

YENİ BİR NESNEL İMGE KALİTE ÖLÇÜTÜ GELİŞTİRİLMESİ: KONTRAST AĞIRLIKLI KALİTE ÖLÇÜTÜ

Hakki Tarkan YALAZAN

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi
Kaynaklar Yerleşkesi Buca, İzmir. e-posta: hakki.yalazan@eee.deu.edu.tr

ABSTRACT

Researchers generally prefer using objective image quality metrics to evaluate the amount of distortion that is introduced by lossy image compression techniques. Mathematical metrics do not use human vision system properties, and they are easily computed. On the other hand, perceptual metrics incorporate visual factors, which affect the visibility of distortions in an image, in their design. Research is needed for minimizing the differences between objective and subjective evaluations. This can be achieved by developing new objective image quality metrics that use properties of human vision system. A new objective image quality metric is introduced in this study. It uses a simplified vision model in order to be computationally simple. The new metric's performance is evaluated not only by statistical analysis, but also by considering its matches with subjective evaluations.

Anahtar sözcükler: İmge Kalitesi, Nesnel Kalite Ölçütleri, İnsan Görme Sistemi

1. GİRİŞ

İmge işleme, görsel veri üzerinde çalışılan bir bilim alanıdır. Araştırmacılar bu alanda genellikle çok büyük miktarlarda imge verisiyle çalışırlar. İmge verisinin depolanması ve iletimi için sıkıştırılması gerekmektedir. İmgeler kayıplı yöntemlerle sıkıştırıldığında, ortaya çıkan kalite kaybının ölçülmesi gerekmektedir. Kayıplı bir yöntemde, sıkıştırma oranı ile oluşacak imgenin kalitesi ters orantılıdır [1]. Yani daha çok sıkıştırılmış bir imgenin kalitesi daha az olacaktır. Kalite kaybının değerlendirmesi insanlar tarafından öznel olarak yapılmalıdır. Ama öznel testleri uygulamak zaman alıcı bir süreç olduğundan, araştırmacılar kalite değerlendirmelerinde genellikle nesnel ölçütleri tercih etmektedir [2,3,4].

Nesnel imge kalite ölçütleri, matematiksel ölçütler ve algısal ölçütler olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Matematiksel ölçütler kolaylıkla hesaplanabilirler ve görüş koşullarıyla ilgili bilgiye gereksinim duymazlar.

Bu tür ölçütlerin en tanınan örneği ortalama karesel hatadır (Mean Square Error: MSE). Algısal ölçütlerde ise kontrast duyarlılık fonksiyonu, ışıklılık uyarlaması, maskeleyme, hataların toplanması gibi görsel etmenler kullanılmaktadır [5]. Görsel etmenlerin çoğunu içeren bir algısal ölçüt, karmaşık modeller kullanacaktır. Bu durumda hesaplama zamanı uzun olacaktır. Öznel tercihlerle daha uyumlu nesnel ölçütler geliştirebilmek için insan görme sisteminin özellikleri bu ölçütlerde kullanılmalıdır.

Bu bildiride algısal ölçütler sınıfına giren, yeni bir nesnel kalite ölçütü önerilmiştir. Yeni ölçüt çoklu ortam uygulamalarında, izleme uzaklığının ekran yüksekliğinin 6 katı olduğu normal eğlence izleme konumlarında kullanılmaya uygundur. Bu ölçüt insan görme sistemi özelliklerini kullanmasına rağmen kolay hesaplanabilmektedir. Yeni ölçütün hesaplama karmaşıklığı, tüm görsel etmenleri içeren algısal ölçütlerden daha azdır. Ölçütün performansı, varyans analizi (Analysis of Variance: ANOVA) yöntemi ve öznel tercihlerle uyumluluğu açısından değerlendirilmiştir.

2. YENİ ÖLÇÜTÜN TANIMI

Geliştirilen bu ölçütün kolay hesaplanabilir olabilmesi için, basitleştirilmiş görme modeli kullanılmıştır [6]. Işıklılık uyarlaması ve kontrast maskeleymesi, bu ölçütte kullanılan görsel etmenlerdir. Önce özgün imge $I(x,y)$ ' den alçak geçiren Gauss süzgeci (FB) kullanılarak bulanıklaşmış imge $B(x,y)$ elde edilir. Bu süzgeçleme, odak bozulması nedeniyle yüksek uzamsal frekansların zayıflamasını modeller [7]. Yerel ışıklılık imgesi $L(x,y)$, bulanıklaşmış imgenin alçak geçiren Gauss süzgeci (FL) ile evriminden elde edilir. Bu süzgeçlemeyle yerel ışıklılık uyarlaması modellenir. Denklem 3 kullanılarak yerel kontrast imgesi $C(x,y)$ hesaplanır. Yerel kontrast enerjisi denklem 4 kullanılarak hesaplanır ve denklem 5' te kontrast maskeleyme etmeninin modellenmesinde kullanılır. Basitleştirilmiş görme modelinin çıktısı, özgün imgeden elde edilmiş olan maskelenmiş görünür kontrast imgesi $V(x,y)$ ' dir [6]. Kullanılan

FB, FL ve FE Gauss süzgeçlerinin standart sapmaları, sırasıyla 0.45, 4.05 ve 11.25 pikseldir.

$$B(x, y) = I(x, y) * FB(x, y) \quad (1)$$

$$L(x, y) = B(x, y) * FL(x, y) \quad (2)$$

$$C(x, y) = \frac{B(x, y)}{L(x, y)} - 1 \quad (3)$$

$$E(x, y) = C^2(x, y) * FE(x, y) \quad (4)$$

$$V(x, y) = \frac{C(x, y)}{(1 + 7 \cdot E(x, y))^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

Maskelenmiş görünür kontrast imgesi elde edildikten sonra, özgün ve bozulmuş imgelerin ikili kenar haritaları oluşturulur. İkili haritaların oluşturulması için, önce 3x3 sobel işleciyle gradyanlar hesaplanır. Daha sonra da eşikleme yapılarak kenar ve düzgün pikseller belirlenir. Bozulmuş imgenin pikselleri aşağıdaki dört gruptan birisine atanır:

R1: Bozulmuş imgenin (i,j) pikseli kenar pikseldir ve özgün imgede buna karşılık gelen piksel de kenar pikseldir.

R2: Bozulmuş imgenin (i,j) pikseli düzgün pikseldir, fakat özgün imgede buna karşılık gelen piksel kenar pikseldir.

R3: Bozulmuş imgenin (i,j) pikseli kenar pikseldir, fakat özgün imgede buna karşılık gelen piksel düzgün pikseldir.

R4: Bozulmuş imgenin (i,j) pikseli düzgün pikseldir ve özgün imgede buna karşılık gelen piksel de düzgün pikseldir.

R1 ve R4 özgün imgedeki kenar ve düzgün bölgelerin, bozulmuş imgede de korunduğu bölgeleri tanımlar. R2 ve R3 ise özgün imgedeki kenar ve düzgün bölgelerin, bozulmuş imgede değişikliğe uğradığı bölgeleri tanımlamaktadır. Bu dört bölgedeki piksellere karşılık gelen maskelenmiş görünür kontrast imgesindeki V(x,y) pikseller ayrı ayrı toplanıp E1, E2, E3 ve E4 oluşturulur. Kontrast ağırlıklı kalite ölçütü, denklem 10 kullanılarak elde edilir. Bu denklemde $\alpha = 0.51$ ve $\beta = 0.92$ değerleri kullanılmıştır.

$$E1 = \sum_{i,j \in R1} V(i, j) \quad (6)$$

$$E2 = \sum_{i,j \in R2} V(i, j) \quad (7)$$

$$E3 = \sum_{i,j \in R3} V(i, j) \quad (8)$$

$$E4 = \sum_{i,j \in R4} V(i, j) \quad (9)$$

$$K.A.K.Ö. = \beta E1 - \alpha E2 - (1 - \alpha) E3 + (1 - \beta) E4 \quad (10)$$

3. ÖLÇÜT PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu ölçütün performansını değerlendirmek için kullanılan imgeler, sıkıştırma sonucunda bozulmuş

imgelerdir. Bu çalışmada 6 farklı özgün imge, altbant kodlama (subband coding), vektör nicemleme (vector quantization) ve dayanak JPEG (baseline JPEG) yöntemleriyle 0.25, 0.50 ve 0.75 bit/piksel bit hızlarında sıkıştırılmışlardır. Özgün imgeler 256x256 çözünürlükte, piksel başına 8 bit ile ifade edilen gri düzeyli imgelerdir. Bu şekilde elde edilen 54 adet bozulmuş (sıkıştırılmış) imgenin kalitesi yeni geliştirilen ölçütü ile değerlendirilmiştir.

Geliştirilen yeni ölçütün performansı önce istatistiksel analiz yapılarak incelenmiştir. Bu amaçla varyans analizi (ANOVA) yöntemi kullanılmıştır [2, 8]. Varyans analizinin çoklu karşılaştırma testlerinde hata payı $\alpha = 0.05$ olarak seçilmiştir. Uygulanan varyans analizi sonuçları, farklı bit hızları ve farklı sıkıştırma yöntemleri için Tablo 1'de verilmektedir. Tablo 1 incelendiğinde yeni ölçütün hem bit hızı sınıfları için, hem de sıkıştırma yöntemleri için ayırt edici olduğu görülmektedir; çünkü her ikisi için de p değeri, $\alpha = 0.05$ hata payından küçüktür. F değerlerinin yüksek çıkması da, ayırt ediciliği destekler yöndedir.

Tablo 1: Kontrast Ağırlıklı Kalite Ölçütünün Varyans Analizi Sonuçları

	F değeri	p değeri
Bit Hızı Sınıfları	210.90	0.000
Sıkıştırma Yöntemleri	34.15	0.000

Yeni ölçütün performansı, öznel tercihlerle uyumu açısından da değerlendirilmiştir. Kontrast ağırlıklı kalite ölçütü kullanılarak, farklı bit hızları ve farklı özgün imgeler için imge üçlüleri ayrı ayrı sıralanmıştır. Bu sıralama Tablo 2' de gösterilmektedir. Bu tabloda A altbant kodlama yöntemini, V vektör nicemleme yöntemini, JPEG ise dayanak JPEG yöntemini temsil etmektedir. Nesnel sıralamalar, aynı sıkıştırılmış verinin öznel olarak değerlendirilmesiyle elde edilen sıralamalarıyla karşılaştırılmıştır [9]. Kontrast ağırlıklı kalite ölçütü, 18 sıralamanın 14 tanesinde öznel tercihlerle uyum göstermiştir.

Tablo 2: Sıkıştırılmış İmgelerin Kontrast Ağırlıklı Kalite Ölçütüne Göre Nesnel Kalite Sıraları

Özgün İmge No.	0.25 bit/piksel	0.50 bit/piksel	0.75 bit/piksel
1	A>V>JPEG	JPEG>A>V	JPEG>A>V
2	A>V>JPEG	JPEG>A>V	JPEG>A>V
3	A>V=JPEG	A>JPEG>V	A>JPEG>V
4	A>JPEG>V	JPEG>A>V	A>JPEG>V
5	A>JPEG>V	JPEG>A>V	JPEG>A>V
6	A>V>JPEG	A>JPEG>V	A>JPEG>V

4. SONUÇ

Bu çalışmada yeni bir nesnel imge kalite ölçütü geliştirilmiştir. Önerilen ölçütte basitleştirilmiş görme modeli kullanılmıştır. Böylelikle ölçütün kolay hesaplanabilmesi sağlanmıştır. Ölçütün performansı sıkıştırma yöntemleri uygulanarak bozulmuş imgeler

üzerinde değerlendirilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde ölçüt, hem bit hızları hem de sıkıştırma yöntemleri için ayırt edicidir. Ölçütün öznel tercihlerle uyumu, toplam 18 sıralamada 14 olarak bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Bernas, M., "Image Quality Evaluation," *IEEE Region 8 International Symposium on Video / Image Processing and Multimedia Communications, Zadar, Croatia, 2002, 133-136.*
- [2] Avcıbaş, İ., Sankur, B. and Sayood, K., "Statistical Evaluation of Image Quality Measures," *Journal of Electronic Imaging, Vol 11, 2002, No. 2, 206-223.*
- [3] Eskicioğlu, A.M. and Fisher, P.S., "A Survey of Quality Measures for Gray Scale Image Compression," *Space and Earth Science Data Compression Workshop, Vol. 1, 1993, 49-61.*
- [4] Ahumada, A.J., "Computational Image Quality Metrics: A Review," *Society for Information Display International Symposium Digest of Technical Papers, Vol. 24, 1993, 305-308.*
- [5] Eckert, M.P. and Bradley, A.P., "Perceptual Quality Metrics Applied to Still Image Compression," *Signal Processing, Vol. 70, 1998, 177-200.*
- [6] Ahumada, A.J. and Beard, B.L., "A Simple Vision Model for Inhomogeneous Image Quality Assessment," *SID Digest of Technical Papers, Vol. 29, 1998, 267-270.*
- [7] De Valois, R.L. and De Valois, K.K., *Spatial Vision*, Oxford University Press, 1988.
- [8] Yalazan, H.T., "Üç Nesnel İmge Kalite Ölçütünün Performanslarının Karşılaştırılması," *ELECO 2006 Sempozyumuna sunulmuştur.*
- [9] Yalazan, H.T., "Üç Farklı İmge Sıkıştırma Yönteminin Öznel Olarak Karşılaştırılması," *ELECO 2006 Sempozyumuna sunulmuştur.*