

GÖRÜNTÜLERİN RENK UZAYI YARDIMIYLA AYRIŞTIRILMASI

Recep DEMİRCİ¹ Uğur GÜVENÇ^{2*} Hamdi Tolga KAHRAMAN³

¹ Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fak., Bilgisayar Müh. Böl., 06500, Ankara, TÜRKİYE

² Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fak., Elektrik Elektronik Müh. Böl., 81620, Düzce, TÜRKİYE

³ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Teknoloji Fak., Yazılım Müh. Böl., Trabzon, TÜRKİYE

Özet-Bu çalışmada renkli görüntüleri otomatik olarak ayırıştırmak için geliştirilen yeni bir algoritma sunulmuştur. Birinci aşamada, gri ölçekli görüntüleri ikili kümelemek için kullanılan Otsu, Kapur ve ortalama esaslı eşik seçim yöntemleri her bir kanal için ayrı ayrı uygulanmış, sonraki adımda ise belirlenen eşik değerleri ile üç boyutlu renk uzayı toplamda sekiz adet küçük küpler veya prizmalar şeklinde yeniden yapılandırılmıştır. Renk uzayında oluşturulan her bir renk küpü veya prizması bir alt küme olarak tasnif edilmiştir. Yapılan benzetim ve uygulamalarla önerilen yöntemin performansı test edilmiş ve elde edilen sonuçların insan algısına paralel olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler- Görüntü ayırıştırmaya, renk uzayı, eşikleme.

SEGMENTATION OF IMAGES WITH COLOR SPACE

Abstract- In this study, a new automatic segmentation algorithm developed for color images has been presented. Initially, threshold selection methods used in image binarization such as Otsu, Kapur and mean algorithms were separately employed for each channel. In next stage, threshold values determined were used to divide color space into eight small cubes or prisms. Each sub cube or prism created in color space was considered as a cluster. Performance of the proposed method was tested with the simulation and the application. It was observed that the results obtained were parallel with human perception.

Key Words- Image segmentation, color space, thresholding.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sayısal görüntü işlemenin en önemli problemlerinden biri olan bölütleme, resimdeki farklı nesnelere ait piksellerin birbirlerinden ayrılarak anlamlı bölgeler şeklinde tasnif edilmesidir [1]. Başka bir ifadeyle değişik nesnelere ait olan piksellerin türdeş bölgeler vasıtasıyla tanımlanmasıdır. Bu işlem görüntü içerisinde bulunan nesnelere belirlenmesinde, sınıflandırılmasında ve tanımlanmasında kullanılmaktadır. Literatürde karşılaşıla görüntü bölütleme algoritmaları kenar, bölge büyütme, ağaç, olasılık, benzerlik ve yapay sinir ağları tabanlı ve fuzzy c-means (FCM) yaklaşımları şeklinde

* ugurguven@duzce.edu.tr

gruplandırılabilir [2-7]. Günümüze kadar önerilen yöntemlerin en temel problemleri: çoğunluğunun iteratif yapılarından dolayı hesaplama yükleri veya bazı kritik parametrelerinin kullanıcıya bağımlı olmasıdır. Özellikle çekirdek noktalarının seçimi, öngörülen sınıf veya küme sayısının tespiti, amaç fonksiyonlarının eşik değerleri ve oluşan küme sayıları ayırıştırmanın doğruluğunu önemli ölçüde etkilemektedirler. Ayrıca görüntüdeki gürültülerden dolayı gerçekçi olmayan çok küçük bölgelerin oluşması, zemin ile nesnelerin birbirinden ayırt edilememesi de bunlara eklenebilir. Dolayısıyla her türlü görüntüde doğru sonuç veren ve kullanıcıdan bağımsız ayırıştırma algoritmasının bulunmaması en temel problemdir [8]. Diğer taraftan tüm görüntüler için makbul sonuç veren bir algoritma olması ideal bir durumdur. Piksellerin birbirleriyle olan benzerliklerini eşikleyerek alt kümelerin oluşturulması görüntü bölütlemesi için kullanılan önemli yaklaşımlardandır. Ayrıca, gri seviyeli görüntülerin sınıflandırılması amaçlı eşik tahmininde, Otsu ve Kapur algoritmaları en çok kabul gören yaklaşımlardır [9,10]. Eşik değerlerinin hesaplanmasında, Otsu yönteminde sınıflar arasındaki varyans temel alınır iken, Kapur yönteminde, gri seviyeli histogramın entropisi esas alınmaktadır. Ancak bu yöntemlerin renkli görüntüler için uygulanması henüz netleşmemiş bir araştırma konusudur. Yapılan en son çalışma ise Jasssim ve Altaani'nin [11] renkli görüntülerin bölütlemesi için Otsu yöntemi ile ortanca filtresini birleştirmesi olmuştur. Bu çalışmada, renkli görüntüler için geliştirilen yeni bir otomatik bölütleme algoritması sunulmuştur. Tasarlanan algoritmada öncelikli olarak, gri seviyeli resimlerde olumlu sonuçlar veren Otsu, Kapur ve ortalama yöntemleri yardımıyla renkli görüntüdeki her bir kanalın eşik değeri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bir sonraki adımda ise kırmızı, yeşil ve mavi kanallar için elde edilen eşik değerleri renk küpünde yerine konularak, renk uzayı sekiz alt parçaya ayrılmıştır. Her bir parça bir sınıf olarak yorumlanmıştır. Tasarlanan algoritmanın renkli görüntüler için uygulanabilir olduğu ve insan algısına paralel sonuçlar ürettiği yapılan deneylerle gösterilmiştir.

2. EŞİK SEÇİMİ (THRESHOLD SELECTION)

Çoğunlukla gri seviyeli görüntülerin ikili sınıflandırılması için kullanılan Otsu ve Kapur yöntemleri, resmin histogram bilgilerini işleyerek en uygun eşik değerini hesaplama esasına dayanmaktadır. Otsu yönteminde sınıflar arasındaki varyansı temel alınır iken, Kapur yönteminde ise sınıflar arasındaki entropi değerleri dikkate alınmaktadır [11]. Görüntüdeki gri değerleri $\{0, 1, 2, \dots, (L-1)\}$ aralığında değiştiğinden, i . seviyenin olasılığı

$$p_i = h_i / (M \times N) \quad (1)$$

şeklinde tanımlanabilir. Burada M ve N görüntünün boyutlarını, h_i ise i , $0 \leq i \leq (L-1)$ numaralı renk tonunun tekrar sayısını temsil etmektedir. İkili sınıflamada kullanılacak eşik değerlerini bulmak için Kapur tarafından önerilen amaç fonksiyonu:

$$J(t) = H_0 + H_1 \quad (2)$$

şeklinindedir. Eş.2 deki H_0 ve H_1 değişkenleri histogramın kısmi entropilerini temsil etmekte olup,

$$H_0 = - \sum_{i=0}^{t-1} \frac{p_i}{\omega_0} \ln \frac{p_i}{\omega_0}, \omega_0 = \sum_{i=0}^{t-1} p_i \quad (3)$$

ve

$$H_1 = - \sum_{i=t}^{L-1} \frac{p_i}{\omega_1} \ln \frac{p_i}{\omega_1}, \omega_1 = \sum_{i=t}^{L-1} p_i \quad (4)$$

ifadeleri ile hesaplanmaktadır. Eş. 2 de verilen amaç fonksiyonunu maksimum yapan t değeri, resmin ikili sınıflamasında kullanılacak eşik değeri olarak atanmaktadır. Sınıflar arasındaki varyansları esas alan Otsu yönteminde ise optimize edilecek amaç fonksiyonu

$$J(t) = \sigma_0 + \sigma_1 \quad (5)$$

olarak tanımlanmaktadır. Buradaki ifadede her bir sınıfın varyansı

$$\sigma_0 = \omega_0 (\mu_0 - \mu_T)^2 \quad \text{ve} \quad \sigma_1 = \omega_1 (\mu_1 - \mu_T)^2 \quad (6)$$

olarak verilmektedir. Birinci kümenin varyansı

$$\omega_0 = \sum_{i=0}^{t-1} p_i, \mu_0 = \sum_{i=0}^{t-1} \frac{i p_i}{\omega_0} \quad (7)$$

şeklinde hesaplanır iken, ikinci kümenin varyansı

$$\omega_1 = \sum_{i=t}^{L-1} p_i, \mu_1 = \sum_{i=t}^{L-1} \frac{i p_i}{\omega_1} \quad (8)$$

olmaktadır. Ayrıca resmin ortalaması olasılıklar yardımıyla istatistiksel olarak

$$\mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} i p_i \quad (9)$$

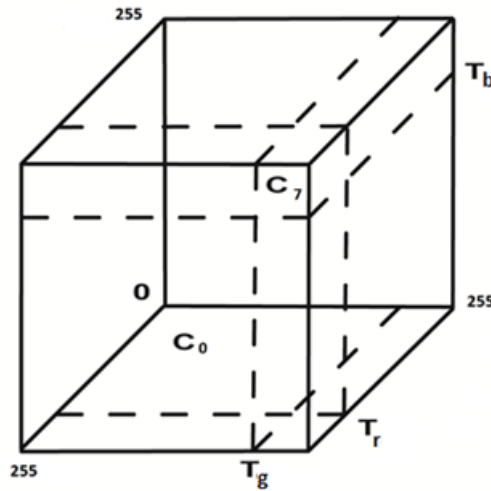
şeklinde hesaplanabildiğinden,

$$\omega_0 \mu_0 + \omega_1 \mu_1 = \mu_T \quad \text{ve} \quad \omega_0 + \omega_1 = 1 \quad (10)$$

ifadeleri her zaman geçerliğini korumaktadır. Böylece Eş. 5 deki ifadeyi maksimum yapan t değeri, görüntünün ikili sınıflamasında kullanılacak eşik değerini vermektedir.

3. RENK UZAYININ BÖLÜMLENMESİ (PARTITION OF COLOR SPACE)

Yukarıda detayları verilen Otsu ve Kapur yöntemleri ile elde edilen eşik değerleri gri ölçekli resimlerin ikili sınıflamasında oldukça kabul gören sonuçlar üretmektedirler. Diğer taraftan renkli resimlerde üç ayrı renk kanalı bulunduğu için her kanal için ayrı ayrı eşik değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca söz konusu eşik değerleri hesaplanabilir, bu değerleri kullanarak ve her bir renk kanalından gelecek bilgileri birleştirerek anlamlı sınıfların veya kümelerin oluşturulması hep problem olmuştur. Bu çalışmada önerilen yöntemde, önce gri düzey resimlerde olumlu sonuçlar veren Otsu, Kapur ve ortalama yöntemleri yardımıyla renkli görüntüdeki her bir kanal için ayrı ayrı eşik değerleri hesaplanmıştır. Sonraki aşamada ise her bir kanal bilgilerini tek tek eşikleme yerine, renk uzayı Şekil.1 de görülen alt kümlere ayrılmıştır. Başka bir ifade ile renk küpü daha küçük küplere veya prizmalara ayrılmıştır. Her bir küp veya prizma içerisinde kalan pikseller ise aynı kümeye ya da sınıfa dahil edilmiştir. Bu yaklaşımın ilk etapta bilgi kaybına neden olacağı düşünülmese de, oldukça anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Şekil.1 dikkatlice incelendiğinde her bir alt renk küpünün veya prizmasının hacimlerinin aynı olmadığı açıktır. Hacmi büyük olan sınıflarda bir miktar bilgi kaybının olacağı muhtemeldir. Ancak söz konusu hacimler resim bilgilerine göre hesaplandığından her bir görüntü için farklı olacaktır. Tablo 1 de her bir sınıf için tahsis edilen etiketler, atanan renk kodları ve ikili tabanda sayılar olarak etiket numaralı verilmiştir. Ayrıca görüntüdeki her pikselin hangi sınıfa atanacağına ilişkin kural tabanı da eklenmiştir. Oluşturulan kurallara paralel olarak her bir küme için atanan renk değeri Tablo 1 de verilmiş olup zorunlu değildir. Büyük boyutlu resimlerin iteratif yöntemle ayrıştırılması uzun zaman almasına rağmen, önerilen yöntemle bu süre kısaltılmaktadır. Çünkü her bir iterasyon için resimdeki bütün piksellerin gözden geçirilmesi zorunlu ortadan kaldırılmıştır. Resmin histogram bilgisi elde edildikten sonra, hangi pikselin hangi kümeye ait olduğu otomatik olarak tespit edilmektedir. Görüntüdeki alt sınıflara atanan etiket numaraları Tablo 1 de gösterilen kurallara uygun olarak 0-7 aralığında seçilmiştir. Sonuç olarak, renkli resimleri ayrıştırmak için geleneksel yöntemlerde olduğu gibi küme sayısı, iterasyon sayısı, eşik değeri gibi parametrelerin operatörden alınması ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır.



Şekil 1. Renk uzayı ve atanan sınıflar (Color space and assigned classes).

Tablo 1. Renk uzayının bölümlenmesi (The partitioning of color space).

Sınıf etiketi	Kurallar	Atanan renk	İkili kod
C ₀	if (R<=Tr & G<= Tg & B<= Tb)	0x000000	000
C ₁	if (R<=Tr & G<= Tg & B>= Tb)	0x0000FF	001
C ₂	if (R<=Tr & G>= Tg & B<= Tb)	0x00FF00	010
C ₃	if (R<=Tr & G>= Tg & B>= Tb)	0x00FFFF	011
C ₄	if (R>=Tr & G<= Tg & B<= Tb)	0xFF0000	100
C ₅	if (R>=Tr & G<= Tg & B>= Tb)	0xFF00FF	101
C ₆	if (R>=Tr & G>= Tg & B<= Tb)	0xFFFF00	110
C ₇	if (R>=Tr & G>= Tg & B>= Tb)	0xFFFFFFFF	111

4. DENEYSEL SONUÇLAR (EXPERIMENTAL RESULTS)

Önerilen yöntem öncelikle görüntü işleme alanında referans kabul edilen ve Şekil 2(a) verilen gri ölçekli Lena görüntüsüne uygulanmıştır. Eş. 2 ve Eş. 5 yardımıyla eşik değerleri ve ortalamalar hesaplanmıştır. Şekil 2(b) Otsu yöntemiyle elde edilen sonucu, Şekil 2(c) ise Kapur yöntemiyle elde edilen sonucu göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada önerilen ortalama yönteminden alınan sonuç ise Şekil 2(d) görülmektedir. Her kanal için hesaplanan eşik değeri aynı olacağı için Tablo 1 deki sadece C₀ ve C₇ etiketli sınıflar oluşacaktır. Böylece gri ölçekli resimler otomatik olarak iki sınıf şeklinde tasnif edilecektir.

Diğer taraftan geliştirilen yöntemin en büyük avantajı renkli görüntülerin otomatik olarak 8 sınıf şeklinde tasnif edilmesidir. Yine Otsu ve Kapur temelli hesaplanan eşik değerleri, Şekil 3(a) da gösterilen renkli Lena görüntüsünün ayrıştırması için kullanılmıştır. Şekil 3(b) Otsu yöntemiyle elde edilen ayrıştırma sonucunu gösterir iken, Şekil 3(c) ise Kapur yöntemiyle alınan sonucunu göstermektedir. Kapur metodu ile hesaplanan eşik değerlerinin Otsu yönteminde elde edilen eşik değerlerinden büyük olduğu gözlenmiştir. Böylece Otsu yöntemiyle yakalanan bazı bölgelerin Kapur yönteminde oluşmadığı tespit edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında Otsu yönteminin Kapur yönteminden daha başarılı olduğu söylenebilir. İlave olarak, renkli Lena görüntüsü için ortalama kullanılarak elde edilen sonuçlar Şekil 3(d) de verilmiştir. Dikkatlice incelendiğinde ortalama ile daha detaylı ayrıştırmanın yapıldığı fark edilmektedir. Lena resmindeki saçların ve saça benzeyen örtünün detayları ayırt edilmiştir.

Deneysel çalışmalarda referans resimlere ilave olarak Şekil 4(a) da verilen çiçek resimde test edilmiştir. Şekil 4(b) ve Şekil 4(c) sırasıyla Otsu ve Kapur yöntemi ile alınan sonuçları göstermektedir. Her iki yöntemle oluşturulan kümelerin orijinal resimde görülen nesnelere yakın olduğu açıktır. Şekil 4(d) ortalama ile alınan çıktıda ise nesnelere daha detaylı yakalandığı gözlemlenmiştir. Kırmızı çiçek içerisinde kalan farklı tonlar ayrı birer sınıfa dahil edilmiştir. Ayrıca sarı renkli çiçeğin bazı yaprakları ise Tablo 1 de C₇ ile gösterilen sınıfa eklenmiştir. Yapılan deneylerle, tasarlanan algoritmanın renkli görüntüler için uygulanabilir olduğu ve insan algısına paralel sonuçlar ürettiği gösterilmiştir.



Şekil 2. a)Orijinal b)Otsu Tr:117 c) Kapur, Tr:123 d)Ortalama, 124



Şekil 3. a)Orijinal b)Otsu Tr:162,Tg:102, Tb:112 c)Kapur, Tr:171,Tg:140, Tb:131
d) Ortalama: Tr:180,Tg:99, Tb:105



Şekil 4. a)Orijinal b)Otsu Tr:109,Tg:104, Tb:89 c)Kapur,Tr:131,Tg:111, Tb:73
d)Ortalama, Tr:112,Tg:93, Tb:45

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Renkli görüntüleri otomatik olarak ayırştırmak için yeni bir algoritma geliştirilmiştir. Gri ölçekli görüntüleri ikili kümelemek için kullanılan Otsu, Kapur ve ortalama esaslı eşik seçim yöntemleri üç boyutlu renk uzayını toplamda sekiz adet olmak üzere küçük küpler veya prizmalar şeklinde yeniden yapılandırılmak için kullanabilmektedir. Böylece renk uzayında oluşturulan her bir renk küpü veya prizması üç kanallı veya gri ölçekli resimlerde bir sınıfa karşılık gelmektedir. Renk uzayında oluşturulan küplerle elde edilen piksel sınıfları insan algısı ile oldukça paraleldir.

6. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Demirci, R. (2006). Rule-based automatic segmentation of color images. *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, 60(6), 435-442.
- [2]. Lim, Y. W., and Lee, S. U. (1990). On the color image segmentation algorithm based on the thresholding and the fuzzy c-means techniques. *Pattern Recognition*, 23(9), 935-952.
- [3]. Tremeau, A., and Borel, N. (1997). A region growing and merging algorithm to color segmentation. *Pattern recognition*, 30(7), 1191-1203.
- [4]. Hojjatoleslami, S. A., and Kittler, J. (1998). Region growing: a new approach. *Image Processing, IEEE Transactions on*, 7(7), 1079-1084.

- [5]. Haddon, J. F., and Boyce, J. F. (1990). Image segmentation by unifying region and boundary information. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 12(10), 929-948.
- [6]. Rajab, M. I., Woolfson, M. S., and Morgan, S. P. (2004). Application of region-based segmentation and neural network edge detection to skin lesions. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 28(1), 61-68.
- [7]. Ortiz, F., Torres, F., De Juan, E., and Cuenca, N. (2002). Colour mathematical morphology for neural image analysis. *Real-Time Imaging*, 8(6), 455-465.
- [8]. Güvenç, U., Elmas, Ç., and Demirci, R. (2008). Renkli Görüntülerin Otomatik Ayırıştırılması. *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, 11(1).
- [9]. Kapur, J. N., Sahoo, P. K., and Wong, A. K. C. (1985). A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram. *Computer vision, graphics, and image processing*, 29(3), 273-285.
- [10]. Otsu, N. (1975). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, SMC-9, 62-66.
- [11]. Jassim, F. A., and Altaani, F. H. (2013). Hybridization of Otsu Method and Median Filter for Color Image Segmentation. *arXiv preprint arXiv:1305.1052*.