

Inteligência Artificial

Apontamentos para as aulas

Luís Miguel Botelho

Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa

Julho de 2015

Introdução à Inteligência Artificial

Índice

- 1 CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA INTELIGENTE 4**
- 2 TECNOLOGIAS PARA SISTEMAS INTELIGENTES6**

Introdução à Inteligência Artificial

É difícil definir um critério exato que possa ser usado para distinguir um Sistema Inteligente de outro tipo de sistema informático. A principal dificuldade da definição de um tal critério resulta da inexistência de uma definição adequada de inteligência.

A Inteligência Artificial tem sido aplicada com maior ou menor sucesso a diversos domínios, por exemplo a visão, o processamento da língua natural, a aprendizagem automática, o planeamento e a calendarização (“scheduling”), a simulação de sistemas complexos (e.g., eco sistemas, clima, epidemias), e os sistemas especialistas em áreas de aplicação muito restritas (e.g., diagnóstico de equipamento eletrónico), habitualmente designados sistemas de apoio à decisão e sistemas periciais ("expert systems"). Têm sido desenvolvidos diversos sistemas inteligentes relacionados com gestão, a economia, a engenharia, a medicina, o entretenimento entre outros. Entre os vários tipos de aplicação dos sistemas inteligentes, enunciam-se os seguintes:

- Sistemas de interrogação de bases de dados usando língua natural
- Sistemas de tradução automática ou semiautomática (i.e., assistida)
- Sistemas tutores inteligentes (que ensinam os alunos)
- Agentes autónomos inteligentes para gerir informação dispersa na Internet
- Sistemas inteligentes de controlo de máquinas (e.g., automóveis) e outros dispositivos físicos
- Sistemas para descobrir padrões de consumo (padrões de preferências de produtos, padrões de compra)
- Sistemas para identificar segmentos de mercado
- Sistemas para determinar o perfil de consumidores (quais as características das pessoas que mais provavelmente reagem positivamente a uma campanha publicitária enviada pelo correio)
- Sistemas para determinar quotas de vendas
- Sistemas para avaliação de pedidos de crédito
- Sistemas para avaliação de riscos de seguros
- Sistemas para deteção de fraudes (descobrir utilizações fraudulentas de cartões de crédito, descobrir fraudes relacionadas com a segurança social)
- Sistemas de previsão de mercados financeiros
- Sistemas de modelação económica
- Sistemas para diagnosticar equipamentos com falhas
- Sistemas para auxiliar a identificação de compostos químicos (e.g., CRYNALIS, DENDRAL)
- Sistemas para auxiliar a tomada de decisão em explorações mineralógicas (PROSPECTOR)
- Sistemas para diagnosticar doenças e prescrever medicação (e.g., MYCIN)

- Sistemas para gerar configurações de computadores mediante as características do cliente (XCON)
- Sistemas para cálculo simbólico, por exemplo, simplificação de polinômios, diferenciação, integração (MACSYMA)
- Sistemas de auxílio no domínio dos cuidados de saúde (projeto CASCOM)
- Sistemas de configuração de entretenimento urbano (projeto Agentcities)
- Jogos de computador com inteligência artificial

Ao contrário do que sucedeu com os Sistemas Inteligentes de primeira geração, os quais foram concebidos isoladamente dos outros sistemas computacionais existentes nas organizações, hoje em dia, a integração é a palavra de ordem. A possibilidade de integração com sistemas existentes e com sistemas que venham a ser criados é uma propriedade desejável em Sistemas Inteligentes e na generalidade dos de sistemas informáticos.

Diversos Sistemas Inteligentes com sucesso, efetivamente usados durante períodos de tempo apreciáveis, e cujos resultados foram realmente úteis foram descontinuados porque a tecnologia com que foram criados não se integrava com os outros sistemas de informação existentes na organização. Esta constatação permite concluir que os sistemas inteligentes devem ser implementados usando uma tecnologia que permita a sua fácil integração com outros sistemas. Atualmente, pensa-se que as tecnologias baseadas em componentes e especialmente as tecnologias baseadas em agentes inteligentes são as melhores opções, desse ponto de vista.

1 Características de um Sistema Inteligente

Os sistemas inteligentes podem ser avaliados de acordo com um conjunto de características entre as quais se salientam a aprendizagem e capacidade de descoberta, a adaptação, a resistência a erros e falhas, e a capacidade de explicação. Naturalmente, nem todos os sistemas inteligentes exibem todas estas características. Em cada caso, deve analisar-se o domínio de aplicação escolhido e decidir quais destas características são mais importantes e quais são menos importantes. A escolha da tecnologia e do tipo de arquitetura do sistema dependem dessa decisão. Algumas tecnologias e arquiteturas são mais indicadas para a aprendizagem e descoberta, outras para adaptação, outras para a explicação, etc.

Aprendizagem e descoberta

Nos Sistemas Baseados em Conhecimento de primeira geração, o conhecimento era codificado "manualmente" por um Engenheiro do Conhecimento que obtinha conhecimento de vários peritos através de um processo relativamente longo e sujeito a erros, baseado em entrevistas. O grande objetivo, na altura, era o desenvolvimento de técnicas e a criação de ferramentas computacionais que facilitassem o processo de extração e codificação de conhecimento. Uma das vias para melhorar a extração e codificação do conhecimento foi a criação de interfaces apropriadas para a introdução de conhecimento no sistema pelo próprio perito ou pelo utilizador. Uma das abordagens foi o desenvolvimento de interfaces em língua natural; outra foi a criação de editores especializados e de visualizadores de conhecimento. Este esforço foi acompanhado pela criação de métodos de validação automática do conhecimento.

Outra via para contornar o processo de obtenção e codificação do conhecimento foi a aposta na aprendizagem automática. Em vez (ou além) da introdução explícita de conhecimento, o sistema deveria aprender novas regras e factos sobre o domínio da aplicação à medida que interagia com o utilizador.

Uma via intermédia foi a criação de sistemas em que o conhecimento introduzido consistia da descrição de casos concretos e das respetivas soluções. O sistema encarregava-se da aplicação do conhecimento relativo a casos existentes à resolução de novos casos, quer pela via da generalização do conhecimento (indução de regras gerais a partir dos casos particulares) quer pela via do raciocínio baseado em casos (analogia).

A quarta via centrou-se no aperfeiçoamento de métodos de representação de conhecimento a um nível de abstração mais elevado (i.e., mais próximo dos peritos e mais afastado das linguagens de programação), por exemplo através de diagramas e de tabelas de decisão.

Nos Sistemas Inteligentes mais modernos, tem-se insistido na via da extração de conhecimento a partir das bases de dados existentes nas organizações onde os sistemas funcionam. Em vez da introdução explícita de conhecimento, o sistema analisa os dados armazenados e descobre padrões regulares que dão origem a regras mais ou menos gerais. Esta técnica é conhecida por Extração ou Prospecção de Dados ("data mining") ou por Descoberta de Conhecimento ("knowledge discovery").

Por descoberta, entende-se a capacidade de descobrir novos conhecimentos, conhecimentos que não são introduzidos previamente no sistema. A descoberta está associada à possibilidade de gerar combinações novas e de alterar relações previamente conhecidas.

Capacidade de adaptação

Em grande parte das aplicações, as condições ambientais em que os sistemas funcionam alteram-se rapidamente. Os processos de negócios tornam-se obsoletos, por exemplo devido ao surgimento de novas tecnologias. Consequentemente, os sistemas desatualizam-se, isto é, parte do seu conhecimento deixa de poder aplicar-se. Por exemplo, os padrões de consumo são diferentes em períodos de recessão e em períodos de expansão, a influência da taxa de juro sobre a moeda é diferente de contexto para contexto. A permanente alteração das condições ambientais é enfrentada pela criação de sistemas capazes de se adaptarem dinamicamente às novas condições.

Resistência a erros e falhas

Por resistência a erros e falhas de conhecimento, entende-se a capacidade de lidar com informação errada, ambígua, irrelevante ou incompleta. Muitas vezes, não se dispõe de toda a informação necessária sobre os casos que o sistema tem que enfrentar. Outras vezes, a informação disponível é inconsistente (e.g., regras contraditórias provenientes de peritos diferentes, descrições de casos incompatíveis). Especialmente quando a informação é adquirida por meios automáticos (e.g., extração de dados, processamento de imagem ou de voz), ela pode ser corrompida por "ruído" ou dados irrelevantes, e pode ser ambígua (i.e., passível de interpretações alternativas).

Existem tecnologias que permitem desenvolver sistemas computacionais quando o conhecimento ou os dados disponíveis sofrem destes vários tipos de deficiências.

Capacidade de gerar explicações

A capacidade de explicar os seus raciocínios é uma das características importantes dos Sistemas Inteligentes. Essa capacidade é útil de dois pontos de vista. Em primeiro lugar, permite ao utilizador perceber as conclusões, sugestões e ações do sistema. Esta característica de alguns sistemas inteligentes é uma vantagem do ponto de vista pedagógico que reforça a confiança do utilizador no sistema. Em segundo lugar, a capacidade de explicação também é útil do ponto de vista da depuração do sistema, porque facilita a identificação e correção de conhecimento errado.

2 Tecnologias para sistemas inteligentes

Existem diversas tecnologias conceptuais e computacionais que podem ser usadas na criação de Sistemas Inteligentes. Essas tecnologias agrupam-se em duas grandes classes: as tecnologias simbólicas e as tecnologias não simbólicas (por vezes designadas sub-simbólicas). Nas primeiras, explora-se uma relação de representação entre os símbolos do sistema e a realidade (representação de regras, representação de objetos, representação de casos). Nas segundas, não existe essa relação de representação. Assentam em geral na computação de modelos numéricos. As tecnologias deste segundo grupo são também chamadas sub-simbólicas no sentido em que deveriam ser usadas nas camadas de mais baixo nível de abstração dos sistemas, isto é, nas camadas que implementam os mecanismos automáticos (não deliberativos) dos sistemas.

A Figura 1 apresenta uma classificação de várias tecnologias para a criação de sistemas inteligentes. Salienta-se que a distinção entre simbólico e não simbólico nem sempre é tão clara como se mostra na figura.

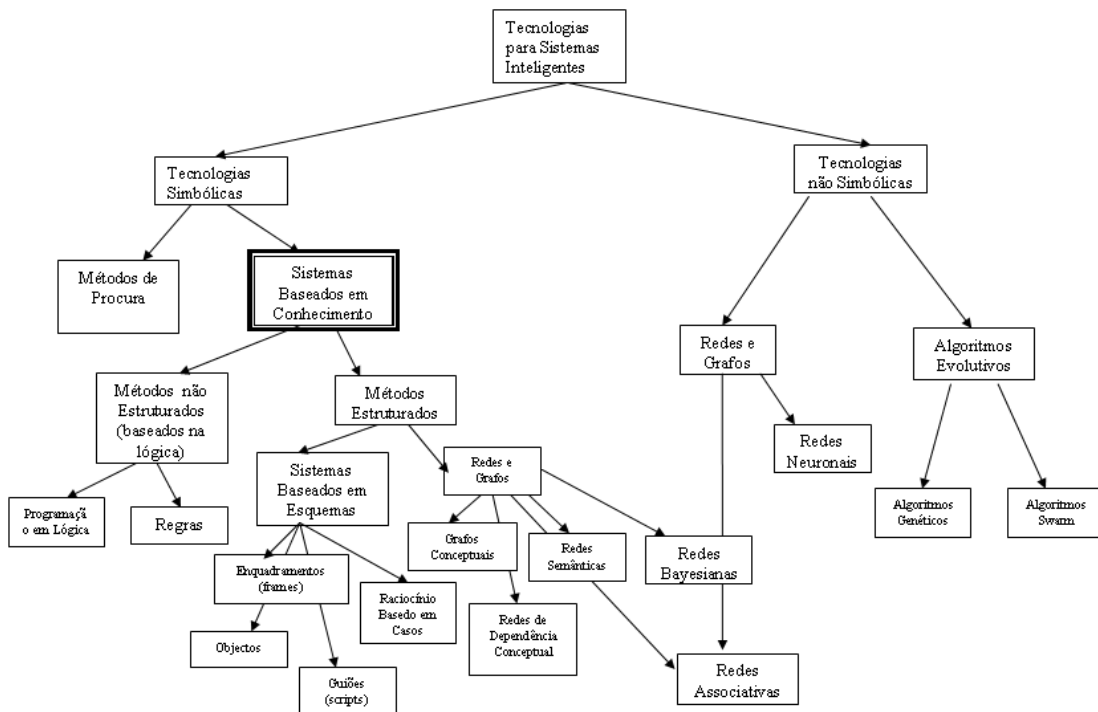


Figura 1 – Tecnologias para Sistemas Inteligentes

Como se mostra na Figura 1, os Sistemas Baseados em Conhecimento podem ser vistos como uma tecnologia conceptual e computacional para a criação de Sistemas

Inteligentes. Os Sistema Periciais (*Expert Systems*) são a classe de Sistemas Inteligentes em que a tecnologia dos SBCs tem sido mais usada. Por vezes, a expressão Sistema Baseado em Conhecimento é usada como sinónimo de Sistema Pericial.

Um Sistema Pericial é um SBC em que o conhecimento representado é obtido de um ou mais profissionais especialistas (peritos) da área de aplicação do sistema. É muito importante que o tipo de raciocínio de um Sistema Pericial seja semelhante ao de um perito, para que o seu comportamento possa ser compreendido pelos profissionais que o utilizam.