

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

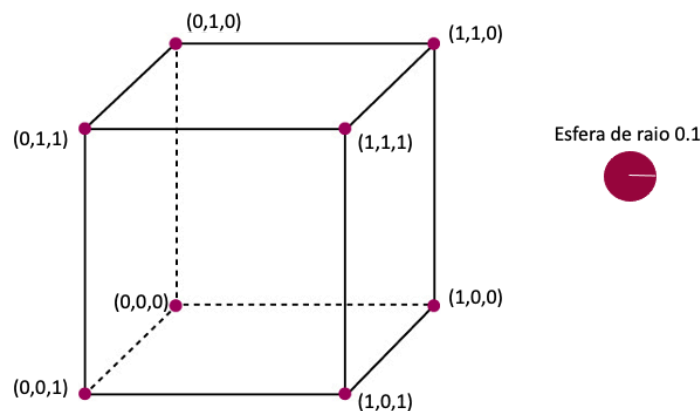
LISTA DE EXERCÍCIOS
Data de Entrega: 30/Maio/2024

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).
- O envio da resolução da lista será feita através de um formulário próprio disponibilizado 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

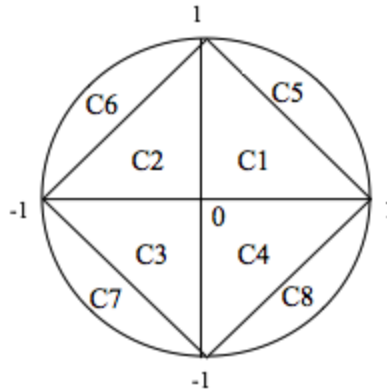
b) $f(x) = \log_{10}(x)$, onde $1 \leq x \leq 10$

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 $x(32)$

5) Implemente uma Rede Neural Artificial que faça a predição se um passageiro sobreviveu ou não ao acidente do Titanic. Embora houvesse algum elemento de sorte envolvido na sobrevivência dos envolvidos, aparentemente alguns grupos de pessoas tinham mais probabilidade de sobreviver do que outros. Neste exercício, você deve tentar criar um modelo preditivo, usando os dados de passageiros (ou seja, nome, idade, sexo, classe socioeconômica, etc.), que procure responder à pergunta: "que tipo de pessoa tem mais probabilidade de sobreviver?" A base de dados do problema pode ser acessada através do seguinte link: <https://www.kaggle.com/c/titanic/data>.

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 ou teste. Calcule e apresente também a matriz de confusão do modelo.

Dica: Analisem cuidadosamente a base de dados utilizada. Observem que alguns usuários possuem dados faltantes, inconsistentes, e algumas características (features) são redundantes. Dessa forma, a aplicação de técnicas de pré-processamento vistas nas nossas aulas pode ser importante para resolução do problema.

6) Implementem duas redes neurais artificiais para o problema de classificação de dígitos escritos à mão utilizando a base de dados do MNIST, disponível em: <https://www.kaggle.com/datasets/hojjatk/mnist-dataset>. A primeira rede deve ser uma rede neural perceptron de múltiplas camadas clássica, e a segunda deve ser uma Rede Neural Convolucional (CNN). Compare o desempenho das duas redes analisando a curva de erro médio e a matriz de confusão.

7) Implemente uma CNN para resolver o problema de classificação de objetos em imagens utilizando a base de dados CIFAR-10, disponível: <https://www.cs.toronto.edu/~kriz/cifar.html>. Apresente também a curva do erro médio e a matriz de confusão do modelo treinado.