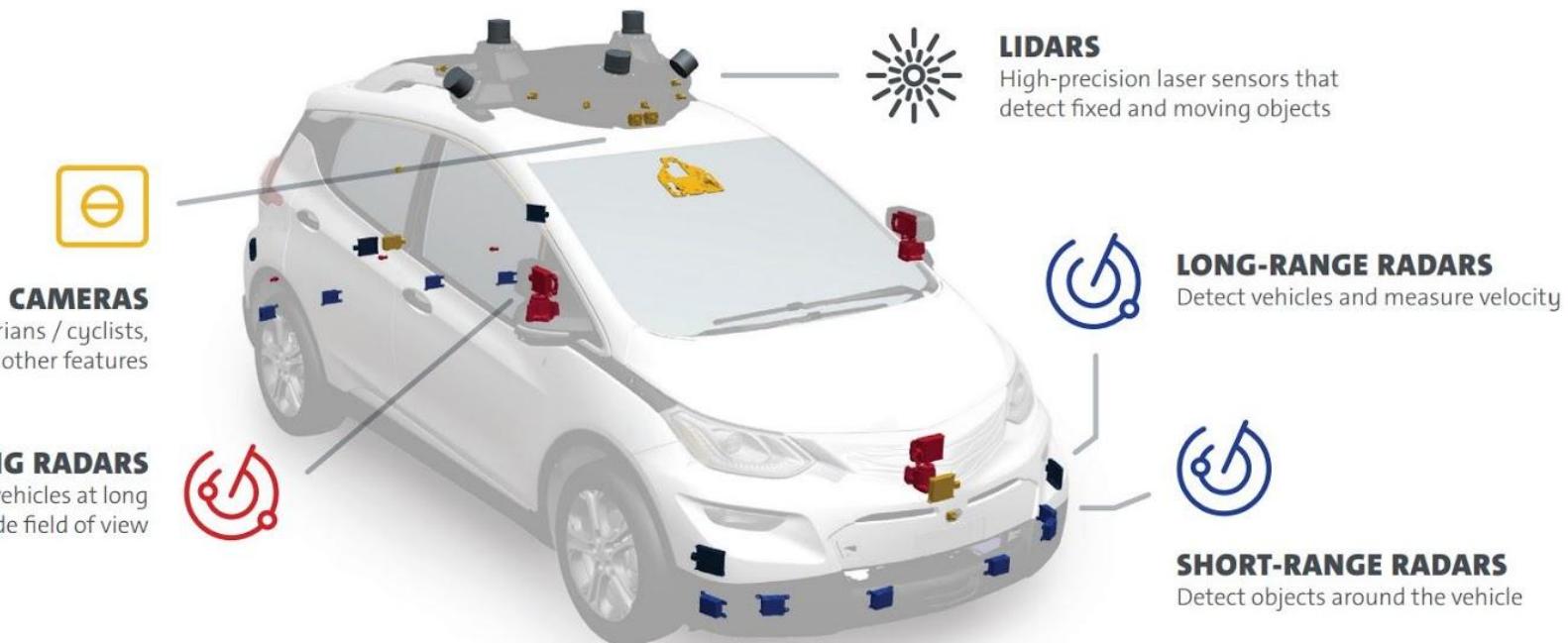
ВИДЫ СЕНСОРОВ

- Энкодеры
- Инерциальные навигационные системы (IMU, VRU, AHRS)
 - Акселерометры
 - Гироскопы
 - Магнитометры
 - Высотомеры

- Лазерные дальномеры (LIDARs)**
- Ультразвуковые дальномеры (SONARs)
- Инфракрасные дальномеры
- Камеры**
 - Моно-
 - Стерео-
 - RGB-D (различного типа)
 - Инфракрасные (IR)
- Радары (RADARs)
- Глобальные системы навигации (GNSS: GPS, ГЛОНАСС и т.д.)

Могут выступать в роли как проприоцептивных, так и экстeroцептивных сенсоров

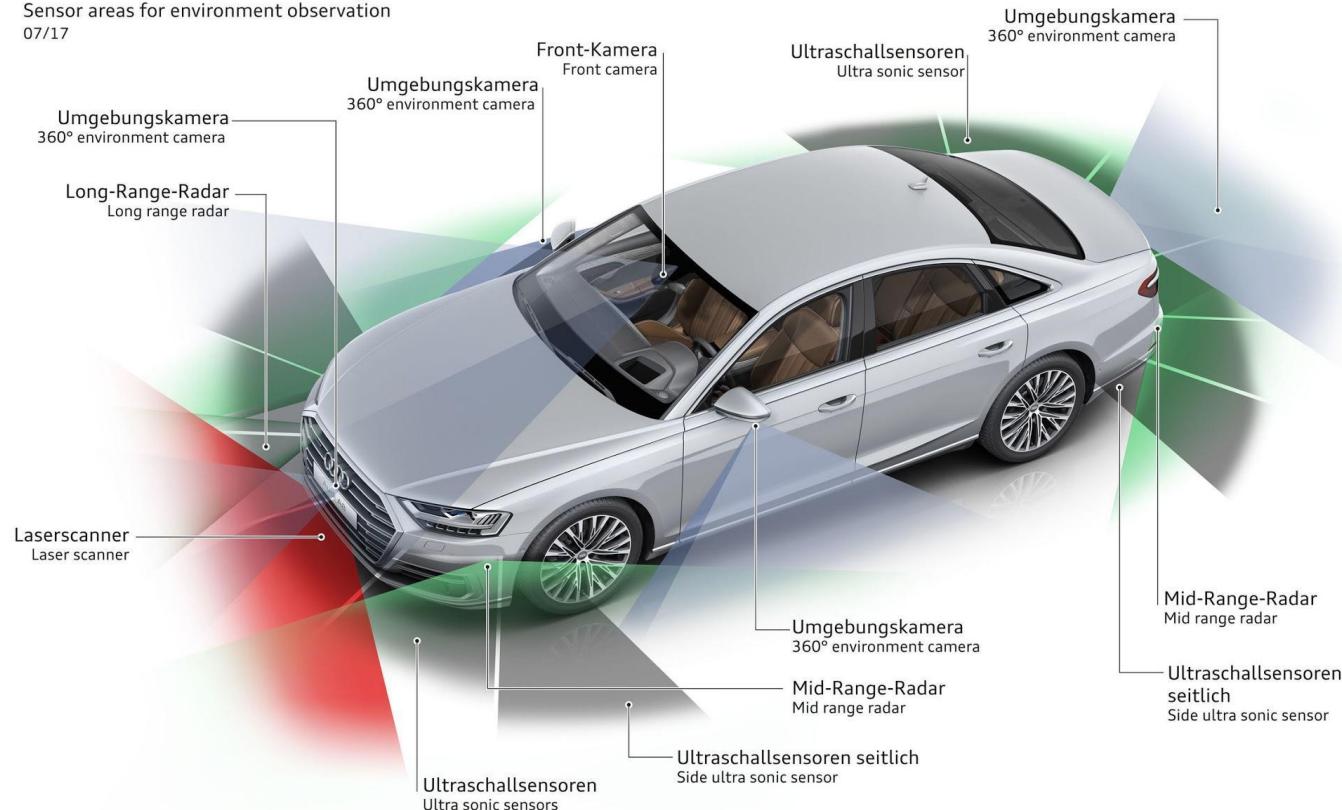






Audi A8

Sensorfelder der Umfeldüberwachung
Sensor areas for environment observation
07/17

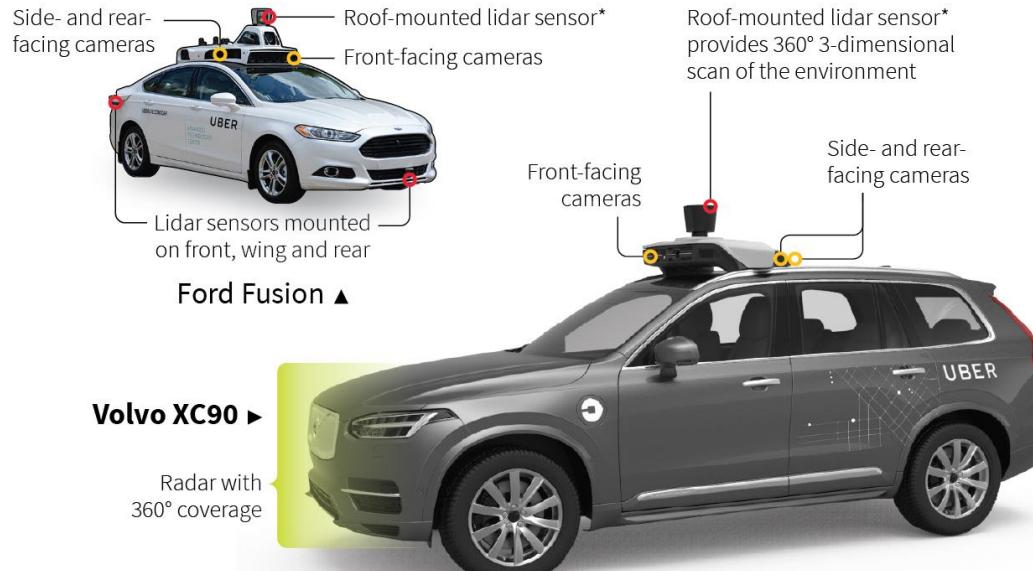


How Uber altered safety sensors on newest test cars

Uber's self-driving Volvo SUV that struck and killed a pedestrian last week in Tempe, Arizona, used fewer safety sensors than the self-driving Ford Fusions that Uber phased out of its test fleet last year.

UBER SELF-DRIVING VEHICLE SAFETY SENSOR SUITE

	LIDAR	RADAR	CAMERA
Volvo XC90	● 1	● ● ● ● ● ● ● ● 10	● ● ● ● ● 7
Ford Fusion	● ● ● ● ● 7	● ● ● ● ● 7	● 20



Source: Uber

Images: Uber

W. Foo, 28/03/2018

* Lidar uses laser light pulses to detect obstacles

REUTERS

12 different types of sensors

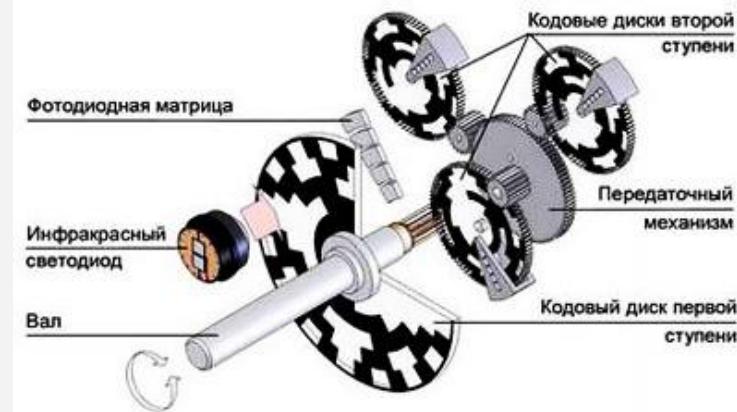
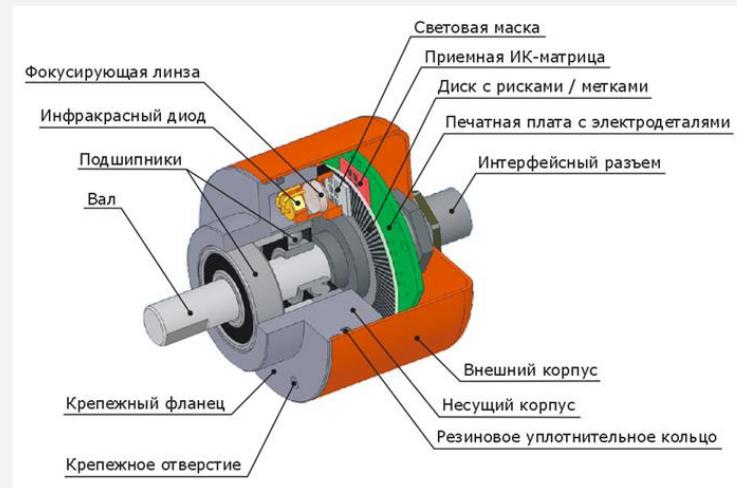


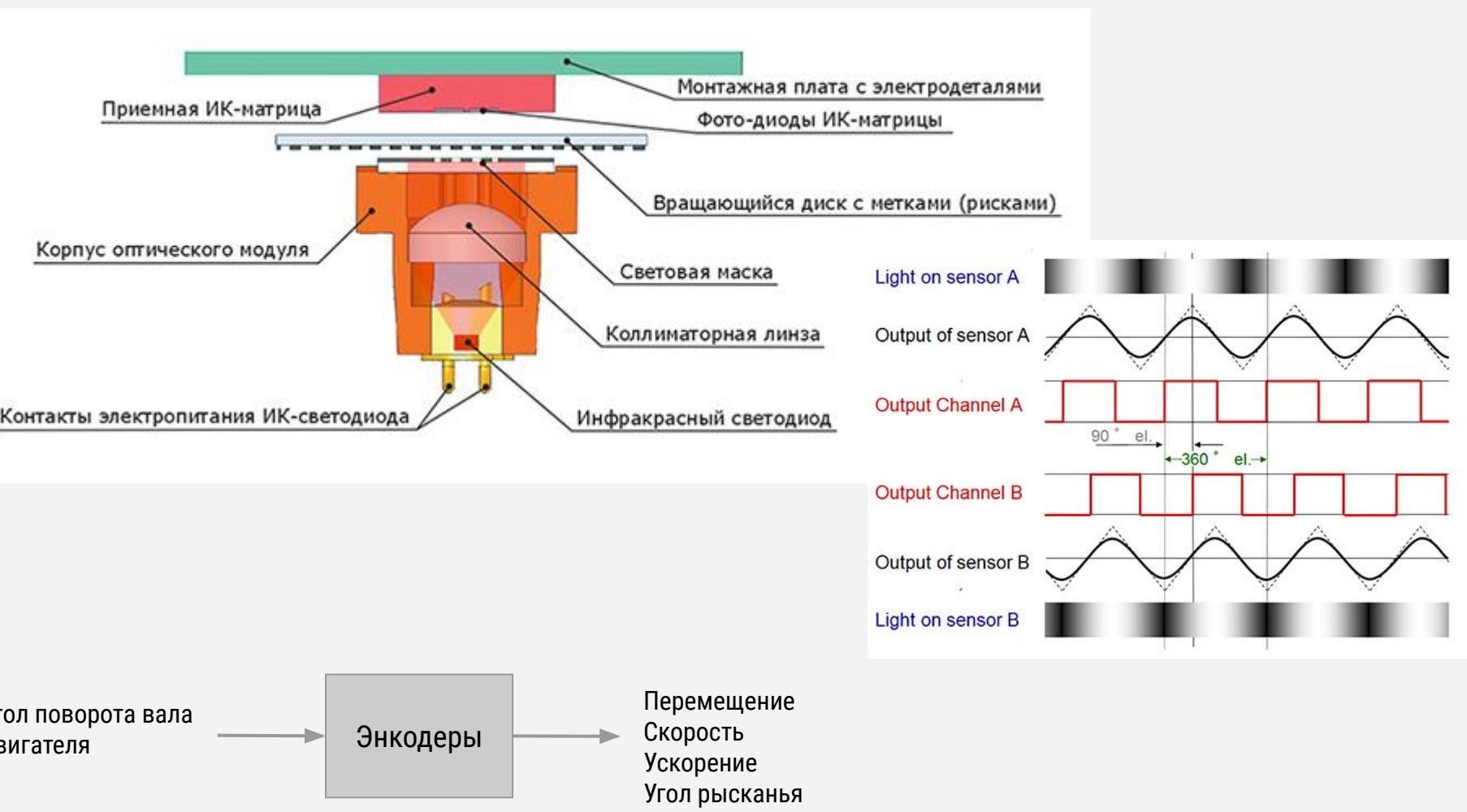
ВИДЫ СЕНСОРОВ

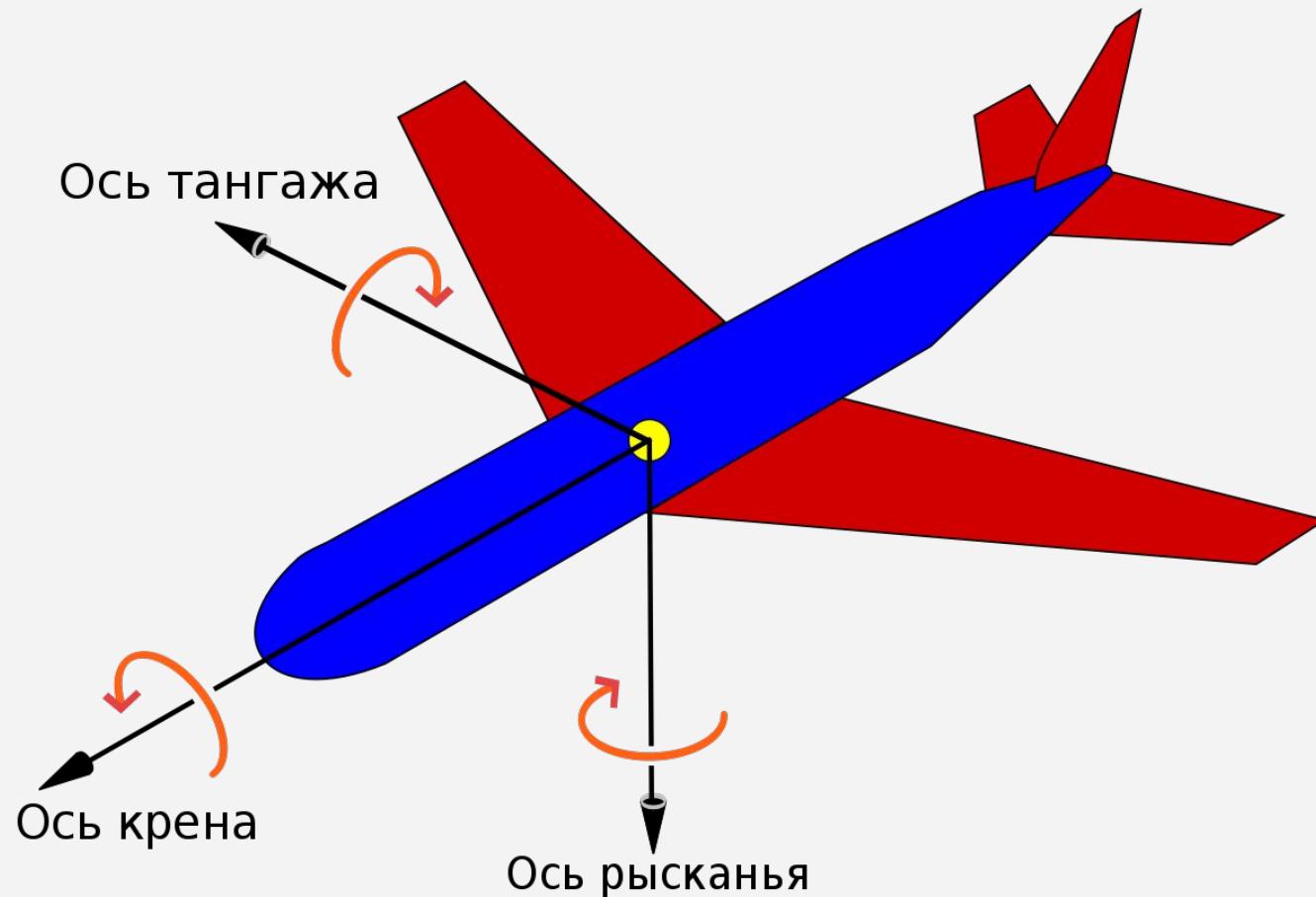
- Энкодеры
- Инерциальные навигационные системы (IMU, VRU, AHRS)
 - Акселерометры
 - Гироскопы
 - Магнитометры
 - Высотомеры
- Лазерные дальномеры (LIDARs)
- Ультразвуковые дальномеры (SONARs)
- Инфракрасные дальномеры
- Радары (RADARs)
- Камеры
 - Моно-
 - Стерео-
 - RGB-D (различного типа)
 - Инфракрасные (IR)
- Глобальные системы навигации (GNSS: GPS, ГЛОНАСС и т.д.)

ЭНКОДЕРЫ

- Энкодеры – датчики угловых и линейных перемещений. Преобразуют угловые положений или линейные перемещения в аналоговый или цифровой сигнал.
- Основное элементы: источник света, вращающийся диск с рисками (метками), и детектор светового сигнала.
- Световые сигналы, генерируемые источником света, детектируются приемным световым элементом, далее подсчитываются и преобразуются в последовательность электрических импульсов, при помощи электронных микросхем, располагающихся внутри корпуса энкодера.

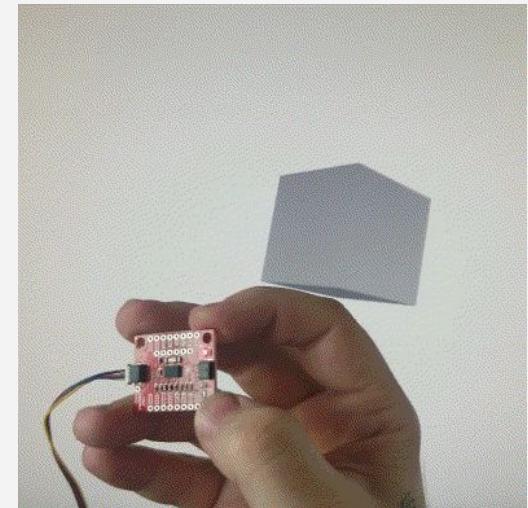
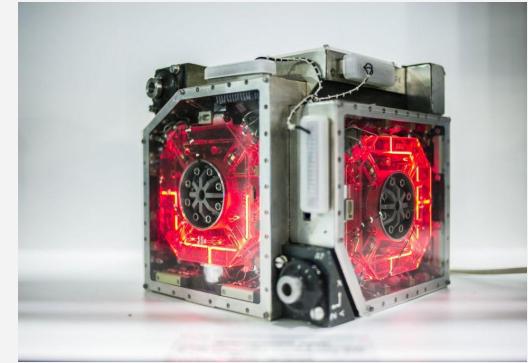






ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (IMU, VRU, AHRS)

- Инерциальные навигационные системы
(IMU VRU, AHRS)
 - Акселерометры
 - Гироскопы
 - Магнитометры
 - Высотомеры



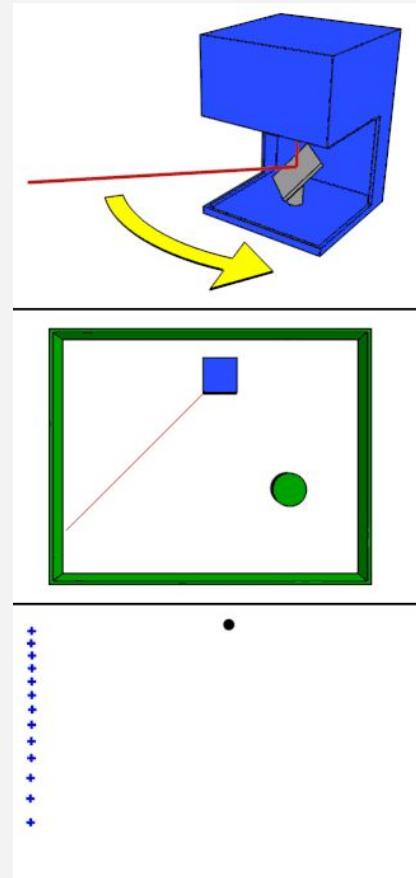
ЛАЗЕРНЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ (LIDARs)

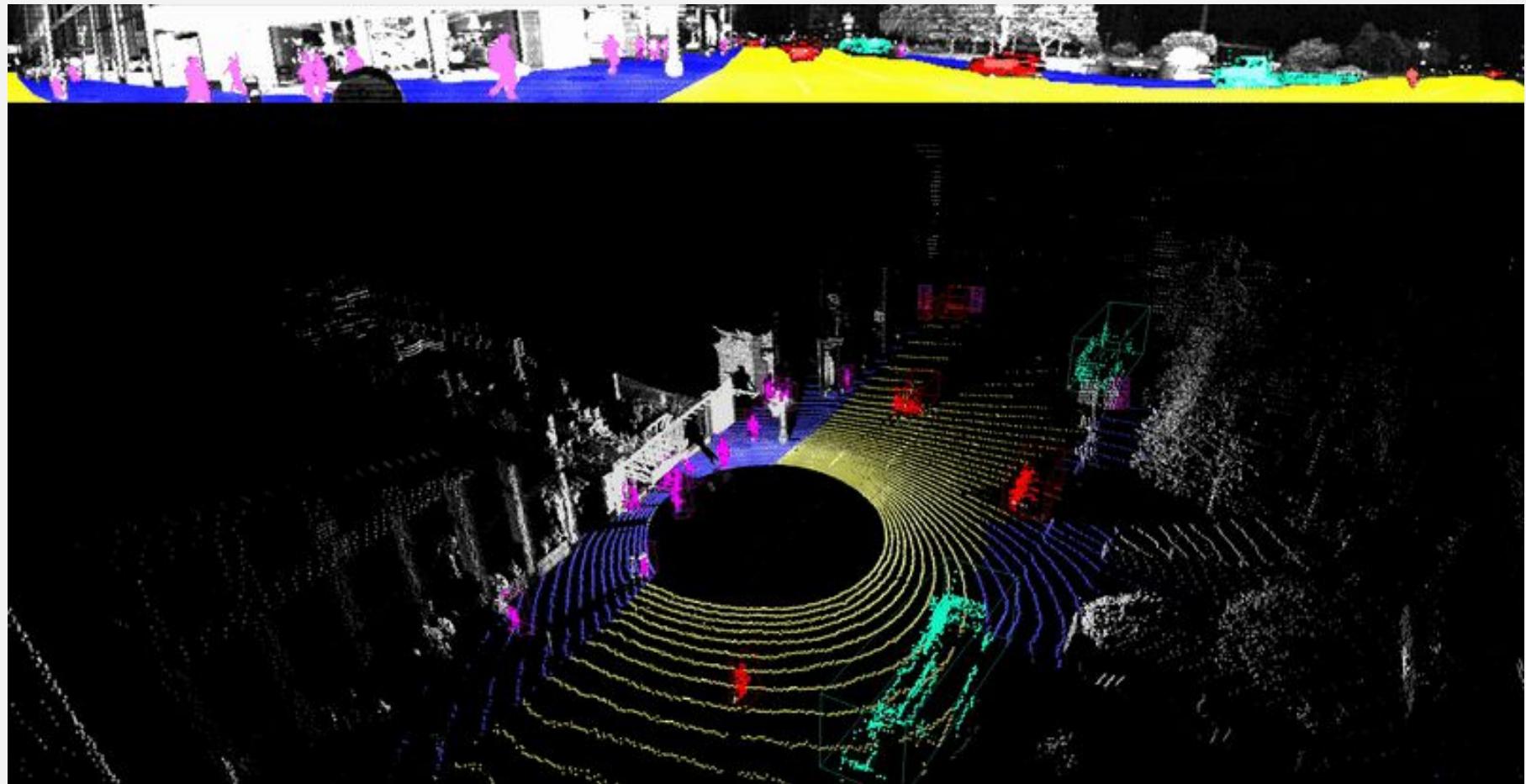
- ❑ LIDAR (Light Detection and Ranging или Laser Induced Direction and Range System) – обнаружение, идентификация и определение дальности с помощью света
- ❑ Принцип действия:
 - ❑ Направленный луч источника излучения отражается от целей, возвращается к источнику и улавливается высокочувствительным приемником
 - ❑ Время отклика прямо пропорционально расстоянию до цели
- ❑ Кроме импульсного метода измерения дистанции применяется фазовый, основанный на определении разности фаз посылаемых и принимаемых модулированных сигналов

Электромагнитное излучение



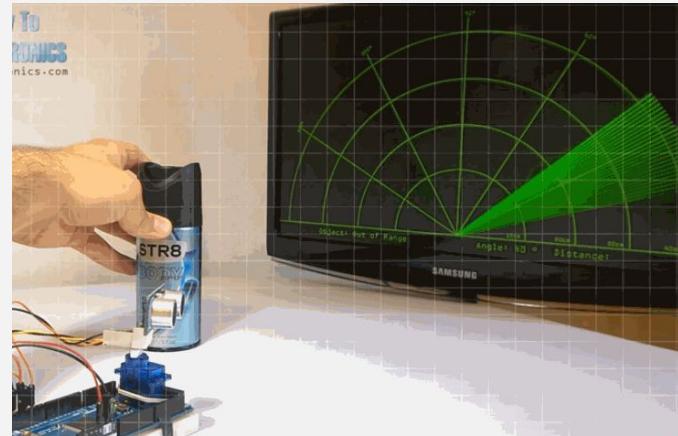
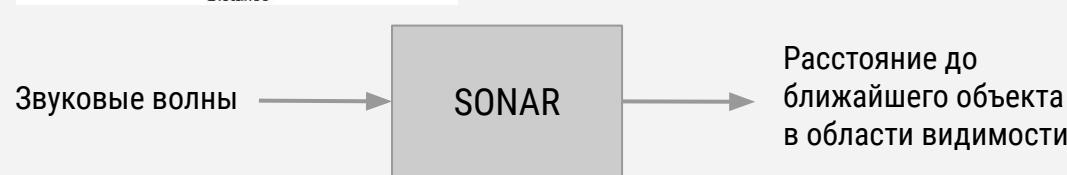
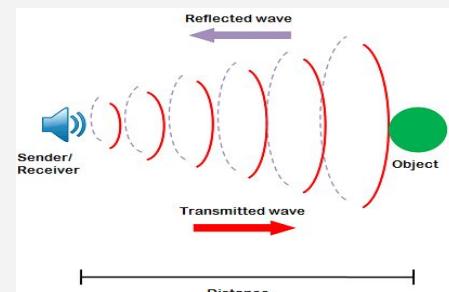
Облако точек с расстояниями и интенсивностью отраженного сигнала





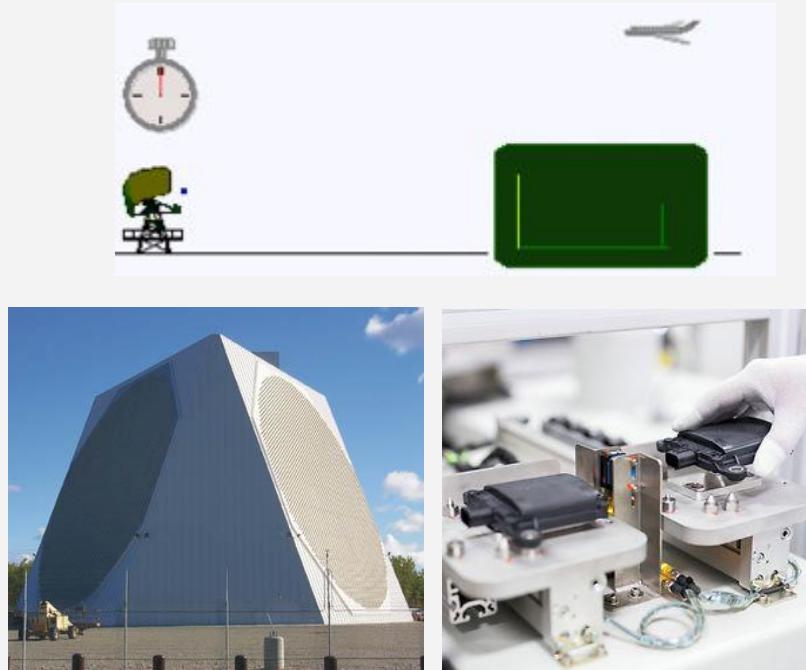
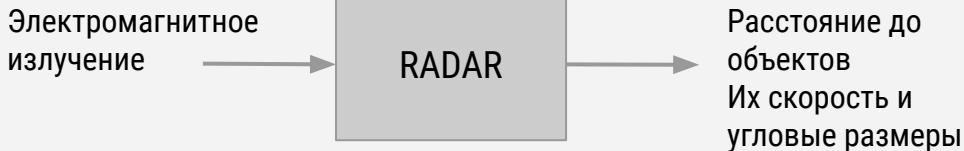
УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ (SONARs)

- ❑ Sonar (sound navigation ranging) – средство звукового обнаружения подводных объектов с помощью акустического излучения
- ❑ Принцип действия:
 - ❑ Излучает ультразвуковой сигнал
 - ❑ Засекает время до ответного эхо и рассчитывает расстояние до объекта



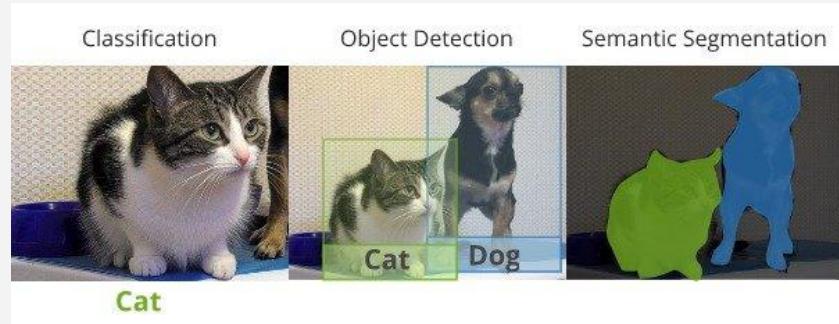
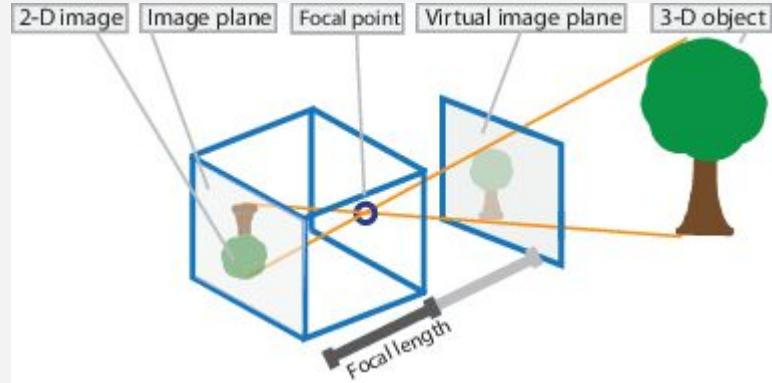
РАДАРЫ (RADARs)

- ❑ Радар (RAdio Detection And Ranging) основан на использовании так называемого эффекта Допплера - частота сигнала, отраженного от движущегося автомобиля, сравнивается с исходной частотой.
- ❑ Радар состоит из передатчика – источника электромагнитного излучения, передающей антенны, принимающей антенны (часто одной и той же), приемника и вычислителя для обработки сигнала.



КАМЕРЫ

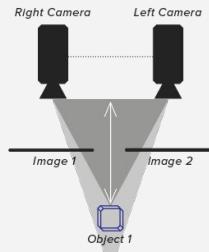
- ❑ Камера – проективный сенсор.
Проектирует 3D мир на 2D плоскость.
- ❑ Принцип действия:
 - ❑ Пиксели матрицы регистрируют отраженный от объектов свет (ослабление излучения в случае рентгена)
 - ❑ Количество упавших на пиксель фотонов преобразуется в электрический сигнал



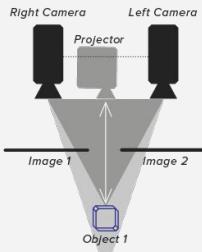
КАМЕРЫ ГЛУБИНЫ



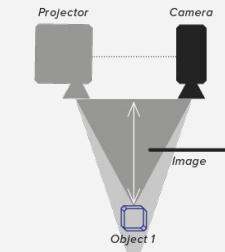
PASSIVE STEREO



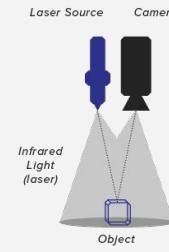
ACTIVE STEREO



STRUCTURED LIGHT



TIME OF FLIGHT



КАМЕРЫ ГЛУБИНЫ



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Perception: Sensors Autonomous Mobile Robots. Davide Scaramuzza. ETH Zurich



2. Датчики роботов



3. Choosing The Best Sensors For A Mobile Robot



ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕЗЕНТАЦИИ

Эта презентация была подготовлена Олегом Шипитко в рамках курса “Моделирование колесных роботов” кафедры когнитивных технологий Московского физико-технического института (МФТИ). Автор выражает благодарность, авторам, чьи материалы были использованы в презентации. В случае, если вы обнаружили в презентации свои материалы, свяжитесь со мной, для включения в список авторов заимствованных материалов.

This presentation was prepared by Oleg Shipitko as part of the “Mobile Robotics” course at the Department of Cognitive Technologies, Moscow Institute of Physics and Technology. The author is grateful to the authors whose materials were used in the presentation. If you find your materials in a presentation, contact me to be included in the list of contributing authors.