

# Segmentasi Cortical bone pada Citra Dental Panoramic Radiograph Menggunakan Watershed berintegrasi dengan Active Contour berbasis Level Set.

Tutuk Indriyani, Agus Zainal Arifin, Rully Soelaiman  
Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember,  
[tutuk@cs.its.ac.id](mailto:tutuk@cs.its.ac.id), [agusza@its-sby.edu](mailto:agusza@its-sby.edu), [rully@si.its.ac.id](mailto:rully@si.its.ac.id)

## Abstrak

Dewasa ini banyak dilakukan penelitian yang berhubungan dengan citra medis yang bertujuan membantu dokter untuk menganalisa sebuah penyakit. Salah satu penelitian yang ada adalah mendeteksi osteoporosis berdasarkan citra *dental panoramic radiograph*. Daerah yang dianalisa pada penelitian sebelumnya adalah lebar dari *cortical bone*. Dalam penelitian ini dilakukan *cortical bone* pada citra *dental panoramic radiograph*.

Penelitian ini mengintegrasikan metode *watershed* dengan *active contour* berbasis *level set*. *Watershed* memiliki kelebihan mampu membentuk *contour* tertutup dengan ketebalan satu pixel. Namun sering terjadi segmentasi berlebih. Sedangkan *active contour* berbasis *level set* dapat bergerak dinamis mendeteksi tepi obyek serta dapat memisahkan atau menggabungkan secara alami selama evolusi kurva sehingga kurva tidak terjebak oleh obyek lain yang bukan *cortical bone*. Namun inisialisasi kurva dilakukan secara manual untuk mendeteksi obyek. Dengan mengintegrasikan kedua metode ini, inisialisasi kurva dilakukan secara otomatis.

Uji coba dilakukan pada sampel *cortical bone* pada sisi kanan dan kiri dengan batas threshold 92% dan inisialisasi kurva dapat dilakukan secara otomatis, evolusi kurva dengan metode integrasi *citra watershed* dengan *active contour* berbasis *level set* mencapai tepat pada *Boundary* didapatkan nilai  $\lambda = 5.0$ ,  $\mu = 0.04$ ,  $\nu = 3.0$ ,  $time\ step = 5$  serta didapatkan rata-rata 329 iterasi pada *cortical bone* sebelah kanan dan 326 iterasi sebelah kiri. Hasil kinerja pada program *watershed* berintegrasi dengan *active contour* berbasis *level set* menghasilkan hasil yang lebih baik dibanding dengan kinerja dari program *watershed*, yaitu memiliki selisih rata-rata akurasi 7.80 %, sensitifitas 9.80%, spesifitas 5.80%.

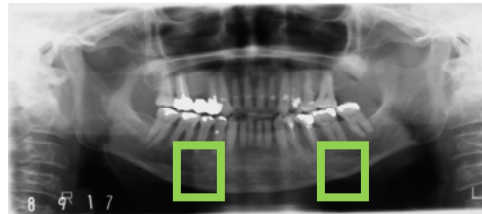
**Kata Kunci :** *Dental panoramic radiograph, watershed, active contour, level set, cortical bone, segmentasi.*

## 1. Pendahuluan

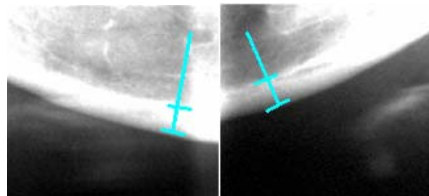
*Active contour snake* adalah merupakan *active contour* yang berupa kurva yang bergerak untuk melingkupi sebuah obyek pada sebuah citra. Kurva ini bergerak dipengaruhi oleh beberapa energy, yaitu energi internal dan eksternal. Energi internal akan menentukan perilaku dari sebuah kurva, yaitu akan bersifat elastis atau kaku. Sedangkan pada energi Eksternal akan mengarahkan gerak kurva harus kemana. Dengan meminimalkan energy tersebut, kurva akan bergerak mencapai obyek yang dituju.

Pada Penelitian ini, akan digunakan sebuah citra *watershed* berintegrasi dengan *active contour* berbasis *level set* untuk mendapatkan *cortical bone*. Keunggulan dari *level set* dapat mendeteksi obyek dengan memisahkan atau menggabungkan suatu obyek. Sedangkan pada sampel yang digunakan berbentuk tak tentu. Kemungkinan didalamnya terdapat banyak obyek selain *cortical bone* sangat mungkin terjadi.

Pada penelitian ini, sampel yang diambil dari sebuah citra *dental panoramic radiograph* adalah *cortical bone*. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengukuran lebar dari *cortical bone* [1] dengan menarik garis tegak lurus terhadap *cortical bone* menuju mental foramen. Ini dapat dilihat pada Gambar 2. Pada penelitian ini akan dicari lebar *cortical bone* rata-rata sepanjang sampel *cortical bone* dengan bantuan evolusi kurva pada Active contour berbasis level set. yang lebar rata-rata ini akan dicari korelasi terhadap nilai BMD dari subyek tersebut.



**Gambar 1.** Foto *Dental Panoramic Radiograph* dan lokasi sampel.



Gambar 2. Lebar cortical bone terhadap mental foramen..

## 2. Kajian Pustaka dan Dasar Teori

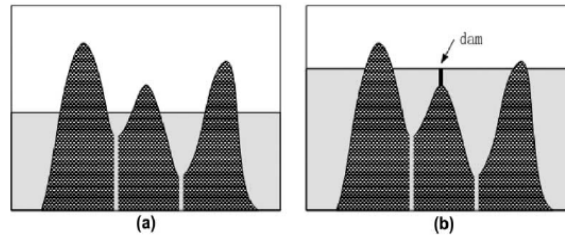
Kajian pustaka dan dasar teori disini adalah akan membahas dua hal teori, yaitu tentang *watershed* dan *active* berbasis *level set*.

### 2.1 *Watershed*

*Watershed* adalah merupakan salah satu cara untuk segmentasi sebuah citra. Konsep ini memvisualisasikan sebuah citra dalam tiga dimensi: dua koordinat ruang versus tingkat keabu-abuan. Kita mempertimbangkan tiga hal:

- a. Titik yang termasuk regional minimum
- b. Titik yang termasuk tetesan air, jika ditempatkan di lokasi sembarang dari titik tersebut, pasti akan jatuh dengan single minimum
- c. Titik di mana air akan pasti jatuh lebih dari satu minimum.

Tujuan utama dari algoritma segmentasi berdasarkan konsep ini adalah mencari garis *watershed*. Ide dasarnya sangat sederhana: andaikan sebuah lubang dilubangi di setiap bagian minimumnya dan seluruh topografi memenuhi dari bawah dengan membiarkan air sampai ke lubang pada tingkat yang seragam. Ketika air yang naik di kolam penangkapan maka air akan bergabung, oleh karena itu sebuah bendungan dibangun untuk mencegah penggabungan. Banjir akhirnya mencapai tahap di mana hanya bagian atas bendungan yang bisa dilihat di atas garis air. Batas bendungan ini berhubungan dengan pembagian garis dalam *watershed*. Oleh karena itu, ada batas kontinu yang diekstrak dengan menggunakan algoritma segmentasi *watershed*. Ilustrasi ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Pada waktu  $t$  belum dibangun dam. (b) pada waktu  $t+b$ , dibangun sebuah dam.

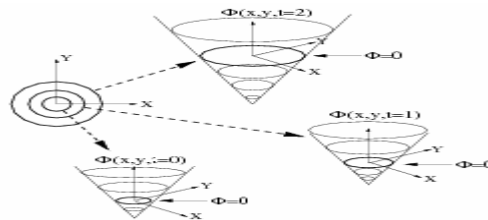
## 2.2 Active Contour berbasis Level Set

Active contour adalah sebuah contour yang bergerak secara dinamis dalam sebuah citra. *Contour* yang dimaksud adalah sebuah kurva. Kurva pada sebuah citra ini akan bergerak secara dinamis untuk menemukan sebuah daerah yang minima. Daerah minima pada sebuah citra salah satunya adalah tepi dari obyek.

Metode level set pertama kali diusulkan oleh J. Sethian dan S.Osher pada tahun 1988. Metode level set adalah metode numeric yang umum untuk perubahan dari *front* (kurva). ini banyak digunakan pada *surface evolution* dan perubahan pada topologi. Pada pendekatan level set, problem didefinisikan pada dimensi yang lebih tinggi. Fungsi level set didefinisikan sebagai berikut :

$$z = \phi(x, y, t = 0) \quad (1)$$

dimana bidang  $(x,y)$  mengandung contour, dan  $z$ =signed Euclidean distance transform value( bernilai negative jika didalam contour yang tertutup, dan bernilai positif jika berada di luar contour). Untuk menggerakkan contour adalah dengan menggerakkan fungsi level set,  $\phi(x, y, t)$  keatas atau kebawah, dsb. Ilustrasi ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.

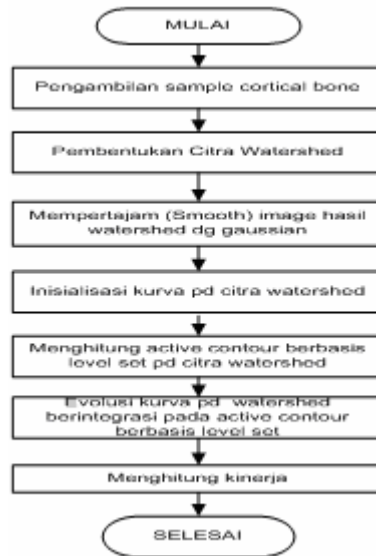


Gambar(4) . Transformasi pergerakan front pada Level Set

Dimana contour didefinisikan sebagai zero level set. Zero level set ( berwarna biru ) pada setiap waktu adalah irisan dari permukaan level set (berwarna merah). Seiring berjalannya waktu, permukaan level set selalu berubah dan zero level set yang baru dapat terbentuk dan didefinisikan sebagai contour yang baru.

## 3. Metodologi Penelitian

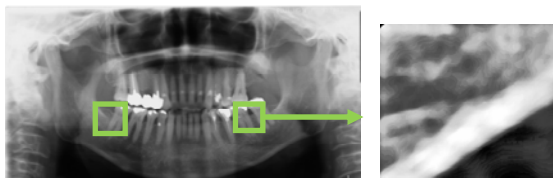
Pada penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan adalah (i) pengambilan sampel *cortical bone* pada foto *dental panoramic radiograph*, (ii) *Watershed*, (iii) inialisasi kurva, (iv) menghitung active contour berbasis level set pada citra watershed (v) Evolusi kurva pada program watershed berintegrasi dengan active contour berbasis level seterdasarkan citra *dental panoramic radiograph*. Langkah-langkah ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar(5). Blok diagram sistem

### 3.1 Sampel *Cortical bone* pada Foto *Dental Panoramic Radiograph*

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah citra X-Ray gigi dari 10 (sepuluh) orang wanita Jepang. Data diambil secara acak dari pasien yang melakukan pencitraan DXA (*dual-energy X-ray absorptiometry*) pada tahun 1996 sampai 2001. Dari 10 tersebut di atas, citra dikelompokkan menjadi dua, yaitu 75 citra terkena osteoporosis dan 25 citra tergolong sehat. Indikasi terkena osteoporosis diukur dari BMD (*Bone Mineral Density*) pada *lumbar spine*.

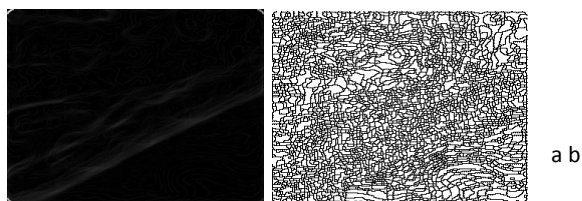


Gambar 6. Sampel *Cortical bone*.

Pada penelitian ini akan diambil sampel pada *cortical bone*. Besar citra yang diambil adalah dengan lebar 256 dan tinggi 256 pixel. Dengan asumsi bahwa citra yang diambil telah dalam keadaan baik, sehingga tidak memerlukan perbaikan citra. Daerah yang diambil dijadikan sampel dapat dilihat pada gambar 6.

### 3.2 Watershed

Setelah sampel didapatkan, maka dilakukan proses *watershed*. Penggunaan *watershed* disini adalah berfungsi sebagai langkah awal segmentasi dari foto *cortical bone*. Langkah awal adalah mencari *gradient magnitude* dari citra *cortical bone*. *Gradient magnitude* dapat menggunakan Prewitt. Hasil dari *gradient magnitude* digunakan sebagai input untuk algoritma *watershed*. Hasil *gradient magnitude* dan *watershed* dapat dilihat pada Gambar 7(a) dan 7(b).



**Gambar 7.** (a) *Gradient magnitude.* (b) *Citra watershed.*

Jika dilihat pada citra *watershed* pada Gambar 7(b), bahwa telah terjadi segmentasi berlebihan. Maka langkah untuk mengurangi segmentasi dapat dilihat flowchart Gambar 7.

Pada langkah awal adalah membuat graph antar *catchment basin* yang saling bertetangga. Kemudian mencari gradient terendah dari *common edge* dari dua buah *catchment basin* yang bertetangga. Gradien ini akan dijadikan bobot untuk *edge* dari dua buah *catchment basin* yang bertetangga. Jika telah didapatkan bobotnya, maka kita dapat menentukan *flood minimal*. *Flood minimal* inilah yang menentukan apakah dua buah atau lebih *catchment basin* untuk bergabung atau tidak. Jika bobot lebih kecil dari *flood minimal* maka dua buah *catchment basin* akan digabungkan. Untuk menggabungkan dua buah atau lebih *catchment basin* dapat melabeli ulang *catchment basin* yang bergabung dengan label yang sama. *Watershed* yang membatasi daerah penggabungan akan diberi label sama dengan *catchment basin* tersebut. Hasil penggabungan *catchment basin* dapat dilihat pada Gambar 9(b).

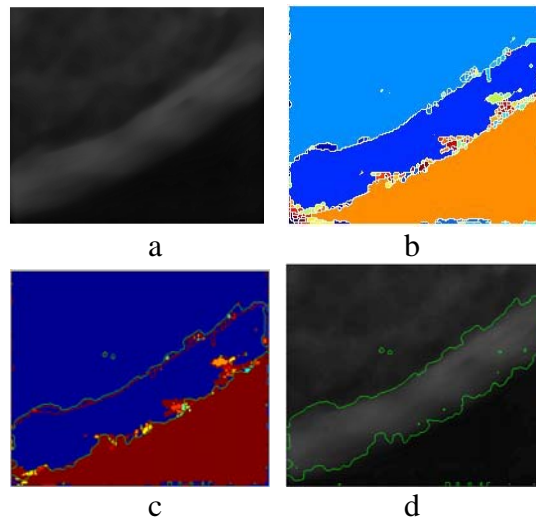


**Gambar 8.** Flowchart penggabungan watershed.

### 3.3 Evolusi Kurva program *watershed* berintegrasi dengan *active contour* berbasis *Level Set*

Untuk menggerakkan kurva secara dinamis, maka langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Memfilter hasil watershed dengan Gaussian
2. Menghitung Level Set
3. Evolusi kurva



Gambar 9. Segmentasi cortical bone 1 sebelah kanan (a) *Citra asli*. (b) *Citra watershed*. (c) *Citra menggunakan metode integrasi watershed dengan active contour berbasis level set*. (d) *Kurva metode integrasi*.

### 3.4 Evaluasi

Uji coba yang dilakukan menggunakan 10 subyek, dan tiap subyek terdiri dari sampel cortical bone kanan dan kiri. Pada tahap uji coba akan dihitung kinerjanya. Perhitungan kinerjanya adalah dilihat dari akurasi, sensitifitas, dan spesifisitas. Data yang didapatkan berdasarkan percobaan dapat dilihat pada pada tabel 1,2,3 dan 4..

Table 1. Akurasi, sensitifitas, spesifisitas pada cortical bone sebelah kanan pada *Citra watershed*.

No	Sampel	Batas Threshold	Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
1	DT1kanan.tif	92%	91.8%	88.4%	94.9%
2	DT2kanan.tif	92%	93.9%	88.7%	98.6%
3	DT3kanan.tif	92%	93.2%	89.0%	97.1%
4	DT4kanan.tif	92%	93.6%	88.9%	97.9%
5	DT5kanan.tif	92%	93.8%	89.8%	97.4%
6	DT6kanan.tif	92%	93.6%	88.7%	97.9%
7	DT7kanan.tif	92%	93.9%	89.8%	97.6%
8	DT8kanan.tif	92%	93.5%	88.8%	97.8%
9	DT9kanan.tif	92%	92.4%	88.7%	95.8%
10	DT10kanan.tif	92%	93.3%	89.0%	97.3%

Pada Tabel 1 dihitung akurasi segmentasi *cortical bone* pada *citra watershed* sebelah kanan. Akurasi terbaik yang didapat adalah 93.9%. Sedangkan akurasi terendah adalah 91.8%. Sensitifitas terbaik adalah 89.8%, sedangkan sensitifitas terendah adalah 88.4%. Spesifisitas terbaik adalah 98.6%, sedangkan spesifisitas terendah adalah 94.9%. Nilai rata-rata akurasi 93.3%. Sedangkan nilai rata-rata Sensitifitas adalah 89.0% dan nilai rata-rata Spesifisitas 97.2%. Pada nilai *flood minimal* berbeda antara sampel satu dengan lainnya karena tingkat intensitas berbeda. Sehingga untuk menghasilkan *watershed* yang optimal diperlukan setting *flood minimal* secara manual.

Table 2. Akurasi, sensitifitas, spesifisitas pada cortical bone sebelah kiri pada citra watershed.

No	Sampel	Batas Threshold	Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
1	DT1kiri.tif	92%	82.4%	89.4%	76.1%
2	DT2kiri.tif	92%	93.1%	89.2%	96.7%
3	DTI3kiri.tif	92%	92.8%	88.7%	96.6%
4	DT4kiri.tif	92%	93.7%	89.4%	97.6%
5	DT5kiri.tif	92%	94.1%	90.4%	97.4%
6	DT6kiri.tif	92%	93.6%	90.3%	96.7%
7	DT7kiri.tif	92%	93.7%	88.3%	98.5%
8	DT8kiri.tif	92%	75.7%	89.1%	63.6%
9	DT9kiri.tif	92%	93.4%	89.5%	96.8%
10	DT10kiri.tif	92%	74.6%	90.8%	59.8%

Pada Tabel 2 dihitung akurasi segmentasi *cortical bone* sebelah kiri berdasarkan citra *watershed*. Akurasi terbaik yang didapat adalah 94.1%. Sedangkan akurasi terendah adalah 74.6%. Sensitifitas terbaik adalah 90.8%, sedangkan sensitifitas terendah adalah 88.3%. Spesifisitas terbaik adalah 98.5%, sedangkan spesifisitas terendah adalah 59.8%. Nilai rata-rata akurasi 88.7%. Sedangkan nilai rata-rata Sensitifitas adalah 89.5% dan nilai rata-rata Spesifisitas 88.0%. Pada nilai *flood minimal* berbeda antara sampel satu dengan lainnya karena tingkat intensitas berbeda.

Table 3. Akurasi, sensitifitas, spesifisitas pada cortical bone sebelah kanan pada program watershed berintegrasi dengan *Active Contour* berbasis *Level Set*.

No	Sampel	Batas Threshold	Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
1	DT1kanan.tif	92%	98.7%	99.0%	98.6%
2	DT2kanan.tif	92%	98.9%	99.1%	98.8%
3	DT3kanan.tif	92%	98.8%	99.1%	98.6%
4	DT4kanan.tif	92%	99.1%	99.9%	98.3%
5	DT5kanan.tif	92%	98.9%	99.1%	98.7%
6	DT6kanan.tif	92%	96.3%	99.1%	93.7%
7	DT7kanan.tif	92%	99.0%	99.1%	99.0%
8	DT8kanan.tif	92%	99.1%	99.0%	99.1%
9	DT9kanan.tif	92%	98.4%	99.1%	97.8%
10	DT10kanan.tif	92%	98.8%	99.0%	98.6%

Pada Tabel 3 tampak bahwa akurasi segmentasi *cortical bone* sebelah kanan pada citra *watershed* berintegrasi dengan *active contour* berbasis *level set*. Akurasi terbaik yang didapat adalah 99.1%. Sedangkan akurasi terendah adalah 96.3%. Sensitifitas terbaik adalah 99.9%, sedangkan sensitifitas terendah adalah 99.0%. Spesifisitas terbaik adalah 99.1%, sedangkan spesifisitas terendah adalah 93.7%. Nilai rata-rata akurasi 98.6% .

Table 4..Akurasi, sensitifitas, spesifisitas pada cortical bone sebelah kiri pada program watershed berintegrasi dengan *Active Contour* berbasis *Level Set*.

No	Sampel	Batas Threshold	Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
1	DT1kiri.tif	92%	98.8%	99.0%	98.6%
2	DT2kiri.tif	92%	98.8%	99.0%	98.6%
3	DTI3kiri.tif	92%	98.9%	99.1%	98.7%
4	DT4kiri.tif	92%	99.0%	99.1%	98.9%
5	DT5kiri.tif	92%	98.9%	99.1%	98.8%
6	DT6kiri.tif	92%	98.8%	99.1%	98.6%
7	DT7kiri.tif	92%	98.9%	99.0%	98.8%
8	DT8kiri.tif	92%	99.0%	99.1%	98.9%
9	DT9kiri.tif	92%	99.2%	100.0%	98.5%
10	DT10kiri.tif	92%	99.0%	99.1%	98.9%

Pada Tabel 4 tampak bahwa akurasi segmentasi *cortical bone* sebelah kiri pada *citra watershed* berintegrasi dengan *active contour* berbasis *level set*. Akurasi terbaik yang didapat adalah 99.2%. Sedangkan akurasi terendah adalah 98.8%. Sensitifitas terbaik adalah 100%, sedangkan sensitifitas terendah adalah 99.0%. Spesifisitas terbaik adalah 98.9%, sedangkan spesifisitas terendah adalah 98.5%. Nilai rata-rata akurasi 98.9%. Sedangkan nilai rata-rata Sensitifitas adalah 99.1% dan nilai rata-rata Spesifitas 98.7%.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diambil adalah hasil akhir dari *active Contour* berbasis *level set* adalah informasi evolusi kurva yang melingkupi sebuah obyek. Hasil kinerja pada program *watershed* berintegrasi dengan *active contour* berbasis *level set* menghasilkan hasil yang lebih baik dibanding dengan kinerja dari program *watershed*, yaitu memiliki selisih rata-rata akurasi 7.80 %, sensitifitas 9.80%, spesifisitas 5.80%.

Saran pada penelitian ini adalah Dalam melakukan evaluasi untuk penelitian berikutnya dievaluasi dari segi ruang, waktu, dan biaya pada program *watershed* berintegrasi dengan *active contour* berbasis *level set*.

#### Daftar Pustaka

- [1] Arifin A.Z., Asano, A., Taguchi, A., Nakamoto, T., Ohtsuka, M., and Tanimoto K. (2005), *Computer-aided System for Measuring the Mandibular Cortical Width on Panoramic Radiographs in Osteoporosis Diagnosis*, Medical Image 2005 : Image Processing, Vol. 5747, hal.813-821.
- [2] Arifin, A.Z., Asano, A., Taguchi, A., Nakamoto, T., Ohtsuka, M., Tsuda, M., Kudo, Y., Tanimoto, K. (2006c), *A Fuzzy Expert System Design for Diagnosing Osteoporosis Based on Mandibular Cortex Measurement on Dental Panoramic Radiographs*, Indonesian Scientific Conference in Japan Proceeding, Vol. 15, hal 1-8.
- [3] Gonzales, R.C., Woods, R.E., dan Eddins, S.L. (2008), *Digital Image Processing Using Matlab, dalam Segmentation Using the watershed Transform*, ed. Horton, M.J., Prentice Hall, hal. 417-425.
- [4] J. A. Sethian (1999), *Level Set Methods and Fast Marching Methods*. University of California, Berkeley.
- [5] Tony F.Chan and Luminita A. Vese(2000), *Image Segmentasi Using Level Set and the Piecewise-constant Mumford-Shah Model*, Department of Mathematics, University of California, Los Angeles,405 Hilgard Avenue,CA 90095-1555,U.S.A.
- [6] Tony F.Chan and Luminita A. Vese (2002), *Active Contour Without Edge*,IEEE Transaction on Image Processing.