

VEKTÖR KUANTALAMA YÖNTEMİ VE FARKLI İMGELERDE SONUÇLARI

Volkan ADIGÜZEL*

Ali OKATAN**

Ali Volkan ATLI***

vadiguzel@ieee.org

aokatan@halic.edu.tr

avatli@yahoo.com

* Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Yıldız Teknik Üniversitesi Üniversitesi, 34349, Beşiktaş / İstanbul

** Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Haliç Üniversitesi, 34394, Mecidiyeköy / İstanbul

*** Elektronik Mühendisliği Bölümü
Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 41400, Gebze/Kocaeli

Özetçe

Gelişen teknoloji ile birlikte sayısal haberleşme sistemlerinin performansları artmaktadır. Kayıpsız bir şekilde, bilginin iletilmesi için gerekli olan bant genişliğini sağlamak, haberleşme sistemleri için çözülmesi kolay olmayan bir sorundur. Sayısal haberleşme sisteminde iletilecek olan bir imgenin daha fazla sıkıştırma oranı ile daha iyi işaret-gürültü oranına (PSNR) sahip olması, sistemin bant genişliğini daha verimli şekilde kullanması bakımından çok önemlidir. Veri sıkıştırmada, yüksek sıkıştırma oranından dolayı önemli bir yeri olan Vektör kuantalama yöntemi, vektörleri en iyi şekilde temsil edecek kod kitabını oluşturma ve bu vektörleri kendisine en yakın kod vektörünün temsil ettiği bölgeye kümeleme işlemidir. Bu çalışmada Vektör Kuantalama –VK- (Vector Quantization) sıkıştırma yönteminin genel yapısı üzerinde durulmaktadır.

1. Giriş

Gelişen teknoloji ile birlikte bilgiyi anında elde etme ve ondan yararlanma gereksinimi, bilginin verimli bir şekilde saklanabilmesi, ulaşılabilmesi ve iletilmesi durumunu beraberinde getirmektedir. Sayısal görüntü sinyalleri, çok büyük veri hızlarına ve depolanması için çok büyük bellek boyutlarına ihtiyaç duymaktadır. Kısıtlı bellek alanlarına sahip olunması nedeniyle sinyallerin düşük veri hızlarına ve depolanması için küçük bellek alanlarına sahip olması istenmektedir. Bu nedenle, ses, resim ve video gibi sinyallerinin önemli bir kalite kaybı olmaksızın veri azaltma teknikleri kullanılarak sıkıştırılması konusu önem kazanmaktadır. Bu sorunları daha iyi anlamak için (Tablo 1.) farklı türdeki işaretlerin sıkıştırılmadan

önceki boyutlarını görerek bu bilgilerin bir araya gelmesiyle saklama ve iletim problemlerinin nasıl ortaya çıktığını görmekte fayda bulunmaktadır.

Tabloda gösterilen verilere baktığımızda farklı işaret türleri için ne kadar büyük alanlara sahip olunması gerektiği net bir şekilde gösterilmektedir. Bant genişliğinin fazla sayıda imge veya video iletiminde yeterli olabilmesi için, işaretlerin iletimden önce sıkıştırılması ve alıcıda tekrar oluşturulması gerekmektedir. Burada önemli olan nokta, kayıpsız bir sıkıştırma yapılıyorsa orijinal bilginin, kayıplı bir sıkıştırma yapılıyor ise orijinale yakın bir bilginin oluşturulması gerekmektedir.

İmge sıkıştırmada iletimin hızlandırılması ve saklama alanlarına olan gereksinimin azaltılması için yapılan temel işlem içerikteki gereksiz ve ihtiyaç duyulmayan bilgilerin atılmasıdır. İmge dosyalarının yapısı gereği ihtiyaç dışı ve gereksiz bilgiler bulunabilmektedir. Sıkıştırma esnasında bu bilgiler atılarak orijinal bilgiye yakın bir bilginin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu fazlalıklar aşağıda açıklanmaktadır [1-3].

- **Uzamsal Artıklık:** İmgede bulunan komşu pikseller arasındaki benzerliktir. Çoğu imgede
- **Spektral Artıklık:** Farklı renk bileşenlerinin birbirleri ile olan ilişkileridir..
- **Zamansal Artıklık:** Video işaretleri için, birbirlerini takip eden ardışık imgelerde, birbirini tekrarlayan ya da çok az değişen piksel bulunmaktadır. Video sıkıştırma işleminde de zamansal artıklık durumu dikkate alınabilmektedir.

Çoklu-Ortam Bilgisi	Boyut/Süre	Bits/Piksel Bits/Örnek	Sıkıştırılmamış Boyut	Bant Genişliği	İletim Süresi (28.8 K Modem)
Bir Sayfa Yazı	11" x 8.5"	Değişken Çözünürlükte	4-8 KB	32-64 Kb/page	1.1 – 2.2 sn
Telefon Konuşması	10 sn.	8 bps	80 KB	64 KB/saniye	22.2 sn
Gri-Tonlu İmge	512 x 512	8 bpp	262 KB	2.1 MB/imge	1 dak 13 sn
Renkli İmge	512 x 512	24 bpp	768 KB	6.29 MB/imge	3 dak 39 sn
Medikal İmge	2048 x 1680	12 bpp	5.16 MB	41.3 MB/imge	23 dak 54 sn
SHD İmge	2048 x 2048	24 bpp	12.58 MB	100 MB/imge	58 dak 15 sn
Hareketli Video	640 x 480, 10 sn, 30 fr	24 bpp	1.66 GB	221 MB/sn	5 gün 8 saat

Tablo 1 : Bazı işaret, imge ve videoların karşılaştırması.

Sıkıştırma işlemi genel olarak kayıplı ve kayıpsız olmak üzere iki farklı sınıfa ayrılmaktadır:

1. Kayıpsız Sıkıştırma

- Huffman Kodlaması
- Aritmetik Kodlama
- Sözlük Tabanlı Kodlama
- Komşu Uzunluk Kodlama

2. Kayıplı Sıkıştırma

- Skalar Kuantalama
- Öngörülü Kodlama
- Vektör Kuantalama
- Dönüşüm Kodlama
- Alt-Bant Kodlama
- Kesirsel Kodlama

2. Vektör Kuantalama Yöntemi

Vektör kuantalama yöntemi, sayısal haberleşme sisteminde iletilecek olan bilginin, kendisini en iyi şekilde temsil edecek olan daha az miktarda veri ile ifade edilmesidir. Vektör kuantalama yöntemi, kayıplı görüntü sıkıştırma için önemli bir üstlendiği gibi, sınıflandırma algoritmalarında yardımcı fonksiyon olarak da kullanılmaktadır. Bu yöntemde temel amaç, sürekli girdi uzayı için, ayrık çıktı uzayında sürekli girdi uzayını yansıtmaktır. Her bir çıkış kod vektör; bu çıkışlar kümesi ise kod kitabı olarak adlandırılmaktadır.

Bu yöntem ile iletilecek olan imgenin olasılık yoğunluk fonksiyonu oluşturularak, en düşük bit sayısı ile imgenin yüksek kalitede elde edilmesi hedeflenmektedir. Vektör kuantalama yönteminde başarılı sonuçlar elde etmek için öncelikle imge bloklarının içindeki bilgilerin kod kitabı içerisinde en yakın vektör bölgesine yerleşmesi için, en yakın komşuluk şartını kullanmalı ve kod kitabı içerisindeki vektörlerin oluşturduğu uzayların merkezinde olması için merkezleme şartı yerine getirilmelidir.

$$S_n = \{x : \|x - c_n\|^2 \leq \|x - c_{n'}\|^2, \forall n' = 1, 2, \dots, N\} \quad (1)$$

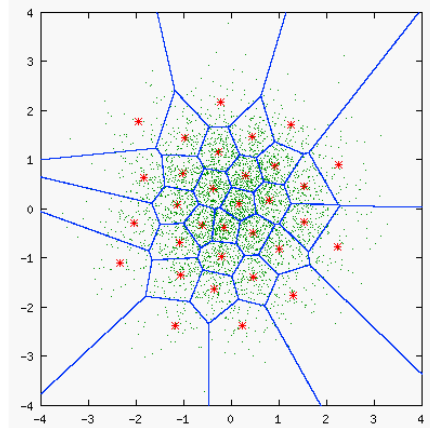
$$c_n = \frac{\sum_{x_m \in S_n} X_m}{\sum_{x_m \in S_n} 1}, n = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

Yukarıda gösterilen denklemlerde S_n kodlama bölgesini, c_n kod-vektörünü belirtmektedir [4].

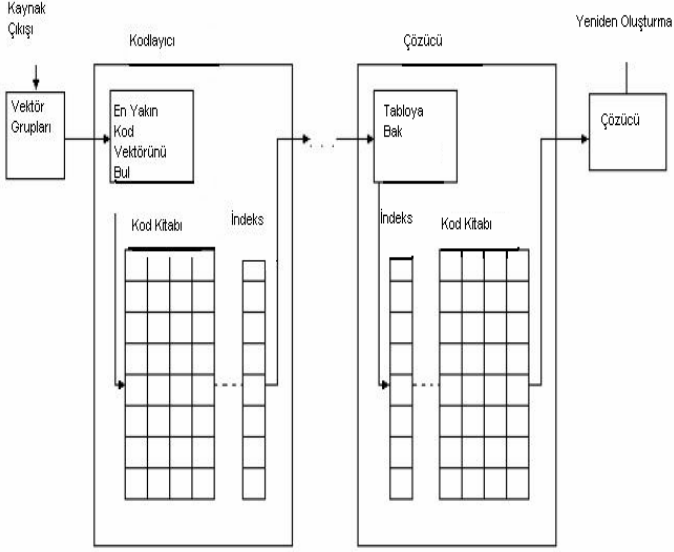
Vektör kuantalama yönteminde imgemiz, haberleşme sisteminde kullanılacak olan kod vektörü büyüklüğünde imge bloklarına ayrılmaktadır. Her bir imge bloğu aynı indisli elemanlarının ortalaması alınıp başlangıç kod vektörü elde edilmektedir. Kod kitabı için belirtilen değer kadar kod vektörü oluşturulmaktadır. Her bir imge bloğu ile kod vektörleri arasındaki mesafeyi ölçmek için Öklid, Manhattan, Chebychev, Hamming, Mahalanobis gibi farklı yöntemler vardır. Bu çalışmada Öklid yöntemi kullanılmaktadır [5].

$$\text{—Öklid uzaklığı: } d(x,y) = \|x - y\|^2 \quad (3)$$

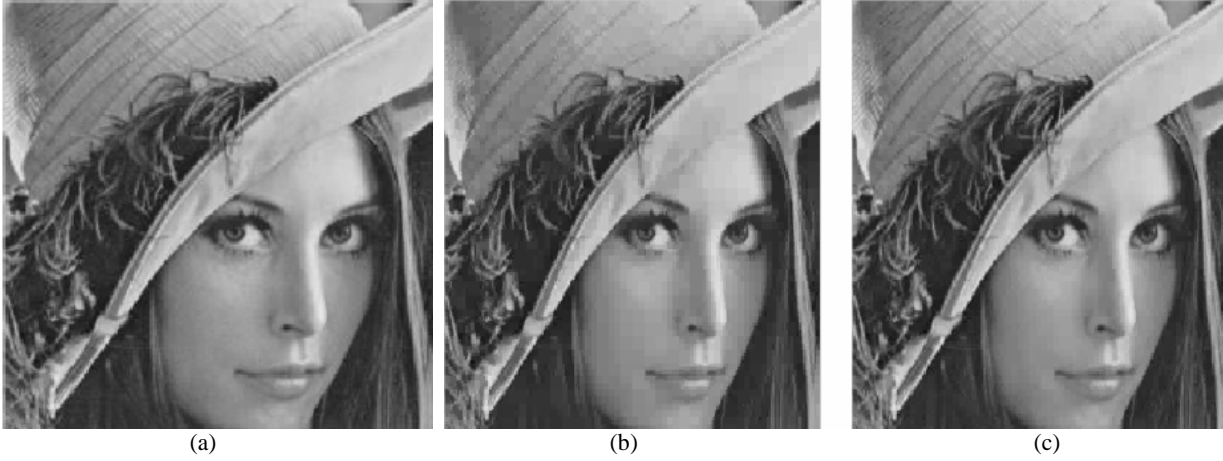
Şekil 1'de, olasılık yoğunluk fonksiyonu, kod-kitabı ile kuantalama görülen ve en iyi çözüm için gerekli iki şartı da sağlayan örnek bir gösterim bulunmaktadır. Şekil 2'de vektör kuantalama yönteminin temel algoritması gösterilmiştir.



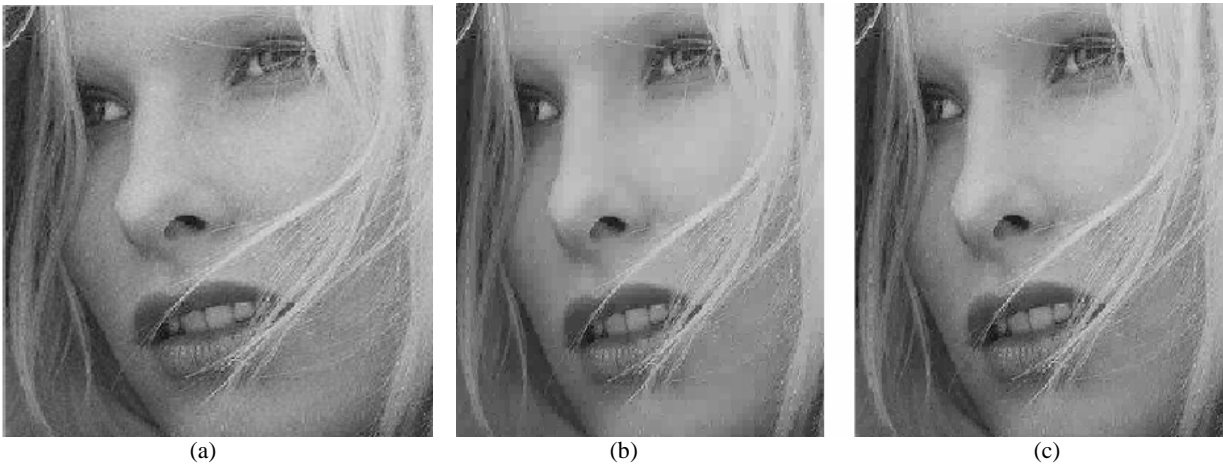
Şekil 1: Olasılık yoğunluk fonksiyonu.



Şekil 2: Vektör kuantalama yönteminin genel şeması.



Şekil 3 : (a) Orijinal resim Lena, (b) Kod Kitabı büyüklüğü 128, PSNR = 34.7065, (c) Kod Kitabı büyüklüğü 256, PSNR = 36.9913



Şekil 4: (a) Orijinal resim, (b) Kod Kitabı büyüklüğü 128, PSNR = 32,3234, (c) Kod Kitabı büyüklüğü 256, PSNR = 34.7065

Lena ve Barbara test dizisine ait sonuçlar Şekil 3 ve Şekil 4'te görülmektedir. Buna göre kod kitabı büyüklüğü arttıkça PSNR değeri artmakta ve buna bağlı olarak imge kalitesinde artış görülmektedir.

$$PSNR = 20 \log \frac{255}{\sqrt{MSE}} \quad (4)$$

$$MSE = \frac{1}{TPS} \sum_{i=1}^{YPS} \sum_{j=1}^{DPS} (I(i, j) - \hat{I}(i, j))^2 \quad (5)$$

Esitlik 4. PSNR değeri ifadesi ve esitlik 5 ise MSE (ortalama karesel hata) ifadesini göstermektedir.

Şekil 3'de Lena imgesi için farklı büyüklüklerde kod vektörleri ile kuantalama sonucu; 1x4'lük kod vektörleri ile kuantalanmış imge için PSNR=31.8911 dB; 'deki 4x1'lik kod vektörleri ile kuantalanmış imge için PSNR=32.6957 dB; 2x2'lik kod vektörleri ile kuantalanmış imge için PSNR=32.8283 dB değerleri elde edilmektedir. Buna göre 4x1'lik ve 2x2'lik kod vektörleri sonucu elde edilen PSNR değerlerinin birbirine yakın olduğu ve 1x4'lük kod vektörü sonucu elde edilen PSNR değerine göre ise büyük oldukları görülmektedir. Burada önemli olan nokta imgeyi en iyi şekilde temsil edecek kod vektörlerini oluşturmak ve yeteri kadar iterasyon sonucu , imgenin orijinaline en yakın şekilde elde etmektir.

3. Sonuçlar

Vektör kuantalama yöntemi, daha iyi bir sıkıştırma oranı ve daha iyi bir işaret-gürültü oranı (PSNR) elde etmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu çalışmada vektör kuantalama yöntemi farklı imgelere uygulanmıştır. Lena ve Barbara imgelerinden elde edilen kod kitapları ile indeksler elde edildikten sonra, iyi bir sıkıştırma oranı ve işaret-gürültü oranı (PSNR) ile imge yeniden elde edilmiştir. Kod vektörü, kod kitabı ve PSNR değerleri ilişkisi gösterilerek, vektör kuantalama yönteminin temel özellikleri gösterilmiştir.

4. Kaynakça

1. E. Aksan, S. Doğan, "Dalgacık Tabanlı Görüntü Sıkıştırma Tekniği ", Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Temmuz 2004, Cilt 1, Sayı 4, (47-53).
2. S. Duman, H.Çınar, Ö. N. Gerek, "Uzaklık Ölçütlerinin Cins Resimleri ve Vektör Nicemlede Etkileri," 11.Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, 18-20 Haziran 2003, Koç Üniversitesi, İstanbul.

3. Y. Linde, A. Buzo ve R.M. Gray. "An algorithm for Vektör Quantization Design" IEEE Transaction on communications, pp: 702-710, October 1980.
4. S. K. Mitra and A.Makur, "Warped discrete Fourier transform" in Proc. IEEE Work Digital Signal Processing, Bryce Canyon, UT, Aug. 1998.
5. A. Gersho, A. Buzo ve R.M. Gray. "Vector Quantization and Signal Compression", Kluwer Academic, 1992.
6. <http://www.data-compression.com/vq.shtml#lbg>