

Görüntülerin Kenar Haritalarının Çıkarımına Yeni Bir Yaklaşım

Uğur GÜVENÇ, Tuba KARAGÜL

¹ Düzce Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi, Düzce, Türkiye
ugurguvc@duzce.edu.tr, tubakaragul@duzce.edu.tr

Özet— Görüntülerin kenar haritalarının çıkarımı görüntü işlemenin en temel konularından biridir. Kenar haritaları özellikle görüntülerin filtrelenmesinde ve bölütlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu makalede, gri düzey görüntülerde kenar benzerlik haritasının çıkarımı için yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Önerilen bu metotta, işlenecek olan piksel için bir benzerlik ilişki matrisi oluşturulmuştur. Pikseller arasındaki benzerlik değerleri ise ışığın saydam bir levhadan geçip tekrar aynı ortama girmesi esnasında meydana gelecek olan kayma miktarına göre hesaplanmıştır. Yapılan test sonuçları, klasik yöntemlere göre çok fazla karmaşık işlem içermeyen bu yöntemin görüntülerin kenar haritalarının çok ince ayrıntılara kadar belirlenmekte olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler— Kenar haritası, benzerlik ölçümü, ışığın kırılması

A Novel Approach for Extraction of Edge Maps of Images

Abstract— Extraction of images edge maps is one of the most basic issue of image processing. Edge maps especially play an important role in image filtering and segmentation. In this paper, a novel approach was presented to extraction of image edge map for the gray-level images. In the proposed method, a similarity relation matrix is occurred for the current pixel. Similarity percents of the pixels were calculated by using the amount of shift while occurred light through a transparent sheet and re-enters the same environment. The test results have showed that proposed algorithm determined all details of image edges and there isn't very complex computing as compared with classical methods.

Keywords— Edge map, similarity measure, light refraction

1. GİRİŞ

Sayısal bir görüntü bölgeler ve sınırlandıran kenarlardan oluşur. Görüntüdeki bir bölge genellikle aynı ya da benzer genlikleri paylaşan pikseller yığını olarak tanımlanabilen nesnelere gösterir [1]. Kenar ise bir pikselden diğerine geçişteki piksellerin genliklerinde meydana gelen ani bir sıçrama olarak tanımlanır. Başka bir ifadeyle, gri seviyeleri farklı iki bölge arasındaki geçiş veya sınır bölgesi kenar olarak belirlenir. Görüntülerden elde edilen kenar bilgileri sayısal görüntü işlemenin diğer analiz yöntemlerinde başarıyla uygulanmaktadır. Graham [2] ve arkadaşları görüntülerdeki gölgelerin silinmesi için kenar bilgilerinden faydalanmıştır. Bunun yanı sıra, görüntü sıkıştırma [3,4], sınır çıkarma [4], bölütleme [5,6] ve filtreleme [7,8] gibi uygulamalarda kenar haritaları kullanılmıştır. Görüntü kenar haritasının başarılı bir şekilde çıkarımı bu uygulamalardan etkili sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

Görüntülerin kenarlarını belirlemek için uzun zamandır araştırmacılar tarafından çalışılmaktadır. Ancak kesinleşmiş veya çok etkili bir kenar belirleme metodu bulunmamaktadır. Bilinen en popüler kenar belirleme yöntemleri Sobel, Prewitt ve Robert operatörleridir [9]. Bu operatörler işlenecek olan pikselin yoğunluğu ile komşu piksellerin yoğunluklarının karşılaştırılması yöntemiyle çalışmaktadırlar. Ancak, bu operatörler görüntüdeki gürültüye çok duyarlı ve karmaşık matematiksel işlemler içermektedirler. Daha sonraları yapılan çalışmalarda temel olarak dalgacık dönüşümü, matematiksel morfolojik ve yapay zeka tabanlı yöntemler geliştirilmiştir [10,11,12,13].

Bu makalede, gri düzey görüntülerde kenar haritasının çıkarımı için herhangi bir dış parametreye ihtiyaç duymayan ve karmaşık işlemler içermeyen yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Pikseller arası benzerlik değerlerinin ölçümü ışığın saydam bir levhadan geçip tekrar aynı ortama girmesi esnasında meydana gelecek olan kayma miktarına göre hesaplanmıştır. Literatürde en

fazla kullanılan test görüntüleri üzerinde yapılan test sonuçları tasarlanan metodun etkili ve kullanılabilir olduğunu göstermiştir.

2. IŞIĞIN KIRILMASI

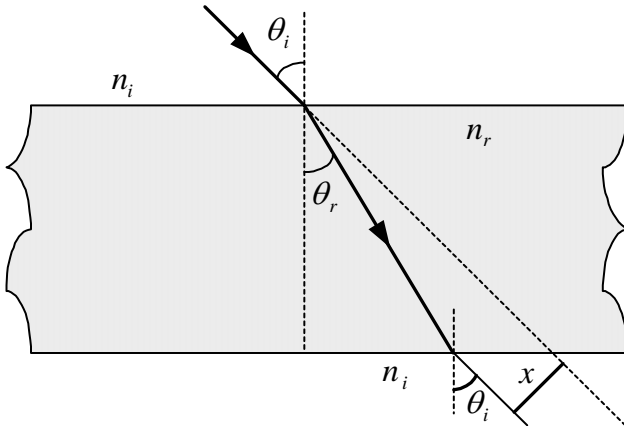
Maxwell ışığı düz dalgalar halinde yayılan elektromanyetik dalgalar olarak tanımlamıştır [14]. Işık ışınları saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçerken ışınların bir kısmı yansıyor geldiği ortama dönerken bir kısmı da ikinci ortama, doğrultusu ve hızı değişerek geçer. Bir dalga yayılma hızının farklı olduğu bir ortama açılı olarak girmesi ve yön değiştirmesi ışığın hızının ortama göre değişmesinden kaynaklanmaktadır. Düz bir yol boyunca ortamın kırılma indisine bağlı hareket eden ışığın hızı aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$v = \frac{c}{n} \quad (1)$$

burada, n kırılma indisi, c ışığın boşluktaki hızıdır. Kırılma indisi ortamların ayırt edici bir özelliğidir [15]. Işık ışını kırılma indisi küçük ortamlardan büyük ortamlara geçerken normale yaklaşırken, kırılma indisi büyük ortamlardan küçük ortamlara geçerken normalden uzaklaşır. Işığın ikinci ortama geçerken doğrultu değiştirmesine ışığın kırılması denir. Işığın kırılma kanuna göre; ışığın gelme açısının sinüsünün, kırılma açısının sinüsüne oranı her zaman sabittir. Bu sabit, ikinci ortamın birinci ortama göre kırılma indisine eşittir.

$$\frac{\sin(\theta_i)}{\sin(\theta_r)} = \frac{n_r}{n_i} = n_{i,r} \quad (2)$$

Işık ışınları, kırılma indisi küçük ortamlardan paralel yüzlü d kalınlığında kırılma indisi büyük ortamlara Şekil 1'deki gibi geldiğinde önce normale yaklaşarak, çıkışta ise normalden uzaklaşarak kırılır. Kırılan ışın ile gelen ışın, birbirine paralel olur. Sadece paralel bir kaymaya uğrar.



Şekil 1. Işığın kırılması

3. BENZERLİK KAVRAMI VE ÖLÇÜMÜ

Benzerlik temelde tüm bilim alanları için önemli bir yer kaplar ve hayati bir görev yapar. Eğer biz benzerliği ölçebilirsek bir nesneyi diğerinden ayırt edebiliriz. İlk önce nesnelere bir grup altında topladıktan sonra grupların karakteristiklerini anlayabiliriz. Bu sayede yeni bir nesneyi grup içine dâhil edebilir veya onun için yeni bir grup oluştururuz. Günlük yaşamda bu tür benzer grupları ayırt etmek zorunda kaldığımız durumlar bulunmaktadır. Dolayısıyla, benzerlik ölçümü iki grup veya nesne arasındaki benzerlik derecesine karar vermede önemli olmaktadır [16]. İnsanlar iki farklı obje arasındaki benzerliğe karar vermekte başarılı olmasına rağmen henüz makineler tarafından tanımlanması zor olan çok önemli bir konudur. Görüntü işleme alanında ise önemli olan iki piksel arasında olan benzerlik değeridir. Bu değer Weurger'in [17] renk alanlarında yakınlık kararı üzerine yaptığı araştırmalarında algısal renk yakınlığının doğasında Öklit olmadığını gösterene kadar Öklit mesafesi vasıtasıyla değerlendirilmişti. Bu çalışmada ise benzerlik değeri fiziksel bir olaya bağlandırılmıştır.

Şekil 2'deki gibi iki komşu pikseli düşünelim. Burada gösterilen P1 ve P2 piksellerinden büyük gri düzey renk değerine sahip olanı ışığın saydam levhaya giriş açısı ve daha küçük olanı ise ışığın kırılma açısı olarak farz edilecektir.

P ₁	P ₂
L _{G,1}	L _{G,2}

Şekil 2. İki komşu pikselin gri düzeyleri

Daha sonra Şekil 3'de gösterilen bir tasarım gerçekleştirilmiştir. Burada giriş açısı büyük olan pikseli dış ortam ve küçük olanı ise içerisine yerleştirilmiş d uzunluğunda bir saydam levha olarak düşünülmüştür.

Işık ışını, paralel saydam levhadan Şekil 3'de gösterildiği gibi geldiğinde normale yaklaşarak bir kırılma yapar. Işık saydam levhadan geçip tekrar aynı ortama döndüğünde ise x_k miktarı kadar paralel kayma meydana gelmektedir. Meydana gelen kayma aşağıdaki gibi hesaplanır.

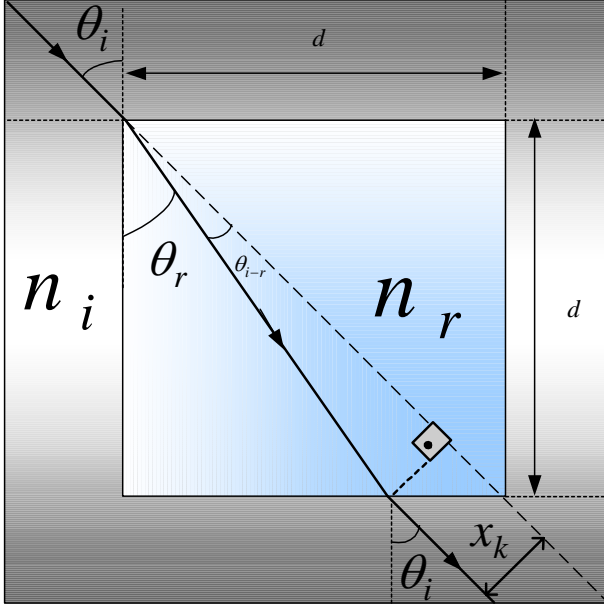
$$x_k = d \times \frac{\sin(\theta_i - \theta_r)}{\cos(\theta_r)} \quad (3)$$

Denklemlerden de görüldüğü gibi, meydana gelen kayma miktarı ortamın kalınlığına, ışığın giriş ve kırılma açılarına bağlıdır. Eğer ışığın giriş ve çıkış açısı birbirine eşitse bu iki ortamında aynı olduğu anlamına gelir ve eşitlikten "0" elde edilir. d kalınlığı, kayma miktarını 0-1 arasında bir değişim sağlarken görüntüdeki kenar geçiş

Dolayısıyla iki piksel arasındaki benzerliğin değeri;

$$S = 1 - x_k \quad (4)$$

şeklinde hesaplanır.



Şekil 3. Işığın saydam levhadan geçişi için tasarlanan durum

Bu çalışmada, giriş açısı ve kırılma açıları 1-90 derece arasında sınırlandırılmıştır. Eğer P1 gri düzey renk değeri P2 gri düzey renk değerinden büyükse ışığın giriş açısı Eşitlik 5 ve kırılma açısı Eşitlik 6'teki gibi hesaplanacaktır.

$$g = \frac{89}{255} \times P1 + 1 \quad (5)$$

$$k = \frac{89}{255} \times P2 + 1 \quad (6)$$

Eğer P1 gri düzey renk değeri P2 gri düzey renk değerinden küçük ise ışığın giriş açısı Eşitlik 7 ve kırılma açısı Eşitlik 8'teki gibi hesaplanacaktır.

$$g = \frac{89}{255} \times P2 + 1 \quad (7)$$

$$k = \frac{89}{255} \times P1 + 1 \quad (8)$$

4. BENZERLİK İLİŞKİ MATRİSİ

İki komşu arasındaki benzerlik değerinin hesaplanması ışığın saydam levhadan geçişinde meydana gelen paralel kayma miktarına bağlı olarak Eş. 3 vasıtasıyla hesaplanabilir. Şekil 4'te gösterildiği gibi bir görüntüdeki bir piksel 8 tane komşu piksele sahiptir.

P ₁	P ₂	P ₃
P ₄	P ₉	P ₅
P ₆	P ₇	P ₈

Şekil 4. Bir görüntüdeki komşu pikseller

Şekilde gösterilen merkez piksel dahil 9 pikselin benzerlik değerlerinin hesaplarının bütün olası kombinasyonları gerçekleştirerek 81 adet benzerlik değeri bulunur. Sonuç olarak, benzerlik ilişki matrisi aşağıdaki gibi elde edilir;

$$S_{m,n} = \begin{bmatrix} S_{1,1} & S_{1,2} & \dots & S_{1,9} \\ S_{2,1} & S_{2,2} & \dots & S_{2,9} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{9,1} & S_{9,2} & \dots & S_{9,9} \end{bmatrix} \quad (9)$$

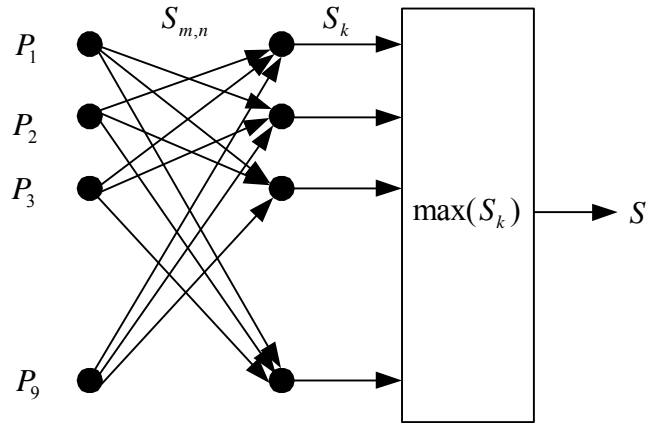
Dolayısıyla her bir pikselinde 9 adet benzerlik değeri vardır. Bunlardan birisi ise kendisiyle olan benzerliğidir. Dolayısıyla kendisiyle olan benzerlik değeri hesaplanmaya alınmayarak her bir pikselin benzerlik değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_k = \frac{1}{8} \sum_{n=1}^9 S_{k,n} \quad k \neq n \quad (10)$$

Benzerlik haritası çıkartılacak olan görüntüde işlenen pikselin değeri ise bu 9 değerın maksimum değeri seçilir.

$$S = \max(S_k) \quad (11)$$

Şekil 5'de ise işlenecek pikselin benzerlik değerinin hesaplanması için geliştirilen benzerlik ağı görülmektedir.



Şekil 5. Benzerlik ağı

S; 0 ve 1 arasında değişir ve merkez pikselin benzerlik değerini ifade eder. Bir görüntüdeki her pikselin benzerlik değerleri bize görüntünün kenar haritasını verecektir.

5. UYGULAMA SONUÇLARI

Tasarlanan algoritma, görüntü işleme alanında en iyi bilinen 255x255 piksel boyutunda 255 gri seviyeli “Lena” ve “House” görüntülerine uygulanmıştır. Uygulamaya geçirmeden önce görüntüler üzerinde iyileştirme gibi herhangi bir ön işleme yapılmamıştır.



(a)



(b)

Şekil 6. Orijinal görüntüler a) “Lena” b) “Cameraman”

Saydam levhanın uzunluğu (d) farklı değerler alınarak değişik kombinasyonlarda görüntüler için kenar haritaları elde edilmiştir. Şekil 6 (a) ve Şekil 6 (b)’de sırasıyla orijinal “Lena” ve “House” görüntüleri gösterilmiştir. d katsayısının 0.5 ve 1 değerleri için “Lena” ve “House” görüntüsünden elde edilen kenar haritaları sırasıyla Şekil 7 (a) – (b) ve Şekil 8 (a) - (b)’de gösterilmiştir.

Kenar haritaları elde edilmiş görüntüler içinde gri düzeylerin kenar dayanıklılığını gösterdiği gri ölçekli görüntülerdir. Saydam levhanın kalınlığının 0.5 olması ani kenar geçişlerin yumuşamasını ve pürüzsüz bir görüntüde elde edilmesini sağlamıştır. Bu birim 1 seçildiğinde ise geçişler daha sert olduğu görülmektedir. Her iki durumda da test görüntülerin kenar haritalarının başarılı bir şekilde elde edildiğini ve görüntüdeki çok küçük değişikliklerin fark edilebildiği görülmektedir. Bu durum özellikle son yıllarda görüntülerin filtrelenmesinde kullanılan yaygın filtrelerde istenilen bir özelliktir.



(a)

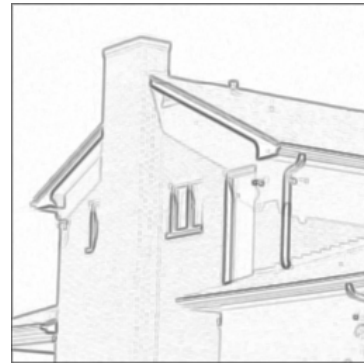


(b)

Şekil 7. “Lena” görüntüsün kenar haritaları
a) d=0.5 b) d=1



(a)



(b)

Şekil 8. “Cameraman” görüntüsün kenar haritaları
a) d=0.5 b) d=1

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, görüntü işlemenin en temel konularından birisi olan gri düzey görüntülerinin kenar haritalarının çıkarımı için fiziksel bir olay olan ışığın kırılmasından faydalanılmıştır. Işık saydam levhadan geçip tekrar kendi ortamına dönmesinde girdiği ışık yönüne paralel bir kayma meydana gelir. Bu kayma miktarı ortamın kırılma indisine bağlıdır ve bize iki piksel arasındaki benzerlik değerini vermektedir. İşlenecek olan her bir piksel için oluşturulan benzerlik ilişki matrisinden elde edilen değerlere göre seçilen maksimum benzerlik değeri ise bu pikselin görüntünün benzerlik haritasındaki değerini vermektedir. Tasarlanan metot literatürde en çok kullanılan test görüntülerine uygulandığında etkili sonuçlar olması diğer uygulamalarda kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Bundan sonra, tasarlanan metot kenar haritasına bağlı görüntü filtreleme ve bölütleme algoritmalarında uygulanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley, Reading, MA 1993
- [2] D. G. Finlayson, S. D. Hordley, M. S. Drew, "Removing Shadows from Images", In ECCV 2002: European Conference on Computer Vision, Copenhagen, 823-836, 2002.
- [3] T. Ochotta, D. Saupe, "Edge-Based Partition Coding for Fractal Image Compression", Arabian Journal for Science & Engineering, 29(2C), 63-83, 2004.
- [4] L. Dong, S. Xiaoyan, W. Feng, L. Shipeng, Z. Yaşın, "Image Compression With Edge-Based Inpainting", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 17(10), 1273-1287, 2007
- [5] Q. Zhou, Z. Li, J. K. Aggarwal, "Boundary Extraction in Thermal Images by Edge Map", Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing, New-york, USA, 254-258, 2004.
- [6] C. L. Herry, R. A. Goubran, M. Frize, "Segmentation of Infrared Images Using Cued Morphological Processing of Edge Maps", in Proc. of the IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, IMTC 2007, Warsaw, Poland, May 2007.
- [7] H. K. Woong, S. Thomas, "Image Denoising Method Using Diffusion Equation and Edge Map Estimated with K-Means Clustering Algorithm", Proceedings of the Eight International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services, Washington, USA, 2007
- [8] Y. Nie, H. S. Hong, A. Vetro, T. Shimada, N. Minegishi, "Implementation of Edge Map Guided Fuzzy Filtering for Artifact Reduction in Highly Compressed Video", IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 325-326, 2005
- [9] J. F. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection", IEEE Trans Pattern Anal Mach Intel, 6, 679-698, 1986.
- [10] S. Junxi, G. Dongbing, C. Yazhu, Z. Su, "A Multiscale Edge Detection Algorithm Based On Wavelet Domain Vector Hidden Markov Tree Model", Pattern Recognition, 37(7), 1315-1324, 2004.
- [11] C. Bin, H. Lei, L. Ping, "A Morphological Edge Detector For Gray-Level Image Thresholding", ICIAR, 659-666, 2005.
- [12] M. E. Yuksel, M. T. Yildirim, "A Simple Neuro-Fuzzy Edge Detector For Digital Images Corrupted By Impulse Noise", AEU—Int J Electron Commun, 58, 72-75, 2004.
- [13] L. R. Liang, C. G. Looney, "Competitive Fuzzy Edge Detection", Appl Soft Comput, 3, 123-137, 2003.
- [14] U. Güvenç, R. Demirci, Ç. Elmas, "Işığın Kırılma Kanuna Bağlı Yeni Bir Kenar Belirleyici", IEEE 16. Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı, Didim, 2008.
- [15] J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley & Sons, New York, 1975.
- [16] R. Demirci, "Similarity Relation Matrix-based Color Edge Detection", International Journal of Electronics and Communications(AEU), 61, 469-477, 2007.

- [17] S. M. Wuerger, L. T. Maloney, J. Krauskopf, "Proximity Judgments in Color Space: Tests of A Euclidean Color Geometry", Vision Res.35(6), 827-835, 1995.