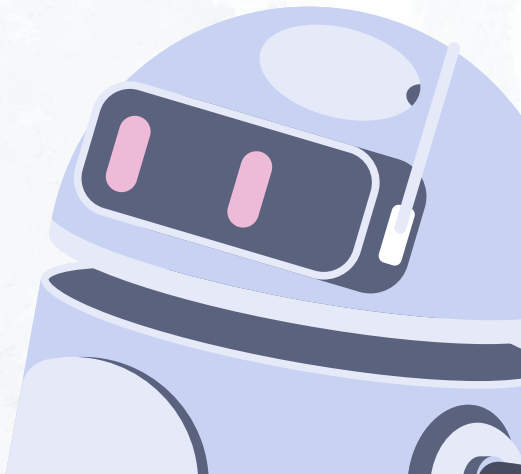


Introdução à Inteligência Artificial

João Paulo Aires

(IA)



Índice

01 → Introdução a Agentes

02 → Agentes

03 → Ambientes

04 → Tipos de Agentes

Objetivos

- Motivar a abstração de agentes;
- Introduzir a noção de agentes inteligentes;
- Descrever os vários tipos de ambientes onde um agente pode operar;
- Descrever os vários tipos de processos internos de um agente.

01 →

Introdução a Agentes

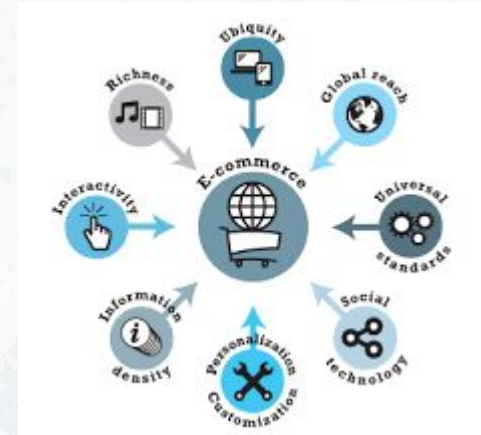
Introdução a Agentes

Tendências na Computação

- *Ubiquity* (onipresença);
- Interconectividade;
- Inteligência;
- Delegar;
- Orientação Humana.

Introdução a Agentes

Ubiquity (onipresença)



- Redução contínua no custo de computação;
- Poder de processamento em contextos/dispositivos que antes eram antieconômicos;
- A capacidade de processamento aumenta e se espalha;
- Sofisticação e “inteligência” tornam-se onipresentes (ou seja, em todos os lugares);
- Pergunta de R\$ 1 milhão: o que poderia se beneficiar de um processador?

Introdução a Agentes

Interconectividade



- Os sistemas de computador não são mais independentes;
- Sistema de sistemas conectados em rede como sistemas distribuídos muito grandes;
- Sistemas distribuídos e concorrentes se tornaram a norma.
 - Pesquisadores e profissionais que desenvolvem modelos (teóricos) de computação como interação entre muitos sistemas distribuídos.

Introdução a Agentes

Inteligência



- A complexidade das tarefas que somos capazes de automatizar e delegar computadores tem crescido constantemente;
- Feliz com esta definição de “inteligência”?
- ... uma questão filosófica, mas a questão é sobre a sofisticação da automação
- Se você não se sente confortável com esta definição de “inteligência”, provavelmente é porque você é um humano

Introdução a Agentes

Delegar



- Os computadores estão fazendo mais por nós... sem a nossa intervenção;
- Estamos dando controle aos computadores, mesmo em tarefas críticas de segurança;
 - a. Exemplo: aeronave fly-by-wire, onde o julgamento da máquina pode ser mais confiável do que um piloto experiente.
- Em andamento: carros drive-by-wire, sistemas de freios inteligentes, controle de cruzeiro que mantém distância do carro da frente, carros autônomos...

Introdução a Agentes

Orientação Humana



- Computação se afastando das visões de programação orientadas à máquina;
- Rumo a conceitos e metáforas que refletem mais de perto a maneira como os humanos (nós!) entendemos o mundo;
- Programadores (e usuários!) Relacionam-se com computadores de maneira diferente;
- Os programadores conceituam e implementam software em termos de níveis cada vez mais elevados - mais orientado para o **ser humano** – de abstração.

Introdução a Agentes

Evolução da Programação

- A programação progrediu através de:
 - Código de máquina;
 - Linguagem Assembly;
 - Linguagens de programação independentes de máquina;
 - Sub-rotinas;
 - Procedimentos e função;
 - Tipos de dados abstratos;
 - Objetos;
 - ... para ...
 - **Agentes**

Introdução a Agentes

Computação Global

- Que técnicas podem ser necessárias para lidar com sistemas compostos por 10^{10} processadores?
- Não se deixe intimidar por parecer “ficção científica”;
- Centenas de milhões de pessoas conectadas por e-mail já pareciam ser “ficção científica” ...
- Suponha que os modelos atuais de desenvolvimento de software não consigam lidar com isso. . .

Introdução a Agentes

Para onde isso tudo nos traz?

- Delegação e Inteligência implicam a necessidade de construir sistemas informáticos que possam atuar efetivamente em nosso nome. Isto implica:
 - A capacidade dos sistemas de computador de agir de forma independente;
 - A capacidade dos sistemas informáticos de agir de uma forma que represente os nossos melhores interesses enquanto interage com outros humanos ou sistemas.'

Introdução a Agentes

Interconectividade e Distribuição

- Interconectividade e distribuição tornaram-se temas centrais na Ciência da Computação;
- No entanto, a Interconectividade e Distribuição, juntamente com a necessidade de sistemas para representarmos nossos melhores interesses, implica sistemas que possam **cooperar** e **fechar acordos** (ou mesmo **competir**) com outros sistemas que têm interesses diferentes (assim como fazemos com outras pessoas).

02 →

Agentes

Agentes

Ao passo que a **Ciência da Computação se expande...**

- Essas questões não estavam sendo estudadas na Ciência da Computação até recentemente;
- Todas essas tendências levaram ao surgimento de um novo campo na Ciência da Computação:
 - **Sistemas Multiagentes**

Agentes

Agente, uma Definição

- *Um agente é um sistema de computador capaz de agir de forma **independente** em nome de seu usuário ou proprietário (descobrir o que precisa ser feito para satisfazer os objetivos, em vez de ser informado constantemente).*

Agentes

Sistema Multiagente, uma Definição

- Um Sistema Multiagente é aquele que consiste em vários agentes, que interagem uns com os outros;
- No caso mais geral, os agentes agirão em nome de usuários com diferentes objetivos e motivações;
- Para interagir com sucesso, eles exigirão a capacidade de **cooperar**, **coordenar**, e **negociar** entre si.

Agentes

Design de Agente, Design de Sociedade

- Dois problemas principais em sistemas multiagentes:
 - Como construimos agentes capazes de agir de forma independente e autônoma, para que possam executar com sucesso as tarefas que lhes delegamos? (**Design do Agente**)

Agentes

Design de Agente, Design de Sociedade

- Dois problemas principais em sistemas multiagentes:
 - Como construímos agentes que sejam capazes de interagir (cooperar, coordenar, negociar) com outros agentes, a fim de realizar com sucesso as tarefas delegadas, especialmente quando não se pode presumir que os outros agentes partilham os mesmos interesses/objetivos? (**Desenho da Sociedade**)

Agentes

Sistemas Multiagentes

- Em Sistemas Multiagentes, abordamos questões como:
 - Como pode a cooperação emergir em sociedades de agentes com interesses próprios?
 - Que tipos de idiomas os agentes podem usar para se comunicar?
 - Como podem os agentes interessados reconhecerem o conflito e como podem (mesmo assim) chegar a um acordo?
 - Como podem os agentes autônomos coordenarem as suas atividades de modo a alcançar objetivos de forma cooperativa?

Agentes

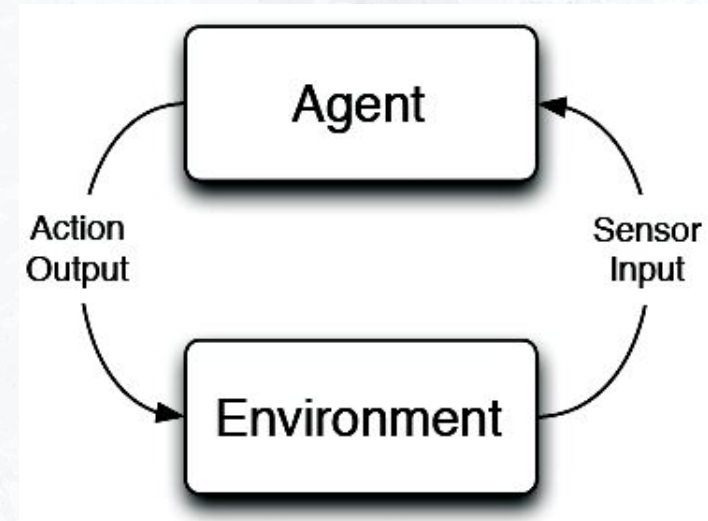
Sistemas Multiagentes

Embora estas questões sejam todas abordadas em parte por outras disciplinas (como economia e ciências sociais), o que torna o campo dos sistemas multiagentes único é o fato de enfatizar que os agentes em questão são **entidades computacionais que processam informação.**

Agentes

O que é um agente?

- O ponto principal sobre os agentes é que eles são **autônomos**: capazes de agir de forma independente, exibindo controle sobre o seu estado interno.
- Assim: um agente é um sistema computacional capaz de ação autônoma em algum ambiente, a fim de atender aos seus objetivos de projeto.



Agentes

Agentes Inteligentes

Um agente inteligente é um sistema computacional capaz de ação autônoma e flexível em algum ambiente:

- Normalmente, **agentes inteligentes** exibem 3 tipos de comportamento:
 - Reativo;
 - Pró-ativo; e
 - Sociais.

Agentes

Reatividade

- Se for garantido que o ambiente de um programa será fixo, um programa pode ser executado às cegas.
 - Exemplo de ambiente fixo: compilador
- O mundo real não é assim: a maioria dos ambientes são **dinâmicos**
- Um sistema **reativo** é aquele que mantém uma interação contínua com o seu ambiente e responde às mudanças que nele ocorrem (a tempo de a resposta ser útil); ou seja, em **tempo real**.

Agentes

Proatividade

- Reagir a um ambiente é fácil;
 - Por exemplo: estímulo → regras de resposta
- Mas geralmente queremos que os agentes **façam coisas por nós**
- Consequentemente, comportamento **direcionado a objetivos**
- Proatividade:
 - Gerando e tentando atingir metas;
 - Não é movido apenas por eventos;
 - Tomando a iniciativa;
 - Reconhecendo oportunidades.

Agentes

Equilibrando comportamento Reativo e Orientado a Objetivo

- Queremos que nossos agentes sejam reativos, respondendo às mudanças nas condições de maneira apropriada (oportuna);
- Queremos que nossos agentes trabalhem sistematicamente em direção a objetivos de longo prazo;
- Esses dois podem estar em conflito um com o outro;
- Projetar um agente que possa equilibrar os dois permanece um problema de pesquisa em aberto.

Agentes

Habilidade Social

- O mundo real é um ambiente **multiagente**: devemos considerar os outros ao planejar metas;
- Alguns objetivos só podem ser alcançados com a cooperação de outros
- Da mesma forma para muitos ambientes de computador (por exemplo, a Internet)
- A **habilidade social** dos agentes é a capacidade de interagir com outros agentes (e possivelmente humanos) através de algum tipo de linguagem de comunicação entre agentes e talvez cooperar com outros.

Agentes

Agentes = Objetos?

- Objetos:
 - Estado encapsulado;
 - Comunicar via passagem de mensagens;
 - Possui métodos que podem realizar operações em seu estado.
- Agentes:
 - **Autônomo:** noção de autonomia mais forte que os objetos, eles decidem se realizam ou não uma ação mediante solicitação
 - **Inteligente:** capaz de um comportamento flexível (reativo, proativo, social);
 - **Ativo:** sem provedores de serviços passivos.

Agentes

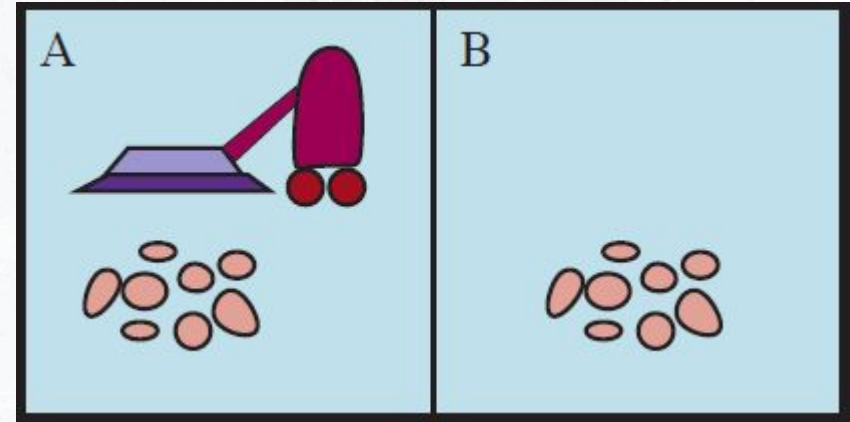
Inteligência Artificial & Agentes

- A Inteligência Artificial Clássica (IA) concentra-se em
 - Algoritmos para resolver problemas difíceis de decisão;
 - Por exemplo: Planejamento
 - Algoritmos para interpretar dados complexos;
 - Por exemplo: Visão Computacional / PLN
 - Representação e raciocínio do conhecimento;
 - Aplicações em suporte à decisão, jogos.

Agentes

Exemplo de Agente: Vacuum World

- Vacuum World:
 - Dois quartos;
 - Cada quarto pode estar sujo ou limpo.
 - Um robô aspirador.
 - Pode mover-se entre salas ou aspirar.



Agentes

Racionalidade

- A **medida de desempenho** fixa avalia a sequência do ambiente:
 - um ponto por quadrado limpo no tempo T ?
 - um ponto por quadrado limpo por intervalo de tempo, menos um por movimento?
 - penalizar por $> k$ quadrados sujos?

Agentes

Racionalidade

- Um **agente racional** escolhe qualquer ação que maximize o valor **esperado** da medida de desempenho, **dada a sequência de percepção até o momento**.
 - Racional \neq onisciente: as percepções podem não fornecer todas as informações relevantes;
 - Racional \neq clarividente: os resultados da ação podem não ser os esperados;
 - Portanto, racional \neq bem-sucedido
 - Racional \rightarrow exploração, aprendizado, autonomia

03 →

Ambientes

Ambientes

PEAS

Para projetar um agente racional, devemos especificar o ambiente da tarefa

- **P**erformance Measure (Medida de desempenho);
- **E**nvironment (Meio Ambiente)
- **A**tuadores
- **S**ensores

Ambientes

Ambientes

Dimensões do tipo de ambiente:

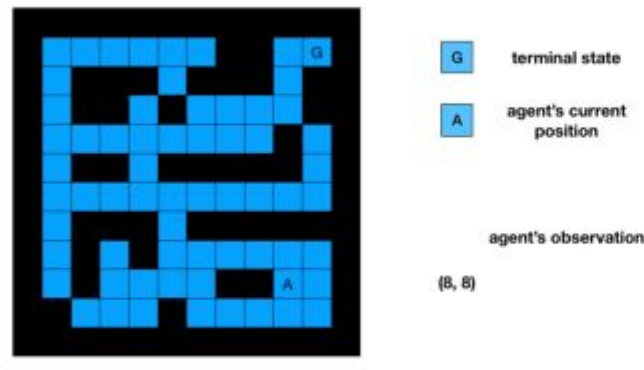
- Observabilidade
- Determinismo
- Dinamicidade
- Discretização

Ambientes

Acessível vs Inacessível

Observável vs Não-Observável

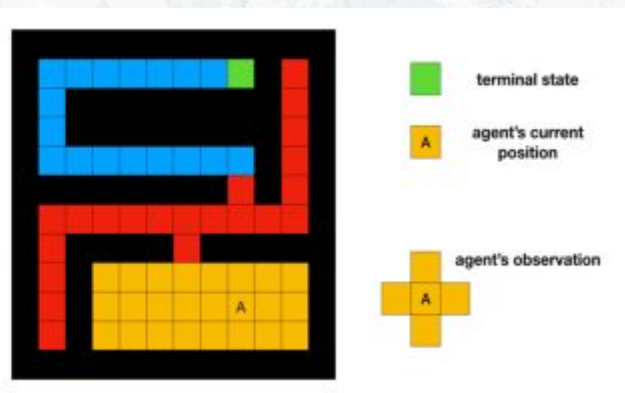
- A acessibilidade também é chamada de observabilidade (completa a parcial)
- Um ambiente acessível ou totalmente observável é aquele em que o agente pode obter informações completas, precisas e atualizadas sobre o estado do ambiente.



Ambientes

Acessível vs Inacessível

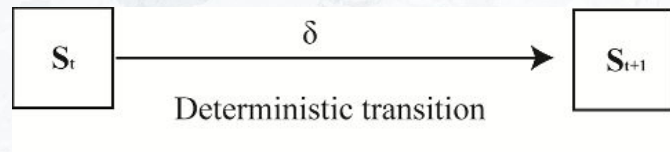
- A maioria dos ambientes moderadamente complexos (incluindo, por exemplo, o mundo físico cotidiano e a Internet) são inacessíveis ou parcialmente observáveis
- Quanto mais acessível for um ambiente, mais simples será construir agentes para operar nele



Ambientes

Determinístico vs Não-Determinístico

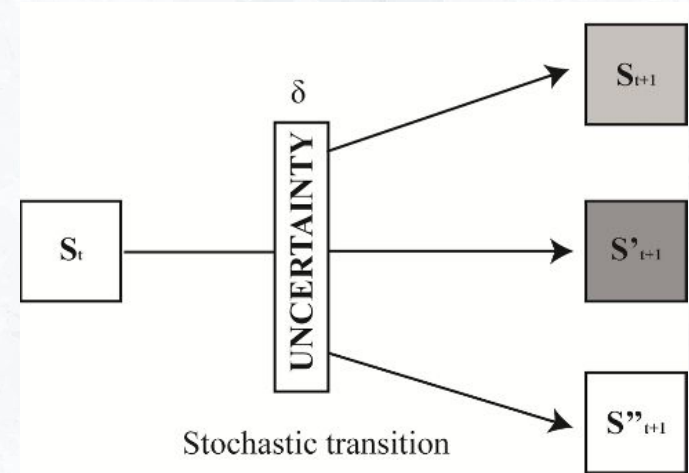
- Um ambiente **determinístico** é aquele em que qualquer ação tem um único efeito garantido
- Determinístico: **não há incerteza** sobre o estado que resultará da realização de uma ação



Ambientes

Determinístico vs Não-Determinístico

- O **mundo físico** pode ser considerado **não-determinístico**;
- Ambientes não determinísticos apresentam maiores problemas para o projetista do agente.



Ambientes

Episódico vs Não-Episódico

- Num ambiente **episódico**, o desempenho de um agente depende de uma série de episódios discretos, sem qualquer ligação entre o desempenho de um agente em diferentes cenários;
- Ambientes episódicos são mais simples do ponto de vista do desenvolvedor do agente;
- O agente pode decidir o que fazer com base apenas no episódio atual;
- Não há necessidade de raciocinar sobre as interações entre os episódios.

Ambientes

Estático vs Dinâmico

- Um ambiente **estático** é aquele que pode ser considerado inalterado, exceto pela execução de **ações pelo agente**.
- Um ambiente **dinâmico** é aquele que possui **outros processos** operando nele e, portanto, muda de maneiras além do controle do agente.
- Outros processos podem **interferir** nas ações do agente (como na teoria dos sistemas concorrentes)
- O mundo físico é altamente dinâmico!!!

Ambientes

Discreto vs Contínuo

- Um ambiente é **discreto** se houver um número **fixo** e finito de ações e percepções nele;
- Ambientes **contínuos** têm um certo nível de incompatibilidade com sistemas de computador;
- Ambientes discretos poderiam, em princípio, ser tratados por uma espécie de “tabela de consulta”.

Ambientes

Exercício

- Vamos classificar os seguintes ambientes:
 - Palavras-cruzadas
 - Xadrez com relógio
 - Pôquer
 - Gamão
 - Condução de táxi
 - Diagnóstico Médico
 - Análise de imagem
 - Robô selecionador de peças

Ambientes

Ambiente	Observável	Agentes	Determinístico	Episódico	Estático	Discreto
Palavras Cruzadas						
Xadrez (Rel)						
Pôquer						
Gamão						
Dirigir Táxi						
Diagnóstico Médico						
Análise Img						
Robô peças						

Ambientes

Ambiente	Observável	Agentes	Determinístico	Episódico	Estático	Discreto
Palavras Cruzadas	Completo	Um	Sim	Não	Sim	Sim
Xadrez (Rel)						
Pôquer						
Gamão						
Dirigir Táxi						
Diagnóstico Médico						
Análise Img						
Robô peças						

Ambientes

Ambiente	Observável	Agentes	Determinístico	Episódico	Estático	Discreto
Palavras Cruzadas	Completo	Um	Sim	Não	Sim	Sim
Xadrez (Rel)	Completo	Multi	Sim	Não	Semi	Sim
Pôquer	Parcial	Multi	Não	Não	Sim	Sim
Gamão	Completo	Multi	Não	Não	Sim	Sim
Dirigir Táxi	Parcial	Multi	Não	Não	Não	Não
Diagnóstico Médico	Parcial	Um	Não	Não	Não	Não
Análise Img	Completo	Um	Sim	Sim	Semi	Não
Robô peças	Parcial	Um	Não	Sim	Não	Não

04 →

Tipos de Agentes

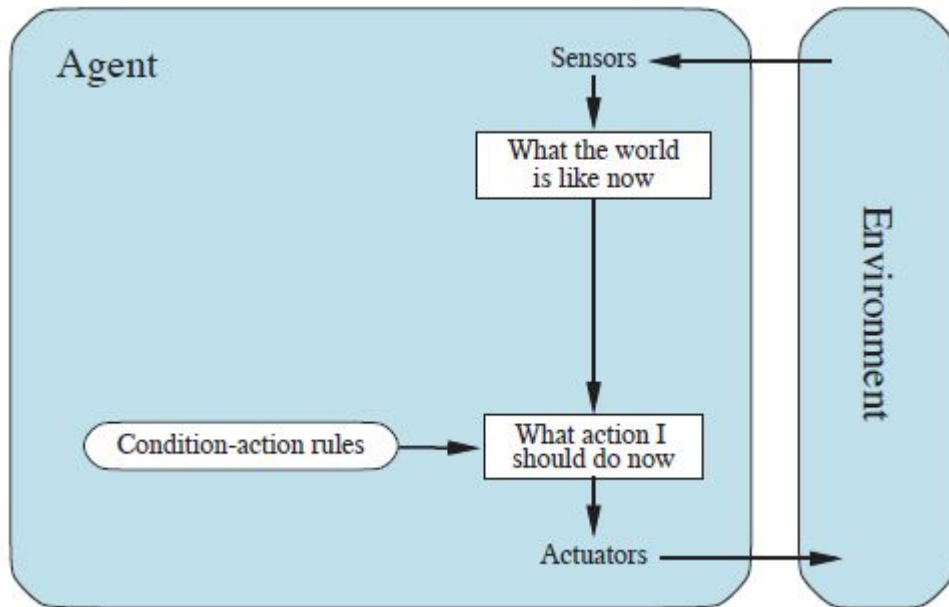
Tipos de Agentes

- Quatro tipos básicos em ordem crescente de generalidade:
 - Agentes de reflexos simples
 - Agentes reflexos com estado
 - Agentes baseados em objetivos
 - Agentes baseados em utilidade

Todos eles podem ser transformados em agentes de aprendizagem

Tipos de Agentes

Agentes de Reflexos Simples



função Agente de Reflexo Simples (percepção)

retorna uma ação

constante: regras → um conjunto de regras condição-ação

estado ← interpretaEntrada(percepção)

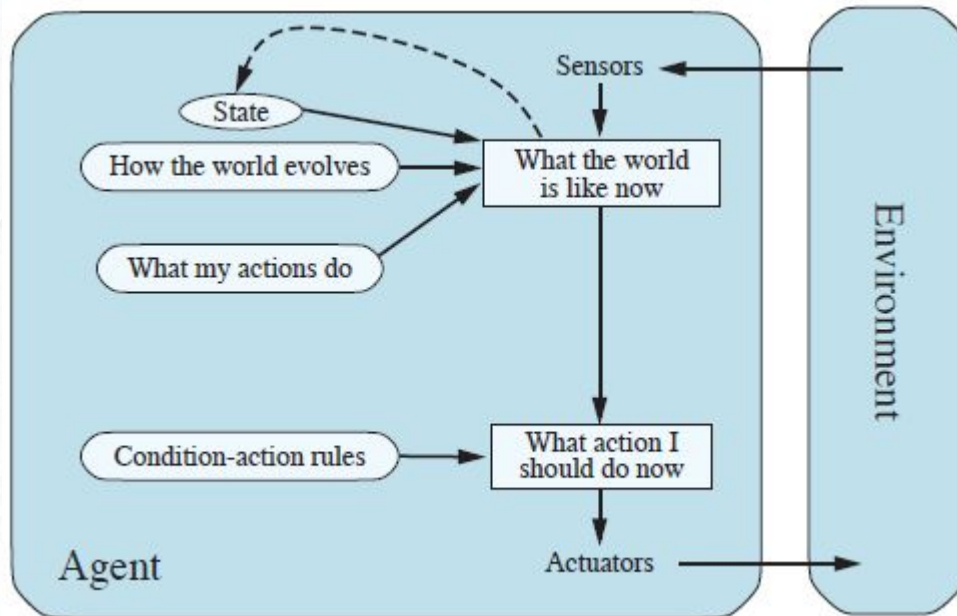
regra ← encontraRegra(estados)

ação ← regra.Ação

retorna ação

Tipos de Agentes

Agentes de Reflexos Baseado em Modelo



função Agente de Reflexo Modelo (percepção)

retorna uma ação

constante:

estado → concepção do mundo

t_m → modelo de dinâmica do ambiente

s_m → modelo de dinâmica do sensor

regras → um conjunto de regras

condição-ação

ação → a ação mais recente

estado ← atualizaEstado(estado, ação,
percepção, t_m, s_m)

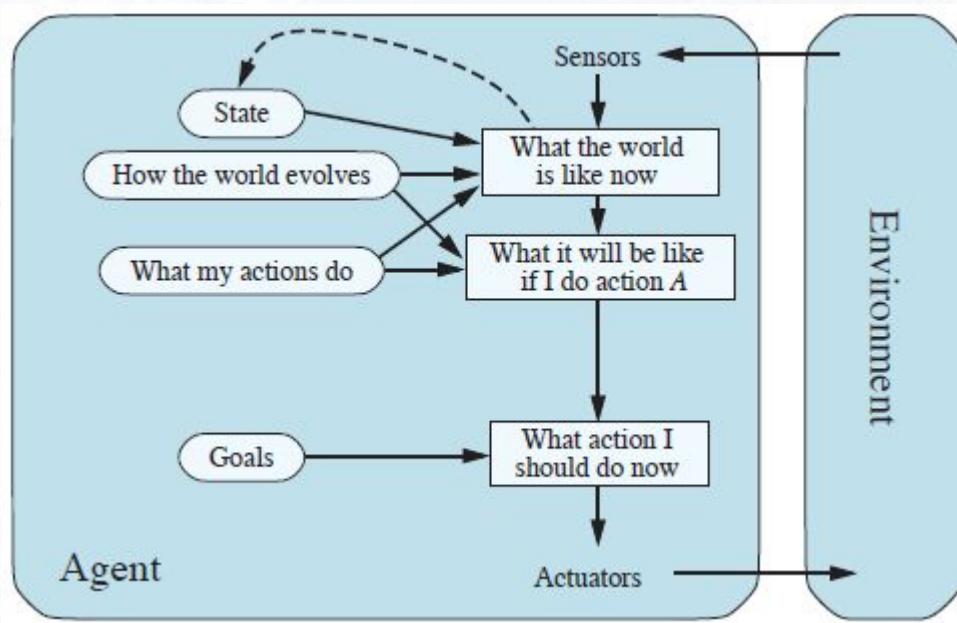
regra ← encontraRegra(estado, regras)

ação ← regra.Ação

retorna ação

Tipos de Agentes

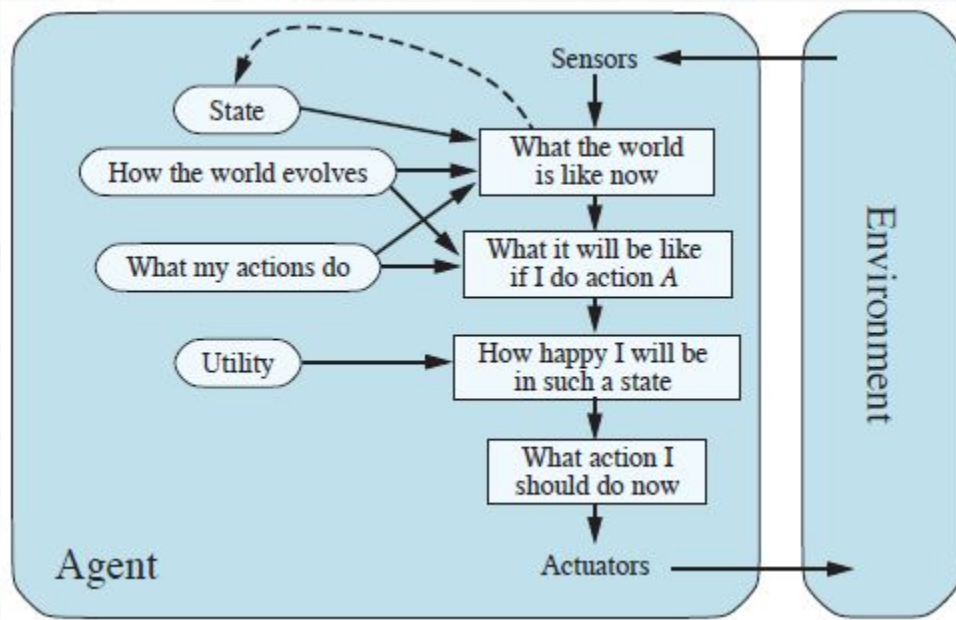
Agentes Baseados em Objetivos



- Objetivos (complexas) impulsionam o comportamento;
- Juntamente com um modelo permite o raciocínio de longo prazo
- Veremos isso em Busca e Planejamento

Tipos de Agentes

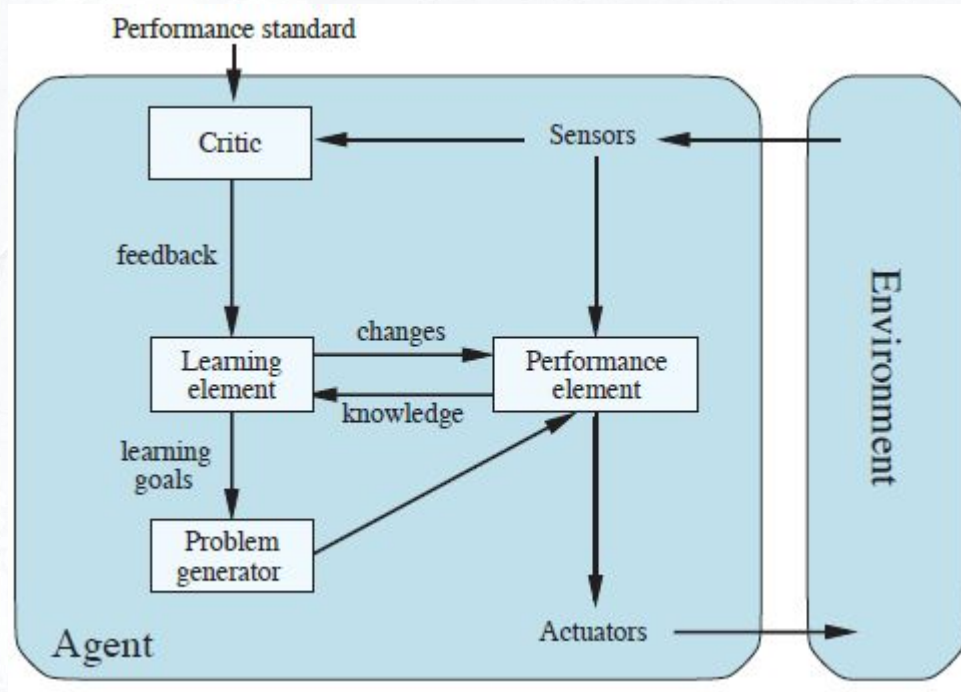
Agentes Baseados em Utilidade



- A noção econômica de utilidade (esperada) impulsiona o comportamento
- Ajuda a lidar com a incerteza
- Veremos isso em Incerteza e em Planejamento Estocástico

Tipos de Agentes

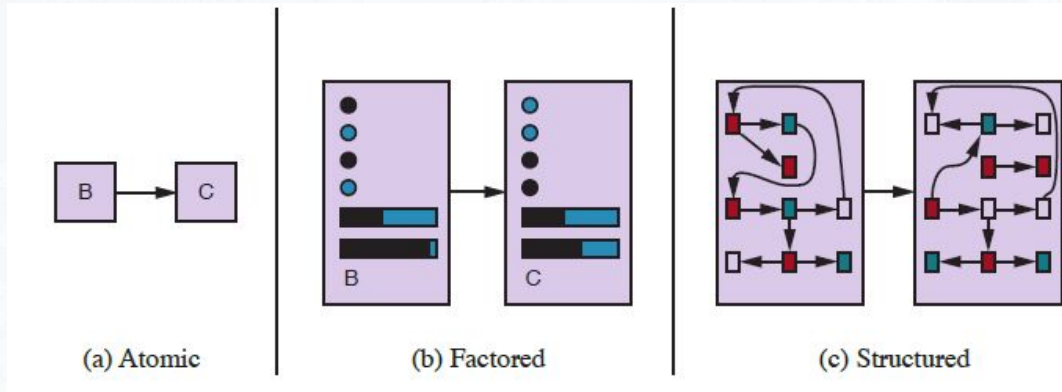
Agentes de Aprendizizado



- Introduz um elemento automático para programar agentes (aprendizado)

Tipos de Agentes

Como os componentes funcionam



- Estas são arquiteturas de alto nível, os algoritmos precisam de mais detalhes
- Aspecto principal dos algoritmos que veremos: representação de estado
 - Atômico: estados monolíticos, úteis para algoritmos de alto nível
 - Fatorado: os estados têm uma estrutura interna discernível, que podemos explorar
 - Estruturado: a estrutura interna inclui relações entre elementos estruturais.

Tipos de Agentes

Resumo de Agentes

- Agentes como uma abstração:
 - Sistema inteligente
 - Operando em um ambiente
- Ambientes:
 - Defina o problema com o qual um agente precisa lidar
 - Observabilidade, Determinismo, Dinamicidade, Discreto
- Arquiteturas de agentes:
 - Representação de estado
 - <https://www.youtube.com/watch?v=qv6UVOQ0F44>