

# Информационные технологии. Лекция 04. Сенсорные системы

Студент группы 2305 Макурин Александр

06 марта 2023

Датчик — устройство, преобразующее контролируемую величину в удобную для обработки форму (из внешней среды в данные).

Характеристики измерений:

- Чистота
- Качество
- Точность

Виды датчиков:

1. Направленные на измерение внутреннего состояния (e.g. датчик заряда аккумулятора)
2. Физико-химический анализ окружающей среды (e.g. фоторезистор)
3. Общая картина окружающей среды (e.g. видеорегистратор)

Проблемы датчиков:

- Шумы
- Объединение нескольких измерений

## Энкодеры

- Абсолютные
- Накапливающие

Проблема (из-за окружающей среды) — локальный разброс. Даже при условии, что в среднем движение не отклоняется от модели (называется нулевым средним), то в процессе прохождения маршрута из-за внешних факторов может произойти отклонение на одной из частей маршрута и финальная точка вообще не будет достигнута.

Калибровка, в среднем, приводит к нужному результату, но смотри пункт выше.

Как было рассмотрено в прошлой лекции, системы навигации делятся на глобальные и локальные.

## 1 Локальные системы навигации

От некоторого объекта — навигация за счёт информации о расстоянии до некоторого объекта, местоположение которого известно.

### 1.1 Собственные

Собственные — навигация за счёт информации о собственном перемещении. E.g. отслеживание количества поворотов каждого колеса посредством энкодеров и на основе этих данных определять поворот и отклонение относительно начальной точки.

$r = f(r_0, v, \theta) + \varepsilon$ , где  $r$  - перемещение,  $r_0$  - начальное положение,  $v$  - скорость,  $\theta$  - угол. При этом при росте перемещения, т. е. чем дальше происходит передвижение, увеличивается общая погрешность.

$f, e, g$ — погрешности	Движение без «шума»	Движение с «шумом»
Движение по прямой	$\begin{pmatrix} x_{new} \\ y_{new} \\ \theta_{new} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x + D \cos \theta \\ y + D \sin \theta \\ \theta \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_{new} \\ y_{new} \\ \theta_{new} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x + (D + e) \cos \theta \\ y + (D + e) \sin \theta \\ \theta + f \end{pmatrix}$
Поворот	$\begin{pmatrix} x_{new} \\ y_{new} \\ \theta_{new} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ \theta + \alpha \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x_{new} \\ y_{new} \\ \theta_{new} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ \theta + \alpha + g \end{pmatrix}$

### 1.1.1 Как использовать?

- Совмещение с дополнительной информацией о роботе и/или окружающей среде
- Проприоцептивные — показывают внутреннее состояние системы.
- Проприоцептивные датчики (например, моторные энкодеры или датчики силовых воздействий) улучшают восприятие роботом собственного внутреннего состояния и движения.
- Без датчиков внешней среды робот движется вслепую.
- Распознавание мест и объектов, которые уже встречались ранее.
- Планирование движения в свободном пространстве для того, чтобы избежать столкновений с препятствиями.
- Взаимодействие с предметами и людьми.
- Создание общего представления об окружающей робота среде.

### 1.1.2 Проприоцептивные датчики

- Результаты измерений зависят только от состояния робота:  $z = z(a)$
- Для передвижения на плоскости:  $a = \begin{pmatrix} x \\ y \\ \theta \end{pmatrix}$
- Проприоцептивные измерения могут зависеть не только от текущего состояния, а и от предыдущих состояний или текущей скорости изменения состояния

### 1.1.3 Датчики анализа внешней среды

- Результаты измерений зависят от состояния робота и от состояния окружающей среды:  $z = z(a, e)$
- Для передвижения на плоскости:  $= \begin{pmatrix} x \\ y \\ \theta \end{pmatrix}$
- Внешний мир:  $e = \langle e_1, \dots, e_n \rangle$   
 $e_i = \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \end{pmatrix}$
- Состояние внешнего мира может быть параметризовано различными способами - например, списком координат стен или ориентиров.
- Состояние может быть либо неопределенным, либо полностью известным.

### 1.1.4 Вероятностные датчики

- Измерения являются неопределёнными. Измерения датчиков носят вероятностный характер.
- Для корректировки и прогноза требуется смоделировать вероятностный характер измерений.
- Описывается функцией правдоподобия.
- Вероятностный характер движения и измерения не позволяет использовать машинное обучение в полной мере.

## 2 Объединение модели измерений и движений

### 2.1 При собственной системе навигации

Используется локализация для калибровки. Для каждой точки пространства определяется вес  $V$ , так, что  $\sum V = 1$ . Тогда алгоритм локализации:

1. Предсказание движения, основанное на проприоцептивных датчиках.
2. Обновление измерений, основанное на датчиках внешней среды.
3. Нормализация
4. Повторная выборка

### 2.1.1 Изначальная инициализация

В случае существования глобальной системы навигации (ГНС) мы сразу можем определить своё (робота) местоположение относительно выбранной точки (обычно вход в замкнутое пространство).

В случае отсутствия ГНС применяется принцип суперпозиции — область примерного местоположения робота вычисляется на основании первых данных, в последствии с ростом получаемых данных от окружающей среды местоположение становится точнее (область примерного местоположения уменьшается).

### 2.1.2 Функция правдоподобия

Функция правдоподобия говорит, какова вероятность получения измерения  $z$  датчиком, учитывая, что истинное ожидаемое значение  $m$ . Т. е. насколько датчик ошибается при тех или иных входных данных.

## 2.2 SLAM

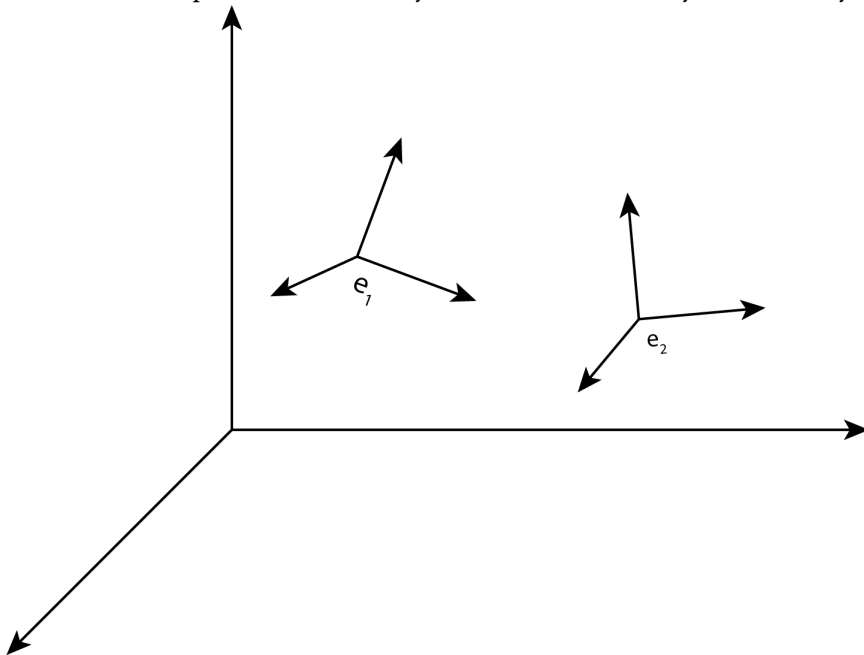
SLAM — simultaneous localization and mapping — одновременная локализация и построение карты.

Задача SLAM — понять местоположение и нарисовать карту. Для этого есть 3 этапа:

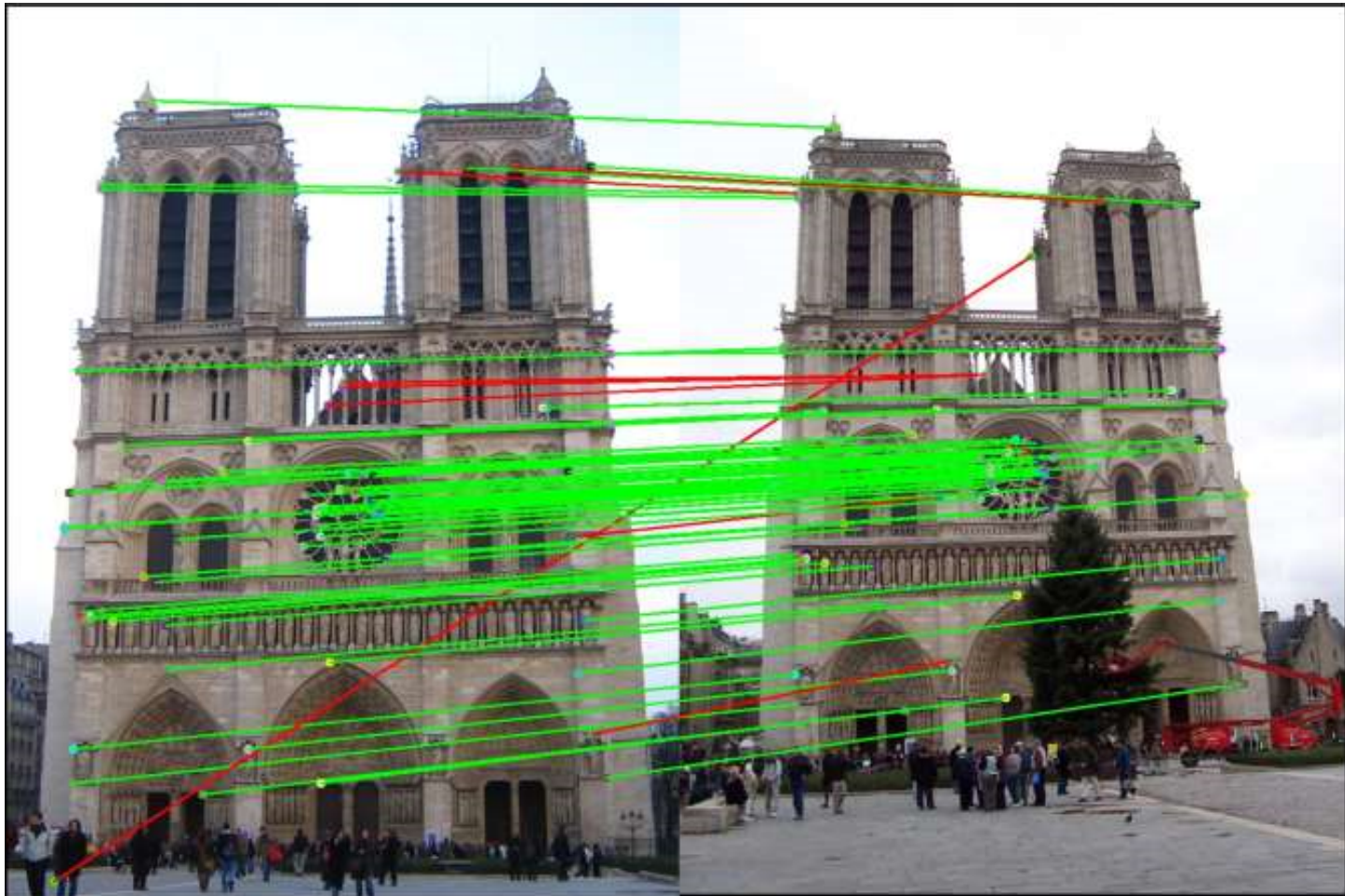
1. Исследование окружения
2. Построение модели окружения и окружающих объектов
3. Навигация по построенному пространству

### 2.2.1 Групповая навигация SLAM

- О глобальной системе координат объекты знают мало
- Задача — построить для всех субъективно-объективную глобальную систему координат в рамках  $e_1$  и  $e_2$ .



### 2.2.2 Сравнение с объектами



Для точек с наибольшим градиентом строятся реперные точки.

Решением задачи SLAM'а является сравнение нескольких матриц, разных во времени/пространстве.