

Tratamento de incerteza em S.E. baseados em regras

Fatores de Certeza

prof. Luis Otavio Alvares

Incerteza

- A incerteza pode ser considerada como a falta de informação adequada para tomar uma decisão.
- O tratamento de incertezas é uma das mais importantes capacidades dos peritos humanos

prof. Luis Otavio Alvares

Tipos de incertezas

- **Conhecimento incerto:** freqüentemente o perito possui somente conhecimento heurístico sobre alguns aspectos do domínio.
Exemplo: ele sabe que um determinado conjunto de fatos provavelmente leva a uma certa conclusão
- **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.

prof. Luis Otavio Alvares

Exemplo: conhecimento incerto

O problema do pedal do freio estar baixo ou ir todo ao fundo tem como causas:

- as pastilhas do freio estão gastas (F.C. = 0,8)
- o nível do líquido de freio está baixo (F.C. = 0,6)
- o cilindro está defeituoso (F.C. = 0,5)

A incerteza neste caso é tipicamente tratada por uma abordagem numérica, baseada em probabilidades, quer na forma subjetiva quer na forma tradicional (baseada em experimentos de freqüência).

prof. Luis Otavio Alvares

Problema geral

Suponha que x é A com grau de confiança x_1 (dado incerto)

Se a base de conhecimento contém a regra:

R1: SE x é A ENTÃO y é B (F.C. = r_1) (conhecimento incerto)

1. como extrair do especialista valores consistentes para r_1 ?
2. como computar ou obter de outro modo o valor de x_1 ?
3. como r_1 e x_1 devem ser representados: um escalar, um intervalo, uma expressão lingüística,
4. no caso mais geral, quando a premissa é composta por múltiplas cláusulas, como agregar o grau de certeza geral da premissa?
5. como definir a função que agrega os graus de certeza da premissa com os da regra?
6. se múltiplas regras determinam a mesma conclusão com diferentes fatores de certeza, qual a função que determina o grau de certeza final da conclusão?

prof. Luis Otavio Alvares

Fatores de Certeza (FC)

- Um FC é um valor numérico que expressa quanto se acredita que baseado num conjunto de evidências, pode-se aceitar uma dada conclusão
- O FC pode variar de 1 (acredita-se totalmente) a -1
- O FC é uma quantificação subjetiva baseada no julgamento e intuição do perito

prof. Luis Otavio Alvares

Fator de Certeza

$FC(H,E) = MC(H,E) - MD(H,E)$, onde

$FC(H,E)$ é o **fator de certeza** na hipótese H baseada na evidência E
 $MC(H,E)$ é a **medida de crença** na hipótese H baseado na evidência E
 $MD(H,E)$ é a **medida descrença** na hipótese H baseado na evidência E

por definição, $0 \leq MC \leq 1$ e $0 \leq MD \leq 1$

- Num sistema que utiliza FCs, as regras devem ser estruturadas de forma que cada regra ou aumenta a crença em uma determinada conclusão ou aumenta a descrença na conclusão

prof. Luis Otavio Alvares

Fator de certeza

as medidas em termos de acreditar e desacreditar podem ser consideradas probabilisticamente por:

$$MC(H,E) = \begin{cases} 1 & \text{se } P(H)=1 \\ \frac{\max[P(H,E), P(H)] - P(H)}{\max[1,0] - P(H)} & \text{se } P(H) \neq 1 \end{cases}$$

$$MD(H,E) = \begin{cases} 1 & \text{se } P(H)=0 \\ \frac{\min[P(H,E), P(H)] - P(H)}{\min[1,0] - P(H)} & \text{se } P(H) \neq 0 \end{cases}$$

observe-se que ou $MC=0$ ou $MD=0$

prof. Luis Otavio Alvares

Combinando fatores de certeza

Várias regras sobre a mesma hipótese (conclusão)

As medidas de crença e descrença de uma hipótese, dadas duas regras R_1 e R_2 são:

$$MC(H, R_1 \& R_2) = \begin{cases} 0 & \text{se } MD(H, R_1 \& R_2) = 1 \\ MC(H, R_1) + MC(H, R_2) (1 - MC(H, R_1)) & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$MD(H, R_1 \& R_2) = \begin{cases} 0 & \text{se } MC(H, R_1 \& R_2) = 1 \\ MD(H, R_1) + MD(H, R_2) (1 - MD(H, R_1)) & \text{caso contrário} \end{cases}$$

prof. Luis Otavio Alvares

exemplo

Dadas 4 regras que sugerem a conclusão C, ache o fator de certeza acumulado para C:

R1 (FC= 0,8)

R3 (FC= -0,2)

R2 (FC= 0,3)

R4 (FC= 0,7)

para a regra R1: $MC = 0,8$ e $MD = 0$

Considerando a regra R2:

$$MC = 0,8 + 0,3 (1 - 0,8) = 0,86$$

$$MD = 0 + 0 (1 - 0) = 0$$

Considerando a regra R3:

$$MC = 0,86 + 0 (1 - 0,86) = 0,86$$

$$MD = 0 + 0,2 (1 - 0) = 0,2$$

Considerando a regra R4:

$$MC = 0,86 + 0,7 (1 - 0,86) = 0,958$$

$$MD = 0,2 + 0 (1 - 0,2) = 0,2$$

$$FC = 0,958 - 0,2 = 0,758$$

prof. Luis Otavio Alvares

Combinando fatores de certeza

Conjunção de conclusões

$$MC(C_1 \text{ e } C_2, E) = \min [MC(C_1, E), MC(C_2, E)]$$

$$MD(C_1 \text{ e } C_2, E) = \min [MD(C_1, E), MD(C_2, E)]$$

onde:

C_1 é a conclusão 1

C_2 é a conclusão 2

E é toda a evidência disponível

prof. Luis Otavio Alvares

Combinando fatores de certeza

Disjunção de conclusões

$$MC(C_1 \text{ ou } C_2, E) = \max [MC(C_1, E), MC(C_2, E)]$$

$$MD(C_1 \text{ ou } C_2, E) = \max [MD(C_1, E), MD(C_2, E)]$$

onde:

C_1 é a conclusão 1

C_2 é a conclusão 2

E é toda a evidência disponível

prof. Luis Otavio Alvares

exemplo

dadas as seguintes conclusões de um diagnóstico de problema em um carro:

C1 – o problema exige imediata atenção (FC=0,8)

C2 – há um problema no sistema elétrico (FC=0,6)

C3 – há um curto-circuito no sistema elétrico (FC=0,4)

C4 – há um problema no distribuidor (FC=0,2)

encontre o FC de que há um problema no sistema elétrico que exige imediata atenção e o problema é um curto-circuito ou um problema no distribuidor

$$MC (C1 \& C2) = \min [0,6, 0,8] = 0,6$$

$$MC (C3 \text{ or } C4) = \max [0,4, 0,2] = 0,4$$

$$MC (C2 \& C1 \& (C3 \text{ or } C4)) = \min [0,6, 0,4] = \mathbf{0,4}$$

prof. Luis Otavio Alvares

problemas com o uso de FC

- como converter expressões lingüísticas para FC numéricos?
- como normalizar através de escalas de pessoas diferentes?
- como fornecer retroalimentação à base de regras para melhorar a precisão dos FC?

prof. Luis Otavio Alvares