

회백질 두께 평균치를 이용한 뇌 MR영상의 비정상 영역 추출

조경은⁰, 채정숙, 조형제
동국대학교 컴퓨터공학과

(cke, jschae, chohj}@dongguk.edu

Abnormal Region Extraction of Brain MR Images Using Mean of White-gray Matter Thickness

Kyungeun Cho⁰, Jungsuk Chae, Hyungje Cho
Dept. of Computer Engineering, Dongguk University

요 약

의료 영상 처리 기술은 질병의 진단 및 치료를 위한 계획이나 방법을 결정하는 데 있어 매우 중요한 역할을 하고 있으며 의료 영상 시스템과 같은 활용 분야에서는 질병이 있는 환자의 자동 진단을 위한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 여기서는 뇌 MR영상에서의 질병을 자동 진단할 수 있는 방법에 관한 연구를 한다. 뇌 MR 영상에서의 질병 진단을 위한 단계로서 필수적으로 이루어져야 하는 단계가 비정상 영역의 추출 단계이다. 이 논문에서는 뇌의 질병 진단에 사용할 수 있는 자료를 제공하기 위한 전처리 단계로서 질병이 있는 환자의 뇌영상에서 비정상적인 영역 추출 방법을 제안한다. 일반적으로 비정상적인 영역의 명암값 분포는 회백질 영역의 분포와 유사하나 두께 차이로써 구분이 가능하다. 여기서는 이 정보를 활용하여 정상인의 뇌영상에 대해서 회백질의 평균 두께 분포를 구하여 테스트로 입력되어지는 영상에서 회백질의 평균 두께 이상의 영역만을 남김으로써 질병이 있는 환자의 뇌 영상에서 비정상적인 영역을 추출할 수 있음을 보인다. 또한 추출되어진 비정상 영역에 대해서 진단에 필요한 인자를 자동으로 측정하였고 뇌경색, 뇌종양 환자를 포함한 63 명의 뇌 MR 영상 시리즈에 대해서 실험하여 비교적 정확한 추출결과를 유도할 수 있었음을 확인하였다.

1. 서론

의료 영상을 통한 진단 기술의 보편화와 함께 의료 영상의 획득과 분석 및 처리 기술도 많은 발전을 거듭하고 있다. 오늘날에는 뇌뿐만 아니라 인체의 다른 부분의 영상도 많이 연구되고 있는 추세이다. 이러한 의료영상을 이용한 연구들 가운데서 다음과 같은 다양한 연구 분야들이 있다. 뇌 영역의 분할에 대한 연구, 뇌종양 검출에 대한 연구, 심장의 움직임 측정에 대한 연구, 가슴 영상에 대한 연구, 복부 장기 영역 분할에 대한 연구, MRI의 정합에 대한 연구 그리고 3 차원 재구성에 대한 연구가 있으며 이 외에도 의료영상을 이용할 수 많은 연구들이 있다. 이러한 의료 영상 처리 기술은 신체의 내부에 대한 이해뿐만 아니라 질병의 진단 및 조기 발견을 함으로써 치료를 위한 계획이나 방법 등의 결정에 있어 매우 중요한 역할을 한다. 따라서 이러한 과정에 의사의 진단에 도움을 줄 수 있는 다양한 부가 정보의 필요성이 증대되고 있다. 이러한 부가 정보들은 의사들이 육안으로 알 수 있는 정보 이외에 영상 판독의 정확성을 제공해 다양한 정보의 제공 및 분석을 통해 질병을 진단하는 데 도움을 준다. 이러한 질병의 자동 진단을 위한 전처리 단계로서 필수적으로 이루어져야 하는 단계가 비정상적인 영역을 추출하는 단계이다. 여기서 추출된 비정상적인 영역은 차후에 종양이나 질병으로 판단되어지는 영역의 후보영역이 된다. 본 연구에서는 뇌의 질병 진단에

사용할 수 있는 자료를 제공하기 위한 뇌 영상에서의 비정상 영역 추출 방법을 제시한다.

종양이나 비정상적인 영역을 검출하는 기존 연구로는 신경망을 사용하거나, 퍼지 클러스터링 방법, 지식 기반 분류 방법 또는 정상인 맵과의 비교를 통한 검출 방법들이 있다. 그 외에도 비정상 영역을 추출하는 방법으로 다음과 같은 방법들이 있다. 회백질이나 뇌척수액과 같은 부위는 뇌 영역 내부에서 대칭성을 가지게 되는 특징을 이용하여 뇌의 중심을 따라 좌, 우의 영상을 포개어 보면 좌측과 우측에 나타난 이러한 부위가 부분적으로 겹쳐지는 특성을 이용하여 뇌 영역으로부터 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 연구도 이루어지고 있다 [1, 2, 3, 4, 5].

이 논문에서는 질병이 있는 환자의 뇌영상에서 비정상적인 영역을 추출하기 위하여 명암값 분포와 크기 정보를 이용한다. 일반적으로 질병이 있는 환자의 뇌영상에서 비정상적인 영역의 명암값 분포는 회백질 영역의 분포와 유사하나 두께 차이로 구분이 가능하다. 여기서는 이 정보를 활용하여 정상인의 뇌영상에 대해서 회백질의 평균 두께 분포를 구하고, 테스트로 입력되어지는 영상에서 회백질의 평균 두께 이상의 영역만을 남김으로써 질병이 있는 환자의 뇌 영상에서 비정상적인 영역을 추출할 수 있음을 보인다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 이 연구에서

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

제한한 비정상 영역 추출 방법을 소개하고, 3장에서는 여기서 제안한 방법으로 실제 의료영상 데이터에 대해서 실험한 결과를 보인다. 마지막 4장에서는 결론을 내리고 문제점과 추후 연구 방향을 논한다.

2. 비정상 영역의 추출 방법

이 논문에서 제시한 비정상 영역의 추출 방법은 크게 2개의 과정을 통해서 진행된다. 비정상적인 영역을 추출하기 위하여 정상인의 뇌영상에 대해서 회백질 영역의 평균 두께 정보를 활용하기 때문에 이 측정치를 추정하기 위한 단계가 필요하다. 두 번째 단계는 실질적으로 비정상적인 영역을 추출하는 단계로서 전단계에서 측정된 회백질 영역의 평균 두께 정보를 이용하여 비정상 영역을 추출하는 단계이다. 다음 각 절에서 실제 처리 과정을 설명하도록 한다.

2.1 정상인에 대한 회백질 영역의 평균 두께 측정

정상인의 뇌영상에 대해서 회백질의 평균 두께 분포를 구하기 위해서는 그림 1과 같은 단계가 필요하다. 정상인에 대한 영상 시리즈가 입력되면 명암대비 향상을 위한 콘트라스트를 수회 증가시킨다. 이 결과로 얻어진 영상에 대해서 본 연구팀에서 이전에 제시한 방법[6]에 따라 반전 영상과 원영상과의 차이 영상을 구한 후 결과적으로 백질 영역과 회백질·뇌척수액·비정상 영역으로 분리된 결과를 얻는다. 우리가 대상으로 삼는 비정상 영역은 회백질 영역과 같은 그룹으로 분리되는 특성을 지니고 있으므로 백질 영역을 제거하고, 회백질 영역의 평균 두께를 측정해야 하므로 뇌척수액 영역도 제외되어야 한다 [7]. 짧은 런랭스를 제거하는 이유는 정상인 영상에 대한 회백질 영역의 평균 두께를 구할 때 너무 작은 런들의 영향을 최소화하기 위해서이다. 추출된 회백질 영역에 대하여 MBR(최소 외각 사각형)을 구하여 이들의 평균 두께를 취한다. 이 과정을 모든 정상인의 영상 시리즈에 대해서 반복하여 최종적으로 정상인에 대한 회백질 영역에 대한 평균 두께를 측정한다.

2.2 비정상 영역의 추출

입력의 테스트 시리즈가 입력되면 그림 2와 같은 과정을 진행하여 전과정에서 구한 평균 두께 측정치를 이용하여 그 크기 이상인 최소사각형을 남기면 비정상 영역들이 추출된다. 뇌척수액 영역은 비정상적인 영역의 후보를 추출한 후에 제거되어야 한다. 그림 3은 뇌척수액 영역을 제거하기 전의 과정을 나타낸 결과이고, 그림 4는 뇌척수액 영역을 제거한 후 비정상 영역만을 남긴 결과 그림이다. 그림 3에서 차례로 원본-비정상 후보 영역-뇌척수액 영역이 포함된 비정상 영역의 추출결과를 나타내고, 그림 4는 원본-비정상 후보 영역-추출된 뇌척수액 영역-뇌척수액 영역을 거른 비정상 영역 추출 결과를 각각 나타낸다. 위의 과정을 통하여 비정상 영역이 추출된다. 그림 5는 한 환자의 영상 시리즈에 대해서 비정상영역을 추출한 결과를 보인다.

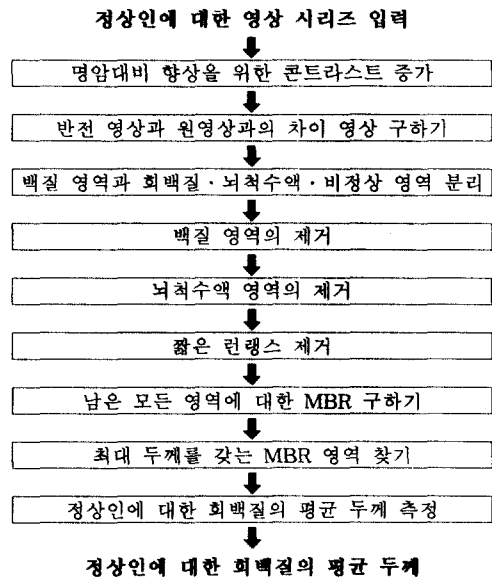


그림 1 정상인에 대한 회백질 평균 두께 측정 단계

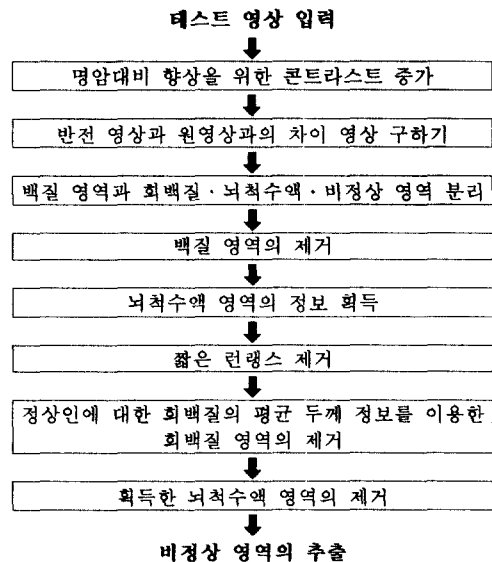


그림 2 비정상 영역 추출 과정

3. 실험 결과 및 분석

이 논문에서 제안한 비정상적인 영역을 추출하는 방법의 성능을 테스트하기 위하여 다음과 같은 실험이 이루어졌다. 10 명의 정상인 영상 시리즈에 대해서 회백질 영역의 평균 두께를 측정하였고, 63명의 환자 영상 시리즈에 대해서 테스트 과정이 이루어졌다. 이 실험에서 사용된 영상은 뇌 MR T2 강조 영상이다. 실험 데이터 종류로는 뇌경색, 뇌종양 환자 및 정상인을 포함한 다양한

슬라이드를 사용하였다. 실제로 실험한 영상수는 1260개로서 비정상 영역을 제대로 추출하지 못한 슬라이드가 171개로 86.4%의 영역 추출율을 지니고 있다.

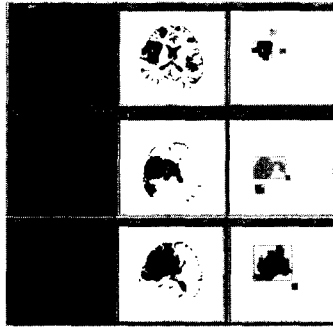


그림 3 뇌척수액 영역 제거 전의 비정상 영역 추출 결과

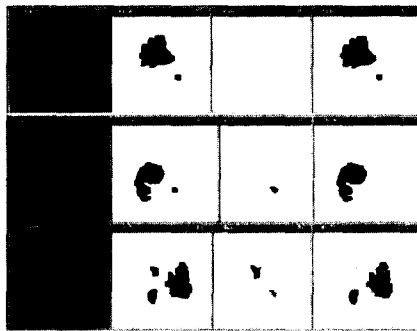


그림 4 뇌척수액 영역 추출 후의 비정상 영역의 추출 결과

4. 결론 및 향후 연구과제

이 연구는 의료영상 중에 가장 많이 사용하는 의료영상인 MRI 중에서 머리 부위의 질병에 대한 진단을 돕기 위한 영상처리에 관한 연구이다.

여기서는 일반적인 뇌 MRI이면 통용될 수 있는 비정상 영역 분할 알고리즘을 제안했으며 단순히 T2 강조 영상 하나만으로도 원하는 분할 결과를 얻을 수 있음을 보였다. 1200 여 개의 T2 강조 영상에 대해서 실험을 행하여 비교적 정확한 영역 분할 결과를 유도할 수 있었음을 확인하였다.

향후 과제로는 비정상 영역의 분할 방법을 좀 더 개선하고 이를 바탕으로 뇌의 질환을 판별할 수 있는 연구도 필요하다.

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. Velthuzen, "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. Velthuzen, 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] 조경은 외 5인, "반전 이미지와의 차이에 의한 뇌 MR 영상의 영역 분 기법", 한국멀티미디어학회 춘계학술 발표논문집, 제4권 제1호, 2001
- [7] F. Kruggel, D. Yves von Cramon, "Measuring the cortical thickness MRI segmentation procedure", IEEE Workshop on Mathematical Methods in Biomedical Image Analysis, pp. 154-161, 2000

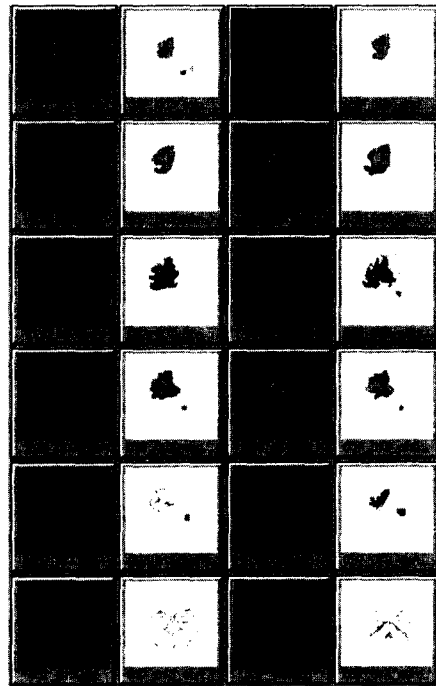


그림 5 한 환자 시리즈에 대한 비정상 영역 추출 결과