

İRİS DESENİNİN BULANIK C-ORTALAMASI KULLANILARAK SINIFLANDIRILMASI

H. Erdinç KOÇER¹, A. Alpaslan Altun¹, Tarık Yılmaz²

¹Selçuk Üniversitesi, Teknik Eğitim Fak., Elektronik ve Bilgisayar Eğt. Bölümü, Konya

²Selçuk Üniversitesi, Uygulamalı Matematik Araştırma Merkezi, Konya

ekocer@selcuk.edu.tr, altun@selcuk.edu.tr, tyilmaz@selcuk.edu.tr

Özet

Bu çalışmada biyometrik tanıma sistemlerinden biri olan iris tanıma sistemi için bir inceleme yapılmıştır. Öncelikle göz resmi içerisinde iris ve gözbebeği belirlenmiş, daha sonra iris deseninin yer aldığı iris bölgesi, kartezyen-polar dönüşümü kullanılarak 70x140'luk dikdörtgensel bir görüntü şeklinde elde edilmiştir. Daha sonra Gaussian filtresinden geçirilerek gürültüleri azaltılan iris görüntüsündeki koyu ve açık bölgeler Bulanık C-Ortalama kullanılarak kümelendirilmiştir. Bu işlemden sonra elde edilen görüntü özellik çıkarımı yapılması amacıyla 14x14'lük bölgelere ayrılmış ve her bir bölgenin grilik seviyesine bakılarak 0 ve 1 değerleri arasında sayısal bir değerle ifade edilmiştir. Karşılaştırma aşamasında ise ileri beslemeli Yapay Sinir Ağı (YSA) kullanılmıştır. Eğitim için her bir kişiye ait 6 görüntü kullanılmış ve 40 kişiye ait toplam 240 iris görüntüsü sınıflandırılmıştır. Test aşamasında ise girilen 40 iris verisinden 36 tanesi doğru 4 tanesi hatalı olarak sınıflandırılmış ve dolayısıyla %90'luk başarı elde edilmiştir.

1. Giriş

Biyometrik kelimesi ilk anda insana “yeni bir ileri teknoloji” hissi uyandırsa da aslında uzun süredir kullanılan oldukça basit bir tekniktir. Biyometrik, kişilerin kendilerine has fizyolojik özelliklerini ölçen ve bu özellikleri kullanarak teşhis ve doğrulama uygulamalarında kullanılan genel bir tekniktir. [1] Biyometrik alanında kullanılan genel fiziksel ve davranışsal özellikler şunlardır:

1. Yüz özellikleri
2. Göze ait özellikler
 - İris
 - Retina
3. Parmak izi
4. El Geometrisi
5. Ses özellikleri
6. El yazısı ve imza

Biyometrik sistemler, tıpkı insan beyni gibi karşısındaki tanıyıp ayırt edebilmektedir. Kart ve şifre gibi kaybolabilen, çalınabilen veya unutulabilen taşıyıcılar yerine direkt olarak insanın kendisinin

kullanılması sistemi daha güvenilir ve daha kullanışlı hale getirmektedir.

Biyometrik sistemlerde kullanılan cihazlar her insanda farklı olan fiziksel özellikleri analiz ederek şifre kullanılmaksızın veritabanı, bankalar ve bilgisayar sistemleri gibi ortamlara giriş için kimlik doğrulaması yaparlar.

Biyometrik sistemlerin çalışma prensipleri hepsinde aynıdır. İlk olarak analiz edilen bölge veya özelliğin taraması yapılır. Tarama sonucunda elde edilen bilgiler dijital ortamda kaydedilir. Gerekirse güvenlik amacıyla bu bilgiler şifrelenerek veritabanında tutulur. Sisteme giriş yapacak kişinin bilgileri ile veritabanına önceden kaydedilmiş olan bilgiler karşılaştırılarak giriş onaylanır veya reddedilir. Biyometrik teknolojileri, koruma altındaki bölgelere ve materyallere ulaşmada, tanımlama ve doğruluğunu kanıtlama kontrolü uygulamalarında oldukça etkilidir. Bu uygulamaları destekleyen çok çeşitli biyometrikler geliştirilmiştir. Biyometrik konusunda geliştirilen sistemler retina bölgesi damarların tanınması, parmak izi tanıma, el tanıma, imza tanıma ve ses tanıma gibi tanıma sistemlerini içermektedir [2]. Bu yaklaşımların tümü kabul edilebilir performansla sahiptirler. Ancak insan faktörü göz önünde bulundurulduğunda bu metotların çoğu insan vücuduna zarar verebilecek özelliklere sahiptirler. Uygulamada tarama yapılacak kişinin tarama yüzeyi ile fiziksel temas halinde olması gerekmektedir. İris tanıma sistemleri kişilerin tanınması ve doğruluğunun kanıtlanmasında vücuda zarar verebilecek herhangi bir fiziksel temas içermez. İris bölgesindeki desenler diğerlerinden farklı olarak çok yüksek ayırt edici özelliklere sahiptir. İris de yüz gibi uzaktan değerlendirilebilen, görünen bir bölgedir. Bununla birlikte iris, diğerlerinin aksine birbiri ile kesinlikle aynı olmayan ve zamanla değişmeyen bir özelliğe sahiptir [2].

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada Çin Bilim Akademisi'nden alınmış iris veritabanı kullanılmıştır [11]. Göz resimleri 320x280 boyutlarında gri seviyeli görüntüler olup görüntülerin alınması sırasında kızılötesi aydınlatma kullanılmıştır. Bu tip bir aydınlatma göz resmi üzerindeki ışık yansımalarını önlemektedir. Bununla birlikte iris bölgesinin bulunması ve görüntünün işlenmesi için Matlab 6.5 yazılımı kullanılmıştır. Tanıma işlemi için

İleri beslemeli Yapay Sinir Ağı (YSA) yazılımı kullanılmıştır. Bu tür bir algoritmayı tercih etmemizin en önemli sebebi giriş sayısının çok olması ve dolayısıyla oldukça hızlı bir algoritmaya ihtiyaç olmasıdır.

İris tanıma işlemi gerçekleştirilirken öncelikle iris bölgesinin belirlenmesi gereklidir. İrisin ve gözbebeğinin kenar çizgileri dairesel olarak belirlenmesi amacıyla Canny kenar bulma algoritması [3] ve Dairesel Hough Dönüşüm [4,5] algoritmaları uygulanmıştır. Daha sonra göz görüntüsü içerisinde iris bölgesini ayırmak amacıyla normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için John Daugman'ın geliştirdiği kartezyen – polar koordinat dönüşüm yöntemi kullanılmıştır [6]. Elde edilen iris bölgesinin sayısal olarak ifade edilmesi amacıyla önce Gaussian filtresinden geçirilmiş [3,7] ve daha sonra Bulanık C-Ortalaması (Fuzzy C-Means (FCM)) uygulanarak iris bölgesindeki koyu ve açık bölgeler koyuluk oranlarına göre kümelendirilmiştir. Elde edilen yeni görüntü 14x14 lük bölgelere ayrılarak her bir bölgenin koyuluk oranına göre 0 ile 1 arasında bir değerle sayısal olarak ifade edilmiştir. Böylece bir iris deseni 50 adet veri ile sayısal olarak ifade edilmiştir. Çalışmanın son aşamasında bu veriler analiz edilmiştir. Bunun için ileri beslemeli YSA algoritması kullanılmıştır. Şimdi uygulanan tüm bu metotları daha ayrıntılı olarak inceleyelim.

3. İris Bölgesinin Belirlenmesi

3.1. Canny Kenar Bulma Algoritması

1986 yılında John Canny tarafından geliştirilen bu kenar bulma algoritması oldukça güçlü bir yapıya sahiptir. Canny'e göre kenar bulma için 3 önemli nokta belirtilmelidir [3]. Bunlar,

- Hata Oranı – Kenar bulma mekanizması sadece kenarlarla sorumludur ve tüm kenarları bulmalıdır.
- Lokalizasyon – Kenar pikselleri arasındaki uzaklık mümkün olduğunca az olmalıdır.
- Sonuç – Kenar bulma mekanizması tek kenar mevcutken çoklu kenar piksellerini tanımlamamalıdır.

Canny kenar bulma mekanizması görüntünün konvolüsyon filtresi ile gürültülerinin azaltılıp kenarların bulunması prensibine dayanır. Kenarlar bulunurken resimdeki koyuluk ve açıklık oranlarına bakılır. Bu oranı belirlemek için algoritma içerisindeki eşik parametreleri değiştirilir [3].

3.2. Dairesel Hough Dönüşümü

İris bölgesi belirlenirken kullandığımız bir diğer uygulama Dairesel Hough Dönüşümü algoritmasıdır. Hough Dönüşümü bir görüntüdeki çizgiler ve daireler gibi basit geometrik şekilleri belirleyebilen standart bilgisayar görme algoritmalarından biridir. Dairesel Hough dönüşümünde öncelikle göz resmindeki parlaklık değerlerinin türevi hesaplanıp eşik değerine göre bir kenar haritası üretilir. Daha sonra bu kenar

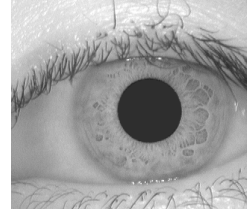
haritasındaki her bir kenar noktasından geçen daire parametreleri için Hough uzayı oluşturulur. Bu parametreler için iris ve gözbebeğinin merkez koordinatları (i_c , g_c) ile yarıçaplarıdır (r). Bu parametreler kullanarak bir dairenin denklemi şu şekilde yazılabilir [4,5].

$$i_c^2 + g_c^2 - r^2 = 0 \quad (1)$$

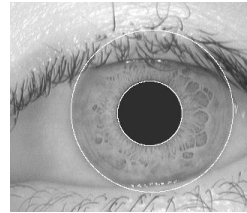
Hough uzayındaki maksimum nokta kenar parametreleri tarafından belirlenmiş en iyi dairenin merkez koordinatları ve yarıçaplarıdır. Bununla birlikte Wildes ve arkadaşlarının kullandığı parabolik Hough Dönüşümü kullanılarak alt ve üst parabolik yaylar bulunmuştur. Bunun gerçekleştiren algoritmanın denklemi aşağıda verilmiştir [5].

$$-(x-h_j)\sin\Phi_j+(y-k_j)\cos\Phi_j)^2 = a_j((x-h_j)\cos\Phi_j+(y-k_j)\sin\Phi_j) \quad (2)$$

Burada a_j eğrilik derecesini kontrol eder. (h_j ve k_j) ise parabolün tepe değerleridir. Φ_j dönme açısını ifade etmektedir. Şekil 1'de işlenmemiş bir göz resmi gösterilmiştir. Şekil 2'de ise aynı resmin iris ve gözbebeği kenarları belirlenmiş hali görülmektedir.



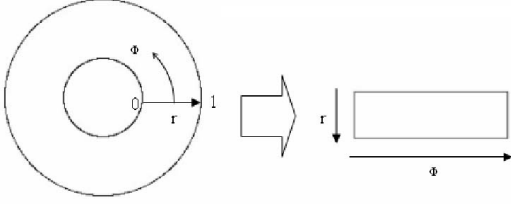
Şekil 1: Analiz edilmemiş göz resmi



Şekil 2: Kenarları belirlenmiş göz resmi

4. Kartezyen-Polar Koordinat Dönüşümü

Göz resmi içerisinde irisin yeri belirlendikten sonra iris bölgesini göz resminden ayırma işlemi yapılmıştır. Bu işlem sayesinde sabit boyutlarda iris deseni elde edilebilecek ve böylece karşılaştırma için uygun hale getirilebilecektir. Bunun için kartezyen – polar koordinat dönüşüm yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde iris bölgesindeki her bir piksel kartezyen koordinatlardan polar koordinatlara dönüştürülerek iris deseni dikdörtgenel olarak ifade edilir. Şekil 3’de kartezyen – polar koordinat dönüşüm yöntemi gösterilmiştir. Burada r iki daire arasında kalan yarıçap, Φ ise $[0,2\pi]$ açıdır [6].



Şekil 3: Kartezyen-polar koordinat dönüşümü

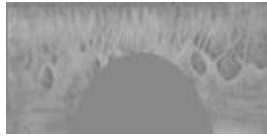
İris bölgesinin yeniden oluşturulması için kullanılan dönüşüm şu denklemle yapılmaktadır [6].

$$I(x(r, \Phi), y(r, \Phi)) \xrightarrow{\Sigma} I(r, \Phi) \quad (3)$$

Burada $x(r, \Phi)$ ve $y(r, \Phi)$ şu şekilde bulunur [6].

$$\begin{aligned} x(r, \Phi) &= (1-r)x_p(\Phi) + rx_i(\Phi) \\ y(r, \Phi) &= (1-r)y_p(\Phi) + ry_i(\Phi) \end{aligned} \quad (4)$$

$I(x, y)$ iris bölgesi görüntüsünü temsil etmektedir. (x, y) kartezyen koordinatlar, (r, Φ) ise dönüştürülmüş polar koordinatları ifade etmektedir. x_p, y_p ve x_i, y_i ise Φ açı yönünde yer alan iris ve gözbebeği sınırlarının koordinatlarıdır. Şekil 4’de kartezyen – polar koordinat dönüşümü uygulandıktan sonra elde edilen iris deseni gösterilmiştir. Bu dönüşüm gerçekleştirilirken elde edilecek yeni görüntünün satır ve sütun boyutları belirlenebilmektedir. Bu çalışmada 70×140 boyutlarında polar koordinatta iris görüntüsü elde edilmiştir.



Şekil 4: 70×140 boyutlarında iris deseni

5. Özellik Çıkarımı

İris bölgesinin polar koordinata dönüştürülmesinden sonra karşılaştırma için sayısal olarak ifade edilmesi gereklidir. Sayısallaştırma için iris deseninin özelliklerine bakılarak bir özellik çıkarımı yapılmalıdır. Görüntü işleme dünyasında birçok

özellik çıkarımı yöntemi mevcuttur. Ancak biz çalışmamızda son yıllarda oldukça fazla uygulaması ile karşılaştığımız Bulanık C-Ortalama kümeleme yöntemi kullandık. Bu yöntemi kullanmamızdaki amaç iris deseninde yer alan belirleyici özelliklerin belirlenmesi ve sayısalılaştırmaya uygun hale getirilmesidir. Bulanık C-Ortalama uygulanmadan önce, iris deseninin genel ayırt edici özelliklerini çıkarmak amacıyla görüntü net durumdan bulanık duruma geçirilmiştir. Bunun için 7×7 ’lik Gaussian filtresi kullanılmıştır.

5.1. Gaussian Filtresi

Görüntünün bulanıklaştırılması amacıyla kullanılan birçok filtre mevcuttur. Bu çalışmada görüntüdeki gürültüleri azaltmak amacıyla en çok tercih edilen filtrelerden biri olan 2 boyutlu Gaussian filtresi kullanılmıştır. Gaussian filtresi görüntüdeki her bir piksel için ağırlıklı ortalama değerleri üretir. Bunu belirlerken merkezi pikselin etrafındaki $k \times k$ komşuluk değerlerine bakılır. Merkezdeki pikseller kenar piksellerine göre daha fazla ağırlığa veya anlama sahiptirler. $k \times k$ boyutlu bir filtre maskesine sahip bir Gaussian filtresinin katsayıları şu şekilde elde edilir [3,7].

$$H_G(i, j) = \exp[-1/2(d/\delta)^2] \quad (5)$$

Burada $d = (i^2 + j^2)^{1/2}$ ve $-(k-1)/2 \leq i, (k-1)/2 \geq j$ dir. Sadece δ standart sapma filtre tasarımında kontrol edilebilir. δ düşük değerli olursa filtreleme oranı o derece artar. δ nin yüksek olması durumunda Gaussian filtresi basit bir filtre gibi çalışır. Şekil 5’de 7×7 boyutlu bir Gaussian filtresi uygulanmış iris deseni görülmektedir.



Şekil 5: Gaussian Filtresi uygulanmış iris deseni

5.2. Bulanık C-Ortalama (Fuzzy C-Means (FCM))

Bulanık C-Ortalama algoritması desen tanıma işlemlerinde bulanık kümeleme analizleri için kullanılan oldukça etkili bir yöntemdir. Girişine verilen veriyi 2 veya daha fazla kümeye ayırarak verinin analizini yapar. Bu algoritmayı aşağıda verilen fonksiyonla ifade edebiliriz [10].

$$J_m = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C u_{ij}^m \|x_i - c_j\|^2 \quad (6)$$

Burada m , 1 den büyük herhangi bir gerçek sayıdır ve $1 \leq m < \infty$ dir [7,8,9,10]. U_{ij} , j kümesindeki x_i nin üyelik derecesidir. x_i ise d boyutlu verinin i .

elemanıdır. C_j kümenin d boyutlu merkezidir. $\|*\|$ ise giriş verisi ile merkez arasındaki benzerliği ifade eder. Bulanık kümeleme yukarıda verilen fonksiyonu, U_{ij} üyelik derecesinin ve C_j nin aşağıda belirtilen fonksiyonlarla güncellenerek ve iterasyonlar yaparak en uygun şekle sokar [10].

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m} \quad (7)$$

Yapılan bu iterasyonlar aşağıda verilen şu şartla bitirilir:

$$\max_j \left\{ \left| u_{ij}^{(k+1)} - u_{ij}^{(k)} \right| \right\} < \varepsilon \quad (8)$$

Burada ε , 0 ile 1 arasındaki sonlandırma ölçütüdür. k 'lar ise iterasyon basamaklarıdır [7,8,9,10]. Şekil 6'da iris deseninin Bulanık C-Ortalamaı uygulandıktan sonraki hali görülmektedir. Elde ettiğimiz bu yeni görüntü 14x14 lük bölgelere bölünmüştür. Böylece 70x140'luk iris görüntüsü 50 bölgeye bölünmüş olur. Her bir bölgenin koyuluk seviyesi analiz edilerek 0 ile 1 arasında bir değerle sayısal olarak ifade edilmiştir. Diğer bir deyişle her bir iris görüntüsü 50 adet sayısal veri ile belirtilir. Bu veriler bir sonraki aşama olan karşılaştırma aşamasında giriş verisi olarak kullanılacaktır.



Şekil 6: FCM uygulanmış iris deseni

6. Karşılaştırma

Bu çalışmada karşılaştırma için Yapay Sinir Ağı (YSA) kullanılmıştır. Her bir kişiye ait 7 göz resmi bulunmaktadır. Bu resimlerden 6 tanesi eğitim amacıyla kullanılmıştır. 7. iris deseni ise test için kullanılmıştır. 40 kişiye ait toplam 240 iris deseni eğitilmiş ve daha sonra test işlemleri yapılmıştır. Kullanılan YSA ileri beslemeli bir ağ olup giriş nöron sayısı 50, gizli katman sayısı 1, gizli katman nöron sayısı 50 ve çıkış nöron sayısı 40 olarak belirlenmiştir.

Ağ eğitildikten sonra test için verilen 40 iris verisinden 36 tanesi doğru olarak sınıflandırılmış ve dolayısıyla 90% başarı elde edilmiştir.

7. Sonuçlar ve Tartışma

Çalışmada kişilere ait iris desenlerinin sınıflandırılması ile ilgili olarak bir yöntem geliştirilmiştir. Iris desenleri görüntü işleme

yöntemleriyle analiz edilerek sayısal olarak ifade edilmiş ve daha sonra elde edilen bu veriler yapay sinir ağı kullanılarak 90% lık bir başarı oranı ile sınıflandırılmıştır. Ancak göz görüntüleri alınırken karşılaşılan ışık yansımaları, kirpik ve göz kapağı gibi gürültüsel etkenler başarı oranını azaltmıştır. Ayrıca görüntünün sayısallaştırılması sırasında kullanılan parametreler değiştirilerek de tanıma işleminin doğrulama oranı değişebilecektir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta özellik çıkarımıdır. Çünkü YSA'na verilecek iris verileri birbirine ne kadar çok benzerse o kadar doğru sınıflandırma olacaktır.

8. Kaynakça

- [1] Wildes R.P. 1997 "Iris Recognition: An Emerging Bionetric Technology" Proceedings of the IEEE Vol. 85 No. 9.
- [2] Kronfeld, P. 1962. Gross anatomy and embryology of the eye. In: The Eye (H. Davson, Ed.) Academic Press: London.
- [3] Parker, James R., "Algorithms for Image Processing and Computer Vision", John Wiley & Sons Inc. Publishers, Canada, 1997, p 23-27.
- [4] W. Kong, D. Zhang. Accurate iris segmentation based on novel reflection and eyelash detection model. Proceedings of 2001 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing, Hong Kong, 2001.
- [5] R. Wildes, J. Asmuth, G. Green, S. Hsu, R. Kolczynski, J. Matey, S. McBride. A system for automated iris recognition. Proceedings IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, Sarasota, FL, pp. 121-128, 1994.
- [6] J. Daugman. How iris recognition works. Proceedings of 2002 International Conference on Image Processing, Vol. 1, 2002.
- [7] Seul, M., O'Gorman L., Sammon M.J., "Practical Algorithms for Image Analysis", Cambridge University Press, United Kingdom, 2000, p 71-72.
- [8] J. C. Dunn (1973): "A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and Its Use in Detecting Compact Well-Separated Clusters", *Journal of Cybernetics* 3: 32-57
- [9] J. C. Bezdek (1981): "Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms", Plenum Press, New York
- [10] http://www.elet.polimi.it/upload/matteucc/Clustering/tutorial_html/cmeans.html
- [11] <http://www.ia.ac.cn/english/>