Sistemas Difusos

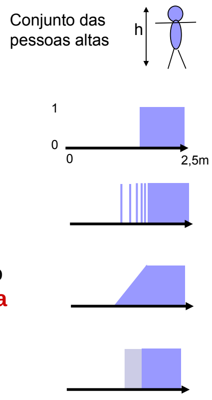
V 1.1, V.Lobo, EN/ISEGI, 2010

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

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 paritr 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

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 (implementação)

Lógica Difusa (formalização)

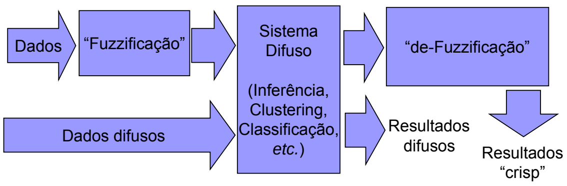
Teoria dos Conjuntos Difusos (teoria de base)

Sistemas Difusos

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

Arquitectura de sistemas difusos

- Entrada / saída
  - Pode ou não ser difusa



Conjuntos difusos

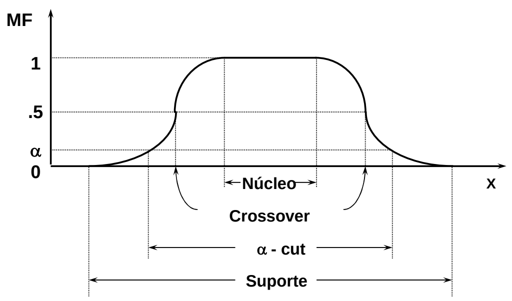
- Conjuntos clássicos
  - Função característica μ de um objecto x a um conjunto A
  - São valores binários

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

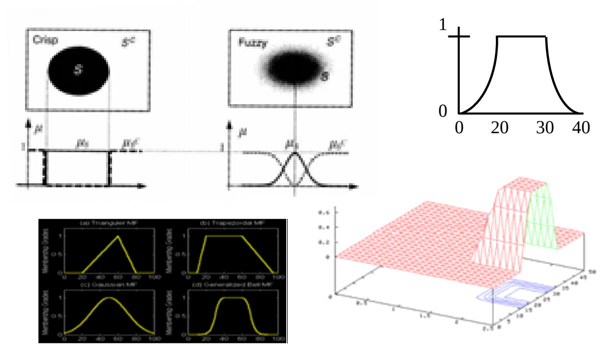
- Conjuntos difusos
  - Função de pertença μ de um objecto x a um conjunto A
  - São valores reais

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

Funções de pertença $\mu_A(x)$

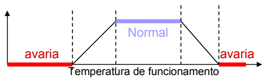


Exemplos de funções de pertença



Funções de pertença

- Pertenças a vários conjuntos
  - Pertenças probabilisticas
    - Soma das pertenças a todos os conjuntos =1
    - $\Sigma\mu = 1$
  - Pertenças possibilisticas
    - 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

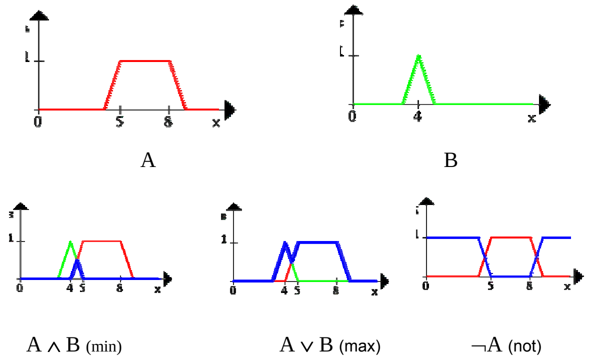


Operações difusas

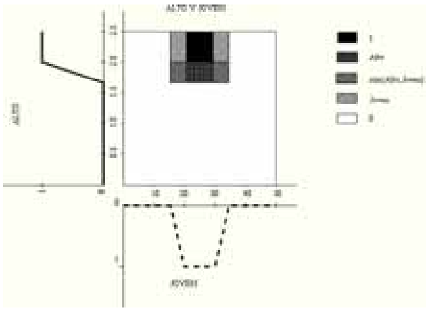
- Como combinar conjuntos difusos ?
  - A = ¬B
  - A = α_x(B)
  - A = B ∧ C (min)
  - A = B ∨ C (max)
  - Outros operadores
    - A = B+C
    - A = B-C
    - A = BxC
    - A = B/C

Há diversos Formalismos e operadores difusos…

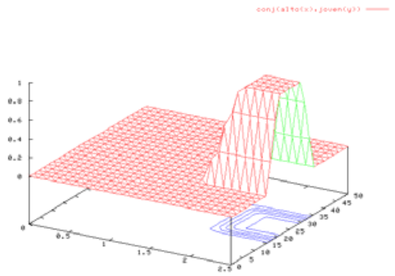
Operadores lógicos mais usuais



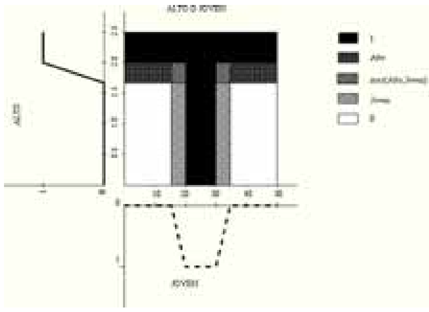
Conjunção (2D) de conceitos fuzzy



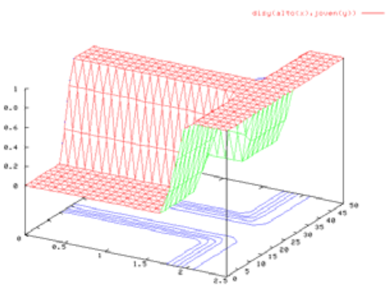
Conjunção (2D) de conceitos fuzzy



Disjunção (2D) de conceitos fuzzy



Disjunção (2D) de conceitos fuzzy



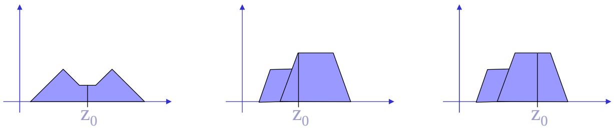
Sistemas de inferência difusos

- Regras:
  - “se A então B” $A \Rightarrow B$
  - “se A e B então C e D”
- Se o antecedentes é difuso
  - A implicação é difusa ?
  - O consequente é difuso ?
    - Faz mais sentido

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

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