

INTRODUCCION

La *lógica difusa* ha cobrado una fama grande por la variedad de sus aplicaciones, las cuales van desde el control de complejos procesos industriales, hasta el diseño de dispositivos artificiales de deducción automática, pasando por la construcción de artefactos electrónicos de uso doméstico y de entretenimiento, así como también de sistemas de diagnóstico. De hecho, desde hace ya, al menos, década y media, la expedición de patentes industriales de mecanismos basados en la lógica difusa tiene un crecimiento sumamente rápido en todas las naciones industrializadas del orbe.

CONCEPTOS

LOGICA DIFUSA: Es un sistema matemático que modela funciones no lineales, que convierte unas entradas en salidas acorde con los planteamientos lógicos que usan el razonamiento aproximado.

LOGICA DIFUSA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL: Método de razonamiento de maquina similar al pensamiento humano, que puede procesar información incompleta o incierta, característico de muchos sistemas expertos.

Con la lógica difusa o borrosa se puede gobernar un sistema por medio de reglas de “sentido común” las cuales se refieren a cantidades indefinidas. En general la lógica difusa se puede aplicar tanto a sistemas de control como para modelar cualquier sistema continuo de ingeniería, física, biología o economía.

CONJUNTOS DIFUSOS: Son imprecisos, es decir, tienen implícito un cierto grado de difusidad en la descripción de su naturaleza. Esta imprecisión puede estar asociada con su forma, posición, momento, color, textura, o incluso en lo que son.

IMPRECISION: Es una consecuencia natural de “la forma de las cosas en el mundo”.

OPERACIONES: Existen 4 operaciones básicas de conjuntos en esta lógica;

- ? Unión
- ? Intersección
- ? Complemento
- ? Unión exclusiva

VARIABLES LINGÜÍSTICAS: Es el nombre de un conjunto difuso. Si tenemos un conjunto difuso llamado "alto" este es una simple variable lingüística.

Una variable lingüística encapsula las propiedades de aproximación o conceptos de imprecisión en un sistema y da una forma de computar adecuada.

Una variable lingüística siempre representa un espacio difuso.

Las etiquetas lingüísticas pueden clasificarse en dos categorías que se definen como sigue:

TIPO I: las que pueden representarse como operadores que actúan en un conjunto difuso: ejemplos. "muy", "mas o menos", "mucho", "ligeramente", "altamente", "bastante", etc.

TIPO II: Las que requieren una descripción de cómo actúan en los componentes del conjunto difuso (operando): ejemplos. "esencialmente", "técnicamente", "estrictamente", "prácticamente", "virtualmente", etc....

La definición de las etiquetas lingüísticas de tipo II es la siguiente: es como un algoritmo difuso que envuelve etiquetas tipo I. una etiqueta de este tipo tiene el efecto de aumentar las ponderaciones de los atributos importantes y disminuir los que relativamente no lo son.

RESUMEN HISTORICO

NACIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LA LÓGICA DIFUSA.

La Lógica Difusa nació en 1965 cuando el Dr. Zadeh publico un articulo titulado "Conjuntos Difusos" en la revista científica Information and Control. En este artículo describió a través de la teoría matemática de conjuntos, como poder trabajar matemáticamente con expresiones imprecisas, tal como lo hace el ser humano.

TODO COMENZO CON UNA BROMA.

Un día el Dr. Zadeh se enzarzo con un amigo en una larga discusión acerca de cual de sus dos mujeres era la más guapa. Cada uno consideraba que su mujer era más bonita que la del otro. Por supuesto no existe forma objetiva de medir la belleza. El concepto de "belleza" varía mucho entre las personas. A pesar de que la discusión se prolongo durante mucho tiempo, no pudieron llegar a una conclusión satisfactoria. Esta discusión disparo el deseo de Zadeh de lograr expresar numéricamente conceptos difusos como "más bonita" o "menos bonita".

Según Zadeh, no debería considerarse la teoría difusa como una simple teoría, sino que se debería considerar el proceso de difusificación (en inglés fuzzification) como una metodología para generalizar cualquier teoría desde su versión ordinaria (discreta) a una nueva versión continua (borrosa). Así puede hablarse de "cálculo borroso", "ecuaciones diferenciales borrosas", "autómatas borrosos", "sistemas dinámicos borrosos", etc.

HISTORIA

Los conjuntos difusos fueron introducidos por primera vez en 1965; la creciente disciplina de la lógica difusa provee por sí misma un medio para acoplar estas tareas. En cierto nivel, la lógica difusa puede ser vista como un lenguaje que permite trasladar sentencias sofisticadas en lenguaje natural a un lenguaje matemático formal. Mientras la motivación original fue ayudar a manejar aspectos imprecisos del mundo real, la práctica temprana de la lógica difusa permitió el desarrollo de aplicaciones prácticas. Aparecieron numerosas publicaciones que presentaban los fundamentos básicos con aplicaciones potenciales. Esta frase marcó una fuerte necesidad de distinguir la lógica difusa de la teoría de probabilidad. Tal como la entendemos ahora, la teoría de conjuntos difusos y la teoría de probabilidad tienen diferentes tipos de incertidumbre.

En 1994, la teoría de la lógica difusa se encontraba en la cumbre, pero esta idea no es nueva, para muchos, estuvo bajo el nombre de lógica difusa durante 25 años, pero sus orígenes se remontan hasta 2,500 años. Aún Aristóteles consideraba que existían ciertos grados de veracidad y falsedad. Platón había considerado ya grados de pertenencia.

En el siglo XVIII el filósofo y obispo anglicano Irlandés, George Berkeley y David Hume describieron que el núcleo de un concepto atrae conceptos similares. Hume en particular, creía en la lógica del sentido común, el razonamiento basado en el conocimiento que la gente adquiere en forma ordinaria mediante vivencias en el mundo. En Alemania, Immanuel Kant, consideraba que solo los matemáticos podían proveer definiciones claras, y muchos principios contradictorios no tenían solución. Por ejemplo la materia podía ser dividida infinitamente y al mismo tiempo no podía ser dividida infinitamente. Particularmente la escuela americana de la filosofía llamada pragmatismo fundada a principios de siglo por Charles Sanders Peirce, cuyas ideas se fundamentaron en estos conceptos, fue el primero en considerar "vaguedades", más que falso o verdadero, como forma de acercamiento al mundo y a la forma en que la gente funciona.

La idea de que la lógica produce contradicciones fue popularizada por el filósofo y matemático británico Bertrand Russell, a principios del siglo XX. Estudio las vaguedades del lenguaje, concluyendo con precisión que la

vaguedad es un grado. El filósofo austriaco Ludwig Wittgenstein estudió las formas en las que una palabra puede ser empleada para muchas cosas que tienen algo en común. La primera lógica de vaguedades fue desarrollada en 1920 por el filósofo Jan Lukasiewicz, visualizó los conjuntos con un posible grado de pertenencia con valores de 0 y 1, después los extendió a un número infinito de valores entre 0 y 1. En los años sesentas, Lofti Zadeh inventó la lógica difusa, que combina los conceptos de la lógica y de los conjuntos de Lukasiewicz mediante la definición de grados de pertenencia.

LOGICA DIFUSA

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA:

La lógica difusa es una teoría que se ha implantado en el campo científico-técnico y que en definitiva nos resulta realmente útil si nos interesa que un determinado dispositivo (maquina, programa, aplicación...) “piense” tal y como lo haría la mente humana. Esta lógica se basa fundamentalmente en crear una relación matemática entre un elemento y un determinado conjunto difuso con el fin de que una computadora sea capaz de realizar una valoración similar a como lo hacemos nosotros.

Supongamos que estamos hablando de la mediana edad, al escuchar este termino mentalmente lo asociamos a un determinado tipo de imágenes y personas que a una máquina le seria imposible realizar porque es incapaz de razonar y comprender un aspecto abstracto o impreciso.

Para conseguirlo la lógica difusa utiliza una función de pertenencia $[0,1]$ entre un elemento (en nuestro caso serán los años) y un determinado conjunto que a priori será confuso para el computador (para nosotros la mediana edad).

Partimos de la base que la mediana edad son los 45 años, en ese caso la función de pertenencia entre los años y la mediana edad será máxima y valdrá 1. Sin embargo no podemos descartar a las personas de 35 o 55 años como mediana edad. Por otro lado, los menores de 35 años y los mayores de 55 tampoco se pueden considerar radicalmente que no pertenezcan a la mediana edad aunque el grado de pertenencia a la misma será mucho menor y cada vez más cercano a cero.

Con esta teoría conseguimos que esa relación matemática que hemos obtenido, gracias a la función de pertenencia, forme la base para que una maquina sea capaz de interpretar si un elemento pertenece o no a un conjunto difuso y lo que es mas importante, que pueda evaluar si ese grado de pertenencia es elevado (cercano a 1) o en cambio es despreciable (cercano a 0).

EVALUACIÓN DE LA INDUSTRIA:

Para realizar una evaluación precisa de esta tecnología es importante comprender dos aspectos significativos de su mercado.

El primero es que la lógica difusa no se vende ni se puede conseguir en cualquier tienda o comercio de forma concisa tal y como compramos un antivirus o contratamos un servicio en Internet, es decir, una empresa no ofrece nunca dicha tecnología a su cliente de forma separada al producto final, de ese modo la compañía Philips, Sony, Panasonic, etcétera... ofrecen cámaras digitales que reducen la vibración mediante aplicaciones basadas en lógica difusa, pero estas aplicaciones están integradas dentro del producto final.

El segundo aspecto es que hemos de comprender que el mercado de esta aplicación no está ni mucho menos definido ya que existe un sinnúmero de máquinas, programas, computadoras, etcétera, que usan dicha tecnología.

Prácticamente todas las aplicaciones tecnológicas basadas en lógica difusa son en un porcentaje muy elevado creaciones propias realizadas por los ingenieros de la materia en cada compañía.

ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA:

Es importante hacer mención de que los sistemas difusos fueron introducidos por primera vez en la década de los 70. En los 80 fue cuando se consiguió implementar aplicaciones realmente significativas, alcanzando el máximo auge a partir de 1994.

Dicho todo esto, podemos afirmar que la teoría difusa ya está totalmente introducida en la vida cotidiana, pero en cambio hemos de aceptar que es una teoría que abarca un extenso campo en el mundo tecnológico, y todo ese campo no está aun explotado, por consiguiente se puede afirmar que se trata de un estudio integrado actualmente pero en vías expansivas.

Si nos basamos en estudios anteriores que ya están contrastados podemos ratificar que su fiabilidad es muy alta, pero no olvidemos que el objetivo de este proyecto es imitar el razonamiento humano, así es que el índice de fracaso en principio es muy elevado debido a que un computador necesita tener predefinidos todos y cada uno de los posibles inconvenientes que pueden surgir.

ESTIMACIÓN DE COSTES:

Si queremos conocer el coste que ha de cubrir una empresa, tendríamos que plantearnos en principio, cual es el campo específico que deseamos explotar entre toda la inmensidad que abarca los sistemas difusos.

Una vez decididos hemos de realizar el estudio de la aplicación que derivaría de la contratación de un equipo (organización) de expertos ingenieros en lógica difusa, los cuales realizarían una planificación detallada de todos los posibles aspectos y todos los posibles casos de error en que puede verse envuelta dicha tecnología, esto supondría una inversión entre 10.000 y 50.000 dólares americanos. Por último este grupo de expertos nos darían los planos (diseños) mecánicos de la aplicación.

Para todo ello, es necesario invertir en la maquinaria precisa y totalmente innovadora para poder implementar los planos obtenidos, probablemente esta sería la inversión más fuerte que deberíamos introducir y su coste sería seguramente mayor a 10 millones de pesetas según la tecnología explotada.

Tampoco podemos olvidarnos del gasto que supone los suministros base que se requieren ya que seguramente son de última tecnología y muy caros.

PROBLEMÁTICA DE LA IMPLANTACIÓN:

Sin duda alguna la implantación de este sistema difuso implica un grave trastorno sobre todo porque es necesaria la introducción de máquinas modernas capaces de fabricar y modelar las aplicaciones basadas en esta nueva aplicación.

Por otro lado, también es necesario el aprendizaje de términos difusos por parte de los técnicos ya que estamos hablando de una tecnología innovadora, además de la necesaria implantación de un equipo técnico especializado que sea capaz de resolver problemas con fluidez.

CARACTERÍSTICAS

1.- Se basa en palabras y no en números, las verdades de los valores son expresados lingüísticamente.

Por ejemplo: caliente, muy frío, verdad, lejano, cercano, rápido, lento, medio, etc.

2.- Ésta genera algunos modificadores del predicado como por ejemplo: mucho, más o menos, poco, suficientemente, medio, etc.

3.- También procesa un sistema amplio de cuantificadores, como por ejemplo: pocos, varios, alrededor, generalmente.

4.- Hace uso las probabilidades lingüísticas, como por ejemplo: probable, improbable, que se interpretan como números borrosos y son manipuladas por su aritmética.

5.- Maneja todos los valores entre 0 y 1, tomando éstos como límite solamente.

APLICACIONES

Actualmente existen todo tipo de instrumentos, máquinas y procedimientos controlados borrosamente, adaptándose "inteligentemente" a cada situación particular: acondicionadores de aire, frigoríficos, lavadoras / secadoras, aspiradoras, hornos microondas, mantas eléctricas, ventiladores, autoenfoques fotográficos, estabilizadores de imágenes en grabadoras de vídeo, transmisiones de automóviles, suspensiones activas, controles de ascensores, dispensadores de anticongelantes para los aviones en los aeropuertos, sistemas de toma de decisiones industriales o económicas, y un largo etcétera en el que se incluye hasta un helicóptero no tripulado, cuyo prototipo, de más de 4 m. de envergadura ha sido capaz de mejorar al convencional, consiguiendo su estabilización tras perder una pala, cosa que ningún piloto humano ha logrado jamás.

Una vez más la experiencia nos demuestra, pues, como un concepto inicialmente básico, tan abstracto como el de los conjuntos o la lógica borrosa, puede convertirse, en relativamente poco tiempo, en aplicaciones útiles para nuestra vida diaria y el progreso de la Humanidad.

Una de las aplicaciones mas importantes de la teoría difusa se aplicaron en Sendai (Japón) donde se puso en servicio un metro controlado mediante lógica difusa, este tenía la peculiaridad de poseer controladores que hacían las frenada y la aceleraciones mucho mas suaves facilitando así la conducción.

A partir de los 90 se incluyo también en los ascensores consiguiendo así reducir el tiempo de espera y la seguridad de los mismos.

También se ha comenzado a implementar en los controles de inyección electrónica del carburante y en los sistemas de guiado automático de coches, haciendo los controles complejos más eficientes y fáciles de utilizar.

Las lavadoras “difusas” tienen más de 400 ciclos preprogramados; a pesar de su complejidad tecnológica resultan más fáciles de operar que las lavadoras tradicionales. El usuario solo pone en marcha la lavadora, el resto queda en manos del control difuso. El evalúa automáticamente el material, el volumen, la suciedad de la ropa, elige el ciclo óptimo de lavado, así como el caudal de agua que ha de emplear.

En las actividades domésticas cotidianas se inventó un sistema de ventilación que usa el control difuso para conmutar un ventilador según los conocimientos de cantidad de polvo, olores, temperatura y humedad ambiente.

El baño difuso, por ejemplo tiene un controlador que mantiene el agua a la temperatura ideal del usuario, ni muy fría ni muy caliente.

Con toda esta serie de ejemplos se puede ratificar que se trata de una aplicación con un presente legible y un futuro inmediato sin límites. El objetivo es elevar las funciones y capacidades de las máquinas a niveles comparables al del ser humano y toda aplicación electrónica o programable que lo consiga mediante esta teoría puede ser incluida dentro de este grupo de ejemplos.

ETAPAS DE LA LOGICA DIFUSA

1. Fusificación (Fuzzification). Las funciones de pertenencia definidas para las variables de entrada se aplican a sus valores actuales correspondientes, para poder determinar el grado de verdad para cada regla de la premisa.
2. Inferencia Lógica. El valor de verdad para la premisa de cada regla se calcula, y aplica a la parte de conclusiones de cada regla. Este resultado se asigna a un subconjunto difuso para ser asignado a cada variable de salida para cada regla.
3. Defusificación (Defuzzification). La cual es usada cuando se desea convertir la salida difusa en un valor puntual numérico. Existen muchos métodos de defusificación (al menos 30).