

Sistemes difusos

Considereu un sistema difús a on les regles són de la forma:

$$\text{If } x = x_i \text{ and } y = y_j \text{ then } z = C_{ij} \quad \text{per a } i, j \in \{1, 2, 3\}$$

on x_i , y_j i C_{ij} són descrites a la Taula 1 d'acord amb la interpretació següent: les tuples (a, b, c) representen conjunts difusos triangulars on a es el punt modal (on la funció de pertinença val 1), b és l'amplada esquerra i c l'amplada dreta (vegeu la figura 1).

	$y_1 = (0, 0, 8)$	$y_2 = (8, 8, 2)$	$y_3 = (10, 2, 0)$
$x_1 = (10, 5, 0)$	$C_{11} = (3, 1, 1)$	$C_{12} = (6, 1, 1)$	$C_{13} = (10, 1, 1)$
$x_2 = (5, 5, 5)$	$C_{21} = (2, 1, 1)$	$C_{22} = (3, 1, 1)$	$C_{23} = (7, 1, 1)$
$x_3 = (0, 0, 5)$	$C_{31} = (0, 1, 1)$	$C_{32} = (1, 1, 1)$	$C_{33} = (2, 1, 1)$

Taula 1.

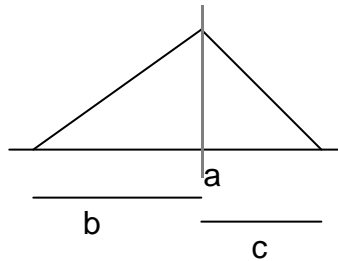


Figura 1.

Usant Mamdani (amb t-norma **min** i t-conorma **max**), quina és la sortida del sistema quan les entrades són $x=4$, $y=9$?. Descriviu tot el procés que apliqueu per a calcular el resultat i, en particular, doneu:

1. Per a cada regla: grau de satisfacció de cada predicat en l'antecedent
2. Per a cada regla: grau de satisfacció de l'antecedent
3. Per a cada regla: conseqüent obtingut
4. Doneu la representació gràfica del conseqüent difús del sistema
5. Doneu el resultat nítid del sistema fent una discretització del domini amb intervals de 0.25.

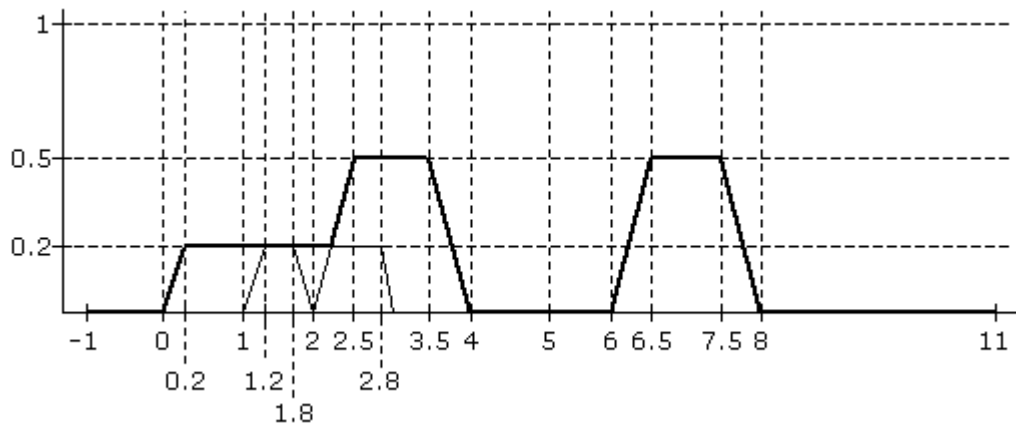
Solució. 1 i 2. Per a cada regla: grau de satisfacció de cada predicat en l'antecedent ($\mu_{x_1}(x)$, $\mu_{x_2}(x)$, $\mu_{x_3}(x)$, $\mu_{y_1}(y)$, $\mu_{y_2}(y)$, $\mu_{y_3}(y)$) i grau de satisfacció de l'antecedent. Això es troba en la taula donada a continuació. Els graus de satisfacció dels antecedents a les posicions interiors de la taula.

	$\mu_{y_1}(y)=0$	$\mu_{y_2}(y)=0.5$	$\mu_{y_3}(y)=0.5$
$\mu_{x_1}(x)=0$	0	0	0
$\mu_{x_2}(x)=0.8$	0	0.5	0.5
$\mu_{x_3}(x)=0.2$	0	0.2	0.2

3. Per a cada regla: conseqüent obtingut. Es troben a la taula donada a continuació (els conjunts buits apareixen denotats amb zero: conjunts amb la funció de pertinença sempre igual a zero).

	$\mu_{y_1}(y)=0$	$\mu_{y_2}(y)=0.5$	$\mu_{y_3}(y)=0.5$
$\mu_{x_1}(x)=0$	0	0	0
$\mu_{x_2}(x)=0.8$	0	C_{22} escapçat a 0.5	C_{23} escapçat a 0.5
$\mu_{x_3}(x)=0.2$	0	C_{32} escapçat a 0.2	C_{33} escapçat a 0.2

4. Doneu la representació gràfica del conseqüent difús del sistema



5. Doneu el resultat nítid del sistema fent una discretització del domini amb intervals de 0.25.

$$\begin{aligned}
 & [0 \cdot \mu(0) + 0.25 \cdot \mu(0.25) + 0.5 \cdot \mu(0.5) + 0.75 \cdot \mu(0.75) + \\
 & 1 \cdot \mu(1) + 1.25 \cdot \mu(1.25) + 1.5 \cdot \mu(1.5) + 1.75 \cdot \mu(1.75) + \\
 & 2 \cdot \mu(2) + 2.25 \cdot \mu(2.25) + 2.5 \cdot \mu(2.5) + 2.75 \cdot \mu(2.75) + \\
 & 3 \cdot \mu(3) + 3.25 \cdot \mu(3.25) + 3.5 \cdot \mu(3.5) + 3.75 \cdot \mu(3.75) + \\
 & 4 \cdot \mu(4) + 4.25 \cdot \mu(4.25) + 4.5 \cdot \mu(4.5) + 4.75 \cdot \mu(4.75) + \\
 & 5 \cdot \mu(5) + 5.25 \cdot \mu(5.25) + 5.5 \cdot \mu(5.5) + 5.75 \cdot \mu(5.75) + \\
 & 6 \cdot \mu(6) + 6.25 \cdot \mu(6.25) + 6.5 \cdot \mu(6.5) + 6.75 \cdot \mu(6.75) + \\
 & 7 \cdot \mu(7) + 7.25 \cdot \mu(7.25) + 7.5 \cdot \mu(7.5) + 7.75 \cdot \mu(7.75) + 8 \cdot \mu(8)] / \\
 & [\mu(0) + \mu(0.25) + \mu(0.5) + \mu(0.75) + \mu(1) + \mu(1.25) + \mu(1.5) + \mu(1.75) + \\
 & \mu(2) + \mu(2.25) + \mu(2.5) + \mu(2.75) + \mu(3) + \mu(3.25) + \mu(3.5) + \mu(3.75) + \\
 & \mu(4) + \mu(4.25) + \mu(4.5) + \mu(4.75) + \mu(5) + \mu(5.25) + \mu(5.5) + \mu(5.75) + \\
 & \mu(6) + \mu(6.25) + \mu(6.5) + \mu(6.75) + \mu(7) + \mu(7.25) + \mu(7.5) + \mu(7.75) + 8 \cdot \mu(8)] = \\
 & [0 \cdot 0.0 + 0.25 \cdot 0.2 + 0.5 \cdot 0.2 + 0.75 \cdot 0.2 + \\
 & 1 \cdot 0.2 + 1.25 \cdot 0.2 + 1.5 \cdot 0.2 + 1.75 \cdot 0.2 + \\
 & 2 \cdot 0.2 + 2.25 \cdot 0.25 + 2.5 \cdot 0.5 + 2.75 \cdot 0.5 + \\
 & 3 \cdot 0.5 + 3.25 \cdot 0.5 + 3.5 \cdot 0.5 + 3.75 \cdot 0.25 + 0 + \dots + 0 + \\
 & 6 \cdot 0.0 + 6.25 \cdot 0.25 + 6.5 \cdot 0.5 + 6.75 \cdot 0.5 + \\
 & 7 \cdot 0.5 + 7.25 \cdot 0.5 + 7.5 \cdot 0.5 + 7.75 \cdot 0.25 + 8 \cdot 0] / \\
 & [0.0 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + \\
 & 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + \\
 & 0.2 + 0.25 + 0.5 + 0.5 + \\
 & 0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.25 + 0 + \dots + 0 + \\
 & 0 + 0.25 + 0.5 + 0.5 + \\
 & 0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.25 + 0] = 31.8 / 7.60 = i = 4.18421
 \end{aligned}$$

