

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Aprendizagem de Máquinas e Mineração de Dados – 2019.2 - DCA 0133

2ª LISTA DE EXERCÍCIO

1-) O modelo de neurônio artificial de Mc-Culloch-Pitts faz uso da função de ativação para resposta do neurônio artificial. As funções : Sigmoidé (ou função logística) , Tangente Sigmoidé (tangente hiperbólica) são normalmente utilizadas nas redes neurais perceptrons de múltiplas camadas com arquiteturas de poucas camadas. A função ReLu (retificador linear) é normalmente utilizadas em redes Deep Learning. Segue abaixo as expressões matemáticas de cada uma:

a-) $\varphi(v) = \frac{1}{1 + \exp(-av)}$ (sigmoidé);

b-) $\varphi(v) = \frac{1 - \exp(-av)}{1 + \exp(-av)} = \tanh\left(\frac{av}{2}\right)$ (tangensigmoidé);

c-) $\varphi(v) = \max(0, v)$ (Re-Lu).

i) Mostre que $\varphi'(v) = \frac{d\varphi(v)}{dv} = a\varphi(v)[1 - \varphi(v)]$ para função sigmoidé.

ii) Mostre que $\varphi'(v) = \frac{d\varphi(v)}{dv} = \frac{a}{2}[1 - \varphi^2(v)]$ para função tangensigmoidé.

iii) Faça uma análise comparativa de cada uma destas funções e do gradiente delas em função da variação do potencial de ativação v .

2-) A representação de uma determinada mensagem digital ternária, isto é formada por três bits, forma um cubo cujos valores dos vértices correspondem a representação digital. Supondo que ao transmitirmos esta mensagem a mesma seja contaminada por ruído gaussiano formando em torno de cada vértice uma nuvem esférica de valores aleatórios. O raio da esfera corresponde ao desvio padrão do sinal de ruído. Considerando um ruído que assegure que o problema é linearmente separável, isto é que uma esfera não se sobreponha a outra vizinha, treine uma rede de perceptron de camada única com três neurônios para atuar como classificador/decodificador. Para solução do problema defina antes um conjunto de treinamento e um conjunto de validação. Repita o problema considerando a solução através de uma máquina de vetor de suporte (SVM).

3-) Utilize redes neurais perceptrons de múltiplas camadas para aproximar as funções baixo. Para o caso dos itens b e c e apresente para cada caso a curva da função analítica e a curva da função aproximada pela rede neural. 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. Procure definir para cada função a arquitetura da rede neural perceptron, isto é, o número de entradas, o número de neurônios em cada camada e o número de neurônios camada de saída.

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

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

c) $f(\mathbf{x}) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 \cos(\pi x_1x_2) + x_1 + x_2 - 1$, $|x_1| \leq 1$, $|x_2| \leq 1$

4-) Considere o problema de classificação de padrões constituído neste caso de nove padrões. A distribuição dos padrões é formada por um quadro centrado na origem com lados iguais a 2, um círculo centrado na origem de raio unitário e contido no círculo um losango também centrado na origem e com lados iguais a raiz de 2. A classe é formada pelos dados no interior do losango, as classes 2 a 5 correspondem aos dados dos setores delimitados pelo círculo e os lados do losango e as classes 6 a 9 correspondem aos dados dos setores delimitados pelo círculo e os lados do quadrado. Após gerar aleatoriamente dados que venham formar estas distribuições de dados, selecione um conjunto de treinamento e um conjunto de validação. Treine uma rede perceptron para classificar os padrões associados a cada uma das classes. Verifique o desempenho do classificador usando o conjunto de validação e calculando a matriz de confusão.

5-) Utilize uma rede auto encoder, aplicada ao problema da compressão/descompressão. Para isto considere a matriz de dados abaixo

$$\mathbf{F} = \begin{pmatrix} 0.9192 & 0.4677 & 0.1714 & 0.0703 & 0.1052 \\ 0.7719 & 0.9291 & 0.3725 & 0.1238 & 0.0416 \\ 0.0654 & 0.4459 & 0.9397 & 0.3263 & 0.3686 \\ 0.4428 & 0.1433 & 0.1649 & 0.9601 & 0.4239 \\ 0.07772 & 0.2053 & 0.2550 & 0.5177 & 0.9272 \end{pmatrix}.$$

Obtenha uma compressão 5:3, isto é, comprima a matriz 5x5 para uma matriz 3x3. Obtenha a matriz descomprimida isto é $\hat{\mathbf{F}}$ e calcule a relação sinal ruído em dB, definida como

$$\frac{S}{N} = 10 \log_{10} \left[\frac{\sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N f^2(m, n)}{\sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N |f(m, n) - \hat{f}(m, n)|^2} \right].$$

4-) Considere o problema de reconhecimento de padrões constituído neste caso de uma deep learning, no caso uma rede convolutiva capaz de reconhecer a sequência formada por duas vogais e quatro números decimais (0, 1, ..., 9). Gere os conjuntos de treinamentos e

validação. Utilize uma rede neural convolucional para solução do problema. Avalie o desempenho da rede gerando a matriz de confusão. No processo de validação considere a influência do ruído e um pequeno giro nos números e nas vogais.

Obs. Pesquise base de dados que possam ser usadas no treinamento e faça uso de implementações disponíveis para rede convolucional.

6-) Um problema interessante para testar a capacidade de uma rede neural atuar como classificador de padrões é o problema das duas espirais intercaladas. A espiral 1 sendo uma classe e a espiral 2 sendo outra classe. Gere os exemplos de treinamento usando as seguintes equações:

$$\text{para espiral 1 } x = \frac{\theta}{4} \cos \theta \quad y = \frac{\theta}{4} \sin \theta \quad \theta \geq 0$$

$$\text{para espiral 2 } x = (\frac{\theta}{4} + 0.8) \cos \theta \quad y = (\frac{\theta}{4} + 0.8) \sin \theta \quad \theta \geq 0$$

fazendo θ assumir 100 igualmente espaçados valores entre 0 e 20 radianos. Solucione este problema considerando:

a-) Um rede perceptron de múltiplas camadas deep learning

b-) Uma máquina de vetor de suporte (SVM)

Compare o desempenho das duas redes.

7-) Utilize uma NARX no caso uma rede neural perceptron de múltiplas camadas com realimentação para fazer a predição de um passo, da série temporal $x(n) = \ln(1+n+\sin(n))$. Avalie o desempenho mostrando o erro de predição.

Trabalho

Pesquise sobre os métodos de determinação da arquitetura de uma rede neural perceptron de múltiplas camadas e apresente um algoritmo para esta finalidade.

Trabalho: Escolha um dos trabalhos abaixo

1-) Desenvolva um trabalho sobre a rede neural convolutiva aplicada neste trabalho a classificação de padrões em imagens. A base de dados considerada é a CIFAR-10 (pesquise), que consiste de 60 mil imagens coloridas de 32x32 pixels, com 50 mil para treino e 10 mil para teste. As imagens estão divididas em 10 classes, a saber: avião, navio, caminhão, automóvel, sapo, pássaro, cachorro, gato, cavalo e cervo. Cada imagem possui apenas um dos objetos da classe de interesse, podendo estar parcialmente obstruído por outros objetos que não pertençam a esse conjunto. Apresente os resultados da classificação em uma matriz de confusão.

2-) Pesquise sobre redes neurais recorrente LSTM e apresente um trabalho desta classe de redes deep learning na área de linguagem natural.

Data de entrega: 15/10/2019