



Inteligência Computacional

Dataset: Conjunto de instâncias.

Atributo: Característica de uma entidade, por exemplo, cor dos olhos temperatura, idade, frequência.

Valor dos atributos: Geralmente são números ou palavras

- Tuplas são as linhas da tabela

Classificação e Regressão

Um algoritmo de classificação buscará produzir um classificador capaz de generalizar as informações contidas no conjuntos de treinamento, com a finalidade de classificar posteriormente, objetos cujo rótulo seja desconhecido. **Prevê uma Classificação - Ex: Paciente doente ou não.**

Quando os valores dos atributos são definidos por uma quantidade limitada de valores discretos (conjunto finito de dados) têm-se um problema de classificação. Quando os valores são contínuos tem-se um problema de regressão. **Prevê um valor numérico- Ex: Prevê o salário de um determinado grupo de pessoas.**

Tipos de medidas

O atributos são classificados como:

- Binário- 0 ou 1
- Nominal: Valores categoriais , sem ordem. Ex: estado civil
- Ordinal: Valores ordenados mas não distancia entre os pontos. Exemplo: Nível educacional.

- Razão: Valores ordenados em que há distancia entre o pontos. Exemplo: A distancia entre dois objetos.
- Discreto: Conjunto de valores contáveis, muitas vezes representados por valores inteiros. Exemplo: Número de palavras de uma documento.
- Contínuo: Tem números reais como valores de atributos. Exemplo: temperatura, altura.

O conjuntos são classificados como:

- Tabela: Coleção de registros em que cada um consiste de um número fixo de atributos.
- Dados de documento: cada documento é representado como um vetor de termos onde cada atributo registra o numero de vezes que o termo ocorre no documento.
- Dados Transacionais: Conjunto de itens . Exemplo: Em uma mercearia o conjunto de produtos levados por um cliente constitui uma transação.
- Dados de grafos: grafos da WEB com links HTML.
- Séries temporais: Dados gerados de um processo contínuo ao longo do tempo. Exemplo: Medições de temperatura.

Qualidade dos dados

-Presença de ruídos: Erro de medição dos valores físicos.

-Presença de Outliers: Instâncias de dados com características que são significativamente diferentes da maioria das outras instâncias.

-Valores ausentes : Valores incompletos por diversos motivos. Podem ser tratados de três maneiras diferentes: remoção das variáveis ou amostras com valores ausentes, imputação dos dados ou deixar em branco e deixar que o algoritmo cuide disso.

Métodos de imputação de dados

- Imputação por zero
- Imputação pela média.
- Imputação pelo último valor.
- Imputação pela última saída;

-Dados duplicados.

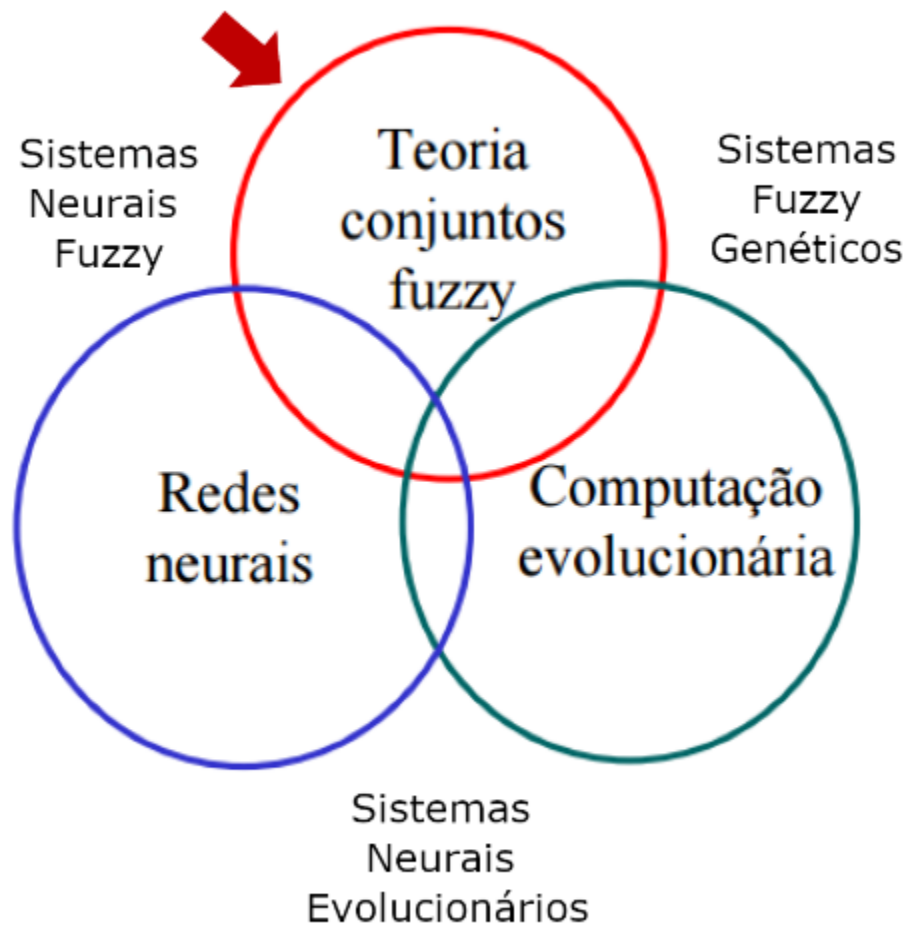
28/09/2022

Introdução - Fuzzy

Sistemas inteligentes:

- Inteligência computacional.
- Pesquisa Operacional.
- Inteligência Artificial.
- Análise de dados - Reconhecimento.
- Teoria de sistemas.
- Ciências cognitivas.
- Aprendizagem de máquina.
- Teoria de Controle.

Perspectiva da inteligência Computacional



Fuzzy

Trata de mexer com informações imprecisas empregadas usualmente na comunicação humana.

| Sistema lógico que visa o raciocínio aproximado.

Transforma o conhecimento tácito em explícito, capturando a experiência e o conhecimento do especialista humano.

Na lógica clássica, uma sentença só pode assumir um dentre os valores verdade: Verdadeiro ou Falso. Não existe situação intermediária.

A lógica fuzzy busca introduzir mecanismos que tornem mais suave a transição entre diferentes conceitos. Um deles é a **função de pertinência** ($\mu_a : x \rightarrow [0, 1]$ -

Elemento 'x' pertence ao conjunto 'A').

O grau de pertinência μ_a indica o quão o valor de x associado à μ_a é compatível com o conceito representado pelo conjunto A. Quanto mais próximo de 1 mais compatível é o x com o conceito representado pelo conjunto A.

Conjuntos

Os conjuntos são utilizados para classificar elementos em conceitos gerais:

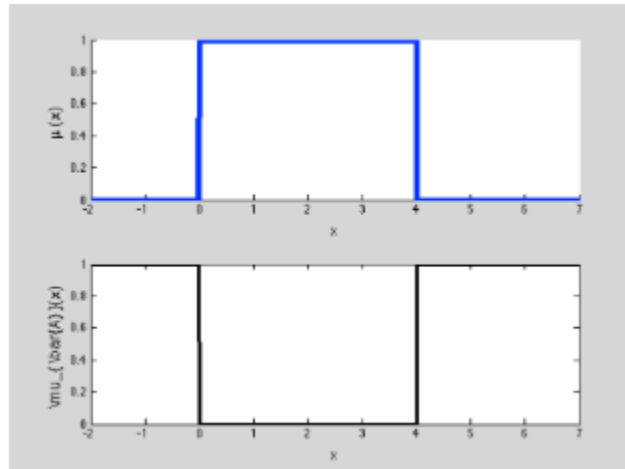
- Números pares.
- Números ímpares.
- ...

Dois grupo distintos:

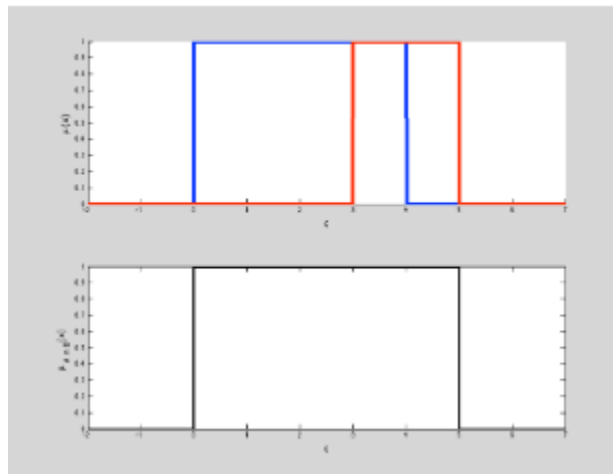
- Membros: Pertencem ao conjunto.
- Não membros: Não pertencem ao conjunto.

Universo de Discurso: Espaço onde estão definidos os valores possíveis.

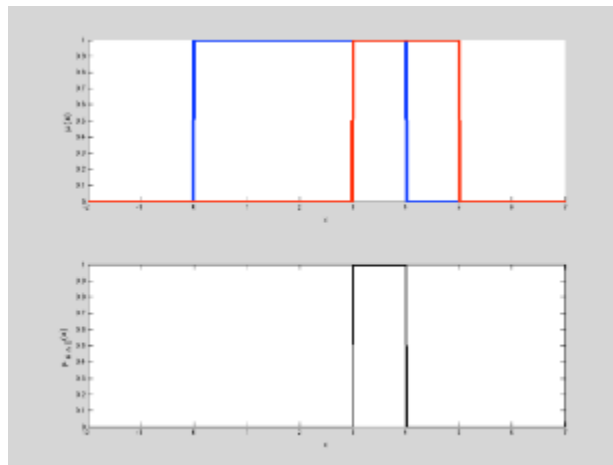
Complemento



União



Intercessão



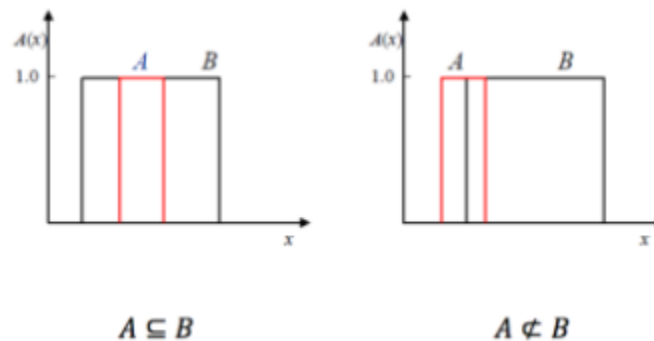
Propriedades

- União $\rightarrow A \cup B : \max$
- Interseção $\rightarrow A \cap B : \min$

Conjuntos Fuzzy

Função característica ou função de pertinência \rightarrow mapeia os elementos do conjunto base X em um número real entre 0 e 1.

- Conjuntos Discretos
- Conjunto Contínuo
- Domínio:
 - Aberto.
 - Fechado.
- Suporte : Subconjuntos dos pontos em que o valor de pertinência é maior que 0.
- Núcleo : Subconjunto de pontos em que o valor de pertinência é igual a 1.
- Inclusão:



- Conjunto Fuzzy Singleton: Suporte é em um único ponto em X .

Funções de Pertinência

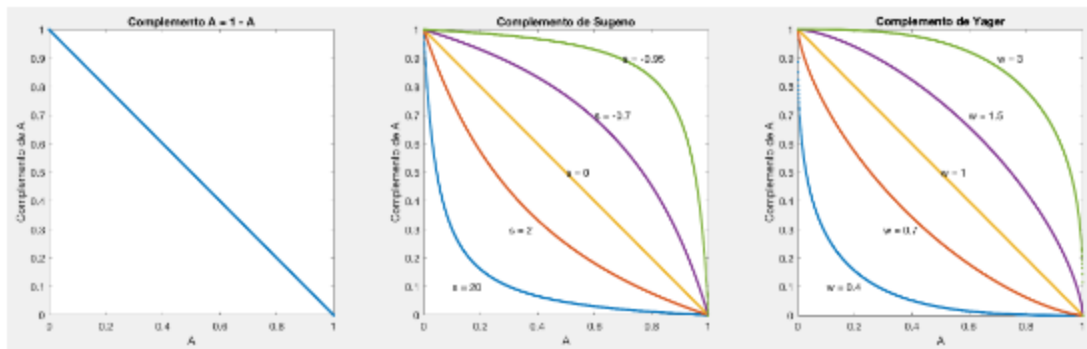
- Triangular: $A(x; a, m, b) = \max\min[(x - a)/(m - a), (b - x)/(b - m), 0]$.

- Trapezoidal: $A(x; a, m, n, b) = \max\min[(x - a)/(m - a), 1, (b - x)/(b - n), 0]$.
- Gaussiana : $A(x) = e^{-k(x-m)^2}$

A escolha da função de pertinência deve refletir:

- A natureza do problema.
- A percepção do conceito a ser capturado
- O nível de detalhe a ser capturado.
- O contexto da aplicação.
- A adequação para ajuste de parâmetros (Otimização).

- Zadeh: $N(a) = 1 - a$
- Sugeno: $N(a) = \frac{1-a}{1+sa}$, $s \in (-1, \infty)$
- Yager: $N(a) = (1 - a^w)^{1/w}$, $w \in (0, \infty)$



Operações

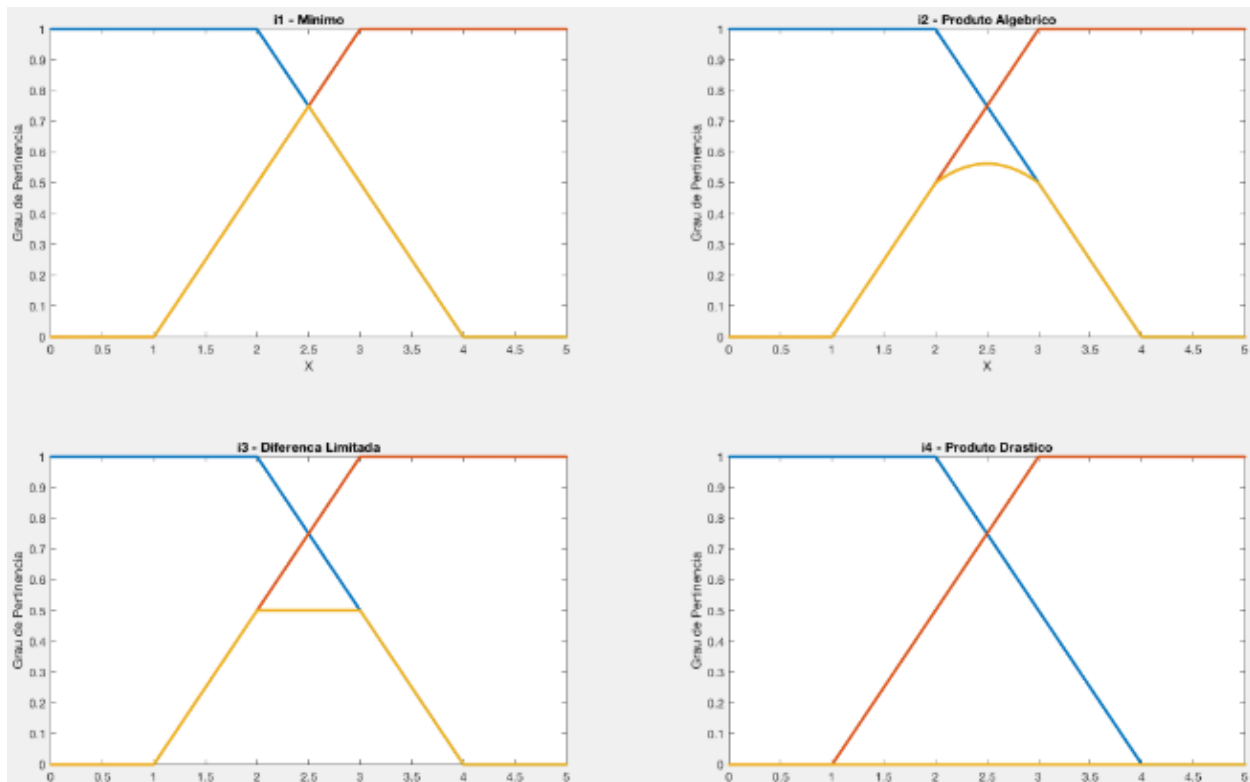
- Complemento.
- Intersetção.
- União.

Operações Generalizadas

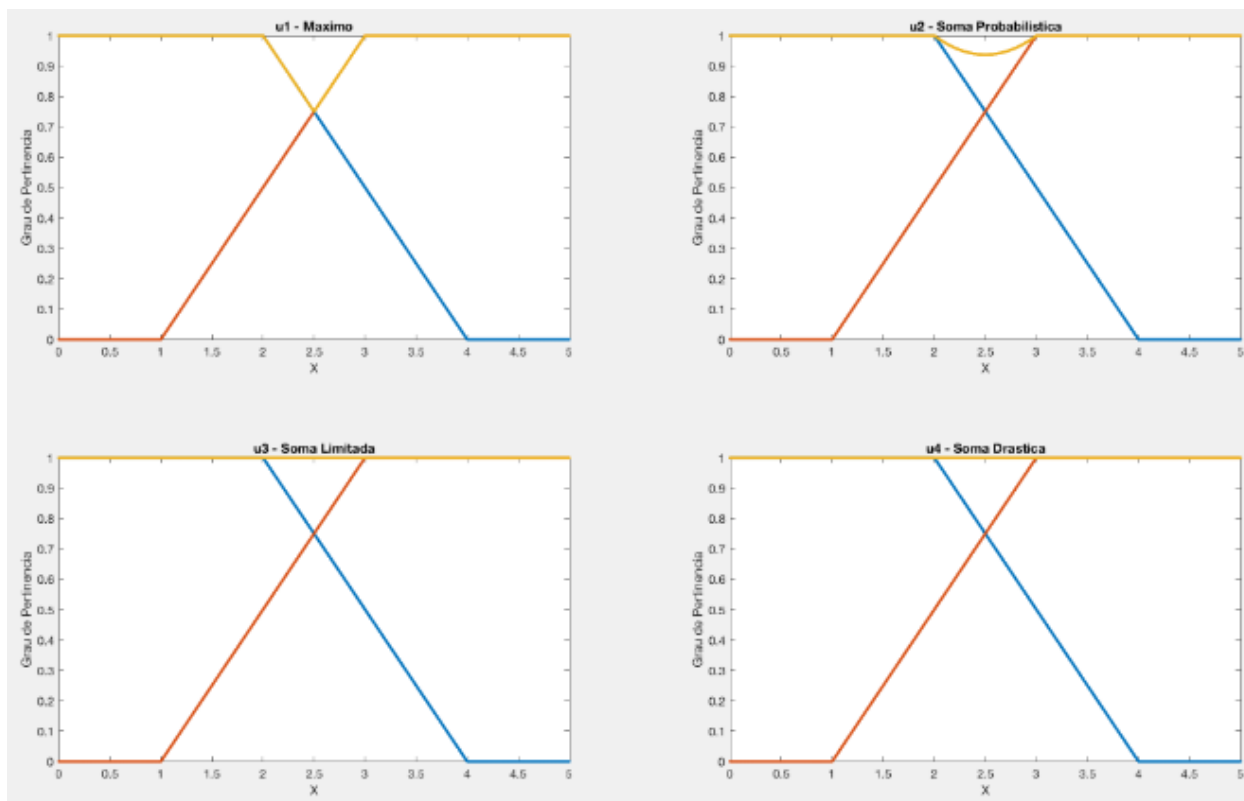
Normas Triangulares: Fornecem modelos genéricos para as operações de intercessão e união de conjuntos fuzzy.

- Normas triangulares (t-normas) : intercessão.
- Co-normas triangulares (s-normas) : união.

T-normas



S-normas



T-norma	Nome usual	S-norma	Nome usual
$\min(x, y)$	Zadeh min	$\max(x, y)$	Zadeh max
$x \cdot y$	Produto algébrico	$x + y - xy$	Soma probabilística
$\max[0, (1 + p)(x + y - 1) - pxy]$	Lukasiewicz t-norma: $p \geq -1$	$\min[1, (x + y + pxy)]$	Lukasiewicz s-norma: $p \geq 0$
$\frac{xy}{\gamma + (1 - \gamma)(x + y - xy)}$	Hamacher t-norma: $\gamma > 0$	$\frac{x + y - xy - (1 - \gamma)xy}{1 - (1 - \gamma)xy}$	Hamacher s-norma: $\gamma > 0$
$\max(x + y - 1, 0)$	Diferença limitada	$\min(x + y, 1)$	Soma limitada
x se $y = 1$ y se $x = 1$ 0 caso contrário	Weber produto drástico	x se $y = 0$ y se $x = 0$ 1 caso contrário	Weber soma drástica

Conhecimento

O conhecimento é um conjunto de proposições em uma linguagem.

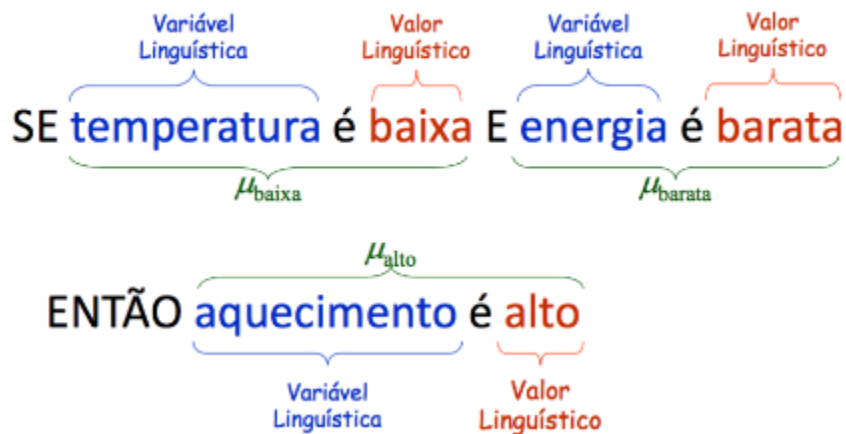
- **Especialista** : Levantado a partir de sessões de engenharia do conhecimento, como no caso dos sistemas especialistas clássicos.
- **Dados** : Extraído a partir de padrões ou categorias encontradas em conjuntos de dados coletados nos sistemas que se quer representar.



Em sistemas fuzzy o conhecimento é representado através de regras, modelagem da experiência humana em situações específicas. Premissas e conclusões podem ser proposições fuzzy.

Variáveis linguísticas

- Variável numérica: Assume valores numéricos.
- Variável linguística: utilizada para representar de modo impreciso um conceito ou variável. Associado a valores linguísticos - conjunto fuzzy (jovem, velho, alto, baixo, gordo, magro, quente, frio) que são conectados à valores numérico através de funções de pertinência.



- Regras sintáticas : Definem o formato em que será armazenada a informação da base de conhecimento e como serão processados os antecedentes, quais os operadores utilizados.
- Regras semânticas : definem como o conhecimento é extraído e processado na estrutura definida pelas regras sintáticas.

Regras Fuzzy

Se <antecedente> então <consequente>.

Regra fuzzy é a relação fuzzy a partir da qual é possível obter um valor de pertinência (grau de ativação).

O resultado é uma agregação das relações (regras) individuais por um operador de agregação, geralmente uma s-norma.

Modus Pones

Premissa 1 (fato): x é A
 Premissa 2 (regra): Se x é A então y é B

 Consequência (conclusão): y é B

Premissa 1 (fato): O tomate está vermelho
 Premissa 2 (regra): Se o tomate está vermelho então o tomate está maduro

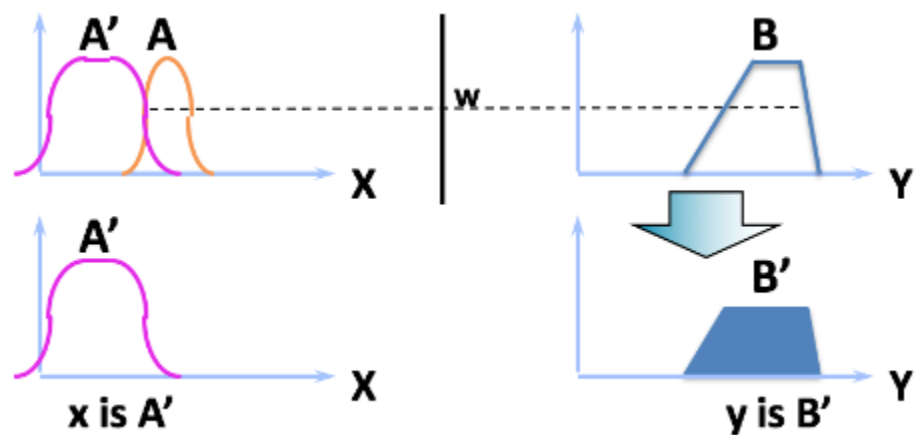
 Consequência (conclusão): O tomate está maduro

Raciocínio Fuzzy

▼ Uma regra e apenas um antecedente.

Regra: Se x é A então y é B
 Fato: x é A'

 Conclusão: y é B'

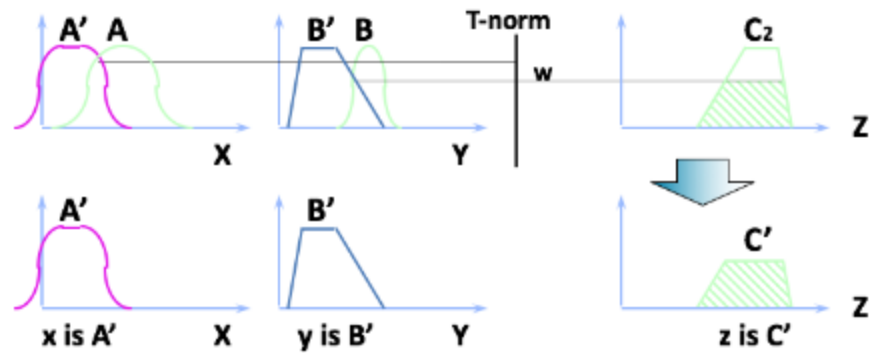


▼ Uma regra e dois antecedentes.

- É feito um and , ou seja, a intercessão dos dois graus de pertinência.

Regra: Se x é A e y é B então z é C
 Fato: x é A' e y é B'

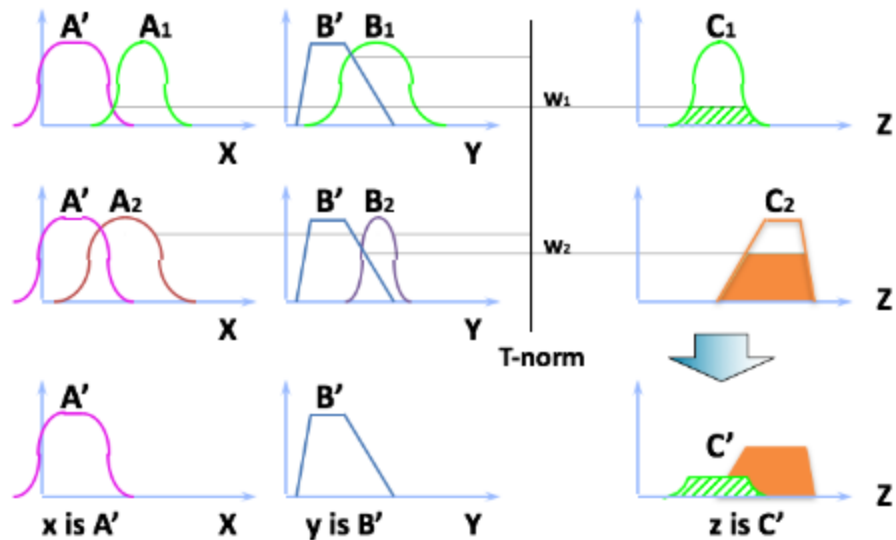
 Conclusão: z é C'



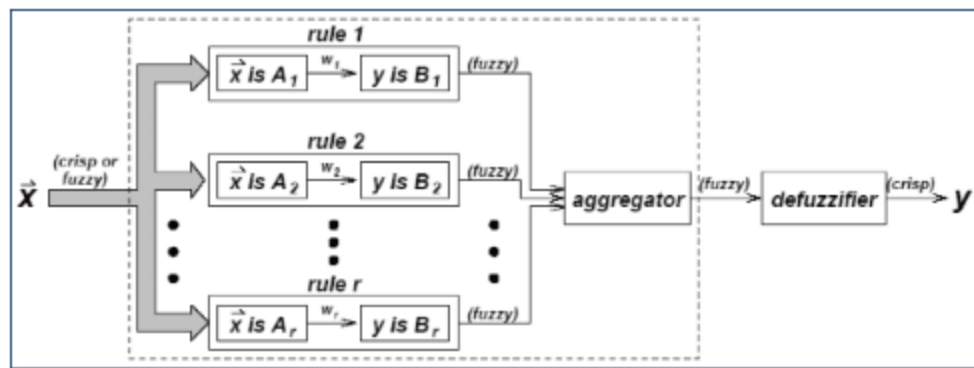
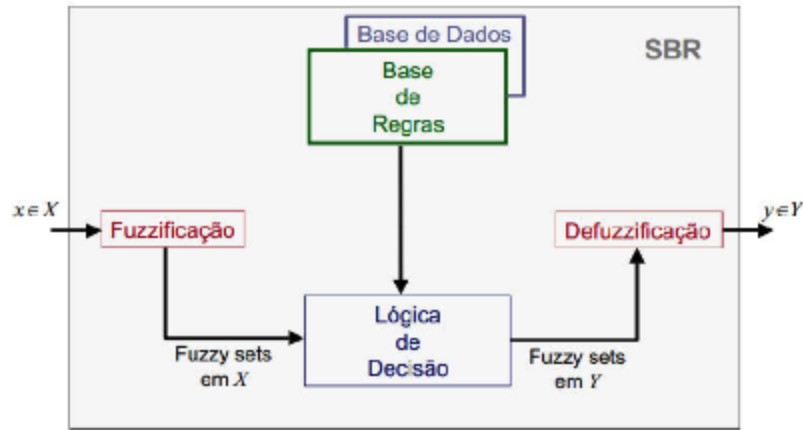
▼ Duas regras e dois antecedentes

Regra 1: Se x é A_1 e y é B_1 Então z é C_1
 Regra 2: Se x é A_2 e y é B_2 Então z é C_2
 Fato: x é A' e y é B'

Conclusão: z é C'



Sistema Fuzzy baseado em regra



Métodos de inferência

- Mamadani
- Larsen
- Kosko e Mizumoto

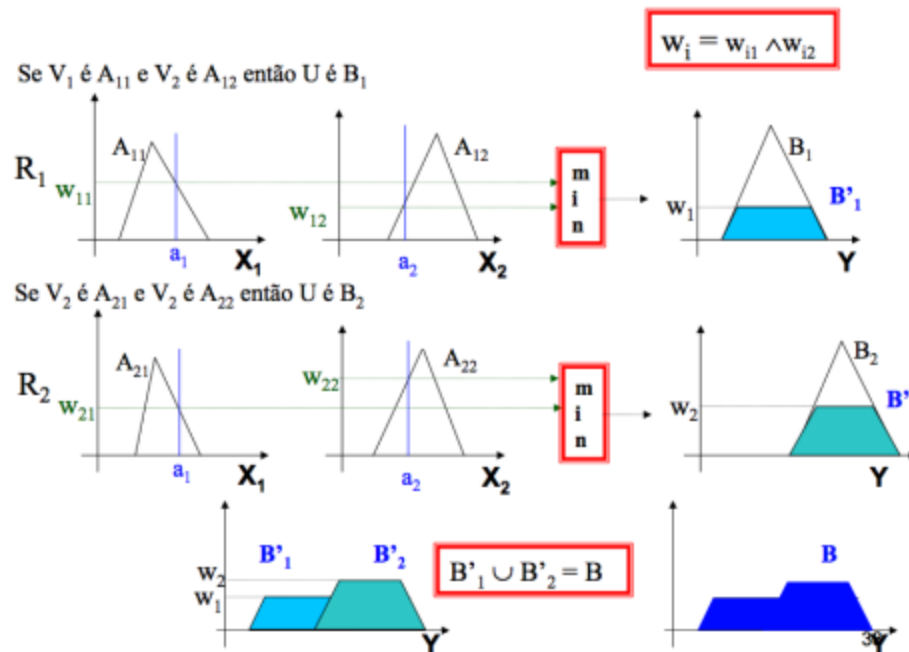
Método de Mamdami

Ordem das etapas necessárias.

- Identificar variáveis

Entradas e saídas, por exemplo v1, v2, v3 de entradas e u de saída.

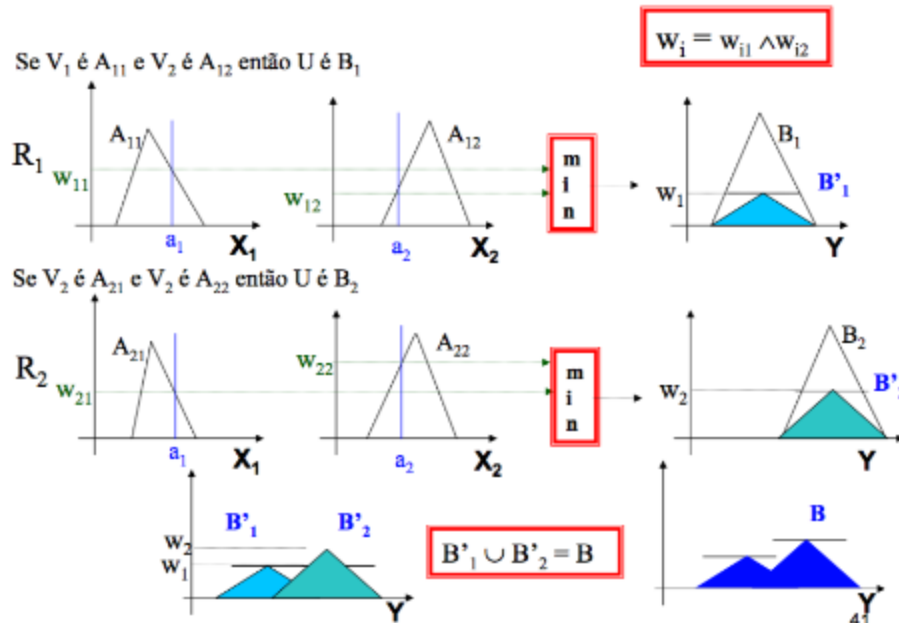
- Criar regras - and é o mínimo
 se v_1 é A_{11} and v_2 é $A_{22} \rightarrow u$ é A_{12}
 se v_1 é A_{21} and v_2 é $A_{21} \rightarrow u$ é A_{23}
 se V_1 é A_{31} and v_2 é $A_{12} \rightarrow u$ é A_{23}
- Aplicar max-min



Método de Larsen

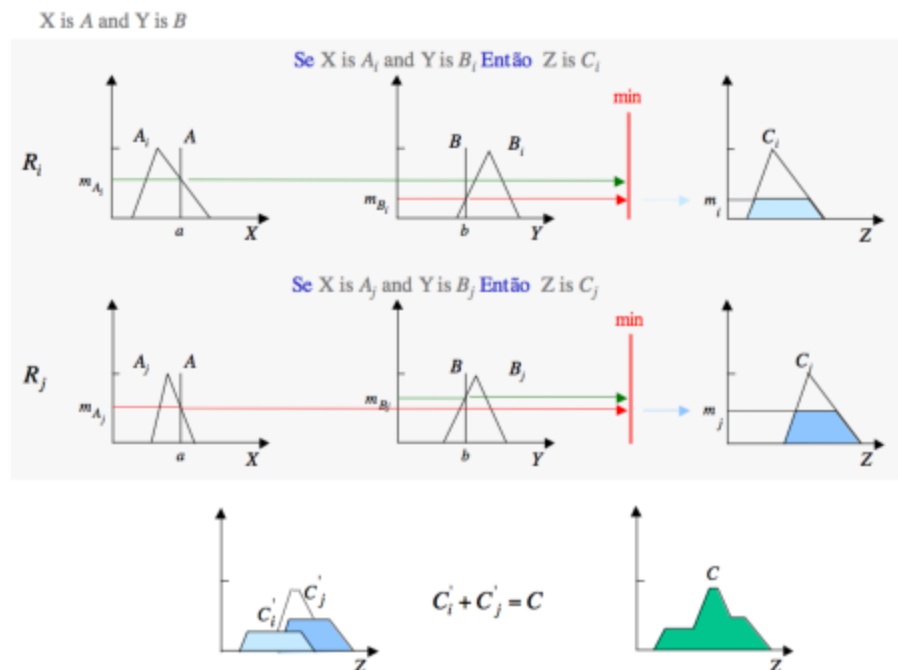
Mesmas regras, a única mudança é a forma que ele faz o calculo.

Ao invés de fazer o mínimo - and- na hora de calcular o grau de ativação, é feito o produto.



Método de Kosko e Mizumoto

Mesma coisa do mamdaime porém ele soma ao invés de utilizar o método min-max.



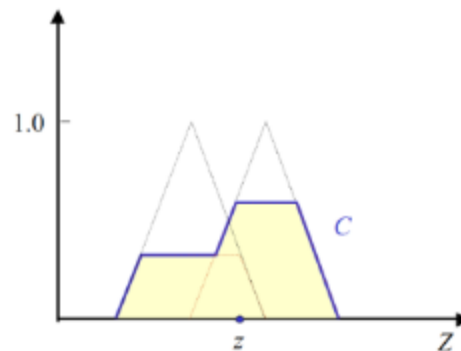
Método de defuzificação

A defuzificação tem como principal objetivo traduzir para um valor linguístico , convertendo para um valor numérico.

Centro da área, Centro de gravidade, centróide

- Computacionalmente é ineficiente.
- Não leva em conta áreas sobrepostas.

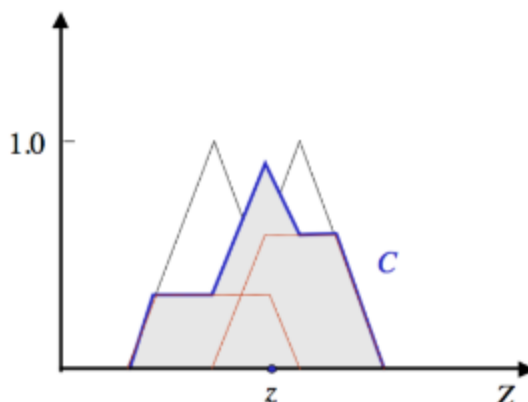
$$CoA(Z) = \frac{\sum_{i=1}^n z_i C(z_i)}{\sum_{i=1}^n C(z_i)}$$



Centro das somas

- Semelhante ao centro de área mas considera as áreas sobrepostas.

$$CoS(Z) = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \cdot \sum_{k=1}^{N'} C'_k(z_i)}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{N'} C'_k(z_i)}$$

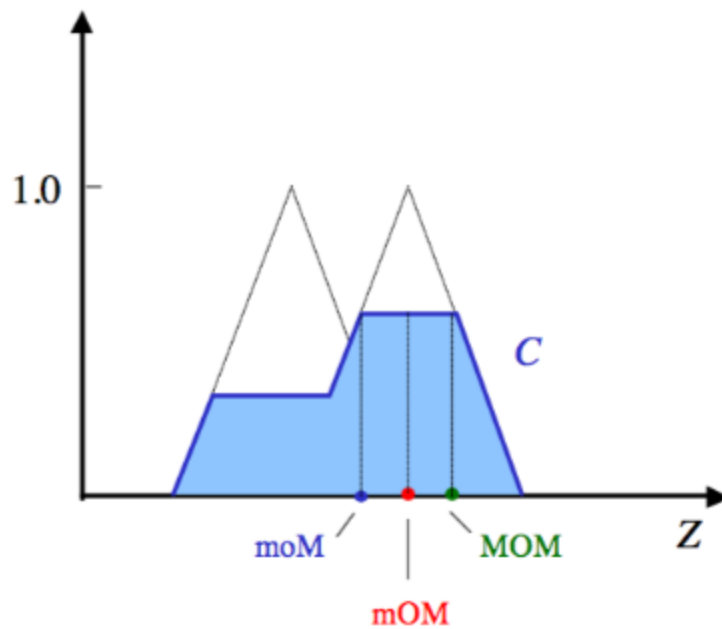


$$z = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \sum_{k=1}^{N'} C'_k(z_i)}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{N'} C'_k(z_i)}$$

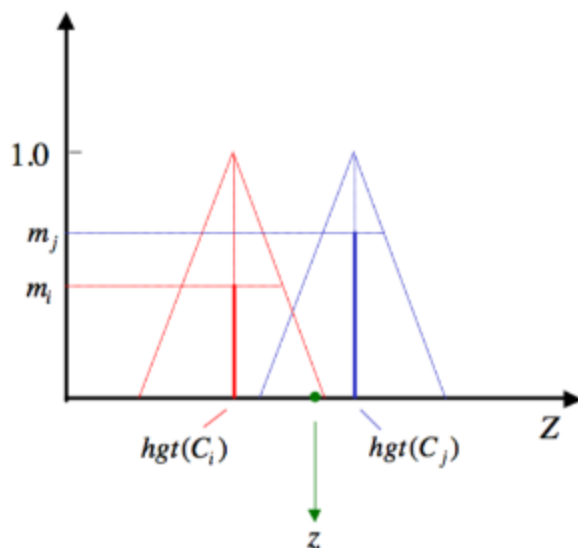
$$Z = [z_1, \dots, z_n]$$

N' = número de regras ativas

Mínimo, média e máximo dos máximos



Método das altura



$$z = \frac{\sum_{k=1}^{N'} m_k hgt(C_k)}{\sum_{k=1}^{N'} hgt(C_k)}$$

N' = número de regras ativas

Modelo de TSK - Takagi-Sugeno-Kang

Similar ao método de mamdani em vários aspectos: Fuzzificação de entradas, aplicação de operadores e base de regras condicionais de inferência.

Nesse caso , os consequentes das regras , ao invés de serem formados por relações fuzzy. sem compõe de equações paramétricas relacionando as entradas e as saídas do processo.

$$z = \frac{\sum_{k=1}^N m_k \cdot z_k}{\sum_{k=1}^N m_k}$$

- FIS MAMDANI
 - Mais intuitivo
 - Bem aceito
 - Mais apropriado para aceitar entradas humanas (descrições linguísticas das entradas e das saídas)
- FIS Takagi-Sugeno
 - Computacionalmente eficiente
 - Facilmente combinado com técnicas de controle PID e métodos de adaptação e otimização
 - Continuidade garantida da superfície de saída

