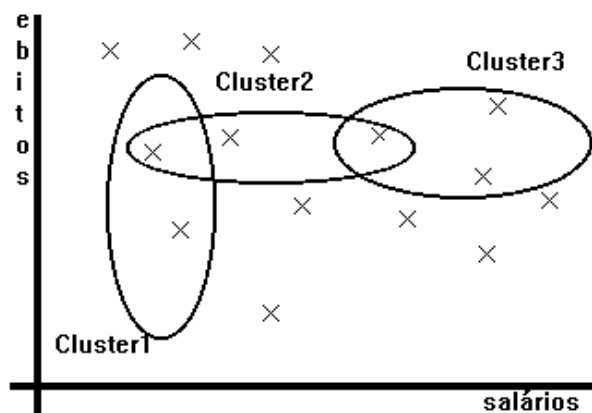


KDD E MINERAÇÃO DE DADOS MÉTODOS BASEADOS LÓGICA NEBULOSA

Prof. Ronaldo Goldschmidt

FUZZY K-MEANS E FAMÍLIA – TAREFA DE CLUSTERIZAÇÃO



GERAÇÃO DE REGRAS FUZZY A PARTIR DE EXEMPLOS

Método
Wang-Mendel

Geração de Regras

- Conhecimento embutido em uma base de regras pode ser:
 - Descrito por um especialista no problema;
 - **Aprendido a partir de um conjunto de dados treinamento (aprendizado supervisionado)**

Método de Wang & Mendel

- Informação numérica X Informação linguística
 - Conhecimento utilizado na construção da base conhecimento (regras) fuzzy pode ser de 2 tipos:
 - Informação numérica obtida de medidas de sensores ou outros métodos;
 - Informação linguística obtida de especialistas humanos;
 - O método utiliza as duas fontes e combina as regras em uma única base;
 - Pode ser aplicado construindo regras apenas a partir do conjunto de dados;

Algoritmo

- Tem como objetivo , a partir de um conjunto de dados de entrada e saída, onde x_1 e x_2 são entradas e y é a saída, gerar um conjunto de regras que generalize o conhecimento embutido nos dados;

$$\begin{array}{l} (x_1^1, x_2^1; y^1), \\ (x_1^2, x_2^2; y^2), \\ \dots\dots\dots \\ (x_1^n, x_2^n; y^n) \end{array}$$

- Pode ser generalizado para o caso de múltiplas entradas e saídas;

Algoritmo

- Passo 1- Dividir os espaços de entrada e saída em regiões fuzzy
 - Domínios das variáveis – intervalos onde provavelmente os valores vão estar, sendo possível que esteja fora deles, eventualmente

$X_1 : [a-, a+]$

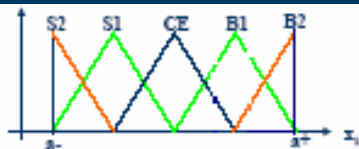
$X_2 : [b-, b+]$

$Y : [c-, c+]$

Algoritmo

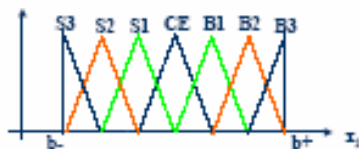
- Divida cada domínio em $2N + 1$ regiões
 - N pode ser diferente para variáveis diferentes e os tamanhos das regiões podem ser iguais ou diferentes;
- Atribuir um rótulo a cada região
 - SN (Small N) , S1 (Small 1),, BN (Big N);

Exemplo



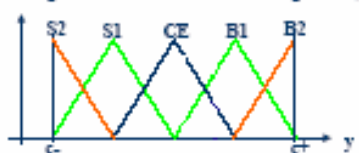
$X_1 : [a-, a+]$

Domínio de x_1 :
 $N = 2$ (5 regiões)



$X_2 : [b-, b+]$

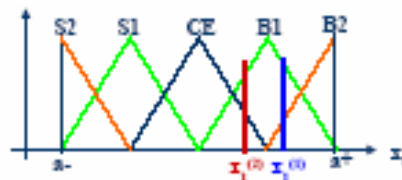
Domínio de x_2 :
 $N = 3$ (7 regiões)



Domínio de y :
 $N = 2$ (5 regiões)

Algoritmo

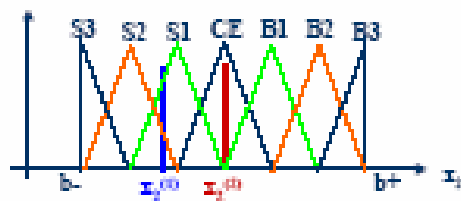
- Passo 2 – Gerar uma regra para cada conjunto de dados conhecido:
 - Determine o graus de pertinência dos dados em cada região



Exemplos de dados:
 $(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, y^{(1)})$
 $(x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, y^{(2)})$

$B1(x_1^{(1)}) = 0.8$ $B2(x_1^{(1)}) = 0.2$ (0 nos demais conjuntos)

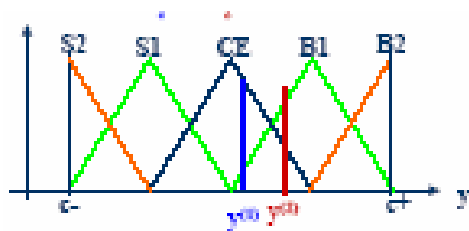
Algoritmo



Exemplos de dados:
 $(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, y^{(1)})$
 $(x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, y^{(2)})$

$$S1(x_2^{(1)}) = 0.7 \quad S2(x_2^{(1)}) = 0.2 \quad (0 \text{ nos demais conjuntos})$$

Algoritmo



Exemplos de dados:
 $(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, y^{(1)})$
 $(x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, y^{(2)})$

$$CE(y^{(1)}) = 0.9 \quad B1(y^{(1)}) = 0.1 \quad (0 \text{ nos demais conjuntos})$$

Algoritmo

$B1(x_1^{(1)}) = 0.8$ $B2(x_1^{(1)}) = 0.2$ (0 nos demais conjuntos)

$S1(x_2^{(1)}) = 0.7$ $S2(x_2^{(1)}) = 0.2$ (0 nos demais conjuntos)

$CE(y^{(1)}) = 0.9$ $B1(y^{(1)}) = 0.1$ (0 nos demais conjuntos)

- Atribua cada valor dos dados à região com maior grau de pertinência

$x_1^{(1)}$ é considerado como B1

$x_2^{(1)}$ é considerado como S1

$y^{(1)}$ é considerado como CE

- Obtenha uma regra para cada dado de entrada e saída

Regra 1: Se x_1 é B1 e x_2 é S1 então y é CE

Regra 2: Se x_1 é B1 e x_2 é CE então y é B1

Algoritmo

- Passo 3 – Atribua um grau a cada regra – $D(\text{Regra } j)$

- O grau de cada regra é definido pelo produto dos graus de pertinência:

Regra 1: Se x_1 é B1 e x_2 é S1 então y é CE

$D(\text{Regra 1}) = 0.8 * 0.7 * 0.9 = 0.504$

Regra 2: Se x_1 é B1 e x_2 é CE então y é B1

$D(\text{Regra 2}) = 0.6 * 1 * 0.7 = 0.42$

Algoritmo

- Caso exista conhecimento prévio que permita atribuir graus de importância a cada dado, redefinir o grau de cada regra como:

$$D(\text{Regra } 1) = B1(x_1^{(1)}) * S1(x_2^{(1)}) * CE(y^{(1)}) * m^{(1)}$$

- Nos casos em que se dispõe de regras linguísticas criadas por especialistas, elas serão consideradas assumindo que também possuem um grau, atribuído pelo especialista;

Algoritmo

• Passo 4 – Criar uma base de regras combinada

- Para cada grupo de regras com o mesmo antecedente (conflito e redundância) selecione a regra com o maior grau e elimine as demais;

B3					
B2					
B1					
x_2 CE					
S1					
S2					
S3					
	S2	S1	CE	B1	B2
	x_1				

Exemplo

0.5	3	3	2	10.5	4	7.5	7.5	2	5
1	3	6	6	10	3	7	8	1	6
2	3	9	3	9.5	3	9	5	1.5	7
1	1	9	4	9.5	4	6.5	7.5	2	6
1	2	6.5	6.5	9.5	5	4	2	2	7
1	2.5	6	7	7	7	6	3	2.5	6.5
1.5	2	6	8	7	7.5	6.5	3	2.5	7.5
2	1	7	6	9.5	3.5	6	2	4	6
2	2	10	4	10	5	8	2	5	7

Exemplo

Passo 1: definir partições



Passo 2: definir uma regra para cada dado

1) Dado: 1; 2

Domínio X:
 $S2(1) = 0.66$; $S1(1) = 0.33$;

Domínio Y:
 $S1(2) = 1$;

R1: Se x é S2 então y é S1

2) Dado 7; 7.5

Domínio X:
 $CE(7) = 0.66$; $B1(7) = 0.33$;

Domínio Y:
 $B1(7.5) = 0.25$; $B2(7.5) = 0.75$;

R2: Se x é CE então y é B2

Exemplo

Passo 2: (continuação)

3) Dado: 6; 6

Domínio X:

$CE(6) = 1$;

Domínio Y:

$B1(6) = 1$;

R3: Se x é CE então y é B1

4) Dado: 1; 2.5

Domínio X:

$S2(1) = 0.66$; $S1(1) = 0.33$;

Domínio Y:

$S1(2.5) = 0.75$; $CE(2.5) = 0.25$

R4: Se x é S2 então y é S1

Exemplo

Passo 3: Atribua um grau a cada regra e elimine os conflitos e redundâncias

R1: Se x é S2 então y é S1 (1;2)

$\text{Grau}(R1) = S2(1) * S1(2) = 0.66 * 1 = 0.66$

R2: Se x é CE então y é B2 (7; 7.5)

$\text{Grau}(R2) = CE(7) * B2(7.5) = 0.66 * 0.75 = 0.495$

R3: Se x é CE então y é B1 (6; 6)

$\text{Grau}(R3) = CE(6) * B1(6) = 1 * 1 = 1$

R4: Se x é S2 então y é S1 (1; 2.5)

$\text{Grau}(R4) = S2(1) * S1(2.5) = 0.66 * 0.75 = 0.495$

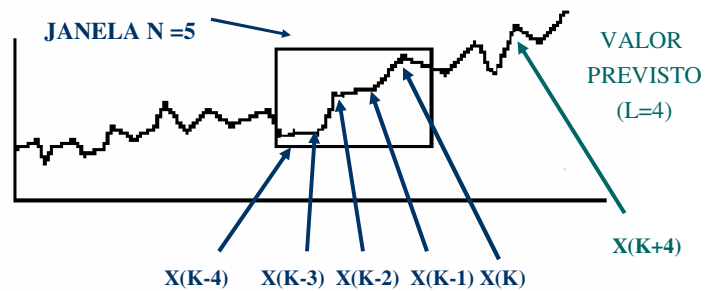
R2 e R3 estão em conflito – seleciona R3, descarta R2

R1 e R4 são redundantes – seleciona R1

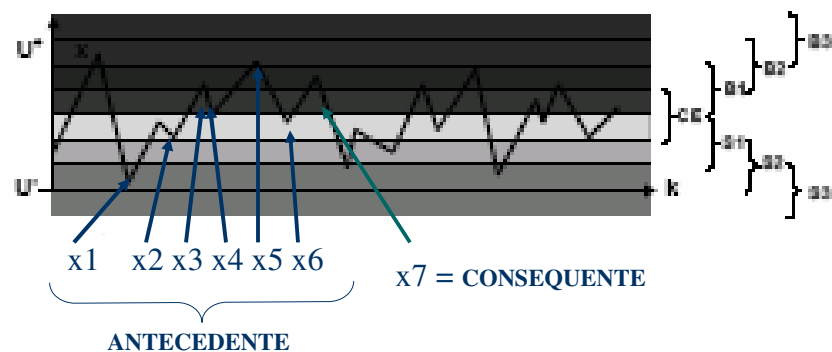
Passo 4: Crie uma base de regras fuzzy combinada
(neste exemplo não usamos regras de especialistas)

Aplicação: Previsão de Séries Temporais

- Seja $x(k)$, $k = 1, 2, \dots, N$ uma série temporal e dada uma janela de n medidas de $x(k)$, $x(k-n+1)$, $x(k-n+2)$, $\dots$, $x(k)$, determinar $x(k+1)$.



Aplicação: Previsão de Séries Temporais

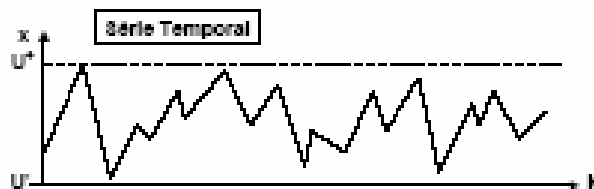


O valor a ser previsto depende de n valores passados de x , logo, estes n valores irão compor o antecedente da regra.

Aplicação: Previsão de Séries Temporais

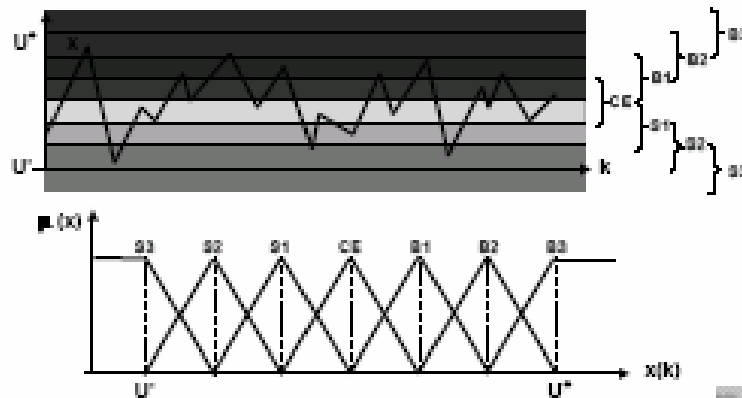
- Passo 1

- Divide-se a faixa de valores da série $[U^-, U^+]$ em m (ímpar) conjuntos fuzzy;



Aplicação: Previsão de Séries Temporais

- Associa-se um rótulo a cada conjunto;

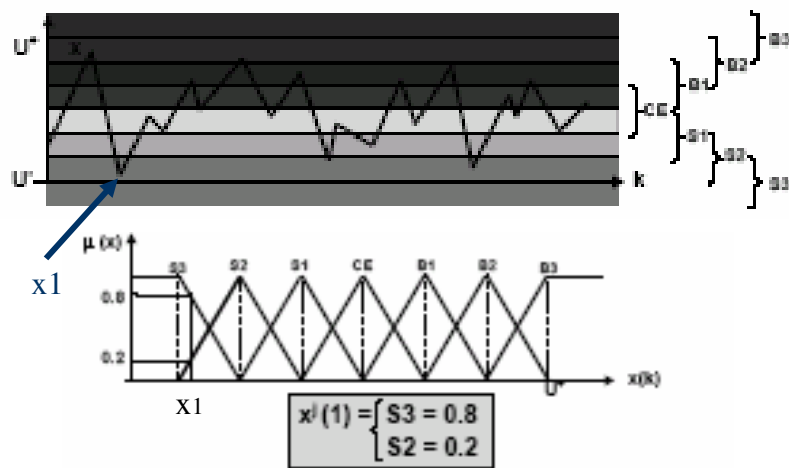


Aplicação: Previsão de Séries Temporais

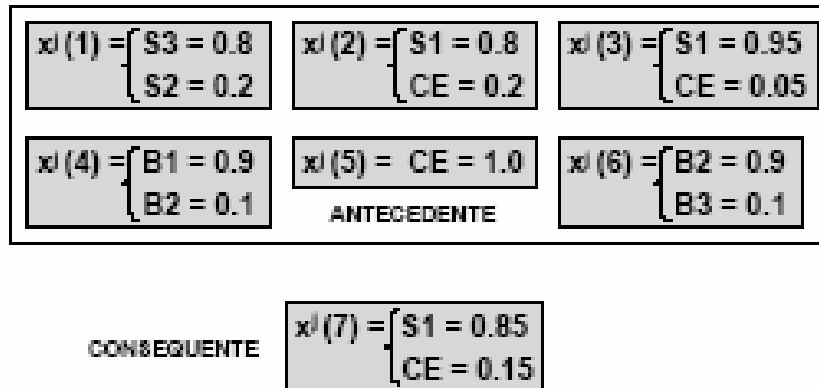
• Passo 2

- Determina-se:
 - Tamanho da janela: define *quantos e quais* valores passados têm mais influência no valor a ser previsto;
 - Horizonte de previsão: define *I* em função de quantos valores *à frente* se deseja a previsão;
- Para cada regra:
 - Determinar os graus de pertinência dos elementos x_j ;
 - Atribuir, a cada variável, o conjunto de maior grau;
 - Obter a regra para cada par de entrada-saída;

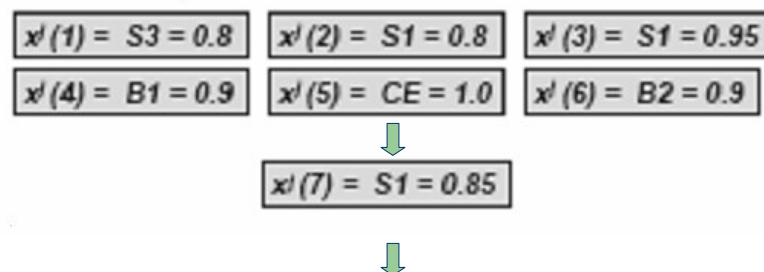
Aplicação: Previsão de Séries Temporais



Aplicação: Previsão de Séries Temporais



Aplicação: Previsão de Séries Temporais



SE $x_j(1)$ é S3 E $x_j(2)$ é S1 E $x_j(3)$ é S1 E $x_j(4)$ é B1 E $x_j(5)$ é CE E $x_j(6)$ é B2
ENTÃO $x_j(7)$ é S1

Aplicação: Previsão de Séries Temporais

- Passo 3

- Atribuir um grau a cada regra  determinado pelo produto dos graus de pertinência dos componentes da regra (antecedente e consequente);

- Passo 4

- Eliminar redundância e conflito selecionando a regra com maior grau.