

## Analiza kinematike novega vzporednega manipulatorja 3CPS s pomočjo Rodriguesovih parametrov

Gang Cheng<sup>1,\*</sup> – Peng Xu<sup>1</sup> – De-hua Yang<sup>2</sup> – Hui Li<sup>2</sup> – Hou-guang Liu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Višja šola za strojništvo in elektrotehniko, Kitajska rudarska in tehniška univerza, Kitajska

<sup>2</sup> Nacionalni astronomski observatoriji/Institut za astronomsko optiko in tehniko v Nanjingu, Kitajska akademija znanosti, Kitajska

Astronomija se ukvarja z opazovanjem oddaljenih in šibkih nebesnih teles. Veliki optični sistemi so pomembni za astronomske raziskave, saj lahko zberejo več svetlobe in imajo boljšo kotno ločljivost. Z dimenzijami astronomskih teleskopov pa se povečuje tudi njihova občutljivost na zunanje motnje in večina velikih teleskopov bo zato v prihodnje razdeljena na segmente. Pri teh teleskopih so velika primarna zrcala razdeljena v več manjših in tankih segmentov. Glavna težava takšne izvedbe v primerjavi s teleskopi z enim samim zrcalom so napake pozicioniranja in orientiranja segmentnih zrcal. Zato je treba razviti mehanizem za aktivno nastavljanje večjega števila zrcal z več prostostnimi stopnjami.

Članek podaja predlog prototipa platforme za aktivno nastavljanje segmentnih zrcal, katerega srce je nov paralelni manipulator 3CPS. Prototip ima kompaktno zgradbo in omogoča gibanja z ločevanjem prostostnih stopenj. Analizirana je gibljivost manipulatorja, ki ima tri translacijske in tri rotacijske prostostne stopnje. Kinematična analiza paralelnega manipulatorja je osnova za dinamično analizo in snovanje krmilnega sistema, zaradi zahtev krmiljenja v realnem času in visoke računske učinkovitosti opisovanja položaja pa so za popis položaja gibljive platforme idealni Rodriguesovi parametri. Po metodi Rodriguesovih parametrov so izpeljane formule za reševanje inverzne/direktne kinematike – premikov, hitrosti in pospeškov.

Skladno s topološkimi značilnostmi konstrukcije manipulatorja in zasnovano trajektorij gibljive platforme so nato z numerično simulacijo in na osnovi inverzne kinematike rešene dolžine, hitrosti in pospeški šestih premičnih nog. Numerična simulacija inverzne kinematike je bila opravljena s pomočjo programa Matlab znotraj obdobja 1 sekunde z intervalom 0,01 s. Iz rezultatov je razvidno, da so krivulje hitrosti in pospeškov zvezne ter nimajo nenadnih skokov.

Pri gibanju premične platforme torej ne bo prihajalo do udarcev, kar je pomembno za dinamične lastnosti premične platforme. Za preverjanje pravilnosti teoretičnega kinematičnega modela je bila uporabljena fotogrametrična merilna metoda z eno kamero, ki meri položaj in orientacijo premične platforme. Po predstavitvi preskusnega okolja za fotogrametrične meritve je opisan tudi proces preizkušanja kinematične zmogljivosti ter konkretni koraki za merjenje različnih položajev. Z ozirom na učinkovitost in stroške meritev ni treba preizkušati celotnega obravnavanega območja.

Za intuitivno primerjavo rezultatov eksperimenta z zasnovanimi trajektorijami so prikazane samo napake položaja in orientacije med dvema skupinama od 0 do 0,1 s pri času vzorčenja 0,01 s. Rezultati eksperimentov odstopajo od zasnovane trajektorije: napaka položaja je približno 0,2 mm, napaka orientacije pa približno 0,3°. Ob upoštevanju napak merilnega orodja, razlik med fizikalnim prototipom in simulacijskim modelom ter vplivov okolja pa se računske vrednosti v splošnem dobro ujemajo z rezultati eksperimenta, s čimer je potrjena primernost kinematičnega modela.

**Ključne besede:** astronomski teleskop, segmentno zrcalo, aktivna nastavitvena platforma, paralelni manipulator 3CPS, Rodriguesovi parametri, kinematika, fotogrametrija