

Valdymo matricos konstravimas uždelsto grįžtamojo ryšio valdymo algoritmui

Viktor Novičenko, Kęstutis Pyragas

Fizikinių ir technologijos mokslų centras, A. Goštauto g. 11, LT-01108 Vilnius
novicenko@pfi.lt

Įvadas

Chaos valdymo uždavinys yra vieną iš pagrindinių aktualių problemų netiesinės dinamikos srityje. Chaotinio elgesio pakeitimas reguliariu, stabilizuojant nestabilią periodinę orbitą (NPO), yra nagrinėjamas pastarąjį dvidešimtmetį. Vienas iš pagrindinių pasiekimų šioje srityje yra 1992 m. pasiūlytas metodas stabilizuoti NPO naudojant uždelstą grįžtamąjį ryšį (UGR) [1]. Metodo sėkmė nulėmta tuo, kad jis nereikalauja žinių apie valdomą sistemą, be to jis lengvai įgyvendinamas eksperimentuose, kadangi valdymo signalas konstruojamas iš skirtumo tarp esamos ir uždelstos sistemos būsenų. Delsos laikas turi būti lygus NPO periodui, tada valdymas tampa neinvazyviu (valdymo signalas virsta nuliu pasiekus stabilizaciją).

Teorija

n -dimensinė sistema valdoma UGR:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}(t)) + \mathbf{K}[\mathbf{x}(t-\tau) - \mathbf{x}(t)]$$

laisvos sistemos dinamika valdymo jėga

Būtina bet nepakankama sąlyga, kad NPO būtų stabili [2]:

$$(-1)^m \lim_{\tau \rightarrow T} \frac{\tau - T}{\tau - \Theta(\mathbf{K}, \tau)} > 0 \quad (*)$$

m - realių didesnių už vienetą Floke daugiklių skaičius sistemoje be valdymo; T - NPO periodas.

Jei τ yra artimas bet nelygus T , tai sistemoje atsiranda delsos indukuota periodinė orbita artima NPO su savu periodu Θ . Θ gali būti išskleistas Teiloro eilute [3]:

$$\Theta(\mathbf{K}, \tau) = T + (\tau - T) \frac{\sum_{ij}^n K_{ij} C_{ij}}{1 + \sum_{ij}^n K_{ij} C_{ij}} + \mathcal{O}[(\tau - T)^2]$$

C_{ij} - koeficientai skaičiuojami iš laisvos sistemos fazės atsako f -jų.

Valdymo matricą patogiau užrašyti taip:

$$\mathbf{K} = \kappa \mathbf{B}$$

valdymo forma (matricinis dydis)
valdymo stiprumas (skaliarinis dydis)

Norint patenkinti būtiną stabilizavimo sąlygą (*), kai m yra nelyginis:

$$\kappa > - \left(\sum_{ij}^n B_{ij} C_{ij} \right)$$

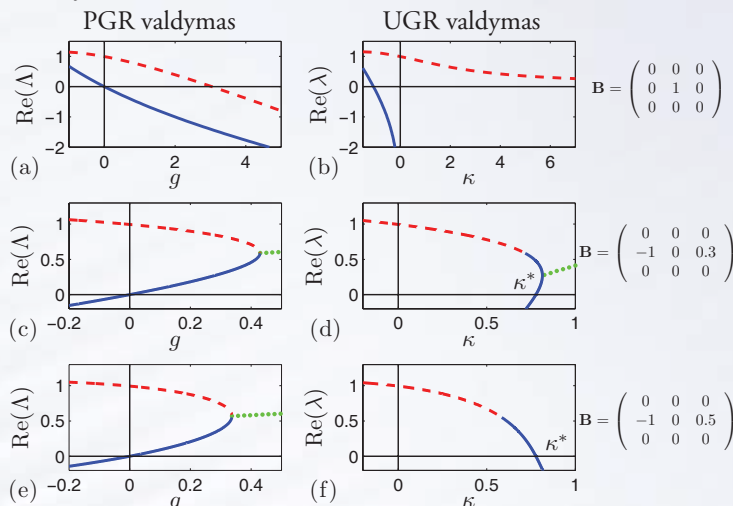
Tinkamai parinkti \mathbf{B} padeda proporcinis grįžtamojo ryšio (PGR) valdymas:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}(t)) + g \mathbf{B} [\boldsymbol{\xi}(t) - \mathbf{x}(t)]$$

valdymo stipris NPO forma
PGR schemeje

Stebint Floke eksponentes PRG valdyme galima pasirinkti tinkamą valdymo formą UGR veikimui.

Lorenco sistemos pagrindinių Floke eksponentių judėjimas PGR ir UGR valdymuose prie įvairių \mathbf{B} stabilizuojant NPO periodo vienas orbitą.

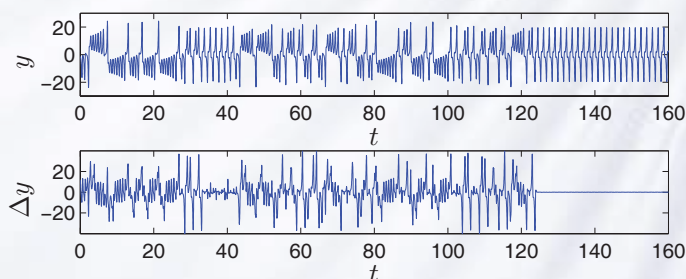


Raudona brūkšninė ir mėlyna ištisinė linijos atitinka nestabilią ir trivialią Floke eksponentių šakas. Žalia taškinė linija atitinka kompleksiskai jungtinę Floke eksponentių porą.

Skaitmeniniai rezultatai

Lorenco sistema esant standartinėm parametrum vertėm:

$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10(y-x) \\ x(28-z) - y \\ xy - \frac{8}{3}z \end{pmatrix} + \kappa \mathbf{B} \begin{pmatrix} x(t-\tau) - x(t) \\ y(t-\tau) - y(t) \\ z(t-\tau) - z(t) \end{pmatrix}$$



Sistemos dinamika esant $\kappa = 0.865$ ir $\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

Literatūra

- [1] K. Pyragas, Phys. Lett. A **170**, 421-427 (1992)
- [2] E. W. Hooton and A. Amann, Phys. Rev. Lett. **109**, 154101 (2012)
- [3] V. Novičenko and K. Pyragas, Phys. Rev. E **86**, 026204 (2012)

Padėka

Mokslinis tyrimas finansuojamas Europos socialinio fondo lėšomis pagal visuotinės dotacijos priemonę Nr. VP1-3.1-ŠMM-07-K-01-025.