

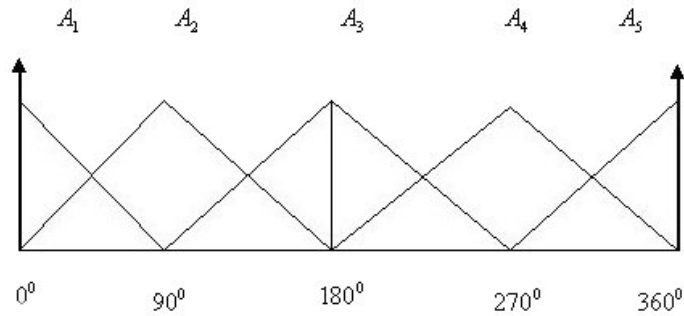
Παρακάτω μελετάται η χρήση ασαφών συστημάτων για την αναγνώριση μη γραμμικά συστήματα.

Θεωρούμε ένα μη γραμμικό σύστημα μιας εισόδου-μιας εξόδου: $y = 5 \cos(\frac{2\pi x}{360})$. Η διαδικασία μπορεί πολύ εύκολα να επεκταθεί σε συστήματα με περισσότερες εισόδους. Η μεταβλητή x είναι η είσοδος (σε μοίρες) και η μεταβλητή y είναι η εξόδος του ασαφούς συστήματος.

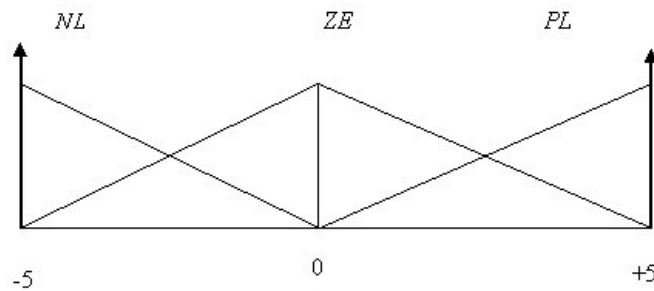
Ορίζουμε τον χώρο ορισμού της εισόδου, $x \in X = [0^0, 360^0]$, και τον χώρο ορισμού της εξόδου, $y \in Y = [-5, 5]$.

(1)

Ο χώρος της μεταβλητής x μερίζεται ομοιόμορφα σε πέντε (5) ασαφή σύνολα με συντελεστή επικάλυψης $\gamma = 0.5$, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Επίσης, ο χώρος ορισμού της εξόδου μερίζεται ομοιόμορφα σε τρία (3) ασαφή σύνολα με $\gamma = 0.5$, όπως αποτυπώνεται στο σχήμα που ακολουθεί (ZE: Zero, PL: Positive Large, NL: Negative Large):



Από την εμπειρική θεώρηση της σχέσης καθορίζουμε την ακόλουθη ασαφή βάση κανόνων:

- $R^{(1)}$: IF x is A_1 THEN y is PL
- ALSO $R^{(2)}$: IF x is A_2 THEN y is ZE
- ALSO $R^{(3)}$: IF x is A_3 THEN y is NL
- ALSO $R^{(4)}$: IF x is A_5 THEN y is PL

ALSO $R^{(5)}: IF \ x \ is \ A_4 \ THEN \ y \ is \ ZE$

Για την υλοποίηση της ασαφούς βάσης χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τελεστές:

- α) Οι κανόνες υλοποιούνται με τον τελεστή συμπερασμού Mamdani, R_c (*min*).
- β) Το συνδετικό *ALSO* υλοποιείται με τον τελεστή *max*.
- γ) Ως τελεστή σύνθεσης χρησιμοποιούμε τον *max-min*.
- δ) Για την αποασαφοποίηση να χρησιμοποιηθεί ο αποασαφοποιητής COA.

Ζητούνται τα παρακάτω στοιχεία:

- Να διαμορφωθεί ένα πρόγραμμα MATLAB που να υπολογίζει τις τελικές (σαφείς) τιμές του

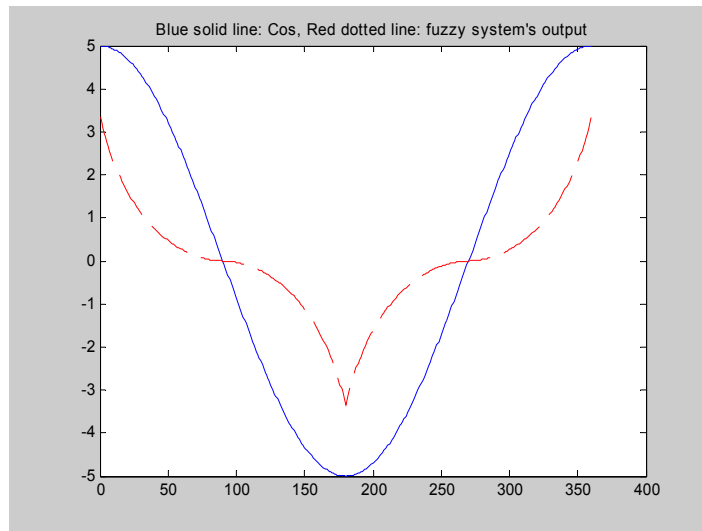
ασαφούς συστήματος $\bar{y}^* = \begin{bmatrix} y_1^* \\ y_2^* \\ \dots \\ y_{361}^* \end{bmatrix}$, όταν η είσοδος είναι σαφής και λαμβάνει τιμές

$\bar{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_{361} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0^0 \\ 1^0 \\ \dots \\ 360^0 \end{bmatrix}$. Η εξαγωγή του συμπεράσματος της βάσης, για κάθε x_i , να γίνει

ακολουθώντας την **επιμεριστική μέθοδο συμπερασμού βάσης** (με χρήση της εντολής *linspace* ο χώρος εξόδου Y να μερισθεί σε 361 τιμές, όπως δηλαδή και ο X).

- Να γίνουν στην ίδια εικόνα οι γραφικές παραστάσεις των αποτελεσμάτων, ήτοι να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις \bar{y} (δηλαδή $5 \cos(\frac{2\pi x}{360})$ με x τα στοιχεία x_i) ως προς \bar{x} και \bar{y}^* ως προς \bar{x} .

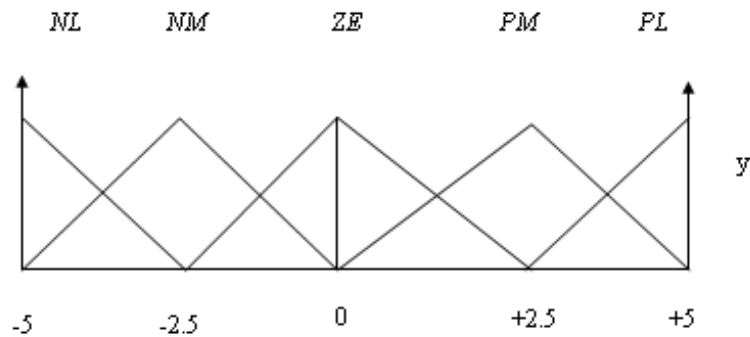
Αποτέλεσμα



(2)

Ο χώρος της μεταβλητής x μερίζεται ομοιόμορφα σε εννέα (9) ασαφή σύνολα με συντελεστή επικάλυψης γ , ο οποίος καθορίζεται από τον χρήστη.

Επίσης, ο χώρος ορισμού της εξόδου μερίζεται ομοιόμορφα σε πέντε (5) ασαφή σύνολα με τον ίδιο συντελεστή επικάλυψης (NL : Negative Large, NM : Negative Medium, ZE : Zero, PM : Positive Medium, PL : Positive Large,):



Από την εμπειρική θεώρηση της σχέσης καθορίζουμε την ακόλουθη βάση ασαφών κανόνων:

- $R^{(1)}: IF \ x \ is \ A_1 \ THEN \ y \ is \ PL$
 ALSO $R^{(2)}: IF \ x \ is \ A_2 \ THEN \ y \ is \ PM$
 ALSO $R^{(3)}: IF \ x \ is \ A_3 \ THEN \ y \ is \ ZE$
 ALSO $R^{(4)}: IF \ x \ is \ A_4 \ THEN \ y \ is \ NM$
 ALSO $R^{(5)}: IF \ x \ is \ A_5 \ THEN \ y \ is \ NL$
 ALSO $R^{(6)}: IF \ x \ is \ A_6 \ THEN \ y \ is \ NM$

ALSO $R^{(7)}$: IF x is A_7 THEN y is ZE

ALSO $R^{(8)}$: IF x is A_8 THEN y is PM

ALSO $R^{(9)}$: IF x is A_9 THEN y is PL

Για την υλοποίηση της ασαφούς βάσης χρησιμοποιούνται οι τελεστές της περίπτωσης (1). Να επαναληφθούν τα ζητούμενα της (1) για συντελεστές επικάλυψης $\gamma = 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, 0.6$. Οι γραφικές παραστάσεις που θα προκύψουν θα έχουν την ακόλουθη μορφή:

