

# Napredna tehnika krmiljenja za odpravo preostalih vibracij pri manipulatorju s fleksibilnim zgibom

Caglar Conker<sup>1,\*</sup> – Ali Kilic<sup>2</sup> – Selcuk Mistikoglu<sup>1</sup> – Sadettin Kapucu<sup>2</sup> – Hakan Yavuz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Univerza Mustafe Kemala, Tehniška fakulteta, Turčija

<sup>2</sup> Univerza v Gaziantepu, Tehniška fakulteta, Turčija

<sup>3</sup> Univerza Cukurova, Tehniška fakulteta, Turčija

Krmiljenje gibanj je ena glavnih raziskovalnih tem na področju robotike in avtomatizacije. Visoka hitrost in natančno krmiljenje gibanj sta nujna za visokoproduktivno in visokokakovostno proizvodnjo. Zaradi visokih hitrosti in z njimi povezanih preostalih vibracij pa je obenem tudi težko zagotoviti natančno krmiljenje gibanj. Iskanje ravnotežja med hitrostjo gibanj ter odpravljanjem ali vsaj zmanjšanjem preostalih vibracij je zato pomemben del raziskav krmiljenja gibanj in s tem povezanih praktičnih aplikacij.

Ena od metod za zmanjšanje ali odpravo preostalih vibracij je tudi spreminjanje vhodnega signala z uporabo vnaprej znanih sistemskih parametrov. Za popolno odpravo preostalih vibracij je potrebno zelo natančno poznavanje teh parametrov sistema in v realnih sistemih takšne natančnosti ni mogoče vedno doseči.

Predstavljena študija podaja obravnavo in rešitev tega problema z novo metodo za odpravljanje preostalih vibracij. Nova metoda je še posebej uporabna pri negotovih parametrih, ki izhajajo iz ocenjevanja ali napovedovanja vedenja sistemov. Pokazano je, da je nova tehnika kos tudi visoki stopnji negotovosti in lahko uspešno odpravlja ali zmanjša preostale vibracije v fleksibilnih sistemih.

Prednost predlagane tehnike je v tem, da niti ne omejuje niti ne podaljšuje trajanja premikov, t. j. ne vključuje časovnih omejitev ali časovnih penalov. Večina konvencionalnih metod oblikovanja vhodov pa po drugi strani podaljša čas premika vsaj za pol dušene periode ali več. Nova predlagana metoda za oblikovanje ukazov razdeli čas premika na dva dela, izračuna ukazni vhod kot dva ločena vhoda in ju nato združi v nov vhod. Pri ustvarjanju vsakega vhodnega signala se uporabita funkciji cikloide z rampo ter kosinus versusa z rampo. Referenčni vhod je sestavljen iz treh funkcij. Celotna razdalja, ki jo mora element opraviti v določenem času, se razdeli na tri dele. Vsak del pokriva ena od treh funkcij z enakim časom premika. Če se določeni čas premika in skupna razdalja ne spremenita, je vibracije možno odpraviti s prilagajanjem razdalje premika za vsako funkcijo. Vsaka komponenta vhoda ustvari oscilacije, ki se medsebojno izničijo.

Nova metoda omogoča delitev gibanja sistema na dva dela. Ker je prvi korak opravljen z zelo mirnim gibanjem in z zmanjšano stopnjo vibracij, se drugi del gibanja začne z zelo malo ali skoraj brez preostalih vibracij. Drugi del gibanja je zato učinkovitejši pri zmanjševanju preostalih vibracij. Študija predstavlja teoretične in eksperimentalne rezultate tehnik, uporabljenih pri fleksibilnem mehanskem sistemu, podana pa je tudi primerjalna analiza robustnosti.

Rezultati simulacij in eksperimentov kažejo, da se oscilacije zmanjšajo v veliki meri, robustnost pa je velika kljub negotovosti sistemskih parametrov.

**Ključne besede:** preostale vibracije, oblikovanje vhoda, manipulator s fleksibilnim zgibom, oblikovanje ukazov