Redes Neuronales

Redes Neuronales

Autor: Cristian Camilo Manzano Calvo

*Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia*

ccmanzano@utp.edu.co

***Resumen*— El presente trabajo es un compendio donde se expone de manera introductoria el origen de las redes neuronales, sus características principales, su vinculación con la inteligencia artificial, las diferentes tecnologías asociadas y su aplicación para la ciencia y la industria. Asimismo, también se presentan brevemente tecnologías y frameworks disponibles en la actualidad para diseñar e implementar un Redes neuronales en diferentes áreas o mercados. Finalmente, se completa el trabajo con un breve análisis describiendo las ventajas, limitaciones y tendencias actuales en redes neuronales.**

**En la actualidad y ante un mercado diverso y altamente competitivo que exige a las empresas almacenar y analizar una gran diversidad de información, las redes neuronales se destacan entre las herramientas de soporte para la toma de decisiones. Han sido diseñados para facilitar tareas en múltiples campos de aplicación y proporcionar equivalentes resultados que un especialista, emulando la capacidad humana de tomar decisiones de acuerdo a las condiciones del contexto.**

***Palabras clave—* redes neuronales, inteligencia artificial, lenguajes basados en reglas, Rete, estudio de la literatura.**

***Abstract*— This paper is a compendium which introduces the origin of Neural network, its main features, its link to artificial intelligence, the different associated technologies and its application to science and industry. In addition, it briefly describes the technologies and frameworks available today to design and implement a neural network in different areas or markets. Finally, the work is completed with a brief analysis describing the advantages, limitations and current trends in Neuronal network.**

**Nowadays and considering the diverse and highly competitive market, companies are required store and analyse a wide variety of information. Neural network stand out from the support tools of decision-making. They are designed to facilitate tasks in many application fields and provide results equivalent to a specialist, emulating the human capacity to make decisions according to context conditions.**

***Key Word* — neural network, artificial intelligence, rule-based languages, Rete, literature study.**

1. INTRODUCCIÓN

La unidad básica del sistema nervioso es la neurona. Las neuronas se encargan de recibir información (atrevas del axon) y de enviar información a otras neuronas a través de las dendritas.

Las redes neuronales artificiales, igual que los cerebros reales, se forman a partir de "neuronas" conectadas, todas capaces de llevar a cabo una tarea relacionada con los datos. Por ejemplo, el reconocimiento de patrones.

Como mencione anteriormente, las neuronas reciben y envían información. En una red neuronal, cada neurona transmite su trabaja a una neurona vecina, que luego podrá procesarla y enviarla a otra neurona. Esto proceso, muy parecido a el que realiza el de nuestro cerebro.

Las redes neuronales se organizan en capas. Las diferentes capas pueden realizar diferentes tipos de procesamientos en los datos de entrada. Las entradas viajan desde la primera capa (entrada) hasta la última capa (salida), antes de haber pasado por varias capas (ocultas) que realizan un procesamiento muy interno. Todo esto producirá una salida.

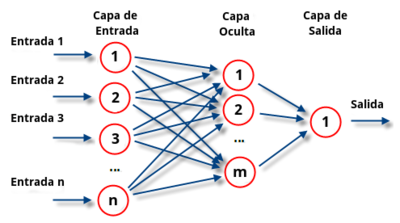
Debido a que la red es capaz de cambiar y adaptarse en función de los datos que pasan a través de ella, las conexiones entre estas neuronas se ajustan hasta que la red genera predicciones altamente precisas. Este proceso es muy parecido a la manera en la que nuestro cerebro aprende.

Las redes neuronales se utilizan en una gran variedad de tareas: Visión Artificial, Reconocimiento de voz, Tablero de juegos y videojuegos, Traducción automática, Diagnósticos médicos, Procesamiento del lenguaje natural, Clasificación de correo basura, Clasificación de imágenes, Creación de Chatbots, Reconocimiento óptico de caracteres, Y mucho más.

1. CONTENIDO

**Concepto:**

Las [Redes Neuronales Artificiales](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_neuronal_artificial) son modelos computacionales inspirados en las neuronas biológicas, y que están conformadas por un conjunto de unidades de cómputo básico (neuronas) las cuales están conectadas entre ellas de múltiples maneras. Estas conexiones estarán definidas por unos *pesos* los cuales determinarán la fuerza o importancia de dichas conexiones, y durante el proceso de aprendizaje o entrenamiento de la red, serán estos *pesos* los que se ajustarán con el fin de producir la salida adecuada según la entrada que se aplique a la red. En términos generales, las redes neuronales artificiales están compuestas por una capa de entrada, una o más capas ocultas, y una capa de salida como se observa en la siguiente figura:



Por su parte, en cada neurona se realiza el cálculo matemático de la suma ponderada de las entradas con los pesos de la red, y luego se aplica sobre dicho resultado una *función de activación*, que producirá la salida final de cada neurona y que servirán como valores de entrada de la siguiente capa de la red neuronal.

El proceso de aprendizaje de la red se logra gracias al algoritmo de [Propagación hacia atrás](https://es.wikipedia.org/wiki/Propagaci%C3%B3n_hacia_atr%C3%A1s) o *Backpropagation*, que consiste en aplicar las entradas a la red, obtener una salida final en la última capa, comparar este resultado con el resultado esperado (aprendizaje supervisado), y luego ir modificando hacia *atrás* los pesos de la capa de salida, oculta y de entrada a fin de minimizar (a partir del [Descenso del Gradiente](https://en.wikipedia.org/wiki/Gradient_descent)) el error entre la salida deseada y la salida generada por la red neuronal.

**Arquitectura de las redes neuronales:**

Una red neuronal artificial (RNA) se puede definir (Hecht – Nielssen 93) como un grafo dirigido con las siguientes restricciones:

Los nodos se llaman elementos de proceso (EP).

Los enlaces se llaman conexiones y funcionan como caminos unidireccionales instantáneos

Cada EP puede tener cualquier número de conexiones.

Todas las conexiones que salgan de un EP deben tener la misma señal.

Los EP pueden tener memoria local.

Cada EP posee una función de transferencia que, en función de las entradas y la memoria local produce una señal de salida y / o altera la memoria local.

Las entradas a la RNA llegan del mundo exterior, mientras que sus salidas son conexiones que abandonan la RNA.

ARQUITECTURA DE LAS RNA

La arquitectura de una RNA es la estructura o patrón de conexiones de la red. Es conveniente recordar que las conexiones sinápticas son direccionales, es decir, la información sólo se transmite en un sentido.

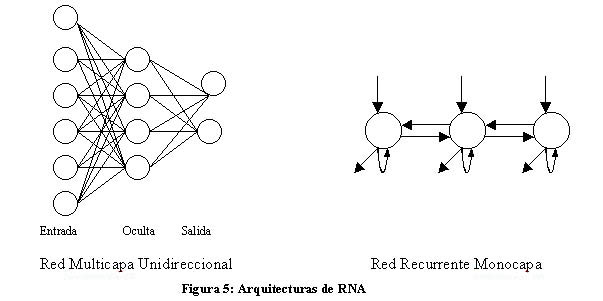
En general, las neuronas suelen agruparse en unidades estructurales llamadas capas. Dentro de una capa, las neuronas suelen ser del mismo tipo. Se pueden distinguir tres tipos de capas:

· De entrada: reciben datos o señales procedentes del entorno.

· De salida: proporcionan la respuesta de la red a los estímulos de la entrada.

· Ocultas: no reciben ni suministran información al entorno (procesamiento interno de la red).

Generalmente las conexiones se realizan entre neuronas de distintas capas, pero puede haber conexiones intracapa o laterales y conexiones de realimentación que siguen un sentido contrario al de entrada-salida.



Se puede estructurar de diferentes formas:

Según el número de capas

Redes neuronales monocapas, Se corresponde con la red neuronal más sencilla ya que se tiene una capa de neuronas que proyectan las entradas a una capa de neuronas de salida donde se realizan diferentes cálculos.

Redes neuronales multicapa, Es una generalización de la anterior existiendo un conjunto de capas intermedias entre la entrada y la salida (capas ocultas). Este tipo de red puede estar total o parcialmente conectada.

Según el tipo de conexiones

Redes neuronales no recurrentes. En esta red la propagación de las señales se produce en un sentido solamente, no existiendo la posibilidad de realimentaciones. Lógicamente estas estructuras no tienen memoria.

Redes neuronales recurrentes. Esta red viene caracterizada por la existencia de lazos de realimentación. Estos lazos pueden ser entre neuronas de diferentes capas, neuronas de la misma capa o, más sencillamente, entre una misma neurona. Esta estructura estudia principalmente la dinámica de sistemas no lineales.

Según el grado de conexión

Redes neuronales totalmente conectadas. En este caso todas las neuronas de una capa se encuentran conectadas con las de la capa siguiente (redes no recurrentes) o con las de la anterior (redes recurrentes).

Redes parcialmente conectadas. En este caso no se da la conexión total entre neuronas de diferentes capas.

Estas estructuras neuronales se podrían conectar entre sí para dar lugar a estructuras mayores: estamos en el nivel de la meso estructura. Esta conexión se puede llevar a cabo de diferentes formas siendo las más usuales las estructuras en paralelo y jerárquicas. En la primera estructura se plantea un “consenso” entre las diferentes redes para obtener la salida mientras que en la estructura jerárquica existen redes subordinadas a otras que actúan como elementos centrales en la salida final de la red.

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO

La estructura de una neurona artificial es la siguiente:

En el esquema, 1 2 y 3 son los valores de entrada de la neurona, y w1, w2, w3 son los pesos de cada entrada. (3 en este ejemplo, pero puede ser otro número) El valor de salida de la neurona es el sumatorio de cada valor de entrada multiplicado por su peso correspondiente. La f (de función) indica que no siempre se emplea el sumatorio directamente, sino que a veces se “ajusta” el valor para que esté comprendido entre un rango determinado (por ejemplo, de 0 a 16)

Una neurona artificial tiene dos modos de funcionamiento:

Las neuronas deben ser previamente entrenadas para reconocer patrones. Esto se hace de la siguiente manera: Se coloca como valores de entrada de la neurona el patrón a aprender (p.ej. usando la neurona del ejemplo, el patrón 1 1 0) y después se incrementan los pesos de las entradas “utilizadas” (en este caso la 1 y la 2, que son las que están a 1) y se decrementan los de las no utilizadas. Los valores de los pesos oscilan generalmente entre -1 y 1, aunque estos valores pueden ser otros.

La velocidad a la que se ajustan esos pesos varía según el número de ejemplos con los que se vaya a entrenar a la red. Cuantos más ejemplos se le vayan a poner a la red, con mayor lentitud debe variar la tasa de aprendizaje. Puede parecer que cuanto más rápido se ajusten los pesos de las neuronas más rápido va a aprender a reconocer un determinado patrón, pero esto, que puede ser cierto a veces para una neurona, generalmente no lo es para una red neuronal con muchas neuronas. Además, incluso en el caso de una neurona sola, siempre es mejor poner muchos ejemplos con una tasa de aprendizaje lenta que no poner unos pocos con una tasa de aprendizaje rápida.

Una vez entrenada la neurona, se utiliza para reconocer ese patrón entre otros. Ahora basta con presentar un patrón a la neurona, que devolverá un valor dependiendo del patrón. Entonces, basta con interpretar el resultado; la neurona habrá reconocido el patrón cuando produzca una salida mayor que una determinada cantidad, y no lo habrá reconocido cuando la salida sea menor que esa cantidad.

**Ejemplo Base:**

APRENDIZAJE DE LAS RNA

Es el proceso por el que una RNA actualiza los pesos (y, en algunos casos, la arquitectura) con el propósito de que la red pueda llevar a cabo de forma efectiva una tarea determinada.

Hay tres conceptos fundamentales en el aprendizaje:

Paradigma de aprendizaje: información de la que dispone la red.

Regla de aprendizaje: principios que gobiernan el aprendizaje.

Algoritmo de aprendizaje: procedimiento numérico de ajuste de los pesos.

Existen dos paradigmas fundamentales de aprendizaje:

Supervisado: la red trata de minimizar un error entre la salida que calcula y la salida deseada (conocida), de modo que la salida calculada termine siendo la deseada.

No supervisado o autoorganizado: la red conoce un conjunto de patrones sin conocer la respuesta deseada. Debe extraer rasgos o agrupar patrones similares.

En cuanto a los algoritmos de aprendizaje, tenemos cuatro tipos:

Minimización del error: reducción del gradiente, retro propagación, etc. La modificación de pesos está orientada a que el error cometido sea mínimo.

Boltzmann: para redes estocásticas, donde se contemplan parámetros aleatorios.

Hebb: cuando el disparo de una célula activa otra, el peso de la conexión entre ambas tiende a reforzarse (Ley de Hebb).

Competitivo: sólo aprenden las neuronas que se acercan más a la salida deseada.

Los algoritmos, y en general el proceso de aprendizaje, son complejos y suelen llevar bastante tiempo computacionalmente hablando. Su ventaja es que una vez ha aprendido, la red puede congelar sus pesos y funcionar en modo recuerdo o ejecución.

Hay muchos ejemplos de aplicaciones de redes neuronales que aprovechan su capacidad para derivar el significado de datos complejos o inexactos.

Reconocimiento de imágenes: las redes neuronales artificiales pueden resolver problemas como el análisis de fotos para objetos específicos. Tales algoritmos se pueden implementar para distinguir perros de gatos. Más importante aún, las redes neuronales se han implementado para diagnosticar cánceres usando solo información de la forma de célula.

Finanzas: las redes neuronales se han utilizado para calcular la predicción del tipo de cambio y el rendimiento del stock durante casi 30 años. Las redes neuronales también se usan para determinar puntajes de crédito, aprendiendo a identificar correctamente los riesgos de crédito buenos o pobres.

Telecomunicaciones: las redes neuronales se han utilizado en empresas de telecomunicaciones para optimizar el enrutamiento y la calidad del servicio evaluando el tráfico de la red en tiempo real.

1. CONCLUSIONES

La teoría de Redes Neuronales Artificiales presenta grandes ventajas con respecto a otros modelos típicos de solución de problemas de Ingeniería, una de ellas es su inspiración en modelos biológicos del funcionamiento del cerebro, lo que facilita su estudio debido a las analogías que pueden introducirse para su análisis.

Los modelos matemáticos en que han sido desarrollados los algoritmos para todos los tipos de redes son modelos sencillos que, aunque exigen cierto grado de conocimientos de cálculo diferencial, pueden ser asimilados y desarrollados en cualquier lenguaje de programación.

Por otro lado, las estructuras de las redes se han definido por medio de notación sencilla y comprensible, cada nuevo desarrollo permite cierta flexibilidad en cuanto a la forma final de la red y esto garantiza su fácil adaptación a aplicación particulares

Las redes neuronales son una teoría relativamente nueva que junto a otras técnicas de inteligencia artificial ha generado soluciones muy confiables a problemas de Ingeniería, los cuales, a pesar de poder ser solucionados por métodos tradicionales, encuentran en las redes neuronales una alternativa fácil de implementar y altamente segura. En el proceso de entrenamiento de las aplicaciones desarrolladas en este proyecto se observó:

• Al escoger las redes neuronales como método de solución de un problema en particular, es necesario tener un entendimiento profundo y completo de lo que es el problema como tal, pues ello facilita la elección de los patrones de entrenamiento y ofrece una idea general de la arquitectura que debe tener la red y de lo que se espera de ella.

• Después de haber escogido el tipo de red con que se solucionará un problema, no hay ningún criterio establecido para decidir la arquitectura final de la red, la elección del número de capas que la componen y el número de neuronas de cada una de ellas es fijado por la experiencia del diseñador, y muchas veces es realizado por un método de ensayo y error.

• Una manera fácil para escoger el tipo de red que debe implementarse, es analizar si el problema al que se está enfrentado cuenta con un conjunto de salida conocido, esta condición restringe las opciones a dos categorías, las redes con aprendizaje supervisado dentro de las cuales se destacan: El Perceptrón, Adaline, Backpropagation, CPN (Counterpropagation), Boltzmann Machine y Cauchy Machine y la siguiente categoría conformada por las redes de aprendizaje no supervisado donde pueden contarse: Las memorias asociativas, red de Hopfield, redes de aprendizaje competitivo como el LVQ (Learning Vector Quantization) y las SOM (Self-Organizating Maps), red de Grossberg, ART (Adaptive Resonance Theory) y La FAM (Fuzzy Associative Memory) que es una combinación entre aprendizaje asociativo y lógica difusa.

REFERENCIAS

* + <https://adictec.com/que-son-las-redes-neuronales/>
  + <http://avellano.fis.usal.es/~lalonso/RNA/index.htm>
  + <https://advancedtech.wordpress.com/2007/08/27/arquitectura-estructura-y-funcionamiento-de-las-rna/>
  + https://rpubs.com/rdelgado/402754
* Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones por Sebastián Badaró, Leonardo Javier Ibañez1 y Martín Jorge Agüero.
* Hurtado, S., Manco, O. (2007). Diseño de un Redes neuronales Difuso: Evaluación de Riesgo Crediticio en Firmas Comisionistas de Bolsa para el Otorgamiento de Recursos Financieros. ICESI. Colombia