

AULA LABORATORIAL N.º 1
FILTROS ADAPTATIVOS COM REDES LINEARES (ADALINE)

1. Objectivo

Neste trabalho pretende-se a implementação em **MATLAB** do algoritmo de aprendizagem de uma **rede neuronal linear**, designada de "ADALINE-Adaptive Linear Element".

O algoritmo deverá ser aplicado a um problema de cancelamento de ruído em sinais *de voz*.

Objetivos de Aprendizagem

- Revisão de programação Matlab;
- Revisão de Redes Neurais.

2. Arquitetura das Rede ADALINE

A *Figura 1* apresenta a arquitectura de uma rede neuronal **ADALINE** [1-2]. A rede representada possui p entradas e apenas um neurónio, que representa a saída. Neste tipo de redes, a **função de ativação é linear** – designam-se assim de modelos lineares.

A superfície de decisão resultante (linear) está representada na *Figura 2*, para o caso particular de duas entradas. Observa-se assim que esta rede permite resolver problemas de classificação cujos padrões sejam linearmente separáveis ou problemas de regressão (aproximação de funções) lineares.

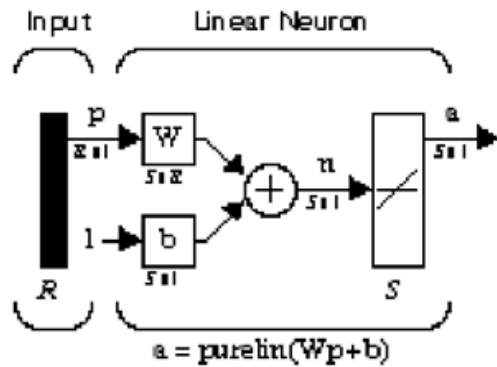


Figura 1. Rede ADALINE

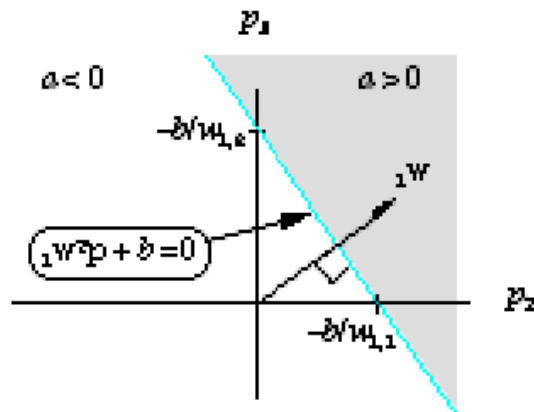


Figura 2. Superfície de decisão.

O algoritmo de **aprendizagem** funciona de forma supervisionada e é semelhante ao método de aprendizagem do *perceptrão*:

Os pesos são alterados de acordo com o princípio de minimização de um critério de erro, neste caso o erro quadrático médio, o que resulta no seguinte algoritmo para modificação dos pesos $\mathbf{W}(k)$ e bias $\mathbf{b}(k)$ ($\mathbf{p}(k)$ representa o vector de entradas, $\mathbf{e}(k)$ o erro e α o coeficiente de aprendizagem):

Algoritmo de aprendizagem

$$\mathbf{W}(k+1) = \mathbf{W}(k) + 2\alpha\mathbf{e}(k)\mathbf{p}^T(k)$$

$$\mathbf{b}(k+1) = \mathbf{b}(k) + 2\alpha\mathbf{e}(k)$$

3. Aplicação

A eliminação de ruído em sinais de voz (ou outros, como ruído ambiente em aviões, comboios, etc..) é um problema difícil de tratar, em especial em comunicações de longa distância.

Uma aplicação possível para as redes (ADALINE) refere-se ao cancelamento de ruído ou eco em sinais. O esquema de funcionamento está representado na Figura 3, juntamente com a arquitectura do filtro adaptativo, implementado pela rede ADALINE.

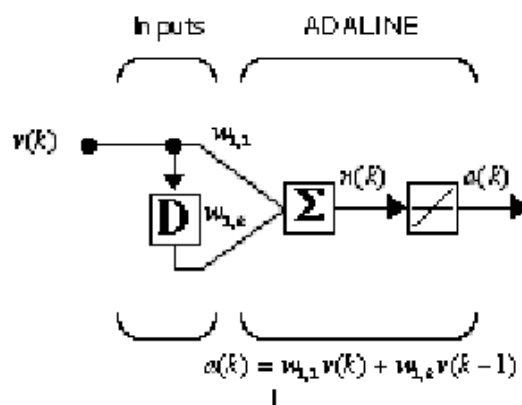
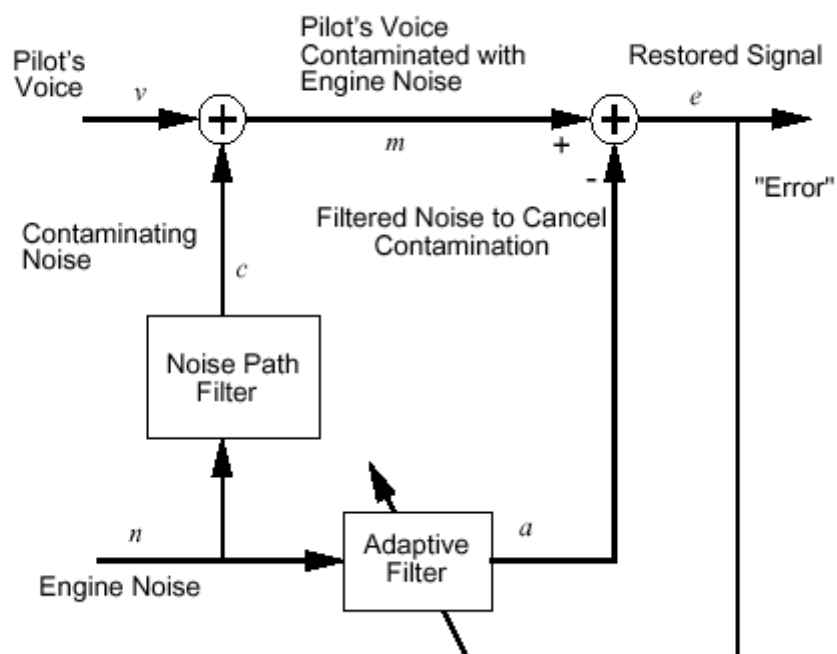


Figura 3. Filtro adaptativo.

4. Exercícios

- a) Construa uma função em MATLAB que receba um sinal e número de regressões como argumentos e devolva os sinais correspondentes às respectivas regressões:

$y = \text{regressao}(x, d1, d2)$

x representa o sinal e $d1$ e $d2$ os limites de regressão. A matriz y contém os vectores de regressão.

- b) Construa uma função que inicialize os pesos e bias de uma rede ADALINE recebendo como argumentos os vectores de entrada e saída da rede, “[w, b]=inicializa(p, t)”.
- c) Construa uma função que implemente o **algoritmo de aprendizagem**. Deve receber como parâmetros os valores iniciais dos pesos, entrada da rede, valores desejados e coeficiente de aprendizagem. Devolve a saída da rede, o erro, pesos e bias resultantes.
- d) Construa, com base nas funções anteriores, uma função que elimine ruído de um sinal. Use o ficheiro *handel* e adicione ruído aleatoriamente. A função deve devolver a música sem ruído.
- e) Avalie a influência do número de regressões e coeficiente de aprendizagem no desempenho da rede neuronal.

Referências:

- [1] Neural Network Toolbox Users’s Guide, Mathworks, 2012.
[2] Neural Network Design, Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark H. Beale
[3]<https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ug/adaptive-noise-cancellation.html>