

Varovalna metoda za omejevanje delovnega prostora paralelne delovne glave

Yanbing Ni^{1,*}– Wenliang Lu² – Shilei Jia² – Chenghao Lu² – Ling Zhang² – Yang Wen¹

¹ Univerza v Tianjinu, Fakulteta za strojništvo, Kitajska

² Državni laboratorij za teorijo mehanizmov in konstrukcijo, Ministrstvo za šolstvo, Kitajska

Paralelna delovna glava 1T2R je topološko zasnovana kot paralelni mehanizem z eno translacijsko in dvema rotacijskima (1T2R) prostostnima stopnjama. Lega konca mehanizma znotraj delovnega prostora je določena z nelinearno preslikavo delovanja servomotorja v prostor sklepov. Informacije o legi konca mehanizma je mogoče pridobiti samo s kompleksnim modeliranjem in izračuni.

Ključni problem, ki ga je treba nujno razrešiti za točno in realnočasovno omejevanje gibanj tovrstnih obdelovalnih strojev, je torej zmanjšanje obsega obdelave in računanja pri ocenjevanju lege konca mehanizma. V članku sta predstavljeni zasnova in implementacija poenostavljenega algoritma za ocenjevanje lege omenjenih mehanizmov.

Najprej je sistematično predstavljena paralelna delovna glava 1T2R, temu pa sledi predstavitev kinematičnega modela paralelnega mehanizma. Sledita analiza položaja ter oblikovanje preslikave med vrednostmi vhodov in gibanjem konca mehanizma z inverzno kinematično rešitvijo. Na osnovi konstrukcije mehanizma, parametrov skaliranja, območja gibanja ter interferenc posameznih kinematičnih parov in drugih omejitev sta določeni množica vseh dosegljivih prostorskih položajev referenčne točke orodja na koncu mehanizma in množica dosegljivih orientacij orodja v dani referenčni točki. Z analizo zakona gibanja glave 1T2R je nato izpeljan poenostavljen algoritem za oceno njenega položaja in orientacije. Položaj referenčne točke na orodju glave je ocenjen s pomočjo vsote dolžin treh nog verige. Orientacija glave je ocenjena s pomočjo razlik v dolžini nog katerih koli dveh od treh vej. Kombinacija obeh zakonov omogoča hitro oceno položaja in orientacije glave z nezahtevnimi izračuni ter hiter odziv varovalne omejevalne funkcije z obstoječo strojno opremo za zaščito pred prekoračitvijo delovnega območja glave.

Pravilnost predlaganega poenostavljenega algoritma so potrdili tudi rezultati simulacij v nadaljevanju. Poenostavljeni algoritem za ocenjevanje položaja in orientacije je bil uporabljen v kombinaciji z mehansko konstrukcijo in krmilnim sistemom servopodajanja glave pri zasnovi dveh metod omejevanja – aktivne in preventivne. Eksperimenti so končno dokazali, da je s poenostavljenim algoritmom za oceno položaja in lege izvedljivo realnočasovno ocenjevanje položaja in lege konca mehanizma med obratovanjem paralelne delovne glave 1T2R. Algoritem daje točne ocene položaja in lege.

Na osnovi rezultatov kinematične analize in analize načina gibanja mehanizma je bil oblikovan predlog algoritma za oceno lege paralelne delovne glave 1T2R. Ta v primerjavi z metodo za ocenjevanje lege po modelu inverznega položaja prihrani 99,42 % računskega časa. Za razliko od metod za ocenjevanje lege, ki uporabljajo zunanje senzorje, ne zahteva nadgradnje originalnega sistema ter je učinkovit, zanesljiv in enostavno izvedljiv. Poenostavljeni algoritem za oceno položaja in lege tako omogoča preprosto in zanesljivo realnočasovno omejevanje položaja glave.

Algoritem trenutno pokriva celotni dosegljivi prostor mehanizma v območju omejevanja in tako izboljšuje zmožnosti hitrega odziva omejevalne funkcije za varnost obratovanja obdelovalnih strojev s tako topologijo.

Ključne besede: paralelna delovna glava, modeliranje, analiza delovnega prostora, ocena položaja in lege, varovanje z omejevanjem, inverzna kinematika