

# Optimizacija topologije v kontinuumu ob upoštevanju omejitve globalnega pomika

Jijun Yi<sup>1,2,\*</sup> – Tao Zeng<sup>2</sup> – Jianhua Rong<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univerza srednjega juga, Fakulteta za strojništvo in elektrotehniko, Kitajska

<sup>2</sup> Univerza za znanost in tehnologijo Changsha, Fakulteta za avtomobilsko tehniko in strojništvo, Kitajska

Cilj topološke optimizacije konstrukcij v kontinuumu je iskanje najboljše porazdelitve razpoložljivega materiala po vnaprej opredeljeni konstrukcijski domeni ob izpolnjevanju določenih pogojev. Cilj večine metod za optimizacijo topologije je določitev konstrukcij z maksimalno togostjo, ki pa je povezana z globalnim pomikom in še zlasti z maksimalnim pomikom konstrukcije. Maksimalni pomik je potrjen, ko je konstrukcija zasnovana in se išče konstrukcija z želenim maksimalnim pomikom.

Na podlagi spremenljivke gostote vozlišč ter interpolacijske sheme racionalne aproksimacije materialnih lastnosti (RAMP) je bila razvita nova topološka metoda za globalni pomik in zmanjšanje prostornine konstrukcije. Predlagan je nov pristop k nadzoru maksimalnega pomika konstrukcije. Metoda za predstavitev ekvivalentnega maksimalnega pomika uporablja pomik s  $p$ -normo, s čimer se izognemo neodvedljivosti funkcije maksimuma. Razvita je nova optimizacija topologije za natančen nadzor globalnega maksimalnega pomika. Obravnavan je vpliv parametra  $p$  in dokazano je, da poljubno izbrana vrednost parametra  $p$  ne vpliva na končni maksimalni pomik.

Postavljen je tudi enakovreden model optimizacije s spremenljivimi omejitvami pomika s pomočjo razvoja v Taylorjevo vrsto okrog trenutne točke. Prava ciljna funkcija je zamenjana s kvadratnim približkom. Model dobro predstavlja izvorni model v t.i. območju zaupanja. Območja zaupanja zagotavljajo robustnost iteracij ter pripomorejo k izvedljivosti in doseganju optimuma. Problem optimizacije je končno pretvorjen v reševanje dvojnega problema programiranja s teorijo dvojnosti.

V nasprotju s postopkom na osnovi elementov je gostota vozlišč konstrukcijska spremenljivka, ki se v katerikoli točki interpolira s Shepardovimi funkcijami. S to tehniko se izognemo kockastemu vzorcu in odvisnosti mreže za končne elemente nizkega reda.

Z omejitvijo globalnega pomika je mogoče dobiti optimalno konstrukcijo z želenimi deformacijami, pri čemer ni treba poznati mesta maksimalnega pomika. Predlagana metoda je zelo uporabna za praktične inženirske naloge in predstavljenih je več primerov, ki potrjujejo uporabnost predlagane metode pri doseganju konvergentnih optimalnih rešitev za konstrukcije z omejenim globalnim pomikom.

Ko je uporabljena ista mreža, je strošek računanja optimizacije topologije na osnovi od elementov neodvisne gostote vozlišč večji kot pri pristopu na osnovi elementov. To je glavni vzrok za veliko število vozlišč v domeni vpliva. Ločljivost topologije na osnovi predlaganega pristopa je večja kot pri pristopu na osnovi elementov. Za izboljšanje učinkovitosti predlaganega pristopa bi bilo analizo po metodi končnih elementov in postopek optimizacije mogoče izvesti s tehniko paralelnega programiranja. S takšnim pristopom je mogoče izkoristiti paralelizacijo brez potrebe po večjih spremembah kode.

**Ključne besede:** optimizacija topologije, omejitev globalnega pomika, spremenljivka gostote vozlišč, pomik s  $p$ -normo