



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Bilim ve Teknoloji Dergisi B-Teorik Bilimler

Cilt: 3 Sayı: 1 2014

Sayfa: 21-32

ARASTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Elif AYBAR¹

BAĞLANTI HARİTASI KULLANILARAK KENAR ALGILAMA

ÖZ

Bu çalışmada, topolojik özelliklerin kullanıldığı bir kenar algılama metodu sunulmuştur. Bağlantı haritası bir gözlem penceresindeki orta pikselin diğerlerine nasıl bağlandığının gösterimidir. Kenar algılama yöntemi, ön aşama olarak, her kayan pencere için bağlantı haritasını hesaplar sonra bağlantı haritası üzerine Sobel kenar işlecini uygular. Literatürdeki çalışmalarda, genellikle, 3x3 büyüklüğünde Sobel işleci kullanılmaktadır, çünkü, daha büyük (örneğin, 5x5, 7x7) işleçler daha kalın kenar çıktısı üretmektedir. Bağlantı haritası orta piksele bağlı olmayan kenarları süzer, bu nedenle, geliştirilen yöntem daha ince kenar çıktısı üretmektedir. Özellikle, geleneksel Sobel işlecine göre bu çalışmada sunulan yöntemin daha üstün özellikleri olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kenar algılama, Kenar İşleci, Bağlantı Haritası, Sobel İşleci

EDGE DETECTION USING CONNECTION MAP

ABSTRACT

In this work, new edge detection methods that make use of topological properties are proposed. Connectivity map is a quantitative depiction of how the center pixel is connected to others in an observation window. Edge detection methods compute connectivity map in a sliding window and use the connectivity information. This method applies Sobel edge operator on the conn-map. For simplicity purposes, Sobel edge operator of size 3x3 has been generally used in edge detection operations. In the literature, in general, larger Sobel operators (e.g. 5x5, 7x7 and more) are not utilized due to the reason that they produce thicker edges since the number of edges included in larger windows increases. Connectivity map filters the edges that are not connected to the center pixel, therefore, this method yields leaner edges. Especially, represented method are determined to have a superior performance compared to conventional Sobel operator.

Keywords: Edge operator, Connection map, Sobel, Edge detection

¹Anadolu Üniversitesi, Porsuk Meslek Yüksekokulu, Eskişehir.

E-posta: elaybar@anadolu.edu.tr, Tel: 0 222 3350580 / 5130

1. GİRİŞ

İnsan görme sisteminin, süreksizlikleri hızlı bir şekilde algılaması ve işlemesi sayesinde görüntü içindeki nesnelere hızlı bir şekilde tanımlanmaktadır [Moon ve ark., 2002]. Bu nedenle, görüntüde yer alan süreksizliklerin, diğer bir deyişle kenarların ve köşelerin algılanması işleminin görüntü işlemede önemli bir işlevi vardır. Kenar algılamanın, nesne tanıma için gerekli olduğu düşüncesiyle beraber, süreksizliklerin bulunmasına yönelik çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Nesne tanıma sistemleri, genellikle, süreksizlikleri belirlemek ve kenar bilgisini kullanarak nesnelere belirlemek aşamalarından oluşmaktadır. Bununla birlikte, geliştirilen yöntemlerin kenar bulma sürecindeki farklılıkları nedeniyle hızları, doğru kenarları bulabilme yetenekleri, belirsiz kenarları algılayabilme yetenekleri ve işlem hızları oldukça değişik olabilir [Loh ve ark., 2001].

Kenar algılama yöntemleri görüntüde yer alan kenarları belirleyip nesne sınırlarını oluşturabilmek için ,yoğunluk fonksiyonunun birinci ve ikinci türevinden, Gauss ve Laplas fonksiyonundan ve yüksek geçiren süzgeçlerden yararlanmaktadır [Loh ve ark., 2001]. Görüntü iki boyutlu bir fonksiyon olarak düşünülerek, fonksiyondaki süreksizliklerin hesaplanması için geliştirilen gradyan (gradient) yöntemi ve evrişime dayanan yöntemler de bulunmaktadır. Özellikle Prewitt, Sobel, Canny, LoG, Marr-Hildreth kenar işlemleri matematiksel olarak kenarları belirleyen gradyan temelli tekniklerdir [Juneja ve Sandhu, 2009]. Bu işlemlerin, genellikle kenar bulma için yeterli performansı sağladıkları bilinmektedir [Campilho, 1999]. Nesne algılama, nesne tanıma, görüntü iyileştirme ve görüntü sıkıştırma gibi daha üst seviyeli görüntü işlemlerinin ön aşaması olarak kenar algılama işlemi kullanıldığından, işlemin kısa sürede gerçekleşmesi önemli bir gerekliliktir [Ziou ve Tabbone, 1997].

Bu çalışmada sunulan kenar algılama yöntemi, bulanık topoloji kuramıyla ilgili bağlantı haritası işlemiyle desteklenmiştir. Görüntü üzerinde gezdirilen gözlem penceresinden elde edilen değerlerin süzgeç katsayılarıyla çarpılarak toplamının elde edilmesinden önce, gözlem penceresi üzerinde bağlantı haritası oluşturulmaktadır. Bağlantı haritası, küçük pencereler için merkezdeki noktanın diğer piksellerle olan bağlantısını gösteren bir işlemdir [Şenel ve ark., 2002].

Görüntü üzerinde işlemin uygulanmasından önce, bağlantı haritasının uygulanması, görüntünün bölütlenmesi anlamına gelmektedir. Böylece belirlenen maskelerin merkezinde ki pixelin bağlı olmadığı diğer pixeller ortadan kaldırılmaktadır. Bağlantılı olmayan noktalar görüntüden kaldırıldıktan sonra kenar algılama işleci elde edilen yeni görüntüye uygulanmaktadır.

İlk kenar algılama yöntemlerinden biri olan Sobel kenar algılama operatörünün daha önce 3×3 boyutunda olan maske boyutu 5×5 olacak şekilde genişletilerek bu maskelerin bağlantı haritası oluşturulan görüntülere uygulanması gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen algoritma, bulanık topolojinin düşük seviyeli görüntü işlemlerine olan ilk uygulamalarından biridir [Aybar, 2004]. Genellikle, bulanık topolojinin kullanıldığı alan bölütlemedir [Senthilkumaran ve Rajesh, 2009]. Geliştirilen yöntemin, temelinde Sobel işleci olması rağmen, Sobel'in sağladığı sonuçlardan farklı özelliklere sahiptir. Özellikle gürültülü görüntülerde daha başarılı sonuçlar sağlamak ve bazı kenarlar için daha iyi sonuçlar vermektedir.

2. KENAR ALGILAMA

Kenarların oluşmasına, geometrik ve optik birçok farklı özellik neden olmaktadır. Geometrik özellikler; i) nesne sınırları, ii) yüzey yönelim veya renk veya dokusundaki süreksizlikler, iii) iki nesnenin üst üste görünmesi nedeniyle ortaya çıkan doku ve renk farklılıklarıdır [Aarnink ve ark., 1997]. Kenarları oluşturan optik özellikler de; i) ışığın direk yansımaları, ii) aynı nesnenin bir bölümünden veya diğer nesnelere nedeniyle oluşan gölgeler, iii) aynı nesnenin bir bölümünden veya diğer nesnelere kaynaklanan ara yansımalar, iv) doku veya renk değişimleridir [Ziou ve Tabbone, 1997].

Kenar algılamada kullanılan yöntemler, genellikle, birbirine yakın pikseller arasındaki değer farklarını kullanırlar. Birkaç yöntemin birleştirilmesi ile yeni [Salotti ve ark., 1996] yöntemler ortaya konulmasına rağmen, genel olarak temel kenar algılama algoritmaları olan Prewitt [1970], Sobel [1970], Canny [1986], Marr ve Hildreth'in [1985] en yaygın kullanılan algoritmalar olduğunu söylemek mümkündür [Basu,2002; Shigeru,2000; Wei ve Jia,2002].

Kenar bulma algoritmasının görüntü üzerinde belirebilecek her türlü süreksizliği bulabilmesi gerekmektedir. Süreksizlik türleri üç farklı grupta ele alınabilir: i) adım (step) kenarlar, ii) hat (line) kenarlar, iii) kesişim (junction) kenarlar [Ziou ve Tabbone, 1997].

Kenar algılama algoritmaları, görüntüde yer alan kenarları bulabilmek için temel işlemler olan düzgünleştirme, türev alma ve etiketleme görevlerini gerçekleştirmeye çalışır. Bu basamaklar bütün algoritmalarda aynı görünmesine rağmen, kullandıkları düzgünleştirme filtreleri, türev işleçleri, etiketleme süreçleri, amaçları, hesaplama karmaşıklıkları ve gerektirdiği matematiksel işlemler bakımından birbirleriyle farklılık gösterirler.

2.1. Yerel Kenar İşleçleri

Bir görüntü, iki değişkenli (x ve y), kesikli bir fonksiyon olarak tanımlanabilir. Kenar algılama sürecinde, bu fonksiyonda meydana gelen ani değişimler algılanır. Bu nedenle, kenarların bulunabilmesi için görüntü fonksiyonu üzerinde birinci ve ikinci türev kullanılabilir. Temel kenar işleçlerinden bazıları, aslında, türev bulan evrişim çekirdekleridir [Prewitt,1970; Sobel,1970; Canny,1986; Hildreth,1985].

Türev bulunurken gradyandan yararlanılmaktadır. Gradyan, iki boyutlu bir fonksiyonda türevle birlikte süreksizliğin yönü hakkında bilgi verebilir. Gradyanın büyüklüğüne bakılarak kenar olup olmadığı bilgisi ve gradyanın açısına bakılarak kenar yönelim bilgisi elde edilir. $f(x,y)$ sürekli görüntü fonksiyonu olmak üzere, görüntü yoğunluğunun gradyan vektörü şöyle bulunabilir [Aybar, 2004; 2006]:

$$G[f(x,y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x+\Delta x,y)-f(x,y)}{\Delta x} \\ \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{f(x,y+\Delta y)-f(x,y)}{\Delta y} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada, gradyan vektörünün büyüklüğü ve yönü,

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad , \quad \theta = \tan^{-1} \frac{G_y}{G_x} \quad (2)$$

olarak tanımlanmaktadır. İki piksel arasındaki uzaklık en fazla bir birim olabileceğinden, $\Delta x = \Delta y = 1$ alındığında, kesikli bir görüntü için gradyan vektörü,

$$\begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} f[i,j+1] - f[i,j] \\ f[i,j] - f[i+1,j] \end{bmatrix} \quad (3)$$

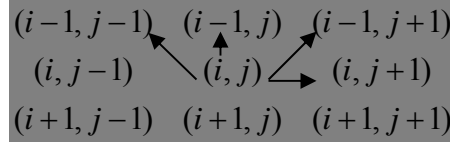
olarak bulunur ve buna karşılık gelen evrişim (convolution) maskeleri de,

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \quad , \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

olarak hesaplanır.

2.2. Sobel Kenar İşleci

Sobel kenar algılama işlecinin geliştirilmesindeki amaç, Robert işleci [Roberts, 1965] gibi yaygın kullanılan işleçlere göre yönden daha bağımsız gradyan değerlendirmesi ile verimli bir hesaplama yapabilmektir [Sobel, 1990]. Sayısal bir görüntü, bir fonksiyon olarak değerlendirildiğinde, bir nokta üzerindeki gradyan değerinin, 3×3 komşulukta mümkün olan dört merkezi yönde (Şekil 1) elde edilebilir gradyan değerlerinin vektör toplamları şeklinde oluşturulması düşüncesine dayanır. Bu yaklaşımla Sobel kenar işleci oluşturulmuştur.



Şekil 1: Dört temel yönde gradyan vektörleri

Bu gradyan değerlerinin vektör toplamları, gradyan ölçümlerinin yönü (directions of measurement) üzerinde ortalama değer bulunmasını sağlar. Eğer yoğunluk fonksiyonu gerçekten düzlemsel ise, o noktanın etrafındaki bütün yakın komşuluklardaki tüm gradyanlar aynı değere sahip olur.

3×3'lük komşuluk için merkez noktanın gradyan değeri, dik vektör çiftlerinin vektör toplamları olarak bulunur. Burada kullanılan gradyan vektörleri, (i, j) elemanı merkezde olmak üzere Şekil 1'de verilmektedir. Her dik vektör, yönsel türev değerinin türev yönünü belirleyen birim vektör ile çarpımı ile elde edilir.

a	b	c
d	e	f
g	h	i

Şekil 2: 3×3 komşulukta yer alan piksellerin yerleşimi

Dört gradyan değerinin vektörel toplamı, sekiz yönsel türev vektörünün vektörel toplamıyla aynıdır. Bir nokta ve onun sekiz komşuluğunun yoğunluk değerleri, matris formatında olmak üzere Şekil 2'de gösterilmektedir. Verilen komşuluklar için; yf , yoğunluk farkı, k , komşular arası uzaklık olmak üzere, g , yönsel türev değer vektörünün büyüklüğü $|g| = yf / k$ olarak verilir. Birbirine karşılık gelecek şekilde komşu noktalar (a, i) , (b, h) , (c, g) ve (f, d) olarak gruplanırsa, $R = \sqrt{2}$ için (köşegenlerdeki piksellerin merkez noktadan uzaklığı) gradyan değerlerinin vektörel toplamı,

$$G = \frac{(c - g)}{R} \cdot [1,1] + \frac{(a - i)}{R} \cdot [-1,1] + (b - h) \cdot [0,1] + (f - d) \cdot [1,0] \quad (5)$$

olarak ifade edilir. Bu işlemin sonucunda elde edilen vektör, yoğunluk ağırlıklarının toplamı olarak, Şekil 3'de gösterilen düşey ve yatay yönlerdeki ağırlık katsayıları kullanılarak gösterilir.

-1	0	1	1	2	1
-2	0	2	0	0	0
-1	0	1	-1	-2	-1

Şekil 3: Yatay ve düşey yöndeki ağırlık katsayıları

Bu algoritma, T önceden belirlenmiş bir eşik seviyesi olmak üzere, $|G'|^2 > T$ (G' , tamsayı işlemi yapabilmek için G vektörünün ikiyle çarpılması ile elde edilen vektörü göstermektedir) şartını sağlayan noktaları kenar noktası olarak belirleyen bir kenar noktası algılayıcısı olarak kullanılır [Duda ve Hart, 1973].

Sobel'in 3×3 komşuluğundaki noktalar için hesaplanmış olan gradyan tanımı 5×5 komşuluk için de uygulanabilir. Bu durumda dört yerine değişik konumlardaki oniki gradyan değerinin hesaplanması gerekir. Bu değerlerin vektörel toplamı ile gradyan değeri elde edilir [Aybar,2004]. 5×5'lik komşulukta, bir nokta ve onun yirmidört komşuluğunun yoğunluk değerleri Şekil 4'te gösterilmektedir.

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	m	n	o
p	r	s	t	u
v	w	x	y	z

Şekil 4: 5×5 komşulukta yer alan piksellerin yerleşimi

Tüm yönlerdeki gradyan değerlerinin vektörel toplamı,

$$R_1 = \sqrt{2}, R_2 = \sqrt{5}, R_3 = \sqrt{8} \text{ ve } R_4 = 2 \text{ olmak üzere,}$$

$$\begin{aligned}
 G = & \frac{(i-r)}{R_1} \cdot \frac{[1,1]}{R_1} + (h-s) \cdot [0,1] + \frac{(g-t)}{R_1} \cdot \frac{[-1,1]}{R_1} + (n-l) \cdot [1,0] + \frac{(o-k)}{R_4} \cdot \frac{[2,0]}{R_4} \\
 & + \frac{(e-v)}{R_3} \cdot \frac{[2,2]}{R_3} + \frac{(c-x)}{R_4} \cdot \frac{[0,2]}{R_4} + \frac{(a-z)}{R_3} \cdot \frac{[-2,2]}{R_3} + \frac{(j-p)}{R_2} \cdot \frac{[2,1]}{R_2} \\
 & + \frac{(d-w)}{R_2} \cdot \frac{[1,2]}{R_2} + \frac{(b-y)}{R_2} \cdot \frac{[-1,2]}{R_2} + \frac{(f-u)}{R_2} \cdot \frac{[-2,1]}{R_2}
 \end{aligned} \tag{6}$$

eşitliği ile ifade edilebilir.

Bu eşitlikteki katsayılar kullanılarak, elde edilen yatay ve dikey yönlerdeki maske katsayıları Şekil 5'de verilmektedir.

5	8	10	8	5
4	10	20	10	4
0	0	0	0	0
-4	-10	-20	-10	-4
-5	-8	-10	-8	-5

-5	-4	0	4	5
-8	-10	0	10	8
-10	-20	0	20	10
-8	-10	0	10	8
-5	-4	0	4	5

Şekil 5: Yatay ve dikey yöndeki ağırlık katsayıları

Sobel işlecine ait yatay ve dikey yönlü maskeler, görüntü üzerinde gezdirilerek sonuç görüntüsü elde edilir. Bir türevsel kenar algılama işlevi olan Sobel işlevinin boyutunun ve katsayılarının sabit olması nedeniyle görüntünün özelliklerine göre uyarlanamaz. Ayrıca gürültüye karşı oldukça hassastır. Gürültü hassasiyeti, evrişim işleminden önce bir düzleştirme işlemi gerektirir. Düzleştirme işlemiyle, kenarlar bozulmadan düzgün alanlardaki gürültü ortadan kaldırılmaya çalışılır. Bu aşamada meydana gelebilecek bilgi kayıpları nedeniyle, görüntüdeki kenarların bazılarının bulunmasında sorunlar yaşanabilir [Ziou ve Tabbone,1997].

Sobel işleci kullanıldığında elde edilen gradyan matrisi üzerinde bir eşikleme (thresholding) ve ardından bir inceltme işlemi gerekmektedir [Ziou ve Tabbone,1997]. Bu algılayıcıya ait yatay ve düşey yönlü maskelerin boyutu büyüdükçe bulunan kenarlar kalınlaşır. Maskenin boyutu büyüdükçe maske içine giren kenar sayısı da artmaktadır. Bu nedenle hesaplanan yönlü türevlerin etkisi fazlalaşır ve daha fazla kenar algılanır. Kenarların kalınlaşması, kenarın yöneliminin değiştiği noktalar ve köşeler gibi ufak detayların kaybolmasına neden olabilmektedir. Buna rağmen işlem kolaylığı nedeniyle yaygın bir şekilde kullanım alanı bulmaktadır [Shigeru, 2000].

3. BAĞLANTI HARITASI

Piksellerin birbirileri ile olan bağlılıkları görüntünün anlaşılabilmesi açısından önemlidir. Pikseller arası bağlılık kavramı, özellikle bölütleme işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [Udupa ve Samarasekera, 1996]. Nesneyi oluşturan piksellerin birbirileriyle olan ilişkileri, bağlılık kavramının önemli bir uygulama alanı bulmasını sağlamaktadır. Bağlılık kullanan yöntemler daha çok nesneye ait bir pikseli seçip bu piksele bağlı olan noktaları bulmaya çalışan bölgesel büyütme yöntemleridir [Udupa ve Samarasekera, 1996]. Bunun yanında bu çalışmadaki gibi, düşük seviyedeki görüntü işlemlerinde pikseller arasındaki bağlantıyı kullanan [Şenel, ve ark., 2002] yöntemler de bulunmaktadır.

Piksellerin bağlılıkları incelenirken seçilen pikselin dört yanında yer alan 4-komşu piksele veya tüm çevresini saran 8-komşu piksele bakılması gerekir. Komşulukların tanımı ve kullanım potansiyeli ilk olarak 1970'lerde Rosenfeld [1979] tarafından gösterilmiştir. Rosenfeld'in yaptığı bu tanımlamayla bir pikselin çevresindeki pikseller ile 4-bağlılığı veya 8-bağlılığı görüntü işlemede yaygın kullanılan bir tanım olmuştur.

Bulanık bağlılık tanımı, görüntüdeki piksellerin ne ölçüde birbirleriyle bağlı olduğunu gösterir. Bu tanım, keskin (ikilik kümelerdeki) bağlılığın doğal genişlemesidir ve görüntülerin kesin olmayan topolojik yapılarını yansıtmaktadır. Literatürde algoritmalar, genellikle iki nokta arasındaki en iyi yolu hesaplayarak bulanık bağlılığı hesaplamaktadır [Eckhardt ve Latecki, 1994].

Bağlantı haritası bir maskenin ortasında yer alan pikselin maske içinde yer alan diğer bütün piksellerle bağlantı ilişkilerini gösterir. Bağlantı haritalarının nasıl oluşturulabileceği Şenel ve diğerleri [2002] tarafından açıklanmıştır.

4. BAĞLANTI HARİTASININ KENAR ALGILAMADA KULLANILMASI

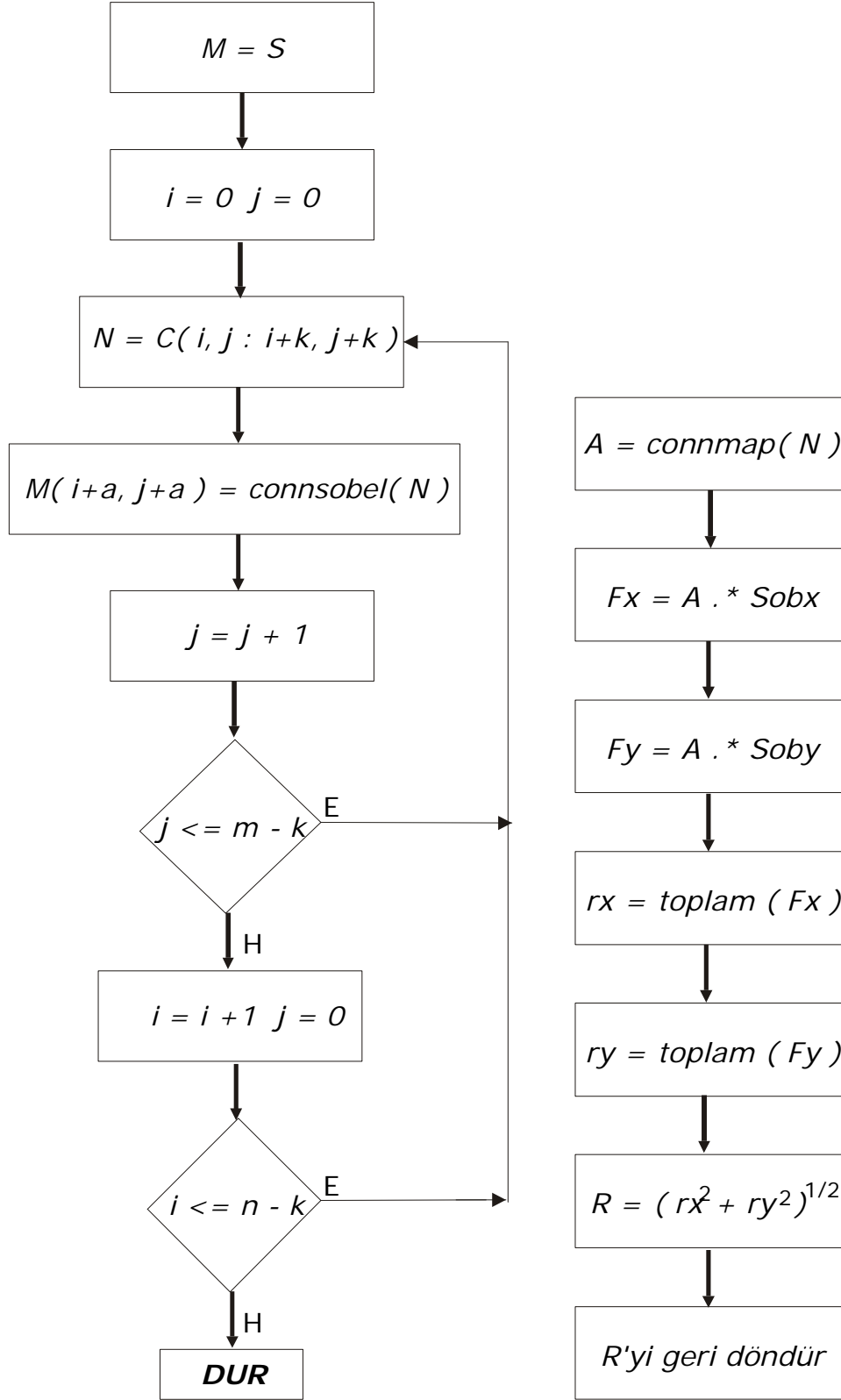
Önerilen yeni kenar bulma algoritmasının temeli, bağlantı haritasının oluşturulmasına dayanır. Bu çalışmada önerilen kenar algılama yöntemi, Sobel [Basu, 2002] tarafından ortaya konan yatay ve düşey yöndeki maskelerin evrimine dayanan kenar algılama yönteminin bağlantı haritasıyla birleştirilmesi ile elde edilmiştir. Kenar algılama yöntemi (Şekil 6) aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

- 1) S, tüm elemanları sıfır olan matris, C, $N \times N$ boyutunda orijinal görüntü matrisi olarak atanmıştır.
- 2) N, ($k \times k$, $k=5,7,9,11$) bağlantı haritası oluşturmak için kullanılan maske boyutunda görüntü parçasını gösteren matristir.
- 3) Maskeye ait bağlantı matrisi oluşturulduktan sonra, Sobel'e ait yatay ve düşey yöndeki maskenin (3×3 ve 5×5 boyutlarında) elemanlarının bağlantı haritası oluşturulmuş matrisle merkezleri çakışacak şekilde yerleştirilerek eleman eleman çarpma yapılması ile elde edilen yoğunluk değerleri toplanıp sırası ile r_x ve r_y 'ye atanır.
- 4) Elde edilen r_x ve r_y büyüklerinin karelerinin toplamının karekökü alınarak, bulunan büyüklük maskenin merkez pikselinin yoğunluk değeri olarak orijinal görüntüdeki yerine atanır.

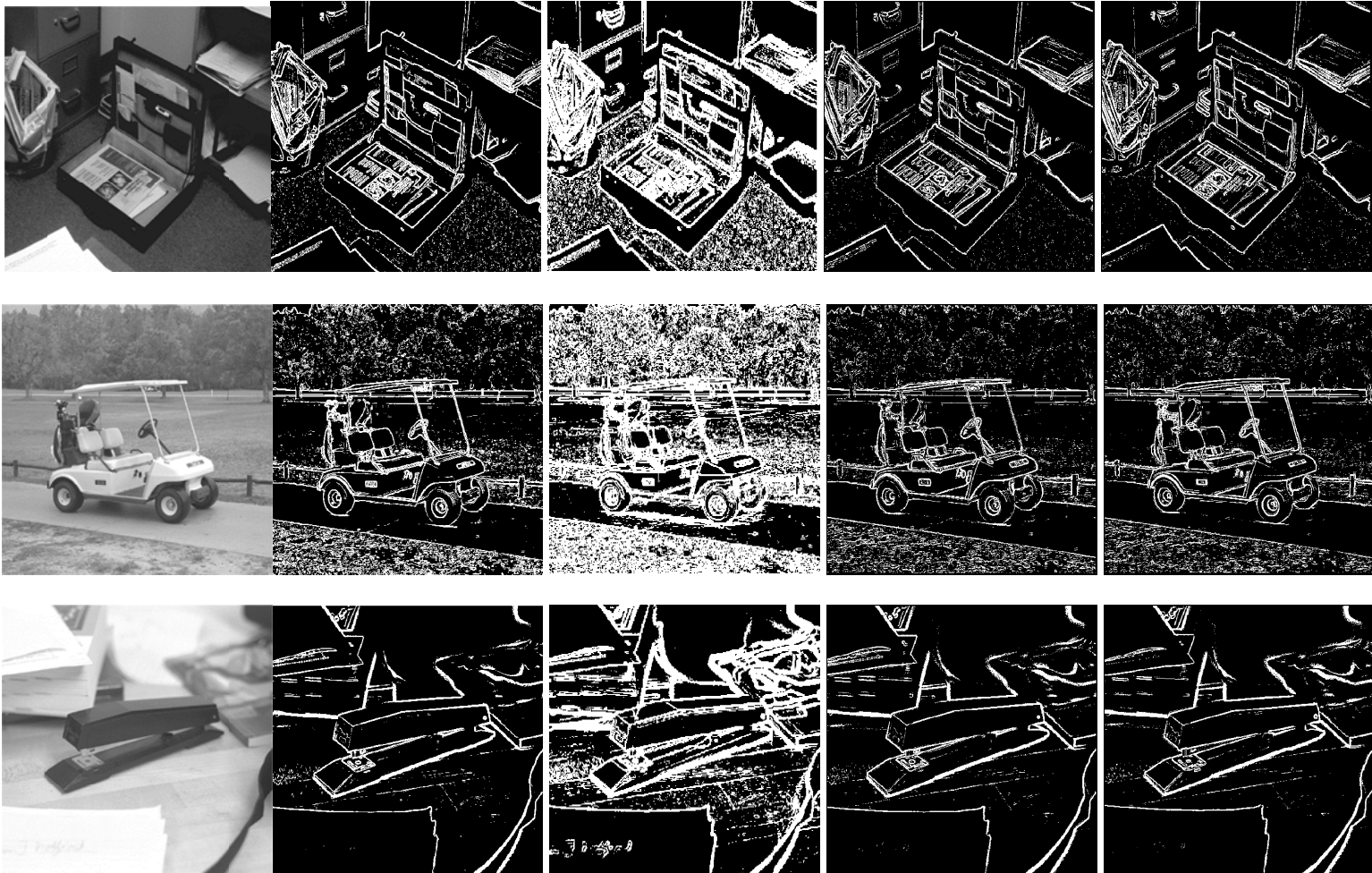
Geliştirilen yöntemde, 7×7 ve 9×9 maskeler üzerinde elde edilen bağlantı haritaları üzerine 5×5 'lik Sobel işleci uygulanmıştır (Şekil 7). Bağlantı haritasının yumuşatma ve maske içine denk gelen, ilgisiz nesne parçalarını süzmesi ve sadece orta piksele bağlı olan nesneyi ortaya çıkarma özellikleri kullanılmaktadır. Sobel işlecinin boyutu büyüdükçe daha fazla sayıda kenar maske içine alındığından, kenar bulma sonucunda daha kalın kenarlar ortaya çıkmaktadır. Bağlantı haritası ön aşama olarak kullanıldığında ilgisiz gradyan vektörleri nedeniyle ortaya çıkan kenarlar süzülmemektedir. Bu şekilde ortaya çıkan yöntemin, yumuşatma işlemine ihtiyaç duymadığı ve büyük Sobel maskelerinin sağladığı avantajları bünyesinde bulundurduğu söylenebilir.

Şekil 6'da verilen algoritmanın, Matlab kullanılarak gerçekleştirilmesi yapılmıştır. Bu algoritma için, C ile gösterilen orjinal görüntü (matris formatında) girdi olarak seçilmişken, M olarak adlandırılan sonuç görüntü matrisi de çıktı olarak belirlenmiştir. Burada, "connsobel" olarak adlandırılan fonksiyon çağrılarak, maske (5×5) matrisleri yardımıyla merkez pixel yerine atanacak değer hesaplanmaktadır. Alt fonksiyonda, "connmap", her maske (7×7 veya 9×9) üzerinde A olarak isimlendirilen bağlantı haritası oluşturulmakta ve daha sonra bağlantı haritası oluşturulan maskeye Sobel işleci (5×5) uygulanmaktadır.

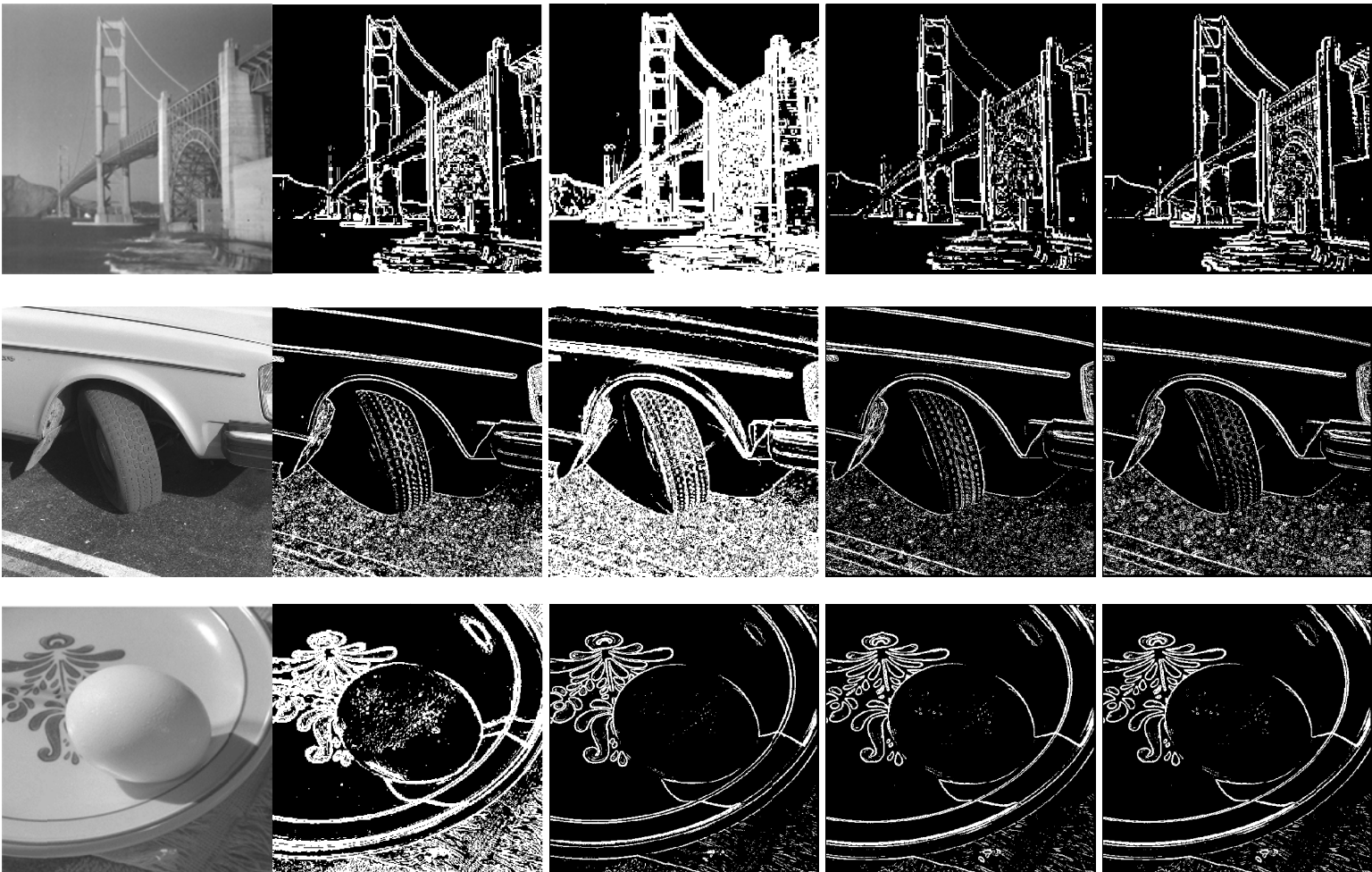
Geliştirilen matlab programı, altı adet (gri seviyeli) resim üzerinde kullanılarak Şekil 7'de verilen sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 7'de, Sobel 3×3 sonuçları, Sobel 5×5 sonuçları, bu çalışmada sunulan yöntemin (con7sob5; 7×7 bağlantı haritası ile birlikte Sobel 5×5 kullanılması) sonuçları, görüntünün tersine con7sob5 uygulanması ile elde edilen sonuçlar bulunmaktadır.



Şekil 6: Kenar bulma yöntemine ait akış diyagramı.



Şekil 7: Birinci kolon orijinal görüntü, ikinci kolon Sobel 3x3 sonucu, üçüncü kolon Sobel 5x5 sonucu, dördüncü kolon con7sob5 sonucu, beşinci kolon orijinal görüntünün tersine con7sob5 uygulaması ile elde edilen sonuç



Şekil 7(devam) : Birinci kolon orijinal görüntü, ikinci kolon Sobel 3x3 sonucu, üçüncü kolon Sobel 5x5 sonucu, dördüncü kolon con7 sob5 sonucu, beşinci kolon orijinal görüntünün tersine con7sob5 uygulanması ile elde edilen sonuç

5. SONUÇ

Bu filtreyle Şekil 7’de verilen sonuçlar elde edilmiştir. Tek başına 5×5 ’lik Sobel işleci uygulandığında, büyük maskeyle daha fazla sayıda kenarın kapsanması nedeniyle, kenarların sık kullanılan Sobel işleci olan 3×3 ’lük maskeye göre daha kalın olarak bulunduğu söylenebilir. Yeni yöntemle, bağlılık haritasında “merkez noktayla bağlantısı olmayan” kenarların ortadan kaldırılmasıyla, tek başına 3×3 ’lük ve 5×5 ’lik Sobel işleçlerinden elde edilen kenarlara göre daha ince kenarlar elde edilmiştir. Kolon dörtte orijinal görüntüye yeni yöntemin uygulanmasıyla, bağlantı haritası yöntemine ait aydınlık noktaları bağlamaya dayalı özellikten dolayı, aydınlık kenarların ortaya çıkarılması sağlandığından bazı karanlık bölgelerde kenarlar doğru olarak elde edilememiştir. Bu nedenle beşinci kolonda yer alan görüntüler orijinal görüntünün tersine yeni yöntemin uygulanması ile elde edilmiştir. Burada ise dördüncü kolonda tam olarak elde edilemeyen kenarların elde edildiği görülmüştür.

4-komşuluğa bakılarak bağlantı haritası oluşturulması nedeni ile yeni yöntemin uygulanması sırasında yönelmiş kenarların bulunmasında bazen sorunlar yaratmaktadır. Bu sorun 8-komşuluk kullanılarak ortadan kaldırıldığında bağlantı haritası yöntemine dayalı Sobel işleçlerin kullanımı ile oluşturulan yöntem daha kullanışlı hale getirilebilir.

KAYNAKLAR

- Aybar, E. (2004). “Topolojik Kenar işleçleri”, *Doktora Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aybar, E. (2006). “Sobel Edge Detection Method for Matlab,” Proc. CD-ROM of The *Conference for Computer-Aided Engineering and System Modelling*, Bolu.
- Aarnink, R. G., Rosette, J. M. C. H., Feitz, Wouter F. J., Debruyne, F. M. ve Wijkstra, H. (1997). A Preprocessing Algorithm for Edge Detection with Multiple Scales of Resolution, *European Journal of Ultrasound*, 5, 113-126.
- Basu, M., Gaussian - Based Edge - Detection Methods – A Survey. (2002). *IEEE Transactions on Systems, Man, Cybernetics – Part C: Applications and Reviews*, 32 (3).
- Campilho, A. (1999). Edge Detection, System Design Engineering, *SD776 Image Processing Applications*.
- Canny, J. (1986). A Computational Approach to Edge Detection, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8, 679-700.
- Duda, R. O. and Hart, P. E. (1973). Pattern Classification and Scene Analysis, *John Wiley and Sons*, Ny, 271-273.
- Eckhardt, U. and Latecki, L. (1994). Digital Topology, in Current Topics in Pattern Recognition Research Trends, *Council of Scientific Information*.
- Hildreth, E. C. (1985). Edge Detection,, A. I. Memo No. 858, Artificial Intelligence Laboratory, *Massachusetts Institute of Technology*, September.
- Junaja, M. and Sandhu, P. S. (2009). Performance Evaluation of Edge Detection Techniques for Images in Spatial Domain, *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 1(5).
- Loh, A. W. K., Robey, M. C. and West, G. A. W. (2001). Analysis of The Interaction Between Edge and Line Finding Techniques, *The Journal of The Pattern Recognition Society* , 34, 1127-1146.

- Moon, H., Chellappa, R. and Rosenfeld, A. (2002). Optimal Edge- Based Shape Detection, *IEEE Transactions on Image Processing*, (11)11.
- Prewitt, J. (1970). Object Enhancemet and Extraction, Picture Processing and Psychopictorics (B. Lipkin AND A. Rosenfeld, Editör), Ny, *Academic Pres.*
- Roberts, L. G. (1965). Machine Perception of Three-Dimensional Solids, in Optical and Electro-Optical Information Processing (J. Tippett, Ed.), 159-197, *MIT Pres.*
- Rosenfeld, A. (1979). Fuzzy Digital Topology, *Inform. Control*, 40, 76-87.
- Senthilkumaran and Rajesh. (2009). Edge Detection Techniques for Image Segmentation - A Survey of Soft Computing Approaches, *International Journal of Recent Trends in Engineering*, 1 (2).
- Shigeru, A. (2000). Consistent Gradient Operators, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22 (3).
- Sobel, I. (1970). Camera Models and Perception, *Doktora Tezi, Stanford University*, Stanford, Ca.
- Sobel, I. (1990). An Isotropic 3×3 Gradient Operator, Machine Vision for Three – Dimensional Scenes, Freeman, H., *Academic Pres*, Ny, 376-379.
- Şenel, H. G., Peters, R. A. and Dawant, B. (2002). Topological Median Filters, *IEEE Transactions on Image Processing*, 11, 2.
- Udupa, J. K. and Samarasekera, S. (1996). Fuzzy Connectedness and Object Definition: Theory, Algorithms and Applications in Image Segmentation, *Graphical Models and Image Processing*, 58 (3), 246-261.
- Wei, G. W. and Jia, Y. Q. (2002). Synchronization – Based Image Edge Detection, *Europhysics Letters*, 59 (6), 814-819.
- Ziou, D. and Tabbone, S. (1997). Edge Detection Techniques - an Overview, *Technical Report, No. 195, Dept. Math & Informatique, Universit De Sherbrooke.*