

¿Que es la lógica difusa y por supuesto, ¿para que sirve?

Julio Waissman Vilanova

Departamento de Matemáticas
Universidad de Sonora

Plan de la presentación

Introducción no formal.

Sistemas de inferencia difusa

¿Para que sirve la lógica difusa?

¿Lógica difusa?

Se conoce con el término genérico de **Lógica Difusa** a un conjunto de técnicas basadas principalmente en el concepto de *subconjunto difuso*.

En los años sesenta, Zadeh, propone el concepto de subconjunto difuso para:

- ▶ utilizar **información vaga**,
- ▶ manejar **conocimiento incierto**,
- ▶ hacer sistemas **fáciles de interpretar**.

Conjuntos *crisp*

Sea X un conjunto universo, el cual contiene todos los elementos que pueden interesar en alguna aplicación, y sea A un subconjunto de X . La función característica de A (o función de pertenencia), $\chi_A : X \rightarrow \{0, 1\}$ está definida como:

$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in A \\ 0 & \text{si } x \notin A \end{cases}$$

Operaciones en conjuntos

- ▶ A^c es el complemento de A si $\chi_{A^c}(x) = 1 - \chi_A(x)$ para todo $x \in X$.
- ▶ C es la intersección de A y B , $C = A \cap B$ si

$$\chi_C(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } \chi_A(x) = \chi_B(x) = 1 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases}$$

para toda $x \in X$.

- ▶ D es la union de A y B , $D = A \cup B$ si, para toda x

$$\chi_D(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } \chi_A(x) = 1 \text{ o } \chi_B(x) = 1 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases}.$$

Ejemplos de conjuntos

Ejemplos:

- ▶ Conjunto de personas de sexo masculino en la sala.
- ▶ Conjunto de gatos con tres patas.
- ▶ Conjunto de números primos.
- ▶ Conjunto de funciones lineales.
- ▶ Conjunto de conjuntos con un número infinito de elementos.
- ▶ Conjunto de conjuntos que no se pertenecen a sí mismos.

Otro ejemplo

Sea U es el conjunto de mexicanos. Sea

- ▶ J el conjunto de los mexicanos «Jóvenes»
- ▶ V el conjunto de los mexicanos «Viejos»

Si bien es difícil determinar cuando un elemento del conjunto universo (mexicanos) pertenece al conjunto «Jóvenes», es bastante comprometedor definir «Viejos».

Otro ejemplo

Según el IMSS

(<http://www.pensionesimss.com.mx/60o65.html>),
uno se puede jubilar a los:

- ▶ 60 años con el 75% del salario,
- ▶ 61 años con el 80% del salario,
- ▶ 62 años con el 85% del salario,
- ▶ 63 años con el 90% del salario,
- ▶ 64 años con el 95% del salario,
- ▶ 65 años con el 100% del salario,

Noción informal del subconjunto difuso

- ▶ ¿Y el conjunto de colores agradables?
- ▶ ¿Y el conjunto de mexicanos «guapos»?

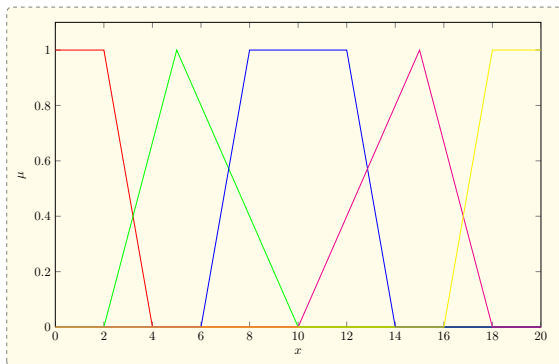
En estos conjuntos es difícil definir la función característica.

Un subconjunto difuso A de un conjunto universo X es una función $A : X \rightarrow [0, 1]$.

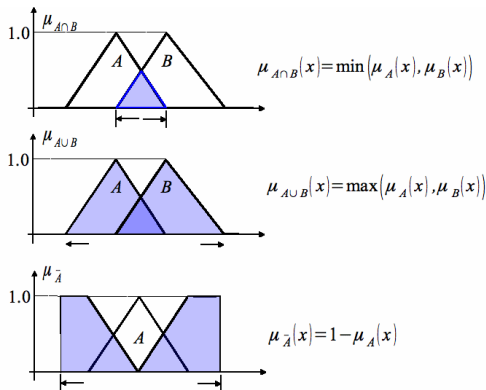
También se utiliza la notación $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$ como *función de pertenencia*.

Subconjuntos difusos

Fáciles de calcular



Operaciones en subconjuntos difusos



La lógica difusa no es probabilidad

- ▶ La lógica difusa expresa incertidumbre en el concepto (manejo de lenguaje impreciso).
- ▶ La probabilidad expresa incertidumbre en la ocurrencia de un evento.

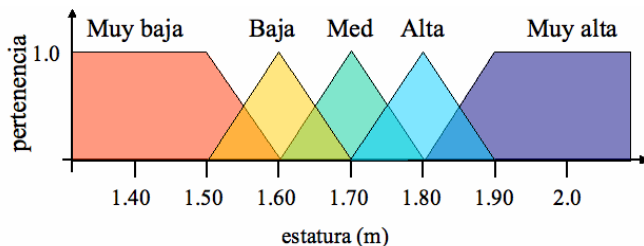
Ejemplo:

- ▶ “El alumno X está durmiendo” con un grado de verdad de 0.5.
- ▶ La probabilidad que “El alumno X está durmiendo” es de 0.5.

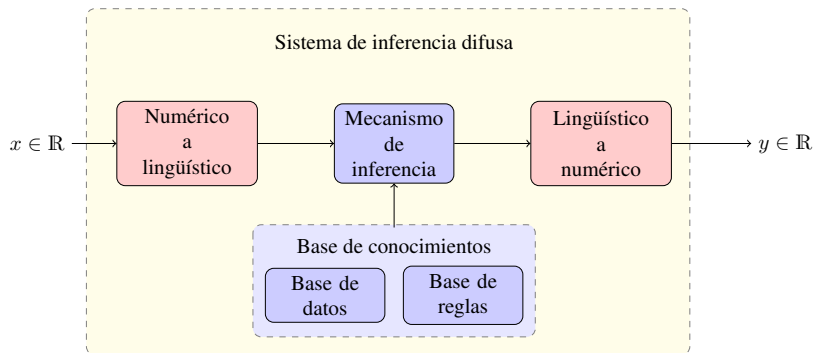
Variables lingüísticas

Las funciones de pertenencia permiten **granular** una variable continua en variables lingüísticas con **valores significativos**.

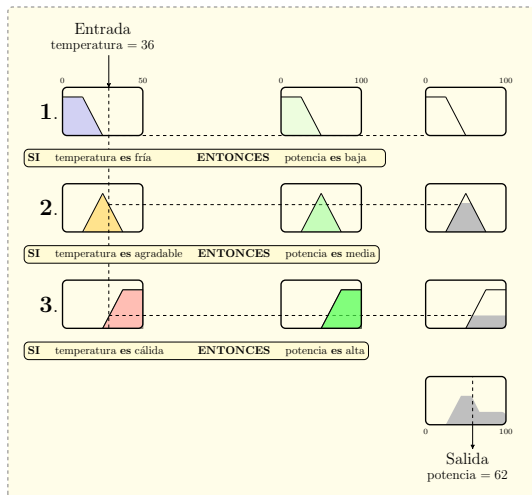
- ▶ Cada valor lingüístico es un *conjunto difuso*.
- ▶ Es posible **razonar** con valores lingüísticos.



Sistema de inferencia difuso (FIS)



Ejemplo sencillo de un FIS



Representación compacta de un FIS.

Ejemplo ilustrativo: ajustar el agua en la regadera

$\Delta T/T$	Muy Fria	Fria	Tibia	Caliente	Muy caliente
Baja rápido	-90	-65	-45	-20	0
Baja	-65	-45	-20	0	20
Igual	-45	-20	0	20	45
Sube	-20	0	20	45	65
Sube rápido	0	20	45	65	90

Salida: Grados que gira la llave del agua fría.

Rechazo inicial a la lógica difusa

Los conceptos de lógica difusa y conjuntos difusos no tuvieron una buena acogida dentro de la comunidad científica estadounidense y europea debido principalmente a

la profunda tradición científica en el respeto a los números (mediciones) y a la falta de respeto por las palabras (percepciones).

Afortunadamente, en Japón fue bien recibida la idea.

Primeros éxitos (Control difuso)

- ▶ 1987: Control de frenado y aceleración del metro de Sendai



Primeros éxitos (Control difuso)

- ▶ 1988: Se crea el LIFE (Laboratory for International Fuzzy Engineering) en Japón, apoyado por 48 compañías.
- ▶ Cannon desarrolla una cámara con autoenfoco utilizando control difuso



Consolidación

- Utilización como controladores industriales



- Utilización generalizada en bienes de consumo (lavatrastes, aspiradoras, lavadoras,...).

¿Y sirve para todo?

La lógica difusa es buena cuando:

- ▶ No se conoce bien el proceso pero se sabe operarlo
- ▶ Se conoce el modelo pero es muy complejo
- ▶ Las mediciones son inciertas

La lógica difusa **no** es recomendable cuando:

- ▶ Se tiene un modelo confiable del proceso
- ▶ El problema no presenta incertidumbres
- ▶ El proceso es muy rápido

Gracias por su atención