Computación Blanda

Soft Computing

Autor: Jorge Orobio Auz

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

Correo-e: j.orobio@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.**

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

1. 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.

* 1. REDES NEURONALES

Las redes neuronales son más que otra forma de emular ciertas características propias de los humanos, como la capacidad de memorizar y de asociar hechos. Si se examinan con atención aquellos problemas que no pueden expresarse a través de un algoritmo, se observará que todos ellos tienen una característica en común: la experiencia. El hombre es capaz de resolver estas situaciones acudiendo a la experiencia acumulada. Así, parece claro que una forma de aproximarse al problema consiste en la construcción de sistemas que sean capaces de reproducir esta característica humana. En definitiva, las redes neuronales no son más que un modelo artificial y simplificado del cerebro humano, que es el ejemplo más perfecto del que disponemos para un sistema que es capaz de adquirir conocimiento a través de la experiencia. Una red neuronal es “un nuevo sistema para el tratamiento de la información, cuya unidad básica de procesamiento está inspirada en la célula fundamental del sistema nervioso humano: la neurona”.

Todos los procesos del cuerpo humano se relacionan en alguna u otra forma con la inactividad de estas neuronas. Las mismas son un componente relativamente simple del ser humano, pero cuando millares de ellas se conectan en forma conjunta se hacen muy poderosas.

Lo que básicamente ocurre en una neurona biológica es lo siguiente: la neurona es estimulada o excitada a través de sus entradas (inputs) y cuando se alcanza un cierto umbral, la neurona se dispara o activa, pasando una señal hacia el axón.

Posteriores investigaciones condujeron al descubrimiento de que estos procesos son el resultado de eventos electroquímicos.

Como ya se sabe, el pensamiento tiene lugar en el cerebro, que consta de billones de neuronas interconectadas. Así, el secreto de la “inteligencia” -sin importar cómo se defina- se sitúa dentro de estas neuronas interconectadas y de su interacción.

También, es bien conocido que los humanos son capaces de aprender. Aprendizaje significa que aquellos problemas que inicialmente no pueden resolverse, pueden ser resueltos después de obtener más información acerca del problema. Por lo tanto, las Redes Neuronales...

* Consisten de unidades de procesamiento que intercambian datos o información.
* Se utilizan para reconocer patrones, incluyendo imágenes, manuscritos y secuencias de tiempo (por ejemplo: tendencias financieras).
* Tienen capacidad de aprender y mejorar su funcionamiento.

Una primera clasificación de los modelos de redes neuronales podría ser,atendiendo a su similitud con la realidad biológica:

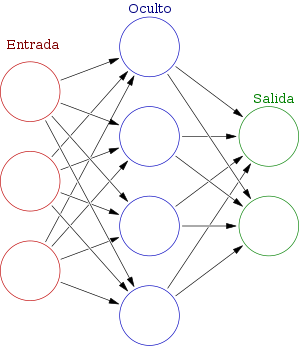
1) El modelo de tipo biológico. Este comprende las redes que tratan de simular los sistemas neuronales biológicos, así como las funciones auditivas o algunas funciones básicas de la visión.

2) El modelo dirigido a aplicación. Este modelo no tiene por qué guardar similitud con los sistemas biológicos. Su arquitectura está fuertemente ligada a las necesidades de las aplicaciones para la que es diseñada.

**Historia**

**1936** - Alan Turing. Fue el primero en estudiar el cerebro como una forma de ver el mundo de la computación. Sin embargo, los primeros teóricos que concibieron los fundamentos de la computación neuronal fueron Warren McCulloch, un neurofisiólogo, y Walter Pitts, un matemático, quienes, en 1943, lanzaron una teoría acerca de la forma de trabajar de las neuronas (Un Cálculo Lógico de la Inminente Idea de la Actividad Nerviosa - Boletín de Matemática Biofísica 5: 115-133). Ellos modelaron una red neuronal simple mediante circuitos eléctricos.

**1949** - Donald Hebb. Fue el primero en explicar los procesos del aprendizaje (que es el elemento básico de la inteligencia humana) desde un punto de vista psicológico, desarrollando una regla de cómo el aprendizaje ocurría. Aún hoy, este es el fundamento de la mayoría de las funciones de aprendizaje que pueden hallarse en una red neuronal. Su idea fue que el aprendizaje ocurre cuando ciertos cambios en una neurona son activados. También intentó encontrar semejanzas entre el aprendizaje y la actividad nerviosa. Los trabajos de Hebb formaron las bases de la Teoría de las Redes Neuronales.

**1950** - Karl Lashley. En sus series de ensayos, encontró que la información no era almacenada en forma centralizada en el cerebro sino que era distribuida encima de él.

* 1. LÓGICA DIFUSA

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 probabilidad de implementar sistemas basados en ella tanto en hardware como en software o en combinación de ambos.

La lógica difusa es una técnica de la inteligencia computacional que permite trabajar con información con alto grado de imprecisión, esto se diferencia de la lógica convencional que trabaja con información bien definida y precisa. Es una lógica multivaluada que permite valores intermedios para ppoder definir evaluaciones entre: si/no, verdadero/falso, negro/blanco, caliente/frio, entre otros.

El concepto de lógica difusa fue concebido por Lofti A Zaded, profesor de la universidad de California de Berkeley, quien disconforme con los conjuntos clásicos que solo permiten dos opciones, la pertenencia o no de un elemento a dicho conjunto la presentó como una forma de procesar información permitiendo pertenencias parciales a unos conjuntos que en contraposición a los clásicos los denominó conjuntos difusos.

La conocida teoría de conjuntos un elemento pertenece o no a un conjunto. En un conjunto difuso su frontera no está precisamente definida y el grado de pertenencia entre un valor entre 0 y 1. El concepto grado de pertenencia reemplaza al blanco o negro, es subjetivo y dependiente del dominio. El concepto de conjunto difuso fue expuesto por Zaded en un artículo en el año 1965, hoy clásico en la literatura la lógica difusa titulado “fuzzy sets” Y que fue publicado en la revista information and control él mismo sabe público a 1971 artículo “quantitative fuzzy semantics”, en donde introducir los elementos formales que acabarían comprendo el cuerpo de la doctrina de la lógica difusa y sus aplicaciones tal como se conoce en la actualidad Zaded dice La vez que fuiste de copiar la forma en que los humanos toman decisiones Lo curioso es que aunque para información precisa esa lógica en cierto modo muy precisa se puede aparcar un coche muy poco espacio y darle atrás suena para así el profesor sabe menciona que la gente no requiere información numérica precisa del medio que le rodea para desarrollar tareas de control altamente adaptables por ejemplo cuando un automóvil o caminar por una acera sin chocarse con las poses y las otras personas si los controladores convencionales en esencia alimentados se pudieran programar para aceptar entradas con ruido e imprecisas ellos podrían trabajar de una manera más eficiente que se podría implementar más fácilmente.

El hombre ,en la búsqueda precisión, Intenta usar el mundo real a modelos matemáticos rígidos y estáticos ,como la lógica clásica binaria .cuando Aristóteles y sus precursores y darán su teoría de la lógica y las matemáticas propusieron la ley del centro excluido qué indica cada asunto debe ser verdadero o falso ,la hierba es verde o no verde claramente puede ser verdad y no verde.

Lo que se busca, mediante el empleo y la teoría de conjuntos difusos Elio es describir y formalizar la realidad, empleando modelos flexibles que interpretan las leyes que rigen el comportamiento humano y las relaciones entre hombres. para describir esa realidad incierta tanto en el orden de lo social como en el de lo natural ,Es necesario valerse de predicados ,que pueden ser nítidos o difusos .

El nuevo punto de vista propuesto por Zaded choca con los siglos de tradición cultural la lógica binaria Aristóteles ser o no ser, por lo cual hubo resistencia por parte de los científicos quienes se negaban a aceptar que se trataba de un intento por estudiar científicamente el campo de la vaguedad permitido manipular concepto del lenguaje cotidiano, lo cual era imposible anteriormente. Según comenta Zaded “en Occidente la acogida fue menos positiva en Asia aceptan que el mundo no es mi novio negro verdad mentira en Occidente todo eso A o B” Por este motivo es en Asia donde más se aplica la tecnología desarrollada a partir de la lógica difusa.

* 1. SISTEMAS EXPERTOS

En la literatura existente se pueden encontrar muchas definiciones de sistema experto. Por ejemplo:

“Los sistemas expertos son máquinas que piensan y razonan como un experto lo haría en una cierta especialidad o campo. Por ejemplo, un sistema experto en diagnóstico médico requerir ́ıa como datos los s´ıntomas del paciente, los resultados de análisis cl´ınicos y otros hechos relevantes, y, utilizando estos, buscar´ıa en una base de datos la información necesaria para poder identificar la correspondiente enfermedad. [...] Un Sistema Experto de verdad, no solo realiza las funciones tradicionales de manejar grandes cantidades de datos, sino que también manipula esos datos de forma tal que el resultado sea inteligible y tenga significado para responder a preguntas incluso no completamente especificadas.”

Un sistema experto puede definirse como un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada.

Como tal, un sistema experto debe´ıa ser capaz de procesar y memorizar información, aprender y razonar en situaciones deterministas e inciertas, comunicar con los hombres y/u otros sistemas expertos, tomar decisiones apropiadas, y explicar por qué se han tomado tales decisiones. Se puede pensar también en un sistema experto como un consultor que puede suministrar ayuda a (o en algunos casos sustituir completamente) los expertos humanos con un grado razonable de fiabilidad.

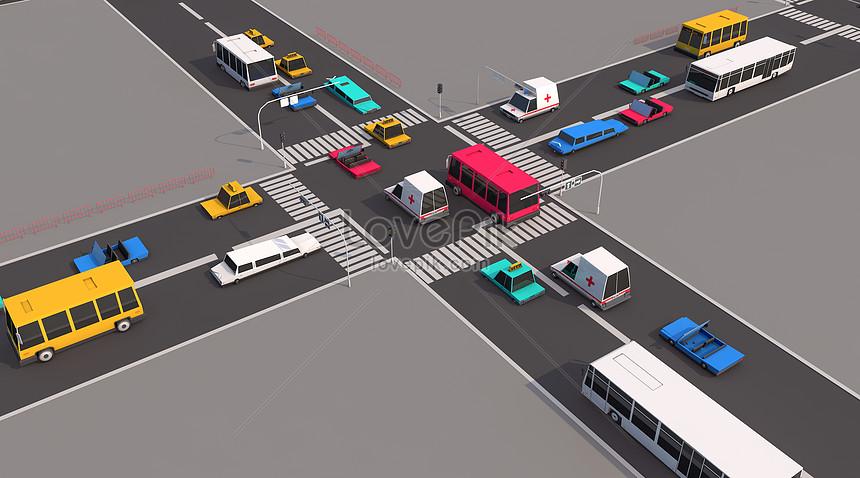
Durante la última década se han desarrollado muy rápidamente numerosas aplicaciones de sistemas expertos en muchos campos (ver, por ejemplo, Quinlan (1987, 1989)). Durkin (1994) examina unos 2,500 sistemas expertos y los clasifica por criterios, tales como áreas de aplicación, tareas realizadas, etc. la economía, la industria y la medicina continúan siendo los campos dominantes entre aquellos en los que se utilizan los sistemas expertos. La sección siguiente muestra algunos ejemplos que motivan la aplicación de los sistemas expertos en algunos de estos campos.

Ejemplos prácticos:

Transacciones bancarias: No hace mucho, para hacer una transacción bancaria, tal como depositar o sacar dinero de una cuenta, uno tenía que visitar el banco en horas de oficina. Hoy en día, esas y otras muchas transacciones pueden realizarse en cualquier momento del día o de la noche usando los cajeros automáticos que son ejemplos sencillos de sistemas expertos. De hecho, se pueden realizar estas transacciones desde casa comunicándose con el sistema experto mediante la línea telefónica.



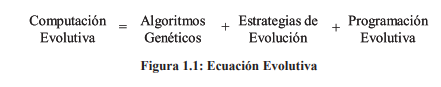
Control de tráfico: El control de tráfico es una de las aplicaciones más importantes de los sistemas expertos. No hace mucho tiempo, el flujo de tráfico en las calles de una ciudad se controlaba mediante guardias de tráfico que controlaban el mismo en las intersecciones. Hoy se utilizan sistemas expertos que operan automáticamente los semáforos y regulan el flujo del tráfico en las calles de una ciudad y en los ferrocarriles.



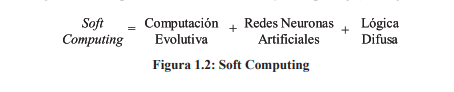
* 1. ALGORITMOS GENÉTICOS

Los Algoritmos Genéticos son métodos adaptativos, generalmente usados en problemas de búsqueda y optimización de parámetros, basados en la reproducción sexual y en el principio de supervivencia del más apto . Para alcanzar la solución a un problema se parte de un conjunto inicial de individuos, llamado población, generado de manera aleatoria. Estos individuos evolucionarán tomando como base los esquemas propuestos por Darwin sobre la selección natural, y se adaptarán en mayor medida tras el paso de cada generación a la solución requerida .

La respuesta a esta pregunta nos lleva directamente a los orígenes de la computación evolutiva. En términos muy generales se podría definir la computación evolutiva como una familia de modelos computacionales inspirados en la evolución. Más formalmente, el término de computación evolutiva se refiere al estudio de los fundamentos y aplicaciones de ciertas técnicas heurísticas basadas en los principios de la evolución natural . Estas técnicas heurísticas podrían clasificarse en 3 grandes categorías o grupos, dando lugar a la ecuación evolutiva recogida en la Figura 1.1



El desarrollo de los Algoritmos Genéticos se debe en gran medida a John Holland, investigador de la Universidad de Michigan. A finales de la década de los 60 desarrolló una técnica que imita en su funcionamiento a la selección natural. Aunque originalmente esta técnica recibió el nombre de “planes reproductivos”, a raíz de la publicación en 1975 de su libro “Adaptation in Natural and Artificial Systems” (Holland, 1975) se conoce principalmente con el nombre de Algoritmos Genéticos. A grandes rasgos un Algoritmo Genético consiste en una población de soluciones codificadas de forma similar a cromosomas. Cada uno de estos cromosomas tendrá asociado un ajuste, valor de bondad o fitness, que cuantifica su validez como solución al problema. En función de este valor se le darán más o menos oportunidades de reproducción. Además, con cierta probabilidad se realizarán mutaciones de estos cromosomas (Goldberg, 2002). Este proceso hará posible que los individuos genéticos tiendan hacia las soluciones a un problema dado, aunque las condiciones del espacio de búsqueda varíen con el transcurso del tiempo (Grefenstette, 1992) Las bases de las Estrategias de Evolución fueron apuntadas en 1973 por Rechenberg en su obra “Evolutionsstrategie: Optimierung Technischer Systeme nach Prinzipien der Biologischen Evolution” (Rechenberg, 1973). Las Algoritmos Genéticos 13 dos Estrategias de Evolución más empleadas son la (µ+λ)-ES y la (µ,λ)-ES. En la primera de ellas un total de µ padres producen λ descendientes, reduciéndose nuevamente la población a µ individuos (los padres de la siguiente generación) por selección de los mejores individuos. De esta manera los padres sobreviven hasta que son reemplazados por hijos mejores que ellos. En la (µ,λ)-ES la descendencia reemplaza directamente a los padres, sin hacer ningún tipo de comprobación. La Programación Evolutiva surge principalmente a raíz del trabajo “Artificial Intelligence Through Simulated Evolution” de Fogel, Owens y Walsh, publicado en 1966 (Fogel, Ewens & Walsh, 1966). En este caso los individuos, conocidos aquí como organismos, son máquinas de estado finito. Los organismos que mejor resuelvan alguna de las funciones objetivo obtienen la oportunidad de reproducirse. Antes de producirse los cruces para generar la descendencia se realiza una mutación sobre los padres. A su vez la computación evolutiva puede verse como uno de los campos de investigación de lo que se ha dado en llamar Soft Computing (ver Figura 1.2).



* 1. DEEP LEARNING

La tecnología de aprendizaje automático impulsa muchos aspectos de la sociedad moderna: desde búsquedas web hasta filtrado de contenido en redes sociales y recomendaciones en sitios web de comercio electrónico, y está cada vez más presente en productos de consumo como cámaras y teléfonos inteligentes. Los sistemas de aprendizaje automático se utilizan para identificar objetos en imágenes, transcribir voz en texto,

Haga coincidir noticias, publicaciones o productos con los intereses de los usuarios y seleccione resultados de búsqueda relevantes. Cada vez más, estas aplicaciones utilizan una clase de técnicas llamadas aprendizaje profundo.

Las técnicas convencionales de aprendizaje automático tenían una capacidad limitada para procesar datos naturales en su forma original. Durante décadas, la construcción de un patrón

El sistema de reconocimiento o aprendizaje automático requirió una ingeniería cuidadosa y una considerable experiencia en el dominio para diseñar un extractor de características que transformará los datos sin procesar (como los valores de píxeles de una imagen) en una representación interna adecuada o vector de características a partir del cual el subsistema de aprendizaje, a menudo un clasificador ,

podría detectar o clasificar patrones en la entrada.

El aprendizaje de representaciones es un conjunto de métodos que permite que una máquina se alimente con datos brutos y descubra automáticamente las representaciones necesarias para la detección o clasificación. Los métodos de aprendizaje profundo son métodos de aprendizaje de representación con múltiples niveles de representación,

obtenido al componer módulos simples pero no lineales, cada uno de los cuales transforma la representación en un nivel (comenzando con la entrada sin procesar) en una representación en un nivel superior, un poco más abstracto. Con la composición de suficientes transformaciones de este tipo, se pueden aprender funciones muy complejas. Para tareas de clasificación,

Las capas más altas de representación amplifican aspectos de la entrada que son importantes para la discriminación y suprimen variaciones irrelevantes. Una imagen, por ejemplo, viene en forma de una matriz de valores de píxeles,

y las características aprendidas en la primera capa de representación representan típicamente la presencia o ausencia de bordes en orientaciones y ubicaciones particulares en la imagen. La segunda capa detecta típicamente motivos al detectar arreglos particulares de bordes, independientemente de las pequeñas variaciones en las posiciones de los bordes.

La tercera capa puede ensamblar motivos en combinaciones más grandes que corresponden a partes de objetos familiares, y las capas posteriores detectaron objetos como combinaciones de estas partes. El aspecto clave del aprendizaje profundo es que estas capas de características no están diseñadas por ingenieros humanos: se aprenden de los datos utilizando una

procedimiento de aprendizaje de propósito.

REFERENCIAS

Referencias en la Web:

[1]

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

Matich, D. J. (2001). Redes Neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones. *Universidad Tecnológica Nacional, México*.

Eduardo, C., & De Vito, E. L. (2006). Introducción al razonamiento aproximado: lógica difusa. *Revista Americana de Medicina Respiratoria*, *6*(3), 126-136.

Castillo, E., Gutiérrez, J. M., & Hadi, A. S. (1997). Sistemas expertos y modelos de redes probabilısticas. *Academia de Ingenierıa*.

Marcos; Rivero Gestal (Daniel; Rabuñal, Juan Ramón; Dorado, Julián; Pazos, Alejandro), & Gestal, M. (2010). *Introducción a los algoritmos genéticos y la programación genética*. Universidade da Coruña.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, *521*(7553), 436-444.