

Filter Design To Filter EMG Signals Using Fast Block Least Mean Square

¹ Yunus Çelik

Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electrical-Electronics Engineering Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş, Turkey

² Ömer Pektaş

Faculty of Engineering, Department of Electrical-Electronics Engineering İnönü University Malatya, Turkey

Abstract

In this study, arm muscle F12 Extensor Digitorum Communis has been measured by Electromyography and denoised by filters. For denoising, Fast Blok Least Mean Square (LMS) Filter Methods are used to design filter. Unfiltered signal and filtered signal are exhibited together to point out the difference. Performance of filter is measured using Filter To Noise Ratio (SNR)

Keywords: Fast Block LMS Method, EMG Signals, Signal to Noise Ratio (SNR)

EMG İşaretlerinin Filtrelenmesi İçin Çoklu Hızlı En Küçük Ortalama Kareler Metodu Kullanılarak Filtre Tasarlanması

¹ Yunus Çelik

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

² Ömer Pektaş

İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği, Malatya, Türkiye

Özet

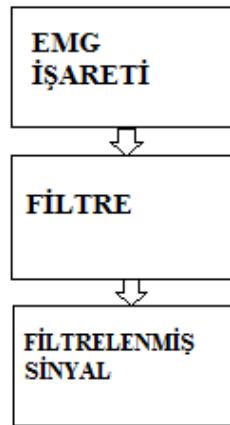
Bu çalışmada F12 kol kası olan Extensor Digitorum Communis kasının iğne elektrotlu Elektromyografi (EMG) ölçümü sırasında oluşan, EMG işaretlerinin gürültülerinin etkin biçimde filtrelenmesi işlemi yapılmıştır. Bu işaretlerin filtrelenmesi için Çoklu Hızlı En Küçük Ortalama Kareler Metodu kullanılmıştır. İşaretlerin filtrelendikten sonraki halleri ile filtrelenmeden önceki halleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Filtrenin performansı Signal to Noise Ratio(SNR) yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler; Çoklu Hızlı En Küçük Ortalama Kareler Metodu, Elektromiyografi İşareti, Signal to Noise Yöntemi.

*Corresponding author: Yunus Çelik Address: Faculty of Engineering, Department of Electrical Electronics Engineering Kahramanmaraş Sütçü İmam University, 46100, Kahramanmaraş TURKEY. **E-mail address:** gocer45@hotmail.com **Phone:** +903442801656

1.Giriş

EMG, kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. Kasların kasılması sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu “Motor Ünite Aksiyon Potansiyelleri” (MÜAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur. Derinde bulunan kemik kaslardaki sorunların tanısı için EMG incelemesinde iğne elektrotları kullanılır. Araştırılan kasa, iğnenin ucu direkt olarak yerleştirilir. İğne ucuna yakın olan kas bölgesinde o kasın kasılması için beyinden gönderilen uyarıların oluşturduğu MÜAP'lar veya diğer elektriksel aktiviteler özel amplifikatörler aracılığıyla büyütülür ve cihazın ekranından izlenir. Bu veriler iğne EMG işaretleri olup Malatya Turgut Özal Tıp Merkezi ve Araştırma Hastahanesinden alınmıştır. Veriler alınırken hastanın izni alınmış ve etiğe aykırı işlemler yapılmamıştır. Kablodaki kırıklar, zayıf kablo bağlantısı, cihazın topraklanma hatası, elektrot kalitesi, kablonun ölçüm sırasında oynaması, ölçümün yapıldığı odada floresan lamba etkisi, cihazın beslendiği hattın frekansındaki değişimler, telefon hattı, internet hattı gibi birçok ortam koşullarına bağlı olarak bu işaretlerde gürültüler oluşabilir[1]. EMG işaretlerinin yükseltilmesi ve filtrelenmesi işlemleri dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Çünkü gürültüler de yükseltme işlemlerine dahil olabilir ve gerçek işaretlerin yanlış anlaşılmasına ve yorumlanmasına sebep olabilirler[2]. Bu çalışmada gürültülerin azaltılması için bir filtre tasarlanması yapıp filtrenin performansı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme için Signal to Noise Ratio metodu kullanılmıştır. Şekil 1’de çalışmanın akış şeması gösterilmiştir.

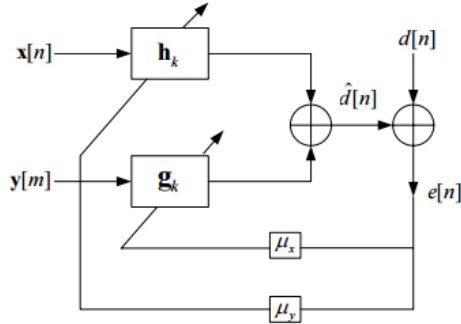


Şekil 1. Çalışmanın Blok Akış Şeması

2. Materyaller ve Metot

2.1 Çoklu Hızlı En Küçük Kareler Metodu

Çoklu hızlı LMS kestirim algoritması farklı örnekleme hızında birçok giriş işaretinin olduğu durum için geliştirilmiştir. Bu sebeple çoklu hızlı durum için denklemler biraz daha karmaşıktır. Şekil 2’de görüldüğü gibi iki giriş işareti mevcuttur ve bu işaretler $d[n]$ arzulanan işaretini kestirmek için birlikte kullanılır [4, 3].



Şekil 2. Çoklu Hızlı En Küçük Kareler Metodunun Basit Şeması

X girişi ile kestirim aynı hızdadır. Y girişinin hızı, x girişinin hızının $1/L$ 'sidir. h_k ve g_k terimleri sırasıyla yüksek hızlı ve düşük hızlı filtrelere ait katsayı vektörlerini ifade eder. M düşük hızlı işaretin indisini gösterir. $K=0,1,2,\dots, L-1$ için $n=Lm+k$ yazılır. Yüksek hızlı gözlem vektörü ile düşük hızlı gözlem vektörü sırasıyla;

$$x[n]=[x[n] \ x[n-1] \ \dots \ x[n-(P-1)]]^T \quad (1)$$

$$y[m]=[y[m] \ y[m-1] \ \dots \ y[m-(Q-1)]]^T \quad (2)$$

şeklinde ifade edilir. Burada P ve Q iki FIR filtrenin derecelerini gösterir. Kestirim de şu şekli alır:

$$d'[n]=h_k^T x[n]+g_k^T y[m] \quad n=Lm+k \quad (3)$$

Filtre katsayıları periyodiktir. Çoklu hızlı LMS algoritmasında katsayı vektörleri zamanla güncellenir. Herhangi bir n anındaki katsayı vektörleri, $h_k[m]$ ve $g_k[m]$ ile gösterilir ve kestirim

$$d'[n]=h_k^T[m] x[n]+g_k^T[m] y[m] \quad (4)$$

$$k=n(\text{mod } L) \text{ olarak yazılır. Hata } e[n], d[n]-d'[n] \text{ 'e eşittir.} \quad (5)$$

μ_x ve μ_y adım boyu parametreleri olmak üzere çoklu hızlı LMS algoritmasının filtre katsayılarının güncellendiği kısım şu şekildedir:

$$h_k[m+1]=h_k[m]+\mu_x e[n]x[n] \quad (6)$$

$$g_k[m+1]=g_k[m]+\mu_y e[n]y[m] \quad (7)$$

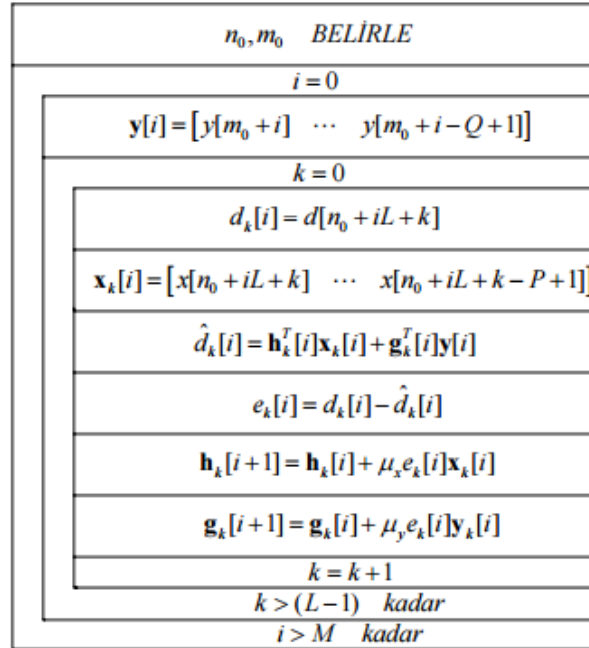
Bütün algoritma adım adım Şekil 3’de verilmiştir. Zamanla değişen filtrelerin periyodu L olup yüksek hızlı filtre için PL kadar katsayı ve düşük hızlı filtre için QL kadar katsayı gereklidir. Yüksek hızlı filtrenin bütün katsayıları, sütunları her $k = 0,1, L-1 \dots$ adımdaki filtreyi gösteren $P \times L$ boyutunda;

$$H[i]=\begin{bmatrix} \dot{h}[i] & h1[i] & \dots & \dots & \dots & \dots & ihL - 1[i] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \quad (8)$$

Matrisiyle(8) gösterilir. Şekil 3’e bakılırsa kestirilen dizinin her bir değeri için $H[i]$ ’nin sadece bir sütunu güncellenir. Kestirime gözlem dizilerinin n_0 ve m_0 başlangıç noktaları seçilerek başlanır. $H[i]$ ’nin tüm L sütunu blok blok güncellenir. Orjinal dizinin her L değerinde belirli bir h_k sütunu güncellenir. Benzer işlem düşük hızlı katsayılar da uygulanır. Düşük hızlı filtrenin katsayıları $Q \times L$ boyutunda;

$$G[i]=\begin{bmatrix} \dot{g}[i] & g1[i] & \dots & \dots & \dots & \dots & ..gL - 1[i] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \quad (9)$$

Matrisiyle(9) gösterilir. Orjinal dizinin her L noktasında belirli bir g_k sütünü güncellenir.



Şekil 3. Çoklu Hızlı En Küçük Kareler Metodunun Bütün Algoritması

2.2 Signal-To-Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio, mühendislik ve bilim alanında kullanılan, bir işaretin ne kadar gürültülü olduğunu ölçmeye yarayan bir ölçüm tekniğidir. SNR'si yüksek olan işaretin gürültüsü azdır. SNR'si düşük olan işaretin gürültüsü daha fazladır. Filtrelenmiş işaretin SNR'si daha büyük olmalıdır. SNR, işaret (anlamli işaret) ve gürültü (istenmeyen işaret) arasındaki güç oranı olarak tanımlanır[5].

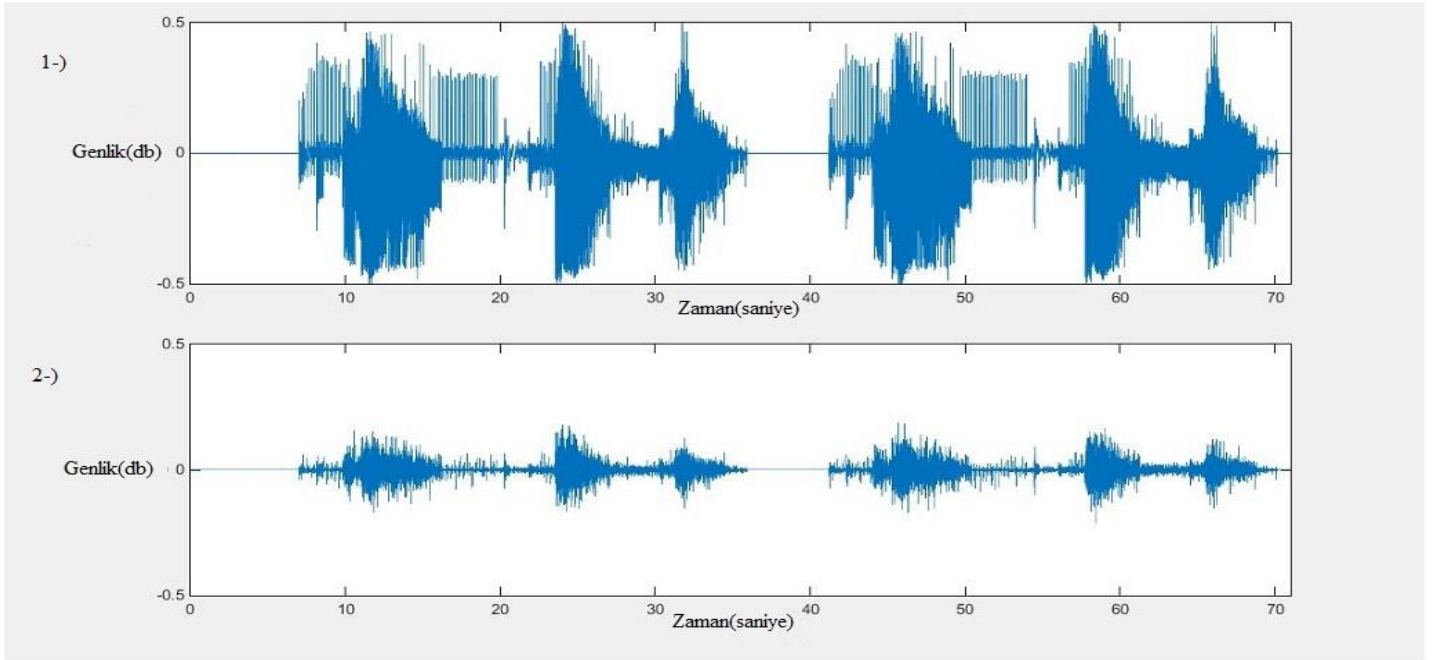
$$SNR=20\log_{10}\frac{\text{Anlamli İşaret}}{\text{İstenmeyen İşaret}} \quad (10)$$

Burada Anlamli İşaret ve İstenmeyen işaretler RMS (Root Mean Square) etkin değerlerdir. İşaret ve gürültü sistemde aynı noktada ve aynı bant genişliğinde ölçülmelidirler.

3.Bulgular ve Tartışma

Elimizdeki EMG işaretlerinin toplam süresi 76 sn kadardır. 6 kere kasma-gevşeme şarj-deşarj işlemi gerçekleştirilmiştir.Kasılma başlangıcı ve gevşeme bitişinde olan ve özellikle pozitif alternanslara sahip gürültü işaretleri bastırılmıştır.

3.1 Filtreleme İşlemi Çıktıları



Şekil 4.

1-) Filtrelenmemiş işaretin Genlik-Zaman Domain'indeki Görüntüsü

2-) Filtrelenmiş işaretin Genlik-Zaman Domain'indeki Görüntüsü

3.2 Signal To Noise Ratio (SNR) Ölçümü Çıktıları

Filtrelenmemiş işaretin SNR değeri 24.0132 olarak ölçülmüştür. Bu değer filtrelenmemiş işaret içerisindeki anlamlı işaretin istenmeyen işarete oranının logaritmik 10 tabandaki değerinin 20 katı olarak hesaplanmıştır. Filtrelenmiş işaretin SNR değeri ise 27.9029 olarak ölçülmüştür. Bu değer filtrelenmemiş işaretin değerinden büyük olması beklenen bir durumdur. Çünkü burada anlamlı işaretin istenmeyen işarete oranı daha büyüktür. Bu durum da SNR işaretinin daha büyük olmasını sağlamıştır.

```
Command Window

SNR_gurultulu

filtreli_SNR
FINAL_SNR=filtreli_SNR-SNR_gurultulu;
FINAL_SNR

SNR_gurultulu =

    24.0132

filtreli_SNR =

    27.9029

FINAL_SNR =

    3.8896
```

Şekil 5. SNR Ölçüm Sonuçları

4. Sonuç

Bu çalışmada EMG işaretlerinin filtrelenmesi işlemi yapılmıştır. Burada amaç EMG işareti ile birlikte yükseltilebilir gürültülerin yok edilmesidir. Bu filtreleme işleminde Çoklu Hızlı En Küçük Kareler Metodu kullanılarak adaptif bir filtre tasarlanmıştır. Filtrenin performans analizi SNR ölçümü yardımıyla değerlendirilmiştir.

References

- [1] Soderberg, G.L., Cook T.M., Rider S.C., & Stephenitch B.L. (1991). Electromyographic activity of selected leg musculature in subjects with normal and chronically sprained ankles performing on a BAPS board. *Physical Therapy*, 71, 514-522.
- [2] Winter D.A. (1991). Electromyogram recording, processing and normalization: procedures and consideration. *Journal of Human Muscle Performance*, 1, 5-15.
- [3] Raymond H. K. and Edward W. J. A Variable Step Size LMS Algorithm. *IEEE Transactions on Signal Processing*. VOL 40, NO 7. JULY 1992.
- [4] Mustafa Ersin K. Çoklu Hızlı İşaret İşleme Yöntemleri İle İşaretlerin Elde Edilmesi. Haziran 2007.
- [5] Performance Comparison of Noise Detection and Elimination Methods For Audio Signals 1Dept of IT, Mandalay ISSN 2319-8885 Vol.03, Issue.14 June-2014, Pages:3069-3073

Web Referansları

- 1-<http://www.mathworks.com/help/dsp/ref/dsp.lmsfilter-class.html>
- 2-<http://www.mathworks.com/help/dsp/ref/butter.html?searchHighlight=butter>
- 3- <http://www.mathworks.com/help/dsp/ref/fastblocklmsfilter.html>
- 4 -<https://www.mathworks.com/help/signal/ref/snr.html>