

Computación Blanda

Soft Computing

Autor: Juan Camilo Lopera Martínez

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

Correo-e: juancamilo.lopera@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 son un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático.

Estas se componen de un conjunto de neuronas que se conectan entre sí entre sí mediante enlaces.

Las redes neuronales tienen tres tipos de capas:

- **Capa de entrada:** Es la encargada de recibir la información o los datos del exterior u entorno.
- **Capas ocultas:** Las capas ocultas son las encargadas de hacer el procesamiento interno de la red y por el contrario de la capa de entrada no reciben ni entregan información al exterior, además pueden ser entre 1 y N.
- **Capa de salida :** Son las capas encargadas de transferir la información al exterior

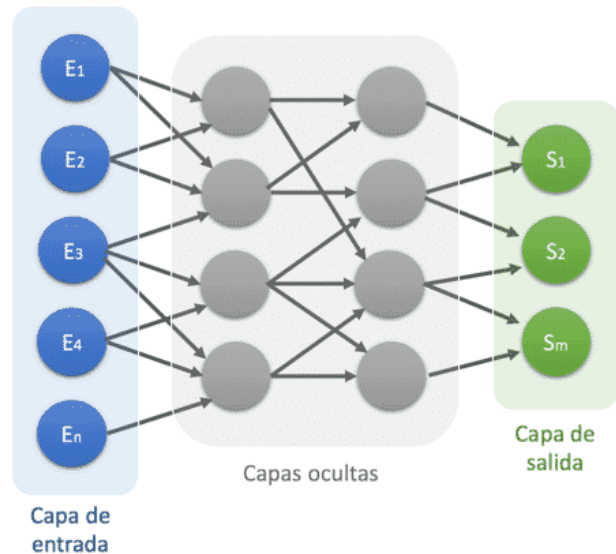


Figura 1. Capas de las redes neuronales

Tipos de neuronas artificiales

Existen dos tipos, se clasifican respecto a los valores que puede tomar, estos son:

- **Neuronas binarias:** Sólo admiten dos valores posibles, por lo general $\{0, 1\}$ o $\{-1, 1\}$.
- **Neuronas reales:** Permiten tomar valores dentro de un rango, normalmente $[0, 1]$ o $[-1, 1]$.

El peso es el que determina la fuerza de la conexión sináptica entre dos neuronas, denominadas neurona presináptica i y neurona postsináptica j (Peso W_{ij}).

Estos pesos pueden tomar valores positivos, negativos o cero, los anteriores definen su función; si el valor es positivo, el peso actuaría como excitador, si es negativo, actúa como inhibidor y si es cero, no existe una comunicación entre las dos neuronas.

Arquitectura de las redes neuronales

Según el número de capas:

- Redes neuronales monocapas: Se considera la más sencilla, posee una capa de neuronas que proyectan las entradas a una capa de neuronas de salida donde se realizan diferentes cálculos. Debido a que la capa de entrada no realiza cálculos, no se cuenta y por eso recibe ese nombre.
- Redes neuronales multicapa: Estas tienen un conjunto de neuronas agrupadas en varias capas. Una manera de verificar la capa que pertenece a una neurona, es teniendo en cuenta el origen de las señales que recibe la entrada y el destino que tiene la señal de salida.

Según el tipo de conexiones

- Redes neuronales no recurrentes: La propagación de las señales solo va dirigida en un sentido, por lo que no hay realimentación y consecuentemente, no tienen memoria.
- Redes neuronales recurrentes: En ella existen lazos de realimentación, que pueden ser entre neuronas que estén en diferentes capas, dentro de la misma o hasta dentro de una misma neurona.

Según el grado de conexión

- Redes neuronales totalmente conectadas: Las neuronas de una capa se encuentran conectadas con las neuronas de la capa siguiente o con la capa anterior.
- Redes neuronales parcialmente conectadas: No hay conexión total entre las neuronas de las distintas capas.

I.2 LÓGICA DIFUSA

Tratar con expresiones que no son totalmente falsas o totalmente verdaderas es la diferenciación de este tipo de lógica a la clásica. Es por esto que los conjuntos difusos, permiten grados de pertenencia, este sería un número entre 0 y 1 de este conjunto. Otra diferencia entre los conjuntos difusos y los conjuntos concretos podrían encontrarse en que por ejemplo, un elemento puede pertenecer parcialmente a dos conjuntos difusos de forma simultánea.

La función de pertenencia de un conjunto muestra el grado con que los elementos pertenecen a ese conjunto, esta es de la forma $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$, donde $\mu_A(x) = r$ si r es el grado en que x pertenece a A .

Entre las operaciones que se pueden realizar con conjuntos difusos se encuentran:

- Complemento: Dado un conjunto A , el complemento de esta estaría formado por los elementos que no pertenecen a A .

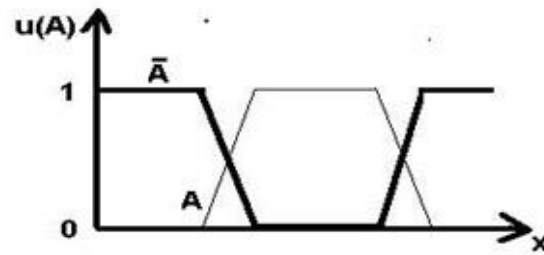


Figura 2. Operación complemento

Intersección: Si un elemento pertenece a ambos conjuntos, éste pertenecería al conjunto intersección.

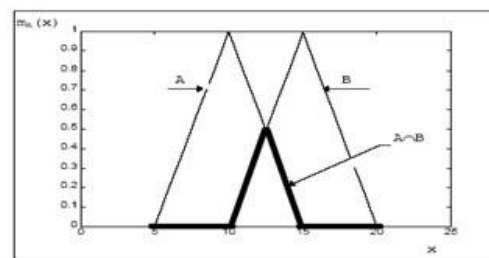


Figura 3. Operación intersección

Unión: Se establecen dos intervalos difusos, la unión entre estos crea un nuevo conjunto difuso.

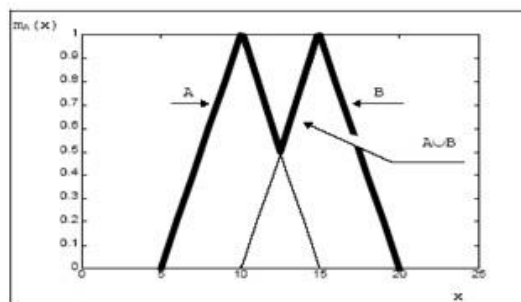


Figura 4. Operación unión

La inferencia lógica radica en la combinación de proposiciones con el objetivo de producir nuevas proposiciones. Allí funcionan reglas de la forma IF, THEN. De esta manera, el sistema utiliza estas como el motor de cálculo.

La estructura de un sistema de lógica difusa, consiste en que este recibe varias entradas numéricas y entrega varias salidas. Se encuentra el bloque difusor, quien se encarga de convertir entradas en conjuntos difusos que se llevan a la máquina de inferencia donde a partir de la base de reglas que se apoya en (IF, THEN) produce varios conjuntos difusos finalizando en el concretor que los convierte en salidas numéricas.

Las variables de entrada y salidas tienen representación en el sistema en forma de variables lingüísticas, las cuales pueden tener una serie de atributos.

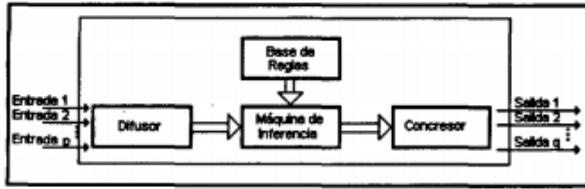


Figura 5. Estructura sistema de lógica difusa

El control difuso es sugerido para aplicarse cuando los procesos son muy complejos o si son no lineales. Algunas aplicaciones son:

- Sistemas expertos de conocimiento.
- Bases de datos difusas.
- Evaluación de envejecimiento arterial.
- Técnicas diagnósticas funcionales por imágenes para el daño cerebral.

I.3 SISTEMAS EXPERTOS

Los sistemas expertos son sistemas informáticos que procesa conocimientos y determina las decisiones a tomar para determinados problemas.

Los elementos de un sistema experto son:

- Base de datos: allí se almacena la información en forma clasificada.
- Base de conocimientos: se conforma por hechos y reglas asociadas.
- Motor de inferencia: es el componente que aplica las reglas.
- Interfaz de comunicación: mediante el lenguaje natural se comunica con el usuario.

La forma en la que se representan hechos y relaciones se hacen mediante:

- Redes semánticas: permite relaciones de clasificación, agregación, generalización y definición.
- Objeto-atributo-valor: es una organización que deriva de las redes semánticas, los nudos representan objetos y la información que le identifica se clasifica como atributo. Estos se relacionan en forma de árbol en las que de un tronco salen diferentes ramas que siguen el razonamiento.
- Marcos: es una red semántica en la que se reducen al máximo las relaciones entre los nudos. Allí se describen todas las características de un hecho con un soporte lógico.

El motor de inferencia aplica las reglas adecuadas a los hechos y razona en la elección, estos se basan en procedimientos denominados “encadenamiento hacia adelante” y “encadenamiento hacia atrás”.

El encadenamiento hacia adelante toma elecciones en las coincidencias que tienen hechos que son conocidos y reglas, seleccionando las reglas en las que los hechos coinciden con las premisas.

El encadenamiento hacia atrás no parte de los hechos, este sale de la hipótesis que se busca verificar, por lo que se seleccionan las reglas en las que se encuentren coincidencias con la hipótesis del problema.

Fases en la creación de un sistema experto:

- Comprensión del problema: se definen fines u objetivos para la realización del sistema. Se realiza documentación con respectiva clasificación y estructuración.
- Fijación de términos: se identifican los hechos que el sistema utiliza como razonamiento para la solución del problema.
- Representación del conocimiento: se formalizan los conceptos con sus acciones equivalentes mediante alguna representación del conocimiento.

Algunas aplicaciones son implementadas en campos como la geología, telecomunicaciones, química, medicina, educación, entre otros:

- Sistema de ayuda sobre legislación Argentina de riesgos de trabajo.
- Diseño de sistema experto difuso para la evaluación de riesgo crediticio en firmas comisionistas de bolsa para el otorgamiento de recursos financieros.

I.4 ALGORITMOS GENÉTICOS

Los algoritmos genéticos son métodos adaptivos, se usan en problemas de búsqueda y optimización de parámetros y se basan en la reproducción sexual y el principio de supervivencia más apto.

Para lograr solucionar un problema se parte de un conjunto inicial denominado población el cual se genera de manera aleatoria, los individuos pertenecientes a estas representan una posible solución al problema, evolucionando teniendo como base esquemas propuestos en la selección natural de Darwin.

La computación evolutiva consiste en el estudio de los fundamentos y aplicaciones de técnicas heurísticas basadas en principios de evolución natural.

Los parámetros de los algoritmos genéticos son:

- Tamaño de población: Este indica el número de cromosomas que contiene la población para una generación, existe un límite que determina que es ineficiente elevar el tamaño de población porque haría al algoritmo muy lento.
- Probabilidad de cruce: Este indica la frecuencia con la que se producen cruces entre los cromosomas padre. En caso dado de que no exista probabilidad de reproducción, los hijos serán copias de los padres, en caso contrario los

hijos tendrán partes de cromosomas de los padres.

- Probabilidad de mutación: Este indica la frecuencia con la que los genes de un cromosoma mutan, si no hay, los descendientes son iguales a los que había posteriormente.

La selección de los individuos más capacitados se hace de acuerdo a la teoría de Darwin en la que los más capacitados deben sobrevivir y crear una mejor descendencia, estos tipos son:

- Selección por rueda de ruleta: Cada cromosoma tendrá una parte de la ruleta mayor en función de la puntuación que posea, quien tenga la mayor parte saldrá con mayor probabilidad.
- Selección por rango: A cada cromosoma se le asigna un rango numérico basado en la aptitud y la selección.
- Selección elitista: Tras un cruce se puede perder un cromosoma de mejor adaptación. Por lo que este método copia un mejor cromosoma de la nueva generación.
- Selección por torneo: Se escoge de forma aleatoria un número de individuos, y el que posea mayor puntuación se reproduce sustituyendo la descendencia del que tiene menor puntuación.

La reproducción consiste en el intercambio de material genético entre cromosomas con el objetivo de que se consiga un mejoramiento de la aptitud reflejada en el descendiente.

La mutación suelen ser beneficiosas, consiste en modificar genes de forma aleatoria teniendo en cuenta la codificación y reproducción. Si se abusa de esta se puede incurrir en convertir el algoritmo en una simple búsqueda aleatoria.

Algunas aplicaciones son:

- Optimización en carga de containers.
- Diseño de circuitos integrados.
- Ingeniería aeroespacial.
- Robótica.

I.5 DEEP LEARNING

Es un subcampo del machine learning, este utiliza distintas estructuras de redes neuronales para conseguir aprendizaje en sucesivas capas.

Se realiza un mapeo de entrada por medio de una red neuronal que se compone de un número grande de capas en forma de jerarquía. La red aprende algo en la capa inicial y luego envía la información a la capa siguiente. De esta manera, la jerarquía constituye algo más complejo de lo que recibió la capa anterior.

Lo fundamental es utilizar un valor devuelto para retroalimentar la red y ajustar los pesos.

El Deep learning crea resultados notables que implican problemas de percepción y habilidades consideradas naturales e intuitivas.

Las redes neuronales prealimentadas se desarrollaron por primera vez representando un modelo sencillo, de dirección hacia adelante, donde n entradas se procesan en distintas capas.

Las redes neuronales convolucionales que se componen de neuronas y pesos además de sesgos con los que pueden aprender. La estructura se compone entre tipos:

- Capa convolucional: le da el nombre a la red.
- Capa de reducción: Reduce la cantidad de parámetros al quedarse con características más comunes.
- Capa clasificadora: Es totalmente conectada, nos dará un resultado final de la red.

REFERENCIAS

Referencias en la Web:

[1]

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

[2]

<https://sites.google.com/site/logicadifusaingindustria/lpaita/logica-difusa/conjuntos-difusos>

[3]

https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icbi/asignatura/logicaDifusa.pdf

[4]

<https://www.redalyc.org/pdf/3821/382138367007.pdf>

[5]

https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf

[6]

<http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/06-07/05.pdf>

[7]

https://www.researchgate.net/publication/237812449_Introduccion_a_los_Algoritmos_Geneticos

[8]

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora1/monografias/match-redesneuronales.pdf

[9]

http://ocw.uv.es/ingenieria-y-arquitectura/1-2/libro_ocw_libro_de_redes.pdf

[10]

<https://iaarbook.github.io/deeplearning/>