



# INF 1771 – Inteligência Artificial

## Aula 02 – Agentes Inteligentes 2016.2

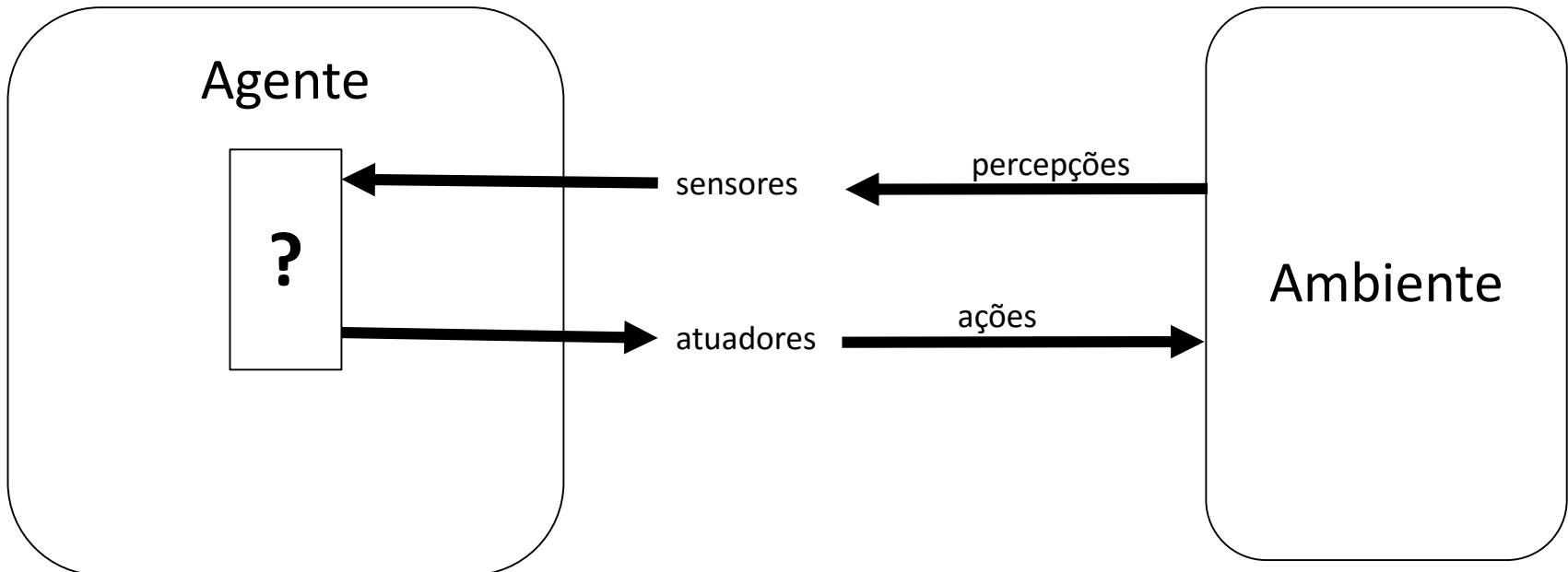


Prof. Augusto Baffa  
<[abaffa@inf.puc-rio.br](mailto:abaffa@inf.puc-rio.br)>



# Agentes Inteligentes

- Um **agente** é algo capaz de perceber seu **ambiente** por meio de **sensores** e de agir sobre esse ambiente por meio de **atuadores**.

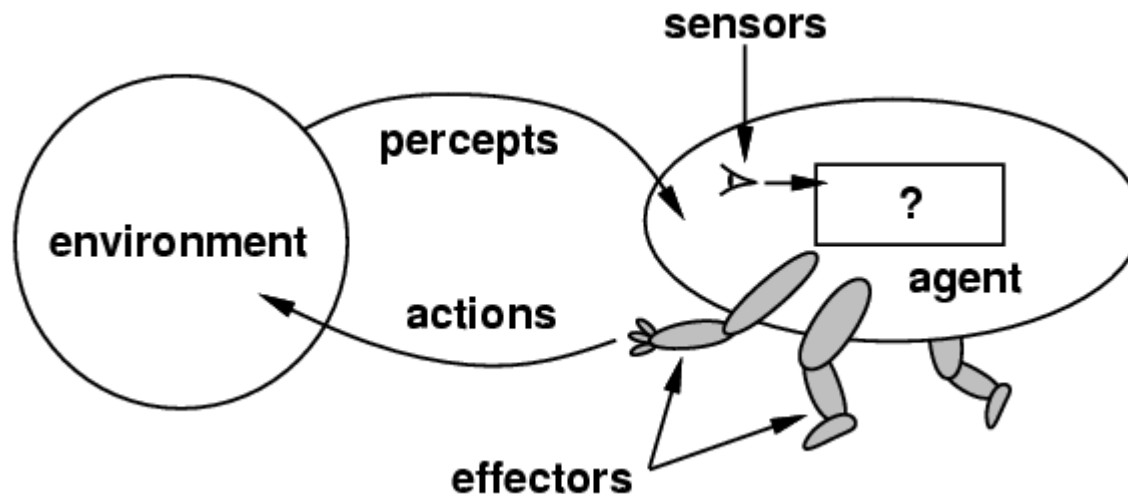


# Exemplos

- **Agente humano**
  - Sensores: Olhos, ouvidos e outros órgãos.
  - Atuadores: Mãos, pernas, boca e outras partes do corpo.
- **Agente robótico**
  - Sensores: câmeras e outros sensores.
  - Atuadores: vários motores.
- **Agente de software**
  - Sensores: entrada do teclado, conteúdo de arquivos e pacotes vindos da rede.
  - Atuadores: tela, disco rígido, envio de pacotes pela rede.

# Agentes Inteligentes

- Agentes são diferentes de meros programas, pois operam sob controle autônomo, percebem seu ambiente, adaptam-se a mudanças e são capazes de assumir metas.



# Mapeando Percepções em Ações

- O comportamento de um agente é dado abstratamente pela **função do agente**:

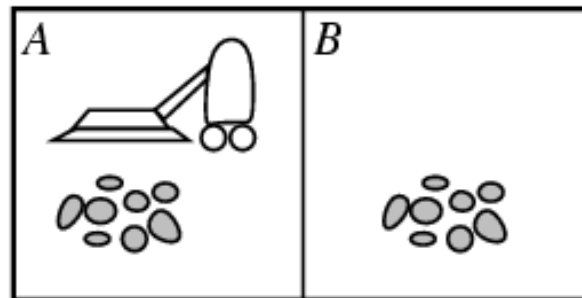
$$f = P \rightarrow A$$

onde é a **P** é uma sequência de percepções e **A** é uma ação.

- **Sequência de percepções**: histórico completo de tudo que o agente percebeu.

# Exemplo: O Mundo do Aspirador de Pó

- **Percepções:** Local e conteúdo.
  - Exemplo: [A, sujo]
- **Ações:** Esquerda, Direita, Aspirar, NoOp



# Exemplo: O Mundo do Aspirador de Pó

Sequência de Percepções	Ação
[A, Limpo]	Direita
[A, Sujo]	Aspirar
[B, Limpo]	Esquerda
[B, Sujo]	Aspirar
[A, Limpo], [A, Limpo]	Direita
[A, Limpo], [A, Sujo]	Aspirar
...	...
[A, Limpo], [A, Limpo], [A, Limpo]	Direita
[A, Limpo], [A, Limpo], [A, Sujo]	Aspirar
...	...

**Comportamento do Agente:** Se o quadrado atual estiver sujo, então aspirar, caso contrário mover para o outro lado.

# Medindo o Desempenho do Agente

- O agente deve sempre executar a ação “**correta**” baseado no que ele percebe para ter sucesso.
  - O conceito de sucesso do agente depende uma **medida de desempenho** objetiva.
    - **Exemplos:** quantidade de sujeira aspirada, gasto de energia, gasto de tempo, quantidade de barulho gerado, etc.
  - A medida de desempenho deve refletir o resultado realmente desejado.



# Agentes Racionais

- **Agente racional:**
  - Para cada sequência de percepções possíveis deve-se selecionar uma ação que espera-se que venha a maximizar sua medida de desempenho, dada a evidência fornecida pela sequência de percepções e por qualquer conhecimento interno do agente.
  - Qual seria a medida de desempenho ideal para o agente aspirador de pó racional?

# Agentes Racionais

- Os agentes podem (e devem!) executar ações para **coleta de informações**.
  - Um tipo importante de coleta de informação é a exploração de um ambiente desconhecido.
- Os agentes também podem (e devem!) aprender, ou seja, **modificar seu comportamento** dependendo do que ele percebe ao longo do tempo.
  - Nesse caso o agente é chamado de autônomo.
  - Um agente que aprende pode ter sucesso em uma ampla variedade de ambientes.

# Modelagem de um Agente

- O processo de modelagem de um agente envolve a definição de:
  - Medida de Desempenho
  - Ambiente
  - Atuadores
  - Sensores

# Exemplo - Motorista de Táxi Automatizado

- **Medida de desempenho:** viagem segura, rápida, sem violações às leis de trânsito, confortável para os passageiros, maximizando os lucros.
- **Ambiente:** ruas, estradas, outros veículos, pedestres, clientes.
- **Atuadores:** direção, acelerador, freio, embreagem, marcha, seta, buzina.
- **Sensores:** câmera, sonar, velocímetro, GPS, acelerômetro, sensores do motor, teclado ou microfone.

# Exemplo - Sistema de Diagnóstico Médico

- **Medida de desempenho:** paciente saudável, minimizar custos, processos judiciais.
- **Ambiente:** paciente, hospital, equipe.
- **Atuadores:** exibir perguntas na tela, testes, diagnósticos, tratamentos.
- **Sensores:** entrada pelo teclado para sintomas, descobertas, respostas do paciente.

# Exemplo - Robô de seleção de peças

- **Medida de desempenho:** porcentagem de peças em bandejas corretas.
- **Ambiente:** correia transportadora com peças; bandejas.
- **Atuadores:** braço e mão articulados.
- **Sensores:** câmera, sensores angulares articulados.

# Propriedades do Ambientes

- **Completamente Observável:**
  - Dispensam a necessidade de uma representação interna do mundo. Agente possui a informação completa do estado.
- **Parcialmente Observável:**
  - Não há acesso a informação completa do ambiente. Necessidade de sensores que podem ser imprecisos ou não há informação.

# Propriedades do Ambientes

- **Determinístico:**
  - O próximo estado do ambiente é completamente determinado pelo estado atual e pela ação executada pelo agente.
- **Não-Determinístico (ou estocástico):**
  - O próximo estado do ambiente é desconhecido. Não se tem certeza do que pode acontecer com o ambiente ao executar uma ação.



# Propriedades do Ambientes

- **Estático:**
  - O ambiente não muda enquanto o agente pensa.
- **Dinâmico:**
  - O ambiente pode mudar enquanto o agente pensa ou está executando uma ação.

# Propriedades do Ambientes

- **Episódico:**
  - episódios atômicos de percepção e ação.
- **Sequencial:**
  - decisão atual afeta decisões futuras. Ex. xadrez.

# Propriedades do Ambientes

- **Discreto:**
  - Um número limitado e claramente definido de percepções, ações e estados.
  
- **Contínuo:**
  - Um número possivelmente infinito de percepções, ações e estados.

# Propriedades do Ambientes

- **Agente Único:**
  - Um único agente operando sozinho no ambiente.
- **Multi-Agente**
  - Vários agentes interagindo ambiente.
  - Multi-agente cooperativo
  - Multi-agente competitivo

# Exemplos

	Xadrez	Taxista Automático	Poker	Diagnostico Medico
Completamente observável	Sim	Não	Não	Não
Determinístico	Sim	Não	Não	Não
Episódico	Não	Não	Sim	Não
Estático	Semi	Não	Sim	Não
Discreto	Sim	Não	Sim	Não
Agente único	Não	Não	Não	Sim

Completamente Observável x Parcialmente Observável

Determinístico x Estocástico

Episódico x Sequencial

Estático x Dinâmico

Discreto x Contínuo

Agente único x Multi-Agente

# Exemplos

	Palavras Cruzadas	Gamão	Análise de Imagens	Robô p/ Sel. Peças
Completamente observável	Sim	Sim	Sim	Não
Determinístico	Sim	Não	Sim	Não
Episódico	Sim	Não	Sim	Sim
Estático	Sim	Sim	Semi	Não
Discreto	Sim	Sim	Não	Não
Agente único	Sim	Não	Sim	Sim

Completamente Observável x Parcialmente Observável

Determinístico x Estocástico

Episódico x Sequencial

Estático x Dinâmico

Discreto x Contínuo

Agente único x Multi-Agente

# Tipos Básicos de Agentes

- **Existem cinco tipos básicos de agentes:**
  - Agentes reativos simples.
  - Agentes reativos baseados em modelos.
  - Agentes baseados em objetivos.
  - Agentes baseados na utilidade.
  - Agentes com aprendizagem.

# Agente Reativo Simples

- Agentes reativos selecionam ações com base somente na percepção atual.
  - **Exemplo:** agente aspirador de pó

**Função** AGENTE-ASPIRADOR-REATIVO ([posição, estado])

**retorna** ação

**Início**

**se** estado = sujo **então**

**retorna** aspirar

**senão se** posição = A **então**

**retorna** direita

**senão se** posição = B **então**

**retorna** esquerda

**Fim**



# Agente Reativo Simples

- De uma forma mais genérica, podemos definir o comportamento de um agente reativo simples da seguinte forma:

```
function SIMPLE-REFLEX-AGENT(percept) returns action
```

```
static: rules, a set of condition action rules
```

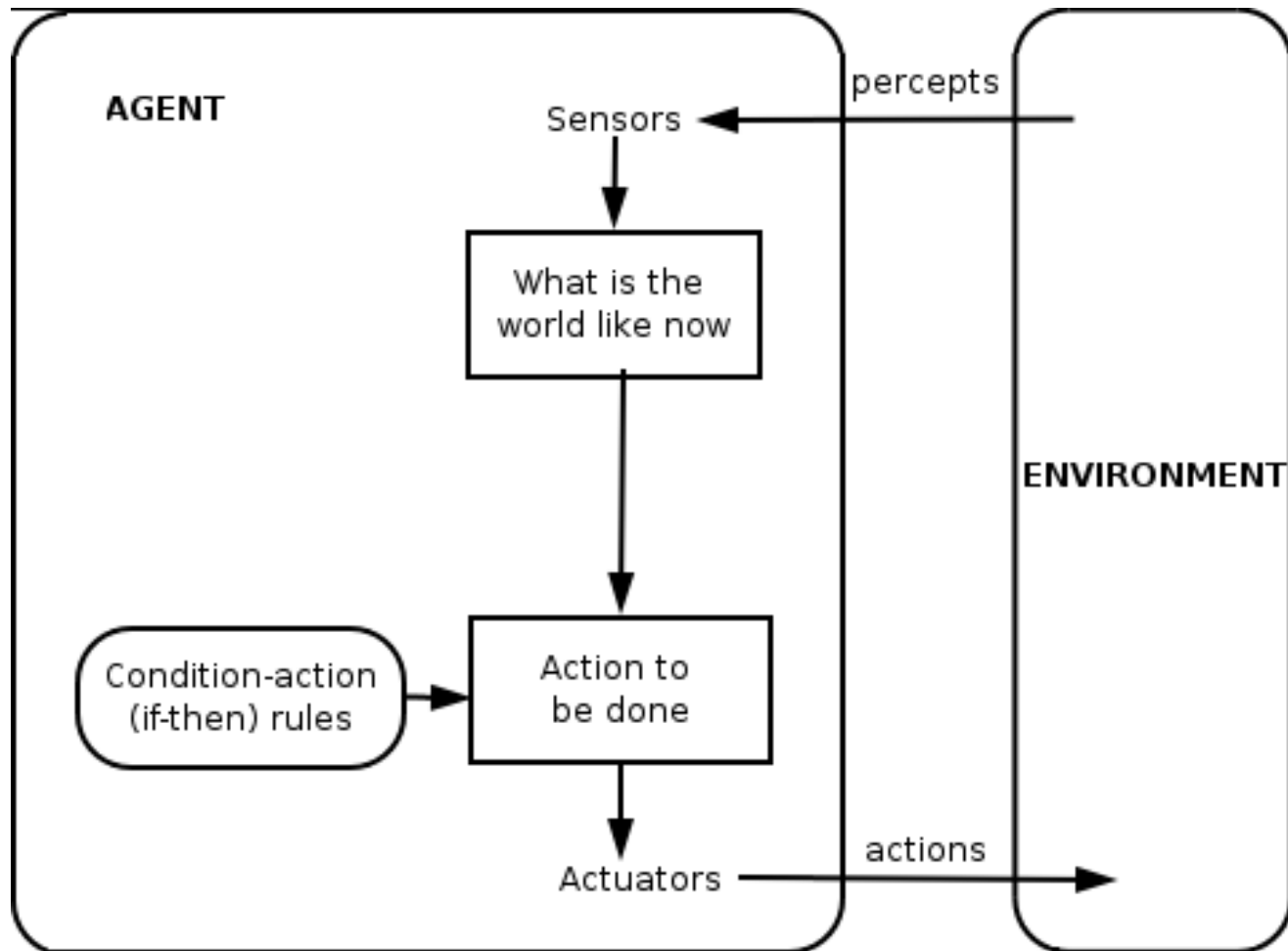
```
    state ← INTERPRET-INPUT(percept)
```

```
    rule ← RULE-MATCH(state, rules)
```

```
    action ← RULE-ACTION(rule)
```

```
return action
```

# Agente Reativo Simples



# Agente Reativo Simples

- O funcionamento do agente reativo é baseado em regras de condição-ação: **if** condição **then** ação.
- São simples, porém **limitados**:
  - Funcionará somente se a decisão correta puder ser tomada com base apenas na percepção atual.
  - A tabela de regras condição-ação pode se tornar muito grande em problemas complexos.
  - Ambiente completamente observável.

# Agentes Reativos Baseados em Modelos

- Um agente reativo baseado em modelo pode lidar com **ambientes parcialmente observáveis**.
  - O agente deve controlar as partes do mundo que ele não pode ver.
- O agente deve manter um estado interno que dependa do histórico de percepções e reflita os aspectos não observados no estado atual.
- Agente baseado em modelo é um agente que usa um **modelo de mundo**.
  - Como o ambiente evolui independente do agente?
  - Como as ações do próprio agente afetam o mundo?

# Agentes Reativos Baseados em Modelos

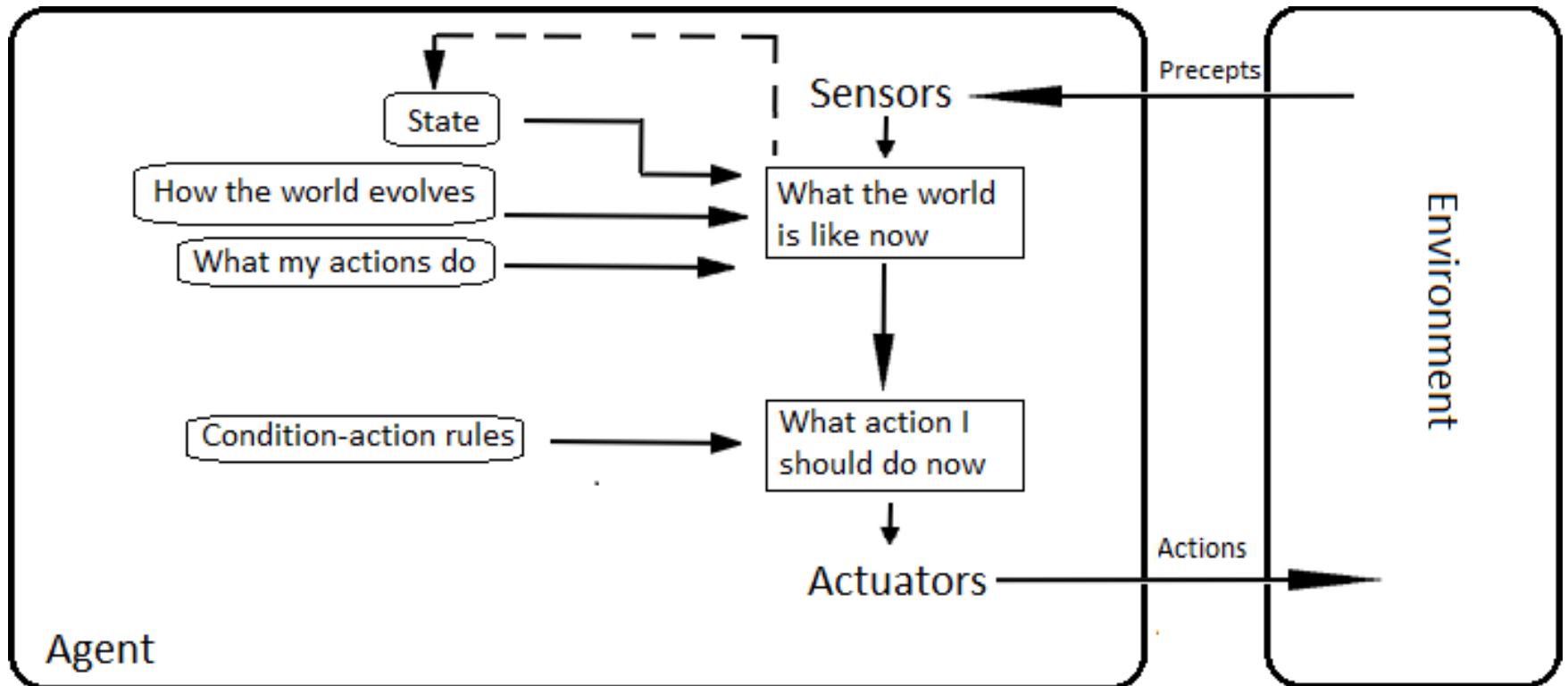
- De uma forma mais genérica, podemos definir o comportamento de um agente reativo baseado em modelo da seguinte forma:

```
function REFLEX-AGENT-WITH-STATE(percept) returns an action
static: state, a description of the current world state
         rules, a set of condition-action rules
         action, the most recent action, initially none

         state ← UPDATE_INPUT(state, action, percept)
         rule ← RULE_MATCH(state, rules)
         action ← RULE_ACTION(rule)

return action
```

# Agentes Reativos Baseados em Modelos



# Agentes Reativos Baseados em Modelos

- **Conhecer um modelo do mundo nem sempre é suficiente para tomar uma boa decisão.**
- **Exemplo:**
  - Um agente Motorista de Táxi chega a um cruzamento com três caminhos, qual direção tomar?
    - **Simplesmente reagir?** mas existem três reações possíveis.
    - **Examinar o modelo de mundo?** não ajuda a decidir qual o caminho.
    - A decisão depende de onde o táxi está tentando chegar.

# Agentes Baseados em Objetivos

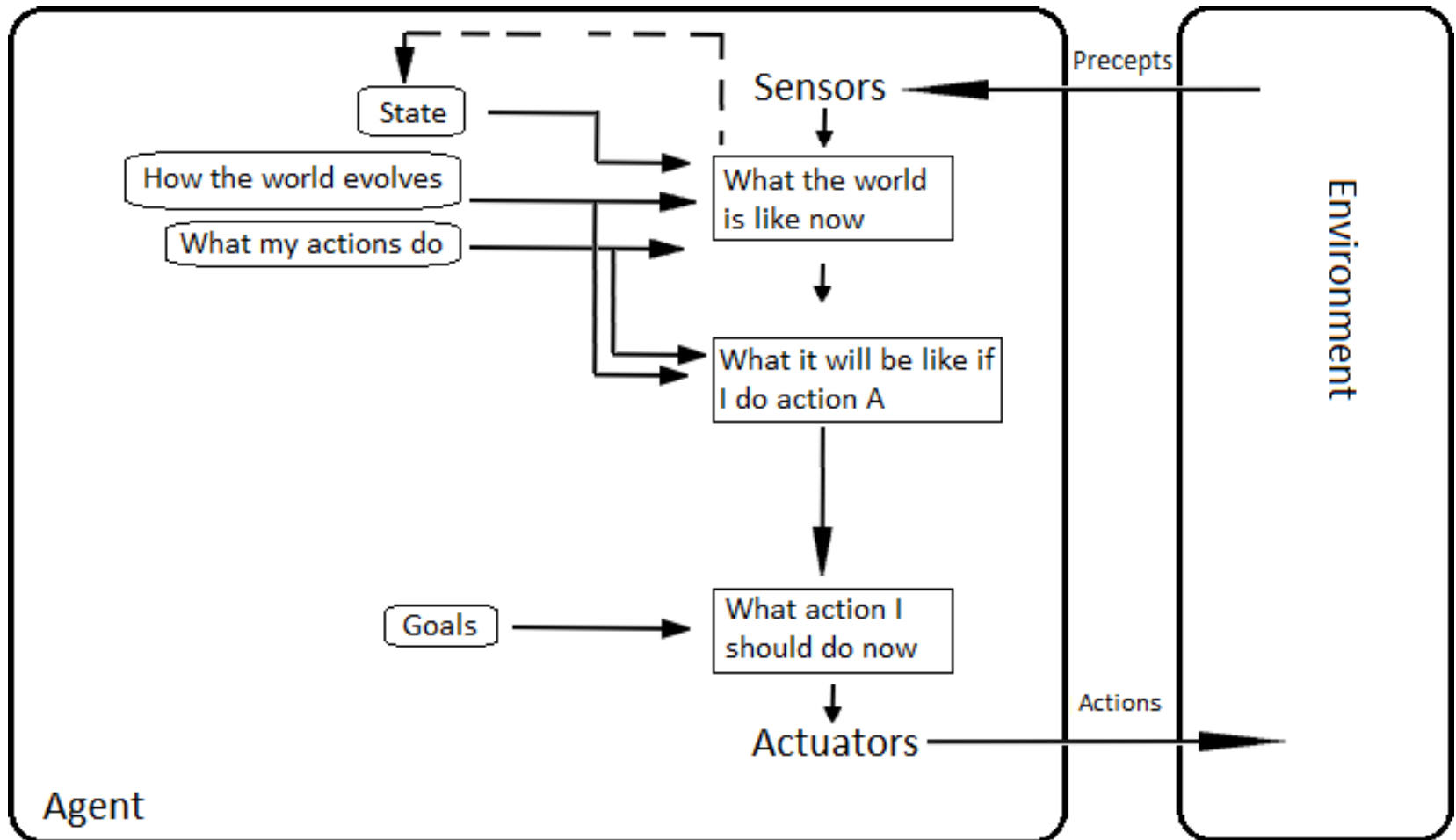
- **Agentes baseados em objetivos** expandem as capacidades dos agentes baseados em modelos através de um “**objetivo**”.
- O objetivo descreve situações desejáveis.
  - **Exemplo:** estar no destino
- A seleção da ação baseada em objetivo pode ser:
  - **Direta:** quando o resultado de uma única ação atinge o objetivo.
  - **Mais complexa:** quando será necessário longas sequências de ações para atingir o objetivo.



# Agentes Baseados em Objetivos

- Para encontrar sequências de ações que alcançam os objetivos são utilizados algoritmos de **Busca e Planejamento**.
- A tomada de decisão envolve a **consideração do futuro**, o que não acontece com o uso de regras de condição-ação.
  - “O que acontecerá se eu fizer isso ou aquilo?”
  - “O quanto isso me ajudará a atingir o objetivo?”

# Agentes Baseados em Objetivos



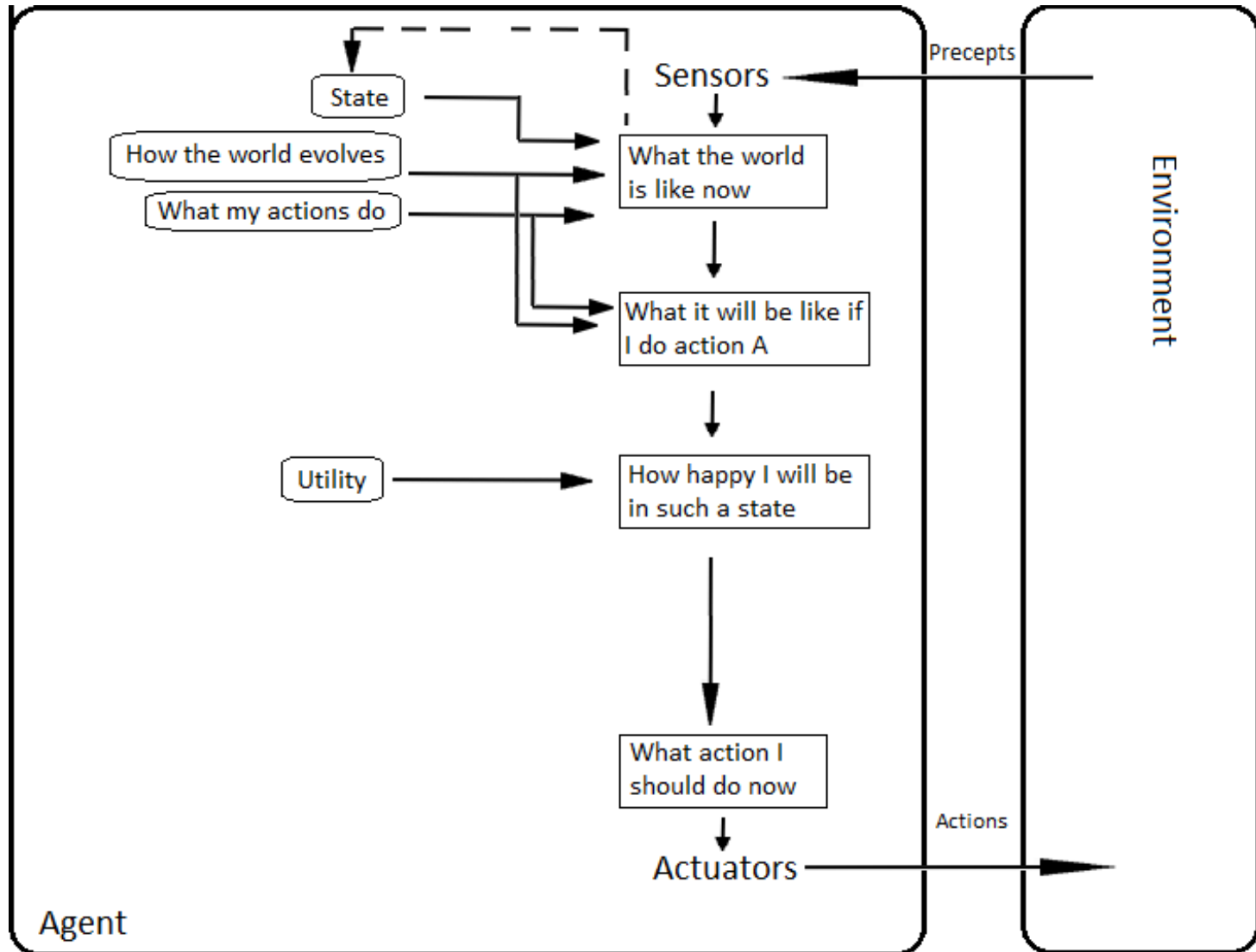
# Agentes Baseados em Objetivos

- O agente que funciona orientado a objetivos é **mais flexível** do que um agente reativo.
- Entretanto, o objetivo **não garante o melhor** comportamento para o agente, apenas a distinção entre **estados objetivos e não objetivos**.

# Agentes Baseados na Utilidade

- **Agentes baseados na utilidade** buscam definir um **grau de satisfação** com os estados. O quanto “bom” é para o agente um determinado estado.
- Se um estado do mundo é mais desejável que outro, então ele terá maior utilidade para o agente.
- Utilidade é uma **função que mapeia um estado para um número real** que representa o grau de satisfação com este estado.

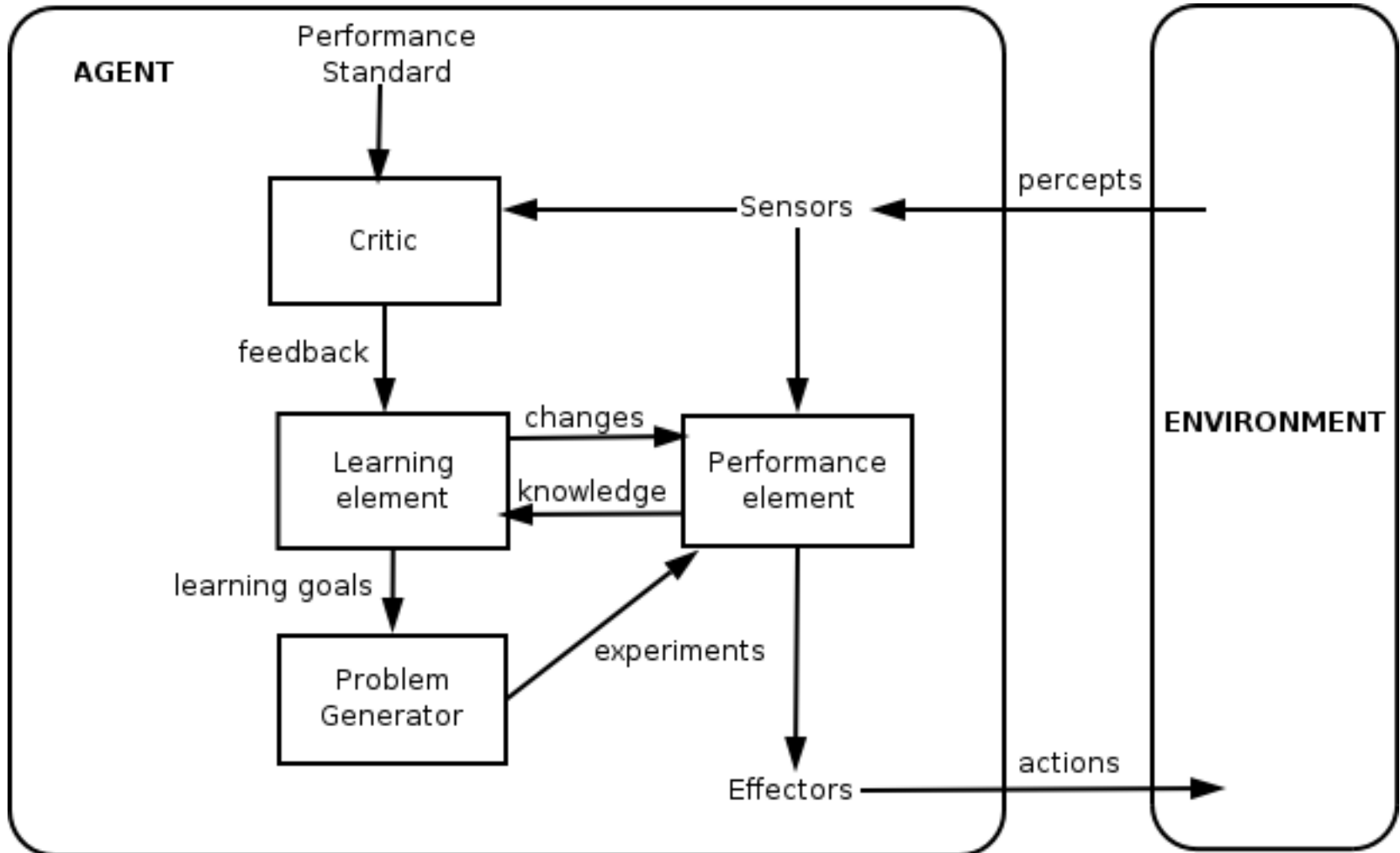
# Agentes Baseados na Utilidade



# Agentes com Aprendizagem

- **Agentes com aprendizado** podem atuar em ambientes totalmente desconhecidos e se tornar mais eficientes do que o seu conhecimento inicial poderia permitir.
- Em agentes sem aprendizagem, tudo o que o agente sabe foi colocado nele pelo projetista.

# Agentes com Aprendizagem



# Exercícios

- 1) Defina uma medida de desempenho, o ambiente, os atuadores e os sensores para os seguintes casos:
  - a) Robô jogador de futebol.
  - b) Agente para uma livraria online.
  - c) Assistente matemático para prova de teoremas.



# Exercícios

## Robô jogador de futebol

- **Medida de desempenho:**
  - número de gols do time ou do jogador, ganhar o jogo.
- **Ambiente:**
  - campo de futebol, bola, outros jogadores.
- **Atuadores:**
  - motores para controle das pernas, cabeça e corpo.
- **Sensores:**
  - câmera, sensores de orientação, comunicação entre os outros jogadores, sensores de toque.

# Exercícios

## Agente para uma livraria online

- **Medida de desempenho:**
  - minimizar custos, informação sobre livros de interesse.
- **Ambiente:**
  - internet e navegador.
- **Atuadores:**
  - realizar uma nova compra, exibir informação de compras antigas.
- **Sensores:**
  - páginas, botões ou links clicados pelo usuário.

# Exercícios

## Assistente matemático para prova de teoremas

- **Medida de desempenho:**
  - tempo gasto, grau de precisão.
- **Ambiente:**
  - teorema a ser provado.
- **Atuadores:**
  - aceitar teoremas corretos, rejeitar teoremas incorretos, inferir fatos.
- **Sensores:**
  - dispositivo de entrada para ler o teorema.

# Exercícios

- 2) Ambas as funções de medida de **desempenho** e **utilidade** em agentes baseados na utilidade servem para mensurar o quão bem o agente está atuando. Qual a diferença entre essas duas funções?
  - A função de **desempenho é utilizado externamente** para medir o desempenho do agente. A função de **utilidade é utilizado internamente** pelo agente para estimar o seu desempenho. Todos os tipos de agentes tem uma função de desempenho, mas nem sempre uma função de utilidade.

# Leitura Complementar

- Russell, S. and Norvig, P. **Artificial Intelligence: a Modern Approach**, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2009.
- **Capítulo 2: Intelligent Agents**

