

Representação de Informação Incompleta

Cesar Analide

Representação de Informação Incompleta

Objetivos

- Representação de conhecimento imperfeito;
- Representação simbólica de informação incerta, imprecisa, interdita, e outras;
- Implementação de mecanismos de raciocínio não-monótono.

Representação de Informação Incompleta

Motivação

- Manipulação de informação simbólica;
- Representação explícita de informação falsa;
- Extensão da capacidade de respostas a perguntas;
- Expansão da habilidade para resolver problemas.

Representação de Informação Incompleta

Bases de dados *versus* Bases de conhecimento

- Bases de Dados:
 - Pressuposto dos Nomes Únicos;
 - Pressuposto do **Mundo Fechado**;
 - Pressuposto do **Domínio Fechado**.

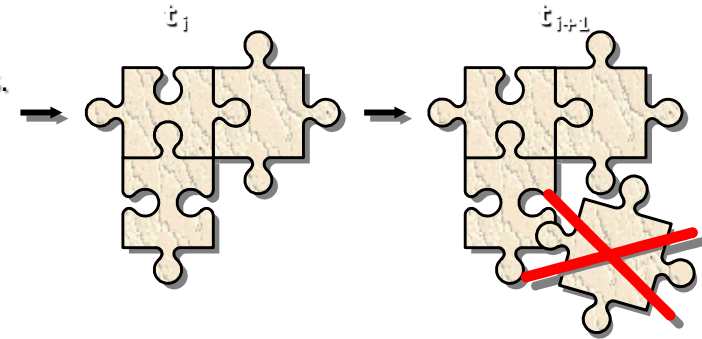
- Bases de Conhecimento:
 - Pressuposto dos Nomes Únicos;
 - Pressuposto do **Mundo Aberto**;
 - Pressuposto do **Domínio Aberto**.

Representação de Informação Incompleta

Monotonia *versus* não monotonia

■ Monotonia:

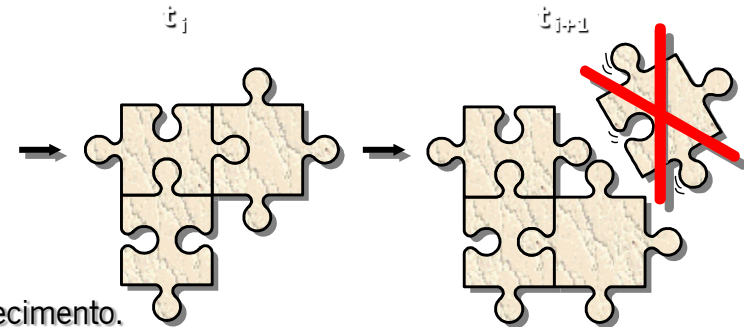
- Não admite contradição com conclusões anteriores.



■ Não-Monotonia:

Justifica-se pela

- consideração de pressupostos temporários;
- obtenção de conclusões plausíveis;
- flexibilização da evolução do conhecimento;
- dificuldade na representação completa do conhecimento.





ISLab

Representação de Informação Incompleta

Programação em lógica

- A programação em lógica determina a veracidade ou falsidade de questões:
 - $\text{voa}(X) \leftarrow \text{ave}(X)$
 - $\text{não-voa}(X) \leftarrow \text{avestruz}(X)$

Representação de Informação Incompleta

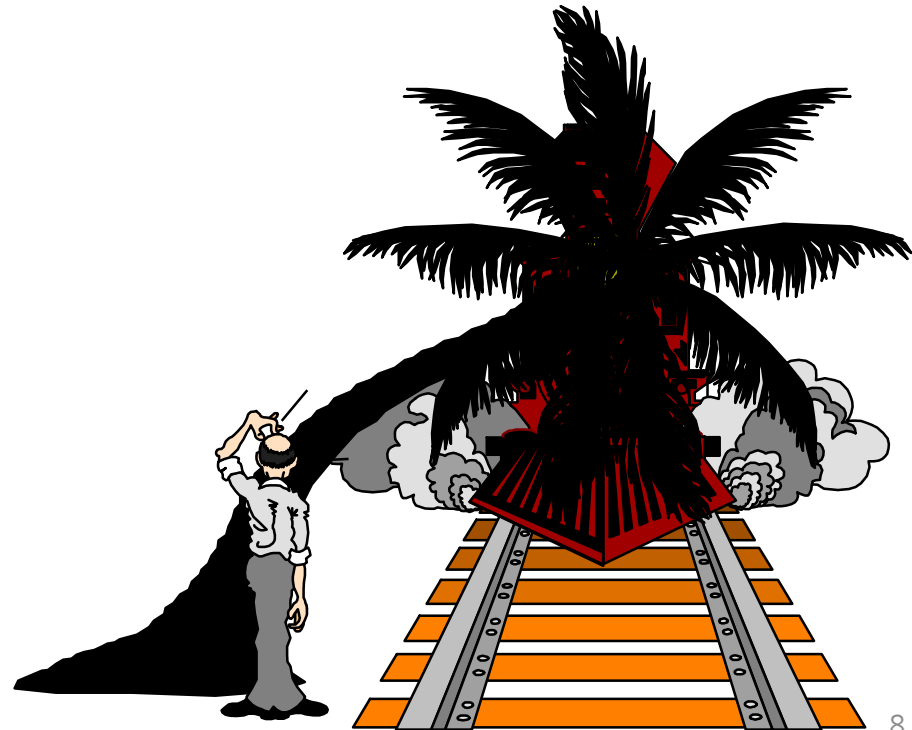
Programação em lógica estendida (PLE)

- A programação em lógica determina a veracidade ou falsidade de questões:
 - $\text{voa}(X) \leftarrow \text{ave}(X)$
 - $\text{não-voa}(X) \leftarrow \text{avestruz}(X)$
- A extensão à programação em lógica permite representar explicitamente informação falsa:
 - $\neg \text{voa}(X) \leftarrow \text{avestruz}(X)$

Representação de Informação Incompleta

A negação

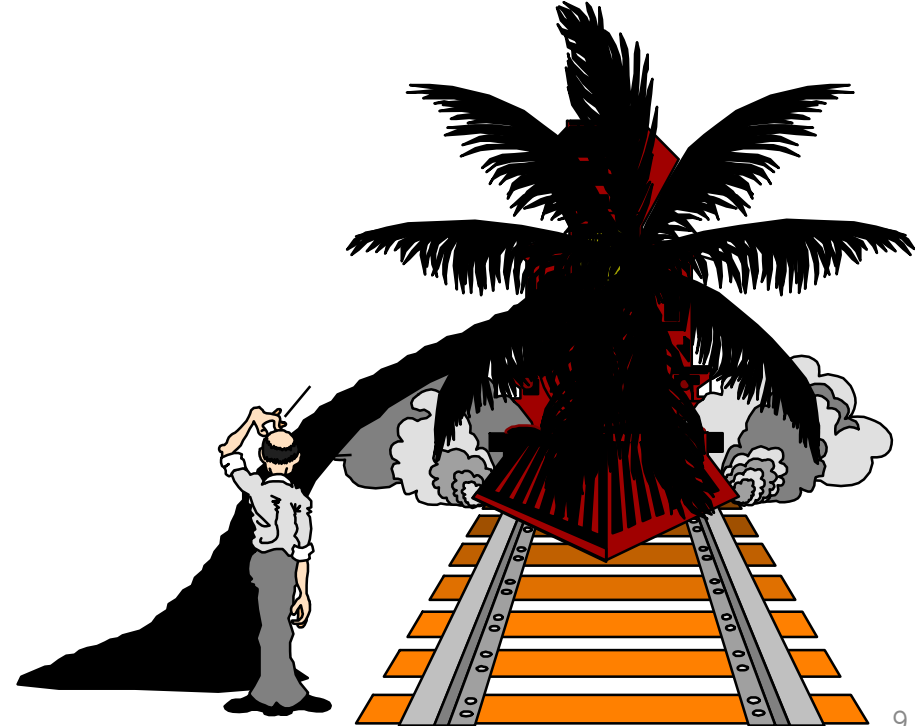
- Negação por falha na prova:
 - atravessar ← não comboio



Representação de Informação Incompleta

A negação

- Negação por falha na prova:
 - atravessar \leftarrow não comboio
- Negação forte:
 - atravessar $\leftarrow \neg$ comboio



Representação de Informação Incompleta

Interpretação

- Genericamente, a resposta a uma questão $q(X)$ é:

○ **verdadeira** se

$$\exists X : q(X)$$



○ **falsa** se

$$\exists X : \neg q(X)$$



○ **desconhecida** se

$$\neg \exists X : q(X) \vee \neg q(X)$$



Representação de Informação Incompleta

O Pressuposto do Mundo Fechado

■ Aplicação do PMF na PLE:

- $\text{par}(0)$
- $\text{par}(s(s(X))) \leftarrow \text{par}(X)$

- O conjunto de soluções é:
 $\{\text{par}(0), \text{par}(2), \text{par}(4), \dots\}$

o que permite $\text{par}(1)$ ser **desconhecido**

- $\text{par}(0)$
- $\text{par}(s(s(X))) \leftarrow \text{par}(X)$
- $\neg \text{par}(X) \leftarrow \text{não par}(X)$

- O conjunto de soluções é:
 $\{\text{par}(0), \neg \text{par}(1), \text{par}(2), \neg \text{par}(3), \dots\}$

o que permite $\text{par}(1)$ ser **falso**

Representação de Informação Incompleta

Informação Incompleta

■ Valores Nulos:

- Incerto

Desconhecido;



- Impreciso

Desconhecido, mas de um conjunto determinado de hipóteses;



- Interdito

Desconhecido e não permitido conhecer.



Representação de Informação Incompleta

Base de conhecimento

■ Relação Filho: Filhos x Pais

Filhos	Pais
João	José
José	Manuel
Carlos	José

- filho(joao,jose).
- filho(jose,manuel).
- filho(carlos,jose).
-

- O João é filho do José?
- O João é filho do Adão?

- filho(joao,jose)?
- filho(joao,adao)?

Representação de Informação Incompleta

Formalização do PMF

Relação Filho: Filhos x Pais

Filhos	Pais
João	José
José	Manuel
Carlos	José

- filho(joao,jose).
- filho(jose,manuel).
- filho(carlos,jose).
- $\neg \text{filho}(F,P) \leftarrow \text{não filho}(F,P) \wedge \text{não exceção}(F,P)$

- O João é filho do José?
- O João é filho do Adão?

- filho(joao,jose)?
- filho(joao,adao)?

Representação de Informação Incompleta

Valores nulos



Relação Filho: Filhos x Pais

Filhos	Pais
João	José
José	Manuel
Carlos	José
Belém	Alguém

- A Belém é filha do Adão?
- A Belém é filha do João?

- filho(joao,jose).
- filho(jose,manuel).
- filho(carlos,jose).
- $\neg \text{filho}(F,P) \leftarrow \text{não filho}(F,P) \wedge \text{não exceção}(F,P)$
- filho(belém, alguém)
- exceção(F,P) \leftarrow filho(F,alguém)
- filho(belem,adao)?
- filho(belem,joao)?

Representação de Informação Incompleta

Valores nulos



Relação Filho: Filhos x Pais

Filhos	Pais
João	José
José	Manuel
Carlos	José
Belém	Alguém
Maria	{ Faria, Garcia }

- A Maria é filha do Faria?
- A Maria é filha da Sofia?

- filho(joao,jose).
- filho(jose,manuel).
- filho(carlos,jose).
- $\neg \text{filho}(F,P) \leftarrow \text{não filho}(F,P) \wedge \text{não exceção}(F,P)$
- ...
- exceção(maria,faria).
- exceção(maria,garcia).
- filho(maria,faria)?
- filho(maria,sofia)?

Representação de Informação Incompleta

Valores nulos



Relação Filho: Filhos x Pais

Filhos	Pais
João	José
José	Manuel
Carlos	José
Belém	Alguém
Maria	{ Faria, Garcia }
Bebé	Júlio

- O André é filho do Júlio?
- O André é filho do Júlio.

- ...
- $\neg \text{filho}(F,P) \leftarrow \text{não filho}(F,P) \wedge \text{não exceção}(F,P).$
- $\text{filho}(\text{bebe}, \text{julio}).$
- $\text{nulo}(\text{bebe}).$
- $\text{exceção}(F,P) \leftarrow \text{filho}(\text{bebe}, P).$
- $\leftarrow \text{filho}(F, \text{julio}) \wedge \text{não nulo}(F)$
- $\text{filho}(\text{andre}, \text{julio})?$
- $\text{filho}(\text{andre}, \text{julio}).$

Representação de Informação Incompleta

Interpretador

- Meta-interpretador:
demo: Questão x Resposta

- o **verdadeira**

$$\exists X : q(X)$$

- o **falsa**

$$\exists X : \neg q(X)$$

- o **desconhecida**

$$\neg \exists X : q(X) \vee \neg q(X)$$

- o `demo(Questao, verdadeiro) :- Questao.`

- o `demo(Questao, falso) :- -Questao.`

- o `demo(Questao, desconhecido) :- nao(Questao), nao(-Questao).`

Representação de Informação Incompleta

Conclusões

- Extensão à Programação em Lógica:
 - Duas formas de negação;
 - Distinção entre falso e não verdadeiro.
- Formalização do PMF na PLE:
 - Maior flexibilidade;
 - Identificação, tratamento e raciocínio sobre valores nulos.
- Novo tipo de dados: Valores Nulos.

Representação de Informação Incompleta

Conclusões

- Sofisticação do interpretador;
- Tratamento da assimilação de conhecimento e aprendizagem;
- Manipulação de bases de conhecimento não destrutivas.

Representação de Informação Incompleta

Referências bibliográficas

- Cesar Analide, José Neves, "Representação de Informação Incompleta", Texto Pedagógico, 2010.
- Ivan Bratko, "PROLOG: Programming for Artificial Intelligence", 3rd Edition, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2000.
- Hélder Coelho, "A Inteligência Artificial em 25 lições", Fundação Calouste Gulbenkian, 1995.



ISLab

Intelligent Systems Lab

Contactos

- Universidade do Minho
- Escola de Engenharia
- Departamento de Informática
- <http://islab.di.uminho.pt>
- DI-3.22