

# 윤곽선 정보와 watershed segmentation을 이용한 영역 추출

이원효, 주동현, 염동훈, 고기영, 김두영  
동아대학교 공과대학 전자공학과

## Region Extraction Using Edge Information and watershed segmentation

Won-hyo Lee, Dong-hyun Ju, Dong-hoon Yum, Gi-young Go, Doo-young Kim  
Dept. of Electronic Eng., Dong-A Univ.

### 요약

본 논문에서는 watershed segmentation을 이용해서 특정한 영역의 윤곽선정보를 바탕으로 영상을 추출하는 방법을 제안한다. 일반적인 영역추출방법에는 폐곡선을 이용한 영역추출방법, snake라 불리는 에너지 최소화를 이용한 active contour 방법 등 여러 가지가 있다. 특히 이러한 방법에는 연산시간이 많이 걸린다는 단점이 있는데, 이러한 문제점을 해결하기 위해서 canny edge detector를 사용하여 윤곽선 정보를 추출하고, watershed segmentation으로 영상을 분할한 후 윤곽선 정보를 이용해서 특정 영상의 영역에 대한 부분을 병합하여 추출하는 방법을 사용하였다. 제안하는 방법으로 기존의 추출 방법중의 하나인 levelset과 비교 실험한 결과 거의 동일한 영상의 결과를 얻을 수 있었으며 연산시간을 줄일 수 있었다.

### 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 에지(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 작업과정이 에지 추출, 세선화(thinning), 그리고 에지연결(edge linking)등의 여러 과정들로 이루어지기 때문에 중간 처리단계에서 수 작업의 필요성이 많아져 처리과정을 자동화 하는데 어려움이 많다. 이러한 관점에서 변형이 많은 윤곽 추출을 위해 최근

에 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 contour방법의 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 처리속도면에서 보다 향상된 결과를 위해서 canny edge detector 통해 얻어진 윤곽선과 watershed segmentation을 바탕으로 영역을 추출하였다. 먼저 추출하고자 하는 영역에 대한 정보를 입력한 다음 canny edge detector를 이용해서 윤곽선 정보를 획득한 후 watershed segmentation을 수행한다. 그 후 미리 설정해 놓은 영역의 윤곽선을 중심으로 분할되어있는 영역을 각각 영역의 그레이평균값을 이용해서 병합하였다. 제안한 알고리즘에 대한 블록다이어그램을 표현하면 그림.1과 같다.

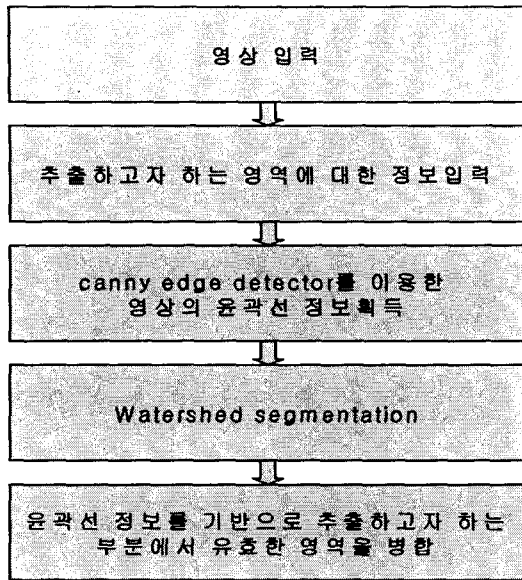


그림.1 영역 추출을 위한 알고리즘을 나타낸 블록다이어그램

1. Canny Edge Detector

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

canny edge detector 알고리즘은 그림.2와 같다.

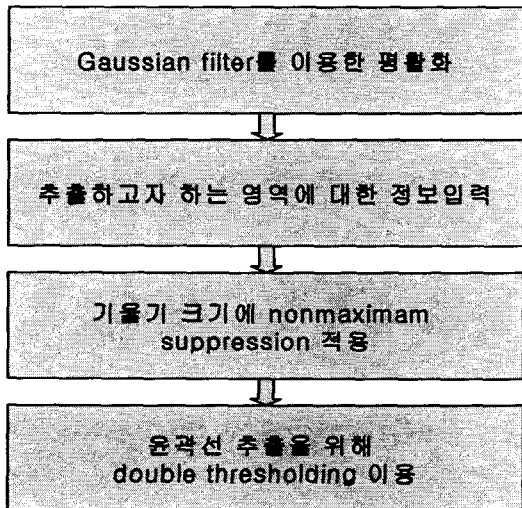


그림.2 canny edge detector 알고리즘을 나타낸 블록다이어그램

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

$\sigma$ : Gaussian 분산

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

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

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

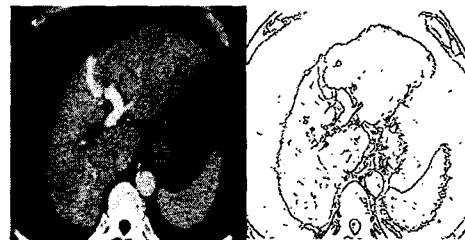
P[i,j]: x축에 대한 부분 도함수  
Q[i,j]: y축에 대한 부분 도함수

기울기의 크기를 계산한 다음 기울기 크기에 nonmaximum suppression을 적용한다.

임계값이 너무 낮으면 edge가 아닌 것이 남아 있을 수도 있고 값이 높으면 실제 윤곽의 일부를 놓칠 수 있다. 효과적 edge를 검색하기 위해서 식(3)과 같이 double thresholding을 이용한다

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

아래 그림3은 canny edge detector를 적용한 윤곽선 검출 영상을 나타내었다.

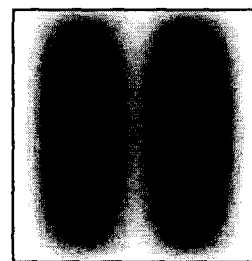


(a) 원 영상 (b) 윤곽선 검출영상

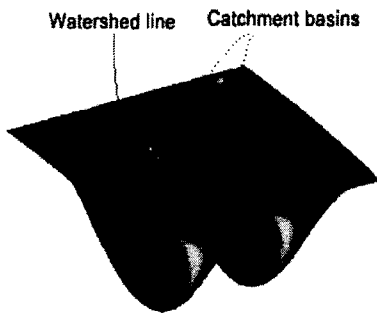
그림.3 Canny Edge Detector 처리결과

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.



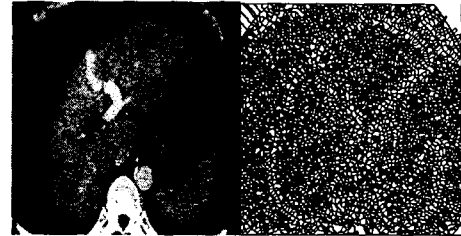
(a) 특정 영상의 gradient영상



(b) 기하학적 표현

그림.4 watershed 기법에 의한 gradient영상의 기하학적 표현

다음의 그림.6은 watershed segmentation된 결과를 나타낸 영상이다.



(a) 원 영상 (b)결과 영상

그림.6 watershed segmentation

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.

다음은 watershed segmentation의 순서이다.

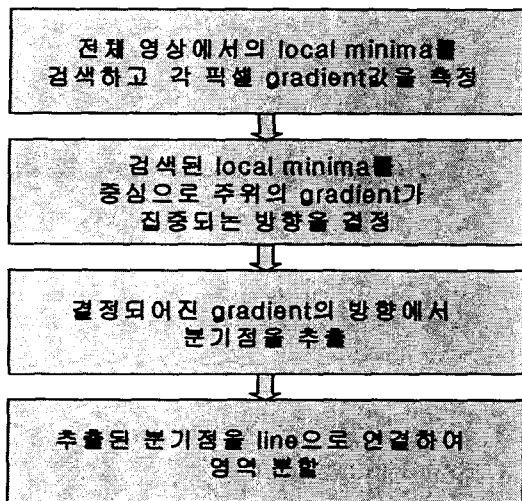


그림.5 watershed segmentation 알고리즘의 블록도

전체의 영상에서 local minima를 검색하고 각 픽셀 gradient값을 측정한다. 검색된 local minima를 중심으로 하여 주위의 gradient가 집중되는 방향을 결정하여 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(homogeneity)과 동질성(connectivity)을 동시에 만족하는 장점을 가진다.

### III. 실험 결과

실험환경은 Pentium Celeron 1Ghz ,Ram 256, Window s-XP 기반에서 Visual C++ 6.0을 사용하였으며, 실험에 사용된 영상은 256×256 size로 간경화증, 무릎인대, 간암 등의 의료영상을 사용하였다. 그림 7은 이러한 실험영상들을 levelset방식과 비교해서 표현한 그림이다.

	원영상	levelset	제안하는 추출방법
그림 A			
추출 속도	-	12.5sec	2 sec
그림 B			
추출 속도	-	16.3sec	3.7sec
그림 C			
추출 속도	-	7.8sec	2.sec

그림.7levelset 추출 방식과 제안하는 추출방법을 비교한 영상

그림 7에서 왼쪽의 영상은 원 영상들이고 중앙의 영상들은 기존의 추출방식들 중의 하나인 levelset으로 추출한 영상이며 오른쪽 영상들은 본 논문에서 제안한 방법으로 추출한 결과이다. 시간적인 측면에서는 약 5배 정도의 연산시간을 줄일 수가 있었으며 추출한 영역에 대한 영상도 기존의 방식과 비슷하게 나왔음을 관찰할 수 있었다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 canny edge detector를 이용한 윤곽선 정보와 watershed segmentation을 사용하여 원하고자 하는 영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 기존의 방법들과 비교를 했을 때 비교적 시간을 많이 줄이면서도 원하는 영상을 정확하게 추출할 수가 있었다. 하지만 watershed segmentation을 이용할 때 과분할의 정도가 심할 경우 연산시간이 많이 소요되었다. 향후에는 이러한 과분할 영역을 보다 효율적으로 병합해서 연산시간을 단축할 계획이다.

#### V. 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. Efstratidis, "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] Shih-Fu Chang, "Compressed-Domain Techniques for Image/Video Indexing and Manipulation", IEEE ICIP-95, Vol. 1, pp 314-317, 1995.
- [8] 정희신, 김동성, 김종효, "자동적 watershed 영역 병합 방법", 2001년 제 13회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, 2001, 1.10 ~ 1.12
- [9] 조선길, 신희정, 이완주, 김학수, 이병래, 강현철, "Watershed 알고리즘을 이용한 자동차 번호판의 문자추출", 신호처리합동학술대회 논문집 Vol 12, No 1 pp 385-388, 1999
- [10] 이원호, 주동현, 고기영, 김순백, 김두영, "객체 대역 측정을 이용한 자동적 Watershed Segmentation에 대한 연구", 대한전자공학회 한국통신학회 부경지부 2002년도 추계 합동 학술 논문 발표회 논문집