

Optimizacija prigušenja kod vibracijskih sistema koristeći redukciju dimenzije

Zoran Tomljanović
Odjel za matematiku,
Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
ztomljan@mathos.hr

Promatramo dva problema koji se pojavljuju kod optimizacije prigušenja. Prvi problem odgovara sistemu koji je opisan diferencijalnom jednačbom drugog reda

$$M\ddot{x} + D\dot{x} + Kx = 0,$$

gdje su masa M i krutost K pozitivno definitne matrice reda n . Matrica prigušenja zadana je sa $D = C_u + C$, gdje je C_u unutarnje prigušenje, a matrica C je pozitivno semidefinitna matrica koja predstavlja vanjsko prigušenje.

U optimizacijskom problemu naš cilj je odrediti "najbolje" prigušenje D koje će osigurati optimalno smirivanje u komponentama rješenja x . U ovom slučaju optimizacija prigušenja ekvivalentna je minimizaciji traga rješenja pripadne Ljapunovljeve jednačbe.

U drugom problemu promatrat ćemo sistem koji je zadan sa

$$\begin{aligned} M\ddot{x}(t) + D\dot{x} + Kx(t) &= B_2u(t) + E_2w(t), \\ y &= C_2\dot{x}(t), \\ z &= H_1x(t) + H_2x(t), \end{aligned}$$

pri čemu matrice M i K predstavljaju masu i krutost kao i u prvom problemu. Vektoru $u \in \mathbb{R}^p$ i w su ulazi koji redom odgovaraju upravljanju i primarnom ulazu. Vektor $y \in \mathbb{R}^p$ određuje izlaz koji odgovara brzinama, a izlazni vektor je određen sa z .

Linearni semi-aktivni prigušivač modelira se sa $u(t) = -G(t)y(t)$, gdje je $G(t) \in \mathbb{R}^{p \times p}$ dijagonalna matrica s pozitivnim elementima na dijagonali koji odgovaraju koeficijentima prigušivača.

U gornjem sistemu htjeli bismo minimizirati utjecaj ulaza w na izlaz z tako da optimiziramo koeficijente u matrici G . Utjecaj ulaza w na izlaz z može se mjeriti energijom odgovora impulsa. Taj kriterij vodi na rješavanje odgovarajuće Ljapunovljeve jednačbe.

U oba problema optimizacijski postupak je vrlo zahtjevan jer je potrebno riješiti veliki broj Ljapunovljevih jednačbi. Stoga uvodimo tehniku koja koristi redukciju dimenzije što značajno ubrzava optimizacijski postupak i omogućuje efikasno određivanje optimalnog prigušenja.

Zajednički rad s prof. dr. sc. Peterom Bennerom ¹ i prof. dr. sc. Ninoslavom Truharom ²

¹Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems, Magdeburg, Germany, benner@mpi-magdeburg.mpg.de

²Odjel za matematiku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, ntruhar@mathos.hr