

Inteligência Computacional

Projeto 1: Avaliação Experimental

Camila Andrade de Sena
Ciência da Computação
Universidade Estadual do Ceará

Agentes Inteligentes

De acordo com Stuart Russell e Peter Norvig, um **agente** é definido como uma entidade capaz de perceber o ambiente por meio de sensores e de agir sobre ele por meio de atuadores. Um exemplo clássico é o ser humano, que utiliza os olhos e ouvidos como sensores e órgãos como mãos e pernas como atuadores. Este exemplo, com características orgânicas, representa um **agente não artificial**. De forma similar, os animais também se enquadram nessa definição, empregando olhos e ouvidos como sensores e patas como atuadores.

Por outro lado, **agentes artificiais** incluem exemplos como assistentes virtuais e robôs autônomos. Um assistente virtual executa tarefas baseando-se em informações recebidas como entrada sensorial, como comandos digitados ou arquivos enviados, e atua sobre o ambiente agendando compromissos ou buscando informações, por exemplo. Já um robô autônomo, como um aspirador inteligente, percebe o ambiente físico por meio de câmeras que funcionam como sensores e utiliza motores como atuadores para se locomover e interagir com o espaço ao seu redor.

De qualquer forma, um agente que possui uma medida de desempenho eficiente, ou seja, que realiza suas tarefas de maneira correta, é denominado **agente racional**. Formalmente, a definição de um agente racional é a seguinte:

“Para cada sequência de percepções possível, 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.”

No que diz respeito à **medida de desempenho**, é importante destacar que ela não é fixa para todas as tarefas e agentes. Pelo contrário, deve ser elaborada conforme as circunstâncias e os objetivos específicos de cada situação.

Para o robô aspirador mencionado anteriormente, considere que sua ação consiste em limpar um quadrado se ele estiver sujo; caso contrário, o robô se move para o próximo quadrado. Uma boa medida de desempenho seria atribuir um ponto para cada quadrado limpo ao longo de 1.000 passos de tempo. Já para um agente em um jogo de tabuleiro, que escolhe movimentos para vencer a partida, a medida de desempenho poderia ser baseada em uma pontuação: +100 pontos para vitória, 0 pontos para empate e -50 pontos para derrota.

Isto posto, a primeira etapa no processo de projetar um agente é especificar o **ambiente de tarefa**, ou **PEAS** (**P**erformance, **E**nvironment, **A**ctuators, **S**ensors — desempenho, ambiente, atuadores, sensores), de forma o mais completa possível.

Primeiramente, deve-se questionar qual medida de desempenho será adotada como objetivo. Em seguida, é necessário definir qual ambiente o agente enfrentará. Além disso, é importante determinar quais atuadores estarão disponíveis para o agente e quais sensores básicos serão utilizados.

A Tabela 1 a seguir apresenta os elementos básicos do PEAS para dois tipos de agentes.

Tabela 1 - Dois tipos de agentes e suas descrições PEAS.

Tipo de agente	Medida de desempenho	Ambiente	Atuadores	Sensores
Sistema de controle de tráfego	Minimizar congestionamento, reduzir tempo de espera nos semáforos	Interseções urbanas, estradas, veículos em trânsito	Semáforos, painéis de mensagem eletrônica	Câmeras de trânsito, sensores de fluxo de veículos, dados GPS
Sistema de recomendação para e-commerce	Maximizar conversão de compras, minimizar taxas de abandono de carrinho	Plataforma de e-commerce, catálogo de produtos, clientes	Exibição de recomendações, alertas de promoções, envio de notificações	Histórico de navegação, dados de perfil do cliente, cliques nos produtos

No que se refere aos ambientes de tarefas, estes podem ser classificados em diferentes categorias com base em diversas **propriedades**, conforme detalhado abaixo.

- **Completamente observável** vs. **parcialmente observável**: Os ambientes podem ser completamente observáveis, onde o agente tem acesso total ao estado, ou parcialmente observáveis, onde o agente não possui informações completas devido a ruídos ou sensores imprecisos. Em casos em que não há sensores, o ambiente é considerado **inobservável**.

- **Agente único** vs. **multiagente**: Em ambientes de agente único, o agente interage de forma isolada, enquanto em ambientes multiagentes, vários agentes competem ou colaboram entre si. A interação pode ser **competitiva** ou **cooperativa**, como em jogos de xadrez ou no trânsito.

- **Determinístico** vs. **estocástico**: Ambientes determinísticos são aqueles em que as ações do agente sempre resultam em um estado previsível, enquanto ambientes estocásticos envolvem incertezas, em que os resultados das ações são probabilísticos. Ambientes reais frequentemente são tratados como estocásticos devido à sua imprevisibilidade.

- **Episódico** vs. **sequencial**: Em ambientes episódicos, as ações do agente são independentes entre os episódios, ou seja, cada episódio é isolado. Já em ambientes sequenciais, as decisões atuais influenciam as futuras, exigindo um planejamento a longo prazo.

- **Estático** vs. **dinâmico**: Ambientes estáticos não sofrem alterações enquanto o agente decide, enquanto em ambientes dinâmicos, o mundo ao redor do agente está em constante mudança, o que exige decisões adaptativas. Ambientes **semidinâmicos** apresentam mudanças no desempenho, mas não no estado do ambiente.

- **Discreto** vs. **contínuo**: Ambientes discretos têm estados e ações finitos e bem definidos, como em jogos de tabuleiro. Já ambientes contínuos envolvem uma gama infinita de estados e ações, como ao dirigir um veículo.

- **Conhecido** vs. **desconhecido**: Em um ambiente conhecido, o agente tem informações completas sobre as leis que regem seu funcionamento. Por outro lado, em um ambiente

desconhecido, o agente precisa aprender sobre o funcionamento do ambiente para tomar decisões eficazes.

Após descrever o comportamento dos agentes, o próximo passo consiste em detalhar seu funcionamento.

Nesse contexto, a **função do agente** é a sua tarefa ou objetivo, ou seja, o comportamento que se espera dele com base no histórico completo das percepções que ele recebe. O **programa do agente** é a implementação concreta dessa função, sendo o conjunto de instruções que determinam como o agente age com base nas percepções atuais que ele recebe. Já a **arquitetura** refere-se ao sistema físico ou computacional no qual o programa é executado, incluindo os sensores e atuadores que permitem a interação do agente com o ambiente.

Quanto aos **tipos de programas**, é possível descrever algumas estruturas principais que incorporam os princípios da maioria dos sistemas.

- **Agentes reativos simples:** Selecionam ações com base em percepções diretas do ambiente, sem a necessidade de memória ou histórico de ações passadas.

- **Agentes reativos baseados em modelo:** Mantêm um modelo interno de seu ambiente ou de seu estado atual, o que lhes permite melhorar o desempenho e se adaptar de maneira mais eficaz a diferentes situações.

- **Agentes baseados em objetivos:** Requerem uma descrição do estado atual e realizam ações com base em objetivos específicos. Eles respondem a estímulos e mudanças no ambiente de forma reativa, mas de maneira planejada para atingir metas predefinidas.

- **Agentes baseados em utilidade:** Tomam decisões com base em uma função de utilidade, respondendo diretamente aos estímulos do ambiente.

O quinto tipo é denominado **Agente com aprendizagem** e possui três elementos principais: o elemento de desempenho (que executa as ações), o elemento de aprendizado (que modifica o desempenho com base no feedback) e o crítico (que fornece esse feedback). Além desses, conta com o componente gerador de problemas, um componente exploratório cuja função é sugerir novas ações, levando a experiências inesperadas que geram novos conhecimentos.

Assim, utilizando o elemento de aprendizagem, é possível modificar qualquer componente de conhecimento dos agentes descritos, permitindo que o agente melhore continuamente sua performance, aprendendo com suas experiências e ajustando seus componentes com base nas informações recebidas.

Por fim, em relação à **arquitetura**, uma das categorizações mais comuns é a **Arquitetura Reflexiva Simples**, na qual o agente reage diretamente aos estímulos do ambiente com base em regras predefinidas. Um exemplo prático é o termostato, que ajusta a temperatura conforme as leituras do sensor.

Por outro lado, a **Arquitetura Deliberativa**, mais próxima do comportamento humano, divide o processo em três etapas: percepção, raciocínio e ação. Um exemplo disso é uma assistente pessoal digital, que planeja rotas de viagem considerando as preferências e restrições fornecidas pelo usuário.

Em suma, os agentes inteligentes representam uma das principais bases da inteligência artificial. A compreensão de suas definições, tipos, arquiteturas e programas permite identificar suas aplicações práticas e os desafios associados ao seu desenvolvimento.

Referências

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. [S. l.]: GEN LTC, 2013.

WOOLDRIDGE, Michael J. **An Introduction to MultiAgent Systems**. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2009.