АВТОНОМНЫЙ МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ-ПОИСКОВИК



АКУТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Существует множество задач, которые по тем или иным причинам нежелательно или невозможно решать путем непосредственного участия человека. К таким задачам относится:

- Разведка неизвестной местности, возможно, опасной для жизни и здоровья человека (РХБ-разведка и др.)
- Исследование вредных или опасных для жизни и здоровья человека объектов (РХБ-, ЭМ-разведка, обнаружение радиовзрывателей, магнитных детонаторов и т.д.)
- Скрытое слежение за объектами, в том числе и за движущимися с малыми скоростями, в различных местах при различных условиях окружающей среды
- Поиск на местности различных объектов, в первую очередь опасных, а также тех, чьи свойства априори неизвестны
- Поиск людей в условиях природных и техногенных катастроф (например, поиск людей под завалами, при пожарах и т.д.)
- Обнаружение заданных объектов в труднодоступных или потенциально опасных для человека местах, таких, как вентиляционные шахты, бункеры, пещеры, подземные ходы, различные технические пустоты, надпотолочные пространства и т.д.

Для безопасного выполнения всех вышеперечисленных задач в недетерминированной среде без участия оператора (или при потери связи с ним) необходим изначально автономный робот, обладающий очень мощным (т.н. «сильным») искусственным интеллектом

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Основная цель:

создание автономного мобильного робототехнического комплекса, оснащенного мощным («сильным») искусственным интеллектом, позволяющим без участия человека-оператора осуществлять разведку местности, исследовать заданные объекты, осуществлять наблюдение за объектами, в том числе и движущимися с малыми скоростями, в любых условиях окружающей среды, при наличии внезапно возникающих опасностей, резкого изменения окружающей обстановки и т.д.

Дополнительные цели:

отработка и внедрение новейших алгоритмов обработки изображений, а также интеллектуальных поведенческих моделей управления роботами в недетерминированной среде. Оптимизация разработанных методик автоматического управления для отечественной элементной базы в рамках политики импортозамещения.

Главные особенности робота

- Полностью автономен
- ► Наличие «сильного» искусственного интеллекта
- Гусеничное шасси для увеличения проходимости
- Может оснащаться различными наборами датчиков
- Наличие двух разнесенных Full HD камер типа ССТV, образующих оптическую стереосистему компьютерного зрения робота
- Обеспечивается возможность независимого подъема каждой из камер на высоту до 0,6 м над корпусом робота
- Обеспечивается возможность независимого поворота каждой из камер на 360° по азимуту и на +90°√-90° по углу места
- Полная 3D-реконструкция окружающего пространства
- Движение в реконструируемом 3D-пространстве с одновременным построением и дополнением цифровой карты пространства (технология SLAM)
- Ориентация в пространстве при помощи стереокамеры, доп. датчиков (УЗИ/ИК/lidar) и приемника ГЛОНАСС/GPS
- Видеозахват и автоматическое сопровождение заданных объектов
- Предусмотрена возможность резервного радиоуправления оператором
- Самостоятельное определение типа исследуемого объекта, его распознавание и классификация
- При появлении опасности робот самостоятельно принимает решение по допустимой маскировке, прячется или «убегает»
- Использование полностью отечественной элементной базы в системе управления и обработки информации

Автономность



Широкое использование ИИ ДЛЯ обеспечения автономности действий робота: нечеткой логики, нейросетей, когнитивных сетей, генетических алгоритмов, Байесовского подхода и др. Принятие решений в нетиповых ситуациях на основе конкуренции вероятностных гипотез при наличии неполной информации об объекте или явлении

ГУСЕНИЧНОЕ ШАССИ



Для повышения проходимости предполагается использовать гусеничное шасси, причем оно должно быть оснащено не менее 4 сервоприводами, оснащенных одометрическими датчиками

Для улучшения сцепления с поверхностью движения, а главное, для снижения уровня шума при проведении скрытого наблюдения предполагается использовать резиновые или резинометаллические гусеницы. Также в перспективе предполагается использовать гусеничное шасси с гидропневматической подвеской опорных катков, что позволит изменять клиренс в случае необходимости при выполнении задания



Использования стереокамеры для реализации многих алгоритмов машинного зрения





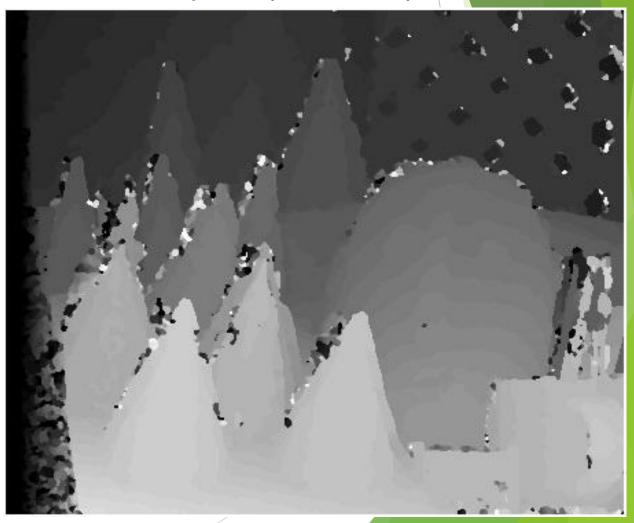
СТЕРЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ КРОССКОРРЕЛЯЦИИ СО СГЛАЖИВАНИЕМ (РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИВАЦИИ АЛГОРИТМА)

Левое (вверху) и правое (внизу)





Результат работы алгоритма

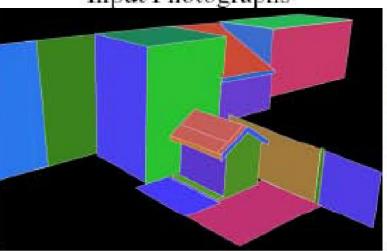


3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ПО НАБОРУ ИЗОБРАЖЕНИЙ





Input Photographs



Geometric Model

2D Sketching Interface



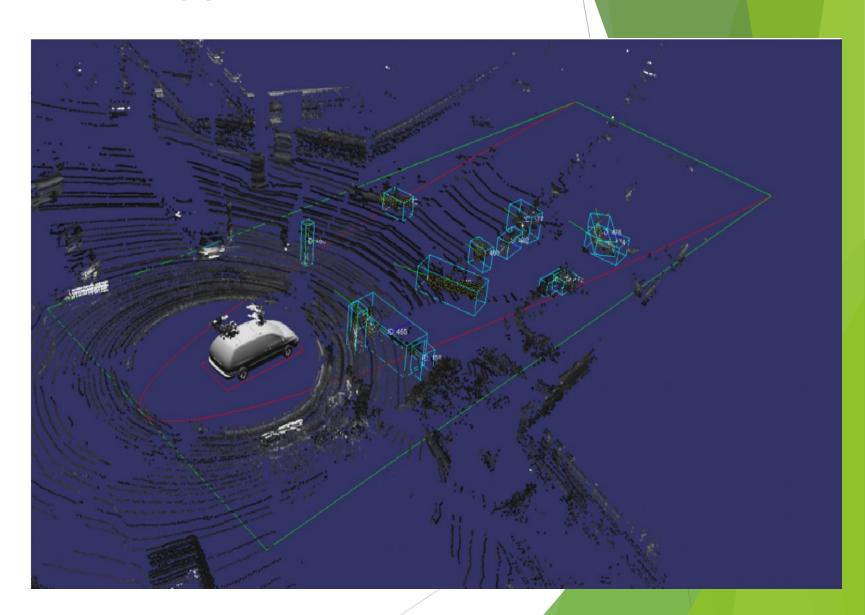
Texture-mapped model

ПЛАНИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА

Задача разбивается на две части:

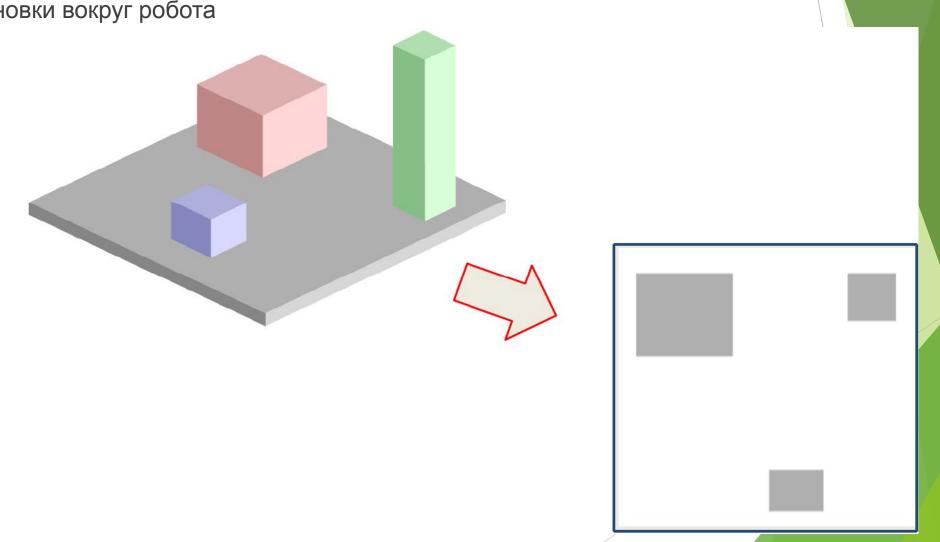
- 1. Построение карты проходимости среды
- 2. Расчет траектории движения на основе карты проходимости среды

Карта проходимости среды представляется в виде графа, в котором каждая вершина представляет собой часть пространства, а ребра связывают части пространства

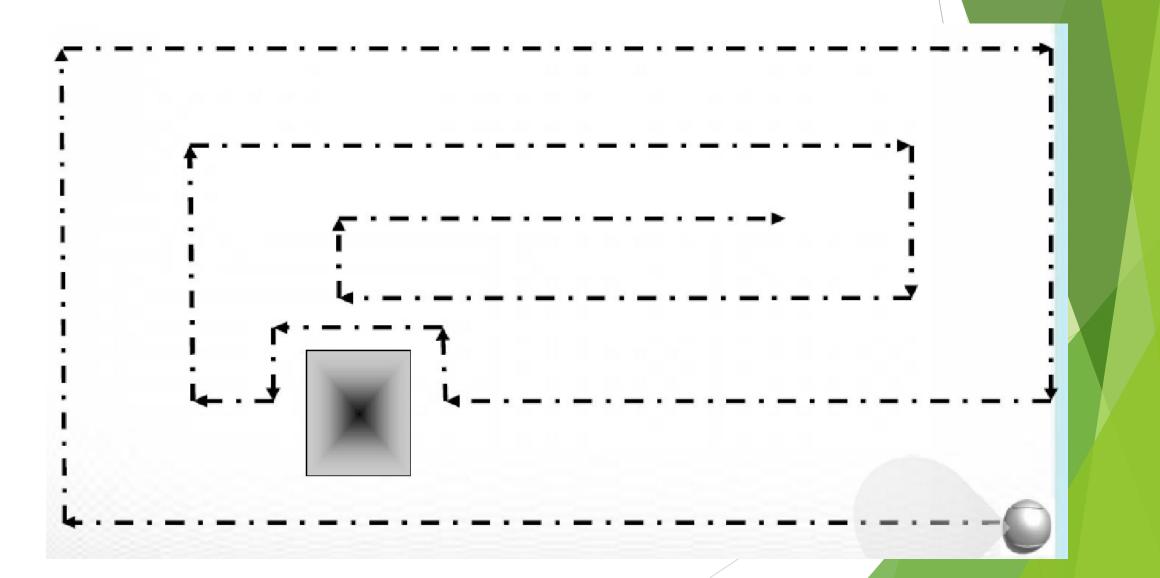


ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ПРОХОДИМОСТИ СРЕДЫ

Пространство может разбиваться как регулярной сеткой, так и на произвольные фигуры, чаще всего треугольники. Используемая карта иерархическая, то есть грубая – большого масштаба, и подробная – текущей обстановки вокруг робота



МЕХАНИЗМ ОБХОДА РОБОТОМ ЗАМКНУТОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ НАЛИЧИИ В НЕМ ПРЕПЯТСТВИЙ



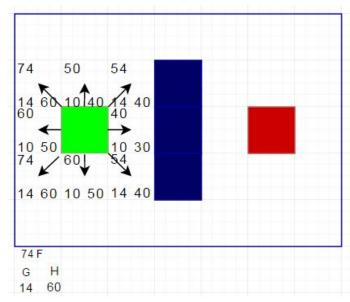
РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ

Существует два основных метода:

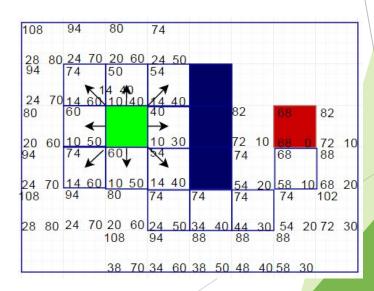
- 1. Алгоритм Дейкстры
- Алгоритм А* (А-стар)

После расчета траектории производится сглаживание.

В случае динамической среды постоянно производится перерасчет карты проходимости среды и маршрута движения. При этом в процессе движения производится уточнение самой карты пространства, а также местонахождения робота в ней (технология SLAM).



Расчет значений до ближайших клеток



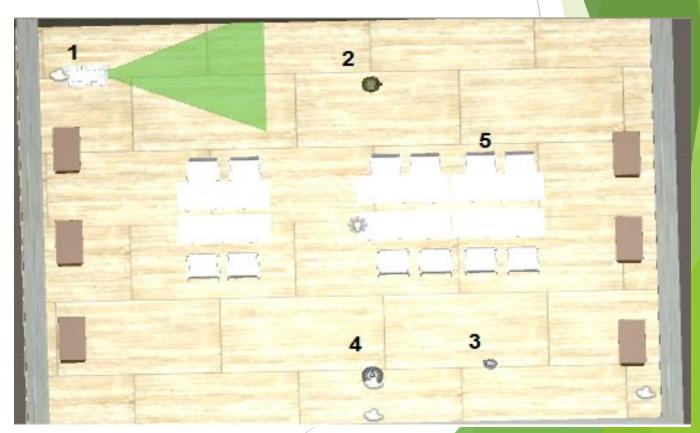
Путь до конечного узла

КАТЕГОРИИ ОБЪЕКТОВ

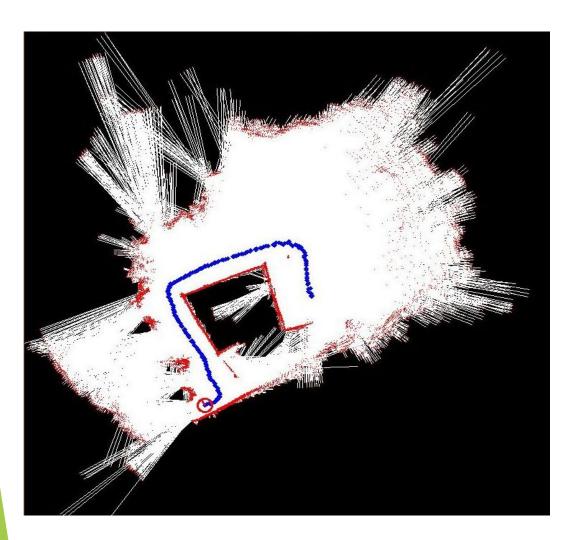
Все объекты для робота делятся на категории:

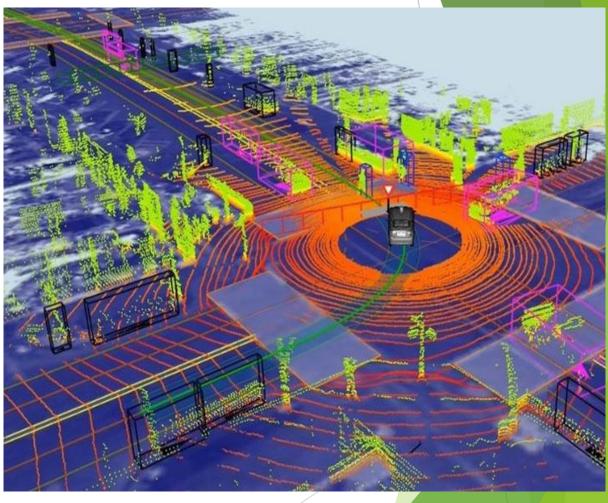
- 1. Целевые объекты, до которых необходимо доехать.
- 2. Нейтральные объекты (препятствия), которые необходимо объезжать.
- 3. Опасные объекты с определенным радиусом опасности, которые нужно объезжать за пределами этого радиуса

- 1. Робот с обозначенным углом зрения стереокамеры
- 2. Опасный объект с большим радиусом опасности
- 3. Опасный объект с малым радиусом опасности
- 4. Целевой объект
- 5. Нейтральный объект (препятствие)



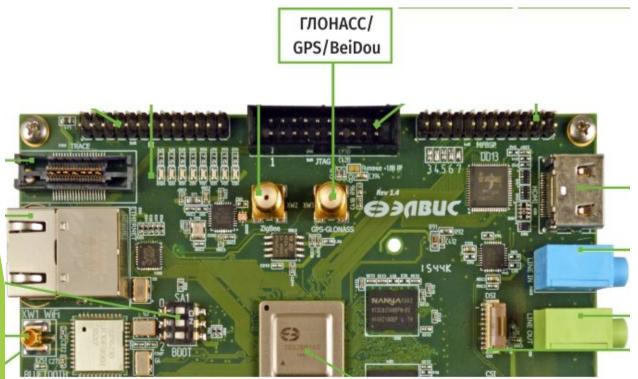
РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ SLAM ДЛЯ ОТКРЫТОГО ПРОСТРАНСТВА





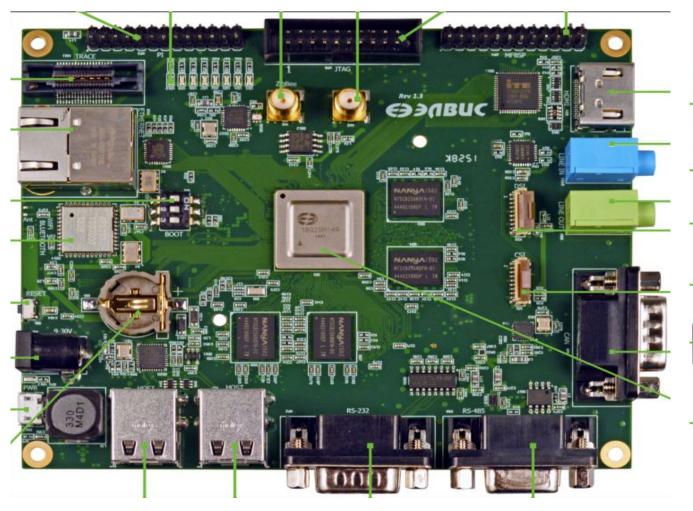
НАВИГАЦИЯ В МИРОВОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

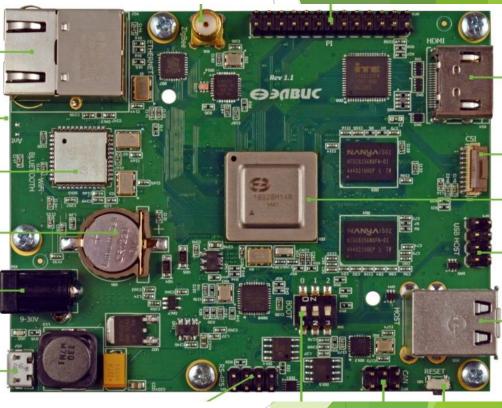
Использование интегрированного в блок управления и обработке информации приемника сигналов навигационных систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/BeiDou для навигации робота в мировой системе координат





«МОЗГ» СОЗДАВАЕМОГО РОБОТА - САЛЮТ-ЭЛ24Д1/Д2





СОЗДАННЫЙ ПРОТОТИП

