

Universidade Federal da Paraíba Centro de Informática Departamento de Informática	Aprendizado Profundo Período 2024.1 Professor: Tiago Maritan
---	--

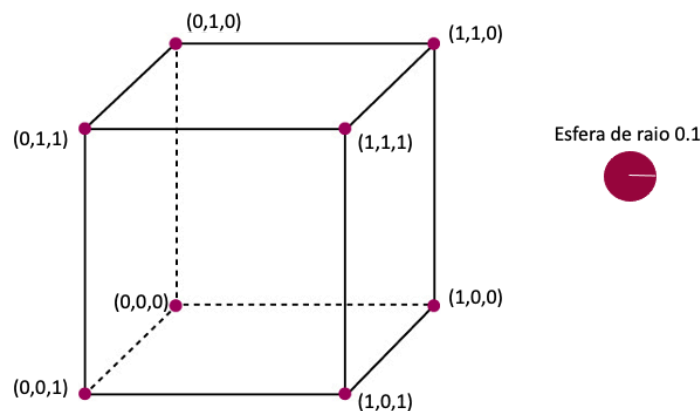
1A LISTA DE EXERCÍCIOS
Data de Entrega: 05/Março/2024

ORIENTAÇÕES:

- A lista pode ser resolvida em grupo de até 3 integrantes.
- No dia da entrega da lista de exercícios, o(s) grupo(s) deverão(m) fazer uma apresentação para a turma de cerca de 15 a 20 min, e enviar um link com a sua resolução da lista (contendo códigos-fontes, resultados, etc).
- A entrega da resolução da lista será feita via SIGAA (ou através de um formulário próprio enviado pelo professor);

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 possa ser contaminada por ruído formado em torno de cada vértice uma nuvem esférica de valores aleatórios com raio máximo é 0.1. Formule este problema como um problema de classificação de padrões e treine uma **Rede Perceptron de Rosenblatt (Perceptron de camada única)** para atuar como classificador/decodificador. Para solução do problema defina antes um conjunto de treinamento e um conjunto de validação.

Dica: O problema pode ser formulado como um problema de classificação de 8 padrões diferentes, sendo que cada padrão representa um vértice do cubo.



Padrão 1: $x = \{0,0,0\}$ com vetor resposta $d = \{1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0\}$

Padrão 2: $x = \{0,0,1\}$ com vetor resposta $d = \{-1.0, 1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0\}$

Padrão 3: $x = \{0,1,0\}$ com vetor resposta $d = \{-1.0, -1.0, 1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0\}$

Padrão 4: $x = \{0,1,1\}$ com vetor resposta $d = \{-1.0, -1.0, -1.0, 1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0\}$

Padrão 5: $x = \{1,0,0\}$ com vetor resposta $d = \{-1.0, -1.0, -1.0, -1.0, 1.0, -1.0, -1.0, -1.0\}$

Padrão 6: $x = \{1,0,1\}$ com vetor resposta $d = \{-1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, 1.0, -1.0, -1.0\}$

Padrão 7: $x = \{1,1,0\}$ com vetor resposta $d = \{-1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, 1.0, -1.0\}$

Padrão 8: $x = \{1,1,1\}$ com vetor resposta $d = \{-1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, -1.0, 1.0\}$

2) Implemente uma **rede perceptron de múltiplas camadas** e utilize-a para aproximar as funções abaixo. Em seguida, compare os resultados com as curvas exatas. No caso das letras (b) e (c), apresente também a curva do erro médio de treinamento com relação ao número de épocas e a curva do erro médio com o conjunto de validação.

a) a função lógica XOR

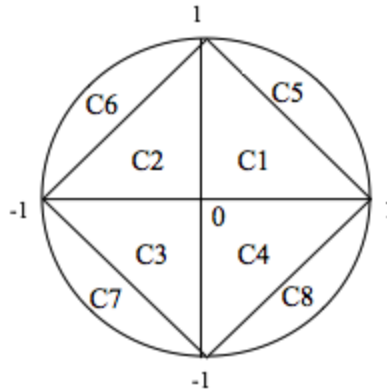
b) $f(x) = \log_{10}(x)$, onde $1 \leq x \leq 10$

c) $f(x) = 10x^5 + 5x^4 + 2x^3 - 0.5x^2 + 3x + 2$, onde $0 \leq x \leq 5$

Dica: Selecione um conjunto de amostras para cada função (onde x é a entrada e $f(x)$ é a saída desejada - rótulo). Essas amostras devem ser divididas em, pelo menos, dois conjuntos: treinamento e validação. Treine um perceptron de múltiplas camadas para que ele aprenda a aproximar a função a partir do conjunto de treinamento, e vá testando com o conjunto de validação.

3) Considere um problema de classificação de padrões constituído de oito padrões. A distribuição dos padrões forma um círculo centrado na origem de raio unitário e contido no círculo um losango também centrado na origem e com lados iguais à raiz de 2. Os dados das classes C1, C2, C3, C4 correspondem aos quatro setores do losango e as outras quatro classes correspondem aos setores delimitados pelo círculo e os lados do losango. Após gerar aleatoriamente dados que venham formar estas distribuições de dados, selecione um conjunto de treinamento e um conjunto de validação. Treine **duas redes perceptron (uma rede utilizando a regra delta convencional, e outra usando a regra delta com termo do momento)**, para classificar os padrões associados a cada uma das classes. Verifique o desempenho dos classificadores usando o conjunto de validação e calculando a matriz de confusão.

Dica: Considere que os oito padrões estavam dispostos geometricamente da seguinte forma:



4) Utilize a rede neural perceptron de múltiplas camadas para fazer a predição de um passo, até predição de três passos, da série temporal: $x(n) = \sin^2(n) + \cos(n + \cos(n))$. Avalie o desempenho mostrando para cada caso os erros de predição.

Dica: Para auxiliar na resolução desse problema você pode usar K entradas (por exemplo, $K=10$), que correspondem a K passos anteriores a n : $x(n-1)$, $x(n-2)$, ..., $x(n-K)$, e deve fazer a predição dos valores $x(n+1)$, $x(n+2)$ e $x(n+3)$.

Exemplo de treinamento 1:

Entrada: $x(0)$, $x(1)$, $x(2)$, ..., $x(9)$

Saída desejada: $x(10)$, $x(11)$ e $x(12)$

Exemplo de treinamento 2:

Entrada: $x(1)$, $x(2)$, $x(3)$, ..., $x(10)$

Saída desejada: $x(11)$, $x(12)$ e $x(13)$

...

Exemplo de treinamento n:

Entrada: $x(20)$, $x(21)$, $x(22)$, ..., $x(29)$

Saída desejada: $x(30)$, $x(31)$ e $x(32)$