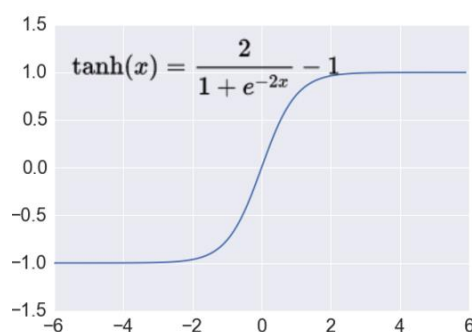


梯度下降學習演算法用於二極激發神經元

二極激發神經元之輸出為 ± 1 ，常以雙曲函數 \tanh 表示其輸出， \tanh 函數定義如下：

$$\tanh(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$$

函數圖形如下：



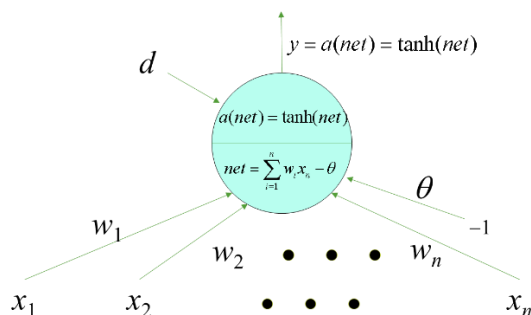
一以 \tanh 作為激發函數之神經元，若具有 n 個輸入 x_1, \dots, x_n 連接至神經元的權重分別為 w_1, \dots, w_n ，該類神經元另有一偏移量 θ ；因此，其接受到的輸入激勵值(input stimulus)為：

$$net = \sum_{i=1}^n w_i x_i - \theta$$

該類神經元激發值將為：

$$y = a(net) = \tanh(net)$$

如下圖：



圖中， d 為訓練期待的結果(desired output)；學習採用的折損函數(loss function)為：

$$E = \frac{1}{2}(d - y)^2$$

請求出 $\nabla E = \left[\frac{\partial E}{\partial w_1}, \dots, \frac{\partial E}{\partial w_n}, \frac{\partial E}{\partial \theta} \right]$ ，作為學習之依據。另，給定學習速率 η ，請以梯度

下降演算法(Gradient Decent Algorithm)公式，求得各權重調整值

$$\Delta W = -\eta \left[\frac{\partial E}{\partial w_1}, \dots, \frac{\partial E}{\partial w_n}, \frac{\partial E}{\partial \theta} \right] = [\Delta w_1, \dots, \Delta w_n, \Delta \theta]$$

輸入

包含五行，第一行為 n 值表示輸入訊號之維度，第二行為 d 值-1 或 1 表示預期輸出，第三行依序為 w_1, \dots, w_n 與 θ 為該神經元所有相關權重，第四行為輸入訊號 x_1, \dots, x_n ，第五行學習速率 η 值。

輸出

輸出兩行，第一行為 ∇E ，以空白區隔之 $\frac{\partial E}{\partial w_1}, \dots, \frac{\partial E}{\partial w_n}, \frac{\partial E}{\partial \theta}$ 值表示，第二行為 ΔW ，以空白區隔之 $\Delta w_1, \dots, \Delta w_n, \Delta \theta$ 值表示，浮點值表示至小數點第五位。

範例輸入

```
3
-1
0.1 -0.1 0.05 -1
1 -1 -1
0.05
```

範例輸出

```
0.602182 -0.602182 -0.602182 -0.602182
-0.030109 0.030109 0.030109 0.030109
```