

# Multi-threshold와 Vectorgram을 이용한 Brain 영상 분할

이병일\*, 최홍국  
인제대학교 전산학과

## Segmentation of Brain Image Using Multi-threshold and Vectorgram

Byeong-II Lee, Heung-Kook Choi  
Dept. of Computer Science, Inje University

### 요 약

영상에서의 경계선추출은 영상의 강도의 변화를 이용한 경계영역의 가시화 기법이므로 gray level 영상이 가지는 강도를 이용하여 에지를 찾을 수 있다. 뇌 영상에는 MRI 영상과 같이 해부학적인 정보가 큰 영상과, PET 영상같이 perfusion으로 분석해야 할 영상이 있는데 그 경계가 뚜렷한 MRI 영상과 달리 PET 뇌 영상은 영상의 특성상 경계영역의 구분이 모호한 실정이다. 본 논문에서는 이러한 영상의 특성에 따라 뇌 영상에서 영상 강도에 대해 등분할을 한 후 vectorgram에서 magnitude의 영역을 선택하여 영상을 분할 하였다. 그리고 PET와 MRI영상과 현미경 영상에 대한 결과를 비교하였다. Vectorgram은 에지 정보를 가지는 영상에 대해 벡터요소를 그래프화 한 것으로 방향성에 대한 평가를 통해 영역 분할을 하였다. 이러한 PET 영상의 2차원 분할 방법은 3차원 PET 영상 분석에 응용될 수 있을 것이다.

### 1. 서론

X-ray 영상을 이용한 2차원 의학영상처리가 대두가 된 후 전산화 단층촬영기(CT)와 핵자기 공명영상장치(MRI) 및 초음파진단기, PET, SPECT등의 개발은 현대의학의 질병진단과 치료에 혁명적인 영향을 미쳤다.

의료영상은 대상들의 경계가 명확하지 않아서 일반적으로 사용하는 영역분할 방법들의 적용이 용이하지가 않다. 현재 수작업으로 진행되는 의료 진단을 위한 자동화 기법의 개발이 요구되고 있다. PET 영상은 경계부분의 픽셀값의 변화가 모호할 뿐만 아니라 MRI 영상과 같이 해부학적인 정보가 뚜렷하

게 드러나지 않아 그 적용이 어려운 실정이다[1,2].

본 연구에서는 이러한 의료영상의 영상분할 적용에 있어서 다양한 의료영상에 대해 제안한 영상 분할 방법의 적용결과로 영상의 분할 결과를 비교하여 보았다. 먼저 다단계 문턱치화를 하기 위해 그 경계에 대한 단계를 1단계에서 16단계까지 나누어 보았으며, 경계 정보에 대한 벡터요소를 추출하여 크기에 대한 방향성을 평가 하였다.

### 2. PET 와 MRI Brain 영상 특징

양전자방출 전산화 단층촬영(positron emission tomography : PET)은 최근에 이

르러 핵의학 영상분야에서 각광 받고 있는 핵의학 영상 획득 방법이다. 핵의학 영상 기기는 의학적으로 이용되는 감마선 방출 방사성 동위원소가 표지된 방사성 의약품을 주사하거나 흡입하게 하여 체내에 주입한 후 일정 장거나 조직에 분포한 방사성 동위원소의 시간적, 공간적 체내분포를 체외에서 측정하여 영상화하는 장치이다. 기존의 2차원 정보에서 3차원 정보로의 영상화를 통해 인체내의 생화학 또는 병리현상의 규명과 질병 진단, 치료후 예후 판정, 치료계획 등에 유용하게 이용되고 있다.

MRI는 자기공명영상으로 spin density의 분포를 보는 것이며, 이 영상들은 추가로 NMR 현상과 관련된  $T_1, T_2$  이완 시간의 영향을 받게 된다. 병의 종류에 따라 보통  $T_1, T_2$  값이 영향을 받게 되는 경우가 있으며 이를 잘 구분하기 위해  $T_1, T_2$  또는 spin density값에 따른 공간적 변화를 선택적으로 잘 볼 수 있게 시퀀스를 조절하여 사용한다. MRI는 신체나 장기의 해부학적 구조와 이 구조의 이상유무를 분석하기 위해 필요한 영상이다[2].

### 3. 영상획득

실험을 위한 PET와 MRI 영상은 서울대학교 핵의학교실에서 제공하였다. 또한 실험을 위한 일반적인 영상은 bacteria 영상으로 현미경을 통해 획득되어진 실험영상이다.

### 4. Vectorgram을 이용한 영상분할

영상의 해석을 위한 첫 단계를 영상의 분할이라고 할 수 있다. 분할은 영상의 구성 성분 중 관심영역을 분리시키는 것을 말하는데 관심대상 물체가 분리되었을 때 이 과정이 끝나게 된다. 영상처리의 가장 어려운 과정 중의 하나인 영상 분할의 정확도를 높이기 위해서는 적용환경에 대한 변화를 고려해야 한다. 일반적으로 영상 분할은 threshold, region growing, region splitting, region

merging 등을 점이나 에지의 검출 후 적용시키며, 화소에 대한 밝기값의 특성들을 활용하여야 성공적인 분할이 가능하다[2,3,4].

본 연구에서는 에지 정보의 안정성을 위해 threshold를 적용시킬 때 multi-threshold를 적용하여 각 픽셀의 값들을 단계별 분류를 한 후 분할되어진 영상이 가지는 에지 정보에서 벡터를 추출하여 방향과 크기를 가지는 vectorgram을 구축하여 분할하였다.

Multi-threshold는 1단계에서 16단계까지 나누어서 실험하였으며, 실험영상의 적용을 비교하기 위해서 4단계와 8단계를 적용한 영상으로 비교하였다.

$$\alpha_i = \frac{Pixel_i}{n} \quad \text{단, } [i=1 \dots n] \quad (1)$$

$$Threshold_i = \frac{\alpha_i - \alpha_{i-1}}{2} \quad (2)$$

위 식(1,2)는 픽셀이 가지는 영상강도를 n등분 분할하여 간격이  $\alpha_i$ 로 결정되면  $\alpha_{i-1}$ 과의 간격 중 평균값의 위치에서 단계별 표준값을 결정하게 한다.

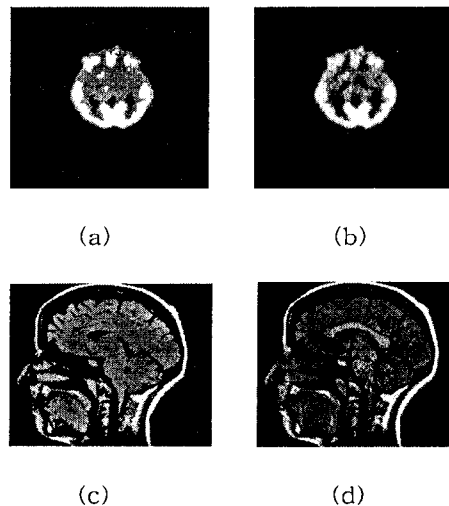


그림 1. Multi-threshold 후 결과 영상  
(a)4단계 PET brain (b)8단계 PET brain  
(c)4단계 MRI brain (d)8단계 MRI brain

그림(1)은 PET와 MRI 영상으로 식1,2의 multi-threshold를 4단계와 8단계 실시하여 본 결과 영상이다. 낮은 단계에서의 분할은 영상의 영역을 쉽게 볼 수 있도록 나누어주지만 단계가 높아지면 분할정도가 세밀해 지는 반면 에지가 가지는 정보의 차이는 작아지게 된다. PET 영상의 경우에는 4단계에서 보다 8단계에서의 구분이 효율성을 가졌으며, MRI의 경우에는 4단계에서의 분할을 통해 skull과 brain의 경계가 명확해졌다.

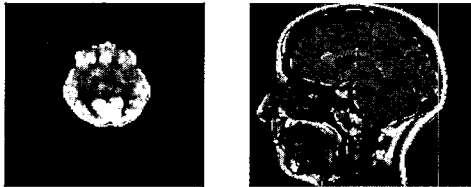


그림 2. 원영상에서의 magnitude추출  
 magnitude : 200-350  
 direction : all

이러한 픽셀분포를 확인한 후 벡터분석은 sobel의 연산자를 사용하였으며, x축과 y축에 해당하는 마스크를 사용하여 방향성과 크기를 측정하였는데 기울기 벡터는 영상 (f)의 최대 변화율 방향을 가리키는 것이고 z는 3×3 마스크의 인자로 아래의 식으로 표현된다[4,5].(식 3-6)

$$\nabla f = \text{magnitude}(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

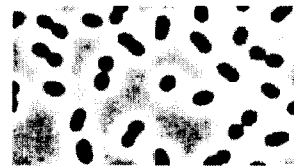
$$\alpha(x, y) = \tan^{-1} \left[ \frac{G_y}{G_x} \right] \quad (4)$$

$$G_x = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3) \quad (5)$$

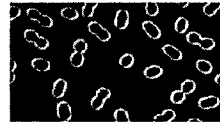
$$G_y = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7) \quad (6)$$

Vectorgram은 방향과 크기에 대해 표현한 것으로, 이를 기반으로 하여 그 벡터 영역에 대한 분할을 시도하였다. 각 영상에서 에지 정보가 가지는 크기는 multi-threshold

를 통하여 데이터를 분리한 후에 벡터 분석을 하였으므로 세 가지 영상에 대해 같은 조건을 준 것이라 하겠다. 아래의 그림 3은 박테리아 영상과 그 영상이 가지는 벡터의 크기(magnitude)와 방향(direction)에 대한 영상이다.



(a) Bacteria image



(b) Magnitude



(c) Direction

그림 3. Magnitude와 direction 영상

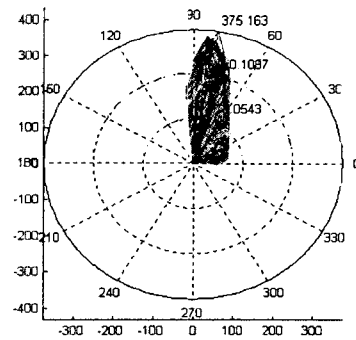
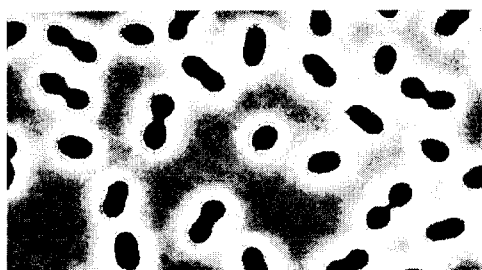


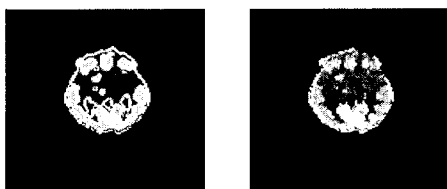
그림 4. Vectorgram

그림(4)는 magnitude에 대한 direction의 vectorgram을 보여주고 있다. 같은 magnitude를 가지는 부분에서 여러 가지 각도가 나타나는 것은 에지의 라인이 각도에 대해 변화하고 있다는 뜻이며 이는 뇌 영상에서 외곽선에 대한 에지정보의 분포를 나타내는 것이다. Magnitude의 축에서의 변화량이 이러한 각의 변화를 의미하는 것인데, 그림(5)는 이 magnitude에 대해 범위를 정하

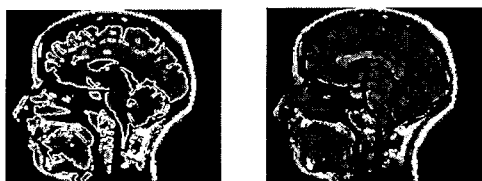
여 선택된 영역에 대해서 추출한 각 영상의 결과이다.



(a) 200-350 magnitude 부분 영상



(b) 4단계분할 PET (c) 8단계 분할 PET



(d) 4단계 분할 MRI (e) 8단계 분할 MRI

그림 5. 분할된 영상 비교

#### 4. 결론 및 향후연구방향

그림(5)는 일반적인 영상인 경우와 해부학적 분포가 잘 나타나 있는 MRI 영상인 경우, 그리고 PET 영상인 경우에 각각 적용하여 본 결과이다. PET 영상에서 나타나는 에지의 정보가 영상을 분할하기에 어려운데 이는 생화학적인 반응을 스캔하는 PET영상이 가지는 픽셀값의 분포가 MRI영상이 나타내는 해부학적인 위치와 다소 일치하지 않기 때문이다. 이것은 PET 영상의 Perfusion은 화학적인 변화, 생물학적인 변화를 측정하기 위한 자료로서 이를 분할하는 것은 그 변화의 범위를 분할해 보는 것이라 할 수 있으므

로 MRI에서 나타나는 해부학적인 범위의 분해 결과와 다르게 되는 것이다.

영상의 분할을 위해서 각 영상에 대해 적용되는 알고리즘을 일반화시키는 것은 어렵다. 이는 각 영상이 가지는 특성을 파악하는 것이 선행되어야 하기 때문이고 이러한 특성에 맞는 알고리즘을 개발하여 적용시키는 것이 수많은 파라미터에 대한 적절한 적용이 되기 때문이다. 본 연구에서는 여러 가지 영상에 대해 일반화시킨 알고리즘을 적용시킨 결과, 일반적인 경우에 보여준 좋은 결과가 항상 같은 결과를 주는 것은 아니라는 결론을 얻었다. PET나 SPECT 영상에 대한 해부학적인 분할을 위해 여러 가지 방법이 연구가 되고 있지만 영상자체의 특성으로 인해 분할이 어려운 실정이다. 3차원 공간에서의 분할은 의학적 진단의 효율성을 높일 수 있도록 해 주는데 이를 위해서는 2차원 공간의 파라미터들과 더불어 3차원 공간에서의 측정을 위한 공간 연산자의 개발이 필요하며, 영상에 대한 high level image understanding과 low level image processing의 적절한 조화가 연구되어야 하겠다.

#### [참고문헌]

- [1] 권덕문 외 15, "의료영상정보학", 대학서림, pp, 9-32. 1996.
- [2] 임지영, 김명희, "의료 영상 영역분할을 위한 파라미터 추정", 정보과학회 가을 학술 발표 논문집, pp.513-516, Vol.24, No2. 1996.
- [3] Rafael C. Ganzalez, Richard E. Woods "Digital Image Processing" Addison Wesley Langman, pp. 413-483, 1992.
- [4] Scott E Umbaugh, "Computer Vision and Image Processing", Prentice-Hall, pp. 60-75, 1998.
- [5] J.Canny, "A Computational Approach to Edge Detection", IEEE Trans, Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol. 8, No. 6, November 1986.