ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/387521454

Lineer Olmayan DC Servo Motorun Bulanık Mantık Denetleyici ile Hız Denetimi

Conference Paper · November 2014

CITATION
1

READS
2

4 authors:



Ahmet Gani
Kayseri University
132 PUBLICATIONS **489** CITATIONS
SEE PROFILE



Hakan Açıkgöz
Kahramanmaraş İstiklal University
140 PUBLICATIONS **1,289** CITATIONS
SEE PROFILE



O. Fatih Kececioglu
Kahramanmaraş Sütçü İmam University
133 PUBLICATIONS **560** CITATIONS
SEE PROFILE



Saban Yilmaz
Kilis 7 Aralık University
33 PUBLICATIONS **342** CITATIONS
SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Ahmet Gani on 30 December 2024.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Lineer Olmayan DC Servo Motorun Bulanık Mantık Denetleyici ile Hız Denetimi

Nonlinear DC Servo Motor Speed Control with Fuzzy Logic Controller

Ahmet Gani[1], Hakan Açıkgöz[2], Ö. Fatih Keçecioğlu[1], Şaban Yılmaz[3]

[1]Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
ahmet_gani87@hotmail.com

[2]Elektrik Programı Bölümü, Kilis Meslek Yüksekokulu, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
hakanacikgoz@kilis.edu.tr

[3]Elektronik ve Otomasyon Programı Bölümü, Kahramanmaraş Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
sabanyilmaz@ksu.edu.tr

Özet

Bulanık mantık esaslı modelleme ve denetim yöntemleri, son yıllarda, hem üniversite çevrelerinde hem de endüstride gittikçe artan oranda benimsenen ve kullanılan uygulamalar haline gelmiştir. Klasik denetim sistemlerinin aksine bu tip yöntemlerde, sistemlerin matematiksel modeline gerek duymadan sadece istenilen çıkışı oluşturacak şekilde denetim işaretleri ayarlandığı için bulanık denetimin işlemesi tıpkı usta bir insanın (uzman) o sistemi denetlemesine benzer. Gerçek hayattaki sistemlerin hemen hemen hiçbiri doğrusal değildir. Sistemlerin doğrusal olmayan karakteristikleri; üyelik fonksiyonları, bulanık kural tabanı ve bulanık çıkarım işlemi ile temsil edilir. Dinamik sistemlerin genellikle doğrusal olmayan bir yapıya sahip olmasından dolayı kontrol uygulamalarını gerçekleştirmek oldukça zordur. Bu tür sistemlerin kontrol uygulamalarında doğrusal olmayan dönüşüm yeteneklerine sahip olan bulanık mantık esaslı denetleyiciler başarılı olmaktadır. Bu çalışmada, dc servo motorun doğrusal olmayan modelinin hız denetimi için geliştirilen bulanık mantık esaslı denetleyicinin sistem performansına etkileri araştırılacaktır.

Abstract

Fuzzy logic based modeling and control methods has become increasingly adopted and used applications both in academia as well as industry in recent years. In such methods unlike conventional control systems, control signals are adjusted by only desired output without needing mathematical model fuzzy control processing is similar to just a master of people (expert) that control system. Almost none of the systems aren't linear in real life. Nonlinear characteristics of the systems are represented by membership functions,fuzzy rule base and fuzzy inference process.Control applications of dynamic systems are difficult to realize because dynamic systems have usually nonlinear structure. Fuzzy logic based controllers that have the ability with nonlinear conversion capabilities are successful control applications of such systems. In this study, fuzzy logic based controller that is improved nonlinear model of dc servo motor for speed control will be investigated on the system performance.

1. Giriş

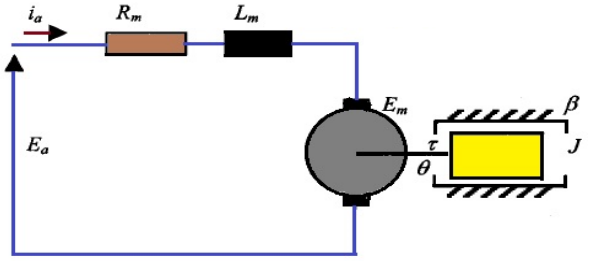
Günümüz imalat sanayinde kullanılan makinelerin hızlı çalışmaları, üretimin artması bakımından önemlidir. Üretimde insan faktörünün en aza indirilmesi, üretimin kalitesi ve üretimin eşdeğerliği bakımından önem arz etmektedir. Bunu gerçekleştirecek sistemlere otomasyon sistemleri adı verilmektedir. Endüstriyel süreç kontrolünde bazı zorluklar vardır. Bu zorluklar sürecin matematiksel modelinin bilinmemesi, kontrol edilecek sistemin doğrusal olmaması, ölçme zorlukları, model parametrelerinin zamanla büyük değişiklikler gösterebilmesidir. Ayrıca, istenilen sistem davranışı ve bunun gerçekleştirilmesi için gerekli sınırlamalar nümerik değerlerle ifade edilemeyebilir. Böyle durumlarda bir uzman kişiden yararlanmak gerekir. Uzman kişi denetiminde kesin matematiksel ilişki yerine "sıcak, "az sıcak", "ılık", "soğuk" gibi sözel ifadeler kullanılır. Bulanık kontrol bu tür bulanık mantık ilişkileri üzerine kurulmuştur. İçinde bulunduğumuz sanayi sürecinde servo motorlar küçük olmaları, az yer kaplamaları, fırçasız olmaları, değişik kumanda ve komutlarla duyarlı olarak geniş bir hareket kabiliyetlerinin bulunması sebebiyle günümüzde otomasyon sistemlerinin oluşturulmasında kullanılan en önemli elemanlardır [1-5].

Servo motor sistemleri belirli bir tasarım ve uygulama zorlukları olmadan, basit düşük sıralı (ikinci veya üçüncü sıra) sistemler olarak kabul edilebilirler. Dinamik sistemlerdeki doğrusal olmayan parametrelerin optimizasyonu sağlanabildiğinden servo motor kontrol tercih nedeni olmaktadır. Bununla birlikte, yük etkilerinin sistem cevabı üzerinde engelleyici bir etkisi vardır. Yük değiştirildikçe, genellikle denetleyiciler tasarım performansını koruyamaz ve böylece yeni sistem durumları için denetleyici tasarımının yeniden yapılması gerekir. Ayrıca, servo motorun bir dinamik sistem olduğu düşünülürse, motorda oluşan sürtünmeler, ani

ve şiddetli geri kaçmalar ve motor kalkma momentindeki düzgünsüzlükler gibi bazı parametrelerin doğrusal olmayan davranışlar gösterdiği bilinmektedir. Motorlarda oluşan bu bozucu etkiler hem motor performansını hem de motorun kontrol ettiği dinamik sistemin performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Motorlardaki bu olumsuz etkileri minimize etmek için PID, Optimal kontrol, Adaptif kontrol gibi birçok kontrol yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de bulanık mantıktır. Bulanık mantık yaklaşımı, makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanılır. İşte bu sembolik ifadelerin makinelere aktarılması matematiksel bir temele dayanır [1].

2. DC Servo Motor ve Matematiksel Modeli

Doğru akım servo motorların hızları bir kaç metotla kontrol edilebilmektedir. Günümüzde özellikle klasik kontrol ve bir uygulaması olan PID kontrol, oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Fakat doğrusal olan bu kontrol teknikleri doğrusal olmayan sistemlerde kötü performans sergilediklerinden yeni arayışlar içine girilmiştir [2]. Yapay zekâ tekniklerinin ortaya çıkması ile insan düşüncesinin mantıksal ve sezgisel ya da objektif taraflarını kullanan metotlar geliştirildi. Bu tekniklerden biri olan bulanık mantık birçok alanda kullanıldığı gibi doğrusal olmayan sistemlerin etkili bir şekilde kontrolüne de olanak sağlamıştır [3]. Bu çalışmada bir fan tipi DC servo motor kullanılmıştır [4]. DC servo motora nominal değerler çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan servo motor, endüvi gerilimi ayarlanarak geniş bir hız aralığında çalışma yeteneğine sahiptir.



Şekil 1: Dc Servo motorun elektro-mekanik eşdeğer devresi [5].

Çizelge 1: Dc servo motor nominal değerleri

Dc Servo Motor Parametreleri	
Sembol &Ad	Değeri &Birim
Güç	1 Hp
Gerilim	220 V
Hız	550 rpm
Tork	10 Nm
J	0.068 Kg.m^2
K	3.475 Nm.A^{-1}
Ra	7.56 Ohm
La	0.055 H
B	0.03475 Nm.s
μ	0.0039 Nm.s^2

2.1 Sürekli Zamanlı Model

DC servo motor elektro-mekaniksel bir sistemdir. Kirchoff ve Newton yasalarının yardımıyla aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$V_a(t) = Kw(t) + R_a I_a + L_a \frac{dI_a(t)}{dt} \quad (1)$$

$$J\frac{dw(t)}{dt} = KI_a(t) - Bw(t) - T_L(t) \quad (2)$$

Burada,

W(t) : Motor Hızı (Rad/s)

V_a(t) : Endüvi Gerilimi (V)

$İ_a$(t) : Endüvi Akımı (A)

T_L(t) : Yük Momenti (Nm)

J : Atalet Momenti (Nm^2)

K : Moment Sabiti(NmA^{-1})

B : Sürtünme Katsayısı (Nms)

R_a :Endüvi Direnci (Ohm)

L_a : Endüvi Endüktansı (H)

μ : Yük Katsayısı

Yük bir fan tipidir ve yük momenti $T_L=\mu w^2$ [sign(w)] yaklaşık olarak ifade edilebilir. Bu eşitlikte, sign(.) fonksiyonu yük etkisi yapmaktadır. Yük momenti doğal olarak hız ve yük katsayısı ile değişmektedir.

2.2 Ayrık Zamanlı Model

$$D^r c(kT) \approx \frac{1}{T^r}\left(\nabla^{r-1}c(kT) - \nabla^{r-1}c[(k-1)T]\right)$$

$$= \frac{1}{T^r}\nabla^r c(\mathrm{kT}) \quad (3)$$

Geriye doğru fark alma yöntemi kullanılarak, sürekli zamanlı model ayrık zamanlı forma kolay bir şekilde dönüştürülebilir:

$$w^2(k)sign[w(k)] + a_1 w(k) + a_2 w^2(k-1)sign[w(k)] + a_3 w(k-1) + a_4 w(k-2) + bV_a(k) = 0 \quad (4)$$

Denklem 4'deki a_1, a_2, a_3, a_4 ve b değerleri ise aşağıdaki denklemler yardımıyla bulunur.

$$a_1 = \frac{K^2T^2 + R_aJT + T^2R_aB + L_aJ + TL_aB}{\mu T[-R_aTK + L_a]} \quad (5)$$

$$a_2 = \frac{-L_a\mu}{L_a\mu - R_a\mu TK} \quad (6)$$

$$a_3 = \frac{-R_aJT + R_aL_aJ + L_aBT}{-R_a\mu T^2K + L_a\mu T} \quad (7)$$

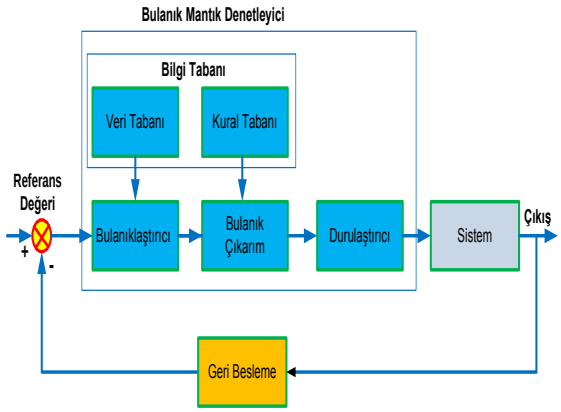
$$a_4 = \frac{-L_aJ}{R_a\mu TK + L_a\mu} \quad (8)$$

$$b = \frac{TK}{-R_a\mu TK + L_a\mu} \quad (9)$$

Burada, T kontrol süreci için örnekleme zamanıdır. Bu değer sistemin doğal zaman sabitinden çok küçük olmalıdır. Eşitlik (4)'ten görüldüğü gibi, benzetim çalışması DC servo motorunun gerçek çalışmasını yansıtır ve elde edilen dijital model doğrusal değildir.

3. Bulanık Mantık Denetleyici

Bulanık mantık denetleyici, dinamik bir sistemin matematiksel modeli yerine, dilsel değişkenler içeren, bulanık kurallarla tanımlanan ve uzman deneyimiyle oluşan bir sistemdir. Bulanık mantık denetleyici bulandırma, karar verme, durulama ve bilgi tabanı olmak dört ana birimden oluşur [6-7]. Bulanık mantık esaslı denetim ile bir kapalı döngü kontrol sistemi şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Bulanık mantık denetleyici temel kontrol yapısı

Bulandırma birimi, sistemden alınan giriş bilgilerini dilsel niteleyiciler olan sembolik değerlere dönüştürme işlemidir. Üyelik işlevinden faydalanılarak giriş bilgilerinin ait olduğu bulanık kümeleri ve üyelik derecesi tespit edip, girilen sayısal değere küçük, en küçük gibi dilsel değişken değerler atanır.

Karar verme birimi, bulandırma biriminden gelen bulanık değerleri, kural tabanındaki kurallar üzerinde uygulayarak bulanık sonuçlar üretilmektedir. Girişler ve çıkışlar arasındaki bağlantılar, kural tabanındaki kurallar kullanılarak sağlanır.

Bu kurallar IF-THEN mantıksal ifadeleri kullanılarak oluşturulur. e ve de girişler, u ise çıkış değişkeni olan bir sistem için, "If e is a and de is b then u is c" şeklindeki bir kural e ve de'nin aldığı değerlere göre y çıkışının bulanık değerini belirlemektedir.

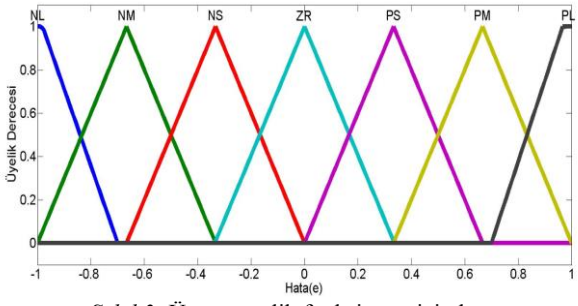
Durulama birimi, karar verme biriminden gelen bulanık bir bilgiden bulanık olmayan ve uygulamada kullanılacak gerçek değerin elde edilmesini sağlar. Durulama, bulanık bilgilerin kesin sonuçlara dönüştürülmesi işlemidir. *Bilgi tabanı,* denetlenecek sistemle ilgili bilgilerin toplandığı bir veri tablosundan ibarettir. Girişler ve çıkışlar arasındaki bağlantılar, kural tabanındaki kurallar kullanılarak sağlanır. Bir sistem için kural tabanı geliştirilirken, sistem çıkışını etkileyebilecek giriş değerleri tespit edilmelidir. Bulanık kontrol kuralları genellikle uzman bilgisinden türetilir [8,9-11].

Bu çalışmada tasarlanan denetleyici için iki tane giriş seçilmiştir. Bu girişler hata ve hata değişimidir. Hata (e), istenen seviye değeri (r) ile gerçek seviye değeri (y) arasındaki farktır. Hata değişimi de(k), mevcut hata e(k) ile önceki hata e(k-1) arasındaki farktır. k simülasyon programındaki iterasyon sayısını göstermek üzere hata ve hata değişiminin ifadesi denklem 10 ve 11'deki gibi olacaktır.

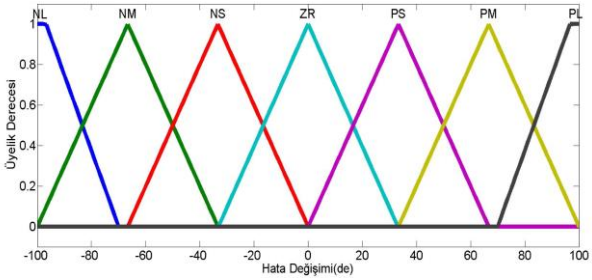
$$e(k)=r(k)-y(k) \quad (10)$$

$$de(k)= e(k)-e(k-1) \quad (11)$$

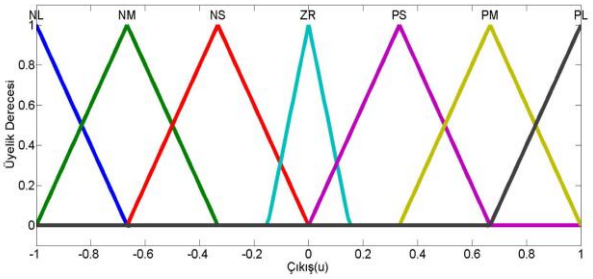
Bulanık mantık denetleyicinin bulandırma işleminde giriş ve çıkış değişkenleri sembolik ifadelere dönüştürülmektedir. Tasarlanan denetleyicide kullanılan dilsel değişkenleri NL (Negatif Büyük), NM (Negatif Orta), NS (Negatif Küçük), ZR (Sıfır), PS (Pozitif Küçük), PM(Pozitif Orta) PL (Pozitif Büyük) olmak üzere yedi dilsel değişken kullanılmıştır. Sisteme verilen her bir giriş için üyelik fonksiyonlarının seçimi tamamen keyfi olmakla birlikte bu sistem için üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan üyelik fonksiyonları şekil 3-5'de gösterilmiştir.



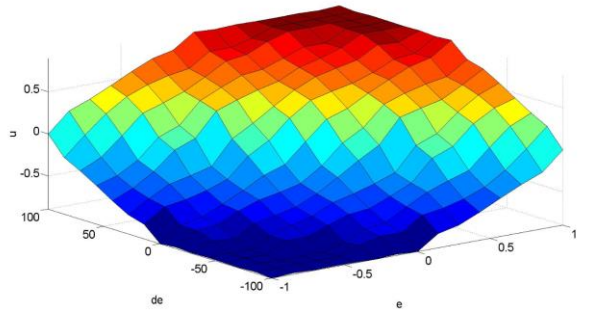
Şekil 3: Üçgen üyelik fonksiyonu için hata



Şekil 4: Üçgen üyelik fonksiyonu için hata değişimi



Şekil 5: Üçgen üyelik fonksiyonu için çıkış



Şekil 6: Üçgen üyelik fonksiyonu için denetim yüzeyi

Denetleyicinin bulanık çıkarım biriminde girişlerin çıkış ile olan ilişkisi uzman bilgisinden faydalanılarak belirlenen kurallarla sağlanır. Çalışmada kurallar belirlenirken AND (ve) bulanık operatörü kullanılmıştır. Bu kurallar "Eğer *e* NL ve *de* PL ise *u* ZR" şeklinde oluşturulmuştur. Bu çalışmada tüm dilsel değişkenler kullanılarak 49 kural oluşturulmuştur. Bu kural tablosu çizelge 2'de verilmiştir.

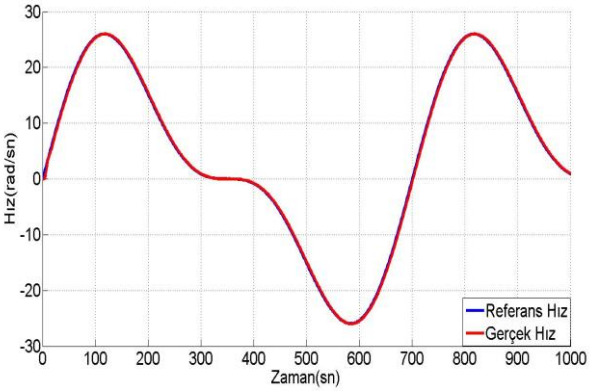
Çizelge 2: Bulanık kural tablosu

u		de						
		NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
e	NL	NL	NL	NL	NM	NM	NS	ZR
	NM	NL	NL	NL	NM	NS	ZR	PS
	NS	NL	NM	NM	NS	ZR	PS	PM
	ZR	NL	NS	NS	ZR	PS	PM	PL
	PS	NM	NS	ZR	PS	PM	PL	PL
	PM	NS	ZR	PS	PM	PL	PL	PL
	PL	ZR	PS	PM	PL	PL	PL	PL

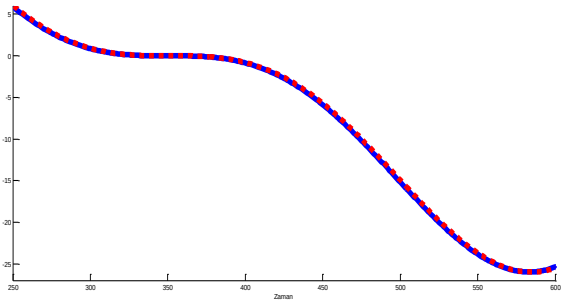
Durulama biriminde, her kural için hata ve hata değişiminin üyelik ağırlık değerleri bulunarak, bu iki değerin en az üyelik ağırlığı ve buna göre çıkış üyelik (u) değerleri tespit edilir. Durulama biriminin çıkışında elde edilen sayısal değer sisteme uygulanır [12].

3. Benzetim Çalışmaları

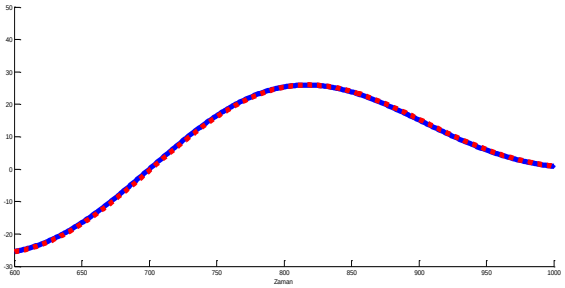
Bu çalışmanın benzetimi matlab m.file ortamında yapılmıştır. Sisteme; Ref(t)=20sin(2πt/700)+10sin(2πt/350) biçiminde referans işaret $T_L=\mu w^2$ [sign(w)] yük etkisinde 1000 saniye boyunca uygulanmış ve bulanık mantık denetleyicinin hız cevabı ve tork cevabı incelenmiştir. Şekil 7'de gerçek hızın referans hızı başarılı bir şekilde izlediği görülmektedir. Şekil 8 ve 9'da ise daha detaylı olarak gerçek hız ile referans hız gösterilmektedir. Şekil 10'da ise yapılan hata ve şekil 11'de ise moment grafikleri verilmiştir.



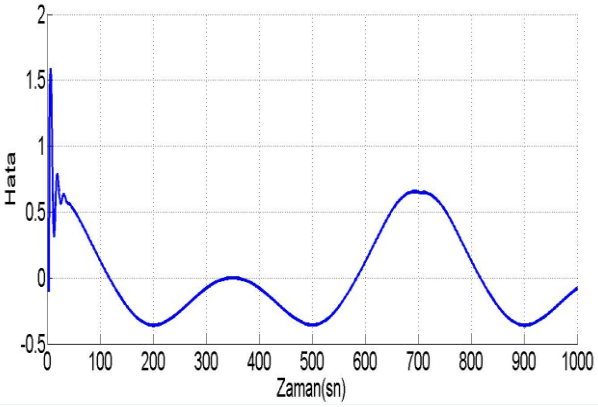
Şekil 7: Dc servo motorun hız cevabı



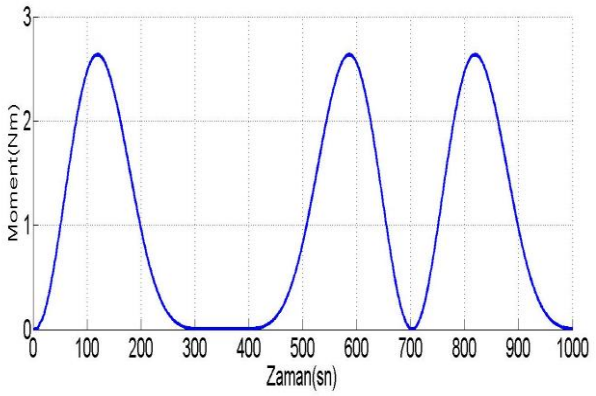
Şekil 8: 250-600 sn arası detay gösterimi



Şekil 9: 600-1000 sn arası detay gösterimi



Şekil 10: Bulanık denetim sonucu hatanın zamanla değişimi



Şekil 11: Dc servo motorun moment cevabı

4. Sonuçlar

Doğru akım servo motorların hızları bir kaç metotla kontrol edilebilmektedir. Günümüzde özellikle klasik kontrol ve bir uygulaması olan PID kontrol, oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Fakat doğrusal olan bu kontrol teknikleri doğrusal olmayan sistemlerde kötü performans sergilediklerinden yeni arayışlar içine girilmiştir. Doğrusal olmayan sistemlerin denetiminde oldukça etkili bir performans gösterdiği için bulanık mantık birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Dc servo motorun yük etkisinden dolayı doğrusal olmayan modeli oluşturulmuş ve bulanık mantık denetleyici ile hız denetimi yapılmıştır. Elde edilen benzetim sonuçlarına göre motorun hız ve moment cevabında oldukça etkili ve tatmin edici sonuçlara ulaşılmıştır.

5. Kaynaklar

[1] Akar, M., "Bulanık Mantık Yöntemiyle Bir Servo Motorun Kontrolü ve Geleneksel Yöntemlerle Karşılaştırılması " Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul-2005.

[2] Yurkovich, S. and Passino.1999, K, M. "A Laboratuar Course on Bulanık Control", IEEE Trans. Edu., Vol. 42, No. 1, February (1999), 15-21.

[3] Florescu A., Grigore O., Vasile D.: "Bulanık Logic and Neuro-Bulanık Theories applied to design A Dut Cycle Compansation Controller for Dc Motor Speed Control", ISSE 2000, ISBN 963-420-639-4, May 6-10 Balatonfured, Hungary (2000).

[4] S. Weerasooriya, M.A. El-Sharkawi, "Identification and Control of a DC Motor Using Back-Propagation Neural Networks", *IEEE Trans. On Energy Conv., Vol*. 6, No: 4, pp. 663-669, 1991.

[5] Engin, Ş.N., Küçükdemiral, İ.B., Cansever, G., "Parametreleri Değişken Dc Servomotor için PI Tipi Parametrik Anlamda Dayanıklı Denetleyici Tasarımı" *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, Ocak 2001, Sayı 3, ss. 95-102, İstanbul, 2001.

[6] L. A. Zadeh, "fuzzy sets," Inform, Control, Vol.8, 1965, pp.338-353.

[7] Ross, T. J., 1995. Fuzzy Logic with Engineering Applications, McGraw-Hill Inc., ISBN 0-07-053917-0.

[8] Elmas, Ç., "Yapay Zeka Uygulamaları", Seçkin yayıncılık, Ankara, 2011.

[9] Özkop, E., Altaş, İ.H., "Bulanık Mantık Denetleyici ile Aktif Otomobil Süspansiyon Denetimi" XII. EEBB Mühendisliği Ulusal Kongresi Ve Fuarı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir. Kasım 14–18, 2007.

[10] Özek, A., Sinecen, M., "Klima Sistem Kontrolünün Bulanık Mantık ile Modellenmesi", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 3, Sayfa: 353 -358, Yıl:2004.

[11] Reznik, L., "Fuzzy Controllers", Newnes, 1997.

[12] Özçalık, H.R., Kılıç, E., Yılmaz, Ş., Gani, A.,"Bulanık Mantık Esaslı Sıvı Seviye Denetiminde Farklı Üyelik Fonksiyonlarının Denetim Performansına Etkisinin İncelenmesi", Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı (TOK2013), 26-28 Eylül 2013, Malatya.

View publication stats