

AULA LABORATORIAL N.º 03

PROBLEMAS DE REGRESSÃO - REDES NEURONAIS

1. Objectivos

Pretende-se implementar em MATLAB redes não lineares de múltipla camada para aprendizagem de parâmetros. A metodologia deverá ser aplicada a três problemas de **regressão**, nomeadamente:

- Predição de um índice bolsista.
- Predição de valores de mercado para automóveis usados.
- Aproximação de funções que representem um modelo de um **sistema dinâmico**.

2. Algoritmos

As arquiteturas e algoritmos de aprendizagem são os mesmos da aula anterior. Podem usar-se as funções disponibilizadas pela toolbox de redes neuronais, em particular poderemos usar as funções para redes MLP e RBF.

A função Matlab “*feedforwardnet*” implementa uma rede neuronal com o número de camadas internas, dimensão e algoritmo de treino especificados por parâmetros.

<https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ref/feedforwardnet.html>

Como especializações inclui redes de regressão (*fitnet*) e de reconhecimento de padrões (*patternet*).

A função MATLAB *newrb* implementa outra arquitectura de redes neuronais, as designadas redes Radial Basis Function (RBF). Uma rede RBF (figura 1) é uma rede de aproximação local, i.e., as funções de activação são locais e simétricas, sendo as funções de activação Gaussianas as mais comuns. Uma rede RBF é composta por duas camadas:

- Camada interna de funções de ativação local (tipicamente de dimensão elevada, i.e., contendo um número elevado de unidades internas).
- Camada de saída, que implementa uma combinação linear das saídas da primeira camada.

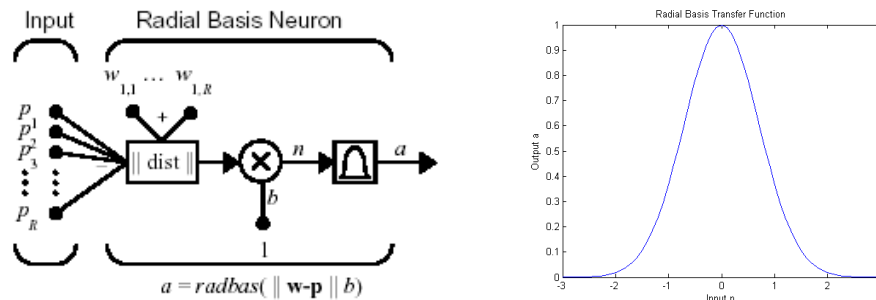


FIGURA 1. REDE RBF E FUNÇÃO GAUSSIANA.

3. Predição do Índice Bolsista

O Ficheiro “**Bp.mat**” contém informação relativa ao índice S&P. As três primeiras colunas contém informação relativa a variáveis que potencialmente influenciam a evolução do índice: lucros de obrigações do tesouro, lucros por acção, dividendos por acção. A quarta coluna contém o valor do índice na semana actual e a última coluna contém o valor do índice na semana seguinte.

A informação refere-se a um período de 507 semanas - 10 anos (figura 2). O conjunto de dados foi previamente dividido:

- Os primeiros 254 exemplos referem-se às semanas ímpares 1,3,5,7,...507.
- Os restantes 253 exemplos referem-se às semanas 2,4,6,...,506.

Utilize o primeiro conjunto de dados para treinar a rede neuronal e o segundo conjunto de dados para validar a rede.



Pretende-se construir uma rede neuronal que consiga prever os valores futuros do índice com base em informação no presente.

Em particular, pretende-se **prever a evolução do índice para a semana seguinte** (este é o caso mais simples, designado de predição “um passo à frente”).

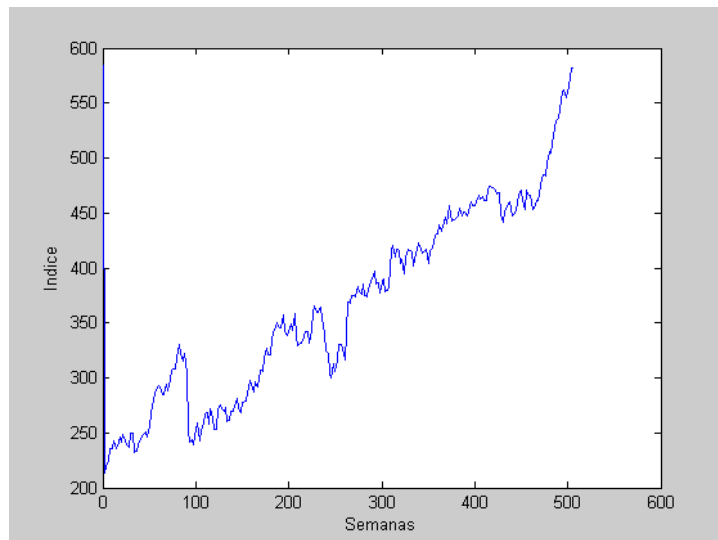


FIGURA 2. EVOLUÇÃO DO ÍNDICE BOLSITA AO LONGO DE 10 ANOS (507 SEMANAS)

Para este problema:

- i) Analise os dados e formule o problema de regressão.
- ii) Identifique as principais características (features, variáveis de entrada).
- iii) Treine uma rede neuronal MLP. Avalie diferentes configurações e algoritmos de treino.
<https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ug/choose-a-multilayer-neural-network-training-function.html>
- iv) Treine uma rede neuronal RBF “newrb”. Avalie o número de neurónios ideal para a camada interna e represente a curva de overfitting.
<https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ref/newrb.html>
- v) Avalie diferentes valores para a largura (spread) das funções Gaussianas. Encontre o melhor valor para este problema.
- vi) Avalie e compare o desempenho (MSE e RMSE) das duas metodologias - redes MLP (pertencentes à classe de aproximadores globais) e redes RBF (aproximadores locais). Qual a mais adequada para o problema?

4. “Car Price Prediction”

Considere o dataset para predição de valores de automóveis usados:

<https://www.kaggle.com/code/abdelrahmankhalil/ford-car-price-prediction/log>

Para este problema:

- i) Analise o problema e formule-o como um problema de regressão.
- ii) Identifique as principais características (features), variáveis de entrada e saída.
- iii) Treine uma rede neuronal MLP e avalie o desempenho com base nas métricas: MSE e RMSE, R-Squared.

5. Modelos de Sistemas Dinâmicos

Considere o sistema dinâmico, de primeira ordem - apenas uma regressão, definido por:

$$y(k+1) = \frac{y(k)}{1 + y^2(k)} + u^3(k)$$

onde $y(k)$ e $u(k)$ representam respectivamente o valor de saída do sistema e o valor da entrada no instante k .

- i) Represente num gráfico a resposta do sistema a uma entrada em degrau unitário - entrada constante de amplitude unitária.

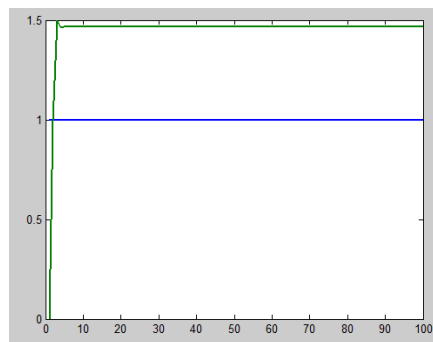


FIGURA 3. RESPOSTA A DEGRAU.

- ii) Represente num gráfico a resposta do sistema a uma entrada de amplitude e duração aleatórias.

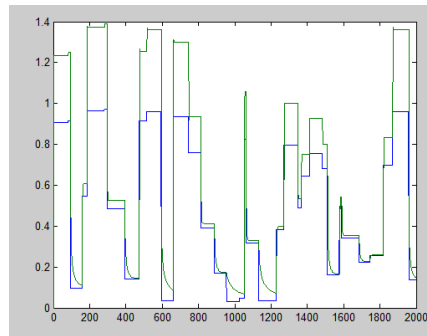


FIGURA 4. RESPOSTA A “PSEUDO-RANDOM SIGNAL”.

- iii) Com base no conjunto de treino formado a partir da alínea anterior, construa uma rede neuronal RBF que modelize o sistema.

Utilize as funções **newrb** e/ou **newrbe** da toolbox de redes neuronais e compare as suas soluções.

- iv) Compare e analise os resultados obtidos com as duas arquiteturas de redes neuronais.