

## 의료영상 반자동화 영상처리 시스템

\* 최우영, 서명환, \*\*유돈식, 윤재훈

\*명지대학교 전자공학과, \*\*한국전자통신연구원 전파기반연구부

e-mail : \*choiwy@mju.ac.kr, glaret@mju.ac.kr

\*\*dsyoo@etri.re.kr, jhyun@etri.re.kr

### Semi-Automated Image Processing System for Medical Images

\*Woo-young Choi, Myung-Hwan Seo

\*\*Done-Sik Yoo, Je-Hoon Yun

\*Electronics Engineering, Myongji University

\*\*Department of Radio Science,

Electromagnetics and Telecommunications Research Institute

### Abstract

The purpose of this paper is to develop a semi-automated system for medical image processing with which tissues or organs from medical images can be segmented and classified by people who have basic knowledge of image processing. In addition, the proposed medical image processing system is independent on types of human tissues or images. In this paper, a new semi-automated image processing system with essential image processing functions for medical images is introduced.

### I. 서 론

정확한 진단 및 치료를 위해 의료영상에서 필요한 장기나 조직을 구역화 하는 요구가 증가하고 있다. 또한 첨단 정보통신 단말기에 의한 전자파 인체 영향을 해석하기 위한 고정밀 인체 모델을 개발하기 위해서는 MRI와 CT 영상과 같은 의료영상의 구역화가 필요하다. 의료영상의 구역화는 대부분 수작업을 통해 이루어져 왔으며 그 과정으로는 이들 영상에 일일이 손으로 구역화 영역을 그리고 그 그려진 결과를 토대로 범용의 그래픽 소프트웨어를 사용하여 컴퓨터에 입력을 하는 과정을 거친다[1]. 수동 분할 방식은 결과의 신뢰성이 매우 높은 반면에 작업량과 작업시간이 상당히 많이

본 논문은 한국전자통신연구원 전자파 영향 및 표준화 연구사업의 지원 하에 이루어졌음

소요되고 특히 구역화 하는 사람에 따라 구역화 결과가 많은 차이를 보일 수 있는 단점을 갖고 있다. 그리고 범용의 상용화된 영상처리 소프트웨어를 사용할 경우에 사용자가 원하는 기능이 없거나 사용하기 불편한 점이 많이 있다. 컴퓨터 알고리즘에 의한 완전 자동화된 영상처리 시스템이 존재하기는 하지만 뇌나 위 또는 간 등의 특정 인체 부위에 국한되거나 특정 부위를 강조해 보여주는 특정 영상을 적용해야만 하는 한계를 갖고 있다. 또한 자동화 영상처리 시스템의 경우 수동화 시스템의 단점인 사용자의 시간과 노력을 줄일 수 있는 반면에 결과의 정밀도는 떨어지는 단점이 있다. 이러한 자동화 시스템의 한계는 수동화와 자동화 시스템의 장점을 혼합한 반자동화 시스템으로 극복할 수 있다. 본 연구에서는 사용자의 시간과 노력을 줄일 수 있는 장점과 의료영상의 구현과정의 자세한 기술보다는 전체적인 기능들과 사용자 인터페이스 부분에 초점을 맞추어 기술하였다.

### II. 사용자 환경 및 기능

개발된 구역화 프로그램은 그림 1에서 보는 바와 같다. 작업자가 2차원 영상의 의료영상을 가지고 작업할 경우 다양한 사용자 인터페이스 기능을 필요로하게 된다. 작업자의 편의를 위해 확대, 축소 및 각 처리과정에서의 미리보기, 선택적 처리기능, 사용자 칼라 설정, 참고영상보기, 구역화 영상획득 기능 및 FCC의 조작 분류

## 2003년도 신호처리소사이어티 추계학술대회 논문집

표에 의한 조직별 색상 선택 기능 등을 구현하였다.

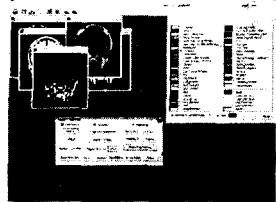


그림 1. 사용자 환경

### 2-1 Main Control

기존의 상용 프로그램의 경우 복잡한 사용법으로 인해 작업자가 작업을 용이하게 할 수 있을 때까지 별도의 긴 적응시간이 필요하였다. 그림 2에 보는 바와 같이 본 프로그램에서는 별도의 Main Control을 두어 사용 및 숙지가 용이한 직관적인 메뉴방식을 선택함으로 영상처리에 대한 깊이 있는 지식이 없어도 영상처리의 기초적인 기능을 구현함으로써 누구나 사용이 용이한 특징을 가지고 있다.

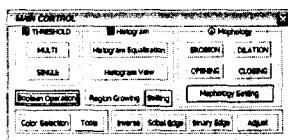


그림 2. Main control

### 2-2 Histogram과 Histogram equalization

의료영상의 경우 주변화소의 밝기값 차이가 크지 않은 경우가 대부분이다. 이 경우 주변 조직과의 경계의 구분이 어려운 경우가 발생하게 된다. 이에 따라 작업자의 선택 시 보다 정확한 구분을 위해 영상의 histogram 분포를 볼 수 있는 기능과 histogram equalization 기능을 통해 그림 3에서 보는 바와 같이 개선된 영상을 구할 수 있는 기능을 구현하였다.

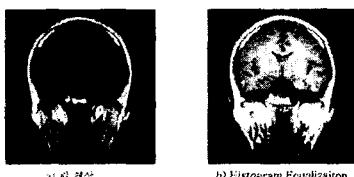


그림 3. Histogram equalization

### 2-3 Thresholding 이진화

구역화는 조직별 구분이 최종적인 목적이며, 이 경우 구분되는 조직의 단일화를 위해 하나의 값을 사용하는 Single-Threshold 기능과 또는 두개의 임계치값을 선택하여 현재 영상의 이진화를 함으로써 원하는 영역을 쉽게 구역화 할 수 있도록 하는 Multi-Threshold 기능을 구현하였다. 특히 그림 4에서 보는 바와 같이 좌측의 미리보기를 통해 현재의 임계치값의 반영을 눈으로

확인 할 수 있으며, 현재 영상의 histogram 분포를 보여줌으로써, 보다 정확하고 효과적인 임계치값을 선택 할 수 있도록 하였다. 두개의 임계치값을 사용하는 Multi-Threshold의 경우는 min값과 max값 사이를 이진화 함으로써 Single-Threshold보다 효과적인 구역화 작업을 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

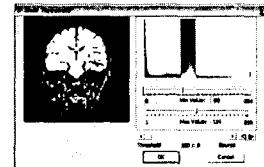


그림 4. Multi-Threshold

또한, 현재 영상과 threshold 영상과의 비교를 해볼 수 있도록 merging 기능과 toggle 기능을 통해 원영상과 이진화 영상을 비교하여 현재의 선택값의 정확도를 확인할 수 있도록 하였다.

### 2-4 Region growing

그림 5에서 보는 바와 같이 원하는 영역만을 효과적으로 하나의 단일화된 조직으로 분리해내기 위해 현재 영상에서 마우스 커서를 클릭한 위치에 해당되는 밝기값을 seed점으로 하여 Region growing을 수행하는 기능을 구현하였다.

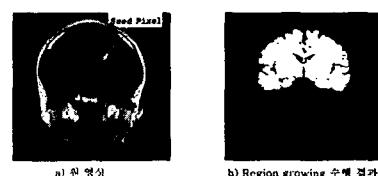


그림 5. Region growing 수행 결과

그림 6에서 보는 바와 같이 현재 seed점의 빛의 밝기값 ± 임계치 범위의 화소들을 합쳐나가는 Fixed Seed Value 방식과 region growing을 해나가면서 합쳐진 영역의 평균 빛의 밝기값 ± 임계치 범위의 화소들을 합쳐나가는 Mean Seed Value 방식 중에 선택하여 사용할 수 있으며, 임계치는 0에서 40사이 값으로 설정할 수 있도록 하였다.

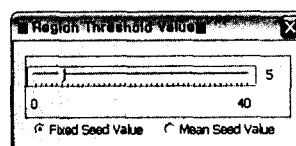


그림 6. Region growing 설정

### 2-5 Morphology

Erosion, Dilation, Opening, Closing의 모폴로지 기능

을 구현하였다[2]. 그림 7에서 보는 바와 같이 배열의 숫자값을 입력하는 방식이 아닌 작업자가 마우스를 통해 원하는 마스크를 자유롭게 편집할 수 있는 기능을 구현하였으며, 각각의 모폴로지 기능에 3X3, 5X5, 7X7 크기의 마스크를 선택적으로 사용할 수 있도록 하였다.

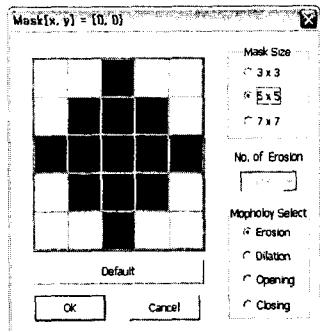


그림 7. Morphology 설정

#### 2-6 Boolean Operation

두개의 영상을 입력으로 사용하여, 논리적인 수행과 산술적인 수행을 할 수 있도록 구현하였다.

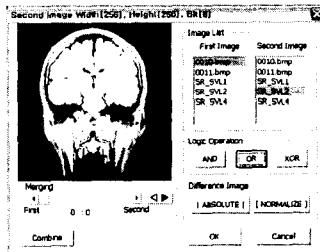


그림 8. Boolean operation

그림 8에서 보는 바와 같이 영상의 선택은 현재영상들에 대해 작성된 List중에 선택이 가능하며, 미리보기를 통해 원하는 결과를 예측할 수 있도록 하였고, 미리보기에서 예측되는 결과영상과 원영상의 비교를 위해 thresholding 이진화 기능에서 구현된 기능과 동일한 merging과 toggle기능도 포함하였다. 그림 9(a)와 그림 9(b)영상을 합쳐야 할 경우, 구현된 combine기능을 통해 그림 9(C)와 같은 결과영상을 얻을 수 있다.



그림 9. 영상1과 영상2의 combine처리

#### 2-7 Edge 검출

구역화 작업에서 특정 영역의 edge를 구함으로써 해

당 조작의 영역을 보다 쉽게 분리해 낼 수 있도록 Sobel Edge와 Morphology기법을 응용한 Binary edge기능을 구현하였다[2]. 특히 Binary edge의 경우 그림 10에서 보는 바와 같이 한 화소 두께로 해당 조작의 edge가 폐곡선을 그리는 결과를 얻을 수 있기 때문에 조작의 세선화된 외곽선을 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다.

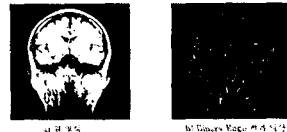


그림 10. Binary edge 검출

#### 2-8 영상의 밝기조절

의료영상의 경우 모든 slice들이 같은 밝기와 대비를 가지는 것은 아니며, 때론 영상에서의 특정 조직을 좀 더 확실히 보기 위해서는 각각의 특성에 맞게 영상의 밝기와 대비를 조절해야 한다. 그림 11과 12에서 보는 바와 같이 image list에서 선택된 영상에 대해 영상의 밝기와 대비가 향상된 영상을 얻을 수 있다.

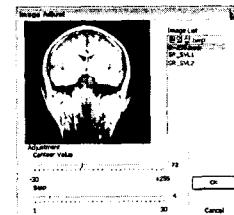


그림 11. 영상 밝기조절



그림 12. 빛의 밝기 조절

#### 2-9 조직인식(Color Selection)

구역화가 이루어진 영상에 대해 그림 13-(a)에서 보는 바와 같이 표 1. FCC 조직 분류표 따른 각각의 조직을 선택하게 되면 설정된 색으로 조직에 색상을 부여할 수 있는 기능을 구현하였다. 또한 작업자의 편의를 위해 4개의 사용자 Color값을 두어 원하는 색을 그림 13(b)와 같이 선택하여 추가할 수 있도록 하였다. 조직 색상의 경우 별도의 외부의 palette 파일을 읽어들여 사용하기 때문에 작업자가 필요할 경우 원하는 조직별 색으로 다시 설정하는 것이 가능한 특징이 있다. 이 기능의 가장 큰 장점은 별도의 후처리작업 없이 구역화 영상에 색상부여를 바로 할 수 있다는 것이다.

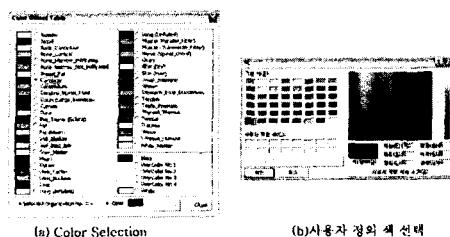


그림 13. 조직선택 및 사용자 색 정의

## 2-10 Tools

구역화 작업과정에서 세세한 부분의 수정작업을 하기 위해 그림 14와 같이 Pen, Filling, Eraser 기능을 구현하였다. 작업시 그림 13에서 설정한 color값으로 작업을 할 수 있어 이미 color값을 부여한 조직에 대해서도 충분히 수정을 할 수 있는 특징을 가진다.

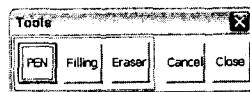


그림 14. 도구 대화상자

## 2-11 참고 영상 보기

구역화의 과정에서 의료영상의 특성상 그 경계의 모호함으로 인해 작업자의 주관적인 판단이 요구될 경우가 자주 발생하게 된다. 이 경우 결과에 상당히 중요한 변수로 작용할 수 있기 때문에 기존의 구역화 작업에서는 의학 서적을 참고하여 작업함으로써 사용자가 컴퓨터 작업을 중단하고 서적을 보아야 하는 불편함이 있었다. 본 프로그램에서는 해부학 전문가에 의해 기존에 구역화된 영상을 참고영상으로 이용할 수 있게 하여 컴퓨터 상에서 모든 작업을 할 수 있게 하였고, 주관적인 판단에서 오는 문제 발생을 최소한으로 줄이는 동시에 편리하다는 장점이 있다.

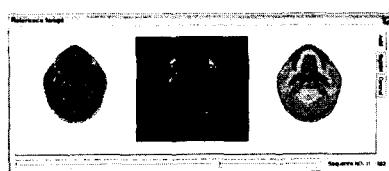


그림 15. 참고 영상 보기

참고 영상의 경우 그림 15와 같이 구역화한 조직의 경계를 나타낸 영상, 원본영상, 색을 부여한 영상 순으로 배치하였고 또한, Axial영상, Sagittal영상과 Coronal영상은 참고영상으로 사용하여 다양한 시각에서 판단할 수 있도록 하였다.

## III. 결 론

본 연구에서는 반자동형태의 구역화 프로그램을 개발하였다. 기존의 수작업으로 해오던 구역화의 문제점이었던, 단순하고 반복적인 구역화 작업을 보다 효율적이고 쉽게 하기 위해서 본 프로그램에서는 사용상의 어려움을 최소화하기 위해 단순한 기능들을 조합하여 최대의 결과를 얻을 수 있는 복용적인 기능을 구현하는데 중점을 두었다. 또한, 복잡하지 않은 사용 및 숙지가 용이한 직관적인 메뉴방식을 선택함으로써 최소한 조작으로 작업을 할 수 있게 하였으며, 영상처리에 대한 깊은 전문적 지식을 요하지 않기 때문에, 해부학적인 지식이 있는 사용자라면 누구나 사용이 쉬운 특징을 가지고 있다. 실험결과 본 프로그램 상에서 별도의 상용프로그램 없이 아래의 표 1의 FCC 조직 분류표에 따른 구역화 영상을 얻을 수 있음을 확인하였다.

표 1. FCC 분류 조직표

1	Bladder	23	Lens_Nucleus
2	Blood	24	Liver
3	Bone_Cancellous	25	Lung (Inflated)
4	Bone_Cortical	26	Lung (Deflated)
5	Bone_Marrow_Infiltrated	27	Muscle (Parallel_Fiber)
6	Bone_Marrow_Not_Infiltrated	28	Muscle (Transverse_Fiber)
7	Breast_Fat	29	Nerve (Spinal_chord)
8	Cartilage	30	Ovary
9	Cerebellum	31	Skin(Dry)
10	Cerebro_Spinal_Fluid	32	Skin (Wet)
11	Colon (Large_Intestine)	33	Small_Intestine
12	Cornea	34	Spleen
13	Dura	35	Stomach_Escop_Duodenum
14	Eye_Tissue (Sclera)	36	Tendon
15	Fat	37	Testis_Prostate
16	Fat (Mean)	38	Thyroid_Thymus
17	Gall_Bladder	39	Tongue
18	Gall_Blad_Bile	40	Trachea
19	Grey_Matter	41	Uterus
20	Heart	42	Vitreous_Humour
21	Kidney	43	White_Matter
22	Lens_Cortex		

## 참고문헌

- [1] 김진용외. 한국사람 온몸의 수평, 관상, 시상 자기 공명영상과 구역화 영상. 대한체칠인류학회지 제 16권, 제 1호, 2003년
- [2] Rafael C. Gonzalez, and Richard E. Woods, Digital Image Processing, Second Edition, 2002.