



Tópicos Especiais em Otimização

Técnicas Inteligentes Sistemas Neuro-*Fuzzy*

Leonardo Willer de Oliveira

Juiz de Fora, 15 de Maio de 2017

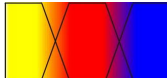


Referências



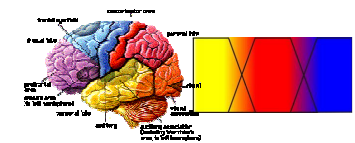
-
- [1] Vellasco, M. M. B. R., *Sistemas Neuro-Fuzzy*, ICA: Núcleo de Pesquisa Computacional Aplicada, PUC-Rio.
- [2] Bystrov, D.; Westin, J., *Practice. Neuro-fuzzy Logic Systems Matlab Toolbox Gui*.

Introdução

- Sistemas *Fuzzy*: 
 - Modelagem a partir de conhecimento explícito fornecido pelo especialista.
Se pode ver
- Redes Neurais Artificiais: 
 - Conhecimento implícito embutido em um conjunto de dados.
não se pode ver
 - Desempenho afetado pelo ajuste de parâmetros.
- Sistemas Neuro-*Fuzzy* (SNF):  
 - Modelo híbrido que combina as vantagens das técnicas anteriores.

Sistemas Neuro-Fuzzy

- Sistemas de Inferência *Fuzzy* (FIS) numa estrutura paralela distribuída
?
- Algoritmos de aprendizado de RNAs são aproveitados para ajustar os parâmetros do FIS
ajustam
- Sistema híbrido incorporado (Caixas cinza - *gray box*)
- Associam a capacidade de aprendizado e tolerância das Redes Neurais, com a interpretabilidade dos FIS



Sistemas Neuro-Fuzzy

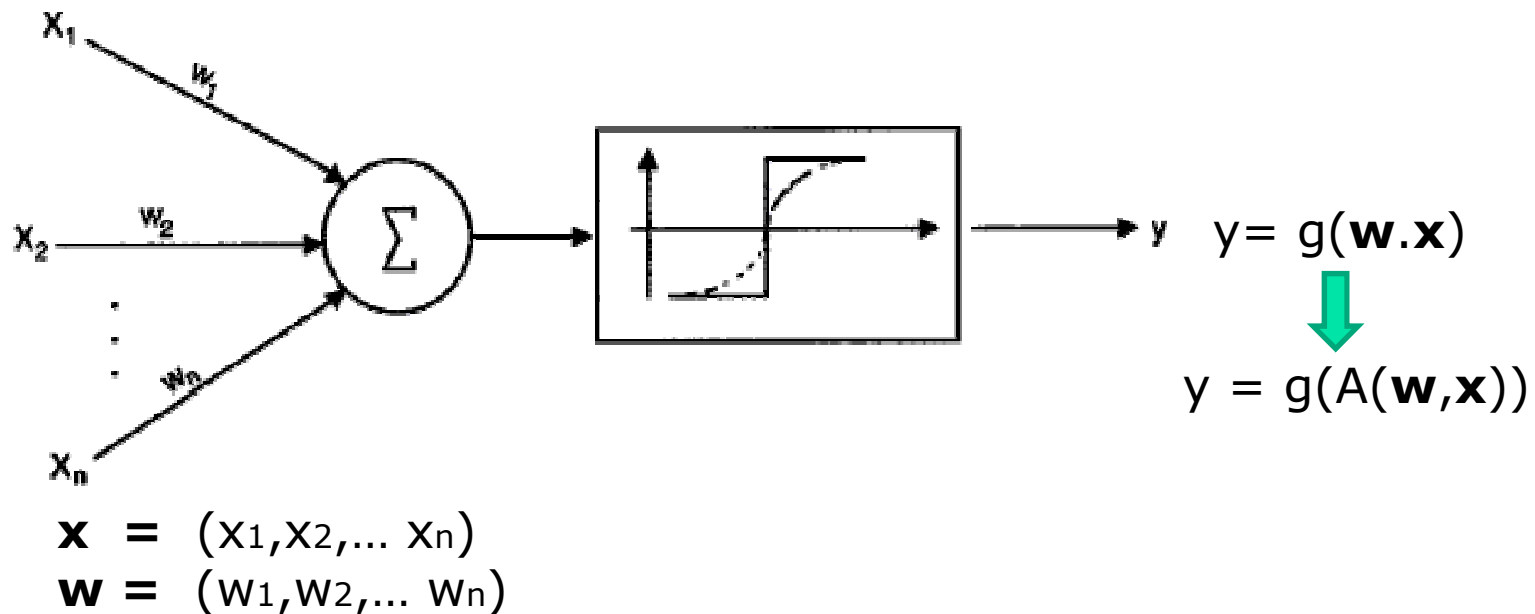
Aplicações

- Reconhecimento de Padrões
- Classificação de dados → *poderia ser mais específico*
- Diagnósticos
- Previsão de séries temporais
- Mineração de dados
- Controle
- Aproximação de funções
- Área de saúde:
 - Rede Neuro-fuzzy aplicada à classificação de pneumonias.

Ferreira, N. B., Mattos, M. C., Simões, P. W. T. A., Cechine, C.
Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS)
<http://www.sbis.org.br/cbis11/arquivos/1053.pdf>

Sistemas Neuro-Fuzzy

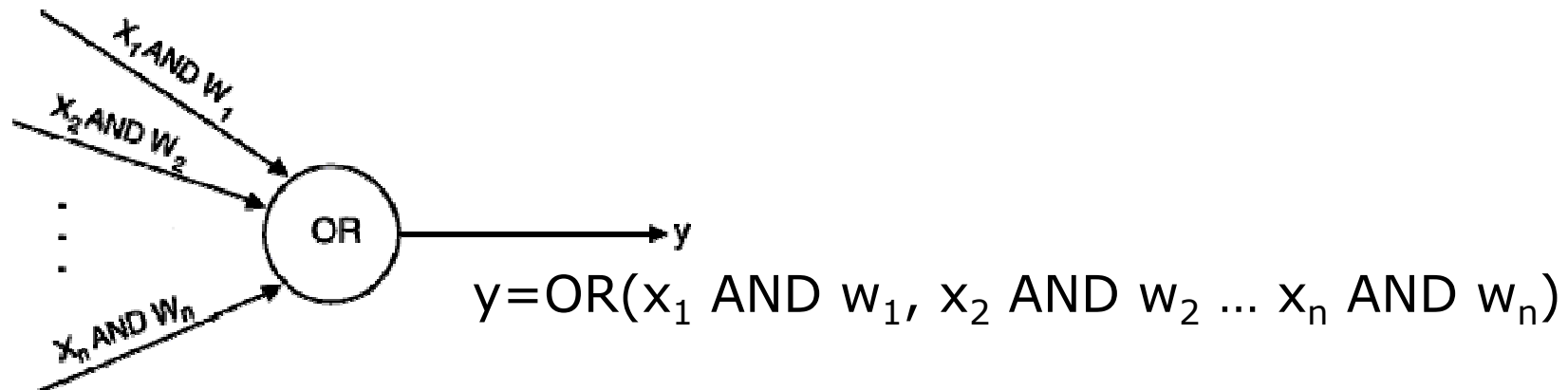
- Modelo *fuzzy* de um neurônio artificial pode ser construído através de operações *fuzzy* a nível do neurônio



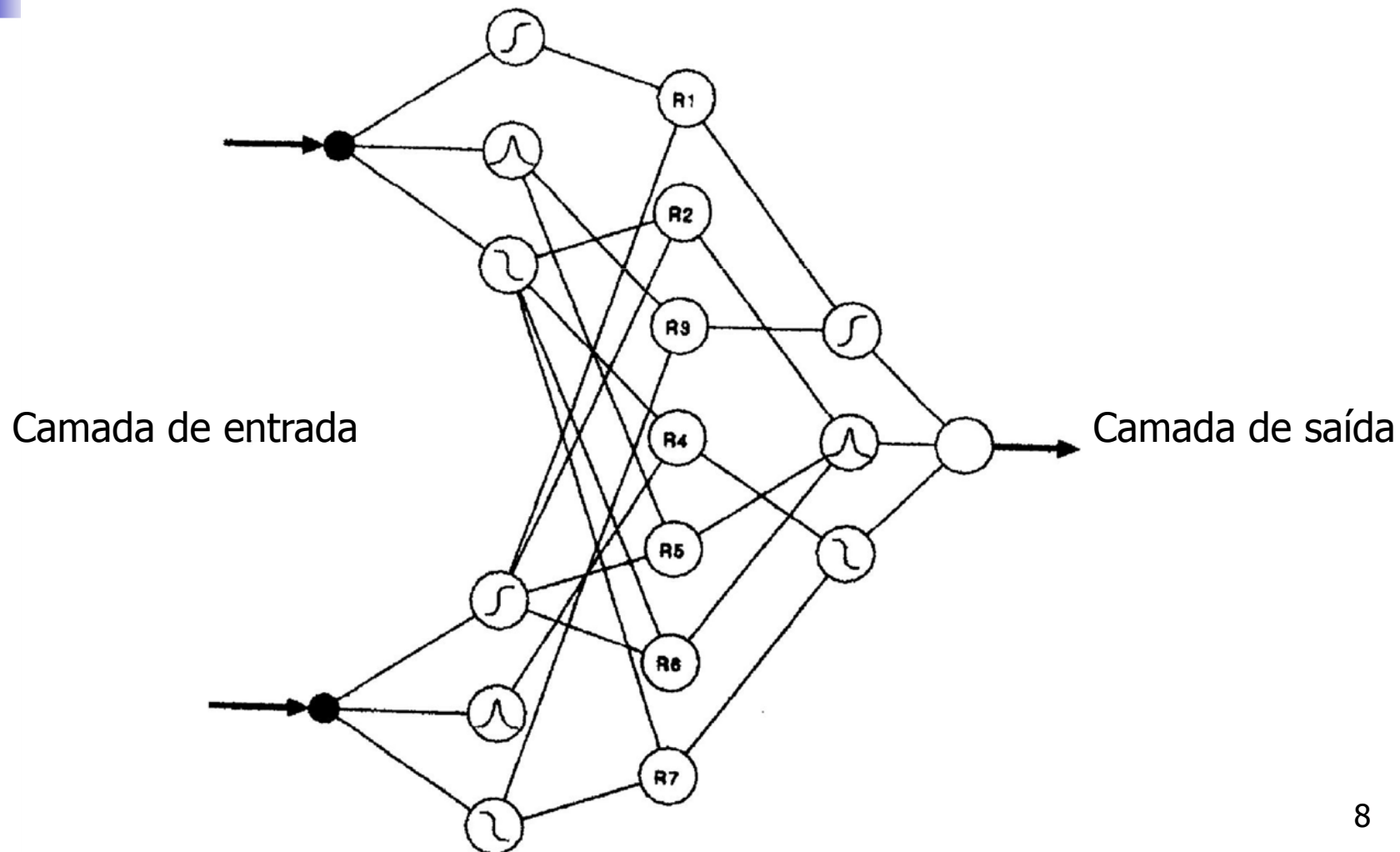
Sistemas Neuro-Fuzzy

$$y = g(\mathbf{A}(\mathbf{w}, \mathbf{x}))$$

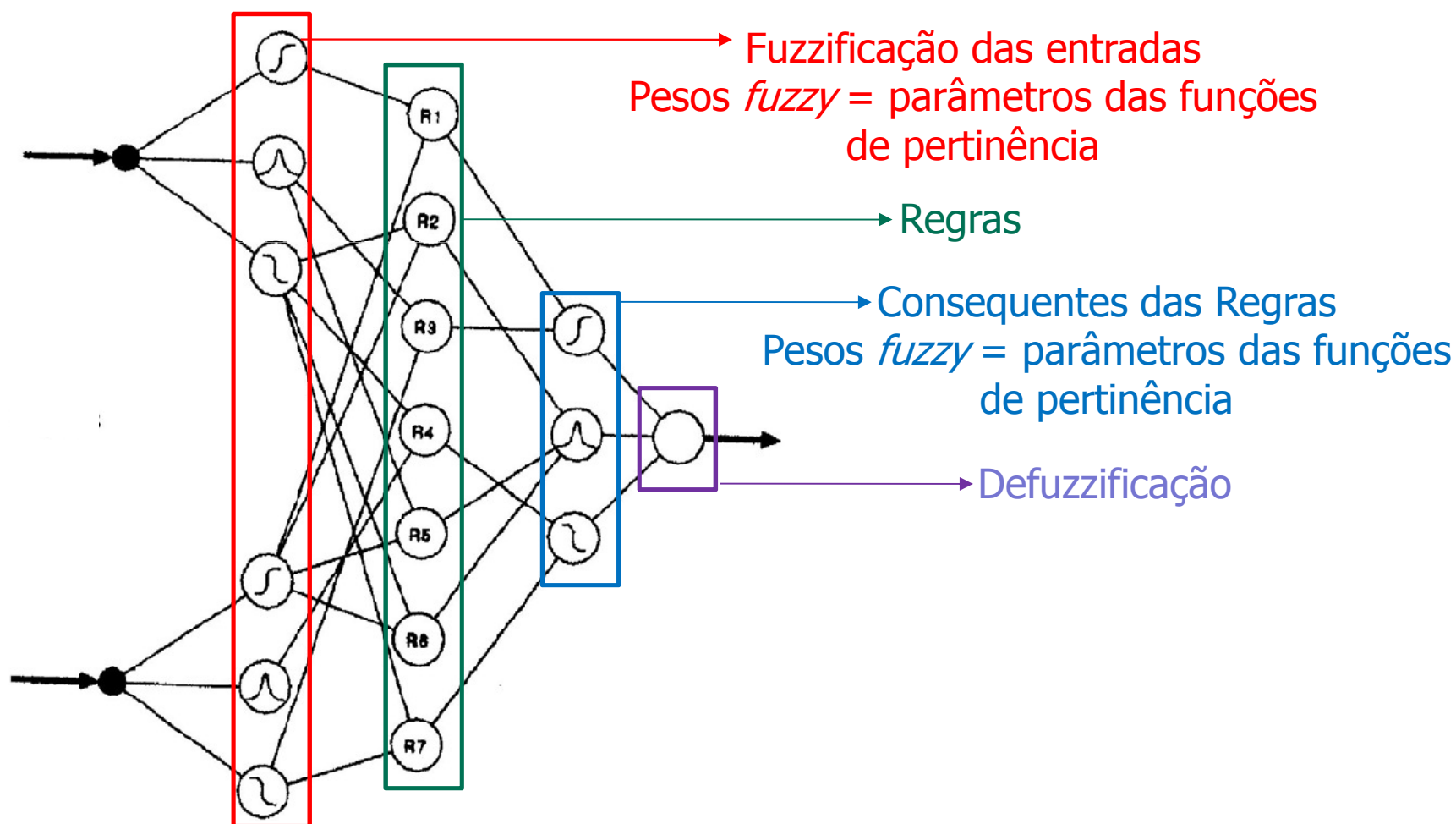
- Ao invés de soma ponderada das entradas, funções de agregação mais gerais são utilizadas
- União, interseção e normas *fuzzy* podem ser utilizadas como funções de agregação para a entrada ponderada do neurônio artificial



Sistemas Neuro-Fuzzy



Sistemas Neuro-Fuzzy





Características dos SNF

- Natureza dual
- Parte *Fuzzy*: características *fuzzy* do sistema
- Parte Neural: características de aprendizado
 - Aprendizado *Off-line* ou *On-line*
 - Identificação prévia ou automática (incremental ou decremental) da estrutura



Características dos SNF

✓ Identificação automática incremental

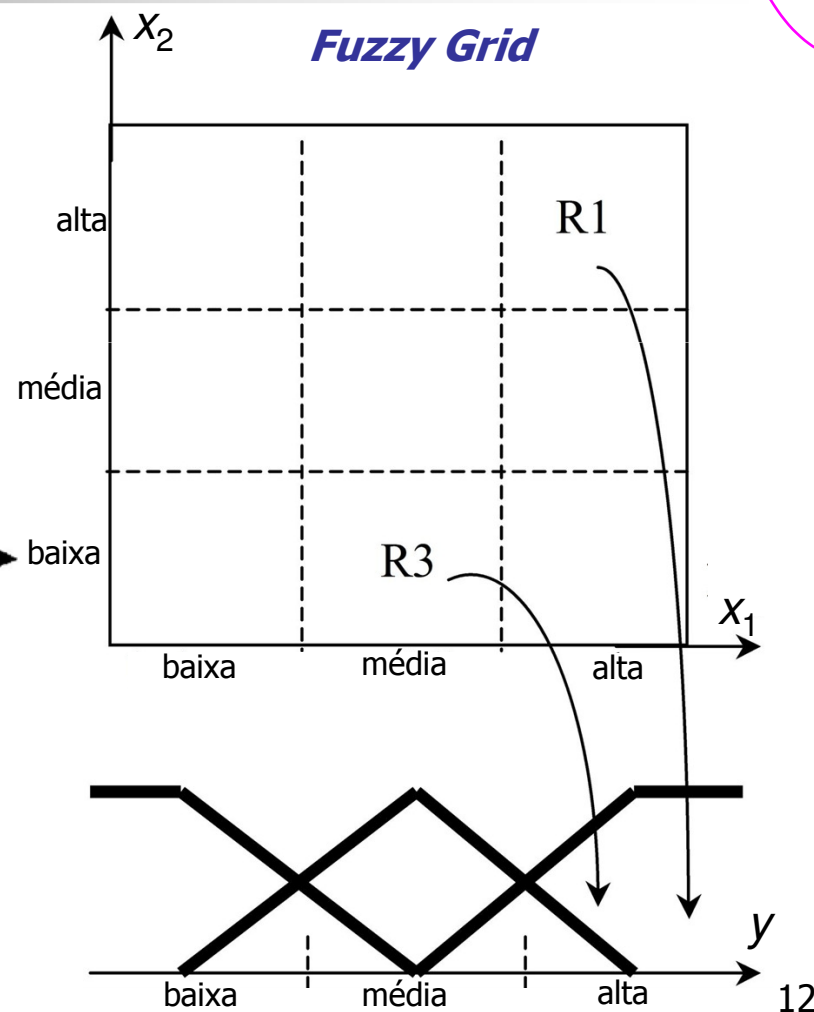
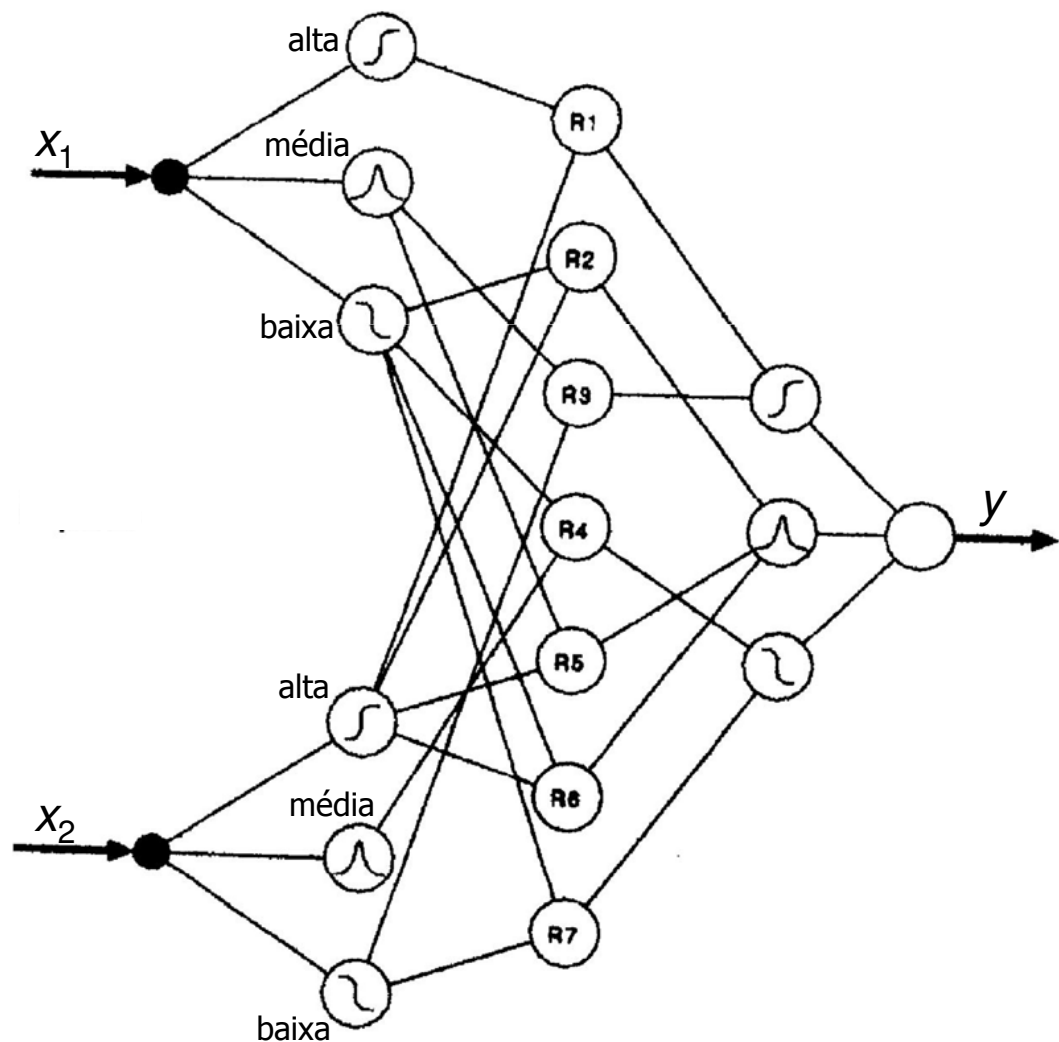
- Parte de uma base de regras vazia ou pequena
- Método heurístico para adição de novas regras
- Geralmente utiliza aprendizado supervisionado

*saídas
desejadas*

✓ Identificação automática decremental

- Parte de uma base superestimada de regras, podendo o sistema ser inconsistente
- Eliminação das regras supérfluas para tornar o sistema consistente
- Procedimento computacional mais dispendioso

Características dos SNF



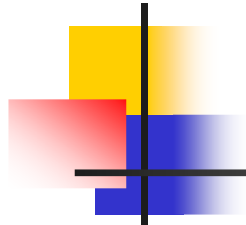


Exemplos de SNF

Sistema	Modelo Fuzzy	Formato FPs	Particionamento E/S	Defuzzificação	Aplicação
<i>ANFIS</i>	Takagi-Sugeno	Sino	<i>Fuzzy Grid</i>	Média Ponderada	Previsão e aproximação de funções
<i>FSOM</i>	Takagi-Sugeno	-Triangular -Singleton	<i>Fuzzy Box</i>	Média Ponderada	Aproximação de funções e controle
<i>NEFCLASS</i>	Classificação	Triangular	<i>Adaptive Fuzzy Grid</i>	Nenhum	Classificação

Obs.: FP - Função de Pertinência
E/S - Entrada / Saída

ANFIS - Adaptive Network based Fuzzy Inference System
FSOM - Fuzzy Self-Organized Map
NEFCLASS - Neuro Fuzzy Classification



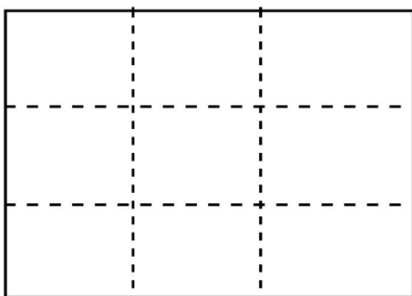
Exemplos de SNF

Classificação

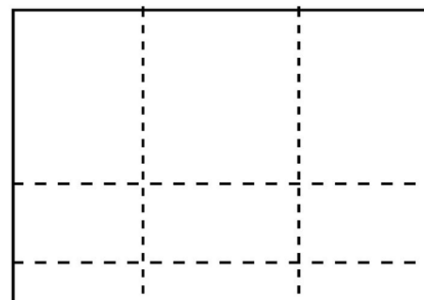
Se x é A e y é B , então o padrão (x,y) pertence à classe i

Particionamento de SNF

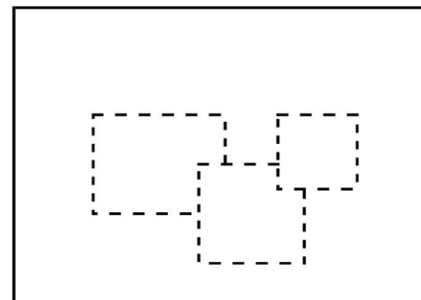
Fuzzy Grid



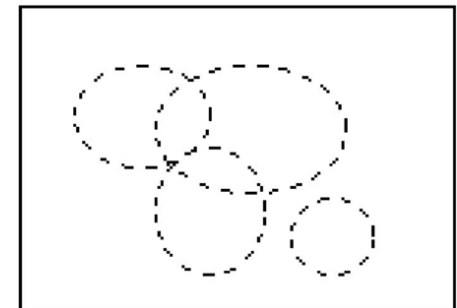
Adaptive Fuzzy Grid



Fuzzy Box



Fuzzy Cluster





Exemplos de SNF

Inicialização do sistema *fuzzy*

Comando `genfis`, `genfis2` ou `genfis3`

Especificação de parâmetros de treinamento

Épocas, tolerância

Inicialização do treinamento

Comando `anfis`

Validação

Dados independentes





Exemplos de SNF

Método FIS híbrido

Método gradiente para determinação dos parâmetros das funções membro de entrada e mínimos quadrados para parâmetros das funções de saída

Restrições:

- ✓ Métodos Sugeno e Mamdani (genfis3)
- ✓ Apenas uma saída
- ✓ Método de média ponderada para defuzificação





Exemplos de SNF

Exemplos

1. Desenvolva um aproximador *fuzzy* para a função $y = 0,6 \cdot \sin(\pi x) + 0,3 \cdot \sin(3\pi x) + 0,1 \cdot \sin(5\pi x)$. Utilize o método ANFIS. Compare a aproximação *fuzzy* com os dados de treinamento e teste.
2. Faça uma aproximação *fuzzy* pelo método ANFIS para $y = f(x) = -2x - x^2$ com $x \in [-10, 10]$. Compare a aproximação com a função original.
3. Simule o comportamento do sistema a seguir para o $f(x)$ anterior: $d^2x/dt^2 = -0,6 \cdot dx/dt + f(x)$