

YÜZ UZAYININ DİKLEŞTİRİLMESİNE DAYANAN YENİ BİR YÜZ TANIMA YÖNTEMİ

Serkan TÜZÜN¹ Aydın AKAN²

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Mühendislik Fakültesi

İstanbul Üniversitesi, 34320, Avcılar, İstanbul

¹e-posta: tuzunserkan@hotmail.com

²e-posta: akan@istanbul.edu.tr

Anahtar sözcükler: Yüz Tanıma, Öz Yüzler Yöntemi, Gram Schmidt Dikleştirme Algoritması

ÖZET

Bu çalışmada, ²yüz tanımadaki kullanılacak bir yöntem olarak, yüzlerin oluşturduğu uzayın dikleştirilip, dik bir alt uzay elde edilmesi yöntemi üzerinde durulmaktadır. Veri tabanında bulunan sayısal yüz imgelerinin temsil edilebilmesi için bu alt uzayda, dik bir taban kümesi elde edilmektedir. Gram Schmidt dikleştirme yöntemi ile elde edilen taban imgelerin birleşimi ile kümedeki diğer yüzler yaklaşık olarak oluşturulabilmektedir. Böylece verilen bir yüzün, dik kümedeki elemanların doğrusal birleşimi ile elde edilen kestirimine olan uzaklığı en küçülterek uygun bir tanıma gerçekleştirilmektedir. Önerilen yöntemin başarımı örneklerle sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Biyometrik tanımlama yöntemleri günümüzde önemi hızla artan bir uygulama ve araştırma konusu haline gelmiştir. Tanımlamada kullanılan biyometrikler;

- Parmak izi
- El geometrisi
- İris
- Retina
- Ses
- İmza
- Yüz

olarak sıralanabilir [1]. Yüz tanımanın kullanılan diğer biyometriklere göre birçok avantajı bulunmaktadır. Örneğin, tanımlama için kişiden örnek almak diğerlerine göre çok daha kabul edilebilirdir. İris ya da retina taraması yapmak için kişinin göz tarayıcısına bakması, ya da parmak izi tanımadaki kişinin parmağını gerekli cihazın üzerinde tutması gibi zorunluluklar vardır [1,2]. Oysa yüz tanıması için uygun açı ve mesafeden bir resim almak yeterlidir. Böylece kişiler rahatsız olmadan örnek biyometri

imgesi toplanabilmektedir [3]. Ayrıca yüz tanımadaki kullanılan veri, daha okunabilir ve anlaşılabilir. Uygulamada yüz tanıma ile gerçekleştirilen güvenlik sistemlerinde hatalı alarmların görevli tarafından göz ile de kontrol edilmesi mümkündür. Diğer yaklaşımlar için bu kontrol işlemi neredeyse imkansızdır. Yüz tanıma sistemlerinin bir üstünlüğü de da veri tabanının oluşturulmasının diğer yöntemlere göre daha kolay olmasıdır.

2. YÜZ TANIMA SİSTEMLERİ

Yüz tanıma sistemlerinde, alınan örnek yüzlerden oluşturulan bir veri tabanı üzerinde, yapılacak otomatik işlemler sonucunda, bir kişinin tanınması veya giriş/kullanım izni verilmesi ya da red edilmesi elbette çok çeşitli uygulamalara sahiptir [1,2,3].

Yüz tanıma problemleri esas olarak üç grupta incelenebilmektedir. Birincisi bir imge üzerinde yüzün belirlenmesi ve çıkarılmasıdır. Bu problemin çözümü için çeşitli yaklaşımlar kullanılmaktadır. İkincisi kişi onaylama problemi olup, bu sistemlerde herhangi iki resmin aynı kişiye olup olmadığına karar verilmesi istenmektedir. Üçüncü ve en zor olan problem ise kimlik tespitidir. Bu tip bir sistemde alınan örnek imge, veri tabanındaki yüzlerle karşılaştırılıp hangi üyeye ait olduğunun belirlenmesi istenir [3].

Yüz belirlemede kullanılan bilgisayar tabanlı bazı yöntemlerde, yüz üzerinde yer alan ağız, göz, burun gibi organların konumları ve bunlar arasındaki ilişkilerden yola çıkarak kestirim yapılmaktadır. Diğer yöntemlerde Yapay Sinir Ağları, Gabor Filteler, ve Öz Yüz yaklaşımları kullanılmaktadır [4].

Yüz tanıma sistemlerinde işlemlerin hızlandırılması için verinin boyutunun azaltılması istenir. Girişteki verinin (imgenin) boyutlarının azaltılması yüz tanımlamada karşılaşılan en önemli sorunlardan biridir. Bir ön işleme adımında bu sorun çözüldükten sonra tanıma adımına geçilir.

² Bu çalışma İstanbul Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği tarafından UDP-491/24052005, UDP-414/25012005 ve 323/03062005 nolu projeler kapsamında desteklenmektedir.

3. ÖZ YÜZLER YÖNTEMİ

Bu yöntemde, eğitim kümesindeki resimlerin oluşturduğu dağılıma ait kovaryans matrisinin öz vektörlerine Öz Yüzler denir ve taban olarak kullanılırlar [4]. Eğitim kümesinin M yüz imgesinden oluştuğunu kabul edelim: $\{\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M\}$. Kümedeki resimlerin ortalaması;

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M \Gamma_k$$

elde edildikten sonra, her bir imgenin ortalamadan farkı ($\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$) hesaplanır. Bu vektörler ile verinin dağılımını ifade eden M adet u_k vektörü bulunmak istenir. u_k vektörleri λ_k katsayılarını aşağıdaki bağıntı gereğince en büyük yapacak şekilde seçilir.

$$\lambda_k = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M (u_k^T \Phi_n)^2$$

u_k vektörleri ile λ_k katsayıları, kovaryans matrisinin öz vektörleri ve öz değerleridir. Kovaryans matrisi

$$C = A A^T$$

olup, burada $A = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_M]$ olarak tanımlıdır.

Yüz imgelerinin boyutları $N \times N$ olması durumunda Γ ve Φ vektörlerinin boyutu $N^2 \times 1$ olmaktadır. Kovaryans matrisi ise $N^2 \times N^2$ boyutludur. Böyle yüksek dereceli sistemlerde, öz değer ve öz vektörlerin hesaplanması uzun zaman alır. Bu nedenle aşağıdaki yakınsama yapılır:

$$L = A^T A$$

$M \times M$ boyutlu L matrisinin öz değer ve öz vektörlerinden kovaryans matrisi C 'ye ait özdeğer ve öz vektörler elde edilebilmektedir.

Hesaplanan özyüzler kullanılarak, her bir yüze ait öznelik vektörü Ω^T , aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$w_k = u_k^T (\Gamma - \Psi)$$

$$\Omega^T = [w_1, w_2, \dots, w_M]$$

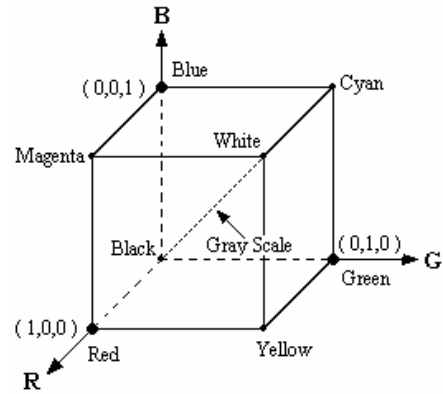
Sonuç olarak, kişi belirleme amacıyla aşağıdaki kriter kullanılarak karar verilir:

$$\frac{\|\Omega - \Omega_k\|}{\|\Omega_k\|} \leq \epsilon_k$$

4. ÖNERİLEN YÜZ TANIMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, öz yüzler yöntemine göre çok daha basit ve hızlı bir yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşım, veri tabanındaki yüzlerin yaklaşık olarak temsil edilebilmesi için dikgen elemanlardan oluşan bir küme elde edilmesine ve bir karşılaştırma kriterine dayanmaktadır. Renkli sayısal imgeler işlenirken çeşitli renk modelleri dikkate alınır [3]. Günümüzde en çok kullanılan renk modelleri RGB, HSI ve CMY modelleridir.

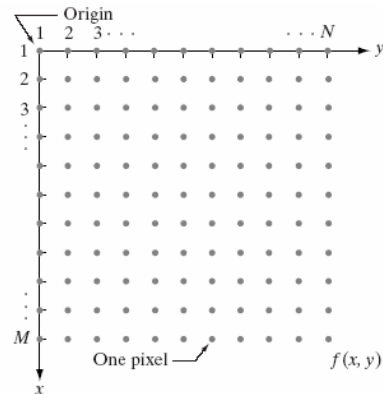
Önerdiğimiz yüz tanıma yönteminde, RGB (Kırmızı, Yeşil, Mavi: KYM) modeli kullanılmaktadır. Bu model Kartezyen koordinat sisteminde eksenler renklere karşı gelecek şekilde gösterilir:



Şekil 1. RGB modelinin Kartezyen koordinat sisteminde gösterimi.

Herhangi bir rengi koordinat sisteminde göstermek için, bu üç bileşen kullanılır. Bir başka ifadeyle, herhangi bir renk K, Y, M birleşimi ile gösterilebilir.

RGB modeli ile ifade edilen bir imgenin her bir benliğine karşı gelen renk K, Y, M nin belli katsayılar ile birleşiminden oluşur. Bu durumda K, Y, M için ayrı matrisler oluşturulabilir. Diğer taraftan gri seviyeleri olarak gösterilen bir imgedeki renk bileşenleri Şekil 1.'de görülen siyah ve beyaz köşeleri birleştiren köşegen üzerindedir.



Şekil 2. İmgeyi oluşturan beneklerin gösterimi.

Benzetimlerde kullanılan veri tabanımız gri seviye resimlerden oluşmaktadır. Dolayısıyla RGB modelinde ifade edildiği gibi $K Y M$ ye karşı gelen değerler aynıdır. Algoritmamız oluşturulurken her bir imge tek bir matris olarak ifade edilebilecektir.

Veri tabanımızda bulunan M adet yüz imgesi kullanılarak, M elemanlı dik-düzgün (ortonormal) bir matris sistemi oluşturulacaktır. Böylece veri tabanında bulunan matrisler dışında onlardan üretilen M adet dik-düzgün bir alt küme elde edilmiş olacaktır. Burada sunulan yöntemde, verilen bir yüz imgesinin bu dik küme elemanları ile hesaplanacak yaklaşık gösterimi hesaplanmaktadır. Bu gösterimin veri tabanındaki imgelere olan mesafesi en küçük yapılarak hedef yüz belirlenebilmektedir.

Dikleştirme için **Gramm Schmidt Algoritması** kullanılmaktadır:

$\{ F_1, F_2, \dots, F_M \}$ dik-düzgün olmayan veri tabanı matrisleri olsun. Dik düzgün $\{ f_1, f_2, \dots, f_M \}$ matrisleri aşağıdaki adımları izleyerek bulunabilmektedir:

$$\begin{aligned} E_1 &= F_1 \rightarrow f_1 = E_1 / \| E_1 \| \\ E_2 &= F_2 - \langle F_2, f_1 \rangle f_1 \rightarrow f_2 = E_2 / \| E_2 \| \\ E_3 &= F_3 - \langle F_3, f_2 \rangle f_2 - \langle F_3, f_1 \rangle f_1 \rightarrow f_3 = E_3 / \| E_3 \| \\ &\vdots \\ E_M &= F_M - \sum_{k=1}^{M-1} \langle F_M, f_k \rangle f_k \rightarrow f_M = E_M / \| E_M \| \end{aligned}$$

ve burada $\| \cdot \|$ $N \times N$ boyutlu matrisler uzayında Öklit normunu göstermektedir. Veri tabanındaki herhangi bir A imgesinin bu dik küme elemanları üzerine dik iz düşümleri kullanılarak, A imgesi şu şekilde yaklaşık olarak ifade edilebilir:

$$A' = \sum_{k=1}^M \langle A, f_k \rangle f_k \quad (1)$$

Burada $\langle \cdot, \cdot \rangle$ iç çarpımı göstermektedir. Böyle tanıma problemlerinde genel olarak, bir A imgesinin veri tabanındaki karşılığı, A' kestiriminin veri tabanı elemanları ile arasındaki Öklit mesafesi $C_i = \| A' - \Gamma_i \|$ en küçük yapılarak elde edilir:

$$\min_i \{ \| A' - \Gamma_i \| \} \quad (2)$$

Bu yaklaşım ile benzetimlerimizde her zaman çok başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Dolayısı ile burada önerdiğimiz yöntemde aşağıdaki şekilde hesaplanan bir karar eşiği kullanılmıştır:

1. Girişte verilen imge ile izdüşüm sonucu elde edilen kestirim arasındaki Öklit uzaklığı hesaplanır.
2. Kestirilen imge ile veri tabanında tüm imgeler arasındaki uzaklıklar hesaplanır ve en küçük uzaklık seçilir.
3. 1. ve 2. adımlarda bulunan değerler arasındaki farkın deneysel olarak belirlenen bir eşik seviyesinin altında olup olmadığına bakılarak karar verilir.

5. BENZETİM SONUÇLARI

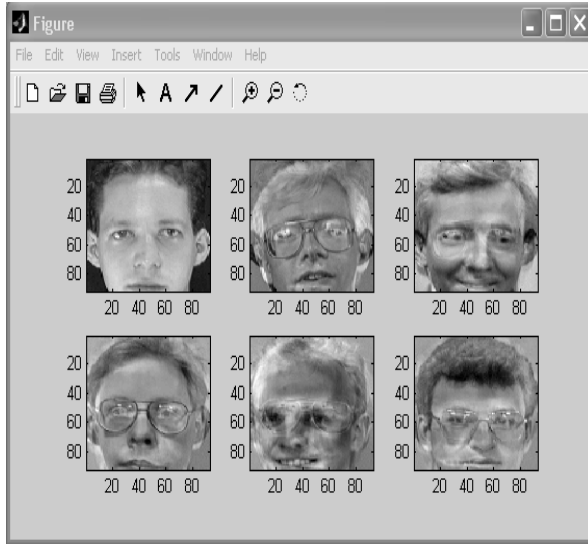
35 kişiden alınmış, 10 farklı pozdan yani toplam 350 adet gri seviyeli farklı yüz imgesinden oluşan veri tabanı kullanılarak dikgen bir küme elde edilmiştir. Aşağıda Şekil 1'de veri tabanından örnek yüz imgeleri ve Şekil 2'de de elde edilen dik elemanlardan bazıları gösterilmektedir. Veri tabanından seçilen yüz imgeleri %100 başarı ile tanımlanabilmektedir.

Ayrıca yüzler üzerinde çeşitli değişiklikler yapıldıktan sonra da tanıma başarımı incelenmiştir. Bu durumda karar eşiği üzerinde çalışmalar yapılarak başarı %95-%97 aralığında ortaya çıkmıştır.



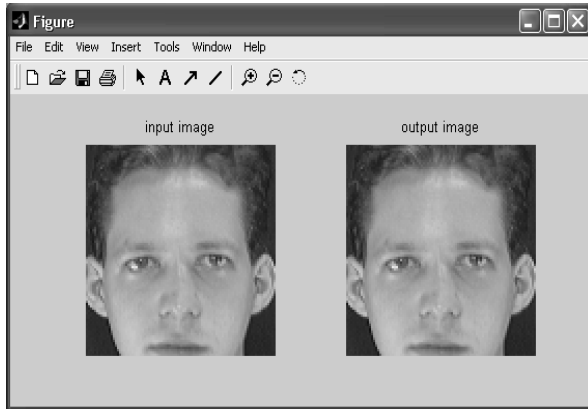
Şekil 3. Veri tabanındaki çeşitli imgeler.

Dikleştirme işlemi sonucu oluşan birkaç matris Şekil 4'de görülmektedir.



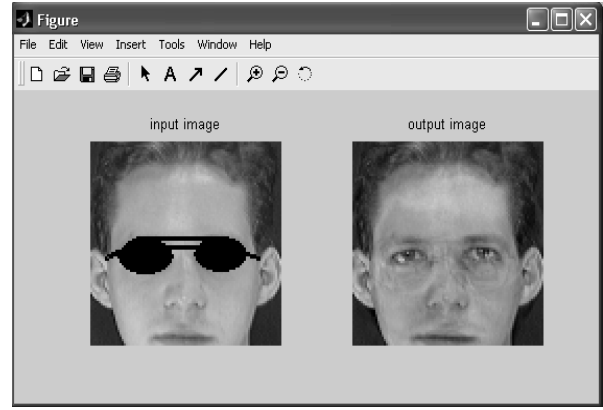
Şekil 4. Dikgen taban elemanları.

Veri tabanı içinden seçilen bir yüz (solda) ve onun dikgen elemanların doğrusal birleşimi olarak hesaplanan yaklaşımı (sağdaki imge) Şekil 5’de verilmektedir. Bu kestirim veri tabanındaki diğer yüzlere daha uzak çıkmaktadır. Son olarak veri tabanındaki asıl imge üzerinde değişiklik yapılarak test tekrarlanmış ve yüz yine de tanınabilmıştır.



Şekil 5. Asıl ve kestirilen yüzler.

Yüz imgesi üzerinde yapay değişiklikler yaparak elde ettiğimiz yeni imge ve onunla hesaplanan kestirim de Şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 6. Değiştirilmiş ve kestirilen yüz imgeleri.

Yöntemin başarımını en iyi şekilde gösteren bu örnekte gözlük eklenmiş imgeden bu kişiye ait asıl imgeye çok yakın bir kestirim elde edilebilmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada veri tabanında bulunan yüz imgelerinin en iyi temsil edilebilmesi için dik bir küme elde edilmektedir. Gramm Schmidt dikleştirme yöntemi ile elde edilen bu imgelerin doğrusal birleşimi ile kümedeki diğer yüzler yaklaşık olarak oluşturulabilmektedir. Doğru kişinin tespiti için izin verilmesi gereken hata eşiği yanlış red/kabul oranını önemli derecede etkilemekte olup, deneysel olarak önceden belirlenmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda başarım analizleri üzerinde çalışmalar sürmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] A.K. Jain, R.M. Bolle, and S. Pankanti, Eds., “Biometrics: Personal Identification in a networked Society”, Norwell, MA:Kluwer, 1999.
- [2] D. Zhang, “Biometrics Technologies and Applications”, *Proc. of International Conference on Image and Graphics*, 42-49, China, August 2000.
- [3] G. Lawton, “Biometrics: A New Era in Security”, *IEEE Computers*, pp.16-18, Aug. 1998.
- [4] R. C. Gonzalez, “Digital Image Processing, 2nd Edition.” Prentice Hall.
- [5] Matthew A. Turk and Alex P. Pentland, “Face Recognition Using Eigenfaces,” *IEEE Trans. on Signal Processing*.
- [6] www-users.cs.york.ac.uk
- [7] www.uk.research.att.com/facedatabase.html