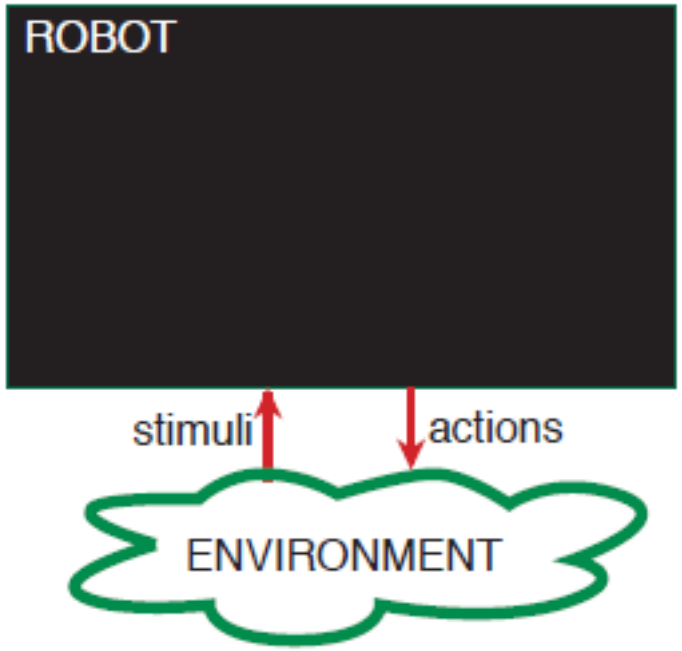
ARQUITETURAS DE AGENTE E CONTROLE HIERÁRQUICO

Prof. Dr. Igor da Penha Natal

Baseado no Cap. 2 do livro de Russel e Norving - "Inteligência Artificial", 2ª ed.

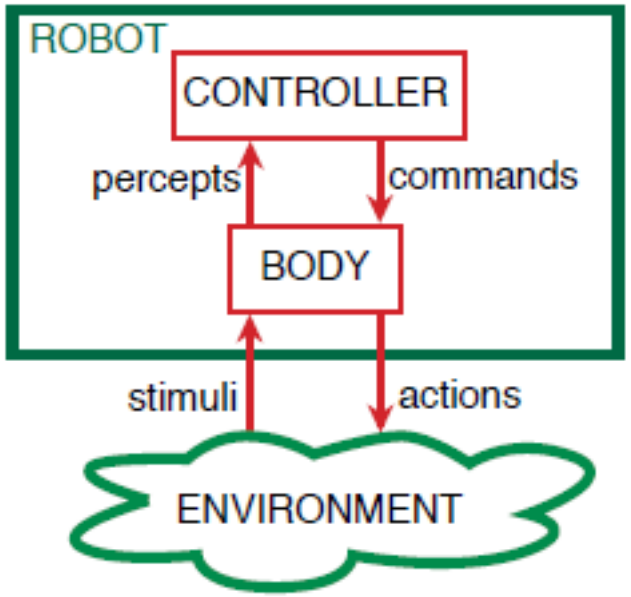
Sistemas de Agentes



- Um sistema de agente é composto de um agente e um ambiente.
- Um agente recebe estímulos do ambiente.
- Um agente executa ações no ambiente.

Arquitetura de um sistema de Agentes

- Um agente é composto de um corpo e um controlador.



- Um agente interage com o ambiente por meio de seu corpo.
- O corpo é composto de:
  - sensores que interpretam estímulos.
  - atuadores que realizam ações.
- O controlador:
  - recebe percepções do corpo.
  - envia comandos para o corpo.
- O corpo também pode ter reações que não são controladas.

Implementando um controlador

- Agentes estão situados no tempo, eles recebem dados sensoriais no tempo e fazem ações no tempo.
- Os agentes têm memória (limitada) e recursos computacionais (limitados).
- Um agente racional prefere alguns estados do mundo a outros estados e atua para tentar atingir mundos que ele prefere.

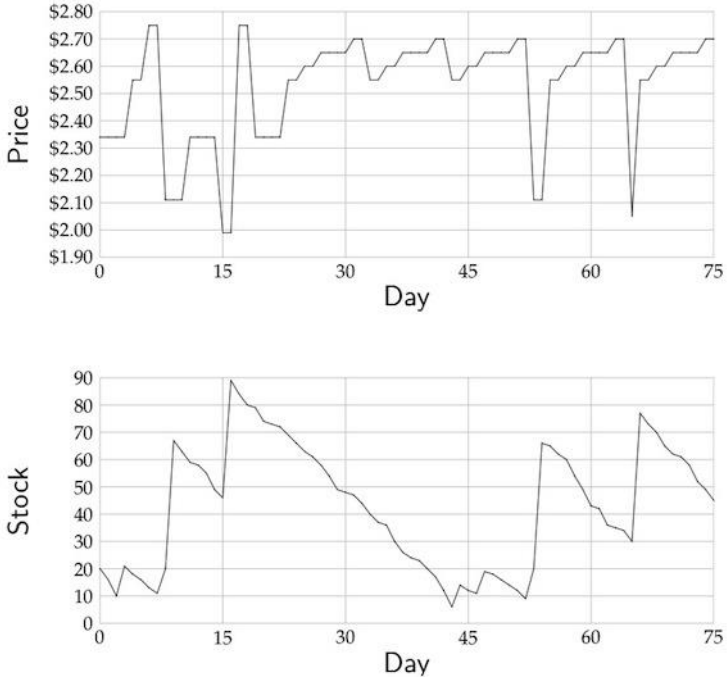
- Um controlador é o cérebro do agente.
- O controlador especifica o comando a cada momento.
- O comando a qualquer momento pode depender das percepções atuais e das anteriores.

As funções do Agente

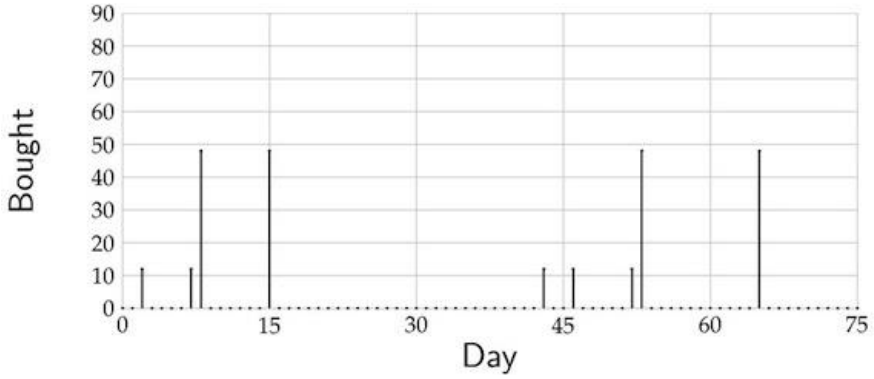
- Seja ***T*** o conjunto de pontos de tempo.
- Um fluxo de percepção é uma função de ***T*** em ***P***, onde ***P*** é o conjunto de todos as possíveis percepções.
- Um fluxo de comando é uma função de ***T*** em ***C***, onde ***C*** é o conjunto de todos os comandos.
- Uma transdução é uma função do fluxo de percepção em fluxos de comando.
- A transdução é causal se o fluxo de comando até ao tempo ***t*** depende apenas de percepções até ao ***t***.
- Um controlador é uma implementação de uma transdução causal.

Exemplo: Fluxos de percepções e comandos

Fluxo de percepções



Fluxo de Comandos



Estados de crença

- Uma transdução causal especifica uma função da história de um agente até o instante ***t*** em sua ação no instante ***t***.
- Um agente não tem acesso a toda a sua história. Ele só tem acesso a que ele memorizou.
- O estado interno ou estado de crença de um agente no instante ***t*** codifica toda a história do agente que ele tem acesso.
- O estado de crença de um agente encapsula as informações sobre seu passado que podem ser usadas para ações atuais e futuras.

Funções implementadas em um controlador

- Para tempo discreto, um controlador implementa:
  - Uma função de transição de estado de crença:
    - ***lembrar***: ***S x P*** → ***S***, onde ***S*** é o conjunto de estados de crença e ***P*** é o conjunto de percepções possíveis.
    - $s_{t+1} = lembrar(s_t; p_t)$ significa que S_{t+1} é o estado de crença após o estado de crença p_t quando p_t é observado.
  - Uma função de comando:
    - ***fazer***: ***S x P*** → ***C***, onde ***S*** é o conjunto de estados de crença, ***P*** é o conjunto de possíveis percepções e ***C*** é o conjunto de comandos possíveis.
    - $c_t = fazer(s_t; p_t)$ significa que o controlador executa o comando c_t quando o estado de crença é s_t e p_t é observado.

Arquitetura de Agentes

Você não precisa implementar um agente inteligente como

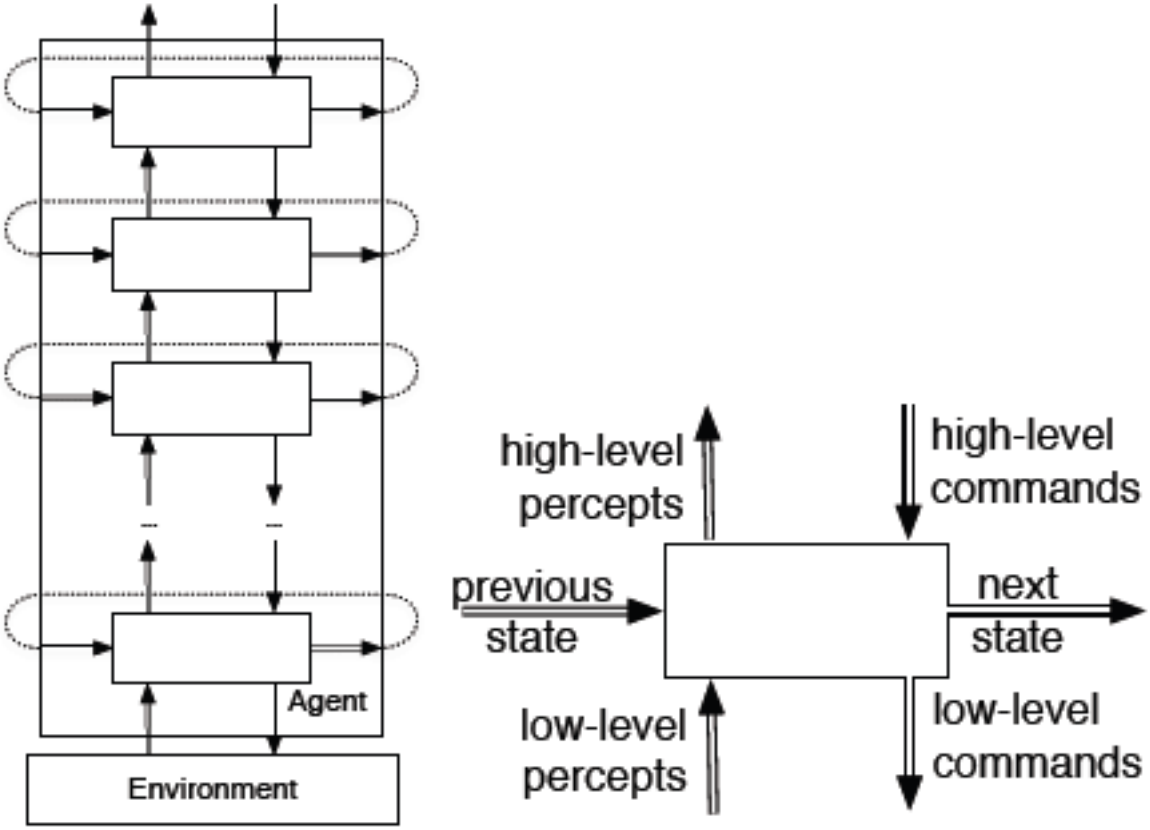
três módulos independentes, cada um alimentando o próximo.

- É muito lento.
- O raciocínio estratégico de alto nível leva mais tempo do que o tempo de reação para evitar obstáculos.
- A saída da percepção depende do que você vai fazer com ela.

Controle Hierárquico

- Uma arquitetura melhor é uma hierarquia de controladores.
- Cada controlador vê os controladores abaixo dele como um corpo virtual do qual ele obtém percepções e envia comandos.
- Os controladores de nível inferior podem:
  - Executar muito mais rápido e reagir ao mundo mais rapidamente.
  - Proporcionar uma visão mais simples do mundo para os controladores de nível mais alto.

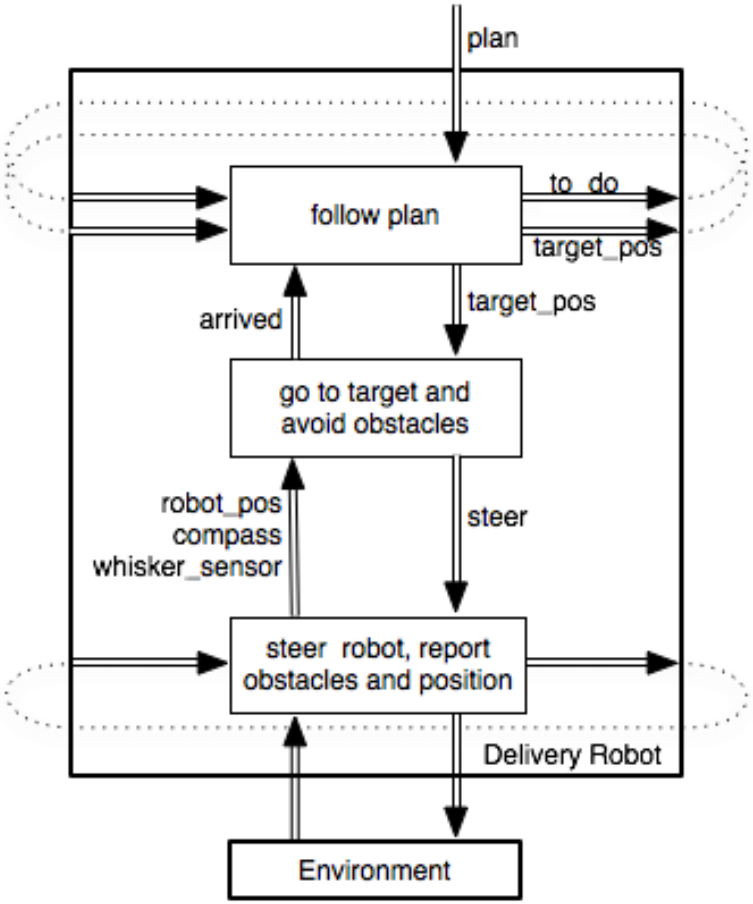
Arquitetura hierárquica de sistemas robóticos



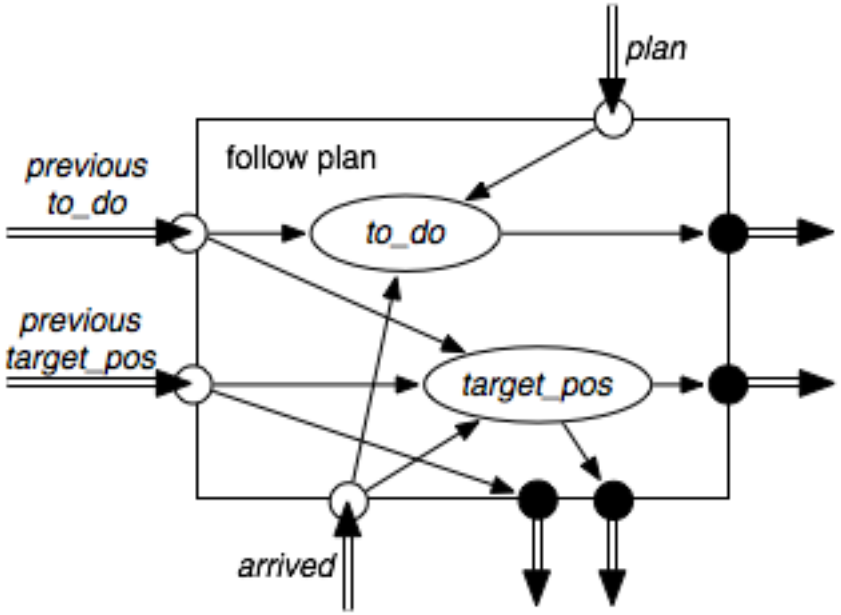
Exemplo: Robô de entregas

- O robô tem três ações: Seguir reto, Ir para a direita, Ir para a esquerda. (Sua velocidade não muda).
- Pode ser dado um plano que consiste em uma sequência de locais nomeados para o robô ir uma de cada vez.
- O robô deve evitar obstáculos.
- Ele tem um sensor de único do tipo *whisker* apontando para frente e para a direita. O robô pode detectar se o *whisker* atinge um objeto. O robô sabe onde ele está.
- Os obstáculos e os locais podem ser movidos dinamicamente. Obstáculos e novos locais podem ser criados dinamicamente.

Uma decomposição de robô de entrega



Camada superior



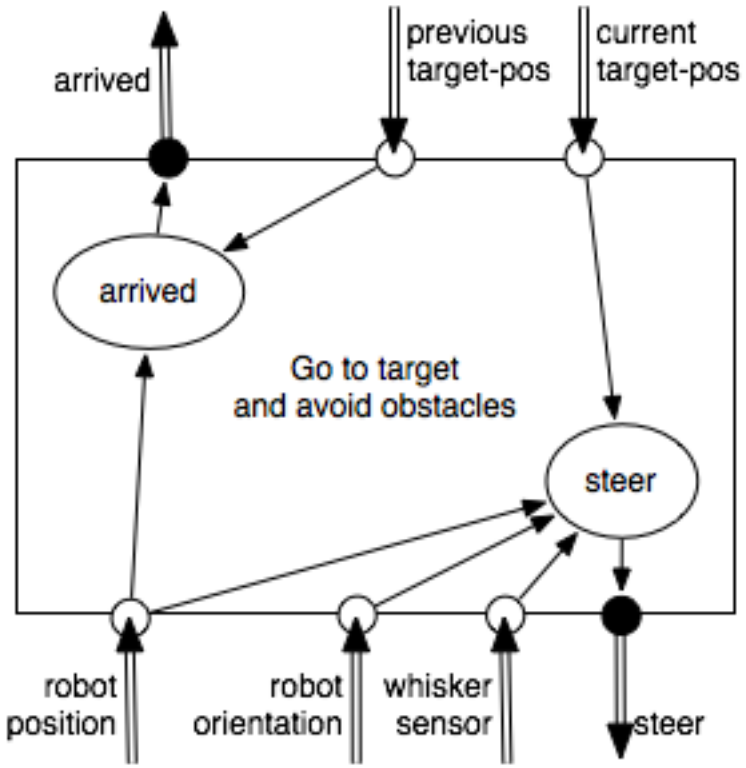
Camada superior de robô de entrega

- A camada superior é dado um plano, o qual é uma sequência de locais nomeados.
- A camada superior
  - informa a camada média a posição de objetivo do local atual.
  - tem de se lembrar da posição atual do objetivo e os locais ainda a visitar.
- Quando a camada média relata que o robô chegou, a camada superior pega o próximo local na lista de posições para visitar e define uma nova posição objetivo.

Código para a camada superior

- A camada superior tem duas variáveis de estado de crença:
  - `a_fazer` `# é a lista de todos os locais pendente`
  - `pos_objetivo` `# é a posição atual do objetivo`
  - **`se`** *chegou:*
    - **`então`** `pos_objetivo = coordinadas(cabeça(a_fazer'))`
  - **`se`** *chegou:*
    - **`então`** `a_fazer = cauda(a_fazer')`
- Aqui *a_fazer'* é o valor anterior para a caraterística *a_fazer*.

Camada média

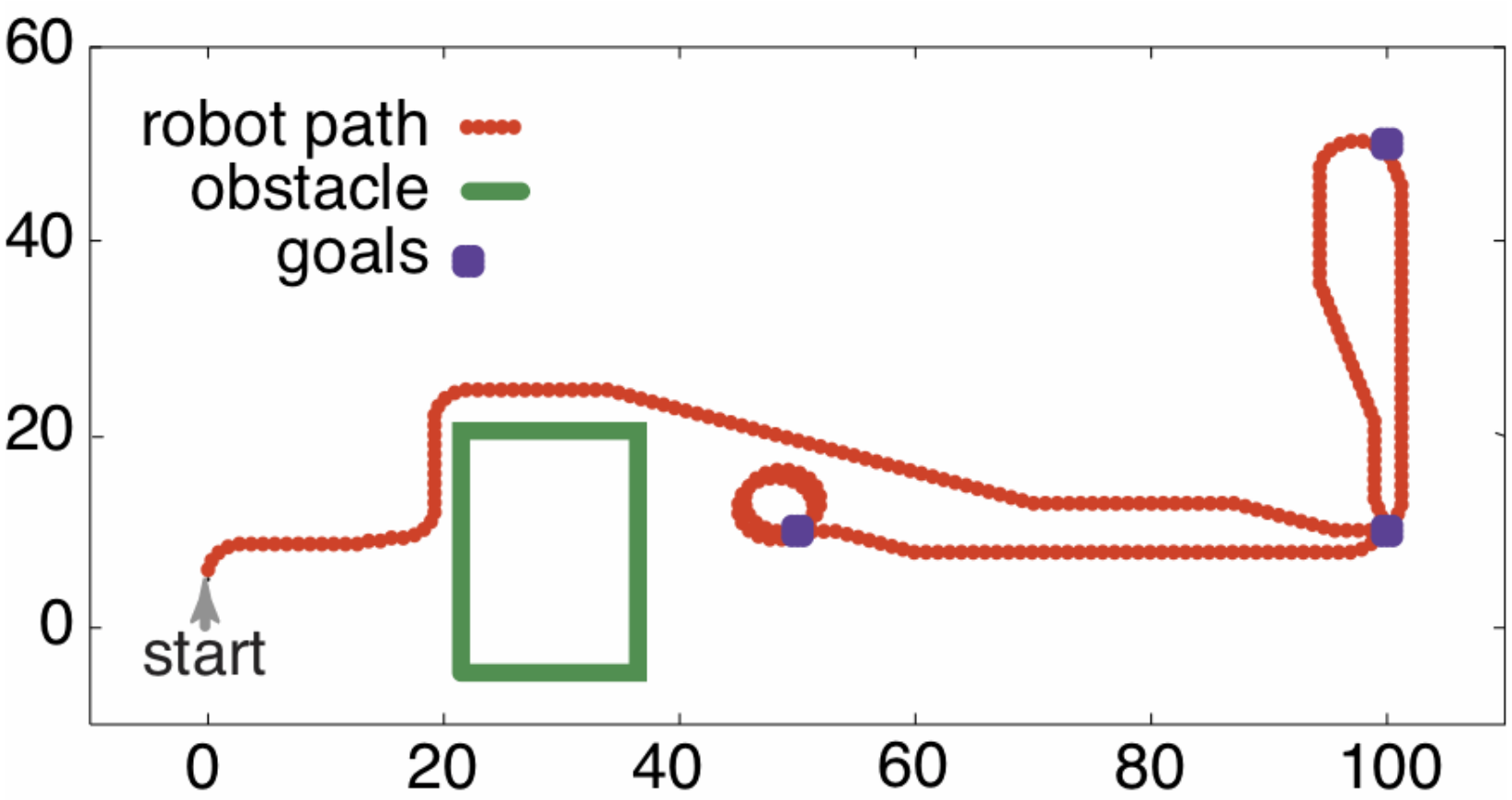


Camada média de robô de entrega

- ***se*** *sensor_whisker = on:*
  então *vire = esquerda*
- ***senão se*** *va_em_frente(pos_robo; dir_robo; pos_objetivo_atual):*
  então *vire = em_frente*
- ***senão se*** *esqueda_de(pos_robo; dir_robo; pos_objetivo_atual):*
  então *vire = esquerda*
- ***senão*** *vire = direita*

- *chegou = distancia(pos_objetivo_anterior; pos_robo) < limiar*

Simulação do robô



O que deve estar no Estado de crença de um agente?

- Um agente decide o que fazer com base em seu estado de crença e o que ele observa.
- Um agente puramente reativo não tem um estado de crença.
- Um agente baseado em navegação por cálculo (*dead reckoning*) não percebe o mundo — ele também não funciona muito bem em domínios complicados.
- É frequentemente útil que o estado de crença do agente seja um modelo do mundo (o agente propriamente dito e o ambiente).

Agentes simulados e embutidos

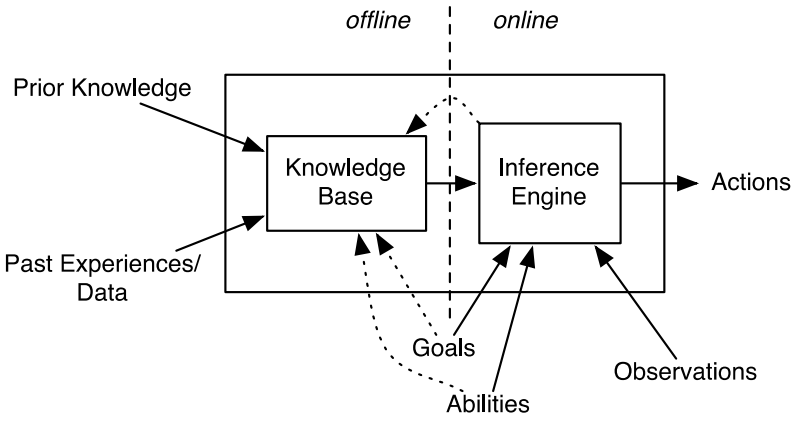
- Existem três forma de se usar um controlador de agente:
  - Um agente embutido é aquele que é executado no mundo real, no qual as ações são executadas em um domínio real e no qual os dados dos sensores vem de um domínio real.
  - Um agente simulado é aquele que é executado em um corpo e ambiente simulado, no qual um programa aceita os comandos e retorna percepções apropriadas.
  - Um modelo de sistema de agente é aquele em que há modelos do controlador (que pode ou não ser o código real), do corpo e do ambiente que podem respondem perguntas sobre como o agente se comportará.

Utilidades dos diferentes tipo de controladores

- O modo embutido é a forma como o agente deve se executado para ser útil.
- Um agente simulado serve para explorar e depurar o controlador quando se tem muitas opções de projeto e a construção do corpo do agente é cara, ou quando o ambiente é perigoso ou inacessível.
- Um modelo de um agente, de todos os ambientes possíveis, e uma especificação do comportamento esperado podem ser úteis para provar teoremas sobre como o agente se comportará nestes ambientes.

Agindo com raciocínio

- Conhecimento é a informação sobre um domínio que é usada para resolver problemas naquele domínio.
- Um sistema baseado em conhecimento (*Knowledge-Based System - KBS*) é um sistema que usa conhecimento sobre um domínio para agir ou resolver problemas neste domínio.



Agindo com raciocínio

- O conhecimento é tomado como uma informação geral que tende a ser verdadeira. Em IA, a informação não precisa ser necessariamente verdadeira.
- Uma crença (*belief*) tende a significar uma informação que pode ser revisada baseada em nova informação.
- Uma base de conhecimento é construída *offline* e usada *online*.
- A base de conhecimento é considerada a memória de longo prazo do agente.
- O estado de crença é a memória de curto prazo.

Agindo com raciocínio