

# Identificarea sistemelor – Laborator 8

## Identificarea modelelor de tip Output Error folosind metoda Gauss-Newton

### Organizare

- Acest laborator se rezolvă independent de către fiecare student. Doar dacă există mai mulți studenți decât calculatoare, studenții se pot grupa câte doi la un calculator.
- Soluția constă din cod Matlab. Codul va fi verificat și rulat de către profesor, în timpul laboratorului, și prezența la laborator va fi validată doar dacă aveți o soluție funcțională și originală. Prezențele la toate laboratoarele trebuie să fie validate pentru eligibilitate la examen. Cum cel mult două laboratoare se pot recupera la sfârșitul semestrului, acumularea a trei sau mai multe laboratoare lipsă la orice moment de timp duce automat la pierderea finală a eligibilității.
- Discutarea ideilor între studenți este permisă și chiar de dorit, dar copierea sau schimbul direct de cod este interzis. Încălcarea acestei reguli va duce la invalidarea soluției.

### Descrierea laboratorului

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:

[http://busoniu.net/teaching/sysid2018/index\\_ro.html](http://busoniu.net/teaching/sysid2018/index_ro.html)

Fișierul conține datele de identificare în variabila `id`, și separat datele de validare în variabila `val`. Ambele variabile sunt obiecte de tip `iddata` din toolbox-ul Matlab de identificare a sistemelor, vezi `doc iddata`.

Se știe în avans că sistemul este de ordinul 1, fără timp mort, și este afectat doar de zgomot de măsurare  $e(k)$  pe ieșire. Ca atare, următoarea formă de tip Output Error este potrivită pentru modelarea acestui sistem:

$$y(k) = \frac{B(q^{-1})}{F(q^{-1})}u(k) + e(k) = \frac{bq^{-1}}{1 + fq^{-1}}u(k) + e(k)$$

cu parametrii  $\theta = [f, b]^T$ . Obiectivul nostru va fi implementarea metodei erorii de predicție pentru această structură particulară de model, folosind metoda de optimizare Gauss-Newton. Algoritmul este rezumat pe pagina următoare, într-un mod mai direct decât felul în care a fost explicat în curs, pentru a ajuta cu implementarea.

Cerințe:

- Calculați formulele recursive necesare în algoritm, pe hârtie sau la tablă. Indiciu: vezi cazul ARMAX de ordinul 1 exemplificat în curs.
- Implementați algoritmul și rulați-l pe datele de identificare, pornind de la valori *nenule* ale parametrilor inițiali.
- Pentru valorile (aproape) optime ale  $f$  și  $b$  obținute, creați un model de tip OE în formatul toolboxului de identificare, folosind `idpoly`. De notat că sintaxa funcției este `idpoly(A, B, C, D, F, 0, Ts)`

---

alege pasul  $\alpha$ , parametrii inițiali  $\theta_0$ , pragul de convergență  $\delta$ , și numărul maxim de iterații  $\ell_{\max}$

inițializează counterul de iterații  $\ell = 0$

calculează formulele recursive pentru  $\varepsilon(k)$ ,  $\frac{d\varepsilon(k)}{d\theta} = \left[ \frac{d\varepsilon(k)}{df}, \frac{d\varepsilon(k)}{db} \right]^T$

**repeat**

cu parametrii curenți  $\theta_\ell$ :

aplică formulele recursive pentru a calcula  $\varepsilon(k)$ ,  $\frac{d\varepsilon(k)}{d\theta}$ , pentru  $k = 1, \dots, N$

calculează gradientul funcției obiectiv cu  $\frac{dV}{d\theta} = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N \varepsilon(k) \frac{d\varepsilon(k)}{d\theta}$

calculează Hessianul aproximat al funcției obiectiv, cu  $\mathcal{H} = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N \frac{d\varepsilon(k)}{d\theta} \left[ \frac{d\varepsilon(k)}{d\theta} \right]^T$

aplică formula de actualizare Gauss-Newton:  $\theta_{\ell+1} = \theta_\ell - \alpha \mathcal{H}^{-1} \frac{dV}{d\theta}$

incrementează counterul:  $\ell = \ell + 1$

**until**  $\|\theta_\ell - \theta_{\ell-1}\| \leq \delta$ , sau  $\ell_{\max}$  a fost atins

---

unde trebuie specificat zeroul inițial în  $B$ , constanta 1 inițială în  $F$ , și perioada de eșantionare se poate găsi de ex. în setul de date de identificare. Folosiți `compare` pentru a verifica performanța modelului pe datele de validare.

- Dacă modelul nu este suficient de bun, acordați  $\alpha$ ,  $\delta$  și  $\ell_{\max}$  (eventual împreună cu  $\theta_0$ ), pentru a îmbunătăți performanța.