

뇌 MR 영상중 T2에서 T1의 차영상을 이용한 영역분할 기법

박형기*, 김영봉*

*부경대학교 전산정보학과
e-mail:hkpark@damc.or.kr

Segmentation of Brain MR Image using Difference of T2 Image and T1 Image

Hyung-Ki, Park*, Young-Bong, Kim**

*Dept of Department of Computer and Information, Pukyong National University.

**Dept of Computer Engineering, Pukyong National University

요 약

영상의 구성물질에 따른 정확한 분할은 질병의 유무를 판단하는데 매우 중요하다. 그러나 영상에서 구성물질들을 정확하게 분할하기란 쉬운 문제가 아니다. 그리고 많은 연구들이 뇌의 실질적인 량을 고려하지 못한 상태에서 분할이 이루어지고 있다. 따라서 뇌의 실질적인 량과 비교할 때 가장 근접한 방법의 개발이 필요하다고 볼 수 있다. 본 논문은 fat을 소거한 T2영상과 T1영상을 이용하여 조직에 따르는 명암 분포가 각각 다르게 분포되어 있는 것을 이용하여 평활화한 후 두 영상의 차로 백질, 회백질, 뇌척수액을 분리하는 방법을 제안한다. 이 방법을 이용하여 정상인의 뇌 MR 영상 이용하여(19Slice) 백질, 회백질, 뇌척수액을 분리하는 방법을 제시 하였다.

1. 서론

의료영상을 통한 진단기술의 보편화와 함께 의료영상의 획득 및 분석처리 기술이 급속한 발전을 거듭하고 있다. 의료영상을 얻는 장비들은 MRI, CT, PET, SPECT, 초음파 등의 다양한 영상 기술들이 있으며 영상 기술은 사람의 내부를 절단 없이 볼 수 있는 획기적인 기술들이다. 이들에게서 얻어진 영상들은 환자의 질병치료에 많은 정보를 가지고 있다.

이중 뇌에 관한 MR영상은 여러 가지 뇌 질환의 질병 진단을 위해 보편적으로 사용되고 있는 영상이나, 판독하는 사람에 따라 다소 차이를 보이는 것이 현실이다. 하지만 이 판독을 위한 의료영상 처리 기술 또한 많이 발전되고 있다. 서로 다른 영상장치에서 얻은 두 영상을 정합 시키는 연구, 3차원 영상을 재구성하기 연구, 매핑에 관한 연구, 관심영역을 분할을 하기 위한 연구 등이 이루어지고 있다. 이중에서도 퍼지이론을 이용한 방식, 통계적 방식, 신경망 방식등[1,2,3] 분할에 관한 연구가 많이 이루어지고

있다. 이는 관심영역을 분할한 후 관심 영역이 정상 영역인가 비정상영역인가를 비교하는데 있어 기초 자료로 이용할 수 있기 때문이다.

이들 연구중 MR영상을 이용한 뇌 연구가 많이 이루어지고 있다. 뇌의 구성은 크게 백질과 회백질 그리고 뇌척수액으로 구분될 수 있고, 이들 구성비는 사람에 따라 다소 차이는 있으나 비정상의 뇌 영상에서는 큰 차이를 보이는 것이 보통이다. 따라서 이들을 정확하게 분할할 수 있고 이들의 구성비를 알 수 있다면 비정상의 뇌를 쉽게 찾을 수 있을 것이다. 따라서 뇌 구성물질의 분포도를 이용하는 연구도 많이 이루어지고 있다.[4,5] 뇌 MR 영상의 영역 분할의 효율성을 높이기 위해 사전연구로 히스토그램을 이용한 분할 방법과, 원 영상에서 반전영상을 이용한 분리 방법[6] 등이 이루어지고 있다. 그러나 표1에서 주어진 봐와 같이 실질적인 량을 고려하지 못하고 분할하는 경우 비정상적인 상태를 찾는다고 해도 많은 오차를 범할 수 있을 것이다. 따라서 실

절적인 광[7]을 고려한 방법으로 뇌 분할이 필요하다고 볼 수 있다.

구분	남자(%)		여자(%)	
	Mean	SD	Mean	SD
CSF	1.47	0.67	1.27	0.53
회백질	51.03	5.53	51.22	5.45
백질	47.48	4.81	47.50	4.71

표1 정상인의 뇌 구성물질에 따른 부피비

본 논문은 분할방법으로 T1강조영상과, T2강조영상의 조직에 따라 그레이분포가 다르게 나타나는 것을 이용하여 두 영상의 차를 이용하여 백질, 회백질, 뇌척수액을 분할하는 방법과 원영상을 평활화(Equalization)한 후 차영상을 이용하여 분할하는 방법을 제안하고자 한다.

2. MR영상의 특징

MR영상은 자장과 비전리방사선인 라디오파를 이용하여 체내의 원자핵에 핵자기공명현상을 일으켜 원자핵의 밀도 및 물리화학적 특성을 영상화하는 것으로서, MR영상은 수소원자핵의 밀도, T1이완시간, T2이완시간 및 혈류등의 요소가 영상의 음영도를 결정하는 다양한 parameter를 가지고 종이완과 횡이완을 적절히 조절함으로써 조직에 따른 특성을 잘 나타낼 수 있다.[8] 이들을 이용하여 MR영상은 3종류의 영상을 얻을 수 있다. T1강조영상, T2강조영상, 수소밀도영상이다. 본 연구에서는 여러 가지 MR영상중 뇌의 T1강조영상과 Fat을 소거한 T2강조영상을 사용하였다. 그림1에서 보는 바와 같이 MR 영상중 뇌 T1강조영상은 신호가 강한 것부터 백질(WM), 회백질(GM), 뇌척수액(CSF) 순이고, T2는 뇌척수액, 회백질, 백질 순이다.[9]



그림1 표준 T1,T2영상의 그레이분포도

3. 백질과 회백질 추출을 위한 제안 및 절차

사람에 따라 시리즈별(T1강조영상, T2강조영상, 수소밀도영상)로 각각 19장에서 23장의 MR 영상을 얻는 것이 보통이다. 한 슬라이스의 matrix는 256×256크기이고 각 픽셀은 8bit로서 0에서 255 범위 그레이 값을 갖는다. 그림2는 뇌 영역을 분할하기 위한 과정으로 뇌영역을 제외한 부분과 배경을 제거한 후 평활화한 T2영상에서 T1영상의 차영상을 이용하여 백질, 회백질, 뇌척수액을 분할할 수 있었다.

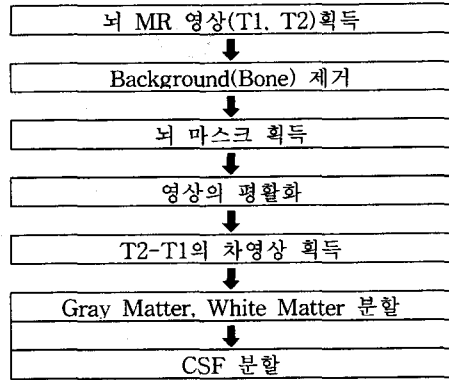


그림2 뇌 영역분할 과정

3.1. 뇌 영역 추출과정

본 논문에서 사용한 T2영상은 지방과 물의 수소 성분에 대한 공명주파수의 차를 이용하여 Fat에 관한 신호를 제거한 후 얻은 영상으로 Fat과 머리뼈부분을 제거한 상태(낮은 그레이 값)의 T2강조영상을 얻은 후 뇌 영역만을 추출하기 위해 낮은 그레이 값(그레이 값 80이하)을 제거하면 배경과 뼈 구조가 소거되고 그림 3-c와 같이 뇌 영역만 남는다. 두개골을 제거하기 위해서 따로 처리할 필요는 없었다. 다만 뇌 영역이외의 영역(눈, 비강)이 남게 되는데 이 영역은 사전정보로 머리영역의 상위 1/2에 포함된 것들을 최소사각형을 지정하여 8방향 chain-code를 이용하여 짧은 Run-Length을 갖는 것들을 제거한 후 뇌 영역 마스크로 전환하기 위해서 이진영상으로 변환시킨다.

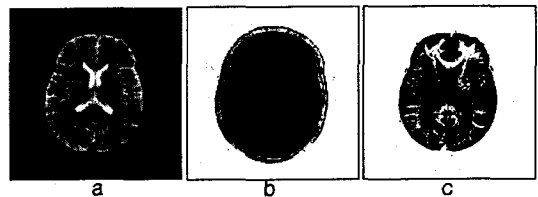


그림 3 a : T2의 원영상, b : 문턱값을 30으로 주었을 경우, c : 문턱값을 80으로 주었을 경우

3.2. 이진영상 및 뇌 마스크

전처리 과정에서 문턱값 이상의 값을 검은색으로 하고 낮은 값은 흰색으로 하면 뇌 영상만 얻을 수 있다. 다만 잡음과 뇌에서 채워지지 않은 일부가 존재한다. 이들은 메디안 필터로 잡음을 제거한다. 그림4은 메디안 필터를 사용하여 얻은 영상을 왼쪽, 오른쪽, 위, 아래 4방향에서 배경색(흰색)과 뇌 영역(검은색)의 색이 출현할 때까지 검은 색을 칠하여 얻어진 영상으로 a~e영상들을 합친 후 반전시키면 배경은 흰색이고 뇌 영역은 검은색인 뇌 마스크를 얻

을 수 있다.



그림4 a : 획득이진영상, b : 왼쪽, c : 오른쪽, d : 위, e : 아래, f : 획득마스크

3.3 T1, T2의 원 영상 평활화

뇌 MR 영상은 T1, T2, 수소밀도영상 각각 보통 19~23정도로 구성되어 있다. 이는 영상에 따라 다소 히스토그램분포는 다르게 나타날 수 있다. 그림 5에서 보는 바와 같이 백질과 회백질의 대부분이 거의 같은 곳에 밀집되어 나타난다. 따라서 히스토그램에서 10이하인 것은 잡음으로 하고 그 이상에 대하여 최소 값과 최대 값을 구한 후 히스토그램 평활화 시켰다. 그림6은 T1, T2의 원영상(a,c)을 평활화한 영상(b,c)이다.

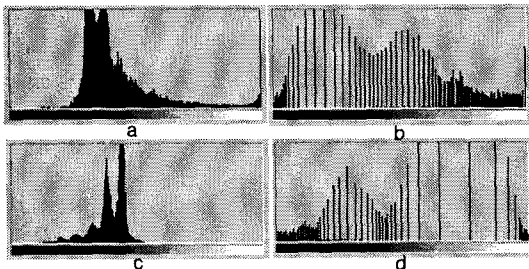


그림5 a : T2원영상 히스토그램 c : T2평활화영상
b : T1원영상 히스토그램 d : T1평활화영상

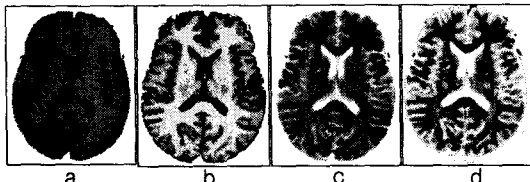


그림6 a : T1 원영상 b : T1 평활화 영상
c : T2 원영상 d : T2 평활화 영상

3.4 회백질과 백질 추출

T1강조영상은 백질, 회백질, 뇌척수액 순으로 강한 신호를 내므로 영상에서는 높은 그레이 값을 갖는다. 반면 T2강조영상에서는 뇌척수액, 회백질, 백질 순으로 높은 그레이 값을 갖는다. 이는 두 영상의 같은 위치에 같은 조직이 있다고 본다면 두 영상의 그레이 값은 물질에 따라 차이를 보일 것이다. 그림 1에서 T1 강조영상과 T2 강조영상에서의 백질과 회백질에 대한 밝기 분포에 따라 T2 강조영상에서 T1 강조영상을 빼면 회백질, 뇌척수액은 양의 값을 갖는 반면 백질은 음의 값을 갖는다. 이 성질을

이용하여 문턱값을 0에 가까운 Local Minimum을 기준으로 분기점 이하의 명암값을 가지는 경우의 영역을 백질 영역에 분할시키고 이상의 명암값을 갖는 것은 회백질과 뇌척수액 영역으로 분할시켰다.

3.5 CSF 영역추출 및 방법

CSF(뇌척수액)는 뇌막과 뇌 사이 및 뇌 속에 존재하는데 본 논문에서는 뇌막과 뇌 사이에 존재하는 CSF를 회백질과 구분이 쉽지 않으므로 회백질 영역에 포함시켰으면, 단 뇌실에 존재하는 CSF만 CSF영역으로 나누었다. 뇌 영역에서 가로세로 1/2의 위치에 존재하는 사전 정보와 19장의 영상중 6번째 Slice와 11번째 Slice 사이의 뇌실에 존재하는 사전정보를 이용하여 그 영역에 CSF(회백질)분포가 최소영역의 전체 픽셀 값에서 0.1%(사전정보값)이상이 존재할 경우 뇌실이 존재하는 이미지로 판단하여 CSF값으로 하고 그 이하인 경우는 회백질 값으로 하여 최소영역에 뇌실이 존재할 경우 뇌실영역을 8방향 Chain-Code로 검색한 후 뇌실영역의 값을 CSF로 처리하였다.

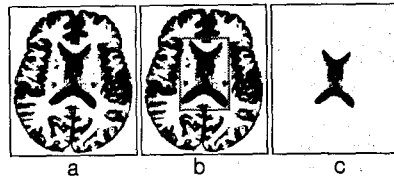


그림7 CSF 추출과정

4. 실험결과 및 분석

실험은 정상인의 뇌 MR 영상 대하여 시행하였다. 뇌 MR 영상 안에는 T1강조영상 19 Slice와 Fat를 소기한 T2강조영상 19 Slice로 Case당 총 38개의 Slice로 구성되어 있다. 반전영상을 이용한 백질, 회백질, CSF를 분리하는 방법과 제안방법 1의 평활화 없이 바로 T2에서 T1영상의 차영상을 이용하여 얻은 백질, 회백질, CSF의 추출 방법과 제안 방법 2인 T2, T1강조영상을 평활화한 후 T2 강조영상에서 T1강조영상의 차영상을 이용하여 같은 영상에서 얻은 백질, 회백질, CSF의 출현률을 비교하였다.

구분	CSF	회백질	백질	
반전 차영상	1.23 %	25.06 %	73.70 %	
제안기법	T2-T1	1.23 %	48.09 %	50.67 %
	평활화	2.81 %	54.35 %	42.82 %

표2. 뇌 분할방법에 따른 구성물질의 출현률

세 기법 모두 조금 차이는 있으나 큰 차이는 보이지 않았다. 다만 반전 차영상에 의한 백질과 회백질 분석이 많은 차이를 보였다. 그림3에서 보는 바

와 같이 원 영상의 히스토그램 분포는 중앙에 가까이 위치하게 되는데 이를 반전하여 얻는 결과 값은 중간에 위치하는 회백질 부분이 일부는 백질에 놓이게 되고 일부는 뇌척수액에 놓이게 되므로 데이터 손실을 초래할 수 있으므로 다소 손실에 의한 결과로 판정된다. 그리고 평활화하지 않은 상태에서 T1, T2강조영상의 차영상은 반전에 의한 영상보다는 높게 분포되어 나타났다. 이 또한 분포를 고려하지 않은 상태에서 두 영상의 차영상을 구할 경우 두 차가 크지 않게 나타나게 되는 경우다. 이를 평활화하므로 두 분포를 극과 극으로 이동시켜 분포시켰을 경우 두 분포의 차는 커지므로 음과 양을 구분하는데 있어 더 좋은 값을 얻을 수 있었고, 표1에서 보는 바와 같이 실질적인 뇌 구성물질의 분포값과 비교해볼 때 같은 분포를 가지고 있는 것을 볼 수 있었다. 이는 본 제안방법2가 뇌의 실질적인 구성물질을 분할할 때 좋은 결과값을 얻었음을 볼 수 있다.

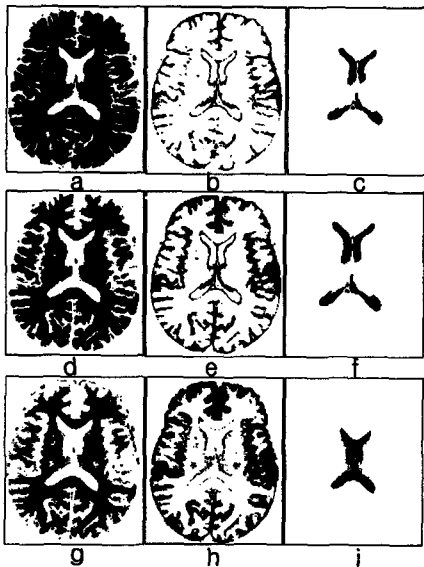


그림7. a~c는 반전영상에서 백질, 회백질,CSF
d~f는 T2,T1의 차영상에서 백질, 회백질,CSF
g~i는 평활화후 차영상에서 백질, 회백질,CSF
실험한 3가지 방법의 결과값을 표1의 값과 비교

5. 결론 및 향후 연구과제

뇌 MR 영상에서 회백질과 백질을 확실하게 분할하기란 쉽지 않다. 따라서 본 논문에서는 백질과 회백질을 분할하는 데 있어 좀더 효율적으로 하기 위한 방법으로 평활화한 T1, T2 강조영상을 이용하여 백질과 회백질을 분할하는 방법에 대하여 제안하였다. T1, T2 강조영상은 구성물질에 따라 서로 대조되는 분포를 가지고 있다. 이를 이용하여 T2영상

에서 T1영상의 차영상을 빼면 백질의 경우는 음의 값을 갖는 반면 회백질과 CSF는 양의 값을 갖는다. 하지만 히스토그램 분포(그림5-a,c)를 보면 두 영상 모두 중심에 가까이 분포되어 있어 두 영상의 차는 크지 않다. 이를 보정하는 방법으로 원영상을 평활화시키면 T2영상은 높은 값(255)으로 이동하면서 분포되는 반면 T1영상은 낮은 값(0)으로 이동하면서 분포된다. 평활화한 영상에서 차영상을 구할 경우 원영상인 T2에서 T1영상의 차 값을 얻는 것보다 큰 차 값을 얻을 수 있어 백질과 회백질의 경계의 선택 폭을 넓일 수 있어, 뇌의 실질적인 결과값(표1)과 가장 가까운 값을 얻을 수 있었다.

향후 연구과제로는 분할된 백질과, 회백질, 뇌척수액의 비를 바탕으로 정상군과 비정상군의 확실적인 분포를 고려하므로써 비정상군의 병변의 유무를 판단할 수 있는 방법에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] J. C. Bezdek, L. O. Hall, and L. P. Clarke, "Review of MR Image segmentation techniques using pattern recognition," *Med. Phys.*, vol. 20, no. 4, pp. 1033-1048, 1995.
- [2] L. P. Clark, R. P. veltuizen, M. A. Camacho, J. J. Heine, M. Vaidyanathan, L. O. Hall R. W. Thatcher, and M. L. Silbiger, "MRI segmentation: Methods and applications," *Magn. Reson. Image.*, vol. 13, no. 3, pp. 343-368, 1995
- [3] M. Morrison and Y. Attikiouzel. "An introduction to the segmentation of magnetic resonance medical image," *Australian Comput. J.*, vol. 26, no. 3, pp. 90-98, 1994
- [4] M. C. Clark, L. O. Hall, liChunlin, d. B. Goldgof, "Knowledge based (re-)clustering" *Computer Vision & Image Processing, Proceedings of the 12th IAPR*, Vol. 2, pp.245-250, 1994
- [5] C. Li, D. B. Goldgof, L. O. Hall, "Knowledge-based of Human Brain", *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 12, No. 4, pp. 740-750, 1995
- [6] 조경은 외5인, "반전 이미지와의 차이에 의한 뇌 MR 영상의 영역 분할 기법", *한국멀티미디어학회 춘계학술 발표논문집*, 제4권 제1호, 2001
- [7] Brian Knutson, Reza Momenan, Robert R. Rawlings, Grace W. Fong, Daniel Hommer, "Negative Association of neuroticism with Brain Volume Ratio in Healthy Humans", *Society of Biological Psychiatry*, vol. 50 pp.685-690, 2001
- [8] 대한방사선사협회편 "자기공명기술학" 고문사, 1996
- [9] Charles P. barrett, Steven J. Poliakoff, Lawrence E. Holder "Primer of Sectional Anatomy with MRI and CT Correlation" *Book News* 1990