

Занятие 1

Архитектура системы управления робототехнической системой

МФТИ
ФИЦ ИУ РАН

8 февраля, 2018

- ① Формальные требования
- ② Робототехнические системы
- ③ Архитектуры управления и системный анализ
- ④ Решаемые задачи

- ① Формальные требования
- ② Робототехнические системы
- ③ Архитектуры управления и системный анализ
- ④ Решаемые задачи

- ① Понять, что такое роботы и как с ними работать.
- ② Разобраться с тем, какие методы существуют, чтобы сделать роботов более автономными.
- ③ Попрактиковаться в работе с этими методами с реальными примерами.
- ④ Выполнить исследовательский проект.
- ⑤ Познакомиться с основными научными проблемами в этой области и подходами к их решению.



- ① Интеллектуальное управление (устойчивость, управляемость, стабилизируемость, детектирование, помехи, фильтры).
- ② Планирование траекторий (A^* , статическая среда, ограничения по модели, многоагентный подход).
- ③ Когнитивные функции (память, обучение, методы аппроксимации, планирование поведения).



- Формула оценки:

$$O_{\text{итог}} = 0.6 \sum_{N=1}^3 O_{\text{дз}_N} + 0.4 \cdot O_{\text{проект}}$$

- По каждому разделу курса буду лабораторные работы, на которых будут разбираться задачи, похожие на ДЗ - **нужны ноутбуки!**
- Можно выбрать одну тему проекта, выполнить его и оформить результаты в виде отчета и защитить его в конце семестра.
- Все материалы по курсу будут выкладывать на странице Piazza, тем же можно задавать вопросы.

О лаборатории 0-2: состав



Г.С. Осипов



М.Г. Дмитриев



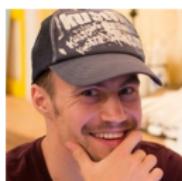
С.В. Емельянов



К.С. Яковлев



Д.А. Макаров



А.И. Панов



Ю. Данник



А. Семёнов



А. Боковой



Г. Киселёв



А. Ковалёв



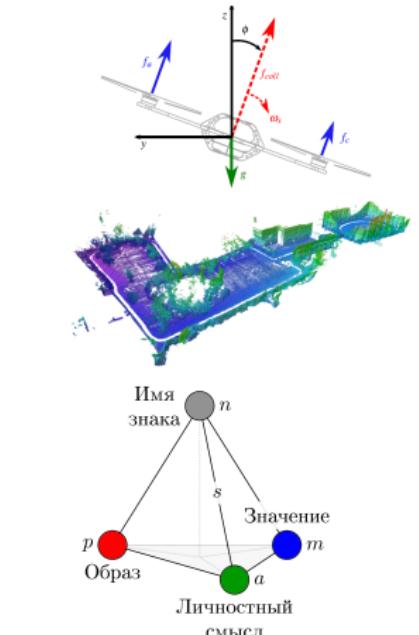
А. Скрынник



А. Андрейчук

О лаборатории 0-2: темы и проекты

- Управление нелинейными системами с помощью численно-аналитических методов
- Сингулярно возмущенные системы управления
- Экономичные разностные схемы
- Поиск пути с учетом геометрических ограничений
- Планирование альтернативных траекторий
- Карттирование и локализация по видеопотоку единственной камеры
- Моделирование когнитивных функций (планирование, целеполагание, рефлексия, мотивация)
- Методы машинного обучения (обучение с подкреплением - иерархическое, глубокое, мультиагентное)
- Нейросимвольные архитектуры
- Представление пространственных и временных знаний
- Планирование коалиционного и колаборативного поведения (распределение ролей и ассистенты)
- Моделирование рассуждений в картине мира



- 1 Формальные требования
- 2 Робототехнические системы
- 3 Архитектуры управления и системный анализ
- 4 Решаемые задачи

Что такое роботы

- Формального определения нет
- Определение от противного: «Что точно не является роботом?»
- Что такое «беспилотник»?
- Как связаны ИИ и роботы?



- Много примеров, когда робот есть, а ИИ - нет.
- И обратно, ИИ есть, а робота - нет.

- Много примеров, когда робот есть, а ИИ - нет.
- И обратно, ИИ есть, а робота - нет.

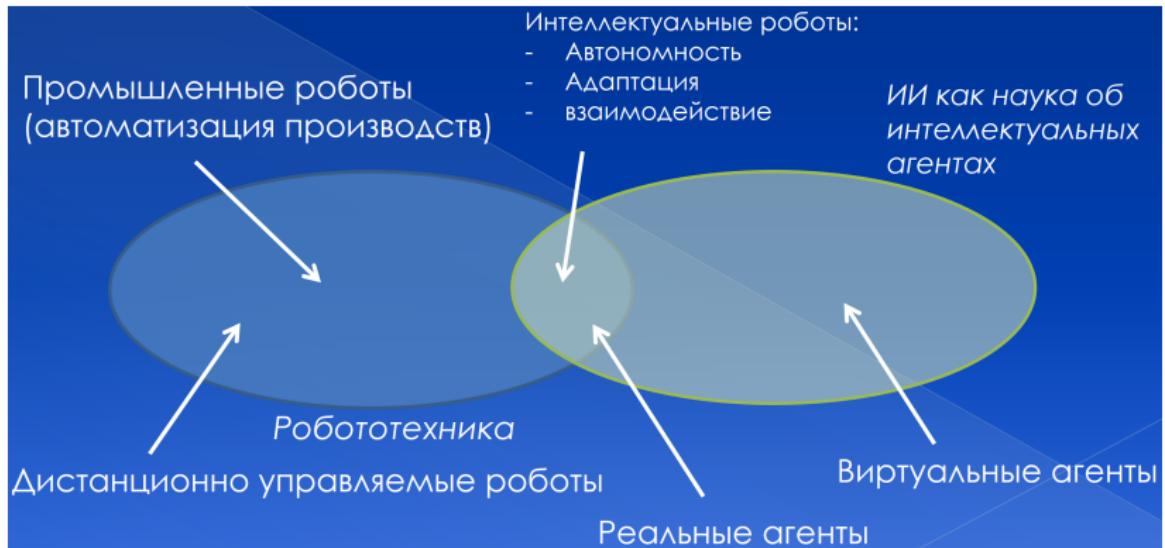


Что делает робота интеллектуальным?

Бихевиористский подход

- **Высокая степень автономности**
Робот может самостоятельно (полностью или частично) функционировать в окружающей среде и решать поставленные задачи
- **Возможность адаптации к изменяющейся среде**
Каждый раз когда среда меняется робот самостоятельно меняет свое поведение
- **Возможность взаимодействия с другими роботами**
- **Возможность взаимодействия с человеком**

Методы ИИ и робототехника



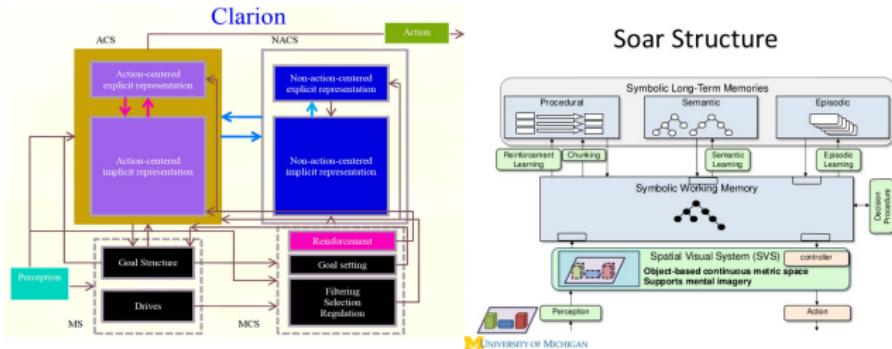
Интеллектуальные агенты и роботы

- Робот (железо) - тело агента:
 - датчики (гироскоп, акселерометр, барометр, видео-камера, лидар, GPS приемник),
 - актуаторы (манипулятор, колеса).
- ИИ (программа) - мозг агента, который должен
 - воспринимать окружающую действительность,
 - обучаться, получать знания, представлять знания,
 - рассуждать,
 - планировать свое поведение,
 - общаться с человеком и другими агентами,
 - и т.д.



- 1 Формальные требования
- 2 Робототехнические системы
- 3 Архитектуры управления и системный анализ
- 4 Решаемые задачи

Когнитивные архитектуры

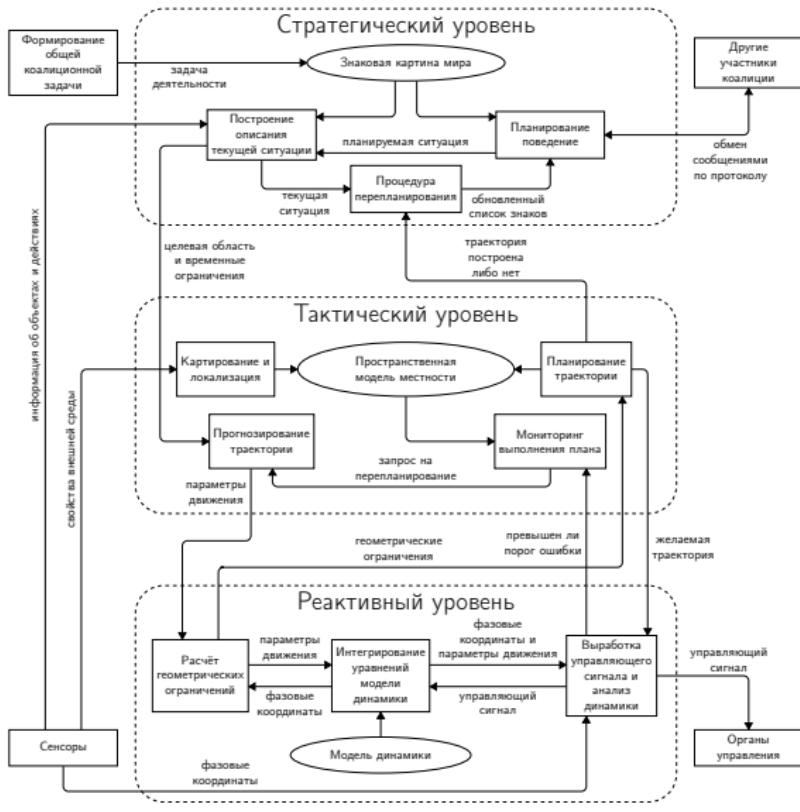


9

Недостатки современных когнитивных архитектур:

- Концептуальная нерешенность проблемы привязки символов (*symbol grounding problem*) - CLARION
- Отсутствие деятельностной модели поведения системы - реализация только некоторых когнитивных аспектов
- Иерархичность представления знаний (4D/RCS)
- Возможность реализации иерархического планирования
- Реализация обучения концептуальным знаниям - Cognitive Mario
- Моделирование рефлексивного поведения

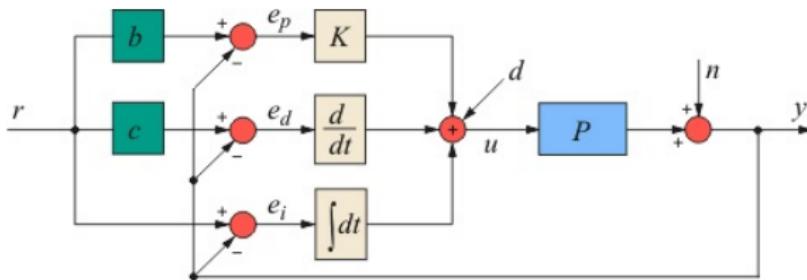
Архитектура STRL



- ① Формальные требования
- ② Робототехнические системы
- ③ Архитектуры управления и системный анализ
- ④ Решаемые задачи

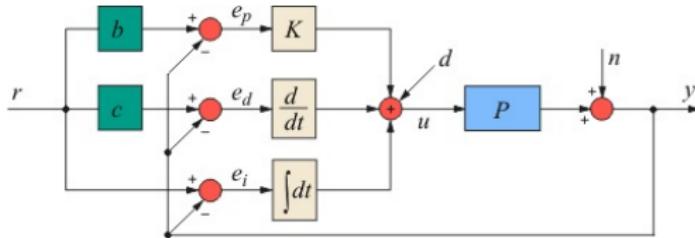
Задачи реактивного уровня

- Непосредственное взаимодействие со средой (моделирование в Gazebo).
- Построение и идентификация модели объекта управления.
- Решение задач стабилизации, следования и т.п., разработка регуляторов.



Задачи реактивного уровня

- Непосредственное взаимодействие со средой (моделирование в Gazebo).
- Построение и идентификация модели объекта управления.
- Решение задач стабилизации, следования и т.п., разработка регуляторов.



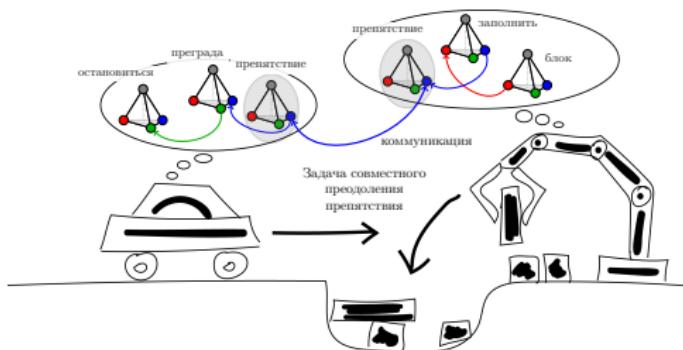
Задачи тактического уровня

- Картирование по видеопотоку.
- Локализация в построенной карте.
- Планирование траектории в динамической и или неизвестной среде.
- Планирование траекторий для множества агентов, избегание столкновений.



Задачи стратегического уровня

- Приобретение знаний (обучение, в т.ч. с подкреплением).
- Представление знаний как объективных, так и субъективных.
- Планирование поведения, в т.ч. в коалиции агентов.
- Моделирование мета-когнитивных функций (рефлексия, целеполагание и др.).
- Логический вывод и моделирование рассуждений.



Темы проектов, курсовых и дипломных работ

- Принцип гарантированного управления и его применение в нелинейных задачах.
- Приближенное решение задачи нелинейного управления на конечном интервале регулирования и его применение.
- Фильтрация в нелинейных системах.
- Сравнение эффективности различных нелинейных законов управления.
- Методы и алгоритмы эвристического поиска.
- Планирование траектории в виртуальных мирах как задача эвристического поиска пути на графе особой структуры.
- Планирование траектории беспилотных транспортных средств: методы и алгоритмы.
- Планирование траектории перемещения в пространстве положений для сложных робототехнических систем (манипуляторов и др.).
- Задачи картирования и локализации для беспилотных транспортных средств.
- Картирование и локализация для беспилотных летательных аппаратов по данным инерциальной навигационной системы и видеопотоку.
- Методы и алгоритмы выделения особенностей на растровых изображениях (SURF, SIFT и др.).
- Методы и алгоритмы обработки изображений для робототехники.
- Обучение с подкреплением по модели Actor-Critic.
- Иерархическое обучение с подкреплением.
- Глубокое обучение с подкреплением.
- Обучение с подкреплением для манипулятора по видеопотоку.
- Нейросимвольные способы представления и приобретения знаний.
- Планирование поведения в коалиции агентов с распределением ролей.
- Нейробайесовские методы обучения.

Спасибо за внимание!