

Tratamento de Incertezas

Álgebra de Fatores de Certeza
de Stanford

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- As abordagens baseadas em Lógica são complicadas e muitas vezes intratáveis computacionalmente.
- Projetos antigos de Sistemas Especialistas (Prospector, MYCIN) tentaram adaptar técnicas bayesianas sob um arcabouço matemático mais simples e menos restritivo:
 - suposição de independência das variáveis;
 - soma das probabilidades =1;
 - coleta de dados estatísticos.são requisitos relaxados.

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Ao raciocinar com conhecimento heurístico, os especialistas humanos fornecem estimativas adequadas e úteis sobre a confiança nas conclusões.
- Esta estimativa de confiança não está baseada em uma análise cuidadosa de probabilidades.
- É baseada na experiência do especialista.

Problema geral

Suponha que x é A com grau de confiança x_1

Se a base de conhecimento contém a regra:

R1: SE x é A ENTÃO y é B (F.C. = r_1)

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?

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- A Teoria das Certezas de Stanford é baseada em uma série de observações:
 - A soma da confiança numa relação e da confiança contra a mesma observação não precisa ser 1;
 - Um especialista pode ter uma confiança de 0,7 que uma relação seja verdadeira e não ter qualquer idéia sobre ela ser falsa.
 - O conteúdo de conhecimento das regras é muito mais importante que a álgebra para calcular as confianças;
 - As medidas de confiança são avaliações informais dos especialistas.

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Suposições da Álgebra de Fatores de Certeza:
 1. Separar a "confiança em" ou a "favor de" da "confiança contra" em uma relação.

Dada uma EVIDÊNCIA ou informação sobre o problema:

- $MC(H|E)$ é a medida de CRENÇA de uma hipótese H dada a evidência E .
- $MD(H|E)$ é a medida de DESCRENÇA de uma hipótese H dada a evidência E .

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

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Suposições da Álgebra de Fatores de Certeza:
 2. Uma vez que a ligação entre MC e MD tenha sido estabelecida, elas podem ser combinadas novamente:
 - $FC(H|E) = MC(H|E) - MD(H|E)$
- 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 (desacredita-se totalmente);
- O FC é uma quantificação subjetiva baseada no julgamento e intuição do perito

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Suposições da Álgebra de Fatores de Certeza:
Quando:
 - FC tende a 1 - a evidência é maior a favor de uma hipótese.
 - FC tende a -1 - a evidência é contra a hipótese.
 - FC tende a 0 - pouca evidência tanto a favor como contra; ou a evidência a favor e a evidência contra estão balanceadas.
- 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

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Combinando Fatores de Certeza
 - As premissas para cada regra são formadas por e's (conjunções) ou ou's (disjunções) de uma série de fatos.

Sendo P1 e P2 premissas da regra:

$$FC(P1 \text{ e } P2) = \text{MIN}(FC(P1), FC(P2))$$

$$FC(P1 \text{ ou } P2) = \text{MAX}(FC(P1), FC(P2))$$

O FC combinado das premissas é então multiplicado pelo FC da própria regra para obter o FC da conclusão da regra.

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Combinando Fatores de Certeza

- Exemplo:

Se $(P1(FC=0,6) \text{ e } P2(FC=0,4))$ ou $P3(FC=0,2)$

Então $R1(FC=0,7)$ e $R2(FC=0,3)$

Supondo que $P1$, $P2$ e $P3$ são verdadeiras...

$FC(P1(0,6) \text{ e } P2(0,4)) = \text{MIN}(0,6, 0,4) = 0,4$

$FC(0,4 \text{ ou } P3(0,3)) = \text{MAX}(0,4, 0,3) = 0,4$

$FC(R1) = 0,7 * 0,4 = 0,28$

$FC(R2) = 0,3 * 0,4 = 0,12$

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Combinando Fatores de Certeza
 - Precisamos ainda combinar FCs quando duas ou mais regras derem suporte ao mesmo resultado R.
 - Suponha que:
 - $FC_1(R)$ seja o fator de certeza atual associado ao resultado R.
 - Uma nova regra não usada previamente produza o resultado R (novamente) com $FC_2(R)$.
 - Então:
 - $FC(R) = FC_1(R) + FC_2(R) - (FC_1(R) * FC_2(R))$ se FC_1 e $FC_2 > 0$
 - $FC(R) = FC_1(R) + FC_2(R) + (FC_1(R) * FC_2(R))$ se FC_1 e $FC_2 < 0$
 - $FC(R) = FC_1(R) + FC_2(R) / 1 - \text{MIN}(|FC_1(R)|, |FC_2(R)|)$ caso contrário

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Combinando Fatores de Certeza

- 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)

- Considerando a regra R2:

$$FC(C) = 0,8 + 0,3 - (0,8 * 0,3) = 1,1 - 0,24 = 0,86$$

- Considerando a regra R3:

$$FC(C) = 0,86 - 0,2 / 1 - \text{MIN}(|0,86|, |-0,2|) = \\ 0,66 / 1 - 0,2 = 0,825$$

- Considerando a regra R4:

$$FC(C) = 0,825 + 0,7 - (0,825 * 0,7) = 1,525 - 0,5775 \\ = 0,9475$$

Álgebra de Fatores de Certeza de Stanford

- Problemas com o uso de Fatores de Certeza
 - Excessivamente "*ad hoc*"
 - 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?

Fatores de Certeza - Considerações

- Ainda que o MYCIN tenha tido sucesso em diagnóstico, existem dificuldade com os fundamentos teóricos dos FCs. A maior vantagem dos FC foi a simples computação pela qual a incerteza seria propagada no sistema.
- Conclusão: não existe uma técnica, ou forma de raciocínio melhor que outros. Dependendo do problema a ser resolvido, existem escolhas mais razoáveis.