

## Sinteza palične konstrukcije z algoritmoma NSGA-II in NodeSort

Tino Stanković – Mario Štorga – Dorian Marjanović

Univerza v Zagrebu, Fakulteta za strojništvo in ladjedelništvo, Hrvaška

V članku je predstavljen predlog pristopa k sintezi paličnih konstrukcij na osnovi genetskega algoritma. Uporabljen je bil algoritem *NodeSort*, ki vzame zbirko binarno šifriranih vozlišč iz 2D-domene in jih dešifrira v palično konstrukcijo po postopku, ki je podoben mreženju pri metodi končnih elementov (MKE). Problem zasnove palične konstrukcije v zvezni 2D-domeni vključuje naključno porazdelitev prostih vozlišč in vnaprej določena fiksna vozlišča (podpore in točke obremenitev), pri čemer so vsa vozlišča vsebovana v kromosomu. Delo je nadaljevanje naših dosedanjih raziskav in v okviru sinteze paličnih konstrukcij so bili postavljeni naslednji raziskovalni cilji:

- Za vključitev večkriterijskega iskanja bo uporabljen genetski algoritem z nedominiranim razvrščanjem (NSGA-II).
- Prerez palic je namesto kot parameter opredeljen kot spremenljivka, s čimer je izboljšana kakovost rešitev. Genotip je zato razširjen z dodatnim binarno šifriranim genom.
- Da bi se izognili nastanku gruč vozlišč pri skoraj optimalnih zasnovah s čezmernim številom vnaprej določenih vozlišč, oziroma da bi nasprotno pridobili vozlišča za razrešitev zasnove, ko evolucija zahteva več palic, so bili uvedeni kromosomi spremenljive dolžine.
- Za univerzalnost in transparentnost je mogoče določiti poljubno število vozlišč z obremenitvami.

Model palične konstrukcije je opredeljen kot sistem, sestavljen iz določenega števila palic in vozlišč. Robni pogoji določajo obremenitvene primere, s čimer je v modelu upoštevano število obremenitev ter vrste in mesta podpor nosilcev paličja. V vsaki iteraciji evolucije se za vsako kandidatno rešitev izračuna matrika togosti sistema MKE. Model po MKE obravnava ravninsko paličje, pri čemer ima vsak element 6 prostostnih stopenj. Uvesti je bilo treba tudi upogibanje palic in jih implicitno pretvoriti v nosilce. Rezultat evolucije z neskončno upogibno togostjo paličnih elementov bi sicer vedno konvergiralo v eno samo horizontalno palico. Takšna konstrukcija bi imela ničelne deformacije, ker se ne more upogibati, kot vodoravna linija pa bi imela tudi minimalno maso.

Preizkus realnega primera večkriterijske optimizacije zasnove palične konstrukcije z dvema podporama je pokazal, da je dešifriranje na osnovi fenotipa *NodeSort* mogoče uporabiti skupaj s predlaganimi razširitvami genotipa za vključitev gamete za debelino in kromosomov spremenljive dolžine pri večkriterijski optimizaciji NSGA-II. Šifriranje in dešifriranje genotipa v algoritmu *NodeSort* skrbi za to, da je prostor iskanja kar se da velik in neomejen. Pristop gre korak dlje od parametrične optimizacije, saj omogoča optimizacijo topologije, presega pa tudi topološke pristope optimalne zasnove (TOD), saj je računsko bistveno manj zahteven. Modeli nosilcev so namreč parametrični in optimizirani v zvezni domeni. Fenotip kot palična konstrukcija, ki izhaja iz razporeda vozlišč, je pristop na osnovi algoritma.

Pristop je alternativa za slovnice oblik, ki so zasnovane na znanju in dosegaajo povečanje zmogljivosti z dodajanjem novih pravil, in tako ohranja enake principe pretvorbe pravil. Običajno je potreben kompromis med algoritmičnimi pristopi in pristopi na osnovi znanja, saj prvi zahtevajo posege v kodo za izboljšanje zmogljivosti, slednji pa zahtevajo deljeno razumevanje domene in objektivne definicije pravil, sicer postane formalizirano znanje nedosledno in pristransko. S podporo popolnemu topološkemu iskanju, ki zagotavlja visoko ponovljivost rezultatov, je bila dosežena prednost pred predstavljenimi metodami.

Prihodnje delo bo usmerjeno na vplive pri iskanju optimalne rešitve z ozirom na rekurzivne omejitve in vrstni red razvrščanja vozlišč.

**Ključne besede:** sinteza paličnih konstrukcij, genetski algoritmi, NodeSort, NSGA-II