

## Glajenje mrež z globalno optimizacijo pod omejitvami

Simon Kulovec\* – Leon Kos – Jožef Duhovnik  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

*Optimizacija mrežnih struktur je zelo pomembna v strojniških področjih kot so dinamika, prenos toplote in materiali. Če želimo izvajati numerične analize problemov iz omenjenih področij, moramo fizični model pomrežiti. Obstajajo tudi mreže, ki jih potrebujemo za izdelavo »freeform« konstrukcij na omenjenih in drugih področjih. Manjši in enakomerno razporejeni elementi (trikotniki, štirikotniki) mreže nam omogočajo natančnejše rezultate, vendar pa analiza traja dlje časa. Pojavljajo se komercialni programski paketi, kjer konstantno mreženje fizičnih modelov ni dobro rešeno. Opravili smo analizo in izdelali algoritem, ki bi omenjene težave odpravil. Trenutno se za osnovne modele in renderje, predvsem pri aplikacijah navidezne resničnosti, uporabljajo trikotniške mrežne strukture. Omenjene mrežne strukture dobimo s pomočjo pomreževalnikov v modelirnikih ali kot rezultat posnemovalnika površin. Razen trikotniških mrežnih struktur se, zlasti pri večjih »gradbenih« jeklenih konstrukcijah, za sestavne elemente konstrukcije uporabljajo tudi štirikotniki. Mreže, ki jih dobimo, običajno niso visoke kakovosti in optimizirane. Sestavljene so iz neidealnih mrežnih elementov in imajo slabo povezljivost med vozlišči. Zato smo se odločili za izdelavo optimizacijskega algoritma, ki zna optimizirati in izdelovati učinkovite in robustne mreže. Za razliko od obstoječih algoritmov za gladko mreženje, ki delujejo predvsem na ravni lokalnega glajenja, smo se pri glajenju mrež odločili za uporabo Lagrange-Newtonove metode sekvenčno-kvadratičnega optimiziranja z omejitvami, ki omogoča globalno reševanje problema negladkih mrež. Optimizacija se izdelava za nepravilne n-kotniške mrežne strukture. Izbrana optimizacija je predvsem geometrijske narave. Cenilna funkcija za optimizacijo je funkcija posameznih stranic vhodne mrežne strukture. Vstopna mreža je nepravilna, zato se jo skuša z optimizacijo popraviti tako, da bo sestavljena iz čimbolj enakih elementov. Najprej določimo dve cenilni funkciji: (i) lokalno in (ii) globalno.*

*Predstavljen je primer uporabe optimizacije z omejitvami. Omejitve predstavljajo fiksna ali variabilna vozlišča poljubno izbrane mrežne strukture. Za lokalno optimizacijo določimo lokalno cenilno funkcijo. V nadaljevanju je obravnavana optimizacija mrežnih struktur z globalno optimizacijo. Za izračun globalne optimizacije in cenilne funkcije se uporabijo vnaprej izračunane povprečne dolžine robov, ki se med iteracijami ne spreminjajo.*

*Pri obravnavanih tipih mrežnih struktur s predvidenim optimizacijskim algoritmom izboljšamo mrežo. To je pomembno za trikotne mrežne strukture. Za optimizacijo uporabimo kombinacije lokalne in globalne cenilne funkcije. V primeru optimizacije brez omejitev dobimo boljše rezultate z uporabo globalne cenilne funkcije. Na drugi strani pa dobimo v primerih z omejenimi robnimi elementi začetne mrežne strukture boljše rezultate z uporabo lokalne cenilne funkcije, in sicer predvsem z ozirom na število iteracij, potrebnih za dosego podobnega rezultata. Za preizkus kakovosti optimizacije štirikotnih mrežnih struktur z uporabo našega algoritma je uporabljen mrežni primer, ki je obravnavan v članku Branets-Carey. Skupne cenilne funkcije konvergirajo v vseh primerih optimizacije z uporabo različnih kombinacij cenilnih funkcij in uteži. Kot rezultat optimizacije dobimo mrežno strukturo z enakimi diagonalami štirikotnih elementov in z enakimi dolžinami robov trikotnih elementov. V vseh primerih optimizacije se upošteva, da so vozlišča med celotnim procesom povezana z enakimi robnimi elementi. Obstajajo tudi drugi t.i. algoritmi za glajenje mrežnih struktur (Laplacian, Lennard-Jones in Pliant), vendar se osredotočajo predvsem na lokalna območja in ne na celotno mrežo. Kljub temu pa naš algoritem vsebuje lastnost hitre konvergence. V ostalih algoritmih nismo opazili optimizacije kombiniranih mrežnih struktur.*

© 2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

**Ključne besede:** glajenje, sekvenčna kvadratična optimizacija, mrežna struktura, geometrija, vozlišče, cenilna funkcija