Identificarea Sistemelor – Laborator 9
Metoda variabilelor instrumentale

Organizare

Recitiți partea de logistică din laboratorul 2, aceleași reguli se vor aplica și pentru acest laborator. Singurele lucruri care se schimbă sunt assignment-ul pe Teams, care pentru acest laborator este "Lab 9 (VI)", și desigur numărul laboratorului în numele fișierului.

Descrierea laboratorului

Vom studia în acest laborator metoda variabilelor instrumentale (VI), folosind *seturi de date existente* (nu motorul de curent continuu). Fiecărui student i se alocă de către profesor un index pentru setul de date. Apoi, studentul descarcă fișierul Matlab ce formează baza laboratorului de pe pagina cursului. Fișierul conține datele de identificare în variabila `id`, și separat datele de validare în variabila `val`. Se știe în avans că ordinul sistemului este cel dat în variabila `n` din fișierul de date, și că perturbația nu este zgomot alb, ci este colorată. Pentru toate modelele de mai jos vom alege așadar $na = nb =$`n`.

Sarcina dvs. este să implementați algoritmul de identificare cu variabile instrumentale bazate pe ieșirile unui model ARX (vezi mai jos). Pentru a rezolva problema de identificare eficient în Matlab, va fi util să rescriem sistemul de ecuații din metoda VI într-o formă potrivită pentru împărțirea la stânga matriceală (operatorul \). În acest scop, folosim următoarea formă din curs:

$$\left[\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} Z(k)\varphi^T(k)\right]\theta = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} Z(k)y(k)$$

$$\text{sau echivalent: } \tilde{\Phi}\theta = \tilde{Y}$$

unde $\tilde{\Phi} = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} Z(k)\varphi^T(k)$ este o matrice $(na + nb) \times (na + nb)$ și $\tilde{Y} = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} Z(k)y(k)$ este un vector $(na+nb) \times 1$. De notat tildele, care înseamnă că aceste elemente sunt variante ale regresorilor și ieșirilor "modificate" de către VI.

În formula de mai sus, $Z(k)$ este vectorul de variabile instrumentale:

$$Z(k) = [-\hat{y}(k-1), \ldots, -\hat{y}(k-na), u(k-1), \ldots, u(k-nb)]^T$$

unde ieșirile $\hat{y}$ sunt cele **simulate** cu modelul ARX găsit anterior. De notat că nu putem folosi predicții fiindcă acestea depind de ieșirile reale și sunt așadar corelate cu zgomotul!

Reamintim că $\theta = [a_1, \ldots, a_{na}, b_1, \ldots, b_{nb}]^T$. și că vectorul de regresori $\varphi(x)$ este cel uzual din ARX:

$$\varphi(k) = [-y(k-1), \ldots, -y(k-na), u(k-1), \ldots, u(k-nb)]^T$$

Cerințe:

- Identificați un model ARX cu ordinele configurate ca mai sus, și studiați-i calitatea. Este preferabil (dar nu obligatoriu) să folosiți codul dezvoltat de voi pentru laboratorul de ARX, fiindcă vă furnizează mai direct ieșirile simulate de care aveți nevoie pentru a construi variabilele instrumentale.

- Aplicați metoda VI cu aceleași ordine, folosind procedura de mai sus și instrumente bazate pe ARX.
- Comparați modelul VI cu modelul ARX original, în simulare.

Opțional, dacă aveți timp, rulați metoda VI și cu instrumentele mai simple:

$$Z(k) = [u(k - nb - 1), \ldots u(k - na - nb), u(k - 1), \ldots, u(k - nb)]^T$$

și comparați rezultatele cu cele de mai sus.

Indicii: (i) Pentru simplitate, completați vectorii de VI direct din semnalele $\hat{y}$ și u, fără a mai defini polinoame C și D. (ii) Construiți $\tilde{\Phi}$ și $\tilde{Y}$ eficient, prin adunarea de termeni calculați matriceal în Matlab. (iii) Nu uitați să completați cu zerouri pozițiile din φ și Z corespunzătoare pașilor negativi și zero.