

KİŞİ TANIMLAMADA FOTOGRAMETRİK YAKLAŞIM

A.VARLIK^a, Ö. ÇORUMLUOĞLU^b

^a İETT Genel Müdürlüğü Raylı Taşıım Daire Başkanlığı, Erkanı Harp Sok. Beyoğlu, İstanbul -
abdullahvarlik@yahoo.com

^b Selçuk Üniversitesi Müh-Mim.Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği, Kampüs, Konya -
ocorumlu@selcuk.edu.tr

ANAHTAR KELİMELEER: Kişi Tanıma, Biyometri, Affin Dönüşümü, Nokta Tabanlı Görüntü Eşleme, Parmak İzi, Yüz Eşleme

ÖZET:

Teknolojinin gelişmesiyle beraber güvenlik vazgeçilmez unsurlar arasında yer almaya başlamıştır. Her türlü sistemin güvenliğini artırıcı değişik yöntemler kullanılmakta ve alternatif çözümler araştırılmaktadır. Bu yöntemler arasında Biyometrik yöntemler büyük bir yer kaplamaktadır. Kişinin fiziksel özelliklerinin kimlik tespitinde kullanılması esasına dayanan biyometri teknolojileri, son yıllarda oldukça sık karşılaşılan güvenlik yaklaşımlarındandır. Parmak izi, retina, iris, el geometrisi, ses, yüz, DNA ve imza tanıma gibi tekniklerin tamamını kapsayan biyometri, yüksek seviyede güvenli gerektiren alanlarda, giriş çıkışlarda kimlik kontrolünün gerektiği otomatik personel devam kontrol sistemleri gibi sistemlerde mükemmel bir çözüm olmakta ve sosyal hayattaki uygulamalarda oldukça sık karşılaşılan, çok hızlı gelişen ve benimsenen güvenilir bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde, kişilerin birden çok biyometrik özelliğine dayalı çoğul-biyometrik sistemler üzerine yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Çoğul-biyometriğe yönelimin temel nedeni, tek biyometrik nitelik kullanılarak geliştirilen doğrulama sistemlerinde karşılaşılan çeşitli kısıtlamaların, bir ölçüde kaldırılması çabasıdır.

Bu bildiriye, en doğal ve kullanıcı açısından kabul edilebilir biyometrik özelliklerin tümeleştirilmesine dayalı bir çoğul biyometrik kimlik doğrulama sistemi önerilmiştir. Çalışmada kişiye ait yüz ve parmak izi bilgilerinden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında, görüntü işleme, fotogrametrik ölçü ve ölçüm teknikleri kullanılarak parmak izi ve yüz görüntülerinden özellik noktaları çıkartılacaktır. Özellik noktalarının eşlenmesi için özellik nokta tabanlı eşleme teknikleri kullanılacaktır. Eşleme için kullanılan algoritmalar oldukça karmaşık ve uygulaması zor olup sistemin performansını etkilerler. Bunun için sistemde karşılaştırma için Affin dönüşümünün kullanılabilirliği araştırılarak, sistemin başarısına etkisi incelenecektir. Affin dönüşümüyle verilerin karşılaştırılmasının daha hızlı ve kolay yapılabileceği, karşılaştırılacak verilerin azaltılması sağlanacağı düşünülmektedir.

1.GİRİŞ

Fotogrametri, haritacılık disiplininin yanında, mimarlık, arkeoloji, endüstri, tıp vb pek çok alanda kullanılmakta ve büyük bir öneme sahip olmaktadır. Son yıllarda digital fotogrametri ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler, bu kullanım alanlarını ve önemini artırmıştır. Digital fotogrametri, bilgisayar gösterimleriyle pek çok prensibi paylaşır. Fotogrametrik işlem zincirinin pek çok adımı görüntü işleme ve görüntü eşlemeye dayanır.

Digital fotogrametri, otomatik fotogrametrik işlemeyle ilgilidir, verinin ölçümü, analizi ve yorumunu kapsar. Biyometri, biyolojik verilerin ölçümü, analizi ve yorumudur. Digital Fotogrametri ve Biyometri kullandıkları teknikler bakımından birbirleriyle oldukça ilgilidir. Yöntem ve ürünler benzerlik akseder. Bu nedenle Digital fotogrametrik tekniklerin kişi ve kimlik tanıma da kullanılması mümkündür.

İki veya daha fazla biyometrik tekniğin bir araya getirilerek oluşturulan sistemlere çoklu-biyometrik sistemler denir. Bu tür sistemler, tek biyometrik teknoloji kullanılarak oluşturulmuş sistemlerden daha güvenli sistemler tasarlamak için düşünülmüştür. Bu amaçla parmak izi ve yüz eşleme yapan bir sistem üzerinde çalışılmıştır.

Biyometrik sistemlerin güvenlik uygulamalarında temel olarak iki şekilde kullanıldığını görüyoruz. Kişi doğrulama (*authentication* yahut *verification*) kişi sisteme kimliğini söyler ve biyometrik özellik bu kimliği doğrulamakta kullanılır. Kimlik doğrulamada kişinin biyometrik özelliği önceden sistemde saklanır ve doğrulama sırasında alınan özelliklerle

karşılaştırılır. Eğer değerler yeterince yakınsa, kişinin kimliği doğrulanır. Kişi algılama (identification/recognition) kişi kimlik belirtmeden tanınmaya çalışılır (*screening*). Veritabanında bir arama yapılır ve biyometrik özellik bütün kişilerle karşılaştırılır. Eğer en yakın kişinin özellikleriyle aradaki fark belli bir eşikten küçükse, tanıma gerçekleşir. Her iki yöntemde de kullanılan temel işlem özellik noktalarının belirlenmesidir.

2. PARMAK İZİ EŞLEME

2.1 Parmak İzi

Parmak izi, parmak ucu derisindeki göz ile görülebilen çıkıntılar tarafından meydana gelen şekillere verilen addır. Dışderiye ait bu çıkıntılara papilla veya hat adı verilir. Parmaklarımızı dikkatlice bakarsak, parmak izlerinin, bir çok hattın farklı biçimlerde bir araya gelmesiyle oluştuğunu görürüz. Derin kesik ve yaralar olmadığı sürece parmak izlerindeki hatlar insan yaşamı boyunca değişmezler. Bir insanın parmak izi yaşamının tüm evrelerinde aynı özellikleri taşır. Parmak izlerinin bu değişmez ve herkes için farklı olan özellikleri, onları kimlik saptama konusunda çok kullanılan bir materyal haline getirmiştir.

2.2. Parmak İzi Karakteristikleri

Parmak izleri parmak uçlarının hafif bastırılmasıyla ortaya çıkar. Parmak uçlarındaki yüzey pek çok sırt(hat) ve vadiden oluşur. Bir sırt tek bir kavisli parça ile tanımlanır, bir vadi iki komşu sırtın arasındaki bölgedir. Hatlar üzerinde solunum için (yağ ve teri çıkartmak için) pek çok gözenek vardır.



Şekil1. Parmak izi

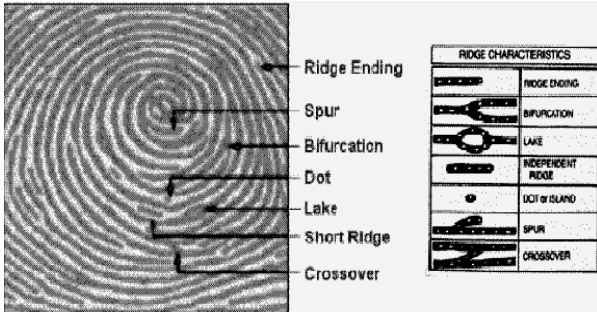
2.3 Minutiae (Özellikli Noktalar, Nitem)

Dikkatle incelendiğinde parmak izlerindeki bazı hatların ani olarak sonlandığı veya ortadan ikiye ayrılıp bir çatal oluşturduğu görülecektir. Bu karakteristik noktaları "nitem" olarak tanımlanır. Bu noktalara, sırasıyla hat sonu ve çatal denir. Parmak izleri için esas ayırt edici özellik, nitelerin parmak izi içerisinde bulunduğu yerler ve yönleridir. Parmak izlerini dikkatlice karşılaştırsak, ana yapı olarak birbirine benzeseler de, niteler göz önüne alındığında aslında çok farklı oldukları görülür. Bu farklılıklar öyle ayırt edicidir ki, yapılan çalışmalarda yeryüzündeki iki farklı insanın aynı parmak izine sahip olma olasılığı 64 milyarda bir olarak saptanmıştır.



Şekil2. Özellikli noktalar (minutiae)

Parmak izlerindeki temel şekiller hatların oluşturduğu (ridge discontinuities) şekillerdir. Bunlar ; Ridge ending (Hat sonu), Bifurcation (Çatal), Lake (Göl), İndipent Ridge (Bağımsız Hat), Do tor Island (Nokta veya Ada), Spur (Burun), Crossover (Köprü)



Şekil3. Parmak izi Karakteristikleri

2.4 Parmak izi Özellikleri

Parmak izi özelliğinin iki çeşidi vardır;

-Core Point(Göbek Nokta); Parmak izlerindeki bazı hatlar kendi etraflarında kıvrılıp kement meydana getirebilirler. Eğer parmak izinde yukarıya doğru bir kement varsa, bu kementin en ortadaki kıvrım noktasına göbek noktası denilir ve bu nokta, o parmak izinin merkez noktası olarak kabul edilir.

- Delta Point (Delta, Üçgen nokta) ; Parmak izlerinde her bir kemente karşılık bir grup hattın meydana getirdiği delta noktası bulunur. Bazı parmak izlerinde hiç bir göbek noktası ve delta noktası bulunmayabilir.



Şekil4. Parmak izi özellikleri örnekler (Daire bir göbek nokta bölgesini, üçgen bir delta nokta bölgesini göstermektedir)

2.5 Parmak İzi Eşleme Yöntemleri

Parmak izi ile güvenlik iki değişik şekilde sağlanmaktadır. Bunlar ;

- Parmak izi doğrulama (Fingerprint verification)
- Parmak izi algılama (Fingerprint identification/ recognition)

Parmak izi doğrulama ve algılama işlemlerinde, izlerin kesilme ve çatallaşma noktaları olan özellikli noktalar (minutiae) kullanılır. Özellikli noktalar tespit edilerek taslak olarak kaydedilir.

Parmak izi doğrulamada kişiyi tanımlamak için parmak izi haricinde ayrıca başka bir kullanıcı kodu veya benzeri bir bilgi kullanılır. Bir kişiye ait kayıtlı parmak izi taslağı ile yeni okunan parmak izinden elde edilen taslak karşılaştırılır. Böylece aynı kişi olup olmadığı kararı verilir.

Parmak izi algılamada ise kişiyi tanımlamak için ek bir bilgi kullanılmaz. Kişinin parmak izi okunduktan sonra özellikli noktalarla ilgili bilgiyi içeren taslak oluşturularak kayıtlı olan taslaklar, okunan taslağa göre gruplandırılır ve karşılaştırılır. Belirlenen bir başarı oranının üzerine çıkılması durumunda kimlik tespiti gerçekleştirilmiş olur. Her iki yöntemde de kullanılan temel işlem özellik noktalarının belirlenmesidir.

Parmak izi doğrulama ve algılama sistemlerinde, piksel veya iz tabanlı eşleştirme yerine nokta tabanlı eşleştirme (özellikli nokta eşleştirme) algoritmaları kullanılır. Bu nedenle birçok nokta tabanlı eşleştirme algoritması geliştirilmiştir.

2.6 Özellik Noktası (Minutiae) Çıkarma Aşamaları

Otomatik parmak izi tanıma sistemleri ile eşleme işlemlerinde, özellikli noktaları (minutiae) olarak bilinen parmak izi resimlerindeki hat çizgisi karakteristikleri ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri kullanılır. Bunun için, parmak izi görüntüsünden özellikli noktalarının sorunsuz ve güvenilir bir şekilde elde edilebilmesi, eşleme için çok önemlidir. Özellik noktalarının bulunmasına yönelik algoritmaların başarısı, büyük ölçüde giriş parmak izi görüntüsünün kalitesine bağlıdır. Görüntü iyileştirme algoritmaları, parmak izi görüntüsüne bir dizi işlem uygulayarak, sonuçta daha iyi kalitede görüntü elde edilmesini sağlarlar. Giriş görüntüsünün kalitesinin artırılması eşleme işleminde otomatik parmak izi tanıma sisteminin hızını, başarımını ve güvenilirliğini artırması ve sistemin hatasını azaltması açısından önemlidir.

Görüntü iyileştirmek için kullanılan bir çok yöntemin yanı sıra, çeşitli filtreler de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, Kontrast Genişletme, Ortalama Değer, Fazla Resim Ortalaması, Median Filtre, Laplacian Filtre, En Yakın Min-Maks Operatörü şeklinde sıralanabilir. Basit filtreler kullanılarak bir takım gürültüleri yok etmek mümkün olmakla birlikte tam anlamıyla bir resim temizleme sağlanamadığından ve resmin ard arda filtrelerden geçirilmesinin sistem hızını yavaşlatacağından, daha karmaşık ve hızlı algoritmalar tercih edilmektedir. Parmak izi temizleme ve iyileştirme için, piksel işleme, görüntünün dönüşümlerini hesaplama veya görüntüye maske uygulama

tekniklerine dayalı algoritmalar kullanılabilir. Önışlemler olarak tanımlanan parmak izi resmi temizleme ve iyileştirme işlemleri, genellikle nokta uygulamaları, bölgesel işlemler, resmin siyah beyaz renk değerlerinden oluşan ikili resme çevrilmesi ve resmin inceltilmesi gibi işlemlerden oluşmaktadır. Parmak izi resminin temizlenip iyileştirilmesi için çeşitli büyüklüklerde ve ağırlıklarda bir çok maske ile çalışılmış, yapılan incelemeler ve elde edilen sonuçlar neticesinde birden fazla maske ile çalışılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Parmak izi temizleme ve iyileştirme işlemi, resim üzerinde çeşitli etkileri olan farklı maskelerin konvolüsyonundan oluşan bir maske kullanılmıştır. Bu maske, resim üzerinde yüksek frekanslı bileşenlerin sönmülmesi etkisi gösteren Ortalama değer maskesi ile kenar bileşenlerin keskinleştirilmesi ve iyileştirilmesine yönelik işlem yapan, Laplacian filtrenin konvolüsyonundan oluşmaktadır. Uzaysal formda gerçekleştirilen iki boyutlu konvolüsyon işlemi, a ve b konvolüsyon işlemi yapılacak filtreleri temsil etmek üzere Eşitlik 1'de verilen formül ile tanımlanabilir.

$$c(n_1, n_2) = \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} a(k_1, k_2) b(n_1 + k_1, n_2 + k_2) \quad (1)$$

Konvolüsyon sonucunda Ortalama değer maskesinin sönmülleme etkisi ile Laplacian filtrenin kenar bilgilerini vurgulama etkisi birleştirilmiş ve amaca uygun olarak kullanılmıştır. Merkez piksel değerinin komşu piksellerin gri seviye ortalaması ile yer değiştirilmesiyle gerçekleştirilen Ortalama Değer Eşitlik 2'de; resmin tüm noktalarındaki Laplacian değerinin karesinin toplanması ile ölçülen, hesaplama yükü ve zamanı açısından iyi performans sergileyen ve literatürde çok kullanılan Laplacian filtre ise Eşitlik 3'te verilen formüller ile tanımlanabilir.

$$\bar{f}(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-2} f(x, y) \quad (2)$$

$$\Delta^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (3)$$

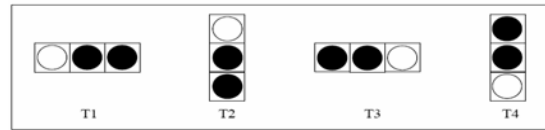
Parmak izi resminin temizlenmesi ve iyileştirilmesi için oluşturulan maske Şekil 3'de, bu maskenin oluşması için konvolüsyonları alınan Ağırlıklı Ortalama Değer ve Laplacian maskeler ise Şekil 4'te verilmektedir. Parmak izi resmine, her bir maskenin ayrı ayrı uygulanması yerine, bu maskelerin konvolüsyonlarının uygulanmasının sebebi, işlem zamanını kısaltmak ve sistem başarımını arttırmaktır. (Sağiroğlu, Ş., Özkaya, N.,2006)

$$\begin{bmatrix} -1 & -4 & -10 & -16 & -19 & -16 & -10 & -4 & -1 \\ -4 & -7 & -13 & -10 & -13 & -10 & -13 & -7 & -4 \\ -10 & -13 & -19 & 2 & -1 & 2 & -19 & -13 & -10 \\ -16 & -10 & 2 & 68 & 74 & 68 & 2 & -10 & -16 \\ -19 & -13 & -1 & 74 & 80 & 74 & -1 & -13 & -19 \\ -16 & -10 & 2 & 68 & 74 & 68 & 2 & -10 & -16 \\ -10 & -13 & -19 & 2 & -1 & 2 & -19 & -13 & -10 \\ -4 & -7 & -13 & -10 & -13 & -10 & -13 & -7 & -4 \\ -1 & -4 & -10 & -16 & -19 & -16 & -10 & -4 & -1 \end{bmatrix} \frac{1}{9*9*9} \begin{bmatrix} 1 & 3 & 6 & 7 & 6 & 3 & 1 \\ 3 & 9 & 18 & 21 & 18 & 9 & 3 \\ 6 & 18 & 36 & 42 & 36 & 18 & 6 \\ 7 & 21 & 42 & 49 & 42 & 21 & 7 \\ 6 & 18 & 36 & 42 & 36 & 18 & 6 \\ 3 & 9 & 18 & 21 & 18 & 9 & 3 \\ 1 & 3 & 6 & 7 & 6 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Şekil 5. Parmak izi resmi temizlemede kullanılan maskeler

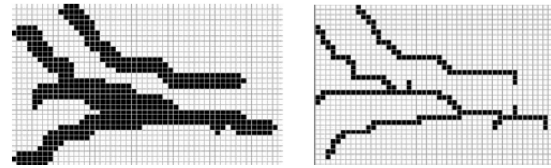
2.6.1 Binary (İkili) format: 0 ve 1 şeklinde kodlanmış piksellerden oluşan görüntüye ikili görüntü (binary image) adı verilir. Parmak izi görüntüsü binary formata dönüştürülerek veri azaltılır ve görüntü üzerinde daha rahat çalışılması sağlanır. Bunun için ilk olarak bir eşik değeri belirlenir. Bu eşik değerin altında kalan değerler 0 üstündeki değerlere 1'e eşitlenir.

2.6.2 İnceltme(Thinning): İz çıkarıldıktan sonra özellik noktalarının tespit edilebilmesi için bu izlerin inceltilmesi gerekir. Bu aşamaya iz inceltme (ridge thinning) aşaması denir. İnceltme işlemi için genellikle kullanılan yöntem taranan resim üzerinden çok küçük boyutlarda parçaların irdelenmesi şeklindedir. Taslak, bitmap içerisinde aranan şekildir. Bitmap içerisinde bu şeklin bulunduğu yerde belli piksellerin rengi beyaza çevrilir. Böylece siyah renklerin gittikçe azalması sağlanır ve inceltme işlemi yapılır. Taslak elemanları renk değerleri olan küçük boyutlu bir matris olup (Örneğin 1x3 ya da 3x3 boyutlarında) resim üzerinde bu matris ile örtüşen pikseller aranmakta ve bulunan piksellerde çeşitli mantıksal karşılaştırmalar yapılmaktadır. Karşılaştırmalar sonucunda belirtilen kriterler doğrultusunda piksel bazında işlemler yapılmaktadır. İncelenmesi gereken unsur bitmap matrisi içerisinde taslak matrisine uyan parçalardır. Aşağıda inceltme işlemi için kullanılan taslak matrisleri görülmektedir.



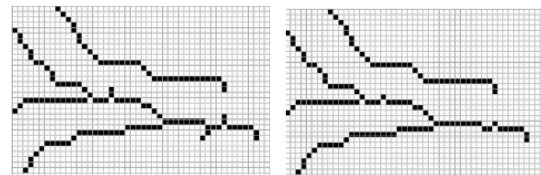
Şekil 7. Taslak matrisler

Bitmap içerisinde sırayla T1, T2, T3, T4 taslakları aranmaktadır. Arama, Bitmap de bulunan her piksel için gerçekleştirilir. Taslakların orta noktaları araştırma yapılan piksel olarak alınırsa iki komşu pikselin renklerine göre taslağın uyuşup uyuşmadığı kontrol edilebilir. (Gonzalez, R.C., Woods, R.E.,2002)



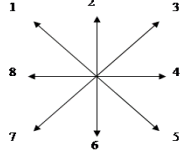
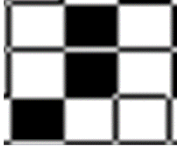
Şekil 8. İnceltilecek parmak izi resminden bir parça ve İnceltmiş parmak izi görüntüsü

İnceltilen parmak izi resminden özellik noktalarının bulunması işlemi basitleştirmek, işlem süresini kısaltmak ve özellik listesinin güvenilirliğini arttırmak için, inceltilmiş resmin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu da, inceltilmiş resim üzerinde yalnızca özellik noktaları oluşturabilecek kısımların düzeltilmesi veya ayıklanması ile başlar. Parmak izi resimleri iyileştirilirken, öncelikle köşeler tanımlanır ve düzeltilir. Köşeler temizlendikten sonra, inceltilmiş resim üzerinde bulunan hat çizgileri düzgünleştirilir. Düzgünleştirme işlemi hat çizgileri kenarlarında oluşan ufak çıkıntı şeklindeki yapılar ve özellik noktalarının bulunmasını zorlaştıran, yalnızca özellik noktası bulunmasına neden olan ayrıntıların giderilmesi şeklindedir. Böylece, inceltilen resim iyileştirilmiş olur.



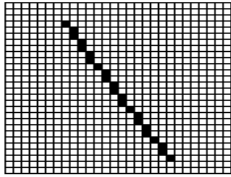
Şekil 9. İnceltmiş parmak izi resminin köşelerinin düzeltilmiş ve temizlenip iyileştirilmiş hali

2.6.3 Çizgi İzleme (Vektörizasyon): Line Following ya da Tracing adı verilen algoritma bitmap üzerinde bulunan bir hattın takip edilmesini içerir. Standart Tracing işleminde noktaların pixel komşulukları önemlidir. Bitmap üzerindeki siyah bir noktanın (pixel) koordinatlarını $P(x,y)$ olarak kabul edersek, bu noktanın koordinatları: $(x-1,y-1)$, $(x-1,y)$, $(x-1,y+1)$, $(x,y-1)$, $(x,y+1)$, $(x+1,y-1)$, $(x+1,y)$, $(x+1,y+1)$ olan 8 adet komşu noktası (pixeli) vardır.



Şekil 8. 3x3 Boyutlu Görüntü Taslağı ve pixelin 8 komşuluğu

Nokta komşuluklarına göre 3x3 boyutlarında bir matrisle tarama yaparak Tracing algoritması uygulayabilmek için çizgilerin tek pixel kalınlığında olması gerekir. Bitmap içerisinde yalnızca tek bir çizgi olduğu ve bu çizginin başladığı koordinatları biliniyor varsayarak hareket edersek, bu koordinatta bir komşu taraması yaparak çizginin ne tarafa doğru devam ettiği bulunur. Daha sonra bu uygulama her yeni komşu pixel için tekrarlanır. Sonuçta komşuluk numaralarından oluşan bir dizi sayı oluşur.



İlk Pixel Koordinatları :
(7, 4)
Chain Code:
5 6 5 6 5 6 5 5 6 5 6 5 6 5 6 5
5 6 5 6 5 6 5 5 6 5

Şekil 9. Chaincode

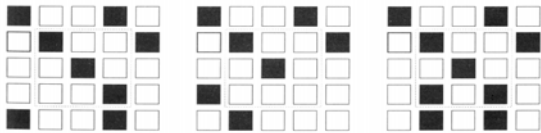
2.7 Özellik Noktası Çıkartma(Minutiae Extraction)

Vektörizasyonu yapılmış iz haritasında her bir nokta 1 veya 0 değerini almaktadır. (x,y) inceltirilmiş iz haritasında bir noktayı ve N_0, N_1, \dots, N_7 de bu nokta çevresindeki 8 komşusunu gösterdiği kabul edilirse;

$$\sum N_i = 1 \text{ ise } (x,y) \text{ noktası iz sonudur veya} \quad (4)$$

$$\sum N_i > 2 \text{ ise } (x,y) \text{ noktası çataldır} \quad (5)$$

sonucuna ulaşılır.(Jain, A. K., Pankanti, S.,2001) Bu aşamadan sonra tespit edilen her bir özellik noktasının x,y koordinatları ve özellik noktasının özellikleri (hat sonu veya çatal) kaydedilir.



Şekil12. Özellik noktasının çıkartılması

2.8 Özellikli Nokta Tabanlı Eşleme (Minutiae Matching)

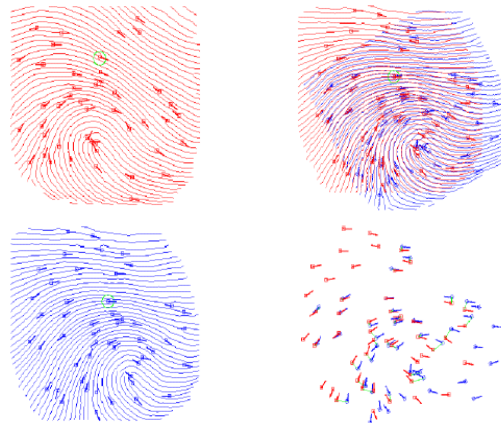
Parmak izi doğrulama ve algılama sistemlerinde pixel veya iz tabanlı eşleme yerine nokta tabanlı eşleme algoritmaları kullanılır. Özellikli nokta tabanlı eşlemede iki temel teknik vardır. Geometrik/ nokta tabanlı eşleme ve Grafik tabanlı eşleme.

2.7.1. Nokta tabanlı eşleme: Referans/kayıtlı noktaya bağlılık, Nokta seti eşleme, Basit geometri, Trigonometrik hesaplamaları içerir. Nokta tabanlı eşlemede, hizalama aşamasında giriş ve veri tabanında kayıtlı taslak arasında çevirme, döndürme ve boyutlandırma gibi dönüşümler hesaplanır ve hesaplanan parametrelere göre giriş özellikli noktalar taslak özellikli noktalar ile hizalanır. Eşleme aşamasında ise giriş ve taslak özellikli noktalar çokgenlere dönüştürülür ve oluşan bu çokgenleri eşlemek için esnek bir dizi eşleme algoritması kullanılır.

2.7.1.2 Hizalama Aşaması: Teorik olarak iki düzlemsel nokta kümesi, iki karşılıklı nokta çiftiyle tam olarak hizalanabilir. İki nokta örgüsü arasında doğru bir hizalama yapabilmek için noktalar arasında üçgen yapılar oluşturulur ve giriş özellikli noktaların oluşturduğu üçgenler ile taslak özellikli noktaların oluşturduğu mümkün olan tüm karşılıklı üçgen kenarları karşılaştırılır, test edilir ve en uygun olanı seçilir. Eşlenen üçgen yapılar yardımıyla iki nokta örgüsü arasındaki duruş dönüşümünü doğru şekilde hesaplanır. Bu işlem çok fazla miktarda uygunluk testi yapılmasını gerektirir.

2.7.1.3 Eşleme Aşaması: Eğer iki özdeş nokta örüntüsü birbirleriyle tam olarak hizalanmış ise karşılıklı nokta çiftleri tam olarak keşir. Bu durumda, nokta örgü eşleştirilmesi, üst üste gelen çiftlerin sayısını sayarak belirlenir fakat pratikte bu durumla karşılaşılmaz. Kullanılacak algoritma, doğrusal olmayan biçimsel bozukluklarından ve özellikli nokta yerlerinin doğru şekilde belirlenmemesinden kaynaklanan bozuklukları göz ardı edecek özelliğe sahip olmalıdır. Genellikle, böyle esnek bir eşleştirme, her taslak özellikli nokta çevresine bir sınırlayan kutu (bounding box) yerleştirilerek yapılır. Bu kutu, taslak özellikli noktaya göre giriş özellikli noktanın olabileceği yerleri belirler. Giriş özellikli noktadaki karşılık özellikli nokta bu kutu içinde kalacak şekilde sınırlandırılır. Özellikli nokta yer belirleme hataları ve doğrusal olmayan biçim bozukluklarını giderme özelliği olan bir uyarlamalı esnek eşleştirme algoritması uygulanmalıdır. Literatürde birçok eşleme algoritması bulunmaktadır. Çalışma kapsamında aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

- Hizalanmış karşılıklı nokta çiftleri yardımıyla Affin dönüşümü yapılır.
- Uyuşumsuz ölçüler testi yapılarak uyuşumsuz nokta veya noktalar dönüşümden çıkartılır.
- Eşleştirmede kullanılacak parametrelerinin tümü birden eşleşemeyeceğinden belirli bir doğruluk oranında eşleştirme yapılarak sonuç hesaplaması yapılır.



Şekil13. Özellik noktalarının eşlenmesi

3.YÜZ TANIMA

İnsan her şeyi ile kendine özgüdür, bu karakteristik özellikler tanınmasına, kimliğinin tespitine yardımcı olur. Yüz tanımlama teknolojilerinin temeli mevcut yüz/yüzlerin görüntülerinden o yüzle ilgili karakteristik özelliklerin çıkartılmasına dayanmaktadır. Tüm yapılan sabit iki görüntünün karşılaştırılmasıdır. Yüz tanıma sistemlerinde temel olarak iki teknik kullanılır.

Bunlar;

- Bütünsel (holistic) belirleyiciler, tüm yüzü kapsar.
- Kısmi belirleyici, göz, dudak, ve burun incelenir.

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yüz tanıma yöntemi Bütünsel yöntemlerdir. Bu yöntemdeki temel amaç, sistemin veri tabanında yer alan görüntülerin ayırt edici karakteristik özelliklerini kullanarak olabildiğince az boyutlu bir uzay oluşturmak ve görüntüleri bu yüz uzayında karşılaştırmaktır. Bu yöntemde tanıma işlemi, sisteme girdi olarak verilen görüntünün yüz uzayındaki izdüşümünün alınması ve bu vektörün veri tabanındaki izdüşümü alınmış diğer yüzlerle karşılaştırılması ile gerçekleştirilir. Bu yöntemler ışığa ve yüz ifadelerine karşı az değişken olmasına rağmen, yüzün büyüklüğüne karşı oldukça duyarlıdır. Bunun temel sebebi ışık değişimlerinde komşu piksellerle olan ilişkinin yüksek olması, ancak yüz büyüklüklerinin değişiminde ilişkinin kaybolmasıdır.

Çalışma kapsamında, kısmi belirleyici tekniği kullanılmıştır. Kısmi belirleyici tekniği kullanılarak yapılan çalışmalar çok fazla zaman gerektirmektedir ve karışık matematiksel işlemler içerir. Yüz karakteristiği tanımlanırken göz çukurlarının saptanması, elmacık kemiğini çevreleyen bölgelerin taranması, ağız kenarlarının belirlenmesi, kulak memesini analizi gibi çeşitli metotlar kullanılır Yüz üzerinde dikkati çeken 120 adet ayırt edici özellik olduğu bulunmuş, bunlar içerisinde 68 ana özellik ortaya çıkmıştır. Bu ana özellik unsurları arasındaki uzaklıkların ölçülmesi (tanımlama algoritması) ve bu uzaklıkların tanıma algoritmasında gerekli yerlere oturtulması ile matematiksel bir ifade haline gelir. Bu ifade kullanılan yüze ait olan ve başka birinin yüzünden elde edilecek başka bir ifadeden tamamen farklı bir formül olarak adlandırılır. Bunun sonucunda daha önceden tanıtılmış yüzlerin, kısaca kişilerin bilgisayar yardımı ile kolayca hatırlanabilmesi ve ihtiyaç duyulduğunda tanımlana bilmesi oldukça kolaydır.

Yüz tanıma adımları olarak; herhangi bir yüz aşağıdaki adımların uygulanması ile bilgisayar tarafından algılanarak gerekli yerlere kaydedilir. Karşılaştırılması istenen verilerle eşleme yapılır.

3.1. Yüz Tespit Metotları

Uygulamaya yönelik yüz tespit metotları literatürde sıklıkla yer almaktadır. Bazı metotlar yüzü bir şablon ile bütün olarak tespit ederken bazıları da yüze ait önemli noktaları, ayırt edici nitelikleri kullanır. Yüz yeri tespitine yönelik metotlar genel olarak aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir.

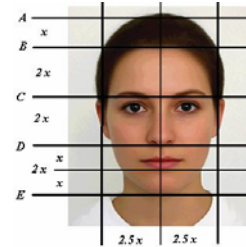
1. Bilgi temelli metotlar
2. Ten rengi gibi değişmeyen özelliklere dayalı yaklaşımlar
3. Yüze ait farklı şablonların karşılaştırılmasına dayalı metotlar
4. Görünüş temelli metotlar

3.1.1 Yüz Geometrisinden Yararlanarak Yüzün Tespiti:

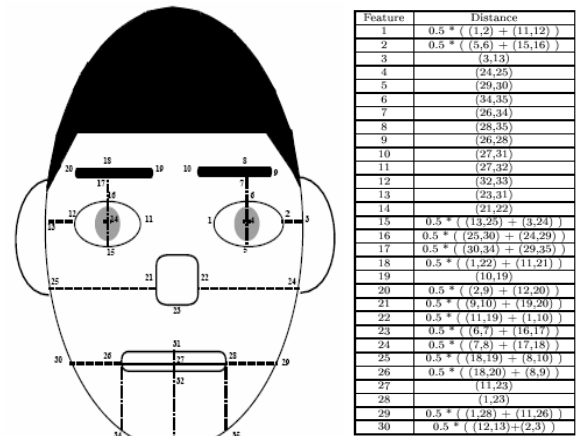
İnsan yapısında her şey mükemmeldir. İnsanların birbirine benzememelerine ve aralarında mutlaka farklar olmasına rağmen, değişmeyen oranlar ve sabitler vardır. İnsan

bedenindeki bu oranlara *Kanon* denir. İnsan yüzünde genel olarak doğru kabul edilebilecek belirli oranlar vardır. Bu oranlardan faydalanarak yüzdeki belirli bölgeleri tahmin etmek kolaylaşacaktır. Örneğin, resimdeki yüzün yeri bilindiğinde sabit oranlardan yararlanarak göz, burun ya da dudak bölgesinin muhtemel sınırları belirlenebilir. İnsan yüzüne önden bakıldığında insan başı, bir kenarı $3 \frac{1}{2}$ birim, öteki kenarı $2 \frac{1}{2}$ birim olan dikdörtgen meydana getirir. Bu dikdörtgenin kenarlarının orta noktalarından geçen düşey ve yatay çizgileri çizildiğinde: burun ve ağızın düşey orta çizgi üzerinde, gözlerin ise yatay orta çizgi üzerinde yer aldığı görülmektedir. Fakat oranlar, insanların yaşlarına göre değişebilir. Örneğin yetişkin bir insan için baş oranları 3.5:2.5 iken, bu oran 2 yaşındaki bir çocukta 4:3'tür. Aynı şekilde yetişkinler için yüz oranları 3:2.5 iken, çocuklarda daha çok karesel yapı görülmektedir. Gözlerin iki kenarı arasındaki uzunluk üçe bölündüğünde ilk 1/3 lük kısmında birinci göz, orta 1/3 lük kısmında iki göz arasındaki uzaklık ve son 1/3 lük kısmında da ikinci göz bulunmaktadır. Gözlerin iç sınırlarında aşağıya doğru çizilen dik çizgiler burmu içine alır. Her iki gözün göz bebeklerinin tam ortasından aşağıya doğru çizilen dik çizgiler ise dudağın sağ ve sol sınırlarından geçmektedir. Bununla beraber, yatay olarak ele alındığında, dudak bölgesi başı çerçeveleyen dikdörtgenin alt tarafında bulunmaktadır. Bu dikdörtgenin alt tarafı 5 parçaya bölünürse üstten 2 birimlik kısım burun bölgesi, diğer kısımlar ise ağız ve çene bölgesi olarak yorumlanabilir. Diğer taraftan yüzün alt yapısı 3 eşit bölgeye ayrıldığında dudak, bu bölgelerin ortada olanında kalmaktadır. Böylece yüz kanonuna göre dudağın düşey sınırları gözbebeklerinin ortalarından çizilen çizgiler, yatay sınırları ise yüzün alt yarısı 3 eşit bölgeye ayıran çizgiler olarak tespit edilmiştir. (Nabiyev,V.V., Yavuz Z.,2005)

Yüz geometrisinden faydalanarak karakteristik noktaların yeri ve sınırları yaklaşık olarak belirlenir. Yüz kanonlarına göre yaklaşık olarak bulunan bölgedeki karakteristik noktaların kesin yerleri bulunur.



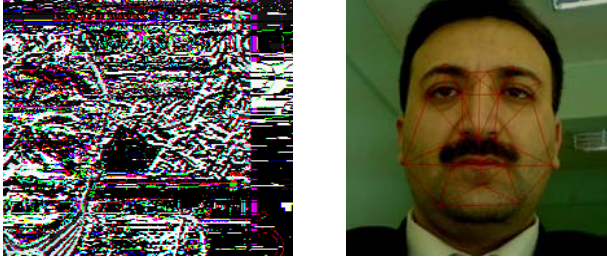
Şekil 14. İnsan yüzünün bazı kanonları



Şekil15.Manuel belirlenmiş yüz elemanları ve 30 Boyutlu şekil vektörü

3.1.2 Yüz Eşleme

Yüz elemanları hassas bir şekilde bulunduktan sonra bu noktalar arasındaki öklit mesafeleri, ve oranları hesaplanarak kaydedilir. Yeni elde edilen yüzsel veri, kayıtlı yüz verileri arasında karşılaştırılır ve en az bir yüzsel temsil ile bağ kurulur. Karşılaştırma bittiğinde, sistem bir karşılaştırma değeri atar. Eğer bu değer önceden belirlenmiş eşliğin üzerinde ise benzerlik deklare edilir. Doğruluk kriteri olarak, yüz elemanlarının giriş ve araştırma görüntüsündeki koordinatları arasındaki Affin dönüşümden elde edilen karesel ortalama hata değeri kullanılmıştır.



Şekil16. Yüzün tesbiti ve Yüzdeki karakteristik noktaların çıkartılması

Her ne kadar yüz imgeleri iris ve parmak izi gibi biyometrik sinyaller kadar güvenli olmasa da, yüz tanıma sistemlerini diğerlerinden ayıran önemli özellikler bulunmaktadır. Bu özelliklerden en önemlisi yüz imgesinin uzaktan da bir kamera yoluyla alınabilmesidir. Bu nedenle yüz tanıma algoritmalarının uygulanabileceği senaryolar çok çeşitlidir. İki boyutlu yüz tanıma sistemlerinin karşılaştığı en büyük sorun, elde edilen sinyaldeki değişimlerin oluşturduğu farkların çok yüksek olmasıdır. Aydınlatma, poz ve ifade değişimlerinin aynı yüzde yarattığı değişimler genel olarak farklı kişilerin resimlerinin birbirinden farkından daha büyük olmaktadır.

4.SONUÇ

Teknolojinin çok hızlı bir şekilde geliştiği ve hayatımıza girip her anını etkilediği günümüzde, güvenliğin her geçen gün daha da ön plana çıkması, kişinin çok daha fazla şifreyi aklında tutmasını, daha fazla kartı yanında bulundurmasını gerektirmiştir. Bu yaklaşımların giderek pratiklikten ve güvenilirlikten uzaklaşması, biyometrik tekniklere olan ilgiyi artırmıştır. Biyometrik teknolojisi ile kişisel ve kurumsal güvenliğin sağlanması artık daha kolay ve daha güvenilir bir hal almıştır.

İki veya daha fazla biyometrik tekniğin bir araya getirilerek oluşturulan sistemlere çoklu-biyometrik sistemler denir. Bu tür sistemler, tek biyometrik teknoloji kullanılarak oluşturulmuş sistemlerden daha güvenli sistemler dizayn etmek için düşünülmüştür. Bu çalışmada, parmak izi eşleme ve yüz eşleme tekniğinin bir araya getirilerek çoklu biyometrik bir sistem üzerine çalışılmıştır. Sistemde verileri elde etmek için fotogrametrik teknikler kullanılmış ve verilerin eşlenmesinde karşılaşılan çeşitli kısıtlamaların kaldırılması amacıyla Affin dönüşümden yararlanılmıştır. Affin dönüşümünün sistemin başarısında olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Gelecek çalışmalarda sistemin farklı veri gruplarıyla çalıştırılarak geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Gonzalez, R.C., Woods, R.E.,2002. Digital Image Processing. Second Edition, Prentice Hall,ISBN: 0-201-18075-8, USA.

Halici U., Jain L. C., Hayashi, I., Lee, S.B., Tsutsui T., 1999. Intelligent Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition. CRC Press, USA,

Halici, U., Jain, L.C.,Erol, A.,1999. Introduction to Fingerprint Recognition. CRC Press, Boca Raton.

Ho S.Y., Huang H.L,1998.An analytic solution for the pose determination of human faces from a monocular image, Pattern Recognition Letters, Elsevier.

Hong, L., Wan Y., Jain, A. K., 1998.Fingerprint Image Enhancement: Algorithms and Performance Evaluation. IEEE Transactions on PAMI, 20, No. 8, 777-789.

Jain, A. K., Pankanti, S.,2001. Automated Fingerprint Identification and Imaging Systems. Advances in Fingerprint Technology, 2nd Ed. (H. C. Lee and R. E. Gaensslen), Elsevier Science, New York.

Nabiyev, V. V. , Karakaya T. 2005. Yapay Sinir Ağları Yardımıyla Resimdeki Yüzün tanınması, 4th International Advanced Technologies Symposium, September 28-30, Konya

Nabiyev,V.V., Yavuz Z.,2005.Vücut Dilinin Bilgisayarda Yorumlanması ve Bilgisayarlı Dudak Okuma. 4th International Advanced Technologies Symposium, September,28-30. Konya.

O'Gorman, L., Nickerson, J.V.,1988 Matched filter design for fingerprint image enhancement. International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, . ICASSP-88, 2,916 -919

Saatci, E., Tavsanoğlu, V.,2002. "Fingerprint image enhancement using CNN Gabor-type filters. 7th IEEE International Workshop on Cellular Neural Networks and Their Applications, 2002. (CNNA 2002), 377-382.

Rusyn, B., Prudyus, I., Ostap, V.,2001. Fingerprint Image Enhancement Algorithm. The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics CADSM Proceedings of the 6th International Conference, 193-194.

Sağiroğlu, Ş., Özkaya, N.,2006. Otomatik Parmakizi Tanıma Sistemlerinde Kullanılan Önışlemler İçin Yeni Yaklaşımlar.,Gazi Üniv. Müh.Mim.Fak. De. Vol 21 No 1, 11-19 .

Xiao, Q., Raafat, H.,1990. A combined statistical and structural approach for fingerprint image postprocessing, International Conference on Systems. IEEE Conference Proceedings, Page(s): 331 -335.

Yaman, K., Sarucan, A.,Atak, M., Aktürk, N.,2001. Dinamik Çizelgeleme İçin Görüntü İşleme ve ARIMA Modelleri.Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 16, No 1, 19-40.

Yang, M.H., Kriegman D., Ahuja N.,2002. Detecting Faces in Images: A Survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI), Vol. 24, No. 1,pp. 34-58.