

Nelinearno vodenje pnevmatskega aktuatorja na osnovi dinamičnega modela trenja

Xuan Bo Tran

Znanstveno-tehniška univerza v Hanoju, Šola za transport, Oddelek za fluidno tehniko in avtomatizacijo, Vietnam

Pnevmatski sistemi se množično uporabljajo v industriji zaradi mnogih prednosti, kot so nizka cena, visoka moč na enoto mase, čistoča, preprosto vzdrževanje in zamenjava delov ter poceni in razpoložljiva oskrba z zrakom. Prednost imajo tudi v vročih in/ali vlažnih okoljih, kjer električni sistemi niso primerni. Zanje pa sta značilni tudi kompleksna dinamika in visoka nelinearnost zaradi vplivov stisljivosti zraka, nelinearnosti pnevmatskih ventilov in trenja v pnevmatskem aktuatorju. Točno vodenje položaja, hitrosti in sil pnevmatskega aktuatorja zato ni preprosta naloga.

V pričujočem članku je predstavljen predlog novega regulatorja za vodenje položaja pnevmatskega valja. Zasnovan je po metodi drsne regulacije z več površinami v kombinaciji s kompenzatorjem trenja. Metoda drsne regulacije z več površinami obvladuje nelinearne lastnosti pnevmatskega sistema, kot sta stisljivost zraka in nelinearnost pnevmatskega ventila. Kompenzator trenja omogoča kompenzacijo sile trenja v pnevmatskem valju. Ta je ocenjena na podlagi dinamičnega modela trenja LuGre.

V predstavljeni študiji je bil obravnavan elektropnevmatski servosistem z dvosmernim pnevmatskim valjem in dvema pnevmatskima proporcionalnima ventiloma za regulacijo pretoka. Najprej je bil postavljen splošni matematični model sistema, nato pa je bil oblikovan regulacijski zakon novega regulatorja in analizirana absolutna stabilnost sistema. Novi regulator je bil ovrednoten s simulacijami v programski opremlenosti MATLAB/Simulink. Novi regulator in drsni regulator z več površinami sta bila simulirana z enakimi položajnimi vhodi, in sicer s koračnim in sinusoidnim položajnim vhomom z različnimi amplitudami in frekvencami. Zmogljivost novega regulatorja je bila primerjana z zmogljivostjo drsnega regulatorja z več površinami. Novi regulator je bil končno preverjen še eksperimentalno. Za to je bil postavljen eksperimentalni sistem in novi regulator je bil preverjen v enakih pogojih kot pri simulaciji. Eksperimentalno določena zmogljivost novega regulatorja je bila primerjana z zmogljivostjo drsnega regulatorja z več površinami in drugih nelinearnih regulatorjev.

Rezultati študije so: i) največja napaka relativnega položaja se z novim regulatorjem zmanjša za 10 %, koren srednje kvadratne napake pa se zmanjša za 6,5 % v primerjavi z drsnim regulatorjem z več površinami brez kompenzacije trenja; ii) novi regulator dosega pri koračnem položajnem vhomu minimalno največjo napako 1 mm v stacionarnih pogojih; iii) novi regulator dosega pri sinusoidnem položajnem vhomu minimalno največjo napako 2,2 mm v stacionarnih pogojih; iv) novi regulator ima v primerjavi z ostalimi nelinearnimi in naprednimi regulatorji manjšo napako regulacije. Parametri modela trenja LuGre, uporabljeni v opazovalcu trenja, so bili določeni vnaprej.

V prihodnje bo vključena še metodologija za sprotno ocenjevanje parametrov modela trenja LuGre pri novem regulatorju.

Prispevek študije je v predlogu nove metode za regulacijo položaja v kombinaciji s kompenzacijo trenja na osnovi modela trenja, ki lahko izboljša kakovost regulacije položaja pnevmatskih valjev. Rezultate te študije bo mogoče uporabiti za izboljšanje kakovosti regulacije avtomatskih pnevmatskih strojev in sistemov v industriji.

Ključne besede: pnevmatski valj, nelinearno vodenje, kompenzacija trenja, dinamični model trenja