

Agentes Inteligentes

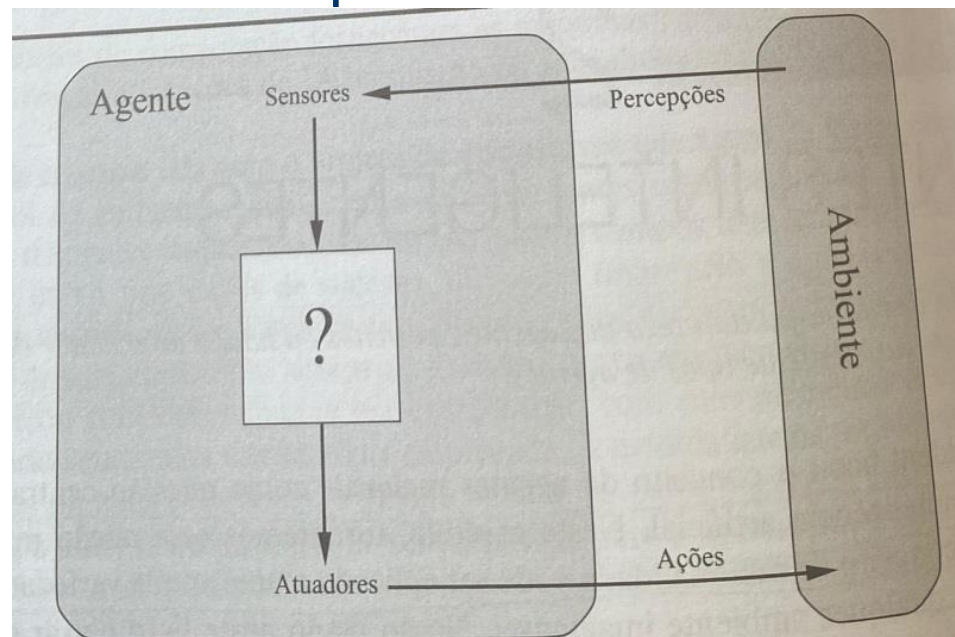
Profa. Mercedes Gonzales
Márquez

Tópicos

- Conceito de Agente
- Bom comportamento:
 - Medidas de Desempenho
 - Conceito de Racionalidade
 - Onisciência, aprendizado e autonomia
- Natureza dos ambientes
 - Especificação e Propriedades de Ambientes de tarefa
- Estrutura de Agentes
 - Programa de Agentes
 - Tipos de Agentes: Reativos Simples, Reativos baseados em modelos, baseados em objetivos, baseados em utilidade e com aprendizagem.

Conceito de Agente

- Agente é tudo o que pode ser considerado capaz de perceber seu **ambiente** por meio de **sensores** e de agir sobre esse ambiente por intermédio de **atuadores**.



Agentes interagem com ambientes por meio de sensores e atuadores.

Exemplos de Agentes

- Agente humano
 - Sensores: Olhos, ouvidos e outros órgãos.
 - Atuadores: Mãos, pernas, boca e outras partes do corpo.
- Agente robótico
 - Sensores: câmeras e detectores de distância por infravermelho.
 - Atuadores: vários motores.

Exemplos de agentes

- Agente de software
 - Sensores: entrada via mouse, teclado, touchscreen, voz.
 - Atuadores: gravação de arquivos, envio de pacotes pela rede, exibição de informações.

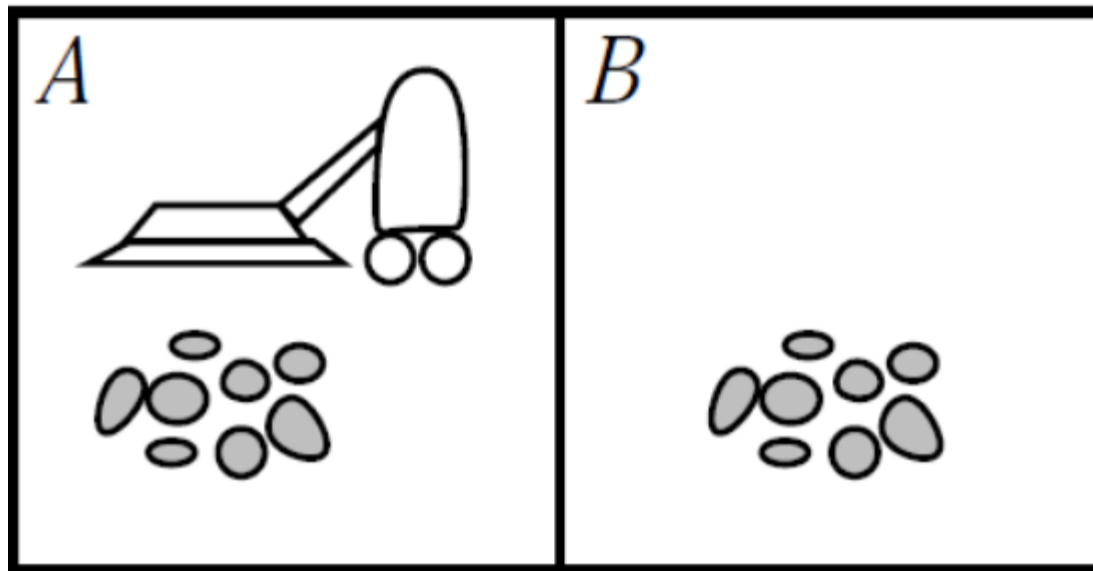
Função de agente e programa de agente

- Sequência de percepções: história completa de tudo que o agente percebeu.
- O comportamento do agente é dado matematicamente pela função do agente: $f: P \rightarrow A$, onde P é uma sequência de percepções e A é uma ação.
- A tabulação da função do agente, para a maioria dos agentes, o resultado seria uma tabela muito grande.
- Internamente, a função do agente será implementada por um programa do agente que roda em uma arquitetura física para produzir f .

Agente = arquitetura + programa.

Exemplo: Aspirador de pó

Agente Aspirador de pó robótico com apenas dois locais.



Percepções: local e conteúdo

– Exemplo: [A, sujo]

• Ações: Esquerda, Direita, Aspirar.

Exemplo: Aspirador de pó

Uma função para o agente aspirador em pó seria. Se o quadrado atual estiver sujo, então aspirar, caso contrário mover para o outro lado.

A tabulação parcial da função agente seria.

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

Racionalidade

Um agente racional é o que faz a coisa certa. Porém o que significa fazer a coisa certa?

Quando um agente é colocado em um ambiente, gera uma sequência de ações de acordo com as percepções que recebe. Essa sequência de ações faz com que o ambiente passe por uma sequência de estados.

Se a sequência for desejável, o agente teve bom desempenho. Mas, o que é desejável? Não podemos falar que a máquina tem desejos.

O conceito de desejável é descrito por

Racionalidade

O conceito de desejável é descrito por meio de uma **medida de desempenho**. A medida de desempenho atribui um valor a cada sequência de estados de um ambiente.

No exemplo do Aspirador de pó

- Quantidade de sujeira aspirada em um único turno de 8 horas.
- Recompensar o agente por cada quadrado limpo em cada período.

Racionalidade

Racionalidade depende de:

- Medida de desempenho que define o critério de sucesso.
- O conhecimento prévio que o agente tem do ambiente
- As ações que um agente pode realizar.
- A sequência de percepções do agente até o dado momento.

Definição de agente racional

Para cada sequência de percepções possíveis um **agente racional** deve selecionar uma ação que se espera venha a maximizar **sua medida de desempenho**, dada a evidência fornecida pela sequência de percepções e por qualquer conhecimento interno do agente.

Onisciência, aprendizado e autonomia

- Racionalidade é diferente de onisciência ou perfeição.
 - A racionalidade maximiza o desempenho esperado, enquanto a perfeição maximiza o desempenho real.
 - A escolha racional só depende da sequência de percepções até o momento.
 - Porém não deve-se ter uma sequência de percepções pouco informativa que comprometa o resultado. Isso seria pouco inteligente.

Onisciência, aprendizado e autonomia

- Os agentes devem executar ações para coleta de informações. Um tipo importante de coleta de informação é a exploração de um ambiente desconhecido.
- O agente também deve **aprender**, ou seja, modificar seu comportamento dependendo do que ele percebe ao longo do tempo.
- Quando o agente se baseia no conhecimento anterior do seu projetista e não nas suas próprias percepções, dizemos que o agente não tem **autonomia**.

Onisciência, aprendizado e autonomia

- Um agente racional deve aprender o que puder para compensar um conhecimento prévio parcial ou incorreto. Exemplo: um agente aspirador de pó que aprende a prever onde e quando aparecerá mais sujeira funcionará melhor que um aspirador incapaz de fazer aquela previsão.
- Um agente que aprende pode ter sucesso em uma ampla variedade de ambientes.

Especificar o ambiente de tarefa

- Ao projetar um agente, a primeira etapa deve ser sempre especificar o ambiente de tarefa.
 - **P**erformance = Medida de Desempenho
 - **E**nvironment = Ambiente
 - **A**ctuators = Atuadores
 - **S**ensors = Sensores.

Exemplo de PEAS : Motorista de Taxi automatizado

- Medida de desempenho: viagem segura, rápida, sem violações às leis de trânsito, confortável para os passageiros, maximizando os lucros, minimizando impacto sobre outros usuários da estrada.
- Ambiente: estradas, outros veículos, pedestres, polícia, clientes, clima.
- Atuadores: direção, acelerador, freio, sinal, buzina, visor, voz.
- Sensores: câmera, radar, velocímetro, GPS, acelerômetro, sensores do motor, microfones, touchscreen.

Exemplo de PEAS : Sistema de Diagnóstico Médico

- Medida de desempenho: paciente saudável, minimizar custos, processos judiciais.
- Ambiente: paciente, hospital, equipe.
- Atuadores: exibir perguntas, testes, diagnósticos, tratamentos.
- Sensores: entrada por touchscreen e voz para sintomas, descobertas.

Exemplo de PEAS :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.

Exemplo de PEAS :Instrutor de Inglês Interativo

- Medida de desempenho: nota de aluno em teste.
- Ambiente: conjunto de alunos, ambiente de teste.
- Atuadores: exibir exercícios, sugestões, gerar falas.
- Sensores: entrada pelo teclado, voz.

Propriedades de ambientes de tarefas

- Completamente observável vs parcialmente observável
- Único agente vs múltiplos agentes
- Determinístico vs estocástico
- Episódico vs sequencial
- Estático vs dinâmico
- Discreto vs contínuo
- Conhecido vs desconhecido

- O mundo real é parcialmente observável, estocástico, sequencial, dinâmico, contínuo, multi-agente.

Propriedades de ambientes de tarefas

- Completamente observável (versus parcialmente observável)
 - Os sensores do agente dão acesso ao estado completo do ambiente em cada instante.
 - Ou seja os sensores detectam todos os aspectos que são relevantes para a escolha da ação.
 - Neste caso a agente não precisa manter qualquer estado interno para acompanhar as mudanças do mundo.
 - Quando há ruído, sensores imprecisos ou partes do estado estão ausentes dizemos que o ambiente é parcialmente observável. Exemplo: um aspirador de pó com apenas um sensor de sujeira.

Propriedades de ambientes de tarefas

- Determinístico (versus estocástico)
 - O próximo estado do ambiente é completamente determinado pelo estado atual e pela ação executada pelo agente. O motorista de taxi não é determinístico porque nunca se pode prever com exatidão o comportamento do tráfego ou pode estourar um pneu, a falha do motor, etc.
- Episódico (versus sequencial)
 - A experiência do agente pode ser dividida em episódios (percepção e execução de uma única ação)
 - A escolha da ação em cada episódio só depende do próprio episódio. Exemplo localização de peças defeituosas em uma linha de montagem é episódico e xadrez é sequencial.

Propriedades de ambientes de tarefas

- Estático (versus dinâmico)
 - O ambiente não muda enquanto o agente delibera (decide sobre a realização de uma ação) .
 - Ambientes dinâmicos estão continuamente perguntando ao agente o que ele deseja fazer.
 - O ambiente é semidinâmico se ele não muda com a passagem do tempo, mas o nível de desempenho do agente se altera.
 - Exemplos: ambiente em que se dirige um taxi é dinâmico. O jogo de palavras cruzadas é estático.

Propriedades de ambientes de tarefas

- Discreto (versus contínuo)
 - Aplica-se ao estado do ambiente, ao modo como o tempo é tratado e às percepções e ações. Exemplo: dirigir um taxi é um problema de estado, tempo e ações contínuas.
- Agente único (versus multi-agente)
 - Um único agente operando sozinho no ambiente.
 - No caso multi-agente podemos ter
 - Multi-agente cooperativo : Exemplo: no ambiente de direção de taxi evitar colisões maximiza a medida de desempenho de todos os agentes.
 - Multi-agente competitivo : Exemplo: xadrez

Propriedades de ambientes de tarefas

Ambiente de tarefa	Observável	Agentes	Determinístico	Episódico	Estático	Discreto
Palavras cruzadas	Completamente	Único	Determinístico	Sequencial	Estático	Discreto
Xadrez com relógio	Completamente	Multi	Determinístico	Sequencial	Semi	Discreto
Pôquer	Parcialmente	Multi	Estocástico	Sequencial	Estático	Discreto
Direção de táxi	Parcialmente	Multi	Estocástico	Sequencial	Dinâmico	Contínuo
Diagnóstico médico	Parcialmente	Único	Estocástico	Sequencial	Dinâmico	Contínuo
Análise de imagens	Completamente	Único	Determinístico	Episódico	Semi	Contínuo
Robô de seleção de peças	Parcialmente	Único	Estocástico	Episódico	Dinâmico	Contínuo

Programas de Agentes

- O trabalho da IA é projetar o **programa de agente** que implementa a função agente que mapeia sequencias de percepções em ações. Esse programa será executado em uma **arquitetura de agente** que é algum tipo de dispositivo de computação com sensores e atuadores físicos.

Agente = Arquitetura + Programa

- Vejamos um programa trivial de agente dirigido por tabela, ou seja, um programa que acompanha a **sequência de percepções** e depois a utiliza para realizar a indexação em uma tabela de ações, a fim de decidir o que fazer.

Programas de Agentes

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

Variáveis estáticas:

- *percepções*, uma seqüência, inicialmente vazia
- *tabela*, uma tabela de ações, indexada por seqüências de percepções, de início completamente especificada

anexar *percepção* ao fim de *percepções*

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

retornar *ação*

- Na maioria dos casos, montar a tabela é impossível!!
- Desafio da IA: escrever programas que produzam um comportamento racional a partir de um pequeno programa em vez de uma grande tabela.
- Segue 4 tipos básicos de programas de agentes.

Programas de Agentes

Quatro 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 Reativos Simples

Agentes reativos simples:

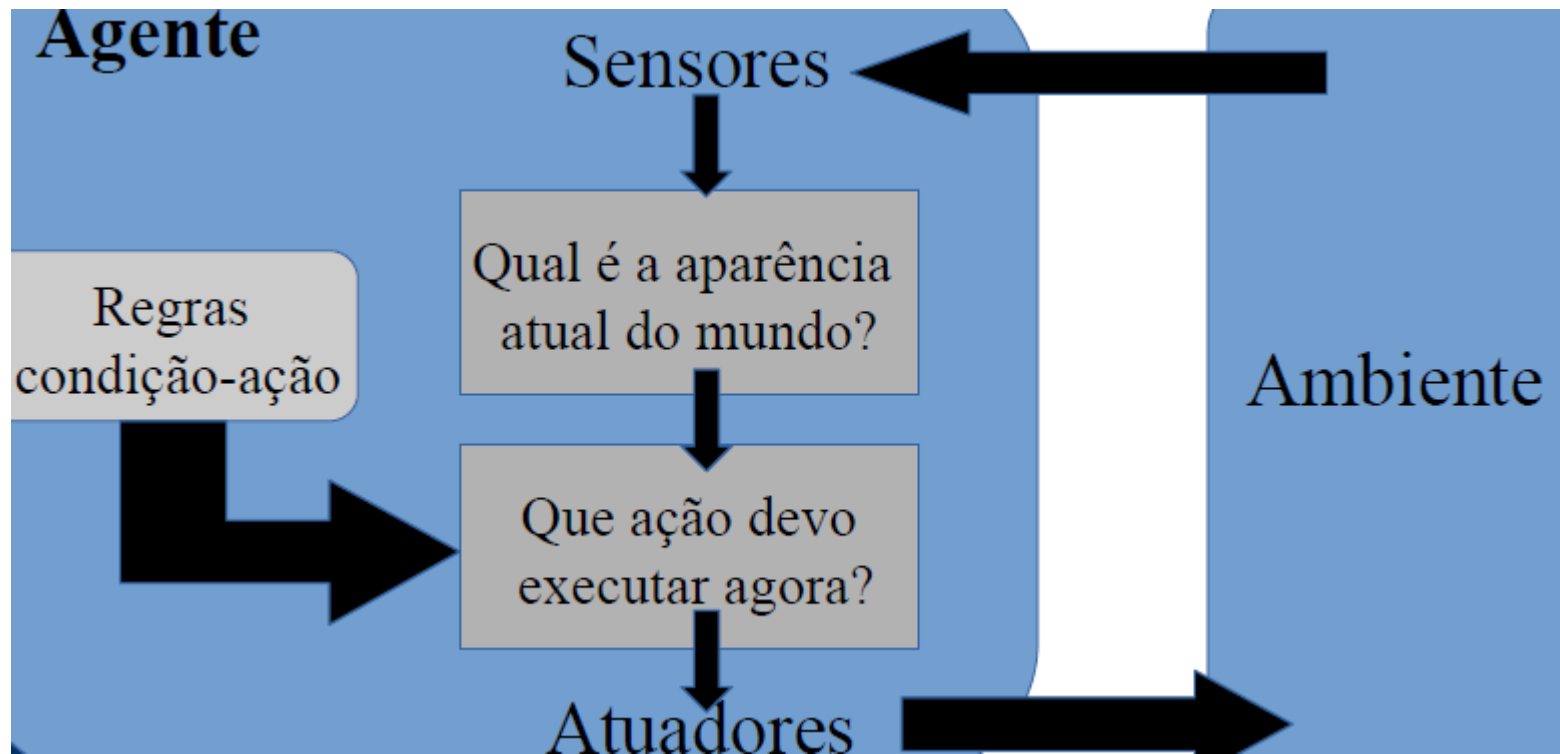
- Selecionam ações com base na percepção atual, ignorando o restante do histórico de percepções. Exemplo aspirador de pó, sua decisão se baseia na posição atual e na presença ou não de sujeira.

```
Função AGENTE-ASPIRADOR-DE-PÓ-REATIVO([posição, estado])  
  retorna uma ação  
  se estado = Sujo então retorna Aspirar  
  senão se posição = A então retorna Direita  
  senão se posição = B então retorna Esquerda
```

Agentes Reativos Simples

- Comportamentos reativos simples ocorrem mesmo em ambientes complexos. No caso de um motorista de taxi automatizado, se o carro frear e suas luzes de freio acenderem, você deve notar isso e começar a frear.
- Os seres humanos tem muitas desses comportamentos, podem ser aprendidos ou reflexos. Trata-se da regra condição-ação.
- Veja o diagrama esquemático de uma agente reativo simples mostrando como as regras condição-ação permitem ao agente fazer a conexão entre percepção e ação.

Agentes Reativos Simples



- O programa do agente reativo simples seria :

Agentes Reativos Simples

Função AGENTE-REATIVO-SIMPLES(percepção)
retorna ação

Variáveis estáticas: regras, conjunto de regras de
condição-ação

estado = INTERPRETAR-ENTRADA(percepção)

regra = REGRA-CORRESPONDENTE(estado, regras)

ação = AÇÃO-DA-REGRA(regra)

retorna ação

Agentes Reativos Simples

- Os agentes reativos simples tem inteligência limitada.
- Ele funcionará somente se a decisão correta for tomada com base apenas na percepção atual, ou seja, apenas se o ambiente for completamente observável. Exemplo, carro tiver uma luz de freio central, ou seja quando pode-se saber por uma única imagem se o carro está freando.

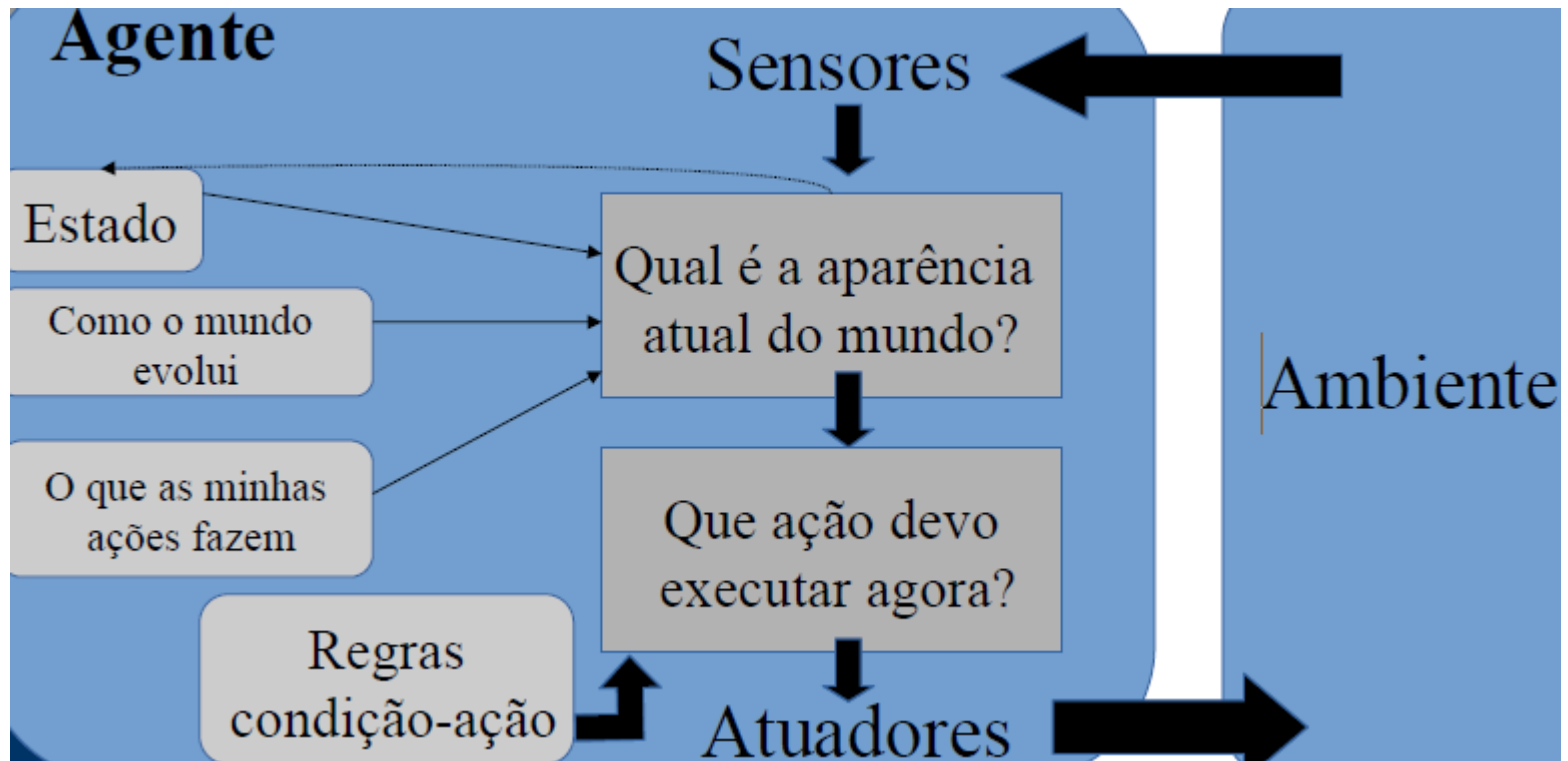
Agentes Reativos baseados em modelos

- Este agente deve manter algum tipo de **estado interno** que dependa do histórico de percepções e assim reflita pelo menos alguns dos aspectos não observados do estado atual.
- Precisamos de algumas informações sobre o modo como o mundo muda com o tempo (modelo de transição) e como o estado do mundo é refletido nas percepções do agente (modelo sensorial).
- Estes dois modelos permitem que o agente monitore o estado do mundo, dadas as limitações dos sensores do agente.

Agentes Reativos baseados em modelos

- Veja o diagrama esquemático de uma agente reativo baseado em modelos mostrando como a percepção atual é combinada com o estado interno antigo para gerar a descrição atualizada do estado atual, baseado no modelo do agente de como o mundo funciona.

Agentes Reativos baseados em modelos



- O programa do agente reativo baseado em modelos seria :

Agentes Reativos baseados em modelos

Função AGENTE-REATIVO-BASEADO-EM-MODELOS(percepção) **retorna** ação **persistente:**

estado – a percepção do estado atual pelo agente,

modelo – descrição de como o próximo estado depende do atual

regras – conjunto de regras de condição-ação,

ação – a ação mais recente.

estado = ATUALIZAR-ESTADO(estado, ação, percepção, modelo)

regra = REGRA-CORRESPONDENTE(estado, regras)

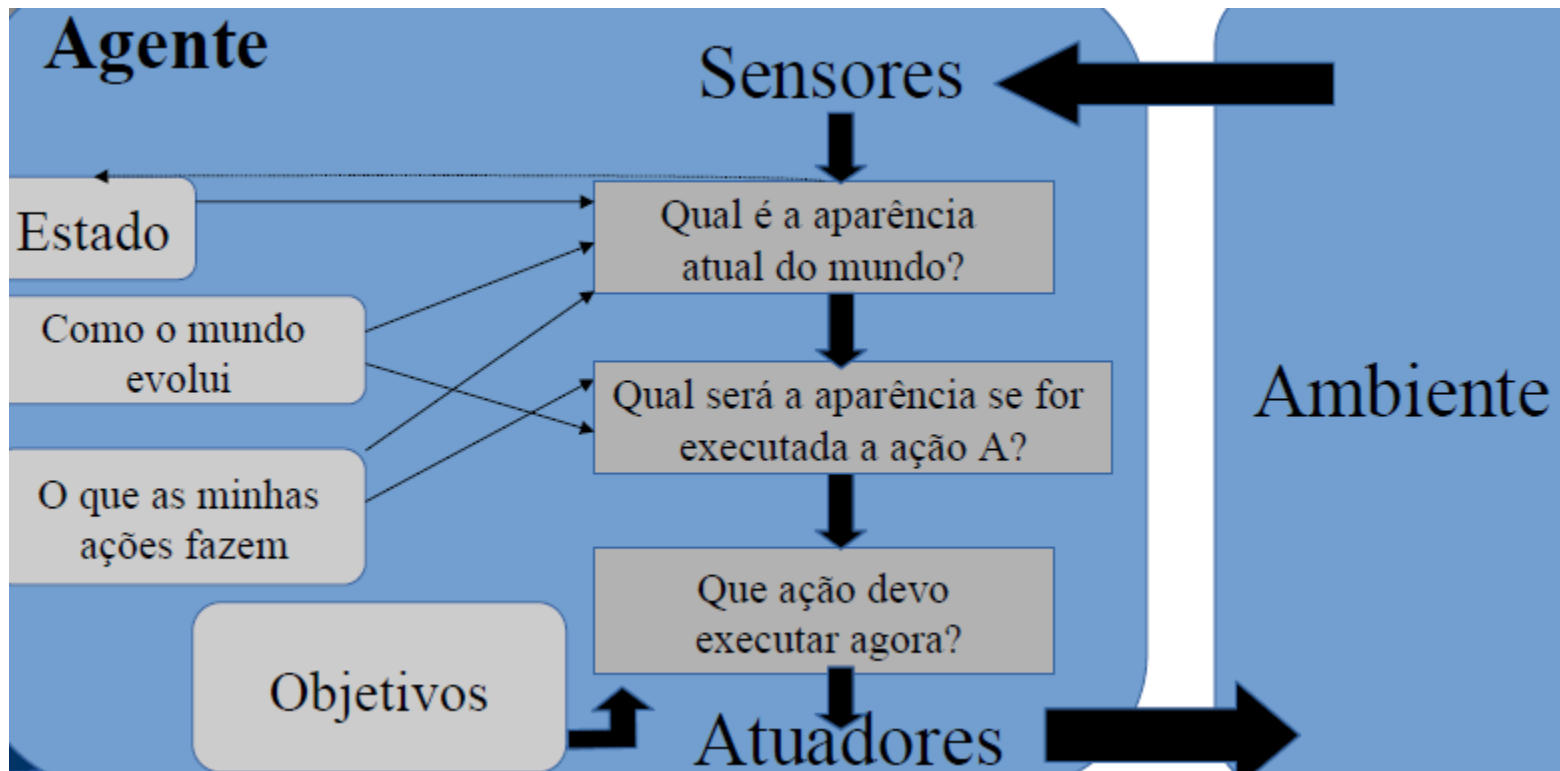
ação = AÇÃO-DA-REGRA(regra, ação)

retorna ação

Agentes baseados em objetivos

- Da mesma forma que o agente precisa de uma descrição do estado atual, ele também precisa da informação dos objetivos que descreva situações desejáveis. Exemplo em um cruzamento de estradas o táxi pode virar à esquerda, à direita ou seguir em frente. A decisão correta depende de onde o táxi está tentando chegar.
- O programa de agente pode combinar isso com o modelo a fim de escolher ações que alcancem o objetivo.

Agentes baseados em objetivos



- O programa do agente baseado em objetivos seria :

Agentes baseados em objetivos

Função AGENTE-BASEADO-EM-OBJETIVOS(percepção)
retorna ação

persistente:

estado – a percepção do estado atual pelo agente,

modelo – descrição de como o próximo estado depende do atual

objetivos – conjunto de objetivos,

ação – a ação mais recente.

estado = ATUALIZAR-ESTADO(estado, ação, percepção,
modelo)

ação = PLANEJAR-AÇÃO(estado, ação, objetivos)

retorna ação

Agentes baseados em objetivos

- Às vezes a seleção da ação baseada em objetivos é direta e outras vezes será complicada, por exemplo quando o agente tiver de considerar longas sequências de ações até encontrar um meio de atingir o objetivo (busca ou planejamento).
- A tomada de decisões desse tipo é distinta das regras condição-ação, pelo fato de envolver consideração do futuro.

Agentes baseados em objetivos

- Exemplo da diferença entre um agente reativo e um baseado em objetivos: o agente reativo freia quando vê luzes de freio, ele não sabe o motivo. Um agente baseado em objetivos freia quando vê as luzes de freio porque essa é a única ação que alcançará o objetivo de não atingir outros carros.

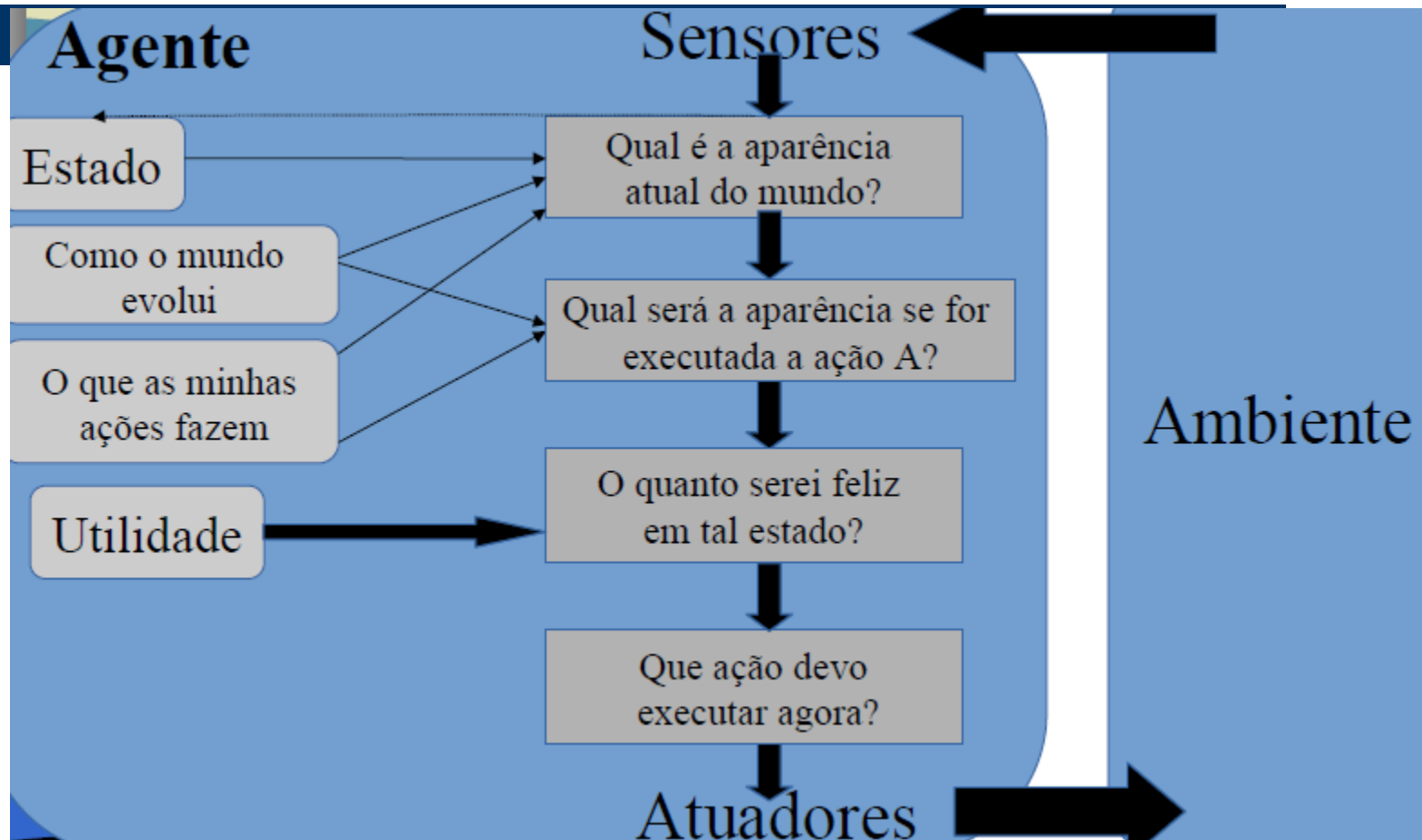
Agentes baseados em utilidade

- Os objetivos simplesmente permitem uma distinção binária, enquanto uma medida de desempenho mais geral deve permitir uma comparação entre diferentes estados do mundo, de acordo com o grau exato de felicidade que proporcionariam ao agente. Essa “felicidade” chamaremos de “utilidade”. Exemplo: Existem muitas sequências de ações que levarão o táxi ao seu destino, mas algumas são mais rápidas, mais seguras, mais confiáveis ou mais econômicas que outras.

Agentes baseados em utilidade

- Em dois casos nos quais os objetivos são inadequados ainda assim o agente baseado em utilidade poderá tomar decisões racionais. Primeiro quando há objetivos conflitantes, apenas algum dos quais pode ser alcançado (exemplo velocidade e segurança). Segundo, quando há vários objetivos e nenhum deles pode ser alcançado com certeza, a utilidade proporciona uma maneira pela qual a probabilidade de sucesso pode ser pesada em relação à importância dos objetivos.

Agentes baseados em utilidade



- O programa do agente baseado em utilidade seria :

Agentes baseados em utilidade

Função AGENTE-BASEADO-EM-UTILIDADE(percepção)
retorna ação

persistente:

estado – a percepção do estado atual pelo agente,

modelo – descrição de como o próximo estado depende do atual

utilidade – critério de utilidade,

ação – a ação mais recente.

estado = ATUALIZAR-ESTADO(estado, ação, percepção,
modelo)

utilidade-esperada = AVALIAR-UTILIDADE(estado, ação,
modelo)

ação = PLANEJAR-AÇÃO(estado, ação, utilidade-esperada)

retorna ação

Agentes baseados em utilidade

- Parece que devemos concluir que para construir um agente inteligente devemos construir um agente baseado em utilidade e ponto. Porém, isso não é simples.
- Um agente baseado em utilidade precisa modelar e monitorar seu ambiente, tarefas que envolvem grande quantidade de pesquisas sobre percepção, raciocínio e aprendizagem. A escolha do curso de ação para maximização de utilidade também é uma tarefa difícil e exige algoritmos engenhosos.

Agentes com aprendizagem

- Qualquer tipo de agente (baseado em modelo, objetivo, utilidade) pode ser construído como um agente com aprendizagem.
- A aprendizagem tem a vantagem que permite ao agente operar em ambientes inicialmente desconhecidos e se tornar mais competente do que seu conhecimento inicial.
- Este tipo de agente pode ser dividido em quatro componentes conceituais: elemento de aprendizado, elemento de desempenho, crítico e gerador de problemas.

Agentes com aprendizagem

- Elemento de aprendizado: Responsável pela execução de aperfeiçoamentos.
- Elemento de desempenho: Responsável pela seleção de ações externas, ele recebe percepções e decide sobre ações.
- Crítico: Realimenta o elemento aprendizado sobre como o agente está funcionando em relação a um padrão fixo de desempenho e determina de que maneira pode ser aperfeiçoado.
- Gerador de problemas: responsável por sugerir ações que levarão a experiências novas e informativas ou seja sugerir ações exploratórias.

Agentes com aprendizagem

