

MRI영상에서 뇌 영역의 3차원 가시화

김영철*, 문치웅**, 최흥국***

*인제대학교 의료영상과학 대학원°, **인제대학교 의용공학과

***인제대학교 정보컴퓨터공학부

3D Visualization of Brain for MRI Image

Young-Chul Kim, Moon-Chi Woong**, Heung-Kook Choi***

*Department of Medical Image Science, Inje University°

**BioMedicalEngineering, Inje University

***Department of information & computer engineering, Inje University

E-mail : kimofe@mitl.inje.ac.kr, mcw@bse.inje.ac.kr, cschk@ijnc.inje.ac.kr

요 약

MRI 영상은 뇌의 해부학적 정보와 기능적인 정보를 제공하는 유용한 도구이다. MR 뇌 영상은 2차원 영상뿐만 아니라 3차원 영상도 임상적으로 중요하다. MR 영상에서 뇌 영역의 추출방법으로는 형태학적인 방법, 히스토그램을 이용한 방법, 에지 정보를 이용한 방법, 지식 기반을 이용한 방법들이 있다. 본 논문에서는 region growing을 이용하여 MR 영상에서 뇌 영역을 추출하였다. 3차원 가시화를 위하여 오픈 소스인 VTK를 이용하여 Ray Casting 알고리즘으로 구현하였다. 그리고 의료영상에서 사용되는 각종 단면을 3차원 뇌 영상에서 재구성 하였다. 256x256 크기의 T1 뇌MR 영상 70장을 이용하여 실험하였다. 향후 연구과제로 MR 영상에서 뇌 영역추출 방법과 원영상의 전처리 과정의 연구가 필요하다.

1. 서론

MRI는 해부학적 정보뿐만 아니라 기능적인 정보를 제공하는 의료영상으로 높은 해상도를 가지기 때문에 3차원 가시화에 많이 사용된다. 뇌의 이상유무를 판단하기 위해서 MRI 영상을 주로 이용하는데 T1, T2등 다양한 MRI 촬영기법을 이용해서 진단한다. 뇌의 진단을 위해서는 2차원 영상뿐만 아니라 3차원으로 가시화하여 이용하기도 한다.[1]

뇌 MR 영상에서 3차원으로 가시화하기 위해서는 먼저 뇌 영역을 빼와 피부등과 분리하는 것이 중요하

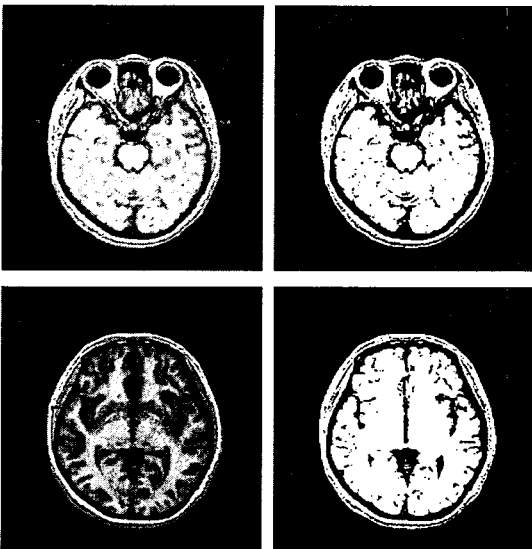
다. 뇌 영역을 추출하는 방법으로는 형태학적인 방법, 히스토그램을 이용한 방법, 에지 정보를 이용한 방법, 지식 기반을 이용한 방법들이 있다.[2] 이러한 방법들은 적용하기는 간단하나 계산량이 많아지고, 잡음이나 영상의 artifact등에 민감한 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 히스토그램과 Region growing 을 이용하여 뇌 영역을 추출하였다.[3] 그리고 3차원 가시화를 위해 오픈 소스인 VTK를 이용하여 Ray casting 알고리즘으로 추출된 뇌 영역을 가시화 하였다.[4][5] 3차원 데이터를 이용하여 sagittal, axial, coronal plane으로 2차원 영상을 재구성하였다. 본

논문의 구성은 2장에서 뇌 영역추출 방법을 나타내고 3장에서는 3차원 가시화 방법을 설명한다. 4장에서는 실험 내용을 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 설명하였다.

2. 뇌 영역 추출

2.1 히스토그램을 이용한 뇌 후보 영역 추출

뇌 MR 영상에서 뇌 영역을 추출하기 위해서 히스토그램을 이용하여 배경과 뇌 후보 영역을 분리한다.



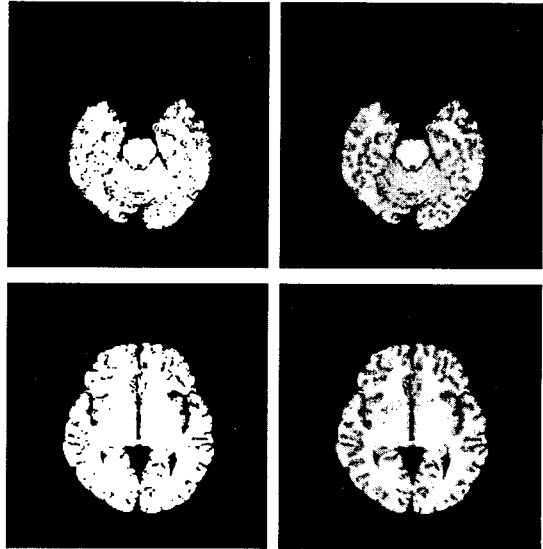
[그림 1] 원 영상과 히스토그램의 결과 영상

그림 1은 원영상과 히스토그램을 이용한 뇌 후보 영상을 나타낸다. 히스토그램의 임계치는 원영상에 따라 히스토그램의 분포가 다르기 때문에 사용자가 임계치를 결정하여 뇌 후보영역을 분리한다. 간단한 연산으로 노이즈와 artifact를 제거한 효과를 볼 수 있다.

2.2 Region growing을 이용한 뇌 영역 추출

Region growing은 Seed 포인트를 이용하여 비슷한 값을 가지는 이웃 픽셀로 영역을 확장해 나가는 알고리즘으로 전처리 과정이나 다른 연산과 같이 많이 사용한다. 본 논문에서는 뇌 후보 영역에서 Region

Growing을 이용하여 뇌 영역을 추출한다. Seed 포인트의 값도 사용자가 히스토그램의 결과를 바탕으로 결정한다.



[그림 2] 추출된 뇌 영역과 원 영상에서 추출된 결과 영상

그림 2는 추출된 뇌 영역을 and 연산을 이용하여 원 영상에서 뇌 영역을 추출한 결과 영상을 나타낸다. 원 영상과 비교하면 뇌 영역 추출 결과가 좋은 것을 알 수 있다.

3. 3차원 가시화

3.1 VTK 란 무엇인가.

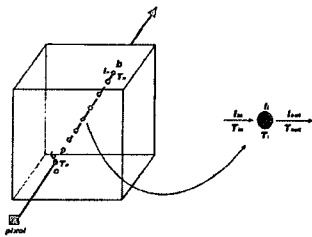
VTK(Visual Toolkit Library)란 이식성이 좋으며 오픈 소스이고 객체지향소프트웨어 시스템으로 C++로 구현된 이미지 프로세싱과 3차원 컴퓨터 그래픽스 가시화를 위한 라이브러리이다. VTK는 C++ 뿐만 아니라 Tcl, Python 그리고 Java로도 이식이 가능하다. VTK는 의료영상뿐만 아니라 다양한 분야의 3차원 가시화에 이용된다. 그리고 오픈 소스이기 때문에 해외의 여러 연구기관에서 VTK를 이용한 다양한 연구가 이루어 지고 있다.

VTK는 크게 두 부분으로 구성되어 있는데 C++

로 구현된 코어 부분과 Tcl, Python, Java로 생성된 레이어 부분이다. 코어부분에는 자료구조와 알고리즘, 그리고 시스템 함수를 구현한 부분이다. 레이어 부분은 코어 부분의 함수들을 이용하기 위한 GUI로 유연성과 확장성을 제공한다.

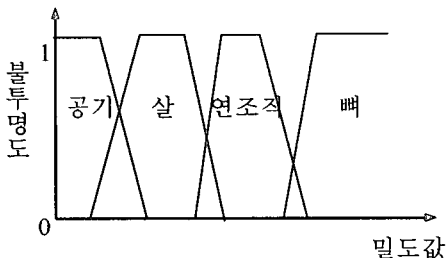
3.2 VTK를 이용한 3차원 가시화

Volume Rendering은 연속적인 2차원 슬라이스들을 기본으로 하는 3-dimensional dataset 들을 z축으로 쌓아서 3차원 영상으로 재구성하는 것이다. 렌더링 알고리즘으로 Ray Casting을 이용하였는데 Ray Casting이란 Viewing 시점을 결정하고 영상 평면 (image plane)의 각 픽셀에 ray를 통과시켜서 일정한 간격으로 픽셀 값과 위치를 샘플링 할 때, 각각의 ray가 일직선상에 놓이는 복셀들의 intensity와 opacity를 합성해서 영상을 생성해내는 알고리즘이다.[그림 3]



[그림 3] Ray casting algorithm

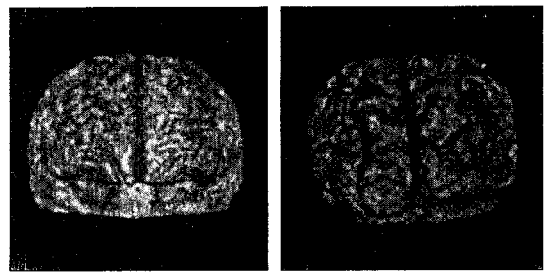
이렇게 생성된 복셀에서 원하는 부분을 가시화 하는 방법은 그림 4와 같다. 가시화하고자 하는 부분의 밀도값에 따라서 불투명도를 설정함으로써 원하는 부분을 나타낸다.



[그림 4] 각 구조물을 가시화시키기 위한 불투명도 전이함수의 지정 예

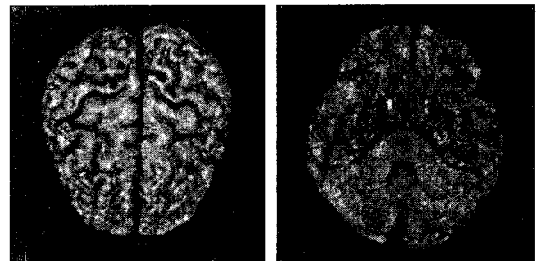
4. 실험 및 분석

실험은 512MB 램과 2.5Ghz Pentium 4 프로세서를 가진 컴퓨터에서 이루어 졌고 구현은 Windows 환경에서 VC++을 이용하였다. 데이터는 부산 백병원에서 얻은 정상인의 T1 뇌 MR 데이터 110장중에서 70장을 이용하였다. 영상처리를 쉽게 하기 위하여 256 X 256 크기의 DICOM형식의 원영상을 BMP형식으로 저장하여 처리하였다.



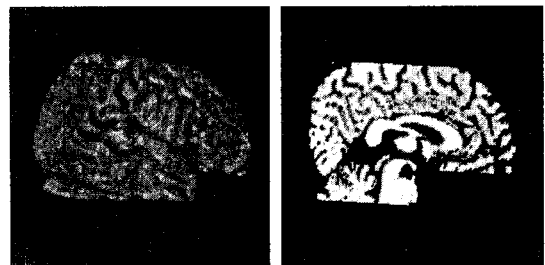
(a) 앞에서 본 모습

(b) 뒤에서 본 모습



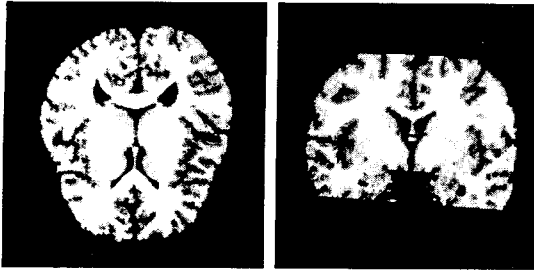
(c) 위에서 본 모습

(d) 아래에서 본 모습



(e) 옆에서 본 모습

(f) Sagittal plane



(g) Axial plane

(h) Coronal plane

[그림 5] 실험 결과 영상 (a)~(e)는 뇌 영역을 3차원 가시화한 영상이고 (f)~(h)는 해부학적인 plane인 Sagittal, Axial, Coronal plane으로 재구성한 영상이다.

3차원 영상으로 재구성하는데 걸린 시간은 시스템에 따라 다르지만 본 시스템에서는 데이터 로딩부터 2초안에 결과영상을 얻을 수 있었으며 해부학적인 plane을 재구성 할 때에도 1초 이내에 결과 영상을 얻을 수 있었다.

5. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 2차원 뇌 MR 영상에서 뇌 영역을 추출하여 3차원으로 가시화하고 해부학적인 이미지를 재구성하였다. 뇌 영역을 추출하기 위한 방법으로 히스토그램을 이용하여 뇌 후보 영역을 추출하고 Region growing을 이용하여 뇌 영역을 추출하였다. 이 과정에서 노이즈가 제거되고 artifact가 줄어드는 효과를 얻을 수 있었다. VTK를 이용한 가시화도 비교적 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 전처리 과정에서 임계치 값을 사용자가 지정해야 하는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 Adaptive Region growing등 다양한 방법이 필요하다. 그리고 향후 연구 방향으로 정상인 뿐만 아니라 환자 데이터를 이용하여 tumor의 위치를 3차원으로 가시화하는 연구가 필요하다.

[참고문헌]

- [1] 이성우, 은충기, 문치웅, 박수성, "자기 공명 영상학", 여문각, 1998.
- [2] David T. Gering, Arya Nabavi, Ron Kikinis et al, "an integrated Visualization System for Surgical Planning and Guidance Using Image Fusion and an Open MR", Journal of Magnetic Resonance Imaging, No.13,pp.967-975, 2001
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, 2nd Ed, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 2002
- [4] W. Schroeder, K. Martin, and W. Lorensen, The Visualization Toolkit: An Object-Oriented Approach to 3D Graphics, 2nd Ed, Prentice Hall, Old Tappan, N.J., 1998
- [5] Barthold Lichtenbelt, Randy Crane, Shaz Naqvi, "Introduction to Volume Rendering", Prentice Hall, Hewlett-Packard Company, 1998