.

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - PPGEE

Exercício Computacional de Sistemas Nebulosos

Rodrigo Farias Araújo
Matrícula: 2017718054

Aproximar a função `sinc(x)` no intervalo $(0, \pi)$ usando um conjunto de regras nebulosas, como visto em sala de aula.

Apresentando os seguintes itens:

- A descrição das regras utilizadas;
- As funções de pertinência escolhidas (assim como os parâmetros);
- O gráfico apresentando o resultado da aproximação;
- O erro quadrático médio.

A função escolhida para representar as funções de pertinência é uma função gaussiana, dada pela Eq. 1.

$$Gauss\mu_i = e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}} \tag{1}$$

Esta função é definida por dois parâmetros, $c$ e $\sigma$, os quais definem a média e o desvio padrão a função, respectivamente. A Tabela 1 mostra os parâmetros utilizados para definir as sete funções de pertinência utilizadas para aproximar a função `sinc(x)` e a Figura 1 ilustra as funções de pertinência definidas pelos parâmetros da Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros das funções de pertinência.

| Funções de pertinência | c | $\sigma$ |
|---|---|---|
| $\mu_1$ | 0 | 0.4 |
| $\mu_2$ | 0.65 | 0.4 |
| $\mu_3$ | 1.3 | 0.4 |
| $\mu_4$ | 1.95 | 0.4 |
| $\mu_5$ | 2.5 | 0.4 |
| $\mu_6$ | 2.85 | 0.4 |
| $\mu_7$ | $\pi$ | 0.4 |

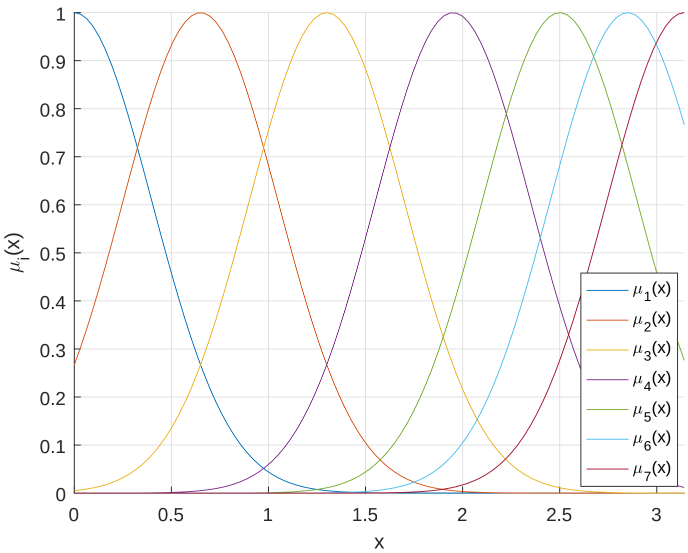


Figura 1: Funções de pertinência.

As regras utilizadas para aproximação da função `sinc(x)` são definidas a seguir:

- Regra 1: Se $x$ é $\mu_1$ então $y_1 = 1$;
- Regra 2: Se $x$ é $\mu_2$ então $y_2 = -0,8512x + 1$;
- Regra 3: Se $x$ é $\mu_3$ então $y_3 = -0,2172$;
- Regra 4: Se $x$ é $\mu_4$ então $y_4 = 0,3355x - 0,6971$;
- Regra 5: Se $x$ é $\mu_5$ então $y_5 = 0,1284$;
- Regra 6: Se $x$ é $\mu_6$ então $y_6 = -0,2523x + 0,7491$;
- Regra 7: Se $x$ é $\mu_7$ então $y_7 = -0,0436$.

Para o conjunto de regras e funções de pertinência definidos anteriormente a aproximação fuzzy é dada pela Eq. (2).

$$y_{aprox} = \frac{\sum_{i=1}^{7} y_i \cdot \mu_i}{\sum_{i=1}^{7} \mu_i} \tag{2}$$

A Figura 2 ilustra a função real e a função estimada obtida a partir da Eq. (2).

O erro de aproximação da função pode ser calculado para cada ponto da função conforme a Eq. (3), e o erro quadrático médio é dado pela Eq. (4). A Figura 3 ilustra o erro de

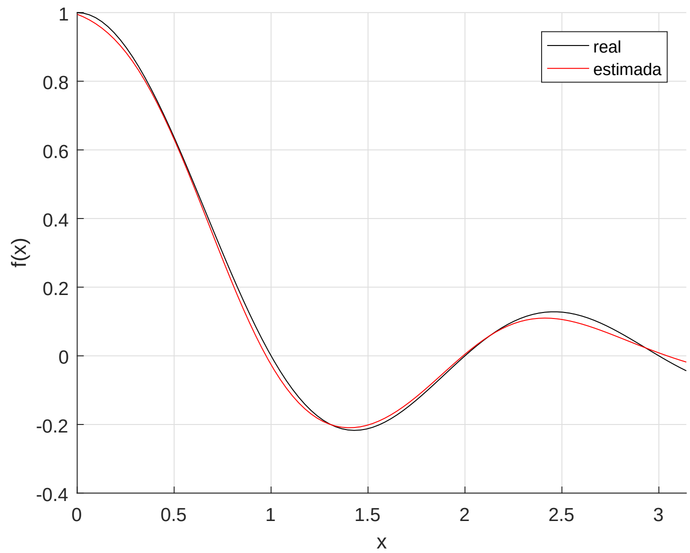


Figura 2: Função real e estimada.

aproximação e erro quadrático médio (MSE) para a função `sinc(x)`.

$$erro = y_{aprox} - y_{real} \tag{3}$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} erro^2 \tag{4}$$

onde $n$ é o número de dados, para a simulação em questão $n = 100$.

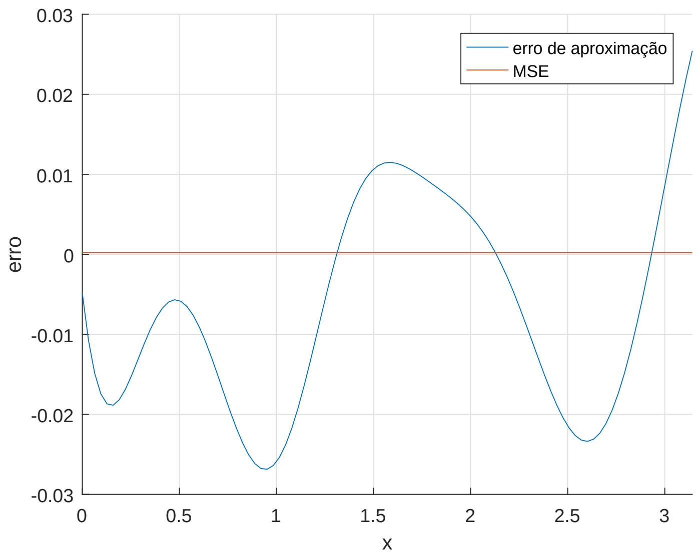


Figura 3: Erro de aproximação e Erro Quadrático Médio (MSE).

O maior erro em valor absoluto é $erro = 2.69 \cdot 10^{-2}$ e valor do erro quadrático médio (MSE) obtido é $MSE = 2.1325 \cdot 10^{-4}$.