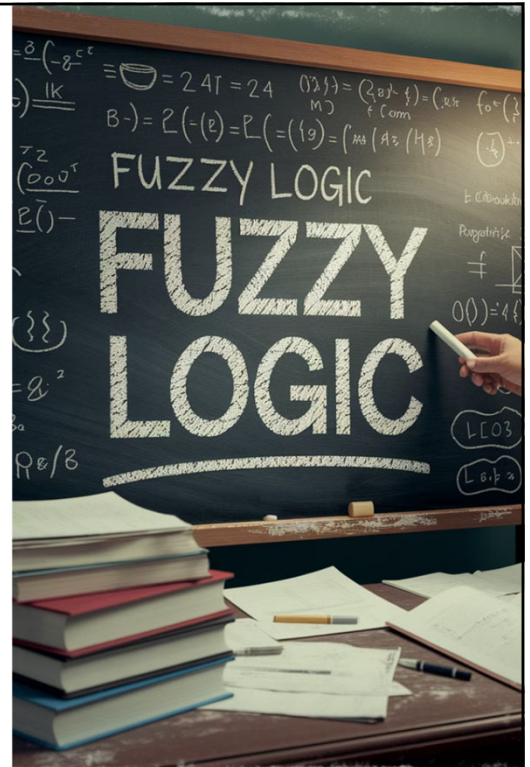


Lógica Difusa

La lógica difusa posibilita la toma de decisiones en sistemas automáticos, simulando el razonamiento humano en contextos que se caracterizan por la ambigüedad y la imprecisión. En esta presentación se tratan sus principales conceptos y se estudia la herramienta SciKit-Fuzzy.

Jaime Alberto Guzmán Luna, Ph.D



1



Caso de estudio 1

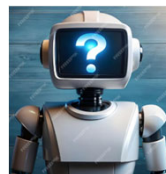
1 Comunicación humana

El ser humano posee grandes habilidades para comunicar su experiencia empleando reglas lingüísticas vagas.

2 Ejemplo práctico

Un cocinero da instrucciones para tostar pan:

- Cortar rebanadas **medianas**
- Poner el horno a temperatura **alta**
- Tostar hasta color **ligeramente marrón**.

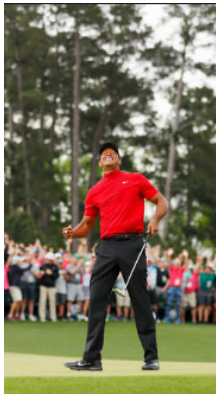


3 Problema para máquinas

El ser humano entiende estas instrucciones, pero la **lógica convencional** que es usada por las máquinas no es adecuada para procesar este tipo de reglas.

2

Caso de estudio 2

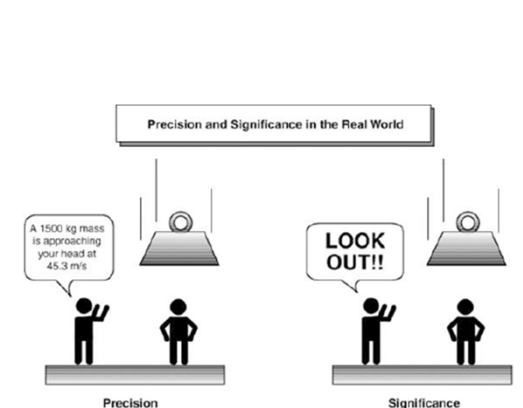


Un día con Tiger Woods
para aprender a
jugar al golf.

- 1 Al final de la jornada podríamos tener una serie de reglas así:
 - Si la bola está **lejos** del hoyo y el green está **ligeramente** inclinado hacia la derecha, entonces golpear la bola **firmente** empleando un ángulo **ligeramente** inclinado hacia la izquierda de la bandera.
 - Si la bola está **muy cerca** del hoyo y el green **entre** la bola y el hoyo está plano, entonces golpear la bola **directamente** hacia el hoyo.
- 2 Estas reglas son difícilmente representables por un computador.
 - El término Distancia se podría codificar con este conjunto de intervalos:
 - **Cerca**: La bola está entre 0 y 2 metros del hoyo.
 - **Medio**: La bola está entre 2 y 5 metros del hoyo.
 - **Lejos**: La bola está más allá de 5 metros del hoyo.
 - ¿Qué ocurre con una bola que está en 4.99 metros del hoyo?
 - Empleando estos intervalos, el computador lo representaría en el intervalo "**Medio**".
 - Y si incrementamos unos pocos centímetros, lo catalogaría como "**Lejos**".
- 3 El problema base: **el uso de intervalos discretos**.
- 4 Estos términos lingüísticos se deben corresponder con fronteras vagas, donde 4.99 metros debería estar más asociado al término "**lejos**" que "**media distancia**".

3

Tratamiento de la Incertidumbre



- 1 — **Los primeros sistemas expertos (los 70):**
 - modelaron el conocimiento con un enfoque lógico, con las limitaciones que conlleva este
- 2 — **La siguiente generación de sistemas expertos:**
 - **Métodos probabilistas**, que asocian un valor numérico (grado de creencia) entre 0 y 1 para resumir la incertidumbre sobre las oraciones.
 - **La teoría de Dempster-Shafer** que utiliza grados de creencia dados por intervalos de valores para representar el conocimiento.
 - **La lógica difusa**, una extensión de la lógica multivaluada que facilita enormemente el modelado de información cualitativa de forma aproximada.

4

¿Qué es la Lógica Difusa?



El diagrama muestra una escala de temperatura en grados Celsius (-20, -10, 0, 10, 20, 30) con cinco categorías de temperatura: Muy Frío, Frío, Templado, Caliente y Muy Caliente. Cada categoría está representada por un triángulo de color que se superpone a los otros, mostrando la transición entre estados difusos.



Origen

El concepto de Lógica Difusa fue creado por **Lotfi A. Zadeh**, Universidad de Berkeley (California) en 1974.

Definición

Es una lógica multivaluada que permite representar matemáticamente la **incertidumbre** y la **vaguedad**.

Propósito

Proporciona herramientas formales para el tratamiento de la **incertidumbre** y **vaguedad** en el razonamiento.

TRABAJO Y RECTITUD | SINTAXIS | UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

5

Aplicaciones

Vida cotidiana



Productos de consumo (lavadoras, microondas, neveras, cámaras de video, televisores)



Sistemas (ascensores, trenes, motores, frenos, control de tráfico)

Artículos

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

MODELO DE APOYO A LA COMERCIALIZACIÓN 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/S0125-9823(07)70019-0 Source: RePEc

[Cite this publication](#)

Santiago Medina Hurtado
af11.76 - National University of Colombia

Oscar Manco Lopez
af12.75 - National University of Colombia

Proyecto

Un modelo integrado de métodos semánticos y lógica difusa para la evaluación del impacto ambiental en proyectos de minería en Colombia-Colciencias: jóvenes investigadores 2017

Jennifer Cartagena Orrego y Jaime Alberto Guzmán Luna



El diagrama de flujo muestra las etapas de la minería: Clasificación de la minería en Colombia (Minerales, Ubicación en el territorio), Tipo y método de explotación (Escala, Método de extracción), Identificación y caracterización de territorios explotados (Departamentos con minería Aurífera), Delimitación área de trabajo (Municipio, Información secundaria (estudio territorio)), y Etapas de la minería legal (Modelo de recuperación áreas degradadas, Estrategias de recuperación).

TRABAJO Y RECTITUD | SINTAXIS | UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

6

Conjuntos difusos y variables lingüísticas



7

Conjuntos difusos (1)

1 — La lógica difusa

- Emplea valores continuos entre 0 (que representa hechos totalmente falsos) y 1 (totalmente ciertos).

2 — La noción de conjunto difuso:



- Los **conceptos** se asocian a **conjuntos difusos** (asociando los valores de pertenencia) en un proceso llamado **fuzzificación**.
- Una vez que tenemos los valores fuzzificados podemos trabajar con **reglas lingüísticas** y obtener una **salida**.
- Esta salida podrá seguir siendo difusa o defuzzificada para obtener un **valor discreto crisp**.

3 — La idea básica de un conjunto difuso es que:

- Un elemento forma parte de un conjunto con un determinado grado de pertenencia.
- De este modo una proposición no es totalmente (sino parcialmente) cierta o falsa.
- Este grado se expresa mediante un entero en el intervalo $[0; 1]$.



8

Conjuntos difusos (2)

Altura de una población de individuos

- Caso: "persona alta".

el conjunto difuso permite expresar que Carlos tiene un grado de pertenencia al conjunto de los altos en $\mu_{\text{Alto}}(\text{Carlos}) = 0.82$

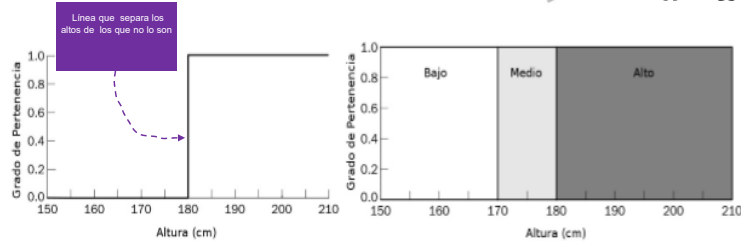
Nombre	Altura	Crisp	Fuzzy
Paco	2.05	1	1.0
Juan	1.95	1	1.0
Tomás	1.87	1	0.95
Carlos	1.80	1	0.82
Pedro	1.79	0	0.71
Andrés	1.60	0	0.036



Conjuntos clásicos (crisp)

Grado de pertenencia

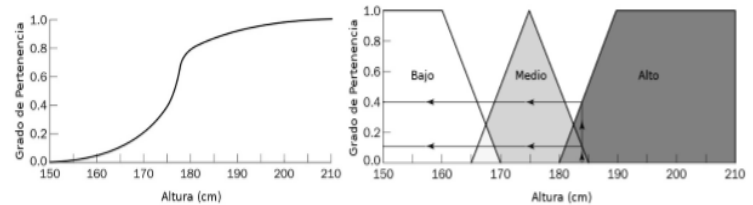
- Un individuo pertenece a un conjunto (1) o NO pertenece (0).
- Existe una **línea clara** que separa los altos de los que no lo son.



Conjuntos difusos (fuzzi)

Grado de pertenencia

- Se expresa mediante un valor en el intervalo $[0,1]$.
- Hay una progresión gradual desde la pertenencia hasta la no pertenencia.



Definición de conjunto difuso

1

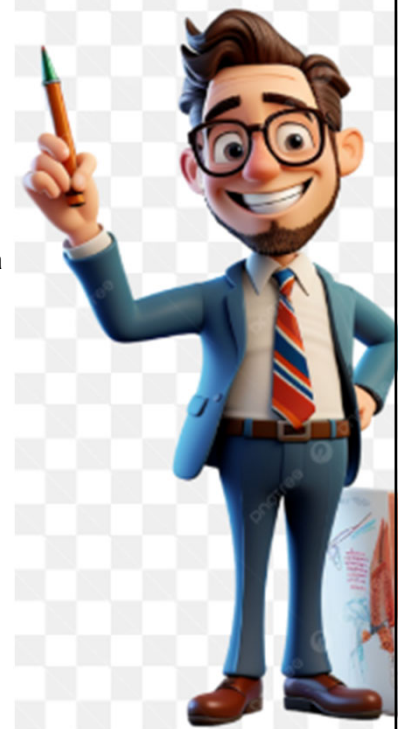
Un conjunto difuso puede definirse como:

- Una clase en la que hay una progresión gradual desde la **pertenencia** al conjunto hasta la **no pertenencia**
- Una clase en la que un objeto puede tener un grado de pertenencia definido entre la pertenencia total (**valor uno**) o no pertenencia (**valor cero**).
 - Desde esta perspectiva, los conjuntos convencionales (o conjuntos **crisp**) pueden verse como un caso particular de conjuntos difusos
 - Un conjunto difuso que sólo admite dos grados de pertenencia (uno y cero).

2

Resumen definición:

- Un conjunto difuso puede definirse de forma general como un conjunto con **límites difusos**.



a linguistic expression

Variables Lingüísticas

Definición

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 gráfica).

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

11

Funciones de pertenencia

Una función de pertenencia es una curva que define cómo cada punto en el **espacio de entrada de una variable** es **mapeado** a un **grado de pertenencia entre 0 y 1**. Algunas funciones de pertenencia más utilizadas son:

1 Función GAMMA (Γ):
Define el incremento gradual del grado de pertenencia.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a} & \text{para } a < x < m \\ 1 & \text{para } x \geq m \end{cases}$$

2 Función PI o trapezoidal
Útil para representar conceptos con un rango de valores óptimos.

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

3 Función L
Puede definirse simplemente como 1 menos la función GAMMA.

5 Función P o Bell
Curva en forma de campana.

$$\mu_{\Pi}(x) = \begin{cases} \mu_s(x) & \text{para } x \leq b \\ \mu_z(x) & \text{para } x > b \end{cases}$$

4 Función LAMBDA o triangular
Representa conceptos con un valor óptimo específico.

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

Las funciones **L** y **GAMMA** se usan para calificar **valores lingüísticos extremos**, tales como bebé o anciano, respectivamente. Las funciones **PI** y **LAMBDA** se usan para describir **valores intermedios** (como joven, de mediana edad, maduro). Su principal diferencia reside en que la función **PI** implica un **margen de tolerancia** alrededor del valor que se toma como **más representativo** del valor lingüístico asociado al conjunto difuso.

12

Operaciones básicas (Conjuntos difusos) (1)

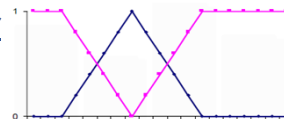
Operador Complemento (negación)

Dado un conjunto difuso **A**, su complemento vendrá definido por: $\mu_{\bar{A}}(x) = c(\mu_A(x))$

Funciones **c** para el complemento mas utilizadas

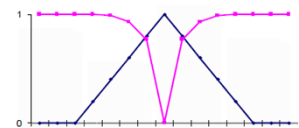
Función estándar

$$c(a) = 1 - a.$$



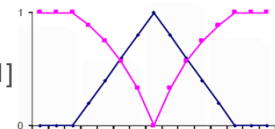
Función de Yager

$$c_w(a) = (1 - a^w)^{1/w} \text{ donde } w \in [0, \infty]$$



Función de Sugeno

$$c_\lambda(a) = (1 - a)/(1 - \lambda a) \text{ donde } \lambda \in [0, 1]$$



13

Operaciones básicas (Conjuntos Difusos) (2)

Operador Intersección (Conjunción)

Dado dos conjuntos difusos A y B, su intersección se define:

$$\mu_{A \cap B}(x) = i(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

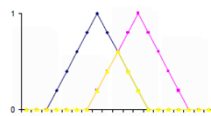
Las funciones *i* que verifican las propiedades que se esperan de una conjunción se llaman **normas triangulares (t-normas)**.

t-normas usuales

1 T-norma del mínimo

$$i_{\min}(\alpha, \beta) = \min(\alpha, \beta).$$

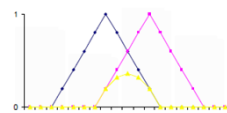
Selecciona el valor mínimo entre los grados de pertenencia.



2 T-norma del producto

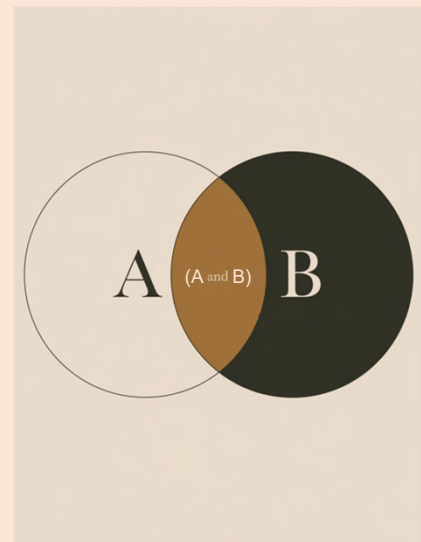
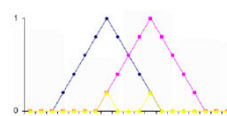
$$i_\cdot(\alpha, \beta) = \alpha\beta.$$

Multiplica los grados de pertenencia.



3 T-norma del producto drástico

$$i_{\inf}(\alpha, \beta) = \begin{cases} \alpha & \text{si } \beta = 1 \\ \beta & \text{si } \alpha = 1 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$



14

Operaciones básicas (Conjuntos Difusos) (3)

Operador Unión (Disjunción)

- Dado dos conjuntos difusos A y B, su unión se define por:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$
- Las funciones u que verifican las propiedades esperadas 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

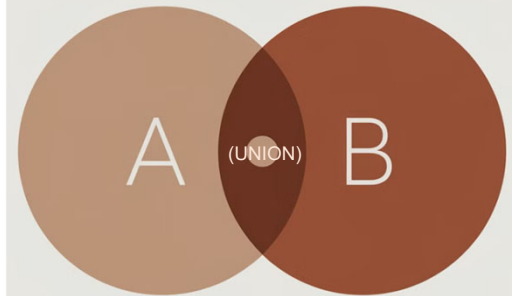
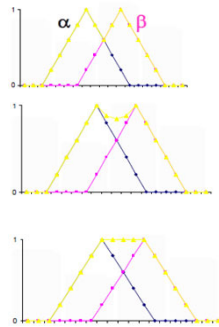
- 1 $u_{\max}(\alpha, \beta) = \max(\alpha, \beta)$. Selecciona el valor máximo entre los grados de pertenencia.

T-conorma de la suma

- 2 $u_+(\alpha, \beta) = \alpha + \beta - \alpha\beta$. Suma probabilística de los grados de pertenencia.

T-conorma de la suma drástica

- 3
$$u_{\sup}(\alpha, \beta) = \begin{cases} \alpha & \text{si } \beta = 0 \\ \beta & \text{si } \alpha = 0 \\ 1 & \text{en otro caso} \end{cases}$$



Modificadores (1)

Ejemplos

Adverbios como "muy", "ligeramente", "un poco", etc.

Definición

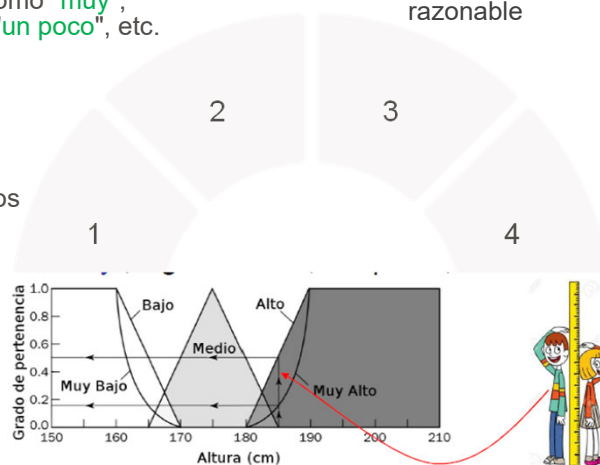
Una variable lingüística puede emplear modificadores para cambiar la forma de los conjuntos difusos.

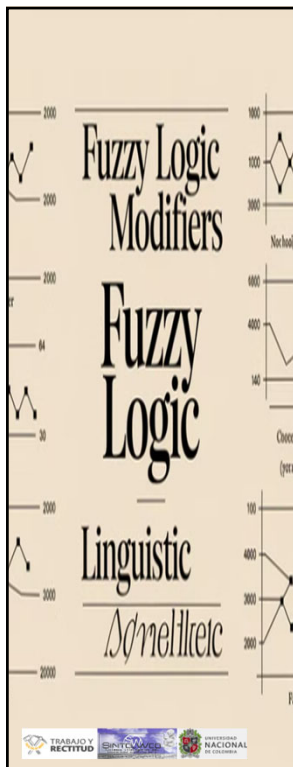
Casos

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

Aplicación

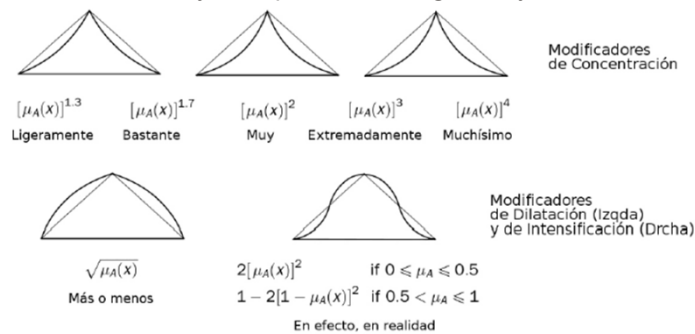
Permiten ajustar la intensidad de los conceptos difusos para mayor precisión.





Modificadores (2)

- Existe todo un catálogo de modificadores que permiten ajustar con precisión los conjuntos difusos. Estos modificadores transforman matemáticamente las funciones de pertenencia para representar distintos grados de intensidad.
- Se distingue tres tipos de modificadores: de concentración, de dilatación y de intensificación.
- Algunos modificadores y su representación gráfica y matemática:



Ejemplo

- Si Pedro tiene un **valor de pertenencia de 0.86** al conjunto de **los altos**, tendrá un valor de $\sqrt{\mu_A(x)} = 0.92$ al conjunto de **los más o menos altos**.

17



Variables Lingüísticas: Detalles

- Los símbolos terminales de las gramáticas incluyen:
 - **Términos primarios:** "bajo", "alto", ...
 - **Modificadores:** "Muy", "más", "menos", "cerca de", ...
 - **Conectores lógicos:** NOT, AND y OR.
- Un uso habitual de las variables lingüísticas es en las reglas difusas.
 - IF **duracion-examen** IS **larga** THEN **probabilidad-aprobar** IS **small**.
- Ejemplo de variable lingüística
 - **Velocidad**
 - Se puede incluir conjuntos difusos como muy lento, lento, medio, rápido, muy-rápido.
 - cada uno de estos conjuntos representan un valor lingüístico que puede tomar la variable

18

Razonamiento aproximado



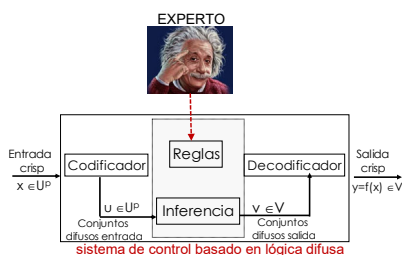
19

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.

El **método de Mamdani**, propuesto en 1975, es uno de los más utilizados.

Inferencia Mamdani



- 1 **Fuzificación**
Convertir valores de entrada en grados de pertenencia
- 2 **Evaluación de reglas**
Aplicar operadores difusos a los antecedentes
- 3 **Agregación**
Combinar salidas de todas las reglas
- 4 **Defuzificación**
Convertir resultado difuso en valor numérico



20

Ejemplo uso de inferencia (1)

Problema

Una compañía de seguros necesita **evaluar el riesgo financiero** de sus clientes que requieren póliza contra accidentes automovilísticos.

Variables consideradas

Para evaluar el riesgo financiero se toma en cuenta **la edad** del asegurado y su **porcentaje de manejo** durante el año.

Caso específico

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



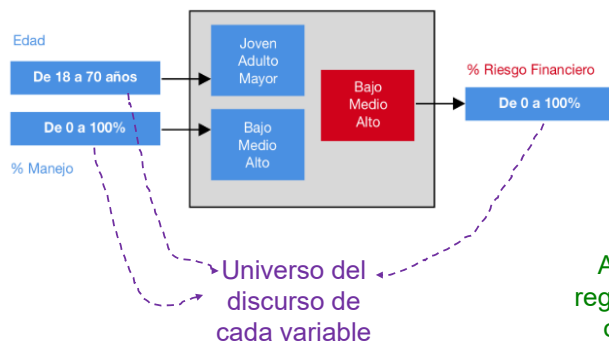
21

Ejemplo uso de inferencia (2)

Configuración del Sistema difuso

El **sistema difuso se configura** definiendo las variables lingüísticas de entrada (**edad, % de manejo**) y salida (**% de riesgo financiero**), junto con sus respectivos conjuntos difusos y **reglas de inferencia**.

Variables lingüísticas de **Entrada** → **SISTEMA DIFUSO (Conjuntos difusos)** → Variables lingüísticas de **Salida**



Reglas de inferencia difusa				
		EDAD		
		JOVEN	ADULTO	MAYOR
PORCENTAJE DE MANEJO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO
	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO
	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO

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)

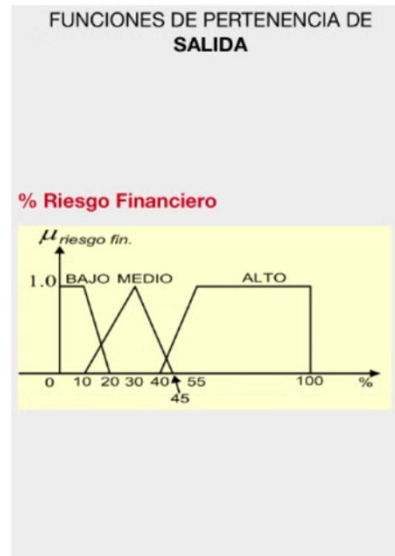
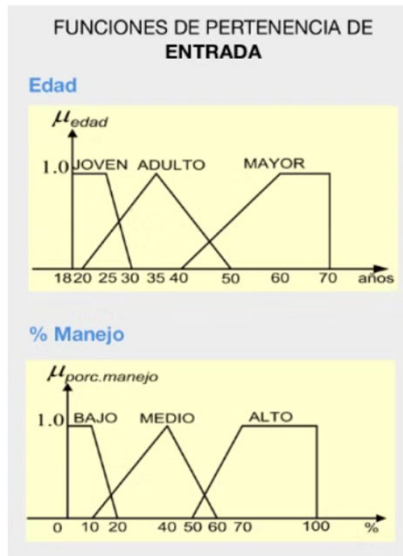
Antes de las reglas definir los operadores

22

Ejemplo uso de inferencia (3)

Se definen los conjuntos difusos para las variables de entrada (Edad, Manejo) y de salida (% Riesgo Financiero) con sus respectivas funciones de pertenencia.

Configuración del Sistema difuso

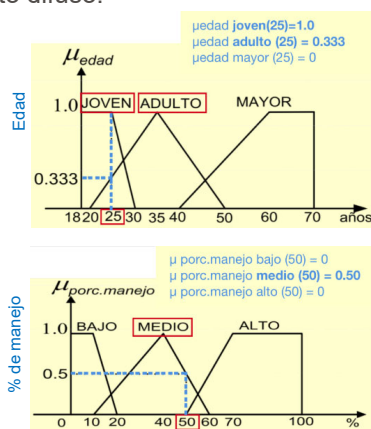


23

Ejemplo uso de inferencia (4)

Para el caso de una persona con 25 años y 50% de porcentaje de manejo, el proceso de inferencia comienza con la fuzificación de estas variables de entrada, determinando su grado de pertenencia a cada conjunto difuso.

Inferencia de Mamdani



1. Fuzificación de las variables de entrada.

PORCENTAJE DE MANEJO	EDAD		
	BAJO	MEDIO	MAYOR
	BAJO	MEDIO	MAYOR
	MEDIO	ALTO	MEDIO

Solo se activan las reglas para **JOVEN Y ADULTO**

PORCENTAJE DE MANEJO	EDAD		
	BAJO	MEDIO	MAYOR
	BAJO	MEDIO	MAYOR
	MEDIO	ALTO	MEDIO

Solo se activan las reglas para **MEDIO**

PORCENTAJE DE MANEJO	EDAD		
	BAJO	MEDIO	MAYOR
	BAJO	MEDIO	MAYOR
	MEDIO	ALTO	MEDIO

2. Evaluación de las reglas.

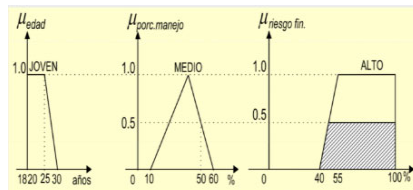
24

Ejemplo uso de inferencia (5)

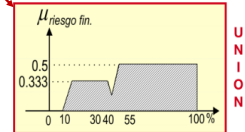
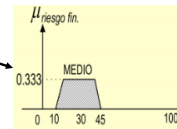
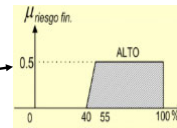
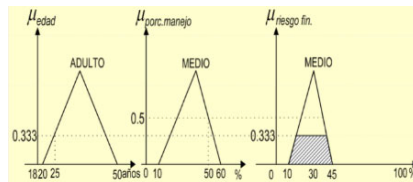
En la evaluación de reglas, se aplican los operadores difusos a los antecedentes. Para la primera regla, se determina el grado de pertenencia a JOVEN y MEDIO, y se aplica el operador AND (mínimo). Lo mismo para la segunda regla con ADULTO y MEDIO.

Inferencia de Mamdani

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



Regla: If Edad is ADULTO AND Porcentaje_de_Manejo is MEDIO
THEN Riesgo_Financiero is MEDIO



2. Evaluación de las reglas (continuación).

3. Agregación de las salidas de las reglas.

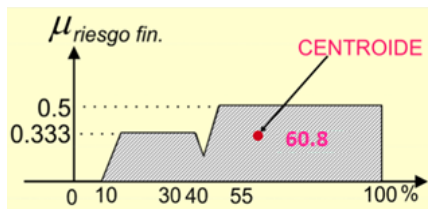
25

Ejemplo uso de inferencia (6)

En la etapa final de defuzzificación, se convierte el conjunto difuso resultante en un valor numérico. Utilizando el método del centroide, el riesgo financiero calculado para este cliente es de 60.847%.

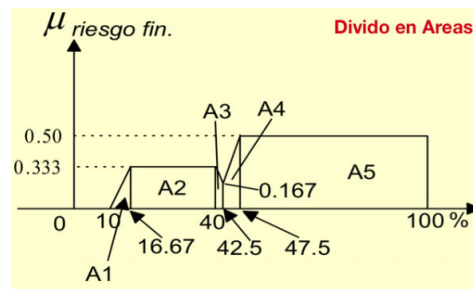
Inferencia de Mamdani

VALOR NUMÉRICO DE SALIDA



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

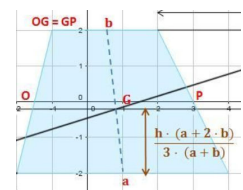
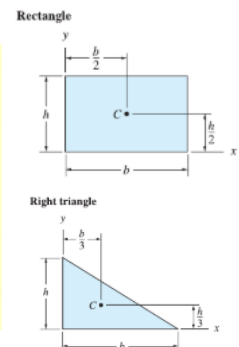
CÁLCULO DE CENTROIDE



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

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

$$C = 60.8$$



4. Defuzzificación.

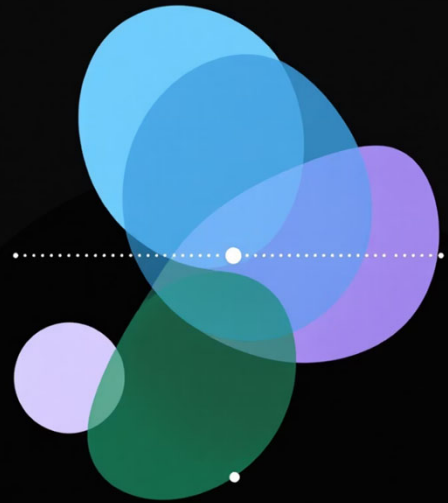
26

¿Qué es un centroide en general?

En geometría, el **centroide** (o centro de masa) de una figura es el **punto de equilibrio** de esa figura.

En física, si una figura plana estuviera hecha de cartón, el centroide es el **punto exacto donde la podrías sostener con un dedo y no se caería**.

Para figuras simples (triángulos, rectángulos), hay fórmulas. Pero para figuras **irregulares** (como las generadas por funciones difusas), **no hay una fórmula cerrada**, entonces se **integra** o se **aproxima numéricamente**.



27

¿Cómo encuentro el centro de esa figura?

Lo que queremos es el **centro de masa** de **toda esa figura**, y eso se logra así:

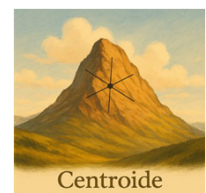


$$\text{Centroide} = \frac{\int x \cdot \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx}$$

Esta es la **fórmula continua**, igual que en física para calcular centro de masa en una barra.

Pero como tenemos datos discretos (valores por puntos), se **usa una suma**:

$$\text{Centroide} = \frac{\sum x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum \mu(x_i)}$$

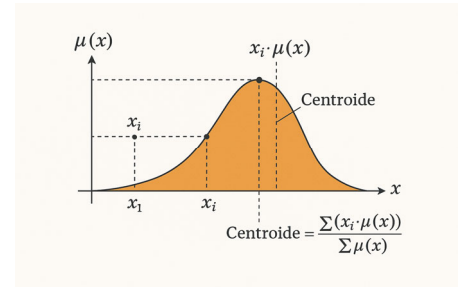


28



¿Qué significa cada parte?

- (x_i) Un punto en el eje de salida (por ejemplo, velocidad = 10, 20, 30, etc.)
- $(\mu(x_i))$ Qué tan activado está ese punto (grado de pertenencia, entre 0 y 1)
- $(x_i \cdot \mu(x_i))$ El “peso” de ese punto según su activación
- $\sum (x_i \cdot \mu(x_i))$ Suma de los “pesos” de todos los puntos (como una suma de momentos : peso \times posición.)
- $\sum (\mu(x_i))$ Suma total de activaciones (como el “peso total” de la figura)



¿Y por qué no saco áreas separadas?

Esa es la clave:

- En lógica difusa, la figura es **irregular** y cambia cada vez.
- Entonces, en lugar de dividir en pedazos, simplemente **evaluamos muchos puntos (x)** y multiplicamos cada uno por su activación $\mu(x)$.

Esto nos da una **aproximación del centro de masa** sin tener que conocer las áreas exactas. ¡Es como calcular el centroide de una figura con una balanza!



29

¿Pero qué significa eso exactamente?

Ejemplo físico:

- Un peso de **3 kg** en **x = 2**
- Un peso de **1 kg** en **x = 10**

Cada uno empuja con su **momento**:

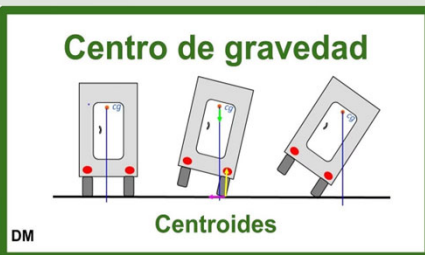
Momento = peso \times posición

Total de momentos = $(3 \times 2) + (1 \times 10) = 16$

Total de pesos = $3 + 1 = 4$

Centroide = $16 / 4 = 4$

En lógica difusa, cada valor posible de salida se comporta como un peso apoyado sobre una balanza: mientras mayor sea su grado de pertenencia, más “pesa” y más empuja hacia su lado. Multiplicamos cada valor por su activación $(x \cdot \mu(x))$ para calcular cuánto aporta al equilibrio, y sumamos todos esos empujes. Pero para encontrar el punto real donde la figura se equilibra, necesitamos dividir esa suma de momentos por el peso total $(\sum \mu(x))$. Así obtenemos el **centroide**, que representa el punto exacto donde toda la figura difusa se equilibra.



30

SciKit-Fuzzy: toolbox lógica difusa



Home User Guide Example Gallery API Documentation Source

Search documentation ...

skfuzzy 0.2 docs

This SciKit is a fuzzy logic toolbox for SciPy.

Sections

Overview

Introduction to skfuzzy.

Installation Steps

How to install skfuzzy.

Contribute

Take part in development.

API Reference

Documentation for the functions included in skfuzzy.

User Guide

Usage guidelines.

License Info

Conditions on the use and redistribution of this package.

Navigation

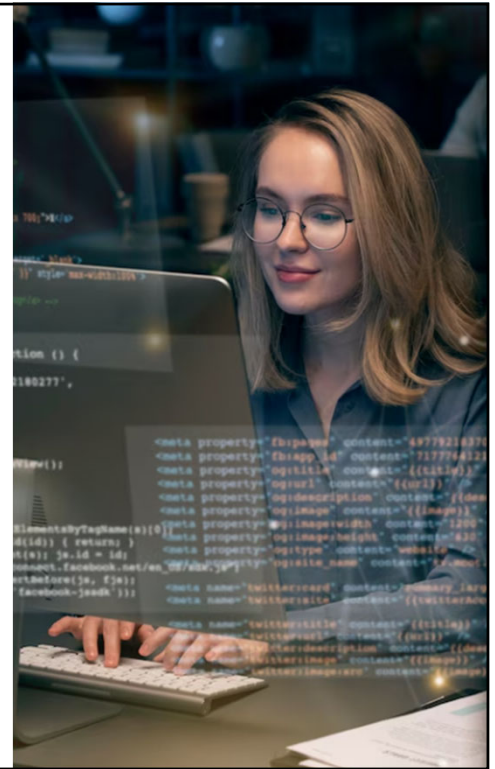
Documentation Home

Next topic

SciKit-Fuzzy



<https://pythonhosted.org/scikit-fuzzy/>



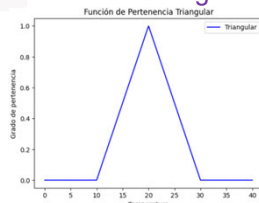
31

SciKit-Fuzzy: Funciones de pertenencia

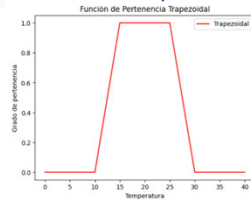


En SciKit-Fuzzy, se puede implementar varias funciones de pertenencia

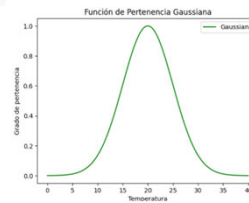
1 Función Triangular



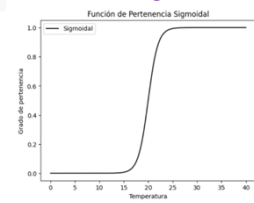
2 Función Trapezoidal



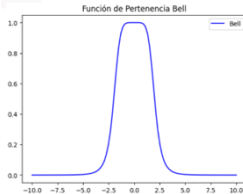
3 Función Gaussiana



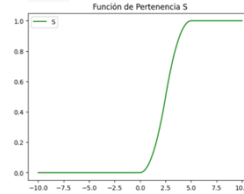
4 Función Sigmoidal



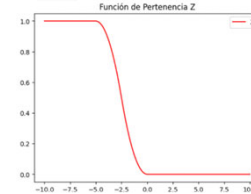
5 Función Bell



6 Función S



7 Función Z



3-01-FuncionesPertenencia.ipynb

32

SciKit-Fuzzy: Ejemplo inferencia



```
!pip install scikit-fuzzy
```

```
# Importar las bibliotecas necesarias
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl
```

```
# Crear las variables del universo para edad, porcentaje de manejo y riesgo financiero
# Estas variables modelan el rango de valores que cada variable puede tomar.
edad = ctrl.Antecedent(np.arange(18, 71, 1), 'edad')
porcentaje_manejo = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'porcentaje_manejo')
riesgo_financiero = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'riesgo_financiero')
```

```
# Definir funciones de pertenencia manualmente
```

```
edad['joven'] = fuzz.trapmf(edad.universe, [18, 18, 25, 30])
edad['adulto'] = fuzz.trimf(edad.universe, [20, 35, 50])
edad['mayor'] = fuzz.trapmf(edad.universe, [40, 60, 70, 70])
```

```
porcentaje_manejo['bajo'] = fuzz.trapmf(porcentaje_manejo.universe, [0, 0, 10, 20])
porcentaje_manejo['medio'] = fuzz.trimf(porcentaje_manejo.universe, [10, 40, 60])
porcentaje_manejo['alto'] = fuzz.trapmf(porcentaje_manejo.universe, [50, 70, 100, 100])
```

```
riesgo_financiero['bajo'] = fuzz.trapmf(riesgo_financiero.universe, [0, 0, 10, 20])
riesgo_financiero['medio'] = fuzz.trimf(riesgo_financiero.universe, [10, 30, 45])
riesgo_financiero['alto'] = fuzz.trapmf(riesgo_financiero.universe, [40, 55, 100, 100])
```

```
# Crear reglas difusas para controlar la lógica del sistema
# Estas reglas determinan el riesgo financiero en función de las edad y porcentaje de manejo actual
```

```
rule1 = ctrl.Rule(edad['joven'] & porcentaje_manejo['bajo'], riesgo_financiero['medio'])
rule2 = ctrl.Rule(edad['joven'] & porcentaje_manejo['medio'], riesgo_financiero['alto'])
rule3 = ctrl.Rule(edad['joven'] & porcentaje_manejo['alto'], riesgo_financiero['alto'])
rule4 = ctrl.Rule(edad['adulto'] & porcentaje_manejo['bajo'], riesgo_financiero['bajo'])
rule5 = ctrl.Rule(edad['adulto'] & porcentaje_manejo['medio'], riesgo_financiero['medio'])
rule6 = ctrl.Rule(edad['adulto'] & porcentaje_manejo['alto'], riesgo_financiero['alto'])
rule7 = ctrl.Rule(edad['mayor'] & porcentaje_manejo['bajo'], riesgo_financiero['medio'])
rule8 = ctrl.Rule(edad['mayor'] & porcentaje_manejo['medio'], riesgo_financiero['alto'])
rule9 = ctrl.Rule(edad['mayor'] & porcentaje_manejo['alto'], riesgo_financiero['alto'])
```

```
# Construir el sistema de control y crear una simulación
# Este sistema utiliza las reglas definidas para determinar la salida en función de las entradas.
control_system = ctrl.ControlSystem([rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9])
calculador_riesgo = ctrl.ControlSystemSimulation(control_system)
```

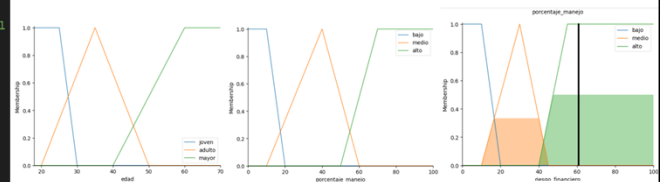
```
# Prover entradas al sistema de control
# Estos valores representan un escenario específico que se desea evaluar.
calculador_riesgo.input['edad'] = 25
calculador_riesgo.input['porcentaje_manejo'] = 50
```

```
# Realizar los cálculos para obtener la salida
# Este paso realiza la inferencia difusa utilizando las reglas y métodos definidos.
calculador_riesgo.compute()
```

```
# Imprimir el % de riesgo financiero calculado
print(f"Riesgo financiero calculado: {calculador_riesgo.output['riesgo_financiero']:.2f}%")
```

Riesgo financiero calculado: 60.74%

```
# Visualizar los resultados
# Las siguientes líneas generan gráficos de las funciones de pertenencia y de la salida del sistema.
edad.view()
porcentaje_manejo.view()
riesgo_financiero.view(sim=calculador_riesgo)
```



3-02-SciKitFuzzy-Fundamentos.ipynb

33

Referencia

1 Fuente principal

Carlos González Morcillo, Lógica difusa-una introducción práctica-Técnicas de Softcomputing.

2 Enlace

https://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/docencia/2011_Softcomputing/LogicaDifusa.pdf



34

Libros de lectura recomendados

1 BookAuthority

ofrece listas de los mejores libros nuevos sobre lógica difusa para leer en 2025,

[BookAuthority - New Fuzzy Logic Books 2025](#).

2 Libros de todos los tiempos

BookAuthority También tienen una sección dedicada a los mejores libros de lógica difusa de todos los tiempos.

[BookAuthority - Best Fuzzy Logic Books](#).

3 Formatos digitales

BookAuthority recopila los mejores eBooks de lógica difusa disponibles.

[BookAuthority - Best Fuzzy Logic eBooks](#).

