

1 - Na rede da Fig 1-a abaixo os neurônios são do tipo perceptron, i.e., $y = \text{sign } u$.

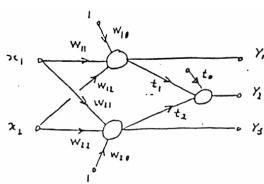


Fig 1-a

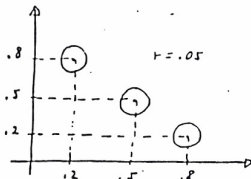
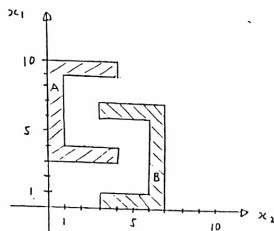


Fig 1-b

Programa as sinapses para separar as três classes cujos domínios estão apresentados na Fig. 1-b acima. Escolha os planos separadores visando minimizar o número de sinapses (a) maximizando o número de sinapses nulas e (b) dentre as sinapses que não puderam ser anuladas, maximizar o número das que tem valor +1 ou -1.

2 - Apresente uma rede feedforward com neurônios tipo $\tilde{y} = \text{sign}(u)$ que separe as classes abaixo. Minimize o número de neurônios usados na camada intermediária.



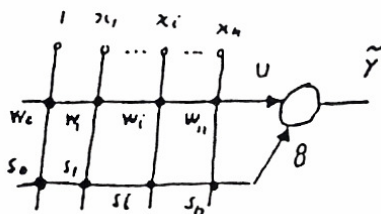
Obs: o projeto da segunda camada fica mais fácil de visualizar se voce escolher a polarização dos semiplanos separadores da primeira camada tal que eles mapeiem as regiões da classe em vértices em uma mesma face do hipercubo em $\underline{z}$.

3 - Em um neurônio biológico, além das sinapses de sinal, w_i , existem também as sinapses de “shunting”, s_j , que controlam o ganho do neurônio. Assim

$v = \text{tgh}(gu)$ onde

$$u = \sum_{i=0}^n w_i x_i \quad e$$

$$g = \sum_{j=0}^n s_j x_j$$



Calcule Δw_i e Δs_j para uma rede de um nerônio usando backpropagation regra delta.

3a - Se este neurônio estiver sendo usado como classificador, qual a forma do separador? Um

hiperplano, uma superfície polinomial, uma superfície transcendente, etc... ? Determine o tipo e a ordem, se for o caso.

4 - Considere um neurônio tipo:

$$\tilde{y} = \text{tgh } u \quad \text{onde} \quad u = \sum_{i=0}^n w_i x_i \quad e \quad x_0 = 1$$

treinado como um classificador de uma camada, isto é, para $y \in \{-1, 1\}$.

4a - Mostre que

$$|\epsilon| = |y - \tilde{y}| = 1 - y \tilde{y}$$

Sugestão: Prove separadamente para $y = 1$ e $y = -1$.

4b - Calcule Δw_i para minimizar a função objetivo valor esperado do módulo do erro $E\{|\epsilon|\}$ usando backpropagation regra delta.

5 - Considere uma rede neural feedforward com uma saída atuando como um classificador. A excitação interna do neurônio de saída da rede pode ser escrita $u = u_x + w_0$, onde w_0 é a polarização do neurônio e u_x corresponde a contribuição da entrada $\underline{x}$. Considere que:

a - A população da Classe é $P_c = 200$ e a população da Não Classe é $P_n = 800$.

b - as distribuições de u_x para o conjunto de entradas da Classe e da Não Classe podem ser aproximadas por Gaussianas com média e desvio padrão $\mu_c = 8$, $\sigma_c = 1$, $\mu_n = 2$, $\sigma_n = 2$, respectivamente.

5.1 - Mostre como calcular w_0 para maximizar a Taxa de Acerto do classificador (w_0 é o maximante de $VP+VN$). Calcule a Sensibilidade e a Especificidade obtidas para a Taxa de Acerto ótima.

5.2 - Mostre como calcular w_0 para obter uma Sensibilidade de 99 %. Calcule as novas Taxa de Acerto e Especificidade obtidas e compare com o caso anterior.

5.3 - Repita para populações iguais $P_c = P_n = 400$ e compare e interprete os resultados.

Obs: Use tabela para obter o valor da função erro:

$$\text{erf}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$$\text{e lembre que } \frac{d}{dx} \text{erf}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$