

Estimare pentru control – Laborator 1

Modele neliniare

Logistică

- Această temă trebuie realizată de un grup de maxim 2 studenți.
- Soluția temei reprezintă codul Matlab și modelul Simulink. Acest cod va fi verificat și rulat de către profesor în timpul laboratoarelor, iar prezența la laborator va fi acordată doar dacă este prezentată o soluție originală care merge. Sunt necesare toate prezențele la laboratoare pentru a intra în examen. De asemenea, maxim 2 laboratoare pot fi recuperate la finalul semestrului, ceea ce înseamnă că 3 sau mai multe absențe pe parcursul semestrului duc la inabilitatea de a intra în examenul final.
- Schimbul de idei între studenți este încurajat. Totuși, distribuirea și împrumutarea unor bucăți de cod este interzisă, iar orice încălcare a acestei reguli va duce la descalificarea soluției.

Descrierea temei

În această temă trebuie să alegeți un model neliniar al unui sistem real cu vectorul de stări $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$, vectorul de intrări $u = [u_1, u_2, \dots, u_m]^T$ și vectorul de ieșiri $y = [y_1, y_2, \dots, y_p]^T$, unde $n \geq 3$, este numărul variabilelor de stare, $m \geq 1$, este numărul de intrări, iar $p \geq 1$, este numărul de ieșiri. Dinamica sistemului are următoarea formă:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= f(x, u) \\ y &= Cx\end{aligned}$$

unde $f(x) = [f_1(x, u), f_2(x, u), \dots, f_n(x, u)]^T$ este un vector de funcții cu cel puțin un termen neliniar, iar C o matrice de dimensiuni corespunzătoare, care selectează ieșirile. În continuare este prezentat un exemplu numeric care corespunde acestor cerințe. Fie vectorul de stări $x = [x_1 \ x_2 \ x_3]^T$ și modelul:

$$\begin{aligned}\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} &= f(x_1, x_2, x_3, u) = \begin{bmatrix} f_1(x_1, x_2) \\ f_2(x_1, x_2, x_3) \\ f_3(x_2, u) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 + 2x_2 \\ x_1x_3 + x_2^2 \\ x_2 + u \end{bmatrix} \\ y &= x_1\end{aligned}\tag{1}$$

După cum se poate observa, modelul este descris de 3 ecuații, iar cea de-a doua ecuație conține 2 termeni neliniari: x_1x_3 și x_2^2 .

Posibile probleme care pot apărea în timpul căutării unui model:

- Modelul nu este descris în mod direct cu x , ci cu alte variabile, cum ar fi θ , α etc. În acest caz, acestea trebuie redenumite pentru a obține forma clasică.
- Modelul este descris de o ecuație diferențială de ordinul 2, de exemplu:

$$\ddot{\alpha} = \sin(\alpha) + \dot{\alpha} + \tau$$

În acest caz trebuie transformată ecuația diferențială de ordinul 2 într-un sistem de ecuații diferențiale care conțin doar termeni de ordinul întâi, de exemplu notăm $x_1 = \alpha$, $x_2 = \dot{\alpha}$ și $u = \tau$, obținem:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= \sin(x_1) + x_2 + \tau\end{aligned}$$

Cerințe:

- Găsiți un sistem fizic cu cel puțin 3 stări și model neliniar. Determinați semnificația stărilor, intrările și ieșirile.
- Implementați modelul în Simulink folosind *Matlab function block*.
- Testați modelul fără intrare și cu câteva condiții inițiale, găsiți semnificația fizică a evoluției stărilor.
- Testați modelul folosind condiții inițiale 0 și câteva semnale de intrare diferite de 0. Găsiți semnificația fizică.