



---

---


---

---

---


---

---



### Plano de Ensino

- Apresentação da Disciplina.
- Introdução à Inteligência Artificial.
- **Agentes Inteligentes.**
- Resolução de Problemas.
- Mecanismos de Busca.
- Formas de Raciocínio Artificial.
- Representação do Conhecimento.
- Redes Semânticas.
- Aquisição de Conhecimento.
- Sistemas Especialistas.
- Sistemas Multiagentes.
- Redes Neurais.
- Mineração de Dados.



---

---


---

---

---


---

---



### Livro-Texto

- Bibliografia Básica:
  - » RUSSELL, Stuart J.. Inteligencia Artificial. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus - Elsevier, 2004.
- Bibliografia Complementar:
  - » LUGER, G.F.. Inteligência Artificial : Estruturas e Estratégias para a Resolução de Problemas Complexos. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.



---

---

---

---

---

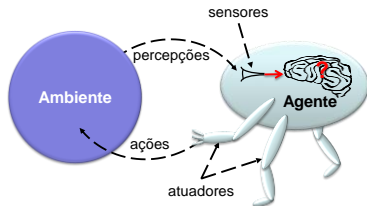
---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Introdução



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



---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Introdução



- Agente humano
  - » Sensores: olhos, ouvidos e outros órgãos.
  - » Atuadores: mãos, pernas, boca e outras partes do corpo.
- Agente robótico
  - » Sensores: câmeras e detectores de infravermelho.
  - » Atuadores: vários motores.
- Agente de software
  - » Sensores: entrada do teclado, toques na tela, conteúdo de arquivos e pacotes vindos da rede.
  - » Atuadores: tela, disco, envio de pacotes pela rede, envio de arquivos para impressão.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Mapeamento



- Sequência de percepções: história completa de tudo que o agente percebeu.
- O comportamento do agente é dado abstratamente pela **função do agente**:

$$[f: \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}]$$

onde  $\mathcal{P}^*$  é uma sequência de percepções e  $\mathcal{A}$  é uma ação.

- O **programa do agente** roda em uma arquitetura física para produzir  $f$ .



---

---

---

---

---

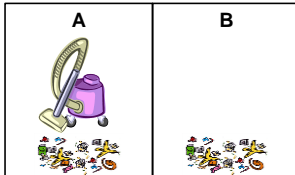
---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Mapeamento



- Exemplo: aspirador de pó.
  - » Percepções: local e conteúdo.
    - [A, sujo]
  - » Ações: esquerda, direita, aspirar, noOp.



---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Mapeamento



Percepções	Ações
[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
...	

- Programa: Se o quadrado atual estiver sujo, então aspirar, caso contrário mover para o outro lado.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Agentes Racionais



- O agente deve tomar a ação “correta” baseado no que ele percebe para ter sucesso.
  - » O conceito de sucesso do agente depende de 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.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Agentes Racionais



- **Agente racional:** para cada sequência de percepções possíveis deve selecionar uma ação que venha a maximizar sua medida de desempenho, dada a evidência fornecida pela sequência de percepções e por qualquer conhecimento interno do agente.
  - » Para qual(is) medida(s) de desempenho o agente aspirador de pó é racional?
- Racionalidade é diferente de perfeição.
  - » A racionalidade maximiza o desempenho esperado, enquanto a perfeição maximiza o desempenho real.
  - » A escolha racional só depende das percepções até o momento.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Agentes Racionais



- Deveres dos agentes:
  - » Executar ações para coleta de informações.
    - Um tipo importante de coleta de informação é a exploração de um ambiente desconhecido.
  - » 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.



---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – PEAS



- Ao projetar um agente, a primeira etapa deve ser sempre especificar o ambiente de tarefa.
  - » Performance = Medida de Desempenho
  - » Environment = Ambiente
  - » Actuators = Atuadores
  - » Sensors = Sensores

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – PEAS



- Exemplo 1: 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, hodômetro, acelerômetro, sensores do motor, teclado ou microfone.

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – PEAS



- Exemplo 2: Sistema de diagnóstico médico
  - » Medida de desempenho: paciente saudável, minimizar custos, processos judiciais.
  - » Ambiente: paciente, hospital, consultório.
  - » Atuadores: exibir na tela perguntas, testes, diagnósticos, tratamentos.
  - » Sensores: entrada pelo teclado para sintomas, descobertas, respostas do paciente, equipamentos de exame clínico.

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – PEAS



- Exemplo 3: Robô de seleção de peças
  - » Medida de desempenho: porcentagem de peças em bandejas corretas.
  - » Ambiente: esteira transportadora com peças; bandejas.
  - » Atuadores: braço e mão articulados.
  - » Sensores: câmera, sensores angulares articulados.

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – PEAS



- Exemplo 4: Instrutor de inglês interativo
  - » Medida de desempenho: maximizar nota de aluno em teste, melhorar pronúncia do aluno.
  - » Ambiente: sala de aula, conjunto de alunos.
  - » Atuadores: exibir exercícios, sugestões, correções.
  - » Sensores: entrada pelo teclado, reconhecedor de voz.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – PEAS



- Exemplo 5: Atendimento 102 de telefonia.
  - » Medida de desempenho: ?
  - » Ambiente: ?
  - » Atuadores: ?
  - » Sensores: ?

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – PEAS



- Exemplo 5: Atendimento 102 de telefonia.
  - » Medida de desempenho: telefone correto.
  - » Ambiente: lista telefônica.
  - » Atuadores: falar telefone solicitado.
  - » Sensores: URA, identificação de voz, teclado telefônico.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Tipos de Ambientes



- Completamente observável
  - » Os sensores do agente dão acesso ao estado completo do ambiente em cada instante.
  - » Todos os aspectos relevantes do ambiente são acessíveis.
- Parcialmente observável
  - » Nem todos os aspectos relevantes do ambiente estão acessíveis.
  - » Isso pode acontecer devido ao ruído ou sensores imprecisos.
  - » Pode denotar também que parte dos estados estão ausentes nos dados do sensor.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Tipos de Ambientes



- Determinístico
    - » O próximo estado do ambiente é completamente determinado pelo estado atual e pela ação executada pelo agente.
  - Estocástico
    - » O ambiente é parcialmente observável.
    - » Particularmente verdadeiro para ambientes complexos com difícil controle sobre aspectos não observados.
- Se o ambiente é determinístico exceto pelas ações de outros agentes, dizemos que o ambiente é estratégico.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Tipos de Ambientes



- Episódico
  - » A experiência do agente pode ser dividida em episódios atômicos.
  - » Cada episódio consiste na percepção do agente e depois na execução de uma única ação.
  - » A escolha da ação em cada episódio só depende do próprio episódio, sem dependência entre os episódios.
- Sequencial
  - » As ações do agente possuem dependência e uma decisão atual pode afetar todas as decisões futuras.
  - » Em ambientes sequenciais o agente precisa pensar à frente.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Tipos de Ambientes



- Estático
  - » O ambiente não muda enquanto o agente pensa.
  - » O agente não precisa continuar a olhar o mundo enquanto está decidindo sobre a realização de uma ação.
  - » O agente não precisa se preocupar com a passagem do tempo.
- Dinâmico
  - » O ambiente pode se alterar enquanto o agente está decidindo.
- O ambiente é semidinâmico se ele não muda com a passagem do tempo, mas o nível de desempenho do agente se altera.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Tipos de Ambientes



- Discreto
  - » Um número limitado e claramente definido de percepções e ações.
- Contínuo
  - » Intervalo com variação contínua.
  - » Número ilimitado de percepções e ações.
- Agente único
  - » Um único agente operando sozinho no ambiente.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Tipos de Ambientes



- Multi-agente
  - » Vários agentes operando em um mesmo ambiente.
    - *Multi-agente competitivo*: um agente A está maximizando seu desempenho e impactando o desempenho do agente B. Desta forma há uma competição entre seus desempenhos.
    - *Multi-agente cooperativo*: um agente A compartilhando um conjunto de ações com um agente B em prol de um desempenho único e otimizado. Desta forma há uma cooperação em prol de um resultado efetivo e maximização dos desempenhos de todos os agentes.
    - *Multi-agente parcialmente competitivo e parcialmente cooperativo*: um agente A está maximizando seu desempenho e com isso maximiza também o desempenho de um agente B, entretanto competem em outros objetivos.

---

---

---

---

---

---

---



## 2. Agentes Inteligentes – Programas e Funções



- Um agente é completamente especificado pela função de agente que mapeia sequências de percepções em ações.
- Uma única função de agente (ou uma única classe de funções equivalentes) é racional.
- Objetivo: encontrar uma maneira de representar a função racional do agente concisamente.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Dirigido por Tabela



**Função** AGENTE-DIRIGIDO-POR-TABELA(*percepção*) **retorna** ação

**Variáveis estáticas:**

- *percepções*, uma sequência inicialmente vazia
- *tabela*, uma tabela de ações

anexar percepção ao fim de *percepções*

*ação* ← ACESSAR(*percepções*, *tabela*)

retornar *ação*

**Fim.**

- Desvantagens:
  - » Tabela gigante (xadrez = 10150 entradas)
  - » Tempo longo para construir a tabela
  - » Não tem autonomia
  - » Mesmo com aprendizado demoraria muito para aprender a tabela.

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Tipos básicos



- Cinco tipos básicos, do mais simples ao mais geral:
  - » Agentes reativos simples
  - » Agentes reativos baseados em modelos
  - » Agentes baseados em objetivos
  - » Agentes baseados na utilidade
  - » Agentes com aprendizagem

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reativo Simples



- Seleccionam ações com base na percepção atual, ignorando o restante do histórico de percepções.
- Apesar de serem simples possuem inteligência muito limitada.
- O agente funcionará somente se a decisão correta puder ser tomada com base apenas na percepção atual, ou seja, apenas se o ambiente for completamente observável.
  - » Exemplo: aspirador de pó → percepções: status[sujo,limpo], local [A, B].

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reativo Simples



- Exemplo:
  - » Regras condição-ação (regras se-então) fazem uma ligação direta entre a percepção atual e a ação.
  - » O agente funciona apenas se o ambiente for completamente observável e a decisão correta puder ser tomada com base apenas na percepção atual.

**Função AGENTE-REATIVO-SIMPLES([posição,estado]) retorna ação**  
**se** estado = Sujo **então retorna** Aspirar  
**senão se** posição = A **então retorna** Direita  
**senão se** posição = B **então retorna** Esquerda  
**Fim.**

---

---

---

---

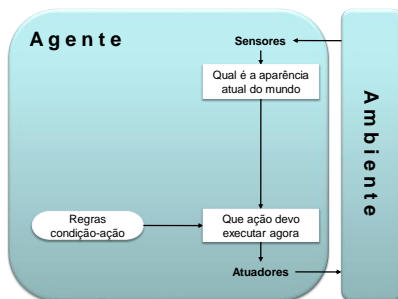
---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reativo Simples



---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reat. bas. em modelos



- Lidam efetivamente com observações parciais.
- Os agentes mantêm algum tipo de estado interno que depende do histórico de observações e reflita alguns aspectos não observados do estado atual.
- A atualização de informações internas de estado exige a codificação de 2 tipos de conhecimento:
  - » Como o mundo evolui.
  - » Como esta evolução afeta o agente.
- O conhecimento de como o mundo funciona é chamado modelo mundo.
  - » Exemplo: motorista automatizado → reconhecimento padrão de sinal de freio do veículo à frente [2 lanternas traseiras vermelhas acesas], reconhecimento baseado em modelos [1 lanterna traseira queimada e 1 lanterna traseira vermelha acesa].

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reat. bas. em modelos



**Função AGENTE-REATIVO-COM-MODELOS(*percepção*) retorna ação**

**variáveis estáticas:**

*estado*, uma descrição do estado atual do mundo  
*regras*, um conjunto de regras condição-ação  
*ação*, a ação mais recente, inicialmente nenhuma  
*estado* ← ATUALIZA-ESTADO(*estado*, *ação*, *percepção*)  
*regra* ← REGRA-CORRESPONDENTE(*estado*, *regras*)  
*ação* ← AÇÃO-DA-REGRA(*regra*)  
retornar *ação*

**Fim.**

---

---

---

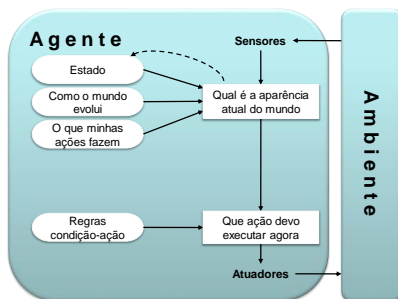
---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reat. bas. em modelos



---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reat. bas. em objetivos



- O agente precisa de informações sobre objetivos que descrevam situações desejáveis.
- Busca e planejamento são ações necessárias para o agente encontrar a sequência de passos para atingir seu objetivo.
- Os objetivos traçados fazem apenas uma distinção binária de estados entre certo e errado.
  - » Exemplo: motorista automatizado → busca de rota alternativa se veículos da frente estão parados.

---

---

---

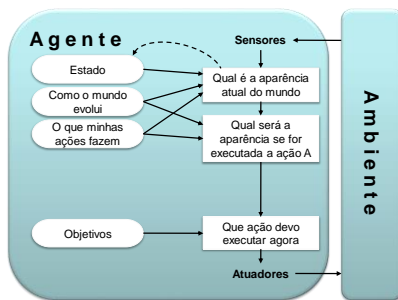
---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reat. bas. em objetivos



---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reat. bas. na utilidade



- Uma função de utilidade deve mapear uma sequência de estados que descrevam uma medida de desempenho mais efetiva.
- A função de utilidade deve se basear em fatos racionais evitando com isso ações contraditórias e em segundo plano com maior probabilidade de ocorrer.
  - » Exemplo: motorista automatizado → busca da melhor rota alternativa se veículos da frente estão parados; evitando ações contraditórias como velocidade e segurança.

---

---

---

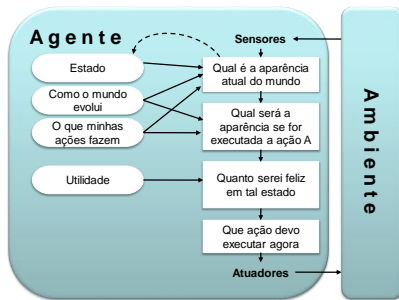
---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Reat. bas. na utilidade




---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Com aprendizagem



- Um agente de aprendizado pode ser dividido em 4 componentes conceituais:
  - » *Elemento de aprendizado*: responsável pela execução de aperfeiçoamento.
  - » *Elemento de desempenho*: responsável pela seleção de ações externas.
  - » *Crítico*: realimentação sobre o funcionamento do agente e como o elemento de desempenho pode ser modificado para funcionar melhor no futuro. O crítico é necessário para informar ao agente seu comportamento em relação a um padrão fixo de desempenho e porque as percepções do agente não oferecem nenhuma indicação de seu sucesso.
  - » *Gerador de problemas*: é responsável por sugerir ações que levarão a experiências novas e informativas.
    - Exemplo: motorista automatizado → busca de rota alternativa sem necessariamente haver congestionamento e avaliação desta experiência.

---

---

---

---

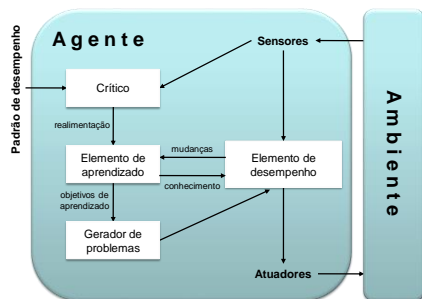
---

---

---

---

## 2. Agentes Inteligentes – Com aprendizagem




---

---

---

---

---

---

---

---



Inteligência Artificial

[clayton.valdo@anhanguera.com](mailto:clayton.valdo@anhanguera.com)



---

---

---

---

---

---

---