Προσομοίωση και Μοντελοποίηση Δυναμικών Συστημάτων

Project

Εκτίμηση Άγνωστων Παραμέτρων - Μέθοδοι Πραγματικού Χρόνου με Προβολή - Αξιολόγηση Μοντέλου

Πέμπτη 23 Μαΐου 2024

Θεωρήστε το σύστημα

$$\dot{x} = ax + bu, \ x(0) = 0, \tag{1}$$

όπου $x \in \mathbb{R}$ είναι η κατάσταση του συστήματος, $u \in \mathbb{R}$ είναι η είσοδος και $a > 0$, $b > 0$ σταθερές αλλά άγνωστες παράμετροι για τις οποίες όμως γνωρίζουμε ότι

$$a > 0, \tag{2a}$$

$$0.5 \leq b \leq 1.5. \tag{2b}$$

Στόχος είναι να εκτιμηθούν οι άγνωστες σταθερές a, b. Παρατηρήστε ότι το σύστημα (1) είναι ασταθές καθώς $a > 0$. Επομένως, η συνθήκη πεπερασμένης εισόδου - πεπερασμένης εξόδου δεν ικανοποιείται. Για τον λόγο αυτό, το σήμα εισόδου $u(t)$ πρέπει να επιλέγεται κατάλληλα ώστε να ισχύει $u(t)$, $x(t) \in \mathcal{L}_\infty$. Θεωρήστε το σήμα εισόδου

$$u(t) = -\frac{k}{w(t)}\epsilon(t), \tag{3a}$$

$$\epsilon(t) = \ln\left(\frac{1+\xi(t)}{1-\xi(t)}\right), \tag{3b}$$

$$\xi(t) = \frac{x(t) - x_d(t)}{\rho(t)}, \tag{3c}$$

$$\rho(t) = (\rho_0 - \rho_\infty)e^{-\lambda t} + \rho_\infty, \tag{3d}$$

$$0 < w_1 \leq w(t) \leq w_2, \tag{3e}$$

όπου $k > 0, \ \lambda > 0, \ \rho_\infty > 0, \ \rho_0 > |x(0) - x_d(0)|$ και $x_d(t), \dot{x}_d(t) \in \mathcal{L}_\infty$. Η σχεδίαση ελέγχου που δίνεται από την (3) εγγυάται ότι $u(t)$, $x(t) \in \mathcal{L}_\infty$.

Θέμα 1

Να σχεδιάστε αλγόριθμο πραγματικού χρόνου με προβολή βασισμένο στη μέθοδο Lyapunov για την εκτίμηση $\hat{a}$, $\hat{b}$ των άγνωστων παραμέτρων a, b, θεωρώντας ως είσοδο του συστήματος (1) την $u(t)$ που δίνεται από την (3) και θέτοντας $w(t) = \hat{b}(t)$. Να μελετήσετε την ευστάθεια του συστήματος εκτίμησης που σχεδιάσατε.

Θέμα 2

Να προσομοιώσετε τον αλγόριθμο εκτίμησης που σχεδιάσατε στο Θέμα 1 με (i) $x_d(t) = A$ και (ii) $x_d(t) = A\cos(\omega t)$, $\forall t \geq 0$, όπου A, ω δική σας επιλογής, $\rho_\infty = 0.05$, $\lambda = 1$, $\rho_0 > 2|x(0) - x_d(0)|$ και $k > 0$. Να αξιολογήσετε το μοντέλο εκτίμησης χρησιμοποιώντας εγκάρσια αξιολόγηση. Για τα πειράματά σας θεωρήστε ότι $a = 0.75$ και $b = 1.25$.

Θέμα 3

Χρησιμοποιώντας την συνάρτηση Lyapunov $V(t) = \frac{1}{2}\epsilon^2(t)$ να αποδείξτε ότι το σήμα ελέγχου (3) εγγυάται ότι (i) $u(t), x(t) \in \mathcal{L}_\infty$ και (ii) $-\rho(t) < x(t) - x_d(t) < \rho(t)$, $\forall t \geq 0$. Παρατηρήστε ότι $\xi(0) \in (-1, 1)$ και $\lim_{\xi(t)\to 1^-} \epsilon(t) = +\infty$, $\lim_{\xi(t)\to -1^+} \epsilon(t) = -\infty$.

Σημειώσεις

- Να παραδώσετε: (i) Αναφορά (pdf) στην οποία θα καταγράψετε όλα τα αποτελέσματα και τις παρατηρήσεις/σχόλια/συμπεράσματά σας, (ii) όλους του κώδικες (m-files) που αναπτύξατε.
- Να ανεβάσετε στο elearning ένα συμπιεσμένο αρχείο με ονομασία: Lastname_Firstname_AEM_project.
- Προθεσμία υποβολής: έως και Δευτέρα 08/07/24.