

Tratamento de Incertezas

Introdução

Tratamento de Incertezas

- A imperfeição da informação é geralmente conhecida na literatura de sistemas baseados em conhecimento de INCERTEZA.
- No entanto, este termo é muito restritivo; o que se convencionou chamar de tratamento de incerteza pode, na verdade, estar endereçando várias formas de imperfeições da informação, como **conhecimento incerto, imprecisão nos dados, conflito de conhecimentos, ignorância parcial, etc.**

Tratamento de Incertezas

- **Informação perfeita:** O filme começa às 18h 15 min.
- **Informação imprecisa:** O filme começa entre 8h e 9h.
- **Informação incerta:** Eu acho que o filme começa às 8h.
- **Informação vaga:** O filme começa lá pelas 8h.
- **Informação probabilista:** É provável que o filme comece às 8h.
- **Informação possibilista:** É possível que o filme comece às 8h.
- **Informação inconsistente:** Maria disse que o filme começa às 8h mas João disse que ele começa às 10h.
- **Informação incompleta:** Eu não sei a que horas o filme começa, mas normalmente neste cinema os filme começam às 8h.
- **Ignorância Total:** Eu não faço a menor idéia do horário do filme.

Tratamento de Incertezas

- As informações podem variar de perfeitas a completamente imperfeitas.
- Mesmo lidando diariamente com este tipo de informações, conseguimos tomar decisões razoáveis.
- De forma geral, os procedimentos de inferência seguiram o modelo de raciocínio do cálculo de predicados:
 - PREMISSAS CORRETAS -> REGRAS DE INFERÊNCIA CONSISTENTES -> CONCLUSÕES CORRETAS
- No mundo real, entretanto, frequentemente precisamos:
 - Tirar conclusões ÚTEIS
 - A partir de dados INCOMPLETOS e IMPRECISOS
 - Com raciocínio INCONSISTENTE

Tipos de Incertezas

- **Conhecimento incerto:** freqüentemente o perito possui somente conhecimento heurístico sobre alguns aspectos do domínio.
 - Exemplo: Um médico sabe que um determinado conjunto de sintomas provavelmente leva a uma certa conclusão sobre qual a doença do paciente. (raciocínio abductivo)
- **Dado incerto:** mesmo quando se está seguro do conhecimento sobre certo aspecto do domínio, pode haver incerteza nos dados que descrevem o ambiente externo.
 - Exemplo: Resultados questionáveis de exames de laboratório
- **Informação incompleta:** freqüentemente é necessário tomar decisões baseado em informação incompleta.
 - Exemplo: Um médico pode ter que iniciar o tratamento de um paciente antes mesmo de ter todos os resultados dos exames de laboratório que ele gostaria

Raciocinando com Incerteza

- Cada tipo de incerteza tem uma técnica mais adequada para possibilitar o raciocínio e a tomada de decisões.
- Incerteza de conotação **probabilista** pode ser tratadas por:
 - Teoria da Probabilidade
 - Álgebras de Fatores de Certeza
 - Teoria da Evidência
- Incerteza de conotação **possibilista** e/ou **vaga** podem ser tratadas por:
 - Teoria dos Conjuntos Nebulosos e Lógica Nebulosa
 - Rough Sets
- Incertezas de conotação **inconsistente** e/ou **incompleta** podem ser tratadas por:
 - Lógicas Não-Clássicas
 - Lógica multivalorada, lógica paraconsistente, lógica temporal, lógica modal

Raciocínio Abduativo

- Uma das formas mais comuns de lidar com a explicitação do conhecimento em situações incertas é a **ABDUÇÃO**
- Exemplo de raciocínio abduativo:
 - Se o “motor não pega” e “as luzes não acendem”,
Então o problema é “bateria” ou “cabo”.
- Esta regra é de natureza **HEURÍSTICA** e não **LÓGICA**
 - Heurística = (efeito -> causa)
 - Lógica = (causa -> efeito)
 - Se os faróis estivessem queimados e o motor de arranque estragado, então as premissas seriam **VERDADEIRAS**, mas a conclusão **FALSA**.

Raciocínio Abdutiva

- É interessante notar que o CONVERSO da regra seria verdadeiro:
 - Se o problema é “bateria” ou “cabo”,
Então o “motor não pega” e “as luzes não acendem”.
- A abdução declara que a partir de $p \rightarrow q$ e q é possível inferir p .
- A abdução é uma regra de inferência INCONSISTENTE, isto é:
 - A CONCLUSÃO NÃO É NECESSARIAMENTE VERDADEIRA PARA TODA A INTERPRETAÇÃO NA QUAL AS PREMISSAS SEJAM VERDADEIRAS.

Lógicas Não Monotônicas

- Fórmulas quantificadas universalmente na lógica de predicados são válidas para qualquer elemento do domínio, sem nenhuma exceção.
- A Lógica Matemática Clássica é MONOTÔNICA:
 - Começa com um conjunto de axiomas ou premissas supostamente verdadeiros e infere as suas consequências como novas verdades.
 - Se novas informações são adicionadas , o conjunto de declarações verdadeiras vai aumentar.
 - A adição de conhecimento NUNCA causará a diminuição do conjunto de declarações verdadeiras.

Lógicas Não Monotônicas

- Fórmulas quantificadas universalmente na lógica de predicados são válidas para qualquer elemento do domínio, sem nenhuma exceção.
- Certas situações do mundo real (percepção, ambigüidade, senso comum, causalidade ou predição) são a tal ponto complexas, que qualquer conhecimento sobre elas será inevitavelmente incompleto.
- Ao raciocinar com incertezas, o ser humano tira conclusões com base em suas crenças. Entretanto, estas crenças, juntamente com suas consequências, podem mudar a medida que nova informação se torne disponível.

Lógicas Não Monotônicas

- Neste caso, corre-se o risco de retirar conclusões anteriores face a novas informações, o que caracteriza a não-monotonicidade.
- Um formalismo para raciocinar neste tipo de situação deve admitir expressões que sejam válidas em geral e capazes de reconhecer e assimilar exceções quando necessário. (EM GERAL LÓGICAS MODAIS)
- Quando, mais tarde, uma crença mudar, os SISTEMAS DE MANUTENÇÃO DE VERDADE reexaminam as conclusões derivadas daquela crença a fim de manter a base de conhecimento consistente.

Lógicas Não Monotônicas

- Alguns Exemplos:
 - Toda ave não anormal pode voar. $\forall x (ave(x) \wedge \text{não}(anormal(x)) \rightarrow voa(x)$
 - Tweety pode voar?
 - Na ausência de informações contrárias uma ave normal voa - Logo, Tweety voa.
 - Mas descobre-se que Tweety é um pinguim (pinguins não são aves normais no que se refere á capacidade de voar) - Logo, Tweety não voa.
 - Mas descobre-se que Tweety é um pinguim do planeta Krypton e que ele não é uma ave ou um pinguim normal, e que no planeta Krypton pinguins voam - Logo, Tweety voa.
 - Mas descobre-se ...