

Umerjanje celotne strukture paralelnega manipulatorja 3-UCR z metodo kvaternionov

Gang Cheng* – Wei Gu – Jing-li Yu – Ping Tang

Kitajska univerza za rudarstvo in tehnologijo, Fakulteta za strojništvo in elektrotehniko, LR Kitajska

Popolna kompenzacija napak pozicioniranja manj mobilnih paralelnih manipulatorjev ni mogoča. Metode umerjanja iz literature, ki se osredotočajo samo na kinematične parametre in ne vključujejo analize občutljivosti, niso uporabne za kompetentno obravnavo umerjanja celotne strukture paralelnih manipulatorjev 3-UCR. V članku je zato predlagan enostaven in učinkovit pristop k umerjanju konstrukcije.

V študiji je vzpostavljen model napak vzporednega manipulatorja na podlagi matrične teorije diferenčnih koeficientov. Nato je izpeljan statistični model občutljivosti z normalizacijo vseh virov napak v dosegljivem delovnem prostoru. Ob upoštevanju občutljivosti kinematičnih parametrov je predstavljen model umerjanja. Nato je predlagan algoritem umerjanja na osnovi metode najmanjših kvadratov. Sledi analiza numeričnih simulacij občutljivosti in umerjanja.

Pristop k problemu: umerjanje celotne konstrukcije na podlagi analize občutljivosti.

Obseg problema: umerjanje konstrukcije paralelnih manipulatorjev.

- (1) Odstotki občutljivosti kinematičnih parametrov so nekoliko odvisni od sprememb razmerij konstrukcije.
- (2) Določeni so kinematični parametri z višjimi odstotki občutljivosti, ki jih je treba nadzorovati bolj strogo.
- (3) Nujno je zmanjšanje napake dolžine med izhodiščem relativnega koordinatnega sistema in spoji zglobov na podnožju, zlasti zmanjšanje napake po osi Z pravokotno glede na podnožje.
- (4) Algoritem umerjanja na osnovi metode najmanjših kvadratov je učinkovito sredstvo za obravnavo vprašanja umerjanja in konvergira razmeroma hitro. Koraki izvajanja so dobro usmerjeni.
- (5) Vključitev kvaternionov v metodo umerjanja prinaša dobre rezultate.

Omejitve:

- (1) Zaradi eksperimentalnih omejitev smo za preverjanje predlagane metode umerjanja namesto praktičnih eksperimentov izbrali metodo simulacije.
- (2) Uporaba predlagane metode umerjanja pri paralelnih manipulatorjih s šestimi prostostnimi stopnjami in pri nesimetričnih manipulatorjih z manj prostostnimi stopnjami še ni bila dobro preučena. Pri takšnih aplikacijah lahko nastopijo določene težave.
- (3) Zaradi vpliva izenačevanja metode najmanjših kvadratov v algoritmu umerjanja se nekatere napake umerjenih kinematičnih parametrov povečujejo.

Predlogi za prihodnje raziskave:

- (1) Poglobljene študije uporabe predlagane metode umerjanja;
- (2) Izboljšanje algoritma umerjanja za odpravo pomanjkljivosti metode najmanjših kvadratov.

V članku je predstavljena metoda na podlagi analize občutljivosti s kvaternioni za umerjanje celotne konstrukcije paralelnih manipulatorjev. Algoritem umerjanja konvergira razmeroma hitro, njegovi koraki izvajanja pa so dobro usmerjeni. Z vrednotenjem prioritete kinematičnih parametrov po koeficientih občutljivosti je mogoče določiti tiste parametre, ki jih je treba strogo nadzorovati, in tiste, kjer to ni potrebno. Pri praktični proizvodnji in montaži je s smiselno razvrstitvijo in nadzorom reda velikosti vsake napake mogoče zanesljivo zagotavljati natančnost manipulatorjev ter zmanjšati težave pri proizvodnji in montaži. Še bolj pomembna pa je uvedba kvaternionov v to metodo umerjanja, z njo se namreč zmanjša obseg računanja, poveča natančnost izračunov, algoritem pa je globalno nesingularen. Dosedanje splošne metode umerjanja iz literature teh nalog ne izpolnjujejo dobro.

© 2010 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: paralelni manipulator 3-UCR, teorija diferenčnih koeficientov, kvaternion, metoda najmanjših kvadratov, model občutljivosti, kinematično umerjanje