

Genetik Algoritma Kullanılarak Sonlu Uzunluklu Katsayılı Sonsuz Darbe Tepkili Sayısal Filtre Tasarımı

Design Of Digital IIR Filter With Finite Word Length Coefficients Using Genetic Algorithms



Arif DURAMAZ
Elektrik-Elektronik Mühendisi
arifduramaz@gmail.com



Prof. Dr. Arif NACAROĞLU
Elektrik-Elektronik Mühendisi
arif1@gantep.edu.tr

Özetçe: Bu çalışmada sonlu uzunluklu katsayılar kullanılarak sonsuz darbe tepkili sayısal filtre tasarlanması için sezgisel yaklaşım metodlarından olan genetik algoritma kullanılmasına ilişkin bir çalışma yapılmıştır. Normalleştirilmiş ve sonlandırılmış katsayılardan oluşturulan olası çözümler havuzu içerisinde genetik algoritma kullanılarak en uygun çözümün seçilmesini sağlayan bir program hazırlanmıştır. Bu program en uygun katsayıların seçilmesini sağlarken filtrenin derecesini de en uygun olacak şekilde seçmektedir.

Genetik algoritmanın parametrelerinden olan mutasyon işlemi için genetik algoritmanın iterasyon sayısını düşürmeyi hedefleyen yerel arama algoritması önerilmiştir. Ayrıca sonlandırılmış katsayılar en fazla 6 bit uzunluğunda, 2'nin pozitif ve negatif kuvvetlerinin toplamları ve farkları şeklinde oluşturularak filtrenin pratikte kullanım imkanlarının artması ve çalışma hızı yönünden daha verimli olması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: sonlu katsayı; genetik algoritma; sonsuz darbe tepkili filtre; yerel arama algoritması.

Abstract: In this work, a method for the application of the genetic algorithm to design a digital infinite impulse response (IIR) filter with finite word length binary coefficients is given. Program selects the best coefficients and minimum order among the coefficients and orders in the population. We have prepared a program that allows selection of the most suitable solution from within the pool of possible solutions that are created from normalized and finite word length coefficients. This program provides the most suitable coefficients and optimal order is selected.

Genetic algorithm which aims at reducing the number of iterations for the mutation process of the genetic algorithm parameters have been proposed local search algorithm. Coefficients have been selected in the pool that are occurred less than 6 bits in size and consist of sum of power of 2 coefficients. So in practice, aimed to increase the opportunities to use and quick response of the filter.

Keywords: finite word length coefficients; genetic algorithm; infinite impulse response filters; local search algorithm.

1. SAYISAL FİLTRELER

Haberleşme sistemlerinde, sayısal işaret işleme uygulamalarında sıkça kullanılan sayısal filtrelerin tasarımında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Sistem davranışı ve parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan uyarlanabilir filtreler, ses ve görüntü iyileştirilmesinde kullanılan sabit katsayılı filtreler, görüntü işlemede kullanılan 2 ve 3 boyutlu filtreler genel olarak sonlu ve sonsuz darbeleri filtreler olarak iki temel yapıdadırlar.[1,2] Doğrusal açılı özelliği, sürekli kararlı olması, kolay tasarlanabiliyor olması sonlu darbeleri filtrelerin avantajları olarak bilinse de, sonsuz darbeleri filtreler göre uzun olmaları hem yazılım hem donanım açısından sonsuz darbeleri filtreleri avantajlı yapar. Hem sonlu, hem sonsuz darbeleri sayısal filtre tasarımında temel amaç filtrenin girişi ve çıkışı arasındaki fark denkleminde elde edilen transfer fonksiyonundaki katsayıları bulmaktır. Literatürde bu katsayıların bulunması amacıyla, Fourier serilerinin kullanılması, sürekli filtre transfer fonksiyonlarının s-z dönüşümleri, sayısal yaklaşım metodları gibi çeşitli yöntemler mevcuttur.[3,4] Son yıllarda bilgisayar sistemlerinin hızlanması ve kapasitelerinin artması filtre



tasarımında genetik algoritma kullanımını arttırmıştır.

Bu çalışmada genetik algoritma parametrelerinden olan başlangıç çözüm havuzunun, uygunluk fonksiyonunun ve mutasyon tekniğinin iyileştirilmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Başlangıç çözüm havuzu filtrenin tepki hızını arttırmak amacı ile 2-i ($i=1, 2, 3...$)'nin toplamlarından ve farklarından oluşan katsayılardan meydana getirilmiştir. Uygunluk değerini belirlemek için oluşturulan uygunluk fonksiyonu tasarlanan filtrenin derecesi ile ideal filtre arasındaki hata oranı baz alınarak yazılmıştır. Elde edilen sonuçların doğruluğu filtrelerin kazanç ve faz eğrilerinin tasarlanması istenen eğrilerle karşılaştırılması ile gösterilmiştir.

2. GENETİK ALGORİTMA

Genetik algoritma bir evrimsel hesaplama metodu olup, ele alınan probleme ilişkin olası çözümler grubu (başlangıç popülasyonu) ile çalışmaya başlar. [5] Bu çözümlerin her biri doğadaki gibi bireyleri temsil eder ve eşleştirilip çoğalması sağlanır. Başlangıç popülasyonundaki bireylerin çiftleştirilmesi için seçilen bireyler (ebeveynler) uygunluk değerlerine göre en uygun bireyin seçilme ihtimalinin fazla olacağı şekilde belirlenir. Genetik algoritmada yeni bireyin oluşması biyolojik aşamalara benzer şekilde olur. Seçilim, çoğalma, çaprazlama, ve mutasyon işlemlerinin uygulanması ile optimal bir çözüm araştırılır. En iyi birey her zaman hayatta kalır.

Bu çalışmada Şekil 1' de verilen genetik algoritma adımları kullanılmıştır. Yerel arama algoritması, genel uygulanan yöntemlerden farklı olarak, çaprazlama sonu-

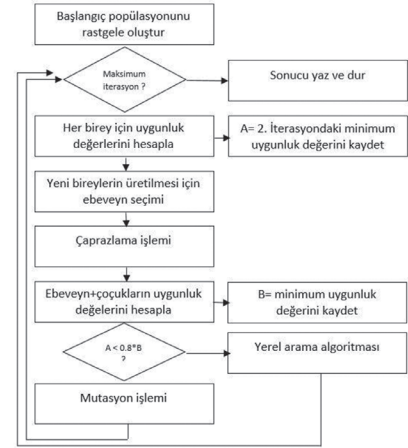
cunda elde edilen en iyileri ayıklayarak ve çoklayarak en iyiler arasında her bireyi tek nokta mutasyonuna uğratmakta ve yeni popülasyonu oluşturmaktadır. Bu algoritma ile genetik algoritmanın iterasyon değerinin azaltılması amaçlanmıştır.

Önerilen algoritmada başlangıç değerleri, n uzunluktaki 2-i'nin toplamlarından ve farklarından oluşan popülasyon havuzundaki sayılardan rastgele seçilmektedir. Filtrenin derece aralığı, katsayı uzunlukları, popülasyon büyüklüğü, iterasyon sayısı, çaprazlama ve mutasyon oranları girdi olarak verilerle algoritmanın koşutlanması gerçekleştirilmektedir.

3. YEREL ARAMA ALGORİTMASI

Bu algoritma popülasyondaki bireylerin hata değerlerine göre çoğalmasını sağlamaktadır. Uygunluk fonksiyonu ile hesaplanan, en iyi çözümün uygunluk değerinde görülen ani düşmeler yerel arama algoritmasını devreye girdirmektedir. En iyi çözümün uygunluk değerinde görülen ani düşmeler bize o iterasyondaki popülasyonda istenilen değere yaklaşıldığını haber verir. Bu popülasyondan alınan belli sayıdaki en uygun bireyler kopyalanarak yeni popülasyon oluşturulur ve bu popülasyonun her bir bireyi tek nokta mutasyonuna uğratılır. Bu popülasyon bir sonraki iterasyona girerek genetik algoritma sonlandırma kriterine göre çalışmaya devam eder. Şekil 1'de önerilen genetik algoritma akış diagramı gösterilmiştir. İkinci iterasyonda kaydedilen en uygun değer (A olarak gösterilmiştir.) daha sonraki iterasyonlarda kaydedilen en uygun değer (B olarak gösterilmiştir.) ile karşılaştırılmıştır. Bu iki değer arasında görülen % 20 lik bir düşme yerel arama

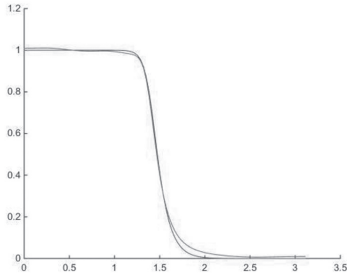
algoritmasını devreye almaktadır.



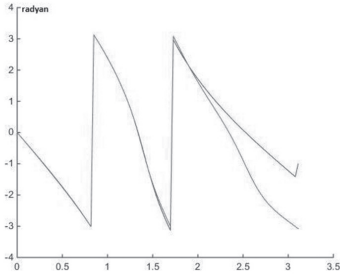
Şekil 1. Önerilen genetik algoritma akış diagramı

4. ÖRNEK

Bu çalışmada sunulan yerel arama algoritması, geçiren band kesme frekansı 9600 Hz., durduran band kesme frekansı 12000 Hz., örnekleme hızı 48000 Hz., geçme ve durdurma kazanç değerleri 1 ve 80 db olan ideal alçak geçiren filtrenin tasarlanması için uygulanmıştır. Program girdileri olarak minimum ve maksimum filtre dereceleri 5 ve 10, istenen katsayı uzunluğu 6 bit olarak verilmiştir. Popülasyon büyüklüğü 40000, çaprazlama oranı 0.9, mutasyon oranı 0.05 ve turnuvaya katılan birey seçim sayısı 40 olarak alınmıştır. Genetik algoritma uygulanarak elde edilen kazanç ve faz eğrileri Şekil 2 ve 3'de verilmiştir. Kazanç eğrileri uygulanan algoritmanın özellikle band geçiren bölgede istenen eğriye oldukça yakın kazancın elde edildiğini göstermektedir. Örnekleme hızı giriş frekansının 2 katından daha büyük seçildiğinden durduran bandın yüksek değerlerinde oluşan faz kayması pratikte bir sorun oluşturmayacaktır.



Şekil 2. Genlik cevabı sonucu
(domeynde 3.14=24 kHz)



Şekil 3. Faz cevabı sonucu
(domeynde 3.14=24 kHz)

Genlik cevabı ve faz cevabı gösterilen digital filtrenin transfer fonksiyonu aşağıda Tablo 1'de gösterilmiştir.

a0	0	b1	0,671875
a1	0,015625	b2	0,828125
a2	0,09375	b3	-0,25
a3	0,265625	b4	0,3125
a4	0,46875	b5	0,640625
a5	0,546875	b6	-0,984375
a6	0,359375	b7	0,625
a7	0,046875	b8	-0,1875
a8	-0,09375	b9	-0,03125
a9	-0,03125	b10	0,03125

$$H = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3} + \dots + a_9 z^{-9}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + b_3 z^{-3} + \dots + b_{10} z^{-10}}$$

Tablo 1. Transfer fonksiyonu

Tablo 2'de ise önerilen yerel arama algoritması ile standart genetik algoritma arasındaki iterasyon farkı örnek bir minimizasyon probleminde gösterilmiştir. Bu örnek, tüm şartların eşitliğinde popülasyon büyüklüğü 30000 olarak ve rastgele atanan değer-

leri tohumlama yaparak elde edilmiştir. Görüldüğü üzere standart genetik algoritma ile 10. iterasyonda yakalanan değer, yerel arama algoritması ile 6. iterasyonda geçilmiştir. Böylelikle genetik algoritmanın çalışma süresi hemen hemen yarıya düşmektedir ve daha kısa sürede daha uygun sonuçlar elde edilmektedir.

İterasyon sayısı	Standart Genetik Algoritma ile Uygunluk Değeri Sonuçları	Yerel Arama Algoritması ile Uygunluk Değeri Sonuçları
1. İterasyon en iyi uygunluk değeri	47.7486	47.7486
2. İterasyon en iyi uygunluk değeri	37.072	37.072
3. İterasyon en iyi uygunluk değeri	26.8864	26.8864
4. İterasyon en iyi uygunluk değeri	22.5677	22.5677
5. İterasyon en iyi uygunluk değeri	15.1476	9.39895
6. İterasyon en iyi uygunluk değeri	12.4034	5.6548
7. İterasyon en iyi uygunluk değeri	8.33999	4.93245
8. İterasyon en iyi uygunluk değeri	6.43562	3.43572
9. İterasyon en iyi uygunluk değeri	6.43562	3.43572
10. İterasyon en iyi uygunluk değeri	6.28071	3.04787

Tablo 2. Standart genetik algoritma ile yerel arama algoritmasının iterasyon sayısına göre uygunluk değerleri karşılaştırması

5. SONUÇ

Bu çalışmada, sonsuz darbe tepkili filtrelerin sonlu uzunluktaki katsayılar kullanılarak tasarlanabilmesi için yeni bir genetik algoritma sunulmuş ve alçak geçiren bir filtrenin tasarımında uygulanmıştır. Sonsuz Darbe Tepkili Filtre tasarımlarında kullanılan bilinen yöntemlerle, öncelikle sürekli frekans domeyninden ayrık frekans domeynine geçişte kullanılan dönüşüm ilişkilerindeki faz kaymaları önerilen yöntemle ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca sayısal yaklaşım metodu da yaklaşımda

minimum hatanın bulunmasını garanti etmeyebilmektedir. Bu nedenlerle Genetik Algoritma kullanılarak elde edilen transfer fonksiyonları, bilinen yöntemlerle elde edilen transfer fonksiyonları ile kıyaslandığında daha iyi bir performans göstermektedir. Diğer yöntemler kullanılarak elde edilen kazanç eğrisine ait filtre katsayıları sonsuz bit uzunluğundayken bu çalışmada verilen algoritma ile elde edilen ve istenen şartları sağlayan filtrenin katsayılarının bit uzunlukları 6 ile sınırlandırılmıştır. Katsayıların sonlu uzunlukta olması hem donanım



hem yazılım olarak avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca önerilen yerel arama algoritması iterasyon sayısını önemli ölçüde azaltmıştır. Böylece daha az iterasyonda sonuca ulaşılmıştır.

6. KAYNAKÇA

[1]A. Antoniou, Digital Filters: Analysis and Design, McGraw-Hill, 1979. Also translated into Russian and published by Radio and Communications, Moscow in 1983, and reprinted in India by Tata McGraw-Hill and in Taiwan by The Southeast Book Company. Digital Signal Processing Using MATLAB and Wavelets (0-9778582-0-0), by Michael Weeks, is a new book to appear in September, 2006, published by Infinity Science Press (now part of Jones & Bartlett)

[2]A.Lee, M. Ahmadi, G.A. Jullien, W.C. Miller, and R.S. Lashkari. 'Digital Filter Design Using Genetic Algorithm' Department of Electrical Engineering, University of Windsor, Windsor, Ontario, N9B 3P4, Canada *Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, University of Windsor, Windsor, Ontario, N9B 3P4,Canada

[3]Shing-Tai Pan 'A canonic-signed-digit coded genetic algorithm for designing finite impulse response digital filter' Department of Computer Science and Information Engineering, National University of Kaohsiung, No. 700, Kaohsiung University Rd., Nan Dis., Kaohsiung 811, Taiwan, ROC

[4]H. Karci, G. Tohumoğlu and A.Nacaroğlu, 'Specciation based genetic algorithm in analog circuit desing', Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences, (accepted)

MÜHENDİS, MİMAR VE ŞEHİR PLANCILARI İÇİN 2018 YILI ASGARİ ÜCRETİ BELİRLENDİ

TMMOB Yönetim Kurulu; 2018 yılı için mühendis, mimar ve şehir plancıları için ilk işe girişte baz alınacak asgari ücreti 3 bin 750 TL olarak belirledi. Alınan kararla birlikte geçen yıl için tespit edilen 3 bin 500 TL'lik mühendis asgari ücreti yüzde 7.14 oranında artırılmış oldu.

6235 Sayılı Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Kanunu hükümlerine dayanarak, TMMOB Ana Yönetmeliği'nde yer alan "Birliğin ve Bağlı Odaların Amaçları" maddesi uyarınca her yıl TMMOB Yönetim Kurulu tarafından açıklanan mühendis, mimar ve şehir plancıları asgari ücreti 2018 yılı için brüt 3 bin 750 TL olarak tespit edildi.

TMMOB Yönetim Kurulu'nun 9 Aralık 2017 tarihli toplantısında "Ücretli çalışan mühendis, mimar ve şehir plancıları için 2018 yılı ilk işe giriş bildirgesinde baz alınacak asgari brüt ücretin 3750 TL olarak belirlenmesine; Odalarınca belgeli çalışmanın koşul olduğu uzmanlık alanlarında, mesleki deneyimin arandığı alanlarda, şantiye şefliği, sorumlu müdürlük, iş güvenliği uzmanlığı, yapı denetim elemanı, daimi nezaretçi, uzak yol kaptanlığı vb. hizmetlerde asgari ücret uygulanmayacağını, bu durumda olan mühendis, mimar, şehir plancılarının ücretlerinin alınan sorumluluk gereği belirlenen asgari ücretin üzerinde olmasına" karar verildi.

2018 YILI EN AZ ÜCRETLERİ BELİRLENDİ

Elektrik, elektronik, biyomedikal ve kontrol mühendisliği hizmetlerinde 2018 yılı için uygulanacak en az ücretler ile ilgili kurallar belirlenerek kitap olarak yayımlandı. En az ücret tanımlarının yanı sıra, yönetmelikler, tip sözleşmeler, yönerge ve çizelgeler ile ölçüm raporlarına yer verilen kitap, EMO'nun İnternet sayfasından e-kitap olarak da indirilebilir.

Elektrik Mühendisleri Odası'nın (EMO) 1-3 Nisan 2016 tarihli 45. Olağan Genel Kurulu'nun verdiği yetki ve EMO En Az Ücret ve Mesleki Denetim Uygulama Esasları Yönetmeliği uyarınca her yıl olduğu gibi 2018 yılı için de mühendislik hizmetleri için uygulanacak en az ücretler ile ilgili kurallar EMO Yönetim Kurulu tarafından belirlenerek kitap olarak yayımlandı.

"2018 Yılı Elektrik-Elektronik-Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri" adlı kitapta, elektrik, elektronik, biyomedikal ve kontrol mühendisliği hizmetlerine ilişkin yönetmelikler, sözleşmeler, test, ölçüm, muayene raporları, en az ücretlerin uygulama esasları, yapı sınıfları, bölgesel azaltma katsayıları ve 2018 yılı en az ücret tanımları yer alıyor. Toplam 185 sayfa ve 7 bölümden oluşan kitap İnternet üzerinden erişime açıldı.

2018 Yılı Elektrik-Elektronik-Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri kitabına web sayfamızdan ulaşabilirsiniz.

