

## Aprendizado de Máquina e Reconhecimento de Padrões (UTFPR/CPGEI) - Lista de Exercícios 7

**Tópicos:** Redes Neurais e Deep Learning.

1. Em um problema com duas classes (bidimensional), os vetores de característica em cada classe são normalmente distribuídos de acordo com:

$$p(\mathbf{x}|\omega_1) = \frac{1}{\left(\sqrt{2\pi\sigma_1^2}\right)^2} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_1^2}(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_1)^T(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_1)\right)$$

$$p(\mathbf{x}|\omega_2) = \frac{1}{\left(\sqrt{2\pi\sigma_2^2}\right)^2} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_2^2}(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_2)^T(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_2)\right)$$

$$\boldsymbol{\mu}_1^T = [1, 1], \quad \boldsymbol{\mu}_2^T = [0, 0], \quad \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = 0.2$$

Gera 50 exemplos de cada classe. Para garantir separabilidade linear entre os exemplos, descarte os exemplos  $x_1+x_2 < 1$  para a classe  $[1, 1]$  e exemplos  $x_1+x_2 > 1$  para a classe  $[0, 0]$ . Na sequência, use esses exemplos para projetar um classificador linear utilizando o algoritmo perceptron. Uma vez atingida a convergência, desenhe os dados e a superfície de decisão obtida.

2. Considere um problema de classificação bidimensional de duas classes. Os exemplos da primeira (segunda) classe, definidas por +1 (-1), são gerados por derivam de uma das oito distribuições gaussianas com médias  $[-10, 0]^T, [0, -10]^T, [10, 0]^T, [0, 10]^T, [-10, 20]^T, [10, 20]^T, [20, 10]^T, [20, -10]^T$  ( $[-10, -10]^T, [0, 0]^T, [10, -10]^T, [-10, 10]^T, [10, 10]^T, [20, 20]^T, [20, 0]^T, [0, 20]^T$ ) com igual probabilidade. A matriz de covariância é dada por  $\sigma^2 I$ , sendo  $\sigma^2 = 1$ . Utilize os seguintes passos:
  - Gere e plote o conjunto  $X_1$  (treinamento) contendo 160 exemplos da classe +1 (20 de cada distribuição) e outros 160 exemplos da classe -1 (20 de cada distribuição). Use o mesmo procedimento para gerar  $X_2$  (teste).
  - Rode o backpropagation com learning rate de 0.01 and for 10,000 iterações para treinar uma RNA com 7, 8, 10, 14, 16, 20, 32 e 40 neurônios na camada oculta.
  - Repita o passo anterior para  $\sigma^2 = 2, 3, 4$  e tire as conclusões dos resultados.