

## Inteligência Computacional

### Atividade - Sistema Fuzzy Funcional

#### 1 Implementar um sistema fuzzy de Takagi-Sugeno de ordem zero ou primeira ordem para aproximar a seguinte função não linear: $f(x) = e^{-\frac{x}{5}} \cdot \sin(3x) + 0.5 \cdot \sin(x)$ . A aproximação deve estar no intervalo $x \in [0, 10]$ . O sistema deve aproximar essa função com o menor erro possível dentro do intervalo especificado.

##### Etapas

- Gere um conjunto de dados com valores de  $x$  no intervalo de  $[0, 10]$  e calcule os valores correspondentes de  $f(x)$  para esses pontos. Atenção para gerar um número suficiente de pontos.
- Defina a estrutura do sistema fuzzy de Takagi-Sugeno (ordem zero ou primeira ordem).
- Escolha as variáveis linguísticas e defina funções de pertinência que cubram o intervalo de  $x$ .
- Teste diferentes combinações de operadores fuzzy e funções de pertinência. Lembrem-se, inicialmente fazer usando o padrão (*benchmark*) e depois fazer as variações.
- Avalie o desempenho do modelo comparando os valores aproximados pelo sistema com os valores reais de  $f(x)$  no intervalo de  $[0, 10]$ . Use o MSE (Mean Square Error) ou (RMSE (Root Mean Square Error) para a comparação. Otimizar a solução tendo em vista reduzir o erro de aproximação.
- Se necessário, pode usar o RLS (Recursive Least Square) ou Gradiente Descendente para encontrar os valores dos parâmetros do consequente.
- O sistema deve ser desenvolvido em linha de código (sem uso de Toolbox, Bibliotecas, etc.) e pode ser implementado em qualquer linguagem de programação. Não devem ser utilizadas ToolBoxes, Bibliotecas, etc.. Para implementar o RLS ou Gradiente pode ser usado código pronto.

##### Apresente um relatório contendo:

- Descrição detalhada do sistema fuzzy desenvolvido, incluindo variáveis linguísticas, funções de pertinência, operadores fuzzy e funções de pertinência utilizadas.
- Gráficos comparando a curva da função  $f(x)$  com a curva aproximada pelo seu modelo fuzzy.
- Gráficos ilustrando o erro.
- A métrica de erro final obtida e uma análise sobre as combinações testadas, destacando as configurações que trouxeram melhores resultados.

##### Critérios de Avaliação

- Configuração correta e detalhada do sistema fuzzy de Takagi-Sugeno.
- Qualidade e precisão da aproximação da função alvo  $f(x)$ .
- Variedade e análise das combinações testadas (operadores, funções de ativação, etc.).
- Clareza na apresentação do relatório e dos resultados obtidos.

##### Dicas

- Explore diferentes tipos de funções de pertinência e operadores fuzzy. Testar várias combinações pode revelar configurações que melhor se adaptam ao comportamento complexo da função.
- Analise o impacto das mudanças nos operadores e nas funções de ativação para otimizar a modelagem.
- As etapas listadas são somente um direcionamento do que deve ser feito.

#### 2 Entregar um relatório técnico em pdf:

- Utilizar o IEEE Conference Template - Official

- Utilizar o Overleaf (sugestão)
- Conteúdo: problema acordado, solução proposta, resultados obtidos (texto, gráficos, tabelas, análises), considerações e discussões.
- Avaliação: clareza; completude; profundidade; organização; uso da normas.

**3 Apresentar em 10 minutos a solução proposta, os resultados e as discussões. Grupo de 2 alunos, mas pode ser até grupo de 3.**