

KLT YÖNTEMİ ile İMGE KODLAMA

Rafet AKDENİZ

Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü 59860 Çorlu-Tekirdağ
e-mail: rakdeniz@nku.edu.tr

Alınış: 2 Mayıs 2009

Kabul Ediliş: 19 Şubat 2010

Özet: Bu çalışmada çokluortamda veri sıkıştırma amacıyla yoğun olarak kullanılan KLT (Karhunen Loewe Dönüşümü) yöntemi ayrıntılı bir biçimde incelenmiş, farklı imge ve farklı çerçeve uzunlukları için kodlama gerçekleştirilmiştir. PSNR ile sonuçlar değerlendirilmiş ve çerçeve uzunlukları arttıkça kodlama başarımının düştüğü tesbit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İmge Kodlama, KLT, İmge sıkıştırma

Image Coding by KLT Method

Abstract: In this work, images which have different frame length are modeled by KLT (Karhunen Loeve Transform). PSNR is used as the performance criteria. It has been shown that, short frame length performs better than long frame length in image data compression.

Keywords: Image Coding, KLT, Image compression

GİRİŞ

Son yıllarda haberleşme teknolojilerinde devrim niteliğinde sayılabilecek gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişmeler internet ve mobil haberleşmede veri, ses ve görüntü aktarımı için oldukça önemlidir. Veri sıkıştırma; resim, ses ve videoların internet sitelerinde ve mobil haberleşmede iletimi ve saklanması kolaylaştırır [Sayoud K., 2005]. Çağdaş imge kodlama yöntemleri; hesaplama kolaylığı ve az bellek kullanımını sağlar [Moinuddin, A.A. ve ark, 2008].

İmge kodlamada temel amaç; mümkün olan en az sayıda bit kullanarak, kabul edilebilir hata sınırları içerisinde imgeyi yeniden elde etmektir. İmge kodlama; veri aktarımı için etkin band genişliği ve veri depolamada ise bellek kazandırır.

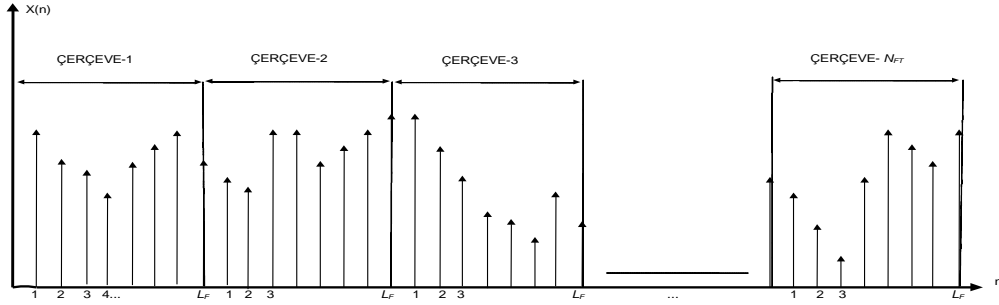
Bir imge; $N \times M$ boyutlu piksellerden oluşan imge matrisi Şekil 1'deki gibi tanımlanır. Her bir elemanın B bit ile gösterildiği $N \times M$ boyutlu bir gri imge matrisinin saklanabilmesi için gerekli bellek $N \times M \times B$ olur. Örneğin 60×80 boyutlu bir gri imge için gerekli bellek $60 \times 80 \times 80 = 38400$ bit'tir. Bu nedenle bu imgenin daha az sayıda bit ile tanımlanabilmesi gerekir. Bu veri azaltımını sağlama yöntemine imge veri sıkıştırması denir [Gopi E.S., 2007].

A(1,1)	A(1,2)	A(1,M)
A(2,1)	A(2,2)	A(2,M)
⋮	⋮						⋮
...
A(N,1)	A(N,2)	A(N,M)

Şekil 1: Bir imgenin matris gösterimi

YÖNTEM

KLT optimum kodlama diye de bilinir [Jayant N.S., Noll P., 1984], konuşma, biyomedikal işaretler, müzik, resim ve video kodlamada kullanılmaktadır [Akdeniz ve ark., 1998-2003], [Akdeniz ve Yarman, 2000-2004-2005], [Bourlard ve ark, 1996], [Noll, 1999].



Şekil 2: İmge vektörünün çerçevelere ayrılması.

Şekil 1'deki imge matrisi Şekil 2'de gösterildiği gibi imge vektörüne dönüştürülerek N örnekle eşit aralıklı L_F uzunluğunda çerçevelere ayrılmış bir $x(n)$ sinyalinin her bir çerçevesi X_{Fk} aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$X_{Fk} = \begin{bmatrix} x_{(k-1)L_F+1} \\ x_{(k-1)L_F+2} \\ \dots \\ x_{kL_F} \end{bmatrix}, \quad k = 1, 2, \dots, N_{FT} \quad (1a)$$

Burada (1a), $N_{FT} = \frac{N}{L_F}$ toplam çerçeve sayısını göstermektedir ve $N \gg L_F$ 'dir. Tüm sinyal X_F , tüm çerçeveleri temsil eden X_{Fk} toplamıdır.

$$X_F = \begin{bmatrix} X_{F1} & X_{F2} & \dots & X_{FN_{FT}} \end{bmatrix} \quad (1b)$$

Her bir çerçeve için ilinti matrisi aşağıdaki gibidir;

$$r_k(l+1) = \frac{1}{L_F - l} \sum_{j=[k-1 \cdot L_F+1]}^{[k \cdot L_F - 1 - l]} x_{j+1} x_{j+1+l} \quad l = 0, 1, 2, \dots, L_F - 1 \quad (2)$$

$$R_{Fk} = \begin{bmatrix} r_k(1) & r_k(2) & r_k(3) & \dots & r_k(L_F) \\ r_k(2) & r_k(1) & r_k(2) & \dots & r_k(L_F-1) \\ r_k(3) & r_k(2) & r_k(1) & \dots & r_k(L_F-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_k(L_F) & r_k(L_F-1) & r_k(L_F-2) & \dots & r_k(1) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Eşitlik (3)'de, R_{Fk} : $L_F \times L_F$ boyutlu, pozitif simetrik "Toeplitz" matristir. Bu matrisin özdeğerleri λ_{ik} ve özvektörleri V_{ik} Eşitlik (4) ile rahatlıkla hesaplanır.

$$R_{Fk} V_{ik} = \lambda_{ik} V_{ik} \quad (4)$$

Herbir çerçeve Eşitlik (5) ile tanımlanır.

$$X_{Fk} = \sum_{i=1}^{L_F} C_i V_{ik} \quad (5)$$

Eşitlik (5)'de, V_{ik} ; λ_{ik} özdeğerlerden en yüksek enerjiye sahip birinci terime karşılık gelen özvektörleri, C_i ise özvektörler için dikgenliği (ortogonallik) sağlayan katsayıları temsil etmektedir.

$$V_{ik}^T V_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{for } i = j \\ 0 & \text{for } i \neq j \end{cases} \quad (6a)$$

$$C_i = \mathbf{K}_{Fk}^T \cdot V_{ik} \quad (6b)$$

UYGULAMA

KLT yöntemi ile imge veri sıkıştırması aşağıdaki sırayla gerçekleştirilmiştir:

Adım 1: Orijinal imge alınır.

Adım 2: İmge gri tona dönüştürülür.

Adım 3: İmge matrisi imge vektörüne dönüştürülür.

Adım 4: İmge vektörü belirli çerçevelere bölünür (Şekil 2).

Adım 5: Herbir çerçeve için kovaryans matrisi hesaplanır.

Adım 6: Herbir ortak değişinti matrisinin özdeğerleri hesaplanır.

Adım 7: Herbir çerçeve için elde edilen özdeğerlere karşılık gelen özvektörlerle yeniden tanımlanır.

Adım 8: Yeniden elde edilen imge vektörü imge matrisine dönüştürülür.

Örnek olarak Çorlu Mühendislik Fakültesi internet sitesindeki tüm personelin imgeleri JPEG ve TIFF formatında ayrı ayrı denenmiştir. Şekil 3'de Lena.tiff imgesi karşılaştırma için kullanılmıştır.

MXN boyutlu imgenin kodlanmasında objektif kalitesi PSNR (peak-signal-to-noise ratio) aşağıdaki eşitlik kullanılarak ölçülür [Moinuddin ve ark., 2008].

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{255^2}{mse(X)} \right] \quad (7)$$

Yukarıda ortalama karesel hata (mean squared error) $mse(X)$ aşığıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$mse(X) = \frac{1}{MN} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M \{x(i, j) - x'(i, j)\}^2 \quad (8)$$

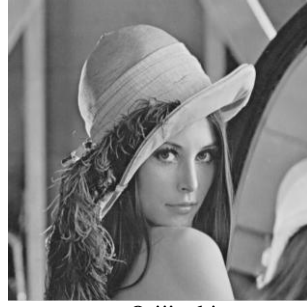
Eşitlik (8)'de MN piksel sayılarını ve $x(i, j)$ ile $x'(i, j)$ ise (i, j) ile belirlenen yerlerdeki piksel değerlerini belirtmektedir.

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada KLT ile Kodlama farklı çerçeve uzunlukları (2, 4, 8, 16) kullanılarak gerçekleştirilmiştir, PSNR sonuçları çerçeve uzunluğu 2, 4, 8 ve 16 kullanılarak Tablo 1'de verilmiştir. hesaplanan PSNR değerleri ve elde edilen yeni imgelerden de anlaşıldığı gibi çerçeve uzunluğu artınca imge kalitesi de bozulmaya uğramaktadır. KLT konuşma ve ses için optimum bir kodlama olmasına rağmen, imge kodlama için uzun çerçeve boyları için iyi sonuçlar vermemektedir.

Tablo1: Farklı çerçeve uzunluklarına göre Lena için PSNR değerleri.

<i>Çerçeve Uzunluğu</i>	<i>FL=2</i>	<i>FL=4</i>	<i>FL=8</i>	<i>FL=16</i>
<i>PSNR</i>	32,7784	26,963	25,5035	24,6096



Orijinal imge.



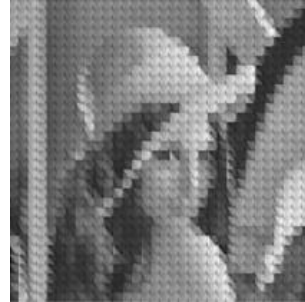
FL=2



FL=4



FL=8



FL=16

Şekil 3: Farklı çerçeve uzunluklarına göre KLT ile Lena'nın yeniden elde edilen imgeleri.

REFERANSLAR

Sayoud K., Introduction to Data Compressing, 3rd Ed., Morgan Kaufmann Series, ISBN: 012620862X, 2005.

Moinuddin, A.A., Khan E., Ghanbari M., "Efficient algorithm for very low bit rate embedded image coding", IET Image Process, Vol.2, pp.59-71, 2008.

Gopi E.S., Algorithm Collections for Digital Signal Processing Applications using MATLAB, Springer, ISBN: 1-4020-6409-8, 2007.

Jayant N.S., Noll P., Digital Coding of Waveforms, Prentice-Hall, NJ, 1984.

Akdeniz, R., A.M. Karas, B.S Yarman, Turkish Speech Coding by Signature Base Sequences, Proc. ICSPAT-International Conference on Signal Processing App. & Technology, Toronto, Canada, pp.1291-1294, 1998.

Akdeniz, R., B.S. Yarman, Generation of Optimum Signature Base Sequences for Speech Signals, Proc.ICASSP2000 International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, Proc. CD No:3945,Istanbul,Turkey, June 2000.

Akdeniz, R., Tüfekçi P., Yarman B.S., “Determination of Optimum Length of Frames and Number of Vectors to Code ECG Signals”, International Journal of Computational Intelligence, p:58-61, ISSN: 1(2) 1304-4508, 2003.

Akdeniz R., Yarman B.S., “New Statistical Method to Represent Speech Signals.” Asian Journal of Information Technology, p:721-726, ISSN: 3(9) 1682-3915, 2004.

Akdeniz R., Yarman B.S., “A Novel Method to Represent Speech Signals.”

Signal Processing (EURASIP), p:37-50, ISSN: 85(1) 0165-1684, 2005.

Bourlard H., Konig Y., Morgan N., A training algorithm for statistical sequence recognition with applications to transition-based speech recognition, IEEE Signal Processing Letters, 3 (7), July 1996.

Noll P., Speech and Audio Coding for Multimedia Communications, Proc. Internat.Cost 254 Workshop on Intelligent Comm. technologies and Applications., Neuchatel,Schweiz, 1999.