

# 셀룰러 오토마타를 이용한 뇌 영역 추출에 관한 연구

이승용\* · 허창우\* · 류광렬\*

\*목원대학교 IT공학과

## The Brain Region Extraction Using Cellular Automata

Seung-young Lee\* · Chang-wu Hur\* · Kwang-ryol Ryu\*

\*Mokwon University

E-mail : soul@mokwon.ac.kr

### 요 약

본 논문은 뇌 자기공명영상에 대해 셀룰러 오토마타를 이용하여 뇌 영역을 추출하는 연구이다. 먼저 입력된 뇌 자기공명영상의 배경영상을 설정된 임계 값으로 제거하고 히스토그램 분석에 의한 정보를 셀룰러 오토마타의 규칙에 적용하여 뇌 영역을 추출하였다. 실험결과 제안된 방법의 평균 PSNR은 42.11(dB)이며, 상관도 측정 결과 98.46%로 측정되었다. 본 연구 결과는 자동 진단 시스템 등에 활용 가능성을 제시하였다.

### ABSTRACT

This paper describes the extraction method for brain region using cellular automata from the brain MR image. In the first removing the background from the brain MR image, and then extracting the brain region by applying the cellular automata rule obtained from histogram analysis information. The results on some experimental results showed that the PSNR is 42.11(dB) on image quality and also the correlation factor is estimated 98.46%. The result of this study can be used as the auto-diagnostics system.

## 1. 서 론

현재 의료영상들은 영상촬영 기기에 따라 컴퓨터 단층(Computed Tomography, CT)영상, 자기공명(Magnetic Resonance, MR)영상, 단일광자방출단층(Single Photon Emission Computed Tomography, SPECT)영상, 양전자 방출단층촬영(Positron Emission Tomography, PET)영상 등으로 구분되며 의사들에게 환자의 치료나 수술을 위한 진단정보를 제공한다[1][4]. 질병의 발생 여부의 판단은 전문의의 경험과 지식에 의해 주관적으로 이루어지고 있으며 이를, 자동으로 진단하는 시스템과 3차원영상으로 재구성하는 시스템개발의 필요성이 증가 되고 있다[2][3]. 이러한 시스템 개발의 선행과정으로 의료영상 중 대상영역을 추출하는 기법이 요구 된다. 대상영역을 추출하는 방법으로 경계기반 분할 방식, Snake기반 방식, 워터셰드(Watershed)방식 등의 여러 방법들이 연구 되고 있으나 본 연구에서는 셀룰러 오토마타를 이용하

여 뇌 영역만을 자동으로 추출하는 기법을 제안한다. 제안된 기법은 다음과 같은 과정으로 전개 된다. 입력된 MR T2영상의 배경 영상 제거하고 히스토그램 분석을 통하여 뇌 영역을 추출하기 위한 임계 값을 도출한 후 도출된 임계 값을 셀룰러 오토마타 규칙에 적용하여 추출한다. 셀룰러 오토마타를 이용한 기법의 성능 평가를 위해 원 MR T2영상의 뇌 영역을 수작업으로 추출하고 제안된 기법으로 추출한 영상을 비교 분석한다.

## II. 뇌 영역 추출

### 2.1 전 처리 과정

뇌 영역 추출하는데 필요 없는 배경영상을 제거하기 위하여 뇌MR영상의 히스토그램을 분석하면 그림 1과 같이 15이하 그레이레벨 값에 많은 픽셀들이 몰려있다. 이러한 픽셀들은 MR영상 중 배경 부분과 두개골을 구성하고 있으며, 65이상의 그레

이레벨 값 픽셀들은 뇌의 외피와 뇌 영역을 구성한 다.

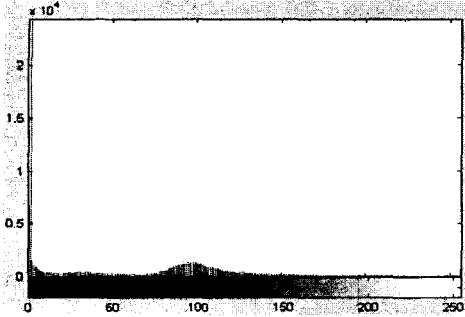


그림 1. 뇌 MR영상의 히스토그램 분포

뇌 MR영상의 영역들 간 픽셀들의 그레이레벨 분포가 다른 점을 이용하여 배경영상을 제거한다. 제거방법은 MR영상의 행과 열을 픽셀 단위로 스캔하여 그레이레벨 값 15이하인 픽셀은 그레이레벨 값 255로 변환하고 15이상의 값을 만나면 반대로 스캔하는 방식을 사용하였으며 정밀한 제거를 위해 상, 하, 좌, 우의 모든 방향에 대하여 스캔 하였다. 10 x 10 테스트 영상의 기본적인 스캔 경로는 그림 2와 같으며 좌측 상단 픽셀 (1, 1)에서 시작하여 우측으로 순차적으로 스캔 하고 그레이레벨 15 이상의 값에 이르면 우측 끝 픽셀(3, 10)으로 이동하여 역으로 진행하며 스캔 한다. 이러한 과정으로 마지막 픽셀 (10, 10)까지 진행된다.

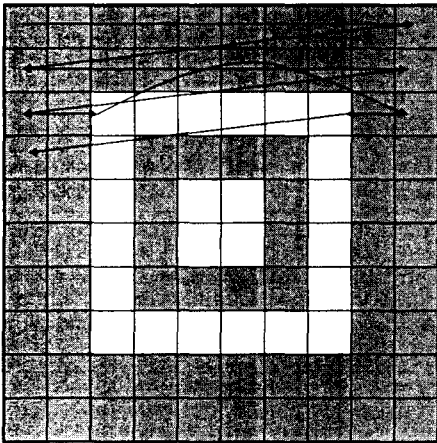


그림 2. 테스트 영상 스캔 경로

## 2.2 셀룰러 오토마타와 대상영역 추출

셀룰러 오토마타는 이산적인 동적 시스템으로 시간, 공간적으로 유한한 상태를 갖는 특성이 있으며 셀(Cell)들은 이웃한 셀들과 공간상에 일정한 격자(Lattice)로 정렬되어 1또는 0의 2진 상태를 갖는

다. 또한 이웃한 셀의 상태에 따라 종속적이며 현재 상태에서 다음상태로 변이하는 규칙을 결정한다. 이러한 셀룰러 오토마타를 이용하여 뇌 영역을 추출하기 위한 변이 규칙은 다음과 같다.

각 셀은 두 가지 상태만을 갖고 현재 상태에 있는 셀을 코어 셀이라고 하면 이웃한 4개의 셀들의 상태와 코어 셀에 따라서 자신의 상태를 결정한다. 즉 이웃한 셀과 코어 셀의 그레이레벨 임계 값 이상인 셀 수의 합이 3개 이상일 경우 코어 셀은 자신의 그레이레벨 값을 유지하고 3개 이하 이면 그레이레벨 값 0으로 대체한다.

$$\sigma = P_{i-1}(t) + P_i(t) + P_{i+1}(t) + P_{i-m}(t) + P_{i+m}(t) \quad (1)$$

$$P_i(t+1) = \begin{cases} P_i(t), & \text{if } (\sigma \geq 3) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

식(1), (2)에서  $p_i$  는 코어 셀을 나타내고  $\sigma$  는 이웃한 셀들과 코어 셀들 중 임계 값 이상인 셀들의 개수이다.

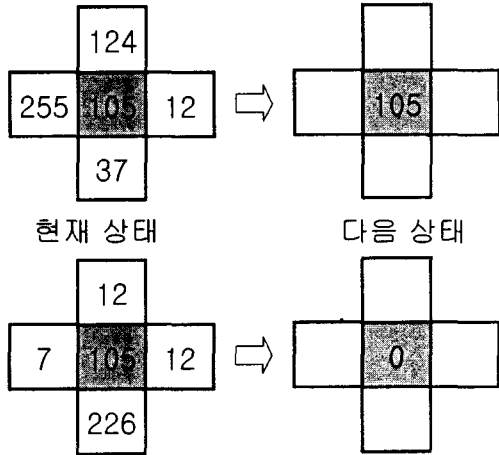


그림 3. 규칙에 따른 코어 셀 처리

변이 규칙에 따라 코어 셀을 처리 하는 과정은 그림 3과 같다. 임계 값을 100이라 하면 상단의 그림은 현재상태에서 임계 값보다 높은 셀들이 세 개 이므로 코어 셀은 다음상태에서 자신의 그레이레벨 값을 유지 하였고 하단의 그림은 임계 값 이상의 셀들이 두개 이므로 다음상태에서 0의 값으로 바뀌었다. 이러한 일련의 규칙을 적용하여 뇌 영역을 추출하기에 앞서 배경이 제거된 MR영상을 분석해보면 중앙의 뇌 영역과 그레이레벨 값 65이하인 두개골 영역, 이를 덮고 있는 외피로 구분되며 두개골 영역으로 인해 뇌 영역은 폐쇄되어있다. 이러한 영상의 특징으로부터 임계 값 65를 도출하고 변이 규칙에 적용한다. 추출 하고자 하는 뇌 영역

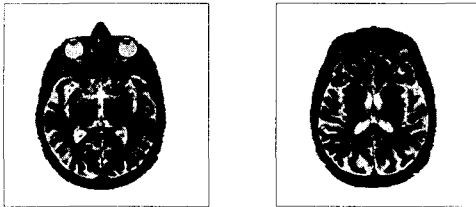
의 한 위치로부터 셀룰러 오토마타 규칙을 적용하면 대상영역을 제외한 두개골 영역과 외피 영역은 제거 된다.

### III. 실험 및 고찰

실험에 사용된 영상은 53장의 뇌의 축 상면 MR T2강조 영상으로 512 x 512의 크기와 256의 그레이 레벨 값을 갖는다. 배경 제거에 사용된 임계 값 15와 뇌 영역 추출을 위한 셀룰러 오토마타 규칙에 적용되는 임계 값 65는 MR 영상의 히스토그램 분포를 고려하여 적용하였다. 그림 4는 입력된 MR T2 영상을 임계 값 15를 적용하여 배경을 제거한 결과이며 뇌 영역의 거리에 따라 그레이 레벨분포를 그래프로 나타낸 결과 그림 5와 같다. 그림 5에 나타난 수치를 볼 때 그레이 레벨 값이 70-240에 걸쳐 분포되어 있고 65이하 값을 갖는 픽셀은 존재하지 않는다. 그림 6은 뇌 영상의 그레이 레벨 분포에 따른 임계 값을 셀룰러 오토마타에 적용하여 규칙에 따라서 뇌 영역을 추출한 결과 영상이다.



(a) MR T2 영상



(b)MR T2 배경 제거 영상

그림 4. 배경 제거 결과

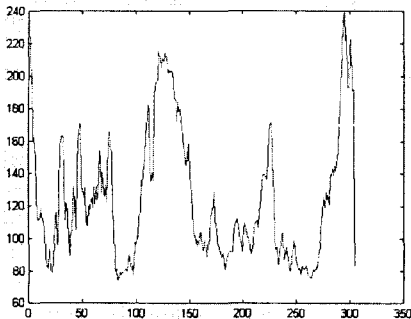


그림 5. 뇌 영역의 그레이레벨 분포

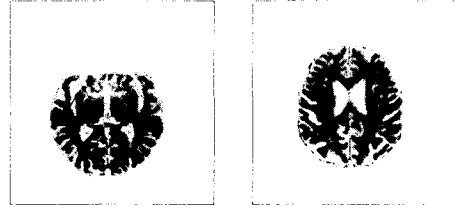


그림 6. 제안된 기법으로 추출한 MR T2영상

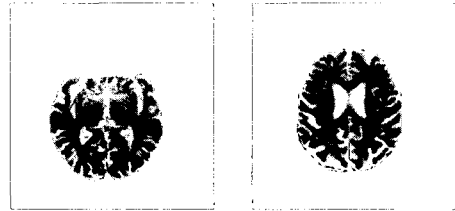


그림 7. 수작업으로 추출한 MR T2영상

제안된 기법의 평가를 위해 수작업으로 뇌 영역을 추출하였으며 수작업 뇌 영상을 기준으로 하여 10쌍의 MR T2영상들 간의 PSNR값과 상관도를 측정 한 결과 평균 PSNR은 42.11(dB)이며 평균 상관도는 98.46%를 얻었다.

표1. T2영상별 PSNR과 상관도

	PSNR(dB)	Correlation(%)
T2-1	43.41	99.47
T2-2	42.03	97.12
T2-3	43.28	98.11
T2-4	41.50	97.89
T2-5	42.73	99.84
T2-6	40.59	97.57
T2-7	40.49	99.46
T2-8	42.18	99.03
T2-9	42.76	97.64
T2-10	42.51	98.46

### IV. 결론

본 논문에서는 셀룰러 오토마타를 이용하여 뇌 MR 영상 중 뇌 영역을 추출하는 기법을 제안하였다. 제안된 기법을 적용하여 추출한 뇌 영상과 수작업으로 추출한 뇌 영상간의 평균 PSNR은 42.11(dB)을 얻었으며 평균 상관도는 98.46%로 측정되었다. 따라서 제안된 기법은 비교적 정확한 추출이 필요로 하는 뇌의 체적계산이나 3차원으로 재구성 등의 자동 진단 시스템에 적용 가능하다.

### 참고 문헌

- [1] R. C. Gonzalez, R. E. Woods , "Digital Image Processing", Prentice Hall, 2002
- [2] M. Meriaux, "A Cellular Architecture for Image Synthesis", Microprocessing and Microprogramming, Vol.13, No.3, pp.179-187, 1983.
- [3] M. S. Atkins and B. T. Mackiewich, "Fully Automatic Segmentation of the Brain in MRI", IEEE Transaction on Medical Image, Vol.17, No.1, pp.98-107, 1998.
- [4] NEMA draft standards, "Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)".