

# Yüz Tanıma için Yüz Özelliklerine Uyumlu Bir-bit Dönüşümü

## Facial Feature Matched One-bit Transform for Face Recognition

Aysun Taşyapı Çelebi, Begüm Demir, M. Kemal Güllü, Sarp Ertürk

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü  
Veziroğlu Yerleşkesi, Kocaeli Üniversitesi, 41040, İzmit/Kocaeli

[aysun.tasyapi@gmail.com](mailto:aysun.tasyapi@gmail.com), [{begum.demir, kemalg, sertur}@kou.edu.tr](mailto:{begum.demir, kemalg, sertur}@kou.edu.tr)

### Özetçe

*Bu bildiriye, yüz tanıma için yüz özelliklerinin konumunu ve aynı zamanda yüzün yönelmesini tespit etmek üzere yüz özelliklerine uyumlu bir-bit dönüşümü önerilmiştir. Çalışmada öncelikle ten rengine bağlı olarak yüz bölgesi bölütlenmektedir. Elde edilen yüz imgesi, özgün bir yaklaşımla en küçük kareler yöntemi ile oluşturulmuş çekirdek kullanan bir-bit dönüşümü ile ikili imgeye dönüştürülmektedir. Oluşturulan ikili imgede önceden tanımlanmış bölgeler kapsamında k-ortalama yöntemi uygulanarak göz ve ağız kümeleri belirlenmekte ve daha sonra özellik çıkartımı için kullanılacak yüz imgesi elde edilmektedir. Yüz imgesine ayrık dalgacık dönüşümü ve ayrık kosinüs dönüşümü uygulanarak özellik vektörleri bulunmakta, destek vektör makineleri kullanılarak da sınıflandırma işlemi yapılmaktadır.*

### Abstract

*In this paper, a facial feature matched one-bit transform is proposed to detect facial features and at the same time the facial orientation for face recognition. First of all the face region is segmented based on skin color. The segmented face image is then converted to a binary image with a novel facial feature matched one-bit transform that uses a kernel that is obtained by least squares. At first, eye and mouth clusters are obtained using a k-means based approach in predefined regions of the constructed binary image, and the image of the face is obtained. Then, feature vectors are extracted using discrete wavelet transform and discrete cosine transform and classification is achieved using support vector machines.*

### 1. Giriş

Yüz tanıma, son yılların çok ilgi çeken örüntü tanıma konularından birisi olmuştur ve önemini halen korumaktadır. Yüz tanımanın, güvenlik sistemleri, kredi kartı doğrulama, eğlence sektörü gibi birçok uygulama alanı mevcuttur. Günümüzde belli koşullar altında oldukça yüksek başarı gösteren sistemler mevcuttur. Ama yüzün poz açısı, aydınlanma değişimi gibi etkenler halen doğru tanımayı zorlaştırmakta ve bu etkenler altında gürbüz çalışacak yüz tanıma sistemlerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar devam etmektedir.

Yüz tanıma genellikle üç bölümden oluşmaktadır: yüz bölgesinin belirlenmesi, bulunan yüz bölgesinden öznitelik

vektörlerinin çıkartılması ve yüz tanıma işleminin gerçekleştirilmesi.

Yüz bölgesinin belirlenmesinde ten rengi, yüzün geometrik yapısı gibi özelliklere bakılmaktadır [1][14].

Yüzün özniteliklerinin bulunması için temel bileşenler analizi [15], bağımsız bileşen analizi [16], Gabor dalgacık dönüşümü [17], ayrık dalgacık dönüşümü [4], ayrık kosinüs dönüşümü [4] temelli yöntemler önerilmiştir. Sınıflandırma aşamasında ise destek vektör makineleri [5], yapay sinir ağları gibi öğrenme teknikleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada, imgeden yüz bölgesinin tespiti için ten rengine bağlı çıkartım yapan bir yöntem kullanılmaktadır. Yüz bölgesini doğru biçimde kesmek için yüz özelliklerine uyumlu bir bir-bit dönüşümü kullanılmakta ve bölgesel k-ortalama algoritması ile göz bölgeleri tespit edilmektedir. Kesilen yüz bölgesinden özellik çıkartımı için öncelikle boyut azaltımı yapılmakta, daha sonra dalgacık dönüşümü ile elde edilen alçak geçiren bileşenine 2-B ayrık kosinüs dönüşümü uygulanmaktadır. Sınıflandırma aşamasında ise destek vektör makinelerinden yararlanılmaktadır.

### 2. Yüz ve Yüzdeki Bölgelerin Tespiti

#### 2.1. Ten Rengine Bağlı Yüz Tespiti

Renk bilgisine bağlı yüz tespiti, yüz tanımada sıkça başvurulan yöntemlerden biridir. Ten rengine bağlı yüz tespiti için yapılan çalışmalarda çeşitli renk uzayları kullanılmaktadır. Bu çalışmada, renge bağlı ayırt ediciliği arttırmak için HSI uzayının [2] yanında YCbCr uzayından [3] da faydalanılmaktadır. İlgili uzaylar kullanılarak yüz bölgesinin bulunması için yapılan eşikleme (1)'de verilmektedir.

$$I_m = (T_l < H < T_h) \& (S < T_s) \& (C_r > T_{cr}) \quad (1)$$

Burada  $I_m$  yüz bölgesi adaylarını tutan maskeyi,  $H$  ve  $S$ , HSI uzayı renk özü ve doygunluk bileşenlerini,  $C_r$  ise YCbCr uzayı  $C_r$  bileşenini göstermektedir.  $T$  parametreleri ise deneysel sonuçlarla belirlenen eşik değerlerini göstermektedir. Eşiklemeler sonucunda elde edilen ikili imge öncelikle morfolojik işlemlerden geçirilerek gürültü gibi bozucu etkilerden kaynaklanan hatalı algılamalar bastırılmakta ve sonra da bağlı bileşen analizi ile yüz aday bölgeleri belirlenmektedir. Bu işlemler sonrasında genellikle yüz, boyun ve varsa el bölgeleri geriye kalmaktadır. Bu

bölgelerden piksel boyutu olarak belirlenen sınırlar içerisinde kalan bölge, yüz bölgesi ve boyun bölgesini içerir haliyle elde edilmektedir. Daha sonra bu yüz bölgesinin en-boy oranı kontrol edilerek boyun bölgesinin belirli kısmı atılmakta ve tanıma işlemi için gereken kısım elde edilmektedir. Bu işlemler sonrası elde edilen bir yüz imgesi Şekli 1’de görülmektedir.



Şekil 1: Orijinal imge ve elde edilen yüz imgesi

## 2.2. Yüzdeki Önemli Bölgelerin Bulunması

Bu çalışmada, yüz imgesinde göz ve ağız gibi önemli bölgelerin bulunması için geliştirilmiş yöntemlerden farklı olarak 1-bit dönüşümü [18] yaklaşımı kullanılarak imgedeki belirli özelliklerin çıkartılması önerilmektedir. Elde edilen ikili imge üzerinde bölgesel k-ortalama yöntemi ile ağız ve göz bölgeleri bulunmaktadır.

### 2.2.1 Bir Bit Dönüşümü İçin En Küçük Kareler Yöntemiyle En Uygun Çekirdeğin Bulunması

1-bit dönüşümü hareket kestirimi çalışmalarında kullanılmış ve orijinal imge çoklu bant geçiren süzgeçten geçirildikten sonra orijinal imge ile karşılaştırılarak ikili imge (2)’deki gibi elde edilmektedir.

$$B(i, j) = \begin{cases} 1, & I(i, j) > I_f(i, j) \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad (2)$$

Burada  $I$  orijinal imgeyi,  $I_f$  süzgeçlenmiş imgeyi göstermektedir. Bu çalışmada 1-bit dönüşümü için kullanılan süzgeç çekirdeği olarak, yüz bölgesinde ağız ve göz bölgelerini ön plana çıkaracak bir çekirdek yapısı elde edilmiştir. Bu işlemi gerçekleştirecek en uygun çekirdeği elde etmek için örnek bir yüz imgesinde göz bölgelerinin ışıklılık değeri artırılmış, diğer bölgelerin ise düşürülmüş olduğu yapay imge Şekil 2’deki gibi oluşturulmaktadır. Yapay olarak oluşturulan imge  $I_f$  olarak düşünüldüğünde

$$I_f = I * g \quad (3)$$

eşitliğini sağlayacak  $l \times l$  boyutlu çekirdek ( $g$ ), en iyi çekirdek olarak düşünülmektedir.  $g$ ’yi bulmak için en küçük kareler yaklaşımıyla [12]’deki gibi özyineli olarak, ön koşullanmış eşlenik gradyanlar (iteratively preconditioned conjugate gradients - IPCG) yöntemi ile (4)’de verilen eşitlik çözümlenir.

$$\min_g \|I(i, j, t+1) - I(i, j, t) * g\|_2^2 \quad (4)$$

Çekirdeğin boyutu işlem yükü ve görüntü çözünürlüğü dikkate alınarak  $5 \times 5$  olarak seçilmiştir. Elde edilen süzgeç katsayıları (5)’de verilmektedir.



Şekil 2: Elle kesilen göz bölgesi ve ışıklılığı değiştirilmiş göz bölgesi

$$g = \begin{bmatrix} -0.323 & 0.351 & -0.040 & 0.161 & -0.015 \\ 0.067 & -0.006 & 0.088 & 0.064 & -0.115 \\ -0.088 & 0.021 & 0.916 & 0.057 & -0.112 \\ 0.125 & 0.006 & -0.095 & 0.124 & 0.101 \\ -0.209 & 0.177 & -0.025 & 0.149 & -0.245 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Şekil 2’de göz bölgesi verilen orijinal imgenin tamamı, elde edilen en uygun çekirdek ile süzgeçlendikten sonra (2)’deki gibi 1-bit dönüşümü yapıldığında elde edilen ikili imge Şekil 3’de görülmektedir.

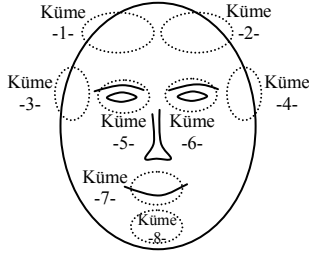


Şekil 3: Bulunan yüz imgesi ve bu yüz imgesi için oluşturulan ikili imge

Şekil 3’den de görüldüğü gibi, ağız ve göz bölgeleri başarılı şekilde ortaya çıkarılmaktadır.

### 2.2.2. K-ortalama Yöntemi ile Göz ve Ağız Bölgelerinin Bulunması

Yüz ve ağız bölgelerinin ortaya çıkarıldığı ikili imgede istenilen bölgelerin yanında, saç, sakal gibi istenilmeyen bölgelerin bilgisini içeren pikseller de belirgin şekildedir. Yüz imgesinde sınıflandırma aşamasında kullanılacak bölgeyi en iyi şekilde seçebilmek için göz ve ağız bölgelerinin tam olarak bulunması gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle elde edilen ikili imge standart bir boyuta düşürülmektedir. Daha sonra, belirli ön bölgeler için k-ortalama algoritması çalıştırılarak, her bir bölgenin merkezinin yinelemeler arasındaki değişimin sıfır olduğu durumda ilgili bölge için yineleme işlemi durdurulmakta ve bulunan merkez nokta, küme merkezi olarak belirlenmektedir. Yüz bölgesi için seçilen kümeler Şekil 4’de verilmektedir.



Şekil 4: K-ortalama algoritması için belirlenen kümeler.

Şekil 4'deki bölgeler, aynı boyutlu farklı yüz imgelerinden alınan bilgileri doğrultusunda seçilmiştir. Saç bölgesini kümeleyebilmek için, bu bölgeye karşılık gelecek dört ayrı küme atanmıştır. Böylece, bulunan saç bölgeleri, kaş ve göz kümelerinden kolayca ayırt edilebilmektedir. Şekil 3'deki ikili imgeden de görüldüğü gibi, göz ve kaş bölgelerini ayırt etmek oldukça zordur. Sınıflandırmaya sokulacak özelliklerin çıkartılacağı yüz bölgesinin yataydaki başlangıç noktası, sol göz-kaş kümesinin yataydaki ilk konumu; bitiş noktası, sağ göz-kaş kümesinin yataydaki son konumu; düşey eksenindeki başlangıç noktası, sol ya da sağ göz-kaş kümelerinden düşeyde en küçük nokta; bitiş noktası ise ağız kümesinin alt noktası olarak belirlenmektedir. Şekil 3'deki örnek imgeden elde edilen ve sınıflandırma için özelliklerin belirleneceği yüz imgesi Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 5: K-ortalama işlemi sonrasında kesilen yüz imgesi

### 3. Dalgaçık Dönüşümü Ve Ayrık Kosinüs Dönüşümü İle Özellik Çıkartımı

Yüz imgesinde çeşitli geometrik parametreler özellik çıkartımında kullanılabilir gibi, özellik vektörlerinin bulunmasında dönüşüm temelli yöntemler de sık kullanılmaktadır [4, 17]. Dönüşüm temelli yöntemlerden sık kullanılanları ayrık dalgaçık dönüşümü (discrete wavelet transform-DWT) ve ayrık kosinüs dönüşümüdür (discrete cosine transform-DCT). [4]'deki çalışmada, yalnızca DCT veya DWT'nin kullanılması yerine, iki dönüşümün bir arada kullanılması ile daha başarılı tanıma sonuçlarının elde edildiği gösterilmiştir. Bu çalışmada da, [4]'deki çalışmaya benzer şekilde DWT ve DCT birlikte kullanılarak yüz imgesinden özellik vektörlerinin çıkartılması yoluna gidilmiştir.

DWT genellikle özellik çıkartımı, imge sıkıştırma, gürültü giderimi gibi uygulamalarda çok sık kullanılmaktadır. DWT yüz imgelerinden özellik çıkartımı için de çok sık kullanılan bir yöntemdir [8-11]. DWT ile yüz imgesi, alçak ve yüksek geçiren süzgeçleme ile boyut azaltımı işlemlerinden sonra dört ayrı bileşene ayrıştırılır. Bu çalışmada, Haar dalgaçıkları kullanılarak iki seviyeli DWT alındıktan sonra, alçak geçiren süzgeç çıkışı ( $LL_2$  bileşeni) kullanılmaktadır.  $LL_2$  bileşeni, orjinal imgenin alçak frekans

bileşenlerini tutmakta olup imge hakkında genel bilgiye sahiptir.

DCT'nin dar bantta enerji yoğunluğunun fazla olmasından dolayı, dönüşüm katsayıları ile veri miktarı oldukça azaltılabilmektedir. Bu çalışmada, DCT'nin bu özelliğinden faydalanılarak, yüz imgesi için özellik vektörünün belirlenmektedir. Bu amaçla, iki seviyeli DWT sonrasında elde edilen  $LL_2$  bileşenine DCT uygulanmaktadır.

Elde edilen DCT katsayı imgesinde zig-zag dönüşümü yapılarak, katsayı vektörü oluşturulmaktadır. Oluşturulan

katsayı vektörü,  $\left(\frac{N}{4} \times \frac{M}{4}\right)$  elemanlıdır. Bu vektörün ilk

elemanı DC bileşeni tutmakta olup, indis arttıkça bileşenin frekans değeri de artmaktadır. İnsan gözü özellikle düşük frekans bileşenlerinin değişimlerine çok duyarlı olduğu için, DCT vektöründeki ilk  $n$  eleman, yüz bölgesine ait özellik vektörü olarak seçilmiştir. Burada kullanılan  $n$  değeri, deneysel sonuçlarla belirlenmiştir.

### 4. Destek Vektör Makinası İle Sınıflandırma

Destek vektör makineleri (DVM), sınıflandırma ve uyumlama problemlerini çözmek için [13]'de önerilmiştir. Hipspektral görüntülerin sınıflandırılması, el yazısı tanıma, yüz tanıma, kanser hücrelerinin tanınması gibi farklı alanlarda uygulamaları bulunmaktadır. DVM bir eğitilmiş sınıflandırma yöntemidir ve eğitim aşamasında, eğitim kümesini kullanarak destek vektörlerini içeren bir model geliştirmektedir. Sınıflandırma aşamasında ise destek vektörleri kullanılarak yeni giriş verileri sınıflandırılmaktadır. DVM'ler temelde iki sınıflı sınıflandırma problemlerini çözmektedir ve iki sınıfa ait örnek noktalar arasındaki karar yüzeyini oluştururken yüzeyin sınıflara olan uzaklığını en büyükmeye çalışmaktadır.

DVM ile sınıflandırma yaparken verilerin doğrusal ayrılabilmesi durumunda, çekirdekler kullanılarak veriler yüksek boyutlu uzaya taşınabilmektedir. Literatürde çok çeşitli çekirdek fonksiyonları değişik uygulamalar için kullanılmaktadır. DVM'de kullanılan çekirdekler Mercer koşullarını sağlamalı ve simetrik kesin pozitif olmalıdır. Bu çalışmada çok terimli çekirdek fonksiyonu (ÇTÇ) (5) kullanılmıştır.

$$K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = (\gamma \mathbf{x}_i \cdot \mathbf{x}_j)^d \quad (5)$$

Burada  $K$ , çekirdek fonksiyonunu göstermektedir,  $\gamma$  ve  $d$  ise ÇTÇ fonksiyonu parametreleridir. DVM ile ilgili detaylı bilgi için [13] incelenebilir.

### 5. Deneysel Sonuçlar

Bu çalışmada geliştirilen yöntemin tanıma başarımının değerlendirilmesi için laboratuvar ortamında oluşturulan veri tabanından faydalanılmıştır. Bu veritabanı, 23 farklı kişinin 10'ar adet fotoğrafından oluşmaktadır. Alınan görüntülerde farklı yüz mimikleri mevcut olup, poz açısındaki değişim sınırlı tutulmuştur. Destek vektör makinelerinin eğitimi için her kişiye ait 5 adet yüz imgesi kullanılmıştır. Diğer yüz imgeleri de tanıma amacı için kullanılmıştır. Geliştirilen yöntemde DCT katsayı miktarını belirleyen  $n$  değeri seçilirken, farklı  $n$  değerleri için sınıflandırma başarımları elde edilmiş ve  $n \geq 50$  değerleri için sınıflandırıcı başarımının

değişmediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle önerilen çalışmada  $n=50$  seçilmiş ve DVM ile elde edilen doğru tanıma başarımı %96.5 olarak bulunmuştur. DVM ile sınıflandırmada 2. dereceden çok terimli kernel fonksiyonu  $\gamma=1$  alınarak kullanılmıştır ve DVM düzenleme parametresi 10 olarak seçilmiştir. Çoklu DVM sınıflandırma için bire bir çoklu DVM [13] kullanılmıştır.

Geliştirilen sistem sadece düz açıdan çekilmiş imgeler üzerinde denenmiş olup, sistemin poz açısı değişimlerine karşı gürbüzlüğü konusunda çalışma henüz yapılmamıştır. Bu sebepten, sisteme poz farklılığı olan imge girildiğinde bu imge sistem tarafından değerlendirilmeyip ihmal edilmektedir. Bu işlem yapılırken K-ortalama algoritması ile bulunan merkezlerin bulunması gereken yerden sapmasına bakılır, eğer sapma çok ise poz farklılığı kararı verilir.



Şekil 6: Kesilmiş örnek yüz imgeleri

## 6. Sonuçlar

Bu çalışmada, yüz özelliklerinin konumunu ve aynı zamanda yüzün yönelmesini tespit etmek üzere, yüz özelliklerine uyumlu bir-bit dönüşümü önerilmiştir. Çalışmada öncelikle ten rengine bağlı olarak yüz bölgesi bölütlenmektedir. Elde edilen yüz imgesi, en küçük kareler yöntemi ile oluşturulmuş çekirdek kullanan bir-bit dönüşümü ile ikili imgeye dönüştürülmektedir. Oluşturulan ikili imgede önceden tanımlanmış bölgeler kapsamında k-ortalama yöntemi uygulanarak göz ve ağız kümeleri belirlenmekte ve daha sonra özellik çıkartımı için kullanılacak yüz imgesi elde edilmektedir. Yüz imgesine ayrık dalgacık dönüşümü ve ayrık kosinüs dönüşümü uygulanarak özellik vektörleri bulunmakta, vektör destek makineleri kullanılarak sınıflandırma işlemi yapılmaktadır.

İleriki çalışmalarda önerilen yöntemin poz değişimlerine karşı gürbüzleştirilmesi ve literatürde kullanılan yüz veritabanları ile test edilmesi planlanmaktadır.

## 7. Kaynakça

- [1] Rein-Lein Hsu, Abdel-Mottaleb M. And Jain, A.K. "Face Detection in color images", *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* Volume 24, Issue 5, May 2002 Page(s):696 – 706.
- [2] Sobottka, K., Pitas, I. "Face Localization And Facial Feature Extraction Based On Shape and Color Information" *Image Processing, 1996. Proceedings., International Conference on Volume 3, Issue , 16-19 Sep 1996* Page(s):483 - 486 vol.3
- [3] Kumar, C. N. Ravi, Bindu, A., "An Efficient Skin Illumination Compensation Model for Efficient Face

- Detection", *IEEE Industrial Electronics, IECON 2006 - 32nd Annual Conference on Volume , Issue , Nov. 2006* Page(s):3444 – 3449.
- [4] Ming Yu, Gang Yan, Qing-When Zhu, "New Face Recognition Method Based On DWT/DCT Combined Feature Selection", *Machine Learning and Cybernetics, 2006 International Conference on Volume , Issue , Aug. 2006* Page(s):3233 – 3236.
- [5] Kepenekci, B., Akar, G.B. "Face classification with support vector machine", *Signal Processing and Communications Applications Conference, 2004. Proceedings of the IEEE 12th Volume , Issue , 28-30 April 2004* Page(s): 583 – 586.
- [6] Guodong Guo, Stan Z. Li, C. Kapluk, "Face Recognition by Support Vector Machines", *Fourth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition 2000* p. 196
- [7] J.C. Burges, "A tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition", *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 2,no. 2.sayfa 121-167, 1998
- [8] Ekenel, H. K., Stiefelhagen, Rainer, "Local Wavelet Analysis For Face Recognition", *SIU 200*, page:1-4
- [9] Podilchuk, C., Xiaoyu Zhang, "Face Recognition Using DCT-Based Feature Vectors", *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1996. ICASSP-96. Conference Proceedings., 1996 IEEE International Conference on Volume 4, Issue , 7-10 May 1996* Page(s):2144 - 2147 vol. 4
- [10] C. Garcia, G. Zikos, G. Tziritas, "Wavelet Packet Analysis For Face Recognition", *IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems*, volume 1, p.9703
- [11] Shabaan Samra, A. El Taweel Gad Allah, S. Mahmoud Ibrahim, R., "Face Recognition Using Wavelet Transform, Fast Fourier Transform and Discrete Cosine Transform",
- [12] S. Ertürk, and T. J. Dennis, "Image sequence stabilisation based on DFT filtering," *IEEE Proc. on Vision, Image, and Signal Processing*, 147 (2), pp. 95-102, 2000.
- [13] F. Melgani and L. Bruzzone, "Classification of Hyperspectral Remote Sensing Images with Support Vector Machines," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42, (8) pp. 1778-1790, August 2004.
- [14] Ming-Hsuan Yang, David J. Kriegman, Narendra Ahuja, "Detecting Faces In Images". *IEEE Transaction On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, Vol.24, No.1, January 2002
- [15] M. Turk and A.P.Pentland "Eigenfaces for recognition" *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 3, no. 1 pp. 71-86, 1991
- [16] H.K. Ekenel, B. Sankur, "Feature Selection in the independent component subspace for face recognition", *Pattern Recognition Letters*, 25, 1377-1388, 2004.
- [17] B. Gökberk, M.O. İrfanoğlu, L. Akarun, E. Alpaydın, "Optimal Gabor kernel location selection for face recognition", *Proc. ICIP, Barcelona, Spain, September 2003*.
- [18] Natarajan, B., Bhaskaran, V. and Konstantinides, "Low-complexity block-based motion estimation via one-bit transforms", *IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol.*, 7(4): 702 - 706, 1997