

FCM ALGORİTMASI TEMELLİ YENİ GÖRÜNTÜ BÖLÜTLEME SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Mehmet BULUT¹

Ayhan İstanbullu²

H. Melih SARAOĞLU³

² Muğla Üniversitesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi, Kötekli, Muğla
Tel : +90-252-2238005

³ Dumlupınar Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Kütahya
Tel : +90-274-2652062-65

¹ bulutmhmt@hotmail.com ² ayhanistan@yahoo.com ³ saraoglu ns1.dumlupinar.edu.tr

Anahtar sözcükler : Görüntü İşleme, Bulanık C-Ortalamaları (FCM) , Bölütleme

ABSTRACT

Image segmentation is the most basic and important technique in image processing. The task of segmentation is to segment an image into several meaningful areas according to some characteristic, gray level, color, and so on. In this study we proposed a new segmentation system based on Fuzzy C-means algorithms for image segmentation. Proposed algorithm determines cluster membership functions from image gray level histogram. In this work used image space, a gray level function of image was used for all imaging data. The proposed image segmentation system was applied various images and shown that results is more than well from results of Fuzzy C-Means .

1. GİRİŞ

Bölütleme görüntüyü özel bir uygulama alanına göre anlamlı bölgelere ayırma işlemidir. Bu anlamlı bölgeler birbirleri ile örtüşmemeli ve kendi içlerinde belirleyici bir özelliğe göre süreklilik göstermelidir. Bölütleme sonucu ortaya çıkan bu bölgeler bölüt (segment) adını alır. Topaklama (clustering) analizi görüntü işlemenin bölütleme işlemi ile aynı özellikler taşır. Bundan dolayı topaklama analizinde kullanılan yöntemler görüntü bölütlemeye de kullanılabilir. Görüntü bölütlemeye belirleyici özellik olarak grilik seviyesi, doku özelliği, renk bilgisi, çizgililik ve süreklilik alınabilir. Bu çalışmada grilik seviyesi kullanılmıştır. Görüntü bölütleme işlemi topak analizi olarak ele alınabilir. Bu durumda bir görüntüdeki her bir nesne ve arkaplan birer topak gösterirler. Topaklama algoritmaları görüntülere uygulanarak bölütlenmeleri sağlanabilir. Topaklama algoritmaları, toplara nesnelere düzenleyerek nesnelere arasında ki etkileşimi belirlemeye çalışır [1]. Öyleki bir topaktaki nesnelere, farklı toplara ait olan nesnelere daha fazla birbirine benzemektedirler. Bu promleme birçok klasik yaklaşım Kohonen, Bezdek, Tou ve Gonzales tarafından ortaya atılmışlardır[2,3,4]. Bu çalışmada bulanık topaklama

(FCM) algoritmasına dayanan bir görüntü bölütleme sistemi geliştirilmiştir. Bu çalışmada toplanacak nesne olarak görüntünün piksel gri seviye değerleri alınmıştır. Geliştirilen sistem çeşitli görüntülere uygulanmış görüntülerin bölütlenmesinde iyi sonuçlar aldığı görülmüştür.

2. GÖRÜNTÜDE BELİRSİZLİK VE BULANIK KÜME

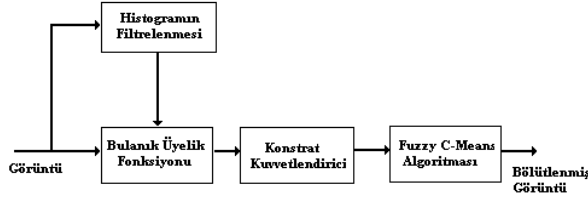
Bir makina görü sistemi için bir yapay algılayıcı kullanılması mümkündür. Algılayıcı x-y düzleminde bulunan bir imgenin gri seviyelerini x-y düzleminde gri seviye kesitlerine dönüştürmektedir. Burada her kesit anlamlı bir bölge oluşturmaktadır. x-y düzleminde gri seviye kesitlerine dönüşüm, bir kümeye aitliği şüpheli olan nesnelere kümesi olarak ifade edilebildiğinden dolayı bulanık küme teorisi kullanılarak yapılabilir. Bulanık küme teorisinde kümeler normal küme teorisinde olduğu gibi (ait ise üyelik derecesi 1, ait değilse üyelik derecesi 0) kesin olarak tanımlanmazlar. Bunun yerine bulanık küme teorisi [0,1] aralığında tanımlanan üyelik dereceleri alabilen kümeler ile gösterilir. Bir bulanık küme [0,1] aralığında kısmi üyelikleri kabul eder. $X=\{x\}$ evrensel küme olsun. O zaman A ($A \in X$) bulanık kümesi

$$A = \{ x, \mu_A(x) \} , x \in X \quad (1)$$

Burada $\mu_A(x)$, A'da x'in üyelik derecesi olarak adlandırılır. $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu A bulanık kümesini [0,1] aralığına transfer eder. Bir başka deyişle, $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu "algılayıcı"nın kuvvetini göstermektedir. Eğer $\mu_A(x)=1$ ise kesin olarak x A'nın bir üyesidir ve $\mu_A(x)=0$ ise o zaman kesin olarak x A'nın üyesi değildir. $0 < \mu_A(x) < 1$ aralığında x'in durumu için bir belirsizlik vardır. Yani x'in A'nın üyesi olma derecesi $\mu_A(x)$ ile verilir[5].

3. YENİ GÖRÜNTÜ BÖLÜTLEME SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Bu çalışmada yukarıda anlatılan üyelik fonksiyonları ve FCM yöntemini kullanan bir görüntü bölütleme sistemi sunulmuştur. Bu sistemin fonksiyonel diyagramı Şekil 1.'de verilmektedir. İlk olarak görüntü için piksellerin her bir bölütteki üyelik derecesini bulmak için histogram üzerinde bulanık üyelik fonksiyonları tespit edilmektedir. Bu amaçla görüntünün filtreden geçirilmiş düzgün histogramı kullanılarak görüntü histogramını gri seviye kesitlerine ayırmak için histogram vadilerinde, $x_{c_q}, q=0,1..k$, uygun noktaları bulunmaktadır. Buna göre histogram (k+1) tane gri seviye kesitine ayrılmaktadır. İkinci basamakta bu x_{c_q} noktaları kullanarak görüntü S ve Π üyelik fonksiyonlarının birleşimi olan $\Phi(x)$ çoklu-bölge üyelik fonksiyonuna göre her bir pikselin $[0,1]$ arasında üyelik değeri bulunmaktadır.



Şekil 1. Geliştirilen görüntü bölütleme sistemi için fonksiyonel blok diyagram

Buna göre her piksel bir üyelik değerine sahip olmaktadır. Sonra piksellerin üyelik değerini maksimum belirsizlik değeri olan $\mu=0.5$ den kesin değerler olan 0 veya 1'e yaklaştırmak için her piksel bir contrast kuvvetlendirici fonksiyonu kullanılmaktadır. Bununla imgenin gri seviye belirsizliği azaltılmakta, böylece imgede bir iyileştirme sağlanmaktadır. Son basamakta ise elde edilen imgeler normalize edilmekte ve bölütlemek için bulanık toplama algoritmasından geçirilmektedir. Normal bulanık toplama algoritması büyük miktarda hesaplama zamanı aldığından bu çalışmada histogram temelli algoritma kullanılmıştır. Bu yaklaşımda algortmada görüntü yüzeyi yerine görüntü histogramı kullanılmaktadır. Bu da zaman açısından büyük bir kazanç sağlamaktadır. Kullanılan imgelerin arkaplan ve nesneden oluştuğu kabul edilerek topak sayısı $c=2$ olarak alınmıştır.

Geliştirilen bölütleme sistemini Şekil 1.'de verilen blok diyagramında yer alan işlem basamaklarında yapılan işlemler aşağıda anlatılmaktadır.

3.1 Gri Seviyelerin Birçok Bölgeye Ayrılması

$[x_m, x_M]$ aralığı üzerinde değişik gri seviyelere sahip bir görüntü alınsın. Bu görüntü Şekil 2'teki gibi k-tip seviye kesitine sahip olsun. Bu histogram kullanılarak, histogramdaki her bir tepeye karşılık gelen belirli k gri seviyesi bulunabilir. İmge $x_1, x_2, \dots, x_q, \dots, x_k$

gri seviyelerinin birleşimi olarak histogram kesitleri alınabilir. Bu gri seviye kesiti bulanık mantıkta şu şekilde tanımlanır:

“ $[x_m, x_M]$ gri seviye aralığı üzerinde, görüntü gri seviyeleri $(x_1, x_2, \dots, x_q, \dots, x_k)$ kümesinin bir bileşimidir”.

Yukarıdaki ifadede $x_q, q=1..k$, gri seviyeleri bulanık sayıların bir kümesini oluşturmaktadır. Bu gri seviyelerin ayrı ayrı olarak kendi kümelerindeki üyelik derecesi 1 olarak tanımlanır ve histogramın tepelerinde maksimum kesinlik miktarı oluşur, halbuki vadilerde yani x_{c1}, x_{c2} noktalarında bu gri seviyelerin hangi komşu bölgeye ait olduğu belli değildir. Mesela x vadisinde gri seviye, eşit olarak x gri seviyeye veya x gri seviyesine, $\mu=0.5$ üyelik derecesi ile alınabilir.

Histogram tepelerinde maksimum kesinlik miktarı (belirsizlik yok $\mu=1$) ve vadilerde maksimum belirsizlik miktarı ($\mu=0.5$) oluşur. Bundan dolayı $\mu=0.5$ olan geçiş noktalarında $[x_m, x_M]$ aralığı R, R, ..., R gibi bölgelere ayrılabilir. Herbir bölge maksimum belirsizlik noktalarıyla ayrılmaktadır. Böylece $[x_m, x_M]$ aralığı üzerinde verilen ve k vadiye sahip görüntü histogramı, x_{c_q} noktalarından (k+1) bölgeye ayrılmaktadır.

3.2 Histogram Temelli Bulanık Çoklu-Bölge Fonksiyonu

Bir gri seviye görüntüde bölüt belirlemede ana sorun, herhangi iki komşu gri seviye topaklarını birbirinden ayırmaktır. İki komşu gri seviye topaklarının ayrılması, bir bölgenin gri seviyesini 0 (karanlık veya siyah ve diğer bölgeyi 1 (tam aydınlık veya beyaz) olarak adlandırılarak yapılabilir. Yani iki komşu bölgenin ayrılması işlemi, iki farklı gri seviyeye ayrılarak yapılabilir. Bölgenin gri seviyesi olarak bölgedeki gri seviyelerin yoğunlaştığı nokta olarak alınabilir. Gri seviye kesitleri kullanarak, bir bulanık çoklu-bölge üyelik fonksiyonu tanımlanmaktadır.

$$\Phi(x) = \bigcup_{q=0}^k M_q(x) \quad (2)$$

Burada $M_q(x)$, görüntünün x. pixelinin q kesitindeki bulanık üyelik fonksiyonu ile bulunan üyelik derecesini göstermekte olup, $q=0,1,\dots,k$ olup her bir kesit için ayrı üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır,

(i) R_0 uç sol bölge için tanımlanan bulanık üyelik fonksiyonu,

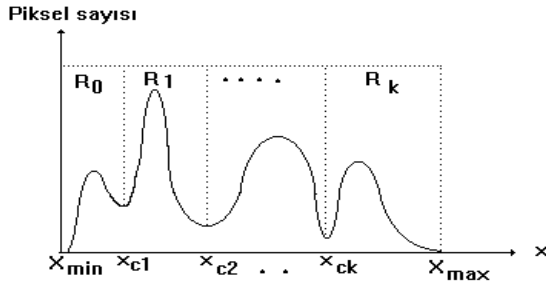
$$M_0(x) = \sin^2\left(\frac{\pi}{4} \frac{x - x_m}{x_{c1} - x_m}\right), \quad x_m \leq x \leq x_{c1} \quad (3)$$

(ii) R_1 'den R_{k-1} 'a kadar olan bölgeler için tanımlanan bulanık üyelik fonksiyonu ve $x_{cq} \leq x \leq x_{cq+1}$ olmak üzere

$$M_q(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} \left(1 + \sin^2 \left(\pi \frac{x - x_{cq}}{x_{cq+1} - x_{cq}} \right) \right), & q = \text{odd} \\ \frac{1}{2} \left(1 - \sin^2 \left(\pi \frac{x - x_{cq}}{x_{cq+1} - x_{cq}} \right) \right), & q = \text{even} \end{cases} \quad (4)$$

(iii) R_k uç sağ bölge için tanımlanan bulanık üyelik fonksiyonu,

$$M_k(x) = \begin{cases} 1 - \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} \frac{x_M + x - 2x_k}{x_M - x_k} \right), & k = \text{even} \\ \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} \frac{x - x_{cq}}{x_{cq+1} - x_{cq}} \right), & k = \text{odd} \end{cases} \quad (5)$$



Şekil 2. Bir gri seviye görüntünün gri seviye kesitleri

3.3 Contrast Kuvvetlendirme

Bir görüntünün değişik gri seviye bölgelerine değişen low $[0,0.5]$ ve high $[0.5,1]$ değerlerinin atanması, birçok komşu bölgeleri değişik gri seviyelere ayıran Φ üyelik fonksiyonu ile yapılmaktadır. Birbirinden ayrılan bu bölgeler, herbir piksel üzerinde contrast kuvvetlendirme işlemleri kullanarak iyileştirilmektedir. Bu işlemi yapmak için bu çalışmada sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır.

$$\text{sig}(x) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-0.5)}} \quad , \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (6)$$

Bu fonksiyon ile $[0,0.5]$ aralığındaki piksel değerleri 0'ya yakın daha düşük değerlere ve $[0.5,1]$ aralığındaki değerleri 1'e yakın daha yüksek değerlere aktarmaktadır. Böylece bu fonksiyon ile imgedeki belirsizlik azaltılmış olur.

3.4 Bulanık FCM (Fuzzy C-Means) Algoritması

Bulanık C-Ortalamaları toplama (FCM) algoritması görüntü bölütleme için de kullanılabilir. FCM, imgedeki pikseller ile herbir C-topağının merkezi arasındaki bir ağırlıklı benzerlik ölçütünü temel alan bir

nesnel fonksiyonun dürümsel olarak optimuma ulaşmasını kullanır. Bu nesnel fonksiyonun yerel bir extramumu giriş verisinin optimal bir topağını gösterir. En az yapılacak nesnel fonksiyon şudur:

$$W_m(U, V) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (\mu_{ik})^m (d_{ik})^2 \quad (7)$$

Burada μ_{ik} i.ci topaktaki k.ci pikselin bulanık üyelik değeri, d_{ik} k.ci pikselin i.ci topak merkezinden olan uzaklığını göstermektedir.

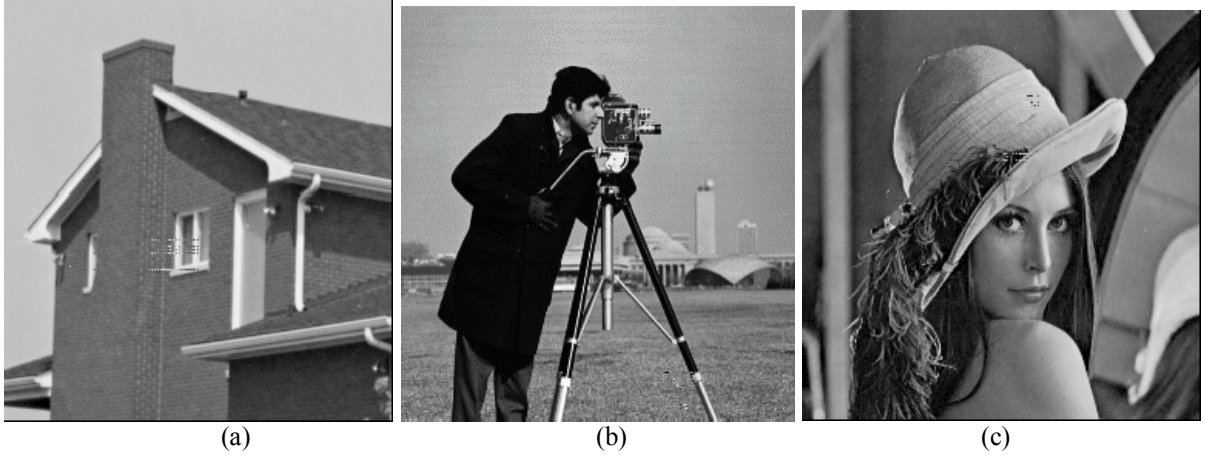
Bölütleme için özellik yüzeyi (uzayı) genellikle çok boyutludur. Görüntü boyutu birçok uygulamalarda yeterince büyük olmaktadır. Bulanık toplama (FCM) algoritmasının hesaplanması iteratif işlem gerektirdiğinden böyle büyük veri parçaları için hesaplama çok zaman almaktadır. Bundan dolayı yapılan girişimler, FCM algoritmasını görüntü bölütleme, için kullanışlı hale getirmektir. Bu çalışmada FCM algoritmasının hesaplama zamanını büyük miktarda azaltan histogram temelli algoritma kullanılmıştır. Algoritma nesne olarak görüntü yerine görüntünün gray fonksiyonunu almaktadır[6].

4. SONUÇLAR

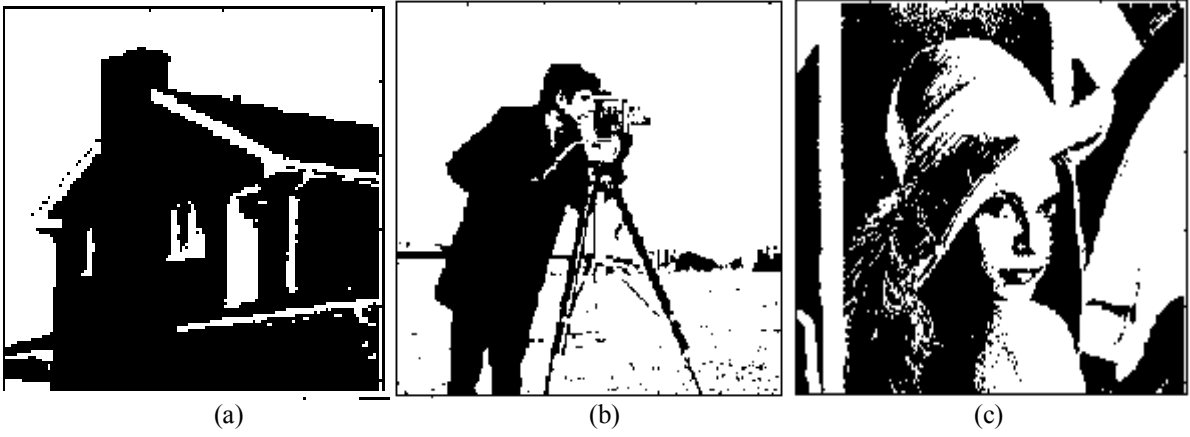
Bulanık kümeler ile bulanık toplama algoritmasının birlikte kullanıldığı bir görüntü bölütleme sistemi geliştirilmiştir. Bulanık kümeler, görüntüdeki gri seviye belirsizliğini ortadan kaldırmak için kullanılmıştır. Yöntem bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiş ve çeşitli görüntülere uygulanarak sonuçlar alınmıştır. Geliştirilen sistem çeşitli görüntülere uygulanmış ve elde edilen sonuçlar, FCM algoritması ile elde edilen sonuçlar ile birlikte Şekil 3-5'te verilmektedir. Bu sistem ile elde edilen sonuçlar FCM ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar alındığı görülmektedir. Geliştirilen yöntem görüntüdeki ayrıntıları ortaya çıkarmada daha başarılı olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1]. Pal R. N., Pal S. K., A Review on Image Segmentation Techniques, Pattern Recognition, vol.26, no.9, pp. 1277-1294, 1993.
- [2]. T. , Kohonen, Self-Organization and Associative memory, 3rd Edn. Berlin, 1989
- [3]. J.C.Bezdek, Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms, New York, 1981.
- [4]. J. Tou, R. Gonzales, Pattern Recognition Principles, Addison-Wesley, Massachusetts, 1974
- [5]. T. L. Huntsberger, C. L. Jacobs, R. L. Cannon, Iterative Fuzzy Image Segmentation, Pattern Recognition, vol. 8, no. 2, pp. 131-138, 1985
- [6]. H.Atmaca, M.Bulut, D.Demir , Histogram Based Fuzzy Kohonen Clustering Networks For Image Segmentation, 1996 International Conference on image Processing (ICIP'96), Switzerland, 1996



Şekil 3. a) “House”, b)“Cameraman” ve c) “Lenna” görüntülerinin orijinal gri (256 gri ton) halleri hali.



Şekil 4. FCM algoritması kullanılarak iki segment (cluster=2) için a) “House”, b)“Cameraman” ve c) “Lenna” görüntülerinin bölütlenmiş hali.



Şekil 5. Geliştirilen FCM temelli bölütleme sistemi ile için a)“House”, b)“Cameraman” c)“Lenna” görüntülerinin bölütlenmiş hali.