

ΝΕΥΡΟ-ΑΣΑΦΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, 2020-2021

ΕΡΓΑΣΙΑ 4: Ασαφή Συστήματα και Έλεγχος

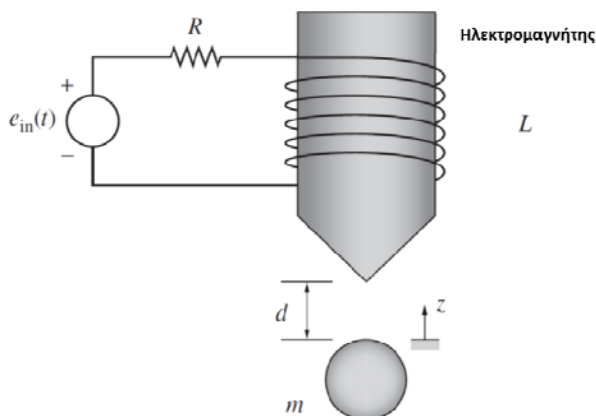
ΑΣΚΗΣΗ 1: Ένα απλό μοντέλο που περιγράφει τη διάδοση μιας ασθένειας σε ένα πληθυσμό ακολουθεί τις εξισώσεις Volterra που περιγράφονται παρακάτω:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -ax_1 + bx_1x_2, \quad x_1(0) \geq 0 \\ \dot{x}_2 &= -bx_1x_2, \quad x_2(0) \geq 0\end{aligned}$$

όπου $a, b > 0$, $x_1(t)$ είναι το ποσοστό των μολυσμένων ατόμων του πληθυσμού και $x_2(t)$ είναι το ποσοστό των ατόμων που δεν έχουν μολυνθεί. Διαισθητικά, η δεύτερη εξίσωση περιγράφει ότι ο ρυθμός μεταβολής του ποσοστού των ατόμων που δεν έχουν μολυνθεί και μολύνονται είναι ανάλογος του γινομένου x_1x_2 , που ουσιαστικά αποτελεί ένα μέτρο αλληλεπίδρασης των δύο ομάδων. Στην πρώτη εξίσωση, ο όρος $-ax_1$ αντιπροσωπεύει το ρυθμό με τον οποίο μολυσμένα άτομα είτε αποβιώνουν είτε επιβιώνουν και αποκτούν ανοσία, ενώ ο όρος bx_1x_2 περιγράφει το ρυθμό με τον οποίο άτομα που δεν έχουν μολυνθεί μολύνονται με την ασθένεια.

Σχεδιάστε ένα ασαφές σύστημα (fuzzy expert system) προειδοποίησης κινδύνου το οποίο να λαμβάνει σαν είσοδο τις τιμές $x_1(t)$, $x_2(t)$ και να δίνει σαν έξοδο ένδειξη του τύπου της προειδοποίησης κινδύνου (ΚΑΘΟΛΟΥ, ΜΙΚΡΟΣ, ΜΕΤΡΙΟΣ, ΥΨΗΛΟΣ) συνοδευόμενο από ένα δείκτη βεβαιότητας. Να γίνει προσομοίωση για διάφορες τιμές αρχικών συνθηκών που ικανοποιούν $x_1(0) + x_2(0) = 1$ και παραμέτρων $a, b > 0$ και να σχολιαστούν τα αποτελέσματα.

ΑΣΚΗΣΗ 2: Συστήματα ανύψωσης με μαγνητικό πεδίο χρησιμοποιούνται στην ανάρτηση τρένων χωρίς επαφή με τη ράγα κατά μήκος της οποίας εκτελείται η κίνηση. Επίσης χρησιμοποιούνται για τη στήριξη ρουλεμάν σε μηχανές υψηλής απόδοσης για μην υπάρχουν τριβές και ανάγκη λίπανσης των κινούμενων επαφών. Ένα μοντέλο ανύψωσης με μαγνητικό πεδίο δίνεται στο Σχήμα 1. Το ρεύμα I που διαρρέει το πηνίο παράγει έναν ηλεκτρομαγνήτη που ασκεί δύναμη



Σχήμα 1

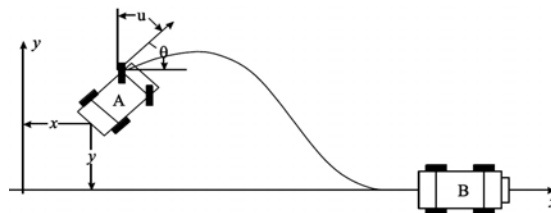
$\frac{K_F I^2}{(d-z)^2}$ πάνω στη μεταλλική μπάλα για να αντισταθμίσει τη δύναμη της βαρύτητας και να ισορροπήσει σε μια σταθερή απόσταση. Οι διαφορικές εξισώσεις που μοντελοποιούν τη δυναμική είναι:

$$L\dot{I} + RI = e_{in}(t)$$

$$m\ddot{z} = \frac{K_F I^2}{(d-z)^2} - mg$$

όπου η απόσταση d είναι το ονομαστικό διάκενο μεταξύ του ηλεκτρομαγνήτη και της μεταλλικής μάζας m για ονομαστική τάση $e_{in}^* = 4V$. Να σχεδιάσετε ασαφείς ελεγκτές P, PD, PI και PID για να πετύχουμε μεταβολή της απόστασης κατά 0.003m από το ονομαστικό διάκενο. Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με κλασικούς P, PD, PI και PID ελεγκτές. Δίνονται $m = 0.003\text{kg}$, $R = 5\Omega$, $L = 0.018\text{H}$, $g = 9.81\text{m/sec}^2$, $K_F = 2.6487 \times 10^{-5} \text{Nm}^2/\text{A}^2$.

ΑΣΚΗΣΗ 3: Θα μελετήσουμε το πρόβλημα του παρκάριματος ενός οχήματος (Σχήμα 2). Ο στόχος είναι να σχεδιάσουμε ένα σύστημα ασαφούς ελέγχου που να παρκάρει το όχημα οπουδήποτε πάνω στον άξονα x . Το μοντέλο κίνησης του οχήματος δίνεται από τις σχέσεις:



Σχήμα 2.

$$\theta_{k+1} = \theta_k + T \frac{V \tan(u_k)}{L}$$

$$x_{k+1} = x_k + TV \cos(\theta_k)$$

$$y_{k+1} = y_k + TV \sin(\theta_k)$$

όπου $\theta_k \in [-180^\circ, 180^\circ)$ είναι η γωνία προσανατολισμού του οχήματος, x_k είναι η οριζόντια θέση του οχήματος, $y_k \in [-100, 100]$ είναι η κατακόρυφη θέση του οχήματος, $u_k \in [-30^\circ, 30^\circ]$ είναι η γωνία στροφής των τροχών που αποτελεί και την είσοδο ελέγχου, $L = 2.5\text{m}$ είναι το μήκος του οχήματος, $T = 0.1\text{sec}$ είναι η περίοδος δειγματοληψίας και $V = 0.5\text{m/sec}$ η σταθερή ταχύτητα του οχήματος. Σχεδιάστε ένα ασαφές σύστημα ελέγχου και προσομοιώστε την απόκρισή του για 10 ενδεικτικές αρχικές συνθήκες. Δείξτε και σχολιάστε τα αποτελέσματα.