

Gürültünün Tohumlu Alan Genişletme Tabanlı Bölütleme Sonucuna Etkisinin Nicemsel Olarak Belirlenmesi

Mürsel Ozan İNCETAŞ¹, Mahmut KILIÇASLAN², Ufuk TANYERİ², Burcu YAKIŞIR GİRGIN^{3*}, Zübeyr AYDEMİR¹

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak/Türkiye

²Bilgisayar Teknolojisi Bölümü, Nallıhan Meslek Yüksekokulu, Ankara Üniversitesi, Ankara/Türkiye

³Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Nallıhan Meslek Yüksekokulu, Ankara Üniversitesi, Ankara/Türkiye

*(bygirgin@ankara.edu.tr) İlgili yazarın e-postası

Özet – Görüntü bölütleme, görüntü işlemenin önemli aşamalarından biridir ve SRG (Seeded Region Growing – Tohumlu Bölge Genişletme) en bilinen bölge tabanlı bölütleme tekniklerindedir. Bu çalışmada tohum seçimlerinin, tohumlu alan genişletmedeki başarıya etkisi incelenmiş ve farklı gürültü yoğunluklarında tohumlu alan genişletmenin başarısı karşılaştırılmıştır. Yapılan testlerde Weizmann tek nesneli görüntü veritabanı kullanılmıştır. Daha sonra kullanıcı yardımıyla 3 farklı tohum alanı seçilmiştir. Tohumlardan ikisinin seçiminde nesne ve arka plan için birer tohum alanı işaretlenmiş, diğer seçimde ise hem nesne hem de arka plan için birden fazla tohum alanı işaretlenmiştir. Ayrıca ilgili görüntülere farklı tip ve yoğunlukta gürültü eklenmiştir. Sonuç olarak tüm bu görüntüler, işaretlenmiş tohum alanları kullanılarak bölütlenmiş ve bölütleme başarısı F-score olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – tohumlu alan genişletme; gürültü; bölütleme; tohum seçimi.

I. GİRİŞ

Görüntü bölütleme bir görüntünün tüm piksellerini benzer özellik gösteren (renk, doku, kenar) gruplara ayırarak görüntüyü homojen alanlara bölme işlemidir. Bölütleme, medikal görüntü analizi (tümör bulma vb.), uydu görüntülerindeki nesnelere tespiti, yüz tanıma, göz irisi ya da parmak izi tanımlama gibi çeşitli görüntü işleme alanlarında önemli bir rol oynamaktadır.

Görüntü bölütlemesi için kullanılan metotlardan birisi olan tohumlu alan genişletme (SRG - Seeded Region Growing) [1] kavram olarak basittir ve pek çok farklı uygulama alanında başarılı sonuçlar üretmiştir [2-6]. SRG metodunda çeşitli ölçütlere göre başlangıç tohumları seçilir ve bölütleme işlemi tohumların alan genişletilmesiyle tamamlanır. Alan genişletilmesi işleminde kaynak tohum alanlarının komşu pikselleri ile değerleri karşılaştırılır ve en yakın değere sahip olan piksel komşusu olduğu alana dâhil edilir. Alan genişletme işlemi görüntüdeki tüm pikseller bir alana dâhil olana kadar devam eder ve etiketlenmemiş piksel kalmayınca işlem tamamlanmış olur. Kaynak tohumları tek bir piksel olabileceği gibi birden fazla pikselin dâhil olduğu bir alan olarak da seçilebilir. Tohum seçimleri rastgele seçilebileceği gibi kullanıcı yardımıyla da seçilebilir. Ayrıca araştırmacılar otomatik tohum seçimi için de çeşitli çalışmalar yapmışlardır [7-8].

Görüntülerin elde edilmesinde ya da taşınması aşamasında çeşitli gürültüler meydana gelmektedir. Söz konusu gürültülerden bazıları bu çalışmada kullanılan gauss, tuz biber ve benek gürültüleridir. Mevcut gürültüler, görüntülerin analizinde sonuçlara yol açabileceği ya da bölütleme gibi işlemlerde sonuçları etkileyebileceği için öncelikle gürültüleri gidermek amacıyla çeşitli filtreler uygulanmaktadır [9]. Ancak gürültünün SRG üzerindeki etkisinin sayısal olarak ifade edilmediği gözlenmiştir.

Bu çalışmada, Weizmann tek nesneli veritabanındaki [10] görüntülerin, farklı tohum seçimlerinden elde edilen bölütleme sonuçlarının F-skor değerleri elde edilmiş ve gürültü uygulandıktan sonraki F-skor değerlerinin değişimleri incelenmiştir. Uygulamada, öncelikle görüntüler üzerinde başlangıç tohumları belirlenmiştir. Daha sonra, orijinal görüntülere farklı yoğunluklarda farklı türde gürültüler uygulanarak veri seti hazırlanmıştır. Ardından, seçilen tohumlar kullanılarak hem orijinal hem de gürültülü görüntüler üzerinde SRG ile bölütleme yapılmış ve söz konusu işlemlere ait F-skor değerleri Weizmann veritabanı tarafından sunulan değerlendirme kodu ile hesaplanmıştır. Son olarak hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır.

II. MATERYAL VE METOT

Weizmann tek nesneli veritabanı toplam 100 adet görüntü içermektedir ve bölütleme başarısını ölçmede F-skor değerini kullanmaktadır. Ayrıca veritabanı, F-skor değerinin elde edilmesinde bir de araç sunmaktadır. Çalışmanın F-skor değerleri de söz konusu araç kullanılarak test elde edilmiştir.

Çalışmada ilk olarak, Weizmann veri setindeki tüm görüntülere gauss, tuz-biber ve benek gürültüleri uygulanmıştır. Her bir gürültü türü için farklı yoğunluklarda (0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.10, 0.20, 0.25, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60) gürültü eklenerek 3600 adet gürültülü görüntü elde edilmiştir.

Bir sonraki aşamada SRG işleminde kullanılacak olan tohumlar belirlenmiştir. Kullanıcı yardımıyla seçilen bu tohumlar orijinal resimler üzerinden seçilmiştir. Ardından veri setindeki her bir görüntü için üç farklı tohum işaretlemesi yapılmıştır. İlk iki işaretlemelerde nesneyi ve arka planı gösteren sadece birer tohum alanı işaretlenmiş, üçüncü seçimde ise birden fazla tohum alanı kullanılmıştır. Her tohum seçimine göre hem orijinal hem de gürültülü görüntüler üzerinde SRG uygulanarak bölütlemeler elde edilmiştir. Nesne için birden

fazla tohum seçilen görüntülerin bölütleri daha sonradan birleştirilmiştir.

Tüm bölütleme sonuçları elde edildikten sonra Weizmann F-skor hesaplama aracı kullanılarak, sonuçlar elde edilmiştir. Söz konusu değerlere göre SRG yönteminin limitleri ve kaynak seçimindeki bulgular paylaşılmıştır.

F-skor hesaplaması kesinlik (1) ve duyarlılık (2) değerlerinin harmonik ortalaması (3) ile bulunmaktadır. Duyarlılık değeri, seçilmesi gereken nesnenin ne kadarının algoritma tarafından seçildiğinin oranını, kesinlik değeri ise algoritma ile seçilen alanın doğruluk oranını belirtmektedir. Hesaplamalar için kullanılan terimler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. F-Skor terimleri

Hesaplama		Algoritma Sonuçları	
		Nesne	Arka Fon
Kesin Referans	Nesne	TP	FN
	Arka Plan	FP	TN

TP: True Positive, FN: False Negative, FP: False Positive, TN: True Negative

$$Kesinlik = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

$$Duyarlılık = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

$$F\ Skor = 2 \times \frac{Kesinlik \times Duyarlılık}{Kesinlik+Duyarlılık} \quad (3)$$

III. DENEYSEL SONUÇLAR

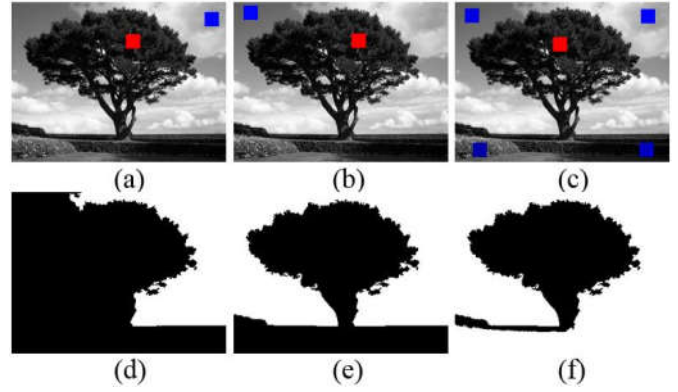
Görüntüler için üç farklı kaynak seçimi yapılmış ve her bir seçime göre orijinal ve gürültülü görüntüler üzerinde SRG uygulanarak bölütleme sonuçları elde edilmiştir. Mevcut bölütleme sonuçları için de F-skor değerleri hesaplanmıştır. Farklı tohum seçimlerine ve gürültülere göre hesaplanan sonuçlar karşılaştırılarak etkileri incelenmiştir.

A. Tohum Seçiminin Etkisi

Orijinal resimlerden tohum seçimlerine göre elde edilen F-skor sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Mevcut durum, görüntüler üzerinde tek tek incelendiğinde, tohum seçiminin uygun yapılması durumunda daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bunun bir örneği Şekil 1’de gösterilmektedir. Şekil 1. (a – c) kaynak seçimlerini ve Şekil 1. (d – f) ise tohumlu alan genişletme sonuçlarını göstermektedir. Kaynak seçimlerindeki kırmızı ile işaretlenen tohumlar nesneyi, mavi ile işaretlenen tohumlar ise arka planı belirtmektedir.

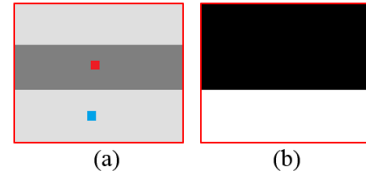
Tablo 2. SRG tohum seçim sonuçları karşılaştırması

Tohum Seçimi	Bölütleme Sonuçları (Ortalama)		
	F-Skor	Kesinlik	Duyarlılık
1.Seçim	0.6663	0.8066	0.6848
2.Seçim	0.6738	0.7944	0.7034
3.Seçim	0.7910	0.7717	0.8758

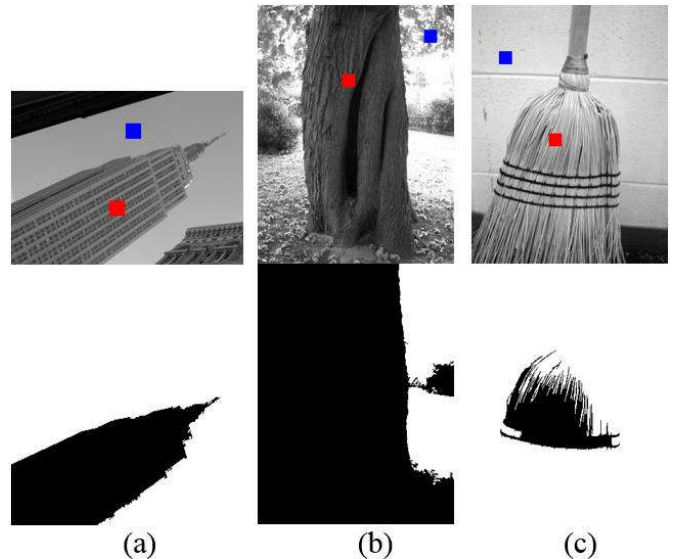


Şekil 1 a) 1.Seçim tohumlar. b) 2.Seçim tohumlar. c) 3.Seçim tohumlar. d) 1.Seçim tohum genişlemesi, F-Skor: 0.65 e) 2.Seçim tohum genişlemesi, F-Skor: 0.78 f) 3.Seçim tohum genişlemesi, F-Skor: 0.94

SRG tekniği piksellerin renklerinin ortalaması ile ilerlediğinden dolayı bir bölütteki tüm renklerin homojen olması beklenmektedir. Fakat SRG’nin homojen olmayan alanları da ekleyerek genişlediği durumlar da mevcuttur. Homojen alanlar, birbirlerini bağlayan komşu pikseller bulamadığı takdirde köşeye sıkışan alanlar komşu olduğu tek alana dâhil olur. Söz konusu durum, Şekil 2’de gösterilmiştir. Birbirine aynı renge sahip piksellerden oluşan iki farklı alanı birbirine bağlayan pikseller mevcut değilse, ilgili alanlar kendilerine benzeneseler bile, komşu oldukları alan tarafından bölütlere dâhil edilir. Mevcut durum deney görüntülerinde de görülmektedir. Şekil 3.(a) görüntüsünde arka planın (mavi tohum) homojen olmayan alanları da kendisine aldığı, Şekil 3.(b – c) görüntülerinde ise homojen olmayan alanların alan genişlemesini engellediği ortadadır. Bahsi geçen durumda da, yine tohum seçimindeki değişikliğin başarı oranını yüksek ölçüde değiştirdiği görülmektedir.



Şekil 2 a) Üst ve alt tarafı aynı renk olan sentetik görüntü b) Sentetik görüntünün SRG sonucu, kırmızı ve mavi kare tohum seçimleri



Şekil 3 a) Homojen olmayan alanların arka plana eklenmesi b) Homojen olmayan arka planın nesneye eklenmesi c) Nesnenin homojen olmayan alanlar yüzünden genişlememesi

B. Gürültünün Etkisi

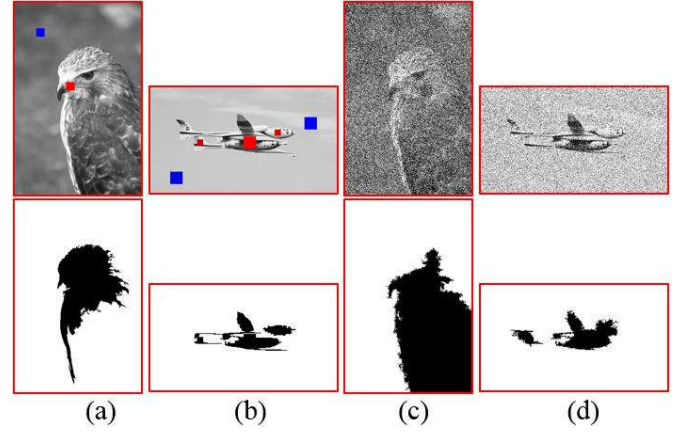
Oluşturulan gürültülü görüntüye uygulanan SRG işlemine göre elde edilen F-skor sonuçları Tablo 3’de görülmektedir. F-Skor sonuçları incelendiğinde gürültü yoğunluğunun çok yüksek olduğu seviyelerde başarı oranı ciddi şekilde düşmektedir. Fakat tuz-biber ve gauss gürültülerinin düşük seviyelerinde F-Skor ortalamasının arttığı görülmektedir. Bunun sebebi, daha önce homojen alanlara geçiş yapamayan köşeye sıkışmış piksellerin, tuz-biber gürültüsü sayesinde diğer alan ile bağlantı kurabilmesidir. Diğer bir sebep ise gauss gürültüsü eklendiği durumlarda, gri seviye değerleri birbirine yaklaştığı için diğer alanlara geçişler kolaylaşmasıdır. Şekil 4’de ilgili durum gösterilmiştir.

SRG algoritması tuz-biber gürültülerinin 0,50 seviyelerinde dahi başarısını korumaktadır. Bunun sebebi yöntemin her bir alandaki piksellerin gri seviye ortalamasına göre ilerlemesidir. Bu nedenle eklenen tuz-biber gürültüleri, söz konusu ortalama değerlerden uzak olduklarından dolayı genişlemeye en son dâhil edilmektedirler.

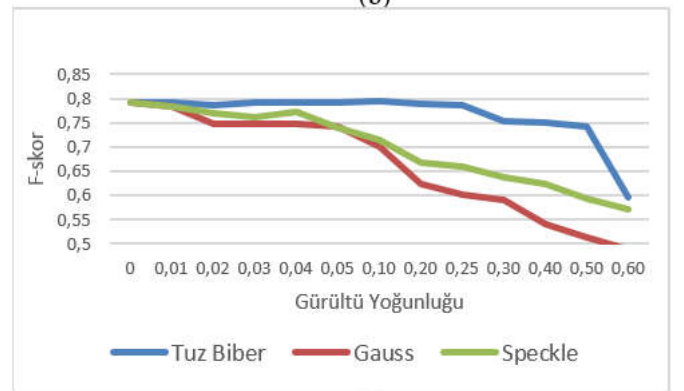
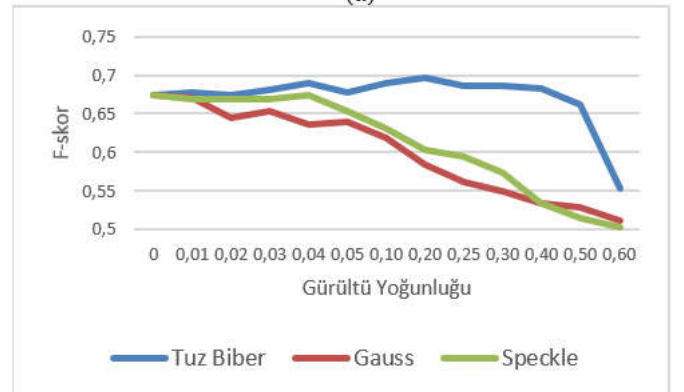
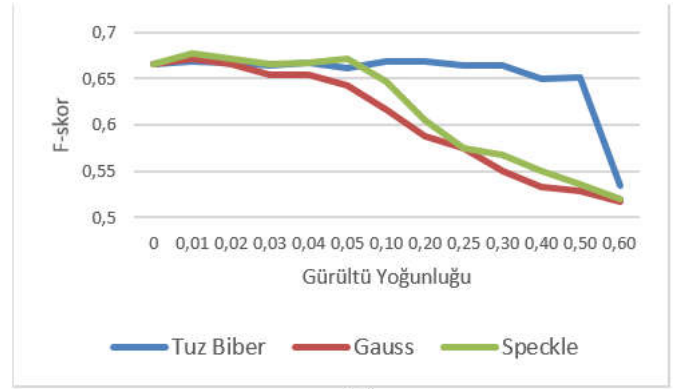
Tablo 3. Gürültülü görüntü f-skor değerleri

Gürültü yoğunluğu / Tohum Seçimi	Tuz biber			Gauss			Speckle		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0,01	0,668	0,677	0,791	0,672	0,671	0,784	0,678	0,669	0,783
0,02	0,667	0,674	0,787	0,665	0,644	0,747	0,671	0,669	0,771
0,03	0,664	0,681	0,790	0,654	0,654	0,747	0,666	0,669	0,762
0,04	0,667	0,690	0,791	0,655	0,636	0,748	0,668	0,674	0,772
0,05	0,662	0,677	0,792	0,643	0,640	0,743	0,671	0,654	0,738
0,10	0,669	0,690	0,796	0,617	0,619	0,701	0,646	0,631	0,715
0,20	0,669	0,697	0,789	0,588	0,584	0,624	0,605	0,603	0,668
0,25	0,665	0,686	0,787	0,575	0,562	0,603	0,575	0,595	0,661
0,30	0,664	0,687	0,753	0,551	0,550	0,590	0,568	0,573	0,638
0,40	0,650	0,684	0,752	0,532	0,533	0,541	0,551	0,533	0,623
0,50	0,652	0,663	0,743	0,529	0,529	0,512	0,536	0,515	0,593
0,60	0,535	0,553	0,597	0,517	0,512	0,489	0,520	0,503	0,570

Farklı gürültü seviyelerinde SRG’nin sonuçları Şekil 5’de gösterilmiştir. Üç farklı tohum seçiminin de gösterildiği grafiklerde, farklı kaynak seçimlerine rağmen gürültülerin başarı oranlarındaki düşüş, benzer özellikler göstermektedir. Başarı oranı, benek ve gauss gürültülerinde, 0,04 ve 0,05 seviyelerinden sonra düşmeye başlarken, tuz biber gürültüsünde 0,50 değerinden itibaren düşüşe geçmektedir. Tuz biber görüntüsünün diğer gürültülere göre daha iyi başarı sağlamanın sebebi, eklenen siyah-beyaz piksellerin, SRG’nin genişlemesine en son eklenmesi olarak gözlenmiştir.



Şekil 4 a) 2.Seçim tohumlar ve SRG sonucu, F-Skor: 0,52 b) 3.Seçim tohumlar ve SRG sonucu, F-skor: 0,38 c) Tuz biber 0,40 seviyesindeki görüntü ve SRG sonucu, F-Skor: 0,88 d) Gauss 0,40 seviyesindeki görüntü ve SRG sonucu, F-Skor: 0,60



Şekil 5 Gürültü seviyelerinin (X-ekseni) F-skor (Y-ekseni) değerleri. a) 1.Seçim, b) 2.Seçim, c) 3.Seçim F-Skor sonuçları grafiği

IV. SONUÇLAR

Yapılan çalışma ile elde edilen sonuçlar SRG yönteminde, tohum seçimlerinin konumu ve tohum sayısının, bölütlemenin başarısını büyük oranda değiştirdiği göstermiştir. Doğru seçilen tohumlar, bölütlemenin başarısını artırmaktadır. Nesnenin etrafındaki arka planın, birden fazla farklı gri seviye değerine sahip olması, nesnenin farklı gri seviye değerlerine sahip olması ve arka plan ile nesnenin gri seviye değerlerinin birbirine çok yakın olması SRG yönteminin başarısını düşürmektedir. Tohum alanı olarak nesne ile en yakın gri seviye değerlerine sahip arka planın seçilmesi ve hem nesne hem de arka plan için birden fazla tohumun seçilmesinin, SRG yönteminin başarısının arttırdığı görülmüştür.

Gürültülü görüntülerde yapılan deneylerde, 0,05 ve daha küçük yoğunluktaki gürültülerin, başarı oranını ufak miktarda değiştirdiği, daha yüksek seviyeli gürültülerde ise başarı oranını büyük ölçüde düşürdüğü görülmüştür. Ayrıca gauss ve benek gürültüsüne karşı dayanıklılığının az olduğu ve 0,04 yoğunluğundan itibaren başarı oranının ciddi şekilde düştüğü görülmektedir. Buna karşın SRG yönteminin en çok tuz-biber gürültüsüne karşı dayanıklı olduğu ve 0,50 seviyelerine kadar başarılı sonuçlar elde ettiği görülmektedir. Dolayısıyla gürültünün olumsuz etkilerinin SRG üzerindeki etkisinin beklenenden az olduğu ortaya çıkmaktadır.

Elde edilen bu sonuçlar yardımıyla, SRG'nin farklı gürültü türü ve yoğunluklarındaki başarı oranları belirlenerek, gürültüye karşı hassasiyeti niceliksel olarak da ortaya çıkarılmıştır. Bu sonuçlar gelecekte yapılacak olan farklı filtre tasarımlarında gürültülerin giderilmesinden sonra elde edilen bölütleme sonuçlarının karşılaştırılmasında da kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] R. Adams and L. Bischof, "Seeded region growing", *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, Vol. 16(6), pp. 641-647, 1994.
- [2] R. Pohle and K. D. Toennies, "Segmentation of medical images using adaptive region growing", in *Proc. SPIE, Medical Imaging*, July 3, 2001, Vol. 4322, pp. 1337-1346.
- [3] J. Wu, S. Poehlman, M. D. Noseworthy and M. V. Kamath, "Texture feature based automated seeded region growing in abdominal MRI segmentation", in *BioMedical Engineering and Informatics BMEI International Conference*, 2008, May, Vol. 2, pp. 263-267.
- [4] A. Q. Al-Faris, U. K. Ngah, N. A. M. Isa and I. L. Shuaib, "Breast MRI Tumour Segmentation Using Modified Automatic Seeded Region Growing Based on Particle Swarm Optimization Image Clustering", *Soft Computing in Industrial Applications*, in *Intelligent Systems and Computing*, November 21, 2013, Vol. 223 of the series Advances, pp. 49-60.
- [5] J. Yeom, M. Jung and Y. Kim, "Detecting damaged building parts in earthquake-damaged areas using differential seeded region growing", *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 38, pp. 985-1005, 2017.
- [6] P. K. Jain and S. Susan, "An adaptive single seed based region growing algorithm for color image segmentation", in *India Conference (INDICON)*, December 13-15, 2013, pp. 1-6.
- [7] F. Y. Shih and S. Cheng, "Automatic seeded region growing for color image segmentation", *Image and Vision Computing*, Vol. 23(10), pp. 877-886, 2005.
- [8] J. Fan, D. K. Y. Yau, A. K. Elmagarmid, and W. G. Aref, "Automatic image segmentation by integrating color-edge extraction and seeded region growing", *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 10(10), pp. 1454-1466, 2001.
- [9] P. Suman, D. Parasara and V. R. Rathod, "Seeded region growing segmentation on ultrasound image using particle swarm optimization", in *Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)*, December 10-12, 2015, pp. 1-6.
- [10] S. Alpert, M. Galun, R. Basri and A. Brandt, "Image segmentation by probabilistic bottom-up aggregation and cue integration", *IEEE*

transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol. 34(2), pp. 315-327, 2012.