

# 에지 정보를 이용한 watershed 영역 추출에 관한 연구

이원효, 조상현, 설경호, 주동현, 김두영  
동아대학교 공과대학 전자공학과

## A Study On Watershed Region Extraction Based On Edge Information

Won-hyo Lee, Sang-Hyun Cho, Kyung-ho Seol, Dong-hyun Ju, Doo-young Kim

Dept. of Electronic Eng., Dong-A Univ.  
def\_leopard@hanmail.net

### Abstract

This paper propose a extracting method of the region for image using segmentation and edge information. First propose algorithm extract information using canny edge detector and the image was divided by watershed segmentation. And it extract the image with edge information by merging region.

Finally we compare the proposed method with levelset method. In the result proposed method not only extract the image with accurate region but also reduce operation time.

### I. 서론

2D 또는 3D영상 데이터를 이용한 분할(segmentation)이나 형태 추출(shape extraction)은 영상 해석을 위한 중요한 작업 중의 하나이다. 고전적으로 많이 사용하는 edge 추출을 이용한 형태 추출방식들은 고정형태(rigid shape)의 윤곽(contour)추출에서는 양호한 결과를 기대할 수 있으나 고정형태가 아닌 물체의 윤곽 추출에는 여러 가지 단점들을 가지고 있다. 예를들면 윤곽 추출 과정이 복잡하고 추출결과가 잡음의 영향을 크게 받을 수 있다. 즉, 전체 작업과정에 에지추출, 세선화(thinning), 그리고 에지연결(edge linking)등의 여러 과정들로 이루어지기 때문에 중간 처리단계에서 수작업의 필요성이 많아져 처리과정을 자동화 하는데 어려움이 많다.

이러한 관점에서 변형이 많은 윤곽 추출을 위해 최근에 많이 사용되는 방법으로 Kass등이 제안한 snake라 불리는 에너지 최소화를 이용한 active contour방식이나 임의의 폐곡선이 곡률에 의한 속도로 움직일 때 안정된 폐곡선 모양을 유지하면서 팽창하거나 수축하는 특성을 이용한 곡선전개(curve evolution)방식이 제안되었다. 하지만 snake라 불리는 에너지 최소화를 이용한 active con-

tour방법의 경우는 sanke라는 초기곡선을 설정하는데 어려움이 있고, 또 초기곡선을 잘못 설정할 경우에는 원하는 추출결과와는 전혀 다른 결과를 얻을 수가 있다. 그리고 임의의 폐곡선이 곡률에 의한 속도로 움직일 때 안정된 폐곡선 모양을 유지하면서 팽창하거나 수축하는 특성을 이용한 곡선전개(curve evolution)방식의 경우에는 시간이 많이 소모된다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 단점들을 해결하기 위해서 canny edge detector를 이용해서 얻어낸 윤곽선 정보를 바탕으로 수리형태론(Mathematical Morphology)적 접근방식인 watershed segmentation을 적용하여 분할된 영역들을 병합하였다.

### II. 배경 이론 및 알고리즘

본 논문에서는 기존의 방식에 비해 영역추출결과나 처리 속도면 에서 보다 향상된 결과를 위해서 canny edge detector를 통해 얻어진 윤곽선과 watershed segmentation을 바탕으로 영역을 추출하였다. 먼저 추출하고자 하는 영역에 대한 정보를 입력한 다음 canny edge detector를 이용해서 윤곽선 정보를 획득

한 후 watershed segmentation을 수행한다. 그 후 미리 설정해 놓은 영역의 윤곽선을 중심으로 분할되어 있는 영역을 각각 영역의 그레이 평균값을 이용해서 병합하였다. 전체 알고리즘에 대한 블록다이어그램을 표현하면 그림.1과 같다.

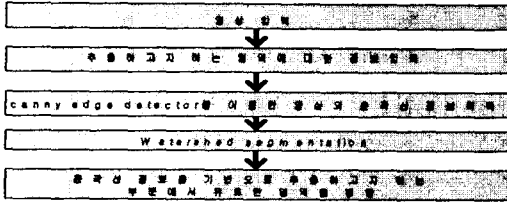


그림.1 영역 추출을 위한 알고리즘을 나타낸 블록다이어그램

1. Canny Edge Detector

canny edge detector는 윤곽선 검출에 많이 사용되는 방법으로 잡음에 강하고 강한 윤곽선만 검출할 수 있다는 장점이 있다.

canny edge detector 알고리즘은 그림.2와 같다.

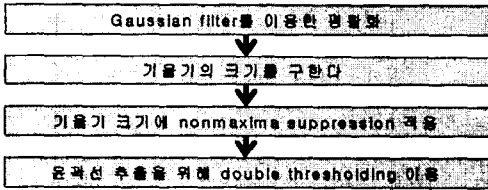


그림.2 canny edge detector를 나타낸 블록다이어그램

식(1)과 같이 gaussian filter를 이용해서 평활화를 한다.

$$S[i, j] = G[i, j; \sigma] * I[i, j], \quad (1)$$

I[i,j]: 입력영상  
σ: Gaussian 분산

위와 같이 평활화를 한 다음 식(2)를 이용하여 기울기의 크기를 계산한다.

$$P[i, j] \approx (S[i, j+1] - S[i, j] + S[i+1, j+1] - S[i+1, j])/2$$

$$Q[i, j] \approx (S[i, j] - S[i+1, j] + S[i, j+1] - S[i+1, j+1])/2 \quad (2)$$

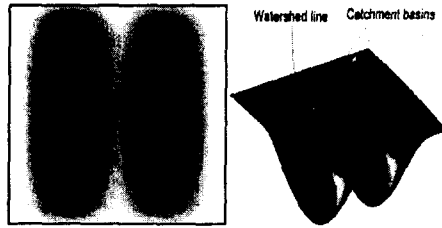
P[i,j]: x축에 대한 부분 도함수  
Q[i,j]: y축에 대한 부분 도함수

기울기의 크기를 계산한 다음 기울기 크기에 non maxima suppression 을 적용한다. 임계값이 너무 작으면 edge가 아닌 것이 남아 있을 수도 있고 값이 크면 실제 윤곽의 일부를 놓칠 수 있다. 효과적 edge를 검색하기 위해서 식(3)과 같이 double thresholding 을 이용한다.

$$M[i, j] = \sqrt{P[i, j]^2 + Q[i, j]^2} \quad (3)$$

2. Watershed Segmentation

watershed segmentation은 특정 영상 gradient영상을 레벨에 따라 기하학적 표면으로 구성한 다음, 그 표면에 빗방울이 떨어진다고 가정할 때, 떨어지는 빗방울의 분기되는 부분이 영역의 경계라는 개념으로 영역을 분할하는 방법이다.



(a) 특정 영상의 gradient영상  
(b) 기하학적 표현

그림.3 watershed 기법에 의한 gradient영상의 기하학적 표현

결론적으로 watershed segmentation는 영상을 1차 미분하여 얻은 gradient 영상을 이용하여 의미 있는 미세 영역으로 나눈 후 그 영역들의 상관 관계에 따라 영역을 병합하여 원하는 객체를 추출하는 방법이다. 다음의 그림.4는 이러한 watershed segmentation 알고리즘의 블록도를 표시한 그림이다.

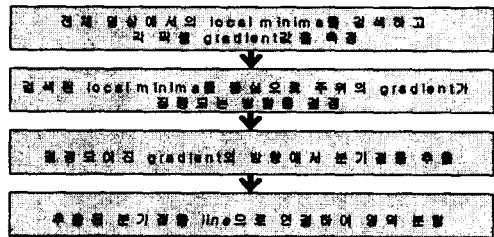


그림.4 watershed segmentation 알고리즘의 블록도

전체의 영상에서 local minima를 검색하고 각 픽셀 gradient값을 측정한다. 검색된 local minima를 중심

으로 하여 주위의 gradient가 집중되는 방향을 결정하여서 gradient의 방향에 따라 분기점들을 추출한다. 추출된 분기점들을 line으로 연결하여 영역을 분할한다. 이러한 수리형태론적인 방법의 접근을 통해 시도되는 watershed segmentation은 분할품질이 우수하고, 하드웨어적인 구현이 용이한 형태론적 필터들의 조합사용이 가능하고, 모양이나 크기, 밝기, 대비, 연결성 등의 특징추출에 용이하며, 그 결과에 있어 연결성(homogenity)과 동질성(connectivity)을 동시에 만족하는 장점을 가진다.

### III. 제안 알고리즘

본 논문에서는 수리형태론(Mathematical Morphology)접근방식인 watershed segmentation을 canny edge detector를 이용해서 얻은 윤곽선정보를 바탕으로 영역을 병합하는 방법을 시도 하였다. 다음 그림.5는 이러한 영역병합에 대한 블록도를 나타낸 그림이다.

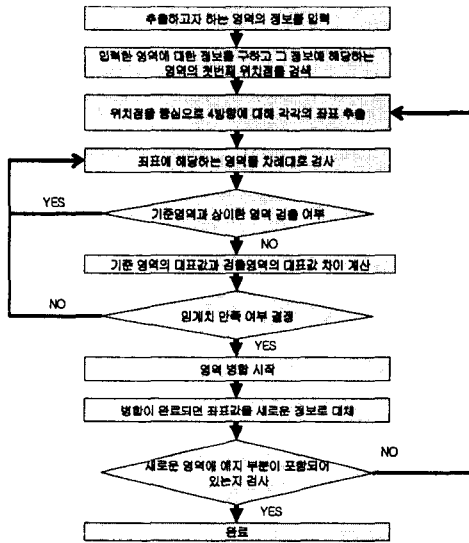


그림.5 영역 병합 알고리즘의 블록도

우선 추출하고자하는 부분에 대한 정보를 입력 받아서 그 영역에 대한 정보를 구한 다음 그 정보의 영역에 대하여 제일 먼저 시작하는 점의 위치를 검색한다. 검색한 점을 중심으로 하여 상하좌우 4방향으로 각각에 대한 그 점의 좌표값을 검사하여 같은 기준영역과 상이한 영역의 검출여부를 조사하고 또 기준영역의 대표값과 검출영역의 대표값의 차이를 계산해서

주어진 임계치를 만족하면 병합을 수행하게 된다. 여기서 만약 임계치의 값이 너무 큰 경우에는 원하지 않는 부분까지 병합을 하게 되는 경우가 발생할 수도 있다. 따라서 canny edge detector를 이용해서 얻은 윤곽선 정보는 이러한 원하지 않는 부분에 대한 병합을 막아주는 역할을 하게 된다. 그런 다음 주어진 좌표값의 정보를 기준으로 하여 다시 새로운 병합을 위해 그림.5에 표시된 것처럼 반복 수행을 한다.

### IV. 실험 결과

실험환경은 Pentium Celeron 1Ghz, Ram 256, Windows-XP 기반에서 Visual C++ 6.0을 사용하였으며, 실험에 사용된 영상은 256×256 size로 간경화증, 건관절, 복강내출혈 등의 의료영상을 사용하였다. 그림.6은 이러한 실험영상들을 levelset 방식과 비교해서 표현한 그림이다.

그림.6 에서 왼쪽의 영상은 원 영상들이고 중앙의 영상들은 기존의 추출방식들 중의 하나인 levelset 으로 영역을 추출한 영상이며 오른쪽 영상들은 본 논문에서 제안한 방법으로 영역을 추출한 영상의 결과이다. levelset을 이용해서 추출한 결과 영역과 거의 비슷하게 나왔으며 canny edge detector를 이용하였기 때문에 어떤 부분에 대해서는 좀 더 자세하게 영역이 추출되었고 또 시간적인 측면에서도 5-6배 정도 더 연산시간을 단축하였다,

|      | 원영상 | levelset | 제안하는 추출방법 |
|------|-----|----------|-----------|
| 그림 A |     |          |           |
| 그림 B |     |          |           |
| 그림 C |     |          |           |

그림.6 levelset 추출 방식과 제안하는 추출방법을 비교한 영상

## V. 결론

본 논문에서는 canny edge detector를 이용한 윤곽선 정보와 watershed segmentation을 사용하여서 원하는 영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 기존의 방법들과 비교했을 때 비교적 시간을 많이 줄이면서도 원하는 영상을 정확하게 추출할 수가 있었다. 하지만 watershed segmentation을 이용해서 과분할된 영역들을 병합할 때 특정 임계값을 넣어주어야 되는 단점이 있고 또 과분할의 정도가 심할 경우 연산시간이 많이 소요되었다. 향후에는 이러한 과분할 영역을 병합할 때 자동적으로 임계값을 계산해 주어서 설정해주는 방법을 연구하고 또 너무 많이 과분할된 영역들을 효율적으로 병합해서 연산시간을 좀더 단축하는 방법에 대해서 연구할 계획이다.

## VI. 참고문헌

- [1] L. Vincent and P. Soille, "Watershed in digital space, An efficient algorithm based on immersion simulation" IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligent, Vol. 13 No. 6, pp. 538 - 598, June 1991
- [2] Alina N. Moga and Moncef Gabbouj, "Parallel Image Component Labeling with Watershed Transform" IEEE Trans. Pattern Anal. Mach Intell, Vol. 19 No.5 May 1997
- [3] L. Shafarenko and M. Petrou, "Automatic Watershed Segmentation of Randomly Textured Color Image" IEEE Trans. Image Processing, Col. 6, No.11, November 1997
- [4] K. Haris and S. N. Efstratialdis, "Hybrid Image Segmentation Using Watersheds and Fast Region Merging"
- [5] Laurent Najman and Michel Schmit, "Geodesic Saliency of watershed contours and Hierarchical Segmentation" IEEE Trans. Pattern Anal. Mach Intell. Vol 18, No. 12, December 1996
- [6] John M. Gauch, "Image Segmentation and Analysis Via Multiscale Gradient Watershed Hierarchies" IEEE Trans. Image Processing Vol.8 N. 1 January 1999
- [7] 정희신, 김동성, 김종효, "자동적 watershed 영역 병합 방법", 2001년 제 13회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, 2001, 1.10 ~ 1.12
- [8] 이원효, 주동현, 고기영, 김순백, 김두영, "객체 대역추정을 이용한 자동적 Watershed Segmentation에 대한 연구", 대한 전자 공학회 한국통신학회 부경지부 2002년도 추계 합동 학술 논문 발표회 논문집
- [9] 조선길, 신회정, 이완주, 김학수, 이병래, 강현철, "Watershed 알고리즘을 이용한 자동차 번호판의 문자추출", 신호처리합동학술대회 논문집 Vol 12, No 1 pp 385-388, 1999