

Wavelet Teorisinin Medikal Alana Ugunlanması

Üzerine Bir Ön Çalışma

Özlem Coşkun, Selçuk Çömlekçi

Süleyman Demirel Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta
oulukut@mmf.sdu.edu.tr, scom@mmf.sdu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada EKG sinyali kaydedilirken cep telefonundan meydana gelen gürültünün Wavelet analizi yöntemi ile süzülmesi incelenmiştir. Wavelet metodu EKG sinyalinin zaman-frekans karakteristiğinin tanımlanması için verimli bir methottur. Wavelet metodu medikal uygulamalar, radr, akustik sistemler ve veri sıkıştırımda kullanılmaktadır. Bu method sayesinde EKG sinyalin tüm özelliklerini, filtrelenmiş gürültüyü ve veri sıkıştırımayı gözleyebildik.

Anahtar Kelimeler: EKG, Wavelet, Gürültü süzme

Abstract: In this study, we observed filtering the mobile phone interference on ECG signal via wavelet analysis method in this study. Wavelet analysis method is the efficient method for defining the time-frequency characteristic of ECG signal. The late decade, tend to use of the wavelet method increased is observed. Wavelet method is used in the medical applications, radar, acoustic systems, data-compressed. With wavelet method, we can observe all of the property of ECG signal, filtering noise and data-compressed.

Keywords: ECG, Wavelet, De-noising

1. Giriş

Teknik gelişmelerin özellikle elektronik konusunda ulaştığı nokta ve her gün daha hızlı ilerleyen teknoloji bütün bilim ve uygulama alanlarını olduğu gibi tıp bilimin de büyük ölçüde etkilemektedir. Bunun sonucunda tıp alanında teşhiste ve tedavi çalışmalarında elektronik cihaz kullanımı yaygınlaşmıştır. Biyoelektriksel işaretler dediğimiz yani insan bedeninde oluşan ve elektrotlarla deri üzerinden kolayca aktarılabilen elektriksel işaretlerin ölçüm zinciri şu bölümlerden oluşur. Ölçüm nesnesi (insan), elektrotlar, kuvvetlendirici, filtre ve görüntü aygıtı. Kalp aksiyon gerilimlerini (EKG) ölçerken gerilim değişimlerini ölçmekteyiz. Kalbin atışlarıyla meydana gelen işaret deri üzerinden aktarılabilen en büyük genlikli işarettir. Tıbbi teşhiste bedendeki “akım kaynaklarına” doğrudan ulaşabilmenin mümkün olmaması nedeniyle deri üzerinden aktarılabilen aksiyon potansiyelleri ile yetinilmek zorunda kalılır.

2. EKG

İnsan vücudu üzerinde algılanılabilen ve kalbin elektriksel aktivitesinin sonucu olarak ortaya çıkan belli tipteki biyolojik işaretlere elektrokardiyogram, elektrokardiyografik işaret, EKG işareti veya kısaca EKG denir. EKG işaretlerinin gösterilmesini veya kaydedilmesini sağlayan cihazlara elektrokardiyograf ve EKG ile ilgili sistemlere de genel olarak elektrokardiyografi denir.

Kalbin çalışması sırasındaki bozukluklarının iyi bir göstergesi olan ve insan vücudu üzerinden operasyon yapmadan kolaylıkla elde edilebilen EKG işaretleri işlenme ve yorumlanma açısından büyük önem taşımaktadır. EKG sinyalinin iç direnci 10-100k, yüksüz gerilimi 1mV ve frekansı 0.15-300Hz arasındadır. Ama genellikle 0.67-40Hz arasında anlamlıdır [6].

3. Dalgacıkların Tarihçesi

Dalgacık dönüşümü yaklaşık 10 – 15 sene önce matematikçiler tarafından ortaya atılmış bir sinyal işleme tekniğidir. Tarihsel gelişim yönünden dalgacık analizi yeni kullanılmaya başlanmış bir yöntem olup, temeli Joseph Fourier'e kadar uzanmaktadır. Fourier dönüşümünün tersine, dalgacık dönüşümü ile her bir zaman aralığında sinyalin hem alçak (A) hem de yüksek frekans bileşenlerini (D) hesaplamak mümkündür. Bu yöntemle frekansı zamanla değişen sistemlerin analizi ve geçici durum analizleri oldukça hassas bir şekilde yapılmaktadır [3].

Dalgacık serileri bir çok farklı alana uygulanabilen bir yöntem olup, bunlar arasında uygulamalı matematik, sinyal işleme teknikleri, ses ve görüntü sıkıştırma teknikleri başta gelmektedir. Dalgacıklar ilk olarak Jean Morlet ve A. Grossman tarafından coğrafi bilgi sistemleri için kullanılmaya başlanmıştır. Gerçekte, dalgacıkların temel başlangıcı Joseph Fourier'e ve O'nun Fourier dönüşümüne kadar gitmektedir. 1807'den sonra Fourier denklemlerinin ortaya çıkmasıyla matematikçiler sinyali tanıma için frekans alanında çalışmaya yöneldiler. Dalgacıklar ilk olarak Haar dalgacık olarak adlandırılan Haar'ın tezinin ekler kısmında görülmüştür. Haar dalgacıklar bazı sınırlı uygulamalar için geçerli olup, bilinen en basit ve en eski dalgacık fonksiyonudur.

1977'lerde Esteban ve Galand yeni bir süzgeç kavramını ortaya attı ancak bu yolla ana sinyalin yeniden elde edilmesinde hata çok yüksekti. Dalgacık terimi ilk kez 1984'de Morlet ve Grossman tarafından kuantum fiziği çalışmalarında kullanıldı. 1987'de Mallat dalgacık ve süzgeç grupları arasındaki ilişkiyi ortaya çıkardı. Meyer kendi adıyla anılan ilk dalgacıkları ortaya attı. Bu Haar dalgacıklarının aksine, sürekli uygulamalarda kullanılabilen bir fonksiyon idi. Yıllar geçtikçe, Ingrid Daubechies bir takım dik tabanlı dalgacık serilerini ortaya atarak günümüzdeki birçok uygulamaya temel teşkil etmiştir. Tanım olarak, bir dalgacık, or-

talama değeri sıfır olan ve zamanla sınırlı bir dalga şeklindedir. Zaman ekseninde kaydırma ve ölçekleme parametreleri dalgacıkların temelini oluşturmaktadır [1].

Fourier serilerinin temel fonksiyonları sinüs ve kosinüs ifadelerinden meydana gelmektedir. Buna karşın çok sayıda dalgacık fonksiyonları vardır. Dalgacık dönüşümü değişik uzunlukta-ki bölgeleri kapsayan pencereleri içeren yeni bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır [2, 4].

Wavelet metodu kullanarak bir sinyalin ayrıştırılması ve tekrar oluşturulması genel olarak üç aşamadan oluşur [5].

- 1) Ayrık wavelet dönüşümü kullanarak sinyalin bileşenlerine ayrılması,
- 2) Ortaya çıkan katsayıların thresholding metodlarıyla yumuşatılması,
- 3) Threshold yapılmış ayrık wavelet katsayılarından tekrardan orijinal sinyalin oluşturulması [6].

4. Gürültünün Wavelet ile Süzülmesi

Bu çalışmada EKG sinyali kaydedilirken cep telefonundan meydana gelen gürültünün Wavelet analizi yöntemi ile süzülmesi incelenmiştir. Wavelet analizi mother wavelet veya analitik wavelet diye adlandırılan fonksiyon tarafından yapılmaktadır.

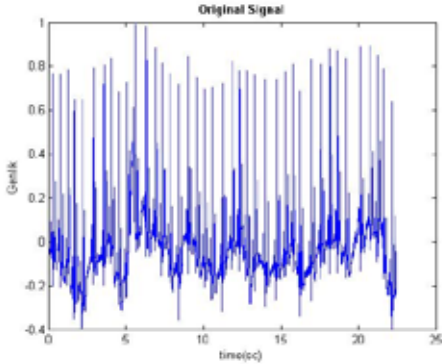
Haar		Coiflet		Symmlet	
	Varyans		Varyans		Varyans
haar	9.99e-16	coif1	3.76e-12	sym2	2.08e-12
		coif2	3.38e-11	sym3	2.35e-11
		coif3	8.20e-13	sym4	1.57e-12
		coif4	3.82e-11	sym5	4.75e-13
		coif5	7.29e-09	sym6	2.30e-12
				sym7	1.76e-12
				sym8	4.38e-13

Tablo 1. Wavelet Ailesi

Daubechies		Biorthogonal	
	Varyans		Varyans
db02	2.08e-12	bior1.3	1.11e-15
db03	2.35e-11	bior1.5	1.55e-15
db04	3.76e-12	bior2.2	1.33e-15
db05	5.68e-12	bior2.4	8.88e-16
db06	2.91e-12	bior2.6	9.99e-16
db07	4.55e-12	bior2.8	1.11e-15
db08	9.53e-12	bior3.1	1.44e-15
db09	8.72e-11	bior3.3	1.22e-15
db10	1.04e-11	bior3.5	1.33e-15
db11	2.73e-13	bior3.7	1.33e-15
db12	2.30e-13	bior3.9	1.55e-15
db13	8.32e-14		
db14	2.04e-12		

Tablo 2. Wavelet Ailesi

Burada Tablo 1 ve Tablo 2'de görüldüğü üzere Bi-orthogonal (1,1'den3.9'a), Coiflet (coif1'den5'e), Haar, Daubechies ve Symmlets wavelet ailelerini ele alınmıştır. Her bir wavelet ailesiyle wavelet dönüşümünü kullanarak EKG sinyali ayrıştırılmıştır ve sonra yeniden bu katsayılardan sinyal elde edilmiştir. Yeniden oluşturulan sinyal orijinal EKG sinyalinden istatistiksel analiz yapılarak hatanın bulunabilmesi için çıkarılmıştır.

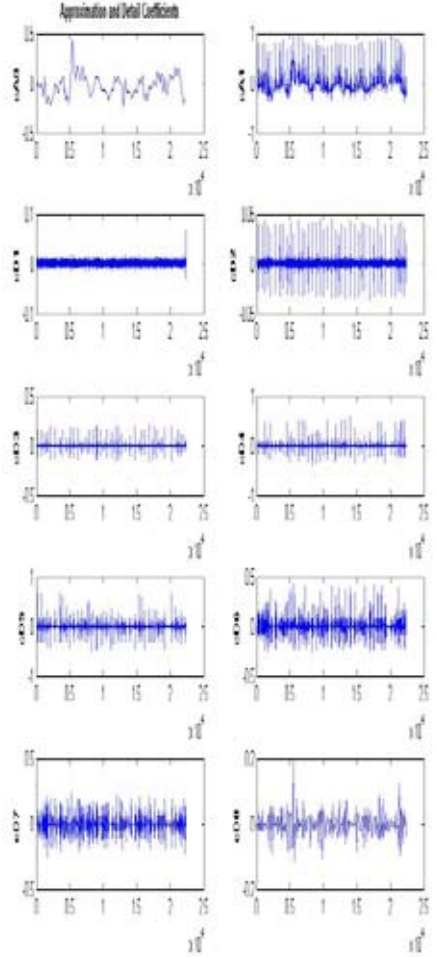


Şekil 1. Gürültülü EKG sinyali

En düşük hata, yani orijinal EKG sinyaline en yakın sinyal 9.99E-16 hata ile bior2.6 wavelet ile bulunan sinyal olmuştur. Bundan dolayıdır ki işlemlerimizde bior2.6 wavelet fonksiyonu kullanılmıştır. Şekil 1'de cep telefonunun etkileşiminden meydana gelen gürültülü EKG sinyali görülmektedir.

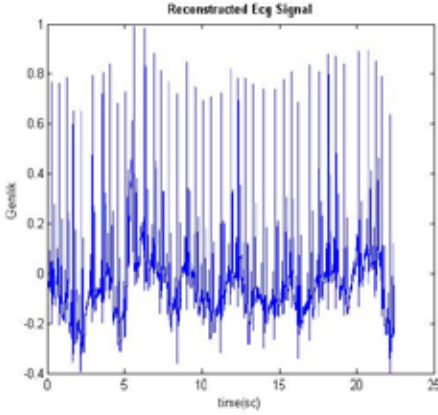
Şekil 2'de, Şekil 1'deki EKG sinyalinin ayrık wavelet dönüşümü kullanılarak 8.seviye ayrıştırılması ile approximation (cA), (cD) detail olmak üzere aşağıdaki katsayılar verilmiştir.

$\mathcal{A}_8, \mathcal{D}_1, \mathcal{D}_2, \mathcal{D}_3, \mathcal{D}_4, \mathcal{D}_5, \mathcal{D}_6, \mathcal{D}_7, \mathcal{D}_8$



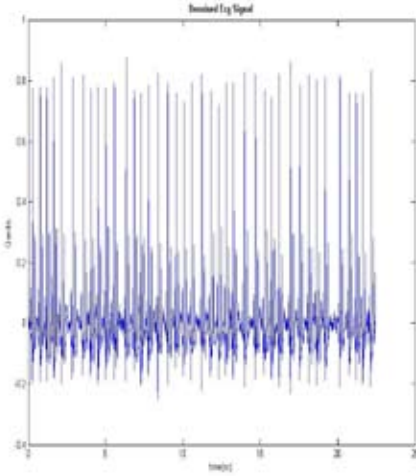
Şekil 2. EKG sinyalinin 8.seviyeye ayrıştırılmış hali

Approximation katsayıları sinyalin alçak frekanslı bileşenlerini, detail katsayıları ise sinyalin yüksek frekanslı bileşenlerini göstermektedir. Şekil 3 ise bu katsayılardan tekrar oluşturulan gürültülü EKG sinyali görülmektedir.



Şekil 3. Tekrar Oluşturulan Gürültülü EKG Sinyali

Şekil 4'de EKG sinyalinin bior2.6 Wavelet Fonksiyonu kullanarak soft thresholding yapılarak filtrelenmiş EKG sinyali görülmektedir.



Şekil 4. Filtrelenmiş EKG Sinyali

5. Sonuçlar

Bir sinyalin frekans domenindeki özelliklerini görmek istediğimizde Fast Fourier Transform (FFT) kullanılmaktadır.

FFT ile mükemmel bir frekans çözünürlüğü elde edilmesine karşın sinyalin zaman çözünürlüğü tamamen kaybedilmiştir. Yani EKG

sinyalinin FFT ile frekans domenindeki frekans bileşenlerinin belirlenebilmesine rağmen bu frekans bileşenlerinin hangi zaman aralıklarında olduklarının belirlenmesi mümkün değildir.

Ayrıca Wavelet dönüşümü kullanılarak zaman aralıkları rahatlıkla belirlenebilmiştir. Buradaki EKG sinyali frekans içeriği zamanla değişen bir sinyal olduğu için bu metotla oldukça tatmin edici sonuçlar alınmıştır. Ayrıca bu metotla EKG sinyalinin tüm özellikleri saptanmış ve gürültünün süzülmesinde tatmin edici sonuçlar alınmıştır.

6. Kaynaklar

- [1] Croisier, A., Esteban, D., and Galand, C., Perfect Channel Splitting by Use of Interpolation/Decimation/TreeDecomposition Techniques. In Int. Conf. On Info. Sciences and Systems, Greece. 443–446,1976.
- [2] Kocaman, Ç., Dalgacık Tabanlı Transformatör Koruma Algoritması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, 2003.
- [3] Mintzer, F., Filters for Distortion-free Two-band Multirate Filter Banks, IEEE Trans. Acoust., Speech, and Signal Proc. 33(3):626–630,1985.
- [4] Polikar, R., The Wavelet Tutorial Lecture Notes, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Rowan University, 2001.
- [5] Smith, M. J. and Barnwell, T. P. III. A Procedure for Designing Exact Reconstruction Filter Banks for Tree Structured Sub-band Coders, In Proc. IEEE Int.Conf. Acoust., Speech, and Signal Proc., San Diego, 1984.
- [6] Turan M. D., Ecg Sinyalindeki Gürültülerin Dijital İr Filtreler ile Matlabda filtrelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Bitirme Ödevi, 2005.