

Zasnova sistema vodenja centrifugalnega simulatorja gibanja na osnovi dinamičnega modela

Jelena Vidaković^{1,*} – Vladimir Kvirgić² – Mihailo Lazarević³

¹ Univerza v Beogradu, Inštitut Lola, Srbija

² Univerza v Beogradu, Inštitut Mihajlo Pupin, Srbija

³ Univerza v Beogradu, Fakulteta za strojništvo, Srbija

Piloti sodobnih bojnih letal so izpostavljeni nevarnim učinkom velikih pospeškov in silovitih odklonov gibanja v vseh treh oseh letala. Centrifugalni simulator gibanja (CMS) je naprava, ki omogoča simulacijo delovanja vztrajnostnih sil na pilota v nadzorovanih pogojih. V članku je predstavljena zasnova regulacijskega sistema CMS na osnovi dinamičnega modela in pristop k izbiri pogonov za CMS. Cilj predstavljene metodologije je doseganje želene učinkovitosti ob upoštevanju kompleksnosti regulacijskega sistema in stroškov celotne naprave.

CMS je modeliran in reguliran kot robotski manipulator s tremi prostostnimi stopnjami, model inverzne dinamike (ID) pa je postavljen v obliki rekurzivnih Newton-Eulerjevih enačb. Pri izbiri regulacijskega sistema robotskega manipulatorja imata v praksi pomembno vlogo kompleksnost in zahteve v zvezi z implementacijo. Zato se postavlja vprašanje, ali in kako naj bo v vodenju upoštevan dinamični model.

Predstavljena je metoda simulacije na osnovi ID za ocenjevanje dinamične interakcije povezanega gibanja členov robota, ki omogoča tehtanje upravičenosti uporabe decentraliziranega povratnozančnega krmilnika ali centraliziranih metod vodenja.

CMS spadajo v kategorijo težke mehanizacije: trajektorije zgibov predstavljajo izziv, aktuatorji želene moči pa so zelo težki. Za zmanjšanje vztrajnosti manipulatorja, rabe energije in stroškov celotnega sistema je zelo pomembno, da imajo motorji dovolj moči za hitro vrtenje zgibov, obenem pa morajo biti lahki. Pri izbiri pogona je uporabljen postopek na osnovi modela približne inverzne dinamike (aID), ki omogoča določanje najmanjših aktuatorjev za zahtevano gibanje zgibov.

Za točno primerjavo predlaganih metod vodenja z realistično simulacijo so izpolnjeni naslednji pogoji: 1) vztrajnost gredi rotorjev je izračunana iz ID za zelene trajektorije zgibov in izbrane modele aktuatorjev, omogoča pa realističen model procesa; 2) izbira ojačenja povratnozančnega krmilnika upošteva lastne frekvence konstrukcije; in 3) upoštevane so omejitve navora za izbrane aktuatorje.

Na podlagi rezultatov predlagane metode simulacije ID je bilo izbrano decentralizirano vodenje roke CMS. Za osi obroča in gondole je bila uporabljena predlagana metoda simulacije sistema vodenja za primerjavo učinkovitosti standardnega povratnozančnega vodenja in centralizirane strategije vodenja, kjer je v povratno zanko dodana metoda izračunanega navora (CT). Simulacije povratne zanke z dodatkom CT so pokazale pomembne koristi pri sledenju položaja z odpravo motenj, ko je izbran ustrezen pogon za zeleno gibanje. Predlagani postopek na osnovi aID je bil uporabljen pri izbiri pogonskega sistema. Za razliko od predhodno objavljenih del je podana učinkovitost obravnavanih metod vodenja za bistveno zahtevnejši profil trajektorije CMS z največjim pospeškom 9 g, največjo stopnjo pospeška 9 g/s in prehodnimi obremenitvami.

Predstavljene metode snovanja in simulacije sistemov vodenja in strategije za izbiro pogonov za CMS so uporabne tudi na širšem področju robotskih manipulatorjev. Prihodnje raziskave bodo usmerjene v uvajanje predstavljene metodologije pri realnih sistemih in pri obravnavi drugih centraliziranih metod vodenja.

Ključne besede: robotska dinamika, vodenje robotov, metoda izračunanega navora, centrifuga