

논문 2013-50-8-27

# 의료영상에서 볼륨 데이터를 이용한 분할개선 기법

## (Improvement Segmentation Method of Medical Images using Volume Data)

채 승 훈\*, 반 성 범\*\*

(Seung-Hoon Chae and Sung Bum Pan<sup>©</sup>)

### 요 약

의료영상분할은 다양한 의료영상처리를 수행하기에 앞서 먼저 수행되어야 하는 영상처리 기술이다. 그래서 빠르고 정확한 의료영상분할이 요구되고 있으며 다양한 의료영상분할 방법이 연구되고 있다. 의료영상에는 특성이 유사한 다양한 장기가 존재하기 때문에 분할영역의 정확한 판단이 필요하다. 그러나 의료영상은 장기의 일부가 작게 촬영되는 경우가 발생된다. 이 경우에는 분할영역을 판단하기 위한 정보가 부족하게 되며 그 결과 분할과정에서 분할영역이 제거된다. 본 논문에서는 볼륨 데이터와 선형 방정식을 이용하여 작은 영역에서의 분할결과를 개선하였다. 제안한 방법의 성능을 확인하기 위하여 흉부 CT 영상의 폐 분할을 수행하였다. 실험 결과, 의료영상의 분할 정확도는 0.978에서 0.981로 표준편차는 0.281에서 0.187로 개선되는 것을 확인하였다.

### Abstract

Medical image segmentation is an image processing technology prior to performing various medical image processing. Therefore, a variety of methods have been researched for fast and accurate medical image segmentation. Accurate judgment of segmentation region is needed to segment the interest region in which patient requested in medical image that various organs exist. However, an case that scanned a part of organs is small occurs. In this case, information to determine the segmentation region is lack. consequently, a removal of segmentation region occurs during the segmentation process. In this paper, we improved segmentation results in a small region using volume data and linear equation. In order to verify the performance of the proposed method, we segmented the lung region of chest CT images. As a result of experiments, we confirmed that image segmentation accuracy rose from 0.978 to 0.981 and standard deviation also improved from 0.281 to 0.187.

**Keywords** : 의료영상, 영상분할, 의료영상분할, CT

\* 정회원, 조선대학교, IT연구소  
(The Research Institute of IT, Chosun University)

\*\* 정회원, 조선대학교, 제어계측로봇공학과  
(Dept. of Control, Instrumentation, and Robot Engineering, Chosun University)

© Corresponding Author(E-mail: sbpan@chosun.ac.kr)

※ 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2011-0023147)

접수일자: 2013년3월25일, 수정완료일: 2013년7월22일

## I. 서 론

최근 의료영상 촬영기기의 성능이 향상되고 고해상도를 가진 디지털 영상의 획득이 가능해짐에 따라 컴퓨터 영상분석이 진단과 치료 등의 의료 분야에 활발히 적용되고 있다. 특히, 다양한 의료영상 촬영기기로부터 얻어진 X-Ray, CT(Computerized Tomography), MRI(Magnetic Resonance Imaging), Ultrasound,

PET(Positron Emission Tomography) 등의 진단용 단층촬영 영상들에서 장기조직들의 정보를 추출하거나 시각화할 수 있는 새로운 방법들이 제공됨으로써 의료영상분야의 급격한 발전을 가져오고 있다<sup>[1]</sup>.

Ritter 등은 의료영상처리에서 주요 연구 분야를 영상개선, 영상분할, 영상정합, 정량화, 시각화, 자동검출로 구분하였다<sup>[2]</sup>. 이와 같은 컴퓨터를 이용한 의료영상 처리는 컴퓨터 지원 진단(CAD: Computer Aided Diagnosis)에서 사용되고 있다. 그리고 전문의가 CAD를 사용함으로써 진단과 진료의 효율이 향상되고 있다<sup>[3]</sup>. 의료영상처리 분야 중 영상분할은 영상정합, 정량화, 시각화, 자동검출 등 다양한 의료영상처리를 수행하기에 앞서 가장 먼저 수행되어야 하는 중요한 분야이다<sup>[4,5]</sup>. 데이터 량이 많은 의료영상은 전문의가 수동으로 분할하기 어렵고 인체 장기들의 생체적 특성이 유사하여 정확한 의료영상분할은 쉽지 않다. 그래서 많은 연구자들이 의료영상을 빠르고 정확하게 자동분할하기 위한 방법들을 연구하고 있다.

의료영상을 분할하기 위한 방법으로 임계값, Watershed, Region Growing, ASM(Active Shape Models), Clustering, Level-set 등을 이용한 방법들이 연구되고 있다. 그리고 장기의 전체 영역에 대한 분할뿐만 아니라 병변 의심영역을 검출한 후 병변만을 시각화하기 위한 분야에서도 활발히 사용되고 있다<sup>[6,11]</sup>. 분할을 수행하는데 있어 다양한 장기 존재하는 의료영상에서 사용자가 원하는 영역을 정확하게 추출하기 위해 분할된 영역의 정확한 판단이 필요하다. 예를 들어 흉부 CT 영상에서 폐 영역을 추출할 경우, 흉부 CT 영상 내에 존재하는 기관지가 같이 분할될 수 있다. 폐와 기관지 영역에서 얻어지는 정보가 충분하다면 두 영역을 정확하게 판단하여 분할할 수 있다. 그러나, 영역의 크기가 작다면 폐 영역을 판단하기 위한 정보가 부족하여 폐 영역으로 판단하지 못하고 제거되는 경우가 발생된다.

본 논문에서는 의료영상의 묽음인 볼륨 데이터와 선형 방정식을 이용하여 작은 영역에서도 정확하게 의료영상을 분할할 수 있는 방법을 연구하였다. 그 방법으로 먼저, 슬라이스(slice)형태에서 수행되는 2차원 의료영상분할 방법에 의해 생성된 초기 분할결과를 볼륨 데이터로 변환한다. 그리고 두 개의 연속된 기준 슬라이스들을 선택한 후 기준 슬라이스들을 기반으로 선형 방

정식을 생성한다. 생성된 선형 방정식을 이용하여 다음 슬라이스의 분할영역을 예측하였다. 즉, 개선을 수행하려는 슬라이스에는 초기 분할정보와 예측된 분할 정보를 갖게 된다. 이 두 정보를 결합하기 위하여 초기 분할 정보와 예측된 분할정보들 사이의 유클리안 거리(euclidean distance)를 측정하여 사용하였다. 본 논문에서는 제안한 방법을 평가하기 위하여 흉부 CT 영상의 폐 분할을 수행하였다.

본 논문의 II장에서는 폐 영역의 분할 결과를 개선하는 방법을 설명하고, III장에서 실험 결과를 보여준다. 그리고 IV장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. 제안하는 분할개선 방법

### 1. 흉부 CT 영상

인체의 흉부를 촬영한 흉부 CT 영상은 일반영상에서 사용하는 8비트 영상이 아닌 12비트 영상을 사용한다. CT 촬영기기의 성능에 따라 한 명의 환자에게서 얻어지는 흉부 CT 영상의 수는 달라지며 일반적으로 300에서 500장의 영상이 생성된다.

그림 1은 폐를 3차원 모델링으로 표현한 영상이다. 폐의 상단과 하단 부분에서 폐 영역이 점점 작아지면서

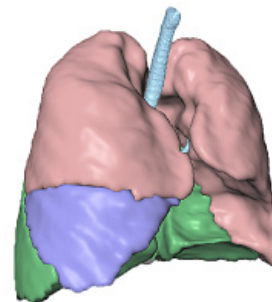


그림 1. 3차원 모델링으로 표현된 폐  
Fig. 1. Three-dimensional modeling of lungs.

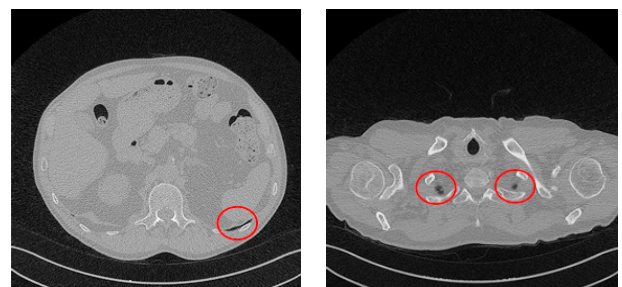
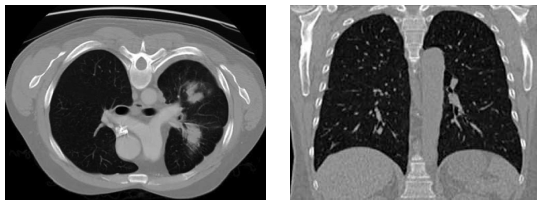


그림 2. 작은 폐 영역의 모습  
Fig. 2. The small lung region.



(a) 수평면 흉부 CT 영상 (b) 관상면 흉부 CT 영상

그림 3. 흉부 CT 영상의 구성

Fig. 3. The configuration of chest CT image.

소멸하는 구조를 가지고 있기 때문에 폐의 상단과 하단 부분의 폐 영역은 작은 크기를 가지고 있다. 흉부 CT 영상의 슬라이스를 나타낸 그림 2와 같이 폐의 상단과 하단에 존재하는 작은 영역들은 폐의 특징을 충분히 가지고 있지 않기 때문에 폐 영역을 판단하여 분할하는 것은 어렵다.

흉부 CT 영상의 데이터 셋은 그림 3(a)와 같이 수평면 흉부영상의 슬라이스로 구성되어 있다. 흉부 CT 영상의 데이터 셋을 구성하고 있는 수평면 흉부영상들의 묶음은 볼륨 데이터를 구성한다. 그리고 볼륨 데이터를 통해 그림 3(b)와 같은 관상면 흉부영상이 생성된다. 관상면 흉부영상을 통해 폐 영상의 형태는 급격한 변화로 구성되어 있지 않고 슬라이스들이 자연스럽게 연결되어 있는 것을 확인할 수 있다. 즉, 이전 슬라이스와 다음 슬라이스 사이에서 폐의 형태는 서로 유사하며 자연스럽게 연결되어 있음을 의미한다. 이와 같은 특징을 가지고 있는 흉부 CT 영상의 볼륨 데이터를 이용하면 작은 폐 영역을 예측하고 분할결과를 개선할 수 있다.

## 2. 선형 방정식

폐 관상면의 연결 형태는 복잡한 형태를 가지고 있지 않다. 그리고 슬라이스간의 간격이 좁기 때문에 급격한 변화는 발생하지 않는다. 그래서 본 논문에서는 현재 슬라이스 정보를 이용하여 다음 슬라이스의 분할영역을 예측하였다. 다음 슬라이스의 영역변화를 예측하기 위하여 현재 슬라이스를 다음 슬라이스 영역에 투영하는 방법을 사용하지 않고 1차 선형 방정식을 이용하여 영역변화를 예측하였다. 1차 선형 방정식은 계산량이 적기 때문에 고속으로 다음 슬라이스의 분할영역의 변화를 예측할 수 있었다. 그림 4와 같이 두 개의 변수를 가진 선형 방정식은 1차 함수가 된다.

서로 다른 두 점( $x_1, f_1$ )과 ( $x_2, f_2$ )가 주어진 경우 직선의 방정식은 다음과 같이 정의된다.

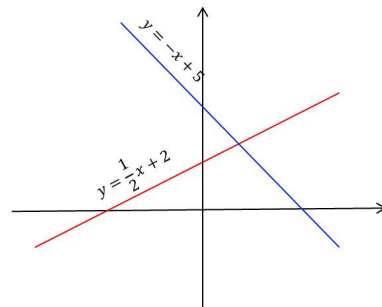


그림 4. 1차 방정식 그래프

Fig. 4. The graph of liner equation.

$$\begin{aligned} f_1 &= ax_1 + b \\ f_2 &= ax_2 + b \end{aligned} \quad (1)$$

식 (1)을 이용하여 임의의 좌표 ( $x, f$ )를 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} a &= \frac{f_2 - f_1}{x_2 - x_1} \\ b &= f_2 - \left( \frac{f_2 - f_1}{x_2 - x_1} \right) x_2 \\ f &= \frac{f_2 - f_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) + f_1 \end{aligned} \quad (2)$$

즉, ( $x_1, f_1$ )과 ( $x_2, f_2$ )의 정보가 주어지면, 선형 방정식을 통해 ( $x_n, f_n$ )을 예측할 수 있게 된다. 이것은 최소 2개 이상의 연속적인 폐 영역의 경계선 정보가 존재한다면 식 (2)를 이용하여 다음 슬라이스의 분할영역의 경계를 예측할 수 있다는 것을 보여준다.  $n$ 번째와  $n+1$ 번째 흉부 CT 영상의 슬라이스에서 폐 영역의 경계좌표를 식 (2)에 적용하면 그림 5에서 나타낸  $n+2$ 번째 경계좌표를 예측할 수 있다.  $n+2$ 번째의 폐 영역 경계를 예측하면 그림 5와 같이 초기 분할과정에서 얻어진 폐 영역의 경계와 예측된 폐 영역의 경계좌표가 생성된다.

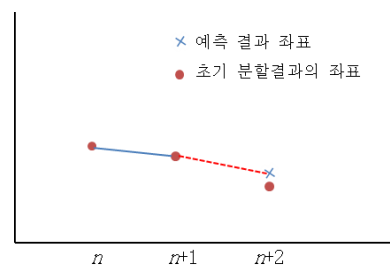


그림 5. 선형 방정식을 이용한 예측

Fig. 5. The prediction using linear equation.

만약 초기 분할과정에서 오류가 발생되지 않았다면 초기 분할의 경계좌표와 예측된 경계좌표는 유사할 것이며 오류가 발생되었다면 두 좌표의 거리 차는 커질 것이다. 그러므로 초기 폐 분할의 경계좌표를 보정하기 위하여 초기 분할결과와 좌표와 예측된 좌표사이의 거리 정보를 이용하여 분할영역을 보정하였다.

3. 분할 결과 개선

그림 6은 분할결과를 개선하는 전체 흐름도이다. 먼저, 흉부 CT 영상 데이터 셋의 각 슬라이스에 대하여 초기 폐 분할을 수행한다. 그리고, 초기 분할결과를 개선하기 위하여 기준 슬라이스를 선택한다. 이때, 1차원 선형 방정식을 생성하기 위하여 연속된 두 개의 슬라이스를 선택한다. 선택된 기준 슬라이스의 경계선에 선형 방정식을 위한 고정점(anchor point)을 생성한다. 마지막으로 분할결과를 예측한 후 분할결과를 개선한다.

분할영역에 선형 방정식을 적용하기 위해서는 경계선에 대한 좌표정보를 추출하여야 한다. 그러나, 모든 경계선의 좌표정보를 사용하는 것은 비효율적이므로 일정간격으로 고정점을 설정한 후 고정점간의 선형 방정식을 구한다.

그림 7(a)와 같이  $n$ 과  $n+1$ 번째 슬라이스의 초기 분할 영역의 경계선에 일정 간격으로 고정점을 지정한다. 그리고  $n$ 과  $n+1$ 번째 슬라이스에서 최단거리에 존재하는 고정점 쌍들을 선택한다. 고정점 쌍들의 선형 방정식을 구하여  $n+2$ 번째 슬라이스의 폐 영역에 대한 경계선을 예측한다. 그림 7(b)는 초기 분할결과(빨간색 점선)와 예측결과(파란색 실선)의 차이를 보여준다. 초기 분할결과와 예측결과를 결합하기 위해서는 초기 분할결과에 대한 판단이 필요하다. 초기 분할결과에 대한 판단은 초기 분할결과와 예측결과들 사이의 유클리안 거리를 이용하였다. 두 결과 사이의 최단거리 고정점

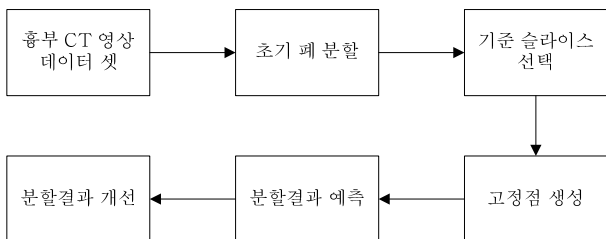
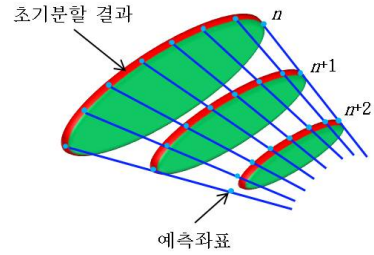
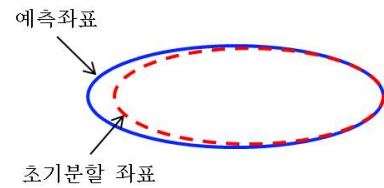


그림 6. 제안하는 분할 결과 개선방법  
Fig. 6. The flow chart of proposed segmentation improvement method.



(a) 선형 방정식 구축



(b) 초기 분할결과와 예측결과와의 중첩 모습

그림 7. 선형 방정식을 이용한 개선의 예  
Fig. 7. The example of improvement using a linear equation.

쌍들을 검색한 후 유클리안 거리를 측정한다. 만약, 예측결과와 일정 거리이내에 초기 분할결과가 존재한다면 초기 분할결과를 사용한다. 반면 일정 거리이내에 초기 분할결과가 존재하지 않는다면 예측결과를 최종결과로 사용하여 분할결과를 보정한다.

선형 방정식만을 이용하여 폐 영역의 경계를 예측할 경우 폐 영역이 존재하지 않는 슬라이스에 폐 영역이 생성되는 문제가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 폐 영역이 모두 포함될 수 있는 임계값을 사용한 분할을 이용하여 폐 후보영역을 생성하였다. 폐 후보영역은 폐 영역이 모두 포함될 수 있도록 임계값을 지정하기 때문에 폐 영역이 아닌 다른 장기 영역들이 포함되어 있고 초기 분할결과보다는 개략적인 분할영역을 갖는 정보이다. 폐 후보영역을 생성한 후 예측결과를 적용하였다.

$$\begin{aligned}
 P_{n+2} &= F(m_n, m_{n+1}) \\
 M_L &= P_{n+2} + m_{n+2} \\
 I_{n+2} &= M_L \cap T_{n+2}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

분할결과를 개선하는 과정을 수식으로 표현하면 식 (3)과 같다. 기준영상  $m_n$ 과  $m_{n+1}$ 을 이용하여 예측 분할 결과인  $P_{n+2}$ 를 생성한다. 그리고  $P_{n+2}$ 와 초기 분할결과인  $m_{n+2}$ 을 결합하여 보정된 결과  $M_L$ 을 만든다. 선형 방정식을 이용하여 예측된  $M_L$ 은 잘못된 고정점 쌍을 선

택하게 되면 폐 영역이 존재하지 않는 영역에 예측영역을 생성하게 된다. 그래서 임계값 분할영역인  $I_{n+2}$ 와 폐 영역만을 예측한  $M_L$ 을 결합하면 폐 영역이 될 수 없는 영역은 제외되고 폐 영역만이 검출된다.

이와 같이 폐 분할결과 개선을 위한 선형 방정식을 구하기 위해서는 최소 두 개 이상의 기준 흉부 CT 영상 슬라이스가 필요하다. 단순한 형태를 갖는 객체일수록 분할 오류의 발생확률이 낮으므로 기준 슬라이스를 자동으로 선택하기 위하여 형태의 단순함을 수치로 표현할 수 있는 분산정도(dispersedness)를 사용하였다. 분산정도는 영상의 둘레 길이  $p$ 와 영상의 면적  $a$ 를 이용하여 식 (4)와 같이 정리할 수 있다<sup>[12]</sup>. 여기서 분산정도가 낮을수록 단순한 형태를 갖는 개체를 의미한다.

$$D = \frac{p^2}{a} \quad (4)$$

분할 개선을 수행한 결과는 선형 방정식을 위해 설정한 고정점간의 간격이 발생되기 때문에 대략적인 분할 결과를 생성한다. 따라서 객체에 맞게 분할결과와 확장이 필요하다. 본 논문에서는 Level-set을 이용하여 분할 결과를 객체에 맞게 확장하였다.

### III. 실험 결과

본 논문에서는 분할 성능의 개선을 확인하기 위하여 VESSEL2(VESsel Segmentation in the Lung 2012) DB를 사용하여 실험을 수행하였다. VESSEL2는 Grand Challenges in Medical Image Analysis을 통해 소개된 ISBI 2012(International Symposium on Biomedical Imaging 2012)의 워크숍으로 개최되었다<sup>[13]</sup>. VESSEL2 DB는 총 20개의 흉부 CT 영상 데이터 셋과 폐 영역 분할 정보인 분할 마스크 데이터 셋으로 구성되어 있으며 하나의 데이터 셋은 평균 430장의 슬라이스를 가지고 있다. 512×512의 크기를 가지고 있는 흉부 CT 영상과 분할마스크 데이터는 각각 12비트와 8비트의 계조를 가지며 분할마스크는 0과 1로 폐 영역이 표현된다.

$$S = \frac{2(A \cap B)}{(A + B)} \quad (5)$$

폐 영역분할의 성능을 측정하기 위한 방법으로

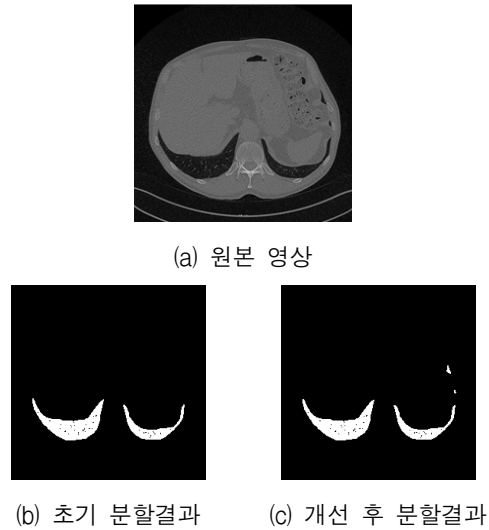


그림 8. 제안한 방법을 통해 개선된 분할 결과  
Fig. 8. Improved segmentation result from proposed method.

표 1. 실험 결과  
Table 1. Experiment result.

	분할 개선을 적용하지 않은 결과	분할 개선을 적용한 결과
중첩정도(S)	0.978	0.981
표준편차	0.281	0.187

Dice's Overlap 방법을 사용하였다. 분할한 결과영상  $A$ 와 VESSEL2 DB에서 제공하는 분할 마스크영상  $B$ 의 중첩정도  $S$ 를 식 (5)를 이용하여 계산하였다<sup>[14]</sup>.

그림 8은 작은 폐 영역을 분할하지 못한 모습과 제안한 방법으로 분할결과를 개선한 결과모습을 보여준다. 제안한 방법을 사용하기 전의 분할결과에서는 작은 폐 영역이 분할과정이나 폐 영역 판단과정에서 그림 8(b)와 같이 제거되어 분할된다. 그러나, 본 논문에서 제안한 볼륨 데이터와 선형 방정식을 이용한 분할개선 방법은 작은 폐 영역을 복원하여 그림 8(c)와 같은 분할결과를 보여준다.

본 논문에서 사용된 초기 분할방법으로 Level-set을 이용하였고, Level-set의 속도 함수로 DRLSE를 사용하였다<sup>[15]</sup>. 표 1은 제안한 분할결과와 개선을 적용하지 않은 분할결과와 적용한 분할결과와의 성능을 보여준다. Dice's Overlap을 이용하여 흉부 CT 영상의 볼륨 데이터의  $S$ 를 측정하였고 각 슬라이스의  $S$ 에 대한 표준편차를 측정하였다. 제안한 방법의  $S$ 가 기존 방법에 비해 0.978에

서 0.981로 향상되었고 표준편차는 0.281에서 0.187로 개선되었다. 개선된 분할영역의 크기가 작기 때문에 전체 정확도의 영향은 적었지만 그림 8과 같이 폐 영역이 작아 폐 영역분할이 수행되지 않는 슬라이스에서도 폐 영역분할이 수행되는 것을 확인할 수 있다.

#### IV. 결 론

최근 의료영상 촬영기기의 성능이 향상되면서 의료진단 분야에서 컴퓨터를 이용한 영상분석이 중요해지고 있다. 의료영상을 효과적으로 사용하기 위하여 의료영상의 빠르고 정확한 분할이 필요하다. 그러나 분할될 영역이 작을 경우 분할된 영역을 판단하기 위한 정보가 부족하여 분할과정에서 제거되는 경우가 발생한다.

본 논문에서는 의료영상의 볼륨 데이터와 선형 방정식을 이용하여 초기 분할결과를 개선하는 방법을 연구하였다. 제안한 방법을 사용한 결과, 중첩정도가 0.978에서 0.981로 분할 성능이 개선되는 결과를 보여주었다. 특히, 볼륨 데이터의 슬라이스에 대한 표준편차는 0.281에서 0.187로 개선되어 각 슬라이스의 분할 성능이 크게 개선되는 것을 확인하였다.

향후에는 다양한 의료영상 DB를 이용하여 영상 분할을 수행하고 분할된 영역 내에 존재하는 병변(lesion)을 검출하는 연구를 진행할 계획이다.

#### REFERENCES

- [1] L. Costaridou, *Medical Image Analysis Methods*, Taylor&Francis, 2005.
- [2] F. Ritter, T. Boskamp, A. Homeyer, H. Laue, M., Schwier, F. Link, and H. Peitgen, "Medical image analysis," *IEEE Pulse*, Vol. 2, No. 6, pp. 60-70, 2011.
- [3] J. M. Goo, H. Y. Kim, J. W. Lee, H. J. Lee, C. H. Lee, K. W. Lee, T. J. Kim, K. Y. Lim, S. H. Park, and K. T. Bae, "Is the computer-aided detection scheme for lung nodule also useful in detecting lung cancer?," *Journal of Computer Assisted Tomography*, Vol. 32, No. 4, pp. 570-575, 2008.
- [4] 이효중, "퍼지기반의 두뇌영상 영역분할 알고리즘," 전자공학회논문지-TC, 제46권, 제12호, 102-107쪽, 2009년 12월.
- [5] 채승훈, 반성범, "다해상도 기반 Level-set을 이용한 의료영상 분할," 제24회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, 2012년 2월.
- [6] 임성재, 정용연, 호요성, "의료영상 분할을 위한 3차원 능동 모양 모델," 전자공학회논문지-CS, 제44권, 제5호, 55-61쪽, 2007년 9월.
- [7] H. Badakhshannory and P. Saeedi, "A model-based validation scheme for organ segmentation in CT scan volumes," *IEEE Trans. Biomedical Engineering*, Vol. 58, No. 9, pp. 2681-2693, 2011.
- [8] 광윤식, 김성근, "적합한 마커 추출과 워트세드를 이용한 세포 영상 분할," 한국정보기술학회논문지, 제6권, 제3호, 68-74쪽, 2008년 6월.
- [9] M. C. J. Christ and R. M. S. Parvathi, "Segmentation of medical image using K-means clustering and marker controlled watershed algorithm," *European Journal of Scientific Research*, Vol. 71, No. 2, pp. 190-194, 2012.
- [10] P. Kaur, A. K. Soni, and A. Gosain, "A Robust kernelized intuitionistic fuzzy C-means clustering algorithm in segmentation of noisy medical images," *Patten Recognition Letters*, Vol. 34, No. 2, pp. 163-175, 2013.
- [11] S. Chen, T. Kohlberger, and K. J. Kirchberg, "Advanced level set segmentation of the right atrium in MR," in Proc. *SPIE* 2011, Vol. 7964, 2011.
- [12] A. J. Lipton "Moving target classification and tracking from real-time video," in Proc. *Applications of Computer Vision*, pp. 8-14, 1998.
- [13] VESsel Segmentation the Lung 2012(VESSEL12), <http://vessel12.grand-challenge.org/>.
- [14] L. Dice, "Measures of the amount of ecologic association between species," *Ecology*, Vol. 26, No. 3, pp. 297-302, 1945.
- [15] C. Li, C. Xu, C. Gui, and M. D. Fox, "Distance regularized level set evolution and its application to image segmentation," *IEEE Trans. Image Processing*, Vol. 19, No. 12, pp. 3224-3254, 2010.

저 자 소 개



채 승 훈(정회원)

2007년 조선대학교 전기공학과  
학사졸업.

2009년 조선대학교 정보통신공학  
과 석사졸업.

2013년 조선대학교 정보통신공학  
과 박사졸업.

2013년~현재 조선대학교 IT연구소 전임연구원  
<주관심분야 : 바이오인식, 영상처리, 의료영상>



반 성 범(평생회원)

1991년 서강대학교 전자공학과  
학사졸업.

1995년 서강대학교 전자공학과  
석사졸업.

1999년 서강대학교 전자공학과  
박사졸업.

1999년~2005년 한국전자통신연구원 정보보호연  
구단 생체인식기술연구팀 팀장

2005년~현재 조선대학교 제어계측로봇공학과 부  
교수

<주관심분야 : 바이오인식, 영상처리, VLSI 신호  
처리, 의료영상>