

Интеллектуальные системы и технологии

Лекция 16.

Интеллектуальные роботы

Интеллектуальные агенты

- В компьютерной науке **интеллектуальный агент** — программа, самостоятельно выполняющая задание, указанное пользователем компьютера, в течение длительных промежутков времени. Интеллектуальные агенты используются для содействия оператору или сбора информации. Одним из примеров заданий, выполняемых агентами, может служить задача постоянного поиска и сбора необходимой информации в Интернете.
 - Компьютерные вирусы, боты, поисковые роботы, демон в Unix, служба в Windows
- В искусственном интеллекте под термином **интеллектуальный агент** понимаются сущности, получающие информацию через систему сенсоров о состоянии управляемых ими процессов и осуществляющие влияние на них через систему актуаторов, при этом их реакция рациональна в том смысле, что их действия содействуют достижению определенных параметров.
 - интеллектуальные (автономные) роботы или другие интеллектуальные системы, взаимодействующие с внешней средой посредством датчиков (сенсоров), например, умный дом.

Интеллектуальный робот =

- Механика (манипуляторы, движители)
- Сенсорика, датчики или сенсоры (sensors)
- Приводы (актуаторы)
- **Система управления**
- Система взаимодействия с человеком
- Система взаимодействия с другими роботами (и оборудованием)

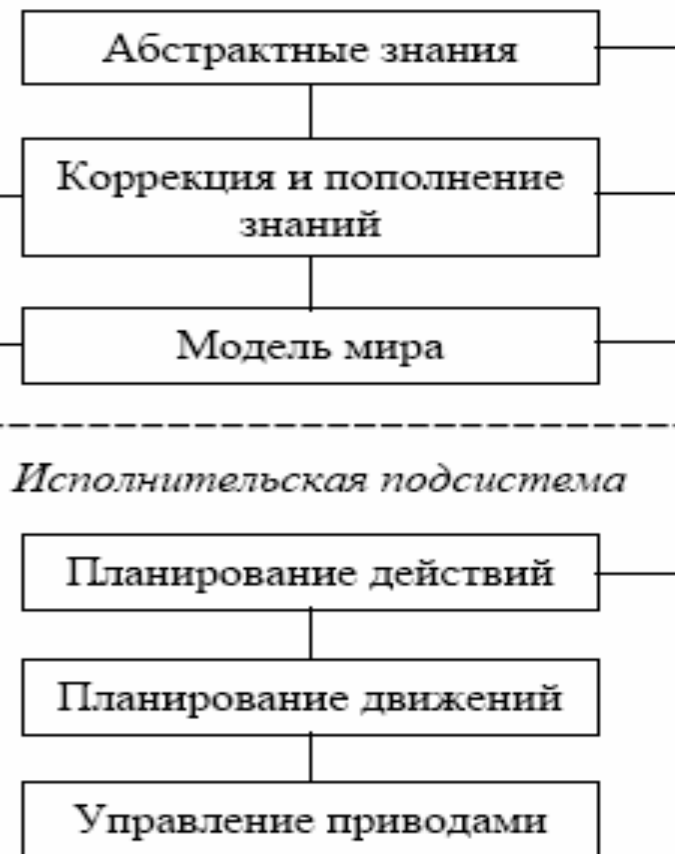


Архитектура системы управления роботом, основанная на знаниях

Подсистема восприятия



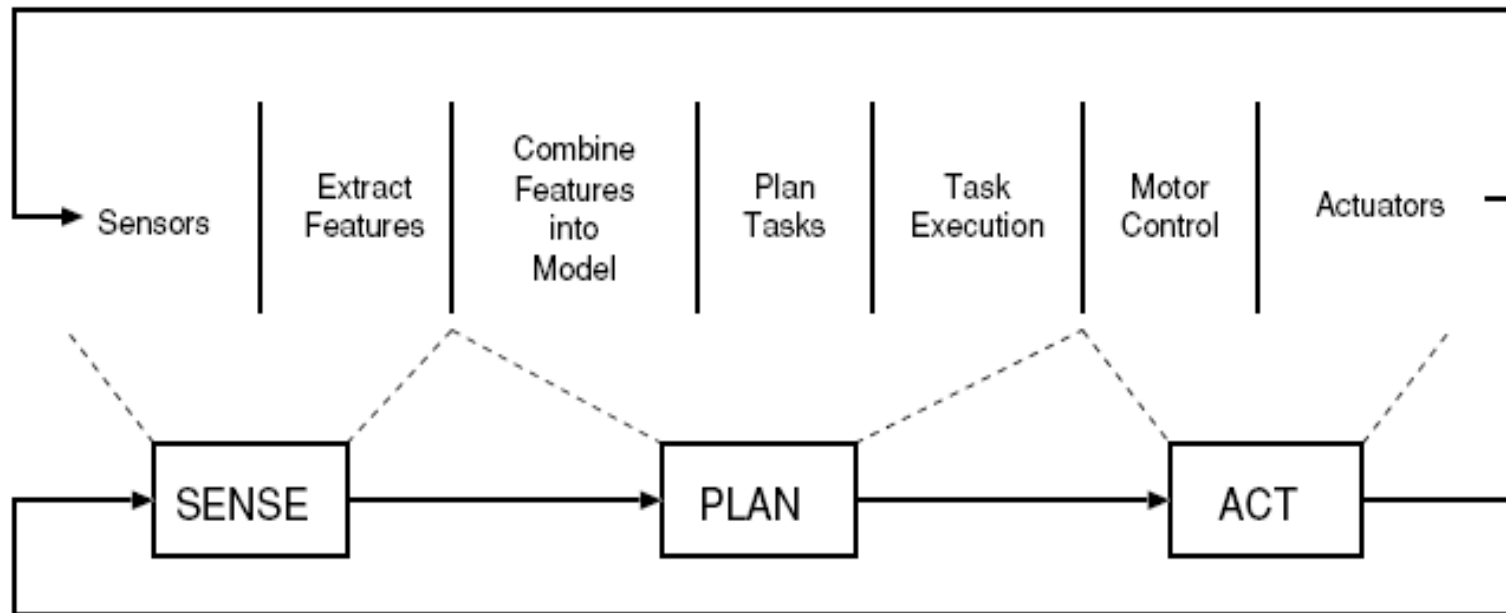
Подсистема управления знаниями



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



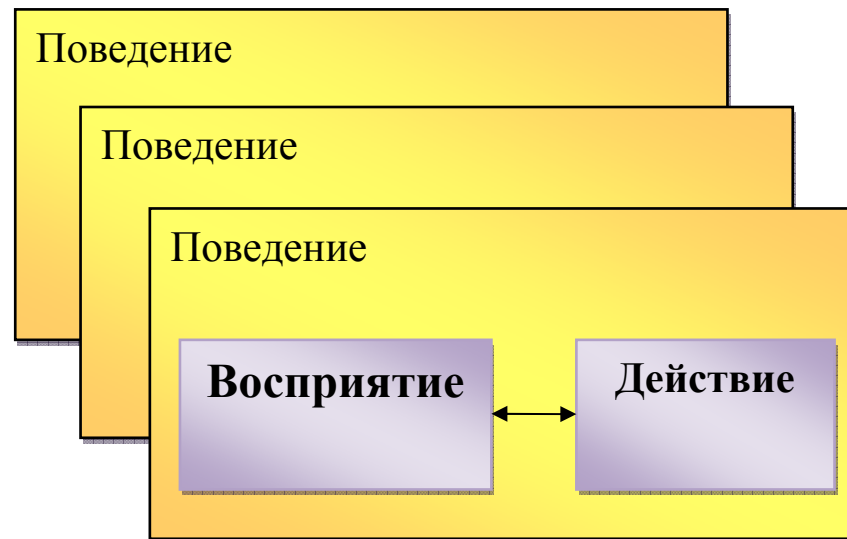
Взаимодействие процедур

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

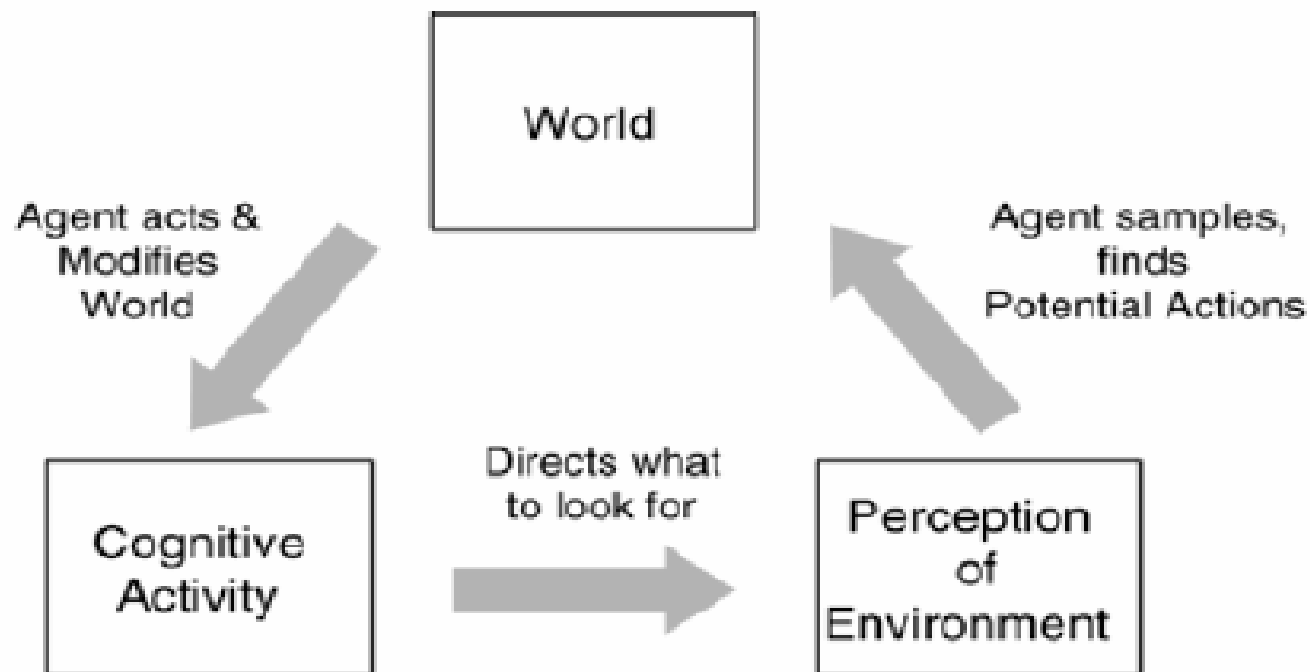
Модель мира

- 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»



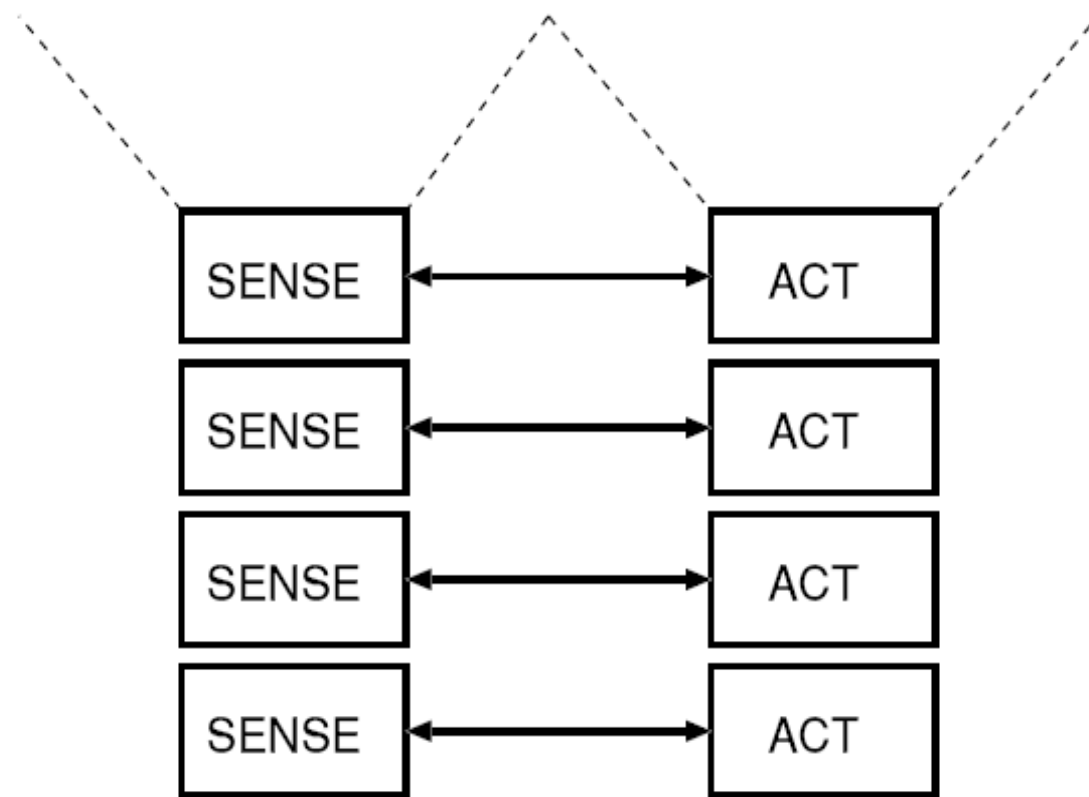
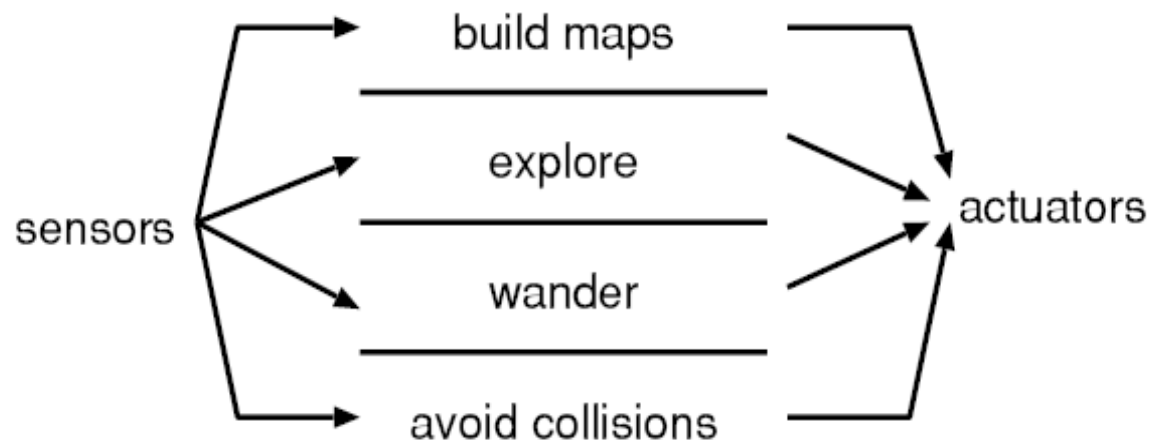
Пример распознавания хищника или пищи и запуска поведений убегания или утоления голода

```
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.

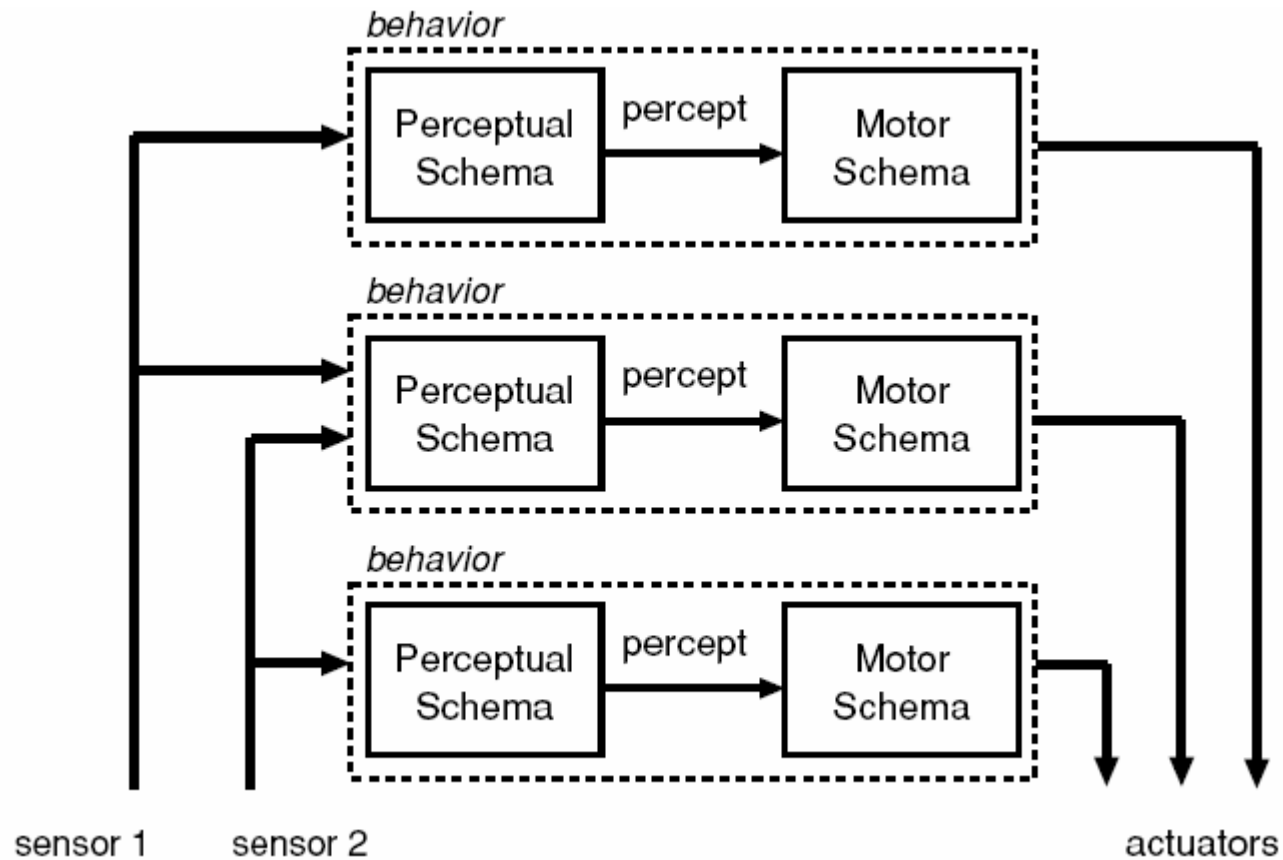
Виды реактивных архитектур

- 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

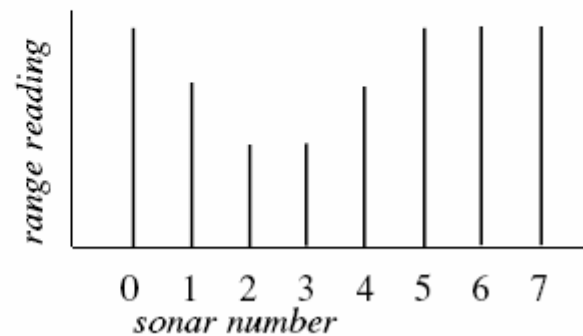
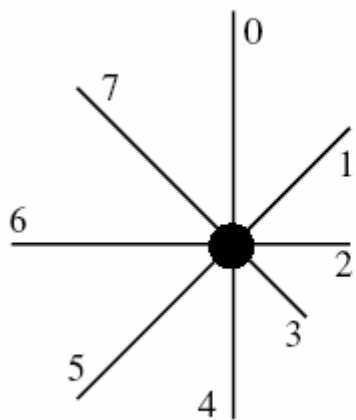
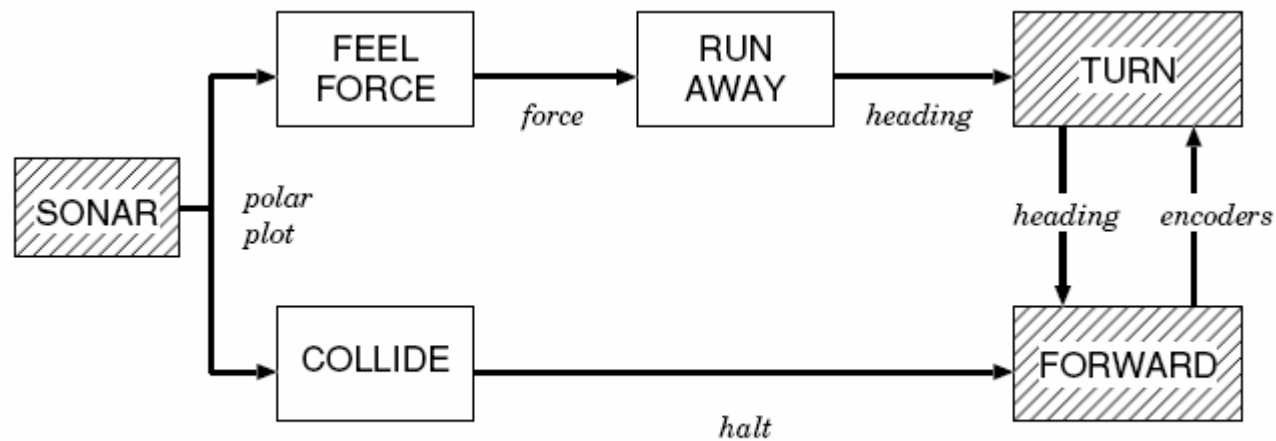
- Роли (цели) восприятия (perception, sense):
 - Запуск определенного поведения
 - Снабжение запущенного поведения необходимой информацией (например, координаты объектов, расстояние до препятствия и т.п.)

Различные варианты связи сенсоров с поведением

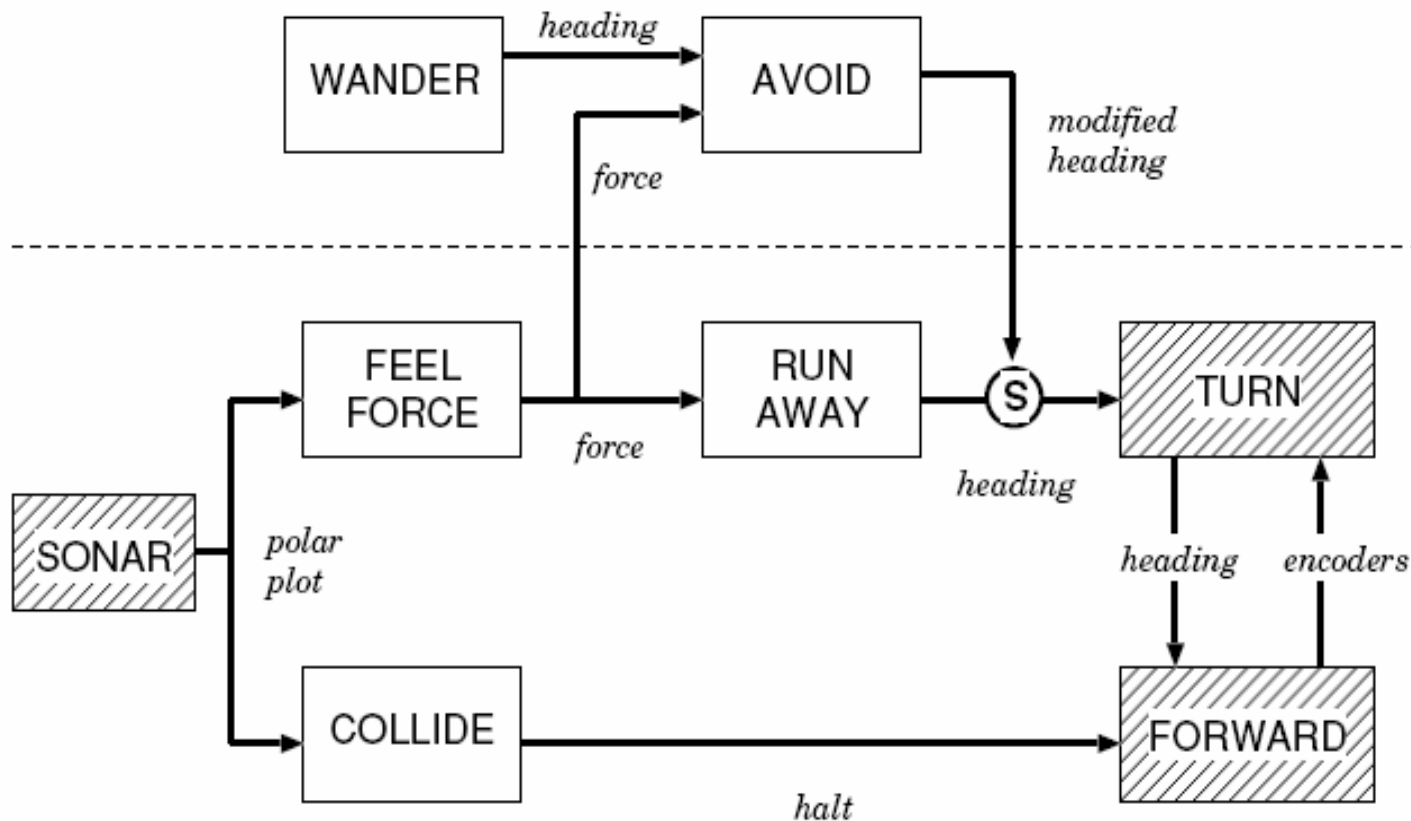


- Раз нет планирования, в самой архитектуре системы управления необходимо обеспечить взаимодействие поведений (например, запуск с учетом их приоритета)
- Обычно классификационная архитектура и поведения делятся на уровни

Вариант классификационной архитектуры. Уровень 0

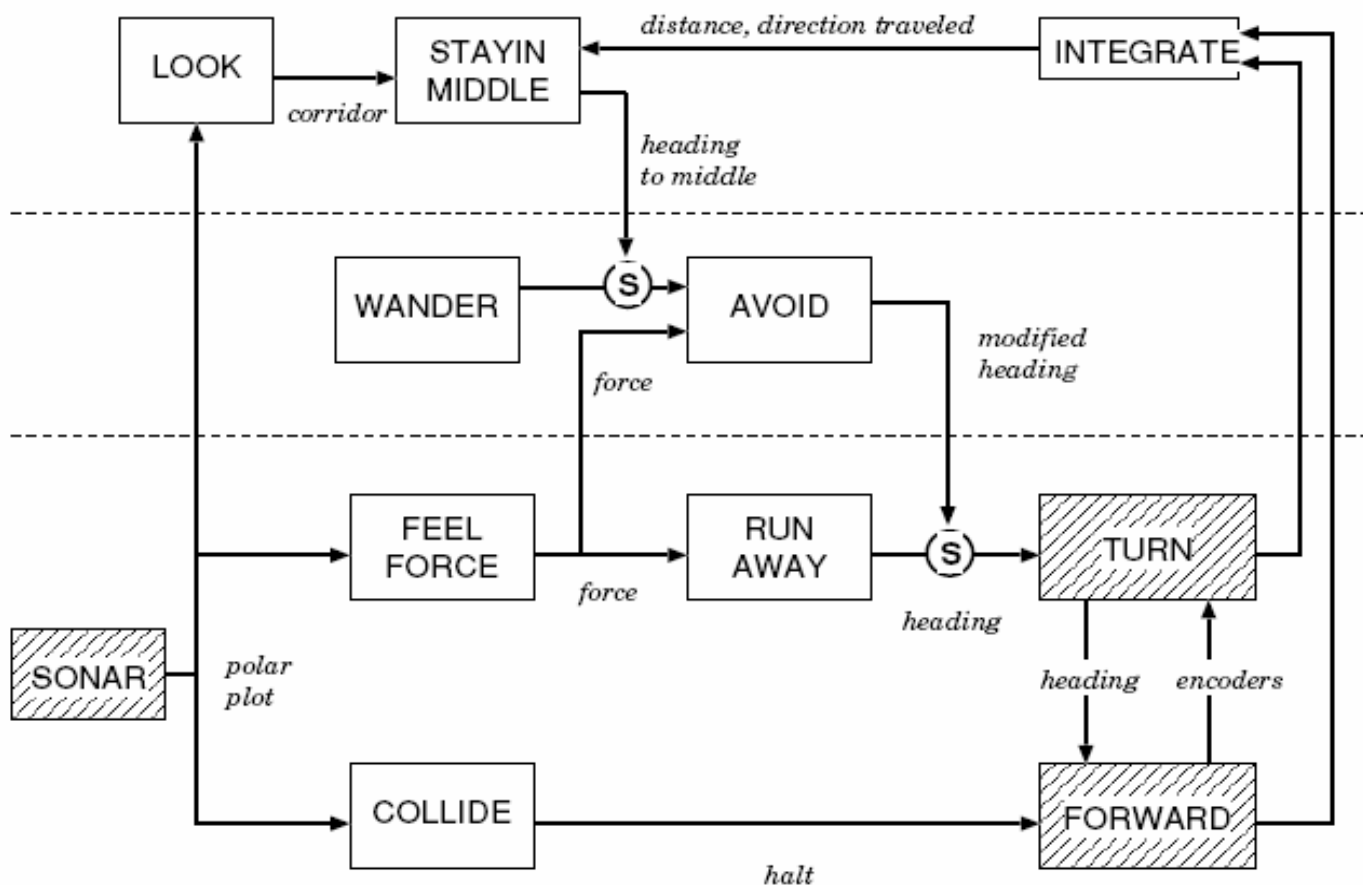


Вариант классификационной архитектуры. Уровень 1



Вариант классификационной архитектуры.

Уровень 2 – движение по коридору



Вариант классификационной архитектуры.

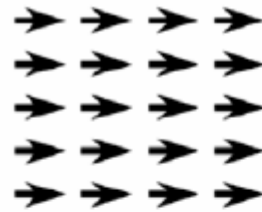
Комментарии к рисункам

- 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



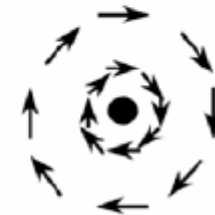
b



c

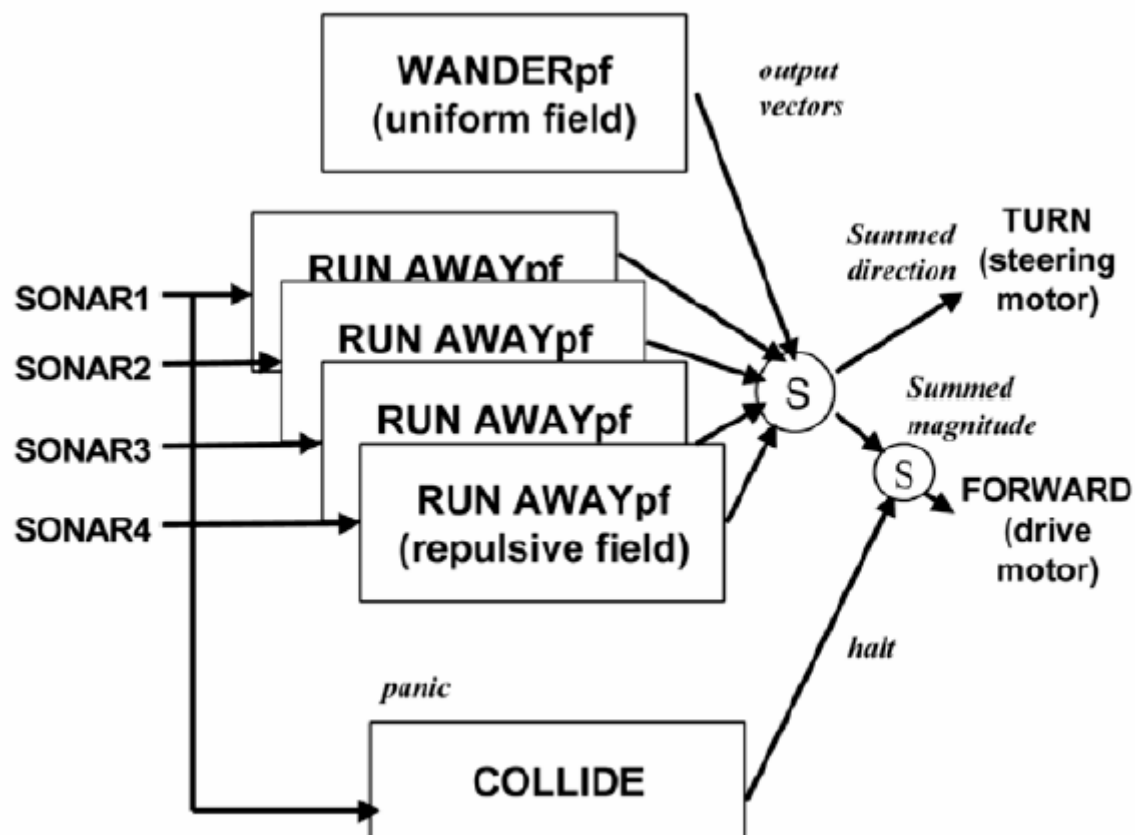


d

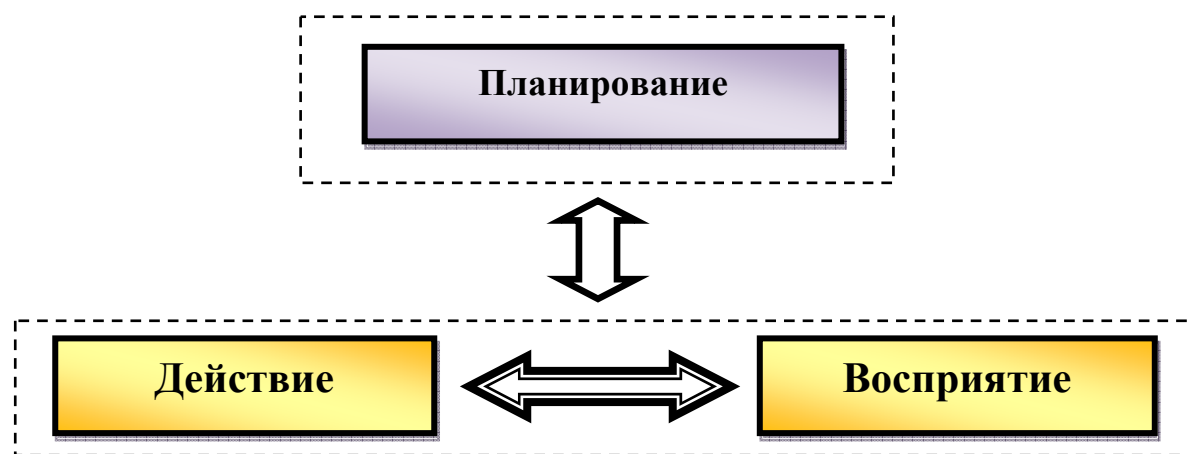


e

Вариант архитектуры потенциальных полей

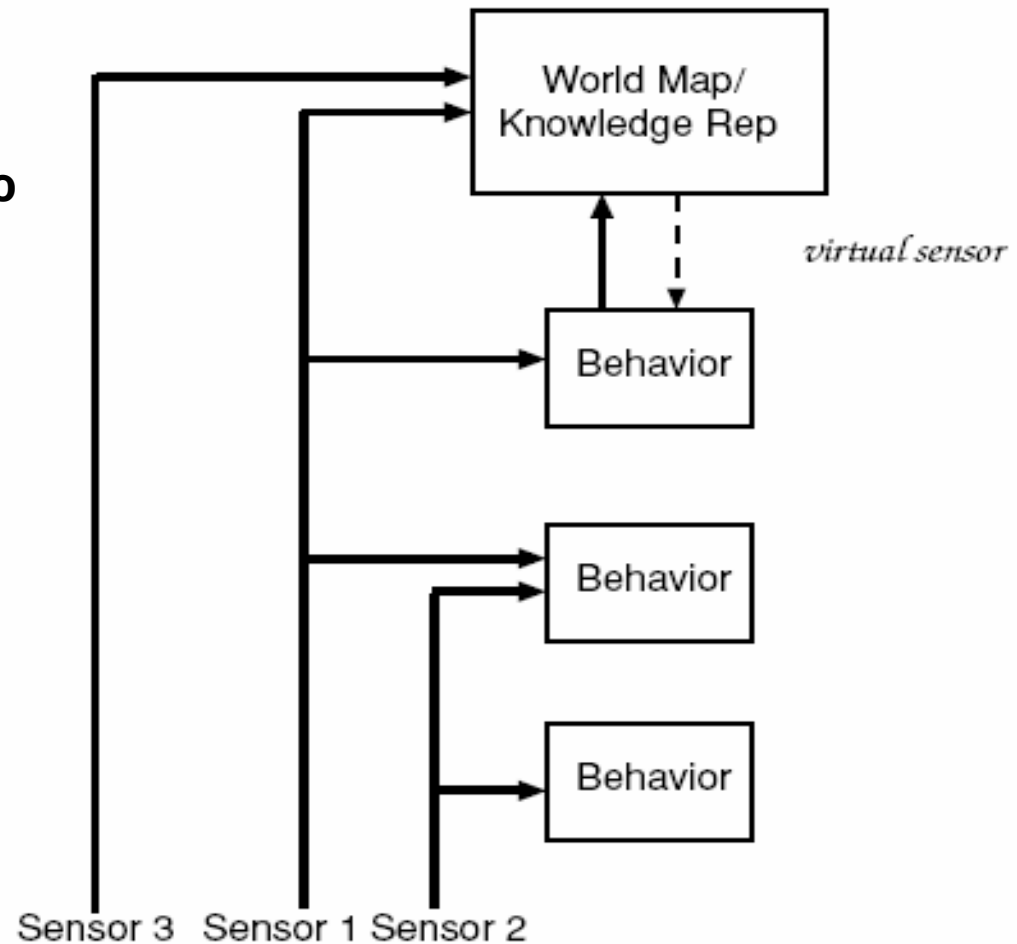


Гибридная парадигма



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

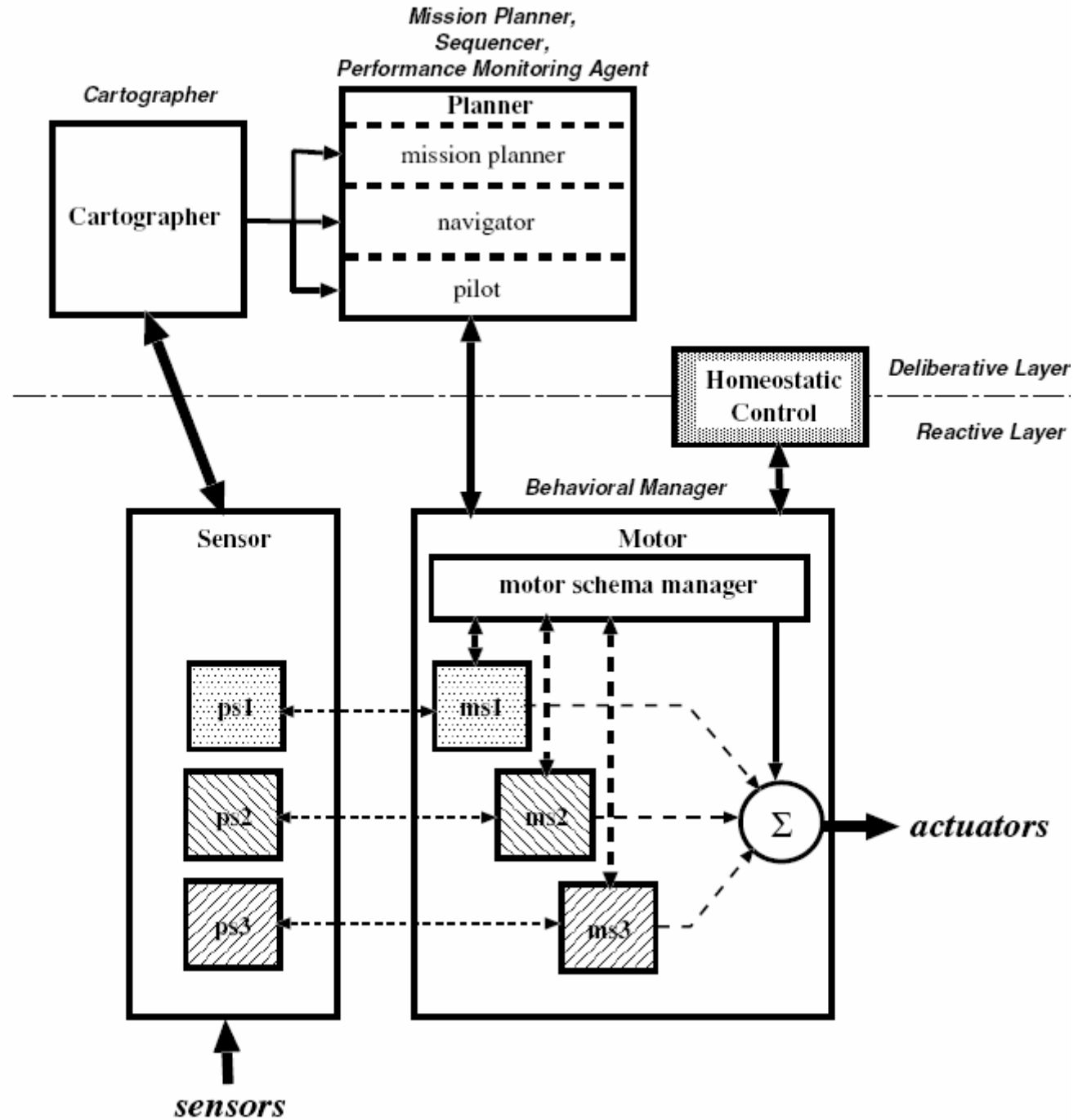


Гибридная парадигма (3).

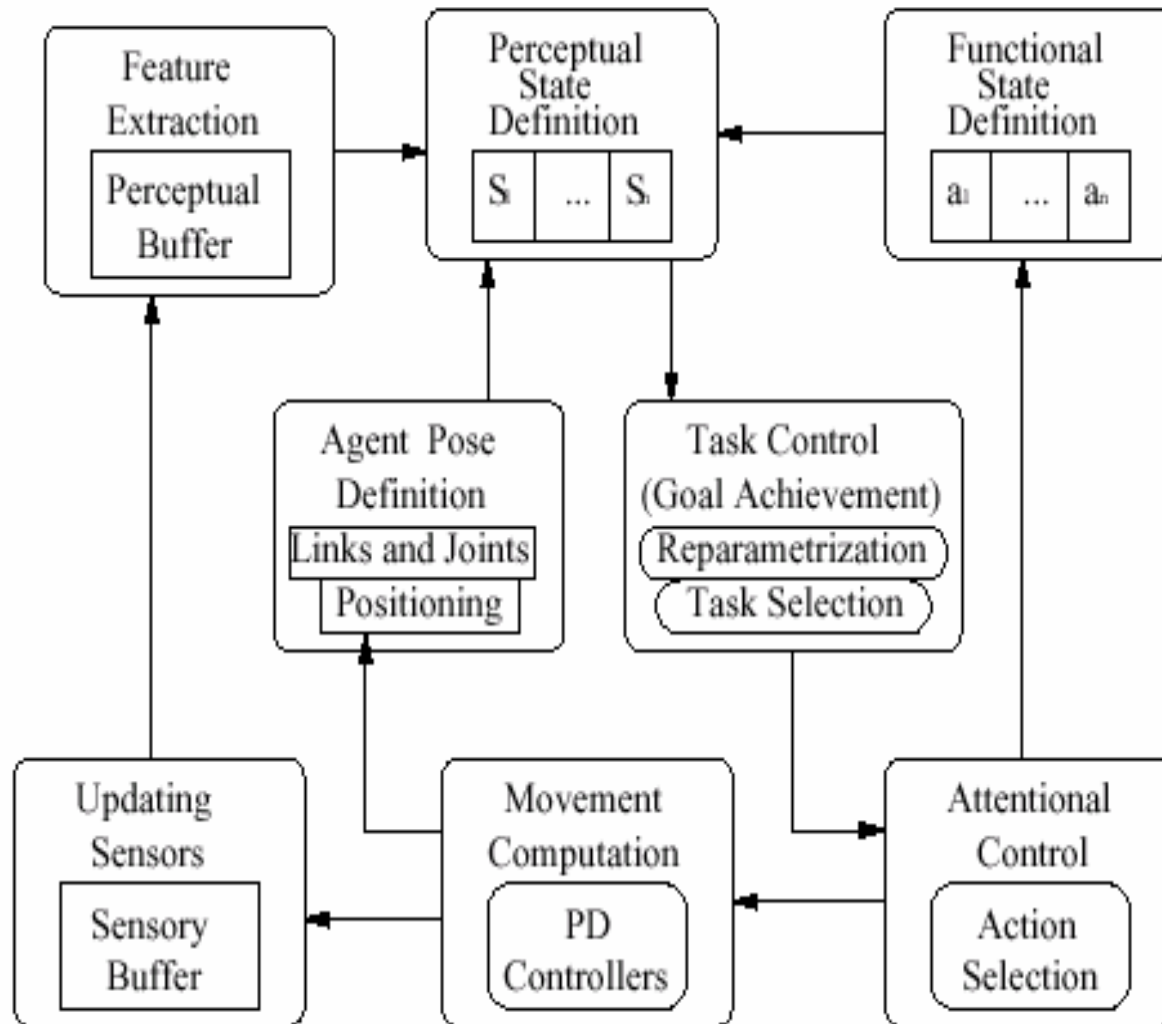
Обычно используемые компоненты гибридной архитектуры

- 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.