

Inteligência Artificial

Prof. Robson de Souza

Sistemas Especialistas

Para solucionar um problema é necessário ter conhecimento sobre ele, porém, dependendo do caso, o conhecimento requerido deve ser especializado. Em geral, especialistas resolvem problemas melhor e mais rápido nas suas áreas de especialidade. Vale ressaltar que conhecimento especializado (expertise) é um conhecimento mais **aprofundado, específico** a um determinado assunto ou área de aplicação, e que requer **longo tempo de aprendizagem**. Também é importante dizer que, em geral, esse tipo de conhecimento custa bem mais **caro** que o conhecimento de um não especialista. Levando tudo isso em consideração, surge a ideia de desenvolver sistemas que possuam o “conhecimento de um especialista”, desse modo, isso fica mais acessível e mais barato a um grupo maior de indivíduos.

Introdução

Um **sistema baseado em conhecimento (knowledge-based system)** é um sistema baseado em conhecimento armazenado (fatos, regras e procedimentos) e na manipulação desse conhecimento, visando a criação de novo conhecimento.

Um **sistema especialista (expert system)** é um sistema baseado em conhecimento que captura num computador conhecimento que um ou mais especialistas humanos tem sobre um domínio de aplicação (application domain) restrito. Sistemas especialistas são amplamente utilizados por organizações de grande e médio porte visando o **aumento de produtividade**, o **aumento de qualidade**, o **apoio a decisões estratégicas** e a **reengenharia de processos de negócios**.

Os primeiros sistemas especialistas foram desenvolvidos nos meados da década de 60. As primeiras aplicações comerciais surgiram no início dos anos 80. Com a popularização dos sistemas especialistas, começaram a surgir ferramentas para auxiliar a construção de sistemas especialistas, no início dos anos 80.

O conhecimento especializado envolve:

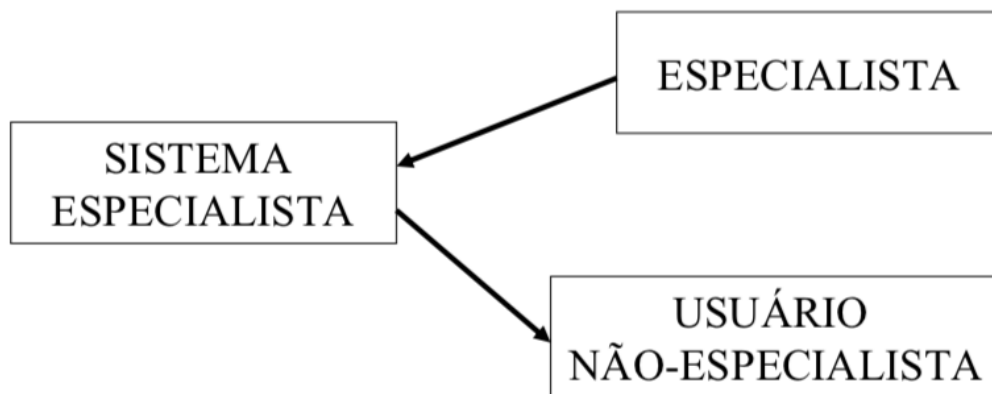
- fatos sobre a área do problema;
- teorias sobre a área do problema;
- regras e procedimentos sobre a área;
- regras heurísticas sobre o que fazer numa dada situação problemática;
- estratégias globais para resolver esse tipo de problema;
- meta-conhecimento (i.e., conhecimento sobre conhecimento).

Em geral, um especialista (expert) é capaz de ter um desempenho melhor do que um não-especialista nas seguintes tarefas:

- reconhecer e formular o problema;
- resolver o problema rápido e corretamente;
- explicar a solução encontrada;
- aprender a partir da experiência;
- reestruturar o conhecimento;
- quebrar regras, quando apropriado;
- determinar a relevância.

P&D em Sistemas Especialistas vem se desenvolvendo principalmente em relação a resolver os problemas rápido e corretamente e explicar as soluções encontradas. A ideia é transferir o conhecimento de um especialista ao sistema, de modo que ele possa solucionar os problemas de forma automatizada, com isso, um usuário não especialista pode acessar o sistema e obter respostas de um “especialista” sem o custo de aquisição de conhecimento para isso.

A figura abaixo mostra o esquema de um sistema especialista:



A transferência de conhecimento especializado a um sistema especialista e, daí, a um usuário não-especializado, envolve a **aquisição de conhecimento** (a partir do especialista), a **representação do conhecimento** no computador, **inferência sobre o conhecimento** e **transferência do conhecimento para o usuário**.

Componentes

O conhecimento é armazenado em uma **base de conhecimento** (knowledge base) e consiste de fatos (conhecimento declarativo) e procedimentos (conhecimento procedural). A capacidade de inferência é fornecida pelo **motor de inferência** (inference engine), um componente de software que inclui procedimentos para resolver o problema. A maioria dos sistemas especialistas é baseada em regras (rule-based). Uma regra é uma estrutura do tipo:

SE antecedente ENTÃO consequente

Por exemplo:

SE o motor está parado
 E a pressão do combustível é menor do que 38 psi
 E o marcador de pressão está funcionando bem,
ENTÃO
 existe uma falha no sistema de combustível.

Uma característica única dos sistemas especialistas é a sua capacidade de explanação. O **subsistema de explanação** (explanation subsystem) é capaz de: examinar o próprio raciocínio do sistema especialista e explicar a sua operação ao usuário.

Sistemas especialistas possuem características únicas:

- Podem chegar a resultados razoáveis baseado em informação incompleta;
- O sistema pode operar com só algumas regras;
- A execução se dá usando heurísticas e lógica;
- Podem cometer erros;
- É fácil mudar as regras de um sistema especialista;
- A base de conhecimento é claramente separada do mecanismo de processamento (inferência);
- Trabalham com a representação e a manipulação de conhecimento;
- Lidam facilmente com dados qualitativos;
- Usam representações de conhecimento simbólicas;
- Capacidade de explanação é requisito básico deles;
- Podem manipular efetivamente grandes bases de conhecimento;

Sistemas Especialistas são usados em dois ambientes distintos, o **ambiente de desenvolvimento** (usado pelo desenvolvedor do SE para construir seus componentes e colocar conhecimento no SE) e o **ambiente de consulta** (usado pelos usuários do SE para obter orientações).

Em resumo, os principais componentes de um Sistema Especialista são a base de conhecimento, o módulo de aquisição de conhecimento, o motor de inferência, uma interface com o usuário, a área de trabalho, o módulo de explanação e o subsistema de refinamento do conhecimento.

O **módulo de aquisição de conhecimento** (knowledge acquisition subsystem) permite a transferência de conhecimento vindo de especialistas ou documentos para a base de conhecimento do SE. A aquisição de conhecimento é uma das tarefas mais difíceis na construção de um SE.

O profissional encarregado da aquisição de conhecimento é o **engenheiro de conhecimento** (knowledge engineer). Ele busca estruturar o conhecimento do especialista numa forma que possa ser representada na base de conhecimento. O engenheiro de conhecimento também é o construtor do sistema especialista.

A base de conhecimento (knowledge base) contém conhecimento estruturado sobre o domínio de aplicação específico e envolve fatos, teorias, regras, heurísticas, procedimentos e estratégias globais. O processo de codificação desse conhecimento na base de conhecimento é dito representação de conhecimento.

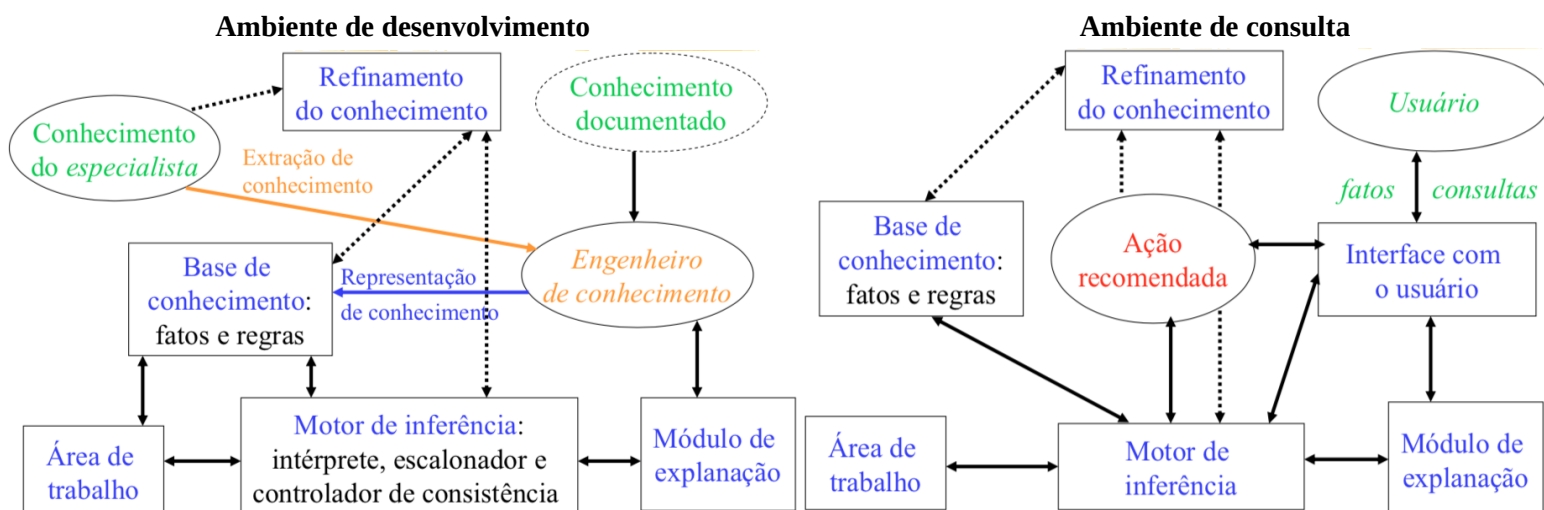
Com relação ao motor de inferência, ele contém a estrutura de controle que permite raciocinar sobre o conhecimento que se encontra na base de conhecimento e na área de trabalho (blackboard). O motor de inferência mantém um escalonador que organiza e controla os passos necessários para solucionar o problema. Os principais componentes do motor de inferência são:

- Um intérprete (interpreter) que executa os itens escolhidos no escalonador, aplicando as regras adequadas da base de conhecimento.
- Um escalonador (scheduler) que mantém a ordem dos passos.
- Um controlador de consistência (consistency enforcer) que mantém uma representação consistente da solução.

A **área de trabalho** (blackboard) é uma memória de trabalho que contém uma descrição do problema, resultados intermediários, hipóteses intermediárias e decisões intermediárias, além de um plano de solução do problema, um escalonamento de ações a serem executadas e uma solução (hipóteses de trabalho e cursos alternativos de ação).

O **módulo de explanação** (explanation subsystem) possibilita ao usuário do sistema acompanhar o raciocínio do SE. O usuário pode perguntar ao SE como ele chegou a tal conclusão, por que alguma alternativa foi rejeitada, por que o SE perguntou tal questão, quais passos faltam para chegar a uma conclusão, entre outras coisas.

O **subsistema de refinamento do conhecimento** (knowledge refining system) tenta emular a capacidade humana de aprender com a própria experiência de resolver os problemas analisando o uso que o SE fez do conhecimento e seus erros e acertos no processo de solução do problema. As figuras abaixo mostram a estrutura de um SE do ponto de vista de desenvolvimento e do ponto de vista do usuário.



Referências bibliográficas:

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. Inteligência artificial. Elsevier, 2004.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Inteligência artificial. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2013. ISBN 9788595156104.