Lógica Difusa

JAIME ALBERTO GUZMAN LUNA, Ph.D

CURSO GRUPO BANCOLOMBIA

Contenido

- Introducción a la lógica difusa
- Conjuntos difusos y variables lingüisticas
- Razonamiento aproximado

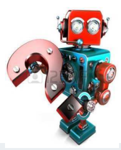
Introducción

Lógica difusa

Caso de estudio

- El ser humano posee grandes habilidades para comunicar su experiencia empleando reglas lingüísticas vagas.
- Un cocinero da instrucciones para tostar pan:

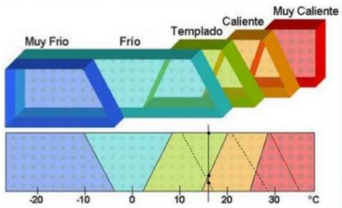
1. Cortar dos rebanadas de pan medianas.
2. Poner el horno a temperatura alta.
3. Tostar el pan hasta que quede de color ligeramente marrón.



- El ser humano lo entiende
- Que pasa con las máquinas?
  - La lógica convencional no es adecuada para procesar este tipo de reglas.

¿Qué es la Lógica Difusa?

- **Definición.**
  - El concepto de Lógica Difusa fue creado por Lofti A. Zadeh, Universidad de Berkeley (California). 1974.
  - Es una lógica multivaluada que permite representar matemáticamente la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas formales para su tratamiento.



Aplicaciones

Vida cotidiana

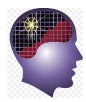

Electrodomésticos de uso común


Control de tráfico

Artículos

APROXIMACIÓN A LA MEDICIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL ORGANIZACIONAL APLICANDO SISTEMAS DE LÓGICA DIFUSA*

*Santiago Medina Hurtado***
*Esteban Zuluaga Laserna****
*Daniel López Pedroza*****
*Fabián Granda Mazo******



DYNA, Volumen 76, Número 159, p. 67-76, 2009. ISSN electrónico 2346-2183. ISSN impreso 0012-7353.

MODELO DE APOYO A LA COMERCIALIZACI ÓN DE ELECTRICIDAD USANDO LÓGICA DIFUSA Y APRENDIZAJE DE MÁQUINA

JULIAN MORENO, DEMETRIO OVALLE

Diseño de un sistema experto difuso: Evaluación de riesgo crediticio en firmas comisionistas de bolsa para el otorgamiento de recursos financieros

Article (PDF Available) in Estudios Gerenciales 23(104) · July 2007 with 86 Reads
DOI: 10.1016/S0123-5923(07)70019-0 · Source: RePEc
Cite this publication

Santiago Medina Hurtado · 11.78 · National University of Colombia
Oscar Manco Lopez · 2.75 · National University of Colombia

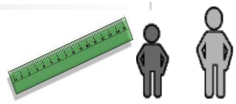
Conjuntos difusos y variables lingüisticas

el conjunto difuso permite expresar que Carlos tiene un grado de pertenencia al conjunto de los altos en μ_A(Altura) = 0;82

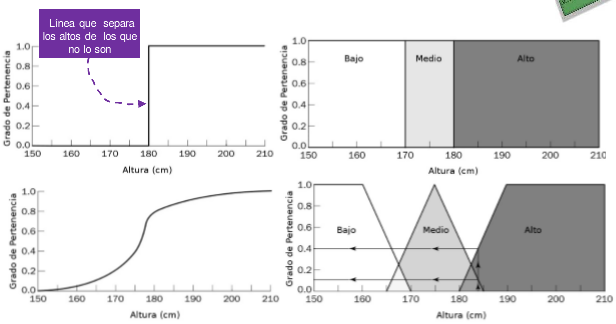
Nombre	Altura	Crisp	Fuzzy
Paco	2.05	1	1.0
Juan	1.95	1	1.0
Tomás	1.87	1	0.95
Carlos	1.80	1	0.82
Pedro	1.79	0	0.71
Andrés	1.60	0	0.036

Conjuntos difusos

- Altura de una población de individuos
  - Caso: "persona alta".



- Conjuntos clásicos(crisp)
  - Grado de pertenencia.
    - Un individuo: pertenece a un conjunto (1) ó NO pertenece a un conjunto (0)
- Conjuntos Difusos (fuzzy)
  - Grado de pertenencia.
    - Se expresa mediante un entero en el intervalo [0,1]
  - Conjunto difuso.
    - Se define como una clase en la que hay una progresión gradual desde la pertenencia al conjunto hasta la no pertenencia

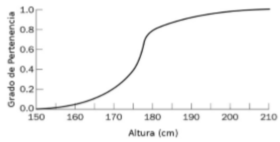


Variables Lingüísticas

- Variables Lingüísticas
  - Son términos que describen algún concepto que usualmente tiene asociados valores vagos o difusos.

Variable lingüística	Valores típicos
temperatura	caliente, frío
altura	baja, media, alta
velocidad	lenta, normal, rápida

- Universo del discurso
  - Todos los posibles valores que puede tomar una determinada variable (eje horizontal de la gràfica)



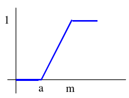
El Universo del discurso:
Para la variable Altura corresponde con el eje horizontal de las gráficas, desde 150 a 210cm

Funciones de pertenencia

- Algunas de las funciones de pertenencia más utilizadas son:

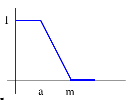
- Función GAMMA (Γ):

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x \le a \\ \dfrac{x-a}{m-a} & \text{para } a < x < m \\ 1 & \text{para } x \ge m \end{cases}$$



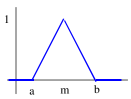
- Función L

Puede definirse simplemente como 1 menos la función GAMMA



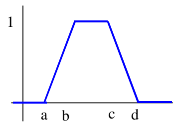
- Función LAMBDA o triangular

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x \le a \\ \dfrac{x-a}{m-a} & \text{para } a < x \le m \\ \dfrac{b-x}{b-m} & \text{para } m < x \le b \\ 0 & \text{para } x > b \end{cases}$$



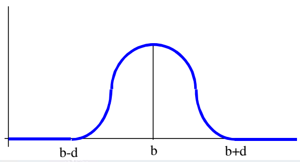
- Función PI o trapezoidal

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x \le a \\ \dfrac{x-a}{b-a} & \text{para } a < x \le b \\ 1 & \text{para } b < x \le c \\ \dfrac{d-x}{b-c} & \text{para } c < x \le d \\ 0 & \text{para } x > d \end{cases}$$



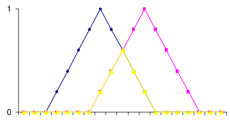
- Función Π

$$\mu_\Pi(x) = \begin{cases} \mu_S(x) & \text{para } x \le b \\ \mu_Z(x) & \text{para } x > b \end{cases}$$

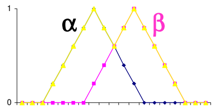


Operaciones básicas Conjuntos Difusos

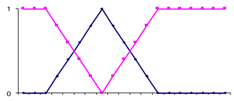
- Operador Intersección (conjunción)
  - Dados dos conjuntos difusos A y B, su intersección vendrá definida por:
    $\mu_{A \cap B}(x) = i(\mu_A(x), \mu_B(x))$
  - Las funciones **i** que verifican las propiedades que se esperan de una conjunción se llaman **normas triangulares** (t-normas).
  - La t-norma más usual es:
    - **t-norma del mínimo**
      $i_{min}(\alpha,\beta)$ = $\min(\alpha,\beta)$



- Operador Unión (disjunción)
  - Dados dos conjuntos difusos A y B, su unión vendrá definida por:
    $\mu_{A \cup B}(x) = u(\mu_A(x), \mu_B(x))$
  - Las funciones u para una disjunción se llaman **conormas triangulares** (t-conormas).
  - Si consideramos como complemento la función c(u) = 1-u, las t-conormas correspondientes a las t-normas anteriores son:
    - **t-conorma del máximo**
      $u_{max}(\alpha,\beta)$ = $\max(\alpha,\beta)$

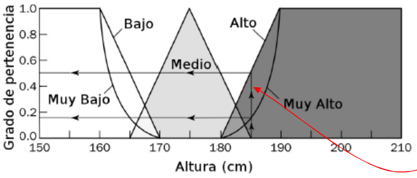


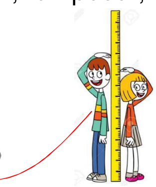
- Operador Complemento (negación)
  - Dado un conjunto difuso A, su complemento vendrá definido por:
    $\mu_{\bar{A}}(x) = c(\mu_A(x))$
  - La función c para el complemento más utilizada es:
    - $c(\alpha) = 1 - \alpha$.



Modificadores

- Una variable lingüística puede emplear modificadores para cambiar la forma de los conjuntos difusos.
  - Adverbios como "muy", "ligeramente", "un poco", etc...



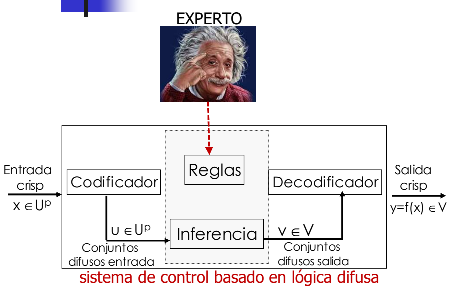


- Carlos, elemento del conjunto "alto"
  - un grado de pertenencia de 0.5
- Es también miembro del conjunto de los "muy altos"
  - un grado de pertenencia de 0.15, lo cual es razonable

Nombre del modificador	Descripción del modificador
very (muy)	y^2
somewhat (algo)	$y^{1/3}$
more-or-less (más o menos)	$y^{1/2}$
extremely (extremadamente)	y^3
…..	…..

Razonamiento aproximado

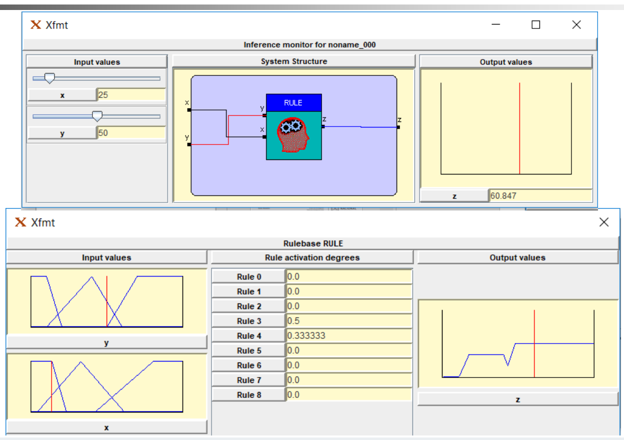
Inferencia Difusa



- La inferencia difusa puede definirse como el proceso de obtener un valor de salida para un valor de entrada empleando la teoría de conjuntos difusos.
- **Inferencia de Mamdani**
  - Propuesto por Ebrahim Mamdani en 1975.
  - El proceso se realiza en cuatro pasos:
    1. Fuzificación de las variables de entrada.
    2. Evaluación de las reglas.
    3. Agregación de las salidas de las reglas.
    4. Defuzificación.

Ejemplo de inferencia

XFUZZY:

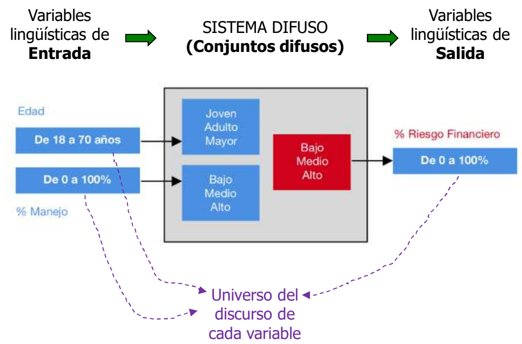


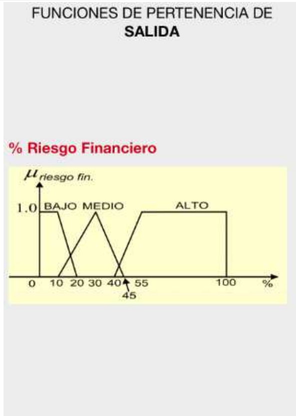
Ejemplo: Definición del problema

Enunciado del Problema

- Una compañía de seguros, necesita evaluar el riesgo financiero de sus clientes que requieren póliza de seguros contra accidentes automovilísticos.
- Para evaluar el riesgo financiero se toma en cuenta la edad del asegurado y su porcentaje de manejo durante el año
- Hallar :
  - Para el caso de una persona con 25 años de edad y 50% de porcentaje de manejo, encuentre el valor del riesgo financiero.

Ejemplo: Configuración del sistema (1)





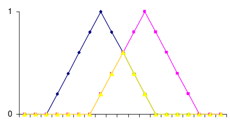
Ejemplo: Configuración del sistema (2)

Variables del sistema

Entrada
x: Edad
Y: % Manejo
Salida
Z: % Riesgo Financiero

Operadores de las reglas

- Operador Intersección (conjunción)
  - **t-norma del mínimo**
    $i_{min}(\alpha,\beta)$ = min(α,β)



Reglas de inferencia difusa

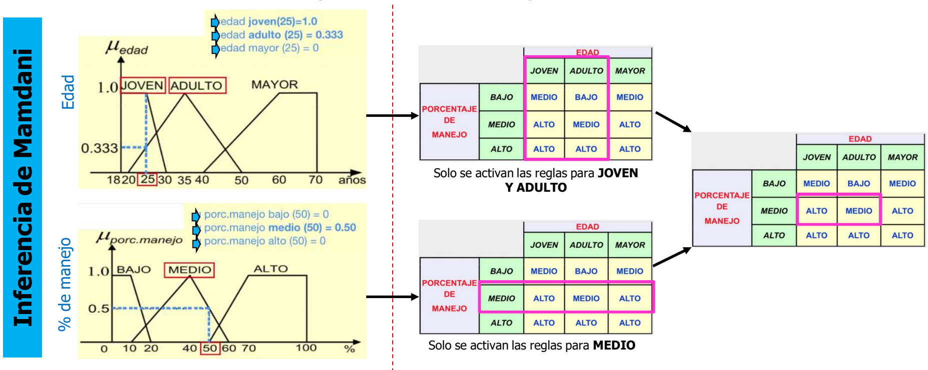
		EDAD		
		JOVEN	*ADULTO*	*MAYOR*
PORCENTAJE DE MANEJO	*BAJO*	MEDIO	BAJO	MEDIO
	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO
	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO

9 reglas

Regla: **If** x is A1 **AND** y is B2 **THEN** z is C3
x: Edad (A1: joven)
y: Porcentaje de manejo (B2: medio)
z: Riesgo Financiero (C3: alto)

Ejemplo: uso de inferencia (1)

Para el caso de una persona con 25 años de edad y 50% de porcentaje de manejo, encuentre el valor del riesgo financiero.



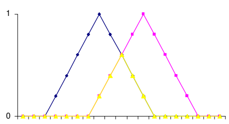
1. Fuzificación de las variables de entrada.

2. Evaluación de las reglas.

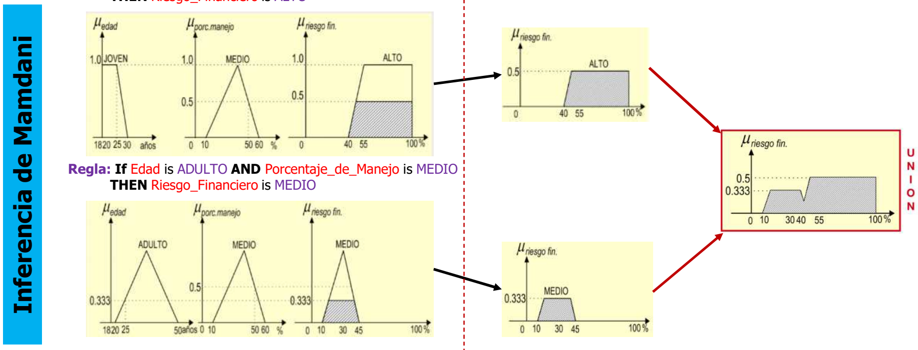
Ejemplo uso de inferencia (2)

Operador Intersección (conjunción)

- **t-norma del mínimo**
  $i_{min}(\alpha,\beta)$ = min(α,β)



Regla: If Edad is JOVEN **AND** Porcentaje_de_Manejo is MEDIO
THEN Riesgo_Financiero is ALTO



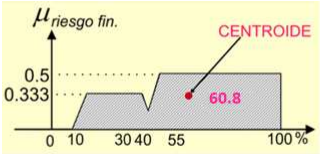
2. Evaluación de las reglas (continuación).

3. Agregación de las salidas de las reglas.

Ejemplo uso de inferencia (3)

Inferencia de Mamdani

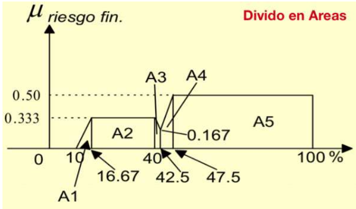
VALOR NUMÉRICO DE SALIDA



Resultado: El riesgo financiero calculado para este cliente es de **60.847%**

4. Defuzificación.

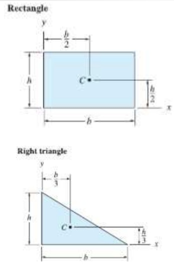
CÁLCULO DE CENTROIDE

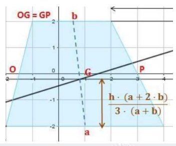


Centroides Parciales	Areas Parciales	Area Total
C1= 14,447	A1= 1,11	
C2= 28,335	A2= 7,77	
C3= 40,834	A3= 0,625	A= 37,423
C4= 45,415	A4= 1,668	
C5= 73,75	A5= 26,25	

$$C = (1/A)(C1A1 + C2A2 + C3A3 + C4A4 + C5A5)$$

C=60.8





Preguntas

Referencias

- Presentación basada en:
  - Carlos González Morcillo, Lógica difusa-una introducción práctica-Técnicas de Softcomputing.
    - https://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/docencia/2011_Softcomputing/LogicaDifusa.pdf