

¹Abdurrahman Özbeyaz; ²Sami Arıca

Adıyaman Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği¹; Çukurova Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği²

Özet

Elektroensefalogram (EEG), kafatasındaki farklı konumlardan elde edilir. Günlük yaşamımızda etrafımızdaki olaylar hakkında ki bilgilerin kafatasından okunması Elektroensefalogram teknolojisinde elektrotlar yardımı ile yapılabilir. Bu elektrotlar kafatasına belirli bir standarda göre yerleştirilir ve yerleştirilen kanal sayıları uygulamadan uygulamaya farklılık gösterebilir. Belirli amaçlar için elde edilen EEG işaretlerinin sınıflandırılmasında çalışmanın konusu ile ilgili belirleyici kanalların seçilmesi genellikle analiz aşamasında çözülmesi gereken bir problem olarak araştırmacıların karşısına çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmada beş farklı kanal seçim yöntemi önerilmiştir. Bu yöntemler; pearson katsayı, fisher score, mutual information, kullback leibler ve variance ratio yöntemleridir. Bu yöntemlerden dördünde farklı sınıflara ait uyarılmış potansiyeller üzerinden kanallar arasındaki uzaklık hesaplanırken bir diğerinde ise farklı sınıflar arasındaki kovaryans matrisi hesaplanarak belirleyici kanalların tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmada önerilen metotlar, EEG işaretlerinin sınıflandırılma sürecinde kanal seçimi için araştırmacılara yön gösterebilecek niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: EEG, BCI, Kanal Seçimi, Veri Madenciliği, Sınıflandırma

Pearson Katsayı	$r = \frac{s_{xy}^2}{s_x s_y}$
Fisher Score	$FS = \frac{m_1 - m_2}{s_1 + s_2}$
Mutual Information	$I(X, Y) = \sum_{xy} p_{xy}(x, y) \log \frac{p_{xy}(x, y)}{p_x(x)p_y(y)}$
Kullback Leibler	$KL(x, y) = \sum_x p_x(x) \log \frac{p_x(x)}{p_y(x)}$
Variance Oran	$VR(k) = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}{\sum_1^n (y_i - \bar{y})^2}$

Pearson Katsayı hesabında r değerinin 0 çıkması iki sınıf arasında lineer bir ilişkinin olmadığını, 1 çıkması pozitif ve -1 çıkması negatif mükemmel bir ilişkinin olduğunu gösterir.

Fisher Score (FS), iki sınıf arasındaki (normal) ayrışımın normalleştirilmiş seviyesini ifade etmektedir.

Mutual Information (Karşılıklı bilgi), bir rastgele değişkenin diğeri hakkında ne kadar bilgi içerdiğinin bir ölçütüdür.

Kullback Leibler, iki olasılık dağılımı arasındaki ilişkinin bir ölçüsünü ifade etmektedir.

Varyans oranı, iki değişkenin ortalama güçlerinin oranı olarak ifade edilmektedir.

Elde edilen son iki matris için kanallar arası uzaklıklar her bir kanal çifti için hesaplanmıştır. Uzaklık hesaplama için dört farklı yöntem (Fisher Skor, Mutual Information, Pearson Katsayı, Kullback Leibler) kullanılabilmektedir. Kanal çiftleri arası uzaklıkları gösteren örnek bir matris aşağıda verilmiştir.

C_n	d_{1n}				d_{nn}
C_{n-1}					
\vdots					
C_2					
C_1	d_{11}				d_{n1}
	C_1	C_2	\dots	C_{n-1}	C_n

Yukarıda verilen matris her iki sınıf için elde edilmiş uyarılmış potansiyeller arasındaki uzaklık matrisini ifade etmektedir. Bu tabloda C_1 kanal bir'i C_n ise kanal n'i ifade göstermektedir. Kanallar arası uzaklığı ifade etmek için d_{11} , d_{12} gibi ifadeler kullanılmıştır. d_{11} birinci kanal ile birinci kanal arasındaki uzaklığı ifade etmektedir. Bu tabloda en yüksek uzaklık bilgisi bize en farklı iki kanalı göstermektedir. Bu iki yaklaşım için geliştirilen algoritmalar yanda verilmiştir.

Giriş

Bir insan beyni, kalp atışı, nefes alma ve zihinsel eylemler gibi insan vücut sistemi ile ilgili tüm fonksiyonları gerçekleştirir. Çevremizde bir olay meydana geldiğinde bu olaya karşı beyinin farklı bölgelerinde bazı aktivasyonlar oluşmaktadır. Beyindeki elektriksel aktiviteler kafa derisi yüzeyine bağlı elektrotlar kullanılarak izlenebilmektedir. EEG sistemleri, veri toplamak için çoklu elektrot kullanır.

EEG işaretlerinden çıkarım yapabilmek için karmaşık hesaplamalara ihtiyaç vardır. BCI uygulamalarında çok kanallı EEG'yi analiz etmek için gelişmiş algoritmalar kullanılmaktadır. Ayrıca, kanal (elektrot) seçim süreci, EEG'nin analizinde veya sınıflandırılmasında önemli bir aşamadır. EEG işaretlerinden anlamlı sonuçlar çıkarmak için kanal sayılarının azaltılmasına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada EEG analizi sürecinde kanal seçimi için kullanılabilecek farklı yöntemler iki farklı uygulama için önerilmektedir.

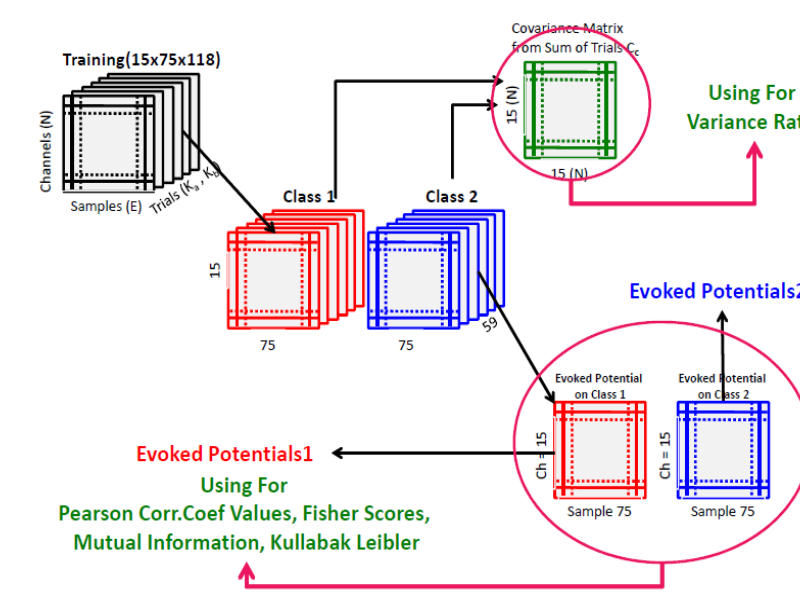
Metotlar

EEG işaretlerinin analizi sürecinde kanal seçimi için iki farklı metodoloji kullanılmıştır. Bu metotlar sırasıyla varyans ve uzaklık hesaplama ilkelerine dayanmaktadır. Birinci yöntemde iki sınıfın tüm olası kanal çiftleri için kovaryans matrisleri hesaplanmaktadır. Ve ikinci yöntemde tüm kanallar arasındaki uzaklıklar hesaplanmaktadır.

Kanal seçim sürecinde kullanılan metotlar şunlardır. Varyans oran yöntemi, fisher score, Mutual Information, Pearson katsayı ve Kullback Leibler yöntemleri. Bu metotlara ait bazı matematiksel ifadeler aşağıda verilmiştir.

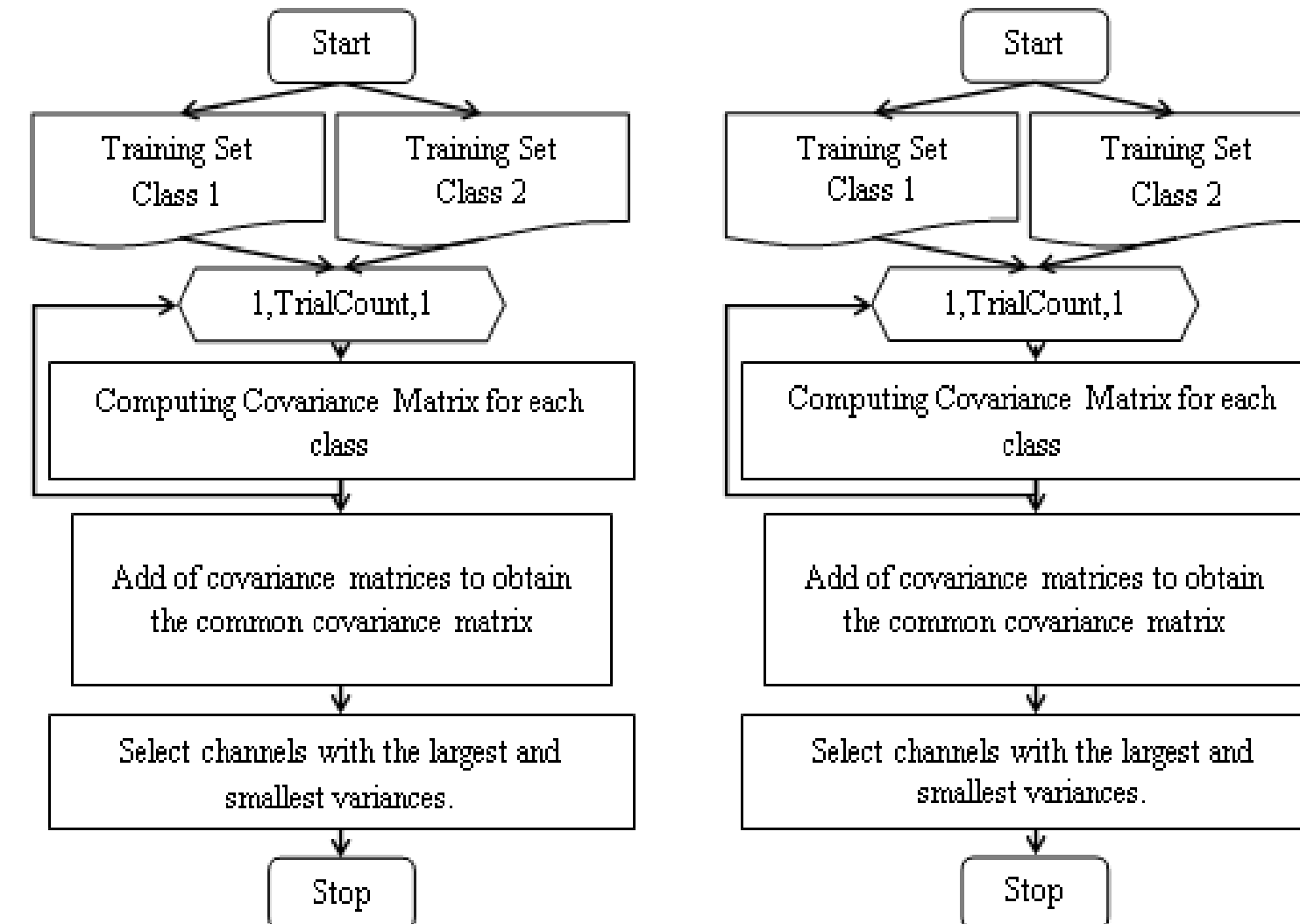
Bulgular

İşaretlerini sınıflandırma sürecinde 5 farklı kanal seçim yöntemi bu çalışmada önerilmiştir. Bu yöntemlerden dördü kanallar arası uzaklık durumunu kullanırken geriye kalan bir diğer yöntem ise kanallar arası varyans oran değerini kanal seçim sürecinde ölçü birimi olarak kullanılmaktadır. Aşağıda her iki yaklaşım için kanal seçim sürecini anlatan özet bir diyagram verilmiştir.



Çalışma kapsamında her iki yaklaşım için kullanılan kanal seçim yöntemine ait özet bir diyagram

Yukarıdaki özet diyagramda; öncelikle iki ayrı sınıf için EEG işaretleri ikili sınıfa bölünmektedir. Varyans oran uygulaması için her iki sınıf birleştirilerek topma kovaryans matrisi elde edilmektedir. Son elde edilen bu matris varyans oran uygulanmıştır. Bu uygulamada yapıldıktan sonra matris küçükten büyüğe doğru sıralanmış ve en yüksek ve en düşük varyans değerine sahip kanallar belirleyici kanallar olarak kullanılmıştır. İkinci yaklaşımda ise elde edilen her bir sınıf için uyarılmış potansiyeller elde edilmiştir.



Sonuç

BCI uygulamalarında çoklu kanallar arasında önemli kanalların seçimi araştırmacılar için zor bir sorun olagelmış ve bu süreç çokça araştırılmaktadır. Bu çalışmada çok kanal arasından önemlilerini seçmek için iki farklı yaklaşım önerilmiştir. Bu yaklaşımlardan birincisinde kanallar arası kovaryans matrisi elde edilerek bu matris üzerinden en yüksek varyans'a sahip kanal ile en düşük varyans'a sahip kanallar belirleyici kanalları oluştururken, ikinci yaklaşımda iki sınıf için uyarılmış potansiyeller elde edilmiş ve bu iki sınıf için iki farklı matris elde edilmiştir. İki sınıf için elde edilen uyarılmış potansiyeller matrisleri arasındaki uzaklıklar dört farklı yöntem için hesaplanmıştır.

Kanal seçimi için yapılan örnek bir çalışmayı ifade etmek gerekirse, tanınmış ve tanınmamış yüzlerin katılımcılara gösterildiği bir EEG deneyinden elde edilen sinyallerin analizi aşamasında kullanılan bu beş farklı kanal seçim algoritmalarından Pearson Korelasyon katsayısı yönteminin en iyi sonucu verdiği raporlanmıştır.

Kaynaklar

[1] A. Özbeyaz and S. Arıca, "Classification of EEG signals of familiar and unfamiliar face stimuli exploiting most discriminative channels," TURKISH J. Electr. Eng. Comput. Sci., vol. Accepted, no. Accepted, 2017.

[2] A. Özbeyaz and S. Arıca, "Familiar/unfamiliar face classification from EEG signals by utilizing pairwise distant channels and distinctive time interval," Signal, Image Video Process., Mar. 2018.