RESUMEN BORROSO

21/11/19 12:05

• Sistema borroso de tipo Mandani

• REGLAS

Si $\underbrace{x \text{ es } A \text{ AND } y \text{ es } B}_{\text{antecedente}} \rightarrow \underbrace{z \text{ es } C}_{\text{consecuente}}$

• A,B,C → conjuntos borrosos

$\mu_A(x) \rightarrow$ función de pertenencia

• AXIOMAS
- directamente una asignación

x es A' , $A' \rightarrow$ conjunto borroso

• BORROSIFICADOR
- funcionamiento: $x_0 \rightarrow \mu_{A'}(x)$

- Delta

$$\mu_{A'}(x) = \begin{cases} 1 & x = x_0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases}$$

- Gaussiano

• DESBORROSIFICADOR
- convierte un conjunto borroso en un número

$\mu_C(z) \rightarrow z_0$

- COA: $z_0 = \dfrac{\int \mu_C(z)\, z\, dz}{\int \mu_C(z)\, dz}$

- COG: $z_0 = \dfrac{\sum b_i \cdot \int \mu_{Ci}(z)\, dz}{\sum \int \mu_{Ci}(z)\, dz}$

- CP: $z_0 = \dfrac{\sum b_i \cdot \mu_{Ri}}{\sum \mu_{Ri}} = \dfrac{\sum b_i \cdot h_i}{\sum h_i}$

• Aproximaciones de COA
- Requieren información sobre el conjunto resultado
  - → Dependen del proceso de inferencia (hasta paso 2)

• PROCESO DE INFERENCIA
- Reglas + Axiomas = conclusión

← Borrosificador

• Tabla de reglas

x \ y	B_1 $\mu_{B1}(y_0)$	B_2 $\mu_{B2}(y_0)$
A_1 $\mu_{A1}(x_0)$	C_1 1	C_2 2
A_2 $\mu_{A2}(x_0)$	C_3 3	C_4 4

• Si x es A_i AND y es B_i → z es C_i $\quad i = 1,2,3,4$

- Entrada ⇒ $x = x_0$ → $\mu_{A'}(x)$; $y = y_0$ → $\mu_{B'}(y)$

- Axiomas (dependen de cada entrada en concreto)
  - • x es A'
  - • y es B'

• Axiomas tipo delta

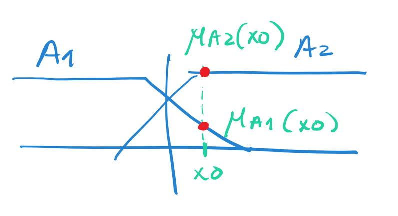
- **Paso 1** → calcular grado de activación de cada regla

$\mu_{aR1} = T(\mu_{A1}(x_0), \mu_{B1}(y_0))$

$\mu_{aR2} = T(\mu_{A1}(x_0), \mu_{B2}(y_0))$

$\mu_{aR3} = T(\mu_{A2}(x_0), \mu_{B1}(y_0))$

$\mu_{aR4} = T(\mu_{A2}(x_0), \mu_{B2}(y_0))$



- **Paso 2** → calcular el conjunto conclusión de cada regla

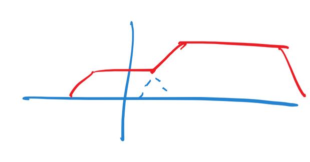
$\mu_{cR1} = T(\mu_{aR1}, \mu_{C1}(z))$

$\vdots$

$\mu_{cR4} = T(\mu_{aR4}, \mu_{C4}(z))$

- **Paso 3** → obtener el conjunto conclusión

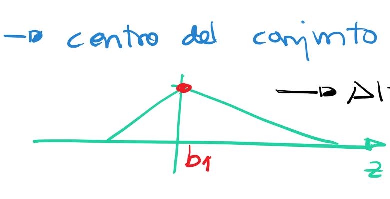
$\mu_C(z) = S(\mu_{cR1}(z), \ldots, \mu_{cR4}(z))$



• COG

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^{4} b_i \cdot \int \mu_{cRi}(z)\, dz}{\sum_{i=1}^{4} \int \mu_{cRi}(z)\, dz}$$

• b_i → centro del conjunto c_i



• CP

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^{4} b_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^{4} h_i}$$

• h_i → altura máxima de C_{Ri}

→ $\mu_{CRi}(z)$ (del paso 2)

• Operadores

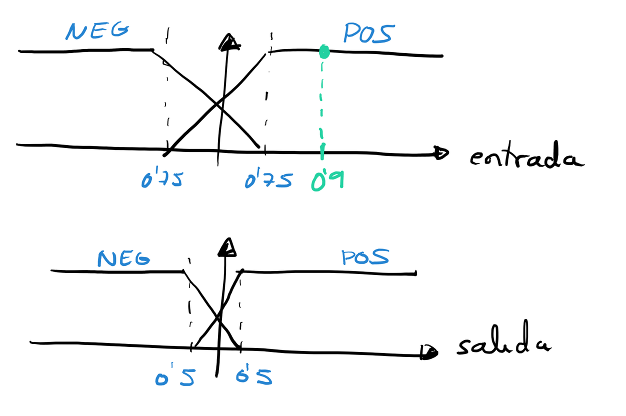
• T → min / producto

• S → max → $S(a,b) = \max(a,b)$; suma → $S(a,b) = a + b$; suma prob → $S(a,b) = a + b - a \cdot b$

• Examen

- Borrosificador
  - • Convertir valor de las entradas en conjuntos borrosos utilizados en los axiomas de la inferencia borrosa

- Controlador Mandani → T-norma: prod, S-norma: suma-prob, B: delta, D: COG



(1) • Si x es NEG → y es POS

(2) • Si x es POS → y es NEG

- $\boxed{x = 0'9}$ - Paso 1: $\mu_{aR1} = 0$, $\mu_{aR2} = 1$ (entrada)

$\mu_{NEG}(0'9)$, $\mu_{POS}(0'9)$ → T-norma no necesaria: solo hay una variable

- Paso 2: $\mu_{cR1} = 0 \cdot \mu_{POS}(z) = \emptyset$

$\mu_{cR2} = 1 \cdot \mu_{NEG}(z)$ → conjunto entero (salida)

- Paso 3: $\mu_C(z) = \mu_{cR1}(z) + \mu_{cR2}(z) - \mu_{cR1}(z) \cdot \mu_{cR2}(z) =$

$= \mu_{cR2}(z) = \mu_{NEG}(z)$ (conjunto entero, salida)

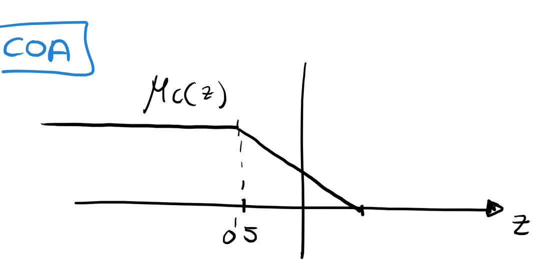
-2 conjuntos conclusión

- $\boxed{COG}$

$$z_0 = \frac{b_1 \int \mu_{cR1}(z)\, dz + b_2 \int \mu_{cR2}(z)\, dz}{\int \mu_{cR1}(z)\, dz + \int \mu_{cR2}(z)} = b_2 = 0'5$$

Máximo → del conjunto conclusión de la regla 2 → $\mu_{NEG}(z)$

- $\boxed{COA}$



• Centro de gravedad: $-\infty$

• Sugeno

• REGLAS

• Si $\underbrace{x \text{ es } A \text{ AND } y \text{ es } B}_{\text{antecedente}} \rightarrow \underbrace{z = f(x,y)}_{\text{consecuente}}$

A,B → conjuntos borrosos

$$\cdot f(x,y) = \begin{cases} \text{- constante: } & f(x,y) = 0'8 \\ \text{- lineal: } & f(x,y) = 0'1x + 0'2y + 1 \\ \text{- polinómica: } & f(x,y) = 0'1x^2 + 0'3xy + 3 \end{cases}$$

• INFERENCIA

• No hay borrosificador → función de inferencia sugeno

• Tabla de reglas

x \ y	B_1	B_2
A_1	$f_1(x,y)$	$f_2(x,y)$
A_2	$f_3(x,y)$	$f_4(x,y)$

• Si x es A_i AND y es B_i → $z = f_i(x,y)$

• Entrada: $x = x_0$, $y = y_0$

• Pasos de inferencia:

- **Paso 1:** • T-norma → producto

$\mu_{aR1} = T(\mu_{A1}(x_0), \mu_{B1}(y_0)) = \mu_{A1}(x_0) \cdot \mu_{B1}(y_0)$

$\vdots$

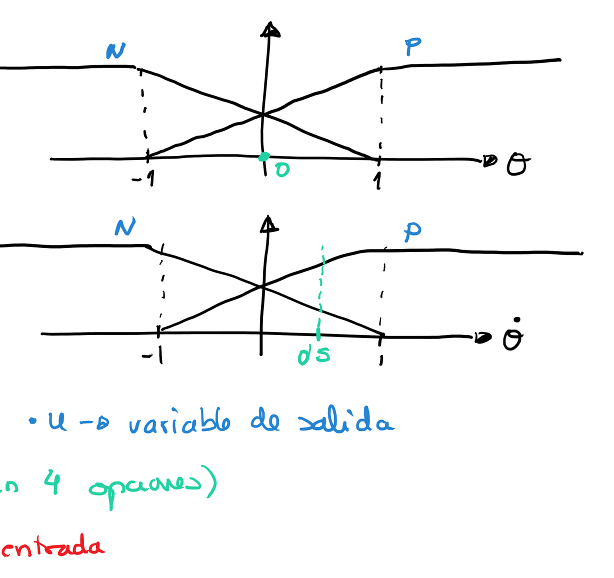
$\mu_{aR4} = T(\mu_{A2}(x_0), \mu_{B2}(y_0)) = \mu_{A2}(x_0) \cdot \mu_{B2}(y_0)$

- **Paso 2:** calcular el valor numérico en la salida

$$\cdot\ z_0 = \frac{\sum_{i=1}^{4} \mu_{aRi} \cdot f_i(x_0,y_0)}{\sum_{i=1}^{4} \mu_{aRi}} = \frac{\mu_{A1}\mu_{B1} f_1 + \mu_{A1}\mu_{B2} f_2 + \mu_{A2}\mu_{B1} f_3 + \mu_{A2}\mu_{B2} f_4}{\mu_{A1}\mu_{B1} + \mu_{A1}\mu_{B2} + \mu_{A2}\mu_{B1} + \mu_{A2}\mu_{B2}}$$

• Examen

θ \ $\dot\theta$	N 0'25	P 0'75
N 0'5	1: $0'5\theta + 0'1\dot\theta$	2: $0'1\theta + 0'1\dot\theta$
P 0'5	3: $0'1\theta + 0'1\dot\theta$	4: $0'5\theta + 0'1\dot\theta$



• u → variable de salida

- Salida u para $\theta = 0$, $\dot\theta = 0'5$ (dan 4 opciones)

• Paso 1:

evaluar en la entrada

$\mu_{aR1} = \mu_N(\theta = 0), \mu_N(\dot\theta = 0'5) = 0'125 = 0'5 \cdot 0'25$

$\mu_{aR2} = \mu_N(\theta = 0), \mu_P(\dot\theta = 0'5) = 0'375$

$\mu_{aR3} = \mu_P(\theta = 0), \mu_N(\dot\theta = 0'5) = 0'125$

$\mu_{aR4} = \mu_P(\theta = 0), \mu_P(\dot\theta = 0'5) = 0'375$

• Paso 2:

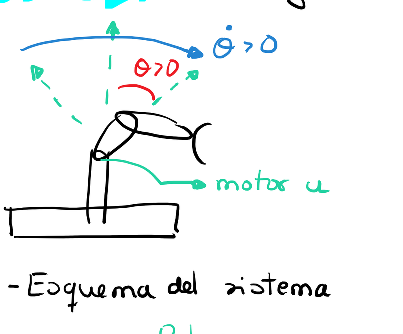
$$u_0 = \frac{\mu_{aR1} \cdot f_1 + \mu_{aR2} f_2 + \mu_{aR3} f_3 + \mu_{aR4} f_4}{\mu_{aR1} + \mu_{aR2} + \mu_{aR3} + \mu_{aR4}} =$$

evaluación para $\theta = 0$ y $\dot\theta = 0'5$ de las funciones

$$= \frac{0'125(0'05) + 0'375(0'05) + 0'125(0'05) + 0'375(0'05)}{1} = 0'05$$

• Examen 2
- escoger tabla de reglas para un sistema

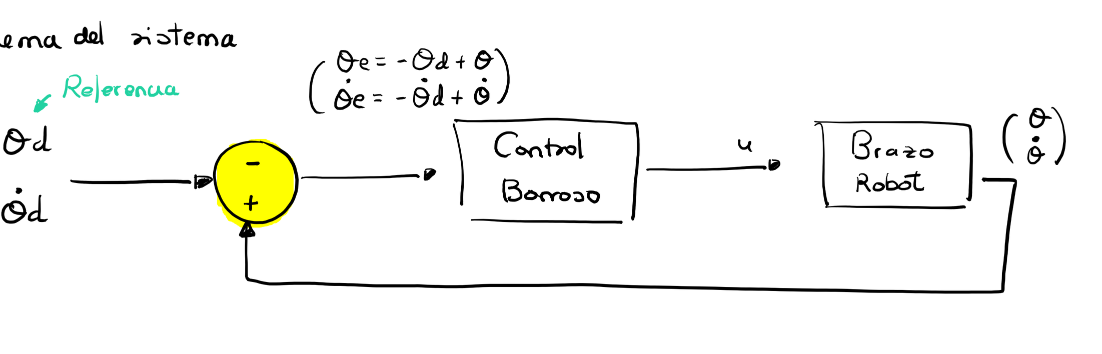
→ escoger ángulo del brazo



• $u > 0$ → derecha ($\dot\theta > 0$)

• $u < 0$ → izquierda ($\dot\theta < 0$)

- Esquema del sistema



- Tablas de reglas posibles

1)

θ_e \ $\dot\theta_e$	N	Z	P
N	PG	PM	Z
Z	PM	Z	NM
P	Z	NM	NG

← correcta

2)

θ_e \ $\dot\theta_e$	N	Z	P
N	NG	NM	Z
Z	NM	Z	PM
P	Z	PM	PG

- La lógica está al revés

• $\boxed{\theta_d = 0}$

$-\theta_d + \theta < 0 \Rightarrow \theta < 0$ → para que llegue a $\emptyset$ necesito u positivo •

- Había más tablas ⇒

PG	PM	Z
NM	Z	PM
Z	NM	NG

Z		
	Z	
		Z