Introdução à Inteligência Artificial
MAC5739 - MAC425

Leliane Nunes de Barros
leliane@ime.usp.br

1

Agente Inteligente

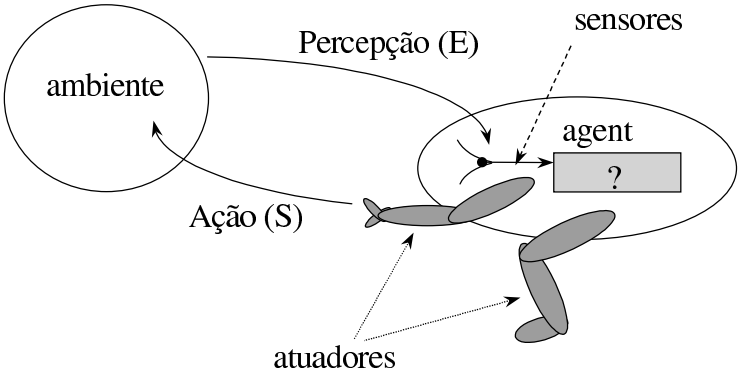
2

Agente

- **Percebe** seu ambiente através de **sensores** e age sobre o ambiente através de atuadores
- Humano:
  - **Sensores**: olhos, ouvidos, …
  - **Atuadores**: mãos, pernas, boca, …
- Um agente robótico possue:
  - **Sensores**: câmeras, detector infra-vermelho
  - **Atuadores**: vários tipos de motores

3

Agente inteligente genérico



Trabalho de IA: escrever o programa do agente

4

Agente racional

- Agente racional: aquele que faz a coisa certa enquanto age em seu ambiente
  - a ação correta é aquela que faz o agente obter o máximo de sucesso
  - questão: *como* e *quando* avaliar o sucesso do agente?
  - *como*: através de uma medida de desempenho, objetiva e imposta por um observador externo
  - *quando*: ao longo das tarefas realizadas pelo agente

5

Agente racional

- agente onisciente: conhece todos os efeitos de suas ações ==> impossível na realidade
  - exemplo do acidente em 1989 com o Boing 747
- racionalidade do agente está relacionada com o sucesso esperado dado um conjunto de percepções
  - relaxar os critérios de sucesso de um agente? ==> mundos artificiais

6

Agente racional

- Racionalidade depende:
  - (1) da medida de desempenho que define o sucesso do agente
  - (2) sequência de percepção do agente
  - (3) o que o agente sabe sobre o ambiente
  - (4) das ações que o agente pode realizar

7

Racionalidade depende de ...

- **P - P**ercecpt sequence
- **A - A**ctions that can be performed
- **G - G**oals (Performance measure)
- **E - E**nvironment

Agente racional ideal: para cada sequência de percepções o agente escolhe a ação que maximiza seu desempenho baseado nas informações de percepção e de seu conhecimento sobre o mundo

8

Mapeamento ideal entre sequências de percepção e ações

- Tabela das ações que o agente toma em resposta a cada possível sequência de percepção
- mapeamentos percepção/ação descrevem tipos de agentes
- mapeamentos ideais descrevem agentes ideais
- é possível especificar um mapeamento sem a enumeração exaustiva

9

Autonomia

- O comportamento do agente pode depender de dois fatores: do conhecimento embutido (*built-in knowledge*) no agente e de sua própria experiência
- agente de IA: possue algum conhecimento inicial e a abilidade de aprender
  - analogia com o processo de evolução dos animais

10

Estrutura de Agentes Inteligentes

- IA se preocupa em projetar o **programa do agente:** função que implementa o mapeamento entre percepção e ação
- O programa do agente roda em uma arquitetura: dispositivo de computação que inclue sensores e atuadores.

  agente = arquitetura + programa
- Componentes de especificação de agentes: PAGE (Percepts, Actions, Goals, Environment)

11

Exemplo de tipos de agentes e suas especificações PAGE

Tipo de agente	**Percepção**	**Ações**	**Gols**	**Ambiente**
Diagnóstico médico	Sintomas, manifestacões	Perguntas, testes, tratamentos	Paciente saudável, tratamento barato	Paciente e hospital
Softbot	Páginas da Web	Navegar pelas páginas da Web, Rec. de Padrão	Coleta de informações sobre uma pessoa	Internet
Tutor interativo	Palavras digitadas (ações do estudante)	Imprime exercícios, correções, dicas e definições	Maximizar a pontuação do aluno em testes	Conjunto de estudantes

ambiente artificial

12

Estrutura de Agentes

- AGENTE ROBÓTICO possue sensores e atuadores "reais"
- AGENTE DE SOFTWARE (*SOFTBOT*) possue sensores e atuadores simulados/artificiais

Agente está inserido em um ambiente onde ele pode detectar e produzir mudanças

13

Agente Esqueleto Geral

função Agente-Esqueleto (*perceção*) **retorna** *ação*
estático: *memória*, a memória do agente sobre o mundo

memória ← ATUALIZA-MEMÓRIA (*memória, percepção*)
ação ← ESCOLHE-MELHOR-AÇÃO (*memória*)
memória ← ATUALIZA-MEMÓRIA (*memória*, *ação*)
retorna *ação*

14

Agente baseado em tabela

função Agente-olha-tabela (*percepção*) **retorna** *ação*

estático: *percepções,* sequência de percepções inicialmente vazia

tabela, uma tabela indexada pelas sequências de percepções, inicialmente completamente especificada

append *percepção* no final da sequência de *percepções*

ação ← LOOCKUP*(percepções, tabela)*

retorna *ação*

15

Agente baseado em tabela - dificuldades

- Número muito grande de entradas na tabela
- Levaria muito tempo para o projetista construir a tabela
- O agente sem autonomia: decisões compiladas na fase de projeto. O agente se perde diante de qualquer mudança no ambiente
- Algoritmos de aprendizagem de máquina levariam muito tempo para atualizar a tabela

Porque um agente que raciocina, em oposição a olhar uma tabela do tipo percepção/ação, pode evitar as dificuldades acima??

16

Exemplo: agente motorista de taxi

Tipo de agente	Percepção	Ações	Goals	Ambiente
Motorista de Taxi	Cãmeras controláveis, velocímetro, odômetro, sonar, microfone, GPS	Virar as rodas, acelerar, freiar, conversar com o passageiro	Viagem segura, rápida e confortável. Maximiza lucros.	Estradas, tráfego de outros veículos, pedestres, fregueses.

Medidas de desempenho:

- **chegar ao local correto**
- **minimizar o gasto de combustível**
- **minimizar o custo da viajem**
- **minimizar violações de trânsito**
- **maximizar a segurança e conforto do passageiro**
- **maximizar os lucros**

17

Quatro tipos de agentes programas

- Agentes Reativos Simples
- Agentes Reativos com Estado Interno
- Agentes Baseados em Gol
- Agentes Baseados em Utilidade

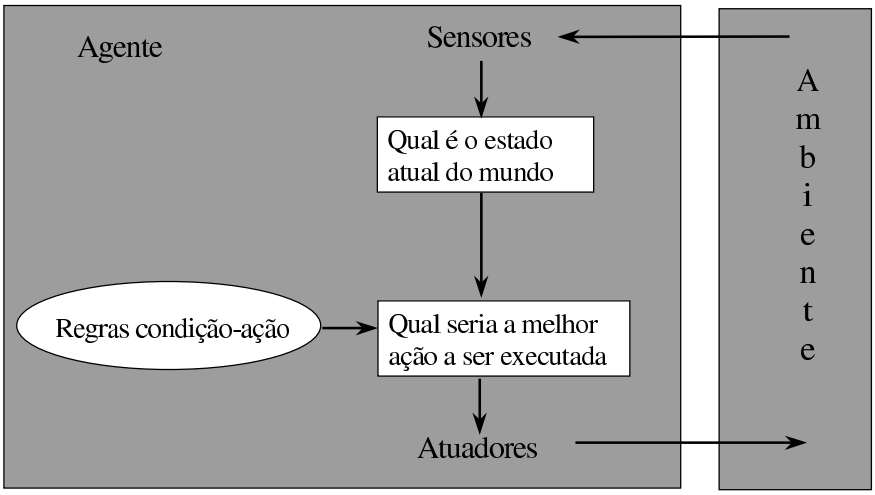
18

Agentes reativos

- Motorista de taxi:
  - Percepção visual: 50 MB/sec ==> **Tabela de Consulta** para uma hora de carro em movimento: 2^60x60x50M entradas
- Porções da tabela podem ser sumarizadas
- Regra **CONDIÇÃO-AÇÃO**
  - Também chamada de **regra situação-ação** ou **regras de produção ou regras se-então**
  - Ex.: **Se** carro-em-frente-freia **Então** inicia-freiar

19

Agente reativo baseado em regras



Se carro-da-frente-freia ***Então*** comece-a-freiar

20

Agente reativo baseado em regras

função Agente-Reativo-Simples (*percepção*) **retorna** *ação*
estático: *regras,* um conjunto de regras condição-ação

estado ← INTERPRETA-ENTRADA(*percepção*)
regra ← CASA-REGRA *(estado, regras)*
ação ← AÇÃO-DA-REGRA*(regra)*
retorna *ação*

Descrição abstrata do estado do mundo a partir da percepção

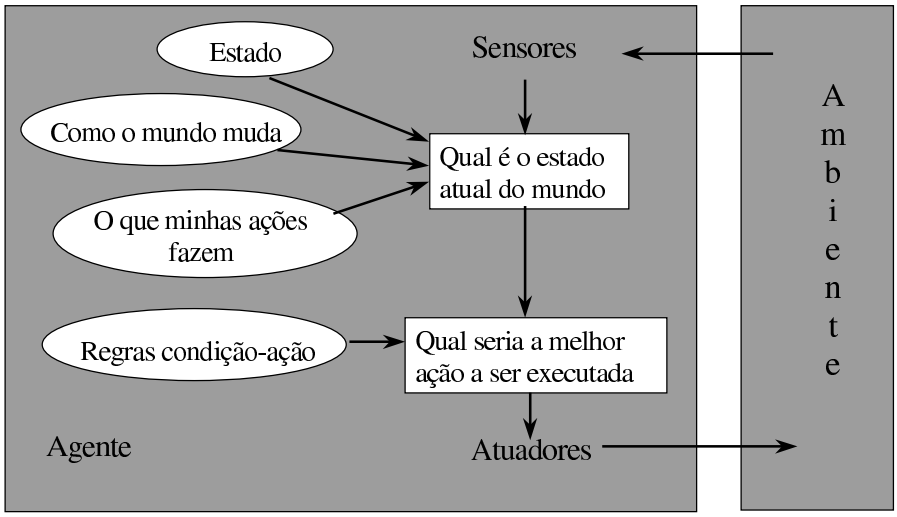
21

Agentes que acompanham as mudanças do mundo

- percepções isoladas não fornecem acesso ao estado completo do mundo
  - estados do mundo diferentes que fornecem a mesma percepção
  - o agente necessita manter informação interna para distinguir estados do mundo aparentemente iguais
- Exemplo: lâmpadas de freio não acendem simultaneamente

22

Agente Reativo com Estado Interno



Agente Reativo com Estado Interno

função Agente-Reativo-com-Memória (*percepção*) **retorna** *ação*

estático: *estado*, descrição interna do estado do mundo
regras, conjunto de regras **condição-ação**

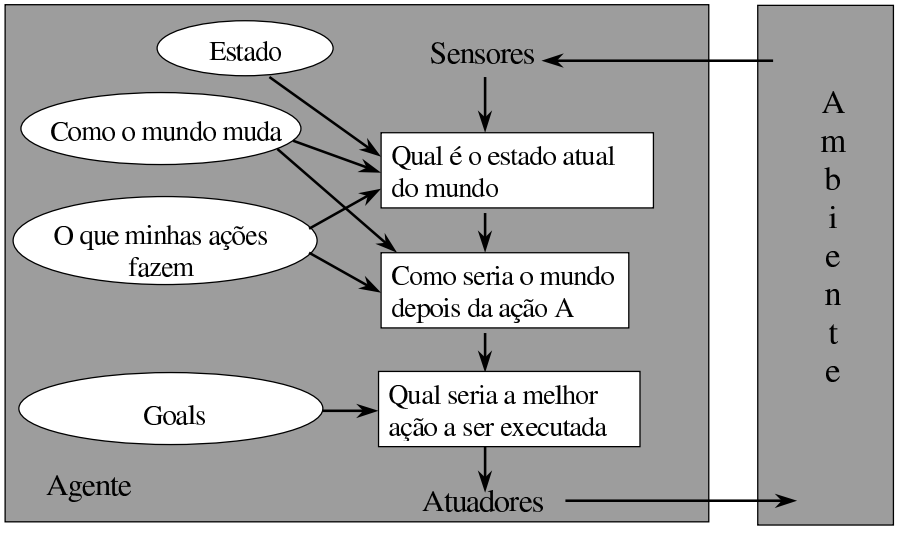
estado ← ATUALIZA-ESTADO (*estado, percepção*)
regra ← CASA-REGRA (*estado, regras*)
action ← AÇÃO-DA-REGRA(*regra*)
estado ← ATUALIZA-ESTADO (*estado, ação*)
retorna *ação*

24

Agente baseado em gol

- Informação do goal: O que acontece se essa ação for executada?
- Pode ser simples quando uma única ação realiza o gol; outras vezes pode requerer busca e planejamento. Pode envolver projeção de ações para ver se o goal é satisfeito.
- Perigo: consome tempo; o mundo pode mudar enquanto se raciocina

Agente baseado em gol

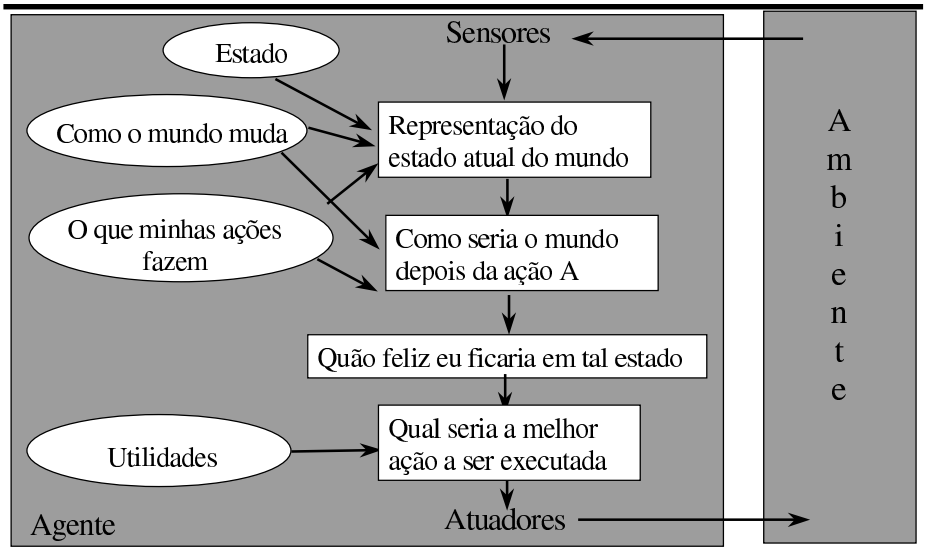


Agente baseado em utilidade

- Função utilidade: mapeia um estado (ou uma sequências de estados) com um número real, que descreve o grau de "satisfação" do agente com relação a ação tomada.
- Informa se um estado do mundo é preferível (mais útil) que outros. Avalia goals competitivos e guia a busca.
- Jogos caem nessa categoria
- Gera comportamento de alta qualidade

27

Agente baseado em utilidade



Ambientes

- agentes operam dentro de um ambiente
  - robôs "percebem" o mundo
  - simuladores podem fornecer dados ambientais
- ambientes possuem grande influência sobre o projeto de agentes
- existem ambientes padrões para avaliação de agentes

29

Propriedades do ambiente

- acessível versus inacessível
- determinístico versus não-determinístico
- estático versus dinâmico
- discreto versus contínuo

30

Acessível versus inacessível

- se o sistema de sensoriamento do agente dá acesso ao estado completo do ambiente, isto é, todos os aspectos relevantes para a escolha da ação.

Determinístico versus não-determinístico

- Determinístico: se o próximo estado do mundo é completamente determinado pelo estado atual e as ações do agente.
- Do ponto de vista do agente, se o ambiente não é accessível ele é não determinístico

Episódico versus não episódico

- Tarefa se divide em sub-tarefas independentes mais simples. Goals independentes não requerem deliberação.

33

Estático versus dinâmico

- Dinâmico: muda enquanto o agente raciocina (delibera).
- Estático: o agente não precisa se preocupar com a passagem de tempo (alguns tipos de jogos ou problemas de escalonamento).

34

Discreto versus contínuo

- no. limitado de percepções e ações (definidas e distintas).
  - Xadrez: ambiente discreto. Possue no. fixo de possíveis movimentos em cada jogada e número fixo de posições para cada peça
  - Taxi: ambiente continuo com relação à velocidade e localização

35

Tipos de ambientes

- diferentes tipos de ambiente requerem programas de agente diferentes
- Agente complexo: ambiente inacessível, dinâmico e contínuo.
- Mundo real: não-determinístico

36

Tipos de ambientes

Ambiente	Acess.	Determ.	Episoc.	Estat.	Discreto
Xadrez	S	S	N	S	S
Motorista de taxi	N	N	N	N	N
Diagnóstico médico	N	N	N	N	N
Análise de imagens	S	S	S	S	N

37

Programas de ambiente

- Relação entre agentes e ambientes
- Ambiente simulador (vários agentes)
- o simulador atualiza o ambiente de acordo com as ações dos agentes e dinâmica do próprio ambiente
- ambiente:
  - estado inicial
  - função de atualização

38

RUN-ENVIRONMENT

```
procedure RUN-ENVIRONMENT (state, UPDATE-FN, agents, termination)
  inputs state, UPDATE-FN, agents, termination

  repeat
        for each agent in agents do
              PERCEPT[agent] ← GET-PERCEPT(agent, state)
        end
        for each agent in agents do
              ACTION[agent] ← PROGRAM[agent](PERCEPT[agent])
        end
        state ← UPDATE-FN(actions, agents, state)
   until termination(state)
```

39

Sumário

- Agente: arquitetura + programa do agente;
- Agente ideal: escolhe a ação que maximiza sua medida de desempenho, dada a sequência de percepção;
- Agente autônomo: experiência própria ao invés de depender do conhecimento pré-codificado sobre o ambiente;
- Projeto (design) do agente depende do tipo de informação disponível e usada no processo de decisão;
- O projeto apropriado depende da descrição PAGE do agente.

40