



# Tecnológico de Monterrey

**Actividad en clase 1 - Operaciones Conjuntos Difusos  
Implementación de robótica inteligente**

**Alumno:**

Ricardo Sierra Roa A01709887

**Profesor:**

Francisco Javier Navarro Barrón

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Querétaro

**Fecha de entrega:**

2 de abril de 2025

## Índice

<b>Parte 1.....</b>	<b>3</b>
Valor de pertenencia / elemento.....	3
Reflexión.....	3
Juzzy Milk Drinkability.....	4
<b>Parte 2.....</b>	<b>5</b>
Dados los siguientes FSs.....	5
Preguntas.....	5
<b>Parte 3.....</b>	<b>7</b>
Dados los siguientes FSs.....	7
Preguntas.....	7
<b>Parte 4.....</b>	<b>8</b>
Considera las variables lingüísticas ESTATURAS y EDADES.....	8
<b>Anexo Código.....</b>	<b>10</b>

## Parte 1

### Valor de pertenencia / elemento

- (3 pts) Denota los pares (valor de pertenencia / elemento) de tus compañeros de equipo de reto dado un FS representando una cualidad de tu elección, por ejemplo: Alto, Gracioso, etc.

Compañero	Altura (m)	Valor de pertenencia en "Alto"
Arles	1.85 m	1.0
Ezzat	1.78 m	0.8
José Ángel	1.72 m	0.6
Ricardo	1.65 m	0.4

Tabla 1. "Conjunto Difuso"

$$\text{Alto} = 0.4/1.65 + 0.6/1.72 + 0.8/1.78 + 1.0/1.85$$

$$\text{Altura} = \{(0.4/\text{Ricardo}), (0.6/\text{José Ángel}), (0.8/\text{Ezzat}), (1.0/\text{Arles})\}$$

### Reflexión

- (2 pts) Reflexiona y responde ¿Qué representan los valores de pertenencia? (por ejemplo: Michael Jordan es 0.99 en el FS Alto se interpreta como...)

Los valores de pertenencia representan qué tan alto es cada compañero en comparación con el más alto del grupo. Un valor más alto indica una mayor cercanía a la categoría "Alto", mientras que un valor más bajo sugiere que la persona es menos alta dentro del conjunto. En este caso, hemos tomado 1.85 m como la altura de referencia para la máxima pertenencia (1.0).

- Arles (1.85 m) tiene un valor de pertenencia de 1.0, lo que significa que es el más alto dentro del grupo y representa completamente la categoría "Alto".
- Ezzat (1.78 m) con 0.8 sigue siendo alto, pero no tanto como Arles.
- José Ángel (1.72 m) con 0.6 está en un punto intermedio; es alto en cierta medida, pero no de manera absoluta.
- Ricardo (1.65 m) con 0.4 es el menos alto dentro del grupo, pero aún tiene algo de pertenencia en la categoría.

Este enfoque permite asignar un grado de "altura" a cada persona en lugar de solo clasificarla como "alta" o "no alta".

**Juzzy Milk Drinkability**

(3 pts) Usando la herramienta online Juzzy, dibuja los FSs para los términos de la variable lingüística "Milk Drinkability" ("bebibilidad" de un vaso de leche) en función de la temperatura.

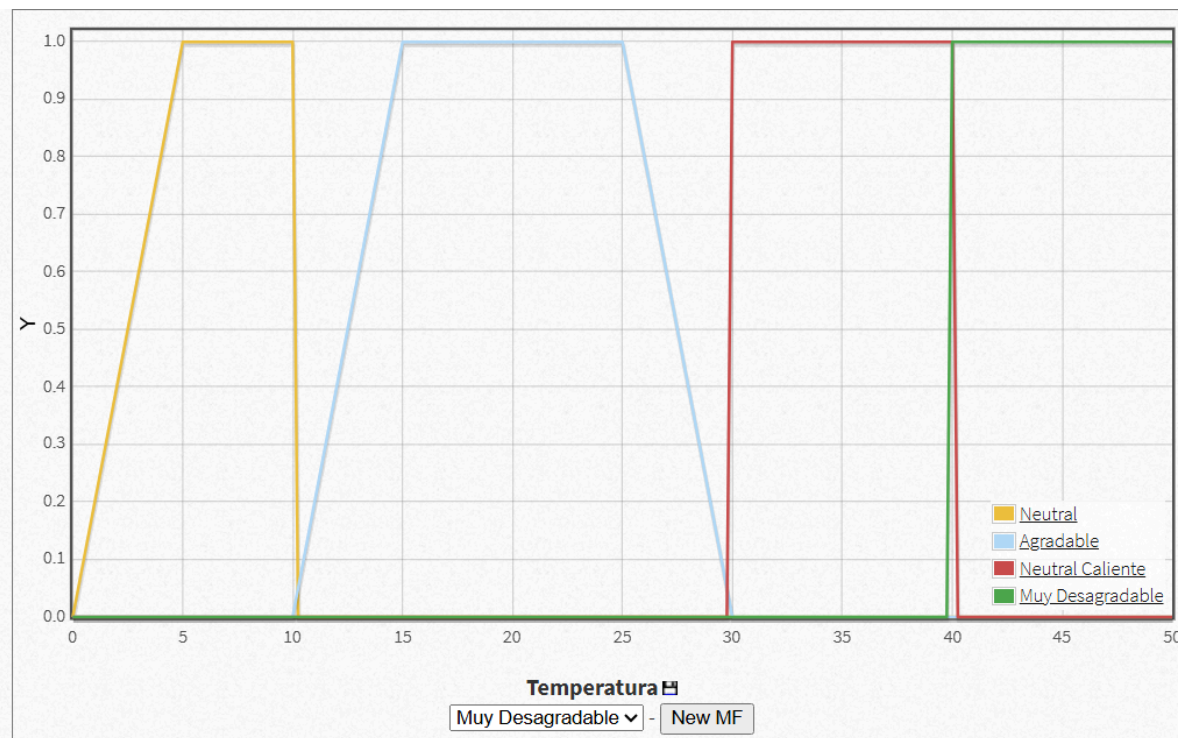


Figura 1. "Milk Drinkability"

## Parte 2

Dados los siguientes FSs

- 1)  $A = 0.0/1 + 0.1/2 + 0.7/3 + 0.6/4 + 0.7/5 + 0.4/6 + 0.1/7$
- 2)  $B = 0.1/1 + 0.3/2 + 0.6/3 + 0.7/4 + 0.8/5 + 0.5/6 + 0.1/7$
- 3)  $C = 0.1/1 + 0.3/2 + 0.6/3 + 0.7/4 + 0.8/5 + 0.9/6 + 1.0/7$

Preguntas

**1. ¿Cuáles son los  $\alpha$ -cuts? ( $A_{0.2}$ ,  $B_{0.5}$ ,  $C_{0.9}$ )**

**$A_{0.2}$  se incluyen todos los  $x$  donde  $\mu_A(x) \geq 0.2$ :**

$$\mu_A(1) = 0.0, \mu_A(2) = 0.1, \mu_A(3) = 0.7, \mu_A(4) = 0.6, \mu_A(5) = 0.7, \mu_A(6) = 0.4, \mu_A(7) = 0.1$$

Solo son  $\geq 0.2$  los puntos  $x=3,4,5,6$

Por lo tanto:  $A_{0.2} = \{3,4,5,6\}$ .

**$B_{0.5}$  se incluyen todos los  $x$  donde  $\mu_B(x) \geq 0.5$ :**

$$\mu_B(1) = 0.1, \mu_B(2) = 0.3, \mu_B(3) = 0.6, \mu_B(4) = 0.7, \mu_B(5) = 0.8, \mu_B(6) = 0.5, \mu_B(7) = 0.1$$

Solo son  $\geq 0.5$  los puntos  $x=3,4,5,6$

Por lo tanto:  $B_{0.5} = \{3,4,5,6\}$ .

**$C_{0.9}$  se incluyen todos los  $x$  donde  $\mu_C(x) \geq 0.9$ :**

$$\mu_C(1) = 0.1, \mu_C(2) = 0.3, \mu_C(3) = 0.6, \mu_C(4) = 0.7, \mu_C(5) = 0.8, \mu_C(6) = 0.9, \mu_C(7) = 1.0$$

Solo son  $\geq 0.9$  los puntos  $x=6,7$

Por lo tanto:  $C_{0.9} = \{6,7\}$ .

## 2. ¿Cuál es el soporte de cada FS?

El soporte de un conjunto difuso se define normalmente como:

$$\text{supp}(F) = \{x \in X : \mu_F(x) > 0\}.$$

### Soporte de A

$\mu_A(x)$  es cero solo en  $x = 1$  En todos los demás puntos 2, 3, 4, 5, 6, 7 es  $> 0$

$$\text{supp}(A) = \{2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

### Soporte de B

Todos los valores son mayores que 0, de modo que

$$\text{supp}(B) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

### Soporte de C

Asimismo, todos los valores son mayores que 0, así que

$$\text{supp}(C) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

## 3. ¿Cuáles de estos son normales / convexos?

### Normalidad

Un FS es normal si su valor máximo de pertenencia es 1

- A: su valor máximo es 0.7, por lo que no es normal
- B: su valor máximo es 0.8, por lo que no es normal
- C: su valor máximo es 1.0 (en  $x = 7$ ), por lo que sí es normal

### Convexidad

Un FS es convexo (en el sentido difuso) si para cada  $\alpha$   $\alpha$ -corte el conjunto resultante es un subconjunto convexo en  $X$ .

- A: Al analizar sus  $\alpha$ -cuts, se observa que en algunos niveles intermedios (por ejemplo  $\alpha = 0.65$  queda  $\{3, 5\}$  que “rompe” la contigüidad. Entonces A no es convexo.
- B: Su membresía crece hasta 0.8 y luego decrece, pero de forma que todos los  $\alpha$ -cuts son intervalos (contiguos) en  $\{1, \dots, 7\}$  Resulta ser convexo.
- C: Crece monótonamente de 0.1 hasta 1.0, todos sus  $\alpha$ -cuts son intervalos del tipo  $\{x : x \geq x_0\}$ . Por tanto es convexo.

### Parte 3

#### Dados los siguientes FSs

$$1) A = 0.0/1 + 0.1/2 + 0.5/3 + 1.0/4 + 0.7/5 + 0.4/6 + 0.1/7$$

$$2) B = 0.1/1 + 0.3/2 + 0.6/3 + 0.7/4 + 0.8/5 + 0.9/6 + 1.0/7$$

#### Preguntas

##### 1. ¿Cuáles son los resultados de las siguientes operaciones?

$$- \text{NOT } B = 1 - \mu_B(x_i)$$

$$\text{NOT } B = 0.9/1 + 0.7/2 + 0.4/3 + 0.3/4 + 0.2/5 + 0.1/6 + 0.0/7$$

$$- A \text{ AND } B = \min(\mu_A(x_i), \mu_B(x_i))$$

$$A \text{ AND } B = 0.0/1 + 0.1/2 + 0.5/3 + 0.7/4 + 0.7/5 + 0.4/6 + 0.1/7$$

$$- A \text{ OR } B = \max(\mu_A(x_i), \mu_B(x_i))$$

$$A \text{ OR } B = 0.1/1 + 0.3/2 + 0.6/3 + 1.0/4 + 0.8/5 + 0.9/6 + 1.0/7$$

$$- A \text{ AND } \bar{A} = \min[\mu_A(x_i), (1 - \mu_A(x_i))]$$

$$\bar{A} = 1.0/1 + 0.9/2 + 0.5/3 + 0.0/4 + 0.3/5 + 0.6/6 + 0.9/7$$

$$A \text{ AND } \bar{A} = 0.0/1 + 0.1/2 + 0.5/3 + 0.0/4 + 0.3/5 + 0.4/6 + 0.1/7$$

## Parte 4

Considera las variables lingüísticas ESTATURAS y EDADES

- 1) Genera en Juzzy las funciones de pertenencia (MFs) (Código de las gráficas en el anexo)

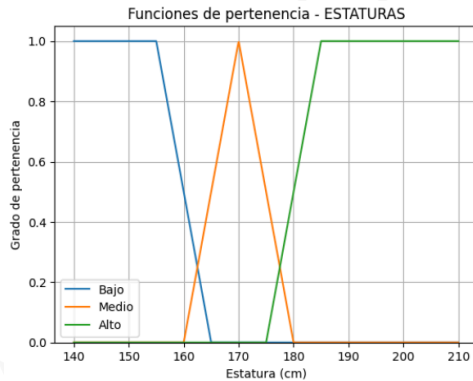


Figura 2. “Estaturas”

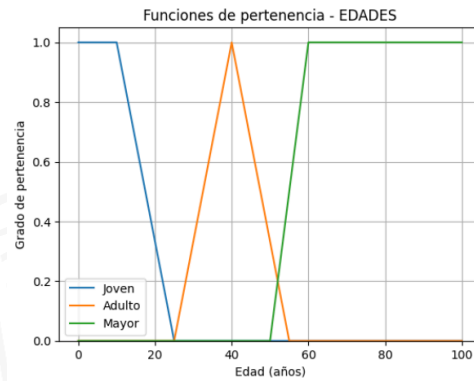


Figura 2. “Edades”

- 2) Justifica la selección de tipos de MF y granulación

Se seleccionaron tres términos lingüísticos para cada variable, lo cual ofrece un equilibrio entre precisión y simplicidad. Esta granulación moderada permite representar adecuadamente los rangos típicos de estatura y edad en una población adulta sin complicar el análisis.

- En Estaturas, se usan funciones trapezoidales para Bajo y Alto para cubrir los extremos y una función triangular para Medio, lo cual modela adecuadamente la transición gradual.
- En Edades, se eligen funciones similares, considerando que las transiciones entre etapas de vida también son graduales. La función Adulto es triangular, mientras que Joven y Mayor usan trapezoidales para representar zonas con crecimiento o decrecimiento lento en pertenencia.



3) Incluye sus respectivas funciones de pertenencia (i.e., ecuaciones)

### Estaturas

$$\mu_{\text{Bajo}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 1.55 \\ \frac{1.65-x}{0.10}, & 1.55 < x < 1.65 \\ 0, & x \geq 1.65 \end{cases}$$

Bajo

$$\mu_{\text{Medio}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1.60 \text{ o } x \geq 1.80 \\ \frac{x-1.60}{0.10}, & 1.60 < x \leq 1.70 \\ \frac{1.80-x}{0.10}, & 1.70 < x < 1.80 \end{cases}$$

Medio

$$\mu_{\text{Alto}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1.75 \\ \frac{x-1.75}{0.10}, & 1.75 < x < 1.85 \\ 1, & x \geq 1.85 \end{cases}$$

Alto

### Edades

$$\mu_{\text{Joven}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 25 \\ \frac{25-x}{15}, & 10 < x < 25 \\ 0, & x > 25 \end{cases}$$

Joven

$$\mu_{\text{Adulto}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 25 \text{ o } x \geq 55 \\ \frac{x-25}{15}, & 25 < x \leq 40 \\ \frac{55-x}{15}, & 40 < x < 55 \end{cases}$$

Adulto

$$\mu_{\text{Mayor}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{10}, & 50 < x < 60 \\ 1, & x \geq 60 \end{cases}$$

Mayor

## Anexo Código

```

Python
import matplotlib.pyplot as plt
from juzzyPython.generic.Tuple import Tuple
from juzzyPython.generic.Input import Input
from juzzyPython.type1.sets.T1MF_Triangular import T1MF_Triangular
from juzzyPython.type1.sets.T1MF_Trapezoidal import T1MF_Trapezoidal
from juzzyPython.type1.system.T1_Antecedent import T1_Antecedent
from juzzyPython.generic.Plot import Plot

# Variables lingüísticas
estaturas = Input("Estaturas", Tuple(140, 210)) # cm
edades = Input("Edades", Tuple(0, 100)) # años

# === ESTATURAS ===
bajo_mf = T1MF_Trapezoidal("Bajo", [140, 140, 155, 165])
medio_mf = T1MF_Triangular("Medio", 160, 170, 180)
alto_mf = T1MF_Trapezoidal("Alto", [175, 185, 210, 210])

# === EDADES ===
joven_mf = T1MF_Trapezoidal("Joven", [0, 0, 10, 25])
adulto_mf = T1MF_Triangular("Adulto", 25, 40, 55)
mayor_mf = T1MF_Trapezoidal("Mayor", [50, 60, 100, 100])

# Asociar MFs
bajo = T1_Antecedent(estaturas, bajo_mf, "Estatura baja")
medio = T1_Antecedent(estaturas, medio_mf, "Estatura media")
alto = T1_Antecedent(estaturas, alto_mf, "Estatura alta")
joven = T1_Antecedent(edades, joven_mf, "Joven")
adulto = T1_Antecedent(edades, adulto_mf, "Adulto")
mayor = T1_Antecedent(edades, mayor_mf, "Mayor")

# === Función para graficar con matplotlib directamente ===
def plotMF_custom(name, sets, xAxisRange, xLabel, yLabel,
discretisationLevel=1000):
    plt.figure()
    plt.title(name)
    plt.xlabel(xLabel)
    plt.ylabel(yLabel)

    x_vals = [xAxisRange.getLeft() +
i*(xAxisRange.getRight()-xAxisRange.getLeft())/discretisationLevel for i in
range(discretisationLevel + 1)]

    for mf in sets:
        y_vals = [mf.getFS(x) for x in x_vals]
        plt.plot(x_vals, y_vals, label=mf.getName())

```

```
plt.ylim(0, 1.05)
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```

#### # Graficar con etiquetas personalizadas

```
plotMF_custom("Funciones de pertenencia - ESTATURAS", [bajo_mf, medio_mf,
alto_mf], estaturas.getDomain(), "Estatura (cm)", "Grado de pertenencia")
plotMF_custom("Funciones de pertenencia - EDADES", [joven_mf, adulto_mf,
mayor_mf], edades.getDomain(), "Edad (años)", "Grado de pertenencia")
```

