

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Instytut Robotyki i Inteligencji Maszynowej



Rozprawa doktorska

Sterowanie nieliniowych układów mechanicznych z
wykorzystaniem metody aktywnej kompensacji zakłóceń
(ADRC)

mgr inż. Bartłomiej Wicher

Promotor: dr hab. inż. Stefan Brock, prof. PP

Poznań 2023

Streszczenie

Metoda aktywnej kompensacji zakłóceń (ADRC - Active Disturbance Rejection Control) wywodzi się z klasycznej struktury PID i w swojej podstawowej wersji dedykowana jest dla układów typu "chain integrator" powszechnie występujących w układach napędowych. Inspiracją dla opracowania tego sposobu sterowania była próba stworzenia regulatora wymagającego do nastrojenia znajomości niewielu parametrów obiektu. Dostępna literatura dość obszernie traktuje o sterowaniu układów mechatronicznych za pomocą podstawowej wersji ADRC, lecz bardzo niewiele prac traktuje o zastosowaniu tej metody do układów z luzem mechanicznym. W niniejszej pracy skupiono się na zastosowaniu tej metody w wersji podstawowej oraz uogólnionej (GESOBC - Generalized Extended State Observer Based Control) do sterowania układu dwumasowego z połączeniem sprężystym oraz nieliniowością w postaci luzu mechanicznego i tarcia. W ramach przeprowadzonych prac opisano strukturę układów sterowania opartych o ADRC (podstawową i GESOBC) oraz przedstawiono metody doboru nastaw, w szczególności przedstawiono metodę pozwalającą przewidzieć skutki jakie niesie dla układu sterowania nieliniowość w postaci luzu i w jaki sposób można uwzględnić ten fakt w doborze nastaw. Następnie opracowano model symulacyjny w środowisku Matlab/Simulink na bazie którego dokonano wstępnej weryfikacji postawionych hipotez badawczych. Ostatecznie, przeprowadzono badania eksperymentalne na stanowisku laboratoryjnym, potwierdzające słuszność sformułowanych hipotez. Wyniki badań odniesiono do znanych z literatury sposobów sterowania tego typu obiektem.

Słowa kluczowe: układ dwumasowy, luz mechaniczny, ADRC, obserwator, sterowanie ruchem.

Abstract

Active Disturbance Rejection Control (ADRC) method is derived from the classic PID structure and in its native version is dedicated to “chain integrator” systems commonly found in drive systems. The inspiration for the development of this control method was an attempt to create a controller requiring the knowledge of few object parameters to tune it. The available literature deals extensively with the control of mechatronic systems using the basic version of ADRC, but very few works deal with the application of this method to systems with mechanical backlash. This paper focuses on the application of this method in its basic and generalized versions (GESOBC - Generalized Extended State Observer Based Control) to control a two mass system with an elastic interconnection and non-linearity in the form of mechanical backlash and friction. As part of the work carried out, the structure of control systems based on ADRC (basic and generalized) was described and the methods of setting gains were presented. In particular, a method that allows predicting the effects of backlash for the control system was presented. Moreover, the author discussed the way of taking the backlash effects into consideration while selecting the controller gains. Then, a simulation model was developed in the Matlab/Simulink environment, on the basis of which the research hypotheses were initially verified. Finally, experimental research was carried out on a laboratory stand, confirming the validity of the formulated hypotheses. The results of the research were referred to the control methods of this type of object known from the literature.

Keywords: two mass system, backlash, ADRC, observers, motion control.