

Nota: Este material complementar, disponível em https://www.rettore.com.br/public_data/lectures/ representa uma cópia resumida de conteúdos bibliográficos disponíveis gratuitamente na Internet.

Representação de Conhecimento e Incerteza

[Introdução](#)

[Representação de Conhecimento](#)

[Ontologia](#)

[Redes Semânticas](#)

[Lógica de Proposições](#)

[Lógica de Predicados](#)

[Lógica de Primeira Ordem \(FOL\)](#)

[Aplicações](#)

[Resumo](#)

[Incerteza](#)

[Teoria das Probabilidades](#)

[Redes Bayesianas](#)

[Lógica Fuzzy](#)

[Referências](#)

Introdução

Representação de conhecimento refere-se a como sistemas de inteligência artificial (IA) organizam e utilizam informações. Existem várias formas de representar conhecimento em IA, cada uma adequada a diferentes tipos de problemas e contextos:

1. **Ontologias:** São estruturas que definem conceitos e as relações entre eles, permitindo a organização do conhecimento de forma hierárquica e conectada. Ontologias ajudam a IA a entender as relações entre diferentes objetos e conceitos em um domínio específico.
2. **Redes Semânticas:** São grafos que ligam conceitos através de arestas, representando as relações entre eles de maneira visual. Elas facilitam a navegação e inferência sobre como ideias estão conectadas, como se cada conceito fosse um nó em uma teia de conhecimentos interligados.
3. **Lógica de Proposições:** É uma forma simples de representar conhecimento usando proposições, que são declarações que podem ser verdadeiras ou falsas. Essa lógica permite descrever regras e fatos de forma direta, mas é limitada ao não capturar relações mais complexas.
4. **Lógica de Predicados:** Mais poderosa que a lógica proposicional, a lógica de predicados permite a representação de relações mais complexas, usando quantificadores e variáveis. Ela possibilita a modelagem de situações em que objetos e suas propriedades interagem de maneira detalhada.

Cada tipo de representação auxilia a IA de maneira única:

- **Ontologias** organizam o conhecimento de forma hierárquica e conectada.
- **Redes Semânticas** mapeiam relações diretas entre conceitos, permitindo inferências.
- **Lógica de Proposições** lida com regras simples, enquanto a **Lógica de Predicados** permite a modelagem de relações mais complexas.

Incerteza é uma questão central em IA, pois muitas vezes o conhecimento disponível não é completo ou exato. Para lidar com incertezas, existem diferentes técnicas. As três técnicas descritas ajudam a IA a tomar decisões mais inteligentes em cenários onde as informações são incertas ou incompletas, o que é muito comum em problemas do mundo real.

1. **Teoria das Probabilidades:** Essa teoria permite modelar a incerteza ao atribuir probabilidades aos eventos, descrevendo a chance de algo ocorrer com base em dados anteriores ou conhecimento parcial.
2. **Redes Bayesianas:** São grafos que representam relações probabilísticas entre variáveis. Elas ajudam a calcular a probabilidade de eventos incertos, levando em consideração dependências entre diferentes fatores.
3. **Lógica Fuzzy:** Ao contrário da lógica clássica, que define algo como completamente verdadeiro ou falso, a lógica fuzzy trabalha com graus de verdade. Ela é usada para modelar situações onde as fronteiras entre verdade e falsidade não são claras, permitindo à IA lidar com incerteza de forma mais flexível.

Representação de Conhecimento

Ontologia

- **Exemplo:** Uma ontologia para o domínio da medicina pode incluir conceitos como "doenças", "tratamentos" e "sintomas". A ontologia estabelece relações, como "a doença X tem o sintoma Y" ou "o tratamento Z é indicado para a doença X".
- **Como funciona:** As ontologias estruturam o conhecimento de forma hierárquica, agrupando conceitos e suas relações. Isso facilita o entendimento de como diferentes elementos se conectam e permite que sistemas de IA façam inferências lógicas. Em aplicações práticas, como assistentes médicos, a IA pode usar uma ontologia para sugerir diagnósticos com base nos sintomas apresentados pelo paciente.

Redes Semânticas

- **Exemplo:** Uma rede semântica para um sistema de recomendação de filmes pode ter conceitos como "filmes", "atores", "gêneros" e "diretores". As relações podem incluir "ator A atuou no filme B" ou "filme C pertence ao gênero D".
- **Como funciona:** Redes semânticas representam conceitos como nós e as relações entre eles como arestas em um grafo. Isso permite que a IA navegue por essas conexões e faça inferências. Por exemplo, o sistema pode recomendar filmes de um determinado diretor porque sabe que o usuário gostou de outro filme desse mesmo diretor.

Lógica de Proposições

- **Exemplo:** Imagine um sistema de segurança inteligente que usa a lógica de proposições para decidir se deve acionar o alarme. A regra pode ser: "Se o sensor de movimento detecta presença E a porta está aberta, então o alarme deve ser ativado".
- **Como funciona:** A lógica de proposições usa expressões simples que podem ser verdadeiras ou falsas. Ela é útil para representar situações de forma clara e binária, permitindo a criação de regras

que podem ser aplicadas diretamente em sistemas automáticos, como os de segurança ou controle industrial.

Lógica de Predicados

Lógica de Predicados é uma extensão da lógica proposicional, que permite expressar relações mais complexas entre os elementos de um domínio. Enquanto a lógica proposicional trata apenas de proposições simples que podem ser verdadeiras ou falsas, a lógica de predicados trabalha com **predicados** (funções que retornam valores verdadeiros ou falsos) e **quantificadores** (que indicam o escopo de generalidade ou especificidade).

- **Exemplo:** Um assistente de compras online pode usar a lógica de predicados para sugerir produtos. Uma regra pode ser: "Se o usuário comprou o produto X E o produto Y é complementar a X, então sugira Y".
- **Como funciona:** A lógica de predicados estende a lógica proposicional ao lidar com variáveis e quantificadores. Isso permite representar relações mais complexas entre objetos. A IA pode, por exemplo, verificar se um determinado cliente já comprou um produto (X) e, com base nessa informação, sugerir outros produtos relacionados, considerando múltiplas condições.

Lógica de Primeira Ordem (FOL)

A **Lógica de Primeira Ordem (First-Order Logic - FOL)** é uma forma mais robusta de lógica de predicados que introduz conceitos importantes como:

- **Predicados:** Funções que expressam relações entre elementos. Por exemplo, "ÉAluno(Pedro)" pode ser um predicado que indica que Pedro é um aluno.
- **Quantificadores:**
 - **Quantificador Universal (\forall):** Indica que algo é verdadeiro para todos os elementos do domínio. Exemplo: " $\forall x, \text{ÉAluno}(x)$ " significa "Todos são alunos".
 - **Quantificador Existencial (\exists):** Indica que algo é verdadeiro para pelo menos um elemento. Exemplo: " $\exists x, \text{ÉAluno}(x)$ " significa "Existe alguém que é aluno".
- **Inferência:** O processo de derivar novas verdades a partir de proposições conhecidas. Em FOL, usamos regras de inferência para gerar novos fatos a partir de uma base de conhecimento.
- **Unificação:** Um processo que tenta "igualar" dois predicados ou termos para fazer inferências. Unificar significa encontrar uma correspondência entre variáveis e termos constantes ou outras variáveis, como em " $\text{ÉAluno}(x)$ " e " $\text{ÉAluno}(\text{Pedro})$ ", onde "x" seria unificado com "Pedro".

Aplicações

A lógica de predicados e a Lógica de Primeira Ordem têm aplicações em várias áreas, como:

1. **Verificação de Teoremas:** Sistemas automatizados usam FOL para provar teoremas, aplicando regras de inferência para verificar se determinadas conclusões podem ser derivadas a partir de premissas estabelecidas.
2. **Sistemas Baseados em Regras:** Muitos sistemas de inteligência artificial, como os sistemas especialistas, usam FOL para representar o conhecimento e tomar decisões. Por exemplo, um sistema médico pode usar regras baseadas em lógica de predicados para diagnosticar doenças com base nos sintomas de um paciente.

Resumo

A **Lógica de Predicados** e a **Lógica de Primeira Ordem (FOL)** são fundamentais na área de inteligência artificial e computação, permitindo representar e manipular informações complexas de forma lógica. Essas ferramentas são amplamente usadas em sistemas baseados em regras e verificação automática de teoremas, ajudando a tomar decisões automatizadas e provando a validade de proposições. Com o uso de predicados, quantificadores, inferência e unificação, é possível construir modelos mais precisos e eficientes de raciocínio lógico.

Incerteza

<https://www.youtube.com/watch?v=HJ73eREPz3w>

Teoria das Probabilidades

A Teoria das Probabilidades auxilia a modelar a chance de eventos incertos com base em dados anteriores. Essa técnica é útil para sistemas que precisam lidar com muitas variáveis desconhecidas ou com informações incompletas.

- **Exemplo:** Um sistema médico que avalia a probabilidade de uma pessoa ter uma determinada doença com base em seus sintomas e histórico médico.
- **Funcionamento:** A teoria das probabilidades permite ao sistema lidar com incertezas ao atribuir valores probabilísticos para diferentes condições. Por exemplo, se um paciente apresenta febre e tosse, o sistema pode calcular a chance de ele estar com gripe com base na frequência desses sintomas entre pacientes que tiveram gripe no passado. Ao combinar essas probabilidades, o sistema oferece uma previsão útil, mesmo sem certeza absoluta.

Redes Bayesianas

As Redes Bayesianas expandem a teoria das probabilidades ao representar dependências entre variáveis. Elas são ideais para sistemas que precisam continuamente atualizar seus cálculos à medida que novas informações chegam, como diagnósticos médicos ou sistemas de recomendação.

- **Exemplo:** Um assistente virtual que recomenda filmes com base nas preferências passadas do usuário e nas classificações de outros filmes que ele assistiu.
- **Funcionamento:** As redes Bayesianas modelam as relações entre diferentes variáveis (por exemplo, o gênero dos filmes e as classificações anteriores) e ajustam as probabilidades com base em novos dados. Se o usuário normalmente gosta de filmes de ação, mas recentemente começou a ver mais comédias, a rede Bayesiana pode recalcular as probabilidades de recomendar comédias, ajustando-se ao comportamento recente do usuário.

Lógica Fuzzy

A **Lógica Fuzzy** permite a representação de incertezas em ambientes onde a categorização tradicional (verdadeiro ou falso) é insuficiente. Ela é particularmente útil em sistemas de controle, como automação ou interfaces que interagem com o comportamento humano, onde as fronteiras entre as decisões não são rígidas.

- **Exemplo:** Um sistema de controle de temperatura em um carro que ajusta o ar-condicionado de acordo com o conforto percebido pelo motorista.
- **Funcionamento:** Em vez de usar uma lógica rígida onde o sistema decide se está "frio" ou "quente", a lógica fuzzy lida com graus de temperatura. Se o ambiente estiver "levemente quente" ou "moderadamente frio", a lógica fuzzy permite que o sistema ajuste a temperatura suavemente, considerando essas nuances. Isso reflete como as pessoas realmente percebem o conforto térmico, que não é simplesmente binário (frio ou quente), mas varia em intensidades.

Referências

1. Inteligência artificial, Ruy Flávio de Oliveira - http://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201802/INTERATIVAS_2_0/INTELEGENCIA_ARTIFICIAL/U1/LIVRO_UNICO.pdf
2. Inteligência Artificial Uma Abordagem Moderna - 4ª Edição (Versão Inglês)
3. Inteligência artificial: Tradução da 3ª Edição, Peter Norvig, Stuart Russell, Elsevier Brasil, 2014
4. Inteligência artificial: Representação de Conhecimento por Marco Sérgio Andrade Leal Câmara Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra (https://student.dei.uc.pt/~mcamara/artigos/inteligencia_artificial.pdf)
5. Lógica de Predicados - Prof. Dr. Silvio do Lago Pereira - IME USP (<https://www.ime.usp.br/~slago/IA-logicaDePredicados.pdf>)
6. Conteúdo gratuito disponível na Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=CQX03zmea3c> ; <https://www.youtube.com/watch?v=HJ73eREPz3w>

Isenção de Responsabilidade:

Os autores deste documento não reivindicam a autoria do conteúdo original compilado das fontes mencionadas. Este documento foi elaborado para fins educativos e de referência, e todos os créditos foram devidamente atribuídos aos respectivos autores e fontes originais.

Qualquer utilização comercial ou distribuição do conteúdo aqui compilado deve ser feita com a devida autorização dos detentores dos direitos autorais originais. Os compiladores deste documento não assumem qualquer responsabilidade por eventuais violações de direitos autorais ou por quaisquer danos decorrentes do uso indevido das informações contidas neste documento.

Ao utilizar este documento, o usuário concorda em respeitar os direitos autorais dos autores originais e isenta os compiladores de qualquer responsabilidade relacionada ao conteúdo aqui apresentado.