



Sistemas Inteligentes

Aula: Agentes Inteligentes

Flávia Barros & Patricia Tedesco

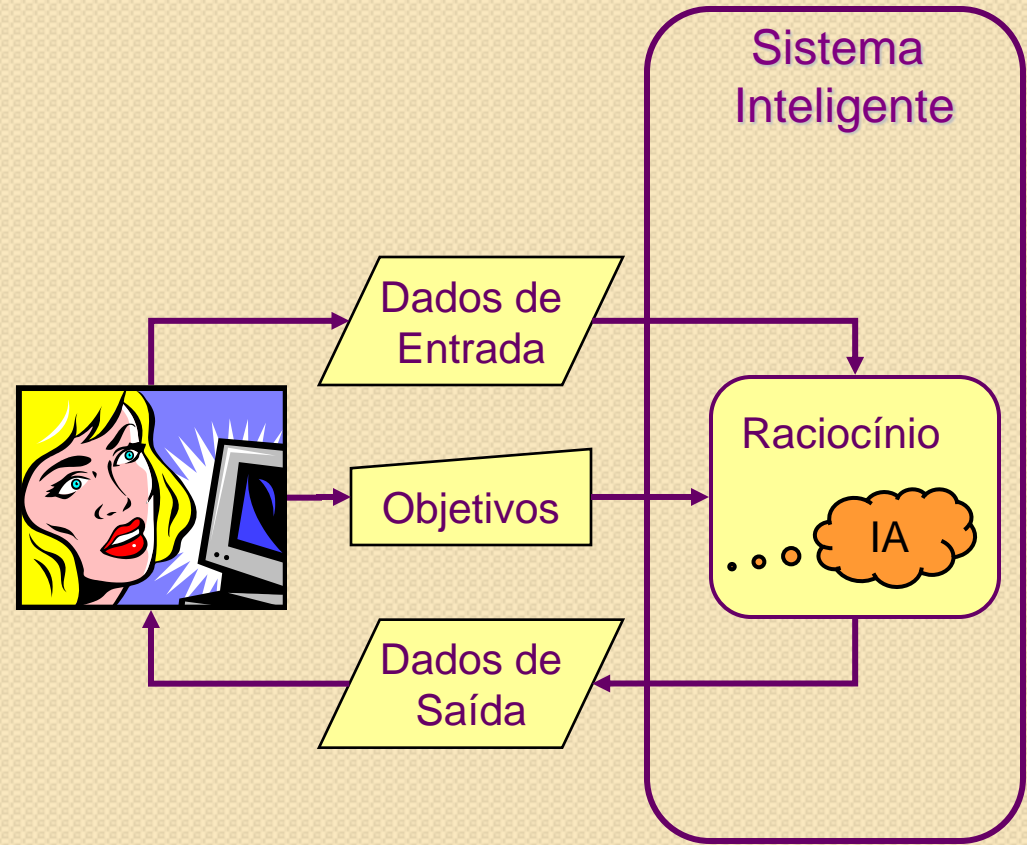
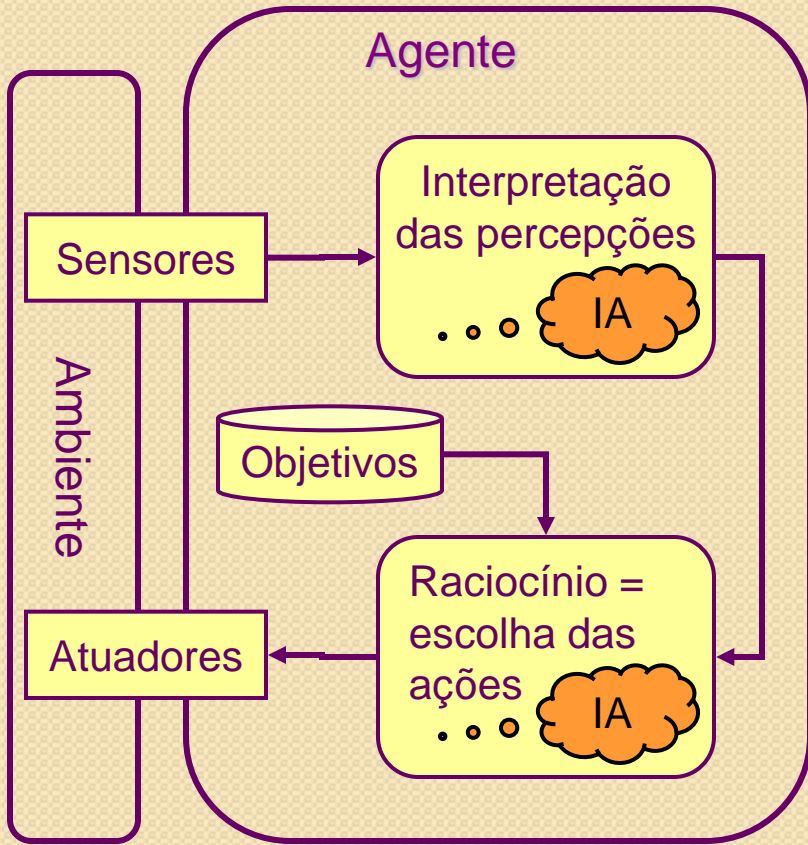
Ao final desta aula a gente deve....

- Entender o que é um Agente Racional (inteligente)?
- Distinguir entre os vários tipos de ambientes e arquiteturas de agentes
- Compreender o que é IA distribuída
- Conhecer uma metodologia de desenvolvimento

O que é um Agente?

- Qualquer entidade (humana ou artificial) que:
 - está imersa ou situada em um **ambiente**
 - físico, virtual/simulado
 - **percebe** seu ambiente através de sensores
 - ex. câmeras, microfone, teclado, finger, ...
 - **age** sobre ele através de atuadores
 - ex. vídeo, auto-falante, impressora, braços, ftp, ...
 - possui **objetivos próprios**
 - explícitos ou implícitos
 - **escolhe** suas ações em função das suas **percepções** para atingir seus **objetivos**

Agentes Inteligentes x Sistemas Baseados em Conhecimento



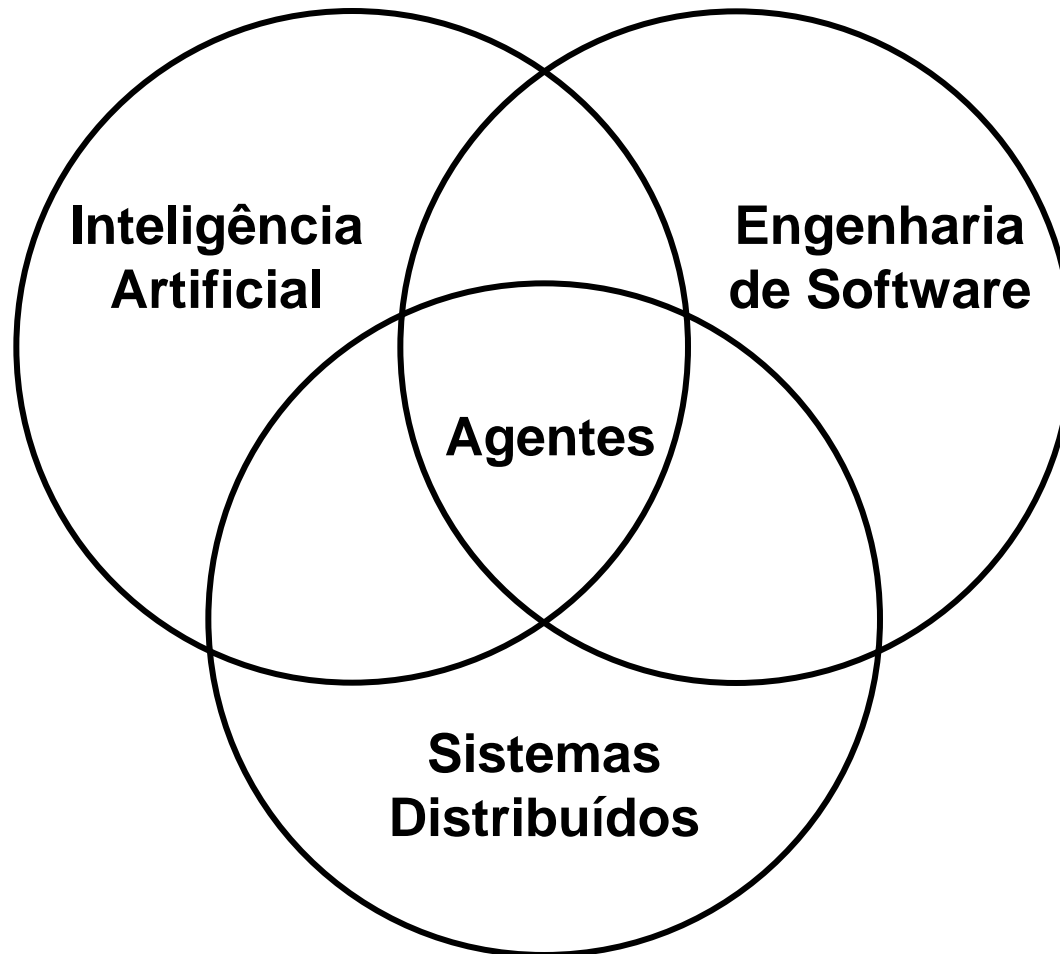
Agente Racional (Inteligente)

- Agente Racional
 - faz a melhor coisa *possível*
 - segue o princípio da racionalidade:
 - dada uma *seqüência perceptiva*, o agente escolhe, segundo seus conhecimentos anteriores sobre o ambiente, as *ações* que *melhor* satisfazem seu objetivo
 - Racionalidade não é o mesmo que perfeição...
 - Racionalidade maximiza o desempenho esperado! Perfeição quer maximizar o desempenho real
- Podemos ter *ações para modificar raciocínio futuro – coleta de informações...*

Racionalidade x Onisciência

- Limitações de:
 - sensores
 - atuadores
 - “raciocinador” (conhecimento, tempo, etc.)
- Porém...
 - Um agente racional deve ser o mais autônomo possível
 - Possuir Conhecimento *a priori*
 - Habilidade de Aprender coisas sobre o ambiente onde está
 - Justamente o aprendizado vai permitir que o agente seja bem sucedido em vários ambientes!

Cuidado... na computação, **nem todo agente é inteligente (racional)!**



Agente Racional

Medida de Desempenho

- Então como vamos medir o “sucesso” do agente?
 - Usando uma “medida de performance”
 - Quando o agente é colocado em um ambiente, ele gera uma **seqüência de ações** com base nas suas percepções.
 - Essa seqüência de ações leva o ambiente a modificar-se passando por uma **seqüência de estados**.
 - Se essa **seqüência de estados** é “desejável”, então o agente teve um **bom desempenho!**
- Contudo...
 - Não existe uma medida de sucesso fixa para todos os agentes
 - Depende do ambiente... E do comportamento que queremos!
 - Assim sendo, vamos optar por uma medida de performance objetiva, que seja **determinada pelo projetista o agente!**

Outras propriedades associadas aos Agentes

- Autonomia de raciocínio (IA):
 - Requer máquina de inferência e base de conhecimento
 - Essencial em sistemas especialistas, controle, robótica, jogos, agentes na internet ...
- Adaptabilidade (IA):
 - Capacidade de adaptação a situações novas, para as quais não foi fornecido todo o conhecimento necessário com antecedência
 - Duas implementações
 - aprendizagem e/ou programação declarativa
 - Essencial em agentes na internet, interfaces amigáveis ...

Outras propriedades associadas aos Agentes

- Comunicação & Cooperação (Sociabilidade) (IA):
 - IA + técnicas avançadas de sistemas distribuídos:
 - Protocolos padrões de comunicação, cooperação, negociação
 - Raciocínio autônomo sobre crenças e confiabilidade
 - Arquiteturas de interação social entre agentes
 - Essencial em sistemas multi-agente, comércio eletrônico, ...
- Personalidade (IA):
 - IA + modelagem de atitudes e emoções
 - Essencial em entretenimento digital, realidade virtual, interfaces amigáveis ...

Outras propriedades associadas aos Agentes

- Continuidade temporal e persistência:
 - Requer interface com sistema operacional e banco de dados
 - Essencial em filtragem, monitoramento, controle, ...
- Mobilidade:
 - Requer:
 - Interface com rede
 - Protocolos de segurança
 - Suporte a código móvel
 - Essencial em agentes de exploração da internet, ...

Como descrever um Agente Racional?

- Pode ser descrito em termos de seu *PEAS*
 - P – performance
 - E – (environment) ambiente
 - A – atuadores
 - S – sensores
 - e outros agentes – nos sistemas multiagentes
- O primeiro cuidado deve ser sempre especificar o ambiente.

Exemplo: Agente de Polícia

Agente



Raciocínio

Conhecimento:

- leis
- comportamento dos indivíduos,...

Objetivo:

- fazer com que as leis sejam respeitadas

Ações:

- multar
- apitar
- parar, ...

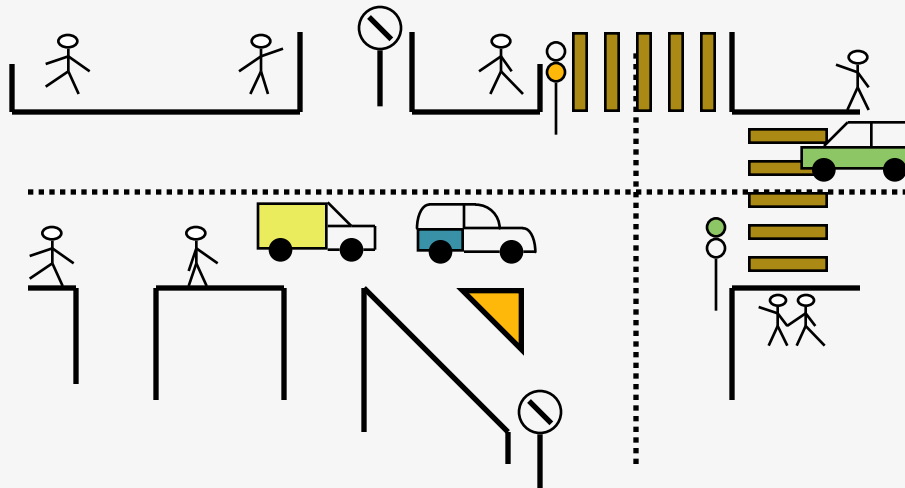
percepção



execução



Ambiente



Exemplos de Agentes e seus *PEAS*

<i>Agente</i>	<i>Performance</i>	<i>E (Ambiente)</i>	<i>Atuadores</i>	<i>Sensores</i>
Agente de Diagnóstico médico	Paciente saudável, minimizar custos,...	Paciente, hospital, funcionários...	Auto-falantes (para falar com o paciente), display para mostra textos ao paciente...	Câmera, leitora de exames (scanner?), microfone, teclado,...
Agente de Análise de imagens de satélite	categorizar corretamente as imagens	Imagens de satélite	Display para mostrar o resultado a análise	Equipamento para capturar as imagens
Agente Tutorial de inglês	Melhorar o desempenho do estudante	Conjunto de estudantes, escola...	Impressora, display com exercícios, sugestões e correções,...	Câmera, para capturar imagens do aluno; Microfone, teclado,...
Agente robô de linha de montagem	Percentual de peças corretamente montadas	Esteira com peças...	Braço e mão mecânicos	Câmera, sensores de ângulos
Agente Motorista de taxi	Segurança, rapidez, economia, conforto,...	Ruas, pedestres, outros carros, passageiros...	Acelerador, freios, espelhos, buzina, etc...	Câmera, velocímetro, GPS,...
Agente Músico de jazz	Tocar bem, divertir o público, agradar	Músicos, público, grades de acordes	Instrumento de som, computador,...	Microfone, câmera...



Ambientes

Ambientes

- Classes de ambientes
 - Ambiente físico: agentes robôs
 - Ambiente de Software: agentes softbots
 - Ambiente de Realidade virtual (simulação do ambiente físico): agentes softbots e avatares
- Propriedades de um ambiente
 - totalmente observável x parcialmente observável
 - Conhecido x desconhecido
 - determinista x estocástico
 - episódico x seqüencial
 - estático x dinâmico
 - discreto x contínuo
 - um agente x multiagentes
 - **complexidade**: número de percepções, ações, objetivos,...

Ambientes: propriedades

- Totalmente observável
 - quando os sensores do agente conseguem perceber o estado completo do ambiente.
- Conhecido
 - Quando se sabe todas as “regras” do ambiente
- Determinista
 - o próximo estado do ambiente pode ser completamente determinado pelo estado atual e as ações selecionadas pelo agente.
 - Não determinista qdo não há probabilidades associadas aos próximos estados
- Episódico
 - A experiência do agente é dividida em episódios.
 - Cada episódio consiste em o agente perceber e então agir.
 - Cada episódio não depende dos episódios prévios.

Ambientes: propriedades

- Estático
 - o ambiente não muda enquanto o agente está escolhendo a ação a realizar.
 - **Semi-estático:** o ambiente não muda enquanto o agente delibera, mas o "score" do agente muda.
- Discreto
 - quando existe um número distinto e claramente definido de percepções e ações em cada turno.
- Contínuo
 - percepções e ações mudam em um espectro contínuo de valores.

Ambientes

- Monoagente x Multiagentes
 - Tratamos objetos como agentes se eles tem comportamentos que tentam maximizar medidas de performance
 - Ambientes Competitivos
 - Ambientes Cooperativos

Exemplos de Ambientes

Agente	acessível	determinista	episódico	estático	discreto
xadrez sem relógio	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
xadrez com relógio	Sim	Sim	Não	Semi	sim
gamão	sim	não	não	sim	sim
motorista de taxi	Não	Não	Não	Não	Não
médico	Não	Não	Não	Não	Não
tutor	Não	Não	Não	Não	Sim
Analizador de imagem	Sim	Sim	Sim	Semi	Não
Busca na web	Não	Não	Sim	Não	Sim
Filtrador de mail	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Músico	Sim	Não	Não	Não	Não

> A complexidade do ambiente é dada por:
número de percepções, ações e objetivos possíveis



Agentes

Algoritmo Básico e Arquiteturas

Agentes: Algoritmo básico

função agenteSimples (percepção) retorna
ação

memória := atualizaMemória (memória,
percepção)

ação :=

escolheMelhorAção(memória, objetivos)

memória := atualizaMemória (memória, ação)

retorna ação

Agentes: Arquiteturas

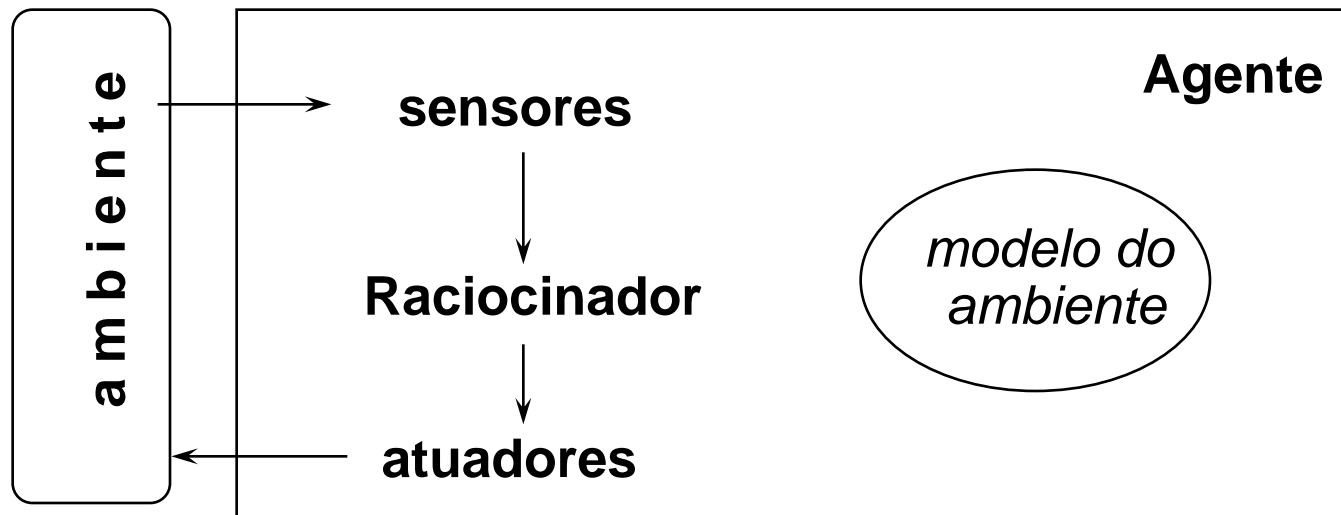
- Agente reativo (Simple Reflex)
- Agente reativo com estado interno (Baseado em Modelos)
- Agente cognitivo (baseado em objetivos)
- Agente otimizador (baseado em utilidade)
- Agente adaptativo



autonomia
complexidade

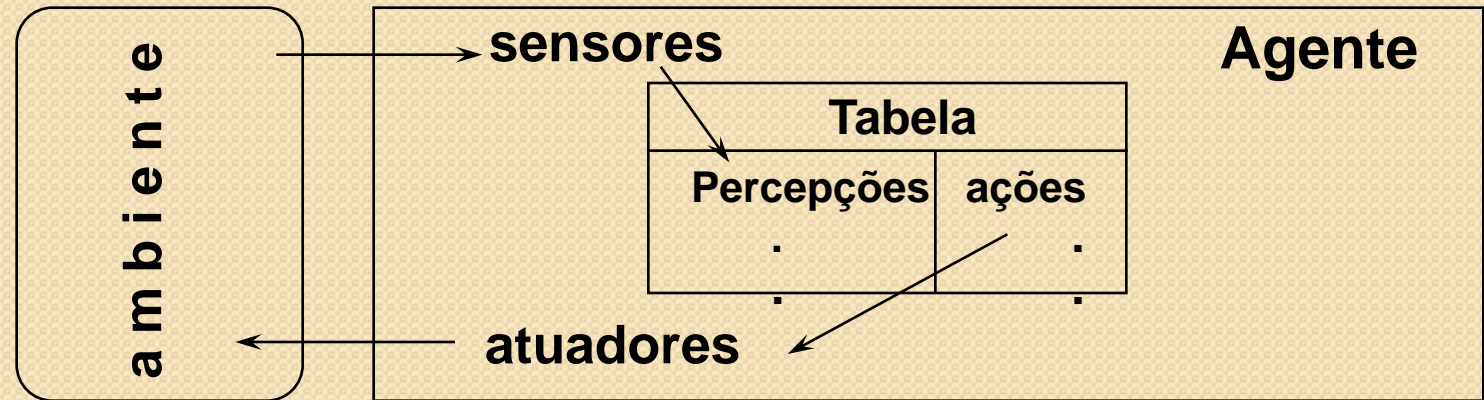
Agentes: Arquiteturas

- De forma bem simplificada, um agente pode ser visto como um **mapeamento**:
 - seqüência perceptiva => ação



Agente Tabela?

Pode ser impossível de construir...



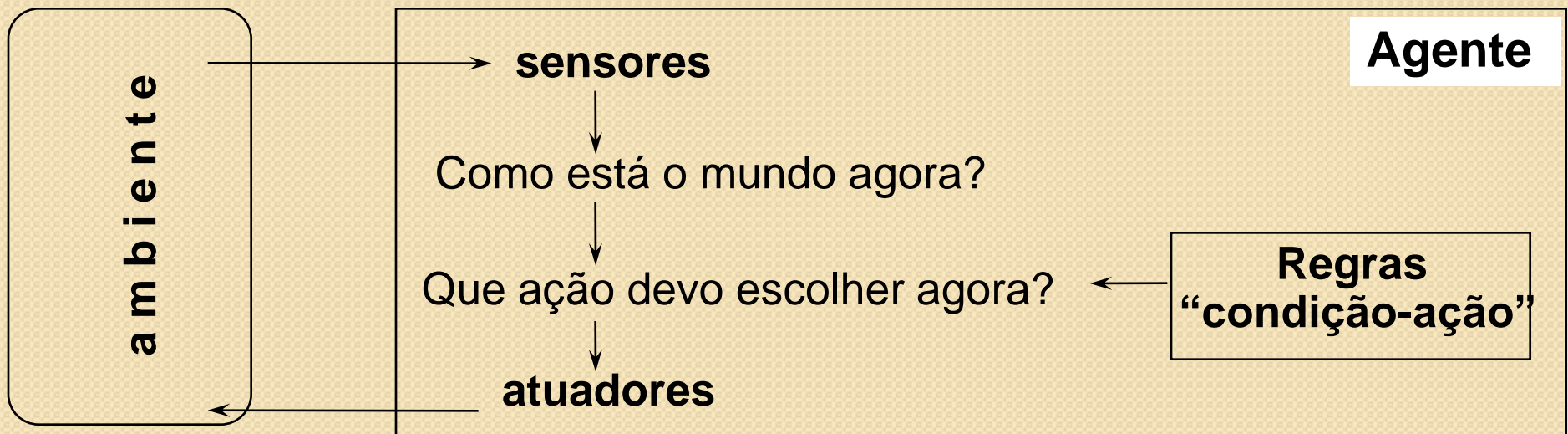
- **Limitações**

- Mesmo problemas simples requerem tabelas muito grandes
 - ex. xadrez 30^{100}
- Nem sempre é possível, por ignorância ou questão de tempo, construir a tabela
- Não tem autonomia nem flexibilidade

- **Ambiente**

- acessível, determinista, episódico, estático, discreto e minúsculo!

Agente Reativo Simples



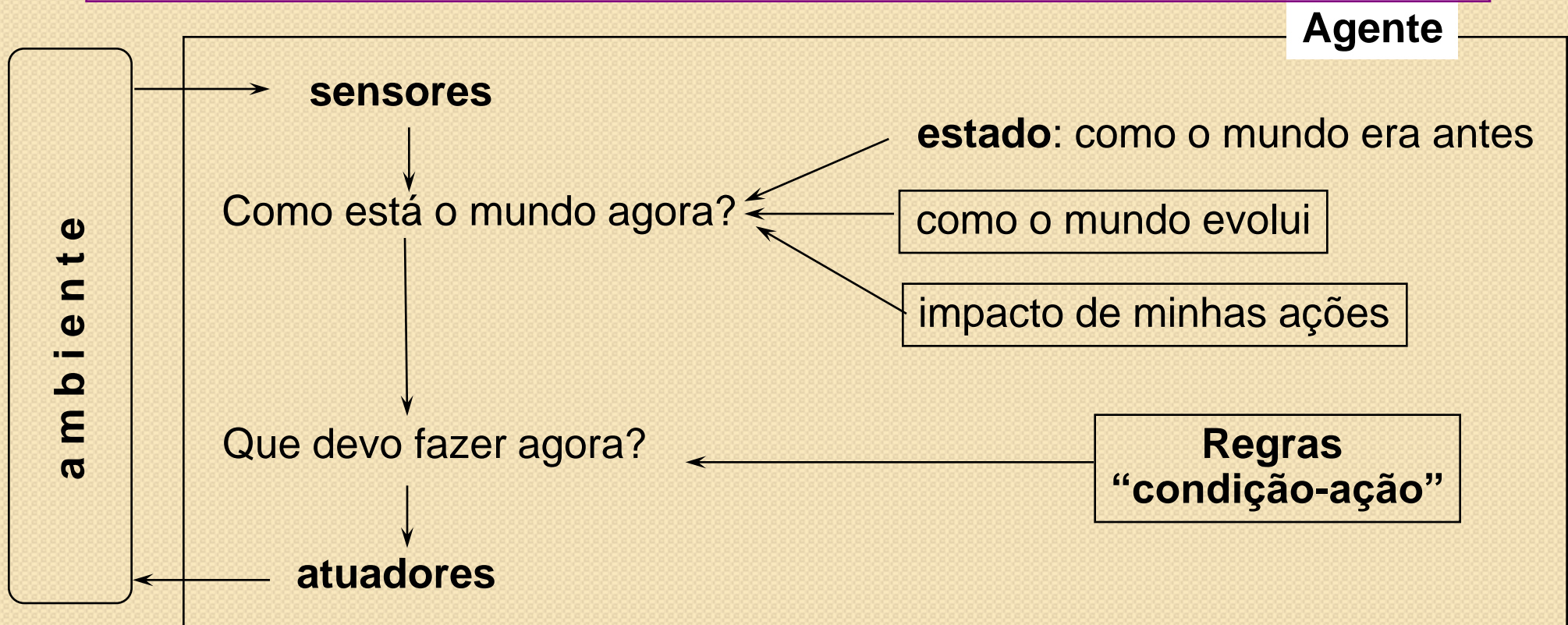
- **Vantagens e desvantagens**

- Regras condição-ação - representação inteligível, modular e eficiente
 - ex. **Se velocidade > 60 então multar**
- Não pode armazenar uma seqüência perceptiva, tem pouca autonomia
- Pode entrar em loop
- Só vai funcionar se a decisão correta depender SOMENTE da percepção atual

- **Ambiente**

- Acessível, episódico, pequeno
- **Reflexo é imprescindível em ambientes dinâmicos**

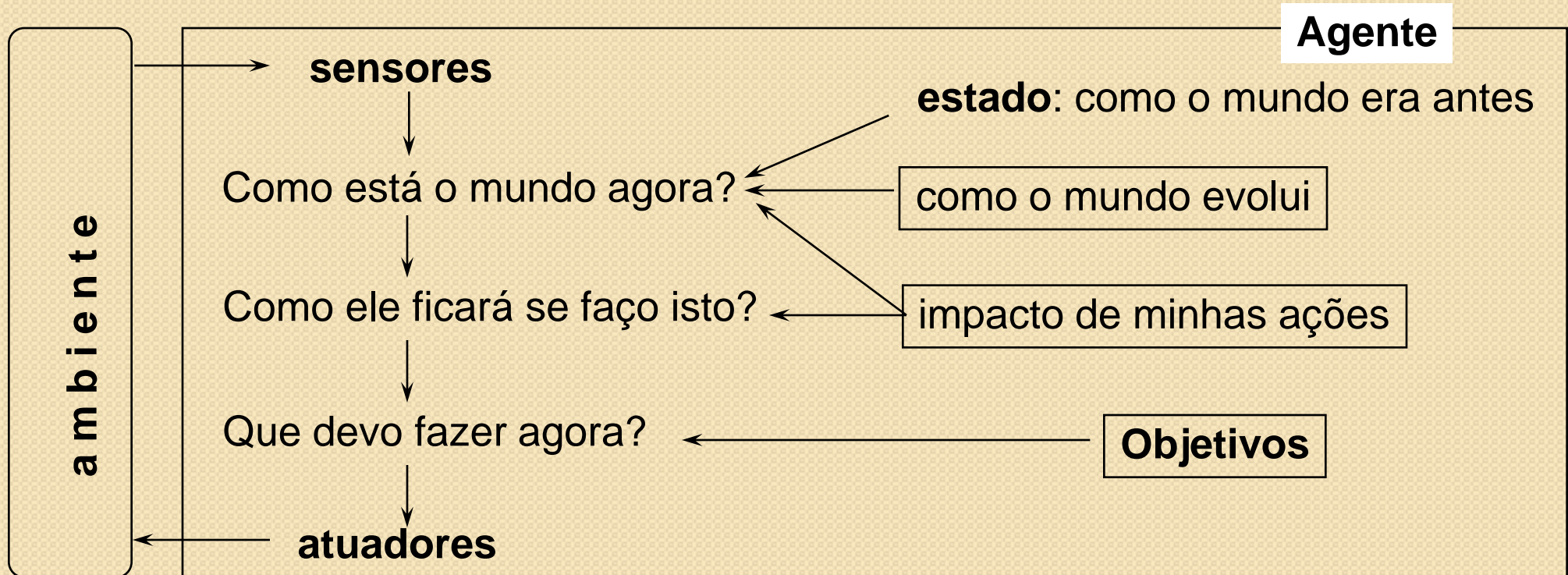
Agente Reativo baseado em Modelo do Mundo



- **Desvantagem:** pouca autonomia
 - não tem objetivo, não encadeia regras
- Precisamos de conhecimento sobre o mundo (independente do agente)
 - E também de conhecimento sobre como as ações do agente afetam o ambiente

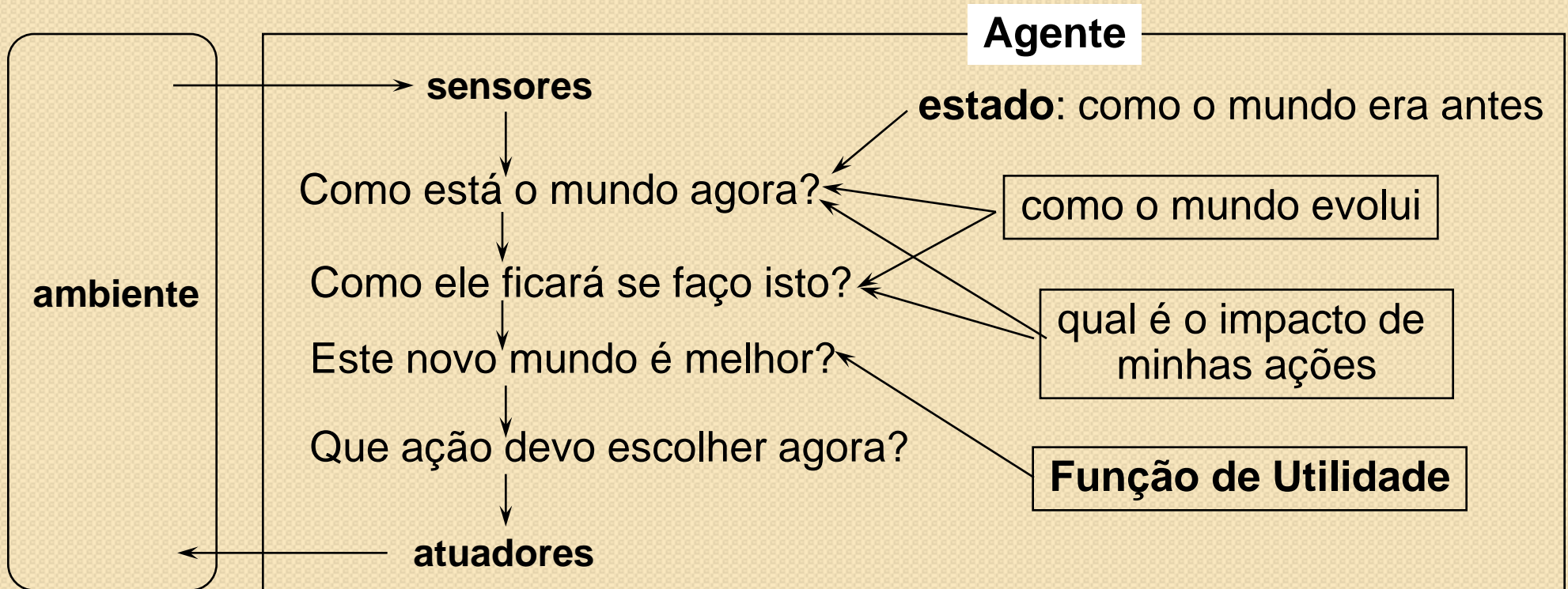
Ambientes determinísticos e pequenos (Tani et al.)

Agente cognitivo - Baseado em Objetivo



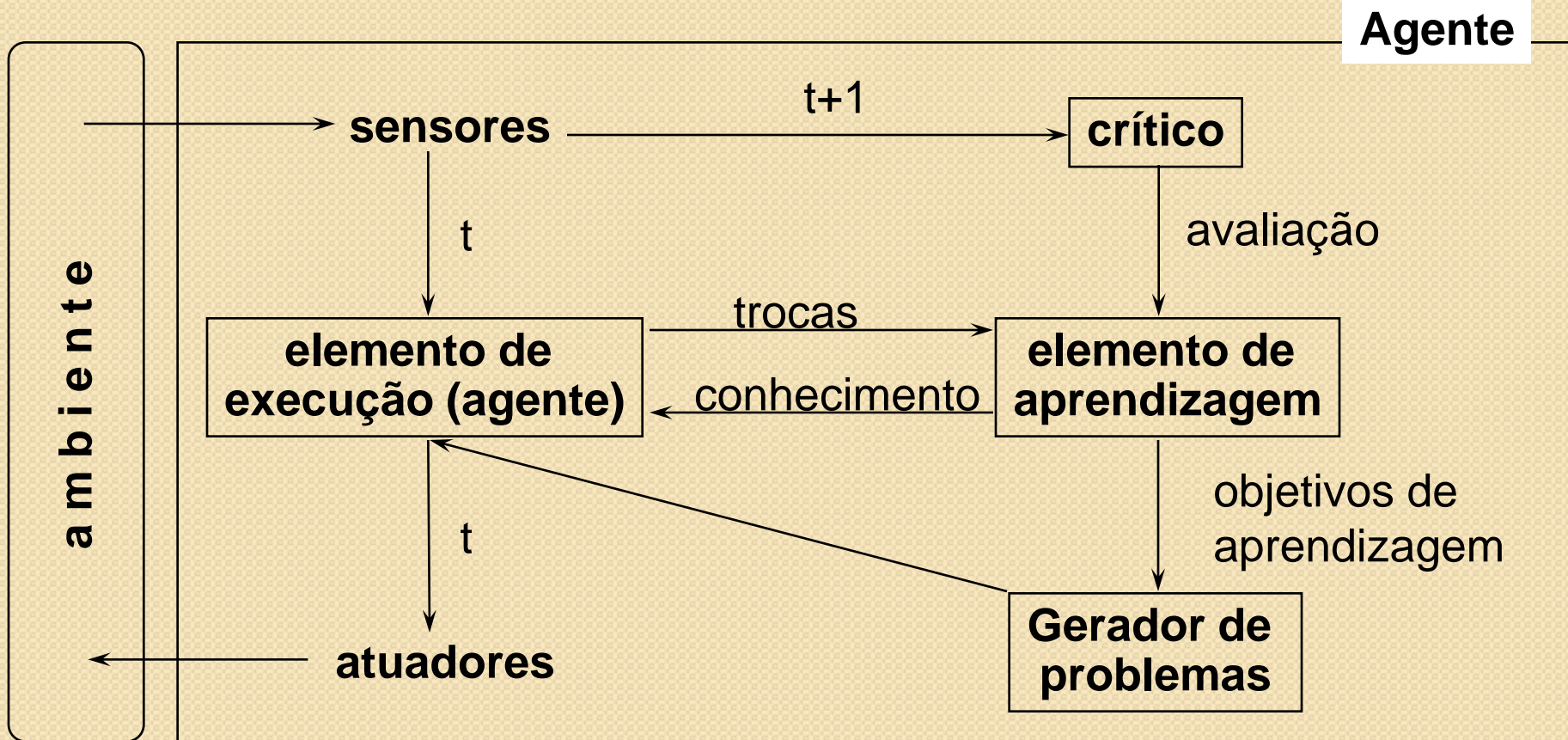
- **Vantagens e desvantagens**
 - Mais *complicado* e *ineficiente*, porém mais *flexível*, *autônomo*
 - Muda de comportamento mudando o objetivo
 - Não trata objetivos conflitantes
- **Ambiente:** determinista
- Ex. de objetivo: xeque-mate no xadrez

Agente otimizador - baseado em utilidade



- **Ambiente:** sem restrição
- Função de Utilidade pode ajudar a tratar conflitos de objetivos!
- Ex. motorista de táxi
 - Segurança e velocidade – **conflito!**

Agente que aprende



- **Ambiente:** sem restrição
- **Vantagem:** tem adaptabilidade (aprende)
- Ex. motorista sem o mapa da cidade



Inteligência Coletiva

IA Distribuída

Inteligência Coletiva

- Por que pensar a inteligência/racionalidade como propriedade de um único indivíduo?
- Não existe inteligência ...
 - Em um time de futebol?
 - Em um formigueiro?
 - Em uma empresa (ex. correios)?
 - Na sociedade?
- Solução: **IA Distribuída**

IA Distribuída

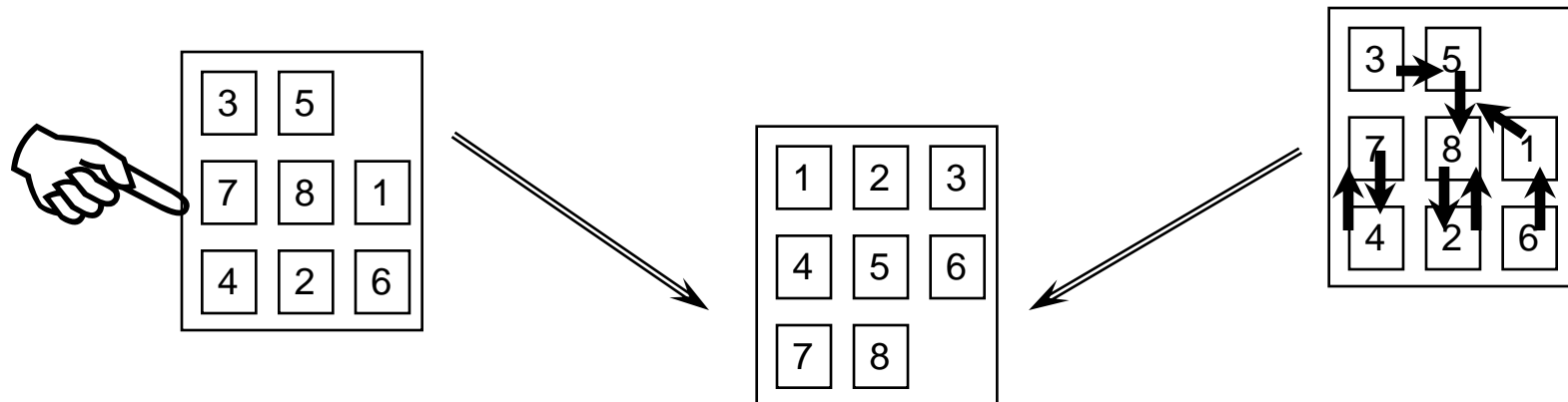
- Agentes simples que juntos resolvem problemas complexos
 - tendo ou não consciência do objetivo global
- O próprio ambiente pode ser modelado como um agente
- Dois tipos de sistemas:
 - Resolução distribuída de problemas
 - Sistemas Multi-agentes

Resolução distribuída de problemas

- Cada agente tem consciência do objetivo global
- Existe uma divisão clara de tarefas
- Exemplos:
 - Robótica clássica, Busca na Web, Gerência de sistemas distribuídos, ...

Sistemas Multi-agentes

- Não existe consciência do objetivo global
- Não existe divisão clara de tarefas
- Exemplos:
 - n-puzzle (jogo dos 8-números), futebol de robôs, balanceamento de carga, robótica, ...





Agentes em IA

Metodologia para projeto de sistemas e dicas de implementação

Projeto

Metodologia de desenvolvimento

- Decompõe o problema em:
 - **PEAS** dos agentes (Performance, Environment (ambiente), Atuadores e Sensores); &
 - **Objetivos** (ou **função utilidade**, se for o caso) dos agentes;
- Decompõe o conhecimento do agente em:
 - Quais são as propriedades relevantes do mundo?
 - Como identificar os estados desejáveis do mundo?
 - Como interpretar as suas percepções?
 - Quais as conseqüências das suas ações no mundo?
 - Como medir o sucesso de suas ações?
 - Como avaliar seus próprios conhecimentos?
 - São suficientes para resolver o problema?

Projeto

Metodologia de desenvolvimento

- O resultado dessa decomposição indica:
 - Arquitetura de agente adequada ao ambiente e ao problema a ser tratado
 - O método de resolução de problema (raciocínio)

Como desenvolver um software inteligente?

- Projeto:
 - Modelar o problema em termos de PEAS e Objetivos (ou função utilidade) dos agentes
 - Identificar o tipo de ambiente
 - Identificar a arquitetura do(s) agente(s)
- Implementação:
 - Componentes do agente
 - O simulador de ambientes
 - Testar o desempenho com diferentes instâncias do ambiente

Implementação Simulação do Ambiente

- Às vezes, é mais conveniente **simular o ambiente**
 - mais simples
 - permite testes prévios
 - evita riscos, etc...
- O ambiente (pedaço de código...)
 - recebe os agentes como entrada
 - fornece repetidamente a cada um deles as percepções corretas e recebe as ações escolhidas
 - atualiza os dados do ambiente em função dessas ações e de outros processos (ex. dia-noite)
 - é definido por um estado inicial e uma função de atualização
 - deve refletir a realidade

Simulação de Ambientes

- função **simulaAmbiente (estado, funçãoAtualização, agentes, final)**

repita

para cada *agente* em *agentes* **faça**

 Percept[*agente*] := pegaPercepção(*agente*, *estado*)

para cada *agente* em *agentes* **faça**

 Action[*agente*] := Programa[*agente*] (Percept[*agente*])

estado := funçãoAtualização(*ações*, *agentes*, *estado*)

scores := avaliaDesempenho(*scores*, *agente*, *estado*) //opcional

até final

Cuidado para não cair em tentação e “roubar” do ambiente a descrição do que aconteceu. Use a memória do agente!

Por que usar a “metáfora” de agentes?

1. Fornece uma visão unificadora das várias sub-áreas da IA
2. Fornece metodologias de desenvolvimento de sistemas inteligentes estendendo as de engenharia de software
3. Ajuda a embutir a IA em sistemas computacionais tradicionais
4. Permite tratar melhor a interação com o ambiente
5. Permite tratamento natural da IA distribuída