

Autor: Edroaldo Lummertz da Rocha
Home page: edroaldo.wordpress.com
E-mail: edroaldo@gmail.com

Esse tutorial visa demonstrar de forma prática o processo de ajuste dos pesos sinápticos de uma rede neural artificial.

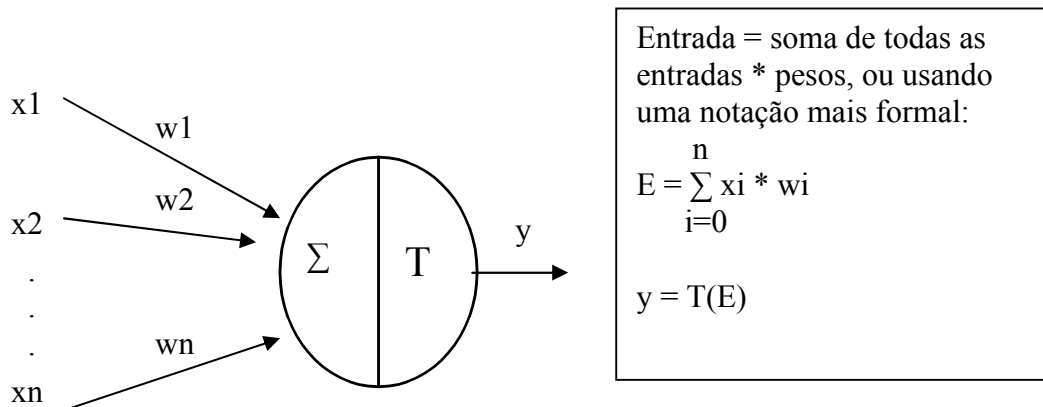
Abaixo segue uma explicação sucinta sobre o neurônio artificial e suas funções básicas.

O neurônio artificial

O neurônio artificial é composto, basicamente, por um conjunto de entradas x_1, x_2, \dots, x_n , uma saída y , uma função responsável pelo cálculo da entrada efetiva para o neurônio (Σ) denominada função soma, uma função de ativação e uma função de transferência. As entradas são conectadas ao corpo do neurônio através de conexões, denominadas conexões sinápticas, sendo que cada uma possui um peso associado.

Os pesos representam o conhecimento da rede e determinam a “importância” que determinada entrada possui. Quanto mais estimulada uma conexão sináptica, mais freqüente a atualização do respectivo peso e, conseqüentemente, maior a influência desta entrada na produção da saída.

Uma vez que a entrada para um determinado neurônio é calculada, o valor resultante é comparado ao um limiar (valor estipulado) que, uma vez atingido, propaga a saída para os neurônios da cama seguinte. A propagação da saída para os demais neurônios é realizada pela função de transferência. Existem diversas funções de transferência e sua escolha depende do problema a ser resolvido que, por sua vez determina que arquitetura de rede neural deve ser utilizada.



Modelo simplificado de um neurônio artificial, onde Σ é a função de soma e T, a função de transferência.

Métodos de aprendizado

O processo de aprendizado de uma rede neural artificial acontece, basicamente, de duas formas: aprendizado supervisionado e aprendizado não-supervisionado.

- Aprendizado supervisionado:

Durante o aprendizado supervisionado, pares de entrada e saída são apresentados a RNA (Rede Neural Artificial). Esses pares consistem em um conjunto de entradas e um conjunto com as saídas desejadas para cada entrada.

Quando uma entrada é apresentada à rede, uma saída será produzida e posteriormente comparada com a saída desejada. Se a saída produzida for diferente da saída desejada, um ajuste de pesos sinápticos deverá ser realizado de forma que a rede armazene o conhecimento desejado e, conseqüentemente, reflita o aprendizado das funções para as quais ela é projetada. Com base no que foi escrito acima, podemos concluir que o aprendizado consiste em um processo iterativo de atualização dos pesos sinápticos e, é devido a esse processo que uma RNA é capaz de aprender e generalizar.

O ajuste sináptico

O ajuste sináptico representa o aprendizado de cada neurônio. O conhecimento de uma RNA está distribuído por toda a rede, ou seja, nenhum neurônio retém em si todo o conhecimento, mas sua operação em conjunto permite às RNAs resolver problemas complexos, que não podem ser resolvidos usando técnicas computacionais convencionais.

Tal ajuste é realizado através de um cálculo que procura promover o ajuste dos pesos sinápticos de forma a minimizar a diferença entre a saída produzida e a saída desejada até que, para determinada entrada, a respectiva saída seja produzida.

O cálculo abaixo visa somar ao peso atual, o erro gerado pela rede e, dessa forma, corrigir o valor do peso. Existem inúmeros cálculos para este fim, nós utilizaremos aqui a conhecida Regra Delta, descrita abaixo:

$$w_i(n+1) = w_i(n) + \Delta_i$$
$$\Delta_i = c * g * x_i$$

Onde:

$w_i(n+1)$: Novo peso

$w_i(n)$: peso atual

Δ_i : correção associada a entrada i

c : taxa de aprendizado (normalmente é 1 quando a rede opera com valores binários)

g = saída desejada – saída obtida

Tendo a teoria básica já compreendida, podemos partir para um exemplo prático, com direito a código-fonte e tudo.

Exemplo de ajuste sináptico

Vamos utilizar um exemplo simples para entender quando, onde e como aplicar a regra delta. Uma RNA opera recebendo uma entrada X , a partir da qual uma saída Y é gerada. A resposta é considerada correta se a saída produzida for igual à saída desejada, caso contrário, um ajuste de pesos se faz necessário.

Vamos calcular o erro da seguinte forma:

$$\text{taxa de aprendizado} = 1$$

erro = saída desejada – saída produzida
novo peso = peso antigo + (erro*entrada*taxa de aprendizado)

Bom, nossa rede neural será formada por apenas um neurônio, com duas entradas, e queremos que ela aprenda o seguinte:

Entrada {1,1} deverá produzir saída = {1}

Entrada {0, 0} deverá produzir saída = {0}

Os pesos são inicializados com {0, 0}

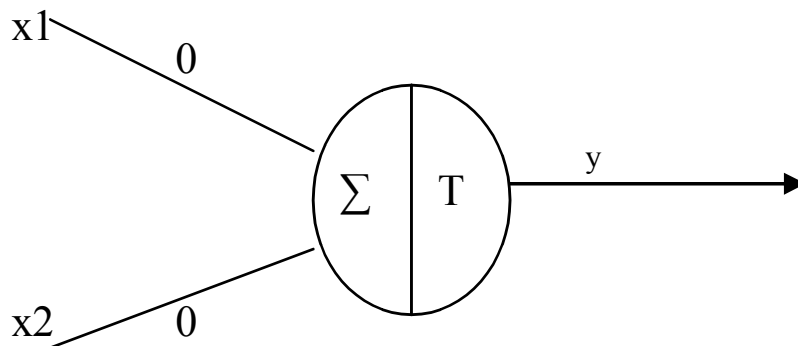
A função de transferência utilizada é:

Se resultado ≤ 0

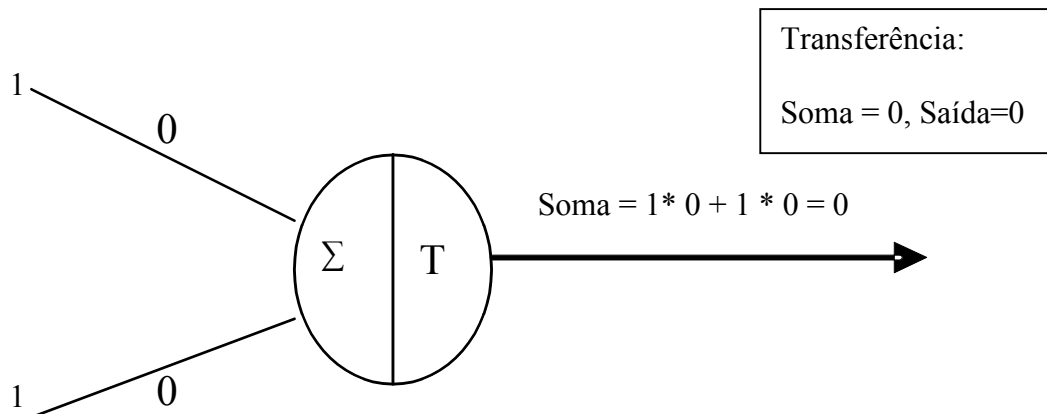
Resultado = 0

Se resultado > 0

Resultado = 1



Iniciaremos o treinamento do fato {1,1} e, como mostrado abaixo, a saída resultante para esta entrada é 0. Note que, como 0 não é saída desejada, um ajuste sináptico se faz necessário.



Ajuste para o peso 1

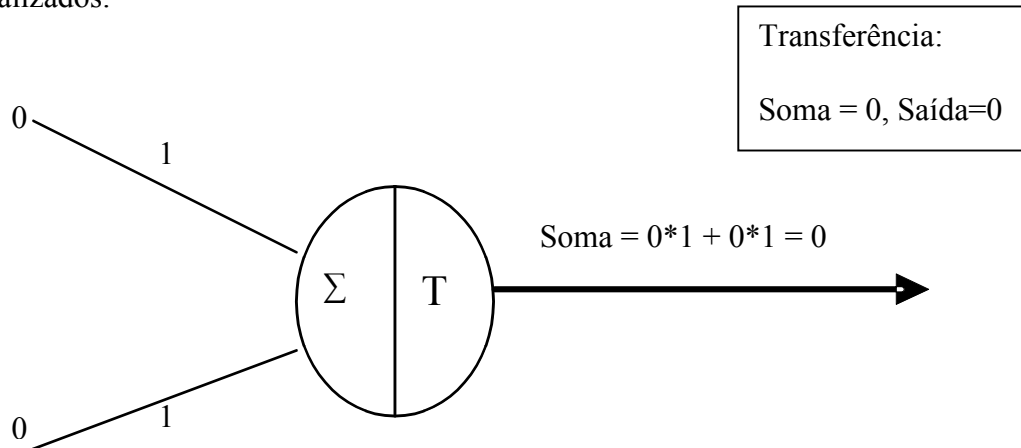
Erro = 1 – 0 = 1

Novo peso = 0 + (1*1*1) = 1

Ajuste para o peso 2

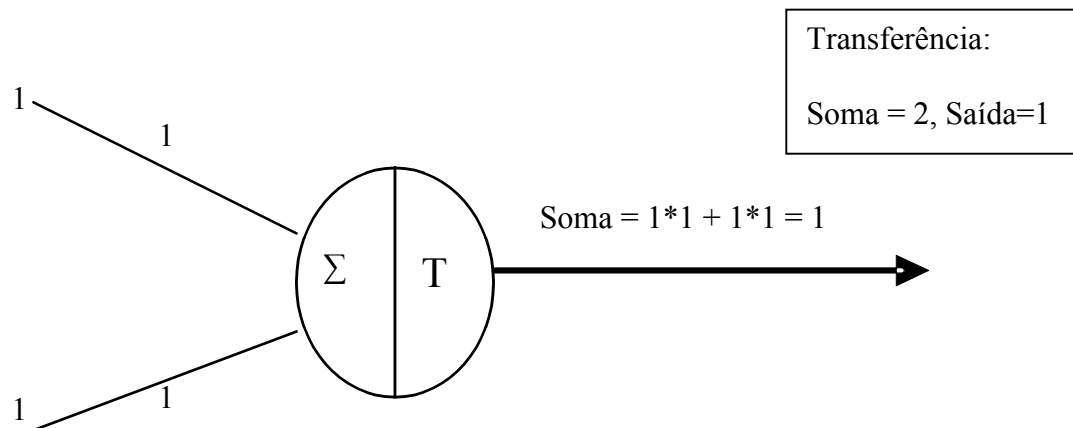
Erro $1 - 0 = 1$
Novo peso = $0 + (1*1*1) = 1$

Apresentamos agora o segundo fato $\{0, 0\}$. Observe que os pesos sinápticos foram atualizados.

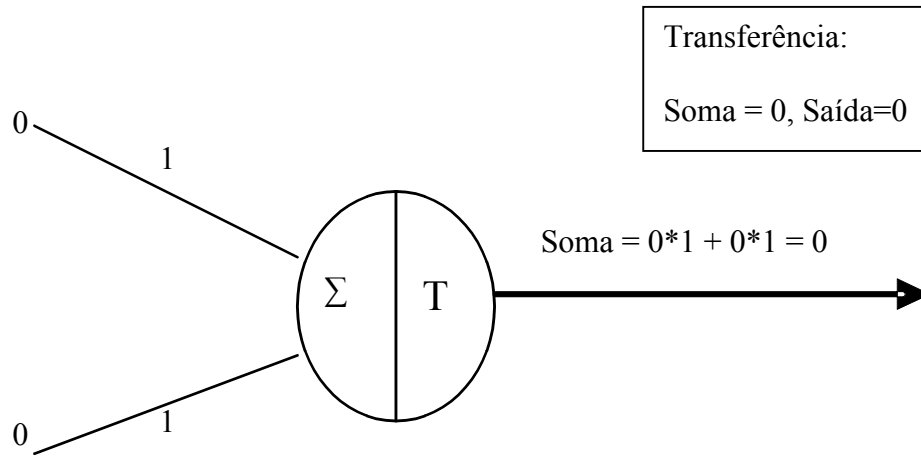


Como a saída produzida é igual à saída desejada, nenhum ajuste se faz necessário, pois os pesos como estão, representam corretamente a informação. O próximo passo é realizar novamente o teste com o conjunto de treinamento, já que no primeiro passo, um ajuste sináptico foi realizado. O funcionamento básico do processo de aprendizado pode ser resumido em: ajustar os pesos para todo o conjunto de treinamento até que não haja mais a necessidade de fazê-lo, ou seja, até a RNA aprender.

Passando novamente peso conjunto de treinamento, obtemos o resultado correto:



Como o resultado obtido está correto, nenhum ajuste é necessário e podemos ir para o próximo fato do conjunto de treinamento:



Como o resultado obtido, também está de acordo, nenhum ajuste é necessário e podemos considerar a rede treinada para reconhecer os conjuntos $\{1, 1\}$ $\{0, 0\}$.

Evidentemente, o exemplo é extremamente simples, porém, acredito demonstrar de forma clara e precisa o processo de ajuste dos pesos sinápticos, etapa fundamental para a obtenção de resultados satisfatórios utilizando redes neurais artificiais.