



Perceptron Algorithm

Bruno Marra (3029)

Sumário

- Introdução
- Detalhes de implementação
- Exemplo
- Sklearn e Parâmetros
- Algoritmos Relacionados

Introdução

- Perceptron simula a capacidade humana de tomar decisões
- Base para algoritmos de rede neural
- Não é classificado como uma neural network por ser muito simples
- Regra de propagação:

$$net_j = \sum_i x_i w_{ij} + \theta_i$$

Introdução



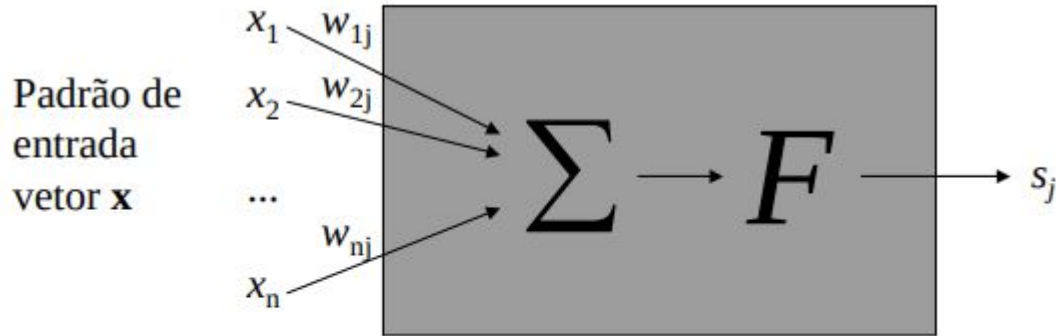
Detalhes de implementação

- Uma única camada de processadores (neurônio)
- Algoritmo supervisionado
- Valor de entrada e saída binários
- Algoritmo base de aprendizado:

$$\Delta w_{ij} = \eta x_i (t_j - s_j)$$

Modelo do neurônio

- O modelo do neurônio em sua forma mais básica:



$$s_j = F(\text{net}_j) = F\left(\sum_i x_i w_{ij} + \theta_i\right) = \begin{cases} 1 & \text{net}_j > 0 \\ 0 & \text{net}_j \leq 0 \end{cases}$$

Passo a passo

1. Inicia os pesos sinápticos com valores randômicos e pequenos ou iguais a zero
2. Aplica um padrão com seu respectivo valor desejado de saída (t_j) e verificar a saída da rede (s_j)
3. Calcula o erro na saída $E_j = t_j - s_j$
4. Condição:
 - a. se $E_j = 0$, volta ao passo 2
 - b. se $E_j \neq 0$, atualiza os pesos: $\Delta w_{ij} = \eta x_i E_j$
5. Volta ao passo 2.

Passo a passo

1. Inicia os pesos sinápticos com valores randômicos e pequenos ou iguais a zero
2. Aplica um padrão com seu respectivo valor desejado de saída (t_j) e verificar a saída da rede (s_j)
3. Calcula o erro na saída $E_j = t_j - s_j$
4. Condição:
 - a. se $E_j = 0$, volta ao passo 2
 - b. se $E_j \neq 0$, atualiza os pesos: $\Delta w_{ij} = \eta x_i E_j$
5. Volta ao passo 2.

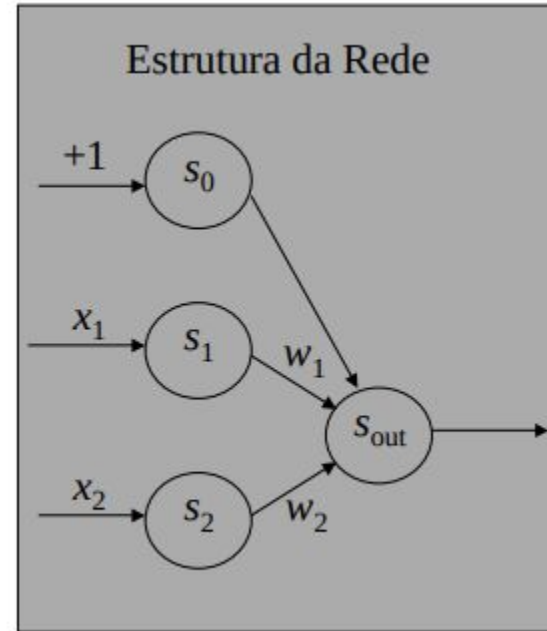
Exemplo

- Simulação para o operador lógico AND:

AND	x_0	x_1	x_2	t
Entrada 1:	1	0	0	0
Entrada 2:	1	0	1	0
Entrada 3:	1	1	0	0
Entrada 4:	1	1	1	1

Peso inicial: $w_0 = 0$, $w_1 = 0$, $w_2 = 0$

Taxa de aprendizado: $\eta = 0.5$



Exemplo

- Primeiro ciclo:

$$\begin{aligned}\text{Entrada 1: } s_{\text{out}} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(0 \times 1 + 0 \times 0 + 0 \times 0) = f(0) = 0 \longrightarrow s_{\text{out}} = t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Entrada 2: } s_{\text{out}} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 0) = f(0) = 0 \longrightarrow s_{\text{out}} = t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Entrada 3: } s_{\text{out}} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(0 \times 1 + 0 \times 0 + 0 \times 1) = f(0) = 0 \longrightarrow s_{\text{out}} = t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Entrada 4: } s_{\text{out}} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 1) = f(0) = 0 \longrightarrow s_{\text{out}} \neq t\end{aligned}$$

$$w_0 = w_0 + (t - s_{\text{out}})x_0 = 0 + 0.5 \times (1 - 0) \times 1 = 0.5$$

$$w_1 = w_1 + (t - s_{\text{out}})x_1 = 0 + 0.5 \times (1 - 0) \times 1 = 0.5$$

$$w_2 = w_2 + (t - s_{\text{out}})x_2 = 0 + 0.5 \times (1 - 0) \times 1 = 0.5$$

Exemplo

- Segundo ciclo:

$$\text{Entrada 1: } s_{\text{out}} = f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2)$$

$$= f(0.5 \times 1 + 0.5 \times 0 + 0.5 \times 0) = f(0.5) = 1 \longrightarrow s_{\text{out}} \neq t$$

$$w_0 = w_0 + (t - s_{\text{out}})x_0 = 0.5 + 0.5 \times (0 - 1) \times 1 = 0$$

$$w_1 = w_1 + (t - s_{\text{out}})x_1 = 0.5 + 0.5 \times (0 - 1) \times 0 = 0.5$$

$$w_2 = w_2 + (t - s_{\text{out}})x_2 = 0.5 + 0.5 \times (0 - 1) \times 0 = 0.5$$

$$\text{Entrada 2: } s_{\text{out}} = f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2)$$

$$= f(0 \times 1 + 0.5 \times 0 + 0.5 \times 1) = f(0.5) = 1 \longrightarrow s_{\text{out}} \neq t$$

$$w_0 = w_0 + (t - s_{\text{out}})x_0 = 0 + 0.5 \times (0 - 1) \times 1 = -0.5$$

$$w_1 = w_1 + (t - s_{\text{out}})x_1 = 0.5 + 0.5 \times (0 - 1) \times 0 = 0.5$$

$$w_2 = w_2 + (t - s_{\text{out}})x_2 = 0.5 + 0.5 \times (0 - 1) \times 1 = 0$$

Exemplo

- Segundo ciclo:

$$\begin{aligned}\text{Entrada 3: } s_{\text{out}} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(-0.5 \times 1 + 0.5 \times 1 + 0 \times 0) = f(0) = 0 \longrightarrow s_{\text{out}} = t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Entrada 4: } s_{\text{out}} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(-0.5 \times 1 + 0.5 \times 1 + 0 \times 1) = f(0) = 0 \longrightarrow s_{\text{out}} \neq t\end{aligned}$$

$$w_0 = w_0 + (t - s_{\text{out}})x_0 = -0.5 + 0.5 \times (1 - 0) \times 1 = 0$$

$$w_1 = w_1 + (t - s_{\text{out}})x_1 = 0.5 + 0.5 \times (1 - 0) \times 1 = 1$$

$$w_2 = w_2 + (t - s_{\text{out}})x_2 = 0 + 0.5 \times (1 - 0) \times 1 = 0.5$$

Exemplo

- Continua executando até todos os $S_{out} = t$. Ciclo 5:

$$\begin{aligned}\text{Entrada 1: } s_{out} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(-1 \times 1 + 1 \times 0 + 0.5 \times 0) = f(-1) = 0 \quad \longrightarrow \quad s_{out} = t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Entrada 2: } s_{out} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(-1 \times 1 + 1 \times 0 + 0.5 \times 1) = f(-0.5) = 0 \quad \longrightarrow \quad s_{out} = t\end{aligned}$$

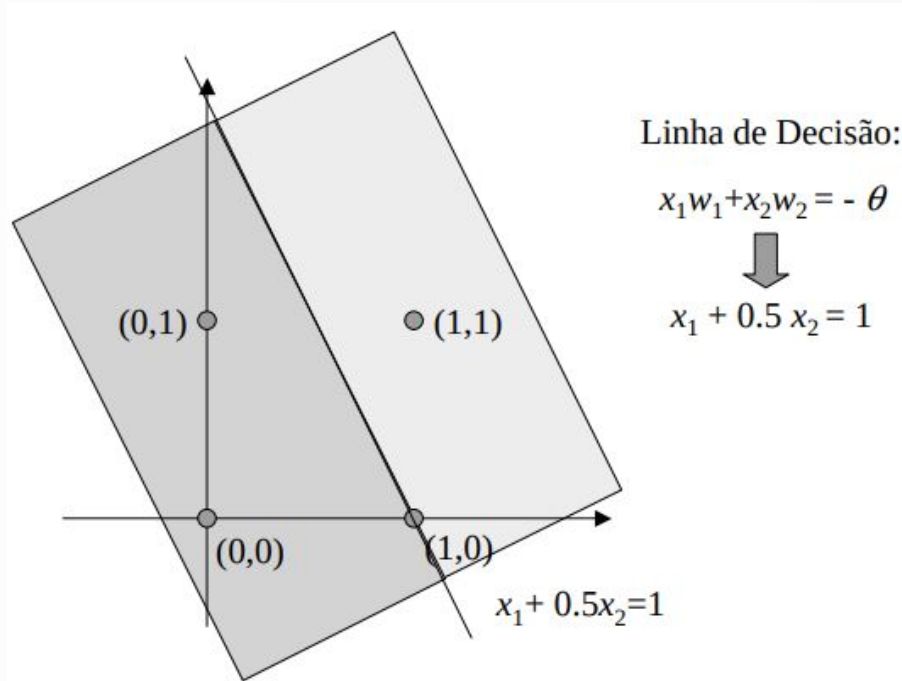
$$\begin{aligned}\text{Entrada 3: } s_{out} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(-1 \times 1 + 1 \times 1 + 0.5 \times 0) = f(0) = 0 \quad \longrightarrow \quad s_{out} = t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Entrada 4: } s_{out} &= f(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2) \\ &= f(-1 \times 1 + 1 \times 1 + 0.5 \times 1) = f(0.5) = 1 \quad \longrightarrow \quad s_{out} = t\end{aligned}$$

$$w_0 = -1, w_1 = 1, w_2 = 0.5$$

Exemplo

- Visão e interpretação geométrica do problema

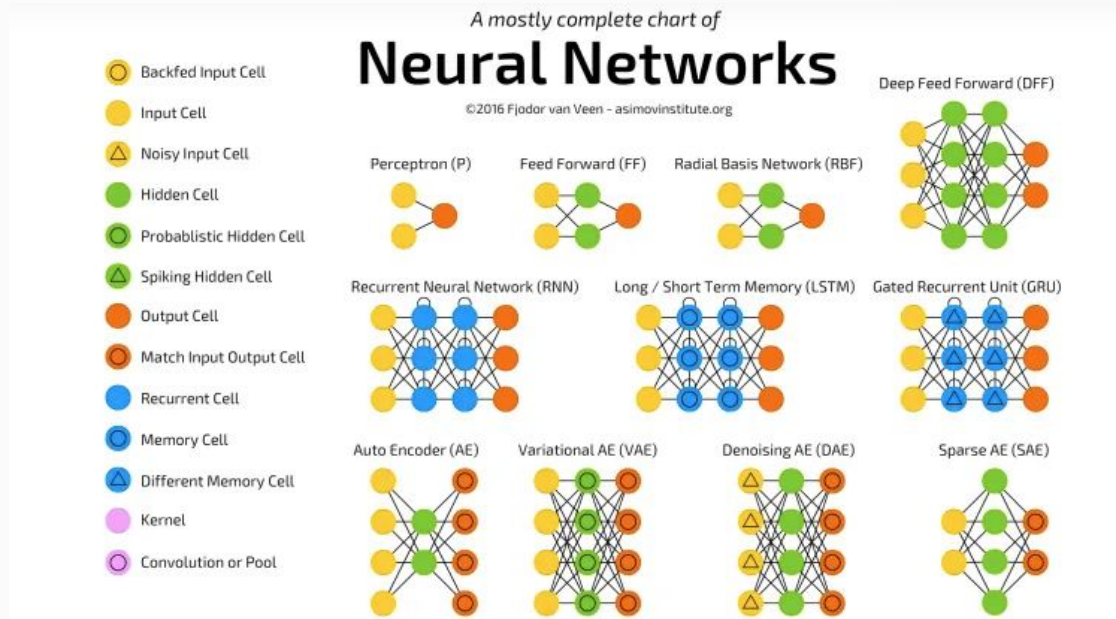


Sklearn e Parâmetros

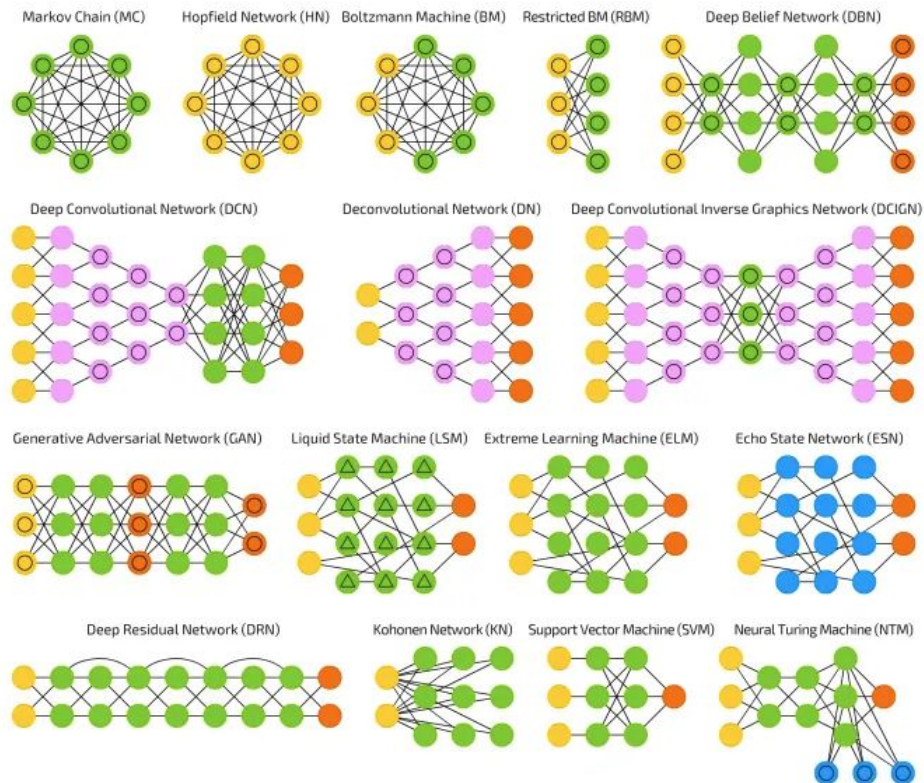
- O perceptron é importado diretamente pelo sklearn, da lib `linear_model`
- Os parâmetros mais relevantes que podem ser alterados são:
 - `alpha`: Constante que multiplica o termo de regularização.
 - `tol`: Critério de parada
 - `random_state`: Usado para embaralhar os dados de treinamento
 - `eta0`: Constante pela qual as atualizações são multiplicadas
 - `n_iter_no_change`: Número de iterações sem melhorias para esperar antes de parar antecipadamente

Algoritmos Relacionados

- Como o perceptron é a base para algoritmos de redes neurais, todos algoritmos de neural networks se relacionam com ele como base. Exemplos:



Algoritmos Relacionados



Referências

- <http://wiki.icmc.usp.br/images/7/7b/Perceptron.pdf> PERCEPTRON
- <https://dafriedman97.github.io/mlbook/content/c3/s2/perceptron.html?highlight=perceptron> The Perceptron Algorithm
- <https://www.deeplearningbook.com.br/o-perceptron-parte-1/> Capítulo 6 – O Perceptron – Parte 1

Obrigado

