

뇌 MR영상에서 비정상 영역내의 종양 검출

송미영, 조경은, 조형제
동국대학교 컴퓨터멀티미디어공학과

Detection of Tumor in Abnormal Region of Brain MR Images

Miyoung Song, Kyungeun Cho, Hyungje Cho
Dept. of Computer Multimedia Engineering, Dongguk University
E-mail : {smy, cke, chohj}@dongguk.edu

요 약

본 연구는 의료영상 중에 가장 많이 사용하는 의료 영상인 MR영상 중에서 머리 부위의 질병인 뇌종양에 대한 진단을 돕기 위한 연구이다. 뇌 MR영상의 T2강조 영상을 살펴보면, 종양 영역은 명암이 밝게 나타나고 종양 영역의 주변은 어둡게 나타나는 특성을 볼 수 있다. 따라서 제안된 방법은 뇌종양 특성인 명암의 밝기 정보를 기반으로 비정상 영역 내에서 명암 정보가 유사한 영역끼리 그룹화하고 그 중에 가장 밝은 영역을 종양 후보 영역으로 추출한 후 각 후보 영역들 중에서 MBR이 가장 큰 것을 종양으로 검출한다.

1. 서론

현대 의학에서는 질병을 진단하고 치료하기 위해서 CT(computerized tomography)나 MR(magnetic resonance) 또는 초음파 영상을 많이 이용한다. 이러한 의료 영상들은 신체 내부를 직접 열어보지 않고도 인체의 단면을 보여준다는 큰 장점을 지닌다. 이와 함께 디지털 시스템의 발달로 의료 영상에 대하여 새로운 영상 촬영, 처리 및 분석 방법등에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있고 이에 대한 개선 및 보완의 필요성이 증대되고 있다[7]. 특히 MR영상은 인간의 뇌와 몸체를 비 침습적으로 조사하는데 폭넓게 이용되고 있으며 MR영상에서 뇌 영역의 분할은 관심영역의 가시화와 불륨을 해석하는데 중요한 과정 중의 하나이다. 뇌 MR 영상에서도 관심있는 영역들을 추출하는 방법으로는 템플릿 매칭 방식, 경계 기반 분할 방식, 영역 확장에 기반한 방식, 임계치 기반 분할 방식, Snake 기반 방식, 워터셰드(watershed) 방식 등

여러 방법들이 계속 연구되고 있다. 또한 종양이나 비정상적인 영역을 검출하는 연구로는 신경망을 사용하거나, 퍼지 클러스터링 방법, 지식 기반 분류 방법 또는 정상인 맵과의 비교를 통한 검출 방법들이 있다.

그 외에도 회백질이나 뇌척수액과 같은 부위는 뇌영역 내부에서 대칭성을 가지게 되는 특징을 이용하여 뇌의 중심을 따라 좌, 우의 영상을 겹쳐 보면 좌측과 우측에 나타난 이러한 부위가 부분적으로 대칭되는 특성을 이용하여 뇌영역으로부터 질병 부위를 판별한 연구도 있다. 또는 모델 기반 방법으로 정상인의 뇌를 구성하여 전체적인 뇌의 모델을 구축하여 뇌의 입력 영상에 대해 우선적으로 분할하고 이를 구축된 정상인의 뇌의 구조와 비교하여 일치되지 않는 분할 영상은 질병 부위라고 예측하는 등의 연구도 이루어지고 있다[1, 2, 3, 4, 5].

본 연구에서는 뇌의 병변 중에서 정확한 암 진단을 하고자 뇌 MR영상에서 T2 강조 영상을 이용한 뇌의 비정상 영역내에서 종양을 추출하는 방법을 제안한다. 뇌의 종양과 부종을 포함한 비정상 영역으로 분할하는 방법은 종양이 발생한 영역은 다른 주변보다 명암이 밝게 나타나고 종양을 제외한 주변은 어둡

본 연구는 1999년도 한국과학재단 특정기초연구(과제 번호: 1999-1-303-002-3) 내용의 일부임

게 나타난다는 뇌 MR영상의 T2강조 영상 특성을 기반으로 한다. 따라서 MR영상에서 뇌종양의 특성을 이용하여 좀 더 정확한 진단에 도움이 될 수 있도록 비정상 후보 영역에서 종양만을 검출한다.

본 논문의 구성은 정상인의 회백질 분포를 이용하여 비정상 후보 영역을 추출하는 방법에 대해 2장에서 살펴보고, 3장에서는 뇌 MR영상의 특징에 기반하여 명암 밝기 정보를 이용한 종양을 검출하는 방법에 대해서 기술한다. 그리고 4장에서는 제안된 방법으로 여러 영상에 대해 테스트한 결과를 제시하며 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 뇌 MR 영상의 비정상 후보영역 추출

뇌 MR영상에서 비정상 후보 영역을 추출하는 방법은 논문[7]에서 제시한 방법을 따른다. [7]에서 제안한 방법은 크게 2개의 과정으로 이루어진다. 비정상적인 영역을 추출하기 위해 앞서 정상인의 뇌 영상에 대해서 회백질 영역의 평균 두께 정보를 추정하는 단계와 실질적으로 비정상적인 영역을 추출하는 단계로서 전단계에서 측정된 정상인에 대한 회백질 영역의 평균 두께 정보를 이용하여 비정상 영역을 추출한다.

2.1 정상인에 대한 회백질 영역의 평균 두께 측정

정상인에 대한 영상 시리즈가 입력되면 명암대비 향상을 위한 콘트라스트를 증가시킨다. 이 결과로 얻어진 영상에 대해서 반전 영상과 원 영상과의 차이 영상을 구한 후 백질 영역과 회백질·뇌척수액·비정상 영역으로 분리한다. 여기서 비정상 영역은 회백질 영역과 같은 그룹으로 분리되는 특성을 지니고 있으므로 백질 영역과 뇌척수액 영역을 제외한 회백질 영역의 평균 두께를 측정한다. 이 과정을 모든 정상인의 영상 시리즈에 대해서 반복하여 최종적으로 정상인에 대한 회백질 영역에 대한 평균 두께를 측정한다.

2.2 비정상 영역의 추출

임의의 영상이 입력되면 정상인의 영역 분할 처리 과정을 진행하여 측정된 정상인에 대한 회백질 영역의 평균 두께 측정치를 이용하여 그 측정치 이상인 최소사각형을 남기면 비정상 영역들이 추출된다. 뇌척수액 영역은 비정상적인 영역의 후보를 추출한 후에 제거 함으로서 비정상 영역만을 추출한다.

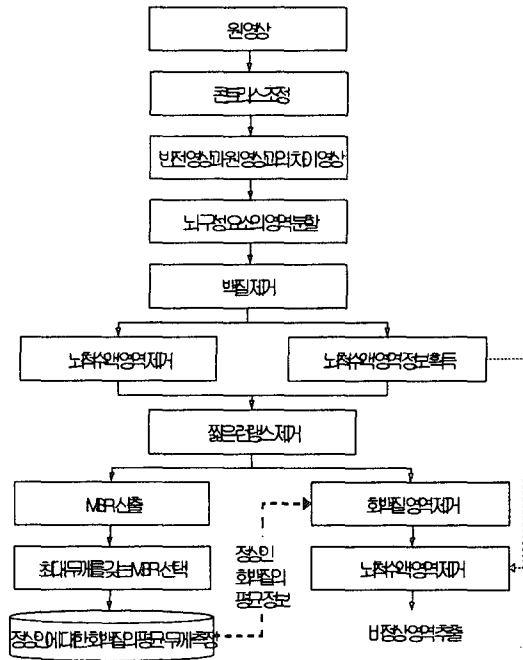


그림 1 비정상 영역 추출 처리 과정

3. 종양과 비정상(부종) 영역 분할

뇌의 비정상 영역에서 종양 영역과 부종 영역들을 구별하는 목적은 의사가 뇌의 암 진단을 추정할 때 종양인지 부종인지를 구별하여 종양에 대해서만 조직 검사를 하게 되고 수술시 종양만을 제거하게 되므로 뇌의 비정상 영역내에서 종양과 부종인지를 분리하여 추출한다면 의사의 진단에 도움이 될 것이다.

3.1 종양 후보 영역 추출

뇌의 MR영상을 살펴보면 비정상 영역내에서 종양이라고 판별되는 영역은 주변의 색상 명암보다 좀 더 밝게 나타난다. 따라서 뇌 MR영상에서 비정상 후보 영역에서 명암 밝기 정보를 이용하여 정확한 종양 영역을 검출한다. 비정상 후보 영역에서 종양을 검출하는 과정은 다음과 같다[그림2].

뇌 MR영상의 종양이 발생한 영역은 다른 주변보다 명암이 밝게 나타나고 종양을 제외한 주변은 어둡게 나타난다는 특성을 가진다. 그러나 육안으로 볼 때 주변의 명암과 거의 유사한 경우는 종양만을 식별하기란 쉬운 일이 아니다. 그래서 비정상 영역으로 검출된 영상에서 뇌 MR영상의 특성을 기반으로 밝고 어

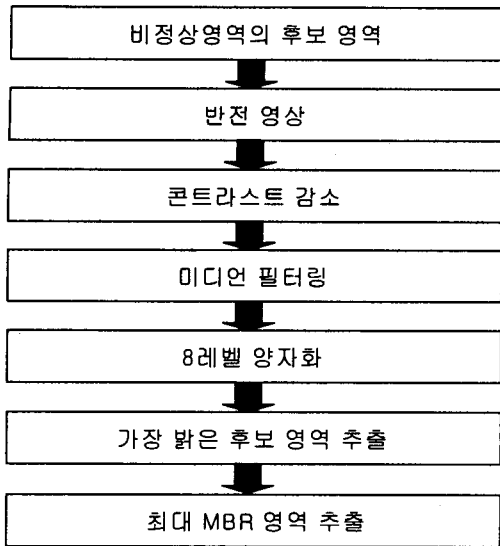


그림 2 종양 영역 추출 처리 과정

두운 부분을 좀 더 확연히 드러나게 하기 위해 영상을 반전하여 콘트라스트를 감소시킴으로서 어두운 영역의 명암도를 낮추어 밝은 영역내에 있는 화소들과의 명암차를 높인다.

그러나 명암도가 조정된 영상내의 화소들은 명암 분포가 균일하지 않아 잡음 화소들이 분포하게 된다.

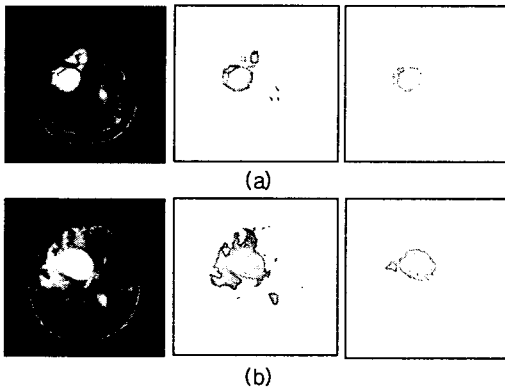


그림 3 가장 밝은 영역 추출

이러한 잡음 화소들은 영상에서 부정확한 정보를 추출하는데 영향을 줄 수 있기 때문에 명암 분포를 균일하게 하고 잡음 화소들을 제거하기 위해 미디언 필터링을 적용한다. 여기서 종양 영역을 추출하고자 명암도가 유사한 영역끼리 그룹핑하기 위해 8레벨로 양자화하여 가장 밝은 영역만을 종양 후보 영역으로 검출한다[그림3]. 그림3은 비정상 영역에서 가장 밝은

영역만을 추출한 결과로 첫 번째 열은 원 영상, 두 번째 열은 비정상 영역으로 추출된 결과이고 세 번째 열은 가장 밝은 영역으로 추출된 결과를 보여주고 있다.

3.2 종양과 부종 영역 분할

그림 3의 결과를 살펴보면 (a)는 가장 밝은 영역으로 추출된 결과가 한 개의 영역으로 추출되었고 (b)는 두 개의 영역으로 추출되었다. 가장 밝은 영역을 추출하는 경우 그림3(b)와 같이 검출하고자 하는 종양이외의 주변의 밝은 영역들도 종양의 일부분으로 불필요하게 추출됨을 알 수 있다. 그래서 종양 후보 영역으로 추출된 작은 영역은 잡음으로 간주하여 부종 영역에 포함시킨다. 따라서 가장 밝은 영역으로 추출된 종양 후보 영역들에서 후보 영역들의 MBR를 산출하여 MBR이 가장 큰 경우를 종양이라고 검출하고 나머지 비정상영역들을 부종을 포함한 비정상영역으로 분할한다. 그림 4는 최종 종양이 추출된 결과로서 최종 종양으로 추출된 영역을 제외한 나머지 영역을 부종으로 비정상 영역에 포함하여 정의한다.

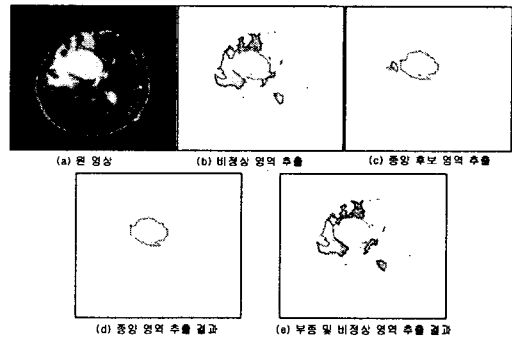


그림 4 종양 추출 결과

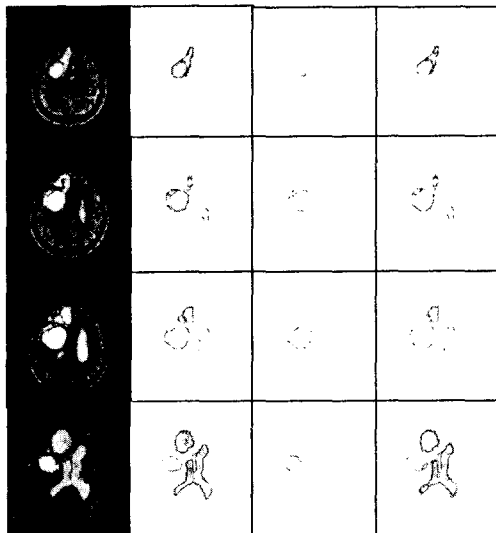
3. 실험 및 분석

본 논문에서 제안한 MR 영상에서 T2강조 영상의 뇌 종양 특성을 기반으로 비정상적인 영역내에 종양 영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 즉, 원 영상을 가지고 기존의 비정상 영역으로 추출한 결과를 가지고 종양만을 검출하여 종양 영역과 부종을 포함한 비정상 영역으로 분리하였다.

개발환경은 IBM 호환 PentiumIII 시스템을 사용하고 운영체제는 Windows 2000, 개발 언어는 Micorsoft Visual C++ 6.0을 사용하여 구현하였다.

그림5에서는 종양의 영역과 부종의 영역을 추출한 실험 결과를 보여주고 있다. 그림5(a)는 실험 원 영상, 그림5(b)는 비정상 영역으로 추출된 결과, 그림5(c)는 종양으로 추출된 결과이고 그림(d)는 비정상 영역에서 종양을 제외한 부종의 영역결과이다.

따라서 MR영상에서 뇌종양의 종양 영역은 다른 주변 영역보다 명암이 밝게 나타나고 주변은 어둡게 나타난다는 특성을 기반으로 적용함으로써 정확한 종양을 추출할 수 있음을 알 수 있다.



(a) (b) (c) (d)

그림 5 실험 결과

4. 결론 및 향후과제

본 연구는 의료영상 중에 가장 많이 사용하는 의료영상인 MR 영상의 T2강조 영상중에서 머리 부위의 질병인 뇌 종양에 대한 진단을 돕기 위한 영상처리 기구현에 관한 연구이다. 뇌 MR영상에서 T2강조 영상의 특징인 종양 영역에서는 명암이 밝게 나타나고 종양 영역의 주변은 어둡게 나타난다는 것을 이용하였다. 이러한 뇌종양 특성인 명암의 밝기 정보를 기반으로 우선, [7]에서 제안한 방법으로 비정상 영역을 추출하고 비정상 영역 내에서 명암 정보가 유사한 영역끼리 그룹화하고 그 중에 가장 밝은 영역을 종양 후보 영역으로 추출한 후, 각 후보 영역들 중에서 MBR이 가장 큰 것을 종양으로 검출하였다.

따라서 뇌 종양에서 종양을 검출함으로써 의사의 진단에 많은 도움이 될 것으로 본다.

[참고문헌]

- [1] 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
- [2] S. K. Kyriacus, C. Davatzikos, S. J. Zinreich, and R. N. Bryan, "Nonlinear Elastic Registration of Brain Images with Tumor Pathology Using a Biomechanical Model", IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 18, No. 7, pp. 580-592, 1999
- [3] R. P. Velthuizen, "Validity Guided Clustering For Brain Tumor Segmentation", IEEE-EMBC and CMBEC Theme 2: Imaging, pp. 413-414, 1995
- [4] M. C. Clark, L. O. Hall, D. B. Goldgof, R. Velthuizen, F. R. Murtagh, M. S. Silbiger, "Automatic Tumor Segmentation Using Knowledge-Based Techniques", IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 17, No. 2, pp. 187-201, 1998
- [5] C. Li, D. B. Goldgof, L. O. Hall, "Knowledge Based Classification and Tissue Labeling of MR Images of Human Brain", IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 12, No. 4, pp. 740-750, 1999
- [6] 백철화, "의료영상을 이용한 뇌기능 분석 기술", 한국정보과학회지 제 16권, 제 12호, 1998.12, pp. 32-35
- [7] 조경은 외 1인, "회백질 두께 평균치를 이용한 뇌 MR영상의 비정상 영역 추출", 추계 한국 정보과학회, 2001
- [8] 송미영 외 6인, "지식기반 진단 자동화를 위한 의료영상 정보관리 시스템 개발", 춘계 한국멀티미디어 학회, 2001