

### 3 차원 두뇌 자기공명영상의 자동 Segmentation 기법

허 신, 이 철 희  
연세대학교 전자공학과

#### Automatic segmentation of 3-D brain MR images

S. Huh and C. H. Lee  
Department of Electronic Engineering, Yonsei University

#### ABSTRACT

In this paper, we propose an algorithm for automatic segmentation of 3-dimensional brain MR images. In order to segment 3-dimensional brain MR images, we start segmentation from a mid-sagittal brain MR image. Then the segmented mid-sagittal brain MR image is used as a mask that is applied to the remaining lateral slices. Then we apply preprocessing, which includes thresholding and region-labeling, to the lateral slices, resulting in simplified 3-D brain MR images. Finally, we remove remaining problematic regions in the 3-dimensional brain MR image using the connectivity-based thresholding segmentation algorithm. Experiments show satisfactory results.

#### 서 론

3 차원의 두뇌 자기공명영상은 일련의 2 차원의 영상으로 구성되어 있으며 각각의 2 차원 두뇌 자기공명 영상들은 인간의 두뇌구조에 대해 많은 정보를 포함하고 있다. 그러나 2 차원 영상들을 조합하여 3 차원 영상으로 확장한다면 보다 다양한 정보를 얻어 낼 수 있다. 이러한 3 차원적인 정보를 얻어내기 위해서, 우선적으로 다른 구조물로부터 두뇌를 추출하여야 한다. 그러나 두뇌 자기공명영상은 두뇌의 복잡한 구조적 특성과 여러 영상들간에 변화가 많기 때문에 두뇌를 다른 구조물들로부터 분리하는데 어려움이 따른다. 하지만 그 중요성으로 인하여 두뇌 자기공명영상에서 두뇌를 추출하는 연구가 많이 수행되어 왔다. 이러한 알고리즘의 하나로 최근 선행정보와 connectivity-based thresholding 방법을 이용하여 효과적으로 중앙의 두뇌 자기공명영상을 분할하는 방법이 제안 되었다<sup>1)</sup>. 본 논문에서는 위의 알고리즘을 확장 응용하여 3 차원 자기공명영상 분할 알고리즘을 제안한다.

#### 중앙 두뇌 자기공명영상의 분할<sup>1)</sup>

최근 제안된 중앙 두뇌 자기공명영상의 분할 기법은 전처리 단계와 문제영역을 제거하는 단계로 구분된다. 우선 전처리 과정에서는 thresholding 과 선행정보를 이용하여 두뇌 자기공명영상을 그림 1 과 같이 간략하게 만들어 후속 처리를 용이하게 한다. 그러나 그림 1에서 볼 수 있듯이 전처리 후에 문

제영역이 남게 되는데 이를 해결하기 위해 connectivity-based thresholding 알고리즘을 도입하였다. Connectivity-based algorithm 은 두개의 다른 영역이 중첩되어 있는 경우, 경계선의 끝점을 찾아내어 두 영역을 분리하는 기법이다. 그림 2에 최종 분할된 중앙의 두뇌 자기공명영상을 도시하였다.



그림 1. 간략화 된 영상. 그림 2. 분할된 영상.

#### 3 차원 두뇌 자기공명영상 분할 기법

본 논문에서 제안하는 3 차원 두뇌 자기공명영상의 분할 기법에서는 먼저 중앙 영상에서 두뇌를 분리한 후, 그 결과를 mask 로 사용하여 나머지 영상에 적용한다. 그 후 전처리 과정을 거치고 남아 있는 문제영역을 처리하는 과정을 거친다. 위의 처리 과정을 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 단계 1: 분할된 중앙 두뇌 자기공명영상을 나머지 영상에 대해 mask 로 적용하여 두뇌 구조를 추출한다.
- 단계 2: thresholding 과 region labeling 을 이용하여 단계 1에서 추출된 영역을 포함하는 확장 영역을 추출한다.

중심에 근접한 영상에서는 단계 1의 과정만으로도 만족스러운 결과를 얻을 수 있으나, 두뇌의 구조상 mask 로 사용된 영상과 거리가 멀어질수록 두뇌 구조의 손실이 발생하게 된다. 따라서 이러한 문제점을 단계 2를 통해서 손실된 영역을 복원한다. 위의 두 과정을 거친 후 일반적으로 그림 4와 같은 간략화 된 영상을 얻을 수 있다. 그림 4의 영상을 두뇌를 포함하고 있지만 아직도 주변 조직이 포함되어 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 문제영역을 제거하기 위해, connectivity-based thresholding 알고리즘을

다음과 다시 적용하여 두뇌의 주변 조직을 분리한다.



그림 3. 전체 64 개중 25 번째 두뇌자기공명영상.

### Connectivity-based thresholding 알고리즘을 이용한 문제 영역의 제거

Connectivity-based thresholding 알고리즘에 사용하기 위해서 먼저 두 영역간의 경계선의 끝점을 찾아야 한다. 이를 위해 첫번째로 전처리로 얻어진 영상의 각 수직선상에서 가장 낮은 점들을 찾고, 이들로부터 전체 영상의 가장 낮은 점을 찾는다. 이 점으로부터 각 수직선상의 가장 낮은 점들을 따라 왼쪽과 오른쪽으로 이동하면서 경계선의 끝점을 찾는다. 즉, 특별한 이유없이 급작스럽게 가장 낮은 점의 위치가 변하게 되면 이것을 두 영역간의 경계선의 끝점이라고 볼 수 있다. 또한 전체 영상의 가장 낮은 점으로부터도 시작하여 끝점을 찾는다. 일반적으로 물체의 경계에서의 명도는 물체의 중심에서의 명도보다 낮으므로 전체영상에서 가장 낮은 점으로부터 그 수직선상을 따라 가장 명도가 낮은 점을 찾으면, 이것 또한 두 영역간의 경계에 위치한다고 볼 수 있다. 위와 같이 찾은 각각의 경계점들에 대

해서 connectivity-based thresholding 알고리즘을 적용하면, 그림 5에서 같이 문제영역을 제거할 수 있으며, 제안된 알고리즘을 전체 영상에 적용하여 얻은 결과를 그림 6에 도시하였다.

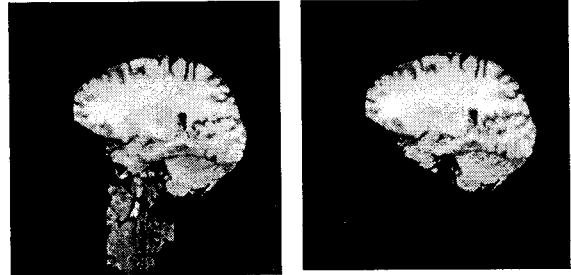


그림 4. 간략화된 영상. 그림 5. 최종 분할된 영상.

### 결론

이상에서 보는 바와 같이, 본 논문에서 제안된 알고리즘을 이용하여 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 제안된 알고리즘은 3차원 물체의 rendering이나 체적측정과 같은 여러 응용분야에 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고 문헌

1. C. Lee, S. Huh, T.A. Ketter and M. Unser, "Unsupervised connectivity-based thresholding segmentation of midsagittal brain MR images," *Computers in Biology and Medicine*, in print.

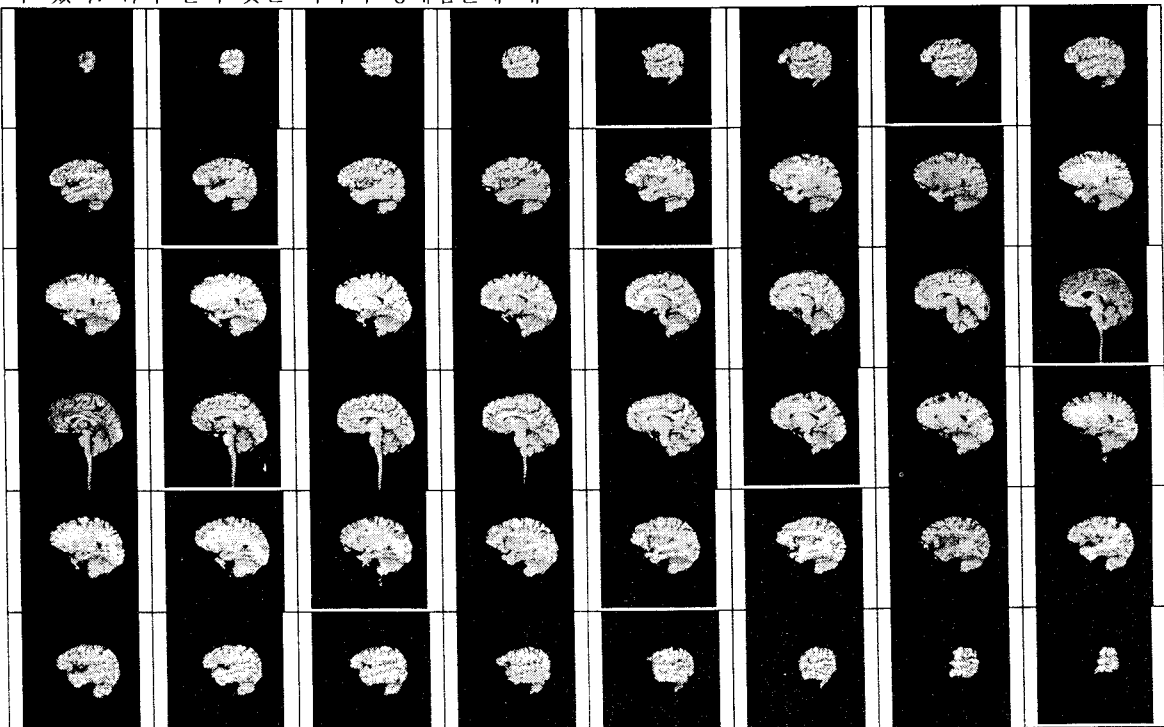


그림 7. 최종 분할된 결과 영상.