

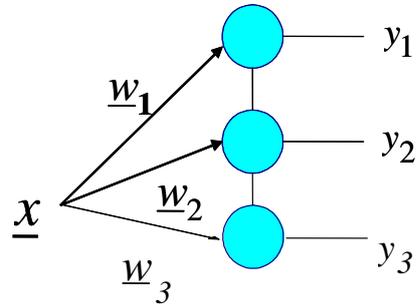
**CPE 722 2017 - 2ª série de exercícios**

**1** – Para a camada de Kohonen abaixo, em treinamento não supervisionado simples com passo  $\alpha = 0,1$  e

$$\underline{w}_1 = [ 0,50 \ 0,50 \ 0,71]^t$$

$$\underline{w}_2 = [ 0,30 \ 0,60 \ 0,74]^t$$

$$\underline{w}_3 = [ 0,30 \ 0,30 \ 0,91]^t$$



é apresentada a entrada  $\underline{x} = [0,40 \ 0,50 \ 0,77]^t$  Quais os novos valores das sinapses após a atualização ?

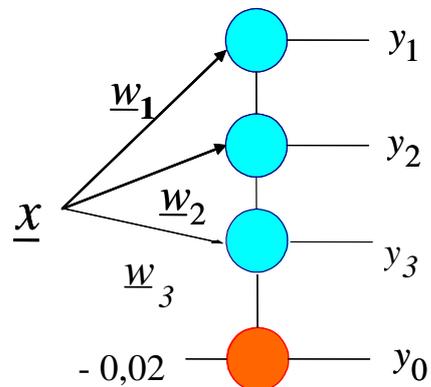
**2** – A rede ART abaixo recebe um treinamento com  $\alpha = 0,1$ , iniciado com a seguinte sequência de entradas:

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

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

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

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



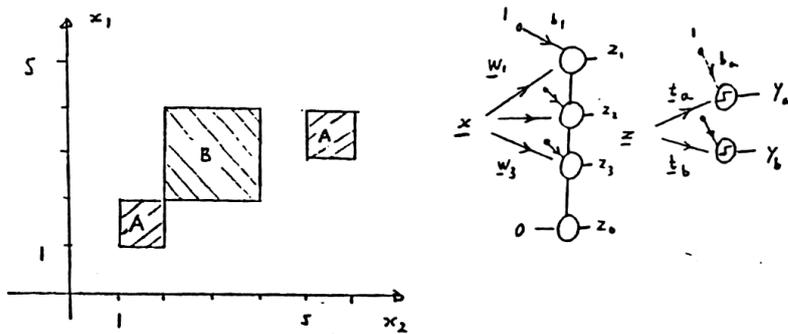
a – Apresente os valores das sinapses ao longo dos quatro passos de treinamento.

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 ?

3 - Um neurônio tipo  $\tilde{y} = \text{sign}(u)$ ,  $u = \underline{w}^t \underline{x} + b$ , 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 5 da série 1).

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

4 - 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  $\tilde{y} = \text{sign}(u)$ ,  $u = \underline{w}^t \underline{x} + b$ . Projete a rede.

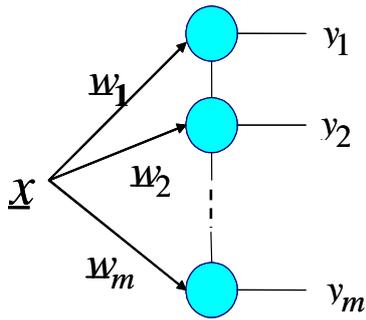


5 - Os oito elementos à classificar apresentados a seguir são uni-dimensionais:

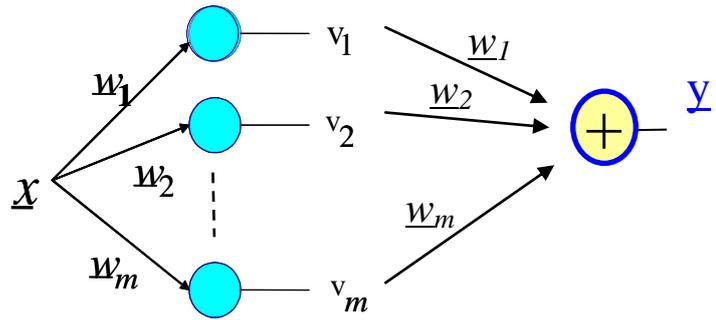
-3,2 -3,0 -0,7 0,0 0,8 2,0 2,4 2,9

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

6 - 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  $\underline{y}$  também definida abaixo

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

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

7 – Repita o exemplo de passo de treinamento SOM da apostila para a entrada  $x = .80$

**8** – Considere um conjunto de elementos com dimensão 10, cujas componentes foram normalizadas para ter média nula. O histograma das distâncias entre elementos do conjunto apresenta distância máxima da ordem de 20 e o desvio padrão da “gaussiana” centrada na origem aproximadamente 1,5. Determine os parâmetros e equações para construir e treinar um SOM unidimensional para este conjunto.

**9** – Os oito elementos à classificar apresentados a seguir são uni-dimensionais:

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

O classificador é uma rede SOM unidimensional não supervisionada, treinada pelo método de Kohonen. Estime os parâmetros  $P$ ,  $\sigma_0$  e  $\tau_n$  a serem utilizados.

**10** – A função de vizinhança abaixo deve cobrir toda a extensão do mapa com  $P \times Q$  neurônios no início do treinamento ( $n = 1$ ) e evoluir continuamente durante a fase de organização tal que no fim desta fase ( $n = 100$ ) treine apenas o neurônio vencedor, mantendo-se assim por toda a fase de convergência ( $n > 100$ ). Escreva uma expressão analítica para  $h(m,n)$

