

# Computación Blanda

## Soft Computing

Autor: Daniel Giraldo Muñoz

IS&C, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia

Correo-e: daniel.giraldo2@utp.edu.co

**Resumen**— Este documento presenta un resumen de las líneas clásicas de la Computación Blanda: redes neuronales, lógica difusa, sistemas expertos, algoritmos genéticos y machine learning. El objetivo del documento es brindar una panorámica general de las temáticas, mostrando su relación con las técnicas de inteligencia artificial. La diferencia entre el paradigma de Inteligencia Artificial y la computación blanda está centrada en el mecanismo de inferencia utilizado y su aplicación a la solución de problemas tomados de lo cotidiano, de las teorías de conocimiento y de su relación con ciencias afines.

**Palabras clave**— sistemas, redes, inteligencia artificial, software, computación, investigación, industria, genético, aprendizaje.

**Abstract**— This document presents a summary of the classic lines of Soft Computing: neural networks, fuzzy logic, expert systems, genetic algorithms and machine learning. The objective of the document is to provide a general overview of the topics, showing their relationship with artificial intelligence techniques. The difference between the Artificial Intelligence paradigm and soft computing is centered on the inference mechanism used and its application to the solution of problems taken from everyday life, from knowledge theories and their relationship with related sciences.

**Key Word**— systems, networks, artificial intelligence, software, computing, research, industry, genetic, learning.

## I. INTRODUCCIÓN

La temática de la Computación Blanda se encuentra enmarcada en el paradigma de la Inteligencia Artificial. La diferencia con dicho paradigma radica en que la Computación Blanda está centrada en la aplicación pragmática de las teorías de la Inteligencia Artificial a la solución de problemas complejos en diversos campos del conocimiento.

Las líneas derivadas de la Computación Blanda, se configuran en las siguientes tendencias: a) Redes Neuronales Artificiales, b) Lógica Difusa, c) Sistemas Expertos, d) Algoritmos Genéticos, e) Deep Learning (Machine Learning).

En los siguientes apartados se presenta un resumen de dichas tendencias.

### I.1 REDES NEURONALES

Las redes neuronales están inspiradas en la biología, esto significa que están formadas por elementos que se conforman de manera análoga a las neuronas (en las funciones más elementales) y están organizadas de una forma similar a la del cerebro.

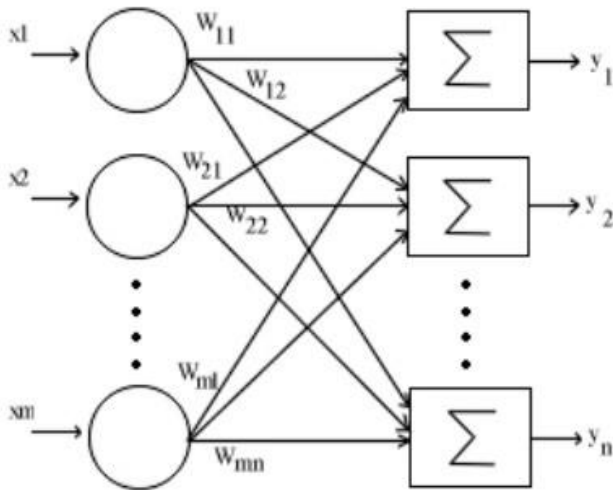
Las características principales de las redes neuronales son; Aprenden de la experiencia, pueden modificar su comportamiento como respuesta a su entorno. Dado un conjunto de entradas, las redes neuronales se ajustan para producir respuestas consistentes. Una amplia variedad de algoritmos de entrenamiento se ha desarrollado, cada uno con sus propias ventajas e inconvenientes.

Generalizan de ejemplos anteriores a los ejemplos nuevos: una vez que la red neuronal este entrenada, la respuesta de la red puede ser, has un cetro punto, insensible a pequeñas variaciones en las entradas, lo que las hace idóneas para el reconocimiento de patrones.

Abstracciones de la esencia de las entradas de las entradas, algunas redes neuronales son capaces de abstraer información de un conjunto de entradas. Por ejemplo, en el caso de reconocimientos de patrones, una red puede ser entrenada en una secuencia de patrones distorsionados de una letra. Una vez que la red sea correctamente entrenada será capaz de producir un resultado correcto ante una entrada distorsionada, lo que significa que ha sido capaz de aprender algo que nunca había visto.

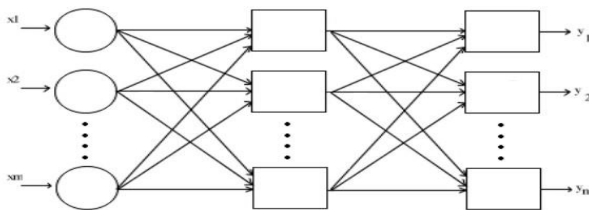
Redes de capa simple, a pesar de que una sola neurona puede realizar modelos simples de funciones, su mayor productividad viene dada cuando se organizan en redes. La red más simple es la formada por un conjunto de perceptrones a los que entra un

patrón de entradas y proporcionan la salida correspondiente, por cada perceptron que tengamos en la red vamos a tener una salida, que se hallara como se hacía con un perceptron solo, haciendo el sumatorio de todas las entradas multiplicadas por los pesos. Al representar gráficamente una red, se añade una “capa” inicial que no es contabilizada a efectos de computación, solamente sirve para distribuir las entradas entre los perceptrones. La denominaremos la capa 0



Redes multicapa, estas redes se forman por un conjunto de redes de capa simple en cascada unidas por pesos, donde la salida de una capa es la entrada de la siguiente capa. Generalmente son capaces de aprender funciones que una red de capa simple no puede aprender, por lo que ofrecen mejores cantidades computacionales. Para que este incremento en poder computacional sea tal, tiene que existir una función de activación sigmoidea en detrimento de la lineal o umbral.

Para calcular la salida de una red multicapa se debe hacer de la misma manera que en las redes de capa simple, teniendo en cuenta que las salidas de una capa son las entradas de la siguiente capa



Redes recurrentes, estas redes no tienen conexión entre pesos de la salida de una capa a la entrada de la misma capa o anteriores. Las redes recurrentes no tienen memoria, es decir, la salida solamente está determinada por las entradas y los pesos. Las capas recurrentes redireccionan previas salidas a entradas. Su salida es determinada por su entrada y sus salidas previas, por lo que se puede asemejar a la memoria a corto plazo de los seres humanos.

## I.2 LÓGICA DIFUSA

La forma en que las personas piensan es, inherentemente, difusa. La forma en que percibimos el mundo está cambiando continuamente y no siempre se puede definir en términos de sentencias verdaderas o falsas. Consideremos como ejemplo el conjunto de vasos del mundo, que pueden estar vacíos o llenos de agua. Ahora tomemos un vaso vacío y comencemos a verter agua poco a poco, ¿en qué momento decidimos que el vaso pasa de estar vacío a estar lleno?, evidentemente hay dos situaciones extremas que reconocemos sin ninguna duda, la primera cuando el vaso está completamente vacío, sin una sola gota de agua en su interior, y la segunda cuando está completamente lleno, cuando no cabe ni una sola gota en su interior. Pero una gota antes de estar completamente lleno, ¿diríamos que es falso que el vaso está lleno?

La lógica difusa es una metodología que proporciona una manera simple y elegante de obtener una conclusión a partir de información de entrada vaga, ambigua, imprecisa, con ruido o incompleta. En general la lógica difusa imita como una persona toma decisiones basada en información con las características mencionadas. Una de las ventajas de la lógica difusa es la posibilidad de implementar sistemas basados en ella tanto en hardware como en software o en combinación de ambos.

Es una técnica de la inteligencia artificial que permite trabajar con información con alto grado de imprecisión, en esto se diferencia de la lógica convencional que trabaja con información bien definida y precisa. Es una lógica multivaluada que permite valores intermedios para poder definir evaluaciones entre sí/no, verdadero/falso, negro/blanco, caliente/frío, etc.

Conjuntos difusos, el concepto clave para entender cómo trabaja la lógica difusa es el conjunto difuso, se puede definir un conjunto difuso de la siguiente manera.

Teniendo un posible rango de valores al cual llamaremos  $U$ , por ejemplo,  $U=R^n$ , en donde  $R^n$  es un espacio de  $n$  dimensiones, a  $U$  se le denominara universo de discurso. En  $U$  se tendrá un conjunto difuso de valores llamado  $F$  el cual es caracterizado por una función de pertenencia  $\mu_F$  tal que  $\mu_F: U \rightarrow [0,1]$ , donde  $\mu_F(u)$  representa el grado de pertenencia de un  $u$  que pertenece a  $U$  en el conjunto difuso  $F$ .

Sistemas tipo Mamdani, en un sistema Mamdani se distinguen las siguientes partes; fuzzificador, la entrada de un sistema de lógica difusa tipo manual normalmente es un valor numérico proveniente, toma los valores provenientes del exterior y los convierte en valores “difusos” que pueden ser procesados por el mecanismo de inferencia.

Mecanismo de inferencia difusa, teniendo los diferentes niveles de pertenencia arrojados por el fuzzificador, los mismos deben ser procesados para generar una salida difusa. La tarea del sistema de inferencia es tomar los niveles de pertenencia y apoyarlo en la base de reglas para generar la salida del sistema difuso

Base de reglas difusas, la base de reglas es la manera que tiene el sistema difuso de guardar el conocimiento lingüístico que le permiten resolver el problema para el cual ha sido diseñado. Estas reglas son del tipo IF-THEN.

Sistemas tipo Sugeno; otro alternativo procesamiento de los sistemas difusos fue la propuesta por Sugeno en los sistemas difusos que llevan su nombre.

En los sistemas difusos Sugeno se distinguen las mismas partes que en el sistema tipo Mamdani, pero hay una pequeña variación en la base de reglas difusas, las reglas de la base de conocimiento de un sistema Sugeno es diferente a la de los sistemas Mamdani pues el consecuente de estas reglas ya no es una etiqueta lingüística, sino que es una función de la entrada que tenga el sistema en un momento dado

### I.3 SISTEMAS EXPERTOS

El nombre sistema experto deriva del término “sistema experto basado en conocimiento”. Un sistema experto es un sistema que emplea conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieran de expertos humanos. Los sistemas bien diseñados imitan el proceso de razonamiento que los expertos utilizan para resolver problemas específicos. Dichos sistemas pueden ser utilizado

por no-expertos para mejorar sus habilidades en la resolución de problemas. Los sistemas expertos también pueden ser utilizados como asistentes por expertos. Además, estos sistemas pueden funcionar mejor que cualquier humano experto individualmente tomando decisiones en una específica y acotada área de pericia, denominado como dominio.

Características de los sistemas expertos; los sistemas expertos están compuestos por dos partes principales, el ambiente de desarrollo y el ambiente de consulta. El ambiente de desarrollo es utilizado por el constructor para crear los componentes e introducir conocimiento en la base de conocimiento. El ambiente de consulta es utilizado por los no-expertos para obtener conocimiento experto y consejos.

Componentes básicos de un sistema experto; subsistema de adquisición de conocimiento, es la acumulación, transferencia y transformación de la experiencia para resolver problemas de una fuente de conocimiento a un programa de computadora para construir o expandir la base de conocimiento.

Base de conocimiento, contiene el conocimiento necesario para comprender, formular y resolver problemas. Incluye dos elementos básicos; heurística especial y reglas que dirigen el uso del conocimiento para resolver problemas específicos en un dominio particular.

Base de hechos, es una memoria de trabajo que contiene los hechos sobre un problema, alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desean tratar.

Motor de inferencia, es el cerebro del sistema experto. Este componente es esencialmente un programa de computadora que provee metodologías para razonamiento de información en la base de conocimiento. Este componente provee direcciones sobre cómo usar el conocimiento del sistema para armar la agenda que organiza y controla los pasos para resolver el problema cuando se realiza una consulta.

Tipos de sistemas expertos; basados en reglas previamente establecidas, trabajan mediante la aplicación de reglas, comparación de resultados y aplicación de las nuevas reglas basadas en situación modificada.

Basados en casos, es el proceso de solucionar nuevos problemas basándose en las soluciones anteriores.

Basados en redes bayesianas, es un modelo gráfico probabilístico que representa un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales a través de un gráfico acíclico dirigido.

Sistemas expertos difusos, los sistemas expertos se desarrollan usando el método de lógica difusa, la cual trabaja con incertidumbre. Esta técnica emplea el modelo matemático de conjuntos difusos, simula el proceso de razonamiento normal humano permitiendo a la computadora comportarse menos precisa y más lógicamente que las computadoras convencionales.

#### I.4 ALGORITMOS GENÉTICOS

los algoritmos genéticos son métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos. A lo largo de las generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza de acorde con los principios de la selección natural y la supervivencia de los más fuertes, por imitación de este proceso, los algoritmos genéticos son capaces de ir creando soluciones para problemas del mundo real. La evolución de dichas soluciones hacia valores óptimos del problema depende en buena medida de una adecuada codificación de las mismas.

Codificación, los individuos (posibles soluciones del problema), pueden representarse como un conjunto de parámetros (genes), los cuales agrupados forman una serie de valores (cromosomas). Si bien el alfabeto utilizado para representar los individuos no debe necesariamente estar constituido por el  $[0,1]$ , buena parte de la teoría en la que se fundamenta los algoritmos genéticos utiliza dicho alfabeto.

Tamaño de la población, una cuestión que se plantea en el momento de crear un algoritmo genético es la relacionada con el tamaño de la idónea de la población. Parece intuitivo que las poblaciones pequeñas corren el riesgo de no cubrir adecuadamente el espacio de búsqueda. Mientras que el trabajar con poblaciones de gran tamaño puede acarrear problemas relacionados con el excesivo costo computacional.

Población inicial, la población inicial se escoge generando series al azar, pudiendo contener cada gen uno de los posibles valores del alfabeto con probabilidad uniforme.

Función objetivo, idealmente es de interés construir funciones objetivo con “ciertas regularidades”, es decir funciones objetivo que verifiquen que para dos individuos que se encuentren cercanos en el espacio de búsqueda, sus respectivos valores en las funciones objetivo sean similares.

Selección, la función de selección de padres más utilizada es la denominada función de selección proporcional a la función objetivo, en la cual cada individuo tiene una probabilidad de ser seleccionado como padre que es proporcional al valor de su función objetivo.

Cruce, el cruce basado en un punto, en el cual los dos individuos seleccionados para jugar el papel de padres, son recombinados por medio de la selección de un punto de corte, para posteriormente intercambiar las secciones que se encuentran a la derecha de dicho punto.

Mutación, la mutación se considera un operador básico, que proporciona un pequeño elemento de aleatoriedad en la vecindad (entorno) de los individuos de la población.

Reducción, una vez obtenidos los individuos descendientes de una determinada población en el tiempo, el proceso de reducción al tamaño original.

#### I.5 DEEP LEARNING

La técnica que conocemos como Deep Learning es un tipo de machine learning que permite entrenar a una computadora para que realice tareas de forma similar a como las realizamos los seres humanos. Los modelos de aprendizaje profundo son implementados para cumplir con tareas de alta complejidad como reconocimiento de voz, identificación de imágenes o realización de predicciones.

A diferencias de otros procesos que funcionan en base a algoritmos, en él se configuran parámetros básicos acerca de los datos y en base a estos entrena a la computadora para que genere una base de conocimiento propio que le permita reconocer los patrones mediante el uso de capas de procesamiento que están contenidas en una red neuronal.

Al ser un modelo más complejo de aprendizaje automático que aplica un método diferente para generar conocimiento y comprender los problemas. En términos sencillos el Deep Learning no le proporciona a la computadora un esquema de resolución de problemas, sino que la entrena para que lo resuelva por sí sola, en el caso del aprendizaje no supervisado o “unsupervised machine learning”, la máquina no necesita que los datos estén etiquetados ya que su objetivo es encontrar relaciones por sí misma, sacando conclusiones de los datos no estructurados para agruparlos por categorías. La máquina es así capaz de detectar similitudes, diferencias o anomalías en las variables y en base a esta información crear reglas o categorías.

## REFERENCIAS

### Referencias en la Web:

[1]

<https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/inteligencia-artificial-469917>

[2]

[http://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38584/practica\\_ia\\_2.pdf](http://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38584/practica_ia_2.pdf)

[3]

[https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS3RA7\\_sub/modeler\\_mainhelp\\_client\\_ddita/component\\_s/neuralnet/neuralnet\\_model.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS3RA7_sub/modeler_mainhelp_client_ddita/component_s/neuralnet/neuralnet_model.html)

[4]

<http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=97>

[5]

<https://es.slideshare.net/mentelibre/logica-difusa-introduccion>

[6]

[https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT\\_13\\_24.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf)

[7]

<https://www.tecnologias-informacion.com/sistemas-expertos.html>

[8]

[https://www.ecured.cu/Sistemas\\_expertos](https://www.ecured.cu/Sistemas_expertos)

[9]

<http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/temageneticos.pdf>

[10]

[https://www.sas.com/es\\_co/insights/analytics/deep-learning.html](https://www.sas.com/es_co/insights/analytics/deep-learning.html)

[11]

<https://medium.com/@experiencia18/diferencias-entre-la-inteligencia-artificial-y-el-machine-learning-f0448c503cd4>

[12]

<https://www.grapheverywhere.com/deep-learning/>



**Giraldo Daniel.** Nació en Pereira, Colombia en 2000. Bachiller del colegio La Anunciación (2016), estudiante becado de la Universidad Tecnológica de Pereira (2016) cursando actualmente pregrado en Ingeniería en Sistemas y Computación.