INTELIGENCIA ARTIFICIAL

LUIS EDIN IBARGUEN MOSQUERA

Taller N°. 4

ING. CARLOS ALBERTO LONDOÑO LOAIZA

CORPORACIÓN DE ESTUDIOS

TECNOLÓGICOS

DEL NORTE DEL VALLE

TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

CARTAGO

2018

**DESARROLLO**

**Ejercicios**

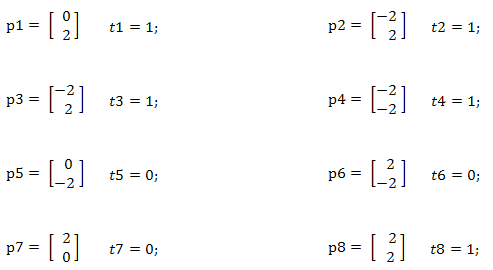
**1. Use un perceptrón simple para clasificar el siguiente conjunto de patrones:**

a. Trace la frontera de decisión.

b. Encuentre la matriz de pesos **W** y el umbral de activación **b** .

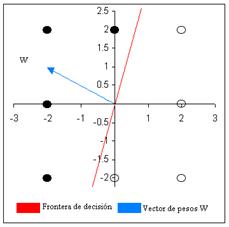
c. Compruebe el funcionamiento del perceptrón con el conjunto de patrones de entrada

.



**Solución**

**a) Trace la frontera de decisión**



Trazo de la Frontera de Decisión y Vector de Pesos

**b) Encuentre la matriz de pesos W y el umbral de activación b**

De la gráfica anterior, se obtiene el vector de pesos W:

**W**=[-2 1]

Dado que la frontera de decisión atraviesa por el origen (0,0), el umbral de activación es cero.

**b**=0

**c) Compruebe el funcionamiento del perceptrón con el conjunto de patrones de entrada.**

Para el primer par de entrada/salida

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004.gif  
**Paso 1**. Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016.gif

Para el segundo par de entrada/salida

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0000.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0000.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0000.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0000.gif

Para el tercer par de entrada/salida

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0000.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020_0000.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image024.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image026.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0001.gif

Para el cuarto par de entrada/salida

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image028.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image030.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image032.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image034.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image036.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0002.gif   
**Para el quinto par de entrada/salida**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image038.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image040.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image042.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image044.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image046.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image048.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0003.gif

Para el sexto par de entrada/salida

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image050.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image052.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0004.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012_0001.gif

Para el séptimo par de entrada/salida

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0003.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0004.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020_0001.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012_0002.gif

Para el octavo par de entrada/salida

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image024_0000.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image026_0000.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image028_0000.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0004.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0005.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0002.gif

**Regla de aprendizaje**

1. Resuelva el siguiente  problema de clasificación del perceptrón y su regla de aprendizaje en donde los pares de entrada/salida son los siguientes:
2. Usando la regla de aprendizaje del perceptrón, calcule la matriz de pesos http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0004.gify el umbral de activación.
3. Grafique su solución, indicando la frontera la decisión y su vector de pesos.

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0004.gif     http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0005.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0002.gif     http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020_0002.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022_0001.gif     http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image024_0001.gif

**Solución**

1. **Usando la red neuronal perceptrón, clasifique la siguiente información:**

**a. Trace la frontera de decisión**

**b. encuentre la matriz de pesos W y el umbral de activación**

**c. valide el comportamiento del perceptrón con la información de entrada.**

**d. conclusión**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0004.gif     http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0005.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0002.gif     http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020_0002.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022_0001.gif     http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image024_0001.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image026_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image028_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image030_0000.gif

**Para el primer par de entrada/salida**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image032_0000.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image034_0000.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image036_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image038_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image040_0000.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image042_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image044_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image046_0000.gif   
**Paso 3.**Usando la regla de aprendizaje del perceptrón, se modifica el vector de pesos:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image048_0000.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image050_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image052_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image054.gif   
**Paso 4.**Para el umbral http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image056.gif.

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image058.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image060.gif

**Para el segundo par de entrada/salida**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image062.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image064.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red (Con los Nuevos Pesos):  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image036_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image066.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image068.gif

**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0005.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0006.gif   
**Paso 3.**Usando la regla de aprendizaje del perceptrón, se modifica el vector de pesos:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0003.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0005.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012_0004.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0005.gif   
**Paso 4.**Para el umbral http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0006.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0003.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020_0003.gif

**Para el tercer par de entrada/salida**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022_0002.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image024_0002.gif  
**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image026_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image028_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image030_0001.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image032_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0004.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0007.gif   
**Paso 3.**Usando la regla de aprendizaje del perceptrón, se modifica el vector de pesos:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image034_0001.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image036_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image038_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image040_0001.gif

**Paso 4.**Para el umbral http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0007.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0004.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image042_0001.gif

*Es necesario verificar, cuando se obtiene un vector de pesos nuevo que, el error e = 0 para todos los pares de entrada/salida, para dar por terminado el proceso de entrenamiento:*

**Para el primer par de entrada/salida**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image044_0001.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image046_0001.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image048_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image050_0001.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image052_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image054_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image056_0000.gif

**Para el segundo par de entrada/salida**

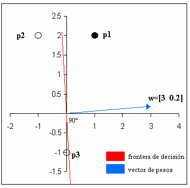
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image058_0000.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image060_0000.gif  
**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image062_0000.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image064_0000.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0006.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0005.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0008.gif

**Para el tercer par de entrada/salida**

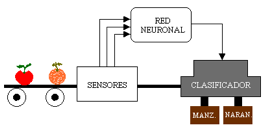
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0004.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0006.gif  
**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012_0005.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0006.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0008.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0006.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0009.gif   
Por lo tanto, los valores finales de http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0005.gif y **b** son:  
**W = [3  0.2]**  
**b = 0**

1. Grafique su solución, indicando la frontera de decisión, y su vector de pesos.



CONCLUSIÓN. Muestra la solución del ejercicio. Donde se puede ver el vector de pesos W, la frontera de decisión (perpendicular al vector de pesoshttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022_0003.gif) pasando por el origen, esto último se debe a que el valor del umbral b es cero.

1. **Diseñe una red neuronal que permita clasificar dos tipos de fruta considerando la forma, la textura y el peso. Observe la figura 2.8.**



Clasificador De Frutas

**Las entradas para el perceptrón tienen la forma siguiente:**  
**P = **

Los valores para cada parámetro son:

Forma:

* 1, si la fruta es redonda.
* -1, si la fruta es elíptica.

Textura:

* 1, si la superficie de la fruta es suave.
* -1,  si la superficie es rugosa.

Peso:

* 1, http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0007.gif 1 libra.
* -1, < 1 libra.

Según lo anterior, los vectores de entrada para las frutas a clasificar son:

**Naranja**   
               http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0005.gif

**Manzana**                                            http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0007.gif                 http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012_0006.gif 

Considerando que los valores iniciales del vector de pesos y el umbral son:

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0007.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0009.gif

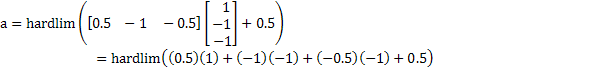
* **para calcular el vector de pesos W y el umbral b.**

**Solución**

**Primera época**

**Para el primer par de entrada/salida (Primera iteración)**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0006.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020_0005.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022_0004.gif   
   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image026_0003.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image028_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image030_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image032_0002.gif   
**Paso 3.**Usando la regla de aprendizaje del perceptrón, se modifica el vector de pesos:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image034_0002.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image036_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image038_0002.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image040_0002.gif

**Paso 4.**Para el umbral http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image042_0002.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image044_0002.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image046_0002.gif   
**Para el segundo par de entrada/salida (segunda iteración)**  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image048_0002.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image050_0002.gif

**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0008.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0008.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0011.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0006.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0008.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012_0007.gif   
**Paso 3.**Usando la regla de aprendizaje del perceptrón, se modifica el vector de pesos:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0008.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0010.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0007.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020_0006.gif

**Paso 4.**Para el umbral http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022_0005.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image024_0004.gif  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image026_0004.gif

**Segunda época**

**Para el primer par de entrada/salida (Primera iteración)**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image028_0004.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image030_0003.gif  
**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0009.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image032_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image034_0003.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image036_0004.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image038_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image040_0003.gif   
**Paso 3.**Usando la regla de aprendizaje del perceptrón, se modifica el vector de pesos:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0009.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image042_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image044_0003.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image046_0003.gif

**Paso 4.**Para el umbral http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image048_0003.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image024_0005.gif

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image050_0003.gif

**Para el segundo par de entrada/salida (segunda iteración)**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image052_0002.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image054_0001.gif  
**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0010.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image056_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image034_0004.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0007.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image058_0001.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image060_0001.gif

**CONCLUSIÓN. De acuerdo al perceptrón se ha alcanzado un mínimo por lo que se obtienen valores estables para la matriz de pesos http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image002_0011.gif y el umbral http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image004_0009.gif. Sólo resta comprobar si se cumple para el primer par de entrada http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image006_0012.gif.**

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image008_0008.gifhttp://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image010_0009.gif  
**Paso 1.**Se calcula la salida utilizando la función de activación propia de la red:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image012_0008.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image014_0010.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image016_0011.gif   
**Paso 2.**Se calcula el error:  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image018_0008.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image020_0007.gif   
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image022_0006.gif   
Por lo tanto, los valores finales de **W** y **b** son:

http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image024_0006.gif  
http://www.hugo-inc.com/RNA/Unidad%202/2.1.4_clip_image026_0005.gif