

DECSI - UFOP, CSI 457

**Notas de Aula**  
***Agentes Inteligentes***  
**Inteligência Artificial**

Prof. Dr. Talles Henrique de Medeiros



**UFOP**

Universidade Federal  
de Ouro Preto

*Talles Medeiros*

2020/1

# Contents

<b>1</b>	<b>Agentes Inteligentes</b>	<b>3</b>
1.1	Definição . . . . .	3
1.1.1	As Propriedades dos Ambientes . . . . .	5
1.1.2	Programas e Funções de Agentes . . . . .	6
1.1.3	Tipos Básicos de Agentes . . . . .	6
1.1.4	Agentes com Aprendizagem . . . . .	8
1.2	Notas Bibliográficas . . . . .	8
1.3	Exercícios . . . . .	8

# 1 Agentes Inteligentes

## 1.1 Definição

**Definição 1. AGENTE:** *Agente é tudo aquilo que percebe e atua. Ele é capaz de perceber o ambiente através de sensores e agir nesse ambiente por meio de atuadores.*

Alguns exemplos básicos para facilitar a compreensão são:

- **Agente Robótico:** sensores: câmeras e sensores infravermelho; atuadores: vários motores.
- **Agente Humano:** sensores: olhos, ouvidos, nariz e outros órgãos; atuadores: mãos, pernas, boca e outras partes do corpo.
- **Agente de Software:** sensores: entrada do teclado, dados vindo da rede e conteúdo de arquivos; atuadores: tela, disco, envio de pacotes pela rede, impressora.

O mapeamento de percepções em ações é feito por meio de uma sequência de percepções, ou seja, uma história completa de tudo que o agente percebeu. O comportamento do agente é dado abstratamente por uma função do tipo:

$$[f : P^* \rightarrow A] \quad (1.1)$$

onde  $P^*$  é uma sequência de percepções e  $A$  é uma ação. O programa do agente roda em uma arquitetura física para produzir  $f$ . Assim o agente pode ser visto como uma combinação de hardware + software.

Veja o mundo do aspirador de pó, figura 1.1:

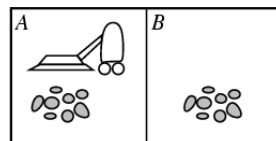


Figure 1.1: Exemplo de um mundo abstrato do robô aspirador de pó.

O exemplo da figura 1.1 mostra um cenário simplificado de dois ambientes (A e B), cujos estados possíveis de cada ambiente são: SUJO ou LIMPO. As únicas ações permitidas ao robô são: Ir para Esquerda, Ir para Direita, Aspirar e Nada.

Dessa forma podemos formalizar o estado do ambiente como uma lista [AMBIENTE, ESTADO], como, por exemplo, [A, SUJA] -> Aspirar.

A ação torna-se *ação racional* quando é aquela que maximiza o valor esperado da medida de desempenho dada uma sequência de percepções. As ações “corretas” do agente são aquelas baseadas nas percepções. O conceito de sucesso de um agente, está relacionado a sua medida de desempenho objetiva, como: quantidade de sujeira aspirada, gasto de energia, gasto de tempo, etc.

A medida de desempenho deve refletir o resultado realmente desejado. Em alguns casos, o agente pode ter mais de um objetivo.

A racionalidade é diferente de onisciência ou perfeição: **a racionalidade maximiza o desempenho esperado, enquanto a perfeição maximiza o desempenho real**. Uma escolha racional só depende das percepções até o momento.

No entanto, os agentes podem e devem executar ações para coleta de informações. Um tipo importante de coleta de informações é a exploração de um ambiente desconhecido. Além disso, um agente pode e deve aprender a modificar o seu comportamento com o tempo. A capacidade de aprendizagem de um agente o torna autônomo e aumenta a chance de sucesso em uma ampla variedade de ambientes.

De qualquer forma, o projeto de um agente envolve várias variáveis antes mesmo da codificação. Entre elas estão as especificações:

- PEAS (Performance, Enviroment, Actuators, Sensors)
- Tipos de Ambientes
- Funções dos Agentes e Programas
- Tipos de Agentes
- Ambientes
- Primeiro devemos especificar uma configuração para o projeto do agente inteligente. Considere, por exemplo, a tarefa de projetar um táxi automatizado:
  - **Sensores** video, acelerômetros, manômetros, sensores, teclado, GPS, . . .
  - **Atuadores** volante, acelerador, freio, buzina, . . .
  - **Desempenho** segurança, alcançar destino, maximizar lucro, obedecer leis de trânsito, conforto dos passageiros, . . .
  - **Ambiente** ruas, avenidas, rodovias, tráfego, pedestres, clima, clientes, . . .

Sem perda de generalidade, os “objetivos” precisam ser especificados por uma *medida de desempenho*, definindo um valor numérico para qualquer história do ambiente.

- Outro exemplo de um projeto de um agente inteligente, par diagnóstico médico:

- **Sensores** entrada pelo teclado, achados clínicos, respostas do paciente, exames laboratoriais, ...
- **Atuadores** diagnósticos, tratamento, testes, ...
- **Desempenho** paciente saudável, minimizar custos, processos judiciais, ...
- **Ambiente** paciente, hospital, equipe, ...

### 1.1.1 As Propriedades dos Ambientes

- **Completamente Observável vs Parcialmente:** Os sensores do agente dão acesso ao estado completo do ambiente em cada instante. Todos os aspectos relevantes do ambiente são acessíveis.
- **Determinístico vs Estocástico:** O próximo estado do ambiente é completamente determinado pelo estado atual e pela ação executada. Se o ambiente é determinístico, exceto pelas ações de outros agentes, então ele é um ambiente estratégico.
- **Episódico vs Sequencial:** A experiência do agente pode ser dividida em episódios (percepção e execução em ação única). A escolha da ação em cada episódio só depende do próprio episódio.
- **Estático vs Dinâmico:** O ambiente não muda enquanto o agente pensa. O ambiente é semi-dinâmico se ele não muda com a passagem do tempo, mas o nível de desempenho do agente se altera.
- **Discreto vs Contínuo:** Um número claro e bem definido de percepções e ações.
- **Agente Único vs Multi-agente:** Um único agente operando sozinho no ambiente. No caso multi-agente podemos ter: cooperativos ou competitivos.

Propriedade	Xadrez	Xadrez c/ Relógio	Taxi
Acessível	X	X	-
Determinístico	X	X	-
Episódico	-	-	-
Estático	X	Semi	-
Discreto	X	X	-
Único	-	-	-

Table 1.1: Exemplo de propriedades dos ambientes para 3 tipos de programas agentes.

Conforme pode ser visto pela tabela 1.1, o tipo de ambiente da tarefa determina em grande parte o projeto do agente. O mundo real é um ambiente parcialmente acessível, estocástico, sequencial, dinâmico, contínuo e multi-agente.

### 1.1.2 Programas e Funções de Agentes

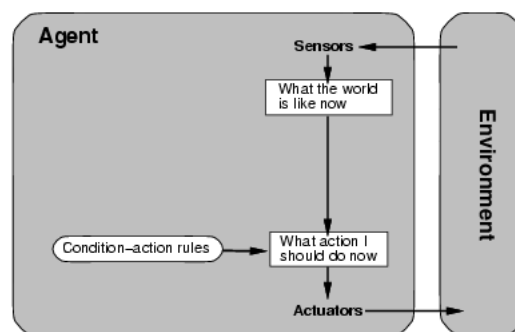
Um agente é completamente especificado pela função de agente que mapeia sequências de percepções em ações. Uma única função de agente é racional. Objetivo: encontrar uma maneira de representar a função racional do agente concisamente.

Um agente pode ser dirigido totalmente por uma tabela, que é implementa uma função que recebe uma percepção simples e retorna uma ação correspondente à percepção. Para isso precisará de ter na memória uma tabela de ações, indexadas por sequências de percepções, inicialmente completamente especificadas. A desvantagem dessa abordagem são:

- Tabela gigante (xadrez =  $10^{150}$  entradas)
- Tempo longo para construir a tabela
- Não tem autonomia
- Mesmo com aprendizado demoraria muito para memorizar toda a tabela

### 1.1.3 Tipos Básicos de Agentes

- **Agentes Reativos Simples:** Implementado criando regras condição-ação (se-então) que fazem uma ligação direta entre a percepção atual e a ação. Este agente só funciona se o ambiente for completamente observável e a decisão correta for tomada com base apenas na percepção atual.



Faz leitura do ambiente através dos sensores

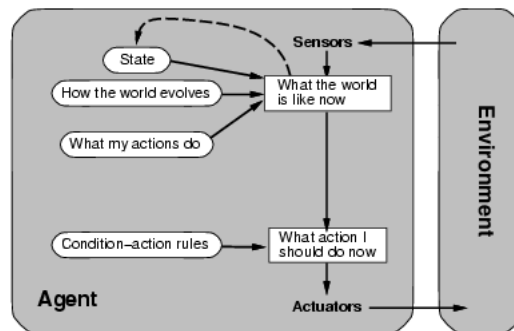
Define a ação a ser realizada

Figure 1.2: Agente Reativo Simples

- **Agentes Reativos Baseados em Modelos:** A forma de lidar com a possibilidade de observação parcial do ambiente é monitorar a parte do mundo que ele não pode ver no momento. O agente deve manter um estado interno que dependa do histórico de percepções e assim reflita alguns dos aspectos não observados pelo estado atual. Para isso é preciso informações sobre como o mundo evolui, independente do agente. Por exemplo, Se o piloto automático optar por dirigir 5km ao norte numa autoestrada, em geral ficará 5km ao norte de onde encontrava-se 5min antes. Esse conhecimento de como o mundo funciona, independente de como ele seja implementado, é chamado de **modelo do mundo**. Independentemente do tipo de representação utilizada, raramente é possível para

Deve-se avaliar os estados anteriores

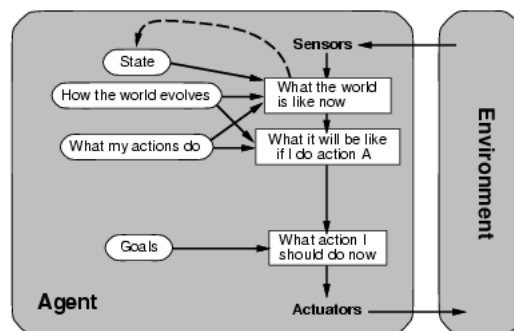
o agente determinar exatamente o estado atual de um ambiente parcialmente observável. Mas ele deverá lidar com essa incerteza e tomar uma decisão. A incerteza sobre o estado muitas vezes é inevitável.



Histórico de estados

Figure 1.3: Agente baseado em Modelo.

- **Agentes Baseados em Objetivos:** Conhecer o mundo no qual o agente vive nem sempre é o suficiente. Em alguns casos a decisão correta depende de uma informação sobre o objetivo. Em alguns casos, a decisão baseada em objetivo resulta de imediato de uma única ação. Outras vezes, ela será mais complicada porque o agente irá considerar longas sequências de ações até encontrar um meio para atingir o objetivo. Os agentes baseados em objetivo podem ter seu comportamento alterado com facilidade para um novo objetivo.



Como o mundo ficará após realizar a ação.

Figure 1.4: Agente baseado em Objetivo.

- **Agentes Baseados na Utilidade:** Os objetivos sozinhos ainda não representam uma condição suficiente para gerar um comportamento de alta qualidade. Existem muitas alternativas de sequência de ações que levam o agente até o seu objetivo, mas algumas serão melhores segundo algum critério numérico (rapidez, segurança, economia, etc.). O termo **utilidade** é usado pelos economistas e cientistas da computação para formalizar o quão feliz um agente se encontra em um dado estado. A função de utilidade do agente deve internalizar a medida de desempenho atribuindo uma pontuação para uma sequência de estados do ambiente. Se a função utilidade interna e a medida externa de desempenho estiverem em acordo, um agente que escolhe ações que maximizem a sua utilidade será

Da uma nota para a trajetória em relação a um objetivo.

racional de acordo com a medida de desempenho externa.

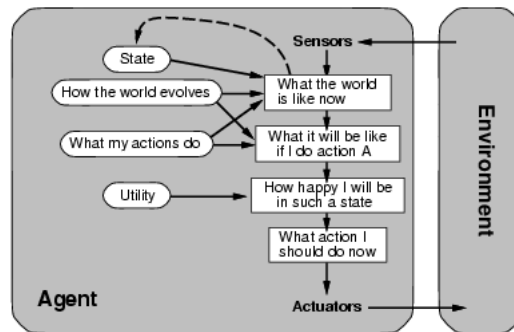


Figure 1.5: Agente baseado em Utilidade.

### 1.1.4 Agentes com Aprendizagem

Em seu ensaio inicial, Alan Turing (1950) considerou a ideia de realmente programar suas máquinas inteligentes à mão. Ele estimou quanto trabalho isso poderia exigir e concluiu que “algum método mais eficiente parece desejável”. O método que ele propôs foi construir máquinas com aprendizagem e depois ensiná-las. Em muitas áreas de IA, esse é agora o método preferencial para se criar sistemas do estado da arte. O aprendizado ainda possui outra vantagem, como observamos antes: ele permite ao agente operar em ambientes inicialmente desconhecidos e se tornar mais competente do que seu conhecimento inicial sozinho poderia permitir.

## 1.2 Notas Bibliográficas

Consulte o livro "Inteligência Artificial" de Stuart Russel e Peter Norvig, capítulo 02 para complementar sua leitura desta nota de aula. Pois ela foi baseada nesse capítulo.

## 1.3 Exercícios

1. Suponha que a medida de desempenho preocupa-se apenas com os T primeiros passos de tempo do ambiente e ignora tudo a partir de então. Mostre que a ação de um agente racional depende não apenas do estado do ambiente, mas também do passo de tempo que ele alcançou.
2. Defina com suas próprias palavras os termos a seguir: agente, função de agente, programa de agente, racionalidade, autonomia, agente reativo, agente baseado em modelo, agente baseado em objetivos, agente baseado em utilidade, agente com aprendizagem.
3. Caracterize uma descrição PEAS (Performance - Environment - Actuators - Sensors) do ambiente de tarefa e caracterize-os em termos das propriedades listadas.



- Robô Jogador de Futebol
- Resolver o cubo magico de dimensão 3x3x3

Professor: Talles Medeiros