

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Μάθημα: Ευφυής Έλεγχος

Αναστάσιος Ντούνης

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΑΜ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
		5-9-2017

Διάρκεια εξέτασης 2,5 ώρες

1^ο Θέμα

- α) Ποιές είναι οι τρεις βασικές πράξεις μεταξύ ασαφών συνόλων και πώς ορίζονται;
 β) Τι σημαίνει ασαφοποίηση και ποιοι είναι οι βασικότεροι ασαφοποιητές;
 γ) Τί ονομάζουμε γλωσσική μεταβλητή και τι γλωσσική τιμή μιας γλωσσικής μεταβλητής, δώστε ένα παράδειγμα. Μια γλωσσική μεταβλητή έχει μια και μόνο γλωσσική τιμή ή όχι και γιατί;

δ) Ο εκθετικός τελεστής $E_\alpha(x) = e^{\frac{\alpha}{\ln(x)}}$ είναι τελεστής συμπληρώματος. Να αποδειχθεί ότι ο τελεστής ικανοποιεί την αυτοπαθή ιδιότητα: $E_\alpha(E_\alpha(x)) = x$.

ε) Η συνεπαγωγή I του Lukasiewicz: $I(\alpha, \beta) = \min[1, 1 - \alpha + \beta]$ επαληθεύει την ιδιότητα $I(\alpha, \beta) = I(1 - \beta, 1 - \alpha)$. Να αποδειχθεί η ορθότητα ή όχι της πρότασης;

2^ο Θέμα

Έστω ένα σύστημα που περιγράφεται με δύο κανόνες.

R₁: Εάν x είναι A₁ και το y είναι B₁ Τότε z είναι Γ₁

R₂: Εάν x είναι A₂ και το y είναι B₂ Τότε z είναι Γ₂

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι συναρτήσεις συμμετοχής των ασαφών συνόλων των κανόνων και των δεδομένων.

$\mu_{A_1}(x)$ $= \max\{(1 - x - 2), 0\}$	$\mu_{B_1}(y)$ $= \max\{(1 - y - 2), 0\}$	$\mu_{\Gamma_1}(z)$ $= \max\left\{\left(1 - \frac{ z - 5 }{5}\right), 0\right\}$
$\mu_{A_2}(x)$ $= \max\{(1 - x - 3), 0\}$	$\mu_{B_2}(y)$ $= \max\{(1 - y - 3), 0\}$	$\mu_{\Gamma_2}(z)$ $= \max\left\{\left(1 - \frac{ z - 10 }{5}\right), 0\right\}$
$\mu_{A'_1}(x)$ $= \max\left\{\left(1 - \frac{ x - 2.5 }{0.2}\right), 0\right\}$	$\mu_{B'_1}(y)$ $= \max\left\{\left(1 - \frac{ y - 2.5 }{0.5}\right), 0\right\}$	

α) Χρησιμοποιώντας το συνθετικό κανόνα συμπεράσματος (CRI) Mamdani max-min να υπολογιστεί το ασαφές σύνολο της εξόδου του συστήματος με γραφικό τρόπο.

β) Με τη μέθοδο των υψών αποασαφοποιήστε την ασαφή έξοδο που προέκυψε από το ερώτημα α.

3^ο Θέμα

Οι εξισώσεις κατάστασης λειτουργίας ενός DC κινητήρα δίνονται παρακάτω με τη χρήση πινάκων.

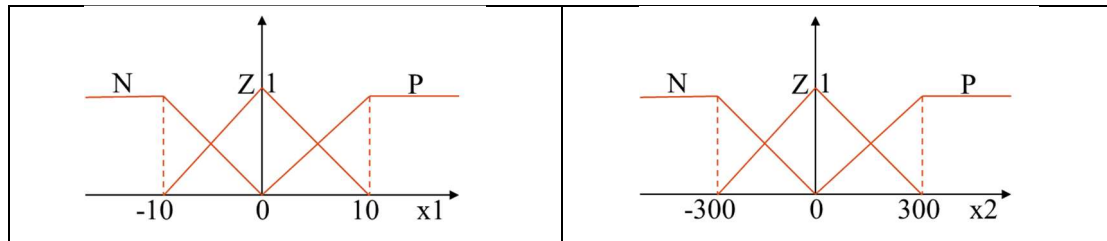
$$\begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0.36 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 17.5 \end{bmatrix} \cdot V(k)$$

$x_1 = \theta$ (γωνία περιστροφής, rad), $x_2 = \dot{\theta}$ (γωνιακή ταχύτητα περιστροφής, rad/s), $V = u$ (τάση ελέγχου του κινητήρα, volt).

Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται ασαφής ελεγκτής τύπου TSK μηδενικής τάξης και με τελεστή συνδεσιμότητας min.. Ο ελεγκτής έχει την παρακάτω βάση κανόνων.

		Γωνιακή ταχύτητα περιστροφής (x_2)		
		N	Z	P
Γωνία περιστροφής (x_1)	N	+20	+10	-10
	Z	+10	0	-10
	P	0	0	-20

Οι γλωσσικές μεταβλητές για τις εισόδους (γωνία και ταχύτητα περιστροφής) ορίζονται ως ακολούθως:



α) Υπολογίστε τη δράση ελέγχου $V(1)$, με αρχικές συνθήκες: $x_1(0) = 4\text{rad}$, $x_2(0) = 100\text{rad/s}$ και $V(0)=0$.

β) Υπολογίστε τη δράση ελέγχου $V(2)$.

Καλή επιτυχία!!!

Λύσεις

1^ο Θέμα (Θεωρία, Σημειώσεις),

2^ο Θέμα

Τα δύο δεδομένα είναι τα ασαφή τρίγωνα A'_1 και B'_1 . Εφαρμόζουμε τα δύο δεδομένα στους δύο κανόνες με το μη μονότιμο ασαφοποιητή. Στο μη μονότιμο ασαφοποιητή λαμβάνουμε το μέγιστο βαθμό συμμετοχής που προκύπτει από την τομή των ασαφών συνόλων.

1^{ος} κανόνας

Ασαφοποίηση

$\mu_{A^1}(x)$ = ο μέγιστος βαθμός συμμετοχής (τεταγμένη) των σημείων της γεωμετρικής τομής των τριγώνων $\mu_{A_1}(x)$ και $\mu_{A'_1}(x)$, $\forall x$

$\mu_{B^1}(y)$ = ο μέγιστος βαθμός συμμετοχής (τεταγμένη) των σημείων της γεωμετρικής τομής των τριγώνων $\mu_{B_1}(y)$ και $\mu_{B'_1}(y)$, $\forall y$

Βαθμός πυροδότησης 1^{ου} κανόνα: $w_1 = \min[\mu_{A^1}(x), \mu_{B^1}(y)]$

$$w_1 = \min[0.58, 0.67] = 0.58$$

2^{ος} κανόνας

Ασαφοποίηση

$\mu_{A^2}(x)$
= ο μέγιστος βαθμός συμμετοχής (τεταγμένη) των σημείων της γεωμετρικής τομής των τριγώνων $\mu_{A_2}(x)$ και $\mu_{A'_1}(x)$, $\forall x$

$\mu_{B^2}(y)$
= ο μέγιστος βαθμός συμμετοχής (τεταγμένη) των σημείων της γεωμετρικής τομής των τριγώνων $\mu_{B_2}(y)$ και $\mu_{B'_1}(y)$, $\forall y$

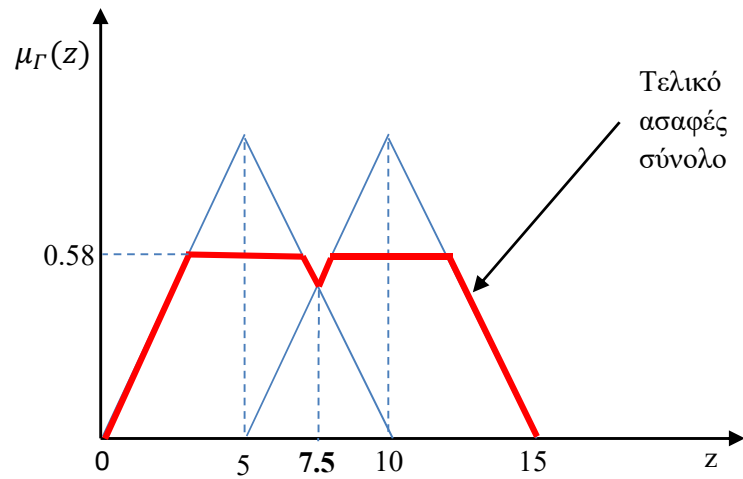
Βαθμός πυροδότησης 2^{ου} κανόνα: $w_2 = \min[\mu_{A^2}(x), \mu_{B^2}(x)]$, όπου

$$w_2 = \min[0.58, 0.67] = 0.58$$

Μηχανή ασαφούς συμπεράσματος Mamdani (max-min)

$$\mu_{\Gamma}(z) = \max \left\{ \min(0.58, \mu_{\Gamma_1}(z)), \min(0.58, \mu_{\Gamma_2}(z)) \right\}$$

Το τελικό ασαφές σύνολο που προκύπτει μετά την εφαρμογή της μηχανής ασαφούς συμπεράσματος Mamdani φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Αποασαφοποίηση

Μέθοδος των υψών: $z^* = \frac{0.58 \cdot 5 + 0.58 \cdot 10}{0.58 + 0.58} = 7.5$

3^ο Θέμα Σημειώσεις μέρος 2^ο, σελ. 52-58, $V(1) = -2.4 \text{ V}$, $V(2) = 0 \text{ V}$.