

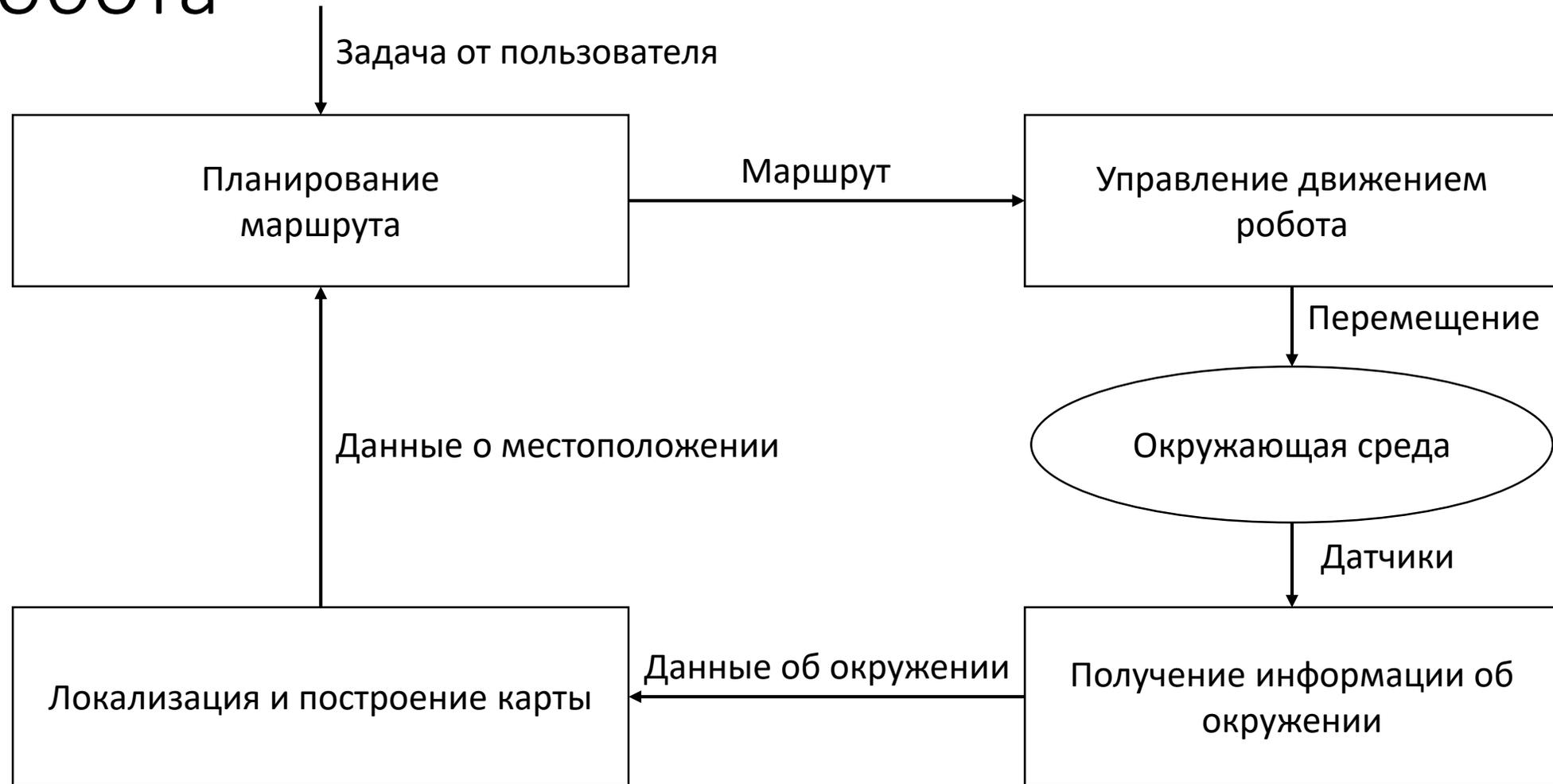
Обзор решений проблемы локализации мобильных роботов

Докладчик: Кириллов Иван Сергеевич

Цель

- Рассмотреть текущие решения применяемые в задачи локализации мобильных роботов.

Общий принцип работы мобильного робота



Основы локализации мобильных роботов

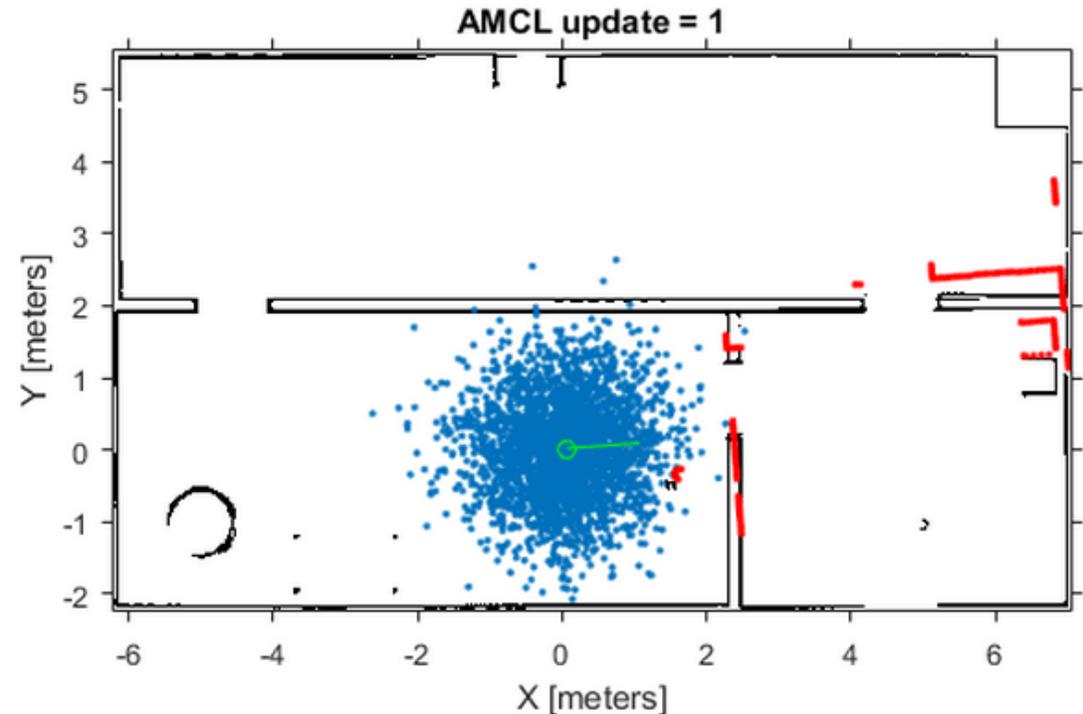
- Фильтр Калмана – применяется в мобильной робототехнике для объединения сенсорных данных с учетом возможных ошибок в измерениях.
- EKF (extended Kalman filter) - более эффективен в нелинейных системах, чем обычный KF, за счет линеаризации уравнения состояния.
- UKF (unscented kalman filter) - точно передает ковариацию состояния, среднее и аппроксимацию измерений. Обеспечивает точное описание соответствующих распределений, даже если динамика системы и оценки изменяются нелинейно.
- Фильтр частиц - рекурсивный алгоритм для численного решения проблем оценивания, особенно для нелинейных и не-гауссовских случаев.
- Оптимизация на основе графа - представляет мобильность робота и окружения в виде графа. Узлы графа соответствуют положению робота и ориентирам, а ребра кодируют пространственные ограничения между ними.

Подходы к локализации мобильных роботов

Подход	Возможные алгоритмы
Вероятностный	Метод локализации Монте-Карло
	Метод марковской локализации
Системный	Подход, основанный на машинном зрении
	Подход на основе слияния данных
	Подход на основе RFID
	Подход на основе карт
Методы на основе искусственного интеллекта	Машинное обучение
	Эволюционный подход
	Обучение с подкреплением
	Экстремальное обучение
	Федеративное обучение
	Глубокое обучение

Метод локализации Монте-Карло

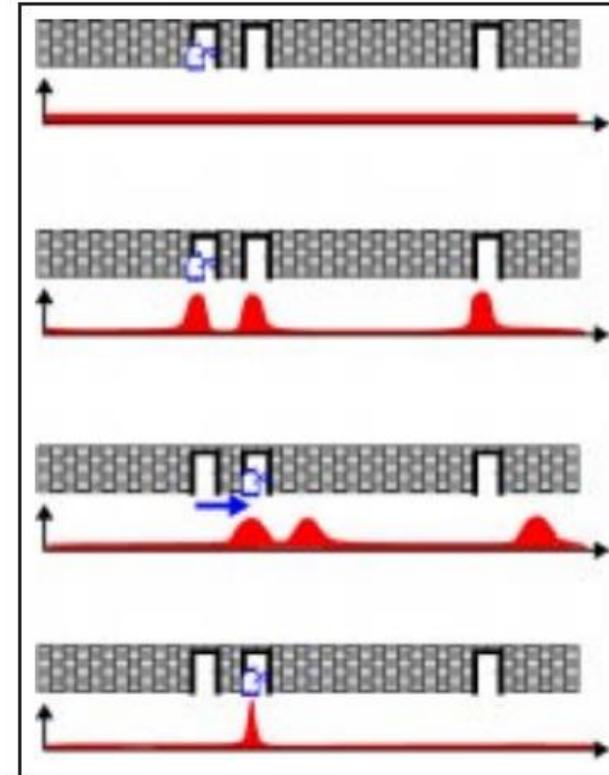
Моделирует плотность вероятности как дискретное распределение взвешенных моделей положения и опирается на рекурсивный байесовский ПФ для полировки определенных аппроксимаций положения. Модели, которые не согласуются с данными датчиков, ослабляются, и усиливаются те, которые согласуются с ними. Частицы получают образец, определяющий их в следующей популяции на каждой итерации на основе их текущего веса. Затем частицы приводятся в движение, чтобы встретиться в реальной позиции робота.



Синими точками обозначен набор частиц на текущем шаге фильтрации

Метод марковской локализации

Марковская локализация решает проблему оценки состояния по данным датчиков. Марковская локализация хранит распределение вероятностей на пространстве всех гипотез о том, где может находиться робот. Вероятностное представление позволяет взвесить эти различные гипотезы математически обоснованным способом.



На рисунке робот перемещается вдоль прямой. График показывает распределение вероятности того, что робот находится в конкретной точке. Пересчет вероятности происходит при определении ориентира (дверного проема).

Системные подходы

- Подход, основанный на машинном зрении. Подходы на основе машинного зрения, используют стабильные естественные ориентиры.
- Подход на основе слияния данных. Подход на основе слияния данных может быть использован для объединения измерений от различных датчиков для повышения надежности системы.
- Подход на основе RFID - это беспроводная технология, которая позволяет роботам отслеживать объекты, используя уникальную идентификационную информацию, присвоенную каждой RFID-метке.
- Подход на основе карт. Процесс SLAM использует информацию с датчиков для построения карты окружающей среды.

Подходы на основе искусственного интеллекта

Подход	Описание
Машинное обучение	<ul style="list-style-type: none">• Искусственная нейронная сеть• Метод опорных векторов• Случайный лес
Эволюционный подход	<ul style="list-style-type: none">• Алгоритмы гармоничного поиска и дифференциальной эволюции• Генетический алгоритм (не дает оптимального результата)• Оптимизация роя частиц
Обучение с подкреплением	Область машинного обучения, связана с тем, как интеллектуальные агенты должны принимать решения в окружающей среде для достижения оптимального результата.
Экстремальное обучение	Может быть использована для предсказания сбоев в работе роботов.
Федеративное обучение	Представляет собой систему, использующую множество децентрализованных пограничных устройств или серверов, которые хранят образцы данных, не обмениваясь ими.
Глубокое обучение	<ul style="list-style-type: none">• Свёрточная нейронная сеть• Генеративно-сопоставительная сеть

Архитектура системы локализации мобильного робота

4 слоя архитектуры:

- сенсорный слой;
- сетевой слой;
- слой локализации;
- вычислительный слой.

3 основных типа архитектуры:

- Архитектура на основе пользовательского оборудования;
- Архитектура на основе сети;
- Архитектура на основе GPS.

Вычислительные платформы для локализации мобильного робота

- Граничные вычисления
- Туманные вычисления
- Облачные вычисления
- Гибридные вычисления

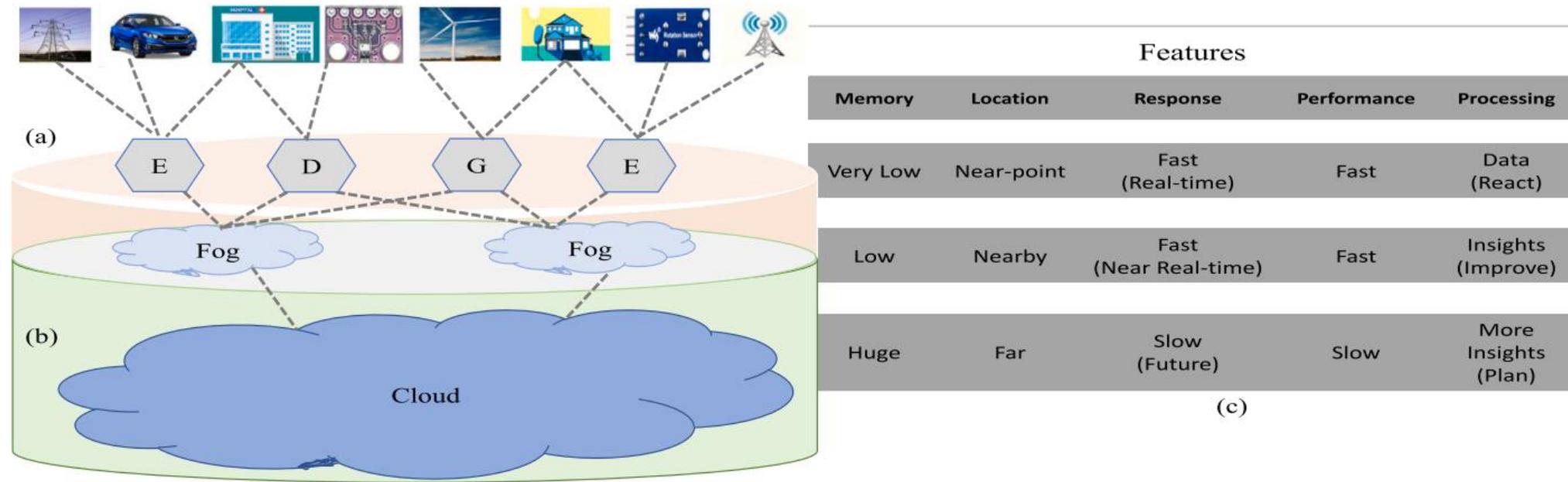


Fig. 13. MRL computing platform architecture, (a) data generation (b) data collection and analysis, (c) multiple features of three computing platforms.

Виды вычислений на рисунке и в таблице представлены сверху-вниз в том же порядке, что и в списка. Гибридные вычисления на рисунке не приведены, они являются комбинацией нескольких из первых трех видов вычислений.

Источник информации

- Презентация была подготовлена на основе статьи: Mobile robot localization: Current challenges and future prospective / Inam Ullah, Deepak Adhikari, Habib Khan, M. Shahid Anwar, Shabir Ahmad, Xiaoshan Bai // Computer Science Review. - 53. - 2024.
- Марковская локализация: Dieter Fox. Markov Localization for Mobile Robots in Dynamic Environments / Dieter Fox, Wolfram Burgard, Sebastian Thrun // Journal of Artificial Intelligence Research. - 11. - 1999.