TAREA 2 - Inteligencia Artificial

Paolo Maldonado Hurtado
17200822

23 de abril de 2021

En la siguiente estructura de Red Neuronal MLP calcule:

1. Las salidas Y_1, Y_2, Y_3 utilizando la función de activación $tansig()$.
2. Las salidas Y_1, Y_2, Y_3 utilizando la función de activación $logsig()$.

Para ambos casos, escriba paso a paso los resultados de las neuronas en $W_{ji}^{(1)}$, $W_{ji}^{(2)}$, $W_{ji}^{(3)}$.

1. Usando tansig()

Se crea el siguiente vector fila que almacena a los inputs (incluyendo el bias) de la MLP:

$$\mathbf{I}_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ -0{,}29854 \\ 0{,}87613 \\ -0{,}12085 \\ -0{,}49359 \\ 0{,}67181 \\ 0{,}48274 \end{bmatrix}^\top \tag{1}$$

Luego se crea una matriz que almacena los pesos $W_{ji}^{(1)}$

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} -0{,}5900 & 0{,}1600 & -0{,}7100 & -0{,}1300 & 0{,}1400 & 0{,}7500 & -0{,}3700 \\ 0{,}2600 & -0{,}8100 & 0{,}6000 & 0{,}5600 & 0{,}2600 & 0{,}3400 & -0{,}1100 \\ 0{,}4800 & -0{,}3100 & 0{,}5000 & 0{,}3500 & -0{,}1400 & 0{,}7200 & -0{,}6300 \\ -0{,}3700 & 0{,}2400 & 0{,}3400 & -0{,}1100 & 0{,}9300 & -0{,}2500 & -0{,}3100 \\ 0{,}4800 & -0{,}6200 & 0{,}7200 & -0{,}6300 & 0{,}4800 & -0{,}4800 & 0{,}2400 \\ 0{,}1600 & -0{,}7100 & -0{,}2500 & 0{,}2400 & -0{,}2100 & -0{,}5900 & -0{,}2500 \\ -0{,}3400 & 0{,}5300 & -0{,}4800 & -0{,}7900 & 0{,}1400 & 0{,}2600 & -0{,}2700 \end{bmatrix} \tag{2}$$

Para obtener las salidas h_i o nuevos inputs de la primera hidden layer, se va a multiplicar el vector fila $\mathbf{I_1}$ con la matriz de pesos $\mathbf{W_1}$ dando como resultado el siguiente vector fila

$$\mathbf{I}_1 * \mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} 0{,}6840713 \\ -0{,}133894 \\ 0{,}1727995 \\ 0{,}3735881 \\ -0{,}7630888 \\ -0{,}2244098 \\ -0{,}5284129 \end{bmatrix}^\top \tag{3}$$

Ahora a cada elemento del vector obtenido se le va a aplicar la función de activación $tansig()$ obteniendo los siguientes resultados

$$tansig(\mathbf{I}_1 * \mathbf{W}_1) = \begin{bmatrix} 0{,}594159793788065 \\ -0{,}133099563614276 \\ 0{,}171099885235763 \\ 0{,}357126192455279 \\ -0{,}642892725903632 \\ -0{,}220717093296358 \\ -0{,}484166968840137 \end{bmatrix}^\top \tag{4}$$

Agregándole el bias de la primera hidden layer como índice 1 del vector resultado, se obtienen los nuevos inputs que se almacenan en un nuevo vector fila $\mathbf{I_2}$

$$\mathbf{I}_2 = \begin{bmatrix} -1 \\ 0{,}594159793788065 \\ -0{,}133099563614276 \\ 0{,}171099885235763 \\ 0{,}357126192455279 \\ -0{,}642892725903632 \\ -0{,}220717093296358 \\ -0{,}484166968840137 \end{bmatrix}^\top \tag{5}$$

Se crea la matriz que almacena los nuevos pesos $W_{ji}^{(2)}$

$$\mathbf{W}_2 = \begin{bmatrix} 0{,}1320 & -0{,}7130 & -0{,}5910 & 0{,}4310 & 0{,}0390 \\ 0{,}2180 & 0{,}3420 & -0{,}1330 & -0{,}1410 & -0{,}2570 \\ -0{,}4370 & 0{,}4840 & -0{,}3130 & 0{,}5080 & 0{,}4780 \\ 0{,}5840 & -0{,}5930 & 0{,}1670 & -0{,}7150 & -0{,}2570 \\ -0{,}5930 & 0{,}2670 & -0{,}8150 & 0{,}6080 & -0{,}2780 \\ -0{,}4370 & 0{,}4840 & -0{,}3130 & 0{,}5080 & 0{,}4780 \\ -0{,}9130 & 0{,}7520 & 0{,}4840 & -0{,}4370 & 0{,}2180 \\ 0{,}7420 & -0{,}8330 & -0{,}5930 & 0{,}5840 & -0{,}4370 \end{bmatrix} \tag{6}$$

Para obtener las salidas l_i o nuevos inputs de la segunda hidden layer, se va a multiplicar el vector fila $\mathbf{I_2}$ con la matriz de pesos $\mathbf{W_2}$ dando como resultado el siguiente vector fila

$$\mathbf{I}_2 * \mathbf{W}_2 = \begin{bmatrix} 0{,}0670447817170219 \\ 0{,}771844673674576 \\ 0{,}67266210739537 \\ -1{,}00048444696211 \\ -0{,}542412494356718 \end{bmatrix}^\top \tag{7}$$

Ahora a cada elemento del vector obtenido se le va a aplicar la función de activación $tansig()$ obteniendo los siguientes resultados

$$tansig(\mathbf{I}_2 * \mathbf{W}_2) = \begin{bmatrix} 0{,}0669445065152339 \\ 0{,}648000815752827 \\ 0{,}586728286347065 \\ -0{,}761797536196271 \\ -0{,}494811962441922 \end{bmatrix}^\top \tag{8}$$

Agregándole el bias de la segunda hidden layer como índice 1 del vector resultado, se obtienen los nuevos inputs que se almacenan en un nuevo vector fila $\mathbf{I_3}$

$$\mathbf{I}_3 = \begin{bmatrix} -1 \\ 0{,}0669445065152339 \\ 0{,}648000815752827 \\ 0{,}586728286347065 \\ -0{,}761797536196271 \\ -0{,}494811962441922 \end{bmatrix}^\top \tag{9}$$

Se crea la matriz que almacena los nuevos pesos $W_{ji}^{(3)}$

$$\mathbf{W}_3 = \begin{bmatrix} 0{,}8530 & 0{,}4420 & -0{,}7130 \\ 0{,}2170 & 0{,}5570 & 0{,}3420 \\ -0{,}9130 & 0{,}7520 & 0{,}4840 \\ 0{,}7420 & -0{,}8330 & 0{,}7520 \\ 0{,}5570 & 0{,}3780 & -0{,}8330 \\ 0{,}4620 & 0{,}6580 & -0{,}1730 \end{bmatrix} \tag{10}$$

Para obtener las salidas d_i se va a multiplicar el vector fila $\mathbf{I_3}$ con la matriz de pesos $\mathbf{W_3}$ dando como resultado el siguiente vector fila

$$\mathbf{I}_3 * \mathbf{W}_3 = \begin{bmatrix} -1{,}64766975270849 \\ -1{,}01970569892097 \\ 2{,}21092690453952 \end{bmatrix}^\top \tag{11}$$

Finalmente a cada elemento del vector obtenido se le va a aplicar la función de activación $tansig()$ obteniendo los output finales

$$tansig(\mathbf{I}_3 * \mathbf{W}_3) = \begin{bmatrix} -0{,}928537163680545 \\ -0{,}769746638293738 \\ 0{,}976261260837553 \end{bmatrix}^\top \tag{12}$$

En conclusión al finalizar todo el proceso se obtiene:

$\mathbf{Y_1}$ = -0.928537163680545
$\mathbf{Y_2}$ = -0.76974663829373
$\mathbf{Y_3}$ = 0.976261260837553

2. Usando logsig()

Se crea el siguiente vector fila que almacena a los inputs (incluyendo el bias) de la MLP:

$$\mathbf{I}_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ -0{,}29854 \\ 0{,}87613 \\ -0{,}12085 \\ -0{,}49359 \\ 0{,}67181 \\ 0{,}48274 \end{bmatrix}^\top \tag{13}$$

Luego se crea una matriz que almacena los pesos $W_{ji}^{(1)}$

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} -0{,}5900 & 0{,}1600 & -0{,}7100 & -0{,}1300 & 0{,}1400 & 0{,}7500 & -0{,}3700 \\ 0{,}2600 & -0{,}8100 & 0{,}6000 & 0{,}5600 & 0{,}2600 & 0{,}3400 & -0{,}1100 \\ 0{,}4800 & -0{,}3100 & 0{,}5000 & 0{,}3500 & -0{,}1400 & 0{,}7200 & -0{,}6300 \\ -0{,}3700 & 0{,}2400 & 0{,}3400 & -0{,}1100 & 0{,}9300 & -0{,}2500 & -0{,}3100 \\ 0{,}4800 & -0{,}6200 & 0{,}7200 & -0{,}6300 & 0{,}4800 & -0{,}4800 & 0{,}2400 \\ 0{,}1600 & -0{,}7100 & -0{,}2500 & 0{,}2400 & -0{,}2100 & -0{,}5900 & -0{,}2500 \\ -0{,}3400 & 0{,}5300 & -0{,}4800 & -0{,}7900 & 0{,}1400 & 0{,}2600 & -0{,}2700 \end{bmatrix} \tag{14}$$

Para obtener las salidas h_i o nuevos inputs de la primera hidden layer, se va a multiplicar el vector fila $\mathbf{I_1}$ con la matriz de pesos $\mathbf{W_1}$ dando como resultado el siguiente vector fila

$$\mathbf{I}_1 * \mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} 0{,}6840713 \\ -0{,}133894 \\ 0{,}1727995 \\ 0{,}3735881 \\ -0{,}7630888 \\ -0{,}2244098 \\ -0{,}5284129 \end{bmatrix}^\top \tag{15}$$

Ahora a cada elemento del vector obtenido se le va a aplicar la función de activación $logsig()$ obteniendo los siguientes resultados

$$
logsig(\mathbf{I}_1 * \mathbf{W}_1) = \begin{bmatrix} 0{,}664646762784157 \\ 0{,}466576418811688 \\ 0{,}543092700517184 \\ 0{,}592325704534037 \\ 0{,}317976030276013 \\ 0{,}444131812482493 \\ 0{,}370887129918325 \end{bmatrix}^{\top} \tag{16}
$$

Agregándole el bias de la primera hidden layer como índice 1 del vector resultado, se obtienen los nuevos inputs que se almacenan en un nuevo vector fila $\mathbf{I_2}$

$$
\mathbf{I}_2 = \begin{bmatrix} -1 \\ 0{,}664646762784157 \\ 0{,}466576418811688 \\ 0{,}543092700517184 \\ 0{,}592325704534037 \\ 0{,}317976030276013 \\ 0{,}444131812482493 \\ 0{,}370887129918325 \end{bmatrix}^{\top} \tag{17}
$$

Se crea la matriz que almacena los nuevos pesos $W_{ji}^{(2)}$

$$
\mathbf{W}_2 = \begin{bmatrix} 0{,}1320 & -0{,}7130 & -0{,}5910 & 0{,}4310 & 0{,}0390 \\ 0{,}2180 & 0{,}3420 & -0{,}1330 & -0{,}1410 & -0{,}2570 \\ -0{,}4370 & 0{,}4840 & -0{,}3130 & 0{,}5080 & 0{,}4780 \\ 0{,}5840 & -0{,}5930 & 0{,}1670 & -0{,}7150 & -0{,}2570 \\ -0{,}5930 & 0{,}2670 & -0{,}8150 & 0{,}6080 & -0{,}2780 \\ -0{,}4370 & 0{,}4840 & -0{,}3130 & 0{,}5080 & 0{,}4780 \\ -0{,}9130 & 0{,}7520 & 0{,}4840 & -0{,}4370 & 0{,}2180 \\ 0{,}7420 & -0{,}8330 & -0{,}5930 & 0{,}5840 & -0{,}4370 \end{bmatrix} \tag{18}
$$

Para obtener las salidas l_i o nuevos inputs de la segunda hidden layer, se va a multiplicar el vector fila $\mathbf{I_2}$ con la matriz de pesos $\mathbf{W_2}$ dando como resultado el siguiente vector fila

$$
\mathbf{I}_2 * \mathbf{W}_2 = \begin{bmatrix} -0{,}494333526048147 \\ 1{,}18116771369940 \\ -0{,}139988175023654 \\ -0{,}131827320111654 \\ -0{,}204296457918110 \end{bmatrix}^{\top} \tag{19}
$$

Ahora a cada elemento del vector obtenido se le va a aplicar la función de activación $logsig()$ obteniendo los siguientes resultados

$$logsig(\mathbf{I}_2 * \mathbf{W}_2) = \begin{bmatrix} 0{,}378873232328966 \\ 0{,}765157696833295 \\ 0{,}465059996648680 \\ 0{,}467090815371013 \\ 0{,}449102787429041 \end{bmatrix}^{\top} \tag{20}$$

Agregándole el bias de la segunda hidden layer como índice 1 del vector resultado, se obtienen los nuevos inputs que se almacenan en un nuevo vector fila $\mathbf{I_3}$

$$\mathbf{I}_3 = \begin{bmatrix} -1 \\ 0{,}378873232328966 \\ 0{,}765157696833295 \\ 0{,}465059996648680 \\ 0{,}467090815371013 \\ 0{,}449102787429041 \end{bmatrix}^{\top} \tag{21}$$

Se crea la matriz que almacena los nuevos pesos $W_{ji}^{(3)}$

$$\mathbf{W}_3 = \begin{bmatrix} 0{,}8530 & 0{,}4420 & -0{,}7130 \\ 0{,}2170 & 0{,}5570 & 0{,}3420 \\ -0{,}9130 & 0{,}7520 & 0{,}4840 \\ 0{,}7420 & -0{,}8330 & 0{,}7520 \\ 0{,}5570 & 0{,}3780 & -0{,}8330 \\ 0{,}4620 & 0{,}6580 & -0{,}1730 \end{bmatrix} \tag{22}$$

Para obtener las salidas d_i se va a multiplicar el vector fila $\mathbf{I_3}$ con la matriz de pesos $\mathbf{W_3}$ dando como resultado el siguiente vector fila

$$\mathbf{I}_3 * \mathbf{W}_3 = \begin{bmatrix} -0{,}656643896326221 \\ 0{,}429105963556073 \\ 1{,}09585465677435 \end{bmatrix}^{\top} \tag{23}$$

Finalmente a cada elemento del vector obtenido se le va a aplicar la función de activación $logsig()$ obteniendo los output finales

$$logsig(\mathbf{I}_3 * \mathbf{W}_3) = \begin{bmatrix} 0{,}341493916148869 \\ 0{,}605660160588840 \\ 0{,}749482587639603 \end{bmatrix}^{\top} \tag{24}$$

En conclusión al finalizar todo el proceso se obtiene:

$\mathbf{Y_1}$ = 0.341493916148869
$\mathbf{Y_2}$ = 0.605660160588840
$\mathbf{Y_3}$ = 0.749482587639603