

Natančnost meritev in prostorska ločljivost metode Kriging korelacije digitalnih posnetkov

Dezhi Wang¹ – John E. Mottershead^{1,2,*}

¹ Univerza v Liverpoolu, Središče za tehnično dinamiko, Združeno kraljestvo

² Univerza v Liverpoolu, Institut za tveganja in negotovost, Združeno kraljestvo

Korelacija digitalnih posnetkov (DIC) je danes verjetno najbolj priljubljena metoda za merjenje odmikov in deformacij na področju eksperimentalne mehanike. Algoritme DIC lahko razvrstimo v dve glavni kategoriji: na lokalne algoritme DIC, ki bazirajo na podmnožicah, in globalne algoritme DIC, ki delajo s polnim poljem. Vrednotenje učinkovitosti različnih algoritmov DIC z ozirom na natančnost meritev in prostorsko ločljivost po standardnem postopku je pomembno za praktično uporabo. Idealni algoritem DIC bi v istem trenutku dosegal tako odlično natančnost kakor tudi odlično prostorsko ločljivost, toda v praksi so vedno potrebni določeni kompromisi. Natančnost meritev je mogoče kvantificirati z vrednotenjem standardnega odklona merilnega šuma. Za preučevanje prostorskih fluktuacij polja odmikov je običajno treba določiti prostorsko ločljivost, kar pa je zelo težavna naloga, če k njej pristopamo eksperimentalno. V izogib tem omejitvam so bili uporabljeni sintetični posnetki peg z naloženimi ravninskimi sinusnimi odmiki. Za učinkovito statistično preiskavo prostorske ločljivosti so bile uporabljene različne prostorske frekvence. Na ta način je bila redefinirana tudi prostorska ločljivost lokalnih in globalnih algoritmov DIC. Z istočasnim upoštevanjem natančnosti in prostorske ločljivosti je zagotovljena verodostojna primerjava učinkovitosti različnih algoritmov DIC.

Avtorja sta nedavno razvila nov globalni algoritem DIC, v katerega je vgrajena regresija Kriging. Regresijski model Kriging je integriran v globalni okvir DIC kot funkcija oblike v polnem polju za točnejše ocenjevanje neznanega polnega polja odmikov. Dejansko polje odmikov je bilo modelirano z Gaussovimi naključnimi procesi, rezultat pa je model Kriging kot najboljša linearna nepristranska napoved. Merilna negotovost v kontrolnih točkah Kriging je bila upoštevana s tehniko globalne regularizacije. Predlagani pristop Kriging DIC daje najverjetnejšo meritev namesto krivulje, ki se prilega merilnim točkam. Pristop se odlično izkaže pri ločljivosti odmikov, pri delu z odprtimi eksperimentalnimi podatki pa je učinkovitejši od mnogih drugih metod DIC v polnem polju.

V predstavljeni študiji je po izpopolnjenem standardnem postopku ovrednotena učinkovitost metode Kriging DIC v primerjavi s klasično metodo DIC na podlagi podmnožic. Za kvantifikacijo natančnosti meritev odmika in prostorske ločljivosti algoritmov DIC so bili uporabljeni sintetični posnetki z naloženimi ravninskimi sinusnimi polji odmikov različnih prostorskih frekvenc. Predlagani sta dve novi merili neujemanja odmikov za redefiniranje natančnosti meritev in prostorske ločljivosti lokalnih in globalnih metod DIC. Meritev razlik med dejansko sinusoido in meritvijo je najbolj točna tedaj, ko poteka vzdolž normale v kontrolnih točkah Kriging. Tako se lahko bolje ocenijo relativne prednosti različnih algoritmov DIC. Prostorska ločljivost je polovica najnižje prostorske periode v slikovnih točkah, kjer neujemanje meritev DIC (RMSE) doseže prag, običajno 5 % ali 1,5 % amplitude sinusoid. Natančnost je definirana kot standardni odklon (pri neujemanju 5 % in 1,5 %), merjen v slikovnih točkah v smeri normale ali v smeri osi Y. Na koncu so rezultati za ovrednotenje relativne učinkovitosti različnih pristopov DIC prikazani še v grafični obliki. Izkaže se, da je pristop Kriging DIC robusten glede merilnega šuma ter mnogo učinkovitejši od klasičnega pristopa DIC na bazi podmnožic, tako glede natančnosti meritev odmika kot glede prostorske ločljivosti. Rezultati ocenjevanja učinkovitosti metode DIC so najboljši, če se neujemanje meri v normalni smeri in ne v smeri osi Y.

Ključne besede: korelacija digitalnih posnetkov, regresija Kriging, merilna natančnost, prostorska ločljivost