

FRBCS: Fuzzy Rule-Based Systems for Classification



Gabriel Rosa de Oliveira Silva

Lógica Fuzzy X Lógica Clássica

— — —

- Diferentemente da Lógica Clássica, a Lógica Fuzzy lida com valores intermediários entre “Verdadeiro” ou “Falso”, ela pode assumir qualquer valor entre 0(absoluto falso) e 1(absoluto verdadeiro);
- Cada sentença tem um *grau de pertinência*, valor correspondente a *pertinência*, correspondência de determinado valor a um resultado;
- Exemplo: Quantificadores Clássicos(Para Todo, Existe) X Quantificadores Fuzzy ou Difuso(Muitos, Poucos, A maioria, Ocasionalmente, ...);

Lógica Fuzzy(Difusa) X Lógica Clássica

— — —

Uma Representação visual da diferença entre a Lógica Clássica da Lógica Difusa:



Introdução aos FRBS

— — —

- São uma extensão de sistemas clássicos Rule-Based;
- Seu formato é *IF A THEN B*, com A e B sendo conjuntos *fuzzy*;
- Exemplo: determinar se um carro está rápido ou não em uma pista, considerando o número de veículos e tamanho da pista. Cada grupo pode ser considerado com três valores:

Número de veículos (NV) = {baixo, médio, alto}

Tamanho da pista (TP) = {fina, média, larga}

Velocidade do carro (VC) = {lento, médio, rápido}

A regra gerada nesse exemplo pode ser gerada, em uma situação específica, como: *IF NV é baixo e TP é média THEN VC é rápido.*

Introdução ao FRBSs

— — —

- Generalizando a regra para várias entradas, temos que:

Rule R_i : *IF* A_1 is $x_{(i1)}$ and A_2 is $x_{(i2)}$ and ... and A_n is $x_{(in)}$ *THEN*
output is O_j

R_i -> é a “i” regra-base de um dataset;

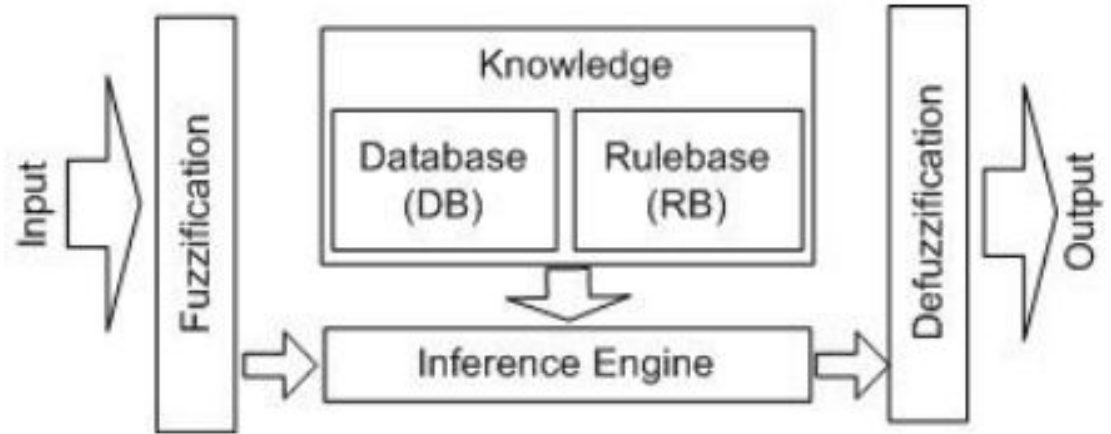
A_1, A_2, \dots, A_n -> são os aspectos do dataset;

$x_{(i1)}, x_{(i2)}, \dots, x_{(in)}$ -> são as variáveis linguísticas;

O_j -> resultado do modelo;

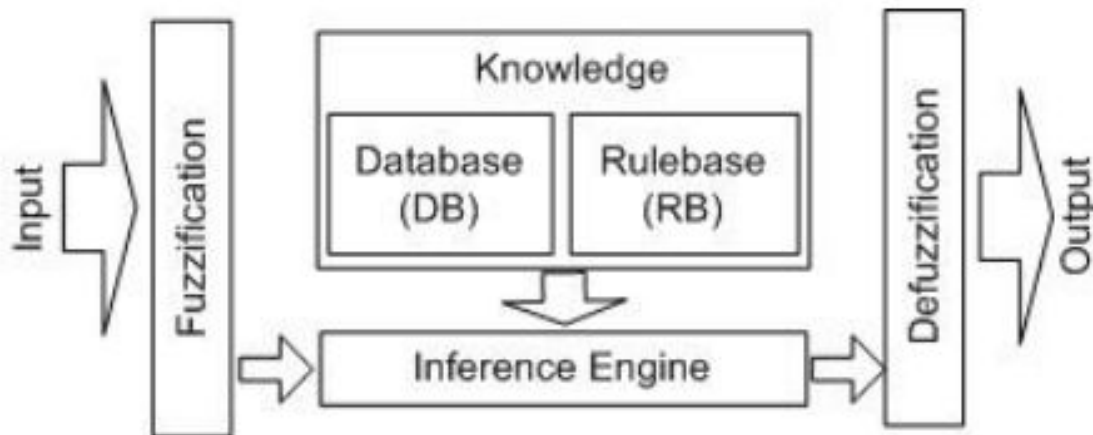
Formato de um FRBS

— — —
Nesta imagem está a representação dos componentes em um FRBS do modelo de Mamdani.



Formato de um FRBS

- *Fuzzification*: transforma as entradas cruas em valores linguísticos.
- *Knowledge*: Composta do dataset que será utilizado e as regras-base.
- *Inference engine*: Realiza as operações entre as regras fuzzy e os dados de entrada.
- *Defuzzification*: processa os valores linguísticos para os resultados finais.



Tipos de FRBS

— — —

Modelo de Mamdani -> Usa variáveis linguísticas no antecedente e no consequente, considerando múltiplas entradas e uma única saída (MISO).

Regra típica-> **IF X1 is A1 and . . . and Xn is An THEN Y is B;**

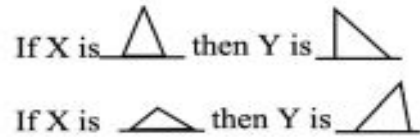
Takagi-Sugeno-Kang FRBS -> Usa regras em que o seu consequente será uma função das variáveis de entrada. Por ter um resultado final sendo um número, esse modelo não necessita de um defuzzificador. Regra típica-> $Y = f\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, por geralmente utilizar uma função polinomial é possível reescrever a equação como: **$Y = p_1 \cdot X_1 + \dots + p_n \cdot X_n + p_0$, sendo cada p um vetor de parâmetros $p = (p_0, p_1, \dots, p_n)$.**

Tipos de FRBS

— — —

Aproximado Mamdani FRBS -> Uma variação do modelo de Mamdani. Nesse modelo cada regra contém um diferente conjunto de valores linguísticos, logo ele entrega os valores correspondentes aos parâmetros da função de pertinência ao invés de um rótulo linguístico.

Regra típica ->



Forma Disjuntiva Normal (DNF) FRBS -> É outra variação do modelo de Mamdani em que o antecedente considera que os objetos podem ter mais de um valor linguístico ao mesmo tempo, tais valores são utilizados no operador de disjunção. Regra típica -> **IF x_1 is $\{l_{11}, l_{12}\}$ and x_2 is $\{l_{23}\}$ and ... and x_n is $\{l_{n1}, l_{n2}\}$ THEN y is Y .**

FRBCS: Fuzzy Rule-Based for Classification Systems

— — —

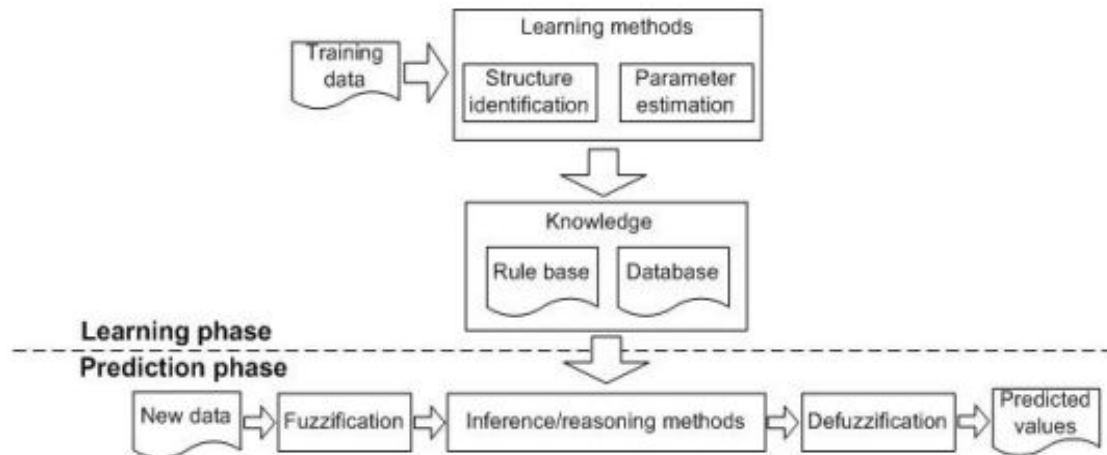
- Lidam com problemas de classificação de dados;
- Suas saídas são dados categóricos;
- Nele são utilizados o antecedentes das variáveis linguísticas e a saída é a identificação da classe a qual o dado pode ser categorizado;
- Regra típica -> **IF x_1 is L_{1i} and x_2 is L_{2i} and ... and x_n is L_{ni} THEN $y = c$** , sendo c uma das classes do dataset.

Formato de um FRBCS:

— — —

Separado em duas etapas que se interligam: O treinamento do modelo, com o conjunto de treinamento, e a previsão de novos dados.

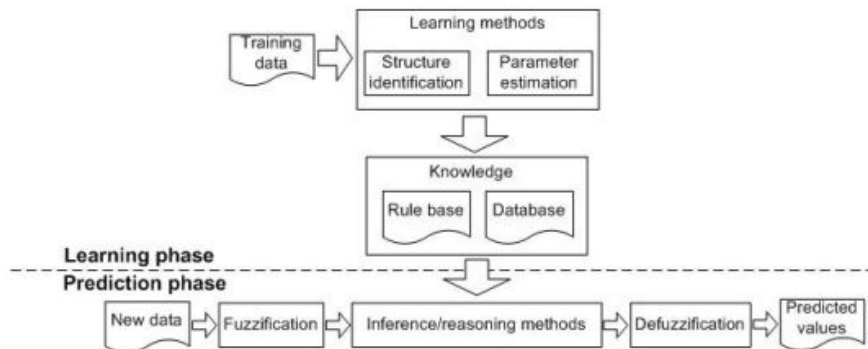
Além dos componentes que já existem no modelo padrão de um FRBS, temos os métodos de treinamento: Identificação de estrutura e estimação de parâmetros. Além da adição dos métodos de inferência/raciocínio.



Formato de um FRBCS:

— — —

- Identificador de Estruturas:
Determinação da regra-base correspondente aos dados de entrada e variáveis de saída, otimização da estrutura e número de regras;
- Estimação de parâmetros:
Otimização dos parâmetros da função de pertinência.
- Métodos de Inferência/
Raciocínio: Identificação e aplicação dos operadores para previsão dos dados novos.



Necessidades para a utilização de um FRBCS:

— — —

- Qualidade na definição de antecedentes e consequentes das regras-base, número de regras-base que serão utilizadas e otimização dessas regras;
- Obtenção de parâmetros das funções de pertinência otimizados;
- Pesos para cada regra-base criada deve ser calculado e definido.

Visualização dos FRBCS em R

