Θεωρούμε ασαφές σύστημα δύο εισόδων και μίας εξόδου, με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

(α) Πεδία ορισμού $x_1 \in [0, 3]$, $x_2 \in [0, 200]$, $y \in [0, 4]$.

(β) Ασαφοποιητή singleton.

(γ) Βάση δύο ασαφών κανόνων με συνδετικό ALSO τον τελεστή *max*:

R_1: **IF x_1 is A_1 AND x_2 is B_1 THEN y is C_1**

ALSO R_2: **IF x_1 is A_2 AND x_2 is B_2 THEN y is C_2**

όπου

- $\mu_{A_1}(x_1) = \text{tri\_MF}(x_1;0,1,2)$, $\mu_{A_2}(x_1) = \text{tri\_MF}(x_1;1,1.8,3)$
- $\mu_{B_1}(x_2) = \text{tri\_MF}(x_2;0,100,200)$, $\mu_{B_2}(x_2) = \text{tri\_MF}(x_2;80,160,260)$
- $\mu_{C_1}(y) = \text{tri\_MF}(y;0,0,4)$, $\mu_{C_2}(y) = \text{tri\_MF}(y;0,4,4)$

(δ) Τελεστή σύνθεσης *max-min* και τελεστή συμπερασμού *min*.

(ε) Αποασαφοποιητή COA.

Με βάση τα παραπάνω, για μετρήσεις των εισόδων του συστήματος $x_{1,0} = 1.5$, $x_{2,0} = 120$ ακολούθως υπολογίζονται:

- Οι βαθμοί εκπλήρωσης των κανόνων w_1 και w_2.
- Οι συναρτήσεις συμμετοχής των επιμέρους συμπερασμάτων των κανόνων (C_1', C_2') και η συνάρτηση συμμετοχής του συνολικού συμπεράσματος της βάσης κανόνων (C'). Οι συναρτήσεις να απεικονισθούν γραφικά.
- Η τελική, σαφής έξοδος y^* του συστήματος, χρησιμοποιώντας βήμα διακριτοποίησης το 0.5.
- Να επαναληφθούν τα ανωτέρω για βήματα διακριτοποίησης 1.0, 0.01, 1E-4.

ΛΥΣΗ

(για βήμα διακριτοποίησης 0.5)

1^{ος} κανόνας

$$w_1^{(1)} = \mu_{A_1}(x_{1,0}) = \text{tri\_MF}(1.5;0,1,2) \Rightarrow \boxed{w_1^{(1)} = \frac{1}{2} = 0.5}$$

$$w_1^{(2)} = \mu_{B_1}(x_{2,0}) = \text{tri\_MF}(120;0,100,200) \Rightarrow \boxed{w_1^{(2)} = \frac{4}{5} = 0.8}$$

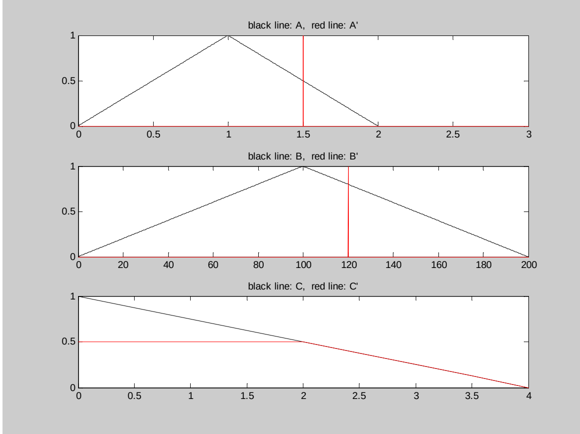
Κατά συνέπεια $w_1 = \min(w_1^{(1)}, w_1^{(2)}) \Rightarrow w_1 = \frac{1}{2} = 0.5$

Η συνάρτηση συμμετοχής του συνόλου C_1 εξάγεται από τα σημεία (0,1) και (4,0): $z = \frac{-y+4}{4}$

Το σύνολο C_1 «κόβεται» σε ύψος $w_1 = \frac{1}{2}$, στο σημείο: $\frac{1}{2} = \frac{-y_w + 4}{4} \Leftrightarrow y_w = 2$

Κατά συνέπεια, το ασαφές συμπέρασμα του πρώτου κανόνα δίνεται από την ακόλουθη συνάρτηση:

$$\mu_{C_1'}(y)=\min(w_1,\mu_{C_1}(y))=\begin{cases}\frac{1}{2}, & y\in[0,2)\\ \frac{-y+4}{4}, & y\in[2,4]\end{cases}$$



Εικόνα 1

<u>*2ος κανόνας*</u>

$$w_2^{(1)}=\mu_{A_2}(x_{1,0})=\text{tri\_MF}(1.5;1,1.8,3)\Rightarrow \boxed{w_2^{(1)}=\frac{5}{8}=0.625}$$

$$w_2^{(2)}=\mu_{B_2}(x_{2,0})=\text{tri\_MF}(120;80,160,260)\Rightarrow \boxed{w_2^{(2)}=\frac{1}{2}=0.5}$$

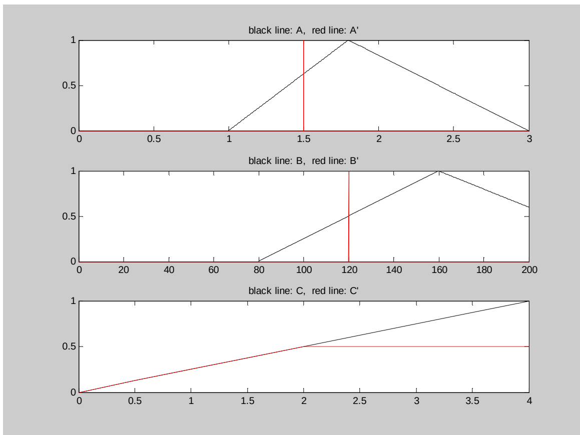
Ο βαθμός εκπλήρωσης του δεύτερου κανόνα προκύπτει: $w_2=\min(w_2^{(1)},w_2^{(2)})\Rightarrow w_2=\frac{1}{2}=0.5$

Η συνάρτηση συμμετοχής του συνόλου C_2 εξάγεται από τα σημεία (0,0) και (4,1): $z=\frac{y}{4}$

Το σύνολο C_2 «κόβεται» σε ύψος $w_2=\frac{1}{2}$, στο σημείο: $\frac{1}{2}=\frac{y_w}{4}\Leftrightarrow y_w=2$

Κατά συνέπεια, το ασαφές συμπέρασμα του δεύτερου κανόνα δίνεται από την ακόλουθη συνάρτηση:

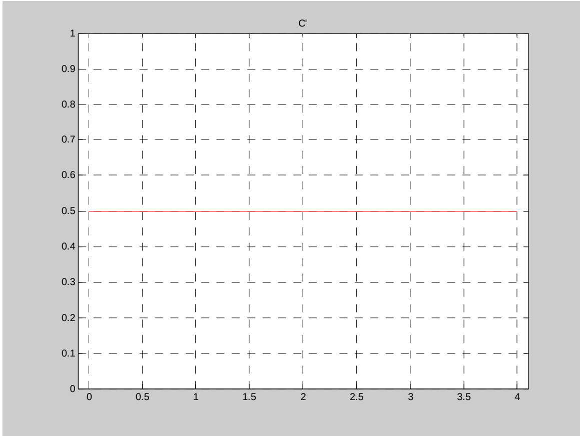
$$\mu_{C_2'}(y)=\min(w_2,\mu_{C_2}(y))=\begin{cases}\frac{y}{4}, & y\in[0,2)\\ \frac{1}{2}, & y\in[2,4]\end{cases}$$



Εικόνα 2

Από τις εικόνες 1 και 2, προκύπτει ότι η εφαρμογή του τελεστή *max* οδηγεί στο ακόλουθο συμπέρασμα της βάσης κανόνων:

$$\mu_{C'}(y) = \max(\mu_{C'_1}(y), \mu_{C'_2}(y)) = \frac{1}{2}, \quad y \in [0, 4]$$



Εικόνα 3

Από απλή επόπτευση της εικόνας 3 συμπεραίνεται ότι η έξοδος του ασαφούς συστήματος είναι το κέντρο βάρους, δηλαδή το μέσον του διαστήματος [0, 4], $y^* = 2$.

Εναλλακτικά εάν εφαρμοσθεί ο αποασαφοποιητής COA υπολογίζεται η έξοδος του ασαφούς συστήματος:

$$y^* = \frac{0 \cdot \mu_{C'}(0) + \frac{1}{2} \cdot \mu_{C'}\left(\frac{1}{2}\right) + 1 \cdot \mu_{C'}(1) + \frac{3}{2} \cdot \mu_{C'}\left(\frac{3}{2}\right) + \ldots + 4 \cdot \mu_{C'}(4)}{\mu_{C'}(0) + \mu_{C'}\left(\frac{1}{2}\right) + \mu_{C'}(1) + \mu_{C'}\left(\frac{3}{2}\right) + \ldots + \mu_{C'}(4)} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} + 1 + \frac{3}{2} + \ldots + 4\right)}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{2}} = \frac{\sum_{i=1}^{8}\left(\frac{i}{2}\right)}{9} \Rightarrow$$

$$y^* = \frac{18}{2} = 2$$