

Upravljanje antropomorfnega manipulatorja z modelom trenja LuGre – zasnova in eksperimentalna validacija

Khurram Ali¹ – Adeel Mehmood¹ – Israr Muhammad¹ – Sohail Razzaq¹ – Jamshed Iqbal^{2,*}

¹Univerza COMSATS v Islamabadu, Oddelek za elektrotehniko in računalništvo, Pakistan

²Univerza v Hullu, Znanstveno-tehniška fakulteta, Oddelek za računalništvo in tehnologijo, Združeno kraljestvo

Zasluga za nedavni napredek fleksibilne avtomatizacije gre predvsem robotskim rokam in manipulatorjem. Avtonomija teh manipulatorjev je povezana z napredkom na področju nelinearnih regulacijskih sistemov. Cilj pričujoče raziskave je oblikovanje predloga za robusten regulacijski algoritem robotske roke s petimi prostostnimi stopnjami, ki bo zagotavljal vrhunsko zmogljivost in zanesljivost v prisotnosti trenja. Predstavljena sta predlog in izvedba nelinearne regulacije robotskega manipulatorja na osnovi kompenzacije trenja.

Za zasnovo integralnega regulatorja drsnega režima za antropomorfnega manipulatorja je bil uporabljen prilagojeni model LuGre s kompenzacijo trenja, ki zagotavlja sledenje želene trajektoriji v prisotnosti trenja. Najprej je bil po modelu trenja LuGre izpeljan matematični model avtonomne zglobne robotske izobraževalne platforme (AUTAREP) ED-7220C s petimi prostostnimi stopnjami. Nato je bil zasnovan robustni regulator za kompenzacijo dinamičnih tornih pojavov, ki upravlja položaj in hitrost za doseganje želene trajektorije.

Kompenzacija negotovosti parametrov in obremenitvenih momentov sistema je izvedena z integralnim zakonom SMC na osnovi funkcije po Lyapunovu.

Izkazalo se je, da so parametri prehodnih pojavov (čas maksimalnega prevzpona, odstotek prenehaja, čas ustalitve itd.) znotraj predvidenih mej. Regulator s kompenzacijo trenja ima boljši čas ustalitve in zmogljivost kot zakon na osnovi SMC brez kompenzacije trenja. Predlagani regulacijski zakon je bil preizkušen tudi na namenskem preizkuševališču s programsko opremo LabVIEW in strojno opremo NI-myRIO.

Večina modelov robotskih sistemov v literaturi obravnava trenje s teoretičnega in konceptualnega vidika kot motnjo in ne kot stanje. V pričujočem članku je podan predlog matematičnega modela, ki kombinira dinamični model robota z dvema stanjema in dinamični model trenja z enim stanjem. Predstavljene so zasnova, simulacija in hardverska izvedba robustnega regulacijskega zakona, ki upošteva trenje. Robotski manipulator po meri s petimi prostostnimi stopnjami je bil tudi fizično izveden.

V prihodnjih raziskavah bo mogoče razviti dinamični model robotskega manipulatorja AUTAREP z različnimi modeli trenja. Trenje je dinamično in njegovo stanje ni merljivo, zato bo mogoče zasnovati opazovalca za ocenjevanje njegove vrednosti.

Ključne besede: regulacija drsnega režima, prostostna stopnja, model trenja LuGre, avtonomna zglobna robotska izobraževalna platforma (AUTAREP)