

# Relatório: Adaline

Gabriel Santos Barbosa

December 2017

## 1 Introdução

ADALINE (Adaptive Linear Neuron or later Adaptive Linear Element) é uma rede neural artificial de uma única camada criada pelo professor Bernard Widrow e seu estudante de graduação Ted Hoff na Universidade de Stanford em 1960. Esse modelo foi desenvolvido poucos anos após a criação do Perceptron, consistindo basicamente em um vetor de pesos, um *bias* e uma função de soma.

Uma diferença entre o ADALINE e o Perceptron está na fase de aprendizagem, em que os pesos são ajustados de acordo com a soma ponderada das entradas. No Perceptron, o valor da soma é passado para uma função de ativação e a saída da função é usada para ajustar os pesos. Já no modelo ADALINE, a soma ponderada é a própria saída da rede, podendo ser qualquer valor real, diferentemente do Perceptron, em que a saída é discreta (binária). Outra diferença é que, no geral, o perceptron é usado para problemas de classificação e o ADALINE é usado para problemas de regressão.

Tendo em mente a importância do modelo ADALINE, uma implementação do algoritmo foi desenvolvida utilizando a ferramenta MATLAB. Este relatório visa, portanto, descrever os métodos utilizados bem como os resultados obtidos durante a implementação.

## 2 Metodologia

A parte inicial da implementação consiste na criação de conjuntos de dados artificiais, os quais serão utilizados para treinar o modelo. O primeiro conjunto constitui-se de dados bidimensionais no formato próximo de uma reta,

com ruídos adicionados aos valores da função linear usada como parâmetro na criação dos dados. O segundo conjunto também consistiu-se de dados com ruídos, porém dessa vez os dados são tridimensionais. A Figura 1 ilustra as duas bases de dados.

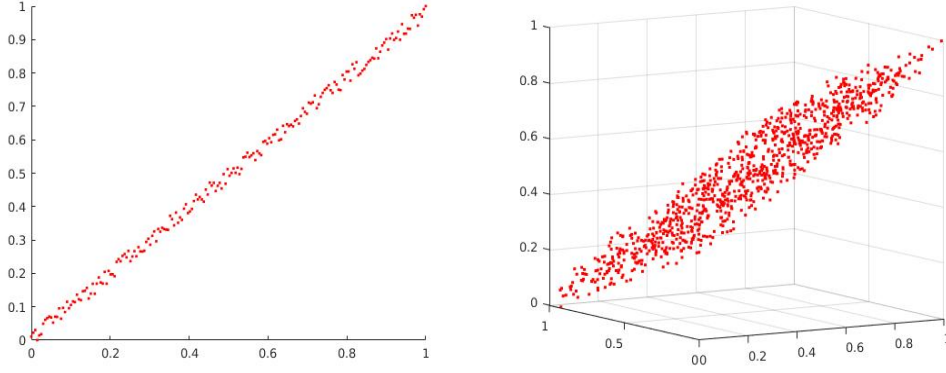


Figura 1: (a) Conjunto de dados bidimensionais. (b) Conjunto de dados tridimensionais.

Após a criação das bases de dados, o modelo pode ser treinado a partir da sua regra de atualização de pesos, conhecida como regra delta. Foram separados 80% dos dados para treinamento e 20% para teste, em ambos os conjuntos de dados.

### 3 Resultados e Conclusão

Após a fase de treinamento ter sido realizada, um vetor de pesos (modelo) é gerado. Esse modelo será utilizado como os parâmetros da função de hipótese do modelo ADALINE, de tal forma que a reta gerada pela função, no caso bidimensional, ou o hiperplano gerado, no caso tridimensional, se encaixem nos dados da melhor forma possível.

A eficiência do modelo pode ser calculada pelas fórmulas do MSE (Mean Squared Error) e o RMSE (Root Mean Squared Error):

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i^d - y_i)^2 \quad (1) \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i^d - y_i)^2} \quad (2)$$

Tabela 1: Resultados da média e do desvio padrão do RMSE

Base de dados	RMSE Médio	Desvio Padrão	Realizações	Épocas
Bidimensional	0.014548	0.000850	20	100
Tridimensional	0.029019	0.000802	20	100

Com a execução de 20 realizações, cada qual contendo 100 épocas, constatou-se um RMSE médio com valor 0.014548 e desvio padrão igual a 0.000802, para o caso bidimensional. Já para os dados tridimensionais, foram obtidos um RMSE médio igual a 0.029019 e um desvio padrão igual a 0.000802. A Tabela 1 mostra os resultados obtidos.

Finalmente, uma reta e um hiperplano são ilustrados graficamente a fim de verificar visualmente quão bem o modelo se encaixa nos dados. A Figura 2 mostra a reta e o hiperplano utilizados na regressão.

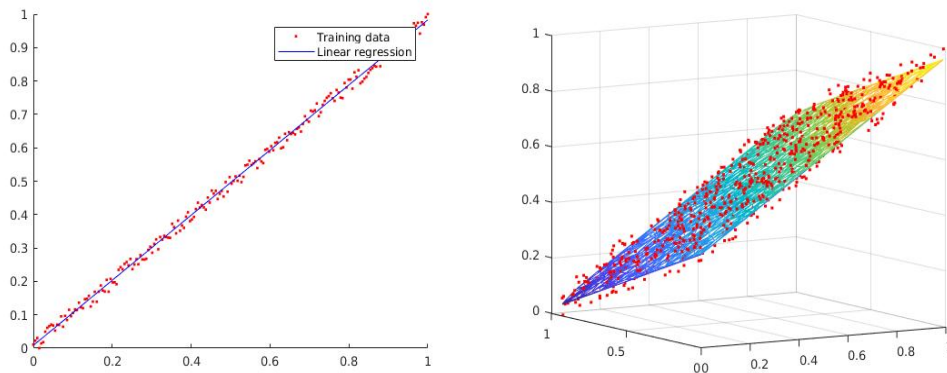


Figura 2: (a) Conjunto de dados bidimensionais com a reta de regressão linear. (b) Conjunto de dados tridimensionais juntamente com o hiperplano gerado.

Analisando a Figura 2a, percebe-se que a reta de regressão linear gerada se encaixa bem nos dados artificiais. O mesmo acontece para o hiperplano, na Figura 2b. Conclui-se portanto que o modelo possui um bom desempenho quando usado em problemas de regressão, embora sendo um modelo relativamente simples.