

Engenharia de Computação



Inteligência Artificial II

Sistemas Neurofuzzy

Prof. Anderson Luiz Fernandes Perez

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Araranguá

Email: anderson.perez@ufsc.br

Conteúdo

- Introdução
- Definição de um sistema Híbridos
- Tipos de Sistemas Híbridos
- Sistemas NeuroFuzzy
- Vantagens e Desvantagens

Introdução

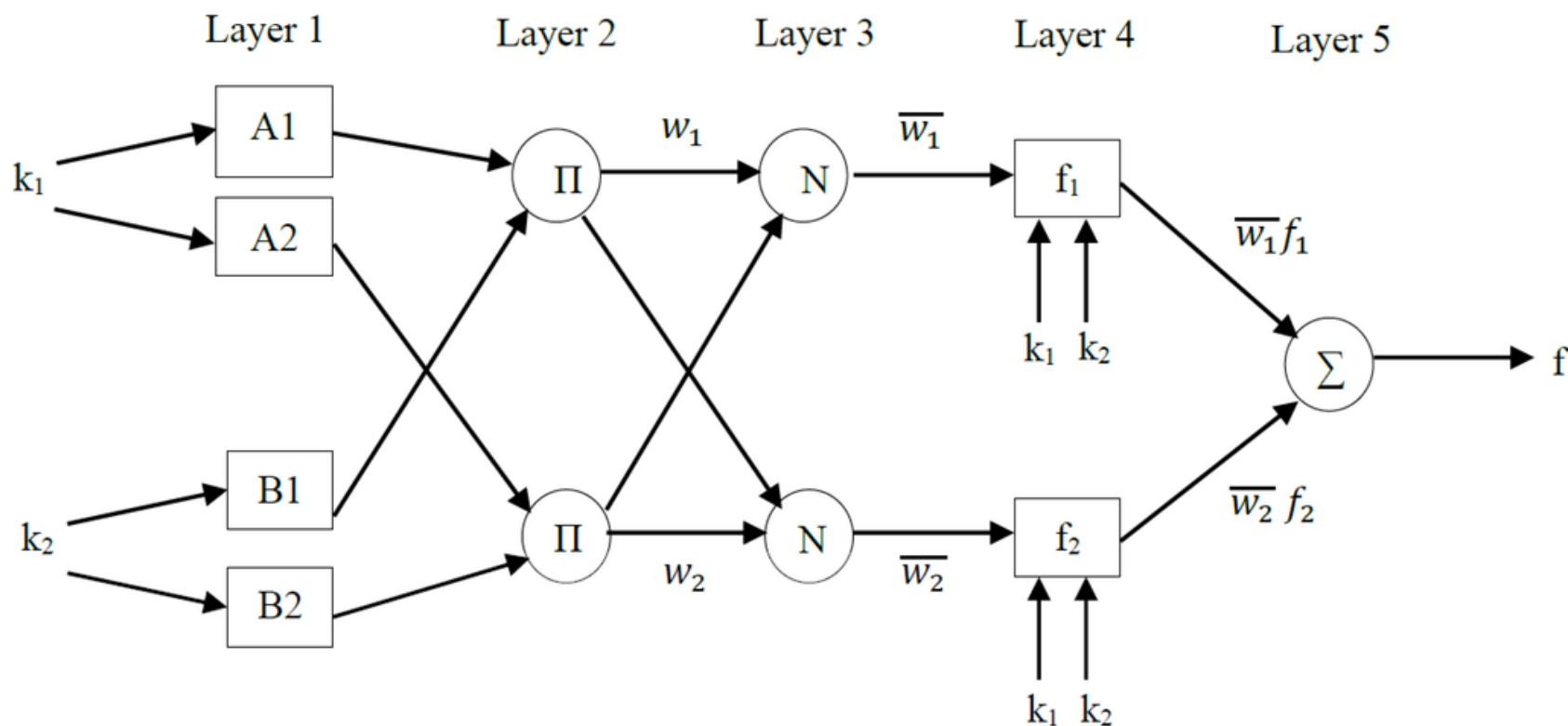
- Um sistema **NeuroFuzzy** pode ser caracterizado como um sistema híbrido que alia a capacidade de representar e processar o conhecimento de maneira clara e de fácil interpretação, presentes em sistemas **Fuzzy**, com a capacidade de adaptação e aprendizagem, inerente as **Redes Neurais Artificiais**.
- Os sistemas **NeuroFuzzy** são aplicados em problemas aos quais as técnicas convencionais não apresentam resultados satisfatórios.

Definição de um sistema Híbridos

- Sistemas híbridos são construídos com a combinação de duas ou mais técnicas de IA.
- O objetivo é obter sistemas mais eficientes do que simplesmente usar uma única técnica.
- Um sistema **NeuroFuzzy** é um sistema híbrido que une a Lógica Fuzzy com as Redes Neurais Artificiais.

Definição de um sistema Híbridos

- Exemplo: **sistema NeuroFuzzy**

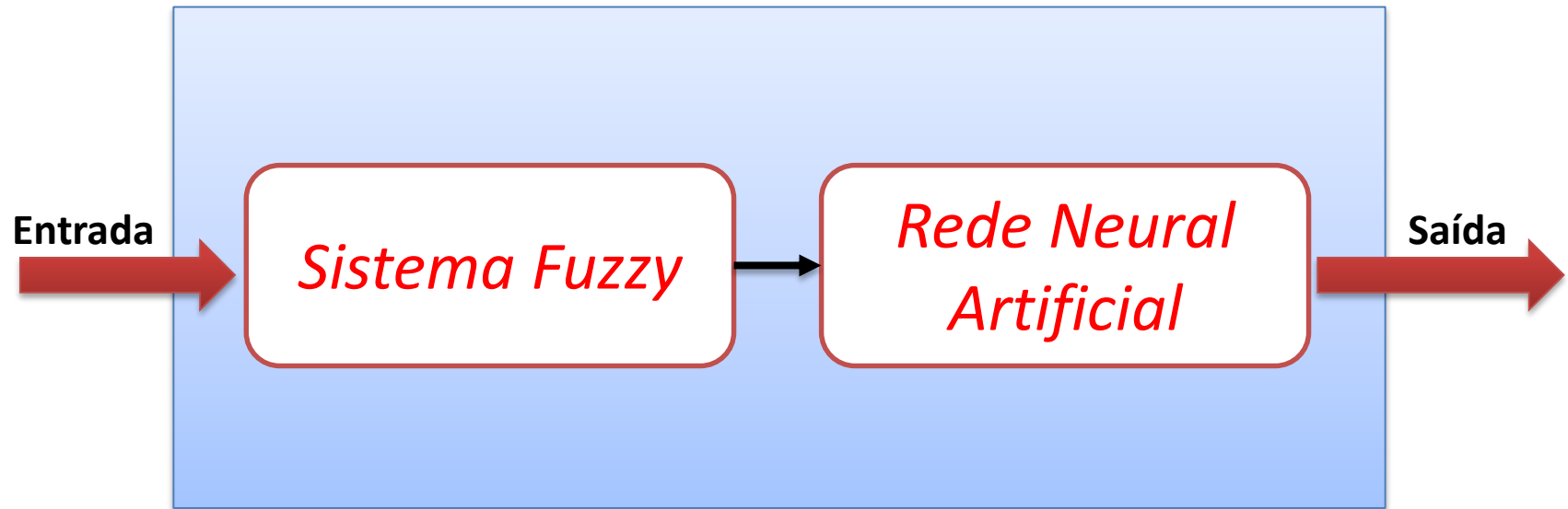


Tipos de Sistemas Híbridos

- Sequencial
 - Neste tipo de sistema híbrido a saída do **sistema 1** atua como entrada do **sistema 2**.
 - É considerado um sistema híbrido fraco, muitas vezes não sendo considerado como sistema híbrido na literatura da área.

Tipos de Sistemas Híbridos

- Sequencial

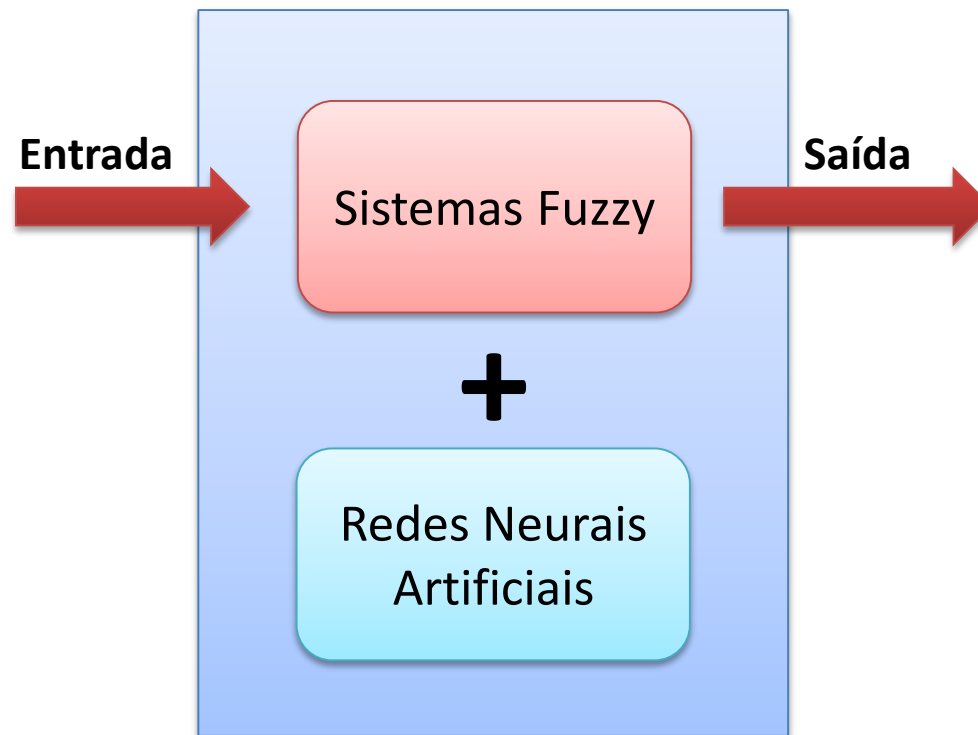


Tipos de Sistemas Híbridos

- Auxiliar
 - Neste tipo de sistema híbrido um sistema principal utiliza um segundo sistema chamado de sistema auxiliar.
 - Os sistemas híbridos auxiliares tem uma maior grau de hibridização do que os sistemas sequenciais.

Tipos de Sistemas Híbridos

- Auxiliar

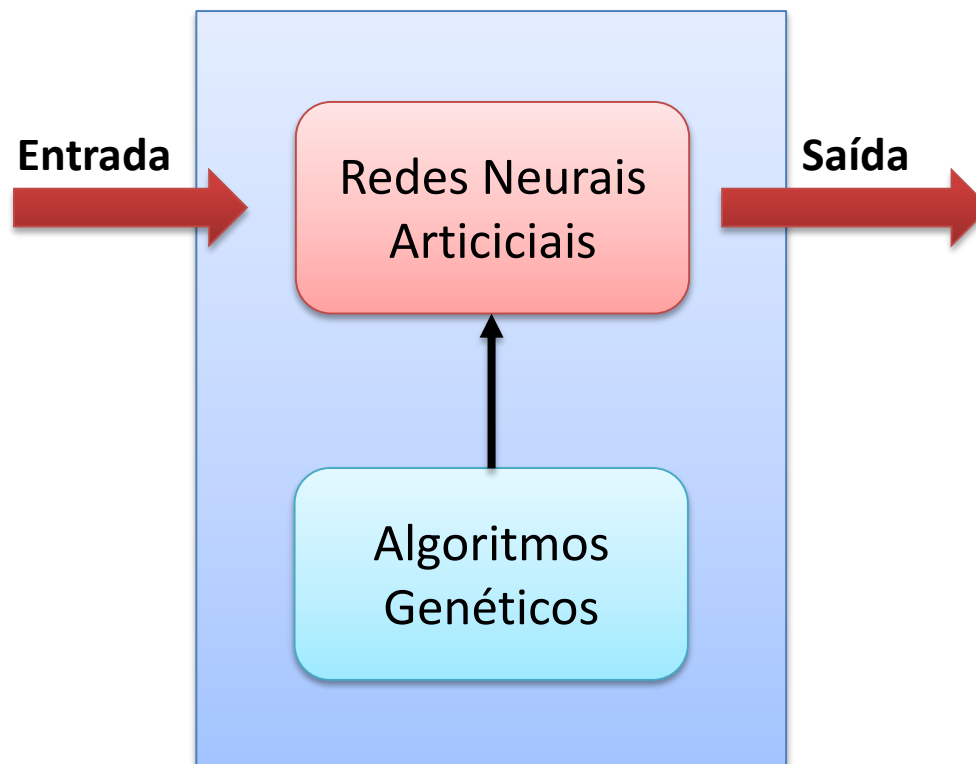


Tipos de Sistemas Híbridos

- Incorporado
 - Apresentam maior grau de hibridização, por isso são os sistemas híbridos mais utilizados.
 - Nestes sistemas o grau de hibridização é tão elevado que é possível separar os dois sistemas, pois o primeiro contém o segundo e vice-versa.
 - Os sistemas *NeuroFuzzy* se enquadram nesta categoria de sistema híbrido.

Tipos de Sistemas Híbridos

- Incorporado

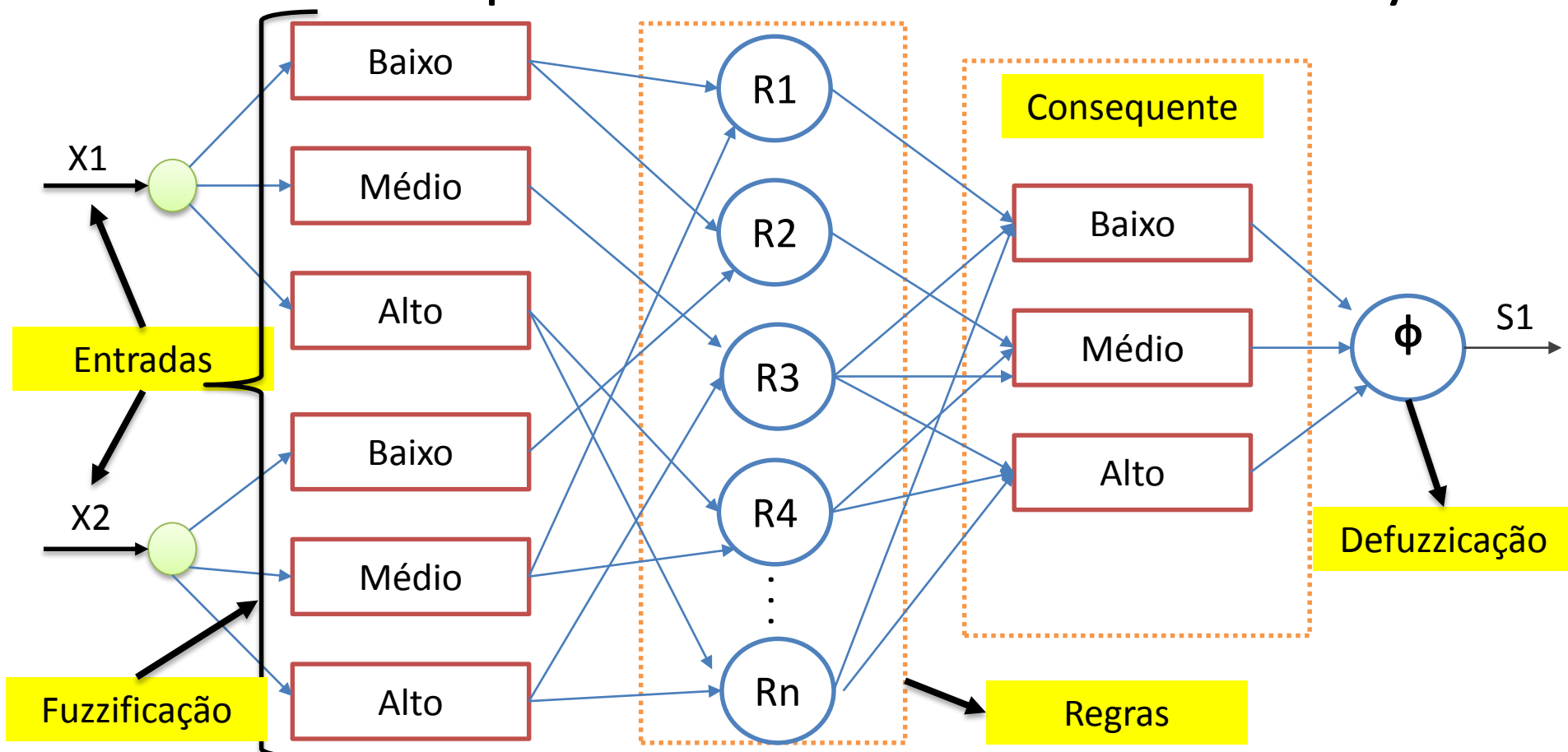


Sistemas NeuroFuzzy

- São sistemas incorporados que utilizam Lógica Fuzzy e Redes Neurais Artificiais.
- O princípio básico de um sistema NeuroFuzzy é a criação de um sistema de inferência Fuzzy (FIS – *Fuzzy Inference System*), numa estrutura paralela e distribuída, de tal forma que os algoritmos de aprendizado comumente utilizados para o treinamento das RNAs possam ser aproveitados para ajustar os parâmetros do **FIS**.

Sistemas NeuroFuzzy

- Estrutura Típica de um Sistemas NeuroFuzzy



Sistemas NeuroFuzzy



Um sistema NeuroFuzzy associa a capacidade de aprendizado e de tolerância a falhas de uma RNA (**Rede Neural Artificial**) com a interpretabilidade de um SIF (**Sistema de Inferência Fuzzy**).

Sistemas NeuroFuzzy

- ANFIS – *Adaptive Network Based Fuzzy Inference System*
 - Modelo mais comum, aplicado principalmente em problemas de aproximação de funções e previsão.
 - É estruturado em 5 (cinco) camadas, sendo:
 - Uma entrada;
 - Uma segunda camada onde são calculados os graus de pertinência das regras;
 - Uma camada onde são normalizados os graus de ativação das regras;
 - Na quarta camada são calculados os valores dos consequentes de cada regras;
 - A camada de saída devolve ao usuário o valor preciso do sistema ANFIS.

Sistemas NeuroFuzzy

- ANFIS – *Adaptive Network Based Fuzzy Inference System*
 - O princípio de um sistema ANFIS é a implementação de um sistema Fuzzy em uma RNA, onde as funções de pertinência, geralmente utilizadas, são do tipo sigmoide.

Sistemas NeuroFuzzy

- NEFCLASS – *Neuro Fuzzy Classification*
 - É aplicado em problemas de classificação, sendo que possui duas variações:
 - **Neuro-Fuzzy Control** – aplicado em problemas de controle.
 - **Neuro-Fuzzy Function** – aplicado em problemas de previsão e aproximação de funções.
 - O modelo básico de um NEFCLASS é conhecido como *Fuzzy Perceptron*.

Sistemas NeuroFuzzy

- NEFCLASS – *Neuro Fuzzy Classification*
 - Um Fuzzy Perceptron é constituído de 4 (quatro) camadas, sendo:
 - Primeira Camada: camada de entrada.
 - Segunda Camada: é a camada dos antecedentes e fornece o grau de pertinência dos antecedentes de cada regra.
 - Terceira Camada: é a camada de regras, onde são gerados os graus de ativação das regras.
 - Quarta Camada: saída do sistema.

Sistemas NeuroFuzzy

- FSOM – *Fuzzy Self-Organized Map*
 - Estruturalmente é similar a um sistema ANFIS.
 - Este tipo de sistema NeuroFuzzy pode ser utilizado na implementação de sistemas para aproximação de funções e controle.
 - Possui como base uma rede do tipo SOM Kohonen.

Vantagens e Desvantagens

- **Vantagens**

- Um sistema NeuroFuzzy combina as vantagens das RNAs com sistemas Fuzzy, sendo que permitem soluções robustas e com qualidade.
- A lógica Fuzzy permite uma interface amigável para programar e a RNA permite a extração de conhecimento através do aprendizado.
- Não é necessário ter conhecimento prévio do processo.
- Aplicáveis principalmente em problemas que possuem ruídos nos dados.
- Capacidade de auto-aprendizado, auto-organização e auto-direcionamento.

Vantagens e Desvantagens

- **Desvantagens**

- Trabalham com reduzido número de entradas, devido aos problemas de explosão combinatória das regras.
- Limitação de construção de sua própria estrutura, devido ao número de regras.