

Redes neuronales y sus aplicaciones recientes

Alain Vega
alainjosevz@gmail.com

Universidad Catolica "Nuestra señora de la Asuncion"
Facultad de ciencias y tecnologia
Departamento de electronica e informatica
<https://www.universidadcatolica.edu.py/>

Resumen Una de las tendencias ultimamente son las redes neuronales. En este documento se muestran conceptos claves sobre este modelo y una significativa variedad de ejemplos sobre aplicaciones recientes del mismo.

Keywords: Redes neuronales · Inteligencia artificial · Aprendizaje automatico · Aprendizaje profundo · Neural networks · Artificial intelligence · Machine learning · Deep learning · AI · ML · NN · ANN · SNN · DL

1. Introduccion

Si hace unos años, nos hubieran dicho que una máquina sería capaz de aprender por sí sola y tomar decisiones basadas en esa experiencia, ¿te lo habrías creído? ¿Y si además te hubieran dicho que un conjunto de algoritmos serían capaces de hacer funciones consideradas “humanas” como crear arte o componer melodías únicas? [2]

Todo esto es ya una realidad, por ello ultimamente la Inteligencia artificial (AI) esta en boca de todos, pero es gracias a las **redes neuronales** (NN) que todo esto es posible.

Estas redes alcanzan metas bastante impresionantes y que cada vez se acercan más a esa idea original de reproducir el funcionamiento del cerebro humano en una computadora.

Ahora bien, ¿en qué consisten estos modelos? ¿Cómo puede imitar un computadora el proceso de aprendizaje y acabar desarrollando una “cosa” que funciona? [5]

2. ¿Que es una red neuronal?

Una red neuronal, tambien conocida como red neuronal artificial (ANN) o red neuronal simulada (SNN), es un modelo de *machine learning* (ML) el cual constituye el eje de los algoritmos de *deep learning* (DL)

Su nombre y estructura se inspiran en el cerebro humano, e imitan la forma en la que las neuronas biológicas se señalan entre sí.

Las redes neuronales artificiales (ANN) están formadas por capas de nodos, que contienen una capa de entrada, una o varias capas ocultas y una capa de salida. [3]

Donde cada nodo se conoce como una neurona artificial, esta se conecta a otra neurona (nodo) la capa hace referencia a conjunto de nodos (neuronas).

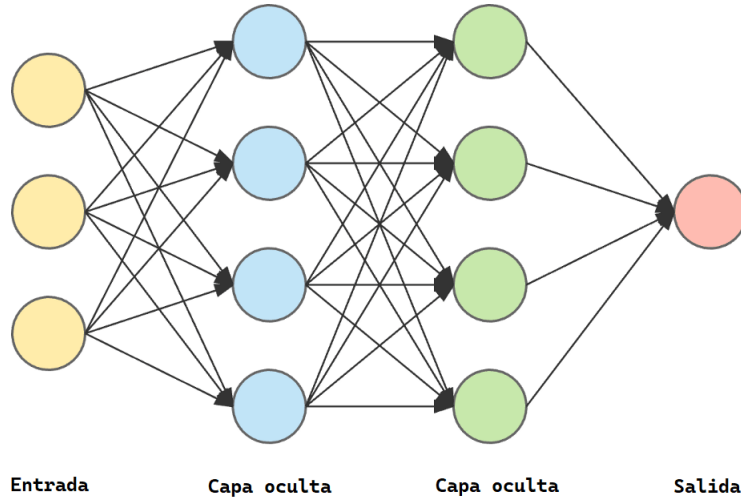


Figura 1. Ejemplo de una red neuronal artificial (ANN) [2]

En la figura 1 se muestra un ejemplo, aquí la capa de la izquierda es la capa de entrada (la que está conectada con el “mundo” exterior y se alimenta de el) las capas 2 y 3 son capas ocultas que ayudan al procesamiento de la tarea y por ultimo la capa 4 es la de salida, la cual envía sus resultados al “mundo” exterior

3. Estructura basica de una red neuronal

3.1. Analogia con el cerebro

La neurona es la unidad fundamental del sistema nervioso y en particular del cerebro. Cada neurona es una simple unidad procesadora que recibe y combina señales desde y hacia otras neuronas. Si la combinación de entradas es suficientemente fuerte la salida de la neurona se activa. [8]

El cerebro consiste en uno o varios billones de neuronas densamente interconectadas. Apoyandonos en la figura 2. El axón (salida) de la neurona se ramifica y está conectada a las dendritas (entradas) de otras neuronas a través de uniones llamadas sinapsis. La eficacia de la sinapsis es modificable durante el proceso de aprendizaje de la red. [8]

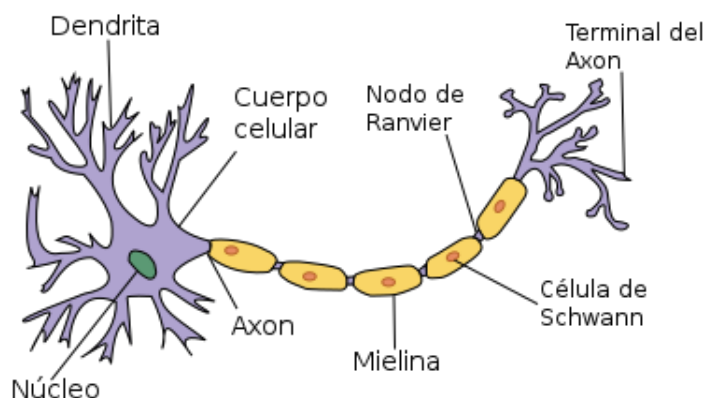


Figura 2. Componentes de una neurona real [9]

3.2. Redes neuronales artificiales (ANN)

En las Redes Neuronales Artificiales, ANN, la unidad análoga a la neurona biológica es el elemento procesador, PE (*Process Element*). Un elemento procesador tiene varias entradas y las combina, normalmente con una suma básica.¹ La suma de las entradas es modificada por una función de transferencia y el valor de la salida de esta función de transferencia se pasa directamente a la salida del elemento procesador.²

La salida del PE se puede conectar a las entradas de otras neuronas artificiales (PE) mediante conexiones ponderadas correspondientes a la eficacia de la sinapsis de las conexiones neuronales. [8]

La Figura 3 muestra una neurona artificial con conceptos de una neurona real. La dendrita se representa como un enlace de entrada a la neurona.

La sinapsis se representa como la unión/fusión de un terminal del axon de una neurona con una dendrita de otra neurona.

En el cuerpo celular ocurren varias cosas, la primera es que gracias a sinapsis las entradas disponibles de cada una de las neuronas de la capa anterior llegan como el producto $x_i * w_i$, donde x_i es el resultado de una neurona “anterior” y w_i es el peso “conectarse” a la dendrita de nuestra neurona. La segunda es la sumatoria de cada entradas $x_i * w_i$ y sumarle b que representa el bias/sesgo/umbral (el cual nos permite mover la función de activación de manera horizontal). Por

¹ Existen mas formas de combinar las entradas de la neurona que la sumatoria, como por ejemplo con un productorio: $\prod_i w_i * x_i$ o aplicando la función máximo elemento: $\max_i w_i * x_i$ [6]

² En lugar de pasar el valor de la función de transferencia directamente a la salida (función de salida = función identidad), se puede pasar por otra función, **la función de salida** la cual puede ser una función binaria [6]

$B(x) = 1$ si $x \geq umbral$,

$B(x) = 0$ caso contrario

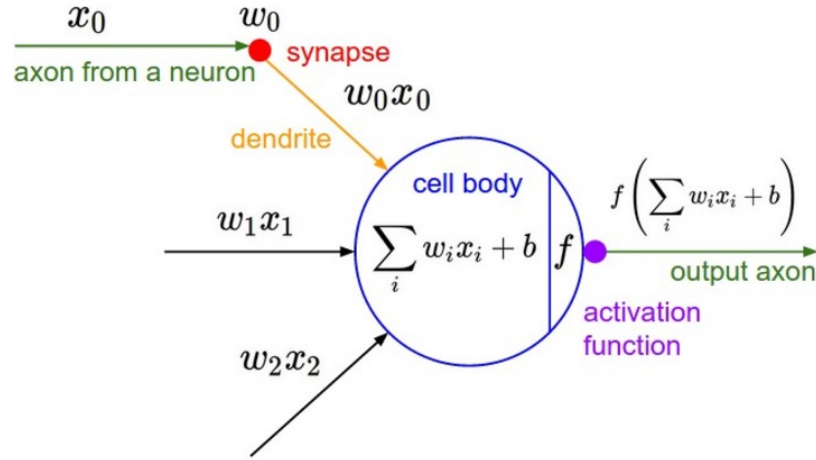


Figura 3. Diagrama de una neurona artificial con conceptos de una neurona real [4]

ultimo toda la sumatoria del paso dos, se pasa a la funcion de activacion f esta puede lineal o no lineal, existen una amplia variedad de funciones de activacion.

Finalmente transmite el resultado $y = f(\sum_{i=1}^n x_i * w_i + b)$ suponiendo n entradas

4. Funcion de activacion

La funcion de activacion se encarga de decidir cuando una neurona artificial debe activarse o no. Esto significa que dicha funcion decide cuando la entrada a la neurona artificial es importante o no para la red. [1]

Su rol es derivar la salida de la neurona artificial, dado un conjunto de valores de la entrada para alimentar a otras neuronas artificiales. [1]

Existen muchas funciones de activacion, se pueden clasificar en tres grupos.

4.1. Clases de funciones de activacion

Funciones de paso binario Necesita de un valor umbral ξ que decide cuando la neurona artificial debe activarse o no. [1]

$$B(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x < \xi \\ 1, & \text{si } x \geq \xi \end{cases}$$

Funciones de activacion lineales Tambien conocida como “sin activacion” donde la activacion es proporcional a la entrada. [7]

Se utilizan en la capa de salida para problemas de regresion lineal. [1]

$$f(x) = mx + b$$

Funciones de activacion no lineales Son las mas utilizadas ya que facilita que el modelo genere o se adapte con una variedad de datos y diferencie entre los resultados. [7]

Las principales son:

- **Sigmoide o logistica:** utilizada en la capa de salida para problemas de clasificacion binaria (clasificar en 2 grupos) y problemas de clasificacion multi-etiqueta o multi-objetivo (la salida puede estar en mas de un grupo). [1]

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

- **Tangente hiperbolico:** utilizada en las capas ocultas de una red neuronal recurrent (RNN). [1]

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

- **ReLU (*Rectified Linear Unit*):** utilizada en las capas ocultas de una red neuronal convolucional (CNN). [1]

$$ReLU(x) = \max(0, x)$$

- **Softmax:** utilizada en la capa de salida para problemas de multi-clasificacion (clasificar en mas de 2 grupos). [1]

$$s(x_i) = \frac{e^{x_i}}{\sum_{j=1}^n e^{x_j}}$$

La funcion Softmax convierte el vector de K entradas a un vector de K salidas tal que la suma las salidas es igual a 1, entonces la salida se puede interpretar como una distribucion de probabilidades. [10]

4.2. Tipos de Redes neuronales

4.3. AI vs ML vs NN vs DL

5. Conocimiento

5.1. ¿Como aprenden estas redes?

Propagacion hacia atras

5.2. ¿Representa como aprendemos los humanos?

6. Aplicaciones

6.1. Ejemplo1

6.2. Ejemplo2

6.3. Ejemplo3

6.4. Ejemplo4

6.5. Ejemplo5

7. Conclusion

Referencias

- [1] Pragati Baheti. *Activation Functions in Neural Networks [12 Types & Use Cases]*. <https://www.v7labs.com/blog/neural-networks-activation-functions>. 2021.
- [2] Pablo Huet. *Qué son las redes neuronales y sus aplicaciones*. <https://openwebinars.net/blog/que-son-las-redes-neuronales-y-sus-aplicaciones/>. 2023.
- [3] IBM. *¿Qué son las redes neuronales?* <https://www.ibm.com/es-es/topics/neural-networks>. 2021.
- [4] Jeremy Jordan. *Neural networks: representation*. <https://www.jeremyjordan.me/intro-to-neural-networks/>. 2017.
- [5] Guillermo Julian. *Las redes neuronales: qué son y por qué están volviendo*. <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/las-redes-neuronales-que-son-y-por-que-estan-volviendo>. 2016.
- [6] Damian Jorge Matich. *Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones*. https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora1/monograias/matich-redesneuronales.pdf. 2001.
- [7] Prerna Nichani. *Activation Functions in Neural Networks*. <https://medium.com/analytics-vidhya/activation-functions-in-neural-networks-811e782d37e8>. 2020.
- [8] Xabier Basogain Olabe. *Redes neuronales artificiales y sus aplicaciones*. 2009.
- [9] wikipedia. *Grafico de una neurona real*. <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Neurona.svg>.
- [10] Thomas Wood. *Softmax Function*. <https://deepai.org/machine-learning-glossary-and-terms/softmax-layer>.