

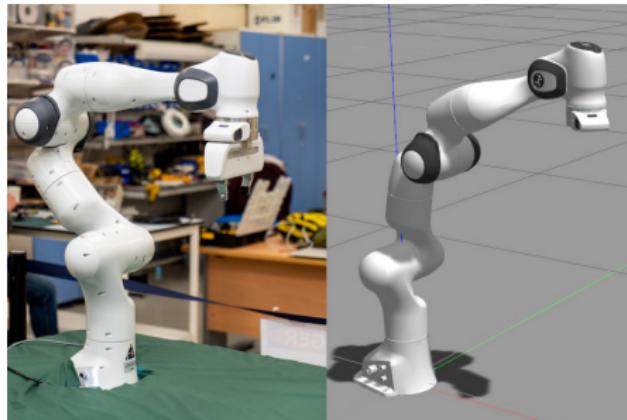
# Анализ алгоритмов планирования движений робота-манипулятора

Клименко Максим

МФТИ

19.05.2023

# Задача



- Есть робот-манипулятор, хотим научить его преодолевать путь из начального состояния в конечное, избегая столкновений с препятствиями.
- Часто также хотим, чтобы полученная траектория обладала и другими хорошими свойствами (была гладкой, короткой, и т.д.)

## Задача

- Есть некоторый объект, которым хотим управлять, и окружение, в котором он передвигается
- Задано пространство конфигураций  $\mathcal{C}$  - пространство параметров, которые задают положение управляемого объекта в окружении
- $\mathcal{C}_{free} \subseteq \mathcal{C}$  - множество конфигураций, в которых нет коллизий
- Нужно найти непрерывный путь  $p : [0, 1] \rightarrow \mathcal{C}_{free}$  такой, что  $p(0) = c_{start}$ ,  $p(1) = c_{goal}$ .

# Какие подходы есть

- Sampling-based алгоритмы
- Search-based алгоритмы
- Обучение с подкреплением
- Геометрические алгоритмы
- Алгоритмы на основе гауссовских процессов

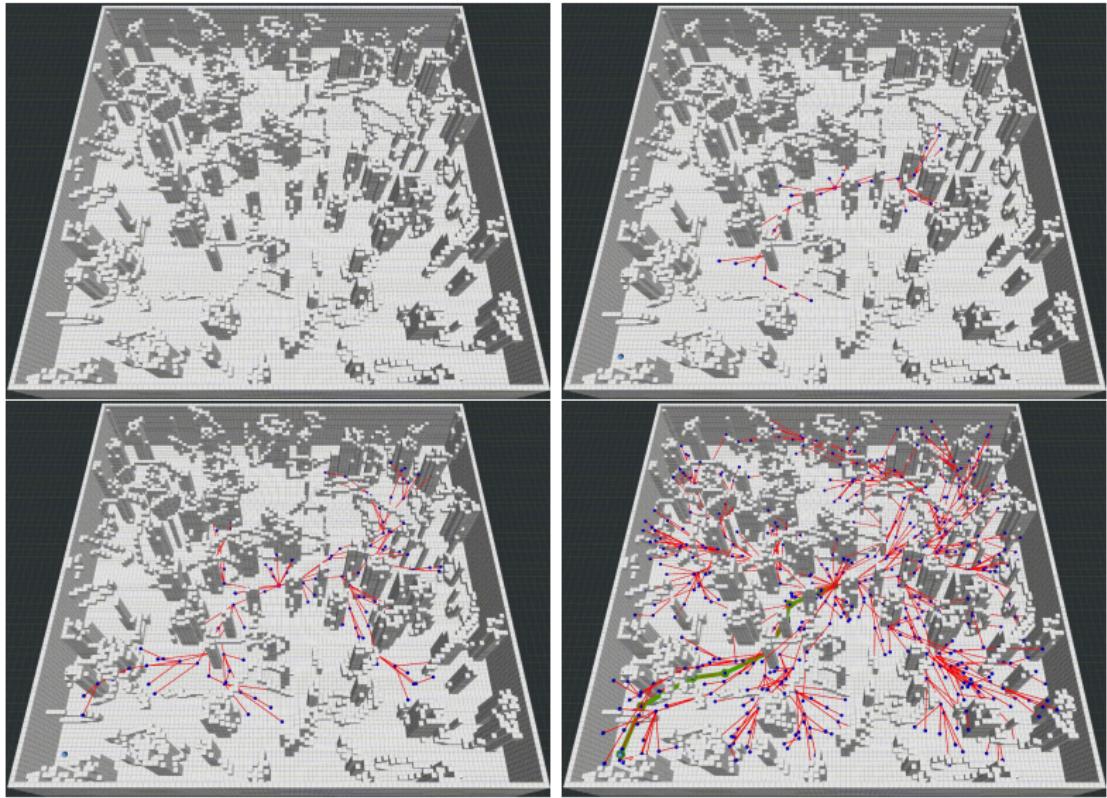
# Какие подходы есть

- Sampling-based алгоритмы
- Search-based алгоритмы
- Обучение с подкреплением
- Геометрические алгоритмы
- Алгоритмы на основе гауссовских процессов

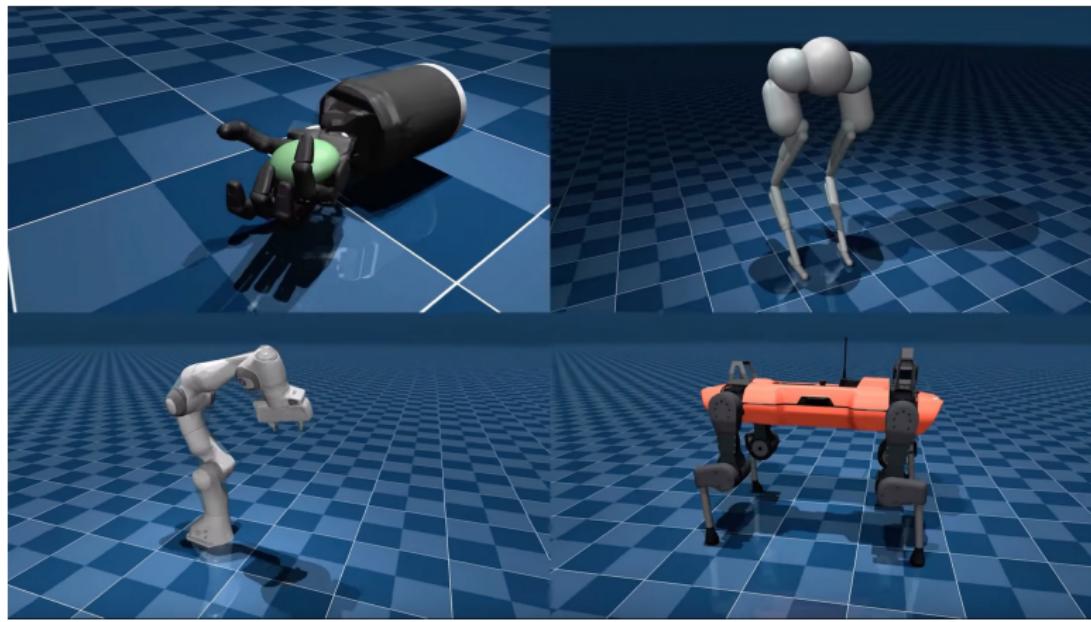
# Sampling-based алгоритмы

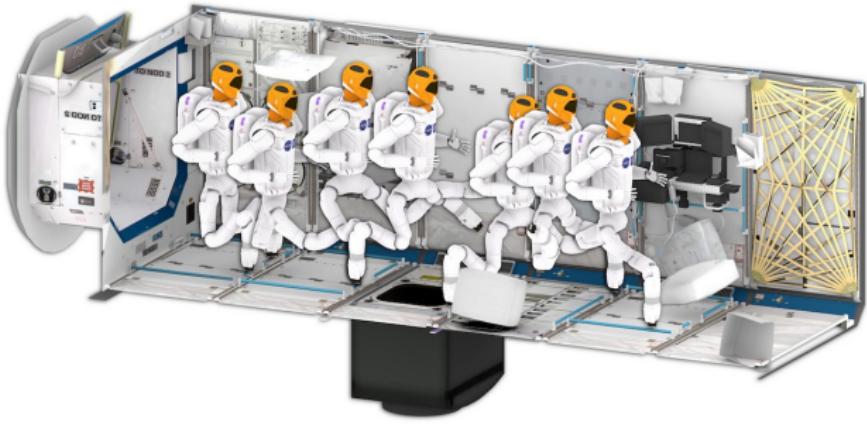
- Один из самых популярных подходов к планированию
- Основаны на выборе случайных состояний из пространства конфигураций, свободных от коллизий
- Типичные примеры - PRM, RRT, RRT\*, FMT\* и т.д.

# Sampling-based алгоритмы



# MuJoCo





- Библиотека для планирования движения
- Содержит реализацию многих sampling-based алгоритмов

# Эксперименты

Доля удачных попыток нахождения пути

Номер сцены	1	2	3	4	5	6	7
RRT	100%	100%	98%	100%	94%	76%	48%
RRT*	100%	100%	100%	96%	92%	68%	38%
Informed RRT*	100%	100%	60%	88%	48%	18%	44%
FMT*	100%	100%	92%	98%	100%	98%	92%
BIT*	100%	100%	84%	100%	96%	86%	74%

Средняя длина найденного пути

Номер сцены	1	2	3	4	5	6	7
RRT	7.77316	4.768258	3.795838	9.121482	8.874986	8.91894	10.4944
RRT*	7.479312	4.801332	3.415176	9.791804	8.154446	8.7108	10.5328
Informed RRT*	4.569206	3.012748	2.393774	5.206494	4.028702	3.54466	4.681297
FMT*	6.379804	3.09595	3.475242	7.503582	7.260586	7.076946	6.79659
BIT*	4.653224	3.081722	3.891768	4.481956	4.028522	5.817524	5.37925

# Эксперименты

Доля удачных попыток нахождения пути

Номер сцены	1	2	3	4	5	6	7
RRT	100%	100%	<b>98%</b>	<b>100%</b>	94%	76%	48%
RRT*	100%	100%	<b>100%</b>	96%	92%	68%	38%
Informed RRT*	100%	100%	60%	88%	48%	18%	44%
FMT*	100%	100%	92%	98%	<b>100%</b>	<b>98%</b>	<b>92%</b>
BIT*	100%	100%	84%	<b>100%</b>	<b>96%</b>	<b>86%</b>	<b>74%</b>

Средняя длина найденного пути

Номер сцены	1	2	3	4	5	6	7
RRT	7.77316	4.768258	3.795838	9.121482	8.874986	8.91894	10.4944
RRT*	7.479312	4.801332	<b>3.415176</b>	9.791804	8.154446	8.7108	10.5328
Informed RRT*	<b>4.569206</b>	<b>3.012748</b>	<b>2.393774</b>	<b>5.206494</b>	<b>4.028702</b>	<b>3.54466</b>	<b>4.681297</b>
FMT*	6.379804	3.09595	3.475242	7.503582	7.260586	7.076946	6.79659
BIT*	<b>4.653224</b>	<b>3.081722</b>	3.891768	<b>4.481956</b>	<b>4.028522</b>	<b>5.817524</b>	<b>5.37925</b>

# Эксперименты

- FMT\* чаще всего находит путь
- Informed RRT\* находит самый короткий путь
- BIT\* - компромисс между длиной пути и долей успешных попыток

Спасибо за внимание