

FUNDAMENTOS DE REDES NEURONALES

Introducción

Las redes neuronales artificiales (ANN, por sus siglas en inglés) son modelos computacionales inspirados en la estructura y funcionamiento del cerebro humano. Se utilizan para realizar tareas como clasificación, regresión y reconocimiento de patrones, y han demostrado ser particularmente eficaces en problemas donde el aprendizaje automático es relevante.

Modelo biológico

El modelo biológico de las redes neuronales artificiales se inspira directamente en la forma en que funcionan las redes neuronales del cerebro humano. Estas redes biológicas son fundamentales para procesar información, tomar decisiones, aprender de la experiencia y almacenar la memoria en los organismos vivos. Los componentes clave de este modelo biológico incluyen neuronas, dendritas, axones y sinapsis, que en conjunto forman una compleja red de comunicación.

Neuronas

- **Función y estructura:**
 - Las neuronas son las unidades fundamentales del sistema nervioso y son responsables de recibir, procesar y transmitir información en forma de señales eléctricas y químicas. Cada neurona puede conectarse con miles de otras, lo que crea una red densa y compleja de comunicación.
 - Estas células tienen una forma específica, compuesta por un cuerpo celular (soma), dendritas y un axón.
- **Generación de impulsos eléctricos (potenciales de acción):**
 - Las neuronas generan impulsos eléctricos llamados potenciales de acción cuando la suma de las señales que reciben desde otras neuronas supera un umbral determinado.
 - Este impulso eléctrico permite que la neurona envíe un mensaje a otras neuronas, creando una cadena de comunicación que es crucial para funciones como el pensamiento, el movimiento y la percepción sensorial.

Dendritas

- **Función de las dendritas:**
 - Las dendritas son ramificaciones que se extienden desde el soma de la neurona. Su principal tarea es recibir señales de otras neuronas y transmitir las al soma.
 - Las dendritas funcionan como antenas, recolectando señales químicas que otras neuronas liberan en sus terminales sinápticas. Estas señales químicas son traducidas en impulsos eléctricos que se acumulan en el soma.

- **Integración de señales:**
 - El soma integra las señales recibidas por las dendritas y, si la suma de estas señales supera un cierto umbral, la neurona genera un potencial de acción que se transmite a través del axón.

Axón

- **Estructura y función:**
 - El axón es una prolongación delgada y alargada que se extiende desde el soma de la neurona. Su función principal es transmitir la señal eléctrica generada en el soma hacia otras neuronas, músculos o glándulas.
 - La longitud del axón puede variar significativamente, dependiendo de la distancia que la señal debe recorrer para llegar a su destino.
- **Transmisión de la señal:**
 - Al final del axón, la señal eléctrica provoca la liberación de neurotransmisores en las terminales sinápticas. Estos neurotransmisores son responsables de comunicar la señal a la siguiente neurona en la red.

Sinapsis

- **Conexión entre neuronas:**
 - Las sinapsis son los puntos de contacto entre el axón de una neurona y las dendritas de otra. A través de estas conexiones, se realiza la transmisión de la señal de una célula a otra.
 - Existen dos tipos principales de sinapsis: sinapsis químicas y sinapsis eléctricas.
- **Sinapsis químicas:**
 - En las sinapsis químicas, la señal eléctrica que viaja por el axón de la neurona emisora se convierte en una señal química mediante la liberación de neurotransmisores. Estos neurotransmisores cruzan el espacio sináptico y se unen a receptores específicos en la neurona receptora.
 - Al unirse a los receptores, los neurotransmisores desencadenan una nueva señal eléctrica en la neurona receptora, reiniciando el proceso de comunicación.
- **Sinapsis eléctricas:**
 - Menos comunes que las sinapsis químicas, permiten una transmisión directa de la señal eléctrica entre neuronas a través de canales de iones. Son más rápidas, pero menos modulables.
- **Papel en el aprendizaje:**
 - Las sinapsis son fundamentales para el proceso de aprendizaje y la memoria. Su eficacia puede cambiar con la experiencia, lo que fortalece o debilita las conexiones entre las neuronas. Este fenómeno se conoce como plasticidad sináptica, y es la base de procesos como el aprendizaje a largo plazo.

Red neuronal biológica en conjunto

- **Comunicación y colaboración entre neuronas:**
 - Los elementos descritos (neuronas, dendritas, axones y sinapsis) permiten que las neuronas se comuniquen de manera eficiente y colaboren para formar redes complejas. Estas redes son capaces de adaptarse a cambios en el entorno y aprender de la experiencia, lo que les permite mejorar su funcionamiento con el tiempo.
- **Procesamiento de la información:**
 - A través de estas conexiones y la transmisión de señales, el cerebro puede procesar una cantidad masiva de información en paralelo, interpretar estímulos sensoriales, tomar decisiones complejas y coordinar respuestas motoras.
- **Inspiración para redes neuronales artificiales:**
 - Las redes neuronales artificiales (ANN) se inspiran en la forma en que estas redes biológicas funcionan. Aunque las ANN son una simplificación del cerebro, utilizan conceptos como conexiones entre nodos (neuronas artificiales), transmisión de señales (pesos y funciones de activación) y ajustes de conexiones (reglas de aprendizaje) para replicar la capacidad de aprendizaje y adaptación del cerebro.

Red neuronal artificial

Una red neuronal artificial (ANN) imita la estructura de las redes neuronales biológicas mediante componentes matemáticos y computacionales.

Se compone de varios elementos que trabajan juntos para procesar la información y ajustar el conocimiento a partir de los datos. A continuación, se describen los componentes esenciales de una red neuronal artificial:

Unidades de Proceso (Neuronas Artificiales)

- Las unidades de proceso, comúnmente conocidas como *neuronas artificiales*, son los elementos básicos de una ANN. Se inspiran en las neuronas biológicas, pero se simplifican para adaptarse a un contexto computacional.
- Cada neurona artificial recibe un conjunto de entradas asociadas a pesos. Los pesos determinan la importancia de cada entrada.
- La neurona realiza una operación de suma ponderada de sus entradas y pesos, añadiendo un término adicional llamado *sesgo*.
- La suma ponderada se convierte en la entrada de una función de activación, que genera la salida de la neurona. Este proceso permite a las neuronas realizar una transformación no lineal de la información de entrada, lo que es crucial para la capacidad de aprendizaje de la red.