

İMGE VE VİDEOLARIN İNDEKSLEME AMAÇLI ÖLÇEK UZAYI ANALİZİ

Binnur Kurt, Muhittin Gökmen
İstanbul Teknik Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Maslak 80626, İstanbul
{kurt,gokmen}@cs.itu.edu.tr

Özetçe

İmge ve video veritabanlarının performansı indeksleme başarımı ile doğrudan ilgilidir. Önerilen indeksleme yöntemleri çoğunlukla imge yada video çerçevelerine ait renk, şekil ve doku gibi alt düzeyli özniteliklere dayanmaktadır. Bu çalışmada, ölçek uzayı analizi ile mevcut indekslerden daha zengin ve tutarlı indeks değerlerinin elde edilebileceğini gösterdik. Deneyisel sonuçlar, yöntemin özellikle renk histogramına dayalı mevcut çözümlere göre daha başarılı olduğunu göstermiştir.

1. Giriş

Son yıllarda sayısal depolama ortamlarının kapasitesindeki ve işlemci gücündeki gelişmeler analog yada sayısal kaynaklı video dizilerinin sayısal ortamlarda depolanması ve işlenmesine olanak sağlamıştır. Depolanan video dizilerine, işlemek yada taramak amacıyla yeniden hızlı ve etkin bir şekilde erişebilmek için indekslenmeleri gerekmektedir. Bu amaçla görüntü yada videoların analiz edilmeleri gerekmektedir. Önerilen analiz yöntemleri çoğunlukla imgenin yada çerçevenin renk, şekil, doku gibi alt düzeyli sıklık yada uzamsal özelliklerine dayanmaktadır [1],[2],[3].

Histogram, imge ve video veritabanlarında en çok kullanılan indekslerden biridir. Histogram, benek değerlerinin sıklık dağılımını temsil etmektedir. İmgedeki renk düzeyi değişimleri $I(p), p \in P = \{(x_i, y_j) | i \in \{1, \dots, M\}, j \in \{1, \dots, N\}\}$ ile gösterilsin. Bu durumda histogram diyagramı, $h_k(I), k \in \{0, 1, \dots, L-1\}$,

$$h_k(I) = \frac{1}{MN} \sum_{p \in P} \delta(I(p) - k) \quad (1)$$

$$\sum_{k=0}^{L-1} h_k(I) = 1$$

biçiminde tanımlanır. İki farklı imge için histogram değerlerinin dağılımının farklı olmasına dayanmaktadır. Ancak içerikleri farklı bazı imge çiftleri için histogram dağılımları benzer olabilir. Şekil.1’de böyle bir imge çifti verilmiştir. Şekil.1 (a) ve (b)’de histogram değerleri birbirine yakın ancak içerikleri farklı iki imge yer almaktadır. Bu imgelerin histogram değerlerine ilişkin çizimler Şekil-2’de verilmiştir. Bu imge çifti için histogramlar arasındaki uzaklık, L_2 normuna göre, 0.1399 olarak hesaplanmıştır. Örnekte olduğu gibi bazı durumlarda histogram değerleri imgenin ya da video çerçevesinin gösteriminde yetersiz kalmaktadır. Bu durum histogram dağılımı hesaplanırken rengin sıklık bilgisi ile beraber uzam bilgisinin kullanılmamasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada ölçek uzayı analizi ile mevcut indekslerden daha zengin ve tutarlı indeks değerlerinin elde edilebileceğini gösterdik. İkinci bölümde ölçek-uzayı süzgeçlemesine dayalı bir

histogram tabanlı bir yöntem verilecektir. Üçüncü bölümde tanıtılan yöntemin başarımı deneysel sonuçlar üzerinde gösterilmiştir.

2. Ölçek-uzayı Analizi

$\lambda\tau$ -uzayı gösterimi ([4],[5]) ölçek-uzayı analizinde [6] kullanılan gösterimlerden biridir. Bir imgenin $\lambda\tau$ -uzayı gösterimi, imgenin, $I(p)$, $R_{\lambda,\tau}(p)$ süzgeci ile evrişim (convolution) toplamının hesaplanması yolu ile elde edilir:

$$I'_{\lambda,\tau}(p) = T(I(p)) = \sum_{q \in P} I(q) R_{\lambda,\tau}(p - q) \quad (2)$$

İmgenin $\lambda\tau$ -uzayı izdüşümünün histogramı (1) ile verilen tanımından

$$h_k(I'_{\lambda,\tau}) = \sum_{p \in P} \delta(I'_{\lambda,\tau}(p) - k) = \sum_{p \in P} \delta\left(\sum_{q \in P} I(q) R_{\lambda,\tau}(p - q) - k\right) \quad (3)$$

şeklinde hesaplanır. Farklı beneklerde yer alan ancak değerleri aynı renk bileşeleri, (1) ile hesaplanan histogramın aynı noktasına katkıda bulunur. Benzer durum imgenin $\lambda\tau$ -uzayı izdüşümü için hesaplanan histogramda geçerli değildir. Örneğin $p_1 \neq p_2$ için $s = I(p_1), s = I(p_2)$ olarak tanımlansın. Bu durumda (1) ile hesaplanan histogramda $(h_k(I))$ p_1 ve p_2 noktaları aynı s noktasına katkıda bulunacaktır. Ancak p_1 ve p_2 noktaları, (3) ile hesaplanan yeni histogramda $(h_k(I'_{\lambda,\tau}))$ aynı noktaya katkıda bulunmak zorunda değildir:

$$\begin{aligned} s'_1 &= I'_{\lambda,\tau}(p_1) = T(I(p_1)) \\ s'_2 &= I'_{\lambda,\tau}(p_2) = T(I(p_2)) \end{aligned} \quad (4)$$

s'_1 ve s'_2 , imgenin p_1 ve p_2 noktalarındaki yerel benek dağılımına bağlı olarak farklı olabilir. Buna bağlı olarak benek değerlerinin uzamsal dağılımını da gözeterek yeni bir histogram tanımlıyoruz:

$$\Phi_{\lambda,\tau}(m, n) = \sum_{p \in P} \delta(I(p) - m) \cdot \delta(I'_{\lambda,\tau}(p) - n) \quad (5)$$

(3) ile verilen $h_k(I'_{\lambda,\tau})$ histogramı, $\Phi_{\lambda,\tau}(m, n)$ histogramından kolaylıkla elde edilebilir:

$$h_k(I'_{\lambda,\tau}) = \sum_m \Phi_{\lambda,\tau}(m, k) \quad (6)$$

$\Phi_{\lambda,\tau}(m, n)$ histogramı için imge ve video veritabanlarında verimli kullanılabilmesi amacıyla daha kompakt bir gösterim elde edilmiştir. Burada önce imge için ikili ayrıştırma [7] kullanılarak vektör nicemleme yapılmaktadır. Vektör nicemlemede amaç benek değerlerini önceden belirlenmiş S adet örtüşmeyen öbek kümelerine ayrıştırmaktır. İkili ağaç yaklaşımında bu öbekler ağacın düğümleri ile temsil edilmektedir. Bir ebeveyn düğümün bölünüp bölünmeyeceğine ve ağacın kaç düğümden oluşacağı nicemleme hatasına dayalı olarak belirlenmektedir. Nicemleme hatası

$$E = \sum_{n \in Q} \sum_{s \in C_n} \|I_s - q_n\|^2 \quad (7)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Öbeklere ait üç istatistik kullanılmaktadır:

$$\begin{aligned} R_n &= \sum_{s \in C_n} I_s I_s^T \\ m_n &= \sum_{s \in C_n} I_s \\ K_n &= |C_n| \end{aligned} \quad (8)$$

Öbek merkezi (q_n) nicemleme hatasını (E) en aza indirgeyecek değer olarak seçilmektedir:

$$q_n = \frac{m_n}{K_n} \quad (9)$$

Öbek ortak değişinti matrisi ise

$$\tilde{R}_n = R_n - \frac{1}{K_n} m_n m_n^T \quad (10)$$

olarak hesaplanmaktadır. Bir düğüm (q_n) bir kez iki alt düğüme bölünmesine karar verildiğinde yeni iki nicem seviyesi (q_{2n}, q_{2n+1}) belirlenir. Bu iki öbek bir düzlem ile ayrılmaktadır. Bu düzlem, e ,

$$\sum_{s \in C_n} ((I_s - q_n)^T e)^2 = e^T \tilde{R}_n e \quad (11)$$

ifadesini en iyileyecek şekilde belirlenir. Bu durumda C_n sınıfına ait benekler C_{2n} yada C_{2n+1} sınıfına atanacaklardır:

$$\begin{aligned} C_{2n} &= \{s \in C_n : e_n^T I_s \leq e_n^T q_n\} \\ C_{2n+1} &= \{s \in C_n : e_n^T I_s > e_n^T q_n\} \end{aligned} \quad (12)$$

Böylelikle imge renk öbeklerine ayrıştırılarak her bir öbek bir renk vektörü ile temsil edilir. Bu durumda $\Phi_{\lambda, \tau}(m, n)$ histogramı bir matris ile değil bir ikili ağaç ile gösterilir. Ağaçtaki düğümler öbekleri ve her bir öbekteki benek sayısını göstermektedir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Şekil-1’de verilen iki imge kullanılarak iki farklı (λ, τ) çifti için elde edilen gösterilimler Şekil-3’de verilmiştir. Elde edilen gösterilimlere ilişkin $h_k(I'_{\lambda, \tau})$ histogram diyagramları Şekil-4’de verilmiştir. Yeni histogramlarla Şekil-1’de verilen imgeler için hesaplanan uzaklık değeri 0.6858 olarak bulunmuştur.

Şekil-5 (a) ve (b)’de iki benzer imge çifti verilmiştir. Bu imgelerin $(\lambda, \tau) = (2.5, 0.0)$ çifti için elde edilen gösterilimleri Şekil-6’da yeralmaktadır. Şekil-5(a)’daki imge çifti için (1) ile tanımlanan histogramlar arasındaki fark 0.0258 ve Şekil-5(b)’deki imge çifti için bu fark 0.0298 olarak saptanmıştır. Aynı imge çiftleri için yeni tanımlanan histogram kullanılarak elde edilen fark ise sırasıyla 0.0118 ve 0.0097 olarak elde edilmiştir. Şekil-7’de Şekil-3’de verilen imge çiftleri için ikili ayrıştırma kullanılarak elde edilen imgeler ve histogramları Tablo-1’de verilmiştir.

Elde edilen deneysel sonuçlarla, yeni tanımlanan histogramın imgeleri indekslemede daha zengin olduğu ve histogram kullanılarak indekslenemeyen imgelerin yeni tanımlanan histogram kullanılarak indekslenebildiği gösterilmiştir. Ayrıca birbirinin benzeri imgeler için de diğer yöntemle göre daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] A. Pentland, R.W. Picard, S. Sclaroff, “Photobook: Tools for content-based manipulation of image database,” Storage and Retrieval for Image and Videodatabase II, vol. 2185, sayfa 34-47, 1994.
- [2] A. K. Jain, A.Vailaya, “Image retrieval using color and shape,” Pattern Recognition, 29(8):1233-1244, 1996.
- [3] B. S. Manjunath, W. Y. Ma, "Texture features for browsing and retrieval of image data," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 18 (8), sayfa 837-842, 1996.
- [4] B. Kurt, M. Gökmen, “Two Dimensional Generalized Edge Detector,” IEEE Proceedings of Int. Conf. on Image Analysis and Processing, ICIAP’99, sayfa 302-307, İtalya.
- [5] B. Kurt, M. Gökmen, “Yinelemeli ve Uyarlanırlı Ayrıt Saptayıcı Süzgeçleri,” 9. Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı, SIU’2001, sayfa 410-415, Gazi Magusa, KKTC, 25-27 Nisan 2001.
- [6] A.P. Witkin, "Scale-space filtering," International Joint Conference on Artificial Intelligence, Vol.2, sayfa 1019-1022, Ağustos, 1983.
- [7] M. Orchard, C. Bouman, “Color Quantization of Images,” IEEE Trans. On Signal Processing, vol. 39, no. 12, sayfa 2677-2690, 1991.

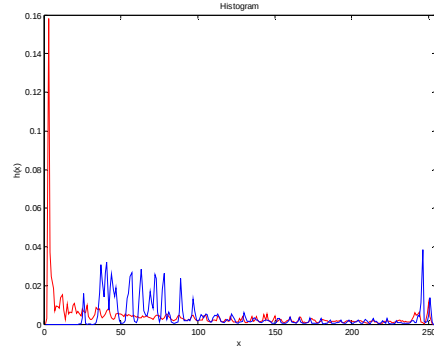


(a)



(b)

Şekil.1 Histogram değerleri birbirine yakın farklı iki imge.



Şekil.2 Histogram değerleri: Şekil-1(a)'da verilen imgeye ait histogram değerleri kırmızı ve Şekil-1(b)'de verilen imgeye ait histogram değerleri ise mavi renkte çizilmiştir.



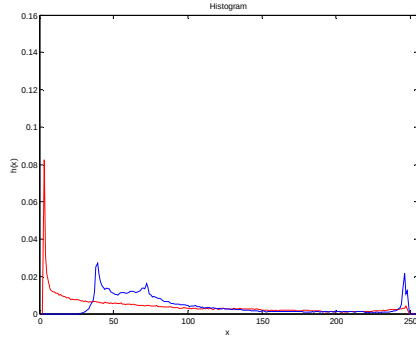
(a)



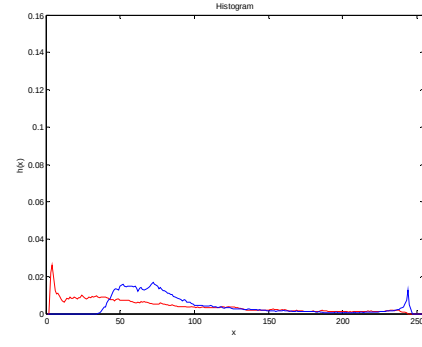
(b)



Şekil.3 İmge çiftlerinin (a) $(2.5, 0.0)$ ve (b) $(25.0, 0.0)$ için (λ, τ) uzayı gösterimi.



(a)



(b)

Şekil-4 Histogram değerleri

(a) Şekil-3(a)'da verilen imge çiftine ait histogram değerleri,

(b) Şekil-3(b)'de verilen imge çiftine ait histogram değerleri.



(a)



(b)

Şekil-5 Benzer imge çiftleri.



(a)



(b)

Şekil-6 İmge çiftlerinin $(2.5, 0.0)$ için (λ, τ) uzayı gösterimi.

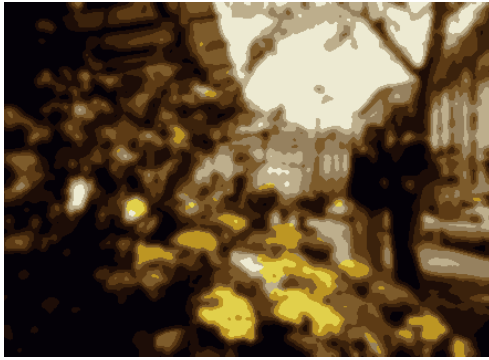
Tablo.1 İkili ayrıştırma ile edilen imgeler için histogram değerleri.

Şekil-7 (b)'deki imgenin histogramı			
R	G	B	N
7	3	7	21962
44	89	119	17831
123	165	181	12133
16	39	63	22364
178	204	212	5210
48	135	166	5108
24	61	93	19804
10	20	36	21163
89	120	141	10944
214	235	238	5684

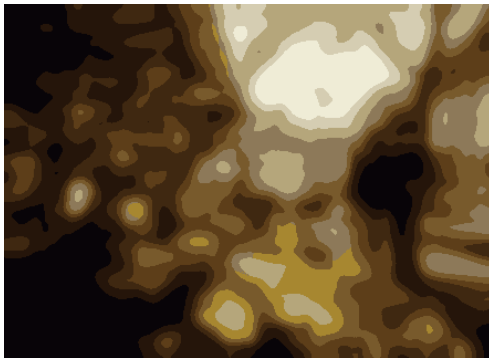
Şekil-7 (c)'deki imgenin histogramı			
R	G	B	N
30	46	60	24600
57	89	175	3737
153	182	203	7617
19	28	184	5379
232	237	243	10541
45	84	105	36867
99	137	169	11980
33	62	82	26671
70	111	131	11352
34	54	135	3138



(a)



(b)



(c)

Şekil.7 İmge çiftleri için ikili ayrıştırma ile elde edilen görüntüler.

(a) Özgün imge için vektör nicemleme sonucu elde edilen imge,

(b) , (c) Şekil-3 (a) ve (b)'deki imgeler için vektör nicemleme sonuçları.