

## PERCEPTRON SIMPLE

## Perceptrón: Pseudocódigos de Aprendizaje

Apunte

Rosana Matuk

Dados  $P$  pares de entrenamiento  $\{(\mathbf{x}_1, d_1), (\mathbf{x}_2, d_2), \dots, (\mathbf{x}_P, d_P)\}$ , donde  $\mathbf{x}_i \in R^n$  es la entrada,  $d_i$  es la salida deseada de  $\mathbf{x}_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, P$ . Notar que se usan patrones aumentados:

$$\mathbf{y}_i = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_i \\ 1 \end{bmatrix}$$

En los siguientes códigos,  $k$  denota la época, y  $p$  denota el contador del patrón dentro de la época.

## 1. Algoritmo del Perceptrón Simple Discreto

Acá  $d_i$  es +1 o -1.

PASO 1: Elegir  $\eta > 0$ ,  $k_{max} > 0$ .

PASO 2: Se inicializan los pesos de  $\mathbf{w}$  en pequeños valores random,  $\mathbf{w} \in R^{n+1}$ . Se inicializan también los contadores y el error:

$$k \leftarrow 0, p \leftarrow 1, E \leftarrow 0$$

PASO 3: Acá empieza el ciclo de entrenamiento. Se presenta un patrón por vez y se calcula la salida:

$$\mathbf{y} \leftarrow \mathbf{y}_p, d \leftarrow d_p$$

$$o \leftarrow \text{sgn}(\mathbf{w}^t \mathbf{y})$$

PASO 4: Se actualizan los pesos:

$$\mathbf{w} \leftarrow \mathbf{w} + \frac{1}{2} \eta (d - o) \mathbf{y}$$

PASO 5: Se actualiza el error:

$$E \leftarrow E + \frac{1}{2} (d - o)^2$$

PASO 6: Si  $p < P$  entonces  $p \leftarrow p + 1$ , e ir a PASO 3.

PASO 7: La época está completa. Hacer  $k \leftarrow k + 1$ . Si  $E = 0$ , o  $k > k_{max}$  terminar. Si  $E > 0$ , entonces  $E \leftarrow 0, p \leftarrow 1$ , volver a PASO 3.

## 2. Algoritmo del Perceptrón Simple Continuo

Acá  $d_i$  es +1 o -1.

PASO 1: Elegir  $\eta > 0$ ,  $k_{max} > 0$ ,  $E_{max} > 0$ .

PASO 2: Se inicializan los pesos de  $\mathbf{w}$  en pequeños valores random,  $\mathbf{w} \in R^{n+1}$ . Se inicializan también los contadores y el error:

$$k \leftarrow 0, p \leftarrow 1, E \leftarrow 0$$

PASO 3: Acá empieza el ciclo de entrenamiento. Se presenta un patrón por vez y se calcula la salida:

$$\mathbf{y} \leftarrow \mathbf{y}_p, d \leftarrow d_p$$

$$o \leftarrow f(\mathbf{w}^t \mathbf{y})$$

PASO 4: Se actualizan los pesos:

$$\mathbf{w} \leftarrow \mathbf{w} + \frac{1}{2} \eta (d - o) f'(\mathbf{w}^t \mathbf{y}) \mathbf{y}$$

PASO 5: Se actualiza el error:

$$E \leftarrow E + \frac{1}{2} (d - o)^2$$

PASO 6: Si  $p < P$  entonces  $p \leftarrow p + 1$ , e ir a PASO 3.

PASO 7: La época está completa. Hacer  $k \leftarrow k + 1$ . Si  $E < E_{max}$ , o  $k > k_{max}$  terminar. Si  $E \geq E_{max}$ , entonces mezclar en forma random los patrones de entrenamiento,  $E \leftarrow 0, p \leftarrow 1$ , volver a PASO 3.

### 3. Algoritmo del Perceptrón Simple Discreto de R categorías

Acá  $d_i$  es bipolar de dimensión (R x 1). El patrón  $\mathbf{x}_i$  es de clase  $c$ , si  $d_i[c] = 1$  y  $d_i[j] = -1$ , para  $j \neq c$ .

PASO 1: Elegir  $\eta > 0$ ,  $k_{max} > 0$ .

PASO 2: Se inicializan los pesos de  $\mathbf{W}$  en pequeños valores random,  $\mathbf{W}$  es (n+1)xR. Se inicializan también los contadores y el error:

$$k \leftarrow 0, p \leftarrow 1, E \leftarrow 0$$

PASO 3: Acá empieza el ciclo de entrenamiento. Se presenta un patrón por vez y se calcula la salida:

$$\mathbf{y} \leftarrow \mathbf{y}_p, d \leftarrow d_p$$

$$o_i \leftarrow \text{sgn}(\mathbf{w}_i^t \mathbf{y})$$

para  $i = 1, 2, \dots, R$ , donde  $w_i$  es la fila  $i$  de  $W$ .

PASO 4: Se actualizan los pesos:

$$\mathbf{w}_i \leftarrow \mathbf{w}_i + \frac{1}{2} \eta (d_i - o_i) \mathbf{y}$$

para  $i = 1, 2, \dots, R$ .

PASO 5: Se actualiza el error:

$$E \leftarrow E + \frac{1}{2} (d_i - o_i)^2$$

para  $i = 1, 2, \dots, R$ .

PASO 6: Si  $p < P$  entonces  $p \leftarrow p + 1$ , e ir a PASO 3.

PASO 7: La época está completa. Hacer  $k \leftarrow k + 1$ . Si  $E = 0$ , o  $k > k_{max}$  terminar. Si  $E > 0$ , entonces  $E \leftarrow 0, p \leftarrow 1$ , volver a PASO 3.

#### 3.1. Perceptrón Simple Continuo de R categorías

Idem al discreto, modificando la regla de actualización de los pesos del PASO 4, con la regla delta continua.

## 4. Notas

1. La función de activación de las unidades de salida, debe tender a tener valores similares, a la salida deseada.
2. Si la salida deseada no fuese bipolar, en la actualización de los pesos del PASO 4, no va el  $\frac{1}{2}$ .

## Bibliografía

---

- [1] Zurada J., Introduction to Artificial Neural Systems, West Publishing Company, 1992.