Sistemas Expertos

Acercamiento teórico a la lógica difusa

Estructura y conceptos sobre sistema experto y lógica difusa.

Sara Rincon Galeano

*Facultad de ingenierías, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia*

sara.16@utp.edu.co

***Resumen*— El propósito de este documento es presentar de manera general los conceptos básicos acerca de los sistemas expertos y la lógica difusa, además se agrega un el algoritmo de entrenamiento de un perceptrón simple como introducción al siguiente documento acerca de redes neuronales.**

***Palabras clave—sistemas expertos, arquitectura, clips, lógica difusa, incertidumbre, aprendizaje autónomo.***

***Abstract*—The purpose of this document is to present in a general way the basic concepts about expert systems and fuzzy logic, in addition to the simple perceptron training algorithm as an introduction to the following document about neural networks.**

***KeyWords* —expert systems, architecture, clips, fuzzy logic, uncertainty, autonomous learning.**

1. INTRODUCCIÓN

En 1965, un equipo dirigido por Edward Feigenbaum, comenzó a desarrollar SE utilizando bases de conocimiento definidas minuciosamente. Dos años más tarde se construye DENDRAL, el cual es considerado como el primer SE. La función de dicho SE era identificar estructuras químicas moleculares a partir de su análisis espectrográfico.

En la década de los setenta se desarrolló MYCIN para consulta y diagnóstico de infecciones de la sangre. Este sistema introdujo nuevas características: utilización de conocimiento impreciso para razonar y posibilidad de explicar el proceso de razonamiento. Lo más importante es que funcionaba de manera correcta, dando conclusiones análogas a las que un ser humano daría tras largos años de experiencia. En MYCIN aparecen claramente diferenciados motor de inferencia y base de conocimientos. Al separar esas dos partes, se puede considerar el motor de inferencias aisladamente. Esto da como resultado un sistema vacío o shell (concha). Así surgió EMYCIN (MYCIN Esencial) con el que se construyó SACON, utilizado para estructuras de ingeniería, PUFF para estudiar la función pulmonar y GUIDON para elegir tratamientos terapéuticos.

En esa época se desarrollaron también: HERSAY, que intentaba identificar la palabra hablada, y PROSPECTOR, utilizado para hallar yacimientos de minerales. De este último derivó el shell KAS (Knowledge Adquisition System), sin embargo se concluyó que la fuerza de los SE estaba en la robustez de las bases de conocimiento, y que α su vez esta era su limitante.

La historia de la lógica difusa se remonta lα grecia antigua, cuando los filósofos ya concebían la idea de que las cosas no podían estar divididas de dos extremos solamente; de esta forma la filosofía avanzó sobre dichas reflexiones.

En 1920 Jan Lukasiewicz, desarrolló la primera lógica de vaguedades. Para él los conjuntos tienen un posible grado de pertenencia con valores que oscilan entre 0 y 1, y en este intervalo existen un número infinito de valores.

El padre del término "borroso" fue Lofti Asier Zadeh cuando en 1965 publicó "Fuzzy Sets" (Conjuntos Difusos). Las tesis que propone surgen del estudio de pensadores de distintas disciplinas que como él, tenían una visión de los problemas diferente de la lógica tradicional. La paradoja del conjunto de Bertrand Russell, el principio de incertidumbre de la física cuántica de Werner Heisenberg, la teoría de los conjuntos vagos de Max Black y la aportación de Jan Lukasiewiz, influyeron para que Zadeh publicase el ensayo "Fuzzy Sets" en la revista "Information and Control" y tres años después en 1968, "Fuzzy Algorithm".

La intención de Zadeh era la creación de un formalismo para manejar de forma más eficiente la imprecisión del razonamiento humano. Es en 1971, cuando realiza la publicación de "Quantitative Fuzzy Semantics" en donde aparecen los elementos formales que dan lugar a la metodología de la Lógica Borrosa y de sus aplicaciones tal y como se conocen en la actualidad.

A partir de 1973, con la teoría básica de los controladores borrosos de Zadeh, otros investigadores comenzaron a aplicar la Lógica Borrosa a diversos procesos y se establecen varios grupos de investigación en lógica difusa en algunas pequeñas universidades japonesas; los profesores Terano y Shibata en Tokio y los profesores Tanaka y Asai en Osaka hacen grandes aportaciones tanto al desarrollo de la teoría de la Lógica Borrosa como al estudio de sus aplicaciones.

1. SISTEMAS EXPERTOS

Concepto:

Es un software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema. Pueden almacenar conocimientos de expertos para un campo determinado y solucionar un problema mediante deducción lógica de conclusiones.

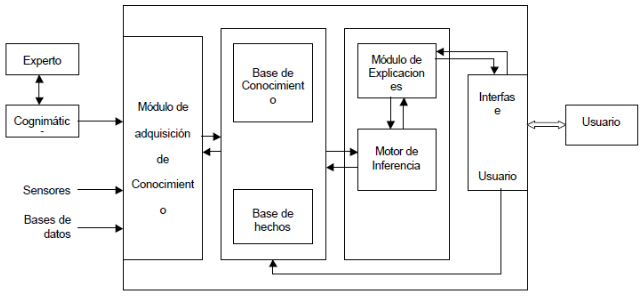
Son SE aquellos programas que se realizan haciendo explícito el conocimiento en ellos, que tienen información específica de un dominio concreto y que realizan una tarea relativa a este dominio.

Programas que manipulan conocimiento codificado para resolver problemas en un dominio especializado en un dominio que generalmente requiere de experiencia humana.

Programas que contienen tanto conocimiento declarativo (hechos a cerca de objetos, eventos y/o situaciones) como conocimiento de control (información a cerca de los cursos de una acción), para emular el proceso de razonamiento de los expertos humanos en un dominio en particular y/o área de experiencia.

Software que incorpora conocimiento de experto sobre un dominio de aplicación dado, de manera que es capaz de resolver problemas de relativa dificultad y apoyar la toma de decisiones inteligentes en base a un proceso de razonamiento simbólico.

Arquitectura:



Base de Conocimiento (BC)

Es la parte del sistema experto que contiene el conocimiento sobre el dominio. Hay que obtener el conocimiento del experto y codificarlo en la base de conocimientos. Una forma clásica de representar el conocimiento en un sistema experto son lar reglas. Una regla es una estructura condicional que relaciona lógicamente la información contenida en la parte del antecedente con otra información contenida en la parte del consecuente.

Base de hechos

Contiene los hechos sobre un problema que se han descubierto durante una consulta. Durante una consulta con el sistema experto, el usuario introduce la información del problema actual en la base de hechos. El sistema empareja esta información con el conocimiento disponible en la base de conocimientos para deducir nuevos hechos.

Motor de inferencia.

El sistema experto modela el proceso de razonamiento humano con un módulo conocido como el motor de inferencia.

Subsistema de explicación.

Una característica de los sistemas expertos es su habilidad para explicar su razonamiento. Usando el módulo del subsistema de explicación, un sistema experto puede proporcionar una explicación al usuario de por qué está haciendo una pregunta y cómo ha llegado a una conclusión.

Interfaz de usuario.

La interacción entre un sistema experto y un usuario se realiza en lenguaje natural. También es altamente interactiva y sigue el patrón de la conversación entre seres humanos. Para conducir este proceso de manera aceptable para el usuario es especialmente importante el diseño del interfaz de usuario.

CLIPS:

es una herramienta que provee un entorno de desarrollo para la producción y ejecución de sistemas expertos. Fue creado a partir de 1984, en el Lyndon B. Johnson Space Center de la NASA. La versión estándar de CLIPS proporciona un entorno de desarrollo interactivo orientado a texto, incluyendo una herramienta de depuración, ayuda on-line y un editor integrado, distingue mayúsculas y minúsculas y ofrece paradigmas heurísticos y procedurales para representar el conocimiento.

1. LÓGICA DIFUSA

Concepto:

Es una lógica multivaluada que permite representar matemáticamente la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas formales para su tratamiento.

Como indica Zadeh, “Cuando aumenta la complejidad, los enunciados precisos pierden su significado y los enunciados útiles pierden precisión.”, que puede resumirse como que “los árboles no te dejan ver el bosque”. Básicamente, cualquier problema del mundo puede resolverse como dado un conjunto de variables de entrada (espacio de entrada), obtener un valor adecuado de variables de salida (espacio de salida).

La lógica difusa permite establecer este mapeo de una forma adecuada, atendiendo a criterios de significado (y no de precisión).

Modelo:

Para cada conjunto difuso, existe asociada una función de pertenencia para sus elementos, que indica en qué medida el elemento forma parte de ese conjunto difuso. Las formas de las funciones de pertenencia más típicas son trapezoidal, lineal y curva.

Se basa en reglas heurísticas de la forma SI (antecedente) ENTONCES (consecuente), donde el antecedente y el consecuente son también conjuntos difusos, ya sea puros o resultado de operar con ellos. Sirvan como ejemplos de regla heurística para esta lógica (nótese la importancia de las palabras «muchísimo», «drásticamente», «un poco» y «levemente» para la lógica difusa):

Los métodos de inferencia para esta base de reglas deben ser sencillos, versátiles y eficientes. Los resultados de dichos métodos son un área final, fruto de un conjunto de áreas solapadas entre sí (cada área es resultado de una regla de inferencia). Para escoger una salida concreta a partir de tanta premisa difusa, el método más usado es el del centroide, en el que la salida final será el centro de gravedad del área total resultante.

Ejemplo: Propina al mesonero

El conocimiento experto de un comensal de un restaurante se modela mediante un sistema de reglas difusos. El sistema cuenta con dos variables de entrada Servicio (Calidad del Servicio, que se evalúa de 0 a 10), y Comida (Calidad de la Comida, que se evalúa igualmente de 0 a 10). El porcentaje de propina se modela con la variable Propina (definida entre 5 % y 25 % del precio total).

A la variable de entrada Servicio le asociaremos tres conjuntos difusos asociados a las etiquetas lingüísticas Pobre, Bueno y Excelente.

Estos conjuntos se definirán empleando una función Gausiana Simple, con la siguiente especificación:

Pobre = m = 0, σ = 1,5

Bueno = m = 5, σ = 1,5

Excelente = m = 10, σ = 1,5

La calidad de la comida Comida tendrá asociada dos conjuntos difusos, con las etiquetas Rancia y Deliciosa. Estos conjuntos se definirán mediante funciones trapezoidales, con la siguiente especificación según sus vectores de ajuste:

Rancia = (1/0, 1/1, 0/3)

Deliciosa = (0/7, 1/9, 1/10)

De forma análoga, la Propina estará definida sobre tres conjuntos difusos con las etiquetas Tacaña, Promedio y Generosa. Estos conjuntos se definirán mediante funciones triangulares, con la siguiente especificación según sus vectores de ajuste:

Tacaña = (0/0, 1/5, 0/10)

Promedio = (0/5, 1/15, 0/25)

Generosa = (0/20, 1/25, 0/30)

El sistema de reglas que modela el conocimiento experto del comensal está basado en tres reglas, con la siguiente especificación:

R1 : Si servicio es pobre ∨ comida es rancia → propina es tacaña

R2 : Si servicio es bueno → propina es promedio

R3 : Si serv. es excel. ∨ comida es deliciosa → propina es generosa

1. ALGORITMO: ENTRENAMIENTO DE UN PERCEPTRÓN

Acontinuaciòn se describirán los pasos fundamentales para el entrenamiento de un perceptrón:

Paso 0: Inicialización

Inicializar los pesos sinápticos con números aleatorios del intervalo [-1,1]. Ir al paso 1 con k=1

Paso 1: (k-ésima iteración)

Calcular



Paso 2: Corrección de los pesos sinápticos

Si z(k)≠y(k) modificar los pesos sinápticos según la expresión:



Paso 3: Parada

Si no se han modificado los pesos en las últimas p iteraciones, es decir,



parar. La red se ha estabilizado. En otro caso, ir al Paso 1 con k=k+1.

1. CONCLUSIONES

Los sistemas expertos fueron un gran avance para la inteligencia artificial en su época, sin embargo no fueron lo suficientemente eficaces, ya que dependían profundamente del conocimiento proporcionado por un experto, por tanto no producion conocimentio real, ni aprendian autonmante.

la lógica difusa es una herramienta interesante para simular el entorno real, ya que se ajusta más α un modelo no determinista, y permite expandir la toma de decisiones de un sistema, más allá de la información brindada por un experto. Permite utilizar el lenguaje natural y hacer un modelo cuantificable del mismo.

las redes neuronales aunque no son el tema principal de este documento forman parte esencial del desarrollo de la lógica difusa y están íntimamente relacionadas con esta.

REFERENCIAS

1. <https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf>
2. <http://unefa-teoriadesistemas.blogspot.com/2009/04/sistemas-expertos.html>
3. <https://catalinasist.files.wordpress.com/2011/03/arquitectura-sistema-experto.png>
4. <https://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/docencia/2011_Softcomputing/LogicaDifusa.pdf>
5. <http://www.dma.fi.upm.es/recursos/aplicaciones/logica_borrosa/web/tutorial_fuzzy/introduccion2.html>
6. <http://luisguillermo.com/Curso-IA-UPB/clips-castellano.pdf>
7. <https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_difusa>
8. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6887/04Rpp04de11.pdf>
9. <http://www.lcc.uma.es/~munozp/documentos/modelos_computacionales/temas/Tema4MC-05.pdf>