

İ
NEİMİX MÜHENDİSLİĞİ 14. ULUSAL KONGRESİ
16 - 22 EYLÜL 1991 • DEÜ • İZMİR

1

EMO • TÜBİTAK • DEÜ



ÖNSÖZ

Dokua Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası ve Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'nun işbirliği ile 16-22 Eylül 1991 tarihleri arasında düzenlerin Elektrik Mühendisliği 4. Ulusal Kongresine hoşgeldiniz.

Üç paralel oturum halinde D.E.Ü. Rektörlük binası anfilerinde gerçekleşecek Kongremizde 54'ü poster olmak üzere toplam 213 bildiri sunulacaktır.

İki ayrı ciltte toplanan bildirilerin, Elektrik Makinaları ve Güç Elektroniği, Kontrol ve Sistemler ile Enerji Sistemleri konuları birinci ciltte, Bilgisayar, Elektronik, Haberleşme, İşaret İşleme, Biomedikal ve Enstrümantasyon, Elektromagnetik Alanlar, Mikrodalga ve Antenler ile Eğitim konuları ise ikinci ciltte yer almıştır.

İlk duyurularını bir yıl önce yaptığımız kongremize 299 adet bildiri özeti gönderilmiş, Bilim Kurulu bunlardan 277'sini kabul etmiş, 22 adet bildiri özetini ise iade etmiştir. 64 adet bildiri basıma verildiği tarihe kadar elimize ulaşmadığı için Kongre Bildirileri kitabında yer almamıştır.

Oniversite-sanayi işbirliğinin geliştirilmesi ve Kongremize yansımalarının sağlanması aaacı ile ilk kes oluşturulan Kongre Danışma Kurulunda, EMO ve üniversitelerin temsilcilerinin yanısıra kamu ve özel sektör temsilcileri de yer almıştır.

Süperiletkenlerin Elektrik Mühendisliğinde Uygulamaları, 2000'li Yıllarda Ülkemizin Haberleşme Sistemleri ve Ülkemiz Elektrik Enerjisi Sistemleri konularında sunulacak çağrılı bildirilerle Kongremizin yalnız izleyicilere değil tüm kamuoyuna önemli mesajlar vereceği inancındayız.

Kongremizde Elektrik Mühendisliği Eğitimi ve Elektronik Teknolojisi konularında sorunların tartışılacağı, çözüm ve önerilerin geliştirileceği, ilgili kurum ve kuruluşlara önemli yararlar sağlayacağını umduğumuz bir ortam yaratacak panellerimiE olacaktır.

Çağrılı Bildiri ve panellerimize katılacak değerli bilim adamları ile özel ve kamu kuruluş yetkilisi meslektaşlarıma çok teşekkür ediyorum.

Sunulacak tüm bildirilerin özverili çalışmalarla ortaya çıktığını hepimiz biliyoruz. Yürütme Kurulumuz bu çabaları desteklemek ve genç araştırmacıları teşvik etmek amacı ile kongrede sunulan en iyi üç bildiri sunucusunu ödüllendirmeyi kararlaştırmıştır. Beş kişilik jüri tarafından yapılacak değerlendirme sonucu üç sunucuya ödülleri kapanışta verilecektir.

Kongremizin, izleyiciler ve delegeler için başarılı olmasını, ülkemisin bilimsel ve teknolojik çalışmalarına yön ve ivme vermesini diliyor, hazırlık çalışmalarımıza özenle katkı koyan değerli Bilim Kurulu, Danışma Kurulu, Yürütme Kurulu ve Sosyal Kurul üyeleri ile emeği geçen tüm arkadaşlarıma destek ve katkıları için teşekkür ediyorum.

Prof. Dr. Kemal ÖZMEHMET
Yürütme Kurulu Başkanı

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ
4. ULUSAL KONGRESİ
16-22 EYLÜL 1991
DEO REKTÖRLÜK BİNASI - İZMİR

DÜZENLEYEN KURULUŞLAR

- . TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
- . DOKÜZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ ELEKTRİK ve ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BOLÜMÜ
- . TÜBİTAK

YÜRÜTME KURULU

Kemal ÖZMEHMET	(Prof. Dr. - Başkan)
Nihat ÖZGÜL	(EMO - Koordinatör)
Teoman ALPTÜRK	(TMMOB - EMO Başkanı)
Canan TOKER	(Prof. Dr. - ODTÜ ~ TÜBİTAK)
Süha BAYINDIR	(Doç. Dr. - DEÜ)
Macit MUTAF	(EMO İzmir Şubesi)
Sedat GÜLSEN	(EMO İzmir Şubesi)
Mehmet KÜNTALP	(Araş. Gör. - DEÜ)

DANIŞMA KURULU

Ufuk ATAÇ	(EMO)	Atilla OKYAR	(VESTEL)
İbrahim ATALI	(EMO-ADANA)	Vuslat ÖZTOPÇU	(TRT)
Emir EİRGÜL	(EMO-EÜRSA)	Serhat ÖZYAR	(EMO-ANKARA)
Yurdakul CEYHUN	(TELETAŞ)	Muharrem SAYIN	(M.G.)
Sıtkı ÇİÖDEM	(EMO-İSTANBUL)	Hasan S. ŞİŞİKOĞLU	(PTT)
Orhan ERYOL	(PTT)	Necini UYAR	(ETİ TAÇ)
Aykut GÜŞAR	(SIMKO)	Cengiz UNDEYO3LU	(TEK)
Cihan İLKER	(ASELSAN)	Turhan TUNALI	(Eü)
Aydın KAYACIK	(ALPET)		

BİLİM KURULU

Abdullah ATALAR	(Prof.Dr.-BİLKENT)	Erol KOCAOOLAN	(Prof.Dr.-ODTÜ)
Süha BAYINDIR	(Doç.Dr.-DEÜ)	Tarık ORANÇ	(Y.Doç.Dr.-DEÜ)
Atilla BİR	(Prof.Dr.-İTO)	Emrah ORHON	(Prof.Dr.-Eü)
Yurdakul CEYHUN	(TELETAŞ)	Kadri ÖZÇALDIRAN	(Doç.Dr.-BU)
İlhami ÇETİN	(Prof.Dr.-İTÜ)	Kemal ÖZMEHMET	(Prof.Dr.-DEÜ)
Muammer ERMIŞ	(Doç.Dr.-ODTÜ)	Osman SEVAIOGLO	(Doç.Dr.-ODTÜ)
Bülent ERTAN	(Prof.Dr.-ODTÜ)	Mete SEVERCAN	(Prof.Dr.-ODTÜ)
Mustafa GÜNDOZALP	(Y.Doç.Dr.-DEÜ)	Oğuz SOYSAL	(Doç.Dr.-KTÜ)
Avni GÜNDÜZ	(EMO)	Necmi TANYOLAÇ	(Prof.Dr.-Bü)
Hasan GÜRAN	(Prof.Dr.-ODTÜ)	Turhan TUNALI	(Doç.Dr.-Eü)
Güngör GÜRSEL	(EMO)	Erginer UNGAN	(Y.Doç*.Dr.-DEÜ)
Kemal HALICI	(Prof.Dr.-Yü)	Yıldırım ÜÇTUS	(Doç.Dr.-ODTÜ)
Erare HARMANCI	(Prof.Dr.-İTÜ)	Zafer ÜNVER	(Prof.Dr.-ODTÜ)
Altunkan HIZAL	(Prof.Dr.-ODTÜ)	Birgül YAZGAN	(Prof.Dr.-İTÜ)
Mithat İDEMEN	(Prof.Dr.-TÜBİTAK)	Erdem YAZGAN	(Prof.Dr.-liü)
Özcan KALENDER!..	(Y.Doç.Dr.-İTÜ)	Melek YÜCEL	(Doç.Dr.-OBT'J)
Haidun KARACA	(Y.Doç.Dr.-DEÜ)	Nusret YÜKSELER	(Proi'.Dr.-ITÜ)

SOSYAL KURUL

Macit MUTAF	(EMO)	Birsen MALKOÇ	(EKO)
Recai KOLAY	(DEÜ)	Gülderen YARIM	(DEÜ)

Not: Danışma Kurulu ve Bilim Kurulu alfabetik olarak dizilmiştir.

TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE MİKROİŞLEMCİ DENETİMLİ İPLİK BOYAMA

Çetin BAYRAM

Celal KORAŞLI

Gaziantep Üniversitesi
Elektrik ve Elektronik
Mühendisliği Bölümü
27310 Gaziantep

ÖZET

Bu atışmada *Ukstil m > y M e son ürün olarmk çıkan pamuk ipliğinin boyanması iflcmi, yeni bir yöntemle 8-biflik mikrobilgisayar denetiminde model bir sistem Öterinde gerçekleştirilmiştir. Mikrobilgisayar kontrol edütak sisteme "onAme" bağlanımı; sıcaklık, su seviye ölçümleri sürekli alınmış ve sıcaklığın zamana bağımlılığı dönemli olarak denetilere çıkış parametrelerin kontrolü göreceli olarak yapılmıştır. Bu amaç için klasik integral yaklaşımı yerine eğim yöntemi uygulanmıştır.*

1. Giriş

Elektronik yanotomaök denetleyiciler, iplik boyama işleminde yıllardan beri kullanılmaktadır. Bu tip denetleyicilerin uçaklık ve zaman ölçme doğrulukları oldukça düşüktür IV.

Genelde, doğrusal olmayan karmaşık işlemleri içeren boyama sıcaklık, çözelti ve pH gibi dinamik parametrelerin sürekli denetimini gerektirir IU-14/. Bunun sonucunda;

- i) nominal ve gerçek Ölçüm değerleri arasındaki sapmaların denetimi /S/,
 - ii) tüketilen çözelti, ta, enerji vb. denetimleri,
- İÜ üretim kalitesinin y&ksotâunesi ve işlemlerin ekonomik olması sağlanmıştır.

Tekstil endüstrisinde boyama ve geçirdiği aşamalar, kaliteli Orefun için önemli bir yw tutmaktadır. Oretim boyunca, renk kalıcılığını sağlayabilmek anuoayta; sırtma, boya karışımı ve boyanın

sabitte* tirilmesi gibi aşamaların (eyele) boyama işlem süreci içinde, zamana bağımlı bir şekilde ve hassas olarak denetlenmesi gerekmektedir.

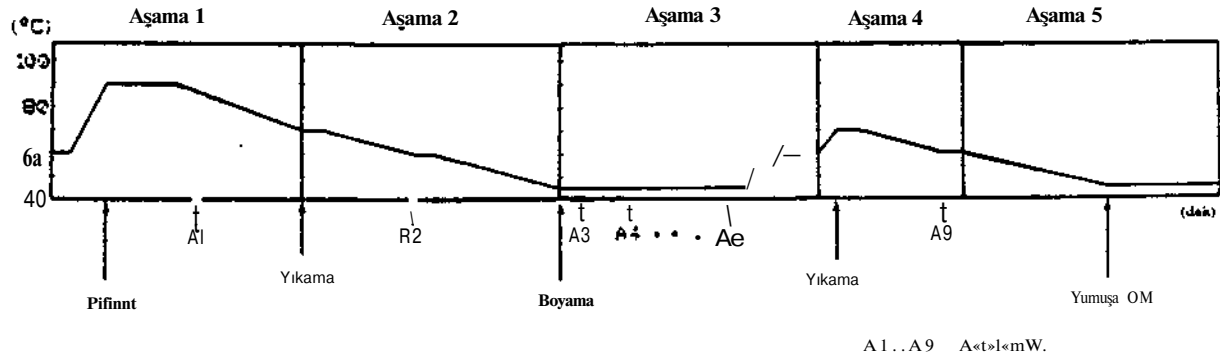
Pamuk ipliğinin boyanma işlemi ısıtma oranı, boya ve çeşitli kimyasal maddelerin kanşun zamanlan, suyun kazan içi hareketi ve yonO v.b. gibi parametrelerin sürekli bir şekilde izlenmesini ve denetlenmesini gerektiren zorlu ve uzun işlemleri içermektedir. Denetlenecek olan (giriş ve çıkış) parametrelerin sayısının fazla olması ve işlemlerden daha fazla verim alınabilmesi boyamada bilgisayar kullanımını hemen hemen kaçınılmaz yapmıştır.

2. Boyama karakteristiği ve dlizenefi

Şekil l'de tam bir boyama işlemi için gereken aşamaların zamana göre değişimi gösterilmiştir.

Birinci aşamada, ısıtma ve pişirme işlemleri gerçekleştirilmektedir. 90°C sabit sıcaklıkta pamuk ipliği 40 dakika bekletilir (pişirme). Daha sonra boya kazanı kendi halinde soğumaya bırakılır; sıcaklık 85°C ye düştüğünde kazana soğuk su ilave edilir.

İkinci aşama yıkama (Uk-yıkama)'dır. Kazan sıcaklığı 70° C ye ulaştığında başlar, bu t' 10 dak. sabit tutulur ve bu sırada kazandaki, ipliğin sardı olduğu iplik bobinleri arasından su dıştan içe ofanak özere doUşnnhr. Bunun benzeri, 60°C de yine 10 dak. boyunca tekrarlanır yalnızca bu ket su içten dışa olarak dolaşır.



Şekil 1. Pamuk ipliği boyamasında aşamalar

Boyama işleminde en Önemli olan üçüncü aşamadır. Sıcaklık 45°C de 100 dak. süresince sabit tutulur ve Şekil 1'de A3....A8 olarak gösterilen zamanlarda kazana boya ve katkı maddeleri ilave edilir.

Dördüncü aşama, yine yıkamadır (ikinci-yıkama) ve yapılan işlemler ilk yıkama ile tümüyle aynıdır.

Beşinci aşamada yumuşatma işlemi gerçekleştirilir. Sıcaklık, en az 20 dak. boyunca 45°C de sabit tutulur.

3. Mikrobilgisayar ve Arabirimler

Yukarıda bahsedilen aşamaların ve ara İşlemlerin denetimi, Şekil 2'de gösterilen sistemde Z80 mikroişlemci tabanlı bir mikrobilgisayara bağlı çeşitli birimlere yapılmıştır. Bilgisayar ve kazan arasında, sistemin bilgi alışverişi Paralel Giriş/Çıkış arabirimi (Z80 PIO) Üzerinden ve "on-line" olarak gerçekleştirilmiştir.

Sıcaklık algılayıcısından (LM35) alınan analog bilgi, 8-bit A/D çevirici (ADC 0804) tarafından sayısal bilgiye dönüştürülerek PIO ya gönderilmektedir. Sıcaklık algılayıcısı, 2-100°C arasında $\pm 0.5^\circ\text{C}$ mertebesinde sapma yapmaktadır (bu doğruluk derecesi boyama için gereken doğruluk derecesinin oldukça Üzerindedir). PIO'un A Portu una ait 4 bit'i, (4/16) decoder'a bağlamak suretiyle, çok sayıda birimin denetimine imkan kılınarak, sistemin kontrol kapasitesi aronluşur.

4. Yöntem

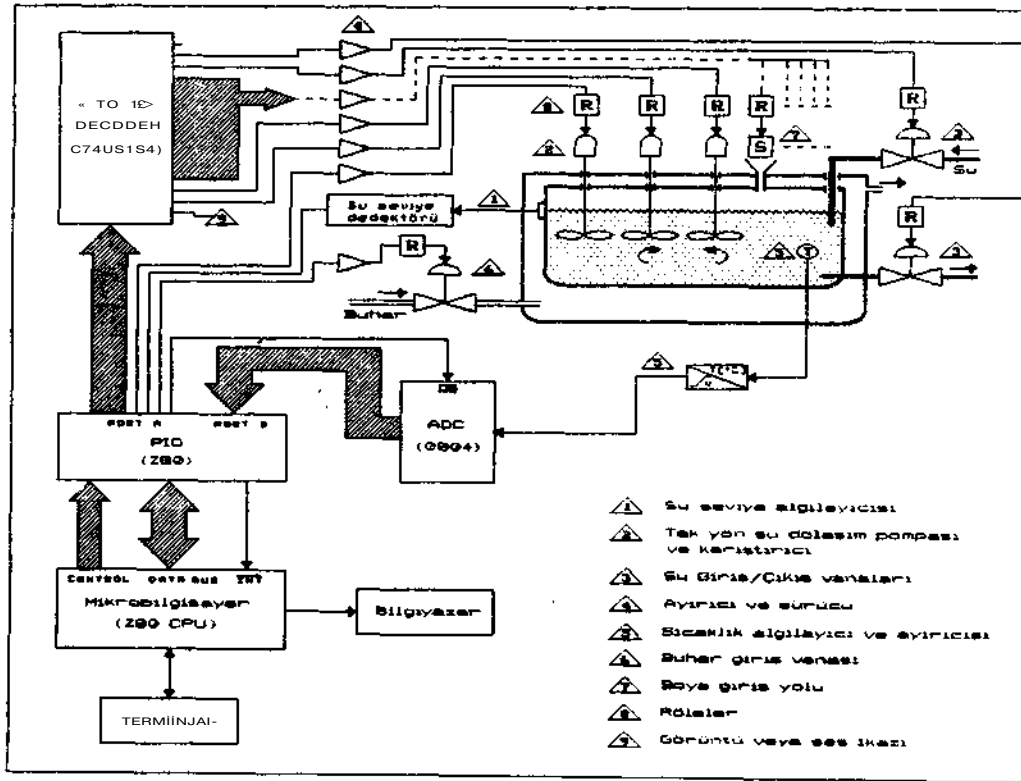
Boyama işleminde eğim (sıcaklık-zaman değişim oranı, dT/dt) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, belirli bir örnekleme zamanında, sürekli olarak sıcaklığın zamana bağlı ölçümünü gerektirmektedir. Mikrobilgisayarın özelliği bu örnekleme zamanının 5.12 saniye seçilmesine imkan vermiştir. Bu zaman dilimi içinde ölçülen sıcaklık bu yöntemin önemli bir parametresini oluşturmaktadır. Bir önceki sıcaklık ve zaman değerlerinden, bir sonraki sıcaklık değeri hesaplanmakta ve denetim birimleri buna göre ısıtıcıyı açık veya kapalı tutmaktadır.

5. Sonuçlar ve Öneriler

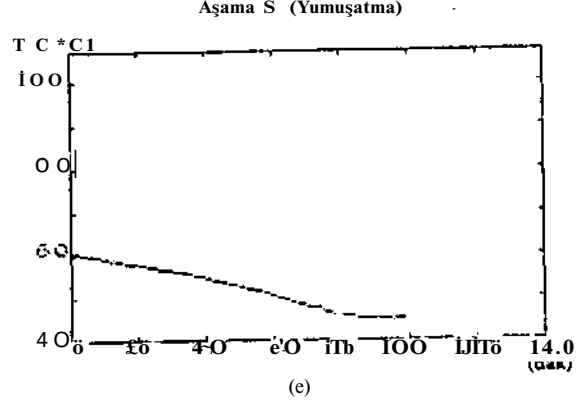
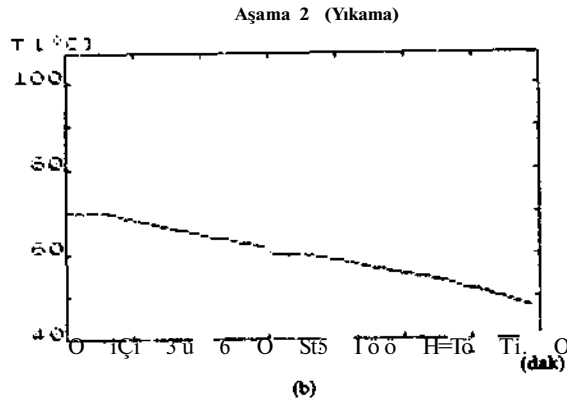
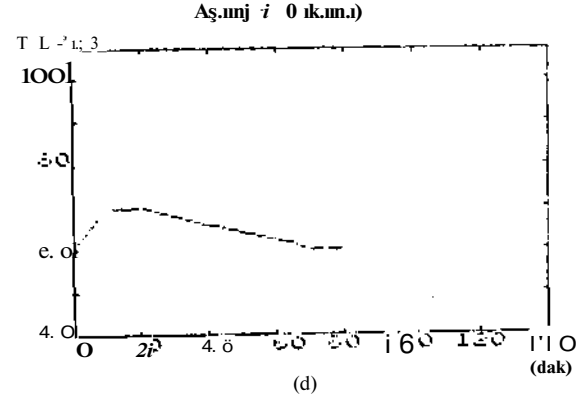
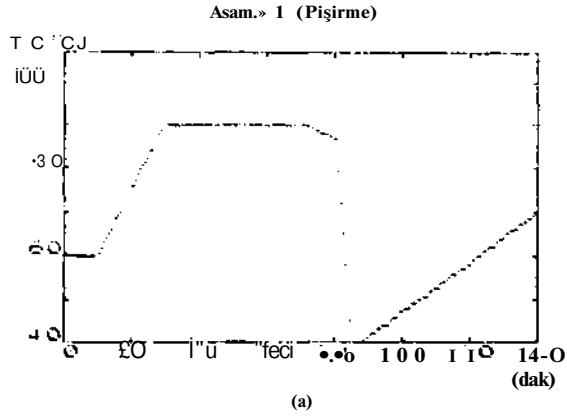
Sonuçlar ortam sıcaklığının kazan sıcaklığından düşük olduğu durumlar için alınmıştır. Her bir aşamadaki zamana göre sıcaklığın değişimi Şekil 3 (a)-(e)'de gösterilmiştir.

Sistem istenen sıcaklık zaman sınırları içinde etkili çalışmış ve elde edilen ölçümlerin doğruluğunun boyama için gerekli $\pm 1^\circ\text{C}$ doğruluk sınırlarından daha iyi olduğu tesbit edilmiştir .6/.

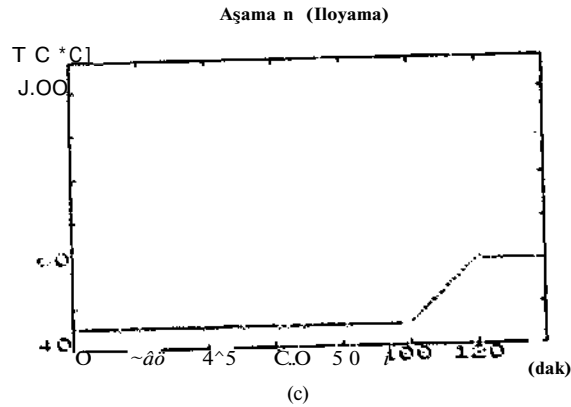
Sistemin yaptığı uyarlamalar ve yapılan işlemlerin doğruluğu yazılan kontrol programından bağımsızdır. Mevcut sistem, tasanın sırasında uygun arabirimlerin eklenmesiyle renk ve pH ölçmesine uygundur. Ayrıca her aşamada bu parametrelerin denetlenmesi sistem yazılımında yapılacak bazı değişikliklerle sağlanabilir.



Şekil 2. Kontrol sisteminin blok gösterimi



Şekil 3 (a)-(e). Bde edilen aşamaların grafikleri



KAYNAKÇA

- /1/ Grady ve Mock, Micro-proceuson and Mini-computers in the Text3e inditstry, Instrument Society of America, 1983.
- 12/ B. Smith, Troubleshooting in dyeing - Part I : General. Am. Djre+st. Rep. 1987, 76(3), pp. 17-20,24,26.
- fil B. Smith, Troubleshooting in dyeing - Part III : continuous dyeing, Am. Dyest. Rep. 1987, 76(5), pp .36,38,40,42,44,47-51.
- IH P.R. Brady, Trends in processing of wool textiles, Colour. Annu., pp. 29-34., 1986.
- /S/ T. Hruehl, Continuous dyeing - are there still unsolved probleme ?, Mellünd Texüllber., 69(2), E6O-E63, pp. 120-128, 1988.
- 161 U. Kuppers, Optimized temperature regulation for computer- atded process optimization, IEEE Trans. Industrial Electronics, vol. IE-33, pp.230-4, 1986.

KUTUP YERLEŞTİRME VE KARARLILAŞTIRMA ÜZERİNE
BAZI SONUÇLARIN ÇİZGE KURAMSAL İRDELEMESİ

A.Şefik, M.E.Sezer*

D.A.Ü. Elektrik-Elektronik Müh. Bl., Mağusa, K.
• Eİlkent Ü. Elektrik-Elektronik Müh. Bl., P.K.S, Maltepe, Ankara;

ÖZET

Denetienirlik, gözlenirlik, değışmez özdeğerlerin varlığı, vb. gibi genel sistem özelliklerinin nitel veya Jenerik anlamda incelenmesinin, özellikle büyük çaplı sistemler için nicel yaklaşımın tümüleri olarak gerektiğı bilinmektedir. Bu çalışma Jenerik özelliğın, sistemde sıfır olmayan parametrelerin hemen tüm değerleri için bulunan özellik tanımını esas almaktadır. Dinamik çıkış geri beslemesi ile kutup yerleştirme; enterkonnekte sistemlerde desentralize durum geri beslemesi, ve desentralize dinamik çıkış geri beslemesi ile kararlılaştırma problemleri önce cebirsel olarak tanımlanmış, daha sonra çözüm için yeterli koşulları veren çizgacel sonuçlar aracılığıyla yapısal çerçeveye otur tuluştur.

stetş

Matematik ve mühendislik bilimlerinin çeşitli dallarında ortaya çıkan problemlerin bir çoğuna sistem yapısı yeterince anlaşıldıktan sonra daha kolay çözüm bulunabildiğı bilinmektedir. Yapanın anlaşılması özellikle büyük çaplı sistemlerin çözümleme ve tasarımında önemli olmaktadır.

Bir sistemin sayasal verilere dayanan nicel özelliklerini incelemeyen önce sistemin bu özellikleri yapısal anlamda sağlayıp sağlamadığını araştıran nitel yaklaşımlarda yönlü çizge kavramını /1/ temel alan yapısal modelien» yöntemi kullanılabilir. Bu yöntemde, sistem değışkenleri yönlü çizgenin düğümleri ile eşlenir ve çizgenin ayrıtları da değışkenler arasındaki etkileşimi gösterir.

Sistemde belli bir özellik bazı değışkenler arasındaki etkileşimlerin hemen tüm değerleri için bulunuyorsa sistem bu özelliğı yapısal olarak taşıyor demektir. Bu kavram ilk kez, sistem denetlenirliği için tümüyle çizge yöntemsel bir ölçüt geliştiren Lin /2/ tarafından ortaya atılmıştır. Shlelds ve Pearson, Lin'in sonucunu çok girişli sistemlere genelleştirdikleri

çalışmalarında ,3/ yapı matrisi ve buna bağılı olarak Jenerisite <genericity> kavramlarını geliştirmişlerdir.

Bu çalışma, belirli sistem kümeleri için kutup yerleştirme ve kararlılaştırma problemleri ile ilgili bilinen cebirsel sonuçları, sistemin yapısal modellemesi temelinde jenerisite açısından irdelemektedir. Sırasıyla, dinamik çıkış geri beslemesi ile kutup yerleştirme; enterkonnekte sistemlerde desentralize durum geribeslemesi ve desentralize dinamik çıkış geri beslemesi ile kararlılaştırma için yeter koşullar sistem yapısı cinsinden formüle edilmiştir. İlgili sonuçların tanıtıları için /4/'e bakılabilir.

KUTUP KAYDIRMA PROBLEMİNİN
CEBİRSEL KARAKTERİZASYONU

Doğrusal, zamanla değışmeyen ve durum denklemleri

$$\begin{aligned} J^T \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx \end{aligned} \quad (1)$$

olarak verilen sistemi ele alalım. Burada $x \in J^T$, $u \in St$, ve $y \in J^T$ sırasıyla $\hat{n}$ 'nin durum, giriş ve çıkış vektörleri olup A, B ve C uygun matrislerdir.

F sıfırdan farklı öğeleri rastgele seçilebilen $m \times r$ boyutlu bir matris olacak biçimde, J^* 'ye

$$* \bullet: u = Fy \quad (2)$$

değışmez çıkış geri beslemesi uygularsak

$$\begin{aligned} J^*(J) : \dot{x} &= (Ax + BFC)x \\ y &= Cx \end{aligned} \quad (3)$$

kapalı döngü sistemini elde ederiz. Bu sistemin karakteristik polinomu

$$p_c, \hat{e} t \leq \frac{j}{n} \lambda - BFC) + p_1 s^{n-1} + \dots + p_{n-1} s + p_n \quad (4)$$

biçimindedir, $f = (f_1, \dots, f_n) \in \mathbb{R}^n$ ve $p = (p_1, p_2, \dots, p_n) \in \mathbb{R}^n$, sırasıyla F 'nin sıfır olmayan öğelerini ve $(4!)$ teki $p(s)$ 'in katsayılarını gösterir. Buna göre, p ve f arasındaki bağıntı $g: J \rightarrow J$ düzgün dönüşümle

$$p = g \circ f \quad (5)$$

olarak gösterilebilir. Burada J , X^n 'de düzgün bir manifoldu gösterir. Kutup kaydırma problemi (5)'in her bir $p \in S$ için (rastgele kutup yerleştirme problemi) veya kararlı bir palinoma karşılık gelen bazı $p \in X^n$ için (kararlılaştırma problemi) bir $f \in J$ çözümünün varlığıyla ilgilidir, $n \geq n$ varsayarak (rastgele kutup yerleştirme için gerek koşul) $-f_1, -f_2, \dots, -f_n$ geri besleme değişkenlerini f ve f olarak iki ayrı kütüme ayıralım. $-f_c$ 'deki değişkenleri gerçel değerlerde sabit tutarsak (5) $g: J \rightarrow S$, g 'nin X^n 'ye kısıtlanmış olmak üzere

$$p = g(f) \quad (6)$$

biçiminde olur.

SİSTEM YAPISI MATRİSİ VE YÖNLÜ ÇİZGESİ

Durum denklemleri (1)'de verilen J^* sistemini ele alalım. J^* 'nin her durum, giriş, ve çıkış değişkenine bir düğüm eşleyerek sırasıyla X , u ve y düğüm kümelerini oluşturalım ve bu kümelerin bileşimini $\langle T \rangle$ ile gösterelim. Eğer ve ancak bir ϕ değişkeni ω değişkenine ilişkin denklemde görünüyorsa $(\phi, \omega) \in E$ olacak biçimde bir ayrıtlar dizisi tanımlarsak, J^* 'ye bir $\mathcal{E} = (T, E)$ yönlü çizgesi eşlemiştir. Bu sistemin yapı matrisini, A , B ve C , (1) deki A, B ve C matrislerinin sıfır olmayan öğelerinin birbirinden bağımsız parametrelerle değiştirilmesiyle elde edilen yapı matrisleri olmak üzere

$$S = \begin{bmatrix} A & B & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ C & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

olarak elde edebiliriz. Sistem çizgesinde, $H, i \in O, \langle \cdot \rangle, \dots, \langle \cdot \rangle$ ayrıtlar dizisi bir dolaylı $\langle \cdot \rangle = 4i$ olması halinde ise bir çevrimdir. Ortak düğümü olmayan iki çevrime ayrı çevrimler denir. Ayrı çevrimler topluluğu çevrim ailelerini oluşturur. (3)'te elde edilen kapalı döngü sistemin sistem yapı matrisi

$$S(F) = \begin{bmatrix} A & B & 0 \\ 0 & 0 & F \\ C & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

biçimindedir, ilgili sistem çizgesinde $\mathcal{E}_f = (\mathcal{V}_f, \mathcal{E}_f)$ gerilim besleme ayrıtlarını göstermek üzere, $\mathcal{E}_f = \mathcal{E} \cup \mathcal{E}_f$ olur, S deki ayrıtlara d -ayrıtları, $\mathcal{E}_f$ deki lerine ise f -ayrıtları diyeceğiz. Buna göre, bir çevrim en az bir f -ayrıtlı içeriyorsa f -çevrimi, değilse d -çevrimi dir. f -çevrim ailesi ve d -çevrim ailesi de benzer biçimde tanımlanır. Her bir ayrıtların kazancı ilgili sıfır olmayan parametre değeri olacak biçimde dolaşı, çevrim veya çevrim ailesinin kazançları, içeren tüm ayrıtların kazançlarının çarpımıdır. Bir Z_f çevrim ailesindeki çevrim sayısını $\gamma(Z_f)$, ve $\mathcal{E}_f$ de yer alan düğüm sayısını da $\gamma(\mathcal{E}_f)$ ile gösterelim. Aşağıda verilen ve Reinschke [5] tarafından tanıtılan sonuç sistem karakteristik polinomunu yönlü çizgeye bağlamak tadır.

Teorem 1 Kapalı döngü karakteristik polinomun $p_A = g_A(f)$, $A = 1, 2, \dots, n$, biçimindeki katsayıları

$$g_A(f) = \sum_{\gamma \in \mathcal{E}_f} (-1)^{\sigma(\gamma)} \omega(\gamma) \quad (7)$$

olarak verilir. Burada $u(W)$, KJ 'nin "kazancı" gösterir ve toplama A sayıda düğüm içeren tüm çevrim aileleri üzerindedir.

DİNAMİK ÇIKIŞ GERİ BESLEMESİ İLE KUTUP YERLEŞTİRME

Durum denklemleri (1)'de verilen, yapısal olarak denetlenebilir ve gözlenebilir tek girişli/ çok çıkışlı J^* sistemin*

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + By \\ u &= Cx + fY \end{aligned} \quad (B)$$

dinamik çıkış geri beslemesi uygulayalım.

Burada $x \in \mathbb{R}^n$, $u \in \mathbb{R}^m$, $y \in \mathbb{R}^p$ ve $x \in \mathbb{R}^n$ dir. $(J, \mathcal{E})$ sisteminde kutup yerleştirme problemi

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_d: \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} A & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B \\ I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ \bar{u} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} y \\ \bar{y} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} C & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\bullet \bullet \bullet [=] \bullet [: \text{rif}_{\bar{y}}^y]$$

Imm

$$p_{\text{re}}(d) + \hat{Q}_D(d) f \quad (10)$$

Teorem 3 (1)'de verilen tek girişli ve yapısal olarak denetlenebilir bir / sisteminin kutupları (I_0^{-1}) dereceli bir dinamik çıkış geri beslemesi denetleyicisi aracılığıyla Jenerik olarak yerleştirilebilir. Burada L_{J_0} J₀'nın yapısal gözlenirlik endeksidir.

Son olarak, bir enterkonnekte sistem kümesi için desenetraylize dinamik çıkış geri

beslemesi altında jenerik- kararlılaştırma problemini inceleyecek ve

III alturik denetlenebilir ve gözlenebilir tek girişli v- çıkışlı

$$\begin{aligned} \dot{x}_i &= A_i x_i + B_i u_i \\ y_i &= C_i x_i + D_i u_i \end{aligned} \quad (14)$$

T₁* sistemlerinden oluşan enterkonnekte sistemi ele alalım- > j için elde edilen ara bağısız J_i^D ait sistemlerine

$$\begin{aligned} \dot{x}_i &= A_i x_i + B_i u_i \\ y_i &= C_i x_i + D_i u_i \end{aligned} \quad (15)$$

biçiminde yerel dinamik çıkış geri beslemesi uygulayalım, ilk ele aldığımız örnekte olduğu gibi, buradaki J_i^D ve uygulanan J_i^{*} dinamik çıkış geri beslemesini genişletilmiş bir J_i^u sistemine uygulanan D_i f_i değişmez çıkış geri beslemesi olarak düşünebiliriz. Ayrıca (A_i C_i^T) çiftini de gözlenebilir kanonik biçimde seçeceğiz, tan durumunda 3₂², n₂ 2n₂-1 ögesi dışındakiler 1 veya 0 olarak sabitleştirilmiş olur, Ele aldığımız enterkonnekte sistem kümesi aşağıdaki iki varsayım tarafından belirlenir:

(i) Ara bağısız J_i^D alt sistemlerinin yapıdan naklanan transmisyon sıfırı yoktur.

(ii) öyle bir M c J_i = C₁, 2, ..., N₁ alt kümesi vardır ki etkileşim matrisleri

$$\begin{aligned} A_{ij} &= b_i h_j^T, \quad i \neq j, \quad j \in N \\ A_{ii} &= p_i c_i^T, \quad i \in N \end{aligned}$$

koşullarını sağlarlar. Bu çerçevede, aşağıdaki sonuç elde edilir:

Teorem 4 Yukarıda verilen (i) ve (ii) varsayımları altında (14)'deki J_i alt sistemlerinden oluşan enterkonnekte sistem, (15)'teki J^{*} desentralize dinamik çıkış geri beslemesi denetieçleri ile Jenerik olarak kararlılaştırılabilir.

SONUÇ

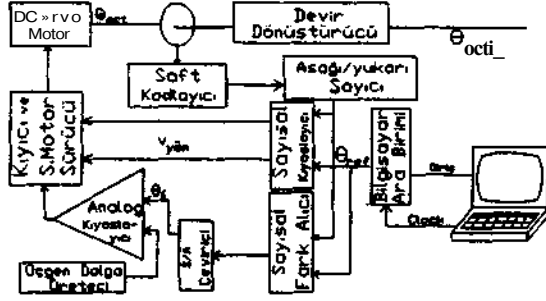
Kutup kaydırma probleminin belirli siiteü kümeleri için, rutel bir inceleüüü yapılmıştır. Sonuçlar e[^]aa olarak cebirsel karakterde olup çizge—kramsal temelde geliştirilmişlerdir. Bulunan koşulların çizgesel dayanağı sonuçların jenerik olmasını garantilemektedir.

KAYNAKÇA

- /1/ Harary, F., Norman, R.Z. ve Cartwright, p.; Structural Models: An Introduction to the Theory of Directed Graphs, Wiley, New York, 1985.
- /2/ Lin, C.T.; Structural Controllability, IEEE Transactions, AC-19, 201-208, 1974.
- /3/ Shields, K. ve Pearson, J. B.; Structural Controllability of Multi-Input Linear Systems, IEEE Transactions, AC-21, 534-537, 1976.
- /4/ Şe-fik, A.; Structural Analysis of Pole Assignment and Stabilization in Dynamic Systems, Ph.D. Thesis, Bilkent University, Ankara, 1989.
- /5/ Reinschke, K.J.; Graph-Theoretic Characterization of Fixed Modes in Centralized and Desentralized Control, Int. J. of Control, 39, 715-729, 1984.

3. SİSTEMİ OLUŞTURAN BLOKLAR

Robot eklem-konumu denetim sistemini oluşturan temel bloklar Şek.2'de görülmektedir.

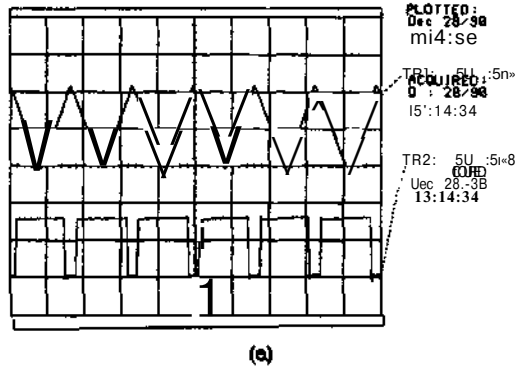


Şek2 Sistemi oluşturan temel bloklar

Şaft kodlayıcı şaft üzerine yerleştirilen ve üzerinde eşit aralıklarla 60 adet yank bulunan bir disk ile birbirine göre 90° evre kayık iki maskeleyin yank kümesi ve iki fototransistörle iki fotodiyottan oluşmaktadır. Şaft kodlayıcı çıkışından elde edilen 90° faz-farklı iki dalga ile Aşağıdaki sayıcının sayma işlemi denetlenerek şafta akışından kol hareketini sağlayan servomotor şaftının anlık konumu t^* elde edilir $İM$.

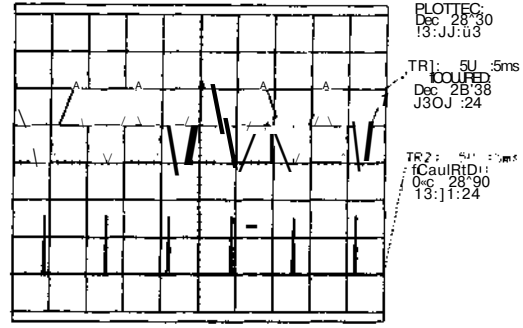
Sayıcı akışı 8_{oc} bilgisayardan gelen açış bilgisi 9_{re} ile sayısal olarak karşılaştırılıp kıyia akış geriliminin polantesi ile servomotorun dönüş yönü Vy_{oc} saptanır. Aynı iki sayısal bilgi sayısal fark alıcıdan geçirilerek aralarındaki mutlak fark bulunur ve anlık şaft konumu S_{ac} ile sistemin varması istenen konum 8_{re} arasındaki, hata bilgisi sayısal olarak elde edilir. Elde olunan bu anlık sayısal hata bilgisi S_e kıyia devrede kullanılan MOSFET elemanların anahtarlanması için bir Sayısal/Analog çevirici ile analog değere çevrilir.

Kıyia devreyi denetleyen DGB (PWM) dalga üretici; bir üçgen dalga üretici ile analog bir karşılaştırmadan oluşmaktadır. Hata oranına bağımlı olan bir modülasyon elde etmek amacıyla anlık hata bilgisi 9_e analog karşılaştırmada bir üçgen



(a)

dalga ile karşılaştırılır ve darbe genişliği hata oranına doğrusal olarak bağımlı darbeler üretilir. Şek.3'de üçgen dalga üretici yardımıyla hata bilgisinin büyüklüğüne göre değişen darbe genişliği denetli dalga şekilleri kısa bir zaman diliminde görülmektedir.



(b)

Şek.3 Açışal konumdaki hata oranına karşılık oluşan DGB (PWM) dalgaşekic (a) hata oranı büyük; (b) küçük ise.

Şek.4'de şaft hızına bağımlı olarak değişen ve DGB (PWM) dalga üretici tarafından kıyia köprüye uygulanan dalga şekilleri görülmektedir. DGB (PWM) dalganın şaft konumuna karşı elde edilmesindeki güçlüklerden dolayı servomotor şaftının hızına karşılık elde edilmiştir. Bunun elde edilmesinde şaft kodlayıcı çıkışındaki dalgaların frekansının gerilime çevrilmesinden yararlanılmıştır. Servomotor şaftının hızı şaft açışal konumunun zamana göre türevi olduğu için aynı şekilden 9_{oc} nun elde edilmesi de mümkündür. Şek.4'deki üst izde servomotor şaftının zamana göre değişen şaft hızı V_{ac} görülürken, attaki izde DGB (PWM) dalga üretici çıkışında oluşan darbe genişliği denetli dalga şekli görülmektedir. Başlangıçta açışal hata oranı $9_e - (9_{re} - f_{oc})$ farkı, büyük olduğundan ona doğrusal bağımlı DGB dalga üreteci çıkışındaki darbe genişliği ve yine aynı biçimde köprü kıyia akış gerilimi büyüktür. Servomotor yüksek bir ivme ile hızlanır. Servomotor hızlanıp istenilen konuma yaklaştıkça B_e

küçülürken, darbelerin genişlikleri de küçülmektedir. Kıyia köprüünün köprü çıkışında elde edilen darbe genişliği denetli bu dörtgen dalgalar süzülerek ortalama gerilim değeriyle servomotora uygulanır.

Köprü kıyia akış gerilimi pozitif yönde olduğu gibi negatif yönde de olabilir. Motor şaftındaki yükün uyguladığı dönme momentine ters, ortalama bir dönme momenti elde etmek üzere motora uygun bir yönde ve ortalama genlikte gerilim, bu darbelerin pozitif ve negatiflerinin uygun bir kombinasyonu olarak uygulanır. Eğer şaft yüksüz olarak kılartılacaksa bir periyottaki pozitif darbe sayısı negatif darbe sayısına yaklaşık eşit olacaktır. Yüklü ise; darbe sayıları uygun yönlü olanın lehine eşit değildir.

Kıyianın zorla da, akım-aktanmlı bir devre olarak yüksek bir hızda tepke verdiğinden akış gerilimi hızla değiş-tirilebilmektedir. Böylelikle ω yükün değişmesi halinde dahi karartı olarak δ^* değerinde sabit tutulabilmektedir.

bir adım moturu ile karşılaştırıldığında iki yada üç, adım büyüklüğündedir. Fakat daha öncede belirtildiği gibi şaft kudrüyuda kullanılan üükün yarı sayısının artırılması ile Şek.Vde de görüldüğü gibi bir devir dönüştürücü yardımıyla oluşan bu hata miktarı daha da azaltılabilmektedir

Adım Cayır.	Oluşan Ort. Hata Tayı	Şaftta Oluşan Hata
512	1.5	5.4°
1024	1.3	3.9°
2048	1.4	4.2°
3072	0.9	2.7°

Tablo.1 Şaft kodlayıcıda hareket sonrası oluşan hatalar

5.SONUÇ

Gerçekleştirilen sistemde optik bir şaft kodlayıcıdan yararlanılmış ve böylece:

- şaft hafifletilerek ek bir momentel yük getirilmemistir.
- kodlu sayısal çıkışıyla devrenin diğer kısımlarına kolayca adapte edilmiştir,
- diğerlerine göre gerçekleştirilmesi daha kolay ve ucuz olmuştur.
- adım motorunun kayma sorunları servomotor kullanmakla aşılmıştır.
- servomotor kullanımı daha karmaşık bir sürücü devre gerektirmektedir.
- tasarım tek eksen için olmakla birlikte, çoğaltılarak aynı bilgisayarla çoklu eklem denetiminde de kullanılabilir.

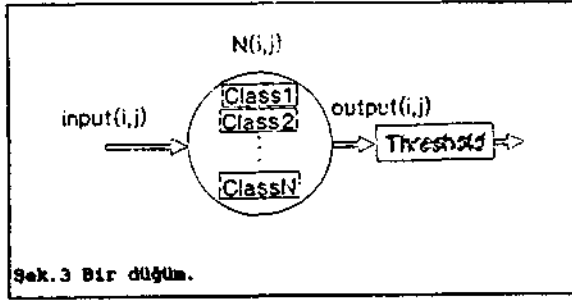
Semboller

- θ_{act} şaftın gerçek açısal konumu
- θ_{ref} şaftın hedeflenen açısal konumu
- θ_e şaftın açısal konumundaki hata
- θ_{EA} açısal konum hatasının analog değeri
- θ_{SD} açısal konum hatasının sayısal değeri
- Vygp şaftın dönüş yönü
- Vgn-t şaftın hızı

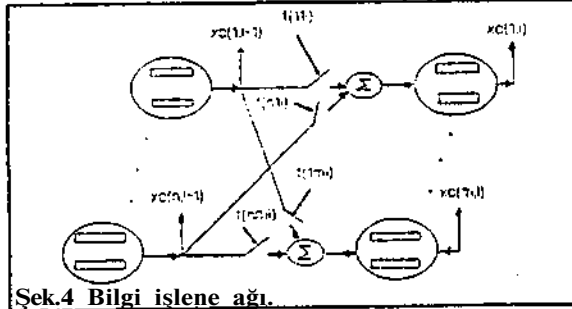
Referanslar

- /1/E Çandarlıoğlu. A. Diak "Robot Eklemleri için Kuvvetli Servomotorla Pozisyon Denetimi". Elektrik Mühendisliği 3. Ulusal Kongresi 5-30 Eylül 1987, İstanbul
- /2/R.D.Klafter, T.A.Chmielewski. ve M.Negin "Robotic Engineering; An Integrated Approach" Prentice-Hall Intl 1989. Englewood Cliffs. N.J.. AB D.
- /3/C Hudson "A Guide To Optical Shaft Encoder". Instruments and Control Systems, pp 33-37. May. 1978.
- /4/R.J. Simpsom T.J. Terrell "ZX Spectrum User's handbook". Butterworth 8, Co.(Publisher) Ltd. 1983, England.
- /5/Ö.U. Şahin. A.Ersak "Resolüverden Sayısal izleyen Çevirici". Elektrik Mühendisliği 2. Ulusal Kongresi Cilt 1. S.159-162.23-25 Eylül 1987. Ankara
- /6/ B.Demir "A Programmable Single Axis Motion Control". Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi. Eylül 1987. Ankara
- /7/ A.Sipahi "The Design and Construction of Numerical Position Control System for a Meteorological Radar". Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi Kasım 1979. Ankara
- /8/ Radio Electronics Magazine, R-E Robot Aralık 1986 Ocak 1988 A.B.D.

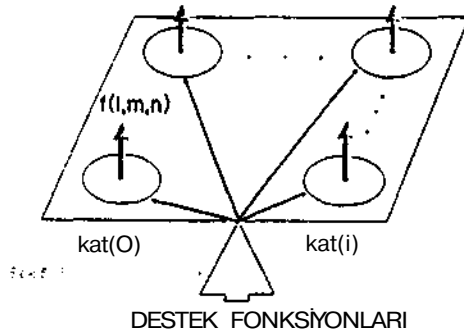




Şek.3 Bir düğüm.



Şek.4 Bilgi işleme ağı.



Bilgi İşleme Ağı

Bilgi işleme ağı ardışık çözümlün düzeyleri biçiminde düzenlemiş düğümlerden oluşan bir ağıdır. Düğüm-i 'nin girdisi bir destek fonksiyonu olan BF dır. Eğer düğüm-i 'ye birden fazla girdi

gelirse, gelen destek fonksiyonları Desister birleştirme kuralı olan aşağıdaki ortogonal toplu işlemi ile birleştirilir /8/

$$BF_1 - BF_2 \oplus BF_3 \oplus \dots \oplus BF_n$$

Düğüm-i 'nin çıktısı da bir destek fonksiyonu olan

$$BFO = \left(\begin{matrix} \text{sınıf} & \dots & \text{sınıf} \\ i & 11 & ni \end{matrix} \right)$$

$$(o \ I^* \dots a /s)1$$

dir, burada

$$s = I \quad \begin{matrix} 1 \\ 1-1 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 1 \\ j \end{matrix}$$

Sinirsel Ağ

İkinci katman bilgi işleme ağındaki düğümlerin etkinleştirilmesini ve dolayısıyla de destek fonksiyonlarının akışını kontrol eden sinirsel ağıdır. Bu denetleyicinin neronları özel görev düzeyleri biçiminde düzenlenmiştir. Bilgi işleme ağındaki kaynak düğümlerden çıkan destek fonksiyonları denetleyicideki neronların girişlerine gider. Neronlar kaynak düğümleri hedef düğümlere bağlayacak anahtarları açıp kapatacak tetikleme sinyallerini üretirler. Kapanan anahtarlardan akan destek fonksiyonları bir toplayıcıdan geçerek hedef düğümün girişine gelir. Neronlar bu görevi yerine getirmek için ikili (binary) çıkışlar üretirler.

2. ORTOGONAL ASIRLIK AĞI

Denediğimiz ilk ağ yapısı bir çeşit CMAC (cerebellar model articulation controller) dir./7/. Bu yapıda giriş vektörleri önce kuantize edilir ve doğrusal bağımsız bir vektör kümesi oluşturulur. Bu durumda bir katlı bir ağ yeterlidir. Eğitim sırasında neron doğrusalsızlıkları atılmış ve doğrusal elemanlı bir ağ meydana getirilmiştir. Burada

$$y = W \cdot x$$

$x \in R^n$, $y \in R^m$, $N \times n$ gerçel matristir. Bu ağ aşağıdaki fonksiyon minimum olacak şekilde eğitmek istiyoruz

$$f = \sum_{i=1}^P \ln \left(\sum_{j=1}^M N_{ij} x_j - y_i \right)$$

Eğer sırasıyla N matrisinin 1 inci satırına x_i ve y_i vektörlerinin j inci öğelerine x_{ij} ve y_{ij} dersek

$$f = w^T A w - 2 B w + c \quad (1)$$

burada

$$w = \begin{bmatrix} w_1 & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} b_1 & \dots & b_p \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad \text{to} = \begin{bmatrix} p \\ 1-1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} y \\ x \end{bmatrix}$$

$$c - i \quad i \quad y^j \\ i-1 \quad j-1 \quad ij$$

ve A p.s.d. matris. Bilindiği gibi $\text{ain}\langle f \rangle$ bir kuadratik «iniizasyon problemi. Bu fonksiyonun minimum olması için gerekli ve yeterli koşul:

$$A x - B \quad (2)$$

Algoritmamız Eş.(2) sağlanacak ve $f(w) \rightarrow 0$ olacak şekilde bağlantı ağırlıklarını ayarlamalıdır. Bu işlem sırasında A matrisi her zaman tekindir ve Eş. (2) tek bir ÇÖZÜM sahip değildir. Ağırlıkların değişimi em önce gelen tüm giriş vektörlerine dik olacak ve Eş.(3) U sağlayacak biçimde elde edilme-
lidir.

$$\begin{matrix} T & & T \\ i & t m & - y - x w, & j-1 \dots m \\ P & 1 & i j & P J \end{matrix} \quad (3)$$

Giriş vektörleri doğrusal bağımsız olduğu sürece f nln hen minimum hea de sıfır olduğu kolayca gösterilebilir.

3. KOHOMEN SİHTERSEL ABI

Kohonen ağı kendikendine organize olan bir ağıdır. Hiyerarşik bir yapıya sahip değildir. Tek bir katman oluşmuştur. Yalnız kat içindeki neronlar bir-birleri ile son derece bağılırlar /«/. **Öğrenme** kuralı şöyledir

$$|x(k) - w(k)| = \min_i |x(k) - w(k)|$$

burada ağırlıklar şöyle ayarlanır

$$w_i(k+1) = w_i(k) + o(k) [x_i(k) - w_i(k)] \quad \text{ia} \quad \text{İçin}$$

$$* (k+1) = o(k), \quad \text{diğer } i \text{ ler için.}$$

burada $M = * (k)$ topolojik komşuluktur.
C C

Deaeyleriaizde bu komşuluğu bir indis kümesi olarak soyla tanımladık:

$$M = \{ \min(1, \lfloor L-M/2 \rfloor), \dots, 1, \dots, \min(M, \lfloor L+M/2 \rfloor) \}$$

burada M N matrisini» sütun sayısıdır. L > 1 tip-yi. **kazanan** neronun indisidir. [n] n ye eşit ya dm büyü en küçük tamsayıdır.

4. UYGULAMA

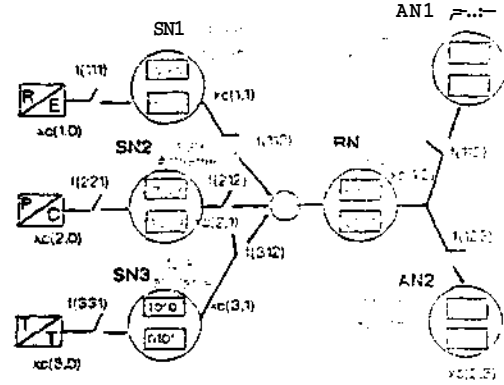
Yukarıdaki Tapıyı algılayıcılara dayalı çok-parmak-U robot «1 hareketine uyguladık. Sıstamsızda bilgi miu Hı üç kat. düğümden oluşmuştur. Bu katlar sırasıyla algılama katı, nesne biçimleme katı, ve eyle» katıdır. Bu katlar şu düğümlerden ibarettir

nişilip, katı. Şekil algılama düğümü, eğrilik algılan düğünü, ve tork algılama düğümü.

esne mek illendime katı. »esne • orthIrri düğüai.

Evlea katı. Güçlü kavrama düğünü, hassas tutuş düğümü.

Her bir düğüm belli sayıda sınıflar ile karakterine edilir. Bu karakterizasyon keBın ve tam olnayan bir belirsizlik taşır, Örneğin şekil algılama düğümü zayıf bir şekilde yapılandırılmıştır, ve sadece dikdörtgen ve elips sınıflarından oluşmuştur. Nesne modelleri düğümü kavanoz ve anahtar nesneleri sınıflarını içerir. Güçlü kavrama düğümünde küresel kavrama ve yanal kavrama sınıfları vardır vb. Düğümlerin birleşmesiyle drtaya çıkan yapı Sek.e da gösterilmiştir.



Şek.6. Praktal ağ.

Sistam çalışmaya başladığında, iki algılama düğünü aşağıdaki bilgileri üretir ve nesne düğünü hangi nesnelerin mezildiğine karar verir

Dikdörtgen + Düzlem → Anahtar
Dikdörtgen + Eğrisel → Kavanoz
Elips + X → Kavanoz

burada X herhangi biridir.

Ellalizde **destak** ıDara destek tankslyom vardır ve her biri İki sınıfran oluşmuştur. Bu destek fonksiyonları şanlıdır»

$$\begin{aligned} oc - UR . E) : \{ ac \quad . ac \quad i \} \\ 10 \quad \quad \quad 110 \quad 210 \\ \\ oc - \{ P . C) : \{ ac \quad . ac \quad) \} 1 \\ 20 \quad \quad \quad 120 \quad 220 \\ \\ oc - UT . WH' . \{ ae \quad . ap \quad) \} \\ 30 \quad \quad \quad 130 \quad 230 \\ \\ oc - \{ R . E > ; \{ oc \quad . ar \quad } \} \backslash \\ 11 \quad \quad \quad 111 \quad 211 \\ \\ oc - HP . C \} : \{ crc \quad , oc \quad } \} \\ 21 \quad \quad \quad 121 \quad 221 \end{aligned}$$

SEKİZ HAREKET DERECELİ ROBOT KOLU TASARIM ve GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Tayyar Halim ATİŞ, Mehmet BODUR, Aydın ERSAK
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
06531, Ankara

ÖZET

Su çalışmada, engel4ttlounaü uyguUuuuüv İÇİM gerekli yapıya sahip bir robot kotu tamrmu yapılp, gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen robot kol, çalıpna alanındaki bir hedefe ulaşmak için engel oluşturan cisimlerden kurtulabilmek amacıyla gerekli olan özelliğini sağlayan, 2 extra serbestlik derecesine (ekleme) sahip olacak feküde tasarlanmıştır. Kolun kinematik yapıstı, her bir bağlantı parçasının referans eksenler sistemine göre ifade edilebildiği, sistematik ve genel bir şekilde, modeüemmifBr. Ters kinematik çözüm, Tekrarkanalı En Az Kareler" Algoritmasının kişisel bilgisayarda uygulanması ile, elde edümeğe çnhpbntjtr.

1. Giriş

Bir robot kolu için şerrinin serbestlik derecen uygulamaya göre değişmekle birlikte, çalıştım onanandaki herhangi bir noktaya erişmek için 6 serbestlik derecesi yeterlidir. Kolun mekanik yapısına eklenen her bir serbestlik derecesi (eklem), hedefe farklı yollarla ulaşabilmeyi sağlayarak çalışma ortamındaki engeUenden kurtulmayı kolaylaştırmakla birlikte, kolun kinemaiüc modelini ${}^{n-1}T^0_P$ ve ters kinematik çözümü sağlamaktadır. Bn nedenle bir robot kolun tasarım aşamasında mekanik yapının özelliklerini, kolun kinematik parametruine daha sonraki aşamalarda soma yapılamayauuüç şektkfc, dikkat edüradıdk.

2. Mekanik Yapı

Gerçekleştirilen robot bolu çok az bir değışildik ve çabayla eklem sayısının arttırılıp azaltılmasına izin »erecek bir yapıdadır. Tüm ${}^{n-1}T^0_P$ ve eklem mekanizmaları benzer şekilde olup, yapım kolaylığı sağlamaktadır. Robot kolun her bir eklemi ayrı bir adım-motorla sürülmektedir. Adım-motortar kullanılarak, açık-döngü-dencim kolaylığı sağlanmış ve böylece eklem denetimi için, eklem konum bilgisini geri besleme gerekliliğinden kurtnUmmuşnir. Yine de bunun yanında, roijot kotan, görüntü işleme sistemi ve kamera yardımıyla, tüm denetim sistemine bilgi sağlayan, bir görüntü denetim birimiyle birlikte çalışması riBşünfflmıştttr.

Adınmotorların sağladığı düşük dönme momenti, bir dişli. makara ve tel sistemi sayesinde, açısız hız azaltılarak. giderilmiştir. Böylece, çoğu uygulamalarda istenmeyen. konum belirsizliklerine yolaçan, yüksek hız problemi çözülmüş ve açısız-konun-, düşürücü sistemle daha hassas hareketler de sağlanmıştır. Yapan kolaylığı için dişliler düz dişli seçilmiştir. Tüm kolda iki farklı sayıda dişli (16 ve 80) kullanılmıştır. Eklem ve dişli takımları robot kolun tabanına yerleştirilerek eklem ağırlıkları azaltılmış böylece de bağlantı parçalarının atalet katsayıları düşürülmüştür. Ayrıca, motorların tabana yerleştirilmesiyle, daha fazla güç gerektiren uygulamalar için, motor kapasiteleri ve buna bağımlı büyüklükleri, tasarım »şamasıda sorun oluşturmaktan çıkmış ve daha fazla arttırılmışUT. Bağlantı parçalarının ağırlıklarının, dolayısıyla atalet katsayılarının azaltılması, kolun dinar.ük yapısının daha uygun duruma gelmesini sağlamıştır.

3. Kinematik Model

Kolun kinematik modelinde, son eklem bağlanabilen bir gereç veya tutak gözönünde bulundurulur. Bu modelde, her bir eklemün konum bilgisi o eklemün değışken parametreleri cinsinden ifade edilir. Bağlantı kotdinat sisteminin oluşturulmasıyla, her eklem için homojen dönüştürüm ${}^{i+1}T^i_A$; $({}^{i+1}A_i)$ matrisi ardışık iki kordinat sistemi, i ve i-1, ${}^{i+1}T^i_A$ homojen kotdiuat dönüştürüm matrisidir) elde edilir IV. Bn matrislerin kullanılmasıyla, eklem değışkenleri Carteçan ${}^{n-1}T^0_P$ sistemindeki konum bilgisine çevrilir. Dönüştürüm ${}^{n-1}T^0_P$ çözümde de kullanılarak kolun son noktasının konum ve yön bilgisi elde edilir. En son (sekizinci) kordinat sistenrinin temel(ilk) kordirutt sistemine göre bilgisini veren, homojen matris $T={}^0A_n$, ardışık dönüştürüm matrislerinin zincirleme çarpımıdır ve ${}^0T_gJ'A_1A_2...A_n$ şeklinde ifade edilir. $T={}^0A_n$, C'kol matrisi") robot kolun son ${}^nT^0_P$ ilk kordinat sistemine göre konum ve yön matrisidir J2J-

3.1. Bağlantı Parçaları, Eklemler ve Parametreleri

Bir Robot Kolu, Bağlantı parçaları ve onları birbirine ekleyen prizmatik veya dönuşlü eklemler dizisinden oluşur. Her bir bağlantı parçası eklem çifti 1 serbestlik derecesi oluşturur ve bir Cartesian koordinat sistemiyle modellenir.

Bağlantı parçalarının birbirlerine göre konumlarını belirleyen sistematik bir matris metodu Denavit ve Hartenberg tarafından ilk olarak 1955 yılında gösterilmiştir [1]. Bu metoda göre eklem eksenleri, iki bağlantı parçasının birleşim noktasına yerleştirilir ve her bir koordinat sistemi üç kurala göre oluşturulur

1. z_{i-1} eksen i'inci eklem hareket eksenine yerleştirilir.
2. x_i eksen Z_j ve z_i eksenlerine dik olacak şekilde.
3. y_i eksen sağ el kuralına göre z_i ve X_j eksenlerini tamamlar.

Kolun her bir bağlantı parçası ve eklem çiftinin özelliklerini 4 parametre belirler; bağlantı parçaları parametreleri (a_i, a_i), eklem parametreleri (d_i, θ_i). 'A_i homojen koordinat dönüşüm matrisleri 3.2.'de belirtilen algoritma ile bulunur T=A₈, kol matrisi, oluşturulur.

3.2. Bağlantı parçaları koordinat sisteminin tanımlanması İM.

1. Temel koordinat sisteminin z₀ eksen 1. eklem hareket yönünde olacak şekilde yerleştir.
2. i'nin i'den eklem sayısına(8'e) kadar olan değerleri için 3-6. basamakları uygula.
3. Z_i eksenini i+1'inci eklem hareket yönünde yerleştir.
4. i'inci koordinat sisteminin merkezini, z_i ve Z_j eksenlerinin kesişim noktasına veya z_i ve z_j eksenlerinin ortak dikleriyle ^ ekseninin kesişim noktasına yerleştir.
5. X_j eksenini x_i = (Z_i.IXZ_i)/||Z_i.IXZ_i|| eşitliğine uyacak şekilde veya z_i ve z_j (paralel iseler) eksenlerinin ortak dikmesi boyunca yerleştir.
6. y_i eksenini sağ el kuralına uygun şekilde yerleştir.
(y_i = (Z_i.IXZ_i)/||Z_i.IXZ_i||)
7. El koordinat sisteminin z_n z_{n+1} boyunca, x_n z_{n+1} ve z_n'e dik , y_n = (Z_n-i*x_n)/||z_n.nx^|| olacak şekilde yerleştir.
8. Bağlantı parçaları ve eklem parametrelerini(θ_i, d_i, a_i, G_i)bul.
- 6j: ^ eksen çevresinde x_{i-1} ekseninden x_i eksenine kadar olan ekicinin açısıdır.
- d_i: Z_j boyunca, i-1 koordinat sisteminin merkezinden Z_j ile x_i eksenlerinin kesişim noktasına olan uzaklıktır.
- a_i: x_i eksen boyunca, Z_j eksenine X_j eksenlerinin kesişim noktasından i koordinat sisteminin merkezine olan uzaklıktır.
- a_i: X_j eksen çevresinde z_i ekseninden z_j eksenine kadar olan açıdır.

Bu modelleme sistemine göre robot kolun parametreleri şu şekilde bulunmuştur.

Eklem	θ	α	a	d
1	Değişken	90°	0	1 (20 cm)
2	"	90°	-İ ₂ (20 cm)	0
3	"	90°	b (20 cm)	0
4	"	90°	U (20 cm)	0
5	"	90°	İ ₅ (20 cm)	0
6	"	90°	-İ ₆ (5 cm)	0
7	"	90°	0	0
8	"	0°	0	İ ₂ (2 cm)

İ₁: i'inci bağlantı parçasının uzunluğu,

İ₈: El koordinat sisteminin Robot koldan olan uzaklığıdır.

Her bir 8 eklem değişkeninin o anki değerine göre ardışık iki koordinat sistemi, i ve i-1, arasındaki homojen koordinat dönüşüm matrisi, ⁱ⁻¹A_i ŞU şekilde hesaplanır.

$${}^{i-1}A_i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\cos \theta_i \sin \alpha_i & \sin \alpha_i & a_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & -\sin \theta_i \sin \alpha_i & \sin \alpha_i & a_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Kol matrisi, T=A₈, dönüşüm matrisinin ardışık çarpımı. T=A₈A₇...A₂A₁, şeklinde bulunur. Bu matris robot kolun son noktasının ilk (temel) koordinat sistemine göre konum ve yön (kinematik çözüm) matrisidir.

4. Ters Kinematik Çözüm

Bilgisayar kontrollü robot kollar genellikle, hedefler ve çalışma alanındaki objeler Cartesian koordinat sistemine göre tanımlanmalarına karşılık, eklem değişkenleri sisteminde kontrol edilirler. Ters kinematik çözüm, robotun son noktasının istenen bir hedef noktaya istenen bir yönden ve açıyla ulaşabilmesi için gereken, başka bir anlatımla, robotun bağlantı parçaları eklem parametrelerine göre "T" matrisine karşılık gelecek, eklem değişkenlerini q=(q₀, q₁)^T bulmaktır.

6 serbestlik derecesinden daha fazla serbestlik derecesine sahip robot kollar için analitik çözümler bulunamayacağından, ters kinematik çözümler sayısal yollarla elde edilir [3]. Bu çalışmada, ters kinematik çözüm için, tekrarlamalı en az kareler yöntemi uygulanmıştır.

4.1. Tekrarlamalı en az kareler algoritmasının uygulanması

4.1.1 Sistemin tanımlanması

Sistemin istenen bir hedefe ulaşırken izlediği yolda her hangi bir k zamanında bulunduğu noktaları, eklem değişkenlerini göre;

$$p = Tq' + S \quad (D)$$

şeklinde ifade edebiliriz. Robot kolun herhangi iki eklemine sabit (veya islediğimiz şekilde değişken) tanımlarsak, katsayılar matrisi. T 6x7 elemanlı, sabitler vektörü S 6 elemanlı olur. c' bizim tanımladığımız iki eklem değişkeninin dışında kalan eklem değişkenleri, $p = (p_j, p_y, p_z)^T$ robot kolun pozisyon (p_x, p_y, p_z) ve Euler açılanna (y, 6, 6) göre yön bilgisidir. Parametre matrisi $\leq = [T; S]$ ve $q'' = [q'; 1]^T$ olarak tanımlanır;

$$p = \leq q'' \quad (2)$$

olur.

Birbirine çok yakın noktalar arasında doğrusal olmayan sistemimizi, doğrusal olarak düşünebilir ve hataları, çok düşük olmaları nedeniyle, gözönüne almayabiliriz.

4.1.2. Tekrarlamalı en az kareler algoritması

İlk Değer Belirlemeleri;

* Robot kolun bulunduğu noktaya hedef noktası arasındaki yolu k' noktaya bölüp her k noktası için (k=0..k');
 $P_k = (P_x, P_y, P_z)^T$ • puziyon ve yön bilgisini bul.

* 7 matrisini 7x7 birim matris olarak (I₇) tanımla.

* Robot kolun çevresindeki n nokta için (n>7). En az kareler algoritmasını (3) kullanarak «matrisini hesapla.

$$\sum_{i=0}^n \gamma^i (\sum_{j=0}^n \gamma^{n-j} q'' p_i) \quad (3)$$

γ : unutmaya katsayısı $\gamma = 1/(1-n)$,

$\leq_1$: 7 matrisinin t'inci satırı,

p_i : p matrisinin t'inci satırı.

* k = 1..k' değerleri için 2-6. basamakları uygula .

2. P[^] matrisini yenile.

$$P_k = (P_{k-1} - \frac{P_{k-1} q'' q''^T P_{k-1}}{\gamma + q''^T P_{k-1} q''}) \quad (4)$$

3. Algoritma sonucu eklem değişkenlerinin (q⁰) değerlerini hesapla.

$$q_k^0 = T_{k-1} p_k + T_{k-1}^{-1} S_u \quad (5)$$

4. $P_k^0 = (P_x, P_y, P_z, y, 6, 6)^T$; (q₀⁰ ve tanımlanan diğer iki eklem değişkenine göre hesaplanan, T_g Kol Matrisinden elde

edilen, robot kolun pozisyon (P_j, P_j, p) ve Euler açılarına (y, 6, 6) göre yön bilgisini içeren kinematik çözümdür.)

5. Pozisyon ve yön hatasını ($\leq_k^0$) bul.

$$\leq_k^0 = P_k^0 - P_k \quad (d)$$

6. <*:matrisini yenile.

$$\leq_{k+1} = \leq_{k-1} + P_k q'' \leq_k^0 \quad (7)$$

Robot kolun izlediği yol üzerindeki her nokta için denklem (?) eklem değişkenlerinin o nokta için gereken değerini vermektedir. Deneme aşamasında olan, Tekrarlamalı en az kareler algoritması robot kolun izlediği yol üzerinde sistemi, hataları minimize ederek, doğrusal durumu getirmeye çalışır. Yol üzerinde alınan noktaların sıklığı algoritmayı etkilemektedir. Kişisel Bilgisayarda yapılan uygulamada örnek bir yol için 2 ve 3 numaralı eklemeleri değişme?, kabul ederek çözüm bulunabilmektedir.

5. Sonuç

Robot kollarının gerçekleştirilmesinde, kolun sürücü sisteminin (motorların) ve çalışma alanının özelliklerine göre eklemelerin ve bağlantı parçalarının tasarımı önem kazanmaktadır. Kinematik modelleme sistematik bir yolla tanımlanmaktadır. Fakat eklem sayısının artmasıyla ters kinematik çözüm zorlaşmakta, oldukça fazlalaşan sayısal hesaplamalar robot kolun kontrolünde zaman problemleri yaratmaktadır.

Referanslar

/1/ Fu, K.S., Gonzalecz, R.C., Lee, C.S.G.. Robotics: Control, Sensing, Vision and İmelligence. McGraw-Hill series in CAD/CAM Robotics and Computer Vision. ISBN 0-07-100421-1, 1988.

Fil Goldenberg.A.A., Benhabib.B., Fenton, R.G..A Complete Generalized Solution to the Inverse Kinematics of Robots, IEEE Journal of Robotics and Automation. Vol. RA-1. No.1, March 1985.

/3/ Sciavicco, L., Sicillano, B., A Solution Algorithm to the Inverse Kinematic Problem for Redundant Manipulators, IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. 4. No.4, August 1988.

[illegible]

By çılsaid' ^li; (ih)ti »JrroHB», ETF nl^ontntiu -luK> &g 7ap1ar1 k1a
«IscaJe fikiM» Jtfıştırmkttttr. Bu >kl>«iB1« tj^oritim g<çtk hayatta
kaduud>J'uir itit fclm.; vt rvlot I*/; d1n&mk deniilticlin ontrıkı m1m1r
üzine d1gn1st s1m1yla kull1n1l1r. EETF/CP algoritması s1m1d1k1 z1h1d1

EETF/CF Algorithm

{0} Distribute :J <- {P1,...,Pn}, A <- {T: ET=Ũ}, Q *- Œ, CM <- Œ,
 NlvI*~ ~, i(T,P) <- 0 for twi TsA »id Pel.
 {1} While t<=m D0
 begin
 {1.1} While i ≠ 0 and A ≠ 0 D0
 begin
 (1.1.1) Fini TsA ot Œ Pel sve> fin
 KI> KI> ifT, PJ= (T, ?)= <?*/1*+ t\$=m<x(CM, »<Bp).
 TeA FEI
 (1.1.2) I? *NM
 (it)
 Assi?» Œ (o m> o> P; p(0) <- Œ F, >(Œ t- »;
 Œ(Œ) <- Œ(Œ) + Œ(Œ),
 A <- A - <t>, I <- I - Œ {Œi>rP»» Œ^{it10} Œ⁰
 iff(T)<NMrrJtt>HM<- iff(T)
 tts> tsbt (it i>Mr bof
 »i
 (1.2) Prec<i : CM •- NM, fni M< HM
 (15) Etpu for taçt T. P rKkM T just fñisWŒ ot F
 I <- I + {P}, r>i < <for>i!> r6S<3:
 ŒT = ŒT-1; i *T<0 iW> T is x i fly available
 (1.4) For <t i> tlvly>ThukU> tek T te
 A<- A+<r>
 for <t> jŒ>Sfor P, r(T, P)=RIN<3CORT
 <>Œ
 end
 end
 end

ETF <JgoniBi> <3>» performans, WETF, Hwang'in [2] çalışması ortaya konmuştur.

$$V_{ETP} < (2-1/*) V_{op} (1 + C)$$

Bw»d W^{op}(^h) isltacıür >nsı ut'un ünd t4iüfınd«. «1 c[^h]arju ^harju
Wbrıt^{nt}. C ist 4«frl»ı» itttisim rid:üw vt ^har ^harında verıl-n hu
»Icorıt tttfnıı W^{op} ^harında.

EETF/CP üföri(B>Si St>for4 köh gönüUrüAt> obçaa (Tabk-ç) yök edirilmiz
 rüzgare uyğuladığında, Tabk-rfc jörük: «Wm ortaya çıkıyor Ewada
 algoritmanın yüksek işletim maliyetini gözönüne alarak ii): 1)en.cine.basılma
 jütin U1>ful> «m.» VM-Hh fr>nüt>ünı.

117

P1: T₁;;, T_j₁.., T₂;_m >;;; TK\ T₃;;, T_{2r} T₃); ?6,-J7,j, T₁S, T₁M,
T².- T^{*}*, T₁;;, T₃;; S. Z₁. T₁/L, T[^]^T[^], w₃:(1/P T_j₁ T[^] T₃j₁)
M₁r. T₁cf. ha., T₂W. T₁L₁, T₁jft. Tu,* TUK., TIKI, TIV5, Tn,*S,
T₁5-4, T₂M, T₆3, T₁J;;, T₁ >., T₁&2, T₁r;; 1

P2: T42, T31, T92, T43, T94, T55, T45, T120, Tm, T17,3, T75, T14,
TWS, IW4, TIV1, TH,1, TH,2, TH,2, TIK1, T1*1

P3: T41, T82, T73, T84, T51, T64, T85, T105, T202, T74, T164

P4: T691, T1292, T1093, T95, T132, T1173, T17714, T18714

Ps: T11/2, T9/3, T8/4, T10/4

Bitme Hjt**₁ = S45.6 |i j«c

TÖle-3. Dikinin Sonucu

5. Задание

Bu şahzadə gəlirlərinə yəhlə...m də içləmciür «nSi iktisadın paralı hesabına
tərəfəki etdiksi görənə» Uİauimikürlj . GHF?ürük" alğırtku iç rokJ ters
tınarğı gdi yələndirilmiş şığe oltnk Mt dilt"il" «T'd-m-lana öünka
uñinir «ñirJ Udu j («om-ı5bn tS« «lütükür. Aygjn l i u i f m a t t n k J
icj, iç?«ci İLİZ v» 4«j;itknkc sİsttu j«rç«d«:Br«» fagŞik tkcutitfr
tənzimləyir. Ayru rəzadəni alqırma, bu şahzadəni yəhləyən gdi yələndirilmiş
«İzgvi» UİUim j v sİsttu ytrai «kili; tñil" J D#» j« içw kullənəbılır.

CATMAKLAK

- [1] J.YS1»İ., M.V.VIJI:M, RD:P»d. "O«-B« Co»,«a» SeW» for MKtaml Muir<0ttor" Tnu. A8ME, J.I>y». Syst. MMS. Cour., Vol.120,, »M-76, »SM 1980
- [2] JJ. Hvug, Y.C.Cl>v, FDJVVitn, C.YX«, ~S<M<jiiir; rne<4aw <3nkl » STM<s « ti Utffmssor Commukitin Tali', SUM J.COMPUT. Vol.18, Vø2, Ji-2*-257, Afril, 19».
- [3] H.K«bn, SJW4», "Pmlti Fmcitisiñ of EöWX-Am CoMrol Conf»"», o» ih*üiti[0«5SX Sy5»)»" HIE J-RoK<cs A*o»*, Vol.EA-1, Ho.2. rl)M-113, ht 1945
- [4] J.YÜLii, CSLñ., "8^4x0^ of ttnSkI CoafMKioia («r t Co»)«<-ContreUei Cokf«Kior ok t Mdi fntstts tyatata I IEEE Tr»s.Syst.M«C»l»e», Vol.SMC-12, H.21<4, 1982.
- [5/] L JI-Ukroi, -FmjKhSB u Mnipürtör Dipaacs- bt. J. Sotetks E., VoM, H.c.i, n.Sfr-102, 8h«w19».
- (6) Cl.C.v« Gü.X«, E^HÜ», TifkitM StMulitg Aljortkms for - Rok* Ivynt I>w>x<i Coi«>tio 01 » Mütiüro«essor gsta» IEEE Tr»s.S.<<»<CJWr», Vol.18., Ho.5., »729-743.
- [7] T Tñt, KITOT», VJtaaki, "A Lool Hut«wk Tor t Multigroes» CoMrollrt", BCBIV. C«f», b»ir.

AYRIK AÇISAL SIKLIK ÖLÇÜMLERİNDEN DİZGE TASARIMI

Osman TONYALI

Hatice SEZGİN

KTÜ Elektrik-Elektronik Müh.Bölümü - Trabzon

OZET

Bu incelemede, doğrusal, sabit ve zamanla değişen parametrelerden oluşan bir dizgeyi simgeleyen rasyonel bir dizge alevinin sabit pay ve payda katsayılarını, dizge çıkışı olan birim vuruş tepkesinin ayrik «-açısal» sıklık noktalarındaki ölçümlerinden yararlanarak belirtebilecek bir algoritma geliştirildi. Bu çalışmada sorun pay ve payda bilinmeyen katsayıları cinsinden iki ayrı doğrusal sabit katsayılı ve cebrik denklemler takımının çözümüne indirildi. Genelleştirilmiş ters alma yöntemiyle bu iki ayrı takım duyarlılığı arttırmak ve bilgisayar belleğinde daha az yer kaplamak amacıyla ayrı ayrı çözümlendi. Algoritmanın bilgisayar yazılımı geliştirildi. Yöntemin belirgin özelliklerini göstermek için farklı örneklerle uygulanması gerçekleştirilip sonuçlar karşılaştırıldı.

1. GİRİŞ

Zamanla değişmeyen doğrusal dizgelerin sıklık bölgesi davranışlarının incelenmesi ve bilinmeyen dizge işlevlerinin w-sıklık bölgesindeki ölçümlerinden yararlanarak elde edilmesi konusundaki çalışmalar nskiyi dayanır. Bu konuda ilk kez Levy /1/, 11-ayr 11: ölçümlerinden yararlanarak dizge işlevi hesaplanması için bir yöntem geliştirdi. Levy yönteminin kimi özgün dizgelerin kararlı almasına karşın, tepkelerinin ayrik w-Açısal sıklıklarına göre ölçümlerinden kararsız dizgeleri elde etmesi gibi çok önemli sakıncası vardı. Bu sakıncayı jrtidan kaldırmak için Sanathanan ve i'otyncr /2/ Levy algoritmasını yeniden ele alıp ajırılı lı; yanılı işlevini tanımladı. 'a₁ ve L₁' / yoi:teiliine göre daha kararlı, cti:g'...k."ii' ayri' açısallık ölçümlerini - . :t'n!...-jap l aji lar . Bu kararsız r. 11 k sakınca- .-mı '...Çaltmak için Payne /3/ ve Gyürky/5/ lıayol. taltılar saffettiler ve önemli iler- ('-ader kaydetmelerine? larsın kararsızlık b! ay , r: bütünüyle -xıl cnn_diler.

1984 de Stahl /4/ bu sorunu çözmek için yeni bir yöntem geliştirdi ve biri yinelemeli, diğeri de Simplex yöntemlerini kullanan iki çözüm getirdi. Bu iki yöntemde lde bilinmeyen parametreler için başlangıç ldeğerlerinin belirtilmesi gerekmektedir. Stahl'un çalışmasından yola çıkarak, Tonyalı ve Sezgin /6/ başlangıç değerlerinin belirtilmesini gerektirmeyen ve kararsız dizge elde edilmesine son veren bir algoritma geliştirdiler, /&/ da dizge tasarımı normal almayan, sabit katsayılı doğrusal ve cebrik bir denklemler takımının çözümüne indirildi. Bu denklemler takımı genelleştirilmiş ters alma yöntemi /8/ ile çözümlendi. Bu çözümde de yüksek mertebeden [dizgelerin tanısı yapılırken bilgisayarın yeterli duyarlılığı olmaması nedeni ile yanılılı çözümler elde edilmektedir. Bunu önlemek amacı ile pay katsayılarının bir bölümü ve payda katsayılarının tümü bilinmeyen olmak üzere bir denklemler takımı ve geri kalan bilinmeyen pay katsayılarına bağlı ikinci bir denklemler takımı oluşturuldu. Böylece /&/ daki sonuçlara göre daha yüksek mertebeden dizgelerin tanıları ve model indirgemeleri saylandı. Özgün ve hesaplanmış dizge işlevlerinin birim vuruş tepkeleri olduğu varsayımından aralarında ki yanılı CO, o) zaman aralısında bu iki jtepkeler arası -farkın kararsızlığının tümleviyle iolcıldü /7/. Bu yeni algoritma için geliştirilen bilgisayar yazılımı ile belirgin farklılıkları gösteren sonuçlar elde edildi.

2. KAVRAM

Doğrusal, zamanla değişmeyen bir dizgeyi

$$T(S) = \frac{N(S)}{D(S)} = \frac{a_0 + a_1 S + \dots + a_m S^m}{b_0 + b_1 S + \dots + b_n S^n} \quad (1)$$

işleviyle simgeleyelim. Burada $s = C + j\omega$ Laplace dönüşümü karmaşık değişkeni ve $T(S)$ de m'n, a₁ ve b_n ler de gertei katsayılarıdır.

(1) denkleminde (T= 0 alınarak $s = j\omega$ yerleştirilirse

$$T(jw) = \frac{a_0 - a_2 w^2 + a_4 w^4 - a_6 w^6 + \dots + j(a_1 w - a_3 w^3 + a_5 w^5 - a_7 w^7 + \dots)}{b_0 - b_2 w^2 + b_4 w^4 - b_6 w^6 + \dots + j(b_1 w - b_3 w^3 + b_5 w^5 - b_7 w^7 + \dots)} \quad (2)$$

'iciminde? w ya bağılı olacaktır. Pay ve payda çoktCı" imlilerinin gerçel ve sanal baltimlerini aırsyla N«, N, vo F_n , Di ile gösterek (2) denklemi

$$T(jw) = \frac{N_R + jN_I}{D_R + jD_I} = R(w) + jI(w) \quad (3)$$

biçiminde yazılır. Buradan T(jw) nın gerçel ve sanal bölümlerinin sırasıyla

$$R(w) = \frac{N_R D_R + N_I D_I}{D_R^2 - D_I^2} \quad (4)$$

$$I(w) = \frac{D_I N_I + D_R N_R}{D_R^2 - D_I^2} \quad (5)$$

olduğu görülür. Ayrıca (3) bağıntısından

$$N_R = D_R R(w) - D_I I(w) \quad (6a)$$

$$N_I = C \cdot I(w) + D \cdot R(w) \quad (6b)$$

elde edilir. (1) denkleminde b = 1 alınması genelliğe ters düşmeyeceğinden

$$D_R = -b_2 w^2 + b_4 w^4 - b_6 w^6 + \dots \quad (7)$$

tanımı ile

$$D_I = 1 + D_R' \quad (8)$$

yazılabilir. Kısaca R(w) yerine R, I(w) yerine I yazarak (6a) dan

$$N_R = (1 + C) \cdot R - D \cdot I$$

buradan

$$R = N_R - RD + D \cdot I$$

ve (6b) den

$$N_I = (1 + D_R') \cdot I + D \cdot R$$

buradan

$$I = N_I - I \cdot A - V \cdot R$$

elde edilir. (9a) ve (9b) denklemleri olarak yazılırsa

$$R = a_0 - a_2 w^2 + a_4 w^4 - a_6 w^6 + \dots + R w^2 b_2 - R w^4 b_4 + R w^6 b_6 - \dots + I w b_1 - I w^3 b_3 + I w^5 b_5 - I w^7 b_7 + \dots \quad (10a)$$

$$I = w a_1 - w^3 a_3 + w^5 a_5 - w^7 a_7 + \dots + I w^2 b_2 - I w^4 b_4 + I w^6 b_6 - \dots + R w b_1 + R w^3 b_3 - R w^5 b_5 + R w^7 b_7 + \dots \quad (10b)$$

(10a) ve (10b) denklemler takımları a» ve bı gerçel katsayılarına bağılı, w değişkenine ve T(jw) nın gerçel ve sanal bölümlerine göre iki ayrı denklemler takımı oluşturur, Yeterli sayıda ayrık W₁ ler için dizgenin

$$\langle w^*, R(w, l, I(w)) \rangle$$

Ölçümleri alınıp (10a) dan

I,

$$\begin{bmatrix} 1 & -w_1^2 & w_1^4 & -w_1^6 & \dots & I_1 w_1 & R_1 w_1^2 & -I_1 w_1^3 & -R_1 w_1^4 \dots \\ 1 & -w_2^2 & w_2^4 & -w_2^6 & \dots & I_2 w_2 & R_2 w_2^2 & -I_2 w_2^3 & -R_2 w_2^4 \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & -w_n^2 & w_n^4 & -w_n^6 & \dots & I_n w_n & R_n w_n^2 & -I_n w_n^3 & -R_n w_n^4 \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_2 \\ a_4 \\ \vdots \\ b_1 \\ b_3 \\ b_5 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} \quad (11)$$

yazabiliriz. Aynı biçimde (10b) denklemleri de

$$\begin{bmatrix} W_1 & -W_1^3 & W_1^5 & -W_1^7 & \dots & -R_1 W_1 & I_1 W_1^2 & R_1 W_1^3 & -I_1 W_1^4 \dots \\ -I_1 & -I_1 W_1^2 & I_1 W_1^4 & -I_1 W_1^6 & \dots & -R_1^* W_1^2 & I_1 W_1^3 & R_1 W_1^4 & -I_1 W_1^5 \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_n & -W_n^3 & W_n^5 & -W_n^7 & \dots & -R_n W_n & I_n W_n^2 & R_n W_n^3 & -I_n W_n^4 \dots \\ -I_n & -I_n W_n^2 & I_n W_n^4 & -I_n W_n^6 & \dots & -R_n^* W_n^2 & I_n W_n^3 & R_n W_n^4 & -I_n W_n^5 \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_3 \\ a_5 \\ \vdots \\ b_2 \\ b_4 \\ b_6 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix} \quad (12)$$

elde edilir. Burada $!<, w_A$ olcanilerinin üst sınır sayısı olup, R_i ve I^* , (i.) ölçümde $w=w_0$ ye göre $T(jw,.)$ nin sırasıyla gerçel ve sanal bölümleridir (H.a) yerine kısaca

$$M_R \cdot a \gg V_n$$

olarak yazılabilir.

Son iki denklemler takımı incelenirse, çift indisli a^* ve $ton b \gg$ bilinmeyen katsayıları (11) denklemler takımından çözümlenebilir. Bunlar (12) denklemler takımında yerleştirilip gerekli düzenlemeler yapılırsa

$$\begin{bmatrix} w_1 & -w_1^* & K_1^{-1} & \dots & a \\ w_2 & -w_2^* & w_2^* & \dots & a \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_K & -w_K^* & w_K^* & \dots & a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I \\ I_2 \\ \vdots \\ I_K \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} R_1 w_1 & -I_1 w_1^* & -R_1 w_1^* & \dots & b_1 \\ R_2 w_2 & -I_2 w_2^* & -R_2 w_2^* & \dots & b_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_K w_K & -I_K w_K^* & -R_K w_K^* & \dots & b_K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_K \end{bmatrix} \quad (13a)$$

elde edilir. Burada bilinmeyen tek indisli a katsayılarının oluşturduğu, sütun vektörü j_i , katsayılar matrisi P_{ir} , bilinen sol yan sütun vektörü $O-U_r$ ile göstererek

$$M_R \cdot a \gg V_n \quad (13b)$$

yazılabilir. (13b) cebir-sadık denklemler takımından a nin çözümü için TtaJ rasyonel işlevinin tüm garcel katsayıları doğrudan bulunmuş olur.

3. KATSAYI MATRİSLERİNİN SAMİTLARİ ÜZERİNDE YORUM

(11) denklem takımında bilinmeyen çift indisli a^* katsayılarının sayısı m çift ise $(n/2+1)$, m tek ise $(m+1)/2$ dir. b_i katsayılarının sayısı ise n dir. M_R katsayılar matrisi, a ve V_n sütun vektörlerinin boyutları sırasıyla

$$m \text{ çift için} \quad K:: (m/2+n+1), \quad (m/2+n+1) \times 1, \quad (Kscl)$$

$$m \text{ tek için} \quad K:: (m+1)/2+n, \quad ((m+1)/2+n) \times 1, \quad (Kx1)$$

tür. (11) denklemler takımının normal olabilmesi için alınan w ölçümlerinin sayısı $>: n$ in çift için $(m/2+n+1)$ e, m tek için $(m/2+n)$ ye eşit olmam gerekir. Böylece (11) doğrudan çözüme ile çift indisli a^*

ler ise tüm b_i ler hesaplanmış olur,

(13a) denklemler takımında katsayılar matrisi, a ve V_n nin boyutları sırasıyla

$$m \text{ çift için} \quad Kx(m/2), \quad (m/2) \times 1, \quad K:: 1$$

$$m \text{ tek için} \quad Kx(m+1)/2, \quad (m+1)/2 \times 1, \quad K:: 1$$

dir. K seçimi daha Önceden yapıldığından, (13a) denklemler takımı normal olmayan biçimdedir. Çözümü ancak genelleştirilmiş ters alma yöntemi ile

$$M_R^T \cdot M_R \cdot a = M_R^T \cdot V_n$$

$$a = [M_R^T M_R]^{-1} \cdot M_R^T \cdot V_n \quad \det CM_i^T \cdot M, \quad 1/0 \quad (14)$$

biçiminde verilir. Böylece (11) ve (14) denklemler takımlarının çözümleriyle tüm bilinmeyen parametreler doğrudan bulunmuş olur.

4. SAYISAL UYGULAMALAR VE KARŞILAŞTIRMALAR

Özgün ve hesaplanmış dizge işlevlerinin birim vuruş tepkeleri oldukları varsayımından aralarındaki yanılğı bu iki tapke farkı karesinin, CO, m zaman aralığında tümlevi ile yanılğısız, olarak ölçüldü, $T/$.

ÖRNEKLER

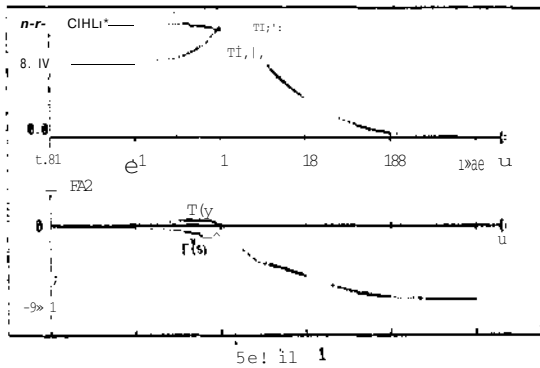
Özgün ve hesaplanmış dizge işlevleri sırasıyla $T(s)$ ve $T^*(s)$ ile gösterildi.

ÖRMEK 1. Yöntemi model indirgemedede kullanılması :

Pay- Payda		
Katsayıları	Ozofln işlev	Hesaplanan işlev
a-a	0.15	0.2277*300089
a1	0.27S	0.030699960
a ar	0.15	
a	0.025	
bo	1.0	1.0
b.	1.45	0.45037243
b*	1.0	0.0299B996
b ₁	0.325	
b	0.023	

Karesel yanılğı alanı:
 = 0.0029097S9 bu yöntemle
 = 0.00974105 /6/ yöntemleyle

Özgün ve hesaplanan işlevlerin genlik ve faz eğrileri Sekil 1 de verilmiştir.

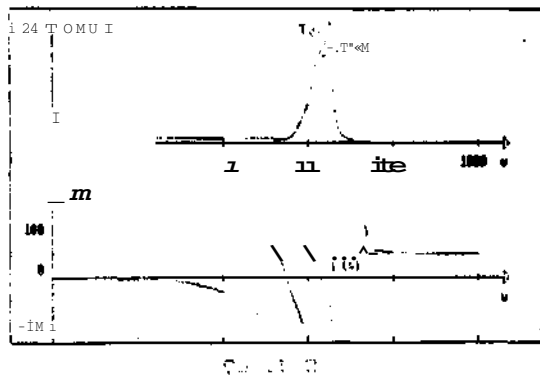


Ö'Zgün :: vleve, kendi mer-
td.: 1992 ind on 31.11.2013 a 31.11.2013 içirt kullanılması :

yılar	Öğün islev	Hesaplanan il'lev
Jo	0.9977267940257	0.9979267940257
a ₁	-0.465766652S42	-0.4657666520266
a ₂	0.9SB74653SS3B6-0f	0.9S874653B8B9-01
a ₃	-0.1368668806624-01	-0.1368668B8653-01
a ₃	0.1140162031573-02	0.114016203178-02
at»	0.B09455S327571-04	0.809455833054-04
3	0.2754117057844-06	0.275411705670-06
...	-0.1117268915693-06	-0.111726891056-06
	1.0	1.0
b ₁	0.5222257053703	0.522225705361
bif	0.1392572067747	0.1392592867712
...	0.19RG279650423*01	0.190027965035-01
...	0.2557066539777-02	0.250706653975-02
...	0.15967321513^3-03	0.1596732151384-03
...	0.1321127530268-0-1	0.1321127580385-04
...	0.3220851181092=06	0.3220B51181444-06
...	0.1928653401051 * 07	0.1928653402490-07

Karşıl yanılı ilanı :
- 2.9942992-Of- Bu yöntemle
" 0.1171-4972 -004 /b/ yöntemiyle

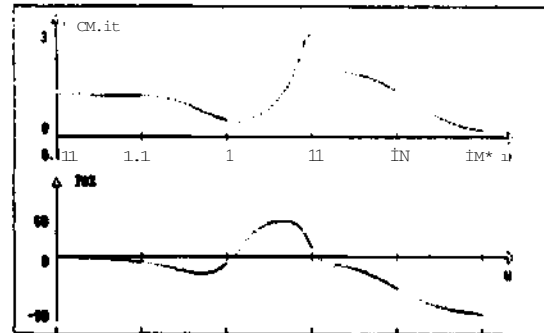
3;yQn ve hi"t>aplanan işlevlerin genlik ve far njrilet-i Sekil 2 de verilmiştir.



ÖRNEK 3.

[illegible]

/2/ yöntemiyle karar'sı: LK;; a1: ;.1.j. ' '1.7.
dizge işlevi ve bu yöntemle a'r1: 11.v.1. iş-
levine aynı mertebeden bir 1.1, ev'v- 'ca1:; 1-
sonucu yine kararsız bir içlov e'1.12. 7.c'ildi.
Katsayıların birbirlerine çil yak1/1 C31.d1:1-
ları görüldü. Her iki işlevin birbirlerine
çakışık olan genlik ve -faz eğrileri Cc:--il 3
te verilmiştir.



5. SONUÇ

Farklı açısıl sıklık noktalarına göre dizg3
birim vuruş tepkelerinin ölçümlerine eğri
uydurarak dizge işlevinin elde edilmesi
için Levy /I/ tarafından geliştirilen yön-
tem birçok bilim adamının ilgisini < ; . . .
tir. Su yöntemin en önemli iğdi:iriLdsi özgün
dizgenin kararlı olmasına karşın kimi hc?
saplanan yaklaşık dizge karacs.z olabilmek-
tedir.Bu sorunu kaldırmak için Sanaiz 'fanan
ve Koerner /2/ ile Payne /3/ büyü! : caba
göstermişler yanılığ işlevi yeririp ağırlık-
lı yanılığyı tanımlayarak ba-1 ılsrlı,.,.,le-
yapabîmişlerse de az da olca yine alzgün
kararlı dizge çıkış öl- -Cimlari iv.1: ?n | ar . . .
dingilerin bulunabileceğini deneyli- - (-j-
mislerdir. Yakın yı?çmi 01;e SLALı . . . /
sorunünçözümä için bir mal'ri'. . .
mini geliştirmiştir. Ayrıca y-ö-l-ı-cı-ı ü-
tümlevli dizgelerin tanısı içi-ı-ı ismi

tirmelerde de bulunmuştur. Bununla birlikte Stahl'in algoritması cözüm için yinelemeli ve Simplex yöntemlerini kullanır. Bu nedenle Stahl'in yöntemi bilinmeyen geçiş işlevi katsayılarının başlangıç değerlerinin ayrıca bilinmesini gerektiriyor. Bununla birlikte Stahl algoritması kararlı özgün dizge ölçümlerinden her zaman kararlı bir dizge elde etmektedir. Stahl'in elde ettiği denklemlerin sayısı z ölçüm sayısını göstermek üzere $2z$ dir. Burada $z > m+n+1$, (m pay çokterimlisinin, n payda çokterimlisinin bilinmeyen katsayılarının sayısıdır) dir. Bu çalışmada dizge parametrelerini hesabı doğrusal ve sabit katsayılı cebirsel iki denklemler takımının çözümüne indirgendi. Temelde /6/ da verilen algoritma üzerinde aritmetik işlemlerle iki ayrı denklemler takımı bulundu. Su denklemler takımının çözümü /6/ daki genelleştirilmiş ters alma yöntemi ile yapıldı. /6/ da elde edilen cebirsel denklemin sayısı z tanedir. Bu çalışmada ise z denklemler takımı yukarda değinildiği üzere iki alt kümeye ayrılarak genelleştirilmiş ters alma yöntemi ile çözümleri verildi. Böylece bilgisayarla yapılacak çözümde kullanılacak bellek sayısı vm işlem zamanı azaltılarak, daha doğru sonuçlar elde edildi. Bu yeni algoritma ile cüçün dizge kararlı (ya da kararsız) iş* yaklaşık dizge de kararlı (ya da kararsız) olarak bulunur.

KAYNAKÇA

- /1/ Levy, E.C., "Complex Curve Fitting", IRE Trans. on auto. Cont. AC-4, Na: 1, May 1939
- /2/ Sanathanan, C.K, and Kaerner, J. "Transfer Function Synthesis as a Ratio of Two Complex Polynomials", IEEE Trans. on auto. Cont. AC-B, pp 37-43, 1963.
- /3/ Payne, P.A, "An improved Technique for Transfer Function Synthesis from Frequency Response Data", IEEE Trans. on Auto. Cont. AC-15, Aug. 1970.
- /4/ Stahl, H, "Transfer Function Synthesis Using Frequency Response Data", INT. J., Cont. Vol. 39, No: 3, pp 541-550, 1984.
- /5/ Gyarky, J., 1970, Acta. Tech. Hung. Vol 68, pp. 145.
- /6/ Tonyalı O., Sezgin H., "Dizge İşlevinin ve indirgenmiş Modellerinin w-acJ, saI Frekansı Ölçümlerinden Doğrudan Hesabı" Elektrik Müh. 3. Ulusal Kongresi, Eylül 1987, sayfa 512-515.
- /7/ rtström, K.J., "Introduction to Stochastic Control Theory" pp 128-140, Aca. Press 1970.
- /e/ Combell, S.L and Meyer C.D. Jr. "Generalized Inverses of Linear Transformation", Pitman Pub. Ltd, 1979

**AYRIK AÇISAL SIKLIK ÖLÇÜMLERİNDEN OPTİMAL
DİZGE TANISI VE MODEL İNDİRGENMESİ**

Osman TONYALI

Hatice SEZGİN

K.T.U.Elektrik-Elektronik Muh.Böl.
61080 TRABZON

ÖZET

Bu incelemede, tanısı istenen, sabit ve zamanla değişmeyen parametrelerden oluşan devingen dizgenin rasyonel bir dizge işlevi ile simgelemlendiğini varsayalım. Mertebesi bilinen bu dizgenin birim vuruş tepkisini açısal sıklıklara göre ayrik ölçtimleri ve özgün devingen dizgenin birim vuruş tepkisi arasındaki karesel yanılginın-katsayılar parametreleri bilinmeyen olmak üzere-minimumlaştırılması için Kuhn-Tucker minimizasyon koşullarından yararlanıldı. Böylece sorun, bilinmeyen katsayılar cinsinden doğrusal, sabit katsayılı cebrik, normal olmayan iki ayrı denklemler takımlarının çözümüne indirgendi. Elde edilen bu denklemler takımlarının daha önce /6/da verilen algoritma ile elde edilen denklemler takımlarının aynısı olduğu görüldü. yapılan belge taramalarında böyle bir tanı çözümüne rastlanmadı.

GİRİŞ

Zamanla değişmeyen ve sabitkatsayılı doğrusal dizgelerin tanısı, t-zaman (veya s-karmaşık değişkeni) bölgesinde, w-açısal sıklık bölgesinde ve z-dönüşügü değişkeni cinsinden olmak üzere üç temel bölgede yapılmaktadır. Bu çalışmada w- açısal sıklık bölgesinde yukarıda anılan özellikleri taşıyan bir dizgenin tanısı ve model indirgenmesi için yeni bir yöntem geliştirildi. Bu yöntem /1-6/da verilen çalışmaların bir genişletilmesidir. Yakın geçmişte Stahl'ın sunduğu yöntemden /4/ esinlenerek farklı u-açısal sıklık noktalarına göre dizge birim vuruş tepkisi ölçümlerinden dizge tanısı ve model indirgenmesi için değişik bir yöntem /6/ geliştirilmişti. Orada tanı sorunu bilinmeyen dizge parametreleri cinsinden sabit parametrelili, doğrusal ve cebrik normal olmayan bir denklemler takımının çözümüne indirgenmiş ve bu denklemler takımının doğrudan çözümü genelleştirilmiş tersalma argoritması /8/ ile gerçekleştirilmişti.

Burada dizge tanısı ve indirgeme sorununun çözümü için belirli kısıtlamaları da göz önüne alarak Kuhn-Tucker /7/ minimizasyonu kullanıldı. Ele alınan dizge, bir girişli bir çıkışlı sabit parametrelili, doğrusal ve zamanla değişmeyen tUrden olup s-Laplace

dönüşüğü değişkeni cinsinden sabit katsayılı iki çok terimlinin oranı biçiminde rasyonel bir işlev ile simgelemlendi. $s=j\omega$ değişkeninde $s=0$ alınarak her bir farklı w açısal sıklık değerlerine karşılık dizge işlevinin (birim vuruş tepkisinin) gerçel ve sanal bölümleri ölçüldüğünü düşünelim. bilinmeyen katsayıları içeren dizge işlevi ile her bir $w_i, i=1,2,\dots,K$ için bu dizge tepkisinin ölçülmüş değerleri arasındaki farkın karesini minimum yapacak biçimde Kuhn-Tucker teoreminin kimi özel koşulları uygulandı. Uygulama gerçekleştirildikten sonra denklemler düzenlenerek daha önce /6/ da elde edilen denklemler takımlarının aynıları elde edildi.

Burada kısıtlama olarak pay-payda katsayılarının hiçbirinin negatif olmama koşulu alındı. Bu koşul dizge modelinin giriş işlevi veya minimum faz işlevlerinden birisinin olacağını ima eder.

Bununla birlikte kısıtlama kullanılmazsa algoritma en küçük kareler minimizasyonuna dönüşmektedir. Bu durumda aktarma işlevlerinin tanısı da yapılabilmektedir.

KAHRAM

Tasarlanacak, doğrusal ve zamanla değişmeyen dizge modelini

$$T(s) = \frac{a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots + a_n s^n}{1 + b_1 s + b_2 s^2 + \dots + b_m s^m} \quad (1)$$

biçiminde tanımlayalım. Tisinin dizgenin birim vuruş tepkisi olduğu varsayımı ile sanal eksen üzerindeki $s=j\omega$ ayrik açısal sıklık noktalarındaki ölçümler için (1) denklemini

$$T(A, j\omega_i) = \frac{a_0 + a_1 (j\omega_i) + a_2 (j\omega_i)^2 + \dots + a_n (j\omega_i)^n}{1 + b_1 (j\omega_i) + b_2 (j\omega_i)^2 + \dots + b_m (j\omega_i)^m} \quad (2)$$

$i=1,2,\dots,K$

olur. Burada $A=Ca$. $a_0, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m$ bilinmeyen katsayılar vektörüdür ve ayrik w_i noktalarında $T(a, j\omega_i)$ nin ölçülen gerçel ve sanal bölümleri sıra ile $R(w_i)$ ve $I(w_i)$ olmak üzere

Q*

$T(Jw,) = R(w,) + jI(w, >$
yazılabilir. (2) ve (3) eşitliklerinden $R(w,)$,
ve $I(u,)$, $T(A, jw,)$ nın sıra ile gerçel ve
sanal bölümlerine karşılık geldiklerinden

$$a \cdot w, \cdot ta, w, ' - \dots \cdot j(a, u, -a, w, \cdot \gg a, u, " - \dots)$$

$$1 - b, w, \gg + b, w, \cdot - \dots + j(b, w, - b, w, \gg + b, w, " - \dots)$$

$$= R(w,) + jI(w, > \quad (4)$$

yazılır ve

$$a \cdot w, \cdot ai + w, \cdot \gg - \dots \cdot I(w,) w, b, + R(w,) w, \cdot b^*$$

$$-I(w,) w, \cdot bj - R(w,) u, \ll b,$$

$$+I(w,) w, \cdot b, + R(w,) w, \cdot b^* - \dots \cdot a \cdot RCu,) \quad (5a)$$

$$w, a, -w, \cdot ai + w, \cdot \gg - \dots - R(w,) M_1 b, + I(w,) w, \cdot bj$$

$$\cdot R(w,) w, \cdot b, - 1(w,) w, \cdot b^*$$

$$-R(w,) w, \cdot b, + I(w,) w, \cdot b, + \dots \cdot s I(w,) \quad (5b)$$

$$i=1, 2, \dots, K \quad \text{Kın}$$

denklemleri elde edilir. Burada sol yanla-
rının bilinmeyen pay ve payda katsayılarına
bağlıdır. Sağ yandaki $R(w,)$ ve $I(w,)$ ise
ayrık $w, , i=1, \dots, K$ ölçümlerinden «ide
edilmiş sabit delerlerdir. (5) denklemlerini
kısaca

$$G(a, , b, w, > ? R(w,) \quad (6a)$$

$$S(a, , b, w,) = I(w,) \quad (6b)$$

biçiminde düzenleyelim. Burada bilinmeyen
parametreler $a, \gg Ca, \gg a^* \dots 1^*, a \ll ta, a \gg a^*$
 $\dots 1^*, b \gg tb, b, \dots b,]^T$ vektörleri hesap-
lanacaktır.

BİLİNMEYEN PARAMETRELERİN MINİMİZASYONU
VE OPTİMAL ÇÖZÜMÜ

Yaklaşık dizgenin $p \ll y$ ve payda katsayı-
larının bulunması sorunu (6a) ve (6b) TTTT
çözümüne indirgenmiştir oldu. (Ba)daki
 $G(a, , b, w,)$ işlevinin $R(w,)$, $i=1, 2, \dots, K$
ölçüm değerleriyle farkının bilinmeyen
katsayılarla (öze en küçük kareler minimi-
zasyonu koşulu

$$\min_E \sum_{i=1}^K tG(a, , b, w,) - R(w,) 3^* , c, \ll \quad (7)$$

olur. Burada $C^* I C, c > C, \dots 3^*$
 $\cdot ta, a, a, \dots b, b, \dots b, 3^*$ Kuhn-Tucker ko-
şullarından // yararlanarak (7) denkle-
minden optimal durumda

$$\sum_{i=1}^K \{ E \cdot CGCa, \cdot , b^* , *II > - R(w,) 3^* > 0, c, fo \quad (8)$$

biçiminde yazabilir. ($\ll$) işaretleri opti-

mal değerleri gösterir, $\nabla_{V_c} = \frac{\partial}{\partial C}$ di; // nı

biçimde (6b) deki $S(a, , b, w,)$ işlevi-
nin $I(w,)$ ölçüm değerleriyle farkının ke-
rese! minimizasyonundan

$$\min_E \sum_{i=1}^K IS(a, , b, w,) - I(w,)]^2 \quad d, 20 \quad (9)$$

yazılır. Burada

$$D = tdi \quad d > \dots \cdot -Ea, a, s, \dots b, b, \dots b,]^T \text{ bir.}$$

Kuhn-Tucher // koşullarındanda

$$\sum_{i=1}^K \nabla_{V_c} IS(a, , b, w,) - I(w,) I^T = 0 \quad D2 \quad 0 \quad (10)$$

side edlir.

Daha bnoc elde «dilen (S) eşitliği açıkça
yazılırsa

$$\sum_{i=1}^K \nabla_{V_c} IS(a, , b, w,) - I(w,) I^T = 0 \quad D2 \quad 0 \quad (10)$$

$$+R(w,) w, \cdot b, - 1(w,) w, \cdot b, - \dots$$

$$\dots -R(w,) w, \cdot b, - 1(w,) w, \cdot b, - \dots \quad (11)$$

ve C_1 lara göre türevi

$$\sum_{i=1}^K \nabla_{V_c} IS(a, , b, w,) - I(w,) I^T = 0 \quad D2 \quad 0 \quad (10)$$

$$+R(w,) w, \cdot b, - 1(w,) w, \cdot b, - \dots$$

$$\dots -\ll * \ll, \gg] \frac{\partial}{\partial C}, ta, -w, \cdot \gg 1 + w, \cdot a, \cdot$$

$$+I(w,) w, \cdot b, +R(w,) w, \cdot b, - \dots] = 0$$

$$j=1, 2, \dots, L \quad (12)$$

$$L = \begin{cases} 1/2 \cdot 1 \dots n & a \text{ çift için} \\ (n+1)/2 \cdot n & a \text{ tek için} \end{cases} \quad (13)$$

olur. Sonucun aatrlstl biçim gettirilmesiyle

biçiminde yazılabilir. ;19) denklemler ta-
kımı normal biçimdeyse yani $K=L$ seçilmişse
kolayca çözülüp çift indisli a , katsayıla-
rı (a_i si-tün vektörü) ve tüm b , sütun
vektörü b_j leri hesaplanır. Eğer $n \neq m$
olmayan biçimdeyse ($K \neq L$) genel leşti-
riş ters olma ile (19) dan

$$Q^T \cdot Q \cdot C = Q^T \cdot R$$

$$C = [Q^T \cdot Q]^{-1} \cdot Q^T \cdot R$$

hesaplanır.

(20) denklemler takımında bilinmeyenler
sütun vektörü olarak alınan D vektörü (19)
ile hesaplanan n tane b , katsayılarını
da içermektedir.

Aritmetik düzenlemelerle ve

$$D = t \cdot a, a^* \dots b, b_i \dots b_n \cdot J^T$$

$$D \gg t \cdot a, b \cdot 1^T \quad (21)$$

$$P \gg \text{İPİ} \quad P_2 :$$

tanımı yapılarak <20> yerine

$$[P_1 \quad P_2 \quad 1 \begin{bmatrix} a \\ \dots \\ b \end{bmatrix}] \cdot I \quad (22)$$

yazılabilir. Burada P_1 in boyutu $K \times r$, a ,
nin boyutu m i dir ve

$$r = \begin{cases} a/2 & \text{çift} \\ u < m/2 & \text{tek} \end{cases}$$

dir. P_2 nin boyutu $n \times n$ dir. (22) düzenler-
sek

$$\begin{aligned} P_1 - a, &= !-P_2 \cdot b \\ P_1 - a, &= U \end{aligned} \quad (23)$$

<id* <diğer. (23) denklemi her durumda
noraal olunan biçimdedir. Çünkü $K > n$ ol-
ması koşulu başlangıçta kabul edilmiştir.
Ayrıca $n > 0$ olması koşulu vardır. Bu da
 $K \cdot I \cdot T$ yi gerektirir. Bundan dolayı genel-
leştirilmiş ters alna ile (23) yerine

$$P_1^T \cdot P_1 \cdot a, = P_1^T \cdot U$$

$$a, = (P_1^T \cdot P_1)^{-1} \cdot P_1^T \cdot U$$

yazılarak, bilinmeyen tek indisli pay kat-
sayı landa hesaplanmış olur ve tü>

$A \gg la \gg a, \dots a, b, b, \dots b, :$ vektörü bulun-
ur.

SONUÇ

Bu çalışmada sabit katsayılı doğrusal bir
girişli -bir çıkışlı 7.sınıfına değin; m{>«-n
bir dizgenin farklı w-3Çi5:1! y1U11I: o!;MM-
Serinden yürütülerek tanıcı i^;1 t.ii y.»n.
tem geliştirildi. Burada dizgenin h: iirum:-
yen parametreler ve w,, (w,* Wj ^ 3>rık
açısal sıklıklarına bağlı birim vuruş
tepkesi ile bu tepkenin aynı ayırık açısrl
sıklıklara göre ölçümler arasındaki fjrkin
karesinin belirli Kuhn-Tucker k'. sı^ lan.. Li-
ri altında/7/minimumIaştırı lması suretiyle
elde edilen doğrusal cebrik denklemler
takımları, daha önce bu tanı sorununun ço-
zümü için geliştirilen bağıntıların /6.
aynıları olduğu görüldü. /6/ da hazırlanan
bilgisayar yazılımında yeteri kadar sayı-
sal örnekler koşturulduğundan burada yeni-
den aynı sayısal örneklerin verilmesine
gerek görülmedi.

Bilinmeyen sabit katsayıların sıfırdan bü-
yük olma koşulu hesaplanacak rasyonel iş-
levin s-karmaşık sıklık bölgesinde bir gi-
riş işlevine yada minimum fazlı bir dizge-
nin aktarma işlevine karşılık gelebilir.
Kısıtlamasız biçimde Kuhn-Tucker teoremi
kullanılırsa yöntem yanlış karesinin mi-
nimumlaştırılması ile en küçük kareler mi-
nimizasyonu algoritmasına dönüşür.

KATMAKÇA

1. Levy.E.C. , "Complex Curve Filling", IRE
Trans.on Auto.Cont.AC-4,no:1,May 1959.
2. San>tanan,C.K.and Koerner,J."Transfer
Function Synthesis as a Ratio of Two
Complex Polinoraials", IEEE Trans.on Auto
Cont.AC-B, pp 37-43,1963.
3. Payne.P.A,"An Improved Technique For
Transfer Function Synthesis From Fre-
quency Response Data", IEEE Trans.on Auto
Cont. AC-15,Aug.1970.
4. Stahl,H., "Transfer Function Synthesis
Using Frequency Response Data",INT.J.
Cont.Vol.39.No 3, pp.541-550,1984.
5. Tonyalı,O.,Sezgin,H."Dizge İşlevinin ve
İndirgenmiş Modellerinin <-açısal Fre-
kans Ölçümlerinden Doğrudan Hesabı",
Elektrik Müh. 3. Ulusal Kongresi 1989,
pp.512-515.
6. To-nyalı,O.,Sezgin,H. , "Ayrık Açısal Sık-
lık Ölçümlerinden Dizge Tasarı-
mı", El k.MUH.4 cii Ulusal Kongresi Proce-
ding, Eylül 1991.
7. Uismer.D.A. and Chattergy,R., "Introduc-
tion to Nonlinear Optimization",pp.100-
102. North Holland Pub.,1979.
8. Cambell, S.L and Meyer C.D Jr. "Genera-
lized Inverses of Linear Transforraation"
Pitnan Pub.Ltd.,1979.