

Received: November 16, 2017
Accepted: January 17, 2018

Otomatik Ayarlamalı Sinir Hücresi ile Adaptif Kesir Dereceli PID Kontrolör Tasarımı

Hüseyin Arpacı^{1*}, Ömerül Faruk Özgüven², Mehmet Serhat Can³

1* İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Malatya, Türkiye

2 İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

3 Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Zile Meslek Yüksekokulu, Tokat, Türkiye

Özet

Bu makalede, otomatik ayarlama nöronları (oto-nöron) kullanarak adaptif kesir dereceli PID (FO-PID) kontrolörün katsayılarının kendiliğinden ayarlanmasına yönelik bir çalışma sunulmaktadır. Katsayıların kendiliğinden uygun bir şekilde ayarlanması yani adaptif kontrol, pratik kontrol uygulamalarında dayanıklılık için çok önemlidir. Çünkü parametre belirsizlikleri ve dış etkenler nedeniyle sistemin katsayılarının değişmesi kontrolörün dayanıklılığını olumsuz yönde etkileyebilir. Kesir dereceli PID kontrolörün adaptif özelliğe sahip olabilmesi için, bu çalışmada önerilen yöntemi kullanarak kontrolörün oransal, integral ve türev kazanç katsayıları çevrimiçi olarak belirlenir. Oto-nöronlar, meyilli azalım (gradient descent) optimizasyonu ile kontrolörün kazanç katsayılarını en uygun şekilde herhangi bir ön eğitime gereksinim olmadan ayarlarlar. Bu nedenle hatayı azaltarak kontrolörün performansını artırırlar. Kontrol işlemi sırasında kontrol edilen sistemin parametrelerinde bozulma gerçekleşirse, bu bozulmaya karşı oto-nöronlar kontrolör katsayılarını otomatik olarak ayarlama işlemini gerçekleştirirler. Ayrıca bu çalışmada FO-PID kontrolörün Tustin yöntemi kullanarak ayrık zaman domeninde modellenmesi gerçekleştirilir. Böylece önerilen yöntem pratik kontrol uygulamaları için FO-PID kontrolörün uygulanabilirliğini kolaylaştırır. İki simülasyon örneğinde önerilen adaptif kontrol yönteminin performansını göstermek için MATLAB/Simulink kullanılarak oto-nöron içeren FO-PI, FO-PD, FO-PID kontrolörlerin tasarımı gerçekleştirilmiş ve birim basamak cevapları sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Kesir dereceli PID kontrolör, Otomatik ayarlamalı nöron, Adaptif kontrol, dayanıklılık

Adaptive Fractional PID Controller Design with Auto-Tuned Neural Cell

Hüseyin Arpacı^{1†}, Ömerül Faruk Özgüven², Mehmet Serhat Can³

Abstract

In this article, we present a study for the automatic adjustment of the coefficients of the adaptive fractional PID (FO-PID) controller using auto-tuning neurons (auto-neurons). The automatic adaptation of the coefficients (adaptive control) is very important for robustness in practical control applications. Because parameter uncertainties and changes in the coefficients of the system from external factors can adversely affect the robustness of the controller. In order to have the adaptive feature of the fractional PID controller, the proportional, integral and derivative gain coefficients of the controller are determined online using the method proposed in this study. Auto-neurons with gradient descent optimization, adjusts the gain coefficients of the controller optimally without any prior training needs. This improves the controller's performance by reducing the error. If deterioration occurs in the parameters of the controlled system during the control process, the auto-neurons automatically adapt the controller coefficients in response to this decay. Also in this study, by using the Tustin method the discrete time domain modeling of FO-PID controller is performed. Thus, the proposed method facilitates the applicability of the FO-PID controller for practical control

* Corresponding Author, e- mail: huseyin.arpaci@inonu.edu.tr

† Corresponding Author, e- mail: huseyin.arpaci@inonu.edu.tr

applications. To show the control performance and robustness of the proposed adaptive control method, first the FO-PI, FO-PD and FO-PID controllers including auto-neuron designed by using MATLAB / Simulink and then the unit step responses for two simulation examples are presented.

Keywords: Fractional order PID ($PI^{\lambda}D^{\mu}$) controller; Auto-tuning neuron; Discretization Methods; Parameter tuning.