

## CPE 722 2017 - 4ª série de exercícios - ART, Counterpropagation

Obs: A resolução pode ser em grupo. Mas como série visa operar e consolidar os conceitos, é importante que cada um tente entender o problema e encontrar a sua solução.

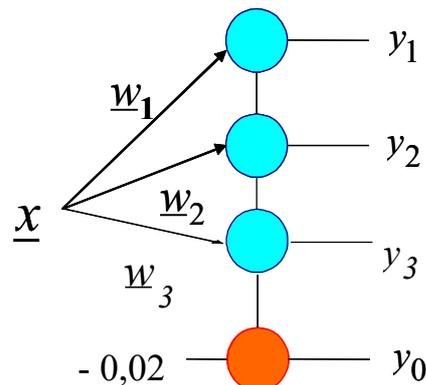
**1** – A rede ART abaixo recebe um treinamento com  $\alpha = 0,1$ , iniciado com a seguinte sequência de entradas:

$$\underline{x}_1 = [ 0,550 \ 0,500 \ 0,669 ]^t$$

$$\underline{x}_2 = [ 0,500 \ 0,500 \ 0,707 ]^t$$

$$\underline{x}_3 = [ 0,400 \ 0,400 \ 0,825 ]^t$$

$$\underline{x}_4 = [ 0,500 \ 0,500 \ 0,707 ]^t$$



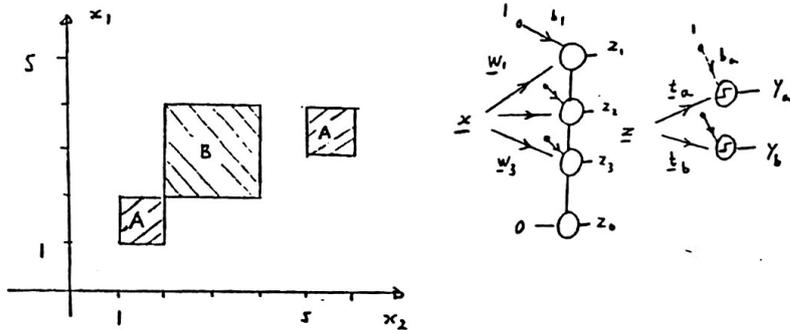
a – Apresente os valores das sinapses ao longo dos quatro passos de treinamento.

b – Se a ordem de apresentação das entradas for alterada os vetores sinapse após os quatro passos de treinamento podem ser diferentes? Se sim, isto ocorre sempre? Se não, isto nunca ocorre?

**2** - Um neurônio tipo  $f(u) = \text{sign}(u)$ ,  $u = \underline{w}^t \underline{x} + b$ , recebe uma entrada  $\underline{x} = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n]^t$  onde  $x_i \in \{-1, 1\}$ . Este neurônio deve separar o vértice do hipercubo “lógico”  $[-1 \ +1 \ -1 \ +1 \ \dots \ (-1)^n]$  e seus adjacentes (isto é, que só tem uma componente diferente) dos demais vértices. Calcule o vetor sinapse  $\underline{w}$  e a polarização  $b$ . Obs.: Este neurônio realiza um separador esférico (ver exercício 3 da série 1).

$$\text{Obs: } \text{sign}(u) = \begin{cases} 1 & \text{se } u \geq 0 \\ -1 & \text{se } u < 0 \end{cases}$$

3 - As duas classes A e B na figura abaixo devem ser separadas pela rede counterpropagation abaixo da forma mais eficiente possível. Os neurônios da segunda camada são do tipo  $f(u) = \text{sign}(u)$ ,  $u = \underline{w}'\underline{x} + b$ . Projete a rede.

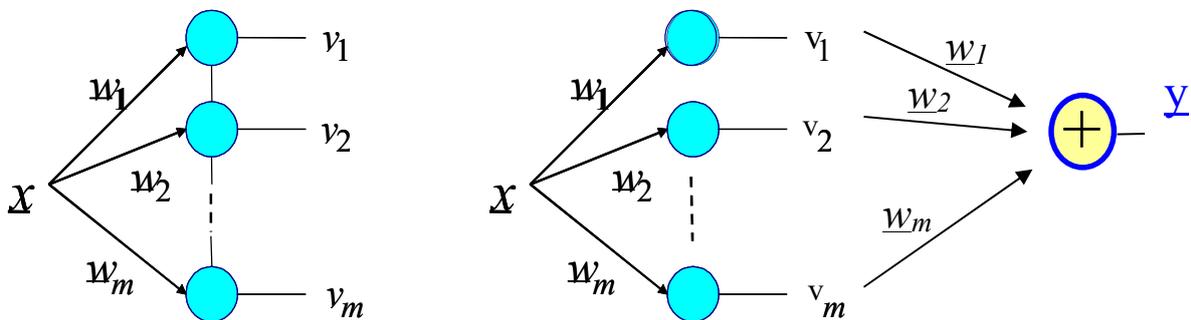


4 - Os oito elementos à classificar apresentados a seguir são unidimensionais:

-3,2 -3,0 -0,7 0,0 0,8 2,0 2,4 2,9

O classificador é uma rede ART não supervisionada. Estime o raio de similaridade e o número de neurônios a serem utilizados.

5 - Considere uma rede counterpropagation usada como um aproximador.



Rede em treinamento

Rede em operação

Inicialmente a camada de Kohonen é treinada e são determinados os vetores sinapse  $\underline{w}_i$ . Em seguida, para operação, são feitas as seguintes alterações:

(a) cada neurônio passa a operar de forma independente dos demais, com função de excitação  $u$  e função de ativação  $v$  definidas abaixo e (b) um somador vetorial é adicionado para produzir a saída  $y$  também definida abaixo

$$u_i = -|\underline{x} - \underline{w}_i|^2 \quad e \quad v_i = \begin{cases} 0 & \text{se } \sqrt{-u_i} \geq d_0 \\ 1 - \frac{\sqrt{-u_i}}{d_0} & \text{se } \sqrt{-u_i} \leq d_0 \end{cases} \quad y = \frac{\sum_{i=1}^m v_i \underline{w}_i}{\sum_{i=1}^m v_i}$$

Descreva e interprete  $y$  em função da distância  $d_i$  da entrada  $\underline{x}$  a cada padrão  $\underline{w}_i$ ,  $d_i = |\underline{x} - \underline{w}_i|$ .