

Problema

X1	X2	YD1	YD2	YR1	YR2	EI1	EI2	EP	ERMS
1	1	1	1	0	0	1	1	1	0,5
1	0	0	0	1	1	0	1-	0,5	
0	1	1	0	1	1	-1	0	0,5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Parámetros de entrada

numeroPatrones = 4

numeroSalidasDeseadas = 2

numeroSalidaRed = 2

numeroEntradas = 2

Configuración de la red

- Algoritmo de entrenamiento: Regla Delta
- Función de activación: Función Rampa
- Función de activación: Función Escalón
- Error máximo permitido: 0,15

Inicialización pesos sinápticos

- Para inicializar los pesos debemos conocer el tamaño de la matriz de peso (w)
 - $w = \text{numeroEntradas} * \text{numeroSalidas}$
 - $w = 2 * 2 = 4$
- Inicialización de los pesos decidido por el usuario entre -1,1

-1	-1
-1	0

Iniciar Entrenamiento

- Presentar primer patrón de entrada

1	1
---	---

- Calcular la salida de la red
 - Calcular salida de la función soma
$$s1 = x_1 * w_{11} + x_2 * w_{21}$$
$$s1 = 1 * (-1) + 1 * (-1)$$
$$s1 = -1 - 1 = -2$$

$$s2 = x_1 * w_{12} + x_2 * w_{22}$$

$$s2 = 1 * (-1) + 1 * (0)$$

$$s2 = -1 + 0 = -1$$

Aplicando la funcion de activacion rampa

$$YR1 = FA(-2)$$

$$YR2 = FA(-1)$$

$$YR1 = 0$$

$$YR2 = 0$$

- Calcular el error que produce la salida de la red

$$errorLineal1 = YD1 - YR1$$

$$errorLineal1 = 1 - 0 = 1$$

$$errorLineal2 = YD2 - YR2$$

$$errorLineal2 = 1 - 0 = 1$$

- Calcular el error producido en el patrón

$$EP = \frac{\sum ErroresLineales}{numeroSalidas}$$

$$EP = \frac{1+1}{2} = 1$$

- Realizar ajuste de los pesos

- Aplicamos la regla Delta

$$wNuevo = pesoActual + rataAprendisaje * errorLineal * entrada$$

$$w11 = (-1) + 1 * 1 * 1$$

$$w21 = (-1) + 1 * 1 * 1$$

$$w11 = 0$$

$$w21 = 0$$

$$w12 = (-1) + 1 * 1 * 1$$

$$w22 = (0) + 1 * 1 * 1$$

$$w12 = 0$$

$$w22 = 1$$

- Obtenemos la nueva matriz de peso

0	0
0	1

- Presentar segundo patrón de entrada

1	0
---	---

- Calcular la salida de la red

- Calcular salida de la función soma

$$s1 = x_1 * w_{11} + x_2 * w_{21}$$

$$s1 = 1 * (0) + 0 * (0)$$

$$s1 = 0$$

$$s2 = x_1 * w_{12} + x_2 * w_{22}$$

$$s2 = 1 * (0) + 0 * (1)$$

$$s2 = 0$$

Aplicando la función de activación escalonada

$$YR1 = FA(0)$$

$$YR2 = FA(0)$$

$$YR1 = 1$$

$$YR2 = 1$$

- Calcular el error que produce la salida de la red

$$errorLineal1 = YD1 - YR1$$

$$errorLineal1 = 1 - 1 = 0$$

$$errorLineal2 = YD2 - YR2$$

$$errorLineal2 = 0 - 1 = -1$$

- Calcular el error producido en el patrón

$$EP = \frac{\sum |ErroresLineales|}{numeroSalidas}$$

$$EP = \frac{0 + 1}{2} = 0,5$$

- Realizar ajuste de los pesos

- Aplicamos la regla Delta

$$wNuevo = pesoActual + rataAprendisaje * errorLineal * entrada$$

$$w11 = (0) + 1 * 0 * 1$$

$$w21 = (0) + 1 * 0 * 0$$

$$w11 = 0$$

$$w21 = 0$$

$$w12 = (0) + 1 * -1 * 1$$

$$w22 = (1) + 1 * -1 * 0$$

$$w12 = -1$$

$$w22 = 1$$

- Obtenemos la nueva matriz de peso

0	-1
0	1

- Presentar tercer patrón de entrada

0	1
---	---

- Calcular la salida de la red
 - Calcular salida de la función soma

$$s1 = x_1 * w_{11} + x_2 * w_{21}$$

$$s1 = 0 * (0) + 1 * (0)$$

$$s1 = 0$$

$$s2 = x_1 * w_{12} + x_2 * w_{22}$$

$$s2 = 0 * (-1) + 1 * (1)$$

$$s2 = 1$$

Aplicando la funcion de activacion escalonada

$$YR1 = FA(0)$$

$$YR2 = FA(1)$$

$$YR1 = 1$$

$$YR2 = 1$$

- Calcular el error que produce la salida de la red

$$errorLineal1 = YD1 - YR1$$

$$errorLineal1 = 0 - 1 = -1$$

$$errorLineal2 = YD2 - YR2$$

$$errorLineal2 = 1 - 1 = 0$$

- Calcular el error producido en el patrón

$$EP = \frac{\sum ErroresLineales}{numeroSalidas}$$

$$EP = \frac{1+0}{2} = 0,5$$

- Realizar ajuste de los pesos

- Aplicamos la regla Delta

$$wNuevo = pesoActual + rataAprendisaje * errorLineal * entrada$$

$$w11 = (0) + 1 * -1 * 0$$

$$w21 = (0) + 1 * -1 * 1$$

$$w11 = 0$$

$$w_{21} = -1$$

$$w_{12} = (-1) + 1 * 0 * 0$$

$$w_{22} = (1) + 1 * 0 * 1$$

$$w_{12} = -1$$

$$w_{22} = 1$$

- Obtenemos la nueva matriz de peso

0	-1
-1	1

- Presentar cuarto patrón de entrada

0	0
---	---

- Calcular la salida de la red
 - Calcular salida de la función suma

$$s1 = x_1 * w_{11} + x_2 * w_{21}$$

$$s1 = 0 * (0) + 0 * (-1)$$

$$s1 = 0$$

$$s2 = x_1 * w_{12} + x_2 * w_{22}$$

$$s2 = 0 * (-1) + 0 * (1)$$

$$s2 = 0$$

Aplicando la función de activación rampa

$$YR1 = FA(0)$$

$$YR2 = FA(0)$$

$$YR1 = 0$$

$$YR2 = 0$$

- Calcular el error que produce la salida de la red

$$errorLineal1 = YD1 - YR1$$

$$errorLineal1 = 0 - 0 = 0$$

$$errorLineal2 = YD2 - YR2$$

$$errorLineal2 = 0 - 0 = 0$$

- Calcular el error producido en el patrón

$$EP = \frac{\sum \text{ErroresLineales}}{\text{numeroSalidas}}$$

$$EP = \frac{0+0}{1} = 0$$

- Realizar ajuste de los pesos

- Aplicamos la regla Delta

$$w_{\text{Nuevo}} = \text{pesoActual} + \text{rataAprendisaje} * \text{errorLineal} * \text{entrada}$$

$$w_{11} = (0) + 1 * 0 * 0$$

$$w_{21} = (-1) + 1 * 0 * 0$$

$$w_{11} = 0$$

$$w_{21} = -1$$

$$w_{12} = (-1) + 1 * 0 * 0$$

$$w_{22} = (1) + 1 * 0 * 0$$

$$w_{12} = -1$$

$$w_{22} = 1$$

- Obtenemos la nueva matriz de peso

0	-1
-1	1

Se calcula el error RMS, también llamado error de iteración

$$ERMS = \frac{\sum \text{erroresPatron}}{\text{numeroPatrones}}$$

$$ERMS = \frac{1+0,5+0,5+0}{4}$$

$$ERMS = \frac{2}{4} = 0,50$$

Si el $ERMS \geq$ al ErrorMaximoPermitido entonces

Termina el entrenamiento.

Sino se cumple la condición entonces

Siga con la siguiente iteración.