

Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

Sistemas difusos (Fuzzy Systems)

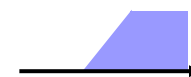
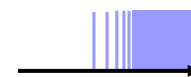
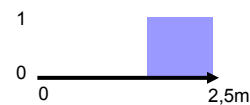
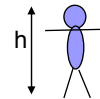
Victor Lobo

Mestrado em Estatística e Gestão de Informação

Ideia geral

- Lógica clássica
 - Sim ou Não: ou é, ou não é
- Probabilidades
 - Sim, com uma certa probabilidade
- Lógica difusa (fuzzy sets)
 - Sim (pelo menos em parte) ou não
 - É, com um certo **grau de pertença**
- Lógica incerta (rough sets)
 - Sim, não, ou não consigo dizer

Conjunto das
pessoas altas



Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

História

- Origem
 - Lofti Zadeh, 1965
 - “Computing with numbers” e “linguistic variables”
- Uma maneira de ver o mundo
- Uma matemática própria
 - Regras fuzzy
 - Aritmética fuzzy
- Aplicações
 - A partir dos anos 80, no Japão: “controladores fuzzy” para elevadores, torradeiras, micro-ondas

Porquê usar sistemas difusos

- Introdução dos dados e conhecimento:
 - Mais fácil, mas próxima da experiência quotidiana
 - Tem em linha de conta as falhas e ambiguidades
 - Combinação de diversas origens (eventualmente até contraditórias)
- Resultados
 - Espelham a verdadeira incerteza que temos
- Mais fáceis de desenhar/implementar

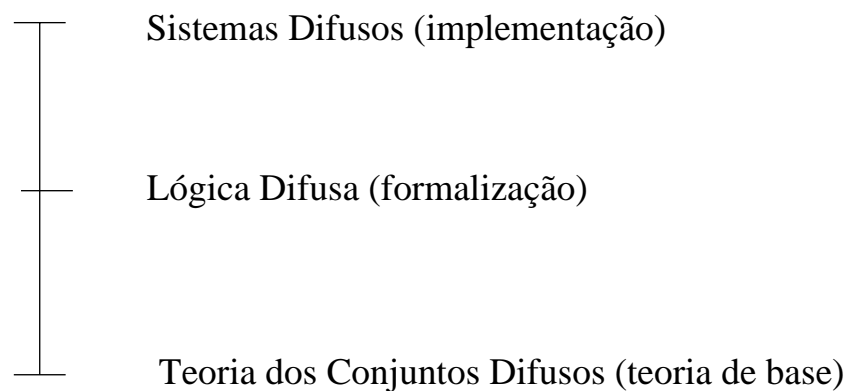
Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

Fuzzy *versus* probabilidades

- Probabilidades
 - Grau de **crença**
 - Grau de probabilidade de ser
 - “Talvez seja alto”
- Fuzzy
 - Grau de **verdade**
 - Grau de pertença
 - “É um pouco (0.6) alto”

Da teoria dos conjuntos difusos aos sistemas difusos



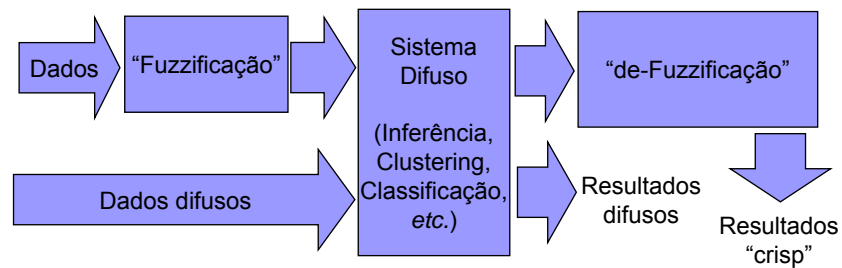
Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

Arquitectura de sistemas difusos

■ Entrada / saída

- Pode ou não ser difusa



Conjuntos difusos

■ Conjuntos clássicos

- Função característica μ de um objecto x a um conjunto A
- São valores binários

$$\mu_A(x) \in \{0,1\}$$

■ Conjuntos difusos

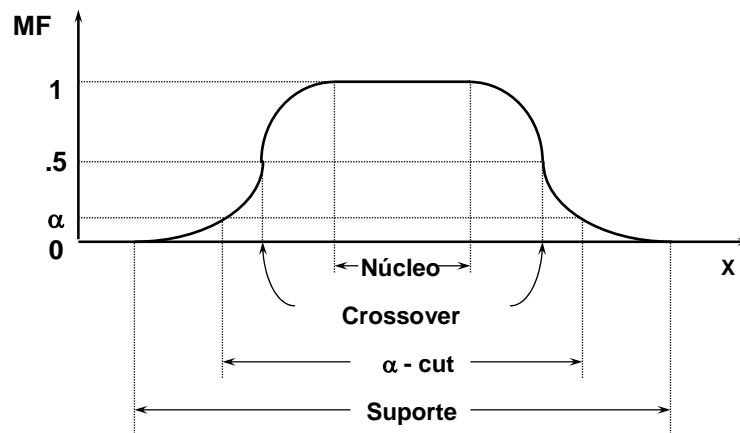
- Função de pertença μ de um objecto x a um conjunto A
- São valores reais

$$\mu_A(x) \in [0,1]$$

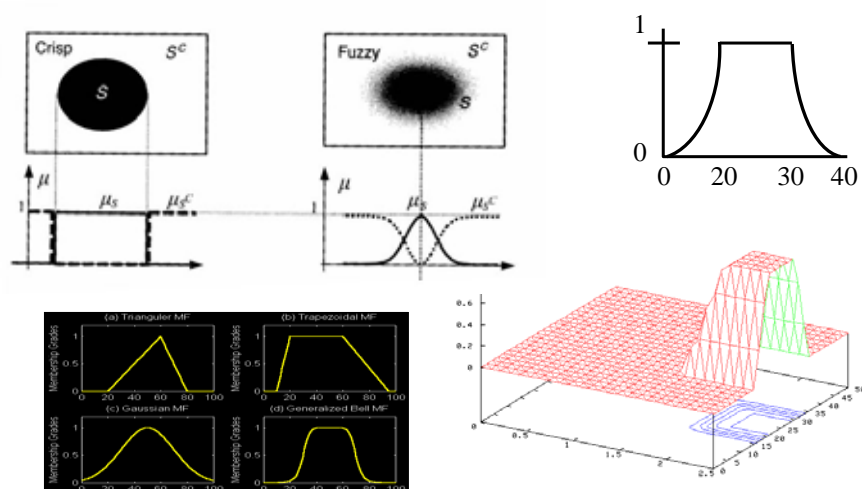
Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

Funções de pertença $\mu_A(x)$



Exemplos de funções de pertença

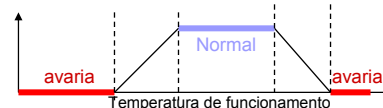


Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

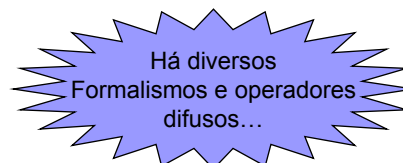
Funções de pertença

- Pertenças a vários conjuntos
 - Pertenças probabilísticas
 - Soma das pertenças a todos os conjuntos =1
 - $\sum \mu = 1$
 - Pertenças possibilísticas
 - Pertenças podem somar mais ou menos que 1
 - Para cada uma delas, $\mu \leq 1$
- Como determiná-las ?
 - Normalmente à priori, com valores max e min
 - Métodos dedicados



Operações difusas

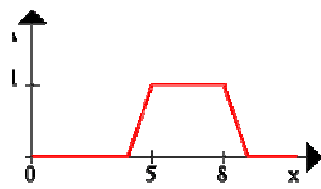
- Como combinar conjuntos difusos ?
 - $A = \neg B$
 - $A = \alpha_x(B)$
 - $A = B \wedge C$ (min)
 - $A = B \vee C$ (max)
 - Outros operadores
 - $A = B+C$
 - $A = B-C$
 - $A = B \times C$
 - $A = B/C$



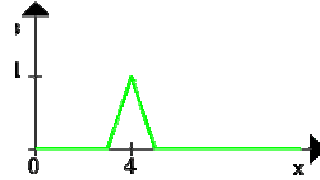
Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

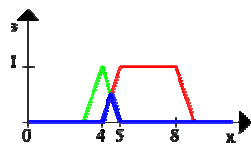
Operadores lógicos mais usuais



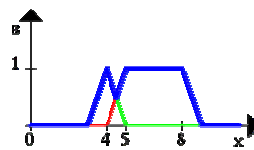
A



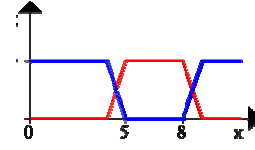
B



$A \wedge B$ (min)

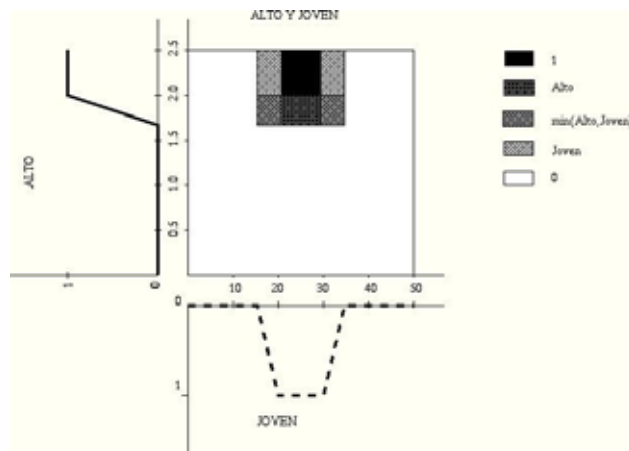


$A \vee B$ (max)



$\neg A$ (not)

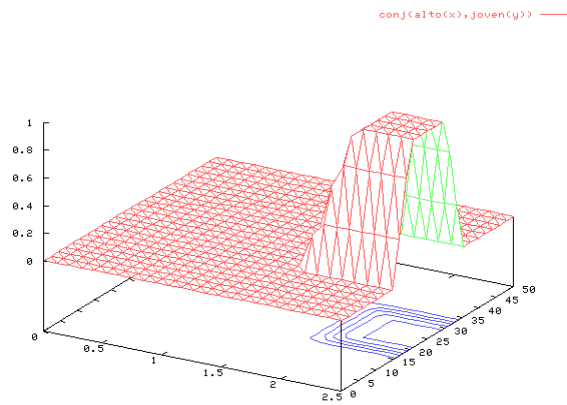
Conjunção (2D) de conceitos fuzzy



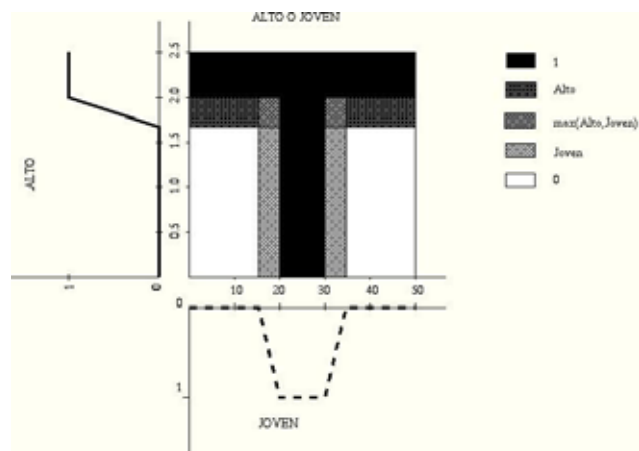
Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

Conjunção (2D) de conceitos fuzzy



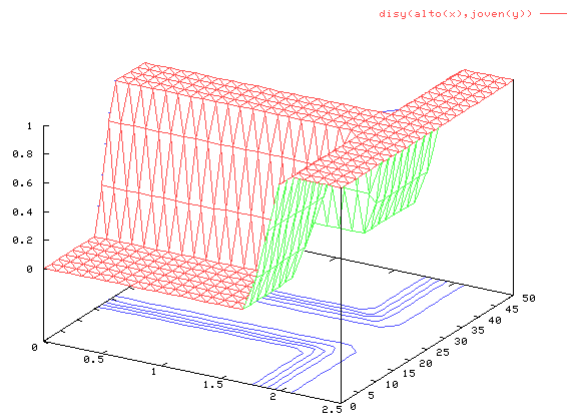
Disjunção (2D) de conceitos fuzzy



Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

Disjunção (2D) de conceitos fuzzy



Sistemas de inferência difusos

■ Regras:

- “se A então B” $A \Rightarrow B$
- “se A e B então C e D”

■ Se o antecedente é difuso

- A implicação é difusa ?
- O conseqüente é difuso ?
 - Faz mais sentido

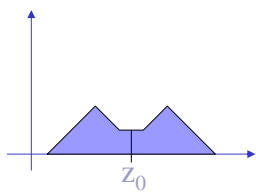
Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

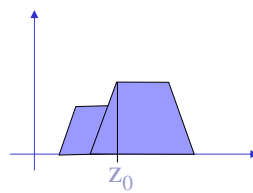
De-fuzzificação

- Voltar a obter um valor inequívoco

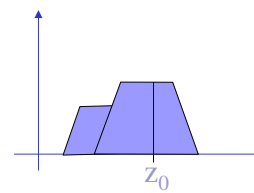
Exemplos:



Centróide



First-of-Maxima



Critério Máximo

Principais técnicas baseadas em sistemas difusos (em SAD)

- FCM – Fuzzy C-Means
 - Alternativa “fuzzificada” ao k-médias
 - A pertença a cada conjunto é proporcional à distância ao centroide
- Regras Fuzzy
 - Regras com antecedentes difusos
 - Regras com consequentes difusos

Sistemas Difusos

V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

Exemplo de um problema:

- Uma empresa quer **contratar uma pessoa** para uma determinada tarefa. Para tal necessita de alguém que seja um **bom matemático** e um **razoável ou bom físico**.
- Os conceitos de “bom” e “razoável” são definidos através de funções difusas
- Candidataram-se a esse emprego 4 pessoas
- Qual será o candidato seleccionado ?

	Mat.	Fís.
Manel	19	12
João	12	17
Maria	15	15
Pedro	16	13

