

# Введение в робототехнику

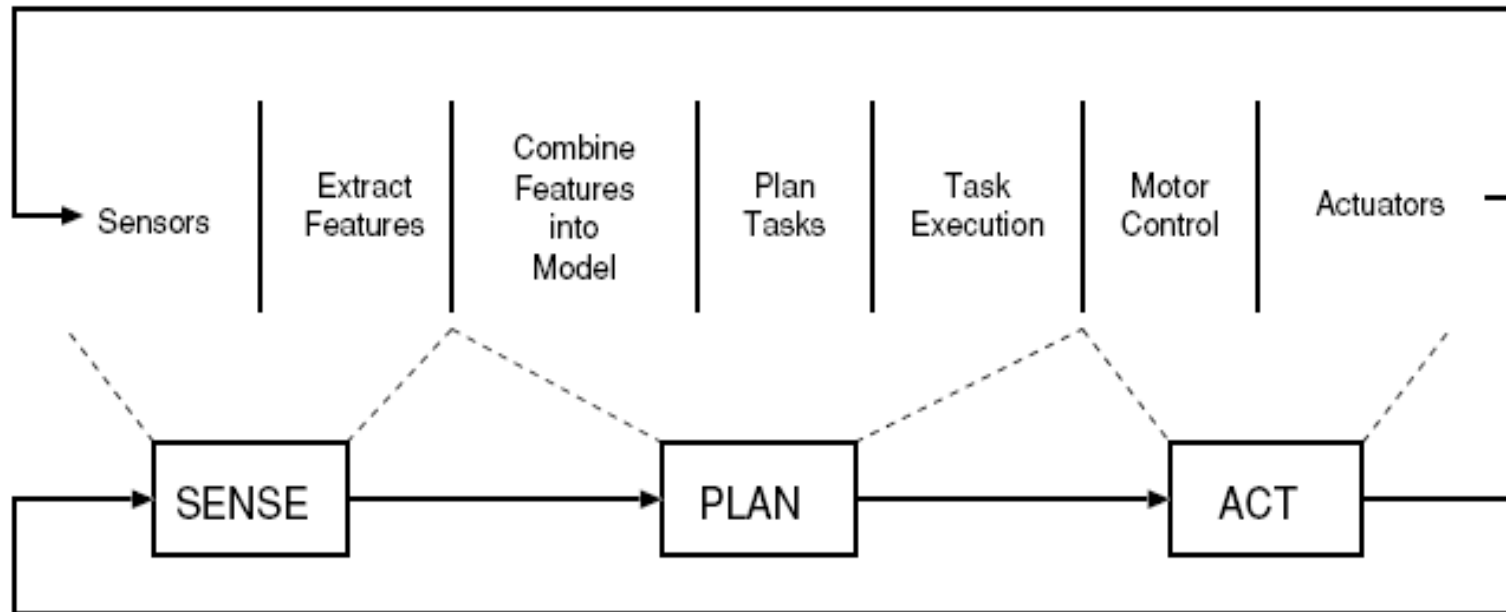
## Лекция 4.

### Система управления интеллектуального робота

# Парадигмы архитектуры системы управления роботом

- Иерархическая парадигма (deliberative)
  - Традиционная (с 1960-х годов)
  - Основана на планировании решения задачи (миссии) и использовании формализованных знаний
- Реактивная парадигма (reactive или behavior based architecture)
  - Предложена в 1986 году Р.Бруксом (МТИ, США) (ранее разрабатывалась Н.Амосовым и Бонгардом в 1970 годах в СССР)
  - Обучение и формирование поведений, запускаемых как реакция на события
  - Ориентирована в основном на использование нейронных сетей
- Гибридная (hybrid)
  - Комбинация планирования и поведений, запускаемых как реакция на события

# Иерархические системы управления



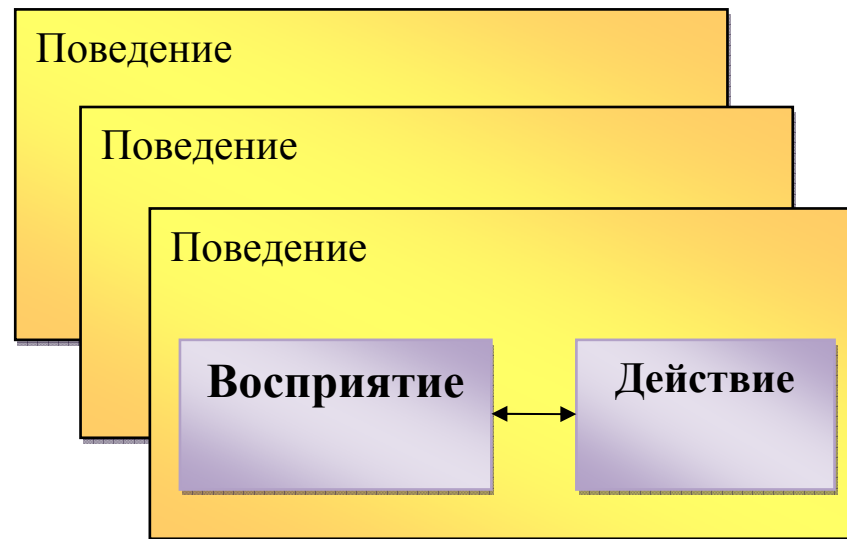
# Взаимодействие процедур

Наименование процедуры	Вход	Выход
ВОСПРИЯТИЕ	Показания датчиков	Воспринятая информация
ПЛАНИРОВАНИЕ	Информация (воспринятая или заранее известная)	Директивы
ДЕЙСТВИЕ	Директивы	Команды исполнительных механизмов

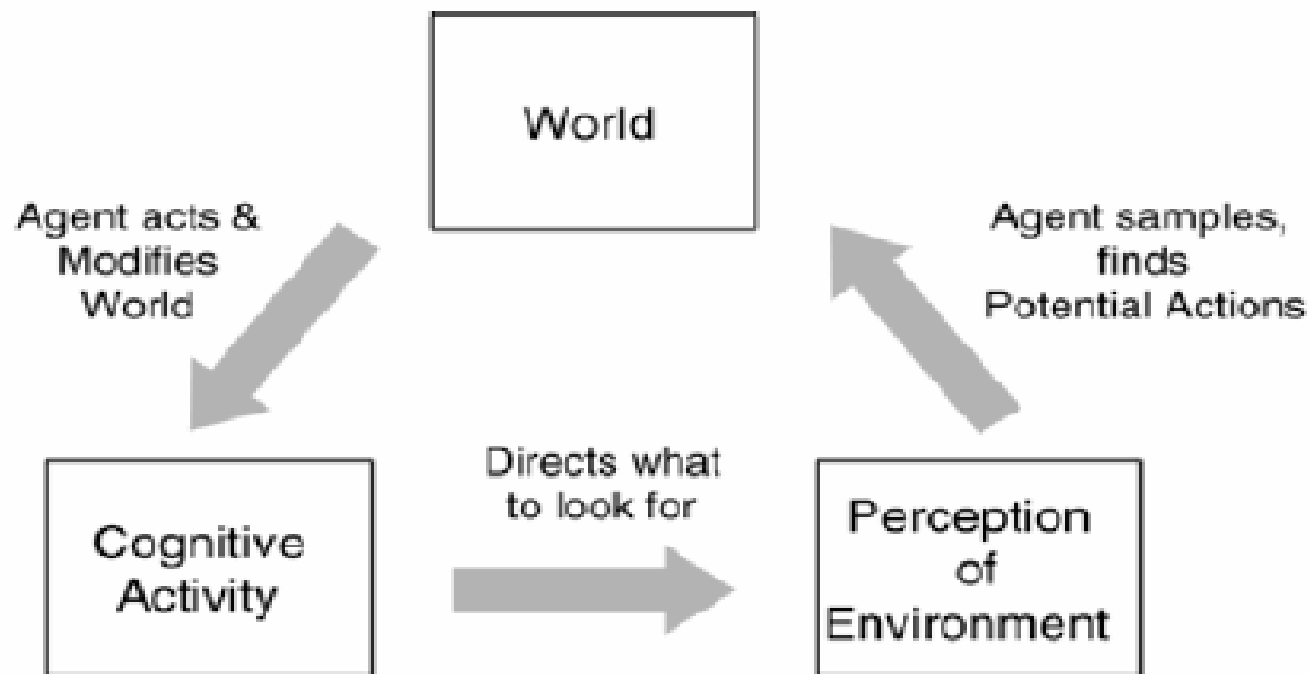
# Модель мира

- Известное априори представление об окружающей среде (например, план здания, в котором находится робот, набор объектов, с которыми он может работать, набор возможных ситуаций, люди или роботы-партнеры и т.п.)
- Воспринятая роботом информация (об объектах, препятствиях, людях и т.п.)
- Любые дополнительные данные, необходимые для выполнения задания (например, инструкции, содержащие информацию о количестве доставляемых предметов и о распределении их между пунктами назначения, приоритеты выполняемых задач, накладываемые ограничения и т.п.), т.е. описание решаемых задач

# Реактивные системы управления



# Биологические основы реактивной парадигмы. Цикл «действие-восприятие»



# Пример распознавания хищника или пищи и запуска поведений убегания или утоления голода

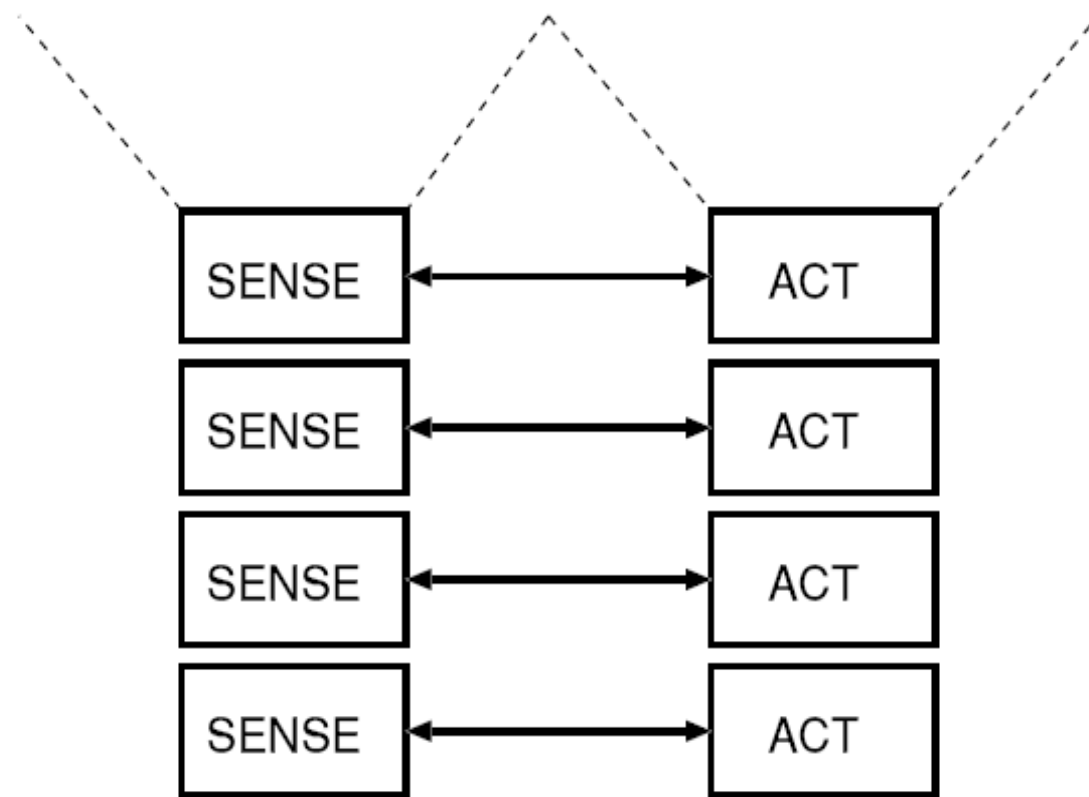
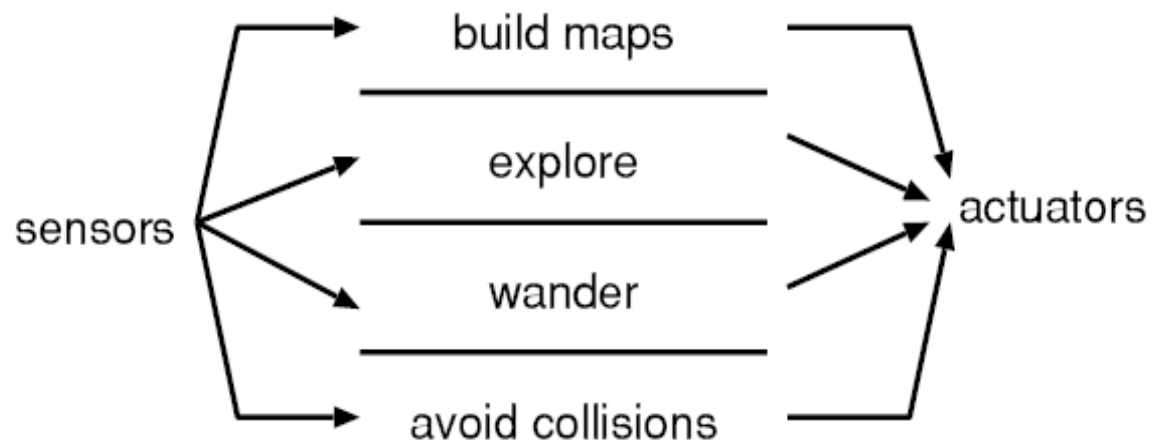
```
while (TRUE) {  
    predator = sensePredator();  
    if (predator==PRESENT)  
        flee();  
    else {  
        food = senseFood();  
        hungry = checkStateHunger();  
        ...  
    }  
}
```



# Слои - базовые типы поведения насекомых (по Р.Бруксу)

- Избегать контакта с объектом.
- Двигаться, избегая препятствий.
- Ставить главной целью поведенческой стратегии исследование мира, определение расстояний.
- Строить карту местности для того, чтобы наметить тропу.
- Замечать изменения в неподвижном окружении.
- Воспринимать мир как набор объектов и решать задачи, связанные с объектами.
- Формулировать и выполнять планы, которые включают в себя изменение состояния мира в желательном направлении.
- Воспринимать поведение объектов мира и соответствующим образом менять свои планы.

# Реактивная архитектура для мобильного робота



# Особенности реактивной парадигмы

- Роботы являются агентами, действующими в некой экологической нише. То есть, робот является частью внешнего мира. Когда робот действует, он изменяет мир и немедленно получает ответную реакцию. То, что робот воспринимает, влияет на его задачи и способы их решения.
- Поведения являются основными элементами, из которых строится общее поведение робота. Они независимы, вычислимы и действуют одновременно. Общее поведение зависит от всех остальных.  
**Внешний контроллер, определяющий поведения, отсутствует.** Основным различием между архитектурами является специфический для каждой из них механизм взаимодействия поведений.
- **Разрешаются только локальные, основанные на поведении ощущения.** Абстрактное представление данных не разрешается. Любое восприятие, требующее представления, выражается в эгоцентричных по отношению к роботу координатах. Например, обход препятствий. Само препятствие существует только по отношению к роботу, положение его по отношению к окружающему миру не важно.
- Модульность поведений позволяет разложение задания на компоненты, представленные поведением. Каждое из поведений испытывается отдельно, а сами поведения могут состоять из более примитивных.
- Животные модели поведений часто являются основой для систем, построенных в рамках данной парадигмы.

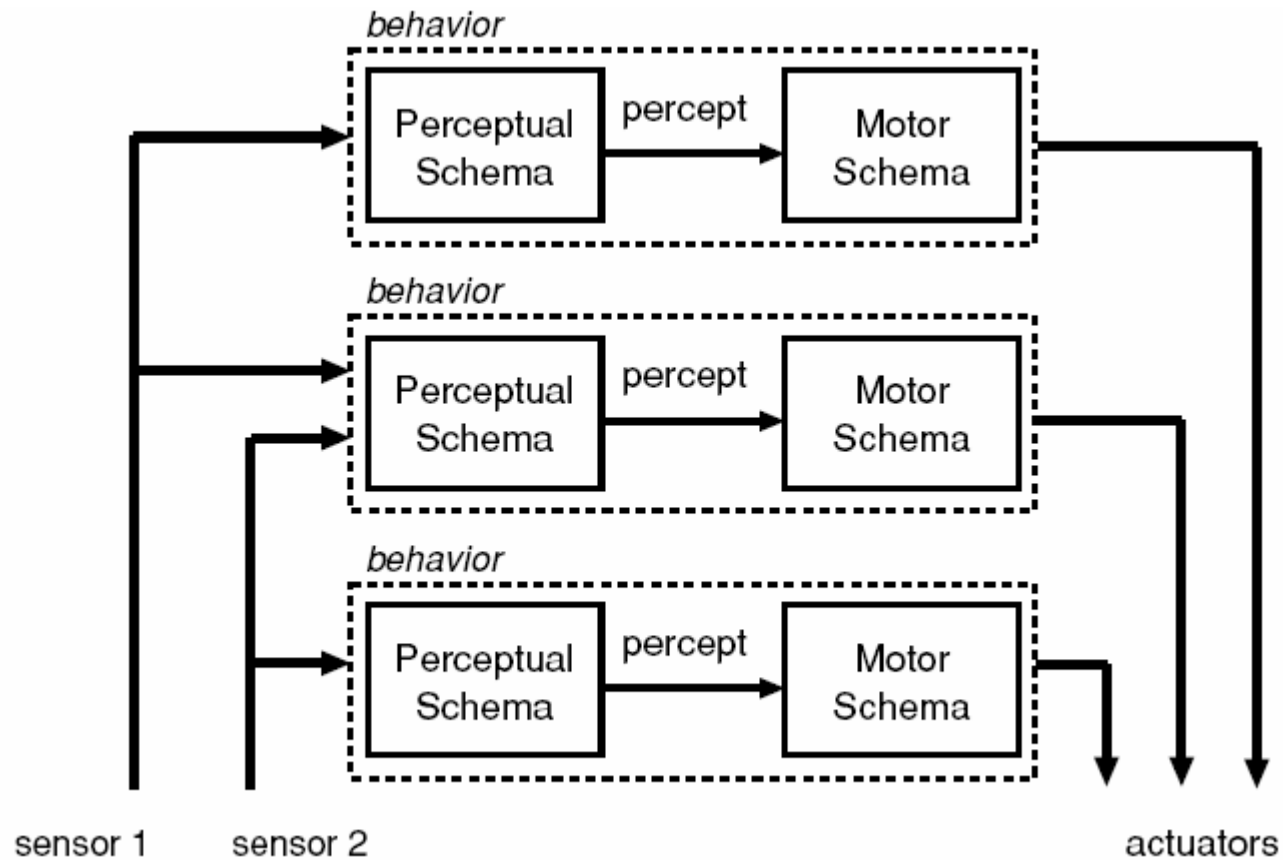
# Виды реактивных архитектур

- Классификационная архитектура.
  - Характерной особенностью роботов, спроектированных по данной архитектуре, является то, что часть поведений встроены в электронику робота в виде цепей или микропроцессоров. Роботы, построенные по данной архитектуре были первыми роботами, которые могли двигаться и обходить препятствия без процедуры «движение-планирование-движение». Поведение описывается как конечный автомат
- Архитектура потенциальных полей.
  - Поведения представлены в виде потенциальных полей, причем усложнение поведения происходит за счет суммирования полей.
- Кодирование правил, когда схема движений поведения представляется в виде логических правил

# Классификационная архитектура

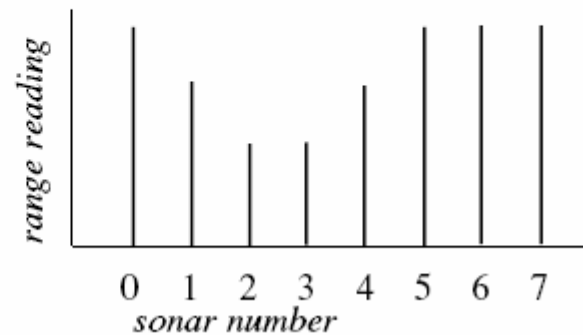
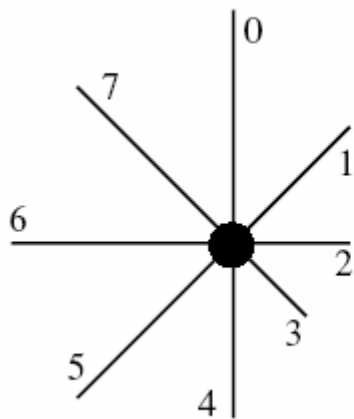
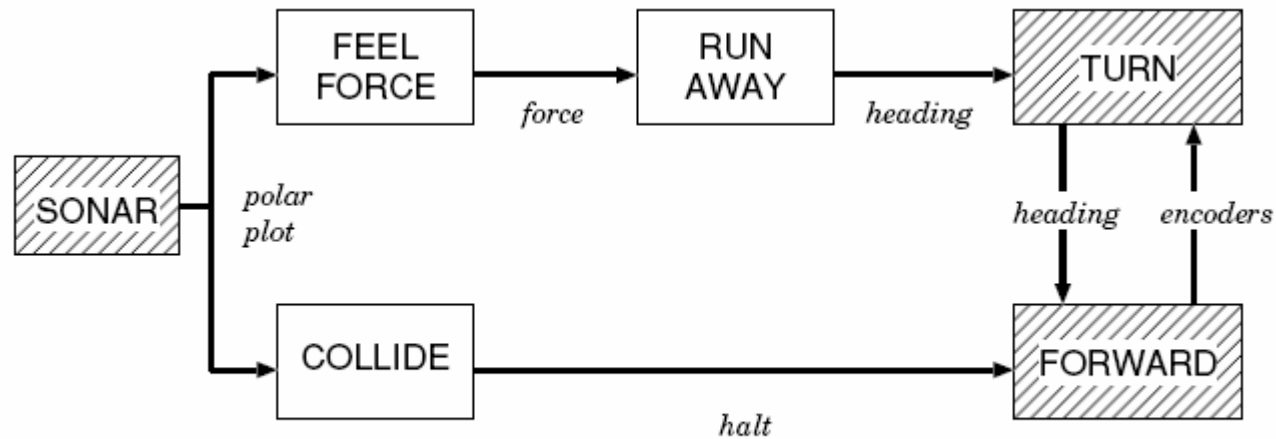
- Роли (цели) восприятия (perception, sense):
  - Запуск определенного поведения
  - Снабжение запущенного поведения необходимой информацией (например, координаты объектов, расстояние до препятствия и т.п.)

# Различные варианты связи сенсоров с поведением



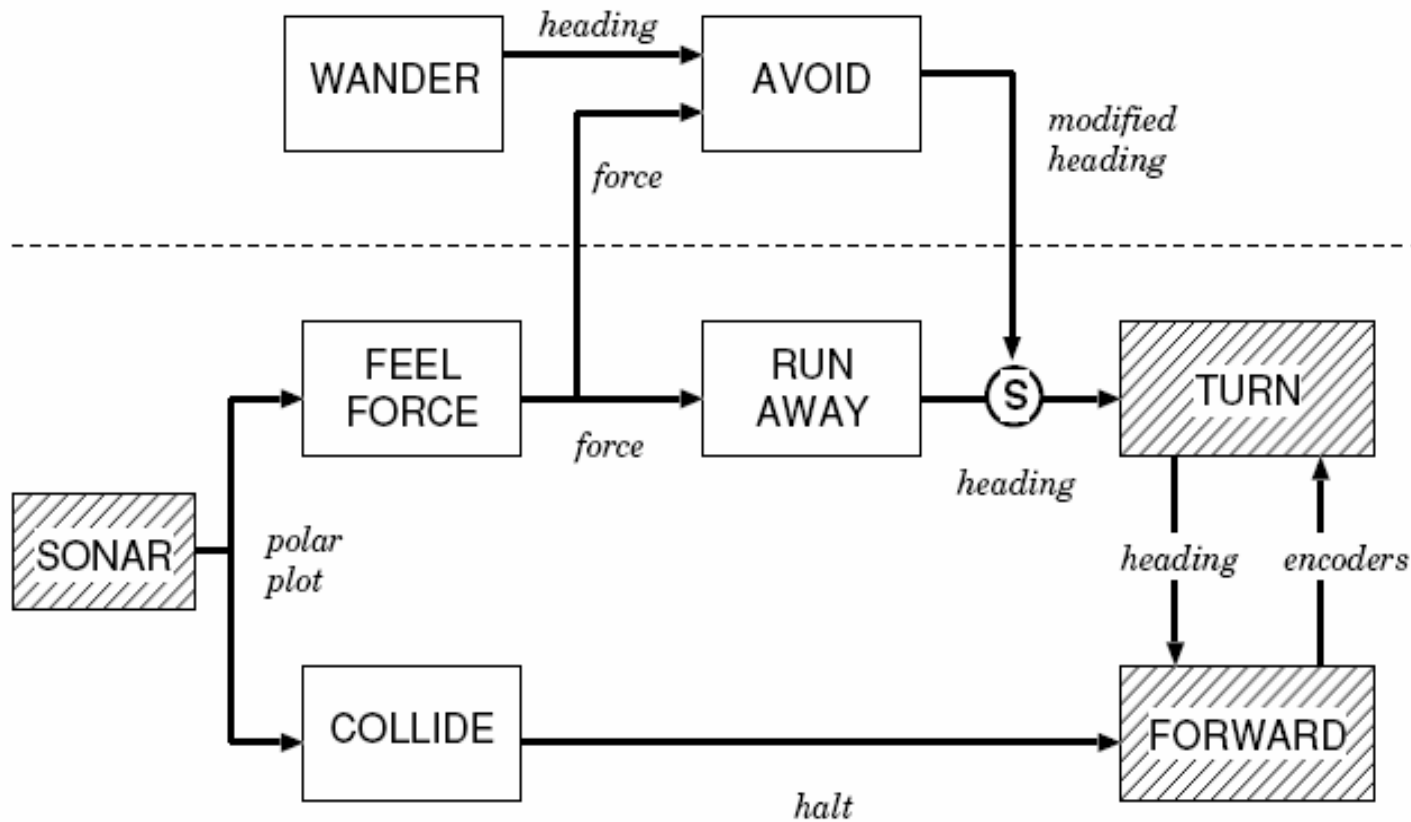
- Раз нет планирования, в самой архитектуре системы управления необходимо обеспечить взаимодействие поведений (например, запуск с учетом их приоритета)
- Обычно классификационная архитектура и поведения делятся на уровни

# Вариант классификационной архитектуры. Уровень 0



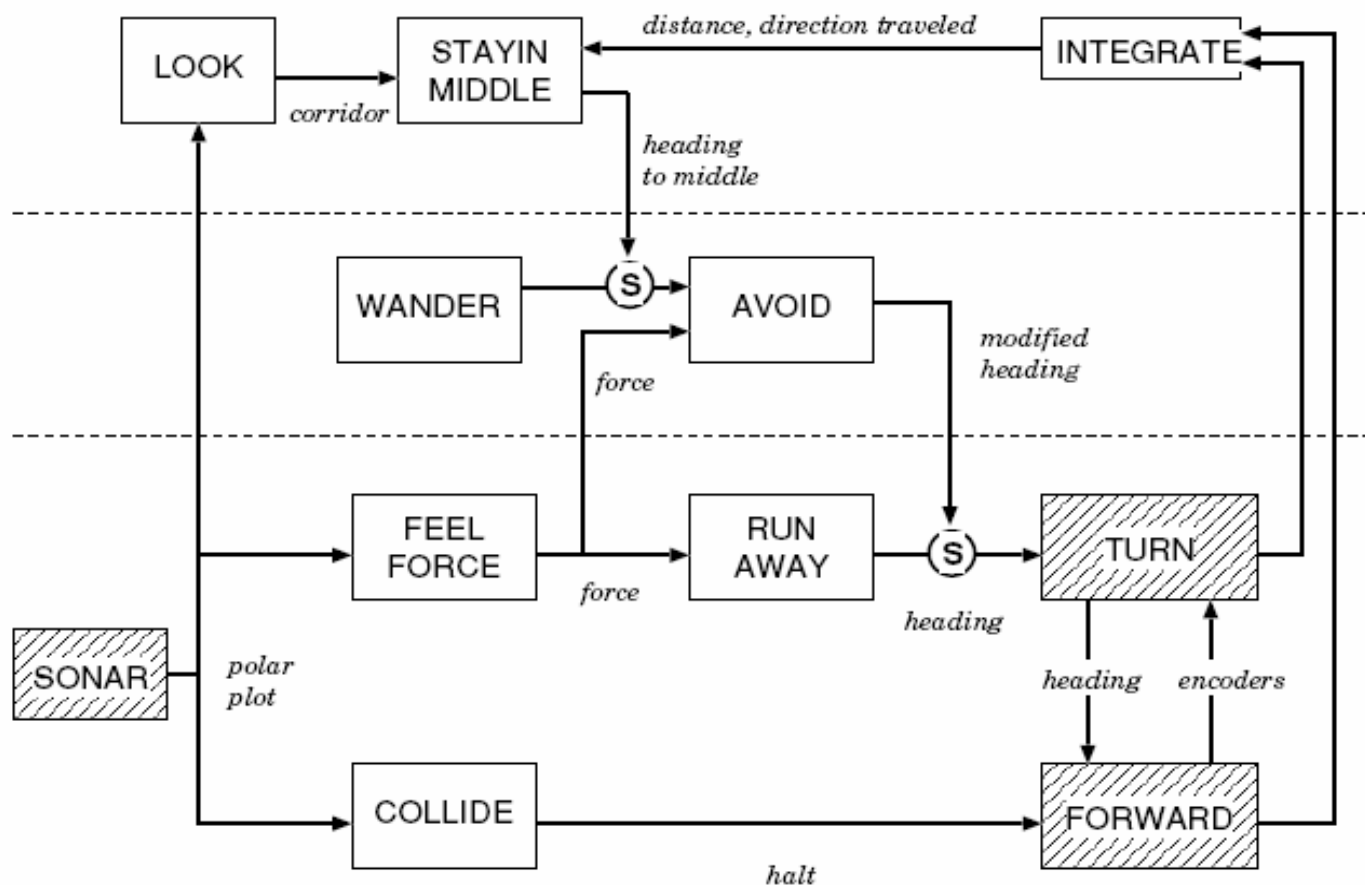


# Вариант классификационной архитектуры. Уровень 1



# Вариант классификационной архитектуры.

## Уровень 2 – движение по коридору



# Вариант классификационной архитектуры.

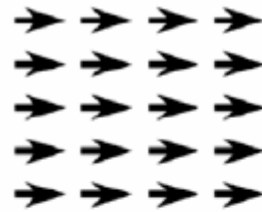
## Комментарии к рисункам

- Модули LOOK и STAYINGMIDDLE обеспечивают распознавание коридора и задание направления на середину коридора, они подменяют собой модуль WANDER (если обнаружен коридор)
- В свою очередь модуль AVOID может подменять собой модуль RUNAWAY в случае работы модуля WANDER
- Модуль COLLIDE (столкновение) вызывает останов робота. Если его нет работают модули FEELFORCE (определение расстояния и направления до препятствия) и RUNAWAY (движение назад)
- Модуль INTEGRATE собирает внутреннюю информацию о результатах действий, которая может использоваться при отсутствии изменений от сенсоров

# Архитектура потенциальных полей.

## Виды потенциальных полей

- a – однородное
- b – перпендикулярно
- c – притягивающее
- d – отталкивающее
- e - тангенциальное



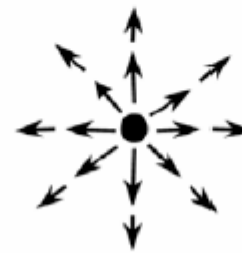
a



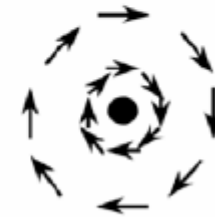
b



c



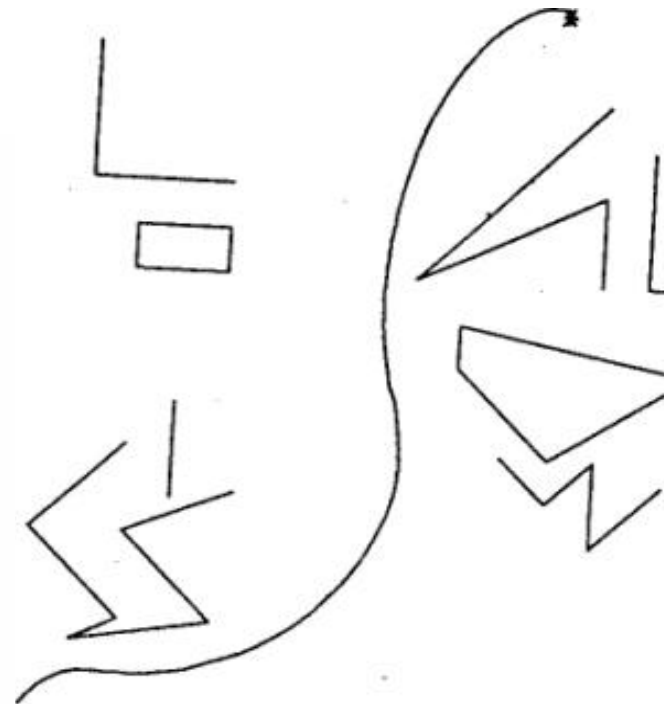
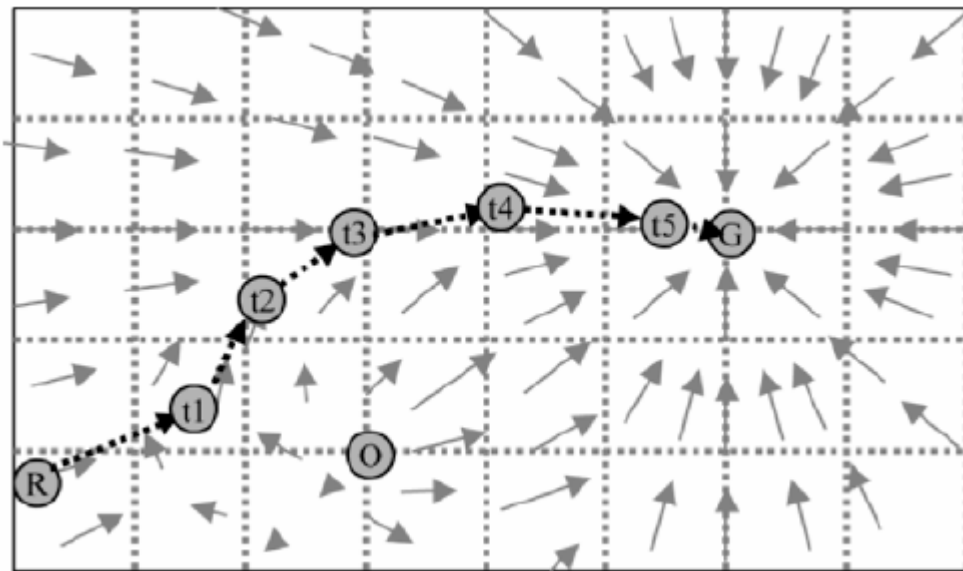
d



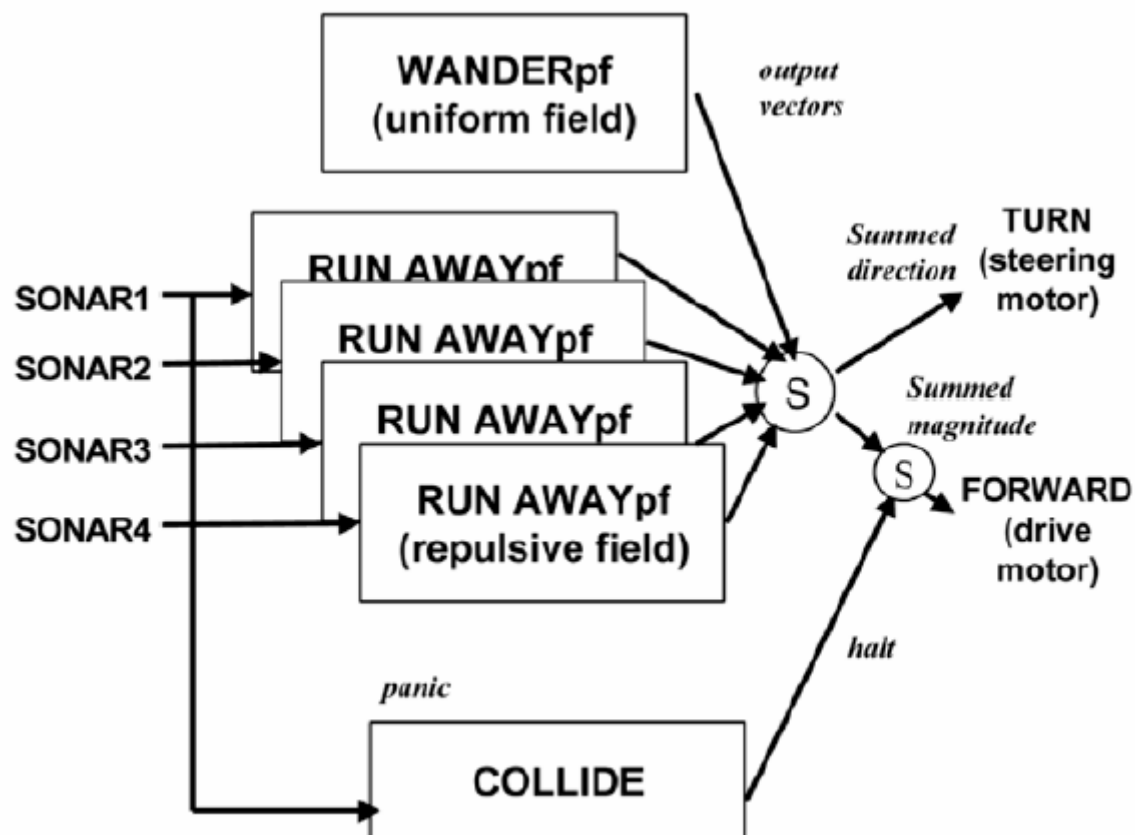
e

## Архитектура потенциальных полей (2)

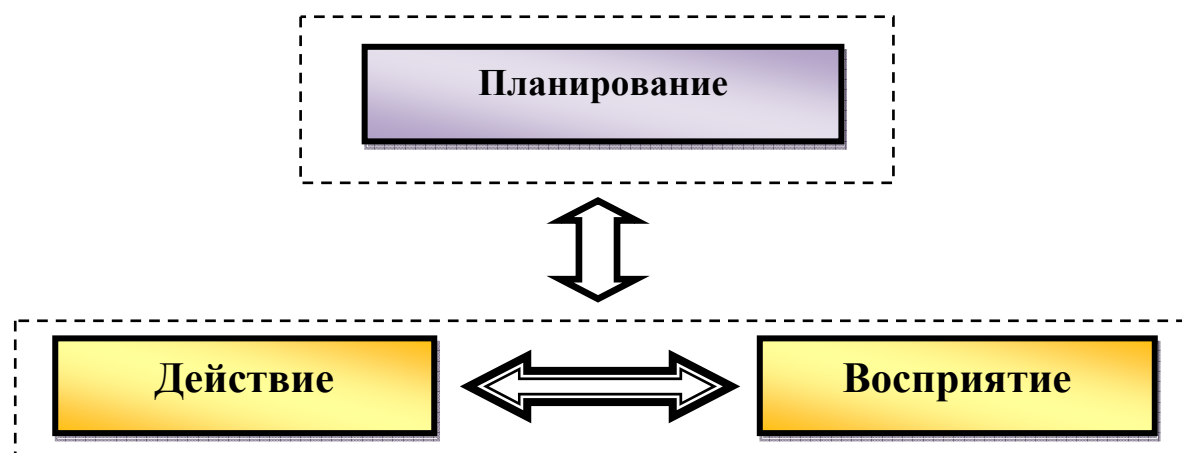
- Направление движения робота в некоторой точке определяется интерференцией в этой точке полей от препятствий и целей



# Вариант архитектуры потенциальных полей

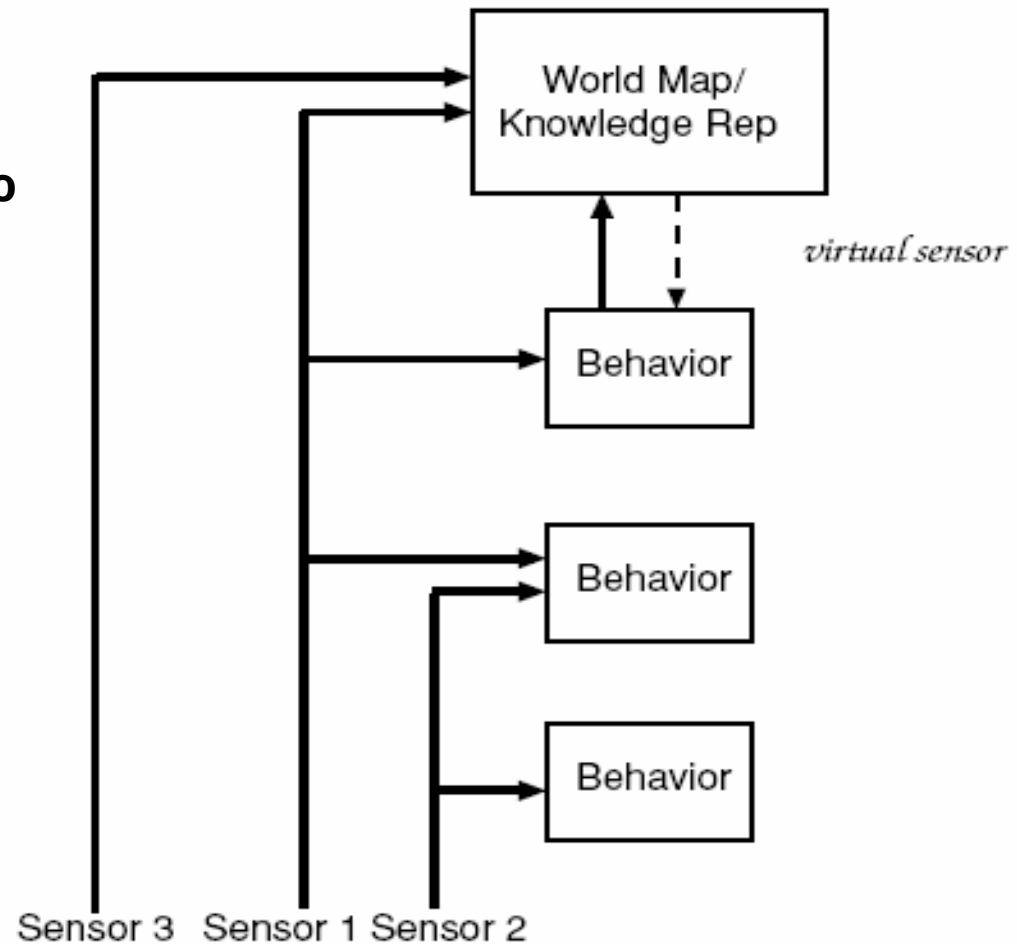


# Гибридная парадигма



# Гибридная парадигма (2)

Уровень работы с моделью мира или World Map может иметь свои сенсоры (Sensor 3)  
Например, датчик GPS,  
Общение на ЕЯ с пользователем



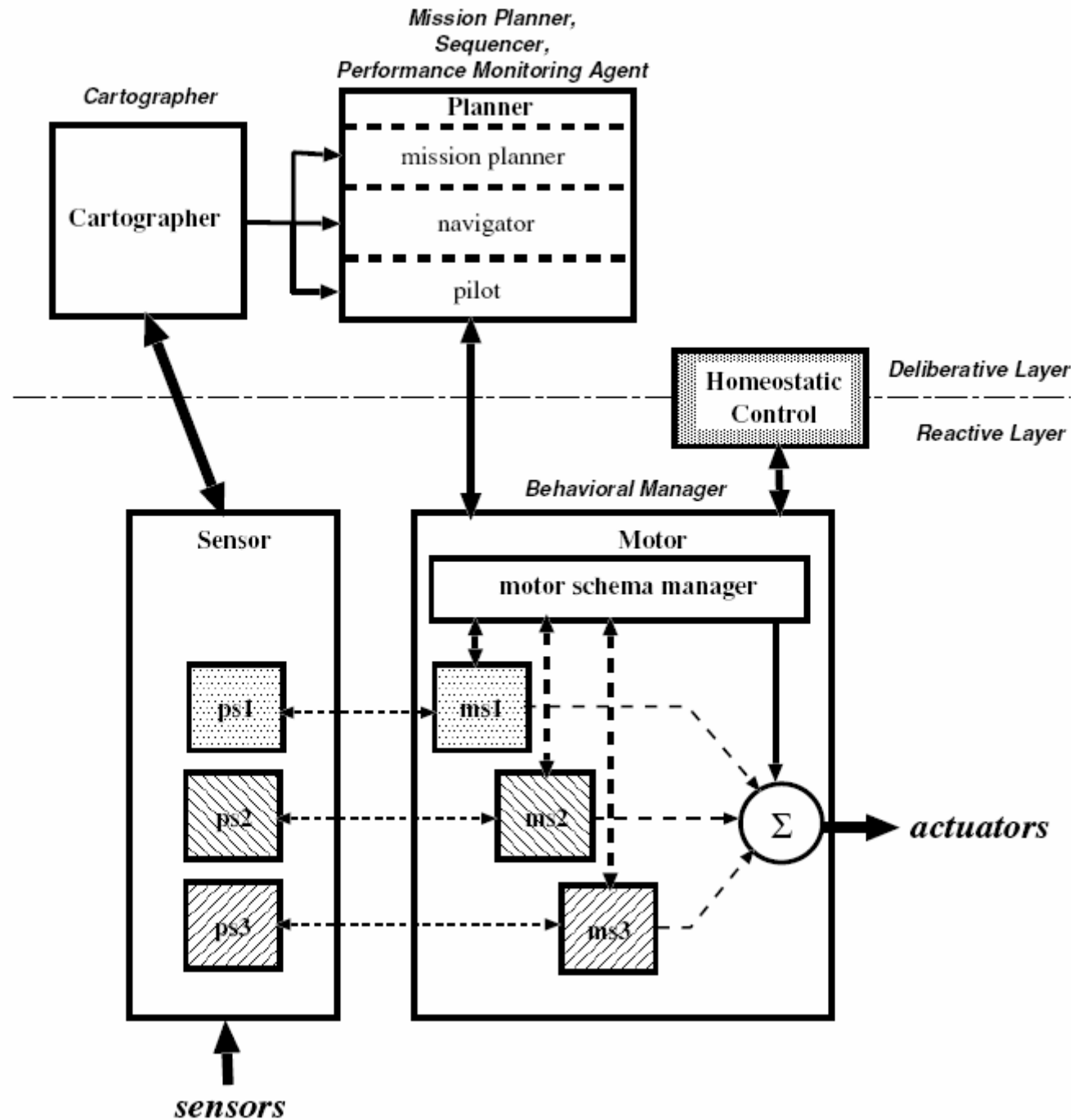


## Гибридная парадигма (3).

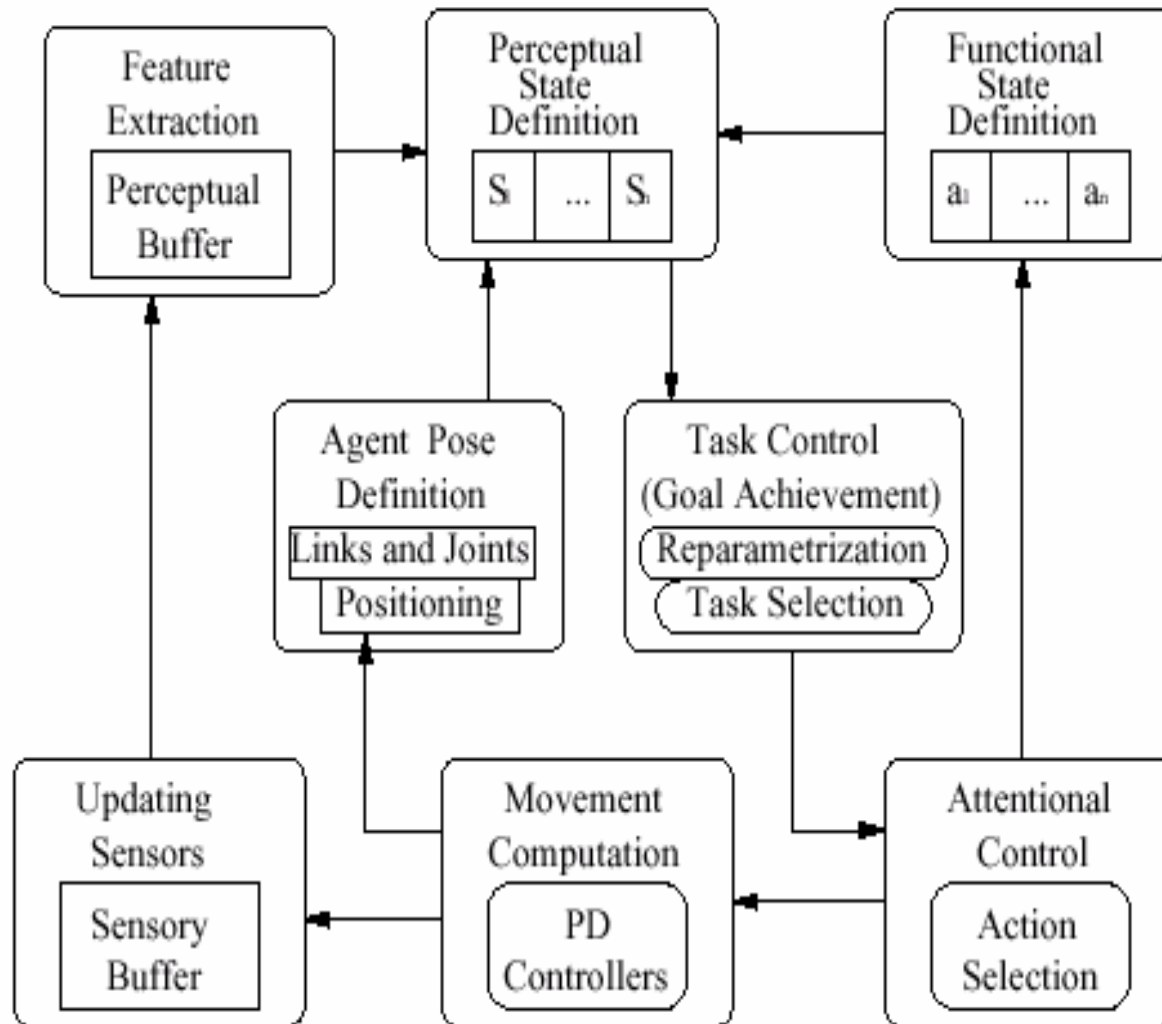
### Обычно используемые компоненты гибридной архитектуры

- Cartographer – занимается созданием, сохранением и управлением картой окружения
- Mission Planner (планировщик миссий) – взаимодействуя с человеком конструирует план решения задачи (миссии)
- Sequencer – генерирует последовательности поведений для решения подзадач
- Navigator – прокладывает маршрут в соответствии с картой и данными с сенсоров
- SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) – занимается определением местоположения робота и составлением карты одновременно

Гибридная  
парадигма (4)  
Архитектура  
AuRA



# Архитектура системы управления Sony



Роботы  
Компании Sony

# Особенности СУ роботов Sony



- Адаптивное управление движением в реальном времени,
- Выбор образца походки в реальном времени,
- Возможность восприятия пространства реального мира в реальном времени,
- Многомодальное взаимодействие с человеком.