

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação  
Redes Neurais (EEC1505)  
Prof. Adrião Duarte Doria Neto  
Alunos: José Lenival Gomes de França, Raphael Diego Comesanha e Silva,  
Danilo de Santana Pena.

### Lista 3 Exercícios

1. A representação de uma determinada mensagem digital ternária, isto é formada por três bits, forma um cubo cujos vértices correspondem a mesma representação digital. Supondo que ao transmitirmos esta mensagem a mesma seja contaminada por ruído formando em torno de cada vértice uma nuvem esférica de valores aleatórios. O raio da esfera corresponde ao desvio padrão do sinal de ruído. Solucione o problema usando máquinas de vetor de suporte linear. Compare com a solução obtida na lista 2 onde foi usada uma rede de perceptron de Rosemblat com uma camada para atuar como classificador/decodificador. Para solução do problema defina antes um conjunto de treinamento e um conjunto de validação.

RESOLUÇÃO:

...

2. Implemente a RBF considerando os algoritmos de treinamento para as três situações: (a) centros fixos e escolhidos aleatoriamente, (b) centros escolhidos através da seleção auto-supervisionada (algoritmo K-means) , (c) centros escolhidos através da seleção supervisionada, para as três questões abaixo:

a) A função lógica  $f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \oplus x_2 \oplus x_3$

b)

$$f(x) = \left[ \frac{\sin(\pi \|x\|)}{\pi \|x\|} \right], x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}, |x_1| \leq 10 \text{ e } |x_2| \leq 10$$

c)  $f(x) = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2 + x_1 + x_2 - 1, |x_1| \leq 10, |x_2| \leq 10$

RESOLUÇÃO:

Segue o código utilizando a *toolbox* do MATLAB:

```
%% Questao 2
%% a)
clear

% Gerando dados
x1 = [0 1 0 1 0 1 0 1];
x2 = [0 0 1 1 0 0 1 1];
x3 = [0 0 0 0 1 1 1 1];
x = [x1; x2; x3];

f = xor(xor(x1,x2),x3);
padroes = [x; f]';
padroes = repmat(padroes,5,1);
ni = size(padroes,1);
padroes = padroes(randperm(ni),:);

% Treinando rede
net = newrbe(padroes(:,1:3)',padroes(:,4)');
%view(net)
% Simulando rede
y = sim(net,padroes(:,1:3)')';

%% b)
clear

x1 = -10:0.1:10;
x2 = -10:0.1:10;
x = zeros(1,length(x1));
for i=1:201
    x(i) = norm([x1(:,i) x2(:,i)]);
end

f = sin(x.*pi)./(x.*pi);

padroes = [x; f]';

net = newrbe(padroes(:,1)',padroes(:,2)');
y = sim(net,padroes(:,1)')';

%% c)
clear

x1 = -10:0.1:10;
x2 = -10:0.1:10;
x = [x1; x2];

f = x1.^2 + x2.^2 - 2.*x1.*x2 + x1 + x2 - 1;

padroes = [x; f]';

net = newrbe(padroes(:,1:2)',padroes(:,3)');

y = sim(net,padroes(:,1:2)')';
```

3. Considere o problema de classificação de padrões constituído neste caso de 12 padrões. A distribuição dos padrões tem como base um quadrado centrado no ponto (0.5,0.5) e lados iguais a 1. Os pontos (0.5,0.5), (1.0,0.5), (0.5,1.) e (0.0, 0.5) são centros de quatro semicírculos que se interceptam no interior do quadrado originando quatro classes e outras oito classes nas regiões de não interseção. Após gerar aleatoriamente dados que venham formar estas distribuições de dados, selecione um conjunto de treinamento e um conjunto de validação. Solucione o problema usando RBF, SVM e Máquina de Comitê. Verifique o desempenho do classificador usando o conjunto de validação e calculando a matriz de confusão e compare com o obtido na lista anterior usando MLP.

RESOLUÇÃO:

4. Utilize uma rede NARX, no caso uma rede neural perceptron de múltiplas camadas com realimentação global, para fazer a predição de um passo, até predição de três passos da série temporal  $x(n) = 1 + \cos(n + \cos 2(n))$ . Avalie o desempenho mostrando para cada caso os erros de predição.

RESOLUÇÃO:

5. Implemente uma rede de Hopfield, para reconhecer as letras AFC. (Para cada letra forme uma matriz binária de pixel). Verifique o desempenho com as letras sendo apresentadas de forma ruidosa.

RESOLUÇÃO:

6. Dado o modelo não linear de espaço de estado abaixo, obtenha o modelo de espaço de estados linearizado para ser utilizado no algoritmo EKF.

$$x(n+1) = f(n, x(n)) + v_1(n)$$

$$y(n) = c(n, x(n)) + v_2(n)$$

$$f(n, x(n)) = \begin{bmatrix} x_1(n) + x_2^2(n) \\ nx_1(n) - x_1(n)x_2(n) \end{bmatrix}$$

$$c(n, x(n)) = x_1(n)x_2^2(n) + v_2(n)$$

RESOLUÇÃO:

7. Um problema interessante para testar a capacidade de uma rede neural atuar como classificador de padrões é o problema das duas espirais intercaladas. Gere os exemplos de treinamento usando as seguintes equações:  
 para espiral 1  $x = \frac{\theta}{4}\cos(\theta)$  ,  $y = \frac{\theta}{4}\sin(\theta)$  ,  $\theta \geq 0$   
 para espiral 2  $x = (\frac{\theta}{4} + 0.8)\cos(\theta)$  ,  $y = (\frac{\theta}{4} + 0.8)\sin(\theta)$  ,  $\theta \geq 0$   
 fazendo  $\theta$  assumir 51 igualmente espaçados valores entre 0 e 20 radianos. Utilize uma rede competitiva e em seguida uma rede SOM para atuar como classificador auto-supervisionado, isto é, a espiral 1 sendo uma classe e espiral 2 sendo outra classe. Para comparar as regiões de decisões formadas pela rede , gere uma grade uniforme com 100 x 100 exemplos de teste em um quadrado  $[-5,5]$ . Esboce os pontos classificados pela rede.

RESOLUÇÃO:

8. Considere a distribuição dos padrões que tem como base em um círculo com raio igual a 0.25 centrado origem. Os pontos +1 e -1 de cada eixo são centros de quatro semicírculos que se interceptam no interior a as regiões que excluem o círculo de raio igual a 0.25 do quadrado originando quatro classes. Gere aleatoriamente os dados que venham formar estas distribuições de dados. Utilize a rede SOM de modo a quantizar através da distribuição de neurônios a distribuição dos dados.

RESOLUÇÃO:

Foi feito a geração dos dados através da equação do círculo:

$$x = \sqrt{r^2 - (y - y_0)^2} + x_0$$

$$y = \sqrt{r^2 - (x - x_0)^2} + y_0$$

A classificação dos dados foi feito através de um vetor  $[QXQYHV]$ , em que para cada ponto gerado  $QX$  representa um dos dois quadrantes no eixo  $X$ , podendo assim assumir o valor 0 ou 1, o equivalente ocorre para  $QY$  no eixo  $Y$ ,  $H$  representa se o ponto gerado encontra-se dentro de um semi-círculo horizontal e  $V$  para um semi-círculo vertical. Com este vetor é possível classificar o ponto gerado, visto que se o ponto estiver com valores de  $H$  e  $V$  iguais a 1 significa que o ponto encontra-se dentro de dois semi-círculos simultaneamente, ou seja, na região de interesse. Os valores de  $QX$  e  $QY$  descrevem em quais das quatro regiões os pontos se encontram.

A rede foi treinada utilizando a *toolbox* do MATLAB, com o método *newsom*, com uma arquitetura 10x10 uniformemente distribuida. Com 500 pontos gerados e 200 iterações, tem-se:

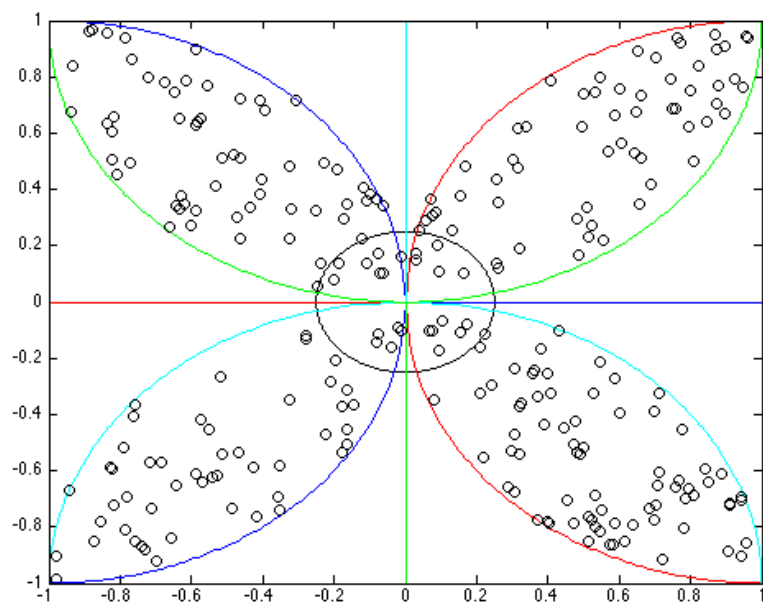


Figura 1: Desenho das regioes de interesse.

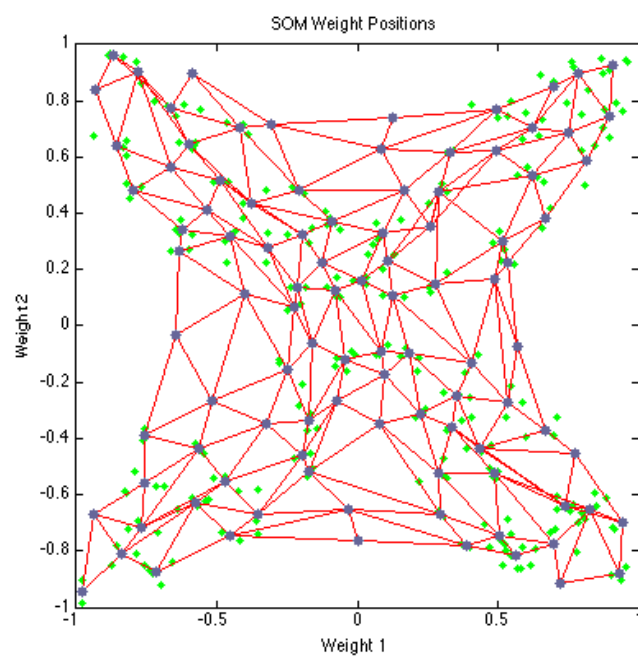


Figura 2: Resultado da rede.

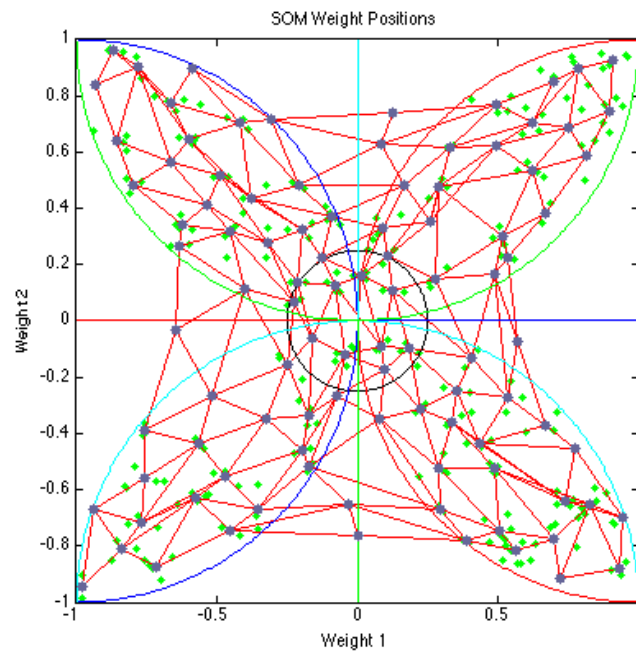


Figura 3: Resultado da rede com as regioes.

9. Pesquise e apresente o formalismo do algoritmo K-means por lote.

RESOLUÇÃO:

10. Pesquise e apresente o formalismo do algoritmo SOM por lote.

RESOLUÇÃO:

## Trabalhos

1. Pesquise e apresente um trabalho sobre a reconstrução tridimensional usando a rede SOM e a rede Neuro-GAS.
2. Pesquise e apresente um trabalho sobre Neurofuzzy.

Data de entrega: 23/05/2013

A entrega e apresentação dos trabalhos correspondem a um processo de avaliação. Portanto a presença é obrigatório.

Os trabalhos e a lista podem ser feito em grupo de até três componentes.

Na apresentação os componentes serão submetidos a questionamentos sobre a solução da lista e o desenvolvimento dos trabalhos.

## Desenvolvimento da Pesquisa

...