



Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento

I. A. Clásica

Nuevos" enfoques de la I. A.

- ✓ Agentes Inteligentes
- ✓ Aprendizaje
- ✓ **Lógicas multivaluadas**
 - ✓ Introducción
 - Lógicas univaluadas vs. Lógicas multivaluadas
 - ✓ Conjuntos borrosos
 - ✓ Reglas borrosas
 - ✓ Aplicaciones
- ✓ Computación evolutiva



Introducción I

Conocimiento exacto

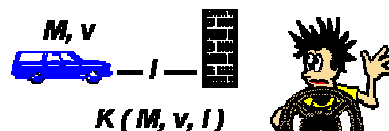
- ✓ Estado descrito por variables
- ✓ Conocimiento descrito por fórmulas



$$K = \frac{1}{2} \cdot M \cdot \frac{v^2}{l}$$

Conocimiento inexacto (humano)

- ✓ Estado descrito por términos lingüísticos
 - ✓ CONJUNTOS BORROSOS
- ✓ Conocimiento descrito por reglas
 - ✓ "Si voy **muy deprisa** y la pared está **muy cerca** entonces tengo que frenar **muy fuerte**"
 - ✓ REGLAS BORROSAS



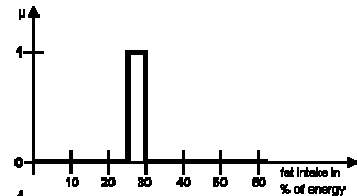
$$K(M, v, l)$$



Introducción II

Razonamiento clásico

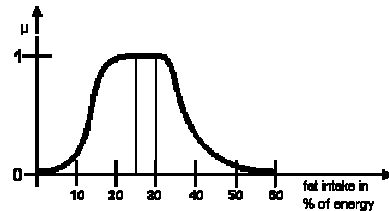
- ✓ Definido por lógicas bivalentes (V/F)
- ✓ Ejemplo: Consumo de grasa (Adecuado/inadecuado)



$$\mu(a) = \begin{cases} 1 & \text{if } a \in A \\ 0 & \text{if } a \notin A \end{cases}$$

Razonamiento borroso

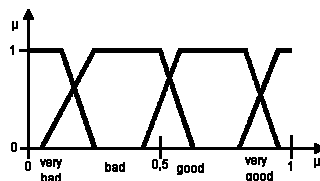
- ✓ Estados lógicos con múltiples valores
- ✓ Se define una función de pertenencia μ continua alrededor del valor "óptimo"



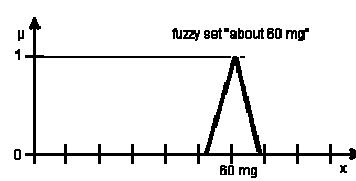
Introducción (y III)

Lógicas Multivaluadas

- ✓ Conjuntos borrosos tipo II



Número "borroso"



Lógicas Multivaluadas

- ✓ Es necesario definir los operadores lógicos
- ✓ OPERACIONES EN CONJUNTOS BORROSOS
 - ✓ La definición procede de la teoría clásica de conjuntos
 - ✓ Proporciona las bases para el cálculo lógico



Conjuntos borrosos I

Teoría clásica de conjuntos



characteristic function for $A \cap B$

AND

$$\mu_{A \cap B}(a) = \begin{cases} 0 & \text{if } a \notin A \text{ and } a \notin B \\ 0 & \text{if } a \in A \text{ and } a \notin B \\ 0 & \text{if } a \notin A \text{ and } a \in B \\ 1 & \text{if } a \in A \text{ and } a \in B \end{cases}$$

$$\mu_{A \cap B}(a) = \min(\mu_A(a), \mu_B(a))$$

Definición de operaciones con conjuntos borrosos

OR



characteristic function for $A \cup B$

$$\mu_{A \cup B}(a) = \max(\mu_A(a), \mu_B(a))$$

intersection and logic "and"

$$\mu_{A \cap B}(a) = \min(\mu_A(a), \mu_B(a))$$

union and logic "or"

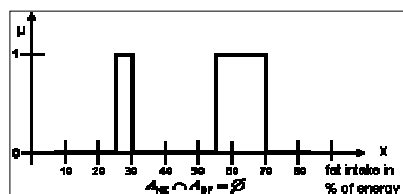
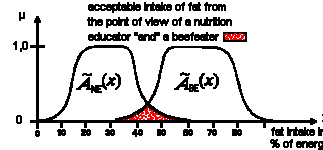
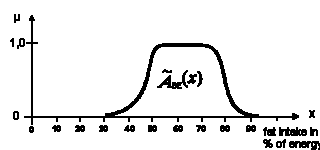
$$\mu_{A \cup B}(a) = \max(\mu_A(a), \mu_B(a))$$



Conjuntos borrosos (y II)

Comparación con lógicas bivaluadas

✓ "Aceptable para comedor AND Aceptable para nutrólogo"



Lógica bivaluadas

- Existen valores con certidumbre > 0 para el AND
- No son conjuntos disjuntos
- Proporciona mayor "elasticidad" en la representación y en el cálculo lógico



Reglas borrosas I

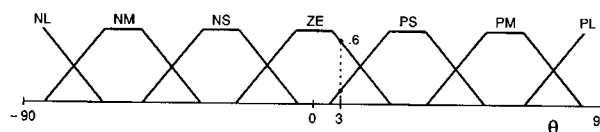
- ✎ Un valor puede estar afectado por diversas etiquetas lingüísticas
 - ✓ Afectado por varias reglas
 - ✓ Evaluación del antecedente se realiza utilizando los métodos (max/min) establecidos
 - ✓ Diversos consecuentes verdaderos con un grado de certidumbre
 - ✓ Expresión de reglas para una variable con varias etiquetas (borrosa) se realiza con tablas
 - ✓ N entradas: Cada una con las etiquetas que se consideran en cada momento
 - ✓ Salida etiquetas de la variable lingüística
 - ✓ Necesitan un proceso de desborrosificación ("Defuzzificación")



Reglas borrosas II

✎ Ejemplo: Pendulo invertido

- ✓ Definición variables



- ✓ Definición de conjunto de reglas

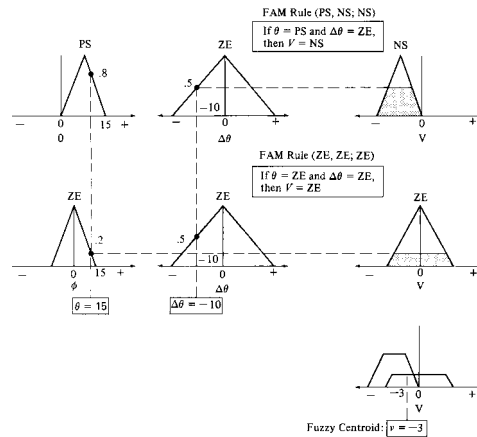
- ✓ Define el valor del movimiento
- ✓ Las conclusiones son tambien etiquetas lingüísticas

		θ				
		NM	NS	ZE	PS	PM
$\Delta \theta$	NM			PM		
	NS			PS		
	ZE	PM	PS	ZE	NS	NM
	PS			NS		
	PM			NM		



Reglas borrosas (y III)

"Defuzzificacion". Método del centro de masas



Aplicaciones I

Controlador

- ✓ Elementos
 - ✓ Sensor (Sonda)
 - ✓ Actuador (Ventilador)
 - ✓ Controlador
- ✓ Objetivo
 - ✓ Controlar la temperatura de una sala

Conjuntos borrosos

- ✓ Definen las etiquetas lingüísticas

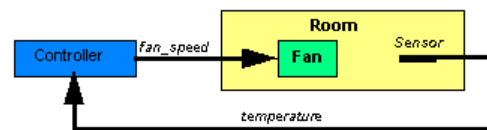


Figure 1: A Simple Temperature Controller

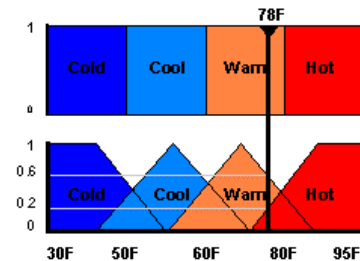


Figure2: Conventional and Fuzzy Sets



Aplicaciones II

Reglas de control

- IF temperature IS cold THEN fan_speed IS high
- IF temperature IS cool THEN fan_speed IS medium
- IF temperature IS warm THEN fan_speed IS low
- IF temperature IS hot THEN fan_speed IS zero

ES NECESARIO
“DEFUZZIFICAR” EL
RESULTADOS

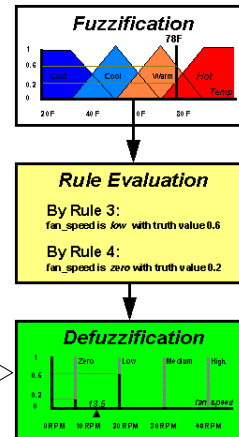
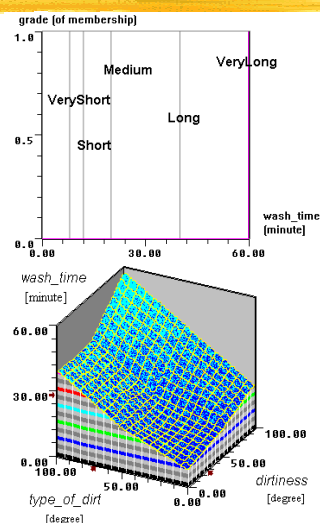
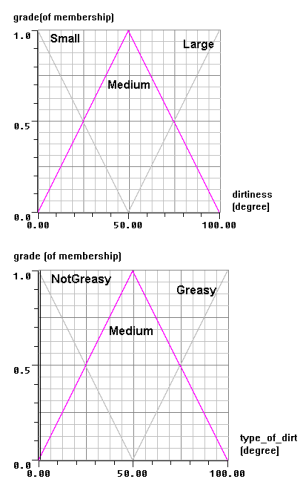


Figure 3 The Fuzzy Inference Process



Aplicaciones III

Lavadora





Aplicaciones (y IV)

Enfoque automático

