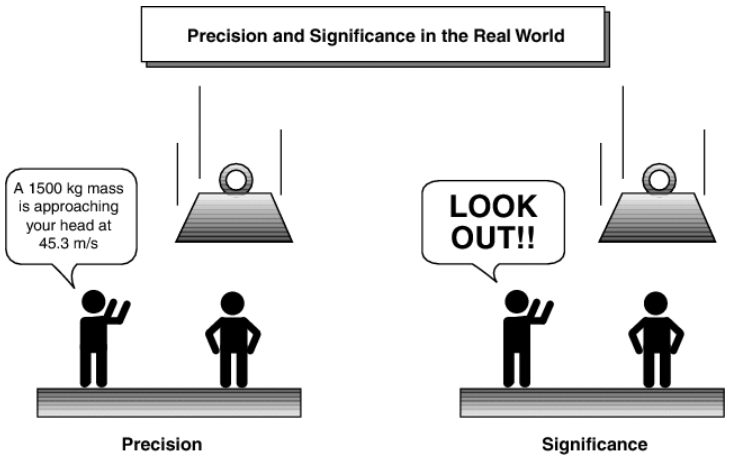
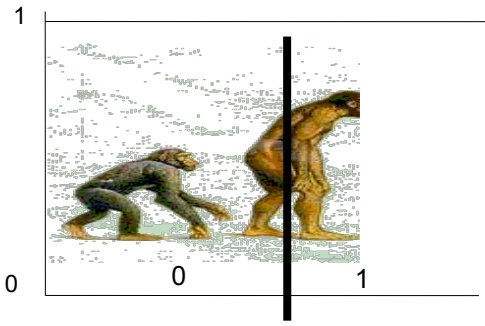
Tema 4: Sistemas Expertos Difusos



Dpmt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1

Lógica Difusa.
Introducción



- Especifiquemos qué es "Ser humano"
- Con Lógica de primer orden

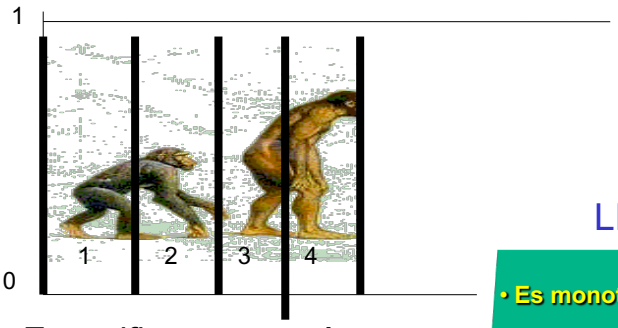
LPO

- **Es monotónica**
- **Dificultad de representar el conocimiento real**

Dpmt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

2

Lógica Difusa.
Introducción



- Especifiquemos qué es "Ser humano"
- Con Lógica multivaluada

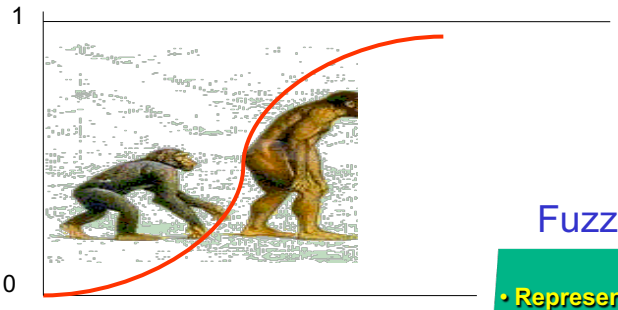
LPO

- **Es monotónica**
- **Dificultad de representar el conocimiento real**

Dpmt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

3

Lógica Difusa.
Introducción



- Especifiquemos con LPO "Ser humano"
- Lógica difusa

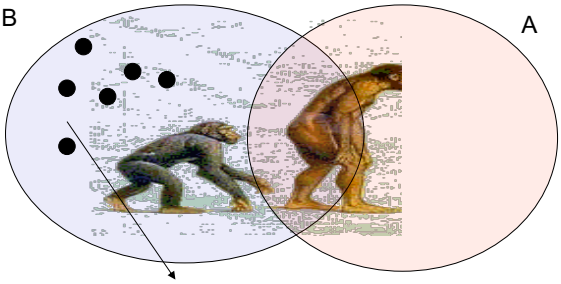
Fuzzy Logic

- **Representación del conocimiento de forma más natural**

Dpmt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

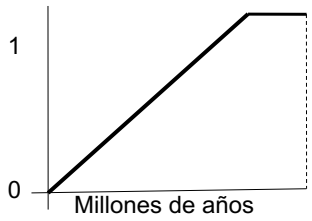
4

Lógica Difusa.
Conjuntos difusos (I)



$$B = \{ (x , \mu_B(x)) / x \in X \}$$

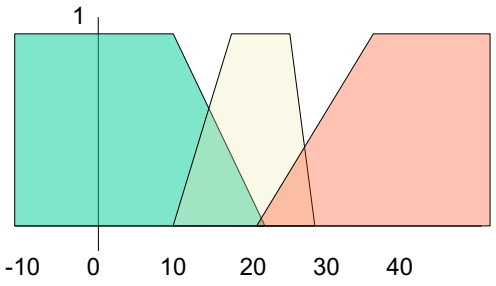
$$\mu_B: X \rightarrow [0,1]$$



La función de pertenencia se establece de una manera arbitraria (triangular, gaussiana…)

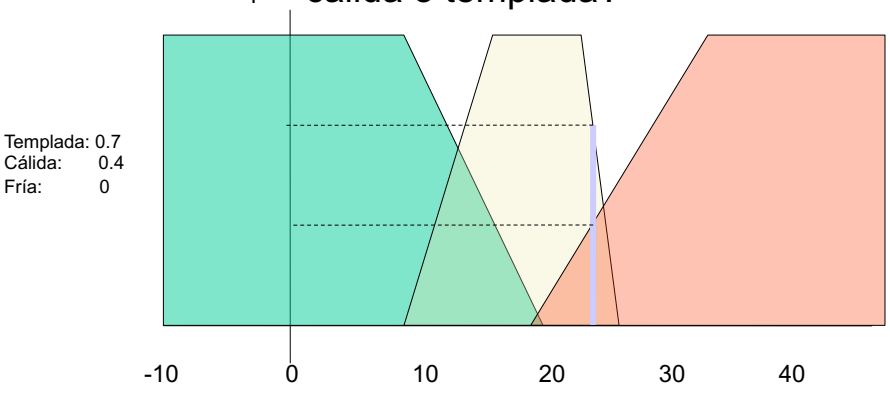
Lógica Difusa.
Conjuntos difusos (II)

- ¿Cómo es la temperatura del Aula?
  - Cálida, Fría, Templada.
  - Definir los conjuntos difusos gráficamente y la función de pertenencia.
  - ¿23 grados es cálida o templada?



Lógica Difusa.
Conjuntos difusos (III)

¿23 grados es una temperatura cálida o templada?

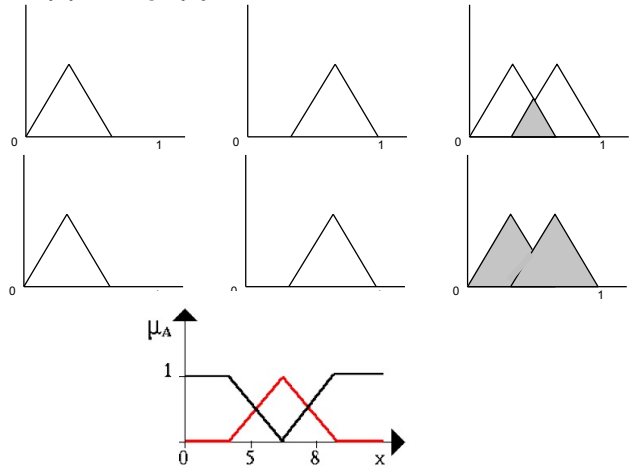


Templada: 0.7
Cálida: 0.4
Fría: 0

7

Lógica Difusa.
Operaciones entre conjuntos (I)

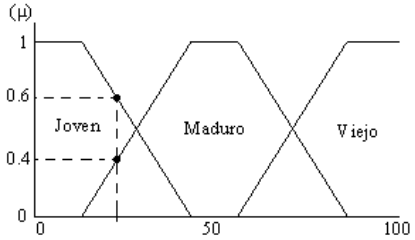
$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$
$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$
$\mu_{\neg A}(x) = 1 - \mu_A(x)$



8

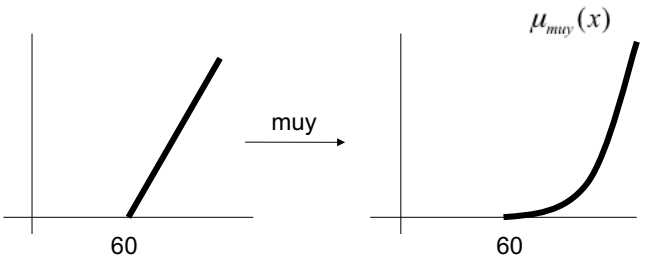
Lógica Difusa.
Variables lingüísticas

- Una Variable Lingüística: palabras o sentencias que van a enmarcarse en un lenguaje predeterminado.
- Ejemplo:
  - Variable Edad:
    - Valores lingüísticos: Niño, Joven, Adulto, Viejo.
    - Universo del discurso de 0 a 100 años.
    - ¿Que valor lingüístico tiene una persona de 25 años?

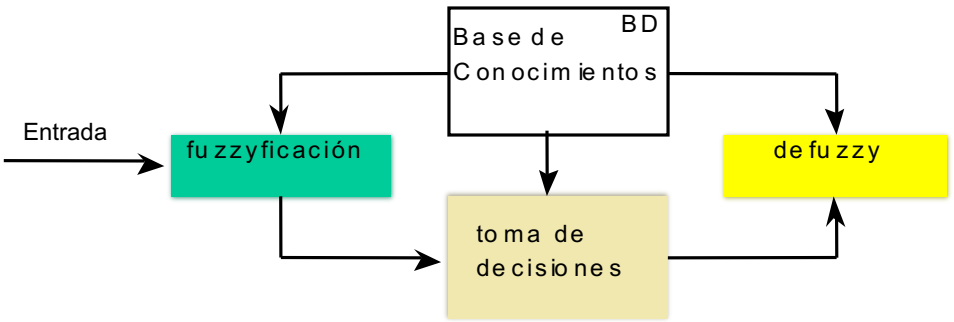


Lógica Difusa.
Modificadores Lingüísticos

- Modificadores lingüísticos:
  - Operador que modifica el significado de un conjunto difuso:
    - Muy, Más o menos.
    - ¿Cómo lo podríamos describir Muy?
    - ¿Y más o menos?

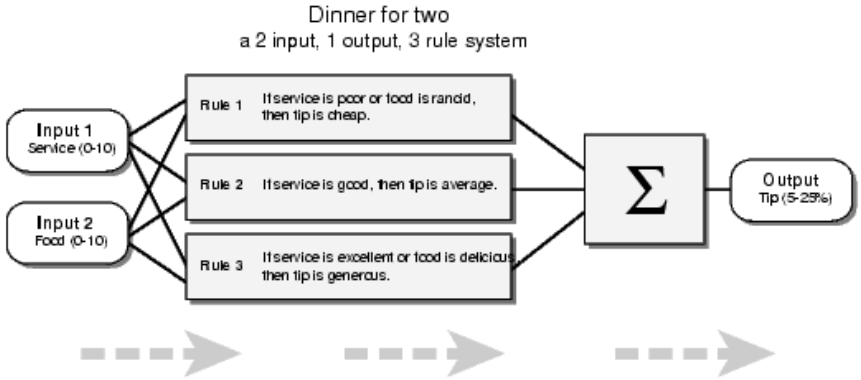


Sistemas expertos Difusos.
Partes



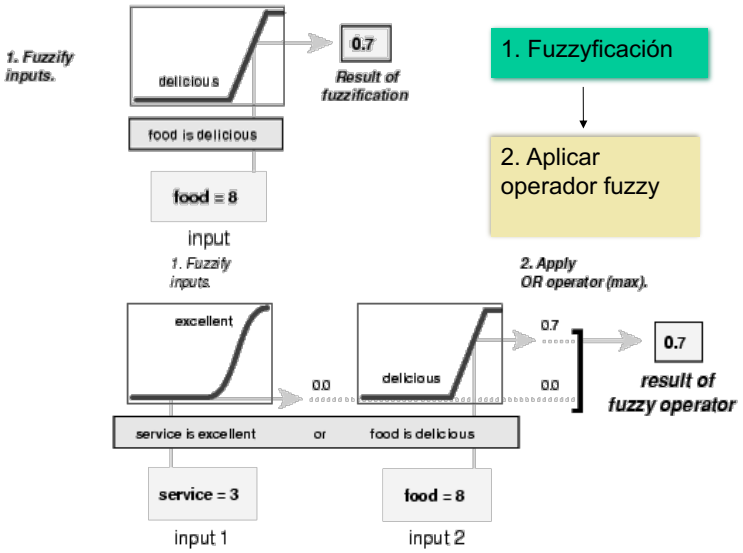
11

Sistemas expertos Difusos.
Ejemplo Propinas



12

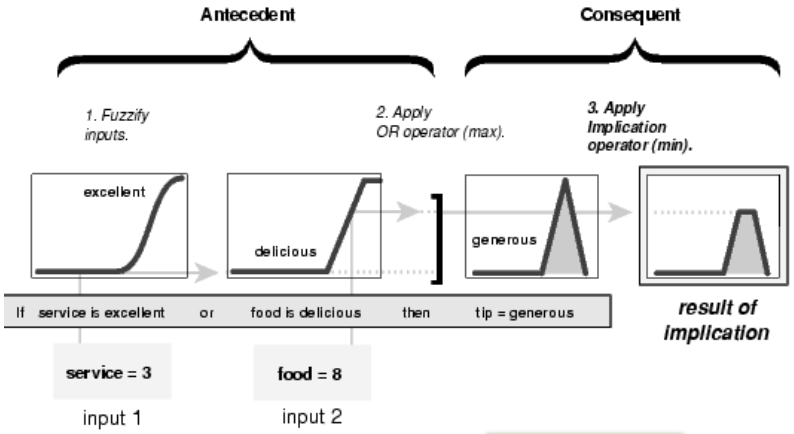
Sistemas expertos Difusos.
Ejemplo (I) Paso 1,2



1. Fuzzyficación

2. Aplicar operador fuzzy

Sistemas expertos Difusos.
Ejemplo (II) Paso 3.

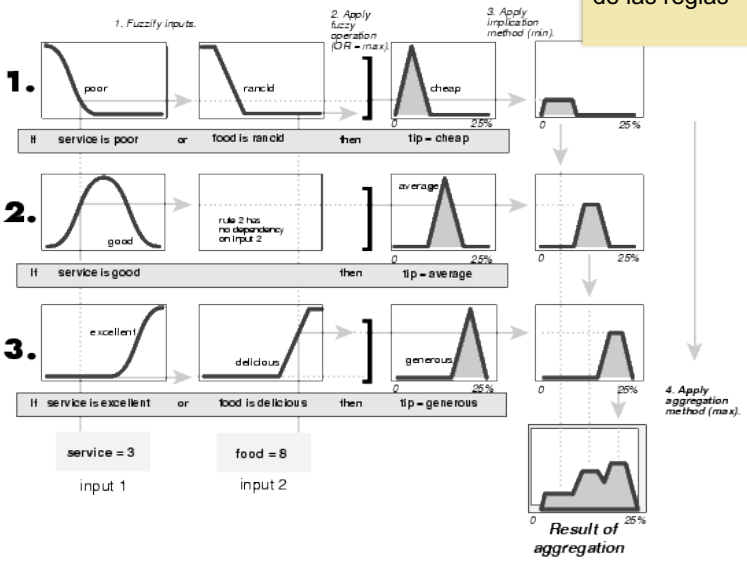


3. Implicador fuzzy

Sistemas expertos Difusos.

Ejemplo (III) Paso 4.

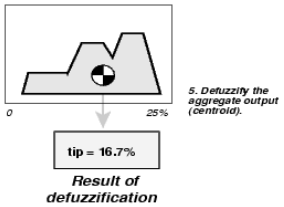
4.Combinación de las reglas



Sistemas expertos Difusos.

Ejemplo (IV) Paso 5.

5 Defuzzyficación



Sistemas expertos Difusos

Parámetros a establecer en el SE

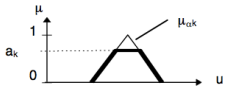
- And/Or a utilizar

operator **OR**		operator **AND**	
keyword for **Algorithm**	**Algorithm**	keyword for **Algorithm**	**Algorithm**
MAX	Max ($\mu_1(x)$, $\mu_2(x)$)	MIN	Min($\mu_1(x)$, $\mu_2(x)$)
ASUM	$\mu_1(x)+\mu_2(x) - \mu_1(x)\ \mu_2(x)$	PROD	$\mu_1(x)\ \mu_2(x)$
BSUM	Min(1, $\mu_1(x) + \mu_2(x)$)	BDIF	Max (0, $\mu_1(x) + \mu_2(x)$ -1)

- Método de agregación para los conjuntos de variables a defuzzyficar

Name	**Keyword**	**Formula**
Maximum	MAX	$\text{Max}(\mu_1(x), \mu_2(x))$
Bounded Sum	BSUM	$\text{Min}(1, \mu_1(x) + \mu_2(x))$
Normalised Sum	NSUM	$\frac{\mu_1(x) + \mu_2(x)}{\text{Max}(1, \text{MAX}(\mu_1(x') + \mu_2(x')))}$

- Método de activación
- Método de defuzzyficación



COG

$$U = \frac{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} u\ \mu(u)\ du}{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} \mu(u)\ du}$$

COGS

$$U = \frac{\sum_{i=1}^{p} [u_i\ \mu_i]}{\sum_{i=1}^{p} [\mu_i]}$$

FCL (I)

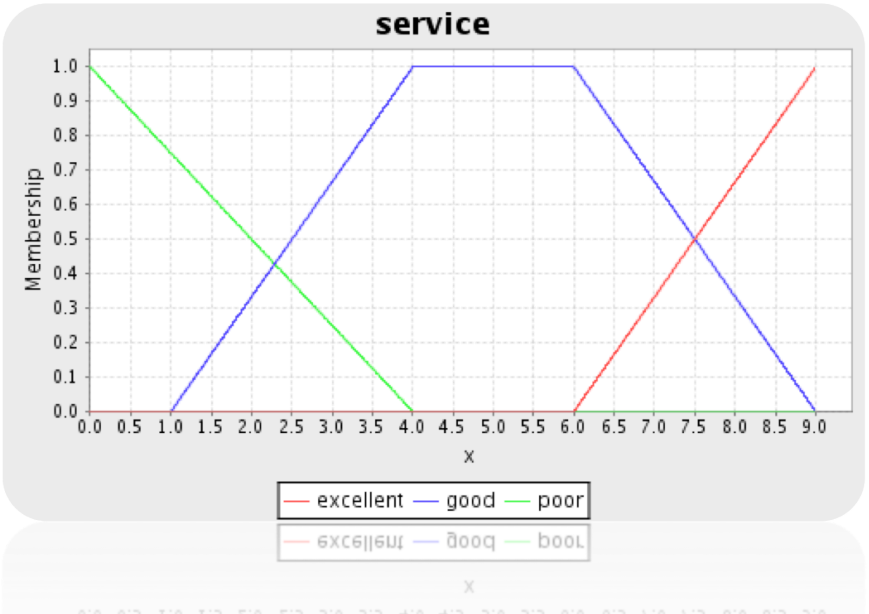
- Fuzzy Control Lenguaje
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC) TECHNICAL COMMITTEE No. 65: INDUSTRIAL PROCESS MEASUREMENT AND CONTROL SUB-COMMITTEE 65 B: DEVICES
  - IEC 1131 - PROGRAMMABLE CONTROLLERS
  - Part 7 - Fuzzy Control Programming
  - Committee Draft CD 1.0 (Rel. 19 Jan 97)
- http://jfuzzylogic.sourceforge.net/doc/iec_1131_7_cd1.pdf

FCL (II)

```
/ Block definition (there may be more than one block per file,
FUNCTION_BLOCK tipper

// Define input variables
VAR_INPUT
    service : REAL;
    food : REAL;
END_VAR

// Define output variable
VAR_OUTPUT
    tip : REAL;
END_VAR

// Fuzzify input variable 'service'
FUZZIFY service
    TERM poor := (0, 1) (4, 0) ;
    TERM good := (1, 0) (4,1) (6,1) (9,0);
    TERM excellent := (6, 0) (9, 1);
'ND_FUZZIFY
```

Dpmt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

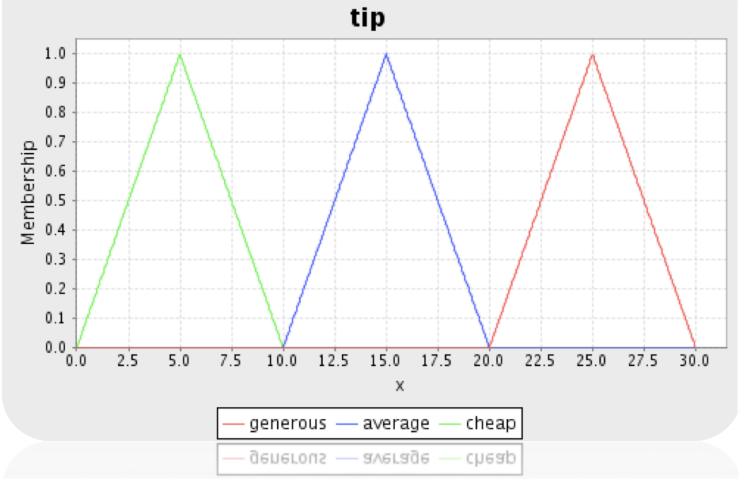
FCL (II)



Dpmt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

FCL (III)

```
DEFUZZIFY tip
    TERM cheap := (0,0) (5,1) (10,0);
    TERM average := (10,0) (15,1) (20,0);
    TERM generous := (20,0) (25,1) (30,0);
```



FCL (IV)

```
// Defzzzify output variable 'tip'
DEFUZZIFY tip
    TERM cheap := (0,0) (5,1) (10,0);
    TERM average := (10,0) (15,1) (20,0);
    TERM generous := (20,0) (25,1) (30,0);
    // Use 'Center Of Gravity' defuzzification method
    METHOD : COG;
    // Default value is 0 (if no rule activates defuzzifier)
    DEFAULT := 0;
END_DEFUZZIFY

RULEBLOCK No1
    // Use 'min' for 'and' (also implicit use 'max'
    // for 'or' to fulfill DeMorgan's Law)
    AND : MIN;
    // Use 'min' activation method
    ACT : MIN;
    // Use 'max' accumulation method
    ACCU : MAX;

    RULE 1 : IF service IS poor OR food IS rancid
                THEN tip IS cheap;

    RULE 2 : IF service IS good
                THEN tip IS average;

    RULE 3 : IF service IS excellent AND food IS delicious
                THEN tip is generous;
END_RULEBLOCK
```

Bibliografía

- AI Game Engine Programming (Game Development Series) Briam Schwab
- Sobre FCL: http://jfuzzylogic.sourceforge.net/doc/iec_1131_7_cd1.pdf

Dpmt. de Ciencia de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante