

YÜZ TANIMA İÇİN ENİYİ GABOR PARAMETRELERİNİN SEÇİMİ

Berk Gökberk, M. Okan İrfanoğlu, Hasan Doğu, Lale Akarun, Ethem Alpaydın
Boğaziçi Univ. Bilgisayar Mühendisliği

Bebek/İstanbul

Tel: (212) 358 1540 / 1858

Fax: (212) 287 2461

{gokberk, irfanogl, akarun, alpaydin}@boun.edu.tr

Bildiri Konusu: 1.21 Örüntü ve Nesne Tanıma

Özetçe

Yerel öznitelik tabanlı yüz tanıma sistemlerinde, öznitelik çıkarıcılarının topoğrafik yerleri, tanıyıcının ayırdetme gücünü doğrudan etkiler. Tanıma başarımının yükseltilmesi için, imgedeki belirgin noktaların bulunması gereklidir. Çoğu yüz öznitelik çıkarımı algoritması şu iki varsayıma dayanır: 1. Her özneliğin önemi, diğerlerinden bağımsızdır. 2. Öznitelik çıkarımı, yüzdeki göz, burun gibi organların belirli noktalarında yapılmalıdır. Bu varsayımlar altında, ancak kısıtlı bir başarıma ulaşmak mümkündür. Bu bildiriye, altküme seçim yöntemleri ile bu iki varsayımı gevşeterek bu problemi çözmeye çalışıyoruz. Yüzdeki en iyi öznitelik yerlerini ve bu özniteliklerin birleşimini bulmak için bir dizi öznitelik seçim algoritması ve bir genetik algoritma kullanıyoruz. FERET yüz veritabanı üzerindeki karşılaştırmalı sonuçlar, yaklaşımımızın üstünlüğünü göstermektedir.¹

1. Giriş

Yüz tanıma, son yılların çok ilgi çeken örüntü tanıma problemlerinden biridir. Pek çok örüntü tanıma probleminde olduğu gibi, yüz imgesinden tanıma için uygun bir öznitelik vektörünün çıkarılması, tanıma için önemli bir adımdır. Öznitelik çıkarımı için Gabor dalgacık tabanlı yöntemler, yerel öznitelikler olarak başarıyla kullanılmıştır [1].

Gabor dalgacık tabanlı yöntemlerde, yüz imgesinin belirgin emin noktalarında belli frekans ve yönlerdeki Gabor süzgeçleri ile seyrek

örneklenmesi yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yöntemle çıkarılan öznitelikler, hala yüksek boyutlara sahiptirler. Dolayısıyla, en yararlı lokasyon, yön ve frekansların bulunması için her öznitelik bileşeninin katkısının istatistiksel olarak çözümlenmesi gereklidir[2,3,4,5].

Bu bildiriye, belirgin özniteliklerin seçimi problemini bir altküme seçim problemi olarak formalize ediyoruz. Geçmiş çalışmalarda, öznitelik lokasyonlarının göz, burun gibi yüzün belirli noktalarında olacağı varsayılmıştır. Biz lokasyon kısıtı getirmeden bu problemi formüle ederek bu varsayımın geçerliliğini sınıyoruz. Diğer bir kısıtlayıcı varsayım, öznitelik bileşenlerinin birbirlerinden bağımsız olacağıdır. Bu çalışmada, bağımsızlık varsayımını ortadan kaldırarak daha genel bir öznitelik seçimi metodolojisi kullanıyoruz. FERET yüz veritabanı üzerindeki karşılaştırmalı sonuçlarımız, bu yaklaşımla tanıma başarımının belirgin olarak arttığını göstermektedir.

2. Gabor Dalgacıkları kullanarak yüz betimleme

Yüzdeki yerel öznitelikler, bu noktalardaki görüntünün iki boyutlu Gabor dalgacıkları ile evriştirmesiyle bulunur. Her evriştirme noktasında beş farklı frekans ve sekiz ayrı doğrultuda Gabor süzgeçleri kullanılmıştır [6]. Gabor süzgeçlerinin büyüklükleri, örtüşmeyi olabildiğince azaltmak için 15x15 olarak seçilmiştir. Gabor dalgacıkları ile evriştirilmiş noktalardan çıkan kompleks sayıların büyüklükleri öznitelik olarak kullanılmıştır. Bu şekilde her yüz noktasından 40 boyutlu öznitelik vektörleri çıkarılmıştır.

¹ Bu çalışma, Boğaziçi Üniversitesi BAP 02A106 tarafından desteklenmiştir.

Bu yöntemle yüzleri betimlemek birçok yolla mümkündür. Örnek olarak, yüz resmindeki her nokta için bu yöntem kullanılabilir. Diğer bir yaklaşım ise yüzdeki belirgin noktaların üzerine gelecek şekilde, bir yüz ağı yerleştirmek, ve bu noktalarda evrişimleri gerçekleştirmektir. Bu yaklaşım kullanılacak ise yüzdeki belirgin noktaların önceden belirli bir hassasiyette bulunması gereklidir. Bu iki yaklaşım arasındaki diğer bir yol ise, yüz bölgesi üzerine belli büyüklükte bir ızgaranın oturtulmasıdır.

3. Öznitelik Seçimi

Öznitelik seçiminde amaç, bir başarımlı ölçütünü eniyileyen altkümeyi bulmaktır. Bu başarımlı ölçütü sınıflar arasındaki uzaklığı arttırmak veya bir sınıflandırıcının performansını arttırmak olabilir. Eniyi başarımlı veren altküme tümünü kapsayan arama ile bulunabilir; ancak, yüksek boyutlu problemlerde bu geçerli bir yaklaşım değildir [7]. Eniyi olmayan hızlı pek çok algoritma önerilmiştir. Bu algoritmalar arasında çoğunlukla kullanılanlar: eniyi bireysel öznitelik (best individual feature – BIF), ileri seçim (sequential forward search - SFS), gezen ileri seçim (sequential floating forward search - SFFS), L-ekle R-çıkarma (plus--L--minus--R)'dır [8]. Genetik algoritmalar da altküme seçim problemlerine bir çözüm olarak ileri sürülmüşlerdir [8].

Bu çalışmada yüz tanıma amaçlı olarak, yüzlerdeki eniyi ayırıcı yerleri bulmak için birkaç altküme seçme algoritması denenmiştir. Bunlar sırasıyla: eniyi bireysel öznitelik (best individual feature – BIF), ileri seçim (sequential forward search - SFS), gezen ileri seçim (sequential floating forward search - SFFS) ve genetik algoritmadır. İlk üç yaklaşım için, yüz betimlemesinde ızgara yöntemi ve yüz ağı yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan ızgaraların büyüklükleri 7x7'dir, ve bu ızgaralar yüzü ortalayacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Yüz ağı olarak ta, yüz üzerinde daha önceden belirlenen belirgin 30 nokta seçilmiştir (bkz. Şekil 2.a). Genetik algoritma için ise yüz resmindeki her nokta betimleme için kullanılmıştır.

4. Deneyle ve sonuçlar

Deneylede, FERET yüz veritabanının bir altkümü kullanılmıştır [9]. Bu altkümede 146

kişinin 150x130 dört imgesi alınmış, bunlardan ikisi eğitim kümesine, ikisi ise test kümesine konmuştur. Yüz imgelerinde belirgin olarak ifade ve ışıklandırma farklılıkları bulunmaktadır. Tanıma kısmında ise 1-en yakın komşu algoritması kullanılmıştır.

4.1 BIF, SFS ve SFFS tabanlı öznitelik seçme

Tanıma problemlerinde, her öznitelik bileşeni belli derecede tanıma gücüne sahiptir. Bu yüzden, daha iyi bir tanıma performansı elde edebilmek için, her bir öznitelik bileşeninin tanıma için önemini öğrenilmesi gereklidir. Öznitelik bileşenlerinin tanıma için öğrenilmesindeki en basit yollardan biri, her bileşenin ayrı ayrı tanıma performanslarına bakmaktır. Eniyi bireysel öznitelik yaklaşımında, bu yolla elde edilmiş en önemli N tane öznitelik bileşeni kullanılır. Bu yaklaşım, eğer öznitelik bileşenleri birbirlerinden bağımsız ise iyi performans gösterir. Buna karşılık, çoğu durumda, daha önceden elde edilmiş öznitelik kümesine en önemli katkı sağlayan diğer özniteliklerin eklenmesi daha iyi bir yoldur. Bu amaçla, öznitelik seçiminde, ileri seçim algoritmasını kullanılmıştır. Özetle, her adımda, varolan öznitelik kümesinin performansını en çok arttıran yeni öznitelik bileşeni, bu kümeyle eklenmektedir.

Gezen ileri seçim algoritması, ek olarak her adımda, varolan öznitelik kümesi içinde en az yararlı olan öznitelikleri kümeden atarak daha iyi performans elde edebilmektedir. Bu algoritma da özetle, her adımda en iyi özneliği ekler, ve daha sonra küme içindeki, atılması performansı arttıracak diğer öznitelikleri arar, ve bulunduğu durumlarda bunları kümeden çıkarır.

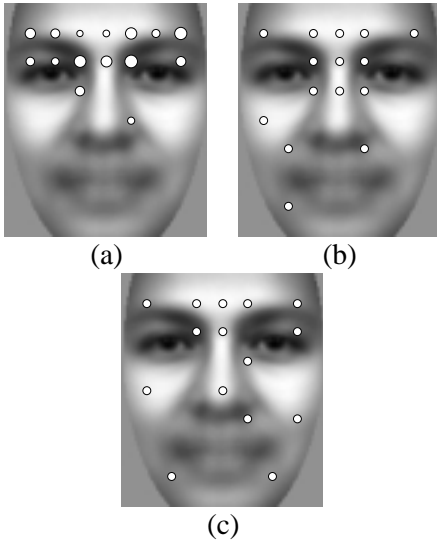
Deneylelerimizde, yüz üzerine oturtulan 7x7 boyutlarındaki ızgara noktalarının en önemlileri aranmaktadır. Tablo.1'deki ikinci sütunda, farklı öznitelik seçme yöntemlerinin başarımlı gösterilmektedir. BIF, SFS ve SFFS algoritmalarının yüz tanıma başarımlı sırasıyla %84.54, %90.38 ve %91.07 dir. Tüm ızgara noktaları kullanıldığında tanıma başarımlı %86.94'tür. Şekil. 1.a, 1.b, ve 1.c'de, BIF, SFS ve SFFS ile bulunan en önemli 15 nokta gösterilmektedir. Şekil 1.a'da dairelerin büyüklükleri her yüz noktasının tanıma başarımlı ile orantılı çizilmiştir. En yüksek tanıma başarımlı

SFFS algoritması ile gerçekleştirilmiştir. SFFS'in başarımı tüm ızgara noktalarının kullanımından daha yüksektir. BIF algoritması da, yerel öznitelikleri birbirlerinden bağımsız değerlendirdiği için, beklenildiği üzere en kötü performansı sergilemiştir.

Her üç yaklaşımda da, bulunan önemli noktalar yüzün yukarı kısmındadır. Bu sonucun nedenlerinden biri de, kullanılan yüz kütüphanesindeki, özellikle ağız bölgesinde bulunan ifade değişiklikleridir. SFFS yaklaşımında, kaşlarda, alnın ortasında, burun bölgesinde ve ağızın aşağı bölgelerinde bulunan özniteliklerin birlikte kullanılması önemli gözükmektedir.

Tablo 1: Izgara ve yüz ağı için öznitelik seçme yöntemlerinin yüz tanımadaki başarıları.

	Izgara (49)	Yüz Ağı (30)
Tüm Noktalar	86.94	83.85
BIF(15)	84.54	82.13
SFS(15)	90.38	87.97
SFFS(15)	91.07	87.97



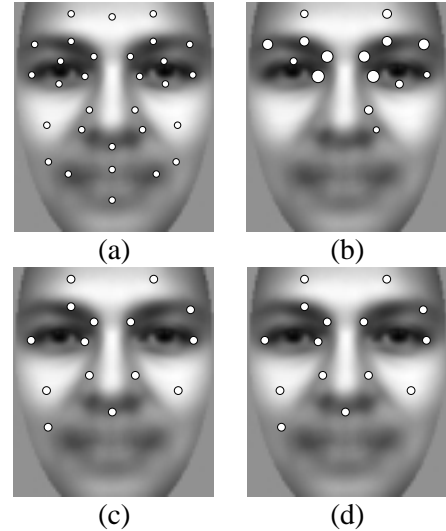
Şekil 1: 7x7 Izgara yönteminde öznitelik seçimi sonuçları (a) BIF:% 84.54 (b)SFS:%90.38 (c)SFFS: % 91.07

Yüzdeki belirgin noktaların önemini araştırmak için, benzer bir karşılaştırma da, elle işaretlenerek oluşturulmuş yüz ağı üzerinde yapılmıştır. Tablo.1'deki üçüncü sütunda, BIF, SFS ve SFFS algoritmalarının yüz tanıma başarıları gösterilmiştir. Yüzdeki belirgin tüm 30 noktanın

kullanılmasıyla sadece %83.85 oranında tanıma başarımı elde edilmesine karşılık, SFS ve SFFS yöntemleriyle seçilmiş eniyi altküme yöntemleriyle, tanıma başarımı %87.97 olmuştur. Şekil 2.b, 2.c, ve 2.d'de, BIF, SFS ve SFFS ile bulunan en önemli 15 nokta gösterilmiştir. SFS ve SFFS aynı noktaları bulmuştur, ve bu noktalar genel olarak yüzün üst bölgesindedir. Kaşlar, gözlerin kenarları, alın, yanaklar, ve burun çevresi tanıma için en yararlı yerleri teşkil etmektedir.

4.2 Genetik Algoritma

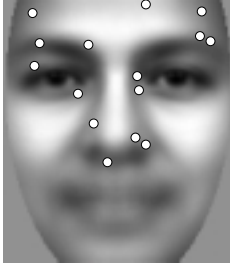
Yüz tanımda, yerel özniteliklerin belirlenmesi için yaptığımız çalışmanın önemli amaçlarından biri de, bu noktaları, daha önceden karar verilmiş hiçbir varsayımı gözönüne almadan, doğrudan yüz imgelerinden öğrenmekti. Bu varsayımlardan birine örnek olarak yüz betimlemede, yüzdeki belirgin noktaların kullanılmasını sayabiliriz. Bu amaçla, yüz betimlemede, ızgara ve yüz ağı gibi yöntemlerin aksine arama boyutu çok daha fazla olan yüz imgesindeki her noktayı kullandık. Bu durumda, arama uzayı yüz imgesindeki nokta sayısının N'li kombinasyonu olacaktır. Bu karmaşıklıkta bir problemde eniyi altküme bulacak kapsamlı arama yapmak mümkün değildir. Bu yüzden, problemi, eniyeye yakın performans veren ve hızlı olan genetik algoritma ile çözmeyi denedik [8].



Şekil 2: Elle önemli noktaları işaretleme yönteminde öznitelik seçimi sonuçları (a) 30 adet önemli nokta ile: % 84 (b) BIF:% 82; (c)SFS:%88 (d) SFFS: % 88

Genetik bir algoritma kullanarak Gabor süzgeçleri ile eniyi tanıma başarımını verecek 15 yüz noktasının, hiç bir kısıtlama olmadan, imge üzerindeki yerini aradık. Genetik algoritmada Genler, önemli bir noktanın x ve y koordinatlarını kodlarlar. Her kromozom 15 genden oluşur. Çaprazlama ve mutasyon oranları 0.5 ve 0.1'dir. Önemli noktaların birbirlerine çok fazla yaklaşmalarını sağladık. Mutasyon, koordinatlara rassal bir değişken eklenmesiyle olur. Yeni bir neslin seçimi, kromozomların tanıma başarımına bağlıdır. 0.05 oranında elitizm uygulanmıştır. İlk popülasyon boyu 200 olarak alınmıştır.

Şekil 3'te genetik algoritma tarafından bulunan 15 yüz noktası görülmektedir. Tanıma başarımı %96.5'tir. Diğer öznelik seçme yöntemleri ile karşılaştırıldığında, genetik algoritmanın en iyi performansı verdiği görülmektedir. Öznelik seçimi yöntemlerinde de olduğu gibi, önemli noktaların alın, göz ve burnun kenarında toplandığı görülmektedir.



Şekil 3: Genetik algoritma ile bulunan önemli yüz noktaları (tanıma başarımı: % 96.5)

5. Sonuç

Bu çalışmada, yerel öznelik tabanlı yeni bir yüz betimleme algoritması sunulmuştur. Önceki çalışmalarda, yüzden çıkarılacak özneliklerin seçiminde, bu özneliklerin birbirinden bağımsız olduğu varsayımı kabul edilmiştir. Bu çalışmada ise, yüzden çıkarılacak özneliklerin seçimi bir altküme seçimi problemi olarak formüle edilmiş olup, bu özneliklerin eklenmesinin veya çıkarılmasının varolan öznelik kümesi de göz önüne alınarak yapılması sağlanmıştır.

Daha önceki çalışmalarda yapılan diğer bir varsayım ise, özneliklerin yüzün belirgin noktalarından çıkarılması gerektiğidir. Bu varsayımın geçerliliğini sınamak için, farklı

örnekleme yöntemlerini farklı öznelik seçme metodları ile beraber kullandık. Sonuçlarımız, yüzdeki belirgin noktaların tanıma öneme sahip oldukları, ancak bunların öznelik seçme yöntemleri ile beraber kullanılmasının tanıma performansını arttırabileceğidir. Ek olarak, bu noktaların yakınındaki bölgelerin de yüz tanıma öneme etkilerinin olduğunu görülmüştür.

Deneylerimizde, SFFS ve genetik algoritma en iyi tanıma sonuçlarını verdi. İlk varsayımı denemek için kullandığımız BIF algoritması, SFFS ve genetik algoritmadan daha kötü tanıma performansı gösterdi. Genel olarak, kaşlar ve burun çevresindeki bölgeler yüz tanıma için en yararlı yerler olarak tespit edildi. Gelecek çalışmalarda, Gabor dalgacıklarının farklı frekans ve doğrultuları da benzer bir şekilde yüz betimlemesi için incelenecektir.

6. Kaynakça

- [1] Chellappa R, C. L. Wilson, S. Sirohey, "Human and machine recognition of faces: A survey", *Proceedings of IEEE*, (83): 705-740, 1995.
- [2] M. Grudin, "On internal representations in face recognition", *Pattern Recognition*, 33(7):1161-1177, 2000.
- [3] N. Kruger, "An algorithm for the learning of weights in discrimination functions using a priori constraint", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 19(7):764-768, 1997.
- [4] P. Kalocsai, C. Malsburg, J. Horn, "Face recognition by statistical analysis of feature detectors", *Image and Vision Computing*, 18(4):273-278, 2000.
- [5] B. Gokberk, L. Akarun, E. Alpaydin, "Feature Selection for Pose Invariant Face Recognition", *Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition*, 2002.
- [6] L. Wiskott, J. M. Fellous, N. Kruger, C. Malsburg, "Face recognition by elastic bunch graph matching", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 19(7):775-779, 1997.
- [7] A. Jain, R. P. W. Duin, J. Mao, "Statistical pattern recognition: a review", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(1):4-37, 2000.
- [8] M. Kudo, J. Sklansky, "Comparison of algorithms that select features for pattern classifiers", *Pattern Recognition*, 33(1):25-41, 2000.
- [9] P. J. Phillips, H. Wechsler, J. Huang, P. Rauss, "The FERET database and evaluation procedure for face recognition algorithms", *Image and Vision Computing*, 16(5):295-306, 1998.