

Sistemas Especialistas Aplicados à Engenharia



EAILAB



**Expert Systems in
Artificial Intelligence**



Sistemas Especialistas Aplicados à Engenharia

Introdução à Lógicas Alternativas



Mini-curriculo do Professor

- Pós-doutorado em Ciências (Sistemas Eletrônicos) pela POLI/USP (2023)
- Doutor em Ciências (Sistemas Eletrônicos) pela POLI/USP (2021)
- Mestre em Engenharia Mecânica pela UNISANTA (2017).
- Tutoria EAD pela FGV (2004) e Docência Nível Superior pela FGV (2002).
- MBA Em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas RJ (2001), com extensão de MBA na Universidade da Califórnia – Campus Irvine (2001).
- Professor Licenciado para ensino de nível segundo grau pelo CEFET – Paraná (1995).
- Engenheiro Eletrônico pela UNISANTA (1991).
- Professor Titular EBT (2022) da IFSP Cubatão desde 1992. Professor da UNISANTOS (2003 - 2015) e FORTEC (1990 - 1992).
- Pesquisador do EAILab e dos grupos de pesquisa Labmax e AutomSystem do IFSP.
- É colaborador e possui tutoriais publicados no Site Teleco (www.teleco.com.br), desde 2011.
- Obteve Certificações Cisco Business Transformation (2015), PMI (2012), Wireless CWNA, Cisco CCNA & CCNP de Router & Switches (2011).
- Inglês e Espanhol fluentes. Noções de Frances.
- Atuou profissionalmente em todo o Brasil, EUA, Inglaterra, França, Romênia, China e toda LATAM.
- Possui cursos de Fibras Óticas, Microcontroladores, Redes Wireless, Cisco (CCNA, QoS, VoIP), Gerenciamento de Projetos, entre outros.
- Atuou em empresas como Medidata, Cisco, Alcatel-Lucent (Nokia), MSI (hoje Menthum), Evadin , TV Tribuna (Afiliada Rede Globo), ocupando cargos Técnicos, de Consultoria e Gerencia.

Raciocínio em IA:

- Raciocinar é um ato de derivar uma conclusão a partir de certas premissas usando uma metodologia.
- Raciocínio é um processo de pensar, logicamente argumentando, tirando inferência.
- Quando um sistema é requerido para fazer alguma coisa, porém não é explicitamente explicado como fazê-lo, deve-se raciocinar. Deve-se descobrir o que precisa saber a partir do que já sabe.
- Muitos tipos de raciocínios tem sido identificados e reconhecidos, porém muitas questões relativas às suas propriedades lógicas e computacionais ainda permaneciam sob controvérsia.
- Métodos populares de raciocínio incluem: abdução, indução, baseado em modelo, explicação e confirmação. Todos eles estão intimamente relacionados com problemas de revisão de crenças e desenvolvimento de teorias, assimilação de conhecimento, descoberta e aprendizagem.

Capacidade de raciocínio humano:

- Amplamente é dividido em 3 áreas:
 - **Raciocínio matemático:** axiomas, definições, teoremas e provas.
 - **Raciocínio lógico:** dedutivo, indutivo, abdutivo.
 - **Raciocínio não lógico:** linguístico, linguagem.
- Os três mencionados acima estão em todos os seres humanos, mas o nível de habilidade depende da educação, da genética e do meio ambiente.
- Quociente Inteligência (QI) = raciocínio matemático + raciocínio lógico, enquanto o quociente emocional depende principalmente de capacidades de raciocínio não lógico.
- **O raciocínio lógico é a maior preocupação em IA.**

Raciocínio Lógico

- **Lógica** é uma linguagem de raciocínio. Ela é uma coleção de regras chamadas argumentos lógicos que se usa quando raciocinando logicamente.
- **Raciocínio Lógico** é um processo de extrair conclusões a partir de premissas usando regras de **inferência**.
- O estudo é dividido em 2: **lógica formal e informal**.
- **Lógica formal** é também chamada de **lógica simbólica**.
- **Lógica Simbólica** é o estudo de abstração simbólica (construção) que captura as características formais da inferência lógica por um sistema formal.
- **Sistema Formal** consiste de 2 componentes, uma **linguagem formal** e um conjunto de **regras de inferência**. O sistema formal tem **axiomas**.
- **Axioma** é uma **sentença** que é sempre verdade dentro do sistema.
- **Sentenças** são derivadas usando os axiomas do sistema e regras de derivação chamadas de **teoremas**.

Lógica Formal

- Estudo da inferência com conteúdo puramente formal, ou seja, onde o conteúdo é explicitado.
- Argumentos lógicos são conjunto de regras para manipular símbolos.
 - Regras de sintaxe: como construir expressões significativas
 - Regras de inferência: como obter fórmulas verdadeiras de outras fórmulas verdadeiras.
- Necessita semântica, que diz como assinalar significado às expressões.

Lógica Informal

- Estudo dos argumentos apresentados na linguagem natural.
- A análise das estruturas de argumentos em linguagem comum é parte da lógica informal.
- O foco está em distinguir bons argumentos (válidos) e argumentos ruins (inválidos).

Princípios da Lógica Clássica

1. **Princípio da Identidade:** toda proposição ou objeto é idêntico a si mesmo.
2. **Princípio da Identidade Proposicional:** Toda proposição implica nela mesma.
3. **Princípio do Terceiro Excluído:** De duas proposições contraditórias, isto é, uma nega a outra, uma delas é Verdadeira.
4. **Princípio da Não-contradição:** Entre duas proposições contraditórias, uma delas é Falsa.

Assim sendo, a lógica clássica é binária: uma declaração é falsa ou verdadeira, não admitindo ser ao mesmo tempo parcialmente verdadeira e parcialmente falsa!

Incerteza em Raciocínio

- O mundo é um lugar de incertezas.
 - Muitas vezes o conhecimento é imperfeito, que causa incertezas.
 - Assim sendo, raciocínio deve ser capaz de operar com incertezas.
- Sistemas de IA devem ter a habilidade de raciocinar sob condições de incerteza:
 - **Conhecimento incompleto:** compensa lacunas de conhecimento.
 - **Inconsistências de conhecimento:** resolve ambiguidades e contradições.
 - **Mudando o conhecimento:** atualiza o conhecimento com o tempo.

Existem muitos tipos de lógica não clássica, que incluem:

- a) **Lógica Matemática:** Estuda as bases matemáticas da lógica. É uma extensão da lógica simbólica para o estudo dos modelos, teoria da demonstração, teoria dos conjuntos e teoria da recursão.
- b) **Lógica Proposicional:** Estuda as proposições e as operações lógicas que podem ser realizadas com elas.
- c) **Lógica de Primeira Ordem:** Estuda os predicados e as quantificações que podem ser aplicadas a eles.
- d) **Lógica Modal:** Estuda a relação entre a possibilidade, a necessidade e a contingência.
- e) **Lógica da computabilidade:** Formal da computabilidade construída semanticamente - em oposição à lógica clássica, que é uma teoria formal da verdade - que integra e estende a lógica clássica, linear e intuicionista.
- f) **Semântica dinâmica:** Interpreta fórmulas como funções de atualização, abrindo a porta para uma variedade de comportamentos não clássicos.

Existem muitos tipos de lógica não clássica, que incluem:

- g. **Lógica intuicionista:** Rejeita a lei do terceiro excluído, a eliminação da dupla negação e parte das leis de De Morgan;
- h. **Lógica de muitos valores:** Rejeita a bivalência, permitindo valores de verdade diferentes de verdadeiro e falso. As formas mais populares são a lógica de três valores, desenvolvida inicialmente por Jan Łukasiewicz, e a lógica de valores infinitos, como a **Lógica Fuzzy**, que permite qualquer número real entre 0 e 1 como valor verdade.
- i. **Lógica paraconsistente:** Estuda sistemas formais que podem apresentar contradições sem que, com isso, seja possível derivar uma proposição qualquer dentro do sistema. rejeita o princípio da explosão e tem uma estreita relação com o dialeteísmo.
- j. **Lógica quântica:** Conjunto de regras para a manipulação de proposições inspiradas na estrutura da teoria quântica.
- k. **Lógicas da relevância, linear e não monotônica:** Rejeitam a monotonicidade da implicação;
- l. **Lógica não reflexiva (ou "lógica de Schrödinger"):** Rejeita ou restringe a lei da identidade.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M.; TORRES, G. L. Inteligência Artificial com Redes de Análises Paraconsistentes. 1º edição, LTC, 314 p., 2008.

Bringsjord, Selmer and Naveen Sundar Govindarajulu, "Artificial Intelligence", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2024 Edition), Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.) Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2024/entries/artificial-intelligence/>. Acessado em Maio 5, 2024.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. Artificial intelligence: a modern approach. Pearson, 4th edition, 2016.

PRIEST, G.; TANAKA, K.; WEBER, Z. Paraconsistent Logic. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2022. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/cgi-bin/encyclopedia/archinfo.cgi>. Acessado em Maio, 16, 2024.

CINTULA, P. FERMULLER, C. G.; NOGUERA, C. Fuzzy Logic. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2023. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/cgi-bin/encyclopedia/archinfo.cgi?entry=logica-fuzzy>. Acessado em Maio, 16, 2024.

SHAPIRO, S.; KOURI KISSEL, T. Classical Logic. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2024. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/logic-classical/>. Acessado em Maio, 16, 2024.