
Lista de Exercícios Redes Neurais Artificiais (RNAs)

**** Introdução a RNAs ****

- 1) Descreva sucintamente o que você entende por Redes Neurais Artificiais (RNAs). Quais as principais vantagens e desvantagens deste modelo se comparado a outros modelos de aprendizado de máquina (como sistemas simbólicos, por exemplo)?
- 2) Cite algumas aplicações das Redes Neurais Artificiais.
- 3) Comente as principais diferenças entre os tipos de rede: feedforward e recorrentes?
- 4) Em um neurônio do tipo McCulloch-Pitts, o que é o estado interno do neurônio? Como ele é calculado?
- 5) Um neurônio recebe 4 entradas cujos valores são iguais a $X = \{10, -20, 4, -2\}$. Os respectivos pesos sinápticos são $W = \{0.8, 0.2, -1, -0.9\}$. Calcule a saída do neurônio para as seguintes situações:
 - a) a ativação do neurônio é uma função linear, e o valor de bias é $b = 0$.
 - b) a ativação do neurônio é uma função degrau, e o valor de bias é $b = 0.5$.
 - c) A ativação do neurônio é uma função logística (tangente hiperbólica). Assuma um bias igual $b = -0.5$.
- 6) Uma rede *forward* totalmente conectada tem 10 nós fonte, 2 camadas escondidas - uma com 4 neurônios e outra com 3, e um único neurônio na camada de saída. Construa um grafo arquitetural da topologia desta rede.

**** Aprendizado ****

- 8) O que se entende por aprendizado em Redes Neurais Artificiais?
- 9) Diferencie aprendizado supervisionado de aprendizado não supervisionado.
- 10) Explique o que é a plasticidade do sistema nervoso central. Como este conceito é utilizado na área de Redes Neurais Artificiais?

**** Perceptron ****

- 11) Explique porque o Perceptron pode executar as funções lógicas AND, OR e NOT, mas não resolve o OU-EXCLUSIVO (XOR).
- 12) Qual é o algoritmo de treinamento do Perceptron? Por que é utilizada a técnica do gradiente descendente para garantir a convergência deste algoritmo?
- 13) Suponha que existam dois pontos p_1 e p_2 no plano cartesiano com coordenadas, respectivamente, $p_1 = (2,1)$, $p_2 = (5,3)$. Suponha que o ponto p_1 representa um elemento da classe C_1 e o ponto p_2 representa um elemento da classe C_2 . Neste contexto, sem utilizar algoritmos formais de treinamento, encontre possíveis valores para os pesos de um perceptron de modo a separar os elementos das classes C_1 e C_2 .
- 14) Treine um Perceptron para executar a função lógica OR. Assuma um taxa de aprendizado $\eta = 0.5$, e pesos iniciais (W) e bias (b) iguais a 0.

**** ADALINE ****

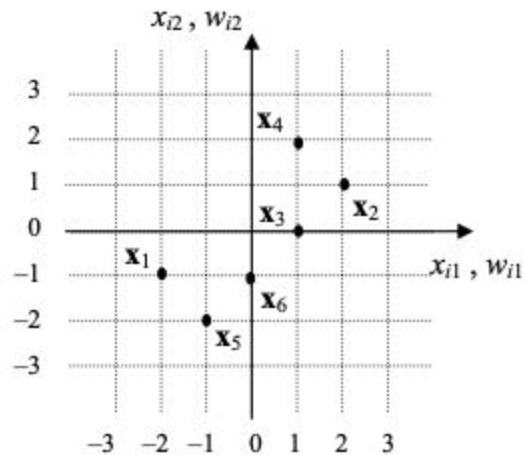
- 15) Quais as diferenças entre Perceptron e ADALINE? Justifique.
- 16) Considere o conjunto de seis vetores bidimensionais $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}$ mostrados na figura abaixo, que representam os dados para treinamento de uma rede neural:

$$x_1 = (-2, -1), x_2 = (2, 1), x_3 = (1, 0), x_4 = (1, 2), x_5 = (-1, -2), x_6 = (0, -1)$$

Considere ainda que os seis vetores de treinamento pertençam a uma de duas classes (C1 e C2) conforme descrito abaixo:

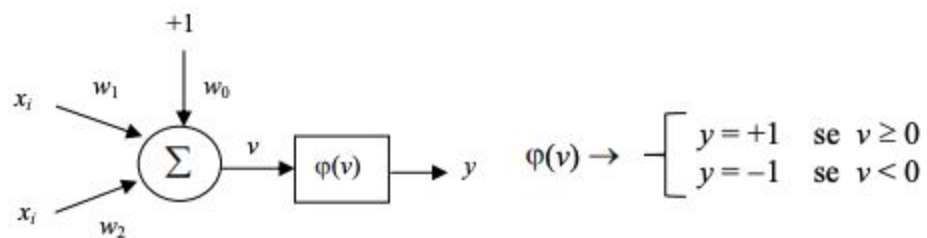
$$C1 = \{x_1, x_3, x_5\} \text{ e } C2 = \{x_2, x_4, x_6\}$$

Na rede neural, a classe C1 será representada pela saída +1, e a classe C2 pela saída -1.



Além disso, o ADALINE mostrado na figura abaixo sofreu um processo de treinamento com estes dados resultando nos seguintes vetores de pesos ($W = [w_0, w_1, w_2]$)

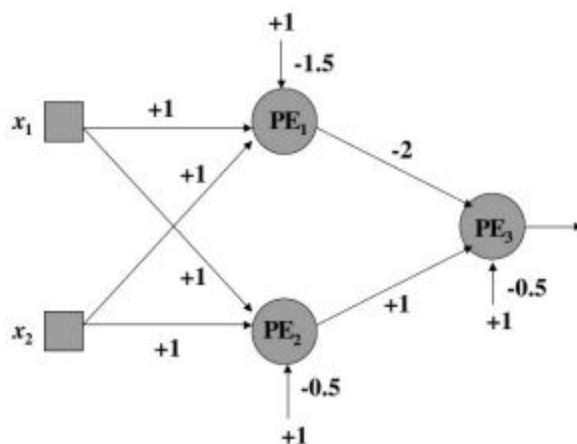
$$w = [-0,5, -0,5, -1]^T$$



- Trace no gráfico da figura, a reta correspondente à superfície de decisão que representa a fronteira entre as classes do ADALINE.
- Calcule o Erro Médio Quadrático (EMQ) em relação à saída y do ADALINE, considerando os 6 vetores de treinamento.

**** Multilayer Perceptron ****

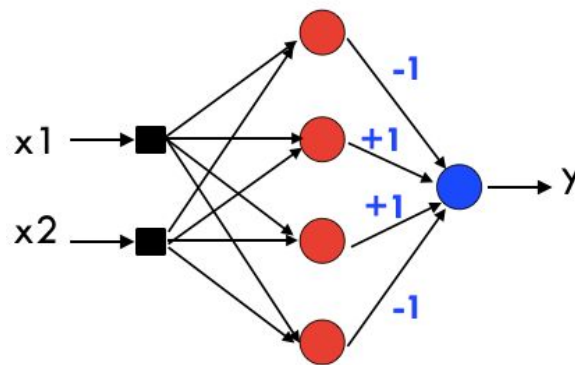
- 17) Descreva, de forma sucinta, como opera o algoritmo de treinamento de Retropropagação (*Backpropagation*).
- 18) Porque a regra de treinamento utilizada no Backpropagation recebe o nome de Regra Delta Generalizada?
- 19) Suponha que os padrões de entrada de uma rede MLP são divididos em duas classes, e que alguns padrões de uma classe são muito semelhantes a alguns padrões da outra classe. Neste caso, você preferiria utilizar uma taxa de aprendizado grande ou pequena no treinamento? Porque? E se os padrões de ambas as classes forem bastante diferentes?
- 20) Mostre que a MLP abaixo com 3 neurônios resolve o problema do OU-EXCLUSIVO, construindo:
- regiões de decisão (interpretação gráfica) e
 - uma tabela verdade para a rede com os valores de sinal propagados da entrada até a saída da rede.



**** Redes RBF ****

- 21) As redes de função de base radial possuem uma camada escondida e uma camada de saída como organização topológica. Qual o propósito da camada escondida neste modelo de rede?

- 22) Comente as principais diferenças entre uma rede de função radial e uma rede MLP no que tange ao processo de classificação de padrões.
- 23) Explique como funciona o algoritmo K-médias e qual sua possível relação com as redes de função de base radial.
- 24) É possível aproximar uma MLP por meio de uma rede RBF? E o oposto: aproximar uma RBF por meio de uma MLP? Justifique a resposta.
- 25) Mostre que a rede RBF abaixo resolve o problema do OU-EXCLUSIVO. Calcule os valores de sinal e ativação das camadas oculta e de saída.



Considere que as unidades ocultas possuam uma função de ativação logística na forma:

$$\varphi_n(x) = e^{\frac{-\gamma ||x - \mu_n||^2}{2}}$$

Além disso, os protótipos das funções de ativação das unidades ocultas (RBFs) são:

- $\mu_1 = (0,0)$; $\mu_2 = (0,1)$; $\mu_3 = (1,0)$; $\mu_4 = (1, 1)$

Por fim, os pesos sinápticos da rede treinada são $W = \{-1, +1, +1, -1\}$. Mostre os valores de ativação (y) obtidos quando cada um dos exemplos é alimentado na rede. Apresente os cálculos, e organize os valores de sinais em tabelas.