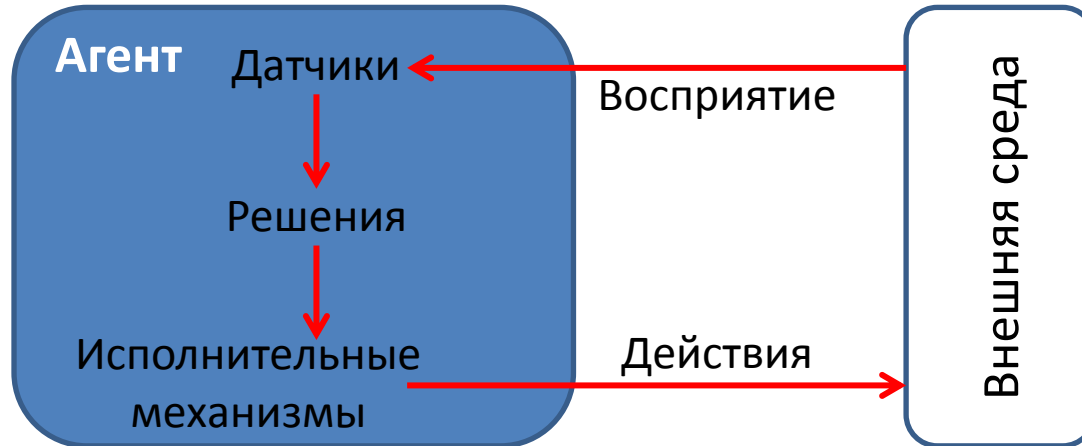


Введение в робототехнику

Дмитрий Крыжановский

г. Волгоград

Агент



Агентом является сущность, получающая информацию об окружающей среде (реальной или виртуальной) и воздействующая на неё с помощью **исполнительных механизмов** (реальных или виртуальных).

Восприятие

Восприятие предоставляет агентам информацию о мире, в котором они обитают. Восприятие осуществляется посредством **датчиков (сенсоров)**.

Датчики могут быть как очень простыми (детектор «разомкнута цепь или замкнута»), так и очень сложными (сетчатка человеческого глаза).

Восприятие

Сенсорная модальность – способность воспринимать об окружающем мире информацию определённого вида. У человека это:

- зрение (восприятие света);
- слух (восприятие звука);
- осязание (тактильное ощущение и температура);
- вкус и обоняние (химические анализаторы).

Восприятие

Модальности искусственных агентов могут как совпадать с человеческими, так и расширять их:

- восприятие радио-, инфракрасных, ультрафиолетовых и других волн;
- ультразвуковые дальномеры;
- датчики радиации;
- магнитометр;
- глобальное позиционирование.

Восприятие

Два вида восприятия:

- извлечение **характеристик (features)**;
- на основе модели окружающего мира.

Извлечение характеристик:

- датчик получает информацию о какой-то одной простой характеристике (тепло / холодно);
- **ПЛЮС** – экономия объёма;
- **МИНУС** – узкая применимость.

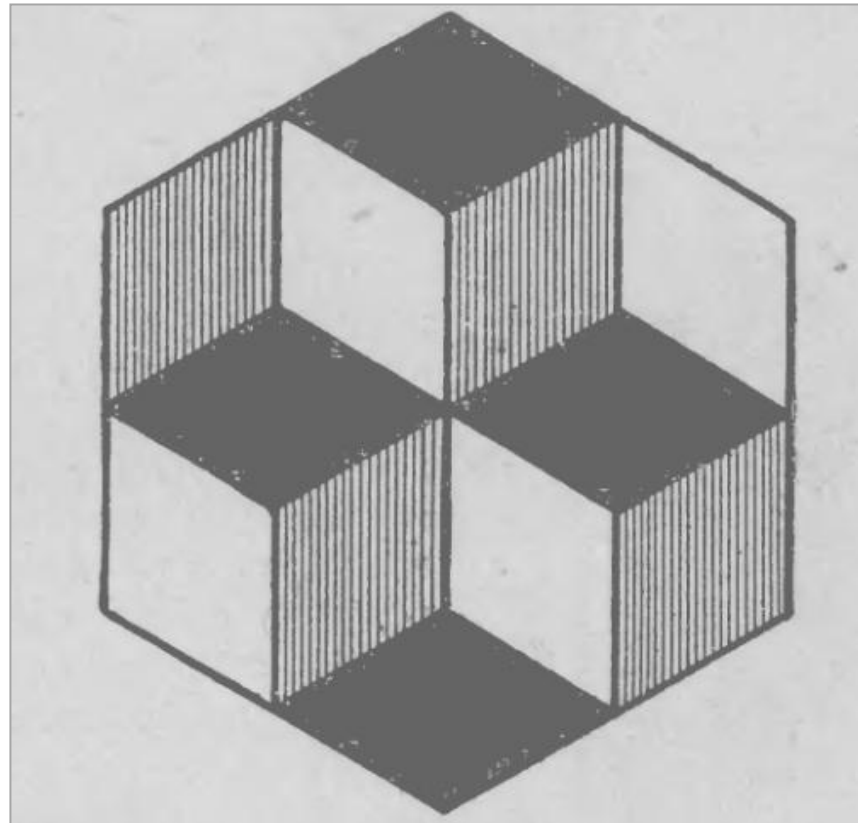
Восприятие

На основе модели окружающего мира (её реконструкция):

- для извлечения информации необходимы дополнительные знания об окружающем мире;
- **плюс** – широкие возможности, много дополнительной информации;
- **минус** – модель всегда имеет погрешности, знание о мире никогда не бывает полным.

Восприятие

Пример недостатков модели (обманы зрения)



* Рисунок взят из книги Я. И. Перельмана «Занимательные задачи и опыты»

Роботы

Роботы – физические агенты, которые выполняют поставленные перед ними задачи, производя манипуляции в физическом мире.

Исполнительные механизмы:

- колёса, манипуляторы, захваты, ноги и т.д.

Датчики:

- оптические датчики, дальномеры, тактильные датчики, химические анализаторы, магнитометры, GPS и т.д.

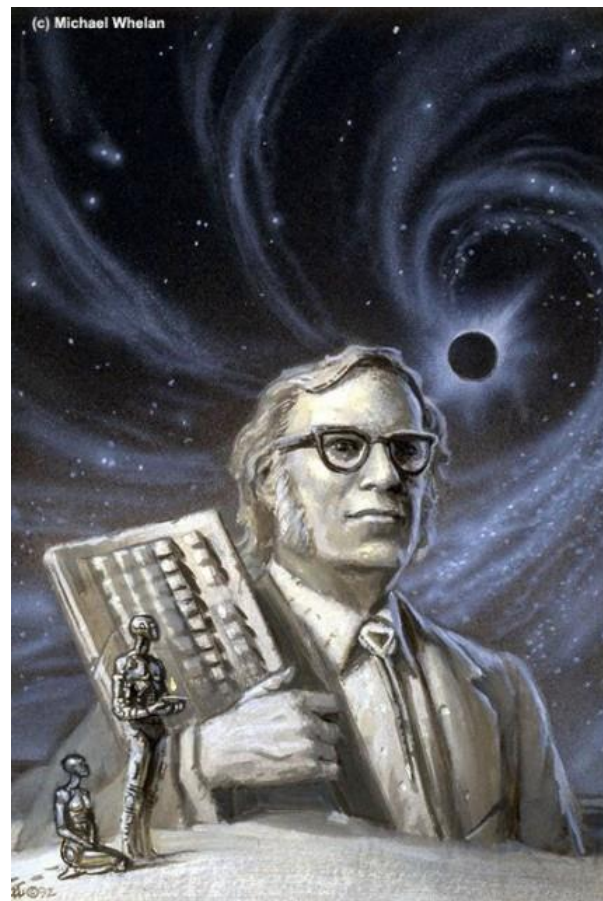
История: комплекс Франкенштейна

1. Мифические искусственные существа.
2. Комплекс Франкенштейна.
3. 1921 г. – пьеса Карла Чапека «R.U.R» («Россумские универсальные роботы»), слово **robot** от чешского **robota** – подневольный труд.
4. 20 – 30-е г.г. XX в. – комплекс Франкенштейна заменяется в общественном сознании на отношение к роботам как к помощникам человека.

История: три закона робототехники

Айзек Азимов (родился в России):

- С 1938 г. цикл рассказов и романов о роботах, их применении и отношениях с человеком.
- Три закона робототехники.
- Роботы становятся популярны, они проникают в литературу и кино – следствие: детские увлечение перерастают в серьёзные исследования.



История: железные люди

- В Александрии на маяке стояли позолоченные фигуры, отбивавшие склянки и предупреждавшие корабли об опасности.
- В XII в. арабский учёный аль-Джазари сконструировал несколько механических человекоподобных фигур и лодку с «музыкантами».

История: железные люди

- Вторая половина XV в. – Леонардо да Винчи пытается построить «механического человека».
- XVIII в. – мода на механических людей с «элементами разума» (многочисленные трюки при дворах «просвещённых» монархов).

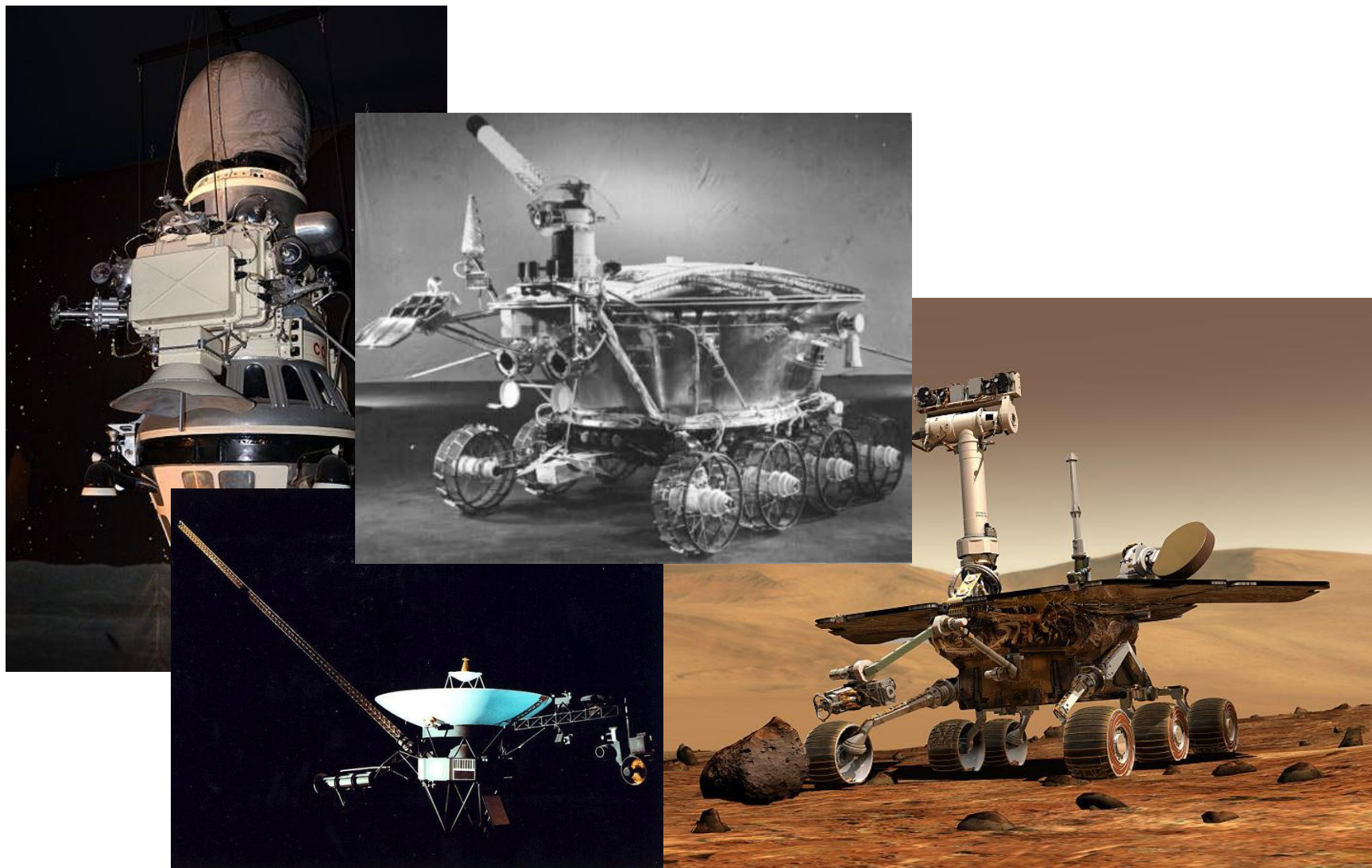
История: управление

- 1898 г. – Никола Тесла строит первую радиоуправляемую модель корабля.
- 1927 г. – на Всемирной выставке в Нью-Йорке демонстрируется устройство, способное выполнять простейшие действия по команде человека.

История: управление

- 30-е г.г. – распространение таких устройств.
- 50-е г.г. – для работы с радиоактивными материалами начинают применять манипуляторы.
- 1960 г. – ровер с манипулятором, камерой и микрофоном собирает пробы в зонах высокой радиоактивности.

История: космические дали



Типы роботов

1. Манипуляторы, привязаны к своему рабочему месту, очень широко используются в промышленности.

2. Мобильные роботы:

- **роверы** (автоматическое наземное транспортное средства, Unmanned Land Vehicle – ULV);
- **беспилотные аппараты** (автоматическое воздушное транспортное средство, unmanned air vehicle – UAV);
- **автономное подводное транспортное средство** (autonomous underwater vehicle – AUV).

Типы роботов

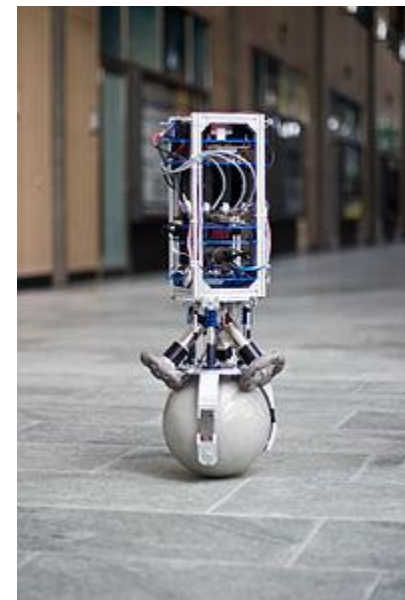
3. Гибридные роботы:

- гуманоиды (андроиды);
- интеллектуальные протезы;
- интеллектуальные системы жизнеобеспечения (умный дом, система жизнеобеспечения корабля, космической станции);
- распределённые роботы;
- роевой интеллект.

Типы роботов

По типу движителя:

- колёсные, гусеничные;
- шагающие (не только гуманоиды);
- гибридные;
- с вакуумными присосками;
- ползающие (инсектоморфные);
- шароботы.



Основные сложности

Действие происходит в реальном мире:

- Сложнее, чем любая компьютерная модель.
- Стохастический, крайне много неучитываемых, но важных факторов.
- Шумы сенсоров, систематические ошибки датчиков, их физические ограничения.
- Необходимость согласования наблюдений и вычислений.

Основные сложности

Действие происходит в реальном мире:

- Высокая размерность задач.
- Частичная наблюдаемость.
- Неверные решения в реальном мире наносят не виртуальный, а реальный ущерб.

Аппаратное обеспечение роботов

Датчики:

- пассивные – просто наблюдают, получая сигналы на принимающие элементы (видеокамера);
- активные – посылают сигналы в окружающее пространство и анализируют ответные сигналы (дальномеры); когда их много, может возникнуть интерференция.

Аппаратное обеспечение роботов

Датчики:

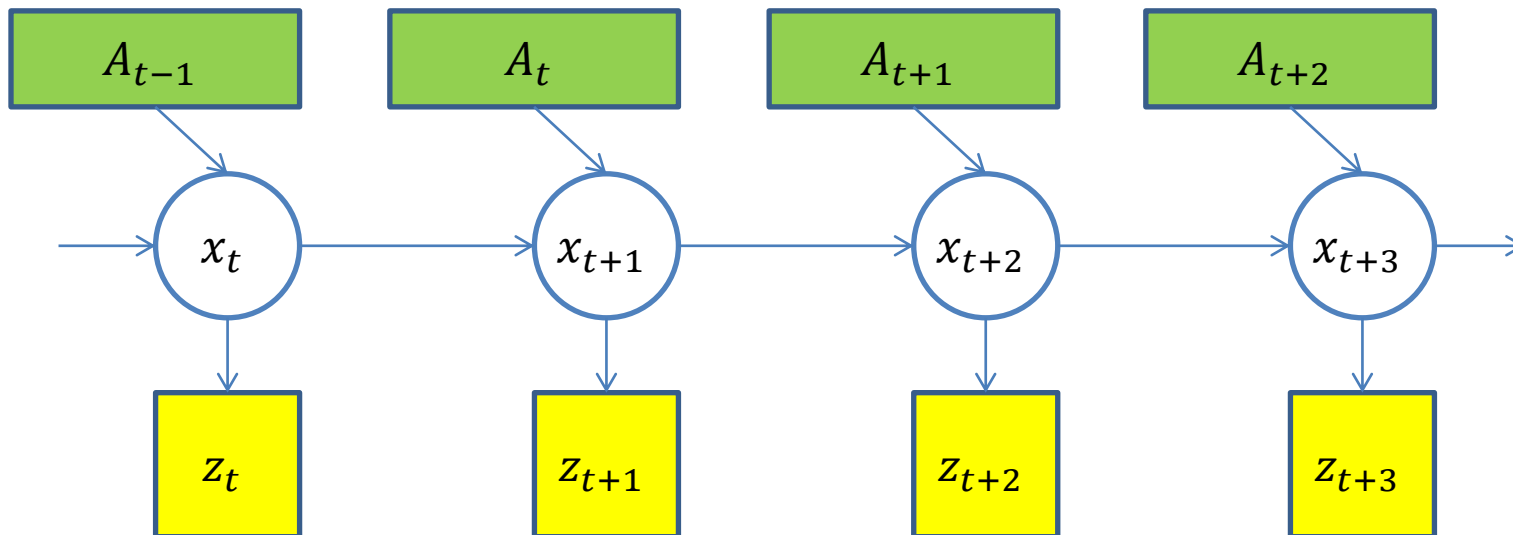
1. Датчики расстояния и положения.
2. Датчики наблюдения (изображения).
3. Проприоцептивные датчики (внутреннее состояние и диагностика): уровень заряда, энкодеры, гироскопы, акселерометры.

Аппаратное обеспечение роботов

Исполнительные механизмы:

- **Степень свободы** – каждое направление, в котором актуатор (или робот в целом) может перемещаться независимо.
- **Кинематическое состояние** – вектор, содержащий значения всех степеней свобод в данный момент времени.
- **Динамическое состояние** – дополнительно содержит для каждой из степеней свобод скорость изменения параметра.

Положение и движение робота



Фильтрация – обновление доверительных состояний (распределения вероятностей по всем переменным состояния робота и среды).

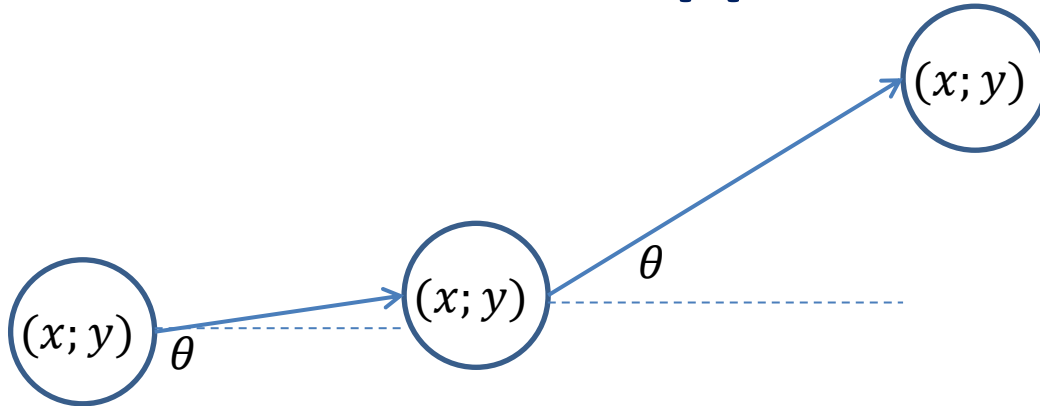
Положение и движение робота

Локализация – определение положения робота и объектов вокруг него в локальной системе координат.

Три разновидности:

- **отслеживание траектории** (от известной начальной точки);
- **глобальная локализация** (начальное положение неизвестно, много неопределённых состояний, «похищения» объектов);
- **задача похищения.**

Положение и движение робота



Кинематическая характеристика $\mathbf{X}_t = (x_t, y_t, \theta_t)$

Изменение состояния $(v_t \cos \theta_t, v_t \sin \theta_t, \omega_t)$

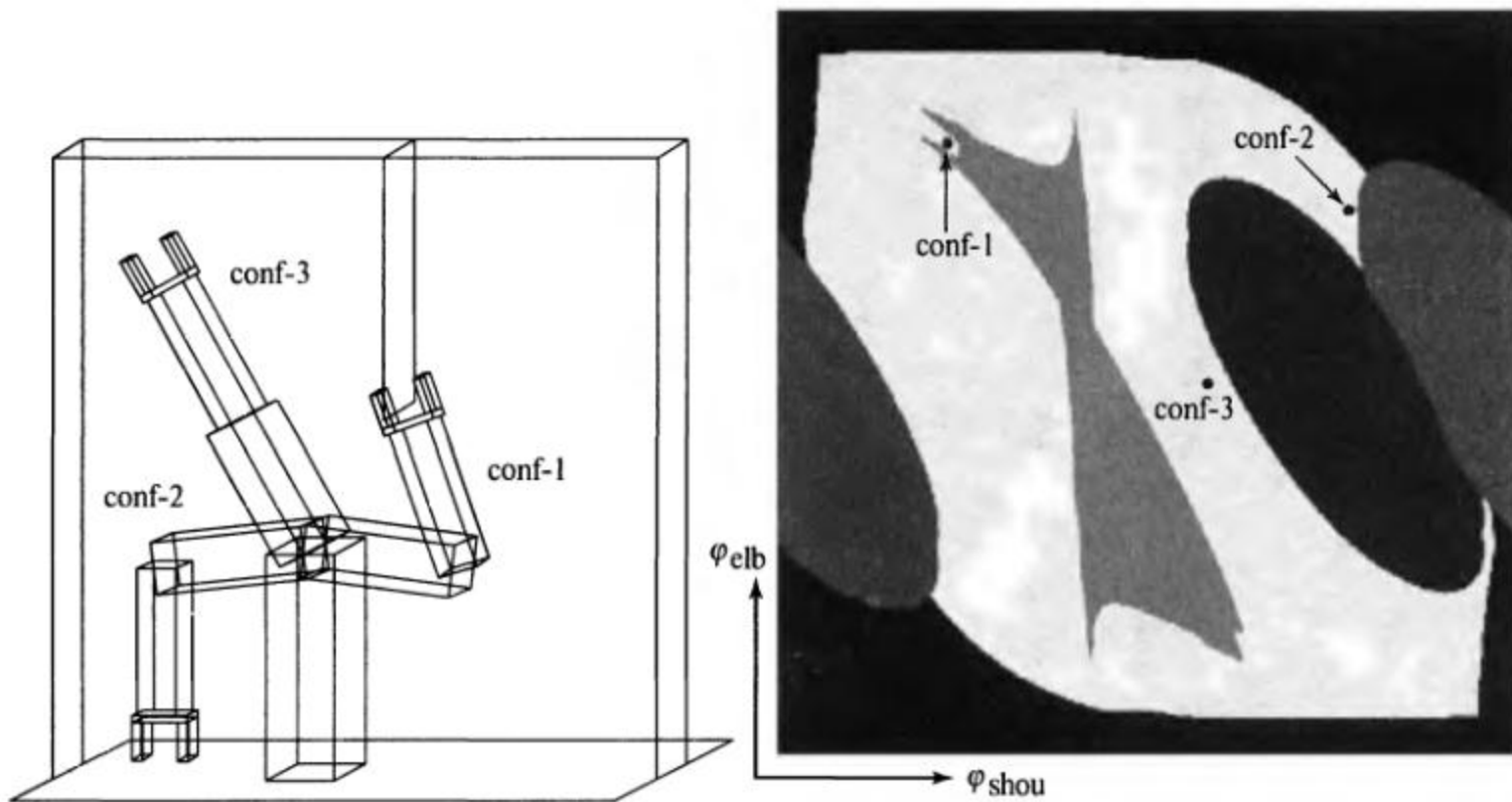
Детерминированная модель:

$$\hat{\mathbf{X}}_{t+\Delta t} = \mathbf{X}_t + \begin{pmatrix} v_t \cos \theta_t \Delta t \\ v_t \sin \theta_t \Delta t \\ \omega_t \Delta t \end{pmatrix} = f(\mathbf{X}_t, v_t, \omega_t)$$

Стохастическая модель:

$$P(\mathbf{X}_{t+\Delta t} | \mathbf{X}_t, v_t, \omega_t) = N(\hat{\mathbf{X}}_{t+\Delta t}, \Sigma_x)$$

Планирование движения робота



Почитать



Рассел С., Норвиг П.
Искусственный интеллект:
современный подход, 2-е
изд.: Пер. с англ. — М. :
Издательский дом
«Вильямс», 2006. — 1408 с.:
ил.

*(Artificial Intelligence: A
Modern Approach)*

* Рисунки на слайдах 19, 20, 29, 32, 33, 35, 38,
40, 68 взяты из данной книги.