

# Разработка системы управления для робота, обслуживающего посетителей заведений общественного питания

Выполнил: Камнев Ю.Д.

Научный руководитель: Куприянов Д.В.

# Цели и задачи

- Исследовать необходимые для построения системы управления манипулятором алгоритмы.
- На основе рассмотренных алгоритмов выбрать наиболее подходящие и реализовать систему управления манипулятором, который бы смог формировать заказы и выдавать их клиентам.
- Реализовать алгоритм построения карт помещения, в которых будет функционировать робот.

# Обзор аналогов



*Cafe X.*



*Henna Cafe*

# Выбор робота

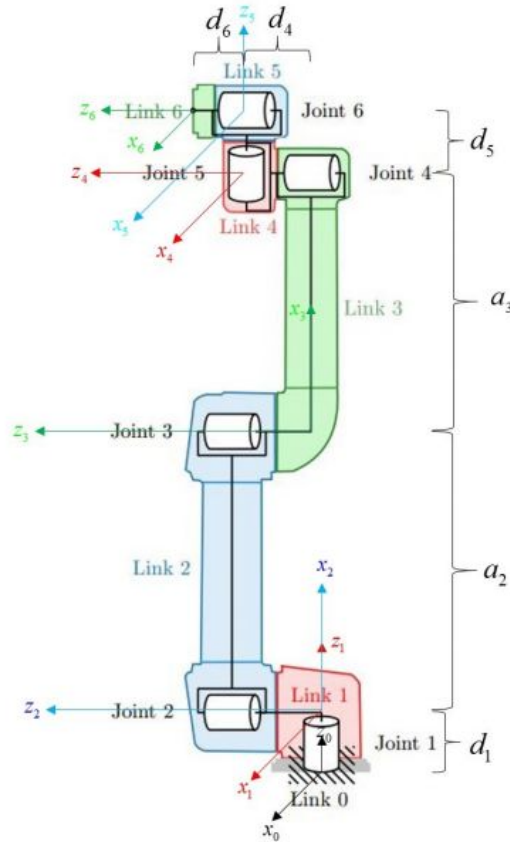
- Коллаборативность
- Размер достаточный для покрытия небольшой секции(4x4 ячейки) в виду отсутствия подвижной платформы.

## Параметры UR10:

1. Масса 29 кг.
2. Диаметр рабочей сферы - 2.6 м.



# Кинематическая схема UR10



# Задача прямой кинематики

- Аффинные преобразования, представленные с помощью матриц в однородных координатах.

$$\begin{bmatrix} R_{axis}(\varphi) & \vec{dx} \\ \vec{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

- Положение конечного элемента представляется вектором.
- Ориентация конечного элемента представляется кватернионом.

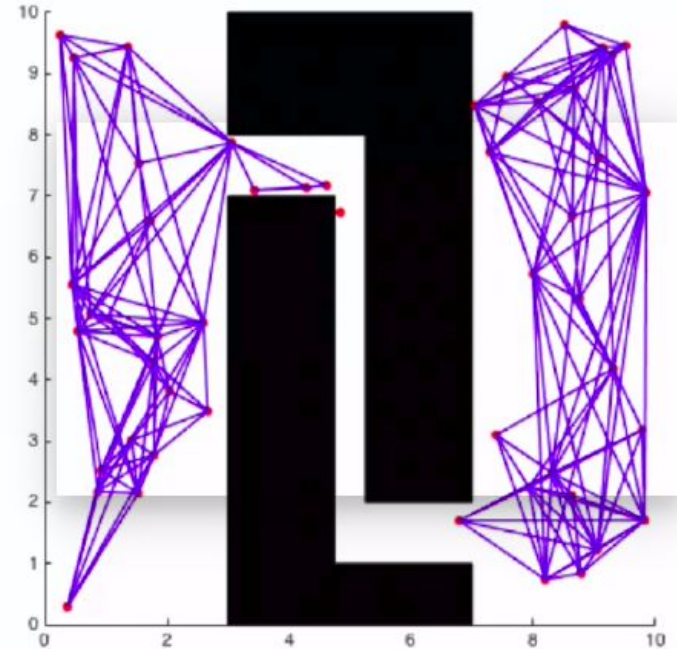
# Задача обратной кинематики

Было проведено сравнение следующих методов решения задачи обратной кинематики:

- Аналитическое решение
- Транспонирование Якобиана
- Использование псевдо-обратного Якобиана.  $J^\dagger = J^T (J J^T)^{-1}$
- Использование Damped least-squares inverse.  $J^* = J^T (J J^T + k^2 I)$
- Якобиан:  $J = \frac{\partial x}{\partial q} \quad J = \frac{\partial x}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial q} \rightarrow \frac{\partial x}{\partial t} = J \frac{\partial q}{\partial t}$

# Поиск пути. Probabilistic Roadmaps(PRM).

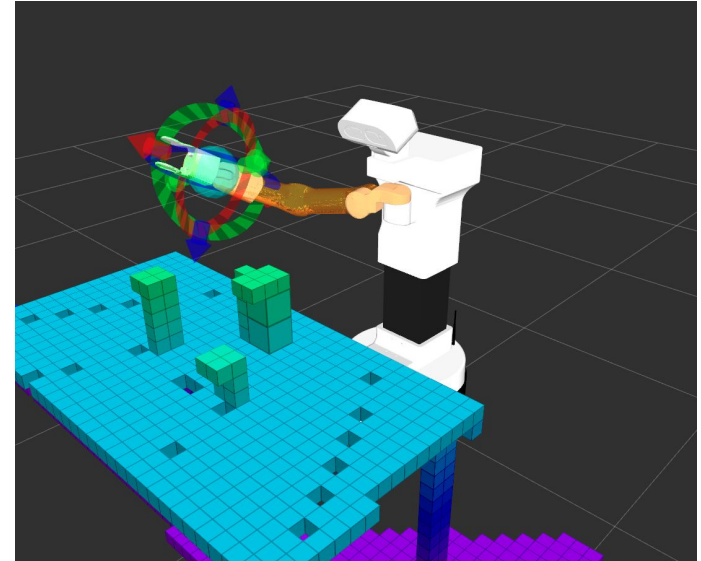
- Заполняет пространство случайной выборкой и находит возможные переходы между состояниями.
- На полученном графе применяются классические алгоритмы поиска пути.





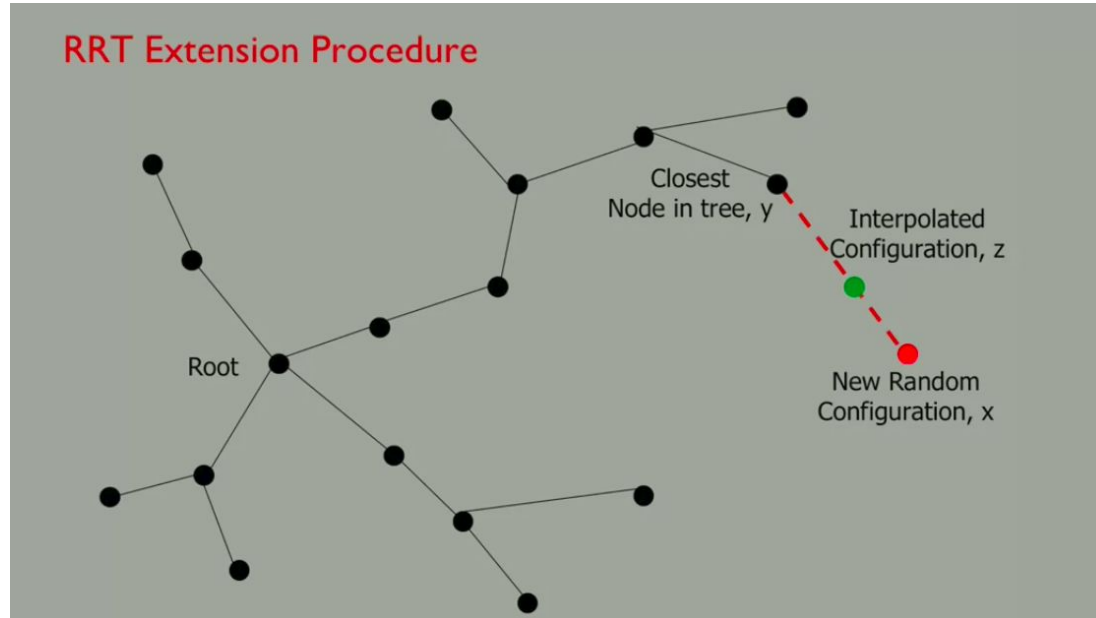
# Поиск пути. Разбиение на сетку.

- Пространство разбивается на дискретную сетку, в каждой ячейке которой содержится информация о препятствиях.
- На ней также применяются классические алгоритмы поиска пути на графах.



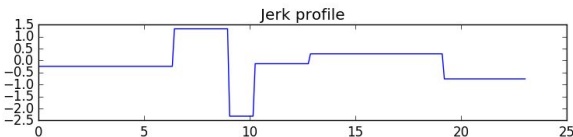
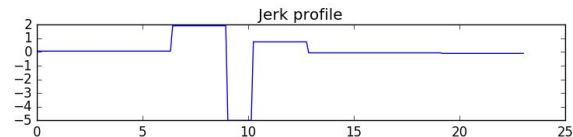
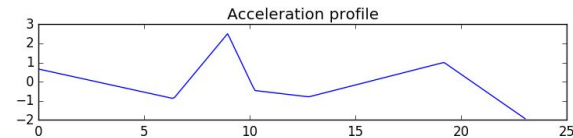
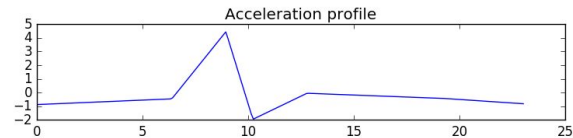
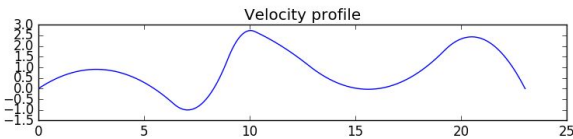
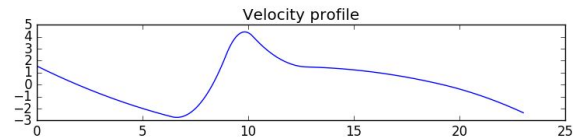
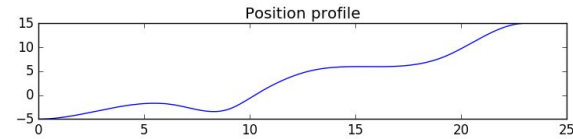
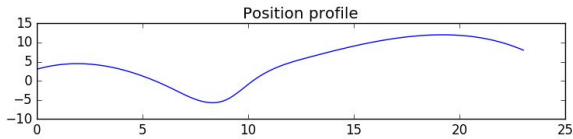
# Поиск пути. RRTConnect

- Строит два RRT дерева.
- На каждой итерации пытается их соединить.

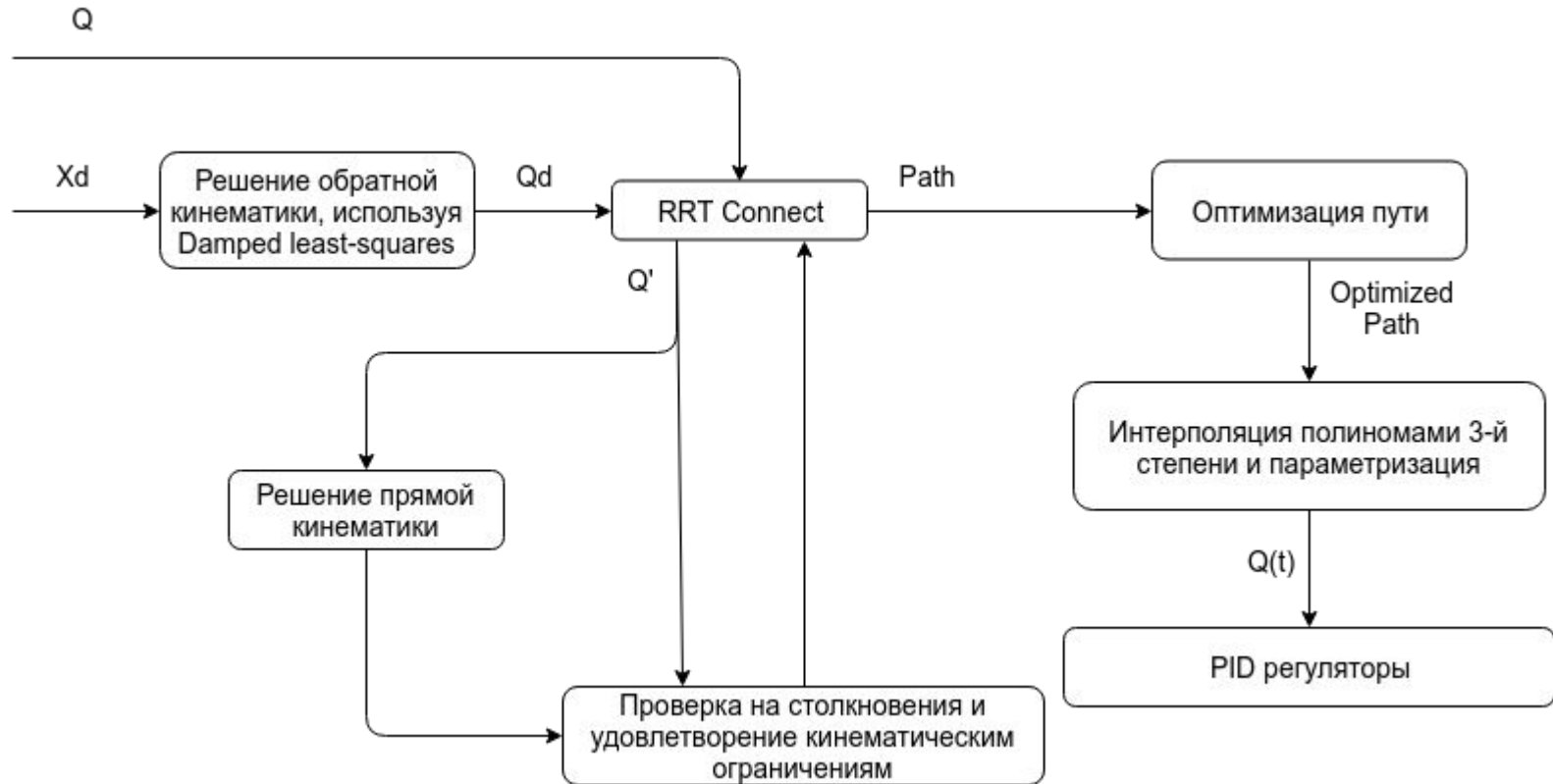


# Планирование траекторий

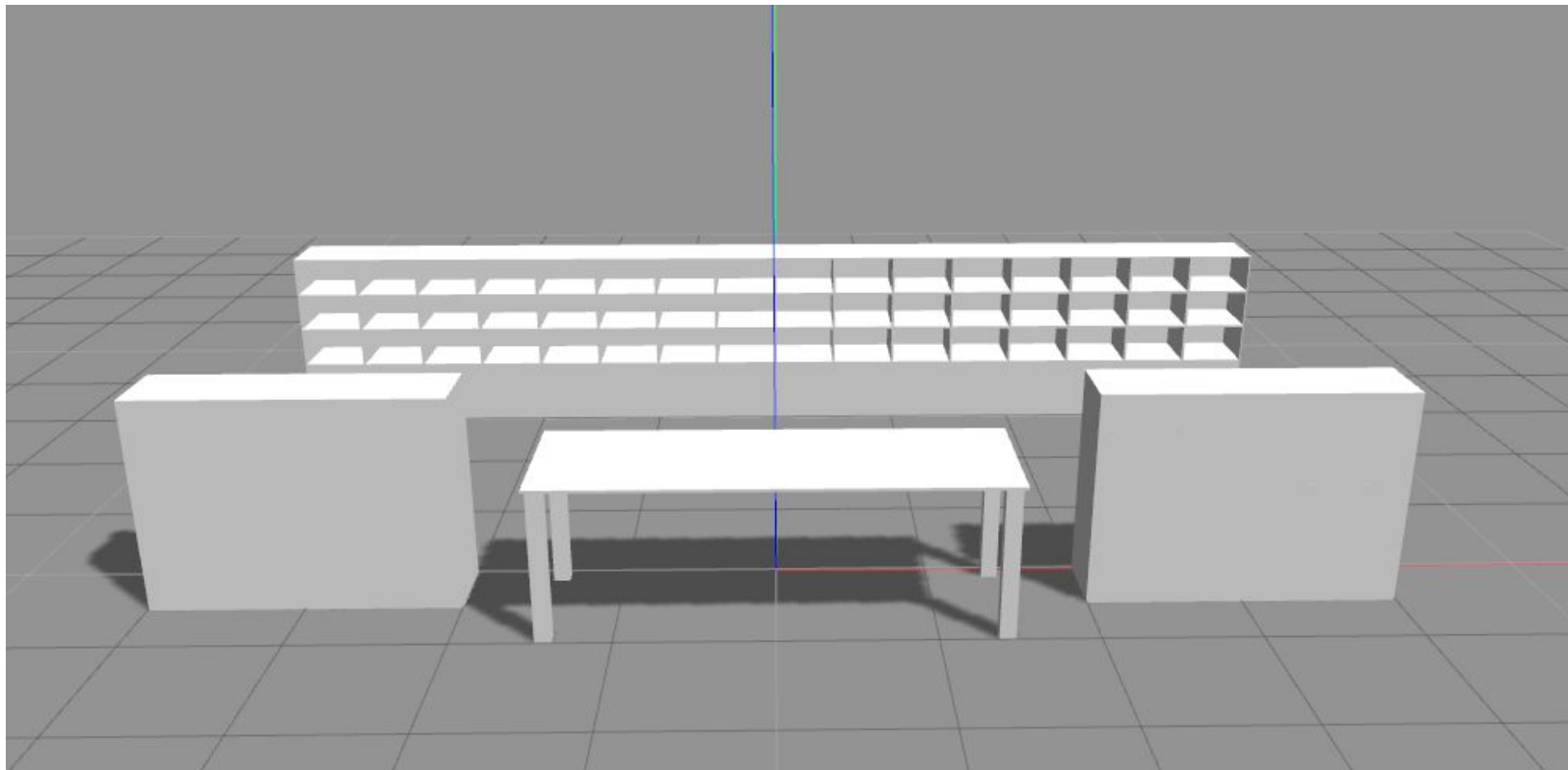
Для перемещения по построенному геометрическому пути реализована интерполяция пути кубическим сплайном и его параметризация.



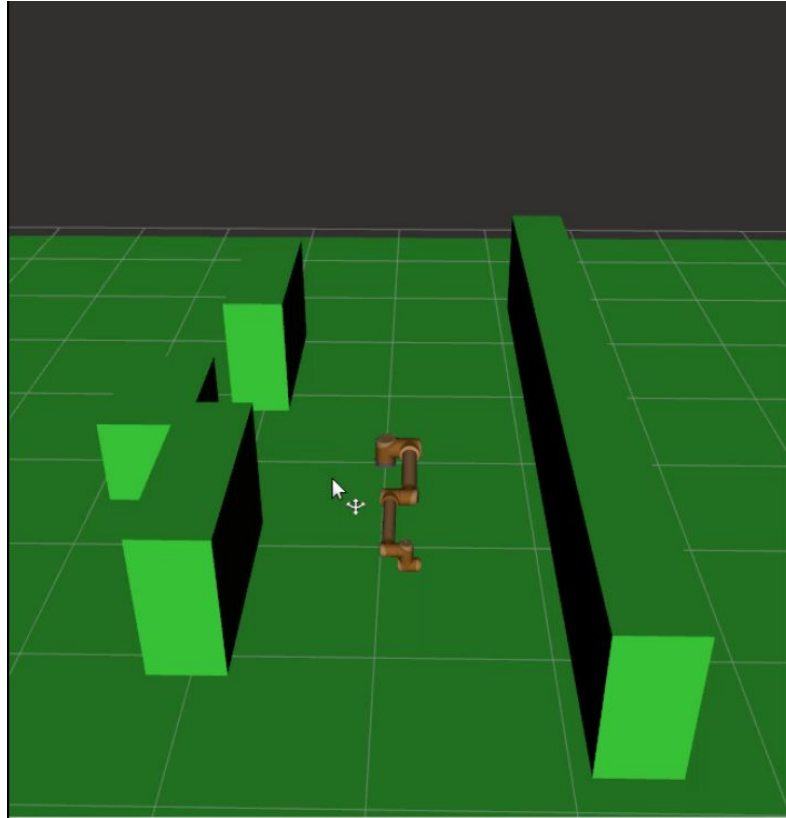
# Система управления



# Пример генерирования карт



# Пример генерирования карт. Карта препятствий.



# Что было сделано

- Исследованы и реализованы способы решения задачи прямой кинематики
- Исследованы и реализованы алгоритмы решения задачи обратной кинематики
- Исследованы и реализованы алгоритмы поиска пути
- Исследованы и реализованы алгоритмы планирования траекторий
- Реализована и промоделирована система управления в среде Gazebo.
- Реализована автоматизированная генерация карт помещений, в которых может работать робот.

**СПАСИБО**