

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/327703478>

Capítulo 1: Generalidades de las redes neuronales artificiales

Chapter · June 2018

CITATIONS

3

READS

13,606

3 authors, including:



Wilmer Rivas-Asanza

Universidad Técnica de Machala

8 PUBLICATIONS 13 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Bertha Mazon-Olivo

Universidad Técnica de Machala

28 PUBLICATIONS 74 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Sistema de Telemetría Multipropósito, basado en WSN (red de sensores inalámbricos) para la Internet de las cosas (IoT) [View project](#)



Inteligencia de negocios [View project](#)

REDES NEURONALES ARTIFICIALES APLICADAS AL RECONOCIMIENTO DE PATRONES

WILMER RIVAS ASANZA / BERTHA MAZÓN OLIVO



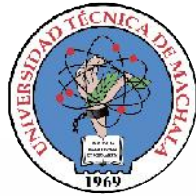
 Editorial
UTMACH

REDES 2017
COLECCIÓN EDITORIAL

Redes neuronales artificiales aplicadas al reconocimiento de patrones

Wilmer Rivas Asanza
Bertha Mazón Olivo

Coordinadores



Primera edición en español, 2018

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa editorial de la UTMACH

Ediciones UTMACH

Gestión de proyectos editoriales universitarios

199 pag; 22X19cm - (Colección REDES 2017)

Título: Redes neuronales artificiales aplicadas al reconocimiento de patrones. / Wilmer Rivas Asanza / Bertha Mazón Olivo (Coordinadores)

ISBN: 978-9942-24-100-9

Publicación digital

Título del libro: Redes neuronales artificiales aplicadas al reconocimiento de patrones.

ISBN: 978-9942-24-100-9

Comentarios y sugerencias: editorial@utmachala.edu.ec

Diseño de portada: MZ Diseño Editorial

Diagramación: MZ Diseño Editorial

Diseño y comunicación digital: Jorge Maza Córdova, Ms.

© Editorial UTMACH, 2018

© Wilmer Rivas / Bertha Mazón, por la coordinación

D.R. © UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, 2018

Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

www.utmachala.edu.ec

Machala - Ecuador

01 Capítulo Generalidades de las redes neuronales artificiales

Wilmer Rivas Asanza; Bertha Mazón Olivo;
Edwin Mejía Peñafiel

Este capítulo, tiene como objetivo principal realizar una revisión literaria respecto a aspectos inherentes a las Redes Neuronales Artificiales, para ello se consideró varias aportaciones de algunos autores destacando definiciones, historia, características, ventajas o desventajas, estructura, funcionamiento, aplicaciones, tipos de redes, formas de aprendizaje.

Wilmer Rivas Asanza: Ingeniero en Sistemas, Diplomado en Auditoría Informática, Magíster en Docencia y Gerencia en Educación Superior, Magíster en Gestión Estratégica en Tecnologías de la Información, además de cursar un programa de Doctorado en TIC en España. Soy docente titular en la UTMACH. A la fecha cuento con varias publicaciones indexadas y libros.

Bertha Mazón Olivo: Ingeniera en Sistemas y Magíster en Informática Aplicada. Cuenta con 15 años de experiencia docente y profesional en el campo de la Informática. Actualmente es Profesor Titular en la UTMACH y curso el programa de doctorado en TIC en España. A la fecha cuenta con varias publicaciones indexadas y libros.

Edwin Mejía Peñafiel: Ingeniero en Sistemas y Magíster en Informática Aplicada. Cuenta con 14 años de experiencia docente y profesional en el campo de la Informática. Actualmente es profesor y Director de la academia Microsoft y Coordinador del club de Robótica en la ESPOCH. A la fecha cuenta con varias publicaciones indexadas y libros.

Definición

Las Redes Neuronales Artificiales según (Callejas, Piñeros, Rocha, Hernández, & Delgado, 2013), forman parte de la Inteligencia Artificial, además (Oliveira Colabone, Ferrari, Da Silva Vecchia, & Bruno Tech, 2015) piensa que son redes entrenadas a través de las entradas obtenidas a partir de escenarios externos o internos en el sistema y estas entradas se multiplican por pesos asignados al azar, (Shaban, El-Hag, & Matveev, 2008). En este mismo sentido, (Callejas, Piñeros, Rocha, Hernández, & Delgado, 2013, pág. 1) afirman que las Redes Neuronales Artificiales son una familia de técnicas de procesamiento de información inspirado por la forma de procesar información del sistema nervioso biológico porque se inspira en el sistema nervioso de un ser vivo, tratando de “emular el comportamiento del cerebro, (Tahir, ul-Hassan, & Asghar Saqib, 2016, pág. 50) y (Molino, Cardoso, Ruíz, & Sánchez, 2014, pág. 1) opinan que es capaz de resolver funciones altamente no lineales en un tiempo corto porque aprenden de los datos que son difíciles de expresarlas matemáticamente, son “herramientas poderosas para el análisis de señales y la modelación de sistemas”.

Las redes neuronales artificiales son objetos de programación que imitan el funcionamiento de las neuronas biológicas (Esteban, 2009). Formadas a través de una interconexión de redes, de forma paralela, estas redes poseen una organización jerárquica que permiten interactuar con el mundo, además se conoce como un sistema de computación constituida por un gran número de elementos simples de procesamiento muy interconectados, que procesan información en respuesta para algún estímulo externo.

(WayBacjk Machine, 2016) Afirma que las redes neuronales son sistemas ideados como abstracciones de las estructuras neurobiológicas (cerebros) encontradas en la naturaleza y tienen la característica de ser sistemas desordenados capaces de guardar información.

Es importante mencionar que las Redes Neuronales Artificiales son un método que permiten resolver problemas,

de forma individual o combinada con otros métodos, para aquellas tareas de clasificación, identificación, diagnóstico en las que el balance datos/conocimiento se inclina hacia los datos. Estas pueden ser representadas en diferentes áreas como: neurociencias, matemáticas, estadística, física, ciencias de la computación y la ingeniería. Las redes neuronales encuentran aplicaciones en campos tan diversos como el modelado, análisis de series temporales, reconocimiento de patrones, procesamiento de señales y control en virtud de una propiedad importante: la capacidad de aprender de los datos de entrada con o sin un maestro. (Simon, 1999)

Además (Simon, 1999) encuentran que las ANN (Artificial Neural Networks) se aplica en campos tan diversos como el modelado, análisis de series temporales, reconocimiento de patrones, procesamiento de señales y control en virtud de una propiedad importante: la capacidad de aprender de los datos de entrada con o sin un maestro.

En resumen, basados en estas definiciones se puede conceptualizar a las redes neuronales como redes de neuronas que procesan información basadas en las redes neuronales biológicas capaz de resolver funciones altamente no lineales que corresponden a sistemas cuyo comportamiento puede ser complejo y frecuentemente impredecibles o caóticos generalmente difíciles (o imposibles) de modelar.

Historia

A continuación, se describe la historia en orden cronológico como se avanzó la teoría de las Redes Neuronales:

- 1936: "Alan Turing. Fue el primero en estudiar el cerebro como una forma de ver el mundo de la computación. Sin embargo, los primeros que dieron fundamentación a la computación neuronal es McCulloch un neurofisiólogo, y Walter Pitts un matemático." (Matich, 2001, pág. 6)
- 1943: McCulloch y Walter lanzaron una teoría acerca de la forma de trabajar de las neuronas.

- 1949: “Donald Hebb explico por primera vez sobre el proceso del aprendizaje elaborando una norma de como el aprendizaje ocurría y que esto se dará cuando ciertos cambios en una neurona eran activadas.” (Ahern, Ziola, & K., 1998, pág. 6). Por lo tanto, todos los trabajos de Hebb formaron las bases para la Teoría de las Redes Neuronales.
- 1950: “Karl Lashley comenta que la información no es almacenada en forma centralizada en el cerebro sino que es distribuida encima de él.” (Giardina & Daniel, 1995, pág. 3)
- 1956: Los pioneros de la Inteligencia Artificial, Minsky, McCarthy, Rochester, Shanon, desarrollaron una conferencia de IA donde se hace la primer toma de contacto con las redes neuronales artificiales. (K., 1990, pág. 6)

En estas décadas, surgieron modelos de redes neuronales artificiales donde se aplicaba RNAs en diferentes áreas de la ingeniería.

Un área donde se utilizan ampliamente dichas redes es la de procesamiento de imágenes, donde existe una gran cantidad de trabajos propuestos con RNAs.

- 1959-1960: “Bernard Widrow creó un sistema lineal y adaptativo, mismo que denominó “Adaline” y en la que se implementaba en dos capas, llamada “Madaline”, que se utilizaron para conseguir un reconocimiento de voz adecuado, o reconocimiento de caracteres, de voz o simplemente para eliminar el eco que se producía en las líneas telefónicas.” (Waltz & Feldman, 1998, pág. 3)
- 1969: “Marvin Minsky/Seymour Papert en ese año casi se produjo la “muerte abrupta” de las Redes Neuronales ya que Minsky y Papert probaron (matemáticamente) que el perceptron no era capaz de resolver problemas relativamente fáciles, tales como el aprendizaje de una función no-lineal. “ (Giardina & Daniel, 1995, pág. 8).

Esto demostró que el Perceptron era muy débil, dado que las funciones no-lineales son extensamente empleadas en computación y en los problemas del mundo real.

A partir de 1986, el panorama fue alentador con respecto a las investigaciones y el desarrollo de las redes neuronales. (Giardina & Daniel, 1995, pág. 8).

- En la actualidad, son numerosos los trabajos de RNA que se realizan y publican cada año, las aplicaciones nuevas que surgen y las empresas que lanzan al mercado productos nuevos tanto hardware como software. (Olabe & Basigain, 2001). Existen muchos grupos con sede en diferentes universidades de todo el mundo que están realizando trabajos de investigación en el área de las redes neuronales artificiales (Ramírez, A, & Chacón, 2011), La Universidad de Carnegie-Mellon es destacada por el estudio del grupo del investigación de las aplicaciones de la Backpropagation de RNA.

Características

Una de las principales características de las redes neuronales artificiales según (Hilera González & Martínez Hernando, 1995), es que se las entienden como un esquema computacional distribuido que básicamente se asimila a una estructura del sistema nervioso de los seres humanos.

En la tabla 1 se describen las tres características fundamentales que (Gestal, 2014) considera en una red neuronal:

Tabla 1: Características de las RNA

Topología de red	Permite determinar la capacidad representativa de como una cantidad de neuronas están distribuidos en capas y distribuidas entre sí. En donde la topología de red se basa en el problema a resolver.
Regla de aprendizaje	Una red neuronal es una integración de diversos sistemas de aprendizaje, es por ello que tienen la capacidad de aprender a través de un entrenamiento previo.
Tipo de entrenamiento	Una RNA presenta dos tipos de entrenamiento, una que durante la etapa de aprendizaje la red se entrena para que los pesos sinápticos se adecuen a la red. La segunda es una etapa de ejecución en donde la red ya pasa ser operativa cuya red toma un valor de funcionamiento real.

Fuente: Autor basado en (Gestal, 2014)

Ventajas y Desventajas

(Rivera, 2007), menciona algunas ventajas y desventajas de las Redes Neuronales:

Ventajas

- Aprendizaje adaptativo en el cual aprende a realizar tareas a partir de un conjunto de datos siendo así que en el proceso de aprendizaje de estos datos sean representados como entradas y pesos.
- Auto-organización pueden crear su propia organización o representación de la información recibida, las redes neuronales auto-organizan su información que reciben durante el aprendizaje de la operación utilizando los métodos matemáticos Adeline, Madeline y Perceptron entre otros.
- Tolerancia a fallos parciales sabiendo que la destrucción parcial de la red daña el funcionamiento a la misma, pero no la destruye completamente. Esto es debido a la redundancia de la información contenida, es decir, esto conlleva a que la información no se pierda ya que funciona como el cuerpo humano.
- Operación en tiempo real, que pueden ser llevadas a cabo por computadoras o dispositivos de hardware especial para aprovechar así la capacidad de las RNA.

Desventajas

- Menciona que las redes neuronales artificiales tienen complejidad para el aprendizaje de tareas grandes.
- Elevado tiempo de aprendizaje, esto dependerá de, el número de patrones a reconocer y la flexibilidad para reconocer patrones que sean bastante parecidos. (Rivera, 2007, p. 64)
- No tiene la capacidad de interpretar los resultados que esta produce siendo necesario por tal razón la interpre-

tación del desarrollador o de la aplicación para que le de significados a tales resultados.

- Tiempo de convergencia, es decir existen aplicaciones que requieren un enorme conjunto de ejemplos para el entrenamiento lo que se traduce en tiempo de cálculo.

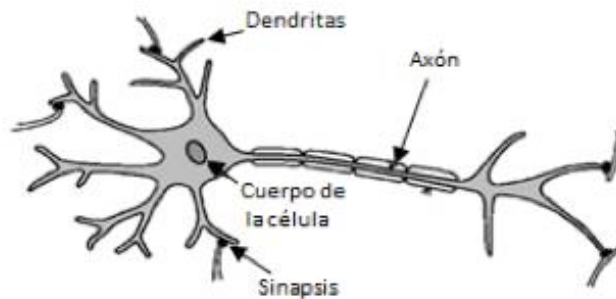
Estructura

Estructura básica de una Red Neuronal

Según (Olabe & Basigain, 2001, pág. 2), la neurona se constituye como la unidad fundamental dentro del sistema nervioso, cada una de estas es una unidad procesadora que puede recibir y enviar señales a otras unidades, y así, si un sistema de entradas es fuerte se activa una salida específica.

Como se muestra en la ilustración 1 la estructura de una red neuronal está conformado por el axón que es la salida de la neurona, este se conecta con las dendritas o entradas por medio de la sinapsis, la cual puede cambiar durante su proceso de aprendizaje.

Ilustración 1: Componentes de una neurona.



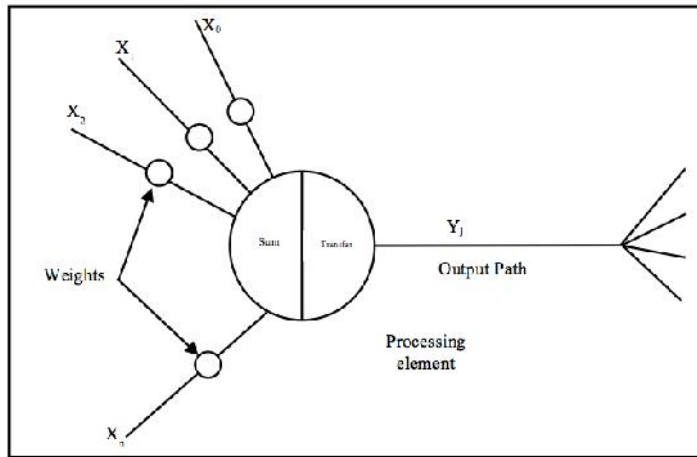
Fuente: Elaboración propia basada en (Olabe & Basigain, 2001, pág. 3),

Redes Neuronales Artificiales

Según (Olabe & Basigain, 2001, pág. 5), dentro de las redes neuronales un elemento procesador o PE (Process Element) es el equivalente de una neurona, estas unidades procesadoras pueden poseer varias entradas mismas que son combinadas, como se puede observar en la ilustración 2, luego de ser combinadas se cambian los valores acorde a una función en la transferencia y este se envía a la salida del elemento procesador.

La salida de un PE, se puede transferir a otros formando sinapsis entre varios PE o “neuronas”.

Ilustración 2: Diagrama de una neurona artificial.



Fuente: Elaboración Propia basada en (Olabe & Basigain, 2001, pág. 3)

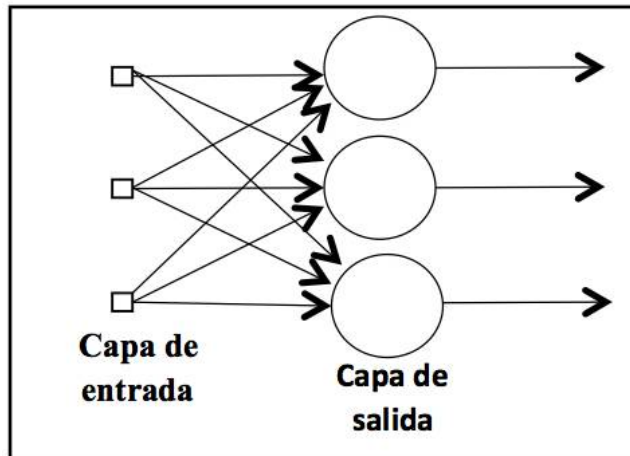
Según (Soria & Blanco, 2007, pág. 30) Indica que las redes neuronales se pueden estructurar de dos formas: según el número de capas, el tipo de conexión y según el grado de conexión.

Según el número de capas

Redes neuronales monocapas

Es la forma más sencilla de red neuronal, como se muestra en la ilustración 4, consta de una sola capa cuya función es proyectar la capa de entrada a una capa de salida en la cual se realizan los cálculos necesarios. Se utiliza generalmente para eliminar distorsiones de señal.

Ilustración 3. Red Neuronal monocapa

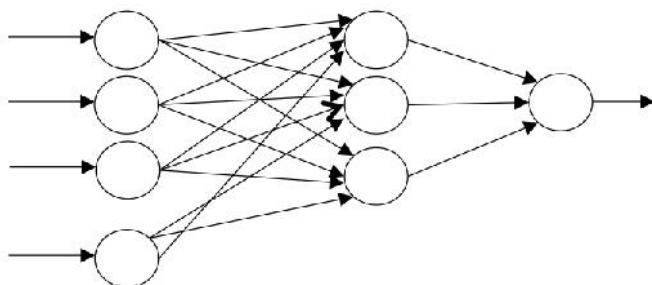


Fuente: Elaboración propia basada en (Soria & Blanco, 2007, pág. 30).

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", tal y como se observa en la ilustración 4. (Soria & Blanco, 2007, pág. 30)

Ilustración 4. Red Neuronal multicapa



Fuente: Elaboración propia basado en (Soria & Blanco, 2007, pág. 30).

Según el tipo de conexiones

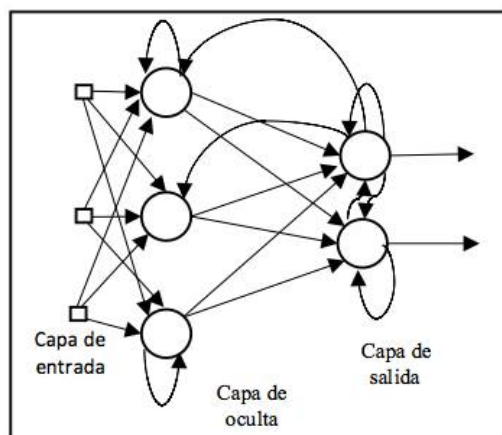
Redes neuronales no recurrentes

En este tipo de redes no existe retroalimentación de ningún tipo dado que se mueven únicamente hacia adelante.

Redes neuronales recurrentes

Las redes neuronales recurrentes permiten retroalimentación mediante el uso de lazos, los mismos que pueden ser neuronas de capas distintas o de la misma, tal como se muestra en la Ilustración 5.

Ilustración 5. Red neuronal recurrente



Fuente: Elaboración propia basada en (Soria & Blanco, 2007, pág. 31)

Según el grado de conexión

Redes neuronales totalmente conectadas.

En este tipo de redes se conectan todas las neuronas con las capas anteriores o siguientes, constituyendo de esta manera redes concurrentes o no concurrentes.

Redes parcialmente conectadas.

Son aquellas redes donde no se llega a una conexión total, sino parcial únicamente, en paralelo o de manera jerárquica (Soria & Blanco, 2007, pág. 31).

Redes unidireccionales o de propagación hacia adelante (feedforward)

“En las que ninguna salida neuronal es entrada de unidades de la misma capa o de capas precedentes. La información circula en un único sentido, desde las neuronas de entrada hacia las neuronas de salida de la red.” (Flores López & Fernández Fernández, 2008, pág. 29)

Redes de propagación hacia atrás (feedback)

“En esta red las salidas de las neuronas pueden servir de entradas a unidades del mismo nivel (conexiones laterales) o de niveles previos. Las redes de propagación hacia atrás que presentan lazos cerrados se denominan sistemas recurrentes.” (Flores López & Fernández Fernández, 2008, pág. 29)

Funcionamiento

El funcionamiento de las redes neuronales artificiales está basado en la simulación de los sistemas neuronales biológicos humanos, los cuales se constituyen de un conjunto de interconexiones entre neuronas denominado sinapsis formando una clave principal para el procesamiento del cono-

cimiento, su estructura es similar a la de un árbol donde cada terminal toma el nombre de dendritas y estas se encargan de recibir las señales de entradas de las otras.

Por lo tanto las redes neuronales están formando por neuronas artificiales interconectadas entre si y distribuidas por capas donde para que pueda fluir la información las neuronas de cada capa se conectan con las neuronas de las siguientes capas constituyendo así un aprendizaje artificial.

Definidas como un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático de información inspirado en la aproximación de la inteligencia de los seres vivos y a las habilidades mentales para la resolución de problemas hoy en día (xataka, 2014) la inteligencia artificial está siendo utilizado como un paradigma para la resolución de problemas dentro del campo de la informática moderna, la misma basándose en un conjunto de interconexiones relacionadas entre sí que produciendo un estímulo de salida simulando la transmisión de procesos y toma de decisiones los seres con autonomía propia.

Aplicaciones

Las redes neuronales son una tecnología informática emergente que puede utilizarse en un gran número y variedad de aplicaciones.

Hay muchos tipos diferentes de redes neuronales de acuerdo a cada área de la ciencia. Separándolas según las distintas disciplinas algunos ejemplos de sus aplicaciones son:

Aplicación de RNA en un EVI para problemas Visuales

Para la realización del diseño del ojo humano primero debería hacerse un estudio sobre la anatomía del ojo normal y de algunos problemas que posee como: Hipermetropía, Miopía y Astigmatismo, en las cuales se eligen algunas características claves que por medio del modelo se ilustre el problema que posee el paciente. (Mateus, González, & Branch, 2014, pág. 2)

Aplicación de las redes neuronales artificiales para la estratificación de riesgo de mortalidad hospitalaria

Comparar la capacidad de predicción de mortalidad hospitalaria de una red neuronal artificial (RNA) con el Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) y la regresión logística (RL), y comparar la asignación de probabilidades entre los distintos modelos. (Trujillanoa, Marchb, Badiaa, Rodrígueza, & Sorribas, 2003, pág. 1)

Estudio del factor de intensidad de tensiones en un eje giratorio mediante la aplicación de redes neuronales

El Factor de Intensidad de Tensiones adimensional en el frente de una fisura contenida en un eje a lo largo de un giro completo mediante la aplicación de Redes Neuronales Artificiales (RNA). (Béjar & López, 2015, pág. 6)

Detección de averías en cambiadores de tomas en carga de transformadores basado en el patrón de vibraciones

El análisis de las vibraciones de un cambiador de tomas en carga, puede ser utilizado para el diagnóstico de fallos en el mismo o para fines de diseño, control de calidad o para fines de mantenimiento predictivo (monitorización en línea). (Trujillo & Rivas, 2009, pág. 32)

Redes neuronales: aplicación de una herramienta computacional en cardiología clínica

Las ciencias computacionales y los programas informáticos se introdujeron en la práctica médica solo en los procedimientos básicos que incluirán recolección de datos y abordajes estadísticos, para obtener la mayor certeza para el tratamiento correcto del paciente. (Bustamante, 2014, pág. 1)

Desarrollo de redes neuronales artificiales para el cálculo del transporte neoclásico en reactores de fusión

Según Zarza Cano y Estéfano Alfredo en el proyecto que presentan es herramienta matemática, que describen bre-

vemente, el procedimiento de ajuste de sus parámetros internos y se aplicará para ajustar una dependencia multifuncional concreta. El ejemplo elegido ha sido el de dos de los coeficientes neoclásicos de transporte que aparecen en los reactores de fusión termonuclear por confinamiento magnético. (Zarza Cano, 2012, pág. 11)

Paralización de un sistema de diseño de redes neuronales artificiales para la predicción de series temporales

La paralización del sistema permitirá poder realizar predicciones mediante las redes neuronales en un menor tiempo y poder abordar series temporales de tamaños mayores, y por lo tanto, poder llegar a predicciones más acertadas y precisas. (González & Prior, 2011, pág. 12)

Ingeniería neuromórfica: el papel del hardware reconfigurable

La ingeniería Neuromórfica es un campo de investigación que trata del diseño de sistemas artificiales de computación que utilizan propiedades de física, estructuras o representaciones de la información basadas en el sistema nervioso biológico. Aunque en otras ramas como las redes neuronales artificiales, en lo que inspiran a la biología en caracterizar a la ingeniería Neuromórfica. (Ros, Pelayo, Prieto, & Pino, 2002, pág. 1)

Viblibosom: visualización de información bibliométrica mediante el mapeo autoorganizado

En este trabajo se describe el uso de la herramienta de visualización que facilita descubrir conocimientos en bases de datos, en lo cual presentan los mapas científicos- tecnológicos asociados a los indicadores bibliométricos. En los cuales están basados en los mapas auto-organizados (SOM, Self-Organizing Maps) y en la tecnología de redes neuronales no supervisadas. (Sotolongo Aguilar, Guzmán Sánchez, & Carrillo, 2002, pág. 1)

Aplicaciones de las redes neuronales en las finanzas

Es un conjunto de algoritmos matemáticos que encuentran las relaciones no lineales entre conjuntos de datos. Suelen ser utilizadas como herramientas para la predicción de tendencias y como clasificadoras de conjuntos de datos. Para este presente trabajo se requiere conseguir un algoritmo mediante una red neuronal supervisada que calcule el precio de una opción de compra de alguna compañía utilizando datos históricos del mercado. (Estévez & García, 2002, pág. 1)

Tipos de redes neuronales artificiales

Adaline y madaline

Son modelos adaptativos desarrollados por Bernard Widrows y Marcian Hoff en la Universidad de Stanford.

Adaline tiene las siglas Adaptive Linear Element fue desarrollado con el propósito de que pueda reconocer patrones binarios. Su funcionamiento se basa en la suma de los pesos de las entradas produciendo una salida con 0 y 1 esto lo hace dependiendo si pasa o no un umbral. Es un elemento muy importante ya que de él se derivan redes más complejas.

Varias Adaline son organizadas en capas de tal manera que se obtengan grandes arquitecturas formando una red Madaline por lo que la cual produce funciones más complicadas.

Madaline tiene las siglas Múltiple Adaptive Linear Element fue la primera red neuronal multicapa que incluía elementos adaptativos. Está constituida por dos o más unidades del Adaline, esta estructura fue usada como un filtro para eliminar el eco en las líneas telefónicas.

Esta fue diseñada después del Adaline con el fin de realizar soluciones más complejas que la solución de problemas linealmente separables.

Red backpropagation

Según (Cruz Beltrán & Acevedo Mosqueda, 2008, p. 2), Creada en 1986, este tipo de red se basa en el aprendizaje de la asociación de patrones existentes.

El backpropagation tiene la capacidad de generalizar lo que es un comportamiento lo hace mediante un conjunto de muestras escogidas como patrones de entrenamiento. Es como el cerebro humano, por lo que esta red necesita de una etapa de aprendizaje.

Por lo que se quiere decir en otras palabras este tipo red requiere una búsqueda de una función de comportamientos que se acople a los valores muestreados y al comportamiento del sistema con un valor mínimo de error.

Perceptron multicapa

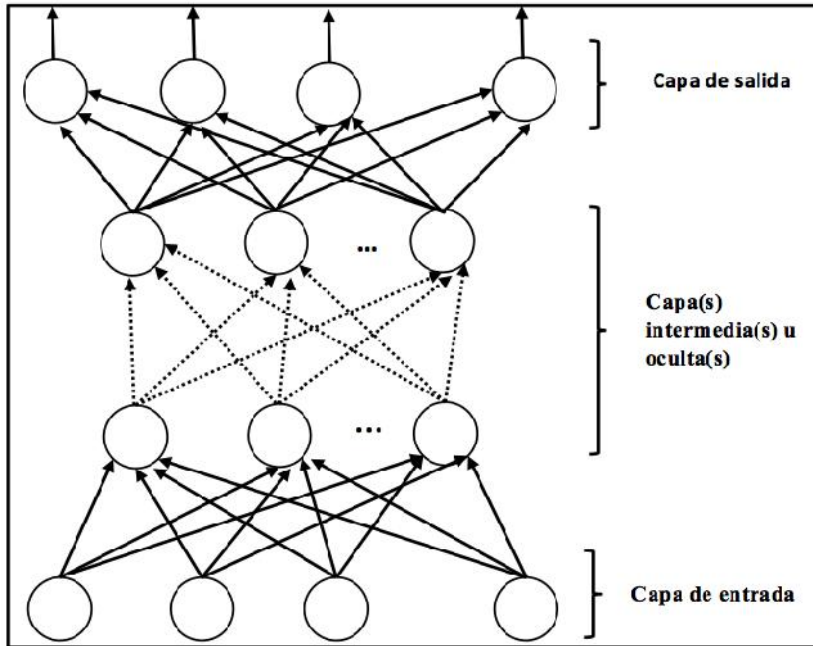
Según (Barbosa, Kleisinger, Valdez, & Monzón, 2001), está conformado por un conjunto de neuronas que permite la comunicación mediante el envío de señales entre sí, con un conjunto de buenas conexiones, además no puede reconocer caracteres complejos.

El perceptron multicapa tiene algunos aspectos que son importantes y se los describe a continuación:

- Tiene un conjunto de unidades de procesamiento que son las neuronas, células.
- Tiene lo que es un estado de activación que determina la salida de la neurona.
- Hay conexiones entre las neuronas, pero cada conexión se determina por un peso, en la cual ayuda a fijar el efecto de la señal de la neurona.
- Además, tiene una regla que se le llama propagación esta determina lo que es la entrada efectiva de una neurona a partir de las entradas externas.
- Tiene un entorno que le proporciona las señales de entrada, con el cual debe operar el sistema de la neurona.

- Tiene un método para tratar la información lo hace mediante una regla de aprendizaje.

Ilustración 6: Estructura del Perceptron Multicapa



Fuente: Elaboración propia basado en (Florez Lopez & Fernandez Fernandez, 2008, p. 61)

Como se observa en la ilustración 6 el perceptron multicapa se caracteriza porque tiene sus neuronas agrupadas en capas de diferentes niveles.

Las conexiones del perceptron multicapa siempre están dirigidas hacia adelante, es decir las neuronas de una capa se conectan con las neuronas de la siguiente capa.

Cada una de las capas está formada por un conjunto de neuronas y se distinguen tres tipos de capas diferentes: La capa de entrada, las capas ocultas y la capa de salida.

Las neuronas de la capa de entrada no actúan como neuronas propiamente dichas, sino que se encargan únicamente de recibir las señales o patrones del exterior y propagar dichas señales a todas las neuronas de la siguiente capa.

En las capas ocultas las neuronas realizan el procesamiento no lineal de los patrones recibidos.

Por último la capa de salida proporciona al exterior la respuesta de la red para cada uno de los patrones de entrada.

Formas de aprendizaje

Aprendizaje supervisado

(Tang, 2014) Afirma que el aprendizaje supervisado, es una técnica de aprendizaje de las redes neuronales artificiales que se basa en deducir una función a partir de datos o información de entrenamiento, dichos datos están compuestos por vectores u objetos dados en par, un par de la información es la entrada mientras que el otro son los resultados deseados. La finalidad de este sistema de aprendizaje es predecir de manera correspondiente de cualquier entrada válida que un supervisor ingrese.

Funcionamiento

Para un mejor entendimiento de este aprendizaje de las RNA, podemos definir un ejemplo en el que se tiene un profesor y un alumno, el profesor utiliza medios para que el estudiante pueda memorizar de manera eficaz la clase, si por cualquier motivo el estudiante no lleva a comprender la materia dictada por el docente, el docente tiene la obligación de realizar repeticiones acerca del proceso, hasta que el estudiante tenga un conocimiento de la materia óptimo; de la misma manera este tipo de aprendizaje se basa en el entrenamiento de la red neuronal por medio de agentes externos en este caso puede ser un individuo u objeto que provea esa información, de tal manera que el modelo de la red neuronal pueda obtener la información por una entrada, de la misma manera el agente o supervisor puede mejorar las conexiones de los pesos sinápticos en caso de que el aprendizaje del modelo no sea el esperado. (Brandt & Lin, 1996) .

Aplicaciones

Entre las aplicaciones más fundamentales dentro de una red neuronal bajo aprendizaje supervisado tenemos:

- El control de frecuencia de carga adaptiva de un sistema hidrotermal (Aliyu, Venayagamoorthy, & Musa, 2004).
- El estudio de Un controlador difuso basado en el aprendizaje adaptativo supervisado por un sistema del vehículo no lineal utilizando identificación de red neuronal (Wang & Zhu, 2016), donde el diseño propuesto en el proyecto incorpora teorías de aprendizaje como también aplicación de control de teoremas bajo diferentes aspectos, para de esta manera se logre un sistema de conducción autónoma.
- En la detección de aeronaves de muy alta resolución VHR (Zhang, Sept. 2016), proyecto que se basa en la extracción de cada uno de los objetos de las entidades más importantes y la localización de los objetos en el aire por medio de dispositivos de alto nivel.

Aprendizaje no supervisado

(Flórez & Fernández, 2008) Afirma que el aprendizaje no supervisado o auto supervisado es cuando el proceso de aprendizaje de las redes neuronales no es inspeccionado ni controlado por ningún agente externo.

A diferencia del supervisado, este no requiere de un vector de salida, partiendo únicamente de un vector de entrada.

La red distribuye patrones utilizando la densidad probabilística, extrayendo rasgos según la similitud a las redes de entrada.

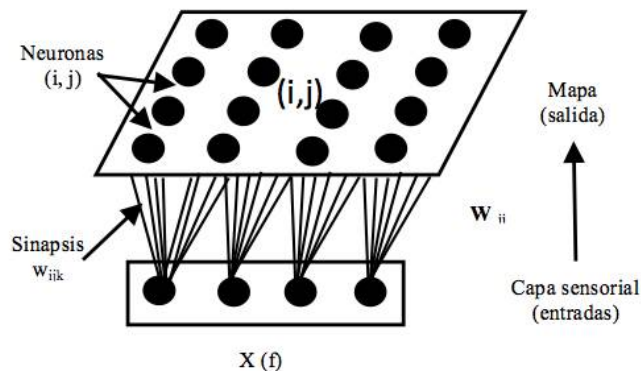
Se necesita gran cantidad de vectores de entrada, de tal manera que la red dispondrá de números suficiente de patrones y se obtendrá resultados de calidad.

Funcionamiento

(Rico, Paredes, & Fernández, 2009, pág. 77) Afirma que el Algoritmo del mapa de auto-organización indicada en la ilustración 7 funciona de la siguiente manera. “Cuando un vector de entrada X se presenta a la red, las neuronas en la capa de salida compiten con cada una de las otras y se escoge una ganadora (cuyo peso es la mínima distancia desde el vector de entrada)...” logrando así determinar la neurona que más se acerque al dato el cual se está trabajando.

“Los datos necesarios para que el sistema mejore en su comportamiento y aprenda, son suministrados por el usuario se conoce como vectores de información” (Viana Colino, 2012, pág. 12).

Ilustración 7: Estructura de un Mapa de Kohonen o Auto-organizado



Fuente: Elaboración propia basada en (Viana Colino, 2012, pág. 15)

Las neuronas se representan por valores inicialmente aleatorios para cada característica que se van modificando según los datos que se incluyen en ellas. La arquitectura de los mapas de Kohonen está compuesta por dos capas de neuronas. La capa de entrada (formada por tantas neuronas como variables de entrada) se encarga de recibir y transmitir a la capa de salida la información introducida. La capa de salida es la encargada de procesar la información y formar el mapa de rasgos. Cada neurona de entrada está conectada con una de las neuronas de salida mediante un peso. De

esta forma, las neuronas de salida tienen asociado un vector de pesos llamado vector de referencia. (Viana Colino, 2012, pág. 15)

Aplicaciones de los Aprendizajes No Supervisados

Entre las aplicaciones más fundamentales dentro de una red neuronal de Aprendizaje No supervisado tenemos:

Entre las aplicaciones más fundamentales dentro de una red neuronal de Aprendizaje No supervisado tenemos:

- El estudio de “MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS A TRAVÉS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES” (Rico, Paredes, & Fernández, 2009, págs. 71-96)
- El estudio de “IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES PARA LA DETECCIÓN DE LA PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN EL CORAZÓN” (Avellaneda González & Ochoa Rey, 2012, págs. 38-46).
- El estudio de “HERRAMIENTA DE AUTOR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE UTILIZANDO MAPAS AUTO-ORGANIZADOS EN DISPOSITIVOS MÓVILES” (Zatarain Cabada & Barrón Estrada, 2011, págs. 43-55).
- El estudio “APLICACIÓN DE MÉTODOS DE DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO Y MINERÍA DE DATOS PARA DEFINIR RECOMENDACIONES QUE PROMUEVAN EL USO DEL FORO EN UNA EXPERIENCIA VIRTUAL DE APRENDIZAJE” (Valdiviezo, Santos, & Boticario, 2010, págs. 237-264).

Referencia bibliográfica

- Ahern, Ziola, & K. (1998). *Neuronal Networks: Basics and Applications*. Berlin.
- Aliyu, U., Venayagamoorthy, G., & Musa, S. (2004). Adaptive load frequency control of Nigerian hydrothermal system using unsupervised and supervised learning neural networks. *Power Engineering Society General Meeting*, 2004. IEEE, 1553 - 1558.
- Avellaneda González, J., & Ochoa Rey, C. (2012). Implementación de Redes Neuronales para la Detección de la presencia de Enfermedades en el Corazón. *Redes de Ingeniería*.
- Barbosa, Kleisinger, Valdez, & Monzón. (2001). Utilizacion del modelo de KOHOMEN y del perceptron multicapa para detectar arritmias cardiacas. 1.
- Béjar, & López, J. (2015). *ESTUDIO DEL FACTOR DE INTENSIDAD DE TENSIONES EN UN EJE GIRATORIO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE REDES NEURONALES*. Leganes.
- Brandt, R., & Lin, f. (1996). Supervised Learning in Neuronal Netwoerks without Feedback Network. *Intelligent Control, 1996., Proceedings of the 1996 IEEE International Symposium on*.
- Bustamante, J. (2014). *REDES NEURONALES: APLICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN CARDIOLOGÍA CLINICA*. Medellin - Colombia.
- Callejas, I., Piñeros, J., Rocha, J., Hernández, F., & Delgado, F. (2013). Implementación de una Red Neuronal Artificial tipo SOM en una FPGA para la resolución de trayectorias tipo laberinto. *2013 2nd International Congress of Engineering Mechatronics and Automation, CIIMA 2013 - Conference Proceedings*, 1.
- Cruz Beltrán, L., & Acevedo Mosqueda, M. (2008). La Red Backpropagation. *Reconocimiento de Voz usando Redes Neuronales Artificiales Backpropagation y Coeficientes LPC*, 91.

- Esteban, G. A. (2009). Vida e inteligencia artificial. *Scielo*.
- Estévez, & García, P. (2002). *Aplicaciones de las Redes Neuronales en las Finanzas*. Madrid - España.
- Flores López, R., & Fernández Fernández, J. (2008). *Las Redes Neuronales Artificiales: Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas*. (L. Bellos, Ed.) Espana: Netbiblo. Recuperado el 15 de Agosto de 2016
- Florez Lopez, R., & Fernandez Fernandez, J. M. (2008). *Las redes Neuronales Artificiales: Fundamentos Teoricos y aplicaciones practicas*. España: Gesbiblo, S. L.
- Flórez, R., & Fernández, J. M. (2008). *Las Redes Neuronales Artificiales, Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas*. España: Netbiblo, S. L.
- Gestal, M. (2014). *Introducción a las redes de neuronas artificiales*. Universidad da Coruña.
- Giardina, & Daniel. (1995). *Proyecto Final de la Carrera Ingeniería Electrónica*. Argentina.
- González, & Prior, B. (2011). *Paralelización de un Sistema de Diseño de Redes Neuronales Artificiales para la predicción de series temporales*. Madrid - España.
- Hilera González, J., & Martínez Hernando, V. (1995). *Redes neuronales artificiales: fundamentos, modelos*. Madrid.
- K., P. (1990). *Artificial Neural Systems*. New York.
- Mateus, S. P., González, N., & Branch, J. W. (2014). Aplicación de Redes Neuronales Artificiales en Entornos Virtuales Inteligentes. *Información Tecnológica*, Vol. 25 N° 5.
- Match, D. J. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones*.
- Molino, E., Cardoso, J., Ruíz, A., & Sánchez, J. (2014). Comparación de redes neuronales artificiales y análisis armónico para el pronóstico del nivel del mar (estero de Urías, Mazatlán, México). *Ciencias Marinas*, 254.

- Olabe, & Basigain, X. (2001). *REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y SUS APLICACIONES*. Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao.
- Oliveira Colabone, R., Ferrari, A. L., Da Silva Vecchia, F. A., & Bruno Tech, A. R. (2015). *Application of Artificial Neural Networks*.
- Ramírez, M., A, J., & Chacón, M. (2011). *Redes neuronales artificiales para el procesamiento de imágenes*.
- Rico, C., Paredes, M., & Fernández, N. (2009). Modelación de la Estructura Jerárquica de Macroinvertebrados Bentónicos a través de Redes Neuronales. *Acta Biológica Colombiana*, 71-96.
- Rivera, E. (27 de Marzo de 2007). Introduccion a las redes neuronales artificiales. *Revista de investigaciones de la Universidad Don Bosco*, 64. Obtenido de http://www.udb.edu.sv/editorial/en/publicaciones/detalle/cientifica_6
- Ros, E., Pelayo, F. J., Prieto, A., & Pino, B. d. (2002). Ingeniería Neuromórfica: El papel del hardware reconfigurable. *Jornadas sobre Computación Reconfigurable y Aplicaciones*, 89.
- Shaban, K., El-Hag, A., & Matveev, A. (2008). *A Cascade of Artificial Neural Networks to Predict Transformers Oil PRameters*.
- Simon, H. (1999). *Neural Network*. United States: Prentice-Hall, Inc.
- Soria, E., & Blanco, A. (2007). Redes Neuronales Artificiales. 25-33. Recuperado el 18 de Agosto de 2016, de http://www.acta.es/medios/articulos/informatica_y_computacion/019023.pdf
- Sotolongo Aguilar, G., Guzmán Sánchez, M. V., & Carrillo, H. (2002). ViBLIOSOM: VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOMÉTRICA MEDIANTE EL MAPEO AUTOORGANIZADO. *Rev. Esp. Doc. Cient.*, 477.
- Tahir, F., ul-Hassan, T., & Asghar Saqib, M. (2016). *Optimal scheduling of electrical power in energy-deficient scenarios using artificial neural network and Bootstrap aggregating*.
- Tang, Z. (2014). Un algoritmo de aprendizaje supervisado por múltiples capas de redes neuronales. *Neural Computation* , 1125 - 1142.

- Trujillanoa, J., Marchb, J., Badiaa, M., Rodrígueza, A., & Sorribas, A. (2003). Aplicación de las redes neuronales artificiales para la estratificación de riesgo de mortalidad hospitalaria.
- Trujillo, & Rivas, E. (2009). *DETECCION DE AVERIAS EN CAMBIADORES DE TOMAS EN CARGA DE TRANSFORMADORES BASADO EN EL PATRON DE VIBRACIONES*. Madrid.
- Valdiviezo, P., Santos, O., & Boticario, J. (2010). Aplicación de métodos de diseño centrado en el usuario y minería de datos para definir recomendaciones que promuevan el uso del foro en una experiencia virtual de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*.
- Viana Colino, M. (2012). Minería de datos en portal inmobiliario.
- Waltz, & Feldman. (1998). *Connectionist Models and their Implications*.
- Wang, Y., & Zhu, x. (2016). A Supervised Adaptive Learning-based Fuzzy Controller for a non-linear vehicle system using Neural Network Identification. 2378-5861.
- WayBack Machine. (15 de 08 de 2016). Obtenido de http://info.fisica.uson.mx/arnulfo.castellanos/archivos_html/quesonredneu.htm
- Zarza Cano, E. A. (2012). *Desarrollo de redes neuronales artificiales para el cálculo del transporte neoclásico en reactores de fusión*. Leganes - Madrid - España.
- Zatarain Cabada, R., & Barrón Estrada, M. (2011). Herramienta de autor para la identificación de estilos de aprendizaje utilizando mapas auto-organizados en dispositivos móviles. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*.
- Zhang, F. (Sept. 2016). Weakly Supervised Learning Based on Coupled Convolutional Neural Networks for Aircraft Detection. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 5553 - 5563.