

MR Brain 영상에서의 뇌 영역 분할

김령주*, 이병일**, 이동수***, 최흥국 **
인제대학교 의료영상과학 대학원*, 인제대학교 정보컴퓨터 공학부 **
서울대학교 의과대학 핵의학 교실***

Brain Region Segmentation on MR Brain Image

Ryeong-Ju Kim *, Byeong-il Lee**, Dong-soo Lee***, Heung-kook Choi

Department of Medical Image Science, Inje University*

Department of Computer Science, Inje University**

Department of Nuclear Medical Science, Seoul University***

요약

본 논문은 뇌의 축방향(axial section)에 대하여 촬영한 뇌의 자기공명 영상(Magnetic Resonance Imaging)을 대상으로 뇌의 영역만을 분리하기 위한 방법을 제안하고 있다. MR영상은 슬라이스마다 다른 분포값을 가지기 때문에 각 슬라이스 별로 조직의 특성을 파악하여 뇌의 영역을 분리하였다. 히스토그램의 명암값 분포를 분석하여 배경과 뇌를 둘러싸고 있는 외피를 제거하고 라벨링(labeling) 알고리즘을 적용하여 뇌만 분리 할 수 있도록 하는 마스크 영상을 만들어 이것을 이용하여 원영상으로부터 뇌의 영역만을 분리하였다.

1. 서론

최근들어 다양한 종류의 의학영상 CT(Computed Tomography)나 MR(Magnetic Resonance)영상이 여러 가지 질병의 진단이나 치료를 위한 수단으로 사용되는 것이 보편화 되어가고 있다[1][2]. 현재의 진단은 의료인들의 전문적 지식과 경험에 의해 육안에 의한 주관적 진단에 의존하고 있음에 따라 어느 정도의 한계를 가지고 있다. 그러나 컴퓨터를 이용한 시스템으로 수행한다면 시간단축과 진단의 정확성을 높일 수가 있다. 이를 위해서는 정확한 관심영역 추출 및 알고리즘 개발이 선행되어야 한다.

뇌 영상에서 관심영역은 백질(white matter), 회백질(gray matter), 뇌척수액(cerebrospinal fluid), 뇌실, 뇌종양, 뇌 등이다. 이러한 관심영역을 분석하기 위해서는 먼저 관심영역의 분할(segmentation)이 필요하다. 현재까지 일부 연구분야에서 뇌의 영상을

대상으로 뇌 영역 전체를 분리하는 등의 초보적인 연구 및 T1 강조영상을 대상으로 사용자의 수작업에 의한 반 자동화방식에 의해 백질과 회백질의 분리를 위한 시도가 있어왔다[3][4][5].

본 연구에서는 뇌의 자기공명영상에서 마스크 영상을 가지고 뇌의 영역만을 분리 하기 위한 방법을 제안한다.

2. 전처리 과정(Preprocessing)

먼저 입력영상의 히스토그램을 구하고 최적의 임계값을 구하는데 에러를 줄이기 위해 평균화 필터를 이용하여 히스토그램 곡선을 평활화 했다.

초기 뇌의 영상의 gray level 값이 거의 0에 가까운 검은 배경을 가지고 있는데, 첫 번째 높은 피크는 영상의 배경 및 외피를 구성하고 부분이며, 히스토그램의 중앙에 약간 낮고 넓게 표현되어 있는 두

번째 피크는 뇌의 내부 영역을 구성하고 있는 픽셀들이다[1][2][5].

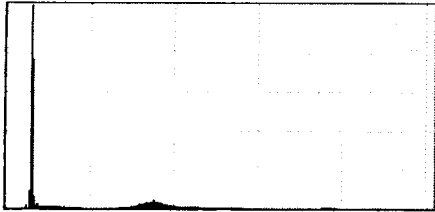


그림 1. 초기 영상에 대한 히스토그램

$g(i, j)$: 픽셀 (i, j) 에서 원래 영상의 명도값
 $b(i, j)$: 픽셀 (i, j) 에서 이진화된 영상의 명도값
 T : 임계값

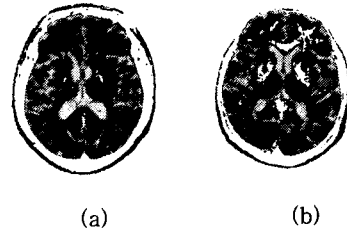


그림 2. 배경과 근육층이 제거된 영상

3. 마스크 영상 만들기

MR영상은 슬라이스마다 다른 분포값을 가지기 때문에 각 슬라이스 별로 조직의 특성을 파악하여 뇌의 영역을 분리하기 위한 마스크 영상을 만들었다. 첫 번째로 배경과 근육층 제거를 위해 뇌의 영역의 외피, 두개골, 근육층에 대한 히스토그램을 분석하였다. 두 번째로 두개골 부분의 제거를 위해 최대 크기의 레이블링 영역을 선택하여 fillhole 하였다. 두개골 부분과 근육층의 일부 화소값들이 뇌의 영역의 픽셀 값들과 비슷하여 영역 분할에서 잔상이 남았으나 라벨링(labeling)알고리즘을 사용하여 뇌의 영역만을 분리한 마스크 영상을 만들었다.

그림2 는 그림1의 히스토그램의 두 피크 사이의 계곡점을 임계값으로 하여 배경과 근육을 제거한 영상들이다.

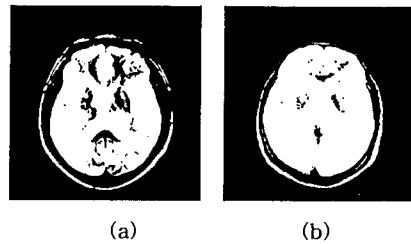


그림 3. 이진화를 적용 시킨 영상

3.1 배경과 근육층제거

히스토그램을 분석하여 먼저 배경과 뇌와 두개골사이의 근육층을 분리하는 전역적 이진화 방법을 사용하였다.

이진화의 기본적인 접근 방법은 임계값처리(thresholding) 기법을 이용하는 것으로, 임계값 처리란 영상을 전경과 배경으로 분류하기 위하여 영상의 그레이레벨 히스토그램(graylevel histogram)을 그린 후 적절한 임계 명도값을 정해서 그 값보다 작은 명도값을 큰 명도값을 가지는 픽셀들과 픽셀들을 구분해서 전경과 배경으로 구성된 새로운 2개의 명도값으로 그려진 이진영상을 얻어내어 영상의 전경을 배경으로부터 분리해내는 영상처리기법 중의 하나이다[6].

$$b(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } g(i, j) \geq T \\ 0, & \text{if } g(i, j) < T \end{cases}$$

그림 3은 그림 2와 같이 두 피크 사이의 임계값을 이용하여 임계값(T)보다 작은 픽셀들은 0의 값으로 임계값보다 큰 픽셀들은 255 값으로 이진화한 영상이다.

3.2 두개골 부분 제거

그림 3을 보면 두개골 부분의 픽셀값들이 뇌의 영역의 픽셀값들과 비슷하기 때문에 두개골 부분이 제거되지 않은 모습을 볼 수가 있다.

라벨링(labeling) 알고리즘을 적용시킨 후 뇌의 영역을 제외 시킨 부분들을 없애고 뇌의 영역안에 생긴 홀을 fillhole 알고리즘을 사용하여 제거 하였다.

라벨링이란 서로 떨어진 물체(object)를 구별하는 것을 이야기한다. 모든 물체가 라벨(label)이 된 후 연결되어진 물체는 같은 심볼(symbol)를 가진다. 물체마다 각각 object numbers를 가지게 되는데 이렇게 얻어진 이미지는 관심 영역의 특징 즉 면적

(area), 면적의 중심(center of area), 축(axis of least second moment), 둘레길이(perimeter) 등을 추출하는데 사용되어진다. 라벨링 알고리즘에는 기본적으로 재귀 알고리즘과 순차적 알고리즘이 있다. 재귀 알고리즘은 이미지를 검색하여 물체에 해당하는 검정색 픽셀을 찾은 다음 이것과 이어지는 모든 픽셀을 라벨링 해주고 다시 다른 검정색 픽셀을 찾아가는 방법이다. 순차적 알고리즘은 동치 테이블을 이용하여 단 두 번의 루프로 라벨링을 끝낼 수 있는데 한번 모든 물체를 검색하여 라벨을 부친 다음 라벨을 하다가 다른 라벨을 만나게 되면 동치테이블에 입력한다. 다시 루프를 돌려서 동치테이블의 라벨중 최소치로 다시 라벨한다[7]. 본 연구에서는 시간이 비교적 적게 걸리는 순차적 알고리즘을 사용하였다. 그림 4는 위의 방법을 적용시켜 뇌의 영역을 분리한 결과이다.

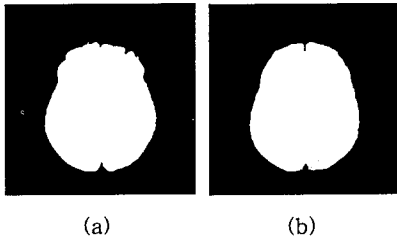


그림 4 두개골 부분을 제거한 영상

4. 뇌의 영역 추출

원 이미지에 마스크 영상을 적용하여 뇌의 부분만을 추출 하였다. 마스크 영상 중 픽셀값이 255인 경우 원 이미지의 픽셀값을 적용하고 그렇지 않은 경우 0의 값을 적용하였다.

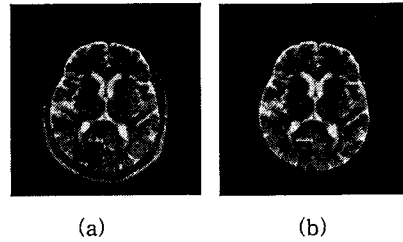
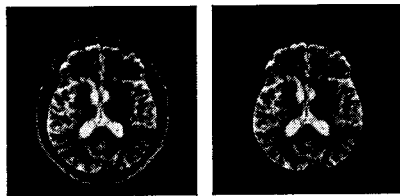


그림 5. 원 이미지와 마스크 영상을 이용하여 뇌를 분리한 결과 영상

그림 5의 (a)는 초기 MR 영상이고 (b)는 마스크 영상을 적용하여 뇌만을 추출해낸 결과 영상이다.

5. 실험결과

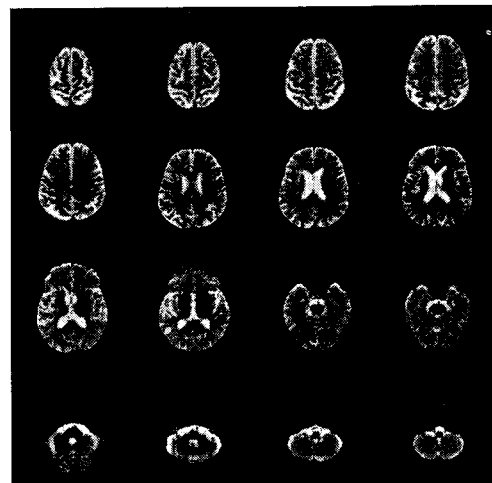


그림 6. 결과 영상

보통 한 사람에 대한 20개의 슬라이스 이미지가 생성되는데 그 중 안구와 그 주위의 근육들이 있는 슬라이스 몇 장을 제외한 슬라이스들에 대한 뇌의 영역만을 분리한 영상들을 그림 6에 순차적으로 나열하였다.

6. 결론 및 향후 연구

인간뇌에 대한 MR 영상의 분할(segmentation)은 관심영역 (ROI: Region of Interest)들의 불륨

(Volume) 해석과 가시화와 같은 영상분석에서 중요한 과정이다.

본 연구에서는 히스토그램에 나타나는 임계치를 이용하여 이진화 시킨 영상에서 뇌의 영역을 분리한 다음 초기 영상과의 마스크를 통해서 관심영역인 뇌의 부분을 추출하였다.

앞으로의 연구에서는 전체 슬라이스 중 눈과 그 주위의 근육들을 포함하는 슬라이스들에 대해서도 관심영역을 분리하는 것 뿐만 아니라 뇌의 부분 중 백질, 회백질, 뇌척수액을 분리 하는 연구가 계속 되어야 하겠다.

[참고문헌]

- [1] Y. C. sung, et al, "Tissue Segmentation and Volumetry on Brain MR Image of Coronal Section having the Partial Volume Artifact", Proceedings of Signal Processing and Communication Systems, Vol.1, pp.369-374
- [2] Y. C. sung, et al, "Partial Volume Effects on Segmentation of White Matter from Brain," Proceedings of the 4th Asia-Pacific Conference on Medical and Biological Engineering, pp. 210-212, 1999.
- [3] C. Li, D. B. Godtgoft and L.O. Hall, "Knowledge Based Classification and Tissue Labeling of MR Images of Human Brain, "IEEE Transaction Medical Image, Vol.12, 740-750, 1993
- [4] M. S. Atkins et al, "Gully Automatic Segmentation of the Brain in MRI, "IEEE Transaction on Medical Image," Vol.17, No1, pp.98-107, 1998
- [5] M. J. Calotto, "Histogram Analysis Using a Scale-Space Approach "IEEE Trans on PAMI, pp. 129, Jan 1987.
- [6] 최경주, 변혜란, 이일병, "효과적인 이진화를 위한 영상개선기법의 정의 및 구현" 정보과학회 논문지, 제26권, 제2호, pp. 284-295
- [7] Scott. E. Umbaugh, Ph.D. "Computer Vision and Image Processing : A Practical approach using CVIP tools" Prentice Hall PTR, pp. 131-138 ,1998.